Interaktywne Centrum Nauki i Techniki w Łodzi

Szczegółowe wytyczne dla projektów wykonawczych eksponatów oraz aranżacji ekspozycji i wyposażenia

WERSJA ROBOCZA

Adres obiektu budowlanego:
ul. Targowa 1/3 i ul. Tuwima 46, 54/58, Łódź, woj. łódzkie
działki ewidencyjne nr: 180/46 i 180/47 - w obrębie S-6

Nazwy i kody: grup robót, klas robót, kategorii robót:
32322000-6 Urządzenia multimedialne
32321300-2 Materiały audiowizualne
79930000-2 Specjalne usługi projektowe
79822500-7 Usługi projektów graficznych
72212783-1 Usługi opracowywania oprogramowania do zarządzania zawartością
72212520-1 Usługi opracowywania oprogramowania multimedialnego
71314100-3 Usługi elektryczne
51110000-6 Usługi instalowania sprzętu elektrycznego
39154000-6 Sprzęt wystawowy
39150000-8 Różne meble i wyposażenie
32417000-9 Sieci multimedialne
31611000-2 Zestawy instalacji elektrycznej
31500000-1 Urządzenia oświetleniowe i lampy elektryczne
48780000-9 Pakiety oprogramowania do zarządzania systemem, przechowywaniem i zawartością
79950000-8 Usługi w zakresie organizowania wystaw, targów i kongresów
92110000-5 Produkcja filmów kinowych i wideo oraz podobne usługi
92312000-1 Usługi artystyczne

Nazwa i adres Inwestora:
EC1 Miasto Kultury
ul. Targowa 1/3, 90-022 Łódź
adres do korespondencji: ul. Tymienieckiego 5
90-365 Łódź, woj. łódzkie

Opracowanie:
DELTA. Stanisław Pochwała, ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej 16/10, 31-234 Kraków

Kraków, luty 2013

Opracowanie: DELTA. 31-234 Kraków, ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej 16/10, biuro: 31-060 Kraków, ul. Św. Wawrzyńca 15

Zespół – personel kluczowy: arch. Łukasz Bigas, Maciej Pociecha, Tomasz Borsukiewicz, Karolina Kiryjczuk, Paweł Kotlarz, Mirosław Kołodziej, Maria Łukasiewicz-Rudkowska, Paweł Osmenda, arch. Małgorzata Pasek, Piotr Skindzier, Rafał Sworst, Bartłomiej Świerz, Stanisław Pochwała – kier. projektu

Podstawa prawna opracowania:

- Zlecenie i wytyczne Inwestora: EC1 Miasto Kultury, ul. Targowa 1/3, 90-022 Łódź, umowa z dnia 31.10.2012 r.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego /Dz. U. Nr 202, poz. 2072 z późn. zm./
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym /Dz. U. Nr 130 poz. 1389 z późn. zm./

Spis treści

1.Generalne założenia, wymagania i wytyczne dla zaprojektowania i wykonania ekspozycji 5
1.1.Generalne założenia funkcjonalne i programowe 5
1.2.Założenia dla działań edukacyjnych, doświadczeń, eksperymentów 9
1.3.Elementy zabytkowe na ekspozycji i w otoczeniu ekspozycji 11
2.Szczegółowe wytyczne do zaprojektowania i wykonania ekspozycji – część opisowa, scenariusze kontentów multimedialnych 11
Ścieżka 1: Przetwarzanie energii 11
Ścieżka 2: Rozwój wiedzy i cywilizacji 63
Wahadło Foucault'a 179
Strefa dla dzieci (poza dialogiem technicznym) 182
Ścieżka 3: Mikroświat – Makroświat 192
Kino 2d 3d 230
3.Scenografia. Oświetlenie efektowe. System informacji wizualnej 230
3.1.Rozwiązania aranżacyjne i scenograficzne 230
3.2.Wymagania funkcjonalne i parametry techniczne oświetlenia efektowego 234
3.3.System informacji wizualnej 238
4.Wymagania funkcjonalne i parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV i IT 238
Strefa wejścia 238
Ścieżka 1: Przetwarzanie energii 241
Ścieżka 2: Rozwój wiedzy i cywilizacji 250
Kino 2d, 3d, poziom 10.50: 264
Ścieżka 3: Mikroświat – Makroświat 265
5.Wymagania funkcjonalne i parametry techniczne instalacji AV i IT 273
6.Kontent multimedialny. Systemy zarządzania ekspozycją. Strona internetowa 282
6.1.Kontent multimedialny 282
6.2.System zarządzania ekspozycją 284
6.3.Strona internetowa 293

7.Dostępność ekspozycji dla osób niepełnosprawnych 295
8.Wytyczne dla realizacji zamówienia 298
8.1. Wytyczne i wymagania w stosunku do przygotowania dokumentacji projektowej 298
8.2.Wymagania w stosunku do wykonania i odbioru dostaw, prac montażowych i instalacyjnych 301
8.3.Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zadania 303

1.Generalne założenia, wymagania i wytyczne dla zaprojektowania i wykonania ekspozycji

1.1.Generalne założenia funkcjonalne i programowe

Centrum Nauki i Techniki w Łodzi (dalej: CNiT) powstanie w części kompleksu budynków EC-1 Zachód elektrociepłowni EC-1, zlokalizowanej przy ul. Targowej 1/3 w Łodzi – przebudowywanej i rozbudowywanej w oparciu o wielobranżową dokumentację projektową „Projekt wykonawczy rewitalizacji EC-1 i jej adaptacji na cele kulturalno-artystyczne w Łodzi przy ul. Targowej 1/3" opracowanej przez konsorcjum projektowe: Biuro Realizacji Inwestycji „Fronton" sp. z o.o. z siedzibą w Łodzi oraz Urbanistyka i Architektura. Mirosław Wiśniewski sp. z o.o. z siedzibą w Łodzi.

Przyjęte parametry techniczne obiektu:

- powierzchnia zabudowy rewitalizowanej (Maszynownia, Pompownia, Kotłownia, Rozdzielnia, Chłodnia, Zmiękczalnia): 11.921 m^2
- powierzchnia nowoprojektowana (Rozbudowa): 6.434 m^2.

Pomieszczenie / strefa	Powierzchnia całkowita [m^2]	Powierzchnia ekspozycji stałych [m^2]	Powierzchnia ekspozycji czasowych [m^2]	Powierzchnia usług dodatkowych i powierzchnia obsługowa [m^2]	Powierzchnia usług komercyjnych [m^2]	Komunikacja, pomieszczenia techniczne, pomieszczenia gospodarcze [m^2]
Maszynownia, Pompownia, Kotłownia	4878,21	2184,77	711,63	0,00	0,00	1981,81
Zmiękczalnia	1063,88	0,00	0,00	0,00	0,00	1063,88
Rozdzielnia	5019,50	1812,70	254,18	291,80	387,95	2272,87
Nowoprojektowana zabudowa	6434,30	1700,34	433,58	199,73	1468,78	2631,87
Chłodnia	958,78	324,44	0,00	0,00	154,90	479,44
Razem	**18354,67**	**6022,25**	**1399,39**	**491,53**	**2011,63**	**8429,87**

Ekspozycja stała to w niniejszym opracowaniu przestrzeń przewidziana na prezentacje ścieżek zwiedzania: Przetwarzanie energii, Rozwój wiedzy i cywilizacji, Mikroświat – Makroświat.

Ekspozycje czasowe to w niniejszym opracowaniu powierzchnie przewidziane pod ekspozycje czasowe stanowiące uzupełnienie ekspozycji stałych.

Strefa dla dzieci to w niniejszym opracowaniu wydzielona przestrzeń przewidziana dla interaktywnej ekspozycji dla dzieci w dwóch przedziałach wiekowych: 3-6 lat i 7-12 lat.

Powierzchnia **usług dodatkowych i powierzchnia obsługowa** to w niniejszym opracowaniu pomieszczenia do organizacji spotkań, organizacji i prowadzenia lekcji, wykładów – zlokalizowane w Rozdzielni, a także pomieszczenia administracyjne CNiT (nowoprojektowana zabudowa).

Powierzchnia **usług komercyjnych** to w niniejszym opracowaniu powierzchnia dla usług gastronomicznych i handlowych wraz z przeznaczonym dla nich zapleczem magazynowym, socjalnym i higieniczno-sanitarnym.

Komunikacja, pomieszczenia techniczne, pomieszczenia gospodarcze – będą mieścić: kasy, szatnie, pomieszczenia obsługi, zaplecze socjalne, pomieszczenia porządkowe, sanitariaty, pomieszczenia techniczne (wentylatornie, pompownie, pomieszczenia rozdzielni i sterowni, maszynownie), oraz korytarze, klatki schodowe, szyby. W tym obszarze mieści się także Strefa wejścia.

Obiekt wpisany jest do rejestru zabytków. Wyeksponowanie zabytkowej tkanki obiektu jest jednym z zasadniczych celów ekspozycji. Ekspozycja nie może konkurować swoją formą (rozwiązaniami scenograficzno-aranżacyjnymi) z zabytkową substancją i zabytkową infrastrukturą techniczną.

Przed przystąpieniem do projektowania i realizacji ekspozycji CNiT należy się zapoznać ze szczegółowymi rozwiązaniami zawartymi w: „Projekt wykonawczy rewitalizacji EC-1 i jej adaptacji na cele kulturalno-artystyczne w Łodzi przy ul. Targowej 1/3” opracowanej przez konsorcjum projektowe: Biuro Realizacji Inwestycji „Fronton" sp. z o.o. z siedzibą w Łodzi oraz Urbanistyka i Architektura. Mirosław Wiśniewski sp. z o.o. z siedzibą w Łodzi – dokumentacja wielobranżowa i karty nadzoru autorskiego wprowadzone w trakcie realizacji.

Koncepcja programowa zakłada umieszczenie w budynku CNiT pokazów i eksperymentów z jednoczesnym wkomponowaniem ich w historyczną infrastrukturę obiektu, której wytypowane elementy zostaną zachowane i wyeksponowane.

Zakłada się podział ekspozycji na **trzy ścieżki zwiedzania**:

- ✓ **Ścieżka pierwsza „Przetwarzanie energii” – poziomy: 0,00, +4,50, +7,50, +10,50:**

Zakłada się zilustrowanie procesu produkcji energii elektrycznej ze źródeł pierwotnych. Ścieżka ta wykorzystywać ma zachowaną historyczną infrastrukturę EC1.
Scenariusz zakłada przeplatanie się informacji historycznych o prezentowanych obiektach (reliktach zabytkowej infrastruktury) oraz nowych treści, bazując na przeprowadzanych pokazach i eksperymentach.
Celem jest pokazanie zjawisk i praw fizycznych oraz chemicznych wykorzystywanych lub towarzyszących wytwarzaniu i przesyłowi prądu elektrycznego.
Ma zostać tu także zilustrowany problem zarządzania siecią energoelektryczną.
Uwypuklona ma być problematyka oszczędnego gospodarowania i poszanowania energii.

- ✓ **Ścieżka druga „Rozwój wiedzy i cywilizacji” – poziomy:+7,50, +10,50:**

Zakłada się prezentację zjawisk przyrodniczych – kluczowych dla najważniejszych odkryć, praw oraz teorii fizycznych i chemicznych.

Ścieżka ma być oparta na stanowiskach / instalacjach / urządzeniach, na których można będzie zaobserwować lub samodzielnie wykonać eksperymenty – ilustrujące prawa nauki lub ilustrujące kamienie milowe rozwoju nauki.
Celem jest zainteresowanie widza współczesną nauką oraz zainspirowanie go do poszukiwania implementacji wiedzy i nauki w różnych aspektach współczesności.

- ✓ **Ścieżka trzecia „Mikroświat – Makroświat" – poziomy:+7,50 +10,50, +13,96, +16,96:**

Zakłada się prezentację obiektów i zjawisk w skali mikro (cząstki elementarne, atomy, pierwiastki) i w skali makroświata (ziemia i kosmos, astrofizyka, geologia) – za pomocą współczesnych technologii multimedialnych i modeli fizycznych.
Zaprezentowane mają być dawne i współczesne metody badań, implementacje do techniki i życia codziennego nanotechnologii, technologii kosmicznych.
Celem jest zarówno pogłębienie wiedzy, jak i przedstawienie praktycznych aspektów eksploracji kosmosu i badań mikrostruktur: wdrożeń i upowszechnień materiałów i technologii wykorzystywanych np. w załogowych lotach kosmicznych, w technikach satelitarnych, w nanotechnologii.

Ponadto wyróżnia się **obszary specjalne**:

- strefa dla dzieci, poziom +/–0,00 – niezależna od ścieżek zwiedzania,
- kino 2d, 3d, poziom +10,50 – dostępne dla pierwszej i trzeciej ścieżki zwiedzania,
- symulator, poziom +10,50 – dostępny dla pierwszej, drugiej i trzeciej ścieżki zwiedzania,
- wahadło Foucaulta, budynek Chłodni – dostępne dla pierwszej, drugiej i trzeciej ścieżki zwiedzania,
- strefa eksperymentów fizyko-chemicznych (Laboratorium) – dostępna dla pierwszej i drugiej ścieżki zwiedzania,
- strefa wystaw czasowych – niezależna od ścieżek zwiedzania.

Osobnymi obszarami są strefy o funkcji niezbędnej dla prawidłowego funkcjonowania ekspozycji: **strefa wejścia**, **strefy wypoczynku**, **strefy spotkań**.

Przedłużeniem / wprowadzeniem do ekspozycji powinno być otoczenie budynku.

Ekspozycja powinna służyć do realizacji autorskich programów nauczania z zakresu historii i nauk przyrodniczych – dla wszystkich poziomów nauczania. Dla tego typu zajęć powinna być przystosowana każda ze ścieżek zwiedzania oraz strefa wystaw czasowych.

CNiT musi stać się stałym elementem na mapie kulturalnej Łodzi, wpisać się na trwałe w strategię rozwoju kultury i turystyki, być miejscem cyklicznych wydarzeń promowanych przez Miasto Łódź.

Ekspozycja odwoływać się ma mocno do tradycji lokalnej (miasta) i do tradycji miejsca (elektrownia, elektrociepłownia). Ekspozycja, odwołująca się do tradycji lokalnych, ma jednocześnie przedstawiać tematykę w wymiarze globalnym – odwołując się do globalnych zjawisk i procesów, do różno- i wielokulturowości, do międzynarodowego dorobku naukowego i technicznego.

Ekspozycja promować ma wartości ekologiczne, zasady zrównoważonego rozwoju.

Forma i przekaz wystawy muszą być unikalne; ekspozycja CNiT powinna być tak zaprojektowana i wykonana aby, bazując na doświadczeniu i „dobrych praktykach", była zarazem zindywidualizowana i kojarzona z konkretnym miejscem. Przez swoją tematykę, ale także rozwiązania komunikacji z widzem, aranżację, technologię powinna odróżniać się od innych podobnych ekspozycji. Zakłada się stworzenie wystawy o niezwykłych walorach poznawczych, która nie tylko zachwyca swoją architekturą i formą ale też stanowi zapadającą na długo w pamięć przygodę. Podstawową osią, wokół której

koncentruje się ekspozycja i jej zwiedzanie, powinno być obcowanie, na wielu płaszczyznach, z nauką i wiedzą oraz z historią miejsca – odkrywanie jej poprzez scenografię, multimedialne i interaktywne instalacje, przekaz wiedzy, budowany nastrój, symbolikę.

Ekspozycja ukierunkowana powinna być na odbiorcę. Zdefiniowane **grupy docelowe**:
- turyści krajowi i zagraniczni: indywidualni i grupowi,
- grupy rodzinne,
- dzieci i młodzież szkolna,
- osoby zainteresowane nowymi i zaawansowanymi technologiami,
- środowisko akademickie, naukowe (wyższe uczelnie techniczne),
- środowiska inżynierskie, stowarzyszenia branżowe,
- badacze kultury,
- sektor działający w branżach IT i AV,
- kolekcjonerzy, hobbyści, miłośnicy zabytków techniki i inżynierii miejskiej, muzealnicy,
- środowiska opiniotwórcze,
- społeczność lokalna.

Najważniejsze grupy odbiorców:
- dzieci i młodzież szkolna,
- grupy rodzinne,
- turyści krajowi i zagraniczni: indywidualni i grupowi.

Układ ekspozycji: tematyczny, problemowy.

Przekaz: spersonalizowany - odwołujący się losów jednostek (konkretnych osób), do emocji, do zmysłów.

Narracja:
- powinna pokazywać zjawiska oraz procesy przyrodnicze i techniczne, teorie naukowe i ich zastosowanie, problemy globalne (ekologia, energia),
- powinna być oparta o analizę postaw i wartości – z uwzględnieniem historycznych uwarunkowań i kontekstów.

Zróżnicować należy **poziomy szczegółowości przekazu wiedzy**. Dotyczyć to ma przede wszystkim drugiej ścieżki zwiedzania: „Rozwój wiedzy i cywilizacji", gdzie historia nauki i techniki prezentowana będzie zarówno na stanowiskach interaktywnych, jak i na multimediach – w formie komentarzy do stanowisk doświadczalnych. Przekaz ten będzie skierowany zarówno do osób nie przygotowanych specjalnie do odbioru bardziej złożonych wiadomości z obszaru nauk przyrodniczych, jak i do osób, które w ramach edukacji szkolnej lub zawodowej nabyły pewien zasób wiedzy i pragną go poszerzyć. Stąd w ramach drugiej ścieżki zwiedzania: „Rozwój wiedzy i cywilizacji" znajdą się:
- komentarze, w formie tabliczek, do modeli / instalacji / stanowisk interaktywnych – będących w istocie instrukcją obsługi oraz zwięzłym komentarzem: wyjaśnieniem zjawiska,
- komentarze na urządzeniach multimedialnych (ekranach dotykowych): podstawowe i poszerzone – z opcją wyboru przez Zwiedzającego.

Poszczególne ścieżki i moduły tematyczne powinny być rozpoznawalne, ale jednocześnie utrzymana powinna być spójność ekspozycji i wszystkich jego stref.

Na ekspozycji operować należy językiem i formą przekazu adekwatną do potrzeb współczesnego odbiorcy. Wykorzystać należy innowacyjne, ale zarazem sprawdzone, rozwiązania technologiczne i informatyczne.

Wersje językowe: polska, angielska, niemiecka.

1.2.Założenia dla działań edukacyjnych, doświadczeń, eksperymentów

Ekspozycja CNiT powinna mieć charakter interaktywny.
Nacisk na ekspozycji powinien być położony na naukę poprzez eksperyment oraz naukę poprzez zabawę. Integralnym elementem zwiedzania ekspozycji powinno być samodzielne poszukiwanie wiedzy, samodzielne eksperymentowanie oraz interakcja: Zwiedzający – ekspozycja. Wykorzystać należy „dobre praktyki" krajowe i zagraniczne w tym zakresie oraz uznaną, sprawdzoną metodologię budowy ekspozycji interaktywnych – w tym najnowsze trendy tego innowacyjnego kierunku kształcenia. Realizacji tych zadań towarzyszyć powinien aspekt rekreacyjny – możliwość miłego spędzenia czasu przez dorosłych i dzieci.
Interaktywność zapewnić ma bezpośrednią i samodzielną eksplorację wiedzy. Wystawa składać się ma ze stanowisk, na których Zwiedzający samodzielnie przeprowadzają doświadczenia z wybranych dziedzin nauki.

Jako stanowiska, modele, instalacje interaktywne rozumie się: modele, instalacje i urządzenia odbierające bodźce i informacje od widza i reagujące na nie. Interaktywność na ekspozycji należy zapewnić w sposób fizyczny (dotykowy) oraz poprzez odbieranie gestów i ruchów widza.
Interaktywność na wystawie należy zapewnić poprzez:

- wykorzystanie odpowiednich multimediów, czujników i oprogramowania,
- konstrukcję i mechanikę modeli, instalacji, elementów scenograficznych – uruchamianych przez odpowiednią czynność zwiedzających.

Interaktywność zapewnić ma wykonywanie samodzielnych doświadczeń, eksperymentów, uruchamianie pokazów, uruchamianie kontentów, uruchamianie i rozgrywanie gier.
Wymagane są urządzenia edukacyjne, których może dotknąć każdy Zwiedzający i samodzielnie zapoznać się z zasadą ich działania (poprzez opis oraz intuicyjnie).

Strefy ekspozycji powinny być tak zaaranżowane, aby możliwa była modyfikacja i poszerzenie poszczególnych stanowisk – wraz z rozwojem wiedzy i wraz z weryfikacją, na etapie eksploatacji, założeń i celów ekspozycji. Podobnie kontent multimedialny – powinien być tak zbudowany, aby możliwa była modyfikacja i rozbudowa treści. Modyfikacja ta niezbędna jest zarówno ze względu na postęp nauki, jak również ze względu na konieczność utrzymania atrakcyjności ekspozycji i utrzymanie stałych odbiorców (ekspozycja musi być „żywa", muszą na niej pojawiać się nowe elementy).
Edukacja na ekspozycji w formach pozaszkolnych powinna być prowadzona wg zasad „edukacji przez zabawę" (z wykorzystaniem instalacji interaktywnych, ale także z wykorzystaniem technologii multimedialnej).

Obszar, w którym realizowane będą stałe formy edukacyjne powinien mieć doprowadzone instalacje sanitarne i elektryczne; spełnione muszą być w nim wymogi dotyczące bezpieczeństwa – analogicznie jak dla pracowni i laboratoriów szkolnych lub ekperymentariów.

Stałe formy edukacyjne powinny być realizowane z wykorzystaniem modeli interaktywnych, ale powinna też być możliwość wykonywania bardziej złożonych i wymagających doświadczeń i eksperymentów – samodzielnie lub pod opieką opiekuna przygotowanego do realizacji takich zajęć lub/i pod opieką pedagoga. Nie mniej niż połowa doświadczeń opisanych w scenariuszach edukacyjnych z zakresu nauk przyrodniczych (o których mowa w dalszej części niniejszego opracowania) powinna zostać wykonana samodzielnie przez uczniów w grupach; pozostałe doświadczenia – jako pokaz dla wszystkich, przeprowadzony przez wybranych uczniów pod kontrolą nauczyciela.

Na ekspozycji powinny zostać zastosowane techniki aktywizujące i interakcyjne. Wykorzystane powinny być przyrządy ułatwiające obserwację – dzieci powinny być uczone jak poprawnie stosuje się je w działaniu. Zaprojektowane instalacje i modele mają umożliwić prowadzenie doświadczeń, eksperymentu naukowego, dokumentowanie doświadczeń, planowanie przyszłych doświadczeń. Stworzone zostać powinny warunki do samodzielnej pracy ucznia z różnorodnymi źródłami informacji.

Instalacje / modele powinny być wykorzystywane do realizacji edukacji pozaszkolnej, realizacji autorskich programów nauczania.
Warunkiem skutecznej i cieszącej się zainteresowaniem edukacji szkolnej jest dobór tematyki i stworzenie warunków do realizacji celów kształcenia określonych w podstawie programowej – wprowadzonej rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej.
CNiT powinno wpisywać się w realizację edukacji historycznej i obywatelskiej oraz edukacji przyrodniczej. Edukacja w Centrum powinna wpisywać się w cele kształcenia nowej podstawy programowej (wymagania ogólne). Tematyka ekspozycji powinna zawierać zakres treści określony w podstawie programowej (wymagania szczegółowe). Scenariusze edukacyjne powinny dobrze opisywać procedury osiągania celów, gwarantować kształtowanie określonych w nowej podstawie programowej umiejętności uczniów i ich ocenę (mierzalną, obiektywną). Centrum powinno zapewnić nauczycielom warunki do realizacji autorskich programów nauczania.
Minister Edukacji Narodowej określił cele kształcenia i treści nauczania w: Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz. U. 2009 nr 4 poz. 17) zmienionym Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 977), Tom: 4 – Edukacja historyczna i obywatelska i Tom 5 – edukacja przyrodnicza.

Scenariusze edukacyjne powinny jednocześnie wykraczać (merytorycznie – pod względem treści nauczania) poza wymogi podstawy programowej. Zastosowane powinny być techniki, które pozwalają uczniom na kształtowanie pozytywnego nastawienia emocjonalnego do przedmiotu.

Poszczególne ścieżki, obszary i obiekty udostępniane na ekspozycji muszą być zrealizowane, aby osiągnięte zostały cele: określone zarówno dla całego Centrum, jak i dla poszczególnych ścieżek i eksponatów.
Celem CNiT jest:
- pogłębienie wiedzy i popularyzacja kultury technicznej,
- wsparcie edukacji szkolnej w zakresie szeroko rozumianych nauk przyrodniczych – przede wszystkim w zakresie fizyki i chemii,
- wsparcie dla procesów wzrostu świadomości społecznej w zakresie problemów energetycznych współczesnego świata i budowy gospodarki opartej na wiedzy.

Ważną rolę pełnić ma **eksperyment** – przygotowany i przeprowadzony samodzielnie lub w grupie. Eksperyment i związane z tym obserwacje są w procesie poznawczym wyjątkowym źródłem wiedzy o otaczających nas zjawiskach, procesach i właściwościach otaczającego nas świata. Eksperyment wykształca umiejętność stawiania i krytycznej weryfikacji hipotez badawczych formułowanych w procesie zdobywania wiedzy. Poza funkcją poznawczą eksperyment stymuluje też aktywność intelektualną, motoryczną i emocjonalną, co zwiększa trwałość i skuteczność procesu kształcenia. Ekspozycja w CNiT ma pomóc rozwijać umiejętności: planowania eksperymentu, wykonywania operacji manualnych, prowadzenia obserwacji, rejestracji wyników, analizy i interpretacji danych.
Ekspozycja ma być nie tylko pokazem ciekawostek z zakresu techniki, fizyki i chemii, ale też uzupełnieniem, utrwaleniem, poszerzeniem wiedzy zdobytej w drodze edukacji szkolnej i zawodowej. Ma pomóc w interpretacji informacji, którą współczesnemu odbiorcy dostarczają media.

Ważną rolą ekspozycji jest zwrócenie uwagi na aspekt praktyczny praw i zjawisk fizyko-chemicznych. Aspekt zastosowań praktycznych powinien być realizowany w ramach każdej z proponowanych ścieżek zwiedzania, a w zestawieniu z interaktywną formą przekazu musi stanowić czynnik inspirujący Zwiedzających do własnych dalszych poszukiwań.

1.3.Elementy zabytkowe na ekspozycji i w otoczeniu ekspozycji

Do wyeksponowania na ekspozycji wytypowane zostały zabytki techniki – wielko- i średnio-gabarytowe elementy pierwotnego wyposażenia elektrowni i elektrociepłowni EC-1:

- Kotłownia: 4 kotły węglowe (2 pozostawione w całości z możliwością przejścia przez ich wnętrza, 2 pozostawione jako przekroje),
- Pompownia: 2 zestawy pomp wodnych,
- Hala turbogeneratorów (maszynownia): generator,
- w przejściu do Chłodni: odtworzony fragment układu chłodzenia w chłodni kominowej,
- Rozdzielnia / Sterownia: izolatory, szafy sterownicze, elementy odłączników zasilania, transformatory rezerwowe (kadzie transformatorów pełniące funkcje zbiorników wody), zespół dławików antyprzepięciowych, elementy oryginalnego wyposażenia rozdzielni, historyczne stoły i pulpity,
- abonencka stacja transformatorowa 15/0,4 kV (współczesna, czynna stacja transformatorowo-rozdzielcza zasilająca wszystkie budynki CNiT),
- historyczne pomieszczenie socjalne (szatnia),
- zespół szaf - przełącznic elektrycznych.

Wewnątrz i w otoczeniu obiektu wyeksponowane będą także:

- walczaki kotła węglowego,
- instalacja demineralizacji wody obejmująca zestaw stalowych zbiorników wraz z orurowaniem,
- instalacje odpylania (elektrofiltry),
- urządzenia służące do transportu i załadunku/rozładunku węgla,
- urządzenia służące do składowania popiołu i żużla.

2.Szczegółowe wytyczne do zaprojektowania i wykonania ekspozycji – część opisowa, scenariusze kontentów multimedialnych

Ścieżka 1: Przetwarzanie energii

Podstawowym założeniem ścieżki 1. „Przetwarzanie energii” jest przedstawienie procesu produkcji energii elektrycznej ze źródeł pierwotnych w otoczeniu historycznej infrastruktury elektrociepłowni EC1.
Istotą programu zwiedzania jest przeplatanie się informacji historycznej o prezentowanych obiektach zabytkowych oraz nowych treści - przekazywanych w formie prezentacji (też multimedialnych), pokazów, eksperymentów i doświadczeń. Zwiedzający powinni poznać zjawiska i prawa fizyczne oraz chemiczne towarzyszące lub wykorzystywane w wytwarzaniu i przesyle prądu elektrycznego.

Zwiedzanie rozpoczyna się na poziomie 0,00 w Kotłowni i Pompowni, gdzie wyeksponowane będą zabytkowe kotły węglowe i zestawy zabytkowych pomp.
Na poziomie +4,50 obejrzeć można będzie kolejny poziom ekspozycji zabytkowych kotłów węglowych (z możliwością wejścia do ich wnętrza), kolejny zespół zabytkowych pomp oraz zabytkowe wyposażenie dawnej Rozdzielni / Sterowni.
Na poziomie +7,50 obejrzeć będzie można kolejny poziom ekspozycji kotłów węglowych, zabytkowy turbogenerator, zabytkowe wyposażenie dawnej Rozdzielni / Sterowni. W Maszynowni obejrzeć będzie można modele związane m.in. z działaniem generatora / prądnicy, drugą zasadą termodynamiki.
Zabytkowe elementy wyposażenie Sterowni obejrzeć będzie można na poziomach: +4,50, +7,50 +10,50, przy czym na poziomie +10,50 w pomieszczeniu Sterowni dodatkowo będzie można rozegrać grę strategiczną.
Na ścieżce 1. „Przetwarzanie energii" na poziomach: +4,50, +7,50 +10,50 przewidziane są specjalne strefy dla pokazów i eksperymentów fizycznych i chemicznych.
W ramach ścieżki 1. „Przetwarzanie energii" Zwiedzający mogą odwiedzić budynek Chłodni, w którym zamontowane jest wahadło Foucault'a.
Schemat zwiedzania ścieżki 1: „Przetwarzanie energii" pokazany jest na rysunkach: AR 01 i AR 02 (Tom II: część rysunkowa). Schemat rozmieszczania modeli i instalacji interaktywnych, multimediów oraz wybranych elementów aranżacyjnych na tej ścieżce zilustrowany jest na rysunkach: AR 09 i AR 10 (Tom II: część rysunkowa).

Scenariusz zakłada, że ścieżka 1. „Przetwarzanie energii" ma być jednym z tych elementów, które zbudują tożsamość miejsca. Ze względu na tematykę i dużą ilość wyeksponowanych zabytków związanych z historią obiektu ścieżka ta będzie unikatowa i niepowtarzalna.

Poszczególne stanowiska (zabytki, modele, makiety, stanowiska i instalacje interaktywne) powinny zostać wyposażone w materiał (komentarz) popularyzatorski i naukowo-dydaktyczny – umieszczony na nośnikach fizycznych (prezentery – tabliczki) oraz na nośnikach audiowizualnych (projekcje z wykorzystaniem monitorów, monitorów z nakładkami dotykowymi, projektorów).
Materiał naukowo-dydaktyczny i popularyzatorski powinien składać się z części opisowej (przygotowanej w formie uruchamianej przez Zwiedzającego interaktywnej prezentacji) oraz z animacji 2d / 3d, filmów, nagrań audytywnych.
Zakłada się, że kontent multimedialny przygotowany zostanie w oparciu o materiały archiwalne związane z historią miejsca. Materiały archiwalne powinny też zostać wykorzystane jako motywy scenograficzne.

Scenariusz zakłada, że materiał naukowo-dydaktyczny i popularyzatorski pod względem warstwy tekstowej dla ścieżki 1. „Przetwarzanie energii" przygotowany będzie, ze względu na jej specyfikę, w nieco odmiennej formie niż dla pozostałych ścieżek.
Warstwa opisowa materiałów naukowo-dydaktycznych i popularyzatorskich, którą wykorzystać należy do przygotowania prezentacji, zamieszczona jest w niniejszym podrozdziale.
Warstwa multimedialna (animacja, filmy, materiały audytywne) przygotowana ma zostać przez Wykonawcę ekspozycji w oparciu o wytyczne zawarte w opisie poszczególnych stanowisk oraz w oparciu o wymagania i wytyczne zamieszczone w Rozdziale 6 niniejszego Opracowania.

W sposób specjalny na ścieżce 1. „Przetwarzanie energii" będą potraktowane zabytkowe obiekty i elementy infrastruktury technicznej, które zostały wytypowane do zachowania „w miejscu".

Elementy aranżacyjne i scenograficzne, do wykonania których zobowiązany jest Wykonawca ekspozycji, opisane zostały w niniejszym podrozdziale przy opisie poszczególnych stanowisk oraz w Rozdziale 3 niniejszego Opracowania.

STANOWISKA: KOTŁY WĘGLOWE
Cel: Prezentacja kotłów węglowych używanych w elektrociepłowni EC1.
Walor naukowo-dydaktyczny: Kotły węglowe EC1 stanowią zabytek myśli technicznej. Obok przedstawienia historii eksponatów i wizualizacji ich funkcjonowania podkreślona powinna być skala obiektów.

Ekspozycję czterech zachowanych kotłów węglowych przewidziano na trzech poziomach: 0,00, +4,50, + 7,50.
Na poziomie 0,00 zostaną zaprezentowane treści odwołujące się do wiedzy własnej zwiedzających z zakresu historii i kultury technicznej, którą powinien posiadać już każdy z nich oraz odwołujące się do skojarzeń. Będą one wstępem do bardziej zaawansowanych treści umieszczonych w dalszej części ścieżki.
Na poziomie +4,50 zostaną zaprezentowane treści dotyczące budowy i technologii pracy kotłów. Na tym poziomie Zwiedzający będą mieli możliwość wejścia do wnętrza dwóch kotłów.
Na poziomie +7,70 będzie możliwość obejrzenia kotłów z najwyższego poziomu ekspozycyjnego.
Kotły zostaną „ożywione" dzięki nowoczesnym technikom projekcyjnym (mapping, projekcje wielokogabarytowe) oraz odpowiednim rozwiązaniom aranżacyjnym (oświetlenie efektowe). Uzupełnieniem tak stworzonego klimatu miejsca mają być nagrania dźwiękowe (klimatiksy) towarzyszące projekcjom.
Scenariusz zakłada, że w sąsiedztwie kotłów prezentowana będzie tematyka związana z historią obiektu (poziom 0,00) i rozwojem energetyki.
Kontynuacją pobytu w Kotłowni będzie ścieżka urządzona w Maszynowni i w Pompowni.

Opis wytycznych do aranżacji stanowisk: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

<u>Kotłownia, poziom 0,00:</u>

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk: 4 stanowiska, każde zaopatrzone w monitor 21,5'' z nakładką dotykową, komputerem i oprogramowaniem, 3 głośniki kierunkowe (wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania; opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania).

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

monitor [ts 1.01]:
1. OGIEŃ – PIORUN – PRĄD - CZŁOWIEK:
Historia ludzkości nierozerwalnie związana jest z wykorzystywaniem ognia. Ogień dawał światło i ciepło. Ale ogień też niszczył, zabijał i przerażał. Człowiek, dzięki opanowaniu lęku przed ogniem, zdołał świadomie się nim posługiwać. Niektórzy uważają, że zdolność do wykorzystywania energii zawartej w przyrodzie odróżnia człowieka od zwierząt.
Wraz z rozwojem cywilizacji ludzie dążyli do coraz lepszego zrozumienia istoty ognia, jego cech, warunków wzniecania i podtrzymywania. Dzięki opanowaniu umiejętności posługiwania się ogniem zmieniły się warunki życia i potrzeby człowieka. Ogień zapewnił człowiekowi ciepło, dał mu możliwość przygotowania zdrowego pożywienia, ułatwił karczowanie lasów. Ujarzmiony żywioł stał się dobrodziejstwem.
Podobnym przełomem wiele tysięcy lat później było odkrycie i ujarzmienie energii elektrycznej. Upłynąć musiało wiele czasu zanim to co przerażało, ale i jednocześnie ciekawiło (obserwowane np. jako piorun podczas burzy) zostało przez człowieka zrozumiane i świadomie wykorzystane. Rewolucja przemysłowa, której jednym z symboli jest energia elektryczna, była takim samym przełomem jak rewolucja neolityczna.

Zaopatrzenie w prąd i ciepło jest dla ludzi dziś tak samo ważne jak zaopatrzenie w powietrze, wodę i żywność. Nie sposób wyobrazić sobie dziś życia człowieka bez energii elektrycznej. Na co dzień korzystając z komputerów lub elektrycznych szczoteczek do zębów, człowiek uczynił swoje życie bardziej wygodnym. Prąd wykorzystał do ochrony zdrowia i wydłużenia życia (urządzenia ratujące życie - AEG, badania EKG).
Ludzie przyzwyczaili się dziś do „noszenia" energii elektrycznej ze sobą. Niektórym ratuje ona życie, np. przez wszczepiony rozrusznik serca. Inni polubili podręczne urządzenia elektryczne, takie jak elektryczne zegarki na rękę, telefony komórkowe, a zapewnienie odpowiedniego poziomu naładowania baterii stało się tak ważne i oczywiste jak zjedzenie śniadania.
Energia elektryczna nie tylko ułatwiła życie codzienne, ale przyczyniła się do stworzenia wirtualnej rzeczywistości – świata komputerów, smartphonów, tabletów, internetu, portali społecznościach.

2. PROMETEUSZ:
Prometeusz to postać z mitologii greckiej. Prometeusz zlitował się nad ludźmi, którzy nie radzili sobie z opanowaniem sił przyrody i nauczał ich jak budować proste narzędzia. Chciał również przekazać ludziom ogień. Spotkało się to jednak ze sprzeciwem Zeusa, który obawiał się usamodzielnienia ludzi. Pomimo świadomości przyszłej kary, Prometeusz wykradł bogom ogień i podarował go ludziom.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej, w tym mit o Prometeuszu przekazującym ludziom ogień.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Łączny czas trwania animacji: 60 sekund.

monitor [ts 1.02]:
ZANIM ZACZNIESZ ZWIEDZANIE ELEKTROWNI:
W latach swojej świetności elektrownia w Łodzi była jedną z trzech największych elektrowni w Polsce.
Łódź aż do połowy XVIII w. była niewielkim miasteczkiem zlokalizowanym wśród malowniczych lasów i obfitych rzek. pod koniec XVIII w. Łódź liczyła 190 mieszkańców.
Rozwój miasta związany jest ze stworzeniem przemysłu włókienniczego i sprowadzaniem osadników–tkaczy z Niemiec. Po okresie rękodzielnictwa włókiennictwo wkroczyło w erę przemysłu fabrycznego. W XIX w. Łódź prześcignęła pod względem liczby mieszkańców znacznie większe ośrodki przemysłowe (Zgierz) i koncentrujące administrację (Piotrków), stając się głównym ośrodkiem przemysłowym w Królestwie Kongresowym.
W 1913 r. ludność liczyła już 506 000 mieszkańców. Przemysł i fabryki wpłynęły na wygląd i zabudowę miasta. Wraz z fabrykami wybudowano wiele dzielnic robotniczych. W środku miasta skoncentrował się handel i małe fabryki. Dominowały fabryki włókiennicze (przędzalnie, tkalnie, wykończalnie), które wykorzystywały własne silniki o mocy do 75 KM.
Zapotrzebowanie przemysłu na energię elektryczną stale rosło. Myślano też, wzorem innych miast, o oświetleniu nocnym placów i ulic. Pojawił się pomysł wybudowania w Łodzi elektrowni.
W 1906 r. „Towarzystwo Elektrycznego Oświetlenia z 1886 roku" przejęło od firmy „Siemens & Halske" koncesję na budowę i eksploatację elektrowni i rozpoczęło budowę centrali oraz układanie sieci kablowej. Początkowo projekt zakładał tylko 4 turbozespoły o łącznej mocy 6000 kV, ale już w trakcie budowy uległ on zmianom. Zbudowano 4 kotły opłomkowe po 315 m^2 powierzchni ogrzewalnej o prężności 12 atm. (Fitzner i Gamper) z pompami, wywrotnicą do wagonów i urządzeniami transportu węgla, dwa turbozespoły M.A.N.-S.S.W. (Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg-Siemens) po 1300 kVA, 300V, 1500 obr./min., suwnicę na 18 ton, 2 chłodnie kominowe o wydajności 650 m^3/godz. każda oraz studnię.

W dniu 18 września 1907 r. po raz pierwszy włączono od sieci turbozespół I. Dzień ten uznać można za najważniejszy w dziejach Elektrowni Łódź.
Elektrownia nie nadążała z przyłączaniem nowych odbiorców. Chętnych było zbyt wielu. Produkcja prądu elektrycznego nieprzerwanie wzrastała, aż do wybuchu I wojny światowej.
Energia elektryczna produkowana w łódzkiej Elektrowni w 90% służyła do napędu silników – dla odmiany w Warszawie prawie cała energia była wykorzystywana do oświetlenia. W wyniku wojny przemysł zamierał, Elektrownia nie miała komu sprzedawać energii. Ożywienie nadeszło po zakończeniu wojny i wycofaniu się wojsk. W 1922 r. produkcja Elektrowni osiągnęła maksimum. Fabrykanci mieli problemy ze zdobywaniem węgla, Elektrownia takich problemów nie miała.
Już trakcie montażu turbozespołu I i II zamówiono turbozespół III, który zamontowano w 1908 r. Wybudowano 2 dalsze chłodnie i zainstalowano także 2 nowe kotły. Po nich zainstalowano turbozespół IV. Również w tym samym roku wywiercono nową studnię.
W następnym roku rozpoczęto rozbudowę hali maszyn pod dalsze turbozespoły (ostatnią ścianę wykonano prowizorycznie mając już na uwadze kolejną rozbudowę). Hala kotłów była pierwotnie przystosowana dla 12 kotłów.
W 1910 r. dodano turbozespół V (o moc 4380 kVA) i 4 kotły. Rok później dodano turbozespół VI (o mocy 6250 kVA), a w następnym roku dalsze 2 kotły. Dobudowano 4 kolejne chłodnie. Razem w obiekcie było już 8 chłodni. Wywiercono trzecią studnię artezyjską. Na dalsza rozbudowę nie było już miejsca.
W wyniku II Programu Rozbudowy, aby zapewnić prąd elektryczny dla rosnących potrzeb miasta, zdecydowano się na podniesienie mocy Elektrowni. Przystępując do opracowania projektu rozbudowy, tuż po uruchomieniu turbiny IX, a jeszcze przed osiągnięciem szczytu 30 000 kW, brano pod uwagę jedynie zapotrzebowanie dla miasta Łodzi, bez uwzględnienia rosnącego zapotrzebowania powiatu lub okręgu łódzkiego – dotychczasowa sieć nie obejmowała tych obszarów. Początkowo zamierzano powiększyć moc centrali w istniejących budynkach, usuwając starsze turbozespoły i najstarsze kotły. Problemy techniczne, które mogły wyniknąć wskutek powyższych zmian wydawały się jednak nierozwiązalne. Przeszkodą okazały się istniejące w budynku urządzenia rozdzielcze oraz konieczność przejścia na wyższe napięcie w sieci, a to ze względu na duży spadek napięcia na krańcach miasta i przygotowanie do rozpoczęcia dostawy prądu poza granice miasta. W dotychczasowych budynkach i całym terytorium elektrowni brakowało miejsca na rozmieszczenie transformatorów podwyższających napięcie. Zdecydowano się na budowę nowej centrali. Rozwiązanie to umożliwiało przyszłą rozbudowę. Pod nową centralę zakupiono sąsiadujący z Elektrownią teren zajęty przez fabrykę i odlewnię maszyn. Program drugiej rozbudowy obejmował: budynki dla kotłowni, pompowni, maszynowni i rozdzielni, turbozespół 22 000 kW, cztery kotły o powierzchni ogrzewalnej ok. 1000 m^2 każdy, 5 pomp zasilających, rurociągi, zbiorniki wody zasilającej, suwnicę 85 ton, urządzenia rozdzielcze dla 7 turbozespołów z 8 transformatorami po 16 000 kVA, przedłużenie kolejki napowietrznej oraz chłodnię o wydajności 7600 m^3/godz. Do programu II rozbudowy dołączono później skanalizowanie całego terenu i budowę studni nr 5, po tym gdy przekonano się, że ostatnio wywiercona studnia nr 4 nie jest w stanie dać wymaganej ilości wody.
Tak ukształtowany kompleks energetyczno-ciepłowniczy wielokrotnie później przebudowywano i rozbudowywano. Produkcji zaprzestano w nim dopiero w 2005 r.

Animacje, grafika:
Wymagany jest film fabularyzowany z elementami animacji wykorzystujący materiały archiwalne (fotografie, filmy archiwalne) ilustrujący zagadnienia poruszone w części opisowej.
Czas trwania filmu: ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna i materiały licencyjne.

monitor [ts 1.03]:
1.OD POCZĄTKU, CZYLI DOSTAWA WĘGLA DO KOTŁA:

Do produkcji prądu (do pracy kotłów) niezbędny był węgiel. Dostarczano go na rozległe składy położone przed budynkiem kotłowni. Rozładunek węgla odbywał się przy pomocy dwóch wywrotnic. Nachylając wagon pod kątem 45° węgiel wsypywano do specjalnego leja. Ze składów węgiel za pomocą konwojerów przenoszony był do umieszczonych nad kotłami sąsieków (bunkrów). Z sąsieków węgiel, po przeważeniu w automatycznych wagach, zsypywano rurami do kotłów.
System wyładunku węgla z wagonów został zmechanizowany w 1929 r. poprzez budowę kolejki napowietrznej. Kolejka zawieszona była na wysokości 16 metrów, długość toru suwnicy wynosiła 125 metrów.

2.USUWANIE ŻUZLA I POPIOŁU. KOCIOŁ FIRMY „STOCZNIA GDAŃSKA":
Po spaleniu węgla w kotłach popiół i żużel odprowadzane były na zewnątrz.
Usuwanie żużla i popiołu odbywało się za pomocą wody.
Na końcu paleniska żużel spadał do lejów w stanie spieczonym w dużych bryłach, których wielkość zależała od rodzaju węgla. Bryły rozkruszane były ***łamaczami żużla*** *napędzanymi silnikami. Z lejów żużel i popiół trafiały do urządzenia spłukującego, skąd woda zmywała je do kanałów w podłodze i przenosiła do specjalnych pomp. Pompy zabierały mieszankę wody, żużla i popiołu i, dwiema rurami, przepychały do popielnika znajdującego się poza kotłownią.*
W górnym zbiorniku ***popielnika*** *woda odsączała się od popiołu i żużla przez warstwę żwiru i piasku, po czym opadała do dolnego zbiornika. Z dolnego zbiornika pompa odśrodkowa zabierała wodę z powrotem do pracy. Urządzenie zostało zaprojektowane do wydajności 12 ton na godzinę. Dzięki zamknięciu całego procesu w jednym urządzeniu można było utrzymać czystość.*
Z betonowych zbiorników popielnika żużel zabierany był za pomocą czerpaków kolejki napowietrznej i przewożony w pobliże placu węglowego, skąd wywożono go furmankami.
Czysty żużel znajdował zastosowanie w celach budowlanych. Aby uzyskać czysty żużel o określonych wymiarach, furmanki przewoziły żużel z placu węglowego do osobnego budynku, gdzie, za pomocą maszyny przez firmę „Krupp", przesypywano go przez sita. Otrzymywano w ten sposób żużel o konkretnej granulacji: do 8 mm, 8-25 mm, powyżej 25 mm. Nie spalony węgiel oddzielano od żużla za pomocą elektromagnetycznego walca, po czym wykorzystywano go ponownie w kotłach.
Kocioł firmy „Stocznia Gdańska" *miał 4 leje zawieszone w dwóch rzędach.*

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- dostawę i rozładunek węgla, zasyp kotła węglem,
- opróżnianie kotła z popiołu i żużla, rozdrabnianie i przesiewanie żużla,
- budowę, widocznej na tym poziomie, spodniej części kotła prod. firmy „Stocznia Gdańska" oraz zachodzące w niej procesy technologiczne.

Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie, archiwalia aktowe).
Łączny czas trwania animacji: ok. 3 minut.

monitor [ts 1.04]:
USUWANIE ŻUZLA I POPIOŁU. KOCIOŁ FIRMY „L. ZIELENIEWSKI I S-KA":
Popiół lotny opadający do wewnętrznych lejów wypychany był z nich na zewnątrz do rur opadowych za pomocą ślimaków, napędzanych silnikami o mocy 2,75 KM.
Usuwania żużla i popiołu odbywało się za pomocą wody.
Kocioł firmy „L. Zieleniewski i S-Ka" *wyprodukowany został przez krakowską firmę Zieleniewskich – jednego z największych w Środkowej Europie producentów maszyn i urządzeń dla przemysłu. Każdy kocioł firmy „L. Zieleniewski i S-Ka" miał 8 lejów zawieszonych w dwóch rzędach.*

W kotłowni ustawiono 4 sekcyjne kotły opłomkowe o prężności 35 atmosfer. ***Opłomka*** *to rura o małej średnicy, przez którą przepływa woda, a która na zewnątrz jest omywana gorącymi spalinami.*
Na poziomie parteru, przy dolnej partiach kotłów, zachowały się:

- *mechanizm do usuwania żużla i popiołu,*
- *część konwojera,*
- *celki z transformatorami (zasilającymi silniki przy wentylatorach kotłów).*

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- budowę, widocznej na tym poziomie, spodniej części kotła prod. firmy „L.Zieleniewski i S-ka" oraz zachodzące w niej procesy technologiczne.
- budowę i procesy technologiczne związane z wyeksponowanym mechanizmem do usuwania żużla i popiołu, konwojerem.

Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie, archiwalia aktowe).
Łączny czas trwania animacji: ok. 3 minut.

Na tym poziomie ekspozycji kotłów scenariusz zakłada:

- oświetlenie efektowe dolnych partii kotłów,
- emisję nagrań dźwiękowych: praca zabytkowych kotłów, odgłosy pracujących ludzi (gwizdek, komendy).

Wymagany czas trwania materiału audytywnego: ok. 5 min.

Innym zabytkowym elementem na tym poziomie ekspozycyjnym jest **KONWOJER** – przenośnik taśmowy, wykorzystywany w różnych miejscach elektrowni. Zachowany i wyeksponowany na poziomie 0,00 fragment konwojera związany był z pracą kotłów. Przestrzeń nad konwojerem powinna zostać wykorzystana do wielkogabarytowej ekspozycji kopii archiwalnych materiałów zdjęciowych związanych z elektrownią i elektrociepłownią EC1.
Przewidziano do wyeksponowania 16 kopii fotografii archiwalnych na tablicach pleksi gr. 8,00mm o wymiarach 120,00cm x 90,00 cm, podwieszonych do sufitu na linkach stalowych z obciążnikiem. Miejsce i sposób ekspozycji zdjęć pokazany został na rysunkach koncepcyjnych AR 3, AR 14 (Tom II: część opisowa).

<u>Kotłownia poziom 4,50:</u>

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk: 4 stanowiska, każde zaopatrzone w monitor 21,5'' z nakładką dotykową, komputerem i oprogramowaniem, 6 głośników kierunkowych, 6 projektorów; dodatkowo: 2 ściany LED – każda złożona z 12 monitorów 46'' (wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania; opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania).

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

monitor [ts 1.09]:
BUDOWA I TYPY KOTŁÓW:
Nad popielnikiem w kotłach umieszczone były ruszty.
Węgiel z sąsieków, przesuwając się przez wagi węglowe, trafiał do komór paleniskowych.
Wydzielające się ciepło ogrzewało kotły.

Kotły w elektrowniach miały duże rozmiary i skomplikowane wyposażenie technologiczne. W elektrowniach i elektrociepłowniach stosowano kotły walcowe, walcowe z podgrzewnikami („bulierowe"), płomienicowe, płomieniówkowe, kombinowane.
Wokół kotłów rozmieszczone były stanowiska i przejścia dla ich obsługi.
Za kotłami na ścianach umocowane były wyłączniki olejowe poszczególnych silników.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- budowę kotłów: walcowych, płomienicowych, płomieniówkowych, kombinowanych,
- budowę komory paleniskowej kotła i zachodzące w niej procesy technologiczne.

Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie).
Łączny czas trwania animacji: ok. 5 minut.

monitor [ts 1.10]:
KOCIOŁ FIRMY „STOCZNIA GDAŃSKA":
Powierzchnie ogrzewalne wynosiły dla: kotła 1 085 m^2, przegrzewacza pary – 580 m^2, podgrzewacza wody – 600 m^2, podgrzewacza powietrza 560 m^2.
Średnia wydajność kotła wynosiła 44 tony pary na godzinę, zaś największa 55 ton/h.
Temperatura przegrzanej pary wynosiła 425°C.
Gwarantowana sprawność kotła była na poziomie 81%.
Ważnym elementem kotła były ***ruszty łańcuchowe*** *z powiewem systemu „Walter" o powierzchni 40,5m^2; ruszty składały się z dwóch jednakowych części. Każda z części napędzana była silnikiem prądu stałego o mocy 4 kW i regulacją obrotów. Regulatory silników połączone były przekładnią łańcuchową i nastawiane wspólnie (synchroniczny bieg rusztów).*
Komory podwiewowe *rusztów podzielone były na 4 sekcje, otwierane i zamykane za pomocą klap, nastawianych dźwigniami na przodzie kotła. Powietrze tłoczone było przez dwa umieszczone nad kotłami wentylatory do podgrzewaczy rurowych, gdzie nagrzewało się do 100°C i stamtąd wpływało pod kotły.*
Komora paleniskowa *o wysokości 7,5 metra miała przednią ścianę oddzieloną rurami o średnicy 10 cm, które były elementem obiegu wody kotłowej. Wnętrze komory wyłożono fasonowymi ogniotrwałymi cegłami zakotwiczonymi do konstrukcji żelaznej kotła. Od zewnątrz ściany wyłożone były cegła termalitową. Ścianki paleniska na poziomie rusztów były chronione przez rury chłodzone woda obiegową kotła.*
Ciąg *wytwarzany był za pomocą dwóch wentylatorów napędzanych takimi samymi silnikami jak wentylatory podwiewu.*
Podgrzewacz wody *systemu „Babcock & Wilcox" umieszczono na górze kotła.*
Walczak kotła *wykuty został z jednego bloku stali zlewnej II, jego wymiary wynoszą: średnica: 140 cm, długość: 880 cm, grubość ścianek: 4,5 cm.*
Nad walczakiem umieszczono kuty ***zbiornik pary*** *o średnicy 80 cm, długości 56,8 cm i grubości płaszcza 2,8 cm. Zbiornik połączono z walczakiem 40-ma rurami o średnicy 9 cm.*
Wszystkie powierzchnie kotła były pochylone pod kątem 45° *- przyjęcie takiego rozwiązana miało gwarantować, że popiół nie będzie się osadzał na ścianach tylko opadał do lejów.*

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- budowę elementów kotła prod. firmy „Stocznia Gdańska" (ruszty łańcuchowe, komory podwiewowe, komora paleniskowa, wentylatory, podgrzewach wody, walczak, zbiornik pary) i zachodzące z ich udziałem procesy technologiczne.

Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie).
Łączny czas trwania animacji: ok. 5 minut.

monitor [ts 1.11]:
KOCIOŁ FIRMY „L.ZIELENIEWSKI I S-KA":
Powierzchnie ogrzewalne wynosiły dla: kotła 1035 m^2, przegrzewacza pary - 256 m^2, podgrzewacza wody (ekonomizer) – 399 m^2, podgrzewacza powietrza 1500 m^2. Średnia wydajność kotła wynosiła 37,5 tony pary na godzinę, zaś największa 50 ton/h.
Temperatura przegrzanej pary wynosiła 425°C.
Gwarantowana sprawność kotła była na poziomie 81%.
***Ruszty łańcuchowe** systemu „Babcock & Wilcox" (powierzchnia 41,9 m^2, szerokość 6,5 m) zaopatrzone były z obu stron w napędy, z których jeden pracował, a drugi służył jako rezerwa. Możliwość regulacji obrotów tych silników dawała możliwość dokładnego nastawienia przesuwu rusztu.*
*Dwa wentylatory systemu „Simona", umieszczone na kotłach, tłoczyły powietrze pod ruszty poprzez **płytowy podgrzewacz**, w którym powietrze nagrzewało się do temperatury 150°C, odbierając ciepło z gazów odlotowych. Napęd dla tych wentylatorów zapewniały silniki o mocy 55 kW, z regulacją obrotów. Pozwalało to regulować ilość powietrza potrzebnego do spalania węgla i kontrolować spalanie. Podgrzane powietrze dopływało pod ruszty z pięciu sekcji. Sekcje były zaopatrzone w klapy, które pozwalały na wyłączanie poszczególnych części rusztów.*
***Komora paleniskowa** miała wysokość 6,5 metra. Wysokość kotła powinna zapewnić dobre spalenie węgla i wykorzystanie ciepła promieniowania. Komora nie posiada przedniego sklepienia. Ściany zostały wykonane z fasonowej cegły ogniotrwałej, zakotwiczonej do konstrukcji żelaznej kotła.*
Boki obmurza paleniska zabezpieczono od wypalania się i narastania żużla przez założenie rur chłodzonych wodą obiegową kotła. Obmurze kotła powyżej opłomek wykonano z termalitowych cegiełek przymocowanych do blach. Blachy stanowiły otulinę kotła.
***Ciąg** wytwarzały dwa wentylatory wyciągowe systemu „Simona" napędzane silnikami tego samego rodzaju co przy podwiewie, lecz o mocy 80 kW.*
*Kocioł posiadał tylko jeden poprzeczny **walczak** o średnicy 122 cm i długości 10,25 metra. Grubość ścianek wynosiła 6 cm. Walczak wykuty został z jednego bloku stali zlewnej. Dna walczaka stanowiły całość z płaszczem – nie miały nitów ani szwów. Walczak był zbiornikiem ciśnieniowym o cylindrycznym kształcie. Zadaniem walczaka było dostarczenie wody do opłomek. W opłomkach zachodziło odparowanie wody, natomiast w walczaku miało miejsce oddzielenie pary od wody. Rozwiązanie to zapewniało szybki ruch wody przepływającej wewnątrz opłomek, co zwiększało wymianę energii i sprawność kotła.*
*Na walczaku umieszczony był nitowany **osuszacz pary** o średnicy 61 cm, długości 3,035 metra i grubości ścianek 1,7 cm. Osuszacz połączony był z walczakiem jednym króćcem w świetle 20 cm. Zdaniem osuszacza pary byłot zatrzymanie kropel wody niesionych przez strumień pary, a tym samym zwiększenie stopienia jej suchości.*
***Podgrzewacz wody** został umieszczony w górnej części kotła. Składał się z poziomych prostych sekcji o kwadratowym przekroju, ułożonych w dwa pionowe rzędy, połączone między sobą szeregiem pochylonych, ciągnionych rur żelaznych.*

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- budowę elementów kotła prod. firmy „L.Zielniewski i S-ka" (ruszty łańcuchowe, płytowy podgrzewacz, komory podwiewowe, komora paleniskowa, wentylatory, podgrzewach wody, walczak, zbiornik pary) i zachodzące z ich udziałem procesy technologiczne.

Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie).
Łączny czas trwania animacji: ok. 5 minut.

monitor [ts 1.12]:
TECHNOLOGIE USPRAWNIAJĄCE PRACĘ KOTŁÓW
Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące ewolucję i zmiany technologii w zakresie:

- ciśnienie pary w kotłach,
- przegrzewanie pary,
- podgrzewanie wody,
- podgrzewanie powietrza,
- wielkość powierzchni ogrzewanej kotła,
- natężenie powierzchni ogrzewniczej,
- wielkość natężenia rusztu,
- rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne,
- wykonanie kotłów,
- samoczynna regulacja.

Zaprezentować należy rozwiązania w ww. zakresie na przykładzie m.in.: kotła Dinglera z podgrzewnikiem, kotła opłomkowego (skrzyniowy) Albana, kotła opłomkowego Steinmüllera.
Wymagana jest produkcja własna. Dopuszcza się wykorzystanie materiałów licencyjnych.
Łączny czas trwania animacji: ok. 10 minut.

Na tym poziomie ekspozycji kotłów scenariusz zakłada:

- emisję nagrań dźwiękowych: praca zabytkowych kotłów, odgłosy pracujących ludzi (gwizdek, komendy – przy czym nagranie nie może być powtórzeniem nagrań z poziomu 0,00).; wymagany czas trwania materiału audytywnego: ok. 5 min.;
- mapping – motyw: drgania obudowy, na przemian z kolorami ognia; zakłada się projekcję materiału w formie zapętlonej na ścianach kotłów z wykorzystanie projektorów [pr 1.01,pr 1.02, pr 1.03, pr 1.04, pr 1.05, pr 1.06].

W bezpośrednim sąsiedztwie kotłów scenariusz zakłada wielkoformatowe projekcje na dwóch ścianach z monitorów bezszwowych (2 x 12 szt., monitory LED 46''[mn 1.01, mn 1.02]). Tematyka kontentu:

- prezentacja pracy elektrowni: cykl technologiczny – film i animacja wykonana w technice łączonej 2d-3d; projekcja zapętlona;
- prezentacja pracy elektrowni: wytwarzanie pary pod ciśnieniem – film i animacja wykonana w technice łączonej 2d-3d; projekcja zapętlona.

Wymaga się przygotowania materiału wysokiej rozdzielczości o łącznym czasie trwania 20 minut, podzielonego na sekwencje 2 x 10 minut.

Z tego poziomu ekspozycyjnego zwiedzający będą mogli wejść do **wnętrza dwóch kotłów węglowych**. Ze względu na gabaryty kotłów oraz rozmiar przejścia pobyt w komorze spalania nie może być długi – w zasadzie ograniczy będzie do przejścia przez te wnętrza. Przejście to należy wykorzystać do oddania charakteru tego elementu wyposażenia, jego specyfiki, procesu pracy. Wnętrze kotła w sposób jednoznaczny budzi skojarzenia z wysoką temperaturą, z ogniem. Skojarzenia te należy wydobyć i spotęgować efektami scenograficznymi i multimedialnymi.
Widoczne i zachowane instalacje technologiczne powinny zostać podkreślone za pomocą profesjonalnych elastycznych elementów LED o jednorodnej iluminacji (efekt świecącej

świetlówki). Węże typu LED z widocznymi punktowymi źródłami światła są niedopuszczalne ze względu niespójny charakter z założeniami. Wymaga się, aby natężenie oświetlenia można było dowolnie ściemniać, w oprawach RGB można było płynnie sterować barwą światła: zmiana temperatury barwowej światła w zakresie od 2400 do 6500K. Współczynnik oddawania barw Ra>85.
Uzupełnieniem tego oświetlenia będą reflektory LED, podobne jak użyte do oświetlenia spustów (dolnych partii kotłów – eksponowanych na poziomie 0,00), z możliwością płynnej regulacji natężenia oraz barwy. Wymagane jest sterowanie muzycznie przez wbudowany mikrofon z regulowaną czułością oraz tryb automatyczny.
Oba typy oświetlenia powinny być sprężone z centralnym systemem sterowania oświetleniem ekspozycyjnym.
Uzupełnieniem oświetlenia powinien być specjalnie przygotowany materiał dźwiękowy oddający odgłosy pracy kotła.

STANOWISKA: POMPY WODNE
Cel: Prezentacja pompowni jako elementu technologii EC1.
Walor naukowo-dydaktyczny: Pompownia jest ważnym elementem procesu wytwarzania energii elektrycznej w EC1. Zgromadzone tu oryginalne urządzenia stanowią zabytek techniki.

Dwa zestawy pomp wodny prezentowane będą na poziomie 0,00 i +4,50.

Pompownia, poziom 0,00:

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk: monitor 21,5'' z nakładką dotykową oraz komputerem (wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania; opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania).

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

monitor [ts 0.04]:
POMPY WODNE
Pompy wykorzystywano w wielu miejscach Elektrociepłowni. Dla potrzeb kotłowni węglowej w Pompowni zainstalowano pompy wodne m.in. na poziomie 0,00 i na poziomie +4,50.
Do zasilania kotłów parowych stosowano pompy wysokoprężne. Pompy parowe pozwalały na pompowanie wody do zbiornika w sytuacjach awaryjnych.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- budowa pompy wodnej i jej udział w procesach technologicznych.

Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie).
Łączny czas trwania animacji: ok. 3 minuty.

Pompownia, poziom +4,50:

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk: monitor 23'' z komputerem – 2 kpl. (wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w

Rozdziale 4 niniejszego Opracowania; opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania).

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

monitor [mn 1.05, mn 1.06]:
POMPY WODNE
Animacje, grafika:
Wymagany jest film z elementami animacji na temat budowy Pompowni oraz działania systemów wykorzystujących pompy wodne. Czas trwania filmu: ok. 3 minut; projekcja zapętlona na monitorze [mn 1.05]. Wymagana jest produkcja własna. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (fotografie).

Wymagana jest animacja przygotowana w łączonej technice 2d-3d ilustrująca rolę i działanie pomp w sytuacjach awaryjnych. Czas trwania animacji: ok. 3 minuty. projekcja zapętlona na monitorze [mn 1.06]. Wymagana jest produkcja własna.

STANOWISKO: TURBOZESPÓŁ - GENERATOR

Cel: Prezentacja generatora jako elementu technologii EC1.
Walor naukowo-dydaktyczny: Generator jest istotnym elementem prawie wszystkich typów elektrowni. Jest to jeden z najbardziej „efektownych" obiektów zabytkowej infrastruktury technicznej prezentowanych w CNiT. Zadaniem stanowiska jest wyjaśnienie budowy generatora i pokazanie go w ruchu. Generator jest urządzeniem osłoniętym obudową i nie jest możliwe ukazanie jego pracy podczas normalnego działania.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska: 6 projektorów z zestawem ekranów projekcyjnych (wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania; opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania).

Wymagany kontent multimedialny:
projektory [pr 1.07,pr 1.08, pr 1.09, pr 1.10, pr 1.11, pr 1.12]:
Wymagana jest wielkoformatowa (zestawów ekranów projekcyjnych Tuplex Visio lub równoważnych, o łącznej długości 1.800,00cm i wysokości 220,00cm) animacja w technice 3d prezentująca przekrój generatora oraz działanie jego podzespołów.
Animacja powinna być przygotowana z troską o detale. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych (dokumentacji technicznej) do przygotowania animacji.
Wymagana jest produkcja własna.
Łączny czas trwania animacji: ok. 5 minut.
Rysunki koncepcyjne stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 15, AR 16, AR 17.

Na tym poziomie ekspozycyjnym scenariusza zakłada umieszczenie modeli, w tym modelu interaktywnych.

STANOWISKO:
1/PRĄDNICA / GENERATOR
2/TURBINA
Budowa stanowisk – opis techniczny:
Zespół złożony z dwóch stanowisk: prądnicy (model interaktywny) i turbiny (model).
Konstrukcja podestów wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.

Wymiary podestów, 2 szt.: 100,00cm (dł.) x 30,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestów: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Model prądnicy będzie stanowiskiem, na którym zwiedzający będą mogli za pomocą siły własnych mięśni wytworzyć prąd elektryczny.
Na blacie zostanie zamontowany model turbiny i generatora. Elementy modeli powinny zostać pomalowane (wyróżnione) w celu łatwiejszego zrozumienia zjawiska. Stanowisko wymaga źródła światła (żarówka żarowa).
Zwiedzający będzie mógł przekazać energię do generatora kręcąc korbą i wytworzyć ładunek, który zostanie przekazany do źródła światła. Dopuszcza się, aby ręczną korbę zastąpić rowerem i przeniesieniem energii na model przez specjalny układ przekładni.
Wzorcowe rozwiązania:





W celu podniesienia walorów ekspozycyno-edukacyjnych można zamontować źródło światła stylizowane na żarówkę T. A Edison'a /J. Swan'a – w tym wypadku źródło światła musi posiadać zabezpieczenie fizyczne przed nieuprawnionym wykręceniem przez zwiedzających, np. w formie dodatkowego klosza lub blokady gwintu.
Wymaga się przygotowania prototypu.
Dopuszcza się zakup gotowego modelu prądnicy z korbą.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 117.
Stanowisko: „Turbina" – nie jest modelem interaktywnym, jest modelem przekrojowym.
Stanowiska oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.10.

Stanowisko z interaktywnym modelem prądnicy wyposażone będzie w tabliczkę informacyjną z instrukcją obsługi i zwięzłym komentarzem (wyjaśnieniem zjawiska).
Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRĄDNICA:
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Zakręć korbą. Co dzieje się z żarówką?*
2. *Jak natężenie światła zmienia się w zależności od szybkości z jaka obracasz korbą?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Kręcąc korbą wytwarzasz w prądnicy pole elektromagnetyczne. W prądnicy energia mechaniczna przekształcana jest na energię elektryczną. Kręcąc korbą wytwarzasz zmienne pole magnetyczne, które z kolei powoduje powstanie pola elektrycznego. Ponieważ oba te pola występują – razem mówimy o polu elektromagnetycznym.
Wytworzony w prądnicy prąd elektryczny wykorzystany jest do zasilania żarówki.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.19].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Generator *jest nazywany sercem każdej elektrowni, ponieważ to w nim zostaje wytworzona energia elektryczna. Zanim jednak energia taka trafi do odbiorców, przesyła się ją grubymi kablami do* ***transformatora****, w którym następuje podwyższenie napięcia. Dopiero wtedy energia elektryczna może zostać rozprowadzona* ***liniami energetycznymi*** *po całym kraju. Dzieje się tak, aby ograniczyć straty przy przesyle energii na dużych odległościach. Napięcie w przewodach przesyłowych z elektrowni wynosi ponad 500 000 wolt (V). W* ***podstacjach*** *następuje proces odwrotny, czyli napięcie jest zmniejszane w transformatorach. W jeszcze* ***mniejszych podstacjach*** *prąd elektryczny jest rozdzielany do* ***odbiorców****. Prąd w gniazdach domowych ma napięcie 230V (w USA 115V) lub 380V. Zamontowane u odbiorców* ***liczniki*** *mierzą ile energii elektrycznej zużyto.*
Jedną z odmian generatora elektrycznego jest ***prądnica****.*

W ***turbinie*** *następuje* ***zamiana entalpii*** *(energii potencjalnej) gazu (ciepła pary wodnej) w inną formę energii, tj. w* ***energię mechaniczną****. Następnie energia mechaniczna zostaje* ***przeniesiona*** *poprzez wał do generatora. Część energii pobranej przez turbinę jest „marnowana" – wytworzone zostaje ciepło odpadowe. Im większa jest strata energii tym mniejsza jest* ***sprawność wewnętrzna*** *turbiny. Nie cała dostarczona do układu energia zostaje też przekształcona, co zależy od* ***sprawności mechanicznej*** *danego urządzenia. W połowie XX w. sprawność turbin nie przekraczała 70%. Sprawność współcześnie stosowanych turbin wynosi ponad 90%.*
Zgodnie z ***zasadą zachowania energii****, którą w termodynamice wyraża* ***pierwsza zasada termodynamiki****, sprawność nie może być większa od jedności czyli od 100%.*

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- proces zamiany energii w turbinie napędzanej przez parę wodną,
- proces wytwarzania energii elektrycznej w generatorze,
- budowa turbogeneratora.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji i prezentacji: 120 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: DRUGA ZASADA TERMODYNAMIKI
Cel: Demonstracja podstaw zamiany energii cieplnej na energię mechaniczną.
Walor naukowo-dydaktyczny: Zamiana energii cieplnej na energię mechaniczną jest podstawą elektrowni cieplnych. Cykliczne ogrzewania i schładzania pary wodnej są kluczowe dla zrozumienia tego ważnego procesu.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 150,00cm (dł.) x 150,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.

Pokrycie podestu i blatu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko powinno być przymocowane śrubami do podłoża lub wsparte na stopach stalowych + twarda guma na styku z podłożem..

Na blacie zamontowany autentyczny samochodowy silnik dwusuwowy – egzemplarz pokazany w przekroju. Użytkownik będzie mógł, przy użyciu odpowiedniej siły, za pomocą korby uruchomić tłok w cylindrze. Model powinien być zabezpieczony zabudową z pleksi tak, aby Użytkownik nie miał możliwości dotknięcia elementów silnika.

Stanowiska oznaczone jest na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.11.

Stanowisko wyposażone będzie w tabliczkę informacyjną z instrukcją obsługi i zwięzłym komentarzem (wyjaśnieniem zjawiska). Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:
SILNIK TŁOKOWY:
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Zakręć korbą i spróbuj poruszyć tłok w cylindrze.*
2. *Jak wielkiej siły trzeba do tego użyć? W jaki sposób porusza się tłok w cylindrze?*
3. *Co stanie się w chwili kiedy przestaniesz obracać korbą?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
W silniku spalinowym źródłem takiej energii jest spalająca się pod ciśnieniem mieszanka paliwowa. Ciśnienie spalanej w silniku samochodowym mieszanki paliwowej wywołuje posuwisto-zwrotny tłoka w cylindrze. Tłok „odbiera" energię od spalanego paliwa i przekazuje ją na dalsze części mechanizmu korbowego.
Silnik spalinowy wykorzystuje sprężanie i rozprężanie czynnika termodynamicznego (gazu) do wytworzenia momentu obrotowego lub siły. W silnikach spalinowych gorący gaz uzyskuje się w wyniku spalania paliwa. Ruch samochodu nie jest możliwy bez regularnego dostarczania niezbędnej energii (paliwa).

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.20].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

DRUGA ZASADA TERMODYNAMIKI
Termodynamika bada energetyczne efektów wszelkich przemian fizycznych i chemicznych, które wpływają na zmiany energii wewnętrznej układu wzajemnie oddziałujących na siebie ciał. Przemiany te zachodzą wg określonych prawideł – opisanych zasadami termodynamiki.
Powszechnie wiadomo, że nie można zbudować perpetuum mobile, czyli maszyny, która wytwarza więcej energii niż się do niej dostarcza.
Druga zasada termodynamiki może być sformułowana na kilka sposobów. Lord William Thomson Kelvin preferował wersję: „Nie jest możliwy proces, którego jedynym skutkiem byłoby pobranie pewnej ilości ciepła ze zbiornika i zamiana go w równoważną ilość pracy".
Aby właściwie zrozumieć tą definicję rozważmy elektrownię, która produkuje prąd. Podgrzana i doprowadzona do stanu wrzenia woda paruje, po czym pod dużym ciśnieniem kierowana jest na łopatki turbiny. Dzięki temu turbina się obraca, generując prąd elektryczny.
Oczywiście chcielibyśmy aby energia włożona w ogrzanie wody została w całości zamieniona na energię obracającej się turbiny. Niestety. Druga zasada termodynamiki mówi, że to niemożliwe! Sprawność tego procesu nigdy nie będzie stuprocentowa. W

rozważanym przypadku straty energii będą na przykład związane z tarciem, które występuje w łożysku turbiny.
Inna wersja drugiej zasady termodynamiki mówi, że nie jest możliwe zbudowanie perpetuum mobile drugiego rodzaju, czyli silnika, który całe pobrane ciepło potrafiłby zamienić na energię mechaniczną, jaką jest na przykład energia obracającej się turbiny.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące:
- działanie silnika spalinowego,
- przekazanie w samochodzie energii silnika na mechanizm korbowy,
- cykl Carnota, obieg Rankine'a.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Łączny czas trwania animacji i prezentacji: 60 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKA: MAKIETY I MODELE ELEKTROWNI

Scenariusz zakłada, że bardzo ważną rolę poznawczą i edukacyjną na 1. ścieżce „Przetwarzanie energii" odgrywać będą modele i makiety elektrowni – różnych typów. Pokazać one mają różnorodność stosowanych technologii energetycznych i skalę obiektów energetycznych.
Wymaga się wykonania rysunków warsztatowych i realizacji 10 modeli fizycznych: 8 makiet elektrowni przeznaczonych do umieszczenia w pomieszczeniu Kotłowni oraz 2 modeli przeznaczonych do umieszczenia w pomieszczeniu Maszynowni.

Kotłownia, poziom +4,50:
Makiety fizyczne elektrowni należy rozmieścić w pomieszczeniu Kotłowni z uwzględnieniem tematyki źródła energii pierwotnej (konwencjonalne, alternatywne) oraz kształtu makiety, rozmiaru, dostępu do przyłączy (prąd, woda) – jeśli są wymagane dla stanowiska. Należy zwrócić uwagę na konieczność odprowadzenia wytwarzanej przez niektóre makiety wilgoci i zaproponować najbardziej efektywne i najoszczędniejsze dla przyszłej eksploatacji rozwiązanie.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI WĘGLOWEJ – ELEKTROWNIA BEŁCHATÓW

Cel i założenia:
Wybór konkretnej elektrowni jako wzorca dla makiety elektrowni węglowej uzasadniony jest skalą inwestycji: elektrownia w Bełchatowie jest największą elektrownią cieplną w Polsce, jej produkcja stanowi aż jedną piąta krajowej produkcji energii. Prezentowany typ elektrowni pozwala również na dobre zilustrowanie działania innych elektrowni węglowych w Polsce.
System chłodzenia pary w elektrowni Bełchatów I skonstruowany został tak, jak w dawnej elektrociepłowni w Łodzi – przy wykorzystaniu chłodni kominowych. Elektrownia Bełchatów I znajduje się w województwie łódzkim.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:
- podest,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety,
- makieta elektrowni,
- aparatura do wytwarzania dymu i pary wodnej, system sterowania aparaturą,

- oświetlenie makiety,
- materiały eksploatacyjne.

Podest powinien mieć wymiary: długość: 370,00cm, szerokość: 370,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.
W podeście zabudować należy aparaturę do wytwarzania dymu i pary wodnej, instalacje oraz elementy mechanizmu sterowania.
W blacie podestu wykonać należy otwory dla instalacji i przewodów łączące mechanizmy z makietą. Podest powinien być osłonięty materiałem dźwiękochłonnym od wewnątrz.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 72 cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).
Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Makieta fizyczna Elektrowni Bełchatów powinna mieć wymiary w rzucie: 200,00cm, x 200,00cm (+/- 10%). Makietę należy wykonać w skali zgodnie z **rysunkami koncepcyjnymi: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 84-90.**
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.1
Zakłada się wykonanie makiety z następujących materiałów:
- budynki i budowle: wycinane laserowo z plastiku, wykonane przy pomocy drukarki 3D lub odlewy; wypełnienia przezroczyste z pleksi; chłodnie kominowe i kominy należy wykonać z materiałów odpornych na wilgoć; kolorystka: wszystkie budynki z otoczenia w białym lub szarym odcieniu, bloki energetyczne w kolorze oryginału (żółtym), kominy z pasami biało-czerwonymi, chłodnie w kolorze betonu,
- układy torowe: torowiska (typowe dla modeli kolejowych) układane na podsypce z imitacji piasku lub na matach modelarskich,
- drogi: tekstura szara, naklejana folia, materiał o ziarnistej jasnoszarej fakturze,
- zieleń: mata modelarska z podłożem w kolorze jasnozielonym, posypka z trawą, karton w kolorze zielonym

Makieta powinna być wykonana z dużą dbałością o detale.
Makietę należy oświetlić z góry światłem mieszanym: białym i żółtym.

Należy zamontować instalację do wytwarzania „dymu" i pary wodnej. Imitacja białego dymu powinna wydobywać się z dwóch kominów, para wodna powinna wydobywać się z sześciu chłodni kominowych.
Do wytwarzania dymu dla kominów zaleca się wykorzystanie instalacji składającej się z wytwornicy dymu (lub dwóch mniejszych wytwornic dymu), zbiornika na wodę (min. 30 litrów), zbiornika na fluid (min. 5 litrów). Wszystkie elementy instalacji, które nie powinny być widoczne, zabudować należy w podeście stanowiska lub w dodatkowym podeście ustawionym za stanowiskiem.
Zapewnić należy automatyczne sterowanie pracą wytwornicy dymu.
Do wytworzenia pary wodnej w chłodni kominowej powinno się zastosować metodę ultradźwięków (kawitacja akustyczna) lub pompę kawitacyjną (hydrosoniczną). Zaleca się, aby zastosować jedno urządzenie do zasilania wszystkich chłodni kominowych. Dopuszcza się zastosowanie rozwiązania zastępującego wytwarzanie pary wodnej białym dymem dobrze imitującym parę.

Zastosować należy skuteczny sposób odprowadzenia zimna i wilgoci oraz zabezpieczyć metalowe elementy podestu i spodu makiety przed powstaniem szronu (np. poprzez dodatkową obudowę z tworzywa).
Dla wszystkich instalacji elektrycznych i sanitarnych zapewnić należy sterowanie nadajnikiem lub sterowanie ręczne z poziomu obsługi oraz automatyczne odłączenie w przypadku braku wody lub awarii.
Należy zadbać, aby dźwięk pracujących urządzeń nie był uciążliwy na ekspozycji. W razie potrzeby zastosować należy dodatkowe wytłumienie w podeście stanowiska.

W pomieszczeniu, w którym znajduje się makieta, konieczne będzie umieszczenie osuszacza powietrza usuwającego wilgoć z pomieszczenia. Zaleca się wykorzystanie osuszacza przystosowanego do montażu ściennego. Przewiduje się zastosowanie urządzenia do osuszania powietrza dla powierzchni około 100 m^2. Zakres pracy: wilgotność od 40% do 100%, temperatura od min 3°C do min. 30°C. Max. pobór mocy nie powinien przekraczać 400 W. Usuwanie wilgoci dla T=20°C, RH=60%: min. 2,5 l /dobę, dla T=30°C, RH=80%: min. 7,5 l /dobę. Poziom głośności w odległości 1 m nie może przekraczać 50 dB(A). Zapewnić należy zasilanie 230 V oraz ujście dla skroplonej cieczy. Odprowadzenie skroplin odbywać się będzie grawitacyjnie przewodem fi 32 PP poprzez syfon do najbliżej kanalizacji sanitarnej. Urządzenie powinno posiadać filtr powietrza. Wymaga się, aby urządzenie posiadało możliwość ustawienia stałego poziomu wilgotności w pomieszczeniu (higrostat elektroniczny), co umożliwi automatycznie włączanie się urządzenia wg potrzeb.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ELEKTROWNIA BEŁCHATÓW I
Typ elektrowni: elektrownia cieplna na węgiel brunatny

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.05].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Opis działania elektrowni:
Należy zaprezentować materiał wyjaśniający w sposób syntetyczny proces produkcji energii elektrycznej w elektrowni węglowej:
- przemianę energii chemicznej paliwa w ciepło gazów spalinowych;
- przekazanie ciepła zasobnikom wody, powstanie pary wodnej;
- przekazanie energii pary turbinie;
- zamiana w generatorze energii mechanicznej na energię elektryczną;
- przesył prądu na duże odległości.

Opisać należy technologię chłodni kominowych.
Komentarz (warstwa tekstowa) powinien wyjaśniać również:
- uwarunkowania lokalizacji elektrowni (złoża węgla brunatnego),
- powody dlaczego w jednych elektrowniach stosuje się węgiel brunatny a w innych węgiel kamienny,
- wady i zalety kopalni odkrywkowych oraz kopalni podziemnych (głębinowych).

Procesy fizyko-chemiczne:
Należy opracować materiał będący w części komentarzem do animacji przygotowanej łączoną techniką 2d-3d: kluczowe pierwiastki i związki chemiczne oraz reakcje chemiczne

dla technologii produkcji energii elektrycznej w oparciu o węgiel brunatny. Materiał powinien zawierać następujące informacje:

- węgiel: informacje wprowadzające, miejsce w układzie okresowym, występowanie nieorganicznego węgla oraz węgla organicznego, zawartość węgla w paliwach kopalnych (w tym gaz ziemny, ropa naftowa węgiel kamienny i brunatny, torf);
- występowanie i skład naturalnych złóż węgla kamiennego i brunatnego;
- eksploatacja przemysłowa pokładów węgla;
- związki węgla, węglowodory – struktura chemiczna;
- rola węgla w rewolucji przemysłowej;
- parowanie, wrzenie, skraplanie (nawiązanie do wykorzystania pary wodnej w elektrowni);
- sprężanie, rozprężanie gazów (nawiązanie do wykorzystania pary wodnej w elektrowni);
- spalanie jako reakcja chemiczna zachodząca pomiędzy materiałem palnym (węgiel) a utleniaczem (tlen zawarty w powietrzu);
- kataliza – przyspieszanie szybkości reakcji chemicznej pod wpływem dodania katalizatora;
- elektrofiltry i siła elektrostatyczna: wykorzystanie siły elektrostatycznej (prawo Coulomba), naelektryzowanie cząstek pyłu, rozładowanie elektryczne cząstek na elektrodzie i usunięcie mechaniczne;
- zjawisko indukcji elektromagnetycznej: budowa i działanie transformatora;
- zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną, budowa i działanie prądnicy.

Historia elektrowni węglowych w Polsce i na świecie. Elektrownia Bełchatów:
Należy zaprezentować materiał opisujący rozwój elektrowni węglowych w Polsce i na świecie, uwzględniający / pokazujący:

- wykorzystanie pod koniec XVII w. kotłów węglowych do napędu maszyn i urządzeń,
- uruchomienie pierwszych elektrowni miejskich: w Nowym Jorku (1882 r.), Mediolanie (1883 r.), Petersburgu (1883 r.), Berlinie (1884 r.);
- uruchomienie pierwszych elektrowni miejskich na ziemiach polskich: w Podgórzu (1900 r.), w Radomiu (1901 r.), Elektrowni Powiśle (Elektrownia Warszawska i Elektrownia Miejska – 1904 r.), w Łodzi (1907 r.);
- sytuacja w Polsce po I wojnie światowej: około 280 pracujących elektrowni o łącznej mocy 210 MW;
- sytuacja w Polsce w 1938 r.: ponad 3 tysiące działających elektrowni o łącznej mocy 1668 MW, a wśród nich do największych należały: Elektrownia Łaziska (105 MW), Elektrownia Łódź (101 MW), Elektrownia Powiśle (83 MW), Elektrownia Poznań (42 MW);
- największe współczesne elektrownie węglowe w Polsce: Bełchatów I i Bełchatów II, Turów, Pątnów, Adamów, Kozienice, Opole, Dolna Odra, Połaniec, Rybnik, Jaworzno III;
- tworzenie ogólnokrajowego systemu sieci przesyłowych, włączenie polskiego systemu elektroenergetycznego do systemu energetycznego krajów zachodnich (UCPTE), połączenie polskiego systemu elektroenergetycznego kablem podmorskim z systemem szwedzkim;
- zużycie energii elektrycznej na jednego mieszkańca w Polsce i w innych krajach;
- innowacyjność rozwiązań zastosowana w elektrowni Bełchatów II.

Animacje i prezentacje:

- animacja 3d: wyjaśnienie wytwarzania pary pod ciśnieniem; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- animacja 3d: wyjaśnienie działania elektrofiltrów oraz wyjaśnienie na czym polega kogeneracja; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- animacja 2d: wyjaśnienie cyklu technologicznego elektrowni węglowej; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;

- grafika (przekrojowy schemat): budowa elektrowni – z możliwością powiększenia wybranych fragmentów (nie mniej niż 10 elementów) i z możliwością edycji dodatkowymi informacjami tekstowych (w ramkach);
- animacja 2d: budowa transformatora, budowa prądnicy; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: elektrowni Bełchatów I, elektrowni Bełchatów II, największych polskich elektrowni działających w oparciu o węgiel brunatny (Turów, Pątnów, Adamów) i węgiel kamienny (Kozienice, Opole, Dolna Odra, Połaniec, Rybnik, Jaworzno III);
- animacja przygotowana łączoną techniką 2d-3d: kluczowe pierwiastki i związki chemiczne oraz reakcje chemiczne dla technologii produkcji energii elektrycznej w oparciu o węgiel brunatny; czas trwania animacji: ok. 120 sekund.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI JĄDROWEJ
Cel i założenia:
Makieta będzie przekrojem przez budynki elektrowni, takie jak: budynek reaktora, budynek części konwencjonalnej (turbozespoły). Elektrownia jądrowa jest obiektem, w którego wnętrzu znajdują się najciekawsze z punktu widzenia Zwiedzającego maszyny i urządzenia, dlatego zaleca się wykonanie makiety przekrojowej. Sugeruje się wykonanie makiety, która zajmować będzie większą powierzchnię w obrębie podestu niż pozostałe makiety, celem uzyskania wymiarów pozwalających na dokładniejsze zaprezentowanie przekroju. Z chłodni kominowej modelu wydobywała będzie się para wodna lub imitujący ją jasny dym. Na makiecie znajdzie się fragment zbiornika wodnego.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:
- podest,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety,
- makieta elektrowni,
- aparatura do wytwarzania dymu i pary wodnej, system sterowania aparaturą,
- oświetlenie makiety,
- materiały eksploatacyjne.

Podest powinien mieć wymiary: długość: 400,00cm, szerokość: 225,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.
W podeście zabudować należy aparaturę do wytwarzania dymu i pary wodnej, instalacje oraz elementy mechanizmu sterowania.
W blacie podestu wykonać należy otwory dla instalacji i przewodów łączące mechanizmy z makietą. Podest powinien być osłonięty materiałem dźwiękochłonnym od wewnątrz.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 70 cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).

Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Makieta fizyczna powinna mieć wymiary w rzucie: 400,00cm, x 225,00cm (+/- 10%). Makietę należy wykonać w skali zgodnie z **rysunkami koncepcyjnymi: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 98-101.**
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.2
Zakłada się wykonanie makiety z następujących materiałów:

- budynki i budowle: wycinane laserowo z plastiku, wykonane przy pomocy drukarki 3d lub odlewy; wypełnienia przezroczyste z pleksi; chłodnie kominowe i kominy należy wykonać z materiałów odpornych na wilgoć; kolorystka: wszystkie budynki z otoczenia w białym lub jasno-szarym odcieniu, fragmenty przeznaczone do wyeksponowania należy pozostawić niezasłonione obudową budynków, chłodnia w kolorze betonu,
- detale w przekroju: elementy podstawowe w budynku reaktora, w kolorze zgodnie z załączonym rysunkiem koncepcyjnym oraz: reaktor – czerwony, wytwornica pary – niebieski w odcieniach jasnym i ciemnym, elementy inne w kolorach odróżniających się, rury symbolizujące orurowanie w elektrowni – kolor czerwony dla obiegu pierwotnego, ciemnoniebieski dla obiegu wtórnego, jasnoniebieski dla pary, prądnice (osłona przezroczysta, elementy turbin w kolorze metalu), dźwig i suwnice w kolorach pomarańczowym i żółtym,
- drogi: tekstura szara, naklejana folia, materiał o ziarnistej jasnoszarej fakturze,
- zieleń: mata modelarska z podłożem w kolorze jasnozielonym, posypka z trawą, karton w kolorze zielonym,
- woda: pleksi barwiona na niebieski ciemny odcień na niej nałożona farba typu „water effect", lub podłoże w kolorze niebieskim typu mleczna pleksi, a na nim farba „water effect",

Makieta powinna być wykonana z dużą dbałością o detale, w szczególności wewnętrzne elementy makiety.
Makietę należy oświetlić z góry światłem mieszanym: białym i żółtym. Przekrój budynków od góry i przodu powinien pozwalać na oświetlenie elementów we wnętrzu budynków, elementy znajdujące się wewnątrz przekroju budynku powinny być wystarczająco oświetlone, a w razie braku zadowalającego efektu, należy je doświetlić oświetleniem punktowym. Należy przewidzieć wbudowanie oświetlenia w poszczególne elementy, np. reaktora.

Należy zamontować instalację do wytwarzania pary wodnej. Para wodna powinna wydobywać się z chłodni kominowej.
Do wytworzenia pary wodnej w chłodni kominowej powinno się zastosować metodę ultradźwięków (kawitacja akustyczna) lub pompę kawitacyjną (hydrosoniczną). Dopuszcza się zastosowanie rozwiązania zastępującego wytwarzanie pary wodnej białym dymem dobrze imitującym parę.
Zastosować należy skuteczny sposób odprowadzenia zimna i wilgoci oraz zabezpieczyć metalowe elementy podestu i spodu makiety przed powstaniem szronu (np. poprzez dodatkową obudowę z tworzywa).
Dla wszystkich instalacji elektrycznych i sanitarnych zapewnić należy sterowanie nadajnikiem lub sterowanie ręczne z poziomu obsługi oraz automatyczne odłączenie w przypadku braku wody lub awarii.
Należy zadbać, aby dźwięk pracujących urządzeń nie był uciążliwy dla Zwiedzających. W razie potrzeby zastosować należy dodatkowe wytłumienie w podeście stanowiska.

W pomieszczeniu, w którym znajduje się makieta, konieczne będzie umieszczenie osuszacza powietrza usuwającego wilgoć z pomieszczenia. Zaleca się wykorzystanie osuszacza przystosowanego do montażu ściennego. Przewiduje się zastosowanie urządzenia do osuszania powietrza dla powierzchni około 100 m^2. Zakres pracy: wilgotność od 40% do 100%, temperatura od min 3°C do min. 30°C. Max. pobór mocy

nie powinien przekraczać 400 W. Usuwanie wilgoci dla T=20°C, RH=60%: min. 2,5 l /dobę, dla T=30°C, RH=80%: min. 7,5 l /dobę. Poziom głośności w odległości 1 m nie może przekraczać 50 dB(A). Zapewnić należy zasilanie 230 V oraz ujście dla skroplonej cieczy. Odprowadzenie skroplin odbywać się będzie grawitacyjnie przewodem fi 32 PP poprzez syfon do najbliżej kanalizacji sanitarnej. Urządzenie powinno posiadać filtr powietrza. Wymaga się, aby urządzenie posiadało możliwość ustawienia stałego poziomu wilgotności w pomieszczeniu (higrostat elektroniczny), co umożliwi automatycznie włączanie się urządzenia wg potrzeb.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ELEKTROWNIA JĄDROWA
Model poglądowy (przekrój)

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.06].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Opis działania elektrowni:
Należy zaprezentować materiał wyjaśniający w sposób syntetyczny proces produkcji energii elektrycznej w elektrowni jądrowej:
- wytwarzanie energii elektrycznej przy wykorzystaniu energii uzyskiwanej z reakcji rozszczepienia jąder atomów;
- uzyskiwanie pary wodnej z ciepła, którego źródłem jest reaktor jądrowy;
- przekazanie energii pary turbinie;
- zamiana w generatorze energii mechanicznej na energię elektryczną;
- przesył prądu na duże odległości.

Komentarz (warstwa tekstowa) powinien wyjaśniać również:
- dwa układy, w jakich funkcjonują elektrownie jądrowe: Reaktor wodny wrzący (BWR – ang. Boiling Water Reactor) oraz Reaktor wodny ciśnieniowy (PWR – ang. Pressuized Water Reactor),
- budowę reaktora jądrowego.

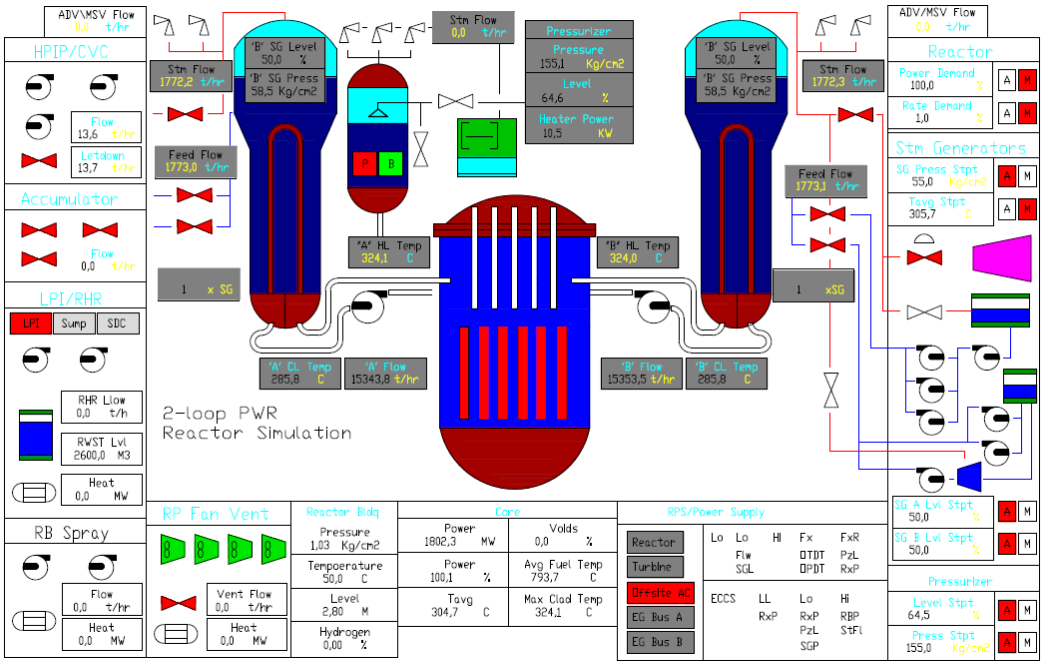
Fizyka jądrowa, energetyka jądrowa:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- rozróżnienie terminów elektrownia jądrowa i elektrownia atomowa,
- odkrycie zjawiska promieniotwórczości,
- przedstawienie informacji o noblistach: Maria Skłodowska-Curie i odkrycie pierwiastka rad, Ernest Rutherford (odkrywca jądra atomu) – odkrycie zjawiska odrywania się dwóch protonów z jądra radu, spontaniczny rozpad promieniotwórczy jako źródło promieniowania pierwiastków radioaktywnych, badania nad promieniowaniem wytwarzanym przez niektóre pierwiastki chemiczne, odkrycie składowych radiacji: promienie dodatnie ładunku elektrycznego – promieniowanie alfa, promieniowanie ujemne ładunku elektrycznego – promieniowanie beta,
- zaprezentowanie oznaczeń radioaktywności stosowanych na świecie i wyjaśnienie co one oznaczają i jak należy się zachować w ich pobliżu.

Energetyka jądrowa w Polsce i na świecie:
Należy zaprezentować materiał uwzględniający / pokazujący:

- informacje o krajach korzystających z energii jądrowej,
- ranking krajów wg. mocy zainstalowanej lub procentowego udziału w produkcji prądu elektrycznego w danym kraju,
- informacje o najczęściej używanych reaktorach: reaktory wodne ciśnieniowe PWR (65%) oraz wodne wrzące BWR (22%), w dalszej kolejności reaktory ciężkowodne, grafitowe, chłodzone gazem, prędkie i inne,
- informacje o reaktorach naukowych i eksperymentalnych,
- informacje o reaktorze eksperymentalnym w Świerku.
- inne umiejscowienie niż w elektrowniach reaktorów jądrowych, które służą do produkcji energii elektrycznej, np. łodzie podwodne, lotniskowce, lodołamacze, statki kosmiczne i sondy kosmiczne,
- wykorzystanie elektrowni jądrowych przez sąsiadów Polski,
- przyszłość elektrowni jądrowych w Polsce i na świecie.

Pulpit sterujący elektrownią jądrową

Wymagana jest animacja lub proste oprogramowanie (gra). System sterowania elektrownią jądrową (pulpit ekranu) to krótka animacja lub oprogramowanie pozwalające na modyfikowanie podstawowych parametrów. Celem jest ukazanie wpływu poszczególnych podzespołów na pracę pozostałych, w tym w szczególności na temperaturę rdzenia reaktora. Przykład takiego pulpitu znajduje się poniżej. Pulpit może być uproszczony lub bardziej rozbudowany:



Przykład pulpitu, jaki może zostać wykorzystany w animacji lub aplikacji.

Animacje i prezentacje:

- animacja 2D: zjawisko promieniotwórczości: promieniowanie alfa, beta i gamma; czas trwania animacji: ok. 45 sekund (łącznie),
- animacja lub prosta symulacja: system sterowania elektrownią jądrową (pulpit ekranu) – krótka animacja lub oprogramowanie pozwalające na modyfikowanie podstawowych czynników; cel: ukazanie wpływu poszczególnych podzespołów na pracę innych, w tym w szczególności na temperaturę rdzenia reaktora – na podstawionego w niniejszym opracowaniu poglądowego schematu pulpitu; czas trwania w przypadku wyboru animacji: ok. 45 sekund,
- grafika: schemat elektrowni BWR (reaktor wodny wrzący),
- grafika: schemat elektrowni PWR (reaktor wodny ciśnieniowy),

- grafika: oznaczenia promieniotwórczości (znak podstawowy), dodatkowe oznaczenie od 2007 r.,
- grafika: budowa reaktora,
- grafika: ukazanie na grafice zasięgu wpływu chmury radioaktywnej po wybuchu w Czarnobylu,
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcia co najmniej 5-ciu istniejących elektrowni jądrowych, zdjęcia niedokończonej budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu,
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcia po wybuchu reaktora w Czarnobylu i Fukushimie,
- grafika: mapa ukazująca moc reaktorów jądrowych w MW według rankingu krajów (Świat lub Unia Europejska) z zaznaczeniem krajów budujących elektrownie jądrowe i krajów posiadających już elektrownie jądrowe (bez uwzględnienia krajów które są na etapie planowania),
- grafika: mapa ukazująca elektrownie jądrowe w Europie (należy zaznaczyć kraje, które posiadają elektrownie jądrowe oraz zaznaczyć miasta, w których takie elektrownie się znajdują (można to zrobić ukazując ilość rektorów w danej elektrowni – mieście, bez podawania nazwy miasta).

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI GEOTERMALNEJ
Cel i założenia:
W elektrowni geotermalnej istotne jest ukazanie części podziemnej, w której znajdują się otwory wiertnicze, do jednego z nich wtłaczana jest zimna woda, a przez drugi woda gorąca wydobywana jest na zewnątrz. Znaczną część makiety stanowić będzie krajobraz, a całość dopełni wydruk na szkle horyzontu Islandii (dłuższa szyba tylna) i zorzy polarnej (krótsza szyba).

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:
- podest,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety, na dwóch bokach osłony nadruk z zachowaniem półprzezroczystości,
- makieta elektrowni,
- aparatura do wytwarzania pary wodnej, system sterowania aparaturą,
- oświetlenie makiety,
- materiały eksploatacyjne.

Podest powinien mieć wymiary: długość: 200,00cm, szerokość: 100,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.
W podeście zabudować należy aparaturę do wytwarzania pary wodnej, instalacje oraz elementy mechanizmu sterowania.
W blacie podestu wykonać należy otwory dla instalacji i przewodów łączące mechanizmy z makietą. Podest powinien być osłonięty materiałem dźwiękochłonnym od wewnątrz.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 40 cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Wykonać należy druk na szkle: dłuższa szyba tylna (horyzont - Islandia), krótsza szyba (zorza polarna – kolor zielony).
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).
Dodatkowa szyba znajdzie się w ścianie bocznej podestu, przez którą widoczne będą otwory wiertnicze symbolizowane przez kolorowe rurki.
Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Makieta fizyczna Elektrowni Nesjavellir z otoczeniem powinna mieć wymiary w rzucie: 200,00cm, x 100,00cm (+/- 10%). Makietę należy wykonać w skali zgodnie z **rysunkami koncepcyjnymi: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 107-114.**
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.3
Zakłada się wykonanie makiety z następujących materiałów:

- góry: z gipsu, lub masy plastycznej; pianka modelarska; podstawa może być również ze styroduru, na podłoże nanieść należy roślinność w kolorze jasnym i ciemnozielonym oraz skały, roślinność oraz skały jak najbardziej zbliżone kolorystycznie do naturalnie występujących kolorów w miesiącach ciepłych. Możliwe jest również pomalowanie terenu przed nałożeniem roślinności. Istotne jest wykonanie krajobrazów. Istotą modelu jest przedstawienie części nadziemnej i podziemnej elektrowni, model nadziemny w połączeniu z szerokim tłem ma pokazać że prawdziwą istotą tej elektrowni jest jej część podziemna,
- budynki i budowle: wycinane laserowo z plastiku, wykonane przy pomocy drukarki 3d lub odlewy; wypełnienia przezroczyste z pleksi, wszystkie budynki w kolorze srebrnym, kominy budynków w kolorze srebrnym,
- drogi: tekstura szara, naklejana folia, materiał o ziarnistej jasnoszarej fakturze,
- zieleń: mata modelarska z podłożem w kolorze jasnozielonym, posypka z trawą, materiał w kolorze zielonym: maty roślinne i miejscami kępki roślinności, lub teren podstawy pomalowany farbami i pokryty roślinami,
- niecka gejzeru jaśniejsza zastosować w tym miejscu water effect lub efekt piany lub śniegu (zabezpieczyć należy przed wodą), (można przewidzieć połączenie z mechanizmem wytwarzania pary wodnej),
- detale: wszystkie rury w kolorze srebrnym,
- woda: w odcieniu zgadzająca się z naturalnym, pleksi barwiona na niebiesko, a na niej nałożona farba typu „water effect", lub podłoże pomalowane farbami przed nałożeniem żelu imitującego wodę,
- „otwory wiertnicze" w ścianie bocznej podestu: otwory będą symbolizowane przez rurki półprzezroczyste w kolorach niebieskim i czerwonym – przewiduje się podświetlenie rurek. Długość rurek: do warstwy imitującej gorące skały. Za dodatkową szybą w podeście, tłem dla „otworów wiertniczych" będzie materiał złożony z naturalnych kamieni i osadów ułożony warstwowo, warstwa „gorących skał" powinna być grubsza. Grubość tła mierzona od szyby w głąb makiety ok 10-20 cm.

Makietę należy oświetlić z góry światłem mieszanym: białym i żółtym.

Należy zamontować instalację do wytwarzania pary wodnej. Para wodna powinna wydobywać się z kominów, można przewidzieć wydobywanie się pary wodnej z niecki gejzeru.
Do wytworzenia pary wodnej powinno się zastosować metodę ultradźwięków (kawitacja akustyczna) lub pompę kawitacyjną (hydrosoniczną). Zaleca się, aby zastosować jedno urządzenie do zasilania wszystkich kominów (i ewentualnie gejzeru). Dopuszcza się zastosowanie rozwiązania zastępującego wytwarzanie pary wodnej białym dymem dobrze imitującym parę.

Zastosować należy skuteczny sposób odprowadzenia zimna i wilgoci oraz zabezpieczyć metalowe elementy podestu i spodu makiety przed powstaniem szronu (np. poprzez dodatkową obudowę z tworzywa).
Dla wszystkich instalacji elektrycznych i sanitarnych zapewnić należy sterowanie nadajnikiem lub sterowanie ręczne z poziomu obsługi oraz automatyczne odłączenie w przypadku braku wody lub awarii.
Należy zadbać, aby dźwięk pracujących urządzeń nie był uciążliwy na ekspozycji. W razie potrzeby zastosować należy dodatkowe wytłumienie w podeście stanowiska.

W pomieszczeniu, w którym znajduje się makieta, konieczne będzie umieszczenie osuszacza powietrza usuwającego wilgoć z pomieszczenia. Zaleca się wykorzystanie osuszacza przystosowanego do montażu ściennego. Przewiduje się zastosowanie urządzenia do osuszania powietrza dla powierzchni około 100 m^2. Zakres pracy: wilgotność od 40% do 100%, temperatura od min 3°C do min. 30°C. Max. pobór mocy nie powinien przekraczać 400 W. Usuwanie wilgoci dla T=20°C, RH=60%: min. 2,5 l /dobę, dla T=30°C, RH=80%: min. 7,5 l /dobę. Poziom głośności w odległości 1 m nie może przekraczać 50 dB(A). Zapewnić należy zasilanie 230 V oraz ujście dla skroplonej cieczy. Odprowadzenie skroplin odbywać się będzie grawitacyjnie przewodem fi 32 PP poprzez syfon do najbliżej kanalizacji sanitarnej. Urządzenie powinno posiadać filtr powietrza. Wymaga się, aby urządzenie posiadało możliwość ustawienia stałego poziomu wilgotności w pomieszczeniu (higrostat elektroniczny), co umożliwi automatycznie włączanie się urządzenia wg potrzeb.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ELEKTROWNIA W NESJAVELLIR (ISLANDIA)
Typ elektrowni: elektrownia geotermalna

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.07].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Wyjaśnienie czym jest energia geotermalna:
Należy zaprezentować materiał wyjaśniający:
- wykorzystanie energii geotermicznej z wnętrza Ziemi jest możliwe dzięki zjawiskom promieniotwórczym,
- zagadnienie występowania gorących źródeł i gejzerów.

Budowa i działanie elektrowni geotermalnej:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- wyjaśniające, iż zasada działania elektrowni geotermalnych polega pompowaniu zimnej wody z powierzchni Ziemi do warstwy gorących skał, jeżeli na danej głębokości nie znajdzie się wody, a przez drugi otwór woda gorąca zostaje wypompowana,
- dzięki ciepłu wody uzyskuje się parę wodną, którą napędza się turbiny, i tak jak w przypadku elektrowni konwencjonalnych energia mechaniczna jest przekazywana do generatorów.

Elektrownie geotermalne w Polsce na świecie:
Należy zaprezentować materiał opisujący / pokazujący:

- historię wykorzystania elektrowni geotermalnych, (informacja o pierwszej ciepłowni geotermalnej, którą uruchomiono w 1850 r. we Włoszech w miejscowości Lardarello oraz uruchomieniu w 1904 r. w tym samym mieście pierwszej w świecie elektrownię geotermalnej,
- informacje o instalacjach geotermalnych w Polsce: Podhale i województwo łódzkie.

Animacje i prezentacje:

- animacja 3d: wyjaśnienie zjawiska obiegu wody i przenikania wody do wewnętrznych warstw skalnych w warunkach naturalnych na przykładzie gejzeru (deszcz, pęknięcia w szczelinach, gorące skały krystaliczne, para wodna – gejzer, gorąca woda – gorące źródło). Zaznaczenie temperatury w głębi ziemi; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- animacja 3d: produkcja energii elektrycznej w elektrowni geotermalnej – ukazanie przepływu wody w elektrowni geotermalnej: gorące skały, wymiennik ciepła, turbina z generatorem, oddanie schłodzonej pary, chłodnie kominowe, pompa, wtłoczenie schłodzonej wody z powrotem w głąb ziemi. Elementy animowane: strzałki, para wodna, napływanie i wypływanie z otworów wiertniczych gorącej / zimnej wody. Zaznaczyć należy temperaturę wody przy końcu otworów wiertniczych; czas trwania animacji: ok. 45 sekund;
- grafika: przekrój przez warstwy ziemi, z zaznaczeniem kolejnych warstw oraz otworów wiertniczych odprowadzających ciepłą wodę i doprowadzających zimną w głąb ziemi. Istotne jest ukazanie skali (część naziemna elektrowni geotermalnej jest niewielką jej częścią, najistotniejsza konstrukcja znajduje się głęboko w ziemi) – dlatego należy podpisać do jakiej głębokości uchodzą otwory wiertnicze (zwykle jest to od 3 do 5 km w zależności od temperatury wody). Wyjaśnić należy, iż niektóre osady słabo przewodzą ciepło i należy wwiercić się głębiej – do gorących skał;
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: 4 zdjęcia rzeczywistej elektrowni, która znajduje się na makiecie, zdjęcia innych elektrowni tego samego typu z podaniem nazwy miejscowości i kraju w którym się znajdują;
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: elektrownie geotermalne w Polsce, wykorzystanie energii geotermalnej w województwie łódzkim.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI ENERGII FAL MORSKICH

Cel i założenia:

Wybór elektrowni uzasadniony jest dużą atrakcyjnością modelu dla zwiedzających (jedyna makieta, na której będzie prawdziwa woda). Jest to model ruchomy ukazujący pracę elektrowni i zjawisko przechwytywania energii z fal morskich. Na kontencie zostanie wyjaśnione, skąd bierze się siła morskich fal.
Tzw. „kaczka Saltera" jest to urządzenie pływające, które wytwarza energię elektryczną poprzez harmoniczny ruch pływających części. W tych systemach urządzenia podnoszą się i opadają zgodnie z ruchem fal, a elektryczność jest wytwarzana w wyniku tego ruchu.

Budowa stanowiska – opis techniczny:

Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:

- podest,
- przezroczysta obudowa: pięć boków (akwarium),
- makieta elementu „kaczki" – wykonana na wzór „kaczka Saltera",
- mechanizm do wytworzenia fal,
- oświetlenie makiety,

Podest powinien mieć wymiary: długość: 100,00cm, szerokość: 60,00cm, wysokość: 70,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu lub konstrukcje stosowane w profesjonalnych szafach akwarystycznych. Należy mieć na uwadze dużą wagę modelu, ze względu na wypełnienie wodą: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm. Blachę zabezpieczyć należy przed wilgocią.
W blacie podestu wykonać należy otwory dla instalacji i przewodów łączące mechanizmy schowane w podeście z makietą. W blacie podestu (lub osłonie bocznej) można wykonać otwór jeśli zastosowano pompę. Wszelkie rury znajdujące się na zewnątrz należy wykonać z materiału przezroczystego. Podest powinien być osłonięty materiałem dźwiękochłonnym od wewnątrz (dźwięk pomp lub mechanizmów tworzących fale).
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 70 cm (+/- 10%). Osłona stanowi zbiornik wodny. Wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 12 mm. Łączenie szyb za pomocą przezroczystego silikonu. Stanowisko zostanie zapełnione wodą do maksymalnie 2/3 wysokości, min. 1/2 wysokości.

Stanowisko oznaczone jest na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.4
Zakłada się wykonanie makiety z następujących elementów:
- „kaczka”,
- mechanizmy do wytwarzania fal,

Na stanowisku makiety elektrowni fal morskich należy wykonać element pracujący – tzw. „kaczka”. Element ruchomy („kaczka”) wykorzystuje poziomy ruch wody - „podskakuje na falach” i jest przytwierdzony do podłoża w sposób podobny jak w rzeczywistości (wariant 1). Można jednak przewidzieć wykonanie modelu wzorując się na stanowiskach badawczych, takich jak oryginalny projekt badawczy Stephena Saltera znajdujący się na Uniwersytecie w Edynburgu (wariant 2).
„Kaczka Saltera” to urządzenie w kształcie łzy mające na celu ruch na falach morskich /oceanicznych. Urządzenie wykonuje harmoniczny ruch pływających części tych urządzeń. Tafla wody za „kaczką” jest gładsza niż przed częścią ze strony której uderzyła fala. Wielkość elementu ruchomego zależna jest od rodzaju i siły fal – powinna być maksymalnie duża, ale nie zaburzająca znacznie proporcji pomiędzy częściami podwodnymi (dla wariantu 1). W wariancie 2 mechanizm utrzymujący „kaczkę” na wodzie znajduje się ponad powierzchnią. Materiał z którego zostanie wykonana „kaczka” dostosować należy do siły i wielkości fal, kolor części ruchomej „kaczki” – czerwony lub żółty. Jeśli przyjęto wykonanie stanowiska w wariancie 1, to należy wykonać w makiecie podłoże do którego zamontowane zostaną stałe (zanurzone) części urządzenia. Podłoże to powinno być sztywne, materiał sztuczny oddający nierówności dna i kolor naturalnego zbiornika. W wariancie 2 można pozostawić dno zbiornika jako taflę szklaną.

Przewiduje się zamontowanie mechanizmów do wytwarzania fal morskich. Fale powinny mieć wysokość ok. 2,5 – 4 cm, w zależności od zastosowanego elementu ruchomego (czułość i wielkość) „kaczki”. Przykładowy sposób wytworzenia fal: na krótszym boku zbiornika znajdować powinna się zanurzona dodatkowa ściana, która przytwierdzona jest do spodu zbiornika i wykonuje ruchy osiągając największe odchylenia przy krawędzi górnej (działając jak wachlarz). Można przewidzieć równomierne nacięcia w „ruchomej ścianie”, ułatwiające powrót do pozycji wyjściowej i powrót wody. Mechanizm odpychający „ruchomą ścianę” powinien znaleźć się za tym elementem, tak aby wytworzona fala nie napotykała oporów o elementy mechanizmu do tworzenia fal.

Makietę należy oświetlić z góry światłem białym.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ELEKTROWNIA MAREMOTORYCZNA (WYKORZYSTANIE FAL MORSKICH)
Model poglądowy tzw. „Kaczka Saltera"

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.08].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Pływy morskie:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- jak powstają pływy (przypływy i odpływy) w wyniku przybliżania się i oddalania Ziemi od Księżyca i Słońca,
- podać należy mapę przypływów,
- wyjaśnić należy dlaczego w Polsce nie wykorzystuje się energii morza,
- wyjaśnić należy zjawisko powstawania najsilniejszych pływów oraz kiedy pływy są najsłabsze,
- wykorzystanie informacji o pływach w nowoczesnej żegludze.

Znaczenie pływów na rozwój Ziemi w czasach dawnych:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- rola pływów w tworzącym się na planecie życiu: w czasach, kiedy Księżyc znajdował się bliżej Ziemi (około 3-4 mld lat temu) – w odległości ponad dwukrotnie mniejszej niż obecnie – jego wpływ na naszą planetę był silniejszy, cofająca się woda zabierała ze sobą materiał mineralny, co miało znaczenie dla rodzącego się w oceanach życia,
- Pływy odgrywają rolę spowalniając obrót Ziemi. Niezauważalnie wydłuża się doba, która pierwotnie trwała tylko 6 godzin.

Elektrownie pływowe na świecie:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- cel zastosowania konstrukcji pozwalającej wykorzystanie energii morskich pływów (zasoby),
- podanie typów elektrowni wykorzystujących pływy morskie i oceaniczne,
- informacje historyczne, ciekawostki; np. pierwsza elektrownia wykorzystującą energię pływów morskich zbudowana w 1966 roku we Francji ma moc 240 MW,
- zalety i wady stosowania tego typu elektrowni (zasalanie ujść rzek oraz erozja ich brzegów),
- elektrownia wykorzystująca energię fal morskich: turbina Kaplana, turbina Wellsa,
- „tratwy" - wykorzystanie pionowego ruchu wody.

Animacje i prezentacje:
- animacja 3d: Ukazanie oddziaływania Słońca i Księżyca na pływy (przypływy i odpływy) na Ziemi. Wyjaśnienie roli ich siły grawitacyjnej w powyższym zjawisku oraz siła odśrodkowa wywołana obrotem Ziemi; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;

- animacja 2d: Układ Słońca, Ziemia i Księżyca w linii prostej i powstanie najsilniejszych pływów, wpływ zmiany ich położenia na rozkład wody na planecie; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- grafika: ukazanie mapy przypływów (opracowanie wybiórcze najciekawszych zjawisk na podstawie Tablic pływów) dla różnych punktów na Ziemi, z zaznaczeniem wyniku dla Polski;
- grafika: ukazanie różnych typów elektrowni wykorzystujących energię morza: pływów morza, fal morskich (turbina Kaplana, turbina Wellsa), energię prądów oceanicznych (elektrownia zanurzona pod wodą); czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcie elektrowni w warunkach naturalnych, która znajduje się na makiecie oraz zdjęcia innych elektrowni wykorzystujących pływy morskie;
- Grafika 3d: turbina Kaplana, turbina Wellsa, „tratwy" i „kaczki" (4 grafiki).

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI SŁONECZNEJ
Cel i założenia:
Ogniwo słoneczne przedstawione zostanie w naturalnych rozmiarach.
Zaprezentowanie zwiedzającym prawdziwego ogniwa i wyświetlenie kontentu zawierającego zdjęcia elektrowni słonecznych oraz graficznie prezentującego procesy w nim zachodzące wydaje się być najbardziej interesujące dla zwiedzających.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:
- ogniwo fotowoltaiczne w naturalnych rozmiarach,
- konstrukcja podtrzymująca ogniwo,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety,
- oświetlenie makiety.

Podest powinien mieć wymiary: długość: 100,00cm, szerokość: 100,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane. Nie zakłada się montażu mechanizmów w podeście.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 100,00cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).
Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.6.

Zakłada się umieszczenie na wystawie prawdziwego ogniwa fotowoltaicznego. Element nie powinien być krótszy niż: wysokość 80 cm, szerokość 60 cm (+/- 10% dla wszystkich

wymiarów). Element powinien zostać umocowany po przekątnej, kąt nachylenia 55° – 75°. Oparcie o dowolnie wykonaną konstrukcję: podparcie z metalu nierdzewnego (pręt) lub ścianka ze szkła OptiWhite łącząca wyższą krawędź z podestem. Blat podestu należy wyłożyć matą z podłożem w kolorze jasnozielonym imitującym trawę do zastosowań modelarskich. Zakłada się umieszczeni na blacie ogniwa fotowoltaicznego o prostokątnym kształcie i oparcie na krótszym boku.

Model oświetlony z góry światłem żółtym.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ELEKTROWNIA SŁONECZNA
Ogniwo słoneczne w naturalnych rozmiarach

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.14].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Opis budowy ogniwa fotowoltaicznego:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- wykorzystanie energii słońca docierającej do Ziemi w postaci światła i ciepła umożliwiają baterie słoneczne (ogniwa fotowoltaiczne),
- budowa ogniwa fotowoltaicznego: zewnętrzna powłoka szklana, półprzewodnik typu n (negative), pole elektryczne (bariera potencjału), półprzewodnik typu p (positive), elektroda ujemna, elektroda dodatnia,
- podanie wynalazcy efektu fotowoltaicznego – w 1839 roku efekt fotowoltaiczny odkrył francuski fizyk Aleksander E. Becquerel,
- wyjaśnienie dlaczego ogniwa są wykonane w ciemnym kolorze.

Wykorzystanie energii słonecznej w zastosowaniach domowych:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- wykorzystanie energii słonecznej do ogrzewania wody w domu i wytworzenia prądu elektrycznego dla potrzeb gospodarstwa domowego,
- kolektor stosowany w rozwiązaniach domowych.

Inne wykorzystanie energii słonecznej na skalę przemysłową i w badaniach kosmosu:
Należy zaprezentować materiał uwzględniający / pokazujący:
- zastosowanie w wytwarzaniu energii elektrycznej na skalę przemysłową,
- wykorzystanie na stacjach orbitalnych i w sztucznych satelitach znajdujących się w przestrzeni kosmicznej.

Animacje i prezentacje:
- animacja 3d: ukazanie ruchu elektronów pomiędzy półprzewodnikami p-n pod wpływem światła. Stopień szczegółowości: ukazanie ruchu fotonów i ruchu elektronów pomiędzy półprzewodnikami; czas trwania animacji: ok. 30 sekund,
- grafika 3d: przekrój przez ogniwo fotowoltaiczne,
- grafika 3d: przekrój przez dom ogrzewany i zasilany za pomocą kolektorów słonecznych (ogniwo fotowoltaiczne lub kolektory próżniowo-rurowe). Należy każdy element pokazać w przekroju: kolektor stosowany w rozwiązaniach

domowych, kierunek padania promieni słonecznych na dach spadowy, podpisanie elementów cyklu, np. pochłanianie promieniowania słonecznego przez zamontowane na dachu ogniwa, odprowadzenie ciepła do nagrzewnicy za pomocą pompy, podgrzanie wody w zbiorniku lub gromadzenie energii elektrycznej w akumulatorze,
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcie rzeczywistej elektrowni na świecie wykorzystującej zjawisko opisane w kontencie na skalę przemysłową, zdjęcia elektrowni złożonej ze zwierciadeł wykorzystujących energię słońca do podgrzania wody i wytworzenia pary wodnej, zdjęcie stacji orbitalnej lub satelity telekomunikacyjnego /teleskop kosmiczny w widocznymi panelami słonecznymi;

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI WODNEJ
Cel i założenia:
Zapora Hoovera jest najbardziej znaną zaporą tego typu, stanowiła i nadal stanowi ona wzór dla pozostałych elektrowni wodnych. Prezentowana zapora jest typem zapory łukowe-ciężkiej, która część parcia wody przekazują na zbocza doliny.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:
- podest,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety,
- makieta elektrowni,
- oświetlenie makiety.

Podest powinien mieć wymiary: długość: 300,00cm, szerokość: 171,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 72 cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).
Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Makieta fizyczna Zapory Hoovera powinna mieć wymiary w rzucie: 300,00cm, x 171,00cm (+/- 10%). Makietę należy wykonać w skali zgodnie z **rysunkami koncepcyjnymi: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 91-97.**
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.8
Zakłada się wykonanie makiety z następujących materiałów:
- góry: gips należy zaimpregnować, pomalować farbami akrylowymi, nałożyć posypkę jasną, zachować należy odpowiedni kolor (odcienie brązu, beżu, czerwieni, szarości) - nawiązanie do oryginalnej kolorystyki,
- budynki : balsa, tektura modelarska, drukowanie 3d, tam gdzie są wymagane okna zastosować pleksi (mleczną) zaś przy wnękach użyć ciemniejszego odcienia

farby niż obudowa budynku, kolor budynków – piaskowiec, odcienie beżu, szarości,
- zapora: odlana z formy – materiał sztywny gips, beton, następnie pomalowany farbami na odpowiadający oryginałowi kolor, tama stabilnie mocowana do podstawy,
- woda: pleksi barwiona na lekko niebieski odcień na niej nałożona farba typu „water effect", lub podłoże w kolorze niebieskim typu mleczna pleksi , a na nim farba „water effect", należy zastosować rozróżnienie kolorystyczne między górnym, a dolnym poziomem wody,
- droga: kolor ciemnoszary, może być materiał o lekko ziarnistej fakturze

Makieta powinna być wykonana z dużą dbałością o detale.
Makietę należy oświetlić z góry światłem mieszanym: białym i żółtym.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ZAPORA HOOVERA (USA)
Typ elektrowni: elektrownia wodna

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.16].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Opis działania elektrowni:
Należy zaprezentować materiał wyjaśniający w sposób syntetyczny proces produkcji energii elektrycznej w elektrowni wodnej:
- zgromadzenie wody i wykorzystanie jej w procesie wytwarzania prądu elektrycznego,
- ukazanie jak w turbinie hydroelektrycznej woda opływa ją dookoła po spirali oraz jak zostaje zwiększa jej wydajność poprzez zastosowanie łopatek kierujących wodę bezpośrednio na łopatki turbiny,
- .

Historia wykorzystania energii wody i krytyka elektrowni wodnych:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- koło greckie: wczesne koła wodne w I wieku p.n.e. ustawiane były poziomo,
- poprzez zastosowanie koła pionowego zaczęto budować większe konstrukcje i uzyskiwać większą moc,
- największą elektrownią wodną na świecie jest Zapora Trzech Przełomów w Chinach na rzece Jangcy, moc elektrowni wynosi ponad 18 000 MW,
- zarzuca się, że w wyniku budowy Zapora Trzech Przełomów zalano miejscowości w których znajdowało się wiele cennych zabytków historycznych, ekologowie podnoszą, że może ona spowodować wymarcie wielu ryb i ssaków wodnych, ponadto zapora uniemożliwia samooczyszczanie się rzek. Najwięcej obaw wzbudza jednak zagrożenie geologiczne – duży ciężar nagromadzonej wody może wywoływać trzęsienia ziemi, a zaporę zlokalizowano przy uskoku tektonicznym. Zdarzają się częste obsunięcia zboczy gór do zbiornika.

Prawa fizyki:
Należy zaprezentować materiał opisujący / pokazujący:

- zgromadzenie energii potencjalnej przez zaporę wodną,
- przekształcenie energii potencjalnej na energię kinetyczną wody,
- zamiana energii kinetycznej na energię mechaniczną turbiny,
- przekazanie energii mechanicznej z turbiny do generatora i wytworzenie w generatorze energii elektrycznej,
- wykorzystanie ciśnienia wody, oprócz jej masy i prędkości,
- wykorzystanie praw fizyki przy budowie zapór wodnych: zapory ciężkie – wykorzystanie masy budowli do przeciwstawienia się parciu wody (Zapora w Solinie), wykorzystanie kształtu łuku do powstrzymania wody.

Animacje i prezentacje:

- animacja 3d: Ukazanie funkcjonowania elektrowni wodnej w przekroju. Uproszczenie polega na pokazaniu całego modelu. Scenariusz animacji powinien zawierać takie elementy jak: zapora wstrzymuje bieg wody, dzięki temu gromadzona jest energii potencjalna, woda płynie rurami do turbiny (strzałki lub „efekt ruchu wody"), obrót turbiny, zaznaczenie, że obrót ten został przekazany do generatora, ukazanie wypływu wody z elektrowni wodnej; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- animacja 3d: zaprezentowanie turbiny hydroelektrycznej (po spirali z zaznaczeniem łopatek kierujących, obrót wału) Należy przedstawić budowę i działanie turbiny z dużą dokładnością; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- grafika: rodzaje kół stosowanych we wcześniejszych rozwiązaniach: koło greckie, koło nasiębierne, inne dodatkowo. Ukazanie na grafice kierunku przepływu wody i wału w środku koła;
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcia rzeczywistej elektrowni, która znajduje się na makiecie, zdjęcia elektrowni tego samego typu w Polsce (np. Zapora w Plichowicach) i największe lub najciekawsze konstrukcje tego typu na świecie (np. Zapora Trzech Przełomów);

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI WIATROWEJ
Cel i założenia:
TURBINA WIATROWA W SKALI (PRZEKRÓJ)
Ukazanie w przekroju działającej turbiny wiatrowej posiada znaczny walor edukacyjny oraz wydaje się być najodpowiedniejszym sposobem na zaprezentowanie tego tematu.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:

- podest,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety,
- makieta turbiny wiatrowej i fragmentem masztu,
- mechanizm poruszający wirnikiem,
- oświetlenie makiety,

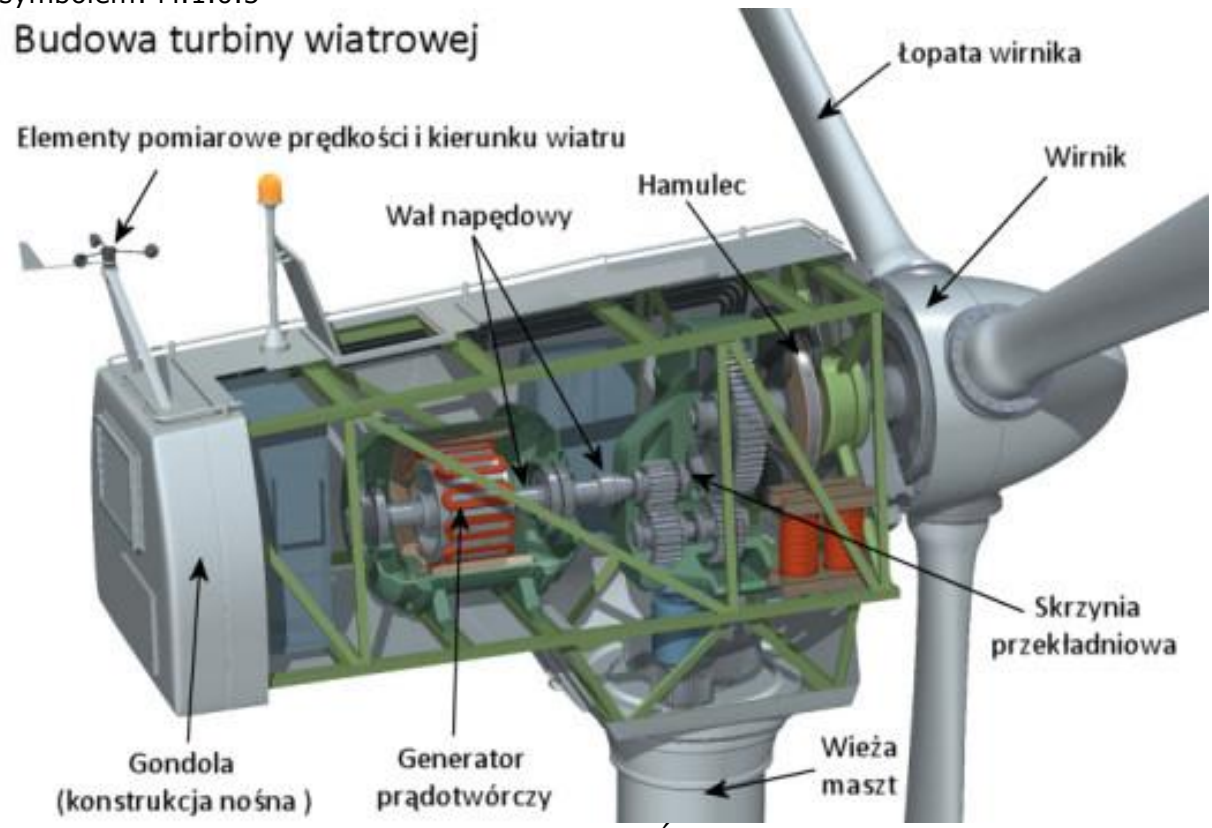
Podest powinien mieć wymiary: długość: 100,00cm, szerokość: 100,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.

W podeście zabudować należy mechanizm napędzający elementy ruchome -wirnik z łopatkami przy zastosowaniu silnika elektrycznego oraz elementy mechanizmu sterowania.
W blacie podestu wykonać należy otwory dla przewodów łączące mechanizmy z makietą. Podest powinien być osłonięty materiałem dźwiękochłonnym od wewnątrz.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 120,00cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).
Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Makieta fizyczna elektrowni wiatrowej umieszczona na maszcie (wieży). Wykonać należy część obudowy z możliwością wglądu do wnętrza z boku. Wirnik z łopatkami powinien mieścić się w osłonie szklanej wyznaczonej wymiarami podestu.
Zakłada się wykonanie makiety ze stali. Ruchome elementy wewnątrz malowane na kolory podstawowe. Obudowa w kolorze białym. Element nie krótszy niż: rozpiętość łopatek wirnika 70 cm, wysokość masztu wraz z wirnikiem 90 cm.
Mechanizm napędzający wiatrak: silnik elektryczny o mocy min. 75 W. Należy dobrać i zweryfikować moc tak, aby wirnik swobodnie się obracał. Prędkość obrotu wirnika należy dobrać tak, aby widoczne były łopatki w trakcie obrotu, powinien być też widoczny ruch zębatek. Moc silnika zależy ponadto od: wagi wirnika, układu łopatek, ostatecznej wielkości modelu.

Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.5



Źródło grafiki: www.zielonaenergia.eco.pl

Makietę należy oświetlić z góry światłem mieszanym: białym i żółtym.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
TURBINA WIATROWA W SKALI (PRZEKRÓJ)
Typ elektrowni: elektrownia wiatrowa

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.13].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Opis budowy elektrowni:
Należy zaprezentować materiał wyjaśniający w sposób syntetyczny proces produkcji energii elektrycznej w elektrowni wiatrowej:
- przekazywanie energii mechanicznej na poszczególne podzespoły turbiny wiatrowej, zwiększanie i zmniejszanie obrotów,

Prawa fizyki:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- siła nośna,
- zamiana energii mechanicznej kręcących się łopatek wirnika w energię elektryczną,
- wady elektrowni wiatrowych, zjawisko „ciszy wiatrowej" –kiedy na większym obszarze nie wieje wiatr. Elektrownie wiatrowe działają średnio około trzykrotnie krócej w ciągu roku niż elektrownie konwencjonalne, dlatego też przy budowie elektrowni wiatrowych należy mieć na uwadze, iż dla uzyskania porównywalnej mocy niezbędne jest zapewnienie trzykrotnie większej liczby elektrowni wiatrowych niż wskazuje na to ich moc.

Historia elektrowni wiatrowych:
Materiał powinien zawierać następujące informacje:
- wykorzystywana wiatraków w X wieku do pompowania wody i mielenia ziarna,
- fermy wiatrowe – połączenie kilku elektrowni wiatrowych,
- wiatraki pionowe.

Animacje i prezentacje:
- animacja 3d: ukazanie w przekroju turbiny wiatrowej w czasie pracy, ruch sprzężony z obracającym się wirnikiem. Należy ukazać poruszające się elementy wewnątrz: przekładnie /system przekładni, łańcuch (jeśli zastosowano), ruch turbiny, generator (nie wymaga się przekroju). Efekt ruchomej kamery lub zastosowanie strzałek; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- animacja 3d: przedstawienie działania prądnicy i zjawiska indukcji magnetycznej; czas trwania animacji: ok. 15 sekund;
- animacja 2d: ukazanie w animowanym schemacie działania siły wiatru na wirnik. Wyjaśnienie za pomocą obrazu dlaczego skrzydło się obraca, co wpływa na wolniejszy i szybszy obrót wirnika przy tym samym kierunku i sile wiatru. Zaprezentowanie działania rozwiązania pozwalającego na ustawianie wirnika przodem do kierunku wiatru; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- animacja 2d: Ukazanie w animowanym schemacie działania wiatru na łopatkę wirnika, powstawanie siły nośnej; czas trwania animacji: ok. 15 sekund;

- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcia rzeczywistych elektrowni na świecie wykorzystujących zjawisko opisane w kontencie na skalę przemysłową z podaniem ich mocy;

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MAKIETA ELEKTROWNI SZCZYTOWO-POMPOWEJ
Cel i założenia:
Wybór elektrowni w Żarnowcu wydaje się być uzasadniony nie tylko skalą inwestycji (jest to największa tego typu elektrownia w Polsce), ale również modelowym rozwiązaniem ukazującym w sposób najbardziej czytelny różnice pomiędzy elektrownią wodną a szczytowo-pompową. Z uwagi na zaprezentowanie w innym miejscu Zapory Hoovera (USA), wydaje się za zasadne umieszczenie na wystawie również obiektu hydrologicznego z Polski.
Wykonawca powinien w szczególności ukazać tak istotne elementy budowli jak rurociągi derywacyjne zlokalizowane pomiędzy górnym a dolnym zbiornikiem, poprzez zastosowany kolor (może nieco różnić się od rzeczywistości jasnością), materiały (metaliczne, połyskujące), dodatnie drzew dla oddania skali, jednak jeśli zabiegi takie okażą się niewystarczające, dopuszcza się zaburzenie skali i poszerzenie tych elementów. Makieta powinna ukazywać wyraźnie różnicę poziomów pomiędzy górnym a dolnym zbiornikiem wodnym, jeśli proponowana skala nie pozwala na uzyskanie takiego efektu dopuszcza się jej zaburzenie.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko powinno składać się z następujących elementów:
- podest,
- przezroczysta obudowa: osłona makiety,
- makieta elektrowni,
- oświetlenie makiety,

Podest powinien mieć wymiary: długość: 300,00cm, szerokość: 150,00cm, wysokość: 75,00cm (+/- 10% dla wszystkich wymiarów).
Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych ze wzmocnieniem poprowadzonym przez środek: od podstawy do blatu. Zakładany ciężar makiety: min. 50 kg + ciężar osłony szklanej: na etapie realizacyjnym wykonać należy niezbędne obliczenia konstrukcyjne.
Pokrycie ścian podestu: blacha stalowa – stal nierdzewna szczotkowa gr. 0,4-0,6 cm.
Do wszystkich elementów makiety zapewnić należy dostęp serwisowy. Zamki powinny być niewidoczne dla zwiedzających lub zamaskowane.

Osłona makiety powinna zostać wykonana ze szkła o długości i szerokości jak podest. Wysokość osłony: 75,00cm (+/- 10%). Osłona powinna zostać wykonana ze szkła OptiWhite (szkło optyczne-odżelazione) o grubości 6 mm.
Łączenie szyb za pomocą metalowych obejm lub przezroczystego silikonu (preferowane).
Zapewnić należy obsłudze dostęp do wszystkich elementów makiety w celu ich czyszczenia i konserwacji.

Makieta fizyczna szczytowo-pompowa w Żarnowcu powinna mieć wymiary w rzucie: 200,00cm, x 100,00cm (+/- 10%). Makietę należy wykonać w skali zgodnie z **rysunkami koncepcyjnymi: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 102-106.**
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 08 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.1.0.7
Zakłada się wykonanie makiety z następujących materiałów:

- góry: z gipsu, lub masy plastycznej; pianka modelarska; podstawa może być również ze styroduru, na podłoże nanieść roślinność w kolorze jasnym i ciemnozielonym oraz skały, roślinność oraz skały jak najbardziej zbliżone kolorystycznie do naturalnie występujących kolorów w miesiącach ciepłych. Można zastosować matę imitującą trawę plus roślinność, występuje sama roślinność niska, brak drzew. Możliwe jest również pomalowanie terenu przed nałożeniem roślinności.
- budynki: balsa lub drukowanie 3d, kolor budynków – odcienie beżu, szarości.
- zapora: odlana z formy – materiał sztywny, gips lub beton, następnie pomalowany farbami na odpowiadający oryginałowi kolor, tama stabilnie mocowana do podstawy,
- woda: pleksi barwiona na lekko niebieski odcień na niej nałożona farba typu „water effect", lub podłoże w kolorze niebieskim, należy zastosować rozróżnienie kolorystyczne między górnym, a dolnym poziomem wody,
- droga: kolor ciemnoszary, może być materiał o lekko ziarnistej fakturze,
- teren: maty roślinne następnie miejscami kępki roślinności, lub teren podstawy pomalowany farbami i pokryty roślinami
- zieleń: mata modelarska z podłożem w kolorze jasnozielonym, posypka z trawą, karton w kolorze zielonym

Makieta powinna być wykonana z dużą dbałością o detale.
Makietę należy oświetlić z góry światłem mieszanym: białym i żółtym.

Stanowisko zaopatrzone będzie w:
- opis makiety (wydruk na folii samoprzylepnej, transparentnej),
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Opis makiety:
ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA W ŻARNOWCU
Typ elektrowni: elektrownia szczytowo-pompowa

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 1.15].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Opis działania elektrowni:
Należy zaprezentować materiał wyjaśniający w sposób syntetyczny proces produkcji energii elektrycznej w elektrowni szczytowo-pompowej oraz cel stosowania tego typu elektrowni:
- opis konstrukcji pozwalającej na wykorzystanie zgromadzonej w wyższym zbiorniku energii potencjalnej wody w procesie wytwarzania prądu elektrycznego,
- proces pompowania wody do zbiornika wyższego i wykorzystanie zgromadzonej energii potencjalnej w produkcji energii elektrycznej,
- wyjaśnienie celu stosowania elektrowni szczytowo-pompowej jak o akumulatora energii: woda ze zbiornika górnego jest spuszczana do zbiornika dolnego w okresie zwiększonego zapotrzebowania na energię. Kiedy ilość produkowanej energii jest wyższa niż jej zapotrzebowanie (np. w nocy), woda jest przepompowywana do zbiornika wyższego. Zbiornik wodny działa w tym przypadku jako akumulator energii. Jest to bardzo efektywny sposób gromadzenia energii, zwłaszcza w połączeniu z innymi typami elektrowni, które są zależne od warunków pogodowych np. elektrowni słonecznej lub elektrowni wiatrowej.

Animacje i prezentacje:

- animacja 3d: Ukazanie funkcjonowania elektrowni szczytowo-pompowej w przekroju. Uproszczenie polega na pokazaniu całego modelu. Scenariusz animacji powinien zawierać takie elementy jak: elektrownia wykorzystuje zgromadzoną powyżej w zbiorniku górnym energię potencjalną wody, woda płynie rurami do turbiny (strzałki lub „efekt ruchu wody"), obrót turbiny, zaznaczenie, że obrót ten został przekazany do generatora, ukazanie wypływu wody z elektrowni wodnej, opróżnianie zbiornika górnego i zapełnianie zbiornika dolnego (dzień), przepompowanie części wody ze zbiornika dolnego do zbiornika górnego (noc).; czas trwania animacji: ok. 30 sekund;
- prezentacja 2d z wykorzystaniem fotografii: zdjęcie rzeczywistej elektrowni, która znajduje się na makiecie oraz zdjęcia innych elektrowni tego samego typu.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

ZESPÓŁ STANOWISK: NASTAWNIA, ROZDZIELNIA

Scenariusz zakłada, że w zabytkowe wyposażenie komponowane zostaną urządzenia i sprzęt AV z kontentem multimedialnym.
Zabytkowe elementy wyposażenia wyeksponowane zostaną na poziomach: +4,50, +7,50, +10,50.
Kontent multimedialny powinien zostać przygotowany w formie **animacji i prezentacji** przygotowanej w łączonej technice 2d-3d z warstwą tekstową. Kontent powinien być komentarzem/opisem zgromadzonego i wyeksponowanego zabytkowego wyposażenia: obiektów i zespołów, ich funkcji w procesach włączania i odłączania energii o wysokim napięciu, zabezpieczeniach przed przepięciami, sterowania i zarządzania przesyłem energii i siecią energetyczną.
Osobną tematyką, która powinna zostać zilustrowana prezentacjami i animacjami oraz kopiami materiałów archiwalnych (fotografii, materiałów aktowych) są warunki pracy w elektrowni i elektrociepłowni. Historię EC1 należy pokazać przez pryzmat ludzi – kadry zarządzającej i pracowników. Należy pokazać „powszedni dzień" elektrowni.
Historię elektrowni i elektrociepłowni EC1 pokazać należy także na tle miasta. Uwydatnić należy znaczenie prądu i dostaw ciepła dla rozwoju Łodzi – przemysłu, komunikacji, urbanizacji. Procesy lokalne pokazać należy w szerszym kontekście: regionalnym, krajowym, europejskim i światowym.
Wymagany jest materiał przygotowany w formie prezentacji i animacji o łącznym czasie trwania ok. 40 minut. Zaleca się w możliwie szerokim stopniu wykorzystanie materiałów archiwalnych. Wymaga jest produkcja własna, ale dopuszcza się też materiały licencyjne.

Sprzęt i urządzenia AV przewidziane do tej strefy ekspozycji wyspecyfikowany został na rysunkach: AR 1, AR 2, AR 8, AR 8.1, AR 9, AR 9.1, AR 10, AR 10.1 (Tom II: część rysunkowa) oraz w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Osobnym elementem 1.ścieżki zwiedzania „Przetwarzanie energii" będzie **GRA STRATEGICZNA** na poziomie +10,50 w części zespołu Nastawnia – Rozdzielnia. Warunki dla niej należy stworzyć przy wykorzystaniu zaplanowanego sprzętu AV. Dla potrzeb gry zarezerwowano 39 zestawów monitor + komputer [mn 1.31 – mn 1.69] i 10 zestawów projektor + komputer [pr1.13 – pr1.14 i pr1.16 – pr1.21 i pr1.23-pr1.24]. Sprzęt, który nie zostanie wykorzystany dla potrzeb gry strategicznej powinien zostać wykorzystany do prezentacji historii elektrowni i elektrociepłowni.
Gra powinna być produkcją własną Wykonawcy, przygotowaną w oparciu o następujące założenia:

Założenie gry: gra nie może opierać się na wymianie pieniężnej. W grę może grać nieskończona ilość graczy, zależnie od ilości stanowisk.

Zasady gry: Licznik gry kończy się w 2050 roku. Początkowa data zintegrowana z aktualnym kalendarzem.
Rozpoczęcie gry: Gracz wybiera swoją pierwszą elektrownię. Do wyboru są następujące elektrownie: węglowa, wodna, wiatrowa, słoneczna, jądrowa, geotermalna. Krajobraz zakłada duże zróżnicowanie, w fikcyjnym państwie (oddanym do dyspozycji gracza) można zbudować kilka elektrowni jednego typu.
Rozgrywka: Aby utrzymać się w grze należy zapewnić ilość energii elektrycznej dla rosnącego zapotrzebowania kraju. Trudność polega na tym, że elektrownie buduje się z zapasem mocy, a nie jest możliwe jej zwiększenie (rozbudowa) tylko budowa całkiem nowej elektrowni. Należy przewidzieć wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną.
Czynnikiem zmiennym jest rosnąca liczba mieszkańców i jest to zmienna losowa. Użytkownik ma jednak wpływ na liczbę mieszkańców podejmując decyzje, ponieważ przyjmuje lub odrzuca propozycje wydarzeń w kraju (wydarzenia sportowe, olimpiady, konferencje, festiwale, targi, itp.) lub budowy zakładów produkcyjnych w danym mieście w swoim kraju (pojawienie się inwestora). Po akceptacji zdarzenia wzrasta liczba ludności w kraju lub w poszczególnych miastach (użytkownik nie wie o ile). Poza tym liczba ludności systematycznie, ale powoli wzrasta.
Nową elektrownię można wybudować co kilka lat (interwały do ustalenia – dosyć krótkie), kiedy pojawi się taka możliwość. Głównym czynnikiem jest czas, taką możliwość nieco przyspiesza większa liczba mieszkańców. Im mniejsza elektrownia tym szybciej pojawi się możliwość jej wybudowania.
Decyzją gracza jest, czy woli wybudować na początku rozgrywki jedną większą elektrownię, czy kilka mniejszych oraz jak wykorzysta zasoby naturalne. Dopuszcza się wykorzystywanie czynników parami jako niezbędne: np. uczelnia i zasoby złoża dla elektrowni jądrowej, węgiel i znaczna przestrzeń dla elektrowni węglowej, itp. lub uproszczenie do jednego czynnika.
Moduł użytkownika: budowa struktury połączeń pomiędzy poszczególnymi graczami na zasadzie plastra miodu. Każdy z pozostałych użytkowników jest sąsiadem gracza. Oznacza to, iż gracz może z każdym prowadzić wymianę handlową: wymiana lub oddanie zasobów (komunikacja pomiędzy graczami ograniczona do funkcji gry, gracze nie mogą prowadzić swobodnej rozmowy) oraz ustalać stosunki na przyjazne /neutralne /wrogie z sąsiadami.
Grupa docelowa (ze względu na wiek): gimnazjum, liceum

STREFA POKAZÓW I EKSPERYMETÓW FIYCZNYCH I CHEMICZNYCH

Strefa pokazów i eksperymentów fizycznych i chemicznych powinna zostać podzielona na sektory, w których będą odbywać się odmienne, ze względu na tematykę i stopień komplikacji, formy zajęć. W osobnych sektorach powinny odbywać się:

- pokazy związane z wysokimi napięciami – wymagają one specjalnych środków ostrożności i zabezpieczeń, prowadzone mogą być wyłącznie przez odpowiednio przeszkolony personel,
- pokazy związane z procesami chemicznymi – wymagające specjalnych środków ostrożności i zabezpieczeń, prowadzone mogą być wyłącznie przez odpowiednio przeszkolony personel,
- eksperymenty fizyczne i chemiczne prowadzone pod kierunkiem personelu CNiT lub nauczyciela (w ramach edukacji pozaszkolnej lub realizacji autorskich programów nauczania),
- proste doświadczenia fizyczne i chemiczne wykonywane przez młodzież szkolną pod opieką personelu CNiT.

Wykonawca części ekspozycyjnej powinien stworzyć warunki do realizacji ww. form poprzez zaprojektowanie i wykonanie modeli i stanowisk doświadczalnych oraz zakup niezbędnego wyposażenia laboratoryjnego i pierwszych materiałów eksploatacyjnych.

Modele do pokazów wysokich napięć:

TRANFORMATOR TESLI

Budowa stanowiska – opis techniczny:

Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm i drewna.

Wymiary podestu: 60,00cm (dł.) x 60,00cm (szer.) x 40,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.

Pokrycie podestu: płyta mdf lub sklejka. Stanowisko montowane do posadzki betonowej śrubami M20.

Do podestu przymocowany powinien zostać obwód pierwotny składający się z:

- transformatora zasilającego (1 szt.),
- dławików (2 szt.),
- kondensatora (2 szt., w tym: zabezpieczający),
- iskrownika (2 szt., w tym: zabezpieczający),
- cewki pierwotnej z grubego drutu (1 szt.).

Obwód wtórny urządzenia powinien się składać z:

- kondensatora (1 szt.),
- elektrody wykonanej w formie torusa (1 szt.),
- cewki wtórnej ze zwojów cienkiego drutu (1 szt.).

Częstotliwość rezonansowa obwodu wtórnego musi być taka sama jak obwodu pierwotnego.

Precyzyjnego doboru poszczególnych elementów i materiałów należy dokonać na etapie testów prototypu tak, aby osiągnięty mógł zostać zamierzony efekt końcowy.

Zasilanie całego stanowiska ma znaleźć się wewnątrz obudowy oraz być odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniem. Należy przewidzieć otwór rewizyjny w obudowie stanowiska w celu konserwacji stanowiska.

Stanowisko należy zaopatrzyć w opis i znaczek ostrzegawczy dla osób z rozrusznikami serca.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 51.

DRABINA JAKUBA

Budowa stanowiska – opis techniczny:

Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm i drewna.

Wymiary podestu: 50,00cm (dł.) x 15,00cm (szer.) x 200,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.

Pokrycie podestu: płyta mdf lub sklejka. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub ściany śrubami M20.

Do podestu zamontowane powinny być od frontu po dwie pary izolatorów.

Do izolatorów zamontowane są izolatory, a do nich dwie rozwarte ku górze elektrody: pręty stalowe (Φ0,50cm, długości 160,00cm każdy). Elektrody mają być w taki sposób przymocowane, aby nie stykały się ze sobą w żadnym miejscu. Żaden fragment elektrody nie może wystawać poza obręb stanowiska.

Precyzyjnego doboru poszczególnych elementów i materiałów należy dokonać na etapie testów prototypu tak, aby osiągnięty mógł zostać zamierzony efekt końcowy.

Zasilanie całego stanowiska ma znaleźć się wewnątrz obudowy oraz być odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniem. Należy przewidzieć otwór rewizyjny w obudowie stanowiska w celu konserwacji stanowiska.

Stanowisko zaopatrzyć należy w opis i znaczek ostrzegawczy dla osób z rozrusznikami serca.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 48.

GENERATOR VAD DER GRAAFFA

Konstrukcja podestu powinna być wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm i drewna.

Wymiary podestu: 50,00cm (dł.) x 50,00cm (szer.) x 15,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: płyta mdf lub sklejka. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub ściany śrubami M20.
Stanowisko pokazowe powinno składać się z następujących elementów:

- generatora,
- elektrody – metalowej czasza, ze szczotką odbierającą ładunek od pasa,
- dolnej elektrody,
- pasa transmisyjnego,
- koła pasowego,
- uziemionego wysięgnika.

Precyzyjnego doboru poszczególnych elementów i materiałów należy dokonać na etapie testów prototypu tak, aby osiągnięty mógł zostać zamierzony efekt końcowy.
Zasilanie całego stanowiska ma znaleźć się wewnątrz obudowy oraz być odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniem. Należy przewidzieć otwór rewizyjny w obudowie stanowiska w celu konserwacji stanowiska.
Stanowisko zaopatrzyć należy w opis i znaczek ostrzegawczy dla osób z rozrusznikami serca.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 48.

Stanowiska: Generator vad der Graaffa, Tranformator Tesli, Drabina Jakuba są stanowiskami pokazowymi – do demonstracji wysokich napięć i wyładowań. Budowa urządzeń wymaga przygotowania dokumentacji wykonawczej oraz przeprowadzenia testów prototypów. Pomieszczenia do realizacji pokazów musi być odpowiednio przygotowane tak, aby zachować wszystkie rygory bezpieczeństwa. Pomieszczenie to nie może być wykorzystywane do innych celów niż pokazy wysokich napięć. Wstęp do pomieszczenia będzie możliwy tylko w obecności personelu przeszkolonego do w obsłudze urządzeń.

Stanowiska do doświadczeń fizyko-chemicznych:

EMISJA ŚWIATŁA ATOMÓW W STANACH WZBUDZONYCH
Stanowisko składa się z:

1. zautomatyzowanego palnika Bunsena (zobacz rys. nr 1) uruchamianego przyciskiem zamontowanym na obudowie nieotwieralnego dla zwiedzających digestorium (drzwiczki zamykane kluczem dostępnym dla obsługi)
2. podajnika z zasobnikiem spalanych substancji – urządzenia wprowadzającego dany pierwiastek bądź związek chemiczny na płomień palnika, podajnik działa po naciśnięciu odpowiedniego guzika na obudowie digestorium np.
    a. naciskając guzik z napisem **sód** – zapala się płomień palnika, obraca się ramię podajnika i sód umieszczany jest w płomieniu – zwiedzający obserwuje intensywny żółty kolor spalania sodu
    b. naciskając guzik z napisem **stront** – zapala się płomień palnika, obraca się ramię podajnika i stront umieszczany jest w płomieniu – zwiedzający obserwuje intensywny karminowo-czerwony kolor spalania strontu
    c. naciskając guzik z napisem **potas** – zapala się płomień palnika, obraca się ramię podajnika i potas umieszczany jest w płomieniu – zwiedzający obserwuje intensywny fioletowy kolor spalania potasu
    d. i inne… w zależności od rodzaju pierwiastków umieszczonych w zasobniku podajnika
3. digestorium musi posiadać wentylację odprowadzającą spaliny na zewnątrz budynku, na szybach bocznych digestorium można umieścić informacje dotyczące przedstawianego zjawiska

4. warunki jakie należy spełnić dla zapewnienia optymalnej obserwacji różnych barw spalania pierwiastków:
    a. łyżeczka do spalań umieszczona na końcu ramiona podajnika sama nie może barwić płomienia; powinna być wykonywana z platyny, przed użyciem powinna być wyprażana w zasobniku, aby pozbyć się z jej powierzchni jonów zabarwiających płomień na inny kolor;
    b. płomień palnika musi być maksymalnie bezbarwny aby tworzyć spokojny, stojący płomień z białym środkiem i dużą, jasnoniebieską, ledwo widoczną obwódką;
    c. obserwacja zmiany barwy palnika musi być dokonana na białym tle w pomieszczeniu z białym oświetleniem lub w wyciemnieniu.

STANOWISKO: ATRAMENTY SYMPATYCZNE
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Każde stanowisko składa się ze stołu laboratoryjnego ze zlewem wraz z podłączeniem do kanalizacji, wykonanego z materiałów odpornych na działanie odczynników chemicznych. Sugeruje się zastosowanie rozwiązań systemowych, opracowanych dla sal chemicznych w szkołach, uczelniach oraz innych miejscach przystosowanych do realizacji doświadczeń chemicznych. Stoły powinny zostać wyposażone w digestorium oraz szafki. W szafkach mają się znaleźć: zapas odczynników oraz materiałów pomocniczych, wystarczających na cały dzień doświadczeń – różne, w zależności od prezentowanego materiału oraz miejsce na nieużywane w danej chwili. Szafki mają mieć możliwość bycia zamkniętymi na klucz, aby nikt niepowołany nie miał do nich dostępu. Podobnie należy zabezpieczyć stałe elementy wyposażenia stołu (np. palniki Buchnsena, źródła gazu itp.) przed dostępem osób trzecich oraz Zwiedzających. Przy każdym stoliku ma się również znaleźć lista, na której zaznaczane będą codzienne stany zapasów oraz ich zużycie tak.
Stanowisko ma również zawierać: czysty papieru bez linii, 3-ch płaskich naczyń np. z tworzywa sztucznego (rodzaj tacy z obrzeżami), roztwór jodu w jodku potasu, suszarkę do włosów z ciepłym nadmuchem, lampę z mocną żarówką, sok z cytryny, mleko, mąkę, wodę destylowaną, pędzel do malowania, zlewki o pojemności 150,0 ml (3,0 szt.) oraz zakraplacz. Stanowisko powinno być ponadto zaopatrzone w lampę UV, pisak piszący w sposób widoczny tylko w świetle UV, kilka egzemplarzy banknotów (wyraźnie oznaczonych kopii lub oryginały, które wyszły z użytku, aby uniknąć podejrzeń o ich ewentualne zniszczenie) pochodzących z różnych krajów, a posiadających wdrukowane elementy zmieniające barwę pod wpływem promieniowania ultrafioletowego.

Stanowisko zaopatrzone jest w:
- tabliczkę informacyjną / instrukcję obsługi stanowiska,
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczkę:
ATRAMENTY SYMPATYCZNE
Atramenty sympatyczne to substancje chemiczne pochodzenia organicznego lub nieorganicznego. Część z nich można wykryć przez podgrzanie, bo ulegają wtedy utlenianiu, lub chemicznie oraz za pomocą światła (ew. promieni UV). Mogą być nanoszone na papier za pomocą stempla, pędzla, pióra lub urządzeń drukujących. Zjawiskiem charakterystycznym dla nich jest to, że po naniesieniu na papier i wyschnięciu są niewidoczne dla ludzkiego oka.
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
1. *Należy umieść nową kartkę papieru w pojemniku i pomaluj ją niewielką ilością soku z cytryny, a następnie odłóż do wyschnięcia.*
2. *Następnie należy umieść nową kartkę papieru w pojemniku i również ją pomaluj, mlekiem (niewielką), a następnie odłóż do wyschnięcia.*
3. *Podobnie uczyń z trzecią kartką: umieść nową kartkę w pojemniku i pomaluj niewielką ilością wody z mąką, a następnie odłóż do wyschnięcia.*
4. *Kolejnym etapem wysusz wszystkie kartki suszarką do włosów.*

5. *Połóż kartki pomalowane sokiem z cytryny, mlekiem pod żarówką, a następnie dokonaj obserwacji.*
6. *Na kartkę pomalowaną wodą z mąką nanieść zakraplaczem kilka kropel płynu Lugola i zaobserwuj zmiany*

Namaluj dowolny wzór na kartce przy użyciu pisaka oraz przyglądnij się banknotowi, a następnie dokonaj obserwacji przy użyciu lampy UV.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl..

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ATRAMENTY SYMPATYCZNE
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
utlenianie, redukcja, steganografia

Komentarz podstawowy:
Pod wpływem ogrzewania substancje takie jak sok z cytryny i mleko utleniają się i ciemnieją, co można zaobserwować na papierze.
Pod wpływem płynu Lugola miejsca pomalowane wodą z mąką zmieniają zabarwienie na niebieskie. Dzięki temu można rozpoznać, co było tam wcześniej napisane lub namalowane.

Komentarz rozszerzony:
Sok z cytryny zawierający kwas cytrynowy oraz mleko zawierające laktozę pod wpływem wzrostu temperatury stają się dobrze widoczne na kartce papieru, ponieważ ciemnieją. Po zanurzeniu w roztworze jodu kartek z naniesionymi na nich tekstami „atramentami sympatycznymi", miejsca pomalowane, pozostaną jaśniejsze niż pozostałe.
Ziarenka skrobi zawierają dwa składniki: amylopektynę i amylozę. Amyloza tworzy kompleks z jodem o barwie niebieskiej dzięki temu, że ma strukturę uporządkowanej helisy z pustym wnętrzem wypełnionym jodem. Podczas ogrzania helisa rozwija się, jod się uwalnia i znika niebieskie zabarwienie. Jod wprowadzany jest w postaci I2 w KI, bo słabo rozpuszcza się w wodzie. Z tego wniosek, że wskaźnikiem do wykrywania skrobi jest jod w roztworze KI. Jest to chemiczne wywoływanie atramentu sympatycznego.

Zastosowanie praktyczne:
W dzisiejszym świecie jest wiele substancji chemicznych, które używane są jako atramenty sympatyczne. Nie każdy zdaje sobie sprawę, że nawet banknoty wykorzystują pewien rodzaj pisma niewidocznego gołym okiem, tylko dopiero pod promiennikiem UV. Jest to jeden z wielu sposobów na utrudnienie pracy fałszerzom. Podobnie metody (niewidoczny tusz w pisaku) używane są również przez policję, w celu ich oznakowania dóbr. A w razie kradzieży czy zaginięcia. Taki podpis ułatwia identyfikację przedmiotu. Nawet zwykłe znaczki pocztowe zawierają w sobie elementy atramentów sympatycznych. Każdy z nich jest podpisany przez emitenta w pewien, znany sobie sposób. Przesyłka oznaczona w taki sposób, jest odczytywana przez w sortowi przez skaner równocześnie sprawdzający czy wartość znaczków jest odpowiednia oraz czy nie zostały ponownie użyte. Atramenty sympatyczne służą też do zapisywania tajnych informacji w urzędach oraz ogólnie pojętej steganografii. Same atramenty sympatyczne stały się również jednym z symboli „Zimnej Wojny" oraz szpiegostwa jako takiego (nie tylko przemysłowego).

Ciekawostki, historia odkrycia:

Okazuje się, że bardzo dużo substancji wykorzystywanych w życiu codziennym są atramentami sympatycznymi np. mleko, soki owocowe, kola, ocet, wino, barwne sole metali, mąka itp.
Atramenty sympatyczne stosowano już od starożytności do zapisywania tajnych informacji. W okresach I i II wojny były używane przez tajne służby wojskowe. Nawet w obecnym czasie stosuje się już nowoczesne techniki steganografii: tusze sympatyczne i markery do znakowania wartościowych materiałów. Takie napisy widoczne są tylko w świetle UV lub innych, specjalnych rodzajach światła; istnieją również i takie, które są widoczne dopiero po podgrzaniu, albo zwilżeniu.

STANOWISKO: REAKCJE BARWNE W CHEMII
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Każde stanowisko składa się ze stołu laboratoryjnego ize zlewem wraz z podłączeniem do kanalizacji, wykonanego z materiałów odpornych na działanie odczynników chemicznych. Sugeruje się zastosowanie rozwiązań systemowych, opracowanych dla sal chemicznych w szkołach, uczelniach oraz innych miejscach przystosowanych do realizacji doświadczeń chemicznych. Stoły powinny zostać wyposażone w digestiorium oraz szafki. W szafkach mają się znaleźć: zapas odczynników oraz materiałów pomocniczych, wystarczających na cały dzień doświadczeń – różne, w zależności od prezentowanego materiału oraz miejsce na nieużywane w danej chwili. Szafki mają mieć możliwość bycia zamkniętymi na klucz, aby nikt niepowołany nie miał do nich dostępu. Podobnie należy zabezpieczyć stałe elementy wyposażenia stołu (np. palniki Buchnsena, źródła gazu itp.) przed dostępem osób trzecich oraz Zwiedzających. Przy każdym stoliku ma się również znaleźć lista, na której zaznaczane będą codzienne stany zapasów oraz ich zużycie tak.
Stanowisko ma również zawierać: zestawu odczynników w tym: r- ru NaOH, r –ru CuCl2, r- ru KSCN, r-ru FeCl3 lub Fe(NO3)2, r-ru HCl, zbiornik z wodą destylowaną, kryształki KMnO4, r – ru NiCl2, 1% r-ru Dmg (dimetyloglioksymu), okulary ochronne, zestaw probówek, statyw na probówki, rękawice ochronne, zlewki różnych objętości do przygotowania roztworów, szpatułka, bagietka szklana..

Stanowisko zaopatrzone jest w:
- tabliczkę informacyjną / instrukcję obsługi stanowiska,
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczkę:

REAKCJE BARWNE W CHEMII
Chemia jest dziedziną nauki, która należy do jednych z najbardziej widowiskowych. To właśnie dzięki chemii, możlwe jest wytłumaczenie, dlaczego z połączenia dwóch gazów może powstaje ciecz (H2 i O2 oraz H2O), dlaczego połączenie dwóch niebieskich odczynników może dać bezbarwny (sól Mohra, błękit metylenowy, EDTA)
INSTRUKCJA OBSŁUGI A:
1. *Wykonuj doświadczenia ostrożnie, nie wdychaj par cieczy, uważaj na kontakt z oczami i skórą.*
2. *Do probówki wlej roztwór $CuCl_2$, a następnie dolej niewielką ilość roztworu NaOH. Zaobserwuj zachodzące zmiany.*

INSTRUKCJA OBSŁUGI B:
1. *Wykonuj doświadczenia ostrożnie, nie wdychaj par cieczy, uważaj na kontakt z oczami i skórą.*
2. *Do probówki z roztworem $FeCl_3$ dolej niewielką ilość roztworu rodanku potasu czyli tiocyjanianu potasu (KSCN). Zaobserwuj powstające zmiany.*

INSTRUKCJA OBSŁUGI C:

1. *Wykonuj doświadczenia ostrożnie, nie wdychaj par cieczy, uważaj na kontakt z oczami i skórą.*
2. *Do probówki z roztworem chlorku niklu (II) NiCl2 wpuść kilka kropli roztworu Dmg (dimetyloglioksymu) czyli tzw. odczynnika Czugajewa. Zaobserwuj powstające zmiany.*

INSTRUKCJA OBSŁUGI D:

1. *Wykonuj doświadczenia ostrożnie, nie wdychaj par cieczy, uważaj na kontakt z oczami i skórą.*
2. *Przygotuj 3 probówki i do każdej wlej wcześniej sporządzony roztwór manganianu (VII) potasu. Do pierwszej dodaj niewielką ilość r-ru NaOH, do drugiej niewielką ilość r-ru HCl, a trzecią pozostawiamy na jakiś czas na powietrzu.*

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl..

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

REAKCJE BARWNE W CHEMII
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
mieszanina jednorodna, mieszanina niejednorodna, filtracja, parowanie

Komentarz podstawowy A:
Po dodaniu roztworu NaOH do roztworu $CuCl_2$ powstaje niebieski galaretowaty osad. Przypomina on wygladem niebieską galaretkę. Intensywna niebieska barwa świadczy o obecności wodorotlenku miedzi (II) czyli $Cu(OH)_2$. Jest to związek nierozpuszczalny w wodzie.

Komentarz podstawowy B:
Po dodaniu niewielkiej ilości roztworu rodanku potasu (KSCN) do roztworu $FeCl_3$ o rdzawej barwie widoczna jest zmiana zabarwienia na krwisto – czerwoną. Świadczy to o reakcji chemicznej, która zaszła. Powstały związek rodanek żelaza (III) o wzorze $Fe(SCN)_3$ nadaje to zabarwienie. Powstały roztwór jest podobny do barwy krwi.

Komentarz podstawowy C:
Do roztworu chlorku niklu(II) za pomocą wkraplacza wpuść kilka kropli dimetyloglioksymu.
Zaobserwuj ciekawe zabarwienie. Powstaje różowy związek kompleksowy niklu i dimetyloglioksymu.

Komentarz podstawowy D:
W 3 probówkach umieść roztwór $KMnO_4$. Do pierwszej wlej niewielka ilość r-ru NaOH, do drugiej niewielką ilość r-ru HCl, a trzecią pozostaw chwilę na powietrzu.
W wyniku działania zasady fioletowo – różowe zabarwienie roztworu zmienia się na zielone. W wyniku tego powstaje nowy związek manganu (VI). W drugiej probówce roztwór odbarwia się i staje się lekko różowy lub bezbarwny. Powstaje związek manganu (II) wartościowego. W trzeciej probówce roztwór po pewnym czasie pokrywa się brązowym nalotem, ponieważ w środowisku obojętnym powstaje związek manganu (IV).

Komentarz rozszerzony A:
Zachodzi następująca reakcja chemiczna
$2NaOH + CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 + 2\ NaCl$
Niebieski galaretowaty osad to związek $Cu(OH)_2$. Jest to przykład reakcji strącania osadu.

Komentarz rozszerzony B:
$FeCl_3$ + 3KSCN -> $Fe(SCN)_3$ + 3 KCl
Związek $Fe(SCN)_3$ nadaje krwisto – czerwone zabarwienie roztworu.

Komentarz rozszerzony C:
$NiCl_2$ + 2 $C_4H_8N_2O_2$ -> 2 HCl + $NiC_8H_{14}N_4O_4$
Związek nadający różowe zabarwienie powstałego osadu to $NiC_8H_{14}N_4O_4$

Komentarz rozszerzony D:
Probówka 1: MnO_4^- + e^- -> MnO_4^{2-} (środowisko zasadowe) zabarwienie roztworu zielone
Probówka 2: MnO_4^- +8 H^+ + 5 e^- -> Mn^{2+} + 4 H_2O (środowisko kwasowe) zabarwienie znika lub jest bladoróżowe.
Probówka 3: MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- -> MnO_2 + 4 OH^- (środowisko obojętne) powstaje tlenek manganu(IV) o brązowym zabarwieniu.

Zastosowanie praktyczne:
$Cu(OH)_2$ może mieć szerokie zastosowanie m.in. w produkcji środków ochrony roślin – fungicydy miedziowe stosowane w sadownictwie i rolnictwie.
Rodanki mogą mieć szerokie zastosowanie szczególnie w jakościowej analizie chemicznej jako odczynnik do wykrywanie jonów żelaza(III). Charakterystyczne krwiste zabarwienie nadaje związek $Fe(SCN)_3$. Rodanek żelaza(III) może mieć zastosowanie również na planie filmowym do imitacji ludzkiej krwi.
Manganian (VII) potasu to związek o szerokim zastosowaniu: jako odkażacz, środek silnie utleniający, w analizie ilościowej do oznaczania stężeń roztworów.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Reakcje chemiczne, których produkty lub substraty są barwne nazywamy reakcjami barwnymi. Zmiana barwy w zakresie przebiegu reakcji ma podstawowe znaczenie w analizie chemicznej jakościowej i ilościowej.
Odczynnik Czugajewa został nazwany od nazwiska rosyjskiego profesora z Politechniki w Petersburgu, który zajmował się badaniem związków kompleksowych i odczynników organicznych.

STANOWISKO: CHROMATOGRAFIA - ROZDZIELANIE BARWNYCH MIESZANIN
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Każde stanowisko składa się ze stołu laboratoryjnego ze zlewem wraz z podłączeniem do kanalizacji, wykonanego z materiałów odpornych na działanie odczynników chemicznych. Sugeruje się zastosowanie rozwiązań systemowych, opracowanych dla sal chemicznych w szkołach, uczelniach oraz innych miejscach przystosowanych do realizacji doświadczeń chemicznych. Stoły powinny zostać wyposażone w digestiorium oraz szafki. W szafkach mają się znaleźć: zapas odczynników oraz materiałów pomocniczych, wystarczających na cały dzień doświadczeń – różne, w zależności od prezentowanego materiału oraz miejsce na nieużywane w danej chwili. Szafki mają mieć możliwość bycia zamkniętymi na klucz, aby nikt niepowołany nie miał do nich dostępu. Podobnie należy zabezpieczyć stałe elementy wyposażenia stołu (np. palniki Buchnsena, źródła gazu itp.) przed dostępem osób trzecich oraz Zwiedzających. Przy każdym stoliku ma się również znaleźć lista, na której zaznaczane będą codzienne stany zapasów oraz ich zużycie tak.
Stanowisko ma również zawierać: pipetę (tworzywo sztuczne, szkiełko zegarkowe z otworem w osi, szalkę Petriego, wkraplacz, bibułę lub papier)

Stanowisko zaopatrzone jest w:
- tabliczkę informacyjną / instrukcję obsługi stanowiska,
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczkę:

CHROMATOGRAFIA - ROZDZIELANIE BARWNYCH MIESZANIN
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Nawiń pasek bibuły na patyczek szklany, tak aby długość bibuły umożliwiała jej podwieszenie w pokrywie słoja.*
2. *Nanieś tuż nad patyczkiem farbę z wkładu do markera.*
3. *Zanurz patyczek w acetonie (tak, aby nawinięta bibuła była zanurzona), zakręć zamknięcie lub nałóż szlifem zamknięcie słoja.*
4. *Opisz efekt rozdzielenia substancji tworzących barwnik wkładu.*

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl..

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

CHROMATOGRAFIA - ROZDZIELANIE BARWNYCH MIESZANIN
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
mieszanina jednorodna, mieszanina niejednorodna, filtracja, parowanie

Komentarz podstawowy:
Doświadczenie przedstawia zasadę działania najprostszego chromatografu, w którym fazą stałą jest bibuła (bibuła filtracyjna), a fazą ruchomą destylowana woda. Mieszaniną, która podlega rozdziałowi może być zwykły atrament, który za pomocą pipety lub wkraplacza nanoszony jest na środek bibuły (koła wyciętego z bibuły). Po pewnym czasie można zaobserwować występowanie barwnych pierścieni ułożonych centralnie. Są to związki chemiczne, stanowiące składniki atramentu rozdzielone wskutek naniesienia ich przez ciecz wędrującą bibułą (migracja kapilarna cieczy).

Komentarz rozszerzony:
Dzięki zjawisku wzniosu kapilarnego (włosowatość) aceton „wędruje" w górę paska bibuły, „zabierając" ze sobą substancje wchodzące w skład tuszu od flamastra. Po niedługim czasie, można zaobserwować rozdzielenie substancji; w naszym wypadku na pasku bibuły.

Zastosowanie praktyczne:
Metody rozdzielania substancji jednorodnych, tj. soli od wody, stosowano od starożytności. Do celów spożywczych odparowywano sól z wody morskiej. Podobne metody filtracji przy użyciu tkanin lub sit znane są od tysięcy lat.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Metody filtracji stosuje się w życiu codziennym w kuchni, w przemyśle, oczyszczaniu ścieków itp. Podobnie jest z rozpuszczalnością. Rozpuszcza się cukier słodząc herbatę lub kawę, soli się zupę itp.

STANOWISKO: ELEKTROLITYCZNE POKRYWANIE POWIERZCHNI
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Każde stanowisko składa się ze stołu laboratoryjnego ze zlewem wraz z podłączeniem do kanalizacji, wykonanego z materiałów odpornych na działanie odczynników chemicznych. Sugeruje się zastosowanie rozwiązań systemowych, opracowanych dla sal chemicznych w szkołach, uczelniach oraz innych miejscach przystosowanych do realizacji doświadczeń chemicznych. Stoły powinny zostać wyposażone w digestiorium oraz szafki. W szafkach mają się znaleźć: zapas odczynników oraz materiałów pomocniczych, wystarczających na

cały dzień doświadczeń – różne, w zależności od prezentowanego materiału oraz miejsce na nieużywane w danej chwili. Szafki mają mieć możliwość bycia zamkniętymi na klucz, aby nikt niepowołany nie miał do nich dostępu. Podobnie należy zabezpieczyć stałe elementy wyposażenia stołu (np. palniki Buchnsena, źródła gazu itp.) przed dostępem osób trzecich oraz Zwiedzających. Przy każdym stoliku ma się również znaleźć lista, na której zaznaczane będą codzienne stany zapasów oraz ich zużycie tak.
Stanowisko ma również zawierać: zestaw do elektrolizy (zlewka 1,00l), umocowany za pomocą stojaka laboratoryjnego i łap, dwie elektrody metalowe/grafitowe, przewody odchodzące od elektrod, źródło prądu stałego – bateria (4,50 V), mostka z żarówką, roztwór (30%) CuCl2, okulary ochronne, papiery ścierny (gram. 100, (ISO-6344)).

Stanowisko zaopatrzone jest w:
- tabliczkę informacyjną / instrukcję obsługi stanowiska,
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczkę:

ELEKTROLITYCZNE POKRYWANIE POWIERZCHNI
Najbardziej znane typy elektrolitycznego pokrywania powierzchni, to zmiana powłoki (np. metalu) na inny: posrebrzanie, pozłacanie, miedziowanie oraz inne.
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
1. *Do pojemnika z tworzywa sztucznego lub szkła nalej większą ilość (ponad połowę objętości naczynia) roztworu CuCl2 (chlorku miedzi (II) – zielonej cieczy).*
2. *Elektrody przymocuj za pomocą łap, do stojaka.*
3. *Następnie zanurz elektrody w cieczy, przynajmniej do połowy ich wysokości. Elektrody nie mogą się ze sobą stykać.*
4. *Podłącz kable do elektrod i baterii, wpiąć żarówkę „ze statywem" w obwód. Żarówka będzie się lekko żarzyć.*
5. *Obserwuj zachodzące zmiany.*

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl..

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ELEKTROLITYCZNE POKRYWANIE POWIERZCHNI
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
utlenianie, redukcja, galwanizacja, elektroliza

Komentarz podstawowy:
Prąd stały płynący z baterii powoduje rozkład soli miedzi na dwie substancje: metaliczną miedź i gazowy chlor. Jedna z elektrod zacznie pokrywać się brązowym nalotem czyli metaliczną miedzią. Na drugiej z elektrod pojawią się pęcherzyki gazu – chloru. Proces pokrywania jednej elektrody miedzią zalicza się do galwanizacji, czyli pokrywania ciała powłoką z innego związku czy pierwiastka.

Komentarz rozszerzony:
W roztworze CuCl2 występują jony Cu2+ i Cl- Czyli kationy miedzi i aniony chlorkowe. W związku z przepływem prądu przez roztwór, kationy miedzi będą przyciągać się do elektrody o ujemnym biegunie (-), a aniony chlorkowe do elektrody o dodatnim biegunie (+). Bieguny są zgodne z biegunami baterii. Na elektrodzie ujemnej, powstaną atomy miedzi Cu0, a na elektrodzie dodatniej pęcherzyki chloru Cl02.
Cu2+ +2e -> Cu0 redukcja

2Cl- - 2e -> Cl02 utlenianie
Elektroda dodatnia w procesie elektrolizy nazywana jest anodą, a ujemna katodą. Nazwy pochodzą od rodzaju przyciąganych jonów. Powyższa reakcja jest reakcją elektrochemiczną, a proces ten należy do reakcji typu redoks (utlenia i redukcji).

Zastosowanie praktyczne:
Procesy elektrochemiczne stosuje się do otrzymywania czystych metali. Zastępują one często procesy hutnicze, które nie dają możliwości otrzymania tak czystych metali. Proces galwanizacji jest stosowany do powlekania metali lub stopów narażonych na korozję. Stosuje się do tego sole metali bardziej szlachetnych (Cr, Ni, Cu, Ag itp.)
Najczęściej galwanizuje się przedmioty, aby ochronić wyrób, który chcemy chronić przed czynnikami środowiskowymi (np. pozłacanie – ochrona przed korozją) lub w celu polepszenia estetyki (np. chromowanie, posrebrzanie).

Ciekawostki, historia odkrycia:
Powyższe zjawiska zostały odkryte między innymi dzięki doświadczeniom przeprowadzonym przez angielskiego fizyka i chemika Michaela Faradaya. W pierwszej połowie XIX w. sformułował on prawa elektrolizy.
Jednak istnieją dowody, że już kilka tysięcy lat temu ludzie próbowali pokrywać powierzchnie znanych sobie metali powłokami ochronnymi, mającymi za zadanie chronić je przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi.

STANOWISKO: SOLE METALI ALKALICZNYCH
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Każde stanowisko składa się ze stołu laboratoryjnego ize zlewem wraz z podłączeniem do kanalizacji, wykonanego z materiałów odpornych na działanie odczynników chemicznych. Sugeruje się zastosowanie rozwiązań systemowych, opracowanych dla sal chemicznych w szkołach, uczelniach oraz innych miejscach przystosowanych do realizacji doświadczeń chemicznych. Stoły powinny zostać wyposażone w digestiorium oraz szafki. W szafkach mają się znaleźć: zapas odczynników oraz materiałów pomocniczych, wystarczających na cały dzień doświadczeń – różne, w zależności od prezentowanego materiału oraz miejsce na nieużywane w danej chwili. Szafki mają mieć możliwość bycia zamkniętymi na klucz, aby nikt niepowołany nie miał do nich dostępu. Podobnie należy zabezpieczyć stałe elementy wyposażenia stołu (np. palniki Buchnsena, źródła gazu itp.) przed dostępem osób trzecich oraz Zwiedzających. Przy każdym stoliku ma się również znaleźć lista, na której zaznaczane będą codzienne stany zapasów oraz ich zużycie tak.
Stanowisko ma również zawierać: dostęp do gazu ziemnego, wody, palnik Bunsena, wąż gumowy łączący palnik z zaworem gazu, pręcik platynowy z uchwytem izolowanym termicznie do analizy płomieniowej, roztwory soli: CaCl2, NaCl, KCl, LiCl, CsCl, SrCl2, BaCl2, zapałki lub zapalarkę do gazu, szklane pojemniki z korkami na odczynniki chemiczne.

Stanowisko zaopatrzone jest w:
- tabliczkę informacyjną / instrukcję obsługi stanowiska,
- monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczkę:

SOLE METALI ALKALICZNYCH
Kolorowe ogniki są niczym innym, jak tylko różnymi barwami płomienia. Jednak te barwy uzyskać można między innymi dzięki solom metali alkalicznych (czyli leżących w pierwszych dwóch grupach układu okresowego pierwiastków). Analiza płomieniowa, a tak jest nazywany proces oceny substancji po barwie płomienia, jest bardzo widowiskowa, o czym można się na własne oczy przekonać na tym stanowisku. Niniejsze stanowisko

pokazuje, że różne substancje spalają się na różne kolory, nie tylko „na czerwono", jak można by sądzić.

INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. Zapal zapałkę/zapalarkę i odkręć zawór z gazem, celem zapalenia palnika.
2. Weź do ręki pręcik platynowy i wyprażaj go w płomieniu tak długo, aż przestanie być widoczny żółty płomień.
3. Zanurzaj kolejno pręcik w przygotowanych roztworach i wkładaj w płomień palnika.
4. Opisz zmiany zabarwienia.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl..

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

SOLE METALI ALKALICZNYCH

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

sole, analiza płomieniowa, rozpoznawanie soli metali

Komentarz podstawowy:

Sole metali włożone w płomień palnika zabarwiają się na charakterystyczny dla nich kolor. Dzięki temu można rozpoznać z jaką substancją ma się do czynienia. Potrzebny jest jednak palnik z możliwością osiągnięcia wysokiej temperatury.
Natomiast same sole, to związki, w których w wyniku zastąpienia (częściowego lub całkowitego) atomów wodoru (w kwasach) innymi lub grupami o właściwościach elektrofilowych.
Proces rozpoznawania substancji po barwie płomienia nazywa się analizą płomieniową.
Można uzyskać różne zabarwienia badanych substancji: ceglastoczerwony, żółty, różowy, karminowoczerwony, niebieski, karminowy, zielony. Częste prażenie pręcika pomaga w obserwacji właściwej barwy płomienia badanej substancji.

Komentarz rozszerzony:

Sole metali alkalicznych (1. grupa układu okresowego pierwiastków) barwią płomień na różne kolory. Wpływ na zabarwienie ma obecność odpowiedniego jonu metalu. Najwygodniej przeprowadzać eksperyment, jeśli badane sole są solami lotnymi, np. chlorkami. W powyższym eksperymencie otrzymano następujące zabarwienia:
Ca2+ ceglastoczerwony
Na+ żółty
K+ różowy
Li+ ciemnoczerwony
Cs+ niebieski (błękitny)
Sr2+ karminowoczerwony
Ba2+ zielony
Analiza płomieniowa soli metali pozwala na bardzo szybką analizę jakościową badanej substancji. Używany pręcik musi być wykonany z metalu szlachetnego, najlepiej z platyny, aby nie korodował i nie wchodził w reakcje z innymi jonami.

Zastosowanie praktyczne:

Jest to metoda stosowana w laboratoriach chemicznych do szybkiej analizy jakościowej soli metali. Charakterystyczne zabarwienia płomieni poszczególnych jonów mają szerokie zastosowanie przy produkcji materiałów pirotechnicznych tj. petard i fajerwerków.

Ciekawostki, historia odkrycia:

Przedstawione eksperymenty są dość obrazowe i przedstawiają szeroki zakres chemii. Niektóre z tych doświadczeń zostały opracowane wiele lat z temu. Szeroki rozkwit nauk przyrodniczych w tym chemii nastąpił na przełomie XVIII i XIX w. Wtedy to znaleziono szereg wyjaśnień do eksperymentów alchemicznych.
Np. badania Paracelsusa, teoria Johna Daltona, odkrycia H. Cavendisha, A. Lavoisiera, J. Śniadeckiego i innych uczonych.

Doświadczenie powyższe, bezpieczne – stanowić będą stałą ofertę CNiT. Oprócz powyższych realizowany będzie w CNiT specjalny program edukacyjny (formy stałe) – podczas których możliwe będzie z zachowaniem bezpieczeństwa **przeprowadzenie bardziej złożonych eksperymentów** – wymagających zastosowania specjalnych środków ostrożności oraz zabezpieczeń.

Wymaga się zakupu i dostawy **WYPOSAŻENIA** w zakresie:

Stoły laboratoryjne:
Wymagane stoły laboratoryjne tzw. wyspowe – 4 szt. o wymiarach blatu 3000 x 1500 mm (+/-15%); wysokość: 750 mm. Na jednym końcu stanowisko zlewowe dwukomorowe o wymiarach 295 x 145 mm (+/-15%). Przy każdym ze zlewów wyprowadzona z blatu armatura laboratoryjna pokryta chemoodpornym tworzywem. Wykonanie stołów zgodnie z PN EN 13150 gwarantujące bezpieczną pracę ze szkodliwymi substancjami. Media: zawory wody ciepłej i zimnej, gniazdka 230 V.
Stoły wykonane powinny być z elementów modułowych umożliwiających konfigurację konstrukcji.
Stoły wyposażone w:
- płytę roboczą z obrzeżem
- konstrukcję nośną (szafka ze stelażem)
- nadstawkę instalacyjną
- zlewy wmontowane w płytę roboczą.

Stelaż wykonany są z profili zamkniętych (30x30x2 – wszystkie wymiary +/-10%) stalowych malowanych farbą proszkową epoksydową chemoodporną. Stelaże zakończone stopkami z możliwością regulacji wysokości poziomu stołu w zakresie 60 – 80 mm.

Dygestoria:
Wymagane 2 dygestoria metalowe, o konstrukcji całkowicie stalowej, bez wykorzystania materiałów drewnopochodnych, z blatem obniżonym na 750 mm.
Szczelinowa konstrukcja układu wentylacji.
Podblatowa szafka wentylowana, wykonana ze stali pokrywanej proszkowo chemoodporną farbą epoksydową, podłączona do układu wentylacji dygestorium. Wymagany sterownik wyposażony w czujnik przepływu powietrza, zapewniający pełną zgodność z wymaganiami normy EN-14175. Dwa gniazda 230V, zlewik i dwie wylewki zimnej wody, sterowane z panelu przedniego.
Rozwiązania materiałowe:
Blat:
- lity spiek ceramiczny
- ceramika wielkogabarytowa
- żywica epoksydowa
- polipropylen

Wykładka komory roboczej:
- stal pokryta proszkowo chemoodporną farbą epoksydową
- ceramika
- żywice
- polipropylen

Okno:
- rama stalowa
- rama z mdf z przesuwnymi szybami
- rama aluminiowa
- szyby ze szkła hartowanego
Dodatkowe wyposażenie:
- dodatkowe gniazda 230v i 380v
- dodatkowe wylewki wody
- wylewki gazów palnych i technicznych
- wyłącznik przeciwporażeniowy
- automatyka sterowania oknem
- system manual protect
- automatyka sterowania wentylacją
Wymagane parametry:

Szerokość (mm)	1280	1580	1880
Głębokość (mm)	940		
Wysokość (przy zamkniętym/otwartym oknie (mm)	2325 / 2575		
Wysokość blatu (mm)	900		
Komora robocza: szerokość (mm) głębokość (mm) wysokość (mm)	 1150 700 1260	 1450 700 1260	 1750 700 1260
Maksymalne otwarcie okna (mm)	750		
Zalecany przepływ przy otwartym oknie (m3/h)	600-950	750-1250	900-1500
Zalecana prędkość przepływu powietrza w otworze okna (m/s)	0,3 - 0,5		
Kołnierz wentylacji (mm)	Ø160	Ø200	Ø250

Szafy laboratoryjne:
Wymagane 2 szt. szaf na chemikalia – substancje niosące zagrożenie (2 szt. – przeszklone, 2 szt. – pełne).
Wykonane w całości z tworzywa odpornego chemicznie, materiału nie korodującego, zapewniającego długą żywotność w starciu z ostrymi przechowywanymi w niej substancjami.
Systemowe drzwi otwierane niezależnie z podziałek: kwasy/zasady.
Prowadnice wykonane z polipropylenu.
Kuwety wykonane z polipropylenu z blokadą wysuwu.
Własny boczny kanał wentylacyjny.
Wyposażenie w wentylator lub z możliwością podłączenia do istniejącej instalacji.
Profil kuwety zabezpieczający przed wylaniem się substancji.
Zgodność z PN-EN 14727.

Ścieżka 2: Rozwój wiedzy i cywilizacji

Zwiedzanie rozpoczyna się na poziomie +7,50, gdzie w Maszynowni umieszczone jest stanowisko „Maszyny proste: Rower na linie” Maszynownia) oraz „Pracownia alchemika” (Rozdzielnia).
Zasadnicza część ścieżki 2: „Rozwój wiedzy i cywilizacji” zlokalizowana jest na poziomie +10.50. Zwiedzanie na tym poziomie rozpoczyna się od „Wehikuł czasu” – multimedialnej podróży w przeszłość do czasów epoki przemysłowej.

W ramach ścieżki 2. Zwiedzający mogą także, korzystając z osobnego zewnętrznego wejścia, odwiedzić najniższy poziom Chłodni – budynku, w którym zamontowane jest wahadło Foucault'a.
Schemat zwiedzania ścieżki 2: „Rozwój wiedzy i cywilizacji" pokazany jest na rysunkach: AR 03 i AR 04 (Tom II: część rysunkowa). Schemat rozmieszczania modeli i instalacji interaktywnych, multimediów oraz wybranych elementów aranżacyjnych na tej ścieżce zilustrowany jest na rysunkach: AR 09 i AR 10 (Tom II: część rysunkowa).

Podstawowym założeniem scenariusza ścieżki „Rozwój wiedzy i cywilizacji" jest prezentacja zjawisk natury będących podstawą odkryć, pojęć, praw w fizyce i chemii.
Każde ze stanowisk ma zostać wyposażone w:
- model / instalację interaktywną,
- tabliczkę ze zwięzłym komentarzem oraz instrukcją obsługi modelu / instalacji,
- sprzęt audiowizualny z multimedialnym materiałem naukowo-dydaktycznym i popularyzatorskim.

Materiał naukowo-dydaktyczny i popularyzatorski powinien się składać z następujących elementów:
- odwołanie do praw i zjawisk fizyko-chemicznych (których ilustracją jest stanowisko),
- komentarz podstawowy i rozszerzony (z opcją wyboru przez Użytkownika),
- prezentacja zastosowań praktycznych,
- historia odkrycia, ciekawostki.

Materiał naukowo-dydaktyczny i popularyzatorski powinien składać się z części opisowej (przygotowanej w formie uruchamianej przez Zwiedzającego interaktywnej prezentacji) oraz z animacji 2d / 3d, filmów, nagrań.
Warstwa opisowa materiałów naukowo-dydaktycznych i popularyzatorskich, którą wykorzystać należy do przygotowania prezentacji, zamieszczona jest w niniejszym podrozdziale. Warstwa multimedialna (animacja, filmy, materiały audytywne) przygotowana ma zostać przez Wykonawcę ekspozycji w oparciu o wytyczne zawarte w opisie poszczególnych stanowisk oraz w oparciu o wymagania i wytyczne zamieszczone w Rozdziale 6 niniejszego Opracowania.

Elementy aranżacyjne i scenograficzne, do wykonania których zobowiązany jest Wykonawca ekspozycji, opisane zostały w niniejszym podrozdziale przy opisie poszczególnych stanowisk oraz w Rozdziale 3 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MASZYNY PROSTE – ROWER NA LINIE
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Podstawowymi elementami stanowiska są:
- rower z dwustronnymi kierownicami i zestawem przeciwlegle umieszczonych siodełek: umożliwiający jazdę w obu kierunkach bez obracania pojazdu; konstrukcja pojazdu stalowa, wzmocniona, obciążona obciążnikiem / balastem gwarantującym stabilną jazdę przy obciążeniu do 90 kg; koła z rowkiem na całym obwodzie wyprofilowanym tak, aby swobodnie a zarazem bezpiecznie mogły toczyć się po stalowej prowadnicy – linie;
- stalowa lina rozciągnięta osiowo wzdłuż stanowiska – prowadnica kół roweru,
- stalowa lina (górna) dla zawieszenia uprzęży alpinistycznej – rozpięta osiowo wzdłuż stanowiska,
- dwustronnie zamontowane podesty z kraty pomostowej umożliwiającej wsiadanie na rower i zsiadanie z roweru oraz zmianę kierunku jazdy,
- ażurowa balustrada zabezpieczająca – zamocowana z obu stron każdego z podestów,
- uprząż pełna alpinistyczna z liną asekuracyjną, karabinkami konstrukcyjnymi i zaczepami, podczepiona bloczkiem transportowym do górnej liny stalowej,

- dwuczęściowa siatka asekuracyjna zabezpieczająca z polipropylenu o podwyższonej wytrzymałości, z liną krawędziową – rozciągnięta w płaszczyźnie ruchu poniżej liny, zabezpieczająca Użytkownika w przypadku upadku, umożliwiająca swobodne przemieszczanie się podwieszonego balastu,
- kask do prac wysokościowych – 2 kpl.

Projektowana długość stanowiska: 2100,00cm (+/-15%).
Wszystkie elementy powinny być przeliczone i szczegółowo zaprojektowane na etapie projektu warsztatowego i testów prototypowych tak, aby stanowisko było w pełni bezpieczne dla Użytkowników. Wzorcowe rozwiązanie: Heureka, Helsinki oraz Pałac Cudów, Budapeszt.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 47.

Stanowisko ma charakter modelu pokazowego. Ze stanowiska skorzystać będzie mogła ograniczona liczba Użytkowników pod opieką pracownika Centrum.

Nie przewiduje się wyposażenia stanowiska w sprzęt i urządzenia AV ani w dodatkowe tabliczki informacyjne.

PRACOWNIA ALCHEMIKA

W Pracowni Alchemika powinny być stworzone warunki do przeprowadzenia doświadczeń chemicznych – w ramach specjalnej oferty skierowanej do Zwiedzających lub w ramach realizacji autorskich programów nauczania czy edukacji pozaszkolnej.
Ze względu na długi czas zwiedzania jakiego wymaga ścieżka 2 „Rozwój wiedzy i cywilizacji" nie przewiduje się w ramach zwiedzania tej ścieżki wykonywania osobnych eksperymentów i doświadczeń w Pracowni Alchemika. W ofercie skierowanej do szkół będzie jednak można skorzystać z części stanowisk doświadczalnych na poziomie +10,50 a pobyt kontynuować w Pracowni Alchemika i wykonać tutaj uzgodnione ze szkołami doświadczenia. Oferta doświadczeń chemicznych przygotowana zostanie przez pracowników CNiT na etapie eksploatacji ekspozycji.
Stworzona więc powinna być możliwość realizacji doświadczeń chemicznych o zbliżonym stopniu trudności jak doświadczenia opisane na ścieżce 1 „Przetwarzanie energii". W tym celu wymaga się zakupu i dostawy **WYPOSAŻENIA** w zakresie:

<u>Stoły laboratoryjne:</u>
Wymagane stoły laboratoryjne tzw. wyspowe – 4 szt. o wymiarach blatu 3000 x 1500 mm (+/-15%); wysokość: 750 mm. Na jednym końcu stanowisko zlewowe dwukomorowe o wymiarach 295 x 145 mm (+/-15%). Przy każdym ze zlewów wyprowadzona z blatu armatura laboratoryjna pokryta chemoodpornym tworzywem. Wykonanie stołów zgodnie z PN EN 13150 gwarantujące bezpieczną pracę ze szkodliwymi substancjami. Media: zawory wody ciepłej i zimnej, gniazdka 230 V.
Stoły wykonane powinny być z elementów modułowych umożliwiających konfigurację konstrukcji.
Stoły wyposażone w:
- płytę roboczą z obrzeżem
- konstrukcję nośną (szafka ze stelażem)
- nadstawkę instalacyjną
- zlewy wmontowane w płytę roboczą.

Stelaż wykonany są z profili zamkniętych (30x30x2 – wszystkie wymiary +/-10%) stalowych malowanych farbą proszkową epoksydową chemoodporną. Stelaże zakończone stopkami z możliwością regulacji wysokości poziomu stołu w zakresie 60 – 80 mm.

<u>Dygestoria:</u>
Wymagane 2 dygestoria metalowe, o konstrukcji całkowicie stalowej, bez wykorzystania materiałów drewnopochodnych, z blatem obniżonym na 750 mm.

Szczelinowa konstrukcja układu wentylacji.
Podblatowa szafka wentylowana, wykonana ze stali pokrywanej proszkowo chemoodporną farbą epoksydową, podłączona do układu wentylacji dygestorium. Wymagany sterownik wyposażony w czujnik przepływu powietrza, zapewniający pełną zgodność z wymaganiami normy EN-14175. Dwa gniazda 230V, zlewik i dwie wylewki zimnej wody, sterowane z panelu przedniego.
Rozwiązania materiałowe:
Blat:
- lity spiek ceramiczny
- ceramika wielkogabarytowa
- żywica epoksydowa
- polipropylen
Wykładka komory roboczej:
- stal pokryta proszkowo chemoodporną farbą epoksydową
- ceramika
- żywice
- polipropylen
Okno:
- rama stalowa
- rama z mdf z przesuwnymi szybami
- rama aluminiowa
- szyby ze szkła hartowanego
Dodatkowe wyposażenie:
- dodatkowe gniazda 230v i 380v
- dodatkowe wylewki wody
- wylewki gazów palnych i technicznych
- wyłącznik przeciwporażeniowy
- automatyka sterowania oknem
- system manual protect
- automatyka sterowania wentylacją
Wymagane parametry:

Szerokość (mm)	1280	1580	1880
Głębokość (mm)	940		
Wysokość (przy zamkniętym/otwartym oknie (mm)	2325 / 2575		
Wysokość blatu (mm)	900		
Komora robocza: szerokość (mm) głębokość (mm) wysokość (mm)	 1150 700 1260	 1450 700 1260	 1750 700 1260
Maksymalne otwarcie okna (mm)	750		
Zalecany przepływ przy otwartym oknie (m3/h)	600-950	750-1250	900-1500
Zalecana prędkość przepływu powietrza w otworze okna (m/s)	0,3 - 0,5		
Kołnierz wentylacji (mm)	Ø160	Ø200	Ø250

Szafy laboratoryjne:
Wymagane 2 szt. szaf na chemikalia – substancje niosące zagrożenie (2 szt. – przeszklone, 2 szt. – pełne).
Wykonane w całości z tworzywa odpornego chemicznie, materiału nie korodującego, zapewniającego długą żywotność w starciu z ostrymi przechowywanymi w niej substancjami.
Systemowe drzwi otwierane niezależnie z podziałek: kwasy/zasady.
Prowadnice wykonane z polipropylenu.
Kuwety wykonane z polipropylenu z blokadą wysuwu.

Własny boczny kanał wentylacyjny.
Wyposażenie w wentylator lub z możliwością podłączenia do istniejącej instalacji.
Profil kuwety zabezpieczający przed wylaniem się substancji.
Zgodność z PN-EN 14727.

STREFA: WEHIKUŁ CZASU

Zwiedzanie na tym poziomie rozpoczyna się od „Wehikuł czasu": ruchomego chodnika przemieszczającego się przez strefę animacji i prezentacji multimedialnych która ma być symbolicznym przemieszczeniem się do:

- czasów epoki przemysłowej (czasu rozwoju nowoczesnej nauki, techniki i cywilizacji),
- czasu budowy i rozbudowy elektrowni i elektrociepłowni EC1.

Przejazd „Wehikułem czasu" ma być „klimatycznym" wprowadzeniem do tematyki prezentowanej na ekspozycji.

Scenariusz zakłada, że we wnękach okiennych zamontowane zostaną monitory, na których prezentowany będzie materiał archiwalny związany z powstaniem elektrowni i pracą elektrowni / elektrociepłowni. Wydobyte i zaakcentowane będą warunki i kultura pracy.
Na pozostałych monitorach powinna być prezentowana animacja przygotowana łączoną techniką 2d – 3d pokazująca „klimat" rewolucji przemysłowej oraz postacie najwybitniejszych fizyków i konstruktorów z okresu XVIII-XX w.
Kontent multimedialny w tym miejscu powinien w minimalnym stopniu operować warstwą tekstową – nacisk należy przede wszystkim położyć na obraz. Nie przewiduje się używania w tym miejscu materiałów audytywnych ze względu na usytuowane w niedalekiej odległości stanowiska doświadczalne (w tym stanowiska związane z akustyką).
Kontent multimedialny będzie prezentowany w formie zapętlonych projekcji na 13 monitorach [mn 2.24, mn 2.25, mn 2.36].
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Łączny czas trwania prezentacji i animacji dla strefy „Wehikuł czasu": 30 minut.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: ZJAWISKO PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Cel:
Przedstawienie zjawiska promieniotwórczości.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Eksperyment ma pokazać jak materiał, z którego zbudowana jest osłona przeciw promieniowaniu oraz jej grubość wpływają na pochłanianie promieniowania pochodzącego z rozpadu promieniotwórczego.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 220,00cm (dł.) x 20,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.

Na obu końcach blatu podestu osiowo należy zamontować (spaw) rurki - wsporniki ze stali nierdzewnej Φ2,00-3,00cm. Na ich wierzchołkach zamontować należy ołowiane rury Φ ok. 5,00cm, wewnątrz których umieszczone będzie źródło promieniowania gamma oraz detektor, połączone trzema prętami - prowadnicami (Φ0,50-1,00cm, stal) utrzymującymi krążki.
Rura ze źródłem promieniowania musi zostać zabezpieczona folią aluminiową gr. 0,10cm w celu uniemożliwienia wydostawania się promieniowania na zewnątrz w niekontrolowany sposób. Źródłem promieniowania będzie np. ameryk 241 (jego ilość ma być dobrana doświadczalnie, na etapie ostatecznych testów prototypów). Należy zastosować pierwiastek promieniotwórczy w ilości niezagrażającej życiu ani zdrowiu tak Zwiedzających, jak i pracowników; rodzaj i ilość pierwiastka absolutnie nie może doprowadzić do powstania zagrożenia radiacyjnego. Promieniowanie źródła powinno umożliwić zmiany wskazania na liczniku Geigera-Mullera. W fazie ostatecznych testów prototypów należy również sprawdzić czy stanowisko spełnia unormowania prawne dotyczące promieniowania.
Rura po przeciwnej stronie źródła promieniowania ma pozostawać pusta w środku; ma być do niej podłączony licznik G-M z wyświetlaczem widocznym dla Zwiedzającego. Należy dobrać odpowiednie urządzenie: zarówno pod względem zakresu czułości urządzenia jak i możliwości zaobserwowania przez Zwiedzającego zmian odczytów urządzenia. Detektor powinien odpowiednio przygotowany i skalibrowany: jego odczyty ustawione poprawnie dla różnych natężeń promieniowania.
Elementy stanowiska narażone na promieniowanie muszą być szczelnie obudowane płytami przezroczystej pleksi gr. 1,00-2,00cm.
Na górnej z prowadnic, w równych odstępach należy umieścić 3 zestawy krążków po 6,00szt. na jeden zestaw. Krążki, Φ6,00 cm, na krawędzi powinny mieć otwór umożliwiający wprowadzenie prowadnicy; krążki muszą mieć możliwość swobodnego obrotu w płaszczyźnie poprzecznej do prowadnicy. Krążki powinny być wykonane z trzech różnych materiałów: drewna, aluminium, stali (każdy zestaw z osobnego materiału). Rodzaj drewna, stali oraz aluminium – należy dobrać na etapie konstruowania prototypu stanowiska wraz z doborem ilości materiału promieniotwórczego oraz wyborem i ustawieniem licznika G-M w taki sposób, aby stanowisko było bezpieczne zarówno dla Zwiedzających jak i pracowników, ale aby równocześnie możliwa była obserwacja zjawiska.
Poszczególne grupy krążków powinny mieć możliwość niezależnego od siebie obrotu tak, aby dowolną ilością krążków danego materiału móc przesłonić tor cząstek promieniowania. Pozostałe dwie stalowe prowadnice mają za zadanie stabilizację i blokowanie krążków: jedna z szyn powinna przytrzymywać krążki w pozycji nieblokującej przepływu promieniowania tak, aby samorzutnie nie obracały się, a druga powinna uniemożliwić obracanie nimi o 360° przez Użytkownika. Ułożenie krążków względem siebie należy ustalić doświadczalnie, na etapie ostatecznych testów prototypów.
Osobny krążek należy wykonać z pleksi – takiej samej, z jakiej wykonana jest zabudowa rury ze źródłem promieniowania. Krążek powinien być tak samo zamontowany na prowadnicy jak opisane wyżej trzy zestawy krążków.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 32.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.16.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

ZJAWISKO PROMIENIOTWÓRCZOŚCI
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Przekręć w dół wybraną przez siebie, dowolną ilość krążków wykonanych z tego samego materiału oraz zaobserwuj wskazania detektora (licznik G-M).*

2. *Powtórz doświadczenie z inną kombinacją krążków.*
3. *Powtórz doświadczenie z użyciem krążka z pleksi.*
4. *Jak zmieniają się wskazania licznika w zależności od liczby i od rodzaju krążków, którymi przesłaniasz promieniowanie?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?

Od ponad stu lat znane i badane jest zjawisko promieniotwórczości. Jest to zdolność jąder atomów do rozpadu. W trakcie rozpadu emitowane są cząstki alfa, beta i gamma. Proces ten może zachodzić także w kierunku odwrotnym. Materiał, na który padają cząstki alfa, beta lub gamma pochłania część z nich – mowa jest wtedy o absorpcji promieniowania. Różne materiały mają różne możliwości pochłaniania (zatrzymywania) promieniowania.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.16].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ZJAWISKO PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

promieniowanie, promieniotwórczość, absorpcja promieniowania, ochrona przed promieniowaniem, rozpad atomowy

Komentarz podstawowy:

Każdy atom zbudowany jest z jądra atomowego o ładunku dodatnim i krążących wokół niego ujemnie naładowanych elektronów. Jądro atomowe natomiast zbudowane jest z dodatnio naładowanych protonów i pozbawianych ładunku elektrycznego neutronów. O tym, jaki jest to pierwiastek chemiczny decyduje ilość protonów znajdujących się w jądrze (np. wodór posiada w jądrze jeden proton, hel dwa, itd.) Atomy o tej samej ilości protonów, ale różnej ilości neutronów nazywane są izotopami jednego pierwiastka. Ilość neutronów w jądrze atomu nie może być dowolna. Gdy jest ich zbyt dużo lub zbyt mało, jądro atomowe przestaje być stabilne. Rozpad jądra atomowego prowadzi do promieniowania, podczas którego emitowane są cząstki alfa, beta, gamma. Promieniowanie to może być pochłaniane przez materiały: różne materiały w różnym stopniu pochłaniają promieniowanie (absorpcja promieniowania).

Komentarz rozszerzony:

O zjawisku promieniotwórczości jest mowa, gdy źródło promieniowania emituje cząstki, które zaczynają oddziaływać z otaczającą je materią. To oddziaływanie powoduje zanikanie cząstek promieniowania alfa, beta czy gamma - wraz z oddalaniem się od źródła promieniowania. Zanikanie to następuje w wyniku oddziaływania cząstek emitowanych w procesach promieniotwórczych z atomami otoczenia, w wyniku czego wytracają one swoją energię i ostatecznie absorbowane są przez materię. Zmianę natężenia promieniowania opisuje zanik ekspotencjalny:

$I(x)= I_0 e^{(-\mu x)}$

gdzie: x - to odległość od źródła promieniowania, I_0 - to natężenie promieniowania na powierzchni źródła promieniotwórczego. Współczynnik „μ" opisuje natomiast efektywność pochłaniania promieniowania przez dany materiał i zależy on od gęstości materiału (np. wyższy jest dla wody niż dla pary wodnej) oraz od rodzaju promieniowania i atomowej budowy materiału, przez który przechodzi promieniowanie.

Zastosowanie praktyczne:

Obecnie zjawisko promieniotwórczości stosuje się powszechnie w medycynie do oznaczania aktywności różnych organów np. tarczycy.

Promieniowanie to wszechobecne zjawisko: w każdym momencie przez ciało człowieka przenika promieniowanie. Nawet wnętrze organizmu jest promieniotwórcze! Każdy kilogram naszego ciała cechuje aktywność w wysokości około 50 promieniotwórczych rozpadów na sekundę (jeden rozpad promieniotwórczy na sekundę to 1 bekerel). Pierwiastki promieniotwórcze w ciele człowieka to przede wszystkim potas 40: znajdujący się głównie w kościach.
Gdy odkręcamy kran z wodą to uwalnia się z wody radon 222 w postaci gazowej. Pochodzi on z rozpadu alfa radu 226, który z kolei jest produktem rozpadu naturalnego uranu 238. Wdychany w ten sposób naturalny radon jest w Polsce odpowiedzialny za około połowę naturalnie pochłanianej przez ludzi, co roku, dawki promieniowania. Pierwiastek ten dostaje się do wody, ponieważ ta płynąc przez skały rozpuszcza je (w procesie trwającym nieustannie od setek tysięcy lat) i pierwiastki, które się znajdują w skałach, w tym promieniotwórcze, dostają się do wody. Jednak nie należy się tego bać – woda nie jest skażona. Nie jest to również jedyne źródło promieniowania w życiu codziennym.
Zdecydowana większość dawki promieniowania, jaką rocznie otrzymuje organizm człowieka, pochodzi ze źródeł naturalnych. Prawie połowa to wynik wdychania radonu 222, który wydostaje się z ziemi, a także materiałów budowlanych. Podwyższone dawki promieniowania oddziałujące na nas przez lata mogą zwiększyć prawdopodobieństwo zachorowania na poważną chorobę. Z drugiej strony tzw. teoria hormezy radiacyjnej mówi, że eksponowanie ciała na podwyższone wartości promieniowania może mieć pozytywne skutki dla organizmu, który uczy się naprawiać uszkodzenia na poziomie komórkowym i tym samym zwiększa się jego odporność. Zwolennicy tej teorii mają w Polsce do dyspozycji kilka uzdrowisk, gdzie mogą zażyć kąpieli radonowych.
Innymi źródłami promieniowania są m. in.: promieniowanie kosmiczne (wpływa ono np. na żywotność pamięci typu „flash", dlatego mogą być one niezdatne do odczytu po kilku latach nieużywania), promieniowanie rentgenowskie czy zwykłe detektory cząstek (np. czujniki dymu, w których znajduje się ameryk 241 - sam pierwiastek, co na naszym stanowisku).

Ciekawostki, historia odkrycia:
Zjawisko promieniotwórczości odkrył francuski fizyk Henri Becquerel w 1896 r., badając zjawisko fosforescencji. Zauważył on, że klisze podane działaniu soli uranowych nienaświetlanych wcześniej światłem słonecznym ulegają zaciemnieniu w miejscu przyłożenia ich do kliszy. Dalsze badania dowiodły, że źródłem nowego promieniowania nie jest tylko sól uranu, lecz każdy związek chemiczny zawierający wystarczającą ilość uranu oraz uran metaliczny. Udało mu się znaleźć półilościowe zależności między mocą emitowanego nowego promieniowania, a zawartością uranu w próbce.
Maria Skłodowska-Curie, za namową Becquerel'a, wraz ze swoim mężem Piotrem Curie zaczęła badać to zjawisko i zauważyła, że niektóre rudy uranowe wykazują znacznie wyższą radioaktywność niżby to wynikało z obecności samego uranu. Maria i Piotr Curie podjęli żmudne próby wydzielenia uranu ze związków rudy uranowej. Odkryli i wydzielili w ten sposób nowy pierwiastek: rad, który był wielokrotnie bardziej radioaktywny od uranu. Wyodrębnienie tego pierwiastka umożliwiło dokładniejsze zbadanie zależności ilościowych emisji energii od zawartości pierwiastka promieniotwórczego w próbce i odkrycie, że radioaktywność polega w istocie na emisji trzech różnych rodzajów promieniowania oraz przemianie jednego pierwiastka w drugi (np. radu w gazowy radon) na skutek rozpadu promieniotwórczego.
Zjawiskiem radioaktywności zajmował się wtedy również Ernest Rutherford, odkrywca jądra atomu. Rutherford otrzymał próbkę czystego uranu od Becquerela w celu zbadania emitowanego z niej promieniowania. Rutherford rozłożył to promieniowanie na trzy składowe, nazwane promieniowaniem: alfa, beta i gamma. Najważniejszym dokonaniem Rutherforda w tej dziedzinie było ustalenie, że promieniowanie alfa to strumień jonów He2+ (jąder 4He).

Animacje, grafika:

Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- emisję promieniowania podczas przemian jądra atomu,
- jak różne rodzaje materiałów wychwytują różne rodzaje promieniowania (alfa, beta, gamma) oraz jakimi materiałami najlepiej się zabezpieczać przed nim.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji i prezentacji: 30 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: PRAWO BERNOULLEGO – stanowisko 1.

Cel:
Demonstracja prawa Bernoullego, prawa ciągłości płynów i paradoksu hydrodynamicznego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Stanowisko ma zilustrować prawo Bernoullego oraz pokazać na jego przykładzie (paradoks hydrodynamiczny), że w fizyce niekoniecznie to, co wydaje się logiczne, jest prawdziwe i zgodne z jej prawami.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 400,00cm (dł.) x 160,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Wymiary zabudowy szklanej: 330,00cm (dł.) x 140,00cm (szer.), 60,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%. Zabudowa powinna zostać wykonana ze szkła bezpiecznego hartowanego. Na etapie ostatecznych testów prototypów, a przed przystąpieniem do realizacji należy, poprzez obliczenie naprężeń i współczynników odkształceń, dobrać odpowiednią grubość szkła oraz sposób łączenia ze sobą tafli.
Wysokość słupa cieczy w zbiorniku (w szklanej zabudowie) w stanie spoczynku ma wynosić ok.30,00cm.
Wewnątrz zbiornika umieścić należy równolegle do siebie dwa kadłuby statków pełnomorskich o wymiarach ok. 180,00cm x 40,00cm; wykonane z tworzywa sztucznego, o niezbędnej dla prawidłowego przeprowadzenia doświadczenia sztywności i wytrzymałości kadłuba. Do górnych części ich burt powinna zostać zamocowana warstwa gumy (gr. 2,00cm, na wodoodpornym kleju) w celu ochrony podczas wzajemnych zderzeń.
Wewnątrz zbiornika do krótszej jego krawędzi zamontować rurkę (stal nierdzewna, Φ2,50cm) stabilizującą położenie statków, a jednocześnie, poprzez swoje elastyczne mocowanie do ścianki zbiornika, umożliwiającą elastyczne cumowanie statków i odchylanie się ich od osi wzdłużnej podczas doświadczenia.
Wzdłuż zbiornika przeciągnąć należy dwie linki (stalowe, powlekane, Φ 0,50cm), mocowane do ściany zbiornika z jednej strony i do rurki stabilizacyjnej z drugiej strony. Linki należy przeciągnąć przez kil każdego ze statków, równolegle do pokładu.
Na obudowie podestu należy zabudować przycisk z wyłącznikiem czasowym, uruchamiający pompę znajdującą się we wnętrzu podestu. Zadaniem pompy jest tłoczyć ciecz w kierunku: od ścianki, do której zamocowana jest rurka stabilizacyjna, w stronę przeciwną – skąd nadmiar cieczy ma wracać (poprzez system filtrów) do zbiornika retencyjnego, a stamtąd z powrotem do pompy.
Ponieważ doświadczenie związane jest ze zjawiskiem zbliżania się do siebie burt statków podczas przepływu cieczy równolegle do ich burt, należy na etapie ostatecznych testów prototypów dopasować moc pompy oraz pozostałe elementy stanowiska (masa modeli,

długość i elastyczność linki mocującej rurkę stabilizacyjną) w taki sposób, aby doświadczenie trwało ok. 20s.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Stanowisko powinno zostać wyposażone w instalację wodną (zasilania, kanalizacji).
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 62.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.31.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRAWO BERNOULLIEGO
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
1. *Uruchom pompą przepływ wody naciskając przycisk.*
2. *Jak zachowują się statki, kiedy woda płynie między nimi z dużą prędkością?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Pewne obserwowane w naturze zjawiska przeczą „zdrowemu rozsądkowi". Z sytuacją taką mamy do czynienia w przypadku paradoksu hydrodynamicznego. W miejscu zwężenia przepływu ciśnienie wody nie rośnie, ale maleje. Woda radzi "radzi sobie" ze zwężeniem zwiększając prędkość przepływu.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.40].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRAWO BERNOULLEGO
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
prawa Bernoullego, prawa ciągłości płynów, paradoks hydrodynamiczny

Komentarz podstawowy:
Związek pomiędzy prędkością przepływającej cieczy, a ciśnieniem w miejscu przepływu określa prawo Bernoullego.
Ciecz przepływająca przez rurkę o zwężającym się przekroju zwiększa swoją prędkość przepływu, a jeśli rurka się rozszerza - zwalnia. Związek ten nie wydaje się jednak być oczywisty dla obserwatora.
Działanie Prawa Bernoullego w praktyce można obserwować w wielu sytuacjach „wbrew zdrowemu rozsądkowi". Przykładem może być piłka, która ułożona pod strumieniem cieczy unosi się do góry.

Komentarz rozszerzony:
Prawo Bernoullego mówi, że suma energii kinetycznej, potencjalnej i ciśnienia jednostki masy ustalonego przepływu cieczy doskonałej jest wielkością stałą. Jeśli ma się do czynienia z szybszym przepływem cieczy w danym układzie, to będzie to oznaczało spadek ciśnienia. Mówiąc o cieczy doskonałej można zaniedbać takie efekty jak lepkość cieczy czy ruch turbulentny, tj. zjawiska, które zaburzają ruch cieczy. Rozważając prawo Bernoullego warto pamiętać, że mierzone ciśnienie w danym miejscu (ciśnienie statyczne) jest, w odróżnieniu od ciśnienia dynamicznego, niezwiązane z prędkością przepływu. Inna postać prawa Bernoullego mówi, że suma ciśnienia statycznego i dynamicznego ma być wartością stałą. Jeśli zatem jedno z nich wzrasta to drugie musi maleć.
Prawo Bernoullego ma postać:

(v^2)/2+Φ+w=const
gdzie: Φ - energia potencjalna jednostki masy, w - entalpia przypadająca na jednostkę masy.

Zastosowanie praktyczne:
Prawo Bernoullego jest jednym z podstawowych praw, których wykorzystanie w praktyce pozwala opisać zasadę działania i zaprojektować obiekty mierzące ciśnienie wywierane przez przepływające płyny.
Zmieniając przekrój poprzeczny rur, przez które przepływa ciecz, można kontrolować prędkość jej przepływu. Prawo Bernoulliego jest wykorzystywane w produkcji np. lodówek, które każdy ma w domu. Rurki, które są na tylnej obudowie lodówki, mają różne średnice, co wymusza zmianę prędkości przepływu cieczy - chłodziwa, która się w nich znajduje.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Daniel Bernoulli był szwajcarskim uczonym, który żył w XVIII w. Był jednym z największych fizyków swoich czasów twórcą prawa nazwanego jego nazwiskiem – prawa Bernoullego. Wielu członków jego rodziny również przysłużyło się fizyce oraz matematyce. Przykładem może być np. jego wuj (Jakob Bernoulli), który zdefiniował liczbę Eulera: „e". Jest ona stosowana w np. w matematyce do oznaczania podstawy logarytmu naturalnego i wynosi ≈2,7182818…

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- pokazanie, w jaki sposób prawem Bernoullego można wytłumaczyć „przyciąganie" się ciał – w tym wypadku blisko siebie płynących statków.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Łączny czas trwania animacji i prezentacji: 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: PRAWO BERNOULLIEGO – stanowisko 2.

Cel:
Demonstracja prawa Bernoullego, prawa ciągłości płynów, paradoksu hydrodynamicznego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Stanowisko ma zilustrować prawo Bernoullego oraz pokazać na jego przykładzie, że w fizyce niekoniecznie to, co wydaje się logiczne, jest prawdziwe i zgodne z jej prawami.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 100,00cm (dł.) x 100,00cm (szer.) x 50,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Wysokość stanowiska: 250,00cm (+/-10%).
Do podestu przymocowana jest (spaw) ażurowana konstrukcja z rur (Φ2,50cm, stal nierdzewna) o wysokości ok. 130,00cm podtrzymująca umieszczony na jej szczycie zbiornik z wodą. Zbiornik wody wykonany w kształcie kuli o średnicy 50,00cm – szkło lub przeźroczyste tworzywo sztuczne.

Część konstrukcji: od blatu podestu do wysokości ok. 130,00 cm ma być zabudowana ściankami ze szkła bezpiecznego 2.2.1 w celu ochrony Zwiedzających (przed ewentualnym zachlapaniem) oraz w celu zabezpieczenia stanowiska.
W podeście zabudowana powinna być pompa, pompująca wodę do szklanego zbiornika zlokalizowanego na szczycie konstrukcji.
W podeście zabudować należy przycisk uruchamiający pompę.
Rurki do obiegu wody wykonane powinny być z przezroczystej pleksi Φ 4,00-4,50cm. Dolny fragment orurowania należy wypoziomować, przy czym fragment tego odcinka powinien mieć zawężony przekrój (do 2,00-2,50cm).
Należy zastosować ciekłokrystaliczne mierniki, z wbudowanymi bateriami, w dwóch miejscach na wypoziomowanym fragmencie rurki: jeden na jej większym przekroju, drugi na mniejszym.
W zbiorniku wody umieszczonym na szczycie umieścić należy czujnik, ze wskazaniami którego skorelowana powinna zostać praca pompy.
Powierzchnię blatu należy wyprofilować w taki sposób, aby woda nie rozchlapując się spływała w dół, w kierunku pompy.
Precyzyjne średnice rurek, wyprofilowanie rurek, wyprofilowanie powierzchni blatu, moc pompy i ilość cieczy w obiegu należy ustalić i dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów w taki sposób, aby doświadczenie było możliwe do przeprowadzenia a zamierzony efekt możliwy do zaobserwowania przez Zwiedzającego.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 63.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.32.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRAWO BERNOULLIEGO
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Uruchom pompę naciskając przycisk. Odczekaj, aż woda popłynie zacznie spływać ze zbiornika w dół.*
2. *Jakie wartości wskazuje mierniki umieszczony na węższym przekroju poziomego kawałka rurki?*
3. *Jakie wartości wskazuje mierniki umieszczony na szerszym przekroju poziomego kawałka rurki?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
W miejscu zwężenia przepływu ciśnienie wody nie rośnie, ale maleje. Woda radzi "radzi sobie" ze zwężeniem zwiększając prędkość przepływu. Zjawisko to jest często wykorzystywane w praktyce, chociażby w przepływomierzach.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.41].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRAWO BERNOULLEGO
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
prawa Bernoullego, prawa ciągłości płynów, paradoks hydrodynamiczny

Komentarz podstawowy:

Prawo Bernoullego określa związek pomiędzy prędkością przepływającej cieczy, a ciśnieniem w miejscu przepływu. Ciecz przepływająca przez rurkę o zwężającym się przekroju zwiększa swoją prędkość przepływu, a jeśli rurka się rozszerza - zwalnia.
Związek ten nie wydaje się jednak być oczywistym dla obserwatora, dlatego zjawisko to nosi nazwę „paradoksu hydrodynamicznego". Błąd w potocznym rozumowaniu polega na założeniu, że płyn w zwężeniu zmniejsza swoją objętość proporcjonalnie do zmiany przekroju rury i tym samym powinno wzrastać ciśnienie. Dzieje się jednak inaczej. Ściśliwość w wypadku małych prędkości prawie nie występuje. Płyn "radzi sobie" ze zwężeniem zwiększając prędkość przepływu. Oznacza to, że płyn w obszarze początku zwężenia przyspiesza, natomiast w obszarze końca zwężenia zwalnia. Zmiana prędkości możliwa jest tylko poprzez działanie sił wewnątrz płynu, które wywołuje właśnie zmiana ciśnienia.

Komentarz rozszerzony:
Prawo Bernoullego mówi, że suma energii kinetycznej, potencjalnej i ciśnienia jednostki masy ustalonego przepływu cieczy doskonałej jest wielkością stałą. Jeśli ma się do czynienia z szybszym przepływem cieczy w danym układzie, to będzie to oznaczało spadek ciśnienia. Mówiąc o cieczy doskonałej można zaniedbać takie efekty jak lepkość cieczy czy ruch turbulentny, tj. zjawiska, które zaburzają ruch cieczy. Rozważając prawo Bernoullego warto pamiętać, że mierzone ciśnienie w danym miejscu (ciśnienie statyczne) jest, w odróżnieniu od ciśnienia dynamicznego, niezwiązane z prędkością przepływu. Inna postać prawa Bernoullego mówi, że suma ciśnienia statycznego i dynamicznego ma być wartością stałą. Jeśli zatem jedno z nich wzrasta to drugie musi maleć.
Prawo Bernoullego ma postać:
(v^2)/2+Φ+w=const
gdzie: Φ - energia potencjalna jednostki masy, w - entalpia przypadająca na jednostkę masy.
Ciecze są płynami na ogół mało ściśliwymi. Prędkość przepływu cieczy w sztywnym przewodzie jest odwrotnie proporcjonalna do pola przekroju poprzecznego w danym miejscu.
Zgodnie z równaniem ciągłości strugi, przy założeniu, że dla płynu nieściśliwego temperatura jest stała i jednakowa dla każdego przekroju przewodu, to objętość płynu wpływającego i odpływającego w ciągu jednej sekundy z dowolnego punktu przekroju jest stała (ponieważ ciecz wypełnia cała rurę, a będąc nieściśliwą nie może się nigdzie gromadzić):
Q = V/t
gdzie: Q – strumień objętości (m3/s), V – objętość (m3), t – czas (s).

Zastosowanie praktyczne:
Prawo Bernoullego jest jednym z podstawowych praw, których wykorzystanie w praktyce pozwala opisać zasadę działania i zaprojektować urządzenia mierzące ciśnienie płynów.
Zmieniając przekrój poprzeczny rur, przez które przepływa ciecz można kontrolować prędkość jej przepływu.
Prawo Bernoullego jest wykorzystywane w praktyce w przepływomierzach do pomiaru przepływu cieczy, a niekiedy też i przepływu gazów. Dzięki przepływomierzom można mierzyć strumień objętości lub masę substancji poruszającej się przez daną powierzchnię prostopadłą do kierunku przepływu.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Daniel Bernoulli był szwajcarskim matematykiem i fizykiem żyjącym w XVIII w. Wykładał m.in. w Petersburgu i Bazylei. Był twórcą prawa nazwanego jego nazwiskiem – prawa Bernoullego.
Prawo Bernoullego ma zastosowanie zarówno w cieczach jak i w gazach.
W zamożnej rodzinie Bernoullich wiele osób zajmowało się matematyka i fizyką. Wuj Daniela – np. Jakob Bernoulli zdefiniował liczbę Eulera: „e". Jest ona stosowana m.in. w matematyce, do oznaczania podstawy logarytmu naturalnego i wynosi ≈2,7182818…

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- związek pomiędzy prędkością przepływającej cieczy a przekrojem przepływu,
- związek pomiędzy prędkością przepływającej cieczy, a ciśnieniem w miejscu przepływu.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: ŁADUNEK ELEKTRYCZNY - DZIAŁKO ELEKTRONOWE

Cel:
Przedstawienie sposobu działania działka elektronowego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Eksperyment ma za zadanie pokazać schemat działania działka elektronowego – zachowania się ładunku elektrycznego w próżni.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 120,00cm (dł.) x 30,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Do blatu podestu powinny zostać przymocowane osiowo dwa wsporniki ze stali nierdzewnej Φ2,00-3,00cm. Wsporniki wykorzystane będą jako korytka kablowe (kabel napięciowy do działka elektronowego).
Na wspornikach należy zamontować rurę z pleksi o średnicy ok. 10,00cm i długości ok. 105,00cm. Wewnątrz niej ma się znajdować rurka szklana (Φ4,00 cm, bliska próżni). Po jednej stronie, na długości ok. 5,00cm, rurka szklana ma być od wewnątrz pokryta folią fluorescencyjną. Rodzaj folii należy dobrać na etapie testów końcowych prototypów w taki sposób, aby elektrony wyrzucane z działka elektronowego padając na nią powodowały jej świecenie. Działko elektronowe umieszczone ma być na przeciwległym końcu szklanej rurki.
Elektrony będą się poruszać w wewnętrznej rurce, w polu elektrycznym, którego wartości napięcia powinny zostać tak dobrane, aby można było otrzymać efekt świecenia resztek gazów w rurce.
Na blacie podestu zlokalizowane mają być również:

- przełączniki (dwa regulatory np. suwakowe) służące do sterowania wartością napięcia przez Zwiedzającego,
- magnes sztabkowy (min. wymiary: 10,00cm (szer.) x 3,00cm (dł.) x 3,00cm (wys.)) przymocowany (linka stalowa Φ 0,30cm) do blatu podestu ; magnes powinien być zabezpieczony cienką warstwą pleksi; długość linki powinna umożliwić przyłożenie magnesu do obudowy ze szkła w celu zakrzywienia toru lotu elektronów.

Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 36.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.21.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

ŁADUNEK ELEKTRYCZNY - DZIAŁKO ELEKTRONOWE
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Zwróć uwagę na zielonkawą plamkę na folii fluorescencyjnej i rozbłyski wewnątrz szklanej rurki. Plamkę i rozbłyski powodują wysyłane przez działko elektronowe elektrony.*
2. *Poruszając suwakiem: raz jednym, raz drugim i obserwuj zachowanie się plamki na folii i rozbłysków w szklanej rurce. Czy zmienia się tor ruchu elektronów?*
3. *Przyłóż magnes do rury i obserwuj zachowanie się plamki na folii i rozbłysków w szklanej rurce. Czy zmienia się tor ruchu elektronów?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Na stanowisku stoi pusta bańka, w której znajdują się jedynie odrobiny gazu. Zmiana napięcia na generatorach powoduje zmianę zachowania poruszających się elektronów wysyłanych przez działko elektronowe. Zmianę poruszających się elektronów powoduje również pole magnetyczne.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.21].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ŁADUNEK ELEKTRYCZNY - DZIAŁKO ELEKTRONOWE
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
promieniowanie katodowe, działko elektronowe, elektron

Komentarz podstawowy:
W rozrzedzonych gazach, jeśli przyłoży się do nich odpowiednie napięcie, będzie można zaobserwować najpierw świecenie na powłoce fluorescencyjnej, a następnie świecenie samego gazu. Zjawisko świecenia powłoki, spowodowane jest emisją elektronów z działka elektronowego znajdującego się na węższym końcu rurki. Elektrony z niego dostają się w obszar pola elektrycznego, w którym są przez nie przyspieszane. Po przebyciu całej długości rurki, zderzają się ze ścianką pokrytą farbą fluorescencyjną, gdzie tracą swoją energię. Utratę energii elektronów można zaobserwować jako świecenie farby fluorescencyjnej. Jeśli natomiast w obszarze pola elektrycznego elektrony otrzymują wystarczająco dużo energii, to ich przypadkowe zderzenia z resztkami gazu powodują jonizację atomów gazu i ich świecenie.

Komentarz rozszerzony:
Z końca katody emitowane są elektrony o ładunku $q = 1{,}602 \times 10^{-19}$C. Trafiają one następnie w obszar pola elektrycznego. Pole to wytwarzane jest przez prosty kondensator, do którego okładek przyłożona jest różnica napięć. Powoduje to nadanie elektronom energii kinetycznej:
$E_K=Uq=(mV\text{^}2)/2$
gdzie: E_k – energia kinetyczna elektronu, q – ładunek elektronu, U – różnica napięć na okładkach kondensatora, m – masa elektronu, V – prędkość elektronu po opuszczeniu obszaru pola elektrycznego.
Elektron opuszczający ten obszar, jeśli ma dostatecznie dużą energię, może zjonizować resztki gazu znajdującego się w rurce, powodując jego świecenie. Jeśli jego energia jest zbyt niska, przebędzie on całą długość rurki i w wyniku zderzenia z atomami farby fluorescencyjnej wytraci całą swoją energię kinetyczną. Atomy farby fluorescencyjnej

pobudzone uderzeniem elektronu zaczną emitować zielonkawe światło. Jeśli natomiast zbliży się do rurki magnes, na poruszające się elektrony zacznie działać dodatkowa siła:
Fa= F_B/m
Siła ta spowoduje, iż elektron zgodnie z II zasadą dynamiki Newtona zostanie przyśpieszony w kierunku działania tej siły. Siła działająca na elektron w wyniku zbliżenia magnesu to siła magnetyczna, składowa siły Lorentza:
F_B=q (v) ⃗×B ⃗
Siła ta działa prostopadle do kierunku ruchu elektronów, dlatego zmienia ich tor ruchu, ale nie prędkość. Jak można zauważyć, zbliżanie magnesu powoduje przesuwanie się plamki widocznej na folii.

Zastosowanie praktyczne:
Obecnie promienie katodowe i lampy katodowe można spotkać na co dzień w ośrodkach zdrowia jako źródła promieniowania Roentgena (promieniowanie „X"), w podświetlaczach ekranów LCD (tzw. „płaskie" monitory, ekrany), a samo działko elektronowe w monitorach CRT (czyli telewizorach kineskopowych, monitorach komputerowych „starego typu").
Odkrycie elektronów oraz rury próżniowej umożliwiło skonstruowanie telewizora kineskopowego. W kineskopach działko elektronowe „wstrzeliwuje" elektrony do komory próżniowej, gdzie pole magnetyczne odpowiednio odchyla tor ich lotu. Elektrony na końcu uderzają w ekran powodując jego świecenie.

Ciekawostki, historia odkrycia:
W 1705 r. uczeni po raz pierwszy zaobserwowali, że iskra wytworzona za pomocą maszyny elektrostatycznej przeskakuje w powietrzu rozrzedzonym dalej niż w powietrzu znajdującym się pod normalnym ciśnieniem.
W 1838 r. Michael Faraday spróbował przepuścić przez szklaną rurę zawierającą rozrzedzone powietrze prąd elektryczny. W czasie doświadczenia zauważył dziwny łuk świetlny rozciągający się od anody (elektrody dodatniej) prawie do katody (elektrody ujemnej). Jedynym miejscem, w którym nie zaobserwował świecenia, był obszar tuż przed katodą. Obszar ten został nazwany „ciemnią Faradaya". Rozpoczął się długi i „burzliwy" okres badań nad zjawiskiem owego świecenia, któremu nadano nazwę promieni katodowych.
W 1855 r. wynaleziono nowy rodzaj pompy próżniowej, który pozwolił uzyskiwać znacznie niższe ciśnienia, co umożliwiło dalszy rozwój badań nad promieniami katodowymi.
W 1879 r. angielski fizyk William Crookes zbudował i zaprezentował nowe urządzenie zwane rurą Crookesa. Stwierdził, iż cienka folia, na której została zogniskowana wiązka promieni katodowych, nagrzewa się. Był to dowód na to, iż promienie, czymkolwiek by nie były, przenoszą energię. Drugim spostrzeżeniem Crooks'a było stwierdzenie, iż wiązka promieni wywiera siłę - przenosi pęd. Własność tę Crooks pokazywał wkładając do rury próżniowej koło łopatkowe tak, aby łopatki znalazły się na linii ruchu promieni katodowych; gdy promienie katodowe padały na łopatki, koło zaczynało się poruszać.
W drugiej połowie XIX w. powstały dwa modele opisujące promienie katodowe. Naukowcy podzielili się na przeciwne obozy - zwolenników pierwszego (korpuskularnego) i drugiego (falowego) modelu.
W 1895 r. Wilhelm Roentgen podczas eksperymentów z rurą Crookesa odkrył promienie „X". Za ich odkrycie Roentgen otrzymał w 1901 r. pierwszą Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.
W 1902 r. Joseph John Thomson wraz z Ernestem Rutherfordem wydali pracę „O przewodzeniu elektryczności przez gazy". Dowodzili w niej, że przewodnictwo „zawdzięcza się" obecnym w gazie cząstkom obdarzonym ładunkiem elektrycznym (elektronom). Thomson i Rutherford ustalili doświadczalnie stosunek ładunku do masy.
Za prace nad naturą promieniowania katodowego i odkrycie elektronu Joseph John Thomson otrzymał w 1906 r. Nagrodę Nobla.
Thompson był członkiem Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie.

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- pokazanie zasady działania działka elektronowego i promieni katodowych.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 30 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: DZIAŁANIE MIKROFALÓWKI

Cel:
Pokazanie, w jaki sposób działa mikrofalówka.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Pokazanie skutków działania mikrofal na przykładzie kuchenki mikrofalowej. Przedstawienie, w jaki sposób urządzenie ogrzewa produkty, które się w nim znajdują (na przykładzie folii termograficznej) nie wykorzystując do tego celu klasycznego „paliwa".

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 120,00cm (dł.) x 50,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Do blatu przymocowana jest mikrofalówka, magnetron nie gorszy niż 1,00kW. Fabryczna obudowa urządzenia ma być zamieniona na wykonaną z przezroczystej pleksi (gr. 0,6cm), aby była możliwość obserwacji urządzenia w trakcie pracy. Drzwiczki mikrofalówki mają być wykonane z siatki ekranującej (ochrona przed mikrofalami). Gęstość siatki ekranującej należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów w taki sposób, aby pozwalała zobaczyć Zwiedzającemu wnętrze urządzenia, wraz z kulą termograficzną.
Sama mikrofalówka ma mieć zablokowaną możliwość zmiany czasu działania, temperatury oraz pozostałe funkcje.
W obudowie podestu należy zamontować przycisk, który będzie uruchamiał mikrofalówkę ze z góry zaprogramowanymi parametrami (czas, temperatura, pozostałe funkcje, jeśli urządzenie je posiada). Parametry te należy dopasować na etapie ostatecznych testów prototypów, biorąc pod uwagę rodzaj zastosowanego materiału, z którego mają być wykonane kule, w taki sposób, aby Zwiedzający miał możliwość obserwacji zjawiska.
Wewnątrz urządzenia ma się również znaleźć „ogrzewany" obiekt – kula wykonana z folii termograficznej (Φ16,00cm), położona na obracającej się podstawie (może być fabryczny talerz, zakupiony wraz z urządzeniem; jeśli nie – ma mieć atesty pozwalające na użytkowanie go w kuchence mikrofalowej), która pod wpływem ogrzewania zmienia barwę. Obok kuchenki do blatu należy przytwierdzić na podstawce (stal nierdzewna, 8,00cm (szer.) x 8,00cm (dł.) x 1,00cm (gr.)) kulę o identycznych parametrach, wykonaną z takiego samego materiału, możliwa do dotknięcia przez Zwiedzającego. Dopuszcza się możliwość umieszczenia w jej wnętrzu nadajnika RFID, lub działającego w innym systemie, utrudniającemu wzięcie (kradzież) materiału ze stanowiska.
Stanowisko powinno być wyraźnie oznaczone symbolem graficznym informującym o zagrożeniach dla osób ze stymulatorem serca.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 33.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.06.

Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

UWAGA na rozruszniki serca!!!

DZIAŁANIE MIKROFALÓWKI
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Włącz kuchenkę mikrofalową*
2. *Dotknij (przytrzymaj) ręką folię, znajdującą się obok kuchenki oraz obserwuj zmianę jej barwy.*
3. *Co dzieje się z przedmiotem umieszczonym w mikrofalówce?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Przedmiot umieszczony w kuchence mikrofalowej zmienia swój kolor w wyniku podgrzewania. Tak samo jak folia termograficzna kiedy jej dotkniesz. Wzrost temperatury w mikrofalówce to efekt drgań wywoływanych przez fale emitowane przez urządzenie.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.06].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

DZIAŁANIE MIKROFALÓWKI
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
fale elektromagnetyczne, mikrofale, rezonans

Komentarz podstawowy:
W kuchence mikrofalowej wytwarzane są fale elektromagnetyczne o częstotliwościach radarowych – najpopularniejsza częstość używana w domowych mikrofalówkach to 2,45 GHz (gigahertzów). Fale te emitowane są do wnętrza mikrofalówki, gdzie odbijane są od metalowych ścian i metalowej siatki zamontowanej w drzwiczkach tak, by wielokrotnie przejść przez podgrzewaną potrawę i „wydajniej" ją ugotować. Fale elektromagnetyczne z zakresu mikrofalowego powodują drganie (rotację) zawartych w potrawie cząsteczek wody. One z kolei oddają, poprzez tarcie, swoją energię innym składnikom potrawy. W dużym skrócie można powiedzieć, że mikrofale najpierw gotują wodę w całej potrawie, a dopiero ona podgrzewa pozostałe składniki.

Komentarz rozszerzony:
Płynna woda z powodu bardzo silnego tłumienia drgań nie posiada wyraźnej częstości rezonansowej, lecz pochłania silnie fale elektromagnetyczne w dość szerokim zakresie częstotliwości mikrofalowych. Częstotliwość mikrofal kuchenki musi się mieścić w tym zakresie i jest wynikiem kompromisu pomiędzy dostępnymi częstotliwościami w paśmie niezakłócającym pracy innych urządzeń oraz bezpiecznym dla człowieka, a głębokością wnikania fal w potrawę. Przy częstotliwości 2,45 GHz cząstki wody drgają na tyle szybko, by zapewnić dobre pochłanianie fal elektromagnetycznych, a tym samym i szybkie ogrzewanie potrawy. Ale mikrofale wnikają w głąb tylko na około 2,5 cm (w zależności od zawartości wody w ogrzewanym produkcie). Przy niższych częstotliwościach fale wnikałyby głębiej, lecz przenikałyby przez cienkie struktury, a tym samym ogrzanie potrawy mogłoby trwać dłużej. Wybór takiej częstotliwości pracy mikrofalówki sprawia, że przekaz energii z fal elektromagnetycznych do materiału podgrzewanego jest efektywny tylko wówczas, gdy zawiera on dużą ilość wody (także w postaci związanej) lub gdy inne jego składniki chemiczne mają częstość rezonansową w zakresie

emitowanych mikrofal. Metale odbijają mikrofale i nagrzewają się w znikomym stopniu. Jednak, gdy w kuchence nie ma ciał pochłaniających energię mikrofal, w wyniku ich wielokrotnych odbić natężenie prądów wirowych w metalowej obudowie kuchenki staje się na tyle duże, że nagrzewają one nawet metalową obudowę. Mikrofale przenikają przez większość ceramik, szkło i plastik, dlatego te materiały słabo nagrzewają się w kuchenkach mikrofalowych i są wykorzystywane do produkcji ich wewnętrznych elementów.

Zastosowanie praktyczne:
Mikrofale są wykorzystywane w bardzo wielu dziedzinach nauki i techniki, począwszy od wojskowości przez łączność, a na meteorologii kończąc.
Najbardziej znanymi sposobami wykorzystania fal są: mierzenie odległości, przenoszenie sygnału oraz ogrzewanie.
Pierwszy z przykładów polega na określeniu odległości poprzez pomiar czasu jaki upłynął od wysłania fali, jej odbicia się od przeszkody do powrotu do miernika. Znając prędkość rozchodzenia się fali można obliczyć odległość jaką przebyła. Metoda ta wykorzystywana jest np. w radarach wojskowych. „Bronią" przeciwko nim, a raczej sposobem na zmylenie radaru, jest technologia „stealth" wykorzystywana m. in. w samolotach. Samoloty takie są „niewykrywalne" dla radarów, bo fale odbijają się od nich pod różnymi kątami, co utrudnia/uniemożliwia określenie położenia punktów, które składają się na obraz samolotu. Z tego powodu radar zamiast konturu samolotu wyświetla tylko nieokreślony zbiór punktów.
Telefony komórkowe, radia, internet bezprzewodowy czy telewizja wykorzystują do przenoszenia informacji fale o różnych częstotliwościach, które są nośnikami sygnałów, nośnikami danych.
Energia fal wykorzystywana jest również w kuchenkach mikrofalowych do szybkiego podgrzewania potraw.
Od lat 1960-tych naukowcy rozważają możliwość produkcji energii w kosmosie, która przesyłana by była na Ziemię przy użyciu mikrofal.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Czasem zdarza się, że czysta woda podgrzewana mikrofalami w nieporysowanym naczyniu osiągnie temperaturę wyższą od temperatury wrzenia przechodząc niepostrzeżenie w stan cieczy przegrzanej. Nie różni się ona wtedy wyglądem od wody o temperaturze niższej niż temperatura wrzenia (nie szumi, nie pojawiają się pęcherzyki gazu). Jest to niebezpieczne, gdyż wrzenie może być bardzo łatwo zainicjowane przez wstrząśnięcie naczyniem lub dodanie zarodków wrzenia (np. przez wsypanie herbaty) – powstaje wtedy gwałtownie duża ilość gorącej pary.
Aby potrawy przygotowywane lub podgrzewane w kuchence mikrofalowej były możliwie najbardziej smaczne i podobne do przyrządzanych metodami tradycyjnymi, zaleca się korzystanie z kuchenki przy minimalnej możliwej mocy i maksymalnie długim czasie nagrzewania.
Zjawisko grzania potraw przy pomocy mikrofal odkrył przypadkowo amerykański inżynier Percy Spencer w 1947 r. podczas badań nad wytwarzaniem fal elektromagnetycznych stosowanych w urządzeniach radarowych (częstość 1 – 40 GHz). Dzięki temu odkryciu wprowadzono na rynek pierwsze kuchenki mikrofalowe. Pierwsza nazywała się „Radar Range" i była dużych rozmiarów: miała 1,65 m wysokości oraz dużą masę: 338 kg.

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- przemieszczanie się mikrofal we wnętrzu mikrofalówki,
- zasada podgrzewania żywności w mikrofalówce (przemieszczanie się i odbijanie mikrofal).

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: DIODA

Cel:
Przedstawienie działania radia.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Eksperyment ma za zadanie zapoznanie użytkownika z zasadą działania radia, pokazaniem, że może samemu je zbudować. Ważnym aspektem jest również pokazanie mnogości zastosowań diody.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 150,00cm (dł.) x 40,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na obydwóch końcach blatu w osi, w odległości ok. 20,00 cm od krawędzi blatu, zamontować należy maszty antenowe tak, aby możliwa była zmiana ustawienia anteny. Antena wykonana powinna zostać z drutu miedzianego Φ 1 mm. Na etapie ostatecznych testów prototypów należy dobrać wysokość i rozstaw masztów oraz anteny tak, aby możliwe było odebranie sygnału radiowego.
Na blacie stanowiska, w miejscu łatwo dostępnym dla Zwiedzającego, mają się ponadto znaleźć:

- detektor z kryształem galeny (zamontowany na stałe),
- cewka z pokrętłem regulacyjnym, dzięki któremu Zwiedzający będzie miał możliwość dostrojenia odpowiedniej fali.

We frontową stronę stanowiska ma być wbudowany głośnik wysokooporowy. Dokładny typ oraz głośność głośnika należy ustalić na etapie ostatecznych testów prototypów w taki sposób, aby dzięki niemu można było odsłuchać znalezione audycje radiowe wyraźne w dobrej/bardzo dobrej jakości i głośności oraz aby nie utrudniał zwiedzania pozostałej części wystawy. Do stanowiska należy dodać również słuchawki (1,00kpl.), aby Zwiedzający miał przez nie możliwość odsłuchania audycji w jakości nie gorszej niż z głośnika.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 31.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.39.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

DIODA
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Regulując anteną i kręcąc pokrętłem wyszukaj stację radiową.*
2. *W razie problemów z jakością odbioru skorzystaj ze słuchawek oraz głośnika.*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Odbiór sygnałów radiowych możliwy jest dzięki diodzie. Diodą nie jest tylko popularna ostatnio dioda LED, ale także dioda kryształowa i dioda laserowa. Każda z nich pomimo tego, że wykorzystywana jest w odmiennych urządzeniach, pozwala korzystać ze zdobyczy elektroniki, bez których większość osób nie byłaby dziś zdolna do codziennej

egzystencji: radioodbiorników, telewizorów, telefonów, komputerów, odtwarzaczy CD i DVD, czy kas fiskalnych.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.48].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

***Interfejs użytkownika** umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:*

DIODA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
dioda, przewodnictwo asymetryczne, półprzewodniki

Komentarz podstawowy:
Dioda jest urządzeniem o dwóch elektrodach przewodzącym prąd elektryczny dobrze tylko w jednym kierunku (i praktycznie nieprzewodzącym go w drugim).
Obecnie dioda półprzewodnikowa zbudowana jest z dwóch warstw półprzewodnika: typu n (katoda) oraz p (anoda). Przyłożenie napięcia dodatniego na anodę, a ujemnego na katodę powoduje przepływ prądu. W kierunku przewodzenia, przy małym napięciu, dioda półprzewodnikowa przewodzi słabo – dopiero po przekroczeniu tzw. napięcia progowego (zależnego m. in. od rodzaju gazu w niej zawartego) prąd przewodzenia zwiększa się bardzo szybko.
Przy przyłożeniu odwrotnym dioda przechodzi w tak zwany stan zaporowy. Gdy dioda znajduje się w stanie zaporowym płynie przez nią tylko niewielki prąd, zwany prądem wstecznym. W kierunku zaporowym natężenie prądu wstecznego ma wartości kilku mikroamperów. Wartość prądu wstecznego praktycznie nie zależy od wartości przyłożonego napięcia, zależy natomiast od temperatury i własności materiału.

Komentarz rozszerzony:
Podstawową cechą diod półprzewodnikowych jest prostowanie prądu przemiennego, jednak ich gama zastosowań jest o wiele szersza. Półprzewodnik typu n (negative) powstaje przez domieszkowanie półprzewodnika (krzemu, germanu) innymi pierwiastkami tak, by nośnikami prądu były głównie elektrony (ładunki ujemne). Atomy domieszek (donory) pozostają unieruchomione w siatce krystalicznej, natomiast swobodne elektrony pochodzące z ich powłoki walencyjnej przenoszą ładunki. Analogicznie półprzewodnik typu p (positive) powstaje przez domieszkowanie półprzewodnika (krzemu, germanu) innymi pierwiastkami tak, by nośnikami ładunków stały się dziury w ostatniej powłoce atomów domieszkujących elektrony. Prąd w półprzewodnikach typu p przenoszą ładunki dodatnie. Atomy domieszek nazywane są tu akceptorami. Jeśli z zewnątrz nie przyłożono żadnego pola elektrycznego w pobliżu styku obszarów p i n swobodne nośniki ładunków (dziury i elektrony) przemieszczają się (dyfundują), co spowodowane jest różnicą koncentracji nośników. Gdy elektrony przemieszczą się do obszaru typu p, natomiast dziury do obszaru typu n, dochodzi do rekombinacji między nośnikami. Rekombinacja polega na „połączeniu" elektronu z dziurą, więc powoduje to „unieruchomienie" tych dwóch swobodnych nośników. Zatem rekombinacja powoduje redukcję nośników po obu stronach złącza, w wyniku czego w pobliżu kontaktu pozostają jedynie odsłonięte jony domieszek: ujemne akceptorów i dodatnie donorów. Jony te wytwarzają pole elektryczne, które zapobiega dalszej dyfuzji nośników. W efekcie w pobliżu złącza powstaje warstwa ładunku przestrzennego, nazywana też warstwą zubożoną (tj. praktycznie nieposiadającą swobodnych nośników) lub warstwą zaporową. Nieruchomy ładunek dodatni po stronie n hamuje przepływ dziur z obszaru p, natomiast ładunek ujemny po stronie p hamuje przepływ elektronów z obszaru n. Innymi słowy: przepływ nośników praktycznie ustaje.

Zastosowanie praktyczne:

Dioda jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych wynalazków. Ma on swoją genezę jeszcze w epoce przemysłowej, ale nie sposób bez diody wyobrazić sobie epoki cyfrowej. Dzięki diodom możliwym stało się przekazywanie masowych wiadomości na dalekie odległości skuteczniej niż telegrafem, szybciej niż prasą – dzięki radiu, a w późniejszych latach również i dzięki nowszym wynalazkom oraz systemom: telewizji, sieci www. Biorąc pod uwagę mnogość zastosowań, począwszy od wyświetlaczy w telefonach komórkowych, przez ekrany telewizorów, radia, komputery, CD, DVD, Blu-ray, światłowody, dalmierze, kasy fiskalne – są diody niewątpliwie jednymi z najważniejszych zdobyczy „rewolucji cyfrowej".
Lasery półprzewodnikowe (diody laserowe) znajdują zastosowanie także we wskaźnikach laserowych, dalmierzach – umożliwiając szybkie i precyzyjne pomiary (w budownictwie, geodezji).
Mają zastosowanie także militarne: wykorzystywane są np. przy naprowadzaniu pocisków na cel – do wskazywania (i czasami oświetlania) celu.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Pierwszymi diodami były detektory kryształkowe i diody próżniowe.
W 1874 r. niemiecki uczony Karl Ferdinand Braun odkrył „jednostronne przewodzenie" kryształów. Braun opatentował prostownik kryształowy w 1899 roku. Braun w 1909 r., wspólnie z Guglielmo Marconim, otrzymał Nagrodę Nobla za "wkład w rozwój telegrafii bezprzewodowej".
W 1894 r. hinduski naukowiec Jagadish Chandra Bose pierwszy użył kryształu do wykrywania fal radiowych.
Detektor kryształkowy został praktycznie wykorzystany do telegrafii bezprzewodowej przez Greenleafa Whittiera Pickarda, który odkrył, że można do niego zastosować kryształ krzemu (1903 r.) i opatentował to odkrycie w 1906 roku. Inni eksperymentatorzy próbowali wykorzystać dla podobnych celów wiele innych substancji, z których najczęściej stosowaną była galena (siarczek ołowiu) - tania i łatwa do uzyskania.
Urządzenie kryształowe zostało zastąpiony przez diody próżniowe w latach 1920-tych.
Po uzyskaniu półprzewodników wysokiej czystości diody próżniowe zostały, w latach 1950-tych, zastąpione przez diody germanowe.

Jedną z pierwszych osób, która zakładała Polskie Radio, był Leopold Skulski - radny i nadburmistrz Łodzi w latach 1917-1919. Skulski był przewodniczącym rady nadzorczej Polskiego Radia do 1936 roku.
Jednym z kilku ośrodków produkcji radioodbiorników w okresie międzywojennym była Łódź. Zakłady Radiotechniczne IKA były jedną z największych łódzkich firm. Zostały założone w 1929 r. i działały aż do okresu II wojny światowej. Właścicielami Zakładów Radiotechnicznych IKA byli Józef Kalinowski i Andrzej Sobczyk. IKA miała swój zakład przy ul. Cegielnianej 40 (później Pomorskiej). W drugiej połowie lat 1930-tych firma przygotowywała i wdrażała do produkcji w każdym sezonie kilka modeli odbiorników, które charakteryzował wysoki poziom techniczny i wzorniczy. W czasie II wojny światowej firma pod nazwą Radiotechnische Fabrik IKA Litzmannstadt nadal prowadziła działalność i produkowała radioodbiorniki, ale już pod niemieckim zarządem okupacyjnym – produkt dostępny był tylko dla Niemców.

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- zasadę działania diody półprzewodnikowej i ruch nośników ładunku elektrycznego.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: RZUT UKOŚNY

Cel:
Demonstracja ruchu w polu grawitacyjnym Ziemi.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Rzut ukośny jest złożeniem ruchu jednostajnego zmiennego i jednostajnego prostoliniowego. Efektem tego połączenia, jest paraboliczna trajektoria. Obserwacji podlega zasięg i wysokość oraz trajektoria ruchu. Wybór kąta nachylenia i wartość prędkości początkowej jest elementem interaktywnym pokazu.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 20/40 mm.
Wymiary podestu: 400,00cm (dł.) x 120,00cm (szer.) x 50,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie boków podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Blat stanowiska wykonany z laminatu gr. ok. 3,00cm.
Blat stanowiska uchylny, kąt nachylenia regulowany siłownikami (8 szt.: 4 szt. główne i 4 szt. wspomagające). Kąt nachylenia blatu ma być regulowany przez Zwiedzającego przyciskiem sterującym.
Do blatu zamontować należy wyrzutnię piłek (sprężynową) do wyrzucania piłek pod zadanym kątem w kierunku koszyków. Przy wyrzutni zaznaczyć należy podziałkę kątową (skok co 10°) tak, aby Zwiedzający mógł świadomie regulować kąt wystrzału.
Do blatu przy wyrzutni zamontowana jest również siatka na „amunicję" – piłki wykonane z różnych materiałów: lekkie drewno, gąbka, plastik. Piłki powinny być wykonane z nietoksycznych materiałów, pomalowane w różnych kolorach w zależności od materiału użytego do ich wykonania. Dopuszcza się możliwość umieszczenia w ich wnętrzach nadajników RFID lub działających w innym systemie, utrudniających wyniesienie kulek ze stanowiska.
Prostopadle do blatu, wzdłuż jego krawędzi, zamontować należy ogranicznik (siatka metalowa powlekana, szer. 30,00cm) zapobiegający wypadnięciu piłek poza stanowisko.
W podeście zabudować należy mechanizm sterujący siłownikami ustawiającymi kąt nachylenia blatu.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 80.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.44.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

RZUT UKOŚNY
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
1. *Umieść piłkę w wyrzutni piłek.*
2. *Ustaw kąt wystrzału.*
3. *Przyciskiem wyreguluj kąt nachylenia blatu.*
4. *Oddaj strzał, starając się trafić do jednego z koszyczków. Spróbuj użyć piłki z innego materiału. Co zaobserwowałeś?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Rzut ukośny jest jednym z najczęściej spotykanych rodzajów rzutu w codziennym życiu (np. rzut piłką do kosza, wystrzał z pistoletu). Jest on „złożeniem" złożeniem ruchu jednostajnego w poziomie oraz przyspieszonego lub opóźnionego w pionie.

To jak zachowa się ciało będące w ruchu (na jaką wysokość i odległość poleci) zależy od siły oraz kąta, pod jakim zostanie puszczone w ruch.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.55],
- projektor + komputer [pr 2.09].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

RZUT UKOŚNY
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
rzut poziomy, rzut pionowy, składowe ruchu, ruch jednostajny

Komentarz podstawowy:
Rzut ukośny składa się z dwóch rodzajów ruchu: jednostajnego prostoliniowego (w osi równoległej do ziemi) oraz jednostajnego zmiennego (w kierunku prostopadłym do ziemi).
To jak zachowa się ciało będące w tym ruchu (na jaką wysokość i odległość poleci) zależy od siły oraz kąta, pod jakim zostanie puszczone w ruch.
By ciało poleciało najwyżej, konieczne jest nadanie mu kierunku prostopadłego do powierzchni ziemi (kąt 90°). Z kolei, aby poleciało jak najdalej, należy wprawić je w ruch pod kątem nachylenia 45° do ziemi.
Maksymalna odległość, na jaką może polecieć ciało, nazywana jest zasięgiem strzału.
Na stanowisku zmiana kąta nachylenia blatu w połączeniu ze zmianą ustawienia kąta wyrzutni umożliwia obserwację rzutów przy wartościach przyspieszenia grawitacyjnego od 0° (gdy stół i wyrzutnia są ustawione poziomo – wystrzał pod każdym kątem wyrzutni skutkuje dalszym ruchem prostoliniowym) aż do 90° (stół i wyrzutnia znajdują się w ustawieniu pionowym).

Komentarz rozszerzony:
Rzut ukośny jest złożeniem ruchu jednostajnego w poziomie oraz przyspieszonego lub opóźnionego w pionie. W kierunku poziomym przyspieszenie jest równe zero, co oznacza, że prędkość jest stała i ma wartość poziomej składowej prędkości początkowej. W kierunku pionowym ruch odbywa się ze stałym przyspieszeniem lub opóźnieniem skierowanym w dół. Składowa prędkości w tym kierunku jest początkowo zwrócona do góry, jednak z czasem maleje do zera (ruch opóźniony). W najwyższym położeniu ciała składowa wartości prędkości jest równa zero. Po przejściu przez najwyższy punkt, prędkość zmienia zwrot na przeciwny a jej wartość w tym kierunku zaczyna rosnąć (ruch przyspieszony).
Na stanowisku mamy do czynienia z sytuacją, gdy zmiana kąta nachylenia blatu w połączeniu z odpowiednim ustawieniem kąta wyrzutni, umożliwia obserwację rzutów przy wartościach przyspieszenia grawitacyjnego od 0° (gdy stół i wyrzutnia są ustawione poziomo – wystrzał pod każdym kątem wyrzutni skutkuje dalszym ruchem prostoliniowym) do 90° (stół i wyrzutnia są w ustawieniu pionowym). By piłka poleciała najwyżej, należy ją wystrzelić pod kątem prostym do podstawy wyrzutni. Taki ruch nazywany jest rzutem pionowym. Aby piłka poleciała najdalej, należy wystrzelić ją pod kątem 45° - wtedy, w momencie wystrzału, składowe wektora prędkości: poziomy i pionowy mają równe wartości. Okazuje się, że taka sytuacja jest optymalna, jeżeli chce się osiągnąć największy, możliwy zasięg. O tym fakcie można się również przekonać stosując obliczenia matematyczne, takie jak np. rachunek różniczkowy.

Zastosowanie praktyczne:

Rzut ukośny jest jednym z najczęstszych występujących rodzajów ruchu w przyrodzie. Przykładem rzutu ukośnego jest ruch kopniętej piłki, ruch wystrzelonej z armaty kuli, a także ruch zawodnika skaczącego w dal.
Jednymi z osób, które muszą umieć wykorzystać w praktyce „zasadę działania" rzutu ukośnego oraz innych, powiązanych, są artylerzyści. Sprawny artylerzysta musiał być świetnym fizykiem, który przy wystrzale brał pod uwagę nie tylko odległość przeciwnika od pozycji armaty, ale i pogodę oraz jakość wykonania działa. Te wszystkie elementy wpływały na celność wystrzału. Dziś na polu walki za wszystkie te elementy odpowiadają już komputery, a nie ludzie.
„Zwykli" strzelcy cały czas muszą uważać na to, gdzie celują. Zawsze należy brać poprawkę na to, że kula/strzała/dzida, która ma dolecieć do celu, musi być wystrzelona pod lekkim kątem, w górę. Zawodowcy są w stanie to osiągnąć bez dodatkowych obliczeń; biorąc pod uwagę własne doświadczenie automatycznie ustawiają ręce do odpowiedniego rzutu. Amatorzy jednak dopiero po wielu próbach i błędach są w stanie oszacować dane wyjściowe skutecznego strzału – zależność między kątem wystrzału, masą pocisku oraz prędkością początkową.
Sportowcy tacy jak piłkarze, gracze w rzutki czy gracze w kosza również biorą pod uwagę prawa rzutu ukośnego. Podobnie jak i strzelcy, muszą pod odpowiednim kątem i z odpowiednią siłą wykonać rzut, żeby zdobyć punkty i wygrać.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Artyleria jest do dzisiaj najpopularniejszym rodzajem ciężkiego uzbrojenia, które jest wykorzystywane w każdym konflikcie zbrojnym. Jednymi z największych wyrzutni, jakie zostały wyprodukowane i wykorzystane na placu boju, były: Paris-Geschütz, „Gruba Berta" (I wojna światowa) oraz V3 (II wojna światowa). Najbardziej znaną z nich jest „Gruba Berta", którą obsługiwały dziesiątki osób obsługi. Jej nazwa ponoć pochodzi od imienia żony właściciela zakładów Kruppa, który je zaprojektował i wyprodukował. Samo działo ważyło 43 t i poruszało się na własnej platformie, a jego pocisk ważył ponad 800 kg. Dla porównania: 26-cio metrowy miejski tramwaj z drugiej dekady XXI w. waży ok. 30 t.

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- *rzut ukośny jako złożenie ruchu jednostajnego w poziomie oraz przyspieszonego lub opóźnionego w pionie.*

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji i prezentacji: 20 sekund.
Wymagany jest film fabularyzowany z elementami animacji będący ilustracją wykorzystania zasad rzutu ukośnego: w sporcie, na polu walki.
Wymagany czas trwania materiału filmowego: ok.120 sekund. Projekcja zapętlona będzie mieć miejsce przy stanowisku – z wykorzystaniem projektora i ekranu.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: ZJAWISKO FOTOELEKTRYCZNE

Cel:
Demonstracja zjawiska fotoelektrycznego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Efekt fotoelektryczny, odkryty pod koniec XIX w., stanowił jeden z dowodów tzw. „dualizmu korpuskularno – falowego" światła, czyli jego podwójnej natury. Wyjaśnienie zjawiska przez Alberta Einsteina, za które otrzymał Nagrodę Nobla w 1921 r., stało się jednym z impulsów rozwoju mechaniki kwantowej.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 60,00cm (dł.) x 30,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na środku blatu zamontowany jest elektroskop. Na elektrodzie elektroskopu ma być zainstalowana płytka cynkowa 10 x 10 x 0,5 cm.
Na blacie zamontowane powinny zostać ponadto:

- źródło światła żarowego (100 W) – przytwierdzone do wspornika stanowiącego jednocześnie koryto kablowe, osłonięte obudową z przeźroczystej pleksi,
- źródło światła UV – przytwierdzone do wspornika stanowiącego jednocześnie koryto kablowe, osłonięte obudową z przeźroczystej pleksi z mocnym filtrem UV,
- laska ebonitowa przymocowana do podestu elastyczną linką,
- wełniana szmatka,
- papier ścierny, gramatura 100.

Na bocznej ściance podestu pod blatem zabudowany powinien zostać włącznik światła żarowego i włącznik światła UV.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 50.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.25.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

ZJAWISKO FOTOELEKTRYCZNE
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Energicznie potrzyj szmatką pręt ebonitowy.*
2. *Następnie dotknij naelektryzowanym prętem elektroskopu – wskazówka elektroskopu powinna się wychylić. Jeśli nie, należy powtórzyć punkt 1.*
3. *Korzystając z panelu sterowania uruchom żarówkę (naciśnij przycisk), a po chwili ją wyłącz. Czy światło żarowe ma wpływ na wychylenie się wskazówki elektroskopu?*
4. *Uruchom lampę UV (przycisk), a po chwili ją wyłącz. Czy światło z lampy UV ma wpływ na wychylenie się wskazówki elektroskopu?*
5. *Jeśli nie zaobserwowałeś zmiany wychylenia wskazówki elektroskopu w trakcie całego doświadczenia, przetrzyj płytkę cynkową znajdującą się na elektroskopie papierem ściernym, a następnie powtórnie przeprowadzić doświadczenie.*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Obserwowane zjawisko polega na wybiciu elektronu z powierzchni metalu przez cząstkę światła, czyli foton. Ten efekt fotoelektryczny, odkryty pod koniec XIX w., do dzisiaj jest jednym z podstawowych dowodów na tzw. „dualną zachowanie się światła" („dualizm korpuskularno – falowy") światła. Wyjaśnienie tego zjawiska przez Alberta Einsteina, za które to otrzymał Nagrodę Nobla w 1921 r., było jednym z głównych impulsów rozwoju nowej dziedziny nauki - mechaniki kwantowej.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.29].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ZJAWISKO FOTOELEKTRYCZNE

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

fale elektromagnetyczne, promieniowanie kosmiczne, promieniowanie, dualizm korpuskularno-falowy

Komentarz podstawowy:

Obserwowane zjawisko polega na wybiciu elektronu z powierzchni metalu przez cząstkę światła (foton). Do tego celu potrzebne jest źródło światła – tu: lampa UV oraz żarowa i metal, z którego ma być wybity foton. W omawianym przypadku jest to elektroskop. Najpierw należy „zgromadzić" na nim ładunki ujemne, poprzez np. przyłożenie do niego pręta ebonitowego. Sam pręt musi być wcześniej naładowany ujemnie np. poprzez potarcie go szmatką. Gdy zostanie nim dotknięty elektroskop, elektrony przemieszczają się z pręta na elektroskop. Można to zaobserwować sprawdzając zmianę wychylenia wskazówki elektroskopu.

Zamontowane lampy emitują światło o różnych długościach fal: jedna widzialne (białe, 400-700 nm), a druga UV (ultrafiolet, do 350 nm). Od długość fali zależy energia fotonów - im jest ona dłuższa, tym mniejszą ma energię. Doskonale widać to na stanowisku: lampa UV jest w stanie dużo skuteczniej rozładować elektroskop niż lampa żarowa, ponieważ emituje falę o dużo mniejszej długości.

Komentarz rozszerzony:

Samo zagadnienie należy rozpocząć od spojrzenia na światło poprzez teorię kwantów, czyli najmniejszych możliwych porcji energii. Natura światła jest dualna, „podwójna" – światło zachowuje się jak fala elektromagnetyczna oraz jak strumień cząstek, czyli fotonów. Tę własność nazywa się dualizmem korpuskularno – falowym. Zjawisko fotoelektryczne wiąże ze sobą obie natury światła. By wybić elektron z powierzchni ujemnie naładowanej płytki metalu, należy skierować na nią strumień światła z lampy żarowej. Częstotliwość fotonów wysyłanych z tej lampy zależy od długości fali elektromagnetycznej. Energia, jaką osiągnie dany foton, zależy właśnie od częstotliwości, nie zależy natomiast od natężenia światła (znaczenie ma rodzaj światła, a nie moc lampy). Energia fotonu, którego źródłem jest lampa żarowa jest zbyt mała by mógł on wybić elektron z powierzchni płytki. Lampa UV wysyła promieniowanie, którego długość fali jest krótsza, co jednak jest równoznaczne z przenoszeniem większej energii. Cząstka z taką energią jest w stanie wybić elektron i jednocześnie rozładować elektroskop powodując opadnięcie wskazówki. Najmniejsza częstotliwość fotonu, która powoduje zjawisko fotoelektryczne to tzw. częstotliwość graniczna. Istotnym pojęciem jest także praca wyjścia, czyli najmniejsza energia, jaką trzeba dostarczyć elektronowi aby opuścił dane ciało.

Wyjaśnione powyżej zjawisko określa się precyzyjnie jako efekt fotoelektryczny zewnętrzny. Drugim rodzajem zjawiska fotoelektrycznego jest efekt wewnętrzny. Polega on na zmianie parametrów odpowiednich przewodników – np. oporności pod wpływem padającego światła.

Zastosowanie praktyczne:

Zjawisko fotoelektryczne wykorzystywane jest w fotokomórkach, bateriach słonecznych, a także stanowi podstawę działania współczesnych kamer filmowych i aparatów fotograficznych. Zasada ich działania jest taka sama jak na pokazanym stanowisku: ponieważ różna długość fali wybija inną ilość elektronów, wystarczy zliczyć jakiej długości fotony padają na które miejsce (matrycy), a wynik zapisać. W taki sposób działają matryce CCD – odpowiedniki kliszy i taśm filmowych, rejestrujących obrazy w cyfrowych urządzeniach takich jak kamery, aparaty fotograficzne.

Efekt fotoelektryczny można także zaobserwować po pewnym czasie, bez naświetlania płytki źródłami światła. Promieniowanie kosmiczne docierające do Ziemi (będące przejawem aktywności słonecznej, a także wybuchów nowych gwiazd) powoduje wybicie dostatecznej ilości ładunków, żeby doprowadzić do rozładowania elektroskopu.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Zjawisko zostało przypadkowo odkryte przez Heinricha Hertza zajmującego się zjawiskiem generowania fal elektromagnetycznych. Zwrócił on uwagę, że iskra przechodząca przez cynkowe kulki w jego urządzeniu zmienia się w zależności od jej oświetlania.
Hertz nie rozumiał jeszcze natury zaobserwowanego zjawiska. Efekt fotoelektryczny wyjaśnił Albert Einstein, który za uzasadnienie tego zjawiska otrzymał w 1921 r. Nagrodę Nobla. Teorię Einsteina udowodnił doświadczalnie Robert Milikan, stąd najistotniejsze równanie opisujące zjawisko fotoelektryczne nazwano wzorem Einsteina – Milikana.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- dualizm korpuskularno-falowy światła,
- zależność energii fotonu od długości fali.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji i prezentacji: 40 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: WYTWARZANIE POLA ELEKTRYCZNEGO I MAGNETYCZNEGO – CHARAKTERYSTYKA PÓL SIŁ

Cel:
Demonstracja pojęcia pola fizycznego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Pola elektrostatyczne i magnetyczne są silnymi i łatwymi do wytworzenia i wizualizacji oddziaływań. Pole elektrostatyczne jest przykładem pola źródłowego, natomiast pole magnetyczne – pola wirowego, które charakteryzuje się brakiem źródła nazywanego w tym przypadku „monopolem magnetycznym". Pokaz powinien obejmować prezentację oddziaływania ładunków jedno- i różnoimiennych, a także źródeł pola magnetycznego.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko składa się z dwóch części:
- część pierwsza dotyczy wytwarzania pola elektrycznego,
- część druga dotyczy wytwarzania pola magnetycznego.

Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Blat podestu ma mieć wymiary: 200,00cm x 90,00cm (wszystkie wymiary: +/-10%).
Wysokość blatu: 75,00cm.
W części stanowiska dotyczącej wytwarzania pola elektrycznego umieścić należy: kulę plazmową (Φ30,00cm, +/-5,00cm) na dodatkowym niewielkim podeście oraz zestaw 3 krótkich kolorowych świetlówek przymocowanych do blatu (linka o długości umożliwiająca zbliżenie świetlówki do kuli).
Cokół lampy w miejscu, gdzie osadzona jest kula, zawierać ma elektryczny obwód oscylacyjny, który zasili wewnętrzną elektrodę wysokim napięciem ze zmienną polaryzacją (urządzenie tak pod względem wielkości, jak i napięcia oraz częstotliwości prądu należy dobrać na etapie testów prototypowych).
W drugiej części stanowiska dotyczącej wytwarzanie pola magnetycznego umieścić należy dwa magnesy: jeden przymocowany na stałe do blatu, drugi zamontowany powinien być w taki sposób, aby mógł wykonywać obroty wokół pierwszego z magnesów (poruszanie magnesem np. z wykorzystaniem mechanizmu: korba, łańcuch, zębatki; korba

poruszająca magnes zamontowana powinna być na blacie lub z boku podestu, w sposób bezpieczny dla użytkownika; łańcuch i zębatki – schowane pod blatem). Pomiędzy magnesami umieścić należy dużą ilość małych metalowych kulek. Wszystkie te elementy muszą zostać zabudowane pleksi.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Stanowisko zaopatrzyć należy w opis i znaczek ostrzegawczy dla osób z rozrusznikami serca.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 46.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.22.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

UWAGA na rozruszniki serca!!!

WYTWARZANIE POLA ELEKTRYCZNEGO I MAGNETYCZNEGO – CHARAKTERYSTYKA PÓL SIŁ
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
EKSPERYMENT A – oddziaływanie pola elektrycznego:
1. *Podejdź do kuli plazmowej.*
2. *Dotknij kuli ręką i zaobserwuj zachowanie się gazu w kuli.*
3. *Zbliż świetlówkę znajdującą się przy stanowisku do kuli. Co widzisz?*

EKSPERYMENT B – oddziaływanie pola magnetycznego:
1. *Wewnątrz stołu znajdują się dwa magnesy; za pomocą korbki poruszaj jednym z nich.*
2. *Obserwuj zachowanie metalowych kulek. Co widzisz?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Wyładowania w kuli i świecenie świetlówek gazu powodowane jest przez zmienne pole elektromagnetyczne. Ruch metalowych kulek to efekt zmiennego pola magnetycznego.
Tak pole elektryczne jak i magnetyczne - są niewidoczne dla oka ludzkiego, ale cały czas nas otaczają.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.22].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

WYTWARZANIE POLA ELEKTRYCZNEGO I MAGNETYCZNEGO – CHARAKTERYSTYKA PÓL SIŁ
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
pole elektryczne, fale elektromagnetyczne, różnica potencjałów, pole centralne
pole magnetyczne, linie pola magnetycznego, bieguny magnetyczne

Komentarz podstawowy:
Wewnątrz kuli wypełnionej rozrzedzonym gazem znajduje się elektroda. Gdy przyłoży się do niej rękę, pojawia się tzw. różnica potencjałów, czyli napięcie elektryczne przenoszące ładunek elektryczny w celu ich wyrównania. Ruch ładunków elektrycznych to przepływ prądu. Prąd wewnątrz kuli tworzy plazmę – silnie zjonizowany gaz. Układa się ona wzdłuż linii pola elektrycznego: od centrum kuli na zewnątrz. W każdym kierunku. Różnica potencjałów pomiędzy centralną elektrodą i palcem jest dużo większa niż między

centralną elektrodą a jakimkolwiek punktem w kuli. Przykładając palec po powierzchni kuli powodujemy wzbudzenie cząsteczek gazu w świetlówce i jej świecenie: powstanie małej błyskawicy. Wokół kuli wytwarzane jest zmienne pole elektromagnetyczne, które powoduje wzbudzenie cząsteczek gazu w świetlówce i jej świecenie.
Natomiast magnes wytwarza wokół siebie pole magnetyczne. Zmiana położenia magnesów względem siebie spowoduje zmianę pola magnetycznego. Metalowe kulki przyciągane przez magnes ustawiają się wzdłuż linii takiego pola jakie aktualnie powstało pomiędzy dwoma magnesami.
Pole elektromagnetyczne jest układem dwóch pól: pola elektrycznego i pola magnetycznego. Pola te są wzajemnie związane.
Koncepcję pola elektrycznego i sił pola elektrycznego wprowadził w połowie XIX w. angielski fizyk Michael Faraday (w połowie XIX w.). Pole elektryczne wytworzone przez ładunki elektryczne jest polem źródłowym: linie sił tego pola rozpoczynają się i kończą na ładunkach.
Podstawowymi prawami opisującymi pole elektromagnetyczne są równania Maxwella. Wynika z nich m.in., że pole magnetyczne jest bezźródłowe: linie pola magnetycznego są zamknięte.

Komentarz rozszerzony:
Wewnątrz kuli wypełnionej rozrzedzonym gazem znajduje się elektroda. W momencie przyłożenia ręki pojawia się różnica potencjałów pomiędzy ręką, a elektrodą. Zaczyna płynąć prąd, który powoduje jonizację gazu i wytworzenie się plazmy. Włókna plazmy podążają niemal wzdłuż linii pola elektrycznego, stąd można zaobserwować malutkie „błyskawice" wędrujące zawsze w miejscach największej różnicy potencjałów, czyli od elektrody do palców. W miejscu gdzie one się znajdują, natężenie pola elektrycznego jest największe. Oddalanie i zmienianie pozycji rąk skutkuje zmianą pola elektrycznego. Zmiana tego pola powoduje z kolei powstanie pola magnetycznego oraz powstanie fali elektromagnetycznej, która nie przemieszcza się jedynie w kuli, ale także poza nią. Jej dotarcie do świetlówki powoduje pobudzenie zawartego w środku gazu do świecenia.
Magnes jest źródłem pola magnetycznego. Ruch jednego z magnesów względem drugiego powoduje zmianę pola magnetycznego. Metalowe kulki przyciągane przez magnes będą zawsze poruszały się wzdłuż linii pola wytworzonego przez oba magnesy. Należy zwrócić uwagę, że w jednym ustawieniu magnesy są zwrócone do siebie tymi samymi biegunami, w drugim zaś przeciwnymi. Linie pola magnetycznego różnią się układem od linii pola elektrycznego. Ponadto układ tych linii zależy od ilości źródeł tego pola, czyli magnesów.
Koncepcja pola elektrycznego i termin linii sił pola sformułowane zostały przez M. Faradaya przy opisie oddziaływania na siebie ładunków elektrycznych. Pole elektryczne wytworzone przez ładunki elektryczne jest polem źródłowym: linie sił tego pola rozpoczynają się i kończą na ładunkach. Ładunki spoczywające wytwarzają pole elektrostatyczne.
Podstawowymi prawami opisującymi pole elektromagnetyczne są równania Maxwella. Obecnie zapisuje się je jako zestaw czterech równań, nazywanych: Prawem indukcji elektromagnetycznej Faradaya, Prawem Ampère'a, Prawem Gaussa dla elektryczności oraz Prawem Gaussa dla magnetyzmu. Z równań tych wynika, że:

- *źródłem pola elektrycznego są ładunki elektryczne (linie pola elektrycznego mogą rozpoczynać się i kończyć na ładunkach),*
- *pole magnetyczne jest bezźródłowe (linie pola magnetycznego są zamknięte),*
- *zmienne w czasie pole magnetyczne wytwarza wirowe pole elektryczne (linie tego pola są zamknięte),*
- *poruszające się ładunki (np. przepływający prąd) oraz zmienne pole elektryczne wytwarzają wirowe pole magnetyczne (linie tego pola są zamknięte).*

Zastosowanie praktyczne:
Pola: elektryczne i magnetyczne – występują w naturze. Wykorzystywane są one także w świadomy sposób przez człowieka.

Przykładem naturalnego wyładowania jest piorun – wyładowanie w atmosferze towarzyszące burzy.
Ziemia sama w sobie jest wielkim magnesem. Pole magnetyczne Ziemi chroni przed wiatrem słonecznym.
Człowiek również wytwarza pole elektryczne; jest ono niewielkie, lecz konieczne do poprawnego działania układu nerwowego.

Indukcja elektromagnetyczna jest wykorzystana do wytwarzania prądu elektrycznego: w prądnicach, generatorach.
Zarówno pole elektryczne jak i magnetyczne jest wykorzystywane w urządzeniach elektronicznych: radiach, telewizorach, komputerach, telefonach, pralkach, zmywarkach. Różnego rodzaju pola elektromagnetyczne otaczają ludzi każdego dnia: gdy chodzą po ulicy pod liniami wysokiego napięcia, spacerują po sklepach pełnych dużych ekranów LEDowych, rozmawiają przez telefon komórkowy, jadą tramwajem, pociągiem lub metrem.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Pole elektryczne opisał Michael Faraday w XIX w. Zajmował się on między innymi badaniem oddziaływań pomiędzy ładunkami. Odkrył także zjawisko indukcji elektromagnetycznej, polegające na wytwarzaniu prądu wirowego poprzez zmianę pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy.
Ogromne zasługi w badaniach nad oddziaływaniami elektromagnetycznymi i w rozwoju teorii z tym związanej (elektrodynamiki) położył James Clerk Maxwell. Na jego cześć cztery podstawowe równania dotyczące tematu elektrodynamiki nazywane są równaniami Maxwella.
Uważa się, że u części ptaków pole magnetyczne Ziemi odpowiada za orientację w przestrzeni: możliwe są dzięki temu coroczne, sezonowe przeloty tych ptaków do tych samych miejsc lęgowych mimo znacznych odległości.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- dynamiczny schemat pola elektrostatycznego jako pola źródłowego: wytwarzanego wokół ładunku ujemnego i wokół ładunku dodatniego,
- dynamiczny schemat pola magnetycznego jako pola wirowego: wytwarzanego wokół magnesu, wokół Ziemi.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 10 sekund każda.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: TOR (BLAT) POWIETRZNY

Cel:
Pokazanie zasad pędu i zasady jego zachowania oraz zderzeń sprężystych (elastycznych).
Walor naukowo-dydaktyczny:
Pokaz polega na obserwacji prostych doświadczeń na blacie powietrznym (zapewniającym ruch z minimalnym tarciem). Podstawą różnicą w stosunku do pokazów znanych np. ze szkoły jest możliwość realizacji zderzeń w dwóch wymiarach. Przedmioty, które będą brały udział w tym eksperymencie to plastikowe krążki o różnej masie.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.

Podest o przekroju poprzecznym sześciokątnym. Wysokość podestu: 40,00cm. Blat o wysokości 12,00 cm i długości boku 58,00 cm. Wszystkie wymiary +/-10%.
Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Na podeście zamontowany powinien zostać podwójny blat w rozstawie ok. 2,00 cm. Blat dolny zamknięty, z otworem do nadmuchu powietrza. Blat górny z blachy nierdzewnej perforowanej, oparty na ruszcie wyłożonym pokryciem z alcantary. Ilość i rozmiar oczek perforacji należy określić na etapie ostatecznych testów prototypu tak, aby możliwe było przeprowadzenie doświadczenia i uzyskanie zamierzonego efektu.
W blat wbudowany włącznik czasowy nadmuchu powietrza.
Blat obudowany powinien być wzdłuż całego obwodu bandą stalową (stal nierdzewna, 5,00cm (gr.), 8,00cm (wys.), lakierowana proszkowo, kolor szary, połysk).
Na obwodzie blatu umieścić należy „kieszonki" (wnęki) na krążki. Krążki wykonane powinny być z lekkiego tworzywa z twardym licem, gr. min 1 mm, średnicy 100, 150, 200 mm. Dopuszcza się możliwość umieszczenia we wnętrzu każdego z nich nadajnika RFID, lub działającego w innym systemie, utrudniającego wyniesienie krążków ze stanowiska.
W podeście należy zabudować dwa ciche wentylatory promieniowe, min. moc. 1,3kW każdy. W ściankach bocznych podestu – czerpnie powietrza z wytłumieniem.

Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 61.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.46.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

TOR (BLAT) POWIETRZNY
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Uruchom stół powietrzny włączając dmuchawę (naciskając przycisk na blacie).*
2. *Weź dwa identyczne krążki, połóż oba na blacie w pewnej odległości od siebie.*
3. *Przesuń jeden z nich, wprawiając go w ruch ręką i nadając przy tym taki kierunek, aby uderzył w drugi. Staraj się trafić dokładnie w środek – niech tor ruchu poruszającego się krążka przechodzi przez środek krążka nieruchomego.*
4. *Dla porównania: uderzaj również niecentralnie, celując bardziej „w bok".*
5. *Wpraw jeden z krążków w powolny ruch, a następnie drugim uderz w niego, tak jak poprzednio; na kilka różnych sposobów.*
6. *Powtórz eksperyment, używając krążków o różnych masach. Co zauważyłeś?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
W wyniku zderzeń sprężystych dwa ciała oddziałują na siebie. Efekt zderzeń zależy od rodzaju zderzenia (centralne – czyli w środek, niecentralne) oraz masy i materiału, z którego wykonane są oba ciała. Jeśli krążki zbudowane są z tego samego materiału, a różnią się jedynie masą, to po zderzeniu centralnym („w środek") krążki poruszają się one dalej dokładnie w tej samej linii, co przed zderzeniem; dodatkowo „zamieniają się" prędkościami.
Gdy użyjemy ciał o różnych masach, to po zderzeniu będzie można zaobserwować zmianę prędkości ciała uderzonego.
Najłatwiej zaobserwować to przy wykorzystaniu toru/blatu/powierzchni powietrznej (przy zmniejszeniu tarcia).

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.57],
- projektor + komputer [pr 2.11].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

TOR (BLAT) POWIETRZNY
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
zderzenia sprężyste, zderzenie niesprężyste, pęd, tarcie

Komentarz podstawowy:
Ze zderzeniami sprężystymi każdy ma do czynienia na co dzień (w pewnym uproszczeniu) – kładąc książkę na stole, stawiając kroki czy klaszcząc w dłonie.
Aby je dokładnie zbadać zmniejsza się tarcie m.in. z wykorzystaniem poduszki powietrznej.
W zależności od rodzaju zderzenia (centralne – czyli w środek, niecentralne) oraz masy i materiału, z którego zbudowane są zderzane ze sobą ciała, jego skutek jest różny.
Jeśli wszystkie badane ciała zbudowane są z tego samego materiału, a różnią się jedynie masą, to po zderzeniu centralnym poruszają się one dokładnie w tej samej linii, co przed zderzeniem; dodatkowo „zamieniają się" prędkościami. W szczególnym wypadku, gdy jedno z nich jest nieruchome przed zderzeniem, to drugie po zderzeniu zatrzyma się w miejscu, a pierwsze zacznie poruszać z jego prędkością. Jeżeli nie trafi się w środek (zderzenie niecentralne), ciała „rozjadą się" w różnych kierunkach, w zależności od miejsca zderzenia.
Gdy w doświadczeniu użyje się ciał o różnych masach, to po zderzeniu będzie można zaobserwować zmianę prędkości ciała uderzonego. Będzie się poruszało wolniej, jeśli jego masa była większa niż masa ciała, które w niego uderzyło, a w przeciwnym wypadku - szybciej.
Ruch obiektów opisuje pęd. Pęd punktu materialnego jest równy iloczynowi jego masy i prędkości. Jego kierunek i zwrot są zgodne z kierunkiem i zwrotem prędkości danego obiektu.

Komentarz rozszerzony:
Zderzenia to zjawiska zazwyczaj krótko trwające, powstające podczas zetknięcia się dwóch poruszających się względem siebie ciał.
Zderzeniami sprężystymi (inaczej: elastycznymi) nazywa się takie zderzenia, w których w stanie końcowym występują te same obiekty, co w początkowym (brak odkształceń, rozpadu) oraz gdy zachowana zostaje ich energia kinetyczna.
Zderzenie, w którym energia kinetyczna nie jest zachowana nazywa się zderzeniem niesprężystym. Po zderzeniu ciała te poruszają się z takimi samymi prędkościami, tak jakby stanowiły jeden obiekt.
Zderzenia, które można obserwować w skali makroskopowej, tylko w pewnym przybliżeniu można uznać za sprężyste, ponieważ niewielka część energii zawsze jest tracona, na przykład w formie fali akustycznej (dźwięk zderzających się obiektów) lub w postaci wydzielanego ciepła. W analizie takich zderzeń zakłada się, że można pominąć oddziaływania z innymi ciałami i spełniona jest zasada zachowania pędu.
Pęd punktu materialnego jest równy iloczynowi jego masy i prędkości. Pęd jest wielkością wektorową – jego kierunek i zwrot są zgodne z kierunkiem i zwrotem prędkości danego obiektu. Zasada zachowania pędu mówi, iż w układzie izolowanym (czyli takim, w którym nie działają żadne siły zewnętrzne lub siły te równoważą się) suma wektorowa pędów wszystkich elementów pozostaje stała.
Gdy dwa ciała o tej samej masie zderzą się ze sobą centralnie (co ma miejsce, gdy oba poruszają się po jednej prostej), to kierunek końcowego pędu zostanie zachowany i obiekty po zderzeniu także będą poruszać się po tej samej linii. Jeśli ich masy będą równe, to ciała „wymienią się" prędkościami. Gdy tory zderzających się ciał nie leżą w jednej linii, to mowa jest o zderzeniu niecentralnym. W takim przypadku obiekty „rozjadą

się" w różnych kierunkach, ale nadal suma wektorowa ich pędów będzie równa sumie pędów sprzed zderzenia.

Zastosowanie praktyczne:
Zderzenia sprężyste (elastyczne) mają różnorodne praktyczne zastosowanie.
Zderzenia kul bilardowych można uznać za bliskie elastycznym, bo tarcie toczne na stole bilardowym jest bardzo małe. Podobnie w curlingu, gdzie zderza się ze sobą ciężkie granitowe kamienie, ślizgające się po lodzie.
W oparciu o zasadę zachowania pędu działają np. śmigło samolotu czy śruba okrętowa. Odrzucając do tyłu odpowiednio powietrze (samolot) lub wodę (statek) uzyskują one pęd skierowany do przodu.
Zasad zachowania pędu wykorzystana jest w silniku rakiety i w silniku samolotu. W komorze spalana silnika spala się mieszanka wybuchowa, a powstający strumień gazów z dużym pędem jest wyrzucany przez dyszę w tylnej części rakiety albo porusza tłok w silnik pojazdu. Powoduje to „odrzut" samolotu (lub członu rakiety).
Jeśli stojąc w łódce przy brzegu wody wyskoczy się na ląd, to uzyska się pęd zgodny z kierunkiem skoku. Tym samym nada się przeciwnie skierowany pęd łódce, powodując, że oddali się ona od brzegu.
Aby dokładnie badać zderzenia ciał zmniejsza się tarcie m.in. z wykorzystaniem poduszki powietrznej. Technologie poduszki powietrznej wykorzystywane są w taśmociągach, torach powietrznych, a nawet lodołamaczach (odsuwanie fragmentów lodu od poszycia kadłuba).

Ciekawostki, historia odkrycia:
Pierwsze próby sformułowania zasady zachowania pędu można znaleźć już u Kartezjusza, mimo że on sam nie sformalizował jeszcze idei pędu. Pojęcie pędu wprowadził do nauki Izaak Newton (1643 – 1727), który sformułował też zasadę jego zachowania. Przyrząd, który ilustruje prawo zachowania pędu i energii podczas sprężystego zderzenia kul, nazywany jest kołyską Newtona.
W przyrodzie siła odrzutu również jest wykorzystywana, np. przez niektóre zwierzęta wodne takie jak meduza, kałamarnica czy ośmiornica, które poruszają się w wodzie dzięki niemu. Szybkim ruchem kurczą ciało, wyrzucając przy tym do tyłu wodę, dzięki czemu uzyskują pęd w przeciwną stronę.
Podczas przemiany promieniotwórczej lub reakcji jądrowej dochodzi do emisji cząstek z jądra, w wyniku czego następuje odrzut jądra atomowego.
Zderzenia galaktyk czy przejście w okolicy Słońca komety, która nie jest związana grawitacyjnie z układem słonecznym, ale której tor zostaje odchylony pod wpływem oddziaływania grawitacyjnego, to zjawiska także uznawane za zderzenie, mimo iż trwają nieporównanie dłużej niż zderzenia, które można zaobserwować na co dzień.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- pokazanie zasad zderzeń sprężystych i niesprężystych ciał i rozkład wielkości wektorowych.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji i prezentacji: 30 sekund.
Wymagany jest materiał filmowy fabularyzowany pokazujący:

- działanie kołyski Newtona,
- występowanie w przyrodzie (ożywionej i nieożywionej) zasady zachowania pędu.

Wymagany czas trwania materiału filmowego: ok.120 sekund. Projekcja zapętlona będzie mieć miejsce przy stanowisku – z wykorzystaniem projektora i ekranu.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: SWOBODNY SPADEK CIAŁ

Cel:
Przedstawienie zależności czasu spadku swobodnego od masy ciała.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Spadek swobodny ciał jest jednym z najczęściej obserwowanych, podstawowych zjawisk fizycznych, będących inspiracją do tworzenia podstaw mechaniki klasycznej. Z drugiej strony: codzienna obserwacja rzeczywistości doprowadziła do fałszywej interpretacji tego zjawiska i jest do dzisiaj jednym z podstawowych błędów kształtujących fałszywą „intuicję fizyczną".

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 220,00cm (dł.) x 20,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej.
W podeście zostaną zabudowane dwie pompy do obniżania ciśnienia w rurach pleksi ustawionych na podeście.
W blacie podestu powinny zostać zabudowane gumowe podstawy umożliwiające szczelne, a jednocześnie proste, osadzenie rur – podstawy powinny być szczelnie połączone z pompami.
Na blacie lub na bocznej ścianie podestu powinny zostać zabudowane przyciski do uruchamiania pomp oraz wskaźniki ciśnienia powietrza.
Stanowisko ma zostać wyposażone w dwie rury wykonane z pleksi, średnicy ok. 8,00cm i długości ok.100,00cm.
Stanowisko powinno być ponadto wyposażone w: dwie szklane płytki średnicy 10,00cm (do zakrywania rur), dwa magnesy, metalowe krążki i kawałki papieru – materiały te będą magazynowane w szufladzie podestu. Korzystanie ze stanowiska możliwe będzie pod opieką personelu Centrum.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 72.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.47.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

SWOBODNY SPADEK CIAŁ
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
1. *Połóż kolejno na siebie: metalowy krążek, papier, szklaną pokrywę, magnes. Przykryj szklaną pokrywą szczelnie wylot rury tak, aby magnes znajdował się na górze.*
2. *Zdejmij magnes ze szklanej pokrywy. Jak spadają na dno rury: metalowy krążek i papier? Co spada szybciej?*
3. *Powtórz czynność nr 1.*
4. *Obniż ciśnienie w rurze naciskając przycisk na blacie. Odczekaj aż wskaźnik ciśnienia przesunie się do zielonej strefy.*
5. *Zdejmij magnes ze szklanej pokrywy. Jak spadają na dno rury: metalowy krążek i papier? Co spada szybciej?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Intuicja mówi nam, że ciała o większej masie spadają na Ziemię zawsze wolniej od lżejszych. Tymczasem Galileusza zrzucając różne przedmioty z Krzywej Wieży w Pizie udowodnił, że czas swobodnego spadku ciała nie jest zależny od jego masy.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.58],
- projektor + komputer [pr 2.12].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

SWOBODNY SPADEK CIAŁ
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
spadek swobodny ciał, siła grawitacji, próżnia, opór powietrza

Komentarz podstawowy:
Spadek swobodny jest ruchem spowodowanym wyłącznie działaniem siły grawitacji. Podczas prezentowanego na stanowisku eksperymentu nie rzuca się przedmiotu w kierunku ziemi, ale pozwala mu się samemu spaść. Przyspieszenie jest takie samo dla każdego przedmiotu. Im większa jest jednak masa ciała, tym większa siła (grawitacji) działa na to ciało. Oznacza to, że np. na kawałek metalu będzie działała siła o większej wartości niż na papier. Jednak podczas spadku, pojawia się siła oporu spowodowana „przepychaniem się" przedmiotu przez cząsteczki powietrza. Opór powietrza zależy w dużej mierze od prędkości danego ciała (im szybciej coś się porusza, tym na większy natrafia opór). Spadający kawałek papieru nie radzi sobie dobrze z pokonywaniem cząsteczek powietrza, przez co szybko rośnie siła oporu hamująca jego ruch. Masywniejsze przedmioty, o bardziej zwartym kształcie (kawałek metalu), lepiej pokonują opory powietrza, przez co siła oporu rośnie wolniej – stąd różnica w czasie spadania w powietrzu. Kluczową rolę ma siła wypadkowa działająca na przedmiot, bowiem im jest ona większa, tym bardziej przyspieszenie, jakie uzyskuje ciało, jest zbliżone do wartości przyspieszenia grawitacyjnego. Gdy doświadczenie wykonywane jest w próżni przedmioty nie napotykają na opór i spadają z jednakowym przyspieszeniem, przez co czas ich spadku jest taki sam.

Komentarz rozszerzony:
*Większa masa ciała oznacza większą wartość siły grawitacji – wielkości te są proporcjonalne, co wynika z drugiej zasady dynamiki Newtona: F=m*a gdzie „a" oznacza stałe, określone dla danego miejsca przyspieszenie. W omawianym wypadku dotyczy ono Ziemi i wynosi ok. 9,8m/m^2 (w zależności od miejsca i kierunku spadania).*
Taka masa nazywana jest masą bezwładną. Jej wielkość decyduje o tym, jak ciało radzi sobie z oporami ruchu – w tym wypadku cząsteczkami powietrza. Opór powietrza zależy w dużej mierze od prędkości danego ciała (dokładnie od jej kwadratu: v^2) co oznacza, że im szybciej coś się porusza tym na większy natrafia opór.
Każdy może odczuć ten efekt jadąc szybko na rowerze, szczególnie w wietrzny dzień. Im szybciej się jedzie, tym więcej siły musi się włożyć w pedałowanie.
Przedmioty o małej masie bezwładnej, jak kawałek papieru, słabo radzą sobie z oporami ruchu, przez co szybko hamują (poruszają się ruchem opóźnionym). W pewnym momencie siła oporu jest na tyle duża, że równoważy siłę grawitacji. Ustala się wtedy maksymalną prędkość spadającego ciała, czyli tak zwaną prędkość graniczną. Masywniejsze przedmioty lepiej pokonują opory ruchu, przez co nie zdążą osiągnąć tej prędkości – siła grawitacji cały czas może być w ich wypadku większa od siły oporu. Wypadkowa siła działająca na przedmiot określa, z jakim przyspieszeniem będzie poruszało się ciało. Wartości przyspieszenia będą się ciągle zmieniały w zależności od oporów. Im większa jest ich wypadkowa, tym wartość przyspieszenia będzie bardziej zbliżona do wartości przyspieszenia grawitacyjnego. W przypadku próżni wypadkową siłą jest po prostu siła grawitacji. Przyspieszenie każdego ciała będzie takie samo.

Zastosowanie praktyczne:

Ze swobodnym spadkiem mamy zawsze kiedy coś upuszczamy. Jednak w takiej sytuacji nie można zaobserwować wielu elementów charakterystycznych dla tego rodzaju ruchu. Natomiast dobrze widać to na przykładzie skoczka wyskakującego z samolotu. Skoczek wykorzystuje zjawiska dotyczące spadku swobodnego oraz tak zwanej prędkości granicznej. Im mniejsza jest jego powierzchnia oraz im większy jego ciężar, tym szybciej spada. Jeśli będzie lecieć na plecach, to będzie spadać wolniej, niż gdyby zachował pozycję pionową. Dzieje się tak dlatego, że jego maksymalna, możliwa prędkość (graniczna) jest w tym wypadku mniejsza. Pomimo niezmiennej masy wystarczy sam sposób ułożenia ciała, aby zmienić prędkość spadania.
To dzięki oporom powietrza możliwe jest skuteczne korzystanie ze spadochronu, bo to on spowalnia lot skoczka (m. in. poprzez zwiększenie powierzchni oddziaływania skoczka z powietrzem).
Ptaki drapieżne „nurkują": jeśli chcą upolować zdobycz, to trzymają skrzydła blisko ciała, w taki sposób, aby jak najbardziej ograniczyć opory powietrza.
Opór powietrza jest przeciwnikiem wszystkich konstruktorów pojazdów, między innymi samochodów. Im lepiej pojazd radzi sobie z oporami ruchu, tym mniej paliwa zużywa i osiąga większe prędkości.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Fakt, że każdy przedmiot na Ziemi, niezależnie od masy, spada swobodnie z tym samym przyspieszeniem, wykazał Galileusz, który, według biografii napisanej przez swojego ucznia Vincenzo Vivianiego, w 1600 r. zrzucał przedmioty z Krzywej Wieży w Pizie.
Spadek swobodny jest ściśle powiązany z zasadami dynamiki Newtona, opublikowanymi w Principia Mathematica w 1697 r. Wg pierwszej zasady dynamiki: jeśli na ciało nie działa żadna siła lub siły działające równoważą się, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Pierwsza zasada wprowadza pojęcie bezwładności: jest to zdolność ciał do przeciwstawiania się wszelkim zmianom ruchu (miarą bezwładności ciała jest jego masa). Druga zasada wyraża zależności między przyspieszeniem, siłą i masą. Wg niej przyspieszenie z jakim porusza się ciało jest proporcjonalne do działającej siły. Trzecia zasada dynamiki zakłada, że oddziaływania ciał są zawsze wzajemne: siły wzajemnego oddziaływania dwóch ciał mają takie same wartości, taki sam kierunek, przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia.

Stan nieważkości ma swoje źródło w spadku swobodnym. Siłę działającą na każde ciało nazywa się ciężarem. Waga natomiast jest miarą oddziaływania ciała z podłożem. Każde ciało składa się z atomów, a gdy doda się masy atomowe każdego z nich, otrzyma się masę ciała. Jest ona niezmienna dla każdego miejsca. Waga natomiast zależy od wartości przyspieszenia (stąd mowa, że dany przedmiot na Księżycu ważyłby sześć razy mniej). W stanie nieważkości, który jest spowodowany spadkiem swobodnym, ciało nie waży nic – nie oddziałuje z podłożem czyli jest nieważkie. Astronauci znajdujący się na orbitującej dookoła Ziemi stacji kosmicznej również spadają swobodnie! Jest to spadek w kierunku naszej planety, jednak poruszają się oni prostopadle do kierunku tego spadku z dużą prędkością, przez co utrzymują się na odpowiedniej wysokości.
Fizycy pod pojęciem masy rozróżniają jej dwa typy – masę bezwładną (miara bezwładności, związaną z drugą zasadą dynamiki Newtona, $F=m*a$) oraz masą grawitacyjną (związaną z prawem powszechnego ciążenia, $F=G*(M*m/r^2)$. Masa bezwładna dotyczy bezwładności ciała czyli miary zmiany prędkości pod wpływem działającej siły. Niemniej obie wyżej wymienione masy są sobie równe (jak wynika z doświadczeń), pomimo iż mechanika klasyczna zajmująca się w fizyce ruchem nie tłumaczy dlaczego.
Siła grawitacji jest różna w różnych miejscach; np. w Łodzi wynosi $\approx 9{,}81 m/s^2$.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- pokazanie w jaki różne ciała zachowują się w trakcie spadku swobodnego.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Czas trwania animacji: 20 sekund.
Wymagany jest film fabularyzowany z elementami animacji pokazujący:

- legendarny eksperyment Galileusza na Krzywej Wieży w Pizie.

Wymagany czas trwania materiału filmowego: ok.120 sekund. Projekcja zapętlona będzie mieć miejsce przy stanowisku – z wykorzystaniem projektora i ekranu.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: AERODYNAMIKA – SIŁA NOŚNA

Cel:
Przedstawienie działania siły nośnej.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Dzięki doświadczeniu można stwierdzić, dlaczego samolot lata oraz przekonać się czym jest siła nośna i od czego ona zależy.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 mm, 20/20 mm, 40/40 mm.
Wymiary podestu: 350,00cm (dł.) x 100,00cm (szer.) x 80,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%. Dodatkowy podest wymagany jest jako podstawa pod wentylator.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Przy podeści stanowiska należy zamontować wentylator przemysłowy wymuszający linearny przepływ powietrza na stanowisku.
Blat stanowiska należy zabudować płytami przeźroczystej pleksi gr. 0,70cm (wymiary płyt: 300,00x50,00cm, 100,00x50,00cm – wszystkie wymiary +/-10%).
Ok. 70,00cm od krawędzi nadmuchu należy zamontować miernik prędkości powietrza (wyświetlacz ciekłokrystaliczny z wbudowaną baterią). Na etapie ostatecznych testów prototypów, należy ustawić go w takim miejscu, aby w jak najmniejszym stopniu zaburzał przepływ powietrza.
Ok. 200,00cm od krawędzi nadmuchu należy zamontować prowadnicę (rurka Φ3,00cm, stal nierdzewna), a na niej model skrzydła, w taki sposób, aby możliwa była zarówno zmiana kąta ustawienia skrzydła jak i ruch skrzydła w kierunku: góra – dół. Prowadnica, do której przymocowany jest model skrzydła, ma być podwieszona na dynamometrach sprężynowych (2,00szt., każdy na baterię), wystających na zewnątrz komory, pokazujących na ekranie LCD ciężar modelu.
Zakończenie tunelu powinno być przesłonięte siatką zabezpieczającą i rozpraszającą strumień wydostającego się z tunelu powietrza (ze stali nierdzewnej, gr. 2-3 mm, przykręconej do stalowych kątowników przytwierdzonych sztywno do podestu).
W obudowie stanowiska należy zabudować przycisk uruchamiający wentylator z wyłącznikiem czasowym ustawionym na ok. 20 s.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 65.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.29.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

AERODYNAMIKA – SIŁA NOŚNA
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Uruchom wentylator przyciskiem.*
2. *Jak zmienia się położenie skrzydła przy zmianie kąta ustawienia skrzydła?*
3. *Jak zmieniają się wartości sił działających na skrzydło (oczytaj wskazania dynamometru i wskaźnik prędkości strugi powietrza)?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?

W zależności od kąta ustawienia skrzydła w stosunku do strugi powietrza siła nośna skrzydła rośnie lub maleje. Zwiększenie kąta nachylenia powoduje wzrost siły nośnej i unoszenie się skrzydła. Im większa jest siła nośna tym lepiej wykorzystać można energię powietrza.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.38],
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 5 kpl. [ts 2.33, ts 2.34, ts 2.35, ts 2.36, ts 2.37],
- projektor + komputer [pr 2.05].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

AERODYNAMIKA – SIŁA NOŚNA

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

siła nośna, II zasada dynamiki Newtona, III zasada dynamiki Newtona, prawo Bernoullego

Komentarz podstawowy:

Siła nośna, to siła działająca na ciało poruszające się w płynie (w fizyce płynami nazywa się gazy oraz ciecze). Siła nośna jest prostopadła do kierunku ruchu. Ciało działa wtedy na płyn siłą określoną przez drugą zasadę dynamiki Newtona. Płyn w reakcji działa na opływane ciało siłą o takiej samej wartości, ale przeciwnym zwrocie – zgodnie z trzecią zasadą dynamiki Newtona.

Najczęściej spotykanym jej przykładem jest siła nośna skrzydła samolotu.

Siła nośna działa np. na skrzydła i usterzenie samolotu, na łopaty śmigła lub wirnika śmigłowca, na żagiel jachtu, jego ster, kil lub miecz, na łopatki turbin i sprężarek. Działa też na lecące pociski i rakiety. Dodatkowe „skrzydła" samochodów wyścigowych, wytwarzając siłę nośną skierowaną w dół, powodują zwiększanie docisku do jezdni, zwiększając przyczepność.

Siła nośna jest niekiedy czynnikiem szkodliwym i trzeba podejmować specjalne kroki, aby uniknąć jej wpływu. Na przykład dachy i kominy podlegają działaniu siły nośnej. W rejonach gdzie występują silne wiatry, dachy i kominy projektowane są w taki sposób, aby przeciwdziałać powstawaniu siły nośnej, gdyż może ona doprowadzić do katastrofy budowlanej.

Komentarz rozszerzony:

Siła nośna powstaje, gdy ciało poruszające się względem płynu zmienia całkowitą ilość pędu płynu otaczającego to ciało w kierunku prostopadłym do tego ruchu. Ciało działa wtedy na płyn siłą określoną przez drugą zasadę dynamiki. Płyn w reakcji działa na opływane ciało siłą o takiej samej wartości, ale przeciwnym zwrocie (trzecia zasada dynamiki). Siła ta jest bezpośrednio wynikiem ciśnień, występujących na powierzchni ciała. Ciśnienia te na skutek ruchu są różne dla różnych punktów powierzchni skrzydła, a siła nośna jest wypadkową wszystkich elementarnych sił, wynikających z działania ciśnień na odpowiadające im elementy powierzchni ciała.

Tę siłę można obliczyć ze wzoru:

F= C_z ρS V^2/2

gdzie: S – powierzchnia skrzydła, V – prędkość ruchu, ρ – gęstość płynu, Cz – współczynnik siły nośnej: [C_Z=2m(α-α_0], gdzie: m – współczynnik zależny od profilu skrzydła, α – kąt natarcia, α0 – kąt natarcia przy którym siła nośna wynosi „0 N".
Często powstawanie siły nośnej usiłuje się tłumaczyć elementami mechaniki płynów – zgodnie z prawem Bernoulliego. Różnica ciśnień powoduje powstanie siły nośnej w wyniku błędnego założenia, że odpowiednie cząsteczki poruszające się powyżej płata oraz poniżej muszą spotkać się za płatem. Ponieważ na skutek wypukłości górnej części płata mają one do przebycia dłuższą drogę - prędkość przepływu nad górną częścią płata jest większa niż nad dolną. Większej prędkości musi odpowiadać mniejsze ciśnienie. Różnica ciśnień powoduje powstanie siły nośnej. W rzeczywistości cząsteczki będące obok siebie przed płatem, nie spotykają się za nim. Próby obliczenia siły nośnej w taki sposób prowadzą do rezultatów niezgodnych z rzeczywistością. Według tej teorii siła nośna zależy tylko od kształtu skrzydła, a nie od kąta natarcia, co jest niezgodne z doświadczeniem. Nie da się wyjaśnić w ten sposób doświadczenia z samolotem lecącym lotem odwróconym, gdy siła nośna „powinna" działać w kierunku przeciwnym niż „normalnie".

Zastosowanie praktyczne:
Jadąc samochodem po autostradzie na karoserię samochodu działa siła nośna działająca w górę i starająca się oderwać pojazd od nawierzchni. Samemu można poczuć jej działanie, jeśli wystawi się rękę za okno i będzie się zmieniać jej ułożenie względem ruchu samochodu. Jeśli dłoń będzie ułożona prawie równolegle do drogi, można poczuć jak siła nośna stara się unieść ją w górę lub w dół (zależnie od nieznacznej zmiany kąta ułożenia). Aby przeciwdziałać temu zjawisku, które może powodować groźne wypadki, w samochodach montuje się spoilery, mające za zadanie wytworzenie siły nośnej działającej w dół i dociskającej pojazd do podłoża.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Pierwszego udanego lotu maszyną cięższą od powietrza (szybowcem) dokonał w 1904 r. angielski inżynier George Cayley. Podczas testów i wielu prób lotów latawców wykazał, że do wzniesienia się człowieka w powietrze potrzebna jest odpowiednia siła nośna. W 1853 r. zbudował on pełnowymiarowy szybowiec, który wraz z pasażerem wykonał pierwszy lot.
Innym znanym konstruktorem i oblatywaczem był Niemiec Otto Lilienthal, autor opublikowanej w 1889 r. książki „Lot ptaka jako podstawa sztuki latania". Lilienthal był autorem 18 projektów maszyn latających.
Pierwszy kontrolowany lot „aparatem silnikowym" (samolotem) miał miejsce w 1903 r. w Kitty Hawk (USA), a wykonali go dwaj bracia: Orvill i Wilbur Wright. Ten 40-metrowy lot dwupłatowca okazał się rewolucyjnym dla rozwoju lotnictwa. Od tego czas konstruktorzy zdołali zbudować maszyny bijące rekordy prędkości, nawet kilkakrotnie przekraczające prędkość dźwięku.
Jednym z największych samolotów jest Antonow 225, skonstruowany w ZSRR. Jest on tak wielki, że cały przelot braci Wright mógłby się odbyć w jego wnętrzu (biorąc pod uwagę tak odległość jak i wysokość na jaką wzbił się pierwszy w historii samolot). Antonow 225 jest dziś wykorzystywany w transporcie wielkich ładunków. Jest też przystosowany do przewożenia na swoim grzbiecie wahadłowców (Buran).

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- działanie i zmiana wielkości siły nośnej w zależności od kąta ustawienia ciała.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 10 sekund każda.

Jako podsumowanie tematyki związanej z aerodynamiką i hydrodynamiką wymagane są animacje i filmy, których projekcja będzie mieć miejsce po wejściu z tej strefy na 5 monitorach z nakładkami dotykowymi oraz na ekranie z wykorzystaniem projektora.

Wymagane są animacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d. Wymagane są filmy fabularyzowane dokumentalne, wykorzystujące materiały archiwalne. Wymagana tematyka:

- wykorzystanie wyników badań naukowych w konstrukcji pojazdów, okrętów, samolotów,
- badania w tunelach aerodynamicznych,
- najszybsze samochody,
- odkrywcy morskich głębin (badania z wykorzystaniem batyskafu),
- największe i najszybsze łodzie podwodne,
- pionierzy lotnictwa, lot braci Wright,
- największe i najszybsze samoloty,
- rekordy maszyn: szybkości, wysokości, głębokości.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Powyższy materiał łącznie powinien mieć długość 20 minut.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: EFEKT DOPPLERA DLA ŚWIATŁA

Cel:
Prezentacja efektu Dopplera dla światła.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Efekt Dopplera jest zdecydowani lepiej znany dla fal dźwiękowych, ale nie każdy wie, że występuje również dla światła. Prezentacja tego zjawiska będzie miała formę multimedialnej prezentacji: nie jest to stanowisko doświadczalne.

Opis techniczny stanowiska:
Dla potrzeb prezentacji wydzielić należy w przestrzeni ekspozycji wyciemnione pomieszczenie: na rzucie koła (średnica: 300,00cm, wysokość w najwyższym punkcie: 400,00cm – wszystkie wymiary: +/-15%). Sufit powinien zostać wykonany jako kopuła. Podkonstrukcja – profile stalowe systemowe; dwustronne pokrycie płytami g.-k. za wyjątkiem płaszczyzn (fragmentów ścian) potrzebnych do projekcji. Płaszczyzny przeznaczone do projekcji tworzyć będzie folia tylnoprojekcyjna. Wzdłuż ścian przy podłodze należy zamontować linię świetlną (węże led) tworzącą efekt poświaty. Ściany boczne nie przeznaczone dla projekcji powinny zostać pokryte wydrukiem winylowym: nocna panorama Łodzi „z lotu ptaka".
Wykonać należy drzwi przesuwne, wyoblone do kształtu ścian, na szynach stalowych z mechanizmem rolkowym.
Kopuła pomalowana na kolor ciemnogranatowy.
Na podłodze: wykładzina dywanowa a atestem higienicznym, trudnozapalna, w kolorze ciemnej zieleni.
W centralnym miejscu pomieszczenia zamontować należy rurę (stal, malowana proszkowo, mat, wys. 250,00cm) będąca stelażem dla projektorów i równocześnie zabudową tras kablowych i komputerów. Rura jednocześnie ma być stelażem dla umieszczonego na szczycie źródła światła, osłoniętego perforowaną przesłoną: światło imitować będzie na sklepieniu mapę nieba (jako alternatywę dopuszcza się oświetlenie LED rozmieszczone na kopule).
W pomieszczeniu mają znajdować się siedziska – pufy w kształcie gwiazd (6,00szt.).
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 68.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.18], umieszczony na zewnątrz stanowiska (poza wydzieleniem),
- projektor + komputer: 4 kpl. [pr 2.01, pr 2.02, pr 2.03, pr 2.04],
- głośniki.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Jako kontent multimedialny dla projekcji z wykorzystaniem projektorów wymaga się przygotowania animacji wykonanych łączoną techniką 2d-3d ilustrujących tekst:

1:

Dlaczego nocne niebo jest ciemne? Czy chodzi tylko o to, że Słońce nie oświetla akurat tej połowy Ziemi, na której się znajdujesz? Czy może wyjaśnienie jest zupełnie inne...

2:

W nocy niebo wydaje nam cię ciemne. W ciągu dnia, kiedy pogoda jest ładna i chmury nie przeszkadzają w obserwacji, niebo nad nami wydaje się być pięknego, błękitnego koloru. Dzieje się tak dlatego, że światło słoneczne ulega rozproszeniu w ziemskiej atmosferze. Gdyby nasza planeta była pozbawiona tej gazowej otoczki, niebo jawiłoby nam się jako czarna otchłań – tak, jak wygląda to na przykład na Księżycu – nawet wtedy, gdy świeci tam Słońce.

Powinniśmy zatem przeformułować pytanie: dlaczego kosmos jest ciemny?

3:

Kosmos jest pełen gwiazd. Roi się w nim od gwiazd, które są przecież bardzo jasne – czasem nawet jaśniejsze niż nasze Słońce. W nieskończonym, wiecznym kosmosie, niezależnie od tego, w którą stronę byśmy spojrzeli, zawsze powinniśmy zobaczyć jakąś gwiazdę. Patrząc w niektórych kierunkach, natrafimy na gwiazdy, które znajdują się całkiem blisko nas; kierując wzrok gdzie indziej, będziemy musieli szukać daleko – ale zawsze znajdziemy gwiazdę lub całe ich skupisko. Czyli całe niebo powinno być tak jasne jak Słońce – i to zarówno dniem jak i nocą!

A skoro nie jest, czy to znaczy, że w jakiejś odległości od nas istnieje granica, za którą gwiazdy i galaktyki po prostu się kończą? Jakiś kraniec wszechświata, za którym nie ma już nic?

4:

Dowody wskazują na to, że kosmos, jaki znamy, nie ma granicy. Należy natomiast wziąć pod uwagę czas. Wszechświat nie jest wieczny – ma początek w czasie. Wiek wszechświata szacuje się obecnie na ok. 13,7 miliarda lat (13,7 · 109).

Oznacza to, że światło bardzo, bardzo odległych gwiazd nie miało wystarczająco dużo czasu, aby do nas dotrzeć. I to pomimo faktu, że prędkość światła jest niesamowicie duża – w próżni wynosi 299 792 458 m/s. Tak, prawie 300 milionów m/s!

Można też spojrzeć na to inaczej. Kiedy kierujemy nasze teleskopy w stronę naprawdę dalekich zakątków wszechświata, widzimy je w takim stanie, w jakim były, kiedy światło zostało stamtąd wyemitowane. Dotrzemy w ten sposób do miejsc, gdzie jeszcze było gwiazd, których światło moglibyśmy zobaczyć.

Ale to nie jedyny powód, dla którego spory fragment nocnego nieba wydaje się być ciemny.

5:

Wszechświat cały czas się rozszerza. Oznacza to, że odległe gwiazdy i galaktyki jeszcze bardziej się od nas oddalają. W optyce falowej światło postrzegamy jako falę elektromagnetyczną. Gwiazda jest źródłem tej fali. Jeżeli źródło – obserwowana gwiazda – się od nas oddala, to długość dochodzącej do nas fali się zwiększa. Takie zjawisko nazywamy efektem Dopplera. Największą długość w zakresie widzialnym ma światło czerwone – stąd nazwa obserwowanego efektu dla światła: przesunięcie ku czerwieni. Gdy gwiazdy są naprawdę daleko i oddalają się od nas bardzo szybko, wydają się nam coraz bardziej czerwone. W końcu długość emitowanej fali przechodzi poza skalę widzialną i wchodzi w podczerwień. A wtedy już nie możemy ich obserwować. Dlatego teleskopy, aby wykonać zdjęcia odległych gwiazd, pracują w podczerwieni. Dlatego właśnie kosmos wydaje nam się ciemny.

Wymagana jest produkcja własna.
Czas trwania animacji: 15 minut.

Poza wydzielonym obszarem umieszczony zostanie monitor z nakładką dotykową [ts 2.18]. **Interfejs użytkownika** umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści**:

EFEKT DOPPLERA:
Na czym polega?
Efekt Dopplera to zjawisko obserwowane dla fal. Pojawia się na skutek przemieszczania się względem siebie źródła emitującego fale i obserwatora, który je rejestruje: częstotliwość wysyłanej przez źródło fali i częstotliwość fali zarejestrowanej przez obserwatora nie są takie same. Gdy źródło emituje falę cały czas z taką samą częstotliwością i nie porusza się, to odległość między kolejnymi grzbietami fali jest jednakowa we wszystkich kierunkach. Gdy źródło porusza się, odległość między kolejnymi grzbietami jest zależna od kierunku rozchodzenia się fali. Zmiana zależy od prędkości źródła oraz kąta między kierunkiem obserwacji, a kierunkiem ruchu źródła.
Dla fal rozprzestrzeniających się w ośrodku (np. dla fal dźwiękowych) efekt zależy od prędkości obserwatora oraz źródła względem ośrodka, w którym te fale się rozchodzą.
W przypadku fal elektromagnetycznych rozprzestrzeniających się bez udziału ośrodka materialnego (światło w próżni, fale radiowe) znaczenie ma jedynie różnica prędkości źródła oraz obserwatora.

Odkrycie i zastosowanie:
Efekt ten opisał po raz pierwszy w 1842 r. Christian Andreas Doppler: zaobserwował go jako zmianę koloru światła pod wpływem ruchu w układzie gwiazd podwójnych.
Efekt Dopplera jest wykorzystywany do określania prędkości przybliżania lub oddalania źródła fali. W pomiarach mierzy się czas potrzebny na przebycie drogi przez falę: od źródła do obserwatora i od obserwatora do źródła. Badane ciało traktuje się więc najpierw jako element odbierający fale, a następnie jako wysyłający falę.
Na efekcie Dopplera dla fal radiowych opiera się zasada działania radaru dopplerowskiego. Meteorologiczne radary dopplerowskie, stosowane do obserwacji i prognozowania pogody, mierzą i porównują ruch chmur i powietrza. Dzięki takim pomiarom daje się przewidzieć burze i tornada.

Relatywistyczny efekt Dopplera:
Efekt zmiany częstotliwości dla światła nazywany jest relatywistycznym efektem Dopplera. Jeżeli źródło i rejestrator fali poruszają się względem siebie, to występuje dylatacja czasu wynikająca ze szczególnej teorii względności.
Dylatacja czasu to zjawisko różnic w pomiarze czasu dokonywanym równolegle w dwóch różnych układach odniesienia, z których jeden przemieszcza się względem drugiego. Pomiar dotyczy czasu trwania tego samego zjawiska. Dylatację czasu przewidywała szczególna teoria względności Alberta Einsteina i została ona potwierdzona doświadczalnie (potwierdzono tym samy słuszność teorii Einsteina). Zgodnie z ogólną teorią względności, w pobliżu obiektów posiadających masę czas płynie wolniej, niż z dala od nich. Atomy emitujące światło na powierzchni Słońca wysyłają fale, które odbierane na Ziemi mają mniejszą częstotliwość, niż ma to miejsce w przypadku takich samych atomów badanych w laboratorium.
Ogólna teoria względności opisuje zjawisko dylatacji czasu w pobliżu dużej masy. W ogólnej teorii względności przyjmuje się, że grawitacja jest efektem zakrzywienia czasoprzestrzeni wokół masy.
Tempo upływu czasu w tzw. inercjalnym układzie odniesienia jest stałe, a spowolnienie czasu na powierzchni planet o małych masach, rotujących ze stałą prędkością jest niemożliwe do stwierdzenia. Dylatację czasu można stwierdzić dopiero przy wielkich, skoncentrowanych masach i prędkościach zbliżonych do prędkości światła.

Ucieczka ku podczerwieni. Efekt Dopplera w astronomii:
Prawie wszystkie obserwowalne galaktyki są przesunięte ku czerwieni (ku falom o większej długości). Im dalej od Ziemi galaktyka się znajduje, tym bardziej jej światło w pasmie widzialnym jest czerwone, tj. przesunięte w kierunku większych długości fali.
Na tej podstawie, przez analogię z prawem Dopplera, uważa się, że wszechświat się rozszerza: we wszystkich kierunkach i coraz bardziej.
Światło gwiazd charakteryzują linie widmowe: zależne od znajdujących się w nich atomów. Atomy te emitują fale elektromagnetyczne, które "rozciągają" się razem z przestrzenią. Kiedy np. w odległej galaktyce wybucha supernowa, wysłane przez nią światło może potrzebować wielu miliardów lat, aby dotrzeć do Ziemi. W tym czasie przestrzeń, którą przemierzają fale, ulega ekspansji, co zwiększa ich długość. Im dalej jest supernowa, tym większa jest różnica pomiędzy długością fali zarejestrowaną na Ziemi, a tą wysłaną przez źródło.
Zmianę częstotliwości lub długości fali stwierdza się przez porównanie położenia charakterystycznych linii widmowych gwiazdy z zarejestrowanym widmem na Ziemi. Jeżeli gwiazda oddala się od obserwatora, to wszystkie jej linie widmowe będą przesunięte w kierunku czerwieni (ku falach o większych długościach).
Wychodząc z powyższych obserwacji i z wniosku o coraz szybszej ekspansji wszechświata wysunięto hipotezę, że wszechświat, skoro się dzisiaj coraz bardziej rozszerza, musiał być kiedyś skupiony na bardzo małej przestrzeni. Tzw. Wielki Wybuch spowodował gwałtowny „rozrost" wszechświata.
Zjawisko przesunięcia widma galaktyk ku podczerwieni zaobserwował po raz pierwszy w 1929 r. amerykański astronom Edwin Hubble i zinterpretował je jako ucieczkę (oddalanie się) galaktyk.
Do połowy lat 1960-tych hipoteza Wielkiego Wybuchu (Big Bang) współistniała z hipotezą Niezmiennego Stanu (Steady State) - odwiecznego, niezmiennego wszechświata. Do uznania teorii Wielkiego Wybuchu za prawdziwą przyczyniło się odkrycie Arno Penziasa i Roberta Wilsona z Bell Telephone Laboratories śladów promieniowania szczątkowego – przewidywanej teoretycznie pozostałości po Wielkim Wybuchu. Promieniowanie szczątkowe (reliktowe) jest śladem energii, wypełniającej praktycznie równo cały obserwowalny kosmos, a odpowiadającej temperaturze ok. 3 stopni Kelvina (czyli powyżej absolutnego zera, tj. ok. minus 273 stopni Celsjusza). „Szum" tego promieniowania, jednolicie wypełniający kosmos, jest interpretowany jako przesunięte promieniowanie powstałe podczas Wielkiego Wybuchu.
Dzięki efektowi Dopplera udało się odkryć wiele pozasłonecznych układów planetarnych. Jeżeli gwiazda tworzy związany grawitacyjnie układ z innym obiektem (np. planetą) to oba ciała obiegają wspólny środek masy. Pomiary zmian przesunięcia linii widmowych niektórych gwiazd wykazały, że okrążają je planety. W ten sposób odkryto setki dużych planet poza Układem Słonecznym.
Na podstawie ruchów gwiazd można nie tylko wywnioskować, czy wokół gwiazd istnieją układy planetarne. Można także obliczyć masę układu: gwiazda – planeta.

Wymaga się przygotowania animacji / prezentacji w mieszanej technice 2d-3d prezentującej:
- istotę efektu Dopplera dla światła,
- przesunięcie ku czerwieni widma galaktyk.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszcza się też materiały licencyjne. Czas trwania animacji: 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

ZESPÓŁ STANOWISK: PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU

Cel:

Pomiar prędkości fali akustycznej i demonstracja efektu fali uderzeniowej towarzyszącej przekroczeniu prędkości dźwięku.

Walor naukowo-dydaktyczny:

Przekroczenie prędkości (bariery) dźwięku jest jednym z widowiskowych, lecz mało uświadamianych efektów dźwiękowych. O ile huk przelatującego samolotu jest identyfikowany z przekroczeniem bariery dźwięku, o tyle „strzał" z bata nie jest już kojarzony z tym zjawiskiem.

Stanowisko A: PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU - INSTALACJA ARTYSTYCZNA

Budowa stanowiska – opis techniczny:

Instalacja ma umożliwić zaobserwowanie:

- różnego czasu rozchodzenia się dźwięku w zależności od ośrodka przenoszącego fale dźwiękowe,
- słabnięcie fali dźwiękowej wraz ze wzrostem odległości.

Instalacja powinna być wykonana z kolorowych rur z tworzywa sztucznego. Stanowisko powinno być wykonane w charakterze instalacji artystycznej, przy jednoczesnym zachowaniu funkcji niezbędnych dla przeprowadzenia zaplanowanego doświadczenia. Zapewnić należy osiągnięcie założonego efektu akustycznego: Użytkownik ma zauważyć, że dźwięk w powietrzu rozchodzi się szybciej niż w „labiryncie" rur. Wewnątrz instalacji, w zależności od potrzeby, zamontować należy wzmacniacze dźwięku. Założyć należy, że stanowisko wyposażyć trzeba w słuchawki, mikrofon, głośniki.

Rury należy przytwierdzić do ściany tak, aby umożliwić wygodny, niezakłócony odsłuch przynajmniej dwóm osobom. Ilość i rodzaj materiału dobrać należy na etapie ostatecznych testów prototypów.

Na posadzce, w sposób trwały, widoczny i łatwo rozpoznawalny, ma być zaznaczone miejsce (naklejka w jaskrawej, fluorescencyjnej barwie, odcinającej się od koloru reszty posadzki), w którym ma stanąć Użytkownik w czasie wykonania doświadczenia.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 52.

Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.40.

Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).

Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU:

INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Stań w miejscu oznaczonym znakiem „X".*
2. *Powiedz coś równocześnie do rury oraz obok niej.*
3. *Czy słyszysz różnicę w czasie, jaka jest pomiędzy odgłosem „wychodzącym" z rury, a tym „z powietrza"? Czy dostrzegasz różnicę w natężeniu dźwięku?*
4. *Powtórz doświadczenie z kolegą, rodzicem: jedno z Was mówi, drugie słucha. Czy dostrzegacie różnicę w czasie, jaka jest pomiędzy odgłosem „wychodzącym" z rury, a tym „z powietrza"? Czy dostrzegacie różnicę w natężeniu dźwięku?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?

Prędkość dźwięku zależy od przestrzeni (od ośrodka) w której się rozchodzi. Jeśli dźwięk dostanie się do odpowiednio długiego labiryntu, z którego nie może uciec, to można zauważyć jego „opóźnienie". Wraz ze wzrostem odległości, jaką dźwięk pokonuje, jego natężenie słabnie.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.49],
- monitory 23'' + komputer; 3 kpl. [mn 2.11, mn 2.12, mn 2.13].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
fale dźwiękowe, prędkość dźwięku
Komentarz podstawowy:
Dźwiękiem określa się falę akustyczną, która powstaje poprzez zaburzenie danego ośrodka. Na przykład klaskając wysyła się falę dźwiękową, która przemieszcza się w powietrzu. Podstawowe wielkości, które opisują taką falę to częstotliwość (określa wysokość dźwięku) oraz amplituda (określa natężenie dźwięku).
Fale akustyczne rozprzestrzeniają się zawsze w pewnym ośrodku (inaczej niż fale elektromagnetyczne, np. światło, które rozprzestrzeniają się bez udziału ośrodka). Ośrodki, w których mogą się poruszać dźwiękowe, to ośrodki sprężyste takie jak ciało stałe, ciecz, gaz. Prędkość dźwięku jest różna w różnych ośrodkach.
Fala dźwiękowa wychodząca ze źródła dźwięku słabnie wraz ze wzrostem pokonanej odległości od źródła.

Komentarz rozszerzony:
Fizycy źródłem dźwięku określają zaburzenie mechaniczne danego ośrodka. Może to być na przykład klaśnięcie dłońmi w powietrzu. Zaburzenie to rozprzestrzenia się dookoła, w postaci fali, dlatego mowa o fali dźwiękowej. Może ona dotrzeć do uszu wywołując wrażenie słuchowe. Jedną z ważnych własności fali dźwiękowej jest jej częstotliwość, powiązana ściśle z wysokością dźwięku.
Jednostką częstotliwości jest Hertz (Hz). Jeżeli fala ponownie osiąga swoje najwyższe położenie, po czasie jednej sekundy, to mowa jest wtedy o jednym Hertzu (1 Hz). Amplituda fali dźwiękowej to odległość pomiędzy najniższymi, a najwyższymi położeniem krzywej dźwięku.
Fale akustyczne rozprzestrzeniają się zawsze w pewnym ośrodku (inaczej niż fale elektromagnetyczne, np. światło, które rozprzestrzeniają się bez udziału ośrodka). Ośrodki, w których mogą się poruszać dźwiękowe, to ośrodki sprężyste takie jak ciało stałe, ciecz, gaz. Prędkość dźwięku jest różna w różnych ośrodkach.
Fala dźwiękowa wychodząca ze źródła dźwięku słabnie wraz ze wzrostem pokonanej odległości od źródła. Osłabienie to zależy od właściwości kierunkowych źródła i od środowiska, w którym ta fala się rozchodzi. Natężenie dźwięku jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości od źródła. Podwojeniu odległości od źródła odpowiada więc czterokrotny spadek natężenia dźwięku.

Zastosowanie praktyczne:
Zagadnienia związane z dźwiękami nie są związane tylko z kulturą (muzyka, śpiew), ale i wieloma innymi dziedzinami życia, np. motoryzacją, zdrowiem, a nawet transportem.
W budownictwie, aby chronić ludzi przed nadmiernym hałasem, stosuje się tzw. materiały dźwiękochłonne, tzn. niepozwalające fali dźwiękowej odbić się od pod jednym kątem. Taki materiał działa na zasadzie przypominającej klasyczny falochron, który rozbija fale morskie.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Natężenie dźwięku bardzo szybko maleje z odległością.
Dźwiękami zajmował się naukowo już Pitagoras, który słusznie doszukiwał się w muzyce zależności matematycznych. Używając napiętej struny poszukiwał harmonijnych proporcji między dźwiękami. Odpowiednie dźwięki przypisał planetom tworząc tzw. harmonię sfer.
Pierwszego zapisu dźwięku dokonał w 1860 r. Édouard-Léon Scott de Martinville z użyciem fonoautografu.

Animacje, grafika:
Wymaga się przygotowania animacji / prezentacji w mieszanej technice 2d-3d prezentującej:

- zależność rozchodzenia się fal dźwiękowych od ośrodka w jakim propagują,
- spadek natężenia dźwięku wraz z odległością.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszcza się też materiały licencyjne.
Łączny czas trwania animacji: 30 sekund.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

Wymaga się ponadto przygotowania animacji / prezentacji w mieszanej technice 2d-3d oraz filmów fabularyzowanych z elementami animacji prezentujących:

- powstawanie i rozchodzenie się fal dźwiękowych,
- podział fal akustycznych ze względu na częstotliwość,
- widmo fali: dźwięki proste, dźwięki harmoniczne, szum, hałas.

Wymagany czas trwania tego materiału: ok.10 minut. Projekcja zapętlona tych materiałów (animacji, filmów) będzie mieć miejsce przy stanowisku – z wykorzystaniem 3 monitorów [mn 2.11, mn 2.12, mn 2.13].

Stanowisko B: FIZYKA STRZAŁU Z BICZA
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko wymaga wydzielenia pomieszczenia w strefie ekspozycji: wydzielenie na rzucie koła średnicy 450,00 cm, o wysokości 250,00cm - wszystkie wymiary: +/-10%.
Konstrukcja wydzielenia: profile stalowe 50/50 mm lub 60/60 mm, lakierowane (kolorystyka – jak obudowy: siatki).
Obudowa konstrukcji: siatka lub blacha perforowana umożliwiająca bezpieczną obserwację wnętrza, kolor srebrny. Rozstaw i wielkość oczek perforacji / siatki należy ustalić na etapie ostatecznych testów prototypów, w taki sposób, aby zapewnić bezpieczeństwo Użytkownikom i widzom.
Wejście do pomieszczenia: drzwi przesuwne, wyoblone, rolki na szynach stalowych; konstrukcja stalowa, okładzina: siatka lub blacha perforowana.
W pomieszczeniu na posadzce w sposób trwały, widoczny i łatwo rozpoznawalny, ma być zaznaczone miejsce (naklejka w jaskrawej, fluorescencyjnej barwie, odcinającej się od koloru reszty posadzki), w którym ma stanąć Użytkownik w czasie wykonania doświadczenia.
Na wyposażeniu stanowiska: bicz. Długość bicza, jego elastyczność i materiał należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów w taki sposób, aby umożliwił przeprowadzenie eksperymentu i osiągnięcie założonego efektu doświadczalnego.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 43.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.37.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:
PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Weź bat. Sprawdź czy jesteś sam w pomieszczeniu.*
2. *Weź szeroki zamach i spróbuj trzasnąć biczem.*
3. *Jeśli usłyszałeś charakterystyczny dźwięk, to znaczy, że końcówka bata przekroczyła prędkość 1 macha (prędkość dźwięku).*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Grom dźwiękowy to odgłos przekroczenia bariery dźwięku. Pomimo tego, że prędkość ta wydaje się być niemożliwa do przekroczenia dla zwykłego śmiertelnika, to jednak każdy jest w stanie tego dokonać. Końcówka bicza/bata, porusza się z prędkością większą niż dźwięku, a dowodzi tego charakterystyczny odgłos gromu dźwiękowego.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.46].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

fale dźwiękowe, grom dźwiękowy, prędkość dźwięku, bariera dźwięku, fala uderzeniowa

Komentarz podstawowy:

Dźwiękiem określa się falę akustyczną, która powstaje poprzez zaburzenie danego ośrodka.
Fale akustyczne rozprzestrzeniają się zawsze w pewnym ośrodku (inaczej niż fale elektromagnetyczne, np. światło, które rozprzestrzeniają się bez udziału ośrodka). Prędkość dźwięku jest różna w różnych ośrodkach.
W powietrzu, w temperaturze 15 °C, prędkość rozchodzenia się dźwięku jest równa 340,3 m/s ≈ 1225 km/h. Prędkość ta zmienia się przy zmianie parametrów powietrza.
Bariera dźwięku to określenie odnoszące się do zjawisk, które zachodzą przy lotach bliskich prędkości dźwięku.

Komentarz rozszerzony:

Fale akustyczne rozprzestrzeniają się zawsze w pewnym ośrodku (inaczej niż fale elektromagnetyczne, które rozprzestrzeniają się bez udziału ośrodka). Prędkość dźwięku jest różna w różnych ośrodkach.
W powietrzu, w temperaturze 15 °C, prędkość rozchodzenia się dźwięku jest równa 340,3 m/s ≈ 1225 km/h. Prędkość ta zmienia się przy zmianie parametrów powietrza.
Grom dźwiękowy to efekt akustyczny towarzyszący rozchodzeniu się fali uderzeniowej. Wytwarzany jest przez obiekt poruszający się z prędkością naddźwiękową, wybuch lub piorun.
Bariera dźwięku to określenie odnoszące się do zjawisk, które zachodzą przy lotach bliskich prędkości dźwięku. Przy prędkości dokładnie równej prędkości dźwięku nie dzieje się nic nadzwyczajnego, w szczególności nie powstaje grom dźwiękowy.
Silne fale dźwiękowe, słyszalne jako grzmot, czasem mylnie nazywane są falami uderzeniowymi. Tymczasem fale uderzeniowe powstają podczas silnego wybuchu, ruchu ciała z prędkością ponaddźwiękową. Fala uderzeniowa rozchodząc się szybko zanika, wywołując wzrost temperatury ośrodka w którym się rozchodzi (np. powietrza). Po zwolnieniu do prędkości poddźwiękowej staje się zwykłą falą dźwiękową o dużej amplitudzie.
W powietrzu przelotowi intensywnej fali uderzeniowej w małej odległości od źródła towarzyszy wytworzenie charakterystycznej mgiełki wskutek kondensacji pary wodne: obłok Prandtla-Glauerta.

Ciekawostki:

Grom dźwiękowy, występujący po przekroczeniu prędkości dźwięku, jest jedną z przyczyn, dla których komercyjne samoloty ponaddźwiękowe (oprócz Concorde'a) nie zdobyły popularności.
Prędkość dźwięku w powietrzu to 340,3m/s (1225km/h), a np. w diamencie 18000m/s.
Nazwa prędkości dźwięku „mach" pochodzi od nazwiska austriackiego fizyka Ernsta Macha.

Animacje, grafika:

Wymaga się przygotowania filmu z elementami animacji w mieszanej technice 2d-3d prezentującej:

- powstawanie obłoku Prandtla-Glauerta za samolotem.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszcza się też materiały licencyjne.
Łączny czas trwania animacji: 20 sekund.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

Stanowisko C: EFEKT DOPPLERA - DŹWIĘK
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko składa się z toru - szyny (profil stalowy) przymocowanej na dystansach do stropu, długości ok. 50,00m (+/-15%). Po tak przygotowanym torze przemieszczać się ma na wózku z rolkami głośnik, z którego ma płynąć sygnał (dźwięk) o jednej, stałej częstotliwości. Zasilanie wózka – elektryczne. Zestaw: wózek + głośnik dodatkowo może być wyposażony w sygnalizator optyczny. Częstotliwość sygnału i prędkość poruszania się wózka należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów.
W pomieszczeniu na posadzce w sposób trwały, widoczny i łatwo rozpoznawalny, ma być zaznaczone miejsce (naklejka w jaskrawej, fluorescencyjnej barwie, odcinającej się od koloru reszty posadzki), w którym ma stanąć Użytkownik w czasie wykonania doświadczenia.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 45.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.43.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:
***PRĘDKOŚĆ DŹWIĘKU**:*
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Stań w miejscu i obserwuj przemieszczający się głośnik.*
2. *Jaki wpływ na natężenie sygnału ma odległość?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Na co dzień zaobserwować możemy, że dźwięk karetki jadącej sąsiednią ulicą najpierw jest wysoki (kiedy ta jest daleko od nas), a potem stopniowo się obniża (kiedy karetka się do nas zbliża).
Mamy do czynienia z efektem Dopplera – zjawiskiem obserwowanym dla fal. Polega on na powstawaniu różnicy częstotliwości wysyłanej przez źródło fali oraz zarejestrowanej przez obserwatora. Dla fal rozprzestrzeniających się w ośrodku, w tym dla fal dźwiękowych, efekt zależy od prędkości obserwatora oraz źródła względem ośrodka, w którym te fale się rozchodzą.
Gdy źródło emituje falę cały czas z taką samą częstotliwością i nie porusza się, to odległość między kolejnymi grzbietami fali jest jednakowa we wszystkich kierunkach. Kiedy źródło dźwięku jest w ruchu to odległość między kolejnymi grzbietami jest zależna od kierunku rozchodzenia się fali. Nieruchomy obserwator może odbierać falę o innej częstotliwości niż nadawana.

Dla stanowiska nie przewidziano sprzętu AV.

Stanowisko D: FALE
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 400,00cm (dł.) x 88,00cm (szer.) x 120,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.

Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Na podeście zostanie umieszczony zabudowany szkłem zbiornik z wodą o wymiarach: 300,00cm (dł.) x 80,00cm (szer.) x 50,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%. Zabudowa powinna zostać wykonana ze szkła bezpiecznego hartowanego. Na etapie ostatecznych testów prototypów, a przed przystąpieniem do realizacji należy, poprzez obliczenie naprężeń i współczynników odkształceń, dobrać odpowiednią grubość szkła oraz sposób łączenia ze sobą tafli.
W zbiorniku zamontować należy mechanizm składający się z iglicy, na której zamontować należy bijak z napędem (ruch: góra – dół) i regulacją częstotliwości. Zadaniem bijaka jest uderzanie w powierzchnię cieczy w zależności od zadanych ustawień.
W podeście zabudować należy pompę wymuszającą obieg wody i zbiornik wody (zamknięty obieg wody).
Mechanizm iglicy oraz przepływ cieczy należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów, w taki sposób, aby Zwiedzający mógł ustawić częstotliwość uderzeń niezbędną do wywołania zamierzonego efektu eksperymentu.
Stanowisko powinno zostać wyposażone w instalację wodną (zasilania, kanalizacji).
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 71.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.38.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

***FALE**:*
INSTRUKCJA OBSŁUGI:
1. *Za pomocą bijaka wywołaj fale w wodzie.*
2. *Zmień ustawienie częstotliwość bijaka. Czy zmiana tej częstotliwości ma wpływ na zachowanie się fali?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Na styku cieczy z powietrzem powstaje napięcie powierzchniowe, które powoduje, że powierzchnia cieczy zachowuje się jak sprężysta błona.
Za pomocą bijaka wywołać można falę.
Fale rozchodzące się w wodzie są dobrą ilustracją (analogią) fal mechanicznych (np. dźwięku) – niewidocznych dla człowieka.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.47].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

FALE:
Komentarz:
Fale rozchodzące się w wodzie są dobrą ilustracją (analogią) fal akustycznych – niewidocznych dla człowieka.
Fala to zaburzenie rozprzestrzeniające się w ośrodku lub w przestrzeni. Dźwiękiem określa się falę akustyczną, która powstaje poprzez zaburzenie danego ośrodka. Zaburzenie to rozprzestrzenia się dookoła, w postaci fali, dlatego mowa o fali dźwiękowej. Na przykład klaskając wysyła się falę dźwiękową, która przemieszcza się w powietrzu. Źródłem energii fal akustycznych jest układ drgający (źródło dźwięku).

Fale akustyczne rozprzestrzeniają się zawsze w pewnym ośrodku - inaczej niż fale elektromagnetyczne (np. światło), które rozprzestrzeniają się bez udziału ośrodka. Fale akustyczne mogą rozchodzić się w ciałach stałych, cieczach i gazach. W cieczach i gazach fala akustyczna jest falą podłużną, w ciałach stałych może być zarówno falą podłużną, jak i poprzeczną. Fale akustyczne nie mogą rozchodzić się w próżni.
Poziom natężenia fali akustycznej wyrażamy w belach [B] lub decybelach [dB].
Podstawowe wielkości, które opisują taką falę to częstotliwość (określa wysokość dźwięku) oraz amplituda (określa natężenie dźwięku).
Jedną z ważnych własności fali dźwiękowej jest jej częstotliwość, powiązana ściśle z wysokością dźwięku (im większa częstotliwość, tym dźwięk jest wyższy).
Jednostką częstotliwości jest Hertz (Hz). Jeżeli fala ponownie osiąga swoje najwyższe położenie, po czasie jednej sekundy, to mowa jest wtedy o jednym Hertzu (1 Hz). Amplituda fali dźwiękowej to odległość pomiędzy najniższymi, a najwyższymi położeniem krzywej dźwięku. Bezpośrednio wiąże się z natężeniem dźwięku.
Efekt Dopplera to zjawisko zmiany częstotliwości dźwięku, który słychać w przypadku, gdy jego źródło się porusza. Gdy zbliża się ono do słuchacza, to wzrasta jego częstotliwość, gdy się oddala częstotliwość maleje.
Gdy źródło emituje falę cały czas z taką samą częstotliwością i nie porusza się, to odległość między kolejnymi grzbietami fali jest jednakowa we wszystkich kierunkach.

Zaburzenia ośrodka i powstania fali nie należy utożsamiać z pojęciem fali uderzeniowej. Fale uderzeniowe powstają podczas silnego wybuchu, ruchu ciała z prędkością ponaddźwiękową. Fala uderzeniowa rozchodząc się szybko zanika, wywołując wzrost temperatury ośrodka w którym się rozchodzi (np. powietrza).

Animacje, grafika:
Wymaga się przygotowania animacji w mieszanej technice 2d-3d prezentującej:
- falowy charakter fal mechanicznych,
- powstawanie i rozchodzenie się fal akustycznych w ośrodku.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszcza się też materiały licencyjne.
Łączny czas trwania animacji: 60 sekund.
Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

Stanowisko E: AKUSTYKA: ANALIZA DŹWIĘKU
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko wymaga wydzielenia pomieszczenia w strefie ekspozycji: wydzielenie na rzucie koła średnicy 320,00 cm, o wysokości 250,00cm - wszystkie wymiary: +/-10%.
Konstrukcja wydzielenia: profile stalowe 50/50 mm lub 60/60 mm.
Obudowa konstrukcji od strony zewnętrznej: płyta g-k, gr. 0,80-1,20cm. Od wewnątrz: płyta gięta, laminowana gr. 0,80-1,20cm, obłożona materiałem dźwiękochłonnym.
Wejście do pomieszczenia: drzwi przesuwne, wyoblone, rolki na szynach stalowych; konstrukcja stalowa, okładzina: drewno lub płyta g-k.
W ściany pomieszczenia należy wbudować 4 głośniki o mocy 50W każdy. Po przeciwnej stronie od wejścia należy przygotować stanowisko do analizy widma akustycznego. Stanowisko wyposażone ma zostać w mikrofon, decybelomierz. Aparatura umożliwić ma określenie składu częstotliwościowego dźwięku. Jako podstawową metodę analizy założono transformatę Fouriera.
Analizator ma wyświetlić widmo częstotliwości na ekranie.
Wraz z aparaturą Zamawiającemu należy dostarczyć instrukcję obsługi oraz dokumenty gwarancyjne.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 42.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.42.

Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Korzystanie z analizatora możliwe będzie pod kierunkiem personelu Centrum.
Samodzielnie skorzystać będzie można kontentu multimedialnego przygotowanego dla stanowiska.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitory LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer4; 4 kpl. [ts 2.51, ts 2.52, ts 2.53, ts 2.54].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

AKUSTYKA I ANALIZA WIDMOWA DŹWIĘKU:
Komentarz:
Fizycy źródłem dźwięku określają zaburzenie mechaniczne danego ośrodka. Może to być na przykład klaśnięcie dłońmi w powietrzu. Zaburzenie to rozprzestrzenia się dookoła, w postaci fali, dlatego mowa o fali dźwiękowej. Może ona dotrzeć do uszu wywołując wrażenie słuchowe.
Podstawowe wielkości, które opisują taką falę to częstotliwość (określa wysokość dźwięku) oraz amplituda (określa natężenie dźwięku).
Częstotliwość powiązana jest ściśle z wysokością dźwięku. Im częstotliwość fali jest wyższa, tym wyższy jest dźwięk. Jednostką częstotliwości jest Hertz (Hz). Jeżeli fala ponownie osiąga swoje najwyższe położenie, po czasie jednej sekundy, to mowa jest wtedy o jednym Hertzu (1 Hz).
Amplituda fali dźwiękowej to odległość pomiędzy najniższymi, a najwyższymi położeniem krzywej dźwięku. Bezpośrednio wiąże się z natężeniem dźwięku. Poziom natężenia fali akustycznej wyrażamy w belach [B] lub decybelach [dB].

Zastosowanie praktyczne:
Zagadnienia związane z dźwiękami nie są związane tylko z kulturą (muzyka, śpiew), ale i wieloma innymi dziedzinami życia.
Ponieważ dźwięk to fale akustyczne, które rozprzestrzeniają się w danym ośrodku, a słuch – jeden z najważniejszych zmysłów – pozwala na ich detekcję, czyli odbiór, to różne dźwięki mogą powodować różnorakie reakcje.
Ale nie tylko słyszalne dźwięki mają na nas wpływ. niektórzy wierzą, że tzw. „brązowa nuta", dźwięk niesłyszalny przez ludzi, ma wpływ na ludzkie jelita. Z drugiej strony, istnieje system LRAD (long range acoustic device), który jest, w dużym uproszczeniu, głośnikiem kierunkowym o wysokiej głośności, wykorzystywanym przez służby porządkowe do kontroli tłumu. Ma na celu odstraszenie osoby/grupy osób poprzez wywołanie u nich wyjątkowo negatywnych wrażeń słuchowych. Oczywiście istnieją też wersje stworzone do celów wojskowych.
Jednak nie tylko służby porządkowe wykorzystują dźwięki do kontroli zachowań ludzkich. Nawet w telewizji dźwięki o odpowiedniej częstotliwości mogą wpływać na powstanie u widza wrażenia niepokoju, pobudzenia oraz innych emocji.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Dźwięk muzyczny „a" leżący pomiędzy drugą a trzecią linią pięciolinii posiada częstotliwość 440 Hz.
Psy potrafią usłyszeć dźwięki o częstotliwości do 40.000 Hz, nietoperze 100.000 Hz, a delfiny 200.000 Hz.
Próg bólu dla ludzkiego ucha to natężenie dźwięku o wartości 120 dB.

Skala natężenia dźwięku jest skalą logarytmiczną, dlatego wartości 50 dB a 60 dB to różnice niewielkie, natomiast 100 dB a 110 dB to różnice bardzo duże.
Natężenie dźwięku bardzo szybko maleje z odległością.
Dźwięki grane przez różne instrumenty mogą posiadać jednakową częstotliwość podstawową (wyznacza ją fala o najniższej częstotliwości), a mimo to grane przez nie dźwięki są łatwo rozróżnialne – wynika to z innego składu fal o wyższych częstotliwościach, tzw. wyższych harmonicznych dla poszczególnych instrumentów. W muzyce określamy to zjawisko jako barwę instrumentu.
Dźwiękami zajmował się naukowo już Pitagoras, który słusznie doszukiwał się w muzyce zależności matematycznych. Używając napiętej struny poszukiwał harmonijnych proporcji między dźwiękami. Odpowiednie dźwięki przypisał planetom tworząc tzw. harmonię sfer.
Pierwszego zapisu dźwięku dokonał w 1860 r. Édouard-Léon Scott de Martinville z użyciem fonoautografu.
Pierwszego zapisu dźwięku za pomocą fonografu, mogącego także odtwarzać dźwięk, dokonał w 1877 r. Thomas Alva Edison. Pobudzona do drgań dźwiękiem membrana przekazywała drgania do igły, która na cynowej folii nałożonej na obracający się wałek żłobiła rowek. Ponowne przejście igły wzdłuż wyrytych na wałku rowków umożliwiało wprawienie w ruch innej membrany i przekazanie drgań w tubę głosową, tym samym odtwarzając dźwięk.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane mieszaną techniką 2d-3d oraz filmy dokumentalne z elementami animacji ilustrujące:
- częstotliwość dźwięku: dla różnych źródeł,
- amplitudy dźwięku: dla różnych źródeł,
- barwa,
- metody analiz częstotliwości i amplitudy,
- zobrazowanie częstotliwości i amplitudy – na konkretnych przykładach,
- specjalistyczne analizy akustyczne.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne. Łączny trwania animacji, prezentacji i filmów: 10 minut.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: PRZEWODNICTWO PRZEWODNIKA I PÓŁPRZEWODNIKA

Cel:
Pokazanie, na przykładzie stanowiska doświadczalnego, różnic w działaniu przewodnika oraz półprzewodnika.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Różnice w przewodnictwie prądu w przewodnikach i półprzewodnikach są znane każdemu, chociaż nie każdy zdaje sobie sprawę z nich sprawę. Stanowisko ma przybliżyć wiedzę na temat tego, skąd te różnice się biorą i jak doświadczalnie można je sprawdzić.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 90,00cm (dł.) x 60,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Do blatu przymocowany powinien zostać pojemnik wykonany z przeźroczystej pleksi gr. 0,70cm o wymiarach 60,00cm (dł.) x 40,00cm (szer.) x 30,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.

Na spodzie pojemnika będzie zamontowany element grzewczo-chłodzący (np. ogniwo Peltiera oraz grzałka), a całość zbiornika wypełniona glikolem.
Na zbiorniku mają być zamontowane dwa omomierze z wyświetlaczami elektronicznymi każdy. Do nich, na linkach stalowych (Φ0,10cm) znajdujących się już w zbiorniku, mają być podwieszone: na jednej przewodnik, a na drugiej półprzewodnik.
Kalibracja mierników oraz w szczególności: rodzaje przewodnika i półprzewodnika należy ustalić na etapie ostatecznych testów prototypów w taki sposób, aby zamierzony efekt eksperymentu był wyraźnie widoczny.
Zwiedzający ma mieć możliwość zmiany temperatury cieczy w zakresie: 0°C-50°C przy pomocy pokrętła zamontowanego w obudowie podestu.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 37.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.27.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRZEWODNICTWO PRZEWODNIKA I PÓŁPRZEWODNIKA
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Zmieniaj temperaturę w zbiorniku za pomocą pokrętła.*
2. *Jak zmienia się opór przewodnika i półprzewodnika po zmianie temperatury?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Każdy używa codziennie prądu. Urządzenia, przez które przepływa prąd rozgrzewają się, np. czajnik elektryczny, zasilacz komputera. Powstające ciepło jest wynikiem oporu, jaki elementy urządzenia stawiają przepływającym przez nie ładunkom. Opór elektryczny może jednak zmieniać się w zależności od materiału, z jakiego urządzenie jest zbudowane i temperatury, w jakiej pracuje.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.31].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRZEWODNICTWO PRZEWODNIKA I PÓŁPRZEWODNIKA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
przewodnik, półprzewodnik, opór właściwy, przewodnictwo

Komentarz podstawowy:
Zgodnie z prawami mechaniki kwantowej elektron w atomie może posiadać energię o ściśle określonych wartościach. Wartości te, naniesione na diagramie energii w postaci poziomych kresek, noszą nazwę poziomów energetycznych. Przy łączeniu się atomów w ciało stałe następuje „połączenie się w jeden” poszczególnych poziomów energetycznych, skutkiem czego jest powstanie pasma energetycznego (sumy poszczególnych poziomów energetycznych). Najwyższe pasmo całkowicie zapełnione przez elektrony nosi nazwę pasma podstawowego (walencyjnego), następne pasmo (częściowo wypełnione lub puste) pasma przewodnictwa. Z punktu widzenia własności elektrycznych należy wyróżnić pięć przypadków obsadzenia pasm energetycznych w ciałach stałych:

1. najwyższy obsadzony poziom w atomie jest zapełniony w połowie;
2. pasmo podstawowe (całkowicie wypełnione) i pasmo przewodnictwa (puste) zachodzą na siebie, w wyniku czego powstaje efektywnie jedno pasmo wypełnione częściowo, ale z bardzo dużą liczbą elektronów;
3. pasmo podstawowe styka się" z pasmem przewodnictwa;

4. pasmo podstawowe i pasmo przewodnictwa (puste) leżą w skali energii stosunkowo blisko siebie; tak blisko, że choć w paśmie pustym nie ma elektronów, łatwo je można tam przenieść;
5. pasmo podstawowe i pasmo przewodnictwa (puste) leżą stosunkowo daleko od siebie, tak że przeniesienie elektronów do pasma przewodnictwa jest praktycznie niemożliwe.

Elektrony mogą swobodnie przemieszczać się w ciele na znaczne odległości tylko wówczas, gdy znajdują się w paśmie przewodnictwa (stąd jego nazwa). Pierwsze dwa przypadki odpowiadają sytuacji w metalach (bardzo duża liczba nośników prądu), piąty przypadek to izolator, trzeci i czwarty przypadek to - półprzewodnik.
W przypadku półprzewodników elektrony mogą przenosić się z pasma podstawowego do pasma przewodnictwa dzięki dostarczeniu im pewnej ilości energii. Energię można dostarczyć np. przez podgrzanie ciała (wtedy kosztem energii drgań cieplnych atomów, elektrony mogą przenosić się do pasma przewodnictwa) lub przez oświetlenie go odpowiednim światłem (wtedy elektrony przenoszą się kosztem energii pochłanianych przez nie fotonów – jest to tzw. zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne).
Im wyższa temperatura, tym więcej nośników prądu w półprzewodniku, zarówno w paśmie przewodnictwa, jak i w paśmie podstawowym. Po elektronach, które przeniosły się do pasma przewodnictwa, zostają w paśmie podstawowym puste miejsca zwane dziurami. Dzięki temu wraz ze wzrostem temperatury w półprzewodnikach spada opór elektryczny. W przewodnikach natomiast wzrost temperatury powoduje drgania sieci krystalicznej metalu. Poruszające się w metalu elektrony mają więc większe szanse na „zderzenie" się z atomami sieci i zamianę swojej energii kinetycznej na energię cieplną, czego efektem jest wzrost oporu elektrycznego przewodnika.

Komentarz rozszerzony:
Opór, zwany też rezystancją, zależy od kształtu materiału, z którego wykonamy jest element przewodzący prąd. Opór można wyrazić wzorem:
$R=\rho\, l/S$
gdzie: ρ – opór właściwy, l – długość elementu przewodzącego, S – przekrój poprzeczny elementu przewodzącego.
Opór właściwy jest wielkością charakterystyczną dla każdego materiału z osobna. Wielkość ta zależy od jego budowy i można ją wyrazić za pomocą wzoru:
$\rho= 1/(q\, \mu\, n)$
gdzie: q - wartość elementarnego ładunku przewodnictwa, n – koncentracja ładunków w paśmie przewodnictwa, μ – ruchliwość ładunków.
W półprzewodnikach wraz ze wzrostem temperatury coraz więcej ładunków ma szanse dostać się do pasma przewodnictwa. Powoduje to, iż koncentracja ładunków przewodnictwa rośnie, a przez to maleje opór właściwy.
W metalach natomiast wraz ze wzrostem temperatury maleje ruchliwość ładunków, czyli możliwość ich swobodnego poruszania się w przewodniku. Im mniejsza wartość współczynnika μ (ruchliwości ładunków) tym opór właściwy jest większy.

Zastosowanie praktyczne:
Elektronika jest jedną z dziedzin nauki, w której najczęściej wykorzystuje się zjawisko przewodnictwa i półprzewodnictwa. Przewodniki i półprzewodniki, w określonych warunkach, mogą przewodzić elektrony w kontrolowany sposób i dlatego wykorzystuje się je m. in. do produkcji urządzeń elektrycznych i elektronicznych. A zastosowanie tych urządzeń jest na tyle szerokie, że chyba nie ma już dzisiaj dziedziny życia, w której nie byłyby wykorzystywane. Dzięki powszechności zastosowań urządzeń, które opierają swoje działanie na zjawisku przewodnictwa i półprzewodnictwa, uważa się, że żyjemy w czasie „rewolucji informatycznej".
Znajomość zachowania się przewodników w zależności od temperatury pozwoliła również na projektowanie linii wysokiego napięcia, minimalizujących straty w trakcie przesyłania prądu na duże odległości. Pozwoliła także na konstruowanie bardziej wytrzymałych urządzeń elektrycznych do wytwarzania ciepła – grzejników, czajników elektrycznych, ekspresów.

Znajomość zmiany oporu w półprzewodnikach wraz ze zmianą temperatury pozwoliła na skonstruowanie elektronicznych mierników temperatury np. tremometrów elektronicznych.

Ciekawostki, historia odkrycia:
W 1731 r. S. Gray odkrył, że pewne ciała nie przewodzą elektryczności (nazwano je potem izolatorami), inne zaś przewodzą elektryczność bardzo dobrze (nazwano je potem przewodnikami). Gray zauważył, że przewodnikami są wszystkie metale. Nieco później stwierdzono, że istnieją również ciała o własnościach pośrednich, które ostatecznie nazwano półprzewodnikami.
Zasadnicze znaczenie miało odkrycie elektronu w 1897 r. przez J. J. Thomsona. Odkrycie Thomasa, prace teoretyczne Lorentza ugruntowały przekonanie o budowie elektrycznej metali.
W 1900 r. P. Drude opracował teorię elektronową metali, według której przewodnictwo elektryczne ciał stałych warunkuje „gaz elektronowy".
W 1927 r. W. Pauli i w 1928 r. A. Sommerfeld stwierdzili, że zgodnie z zasadami mechaniki kwantowej gazu elektronowego w metalach nie można traktować w sposób klasyczny, lecz trzeba go traktować jako gaz kwantowy: jest zbiorowiskiem oddziałujących ze sobą fal materii (fal elektronowych).

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- sposób (schemat) działania przewodnika i półprzewodnika: podobieństwa i różnice, przepływ elektronów.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 30 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: KOMORA MGŁOWA

Cel:
„Pokazanie", na przykładzie komory mgłowej promieniowania oraz tego, w jaki sposób poruszają się cząstki promieniotwórcze.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Komora mgłowa jest stosunkowo prostym w budowie sposobem na pokazanie, w jaki sposób poruszają się cząstki promieniowania. Każdy na pewno słyszał o promieniowaniu, o jego szkodliwości, ale nie każdy jest w stanie sobie je wyobrazić. Stanowisko powinno umożliwić naoczne przekonanie się, że promieniowanie jednak istnieje.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu, na którym umieszczone będą komory mgłowe, zbudowane z profili stalowych 1,00-2,00cmx1,00-2,00cm. Pokrycie podestu: blacha stalowa gr. 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Blat podestu ma mieć wymiary: 3250,00cm x 60,00cm (wszystkie wymiary: +/-10%).
Wysokość blatu: 75,00cm.
Komora mgłowa to szczelny pojemnik zbudowany z płyt przeźroczystej pleksi (gr. 0,70cm) o wymiarach 50,00cm x 50,00cm x 50,00cm.
W komorze umieścić należy element chłodzący: ogniwo Peltiera, a pod nim płytę aluminiową gr. 0,50cm o wymiarach 50,00cm x 50,00cm, chłodzoną od spodu. Do ścian komory, od wewnątrz, zamontować należy zestawy oświetleniowe (światło białe).

Pod wierzchnią płytą komory umieścić należy tackę (stal nierdzewna, gr. 0,50cm), w której ma znajdować się gąbka nasączona alkoholem izopropylowym. Nad nią umieścić należy element grzewczy – spiralną grzałkę.
W poszczególnych komorach należy umieścić różne materiały promieniotwórcze: tarczę zegarka ze szkła uranowego, otwarty detektor dymowy, rudę autunitu (jej ilość należy określić doświadczalnie, na etapie testów prototypów tak, aby możliwe było przeprowadzenie doświadczenia, ale jednocześnie zapewnione bezpieczeństwo zarówno pracowników jak i Zwiedzających). Ostatnia komora ma być pusta: ma służyć do obserwacji promieniowania kosmicznego.
Na blacie stanowiska przy każdej komorze zamontowany ma zostać przycisk – włącznik oświetlenia poszczególnych komór z wbudowaną opcją wyłącznika czasowego, ustawionego na stałe na 2 minuty.
Ze względu na zastosowanie materiałów promieniotwórczych spełnione musza być warunki ochrony radiologicznej. Ostateczna ocena działania komory powinna być przeprowadzona na prototypie.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 34.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.23.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

KOMORA MGŁOWA
INSTRUKCJA OBSŁUGI
1. *Włącz światło w komorze mgłowej*
2. *Obserwuj tory lotu cząstek promieniowania.*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Zmysły ludzi przystosowane są do obserwacji jednego typu promieniowania – promieniowania elektromagnetycznego. W przyrodzie występują jednak inne typy promieniowania: cały czas nas „otaczające". Jest to promieniowanie jonizujące. Zobaczyć je można w umieszczonych na stanowisku komorach Wilsona (komorach mgłowych), które wykorzystywane są w badaniach tego promieniowania od 1900 r.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.23].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

KOMORA MGŁOWA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
promieniowanie α, β, γ, promieniowanie jonizujące, promieniowanie kosmiczne

Komentarz podstawowy:
Każdy codziennie mam do czynienia z promieniowaniem jonizującym. Podstawowym źródłem promieniowania są otaczające skały, powietrze którym się oddycha, a także kosmos. Codzienne dawki promieniowania, które pochłania ciało ludzkie nazywa się promieniowaniem naturalnym. I tak kilogram bananów jest źródłem ok 125 cząstek promieniowania jonizującego na sekundę (125 bekereli – Bq), litr mleka – 50 Bq. Sam człowiek nie tylko absorbuje promieniowanie jonizujące, ale także jest źródłem ok 10.000 cząstek promieniowania jonizującego na sekundę (10.000 Bq).

Komentarz rozszerzony:
Promieniowanie jonizujące można podzielić na promieniowanie α (alfa), β (beta), γ (gamma) i promieniowanie neutronowe. Promieniowanie alfa to cząstki zbudowanie z dwóch protonów i neutronów. Obdarzone są więc podwójnym dodatnim ładunkiem elementarnym. Jest ono promieniowaniem mało przenikliwym i może być zatrzymane przez skórę lub kartkę papieru.
Promieniowanie beta to swobodnie poruszające się elektrony lub ich antycząstki - pozytrony. Posiada ono ładunek ujemy lub dodatni. Jest to promieniowanie bardziej przenikliwe od promieniowania alfa, a do jego zatrzymania zazwyczaj wystarczy kilkumilimetrowa metalowa blacha.
Promieniowanie alfa i beta jest pierwotnym promieniowaniem jonizującym, które samo niesie ładunek elektryczny i dzięki temu może jonizować otaczającą je materię.
Promieniowanie gamma to inaczej fotony (cząstki - kwanty światła) obdarzone dużą energią. Jest to promieniowanie o dużej przenikliwości: po to, aby zmniejszyć ilość promieniowania gamma o połowę, trzeba zastosować jako osłonę blachę ołowianą o grubości 1 cm.
Promieniowanie neutronowe, to swobodnie poruszające się neutrony. Jest to najbardziej szkodliwy rodzaj promieniowania, gdyż swobodnie przenika przez większość materiałów. Łatwo oddziałuje z cząsteczkami o podobnej masie, czyli np. wodorem, przez co łatwo oddziałuje z tkankami. Do ochrony przed promieniowaniem neutronowym potrzebne są grube i wielowarstwowe osłony. Promieniowanie gamma i neutronowe to promieniowanie wtórnie jonizujące, co oznacza, że samo nie niesie ładunku, jednak jonizuje materię, przez którą przechodzi.

Zastosowanie praktyczne:
Promieniowanie jonizujące wykorzystuje się powszechnie w życiu codziennym. Można się z nim spotkać nie tylko w detektorach dymu (bardzo rozpowszechnionych w zakładach pracy, domach, wagonach kolejowych), ale także w urządzeniach eliminujących ładunki elektrostatyczne z powietrza. Powszechnie promieniowanie jonizujące stosowane jest w medycynie, dezynfekcji przypraw, zatrzymywaniu kiełkowania nasion, ziemniaków, niszczeniu owadów zbożowych.

Ciekawostki, historia odkrycia:
O istnieniu promieniowania jonizującego wiadomo dopiero od stu lat, a dokładnie - od 1895 r., kiedy to niemiecki fizyk Wilhelm Konrad Roentgen odkrył tajemnicze promieniowanie, które nazwał promieniowaniem „X". Nie oznacza to jednak, że promieniowanie jonizujące jest nowym elementem, który człowiek wprowadził do środowiska. Rok po sukcesie Roentgena, francuski fizyk Henri Becquerel dokonał kolejnego odkrycia - zjawiska promieniotwórczości. Okazało się, że w przyrodzie istnieją pierwiastki (ściślej - izotopy) promieniotwórcze (radioaktywne), które są nietrwałe i wysyłają promieniowanie w wyniku samorzutnego rozpadu jąder atomowych, a więc stanowią naturalne źródło promieniowania jonizującego. Należą do nich np. uran, tor oraz produkty ich rozpadu np. rad. Ten ostatni został odkryty w 1898 r. przez Marię Skłodowską-Curie i Piotra Curie.
Notatki Mari Skłodowskiej-Curie pochodzące z lat 1890-1910 są obecnie uważane za tak silne źródła promieniowania jonizującego, że nie zezwala się na trzymanie ich w rękach.
Fizycy zauważyli, że niektóre minerały, takie jak np. autunit, są naturalnym źródłem promieniowania i pozostawiają w komorach mgłowych ślady cząstek α. Dostrzegli także, że fluorescencja substancji używanych w przemyśle może być połączona z emisją promieniowania jonizującego (np. świecące w ciemnościach wskazówki zegarków są także źródłem cząstek jonizujących).
W 1912 roku W. F. Hess podczas lotu balonowego stwierdził, że naturalne promieniowanie ma swoje źródła nie tylko na Ziemi, ale też w kosmosie. Przeprowadzone w latach 1923–1926 doświadczenia R. K. Millikana, do których wykorzystywał m. in. komory mgłowe, pokazały, że tory cząstek promieniowania wskazują bezpośrednio na kosmiczne pochodzenie promieniowania.

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- promieniowanie α, β, γ, promieniowanie neutronowe i poruszanie się cząstek promieniotwórczych.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 60 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: MASZYNY PROSTE

Cel:
Demonstracja zasady zachowania energii, bezpośrednia demonstracja działania maszyn prostych.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Maszyny proste mają za zadanie doświadczalne pokazanie Zwiedzającemu, w jaki sposób może bardziej optymalnie wykorzystać siłę własnych mięśni przy wykonywaniu zadań takich, jak np. podnoszenie ciężarów. Na zasadach działania maszyn prostych opiera się znaczna część do dzisiaj wykorzystywanych urządzeń.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko składa się z zestawów krążków: krążek stały, krążek ruchomy, wielokrążek oraz dźwignia dwustronna. Zwiedzający wykorzystując wybrany rodzaj maszyny prostej podnosi siebie, inną osobę lub ciężar.
Krążek stały:
Podstawa urządzenia (platforma) powinna zostać wykonana z tworzywa sztucznego i aluminium (Φ90,00cm). Do niej, od spodu, przymocowany powinien zostać amortyzator (odbojnik, gr. 10,00cm; stal nierdzewna) umożliwiający delikatne zatrzymanie się urządzenia na podłożu (guma twarda, gr.10,00cm). Do platformy i do odbojnika równocześnie przymocowane będą (spaw) cztery trójkątne elementy usztywniające (stal nierdzewna, gr. 2,00cm). Do podłoża przymocowana zostanie rura (Φ4,00cm, dł. 140,00cm), przechodząca przez warstwę gumy oraz odbojnik, umieszczona osiowo, po której „ślizga" się platforma (ruch: góra-dół). Do podstawy platformy przymocowana będzie rura (Φ3,60cm; dł. 200,00cm wykonana z tworzywa oraz metali lekkich). Na wysokości 45,00cm do rury przymocowany zostanie wyfrezowany ogranicznik. Do stropu przymocowany powinien zostać profil/belka (stal, lakierowana proszkowo, kolor szary, połysk) na którym zostanie zawieszony krążek liniowy (stal, Φ10,00-15,00cm). Rozmiar profilu stalowego / belki oraz sposób jego montażu do stropu należy dobrać i wyliczyć na etapie ostatecznych testów prototypów w taki sposób, aby był w stanie wytrzymać intensywną eksploatację. Zwieńczenie rury powinno zostać zakończone w taki sposób, aby możliwe było zamontowanie do niej liny konopnej (Φ1,40cm, zgodna z normą ISO-1181, dł. ok. 300,00cm po zasupłaniu) z wykonanymi na niej węzłami – w celu umożliwienia podciągania się.
Krążek ruchomy:
Podstawa urządzenia (platforma) powinna zostać wykonana z tworzywa sztucznego i metali lekkich (Φ120,00cm). Do niej, od spodu, przymocowany powinien zostać amortyzator (odbojnik, gr. 10,00cm; stal nierdzewna) umożliwiający delikatne zatrzymanie się urządzenia na podłożu (guma twarda, 12,00cm). Do platformy i do odbojnika równocześnie przymocowane zostaną (spaw) cztery trójkątne elementy usztywniające (stal nierdzewna, gr. 2,00cm). Do podłoża przymocowana zostanie rura (Φ4,00cm, dł. 140,00cm), przechodząca przez warstwę gumy oraz odbojnik, umieszczona osiowo, po którym „ślizga" się platforma (ruch: góra-dół). Do podstawy

platformy przymocowana zostanie rura (Φ3,60cm; dł. 200,00cm wykonana z tworzywa oraz metali lekkich). Na wysokości 45,00cm do rury przymocowany zostanie wyfrezowany ogranicznik. Do stropu przymocowany powinien zostać profil/belka (stal, lakierowana proszkowo, kolor szary, połysk) na którym zostanie zawieszony krążek liniowy stały (Φ10,00-15,00cm, stal) i krążek ruchomy (Φ10,00-15,00cm, stal). Rozmiar profilu stalowego / belki oraz sposób jego montażu do stropu należy dobrać i wyliczyć na etapie ostatecznych testów prototypów, w taki sposób, aby był w stanie wytrzymać intensywną eksploatację. Do belki przymocowane zostaną: krążek stały oraz lina przechodząca przez zwieńczenie rury stalowej przytwierdzonej do platformy. Na linie konopnej (Φ1,40cm, zgodna z normą ISO-1181, dł. ok. 350,00cm po zasupłaniu) należy wykonać węzły w celu umożliwienia podciągania się.

Wielokrążek:

Podstawa urządzenia (platforma) powinna zostać wykonana z tworzywa sztucznego i aluminium (Φ90,00cm). Do niej, od spodu, przymocowany powinien zostać amortyzator (odbojnik, gr. 10,00cm; stal nierdzewna) umożliwiający delikatne zatrzymanie się urządzenia na podłożu (guma twarda, gr.10,00cm).

Na platformie należy zabudować kosz z blachy ażurowej z workami wypełnionymi piaskiem, o wspólnym ciężarze 80,00kg.

Całość będzie wygrodzona balustradą z rur stalowych (Φ3,00cm, stal nierdzewna). Konstrukcja zawieszona zostanie na zestawie dwóch połączonych zbloczy ruchomych. Do sufitu przymocowany powinien zostać profil / belka stalowa do podwieszenia jednego ze zbloczy – na zblocze składać się będą trzy krążki liniowe o średnicach: 30,00cm, 20,00cm i 10,00cm. Poniżej znajdzie się drugie zblocze składające się z trzech krążków, o średnicach: 10,00cm, 20,00cm i 30,00cm. Całość będzie połączona zestawem odpowiednio nawiniętych lin (lina stalowa, gr. 2,00cm). Do belki zamontowanej u stropu przymocowany zostanie krążek stały liniowy (Φ10,00cm, stal, gr. 2,00cm). Do szczytu pionowej rury przymocowanej do platformy przymocowana zostanie lina konopna (Φ1,40cm, zgodna z normą ISO-1181, dł. ok. 300,00cm po zasupłaniu) z wykonanymi na niej węzłami w celu umożliwienia podciągania się.

Wymagane są uchwyty blokujące, ewentualnie tafle ochronne (pleksi) – uniemożliwiające niewłaściwe prowadzenie liny.

Wielkość wszystkich elementów mechanicznych i konstrukcyjnych należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów, w taki sposób, aby urządzenie było w stanie wytrzymać intensywną eksploatację.

Dźwignia dwustronna:

Podstawa urządzenia (platforma) powinna zostać wykonana z tworzywa sztucznego i aluminium (Φ90,00cm). Do niej, od spodu, przymocowany zostanie amortyzator (odbojnik, gr. 10,00cm; stal nierdzewna) umożliwiający delikatne zatrzymanie się urządzenia na podłożu (guma twarda, gr.10,00cm). Do platformy i do odbojnika równocześnie przymocowane zostaną (spaw) cztery trójkątne elementy usztywniające (stal nierdzewna, gr. 2,00cm). Do podłoża przymocowana zostanie rura (Φ4,00cm, dł. 140,00cm), przechodząca przez warstwę gumy oraz odbojnik, umieszczona osiowo, po którym „ślizga" się platforma (ruch: góra-dół). Do podstawy platformy przymocowana zostanie rura (Φ3,60cm; dł. 200,00cm wykonana z tworzywa oraz metali lekkich).

Do stropu przymocowany powinien zostać profil/belka stalowa (lakierowana proszkowo, kolor szary, połysk), do której podwieszone zostanie ramię dźwigni: profil zamknięty (dł. 460,00-4,80cm). Ramiona dźwigni – niejednakowe (zapewnić to należy poprzez odpowiednie rozłożenie belki z wykorzystaniem punktu zawieszenia); na krótszej należy zamontować platformę, po stronie dłuższej w równych odległościach zawiesić liny konopne (Φ1,40cm, zgodne z normą ISO-1181, dł. ok. 180,00cm po zasupłaniu, z wykonanymi na nich węzłami w celu umożliwienia podciągania się). Po stronie dłuższego ramienia zamontować należy ogranicznik.

Wielkość wszystkich elementów mechanicznych i konstrukcyjnych należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypów, w taki sposób, aby urządzenie było w stanie wytrzymać intensywną eksploatację.

Rysunek koncepcyjny stanowisk: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 57 (krążek stały), AR 58 (krążek ruchomy), AR 59 (wielokrążek), AR 60 (dźwignia dwustronna).
Stanowiska oznaczone są dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.45.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce (jednej, wspólnej dla wszystkich modeli):

MASZYNY PROSTE
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Stań na platformie i podciągając linę spróbuj się podnieść korzystając z krążka stałego.*
2. *Stań na platformie i podciągając linę spróbuj się podnieść korzystając z krążka ruchomego. Czy takiej samej jak poprzednio siły potrzeba, aby się podnieść?*
3. *Stań obok platformy z wielokrążkiem i spróbuj podnieść ciężar o masie 80 kg. Czy taki ciężar byłbyś w stanie podnieść bez korzystania z wielokrążka?*
4. *Stań obok dźwigni dwustronnej i spróbuj podnieść osobę na platformie. Korzystaj z lin zawieszonych w różnych odległościach od osoby, którą podnosisz. Kiedy musisz użyć największej, a kiedy najmniejszej siły?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Maszyny proste służą do pomocy w wykonaniu pracy. W przeciwieństwie do urządzeń mechanicznych, które wykonują całą pracę za człowieka, maszyny proste pozwalają „tylko" na zmianę kierunku działania siły i jej zwrotu. Maszyny proste nie pozwalają wprawdzie na wykonanie mniejszej ilości pracy, ale za to czynią ją lżejszą.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla zespołu stanowisk:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.56].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

MASZYNY PROSTE
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
zasada zachowania energii, siła, kierunek siły

Komentarz podstawowy:
Maszyny proste to nieskomplikowane urządzenia, które ułatwiają wykonywanie pracy mechanicznej poprzez zmianę wartości i zwrotu siły, która oddziałuje na ciało. Główną zasadą ich działania jest to, aby wykonać pracę przy użyciu mniejszej siły, ale na dłuższej drodze. Wszystkie maszyny proste „podporządkowują się" złotej zasadzie mechaniki: „ile się zyskuje na drodze, tyle traci się na sile".
Często zdarza się, że maszyny proste stanowią elementy składowe maszyn bardziej skomplikowanych.

Komentarz rozszerzony:
Maszyny proste to urządzenia, które nie zmniejszają pracy, a „jedynie" ułatwiają jej wykonanie. Pozwalają na to, żeby mniejszą siłą działać na dłuższej drodze i wykonać taką samą pracę jak przy działaniu dużą siłą na krótszej drodze. Najbardziej popularnymi maszynami prostymi są: dźwignia jednostronna i dwustronna, równia pochyła, klin, śruba, kołowrót, krążek nieruchomy i ruchomy, wielokrążki oraz przekładnia zębata.

Maszyny te umożliwiają, dla wykonania konkretnej pracy, zastąpienie dużej siły znacznie mniejszą – ale w zgodzie z zasadą zachowania energii i regułą równoważenia się sił.
Dźwignia dwustronna to sztywny przedmiot mogący przenosić obciążenia poprzeczne, to np. belka lub pręt zawieszony lub podparty, na który po obu stronach osi obrotu działają siły o zgodnych zwrotach. Aby dźwignia była w równowadze, siły przyłożone po obu stronach jej ramion muszą być odwrotnie proporcjonalne do długości ramion.
Odmianą dźwigni dwustronnej jest krążek stały. Jest on przykładem dźwigni dwustronnej równoramiennej, w której r1=r2. Z tego powodu nie zmienia on wartości siły F, a jedynie jej kierunek.
Krążek ruchomy jest rodzajem dźwigni jednostronnej o długości równej średnicy krążka. Zmniejsza on o połowę wielkość siły czynnej jakiej trzeba użyć, aby podnieść ciało. Ciężar podnoszonego ciała rozkłada się na dwie równe, z których jedna jest siłą czynną.
Wielokrążek to maszyna prosta składająca się z układu krążków stałych i ruchomych. Umożliwia podnoszenie dużych ciężarów zmniejszając siłę czynną tyle razy, z ilu krążków ruchomych się składa.

Zastosowanie praktyczne:
Maszyn prostych używamy praktycznie wszędzie. Zasada dźwigni jednostronnej znalazła zastosowanie między innymi przy konstruowaniu podnośników samochodowych i taczek.
Łopata, młotek, szczypce, dziadek do orzechów są także przykładem dźwigni jednostronnej.
Typowym przykładem dźwigni dwustronnej jest huśtawka.
Współczesne dźwignie dwustronne stosowane są jako element konstrukcyjny wielu narzędzi np.: nożyczek, łomów, kleszczy, otwieraczy do konserw, różnych przyrządów pomiarowych (czujników), części maszyn np. w dźwigni zmiany biegów w samochodzie, w dźwigni sterowania obrabiarkami oraz w urządzeniach dźwigowych.
Również ciało ludzkie podtrzymywane jest systemem mocnych dźwigni, które tworzą szkielet. Dzięki temu, że kości połączone są stawami, możemy się poruszać i podnosić przedmioty. Stawy i kości tworzą układy dźwigni jednostronnych.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Najstarszą formą dźwigni dwustronnej były żurawie wykorzystywane przy wielkich budowlach. Najstarsze datuje się na ok. 550 r. p. n. e., a wykorzystywano je w starożytnej Grecji do wznoszenia budowli, które przetrwały aż do naszych czasów.
Powstanie wielokrążka przypisuje się greckiemu uczonemu i wynalazcy Archimedesowi, który w 250 r. p. n. e. zastosował po raz pierwszy system krążków jednoosiowych i lin do przesunięcia statku wojskowego. Według Plutarcha Archimedes zaprezentował ten wynalazek samodzielnie przesuwając trójmasztowy statek wojenny podczas wodowania jednostki.

Animacje, grafika:
Wymagana jest animacje przygotowana w technice łączonej 2d–3d, ilustrująca zagadnienia poruszone w części opisowej:

- działanie dwóch wybranych maszyn prostych i wielkość przyłożonych sił oraz ich zmianę.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: NAUKA I TECHNIKA W DOMU

Cel:
Demonstracja wykorzystania poznanych praw natury w życiu codziennym.

Walor naukowo-dydaktyczny:
Zadaniem tej części ekspozycji jest pokazanie Zwiedzającym różnorodności wykorzystania praw i zjawisk fizycznych w życiu codziennym. W części zaaranżowanej na mieszkanie eksponowane są urządzenia, których zasada działania jest przedstawiona na prezentacjach multimedialnych. Przykładowa lista eksponatów nie jest zamknięta: formuła aranżacji tej części ekspozycji powinna umożliwiać jej rozbudowę w zależności od postępu technologicznego lub zmian pozostałych eksponatów ścieżki „Rozwój wiedzy i cywilizacji".

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko składa się z zaaranżowanej przestrzeni podzielonej na trzy części – kuchnię, salon i łazienkę. W poszczególnych częściach znajdują się modele urządzeń techniki domowej związane ze stanowiskami lub zjawiskami zilustrowanymi na ścieżce „Rozwój nauki i techniki".
Stanowisko prezentuje urządzenia „w przekroju": tak, aby widoczna była zarówno ich fabryczna obudowa (częściowo usunięta) jak i wnętrze.
Schemat aranżacyjny zespołu stanowisk: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 28.
Zespół stanowisk oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolami: M.2.01, M.2.02, M.2.03, M.2.04 M.2.05, M.2.07, M.2.08, M.2.09, M.2.10, M.2.11, M.2.12, M.2.13, M.2.14.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Zespół stanowisk „nauka i technika w domu" nie będzie wyposażony w tabliczki informacyjne. Wyjątkiem jest stanowisko „Działanie mikrofalówki" – obiektu umieszczonego również w tej strefie (stanowisko to zostało opisane osobno).

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk:
- monitory LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer dla każdego z monitorów; 13 kpl. [ts 2.01, ts 2.02, ts 2.03, ts 2.04, ts 2.05, ts 2.07, ts 2.08, ts 2.09, ts 2.10, ts 2.11, ts 2.12, ts 2.13, ts 2.14].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

LODÓWKA:
Komentarz:
Lodówka składa się z kilku podstawowych części: sprężarki, skraplacza (wygiętych rurek na tyle lodówki), żeber chłodzących czyli kratki przy skraplaczu, zaworu rozprężnego (zwężonej rurki) oraz parownika. Cykl zaczyna się od sprężarki, w której zbiera się gaz. Sprężarka zwiększa jego ciśnienie (a zatem i temperaturę) i wymusza obieg po dalszych elementach. Gaz chłodzący dociera do skraplacza, w którym oddaje ciepło otoczeniu (paradoksalnie: robi się w lodówce cieplej). Schłodzony w ten sposób gaz krąży dalej do zaworu rozprężnego. Po przejściu przez zawór rozpręża się, a jego ciśnienie i temperatura maleją bardzo gwałtownie. Gaz chłodzący dociera do parownika, w którym pochłania ciepło z lodówki (wreszcie robi się zimno). Po tym etapie gaz powraca do sprężarki i cykl rozpoczyna się na nowo. Taki układ nazywamy pompą cieplną.
Historia:
Przed wynaleziono lodówki ich rolę pełniły chłodnie – gromadzona w nich żywność chłodzona była naturalnym lub sztucznym lodem. Lodownie drążono często wewnątrz skały lub skarpy. Lód naturalny sprowadzano lub pozyskiwano zimą i gromadzono w specjalnych magazynach, co stwarzało problemy i było kosztowne. Zaradziła temu częściowo produkcja sztucznego lodu – pierwszą fabryką takiego lodu uruchomiono w połowie XIX w. w Stanach Zjednoczonych, a kolejne w Wielkiej Brytanii i Francji.

Pierwszą chłodziarkę zbudowano w Monachium (Niemcy) w 1871 r. na potrzeby produkcji tamtejszego browaru.
Pierwsza chłodziarka elektryczna z przeznaczeniem dla gospodarstw domowych pojawiła się na rynku w 1913 r. (USA, urządzenie sprzedawane pod marką Domelre).
Chłodziarkę z zamrażarką przeznaczoną dla gospodarstw domowych wprowadziła na rynek w 1939 r. szwedzka firma Elektrolux.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d, ilustrująca działanie lodówki – schematycznie, pokazująca obieg gazu i rozkład temperatury, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji.
Czas trwania animacji: ok. 15 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

PŁYTA INDUKCYJNA:
Komentarz:
Płyta indukcyjna wykorzystuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej. W obwodzie elektrycznym kuchenki znajduje się przetwornik generujący napięcie o dużej częstotliwości. Prąd przechodzi przez cewkę indukcyjną. Gdy położymy metalowe naczynie na płytę, wytwarzane jest pole magnetyczne. Na dnie garnka powstają prądy wirowe rozgrzewające naczynie.
Historia:
Pierwsze „płyty indukcyjne" były używane już pod koniec XIX w., ale sprzęt przeznaczony dla gospodarstw domowych spopularyzowany został w latach 1970-tych w USA (początkowo funkcjonowały jako jednopalnikowe kuchenki przenośne).

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca działanie płyty indukcyjnej – schematycznie, pokazująca obieg prądu, rozkład temperatur, prądy wirowe, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji.
Czas trwania animacji: ok. 10 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

PIEKARNIK ELEKTRYCZNY:
Komentarz:
Piekarnik elektryczny zawiera najczęściej dwie cewki z drutu znajdujące się na górze i spodzie urządzenia. Temperatura cewek podnosi się, gdy płynie przez nie prąd. Oddają one ciepło otoczeniu, przez co podgrzewają wnętrze piekarnika. Regulacja temperatury pieczenia polega na ustaleniu odpowiedniej wartości, do której nagrzeje się cewka. Obecnie w piekarnikach umieszcza się wiatraki wymuszające krążenie powietrza w ich wnętrzu (popularny „termoobieg").
Historia:
Pierwsze kuchnie piekarniki i kuchenki elektryczne przeznaczone dla gospodarstw domowych wprowadziła na rynek w USA na przełomie XIX/XX w. firma "Carpenter Electric Company".

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca działanie piekarnika elektrycznego – schematycznie, pokazująca obieg prądu, rozkład temperatur, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji.
Czas trwania animacji: ok. 10 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

GNIAZDKO ELEKTRYCZNE:

Komentarz:
Istnieją różne typy gniazdek elektrycznych w zależności od częstotliwości prądu płynącego w sieci elektrycznej. W Polsce standardem jest gniazdko o dwóch otworach (na tzw. przewód fazowy i neutralny) z bolcem (na przewód uziemienia). Przewód fazowy w gniazdkach w Polsce jest pod napięciem 230V (w instalacji zasilania trójfazowego napięcie międzyfazowe wynosi 400 V).
Historia:
Gniazdka elektryczne w domach pojawiły się wraz z instalacją elektryczną: bez nich nie ma możliwości podpięcia do sieci urządzeń elektrycznych. Im więcej przenośnych urządzeń elektrycznych jest w naszych domach, tym więcej otacza nas gniazdek. Kształt i konstrukcja gniazdek w różnych krajach jest różna ze względu na różne standardy zasilania.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca przepływ prądu w sieci i w gniazdku elektrycznym.
Czas trwania animacji: ok. 10 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

MIKSER:
Komentarz:
Najistotniejszym elementem miksera kuchennego jest układ zamieniający pracę silnika na ruch obrotowy mieszadeł. Składa się on z wirnika oraz zestawu kół zębatych pozwalających na osiągnięcie dużych prędkości obrotu. Pierwsze miksery nie zawierały silnika, a wykonane były najczęściej z metalu. Ruch mieszadeł odbywał się za pomocą małej korby.
Historia:
Mikser napędzany ręcznie opatentował w 1870 r. Walter Scott (USA).
Pierwszy mikser elektryczny został zbudowany w 1908 r. przez Herberta Johnstona (USA).

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca działanie mechanizmów miksera.
Czas trwania animacji: ok. 10 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

KAMERA FILMOWA:
Komentarz:
Kamera składa się z obiektywu oraz szczelnie zamkniętego materiału światłoczułego, na którym rejestrowany jest obraz. W przypadku profesjonalnych kamer filmowych jest to film światłoczuły (długa. Perforowana na brzegach taśma materiału) nawinięty na rolki i umieszczony w kasecie kamery. W innym rodzaju kamery – popularnej kamerze cyfrowej – obraz pada na matrycę elektroniczną i jest zapisywany na nośnikach takich jak dysk magnetyczny czy karta pamięci. Kamera zawiera w sobie układ optyczny złożony między innymi z soczewek i pryzmatów (zwykle pentagonalnych, czyli o podstawie pięciokąta). Kamery wykorzystują zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, polegające na zmianie oporu znajdujących się wewnątrz nich przewodników. Najistotniejszy w kamerze jest proces zamiany luminancji (światła odbitego od danego obiektu, które wpada do obiektywu) na sygnał elektryczny.
Historia:
Poprzednikiem kamer był kinetoskop – projektor przeznaczony dla jednego widza, skonstruowany przez Thomasa Alvę Edisona ok. 1889 r. To ten wynalazek zainspirował braci Lumière, którzy skonstruowali i w 1895 r. otrzymali patent na „aparat służący do otrzymywania i oglądania zdjęć chronofotograficznych, w którym taśma przeznaczona do

otrzymywania zdjęć lub też takie zdjęcia zawierająca jest przesuwana ruchem przerywanym, charakteryzującym się okresami spoczynku, za pomocą pazurków lub kołków wchodzących w otwory umieszczone na brzegach taśmy." Pierwszym nagranym przez nich i publicznie otworzonym filmem było „Wyjście robotników z fabryki" (Paryż, 1895 r.).
Pierwszą ręczną kamerę filmową wynalazł Polak – Kazimierz Prószyński.
Cyfrowe zapisy video spopularyzowane zostały w latach 1990-tych. W kolejnym dziesięcioleciu dzięki miniaturyzacji i obniżce kosztów produkcji stały się dostępne niemal dla każdego.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca zasady rejestracji obrazu na materiałach światłoczułych oraz proces zamiany luminacji na sygnał elektryczny.
Czas trwania animacji: ok. 30 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

ODKURZACZ:
Komentarz:
Sercem odkurzacza jest silnik elektryczny, którego zadaniem jest zasysanie powietrza. Wessany razem z powietrzem kurz i brud trafia najczęściej do materiałowego lub papierowego worka.
Historia:
Pierwsze prototypowe urządzenia pojawiły się w USA na początku drugiej połowy XIX w. i były to urządzenia o napędzie ręcznym.
Odkurzacz elektryczny zasysający kurz, przeznaczony na wynajem, został wynaleziony w 1901 r. przez Anglika Huberta Bootha.
Pierwsze przenośne urządzenie tego typu zostało skonstruowane przez Jamesa Murray'a Spanglera (USA, 1906 r.).
Pierwsze tanie i przeznaczone dla gospodarstw domowych odkurzacze trafiły na rynek w połowie XX w.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca działanie odkurzacza – schematycznie, pokazująca obieg powietrza, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji.
Czas trwania animacji: ok. 10 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

SUSZARKA:
Komentarz:
Suszarka do włosów zbudowana jest z silnika elektrycznego, grzałki w kształcie spirali, turbiny oraz termostatu. Silnik powoduje ruch turbiny, która zasysa powietrze. Powietrze następnie przechodzi przez spiralę gdzie jest ogrzewane i wyrzucane na zewnątrz urządzenia. Termostat ma za zadanie zabezpieczać suszarkę przed przegrzaniem.
Historia:
Pierwsza suszarka została opracowana przez polskiego inżyniera Michała Doliwo-Dobrowolskiego (głównego inżyniera niemieckich zakładów AEG) w 1899 roku.
Pierwsze tanie i przeznaczone dla gospodarstw domowych suszarki do włosów trafiły na rynek w połowie XX w.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca działanie suszarki, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji.
Czas trwania animacji: ok. 10 sekund.

Wymagana jest produkcja własna.

PRALKA:

Komentarz:

„Sercem" pralki jest bęben napędzany przez silnik elektryczny. Do bębna doprowadzana jest woda, której przypływem steruje elektrozawór; zadaniem pompy jest wypompowanie wody po zakończeniu pracy. Koniecznymi elementami są grzałka, zamek elektromagnetyczny i programator, czyli układ elektroniczny kierujący pracą pralki.

Historia:

Za konstruktora pierwszej pralki uważany jest Amerykanin James King (1851 r.).
Pralki napędzane elektrycznie zaczęto konstruować począwszy od 1899 r. Jednym z pierwszych takich rozwiązań była pralka z bębnem, która została zbudowana w 1907 r. przez Alvę Fishera.
Pierwsze zautomatyzowane pralki wypuszczono na rynek amerykański w 1937 r.
Jedną z najpopularniejszych produkowanych w Polsce pralek była „Frania" – produkowana w kieleckich Zakładach Wyrobów Metalowych (tam, gdzie produkowano motocykle SHL). Była to pralka wirnikowa (bęben w niej nie ruszał się tak jak w dzisiejszych pralkach automatycznych), z wirnikiem, niekiedy też z opcją podgrzewania wody i z wyżymaczką.

Animacje, grafika:

Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca działanie pralki automatycznej, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji.
Czas trwania animacji: ok. 15 sekund.
Wymagana jest produkcja własna.

KOMPUTER:

Komentarz:

Zestaw komputerowy możemy podzielić na jednostkę centralną oraz urządzenia wejścia i wyjścia, do których zaliczymy klawiaturę, mysz i monitor. Jednostka centralna składa z układów scalonych połączonych w zespoły. Największym jest płyta główna, do której montujemy cały pakiet dodatkowych części: karty rozszerzeń (graficzna, sieciowa, dźwiękowa), pamięć operacyjną w formie kolejnych układów scalonych, dyski magnetyczne do zapisu danych, urządzenia do odczytywania i zapisywania danych na nośnikach, zasilacz, elementy chłodzące oraz najważniejszy element jednostki centralnej – procesor. Istotną częścią zestawu jest monitor. W dzisiejszych czasach standardem stał się monitor LCD. Składa się on z warstwy płynnych kryształów, które po przyłożeniu do nich napięcia (z elektrod) przepuszczają światło.

Historia:

W 1936 r. angielski matematyk Alan Turing zaprojektował urządzenie algorytmiczne umożliwiające wykonywanie nawet najbardziej złożonych algorytmów. Maszyna Turinga uważana jest za jedną z najważniejszych konstrukcji elektronicznych.
W 1939 r. w USA skonstruowano z wykorzystaniem lamp elektronowych prototyp specjalizowanego komputera: maszynę do rozwiązywania układów równań algebraicznych liniowych.
W 1941 r. w Niemczech Konrad Zuse skonstruował w pełni automatyczny komputer o zmiennym programie.
W 1951 r. w USA po raz pierwszy zaoferowano na rynku w sprzedaży komputer (ENIAC) do przetwarzania danych liczbowych i tekstowych.
W 1975 r. zaprezentowany został pierwszy komputer osobisty: konstrukcja firmy MITS – ALTAIR 8800.
Na przełom lat 1950/1960-tych przypada masowa produkcja komputerów IBM; powstaje standard oprogramowania.
W latach 1970-tych rozwija się produkcja komputerów opartych na układach scalonych.

W 1976 r. na rynek trafia Apple I: jeden z pierwszych kompletnych komputerów osobistych.
W 1981 r. na rynek trafia mikrokomputer IBM PC.
W 1984 r. na rynek trafia Macintosh: komputer osobisty firmy Apple. Posiada graficzny interfejs użytkownika: okienka, ikony, rozwijane menu. Sterowanie odbywa się za pomocą myszki.
W końcu lat 1990-tych na rynku pojawiają się palmtopy.

W Polsce w latach 1970-tych Jacek Karpiński skonstruował nowatorski minikomputer K-202: jeden z pierwszych komputerów osobistych.
Najbardziej znane polskie komputerowe konstrukcje to m.in.: Odra, Mera, Elwro.

Wymagany film fabularyzowany z elementami animacji ilustrujący:
- historię produkcji komputerów w Polsce.

Czas trwania filmu z elementami animacji: łącznie ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna – dopuszcza się też materiał licencyjny.

TELEWIZOR:
Komentarz:
Telewizory „starego typu", tzw. CRT, zawierają w sobie kineskopy (lampy obrazujące – przypominające duże, szklane bańki) oraz działka elektronowe. Odbierany sygnał z anteny satelitarnej rozbijany jest na elementy. Każda z barw podstawowych (czerwona, zielona, niebieska) ma swój własny sygnał, który jest przekazywany do działek elektronowych. Z trzech działek elektronowych wystrzeliwane są wiązki elektronów padające na powierzchnię kineskopu (od środka), pokrytą specjalnym materiałem – luminoforem, który zaczyna świecić w momencie „bombardowania" go przez działko, co powoduje wyświetlenie barwnego punktu na ekranie (obrazu).
Historia:
Pierwsze nadajniki telewizyjne, pracujące w pasmie fal średnich, powstały w latach 1920-tych.
W latach 1924-1926 w USA John Logie Baird zademonstrował pierwsze sprawnie działające systemy telewizyjne (nadajniki i odbiorniki): telewizji czarno-białej. W 1928 r. konstruktor ten skonstruował też nadajniki i odbiorniki telewizji kolorowej.
W 1929 r. BBC rozpoczęła eksperymentalne, a w 1936 r. regularne, nadawanie programu telewizyjnego.
W 1940 r. w USA rozpoczęto nadawać eksperymentalne transmisje telewizyjne w kolorze, stosując obecny system odtwarzania kolorów.

Pierwsza w Polsce transmisja telewizyjna miała miejsce już w 1931 r. W 1937 r. w Warszawie rozpoczęła działalność eksperymentalna stacja telewizyjna, a pierwszy publiczny pokaz próbnej transmisji telewizyjnej odbył się 26 sierpnia 1939 r.
Po II wojnie światowej Telewizja Polska zaczęła regularnie nadawać programy telewizyjne w 1952 r.; od 1953 r. zaczęto nadawać w Polsce też kolorowy program telewizyjny. Do odbioru służyły odbiorniki produkcji krajowej: Turkus, Fala, Neptun.

Animacje, grafika:
Wymagany film fabularyzowany z elementami animacji ilustrujący:
- historię telewizji w Polsce, historię produkcji telewizorów w Polsce,
- działanie telewizorów kineskopowych, przygotowana na bazie zeskanowanego obiektu umieszczonego na ekspozycji, oraz telewizorów LED,
- działanie telewizji cyfrowej.

Czas trwania filmu z elementami animacji: łącznie ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna – dopuszcza się też materiał licencyjny.

ŻARÓWKA:

Komentarz:
Lampa żarowa składa się z włókna wolframu umieszczonego w szklanej bańce i otoczonego mieszanką gazów szlachetnych. Włączając lampę sprawiamy, że przez włókno płynie prąd. Włókna rozgrzanie do wysokich temperatur zaczynają się świecić.
Historia:
W 1878 r. Joseph Wilson Swan opatentował pierwszą nadającą się do praktycznego wykorzystania żarówkę (patent brytyjski).
W 1879 r. żarówkę opatentował Thomas Alva Edison (patent amerykański).

Animacje, grafika:
Wymagany film fabularyzowany z elementami animacji ilustrujący:
- historię żarówki, działanie żarówek elektrycznych: starszych i najnowszych typów.

Czas trwania filmu z elementami: ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna – dopuszcza się też materiał licencyjny.

RADIO:
Komentarz:
Radioodbiornik posiadać składa się z: anteny odbiorczej, obwodów wejściowych, demodulatora oraz przetwornika elektroakustycznego. Antena odbiorcza służy do odbierania fal elektromagnetycznych o określonej częstotliwości, którą możemy zmieniać (zwykle za pomocą pokrętła). Rolą obwodów wejściowych, jest wybranie konkretnych fal spośród szumów i zakłóceń z naszego otoczenia. Fale radiowe są modulowane (zmieniane) po to, by możliwe było ich odróżnienie od fal pochodzących z innych źródeł (chociażby od innych urządzeń elektrycznych). Odebraną falę należy zatem zdemodulować, czyli uzyskać jej pierwotne właściwości. Fala ta, zawiera informacje o sygnałach elektrycznych, które przetwornik elektroakustyczny zamienia na dźwięki wychodzące z głośnika.

Historia:
W 1894 r. Włoch Guglielmo Marconi po raz pierwszy uzyskał łączność radiową.
W 1903 r. Duńczyk Valdemar Poulsen zbudował nadajnik łukowy i za jego pomocą dokonał pierwszej radiowej transmisji głosu ludzkiego.
Pierwsza publiczna rozgłośnia radiowa rozpoczęła pracę w Pittsburghu (USA) w 1920 r., w tym samym czasie pojawiły się w sprzedaży pierwsze wytwarzane fabrycznie odbiorniki radiowe.
W 1922 r. rozgłośnię radiową uruchomiono w ZSRS.

W Polsce pierwszy próbny program radiowy wyemitowano w 1925 r. Stałe audycje radiowe rozpoczęto nadawać od 1926 r. W 1931 r. uruchomiono stację nadawczą, która pokrywała swoim zasięgiem około 90% powierzchni ówczesnej Polski.
Jednym z popularniejszych pierwszych radioodbiorników wprowadzonych w Polsce na rynek był Detefon – wyposażony w detektor kryształkowy, skonstruowany w 1929 r. przez Wilhelma Rotkiewicza.

Animacje, grafika:
Wymagany film fabularyzowany z elementami animacji ilustrujący:
- historię radia w Polsce, historię produkcji radioodbiorników w Polsce,
- zasadę działania tradycyjnego odbiornika radiowego.

Czas trwania filmu z elementami animacji: łącznie ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna – dopuszcza się też materiał licencyjny.

GITARA ELEKTRYCZNA:
Komentarz:
Do grania na gitarze elektrycznej, inaczej niż w przypadku gitary akustycznej, konieczny jest prąd. Gdy szarpiemy struny, powodujemy powstanie napięcia. W korpusie gitary

znajdują się bowiem przetworniki zawierające magnesy i cewkę. Struny znajdują się zatem w polu magnetycznym, a ich drgania powodują powstawanie prądu indukcyjnego w cewce. Odpowiednia wartość napięcia przekazywana jest do wzmacniacza gitarowego, gdzie sygnał elektryczny jest wzmacniany, a następnie przetwarzany przez przetwornik elektroakustyczny. Po przejściu napięcia przez przetwornik uzyskujemy falę akustyczną wydobywającą się z głośnika.

Historia:
Za twórcę gitary elektrycznej uważa się George Beauchampa (1931 r.).
Na przełomie lat 1940/1950-tych na rynek wprowadzono kilka typów gitar elektrycznych; następna dekada spopularyzowała ten typ instrumentu – m.in. wśród twórców muzyki rozrywkowej.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja przygotowana w technice łączonej 2d-3d ilustrująca:
- działanie gitary elektrycznej i jej najważniejszych elementów składowych.

Czas trwania animacji: ok. 30 sekund
Wymagana jest produkcja własna.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

ZESPÓŁ STANOWISK: INTERFERENCJA I DYFRAKCJA. PIERŚCIENIE NEWTONA

Cel:
Doświadczalne pokazanie zjawiska interferencji i dyfrakcji oraz tworzenia się pierścieni Newtona.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Zjawiska interferencji i dyfrakcji są podstawowymi efektami falowymi i ich obserwacja dla światła jest uznawana jako dowód stosowalności jego falowego opisu. Efektowną ilustracja tego zjawiska są tzw. pierścieni Newtona.

STANOWISKO: INTEFRENCJA I DYFRAKCJA
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 60,00cm (dł.) x 60,00cm (szer.) x 70,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na blacie podestu zamontowane źródło światła o regulowanych barwach: czerwonej, zielonej i białej.
Nad źródłem światła ustawiona płyta z poliwęglanu gr. 0,60cm.
Do blatu podestu przymocowany elastyczną linką pręt PC: Ø 10-15 mm, długości 20,00-25,00cm, przeźroczysty.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 70.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.34.1.

STANOWISKO: PIERŚCIENIE NEWTONA
Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.

Stanowisko powinno mieć wymiary zewnętrzne: 60,00cm x 60,00cm, wysokość: 100,00cm - z czego podest: 50,00cm (wszystkie wymiary: +/-10%).
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Do blatu przytwierdzona obudowa właściwego stanowiska doświadczalnego, wykonana z płyty mdf lub laminatu, o wymiarach zewnętrznych: 60,00cm (dł.) x 60,00cm (szer.) x 50,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Na podeście, wewnątrz obudowy, na szklanym blacie gr. 1,00cm powinna zostać zamontowana soczewka o dużej ogniskowej: 40,00 cm.
Na wierzchniej płycie zabudowy podestu, od wewnątrz, należy zamontować źródło światła o regulowanych barwach: czerwonej, zielonej i białej – z możliwością regulacji jego położenia.
W wierzchniej płycie podestu wykonać należy otwór dla obserwacji zjawiska.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Realizacja doświadczenia z pierścieniami Newtona może napotkać trudności w przypadku zbyt dużej liczby chętnych do równoczesnego korzystania ze stanowisko, dlatego należy dążyć do stworzenia optymalnych warunków dla indywidualnej obserwacji poprzez odpowiednie rozmieszczenie pozostałych elementów stanowiska (prezentera, monitora, tabliczki).
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 66.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.34.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

INTEFRERENCJA I DYFRAKCJA. PIERŚCIENIE NEWTONA
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Podejdź do stanowiska nr 1 i spójrz na umieszczoną wewnątrz soczewkę.*
2. *W jaki sposób rozchodzą się na jej powierzchni kręgi?*
3. *Zmień kolor źródła światła. W jaki sposób zmieniają się pierścienie pod wpływem różnych barw światła?*
4. *Podejdź do stanowiska nr 2 i spójrz na płytę z poliwęglanu. Dotknij płyty przeźroczystym prętem.*
5. *W jaki sposób układają się kręgi?*
6. *Zmień kolor źródła światła. W jaki sposób zmieniają się pierścienie pod wpływem różnych barw światła?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Zjawiska, które obserwujesz, to interferencja (nakładanie się) i dyfrakcja (rozszczepianie się): jedne z podstawowych zjawisk opisujących falową naturę światła. Zjawiska te można zaobserwować w formie tzw. pierścieni Newtona.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla zespołu stanowisk (dla obydwu wyżej opisanych stanowisk):

- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.43].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

INTERFERENCJA I DYFRAKCJA FAL. PIERŚCIENIE NEWTONA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

optyka falowa, falowa natura światła, interferencja fal świetlnych, dyfrakcja fal świetlnych

Komentarz podstawowy:
Zanim odkryto, że światło jest falą, do opisu światłą używano modelu optyki geometrycznej obrazując światło jako promień. W modelu tym "cząstki" świetlne poruszały się od źródła po liniach prostych.
W optyce falowej światło rozpatrywane jest w kategoriach fali elektromagnetycznej.
Interferencja, jedno z najważniejszych pojęć związanych z optyką falową, to zjawisko nakładania się fal, które w rezultacie tworzą nową, o większej lub mniejszej amplitudzie (następuje wzmocnienie lub wygaszenie fali).
Według zasady „superpozycji" w dowolnym punkcie obszaru, do którego docierają dwie fale tego samego rodzaju, wypadkowa fala jest sumą fal składowych. Gdy fale mają tę samą częstotliwość – np. pochodzą z tego samego źródła – obserwowane efekty interferencji stają się jeszcze ciekawsze: można wtedy zaobserwować „pierścienie Newtona".
Światło, przechodzące przez krawędzie ciał nieprzeźroczystych lub przez szczeliny o wymiarach porównywalnych z długością fali, ulega ugięciu. Każda szczelina staje się źródłem nowej fali. Zjawisko uginania się fali na otworach bądź krawędziach przesłon nazywane jest dyfrakcją.

Komentarz rozszerzony:
W optyce falowej światło rozpatrywane jest w kategoriach fali elektromagnetycznej. Zjawisko interferencji jest jednym z najbardziej charakterystycznych efektów falowych i jego obserwacja dla światła jest uznawana za jeden z dowodów na prawdziwość falowego opisu światła.
Efekt pierścieni Newtona powstaje, gdy światło odbite pomiędzy dwiema sąsiadującymi powierzchniami, płaską oraz wypukłą, interferuje samo ze sobą. Światło odbite od płaskiej powierzchni pokonuje inną drogę niż światło odbite od soczewki. W zależności od odległości pomiędzy tymi powierzchniami, fale świetlne mogą być w tej samej fazie wzmacniając się wzajemnie; lub przeciwnie, mogą też nie być zsynchronizowane. Ciemne kręgi to miejsca, gdzie fale się wygaszają, jasne oznaczają wzmocnienia.
Zielone światło charakteryzuje mniejsza długość fali niż czerwone, stąd – w porównaniu ze światłem czerwonym – obserwowane prążki interferencyjne są nieco mniejsze w przypadku użycia światła zielonego.
Światło białe jest mieszaniną barw, czyli fal o różnej długości – stąd, jeśli w doświadczeniu użyć światła, które nie jest monochromatyczne (jednobarwne), zamiast cienkich jednokolorowych pierścieni, otrzyma się szersze i wielobarwne.
Światło, przechodzące przez krawędzie ciał nieprzeźroczystych lub przez szczeliny o wymiarach porównywalnych z długością fali, ulega ugięciu. Każda szczelina staje się źródłem nowej fali podstawowej. Zjawisko uginania się fali na otworach bądź krawędziach przesłon nazywane jest dyfrakcją. Dyfrakcja jest zjawiskiem ugięcia fali na przeszkodach o rozmiarach porównywalnych z jej długością.
Jeśli przyjąć, że współczynnik załamania światła w powietrzu w przybliżeniu wynosi 1,0, to w poliwęglanie wartość ta wzrasta do 1,55.

Zastosowanie praktyczne:
Interferometr optyczny to urządzenie, które działa w oparciu o mechanizm interferencji (nakładania się) fal świetlnych. Pomiar przestrzennego rozkładu prążków, a także natężenia światła, pozwala uzyskać bardzo dokładne dane o długości oraz odległości fali. Interferometr przyczynił się do obalenia fałszywej „teorii eteru" i potwierdzenia teorii względności.
Interferometry wykorzystuje się także w spektroskopii – metodzie badania substancji, która pozwala określić na przykład skład, budowę chemiczną albo strukturę powierzchni. Takie techniki stosowane są powszechnie w wielu dziedzinach: chemii, fizyce, a także w przemyśle. Natomiast interferometria wielkoobrazowa, to technika używana w astronomii. Wykorzystuje się w niej niezależne radioteleskopy, znajdujące się w dużej

odległości od siebie. Odbierają one dane, które „w sumie tworzą całość" i razem mogą być analizowane.
Pierścienie Newtona bywają też zjawiskiem niepożądanym. Podczas skanowania przezroczystych materiałów, kliszy, zdjęć i tym podobnych, w otrzymanych plikach graficznych pojawia się obraz prążków. Bywa on trudny do usunięcia, stosuje się więc specjalne metody, aby tego efektu uniknąć.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Jako pierwsi Pierścienie Newtona poddali naukowej analizie w 1663 r. niezależnie od siebie angielscy uczeni: Robert Boyle i Robert Hooke. Hooke opisując to zjawisko wyjaśnił je falową naturą światła. Fenomen barwnych pierścieni wziął swoją nazwę od nazwiska Izaaka Newtona, który ok. 1717 r. po raz pierwszy dokładnie je opisał.
W 1887 r. Albert Michelson i Edward Morley przeprowadzili eksperyment, w którym przy pomocy interferometru wykazali, że prędkość światła jest stała niezależnie od ruchu obserwatora.
Zjawisko pierścieni Newtona można zaobserwować w naturze np. gdy na powierzchni wody: stawu, sadzawki czy kałuży, utworzy się oleisty „film". Plama nabiera wtedy niezwykłych, tęczowych barw.
Interferencja światła białego w cienkich warstwach jest podstawą zjawiska opalizacji. Charakterystyczne dla tego efektu piękne, mieniące się feerią barw plamy występują m.in. w opalach czy na skrzydłach niektórych gatunków motyli. Interferencję można zauważyć obserwując kolorową bańkę mydlaną.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- zjawisko (schemat) interferencji fal,
- zjawisko (schemat) dyfrakcji fal.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: razem ok. 30 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: BARWY TĘCZY - ZALEŻNOŚĆ WIDMA EMISYJNEGO OD SKŁADU GAZU, WIDMO ŚWIATŁA SŁONECZNEGO

Cel:
Pokazanie zależności widma emisyjnego od składu gazu, widma światła słonecznego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Pokazanie zjawiska rozszczepiania światła białego na jego składowe. Wyjaśnienie, że „kolor biały" jest wynikiem złożenia różnych barw w jedną. Doświadczenie ma również udowodnić, że światło załamuje się na granicy różnych powierzchni. Dowieść należy, że kolor światła monochromatycznego zależy od długości jego fali.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja stanowiska wykonana z profili stalowych 10/10, 20/20 i 40/40 mm.
Podest stanowiska, o trapezoidalnym rzucie, o długości 200,00cm i 320,00cm oraz głębokości 25,00cm (wszystkie wymiary +/-10%), przytwierdzony powinien zostać do podłoża śrubami M20. Obudowa konstrukcji podestu: blacha stalowa gr. 0,70cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk.
Na podeście zamontować należy stelaż (profile stalowe, gr. 1,00cm), o wymiarach: długość – 320,00cm, wysokość – 160,00 cm (wszystkie wymiary +/-10%). W partii środkowej zamontować należy półki z płyty laminowanej o gr. 0,80-1,40cm, w kolorze

czarnym, matowym, zapobiegające interferencji źródeł światła pochodzącego z różnych źródeł. Środkowa część stanowiska, gdzie umieszczone będą źródła światła oraz prymaty i siatka dyfrakcyjna, powinna zostać wydzielona od Użytkowników płytą pleksi.
Z tyłu obudowy poprowadzić należy koryto kablowe dla kabli zasilających źródła światła umieszczone na stanowisku.
Na stanowisku umieścić należy:

- siatkę dyfrakcyjną,
- pryzmatu (dla każdego ze źródeł światła),
- dwa białe ekrany dla projekcji widma,
- różne źródła światła: żarówkę halogenową, żarówkę sodową, żarówkę potasową, żarówkę helową, żarówkę LED-RGB.

Stanowisko powinno zostać wyposażone w regulator źródeł światła. Sterowanie światłem halogenowym oraz LED powinno być możliwe także przy pomocy monitora z ekranem dotykowym.
Pryzmaty, gęstość siatki dyfrakcyjnej, moc żarówek należy dobrać na etapie ostatecznych testów prototypu w taki sposób, aby osiągnąć zakładany dla eksperymentu efekt.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 39.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.35.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

BARWY TĘCZY
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Jaki efekt na prawym ekranie wywołuje światło po przejściu przez pryzmaty? Czy efekt ten jest taki sam dla światła pochodzącego od każdej z żarówek?*
2. *Jaki efekt na lewym ekranie wywołuje światło po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną? Czy efekt ten jest taki sam dla światła pochodzącego od każdej z żarówek?*
3. *Kręcąc pokrętłami lub korzystając z monitora możesz zmienić jasność świecenia niektórych żarówek. Czy ma to wpływ na obraz na ekranach?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Biały kolor światła jest wynikiem złożenia różnych barw w jedną. Po przejściu przez pryzmat światło ulega rozszczepieniu: na barwy składowe. Podobny efekt obserwujemy w przypadku tęczy. To tzw. widmo światła zależy
Światło załamuje się na granicy różnych powierzchni. Po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światło też ulga załamaniu.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.44],
- monitor 23’’ + komputer; 2 kpl. [mn 2.08, mn 2.09].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

BARWY TĘCZY - ZALEŻNOŚĆ WIDMA EMISYJNEGO OD SKŁADU GAZU, WIDMO ŚWIATŁA SŁONECZNEGO
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
tęcza, dyfrakcja, interferencja, linie widmowe, widmo emisyjne

Komentarz podstawowy:

Wszystkie rozgrzane ciała emitują światło - nie zawsze widzialne. Począwszy od światła znajdującego się poniżej barwy czerwonej - nazywanego podczerwienią (IR), aż po barwę niebieską i jeszcze dalej ku światłu zwanemu ultrafioletem (UV). Świecenie rozgrzanych ciał nazywa się emisją termiczną.
Posługując się pryzmatem wykorzystuje się zjawisko nazywane „załamaniem światła" na granicy pryzmatu i powietrza. Światło o różnej długości fali (różnej barwie) załamuje się na granicy tych dwóch ośrodków pod różnymi kątami. Jeśli załamanie ma miejsce dwa razy to białe światło ulega rozszczepieniu na fale składowe. Każda fala porusza się po innej drodze od momentu zetknięcia się wiązki światła z krawędzią pryzmatu.
W naturze właśnie w taki sposób powstaje tęcza: krople wody działają jak pryzmat; światło przechodząc przez nie załamuje się najpierw na granicy powietrza i kropli („wpadając" do niej), a następnie kropli i powietrza („wypadając"). Im więcej jest kropel, tym wyraźniejsza staje się tęcza.
Załamanie się światła i ugięcie światła to dwa odmienne zjawiska.
Załamanie światła, np. w pryzmacie, związane jest ze zmianą ośrodka. Światło będzie się załamywać prawie zawsze gdy zmienia ośrodek przez który przechodzi.
Ugięcie ma inną naturę: zachodzi w jednym ośrodku. Zmiana kierunku rozchodzenia się fali światła ma miejsce na krawędziach przeszkód oraz w ich pobliżu. Zjawisko takie ma miejsce przy przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną. Każda szczelina siatki staje się źródłem nowej fali. Fale rozchodząc się od szczelin nakładają się na siebie. Ponieważ każda fala na inną długość, fale wzmacniają się lub wygaszają (jak fale spotykające się na morzu). Na ekranie pojawiają się miejsca o różnych barwach, odpowiadające różnym długościom fal.
Widmo emisyjne to obraz promieniowania elektromagnetycznego wysyłanego przez ciało.
Dla ciał stałych i cieczy widmo emisyjne jest ciągłe.
Dla gazów prostych atomów widmo emisyjne rejestrowane jest w formie prążków.
Dla gazów atomów o złożonej budowie widmo emisyjne rejestrowane jest w postaci pasów.

Komentarz rozszerzony:
Przejście światła przez pryzmat to zjawisko nazywane „załamaniem światła". Załamanie światła związane jest ze zmianą ośrodka. Światło będzie się załamywać prawie zawsze gdy zmienia ośrodek przez który przechodzi. Światło o różnej długości fali załamuje się na granicy dwóch ośrodków pod różnymi kątami. Jeśli załamanie ma miejsce dwa razy to białe światło ulega rozszczepieniu na fale składowe.
Światło przechodzące przez krawędzie ciał nieprzeźroczystych lub przez szczeliny o wymiarach porównywalnych z długością fali ulega ugięciu (dyfrakcji).
Załamanie się światła i ugięcie światła to dwa odmienne zjawiska. Ugięcie zachodzi w jednym ośrodku. Zmiana kierunku rozchodzenia się fali światła ma miejsce na krawędziach przeszkód oraz w ich pobliżu.
Używając siatki dyfrakcyjnej można otrzymać dwie lustrzano odbite tęcze rozdzielone białym paskiem światła. W siatce dyfrakcyjnej każda szczelina jest osobnym źródłem światła (fali). Światło, które jest falą, rozchodzi się od szczeliny i nakłada na fale przechodzące z innych szczelin; wtedy mamy do czynienia z interferencją fal. Ponieważ każda fala na inną długość, więc wzajemnie wzmacniają się one lub wygaszają. Na ekranie widać miejsca o różnych barwach, odpowiadające różnym długościom fal - barwom.
Siatka dyfrakcyjna może tym lepiej rozszczepiać linie widmowe, im więcej rys znajduje się na jednym milimetrze siatki (nazywa się to stałą siatki). W sytuacji gdy różnica kąta dla poszczególnych długości fali jest coraz większa, to i odstęp pomiędzy kolejnymi długościami fali na ekranie jest coraz większy. Stała siatki wyznaczyć za pomocą wzoru:
$d \sin(a_n) = n \lambda$
gdzie: λ- długość fali, d - stała siatki, n - rząd widma.
Widmo emisyjne to obraz promieniowania elektromagnetycznego wysyłanego przez ciało. Widmo emisyjne powstaje, gdy obdarzone ładunkiem elektrycznym elektrony, atomy, cząstki lub fragmenty cząsteczek tworzących dane ciało, będąc wzbudzonymi przechodzą ze stanu o wyższej energii do stanu o niższej energii.

Widmo spektroskopowe to zarejestrowany obraz promieniowania rozłożonego na poszczególne częstotliwości, długości fal lub energie.
Dla ciał stałych i cieczy widmo emisyjne jest ciągłe.
Dla gazów prostych atomów widmo emisyjne przyjmuje często formę serii dobrze rozseparowanych częstotliwości, które spektrometry rejestrują w formie prążków. Układ tych prążków jednoznacznie wskazuje na obecność określonego pierwiastka w gazie i jest nazywany widmem atomowym.
Atomy gazów o złożonej budowie dają widmo pasmowe.

Zastosowanie praktyczne:
Często patrząc na błyszczącą stronę płyty CD lub DVD widać „barwy tęczy" - jest to także przykład siatki dyfrakcyjnej. Efekt nie jest zamierzony, ale dobrze ilustruje sposób, w jaki dane są zapisywane na płycie. Laser wypala na płycie rowki, których rozmieszczenie jest analizowane przez komputer i zamieniane na ciąg zer i jedynek, a od nich samych odbija się światło, tworząc tęczę. Tego typu siatki dyfrakcyjne to siatki odbiciowe.
Zjawisko dyfrakcji jest również wykorzystywane w urządzeniach zwanych spektroskopami świetlnymi, w których przez badaną próbkę przepuszcza się promień świetlny. W zależności od tego czy/jak się od niej odbije lub w jaki sposób przez nią przejdzie (tj. ile i jakie składowe barwy zostaną przez nią zaabsorbowane), można określić jej skład. Taka technika nazywana jest absorpcyjną, ponieważ próbka pochłania określone składowe światła.
Siatki dyfrakcyjne stosuje się również w dużych wyświetlaczach ciekłokrystalicznych i projektorach kinowych.
Gdyby nie zjawisko załamania się światła, nie istniałyby również światłowody – obecnie najwydajniejszy sposób na szybkie przesyłanie dużej ilości danych, nawet na znaczne odległości. Światło jest w nich przesyłane w taki sposób, aby odbijało się od ścianek kabla – przy jak najmniejszych stratach energii.
Powszechnie jest stosowanie siatki dyfrakcyjnej w liniach światłowodowych do pozbywania się zakłóceń i regeneracji sygnału.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Zjawisko rozszczepienia światła jest zjawiskiem znanym od stuleci. Od wieków ludzie obserwowali tęczę, która powstaje po rozszczepieniu promieni światła na barwy składowe przez krople deszczu. Podobny efekt można było obserwować w świątyniach, gdy światło padało pod odpowiednim kątem przez witraże.
Eksperymenty z rozszczepieniem światła za pomocą pryzmatu prowadzał w latach 1665-1666 Izaak Newton.
Jednym z najbardziej znanych doświadczeń związanych z interferencją i dyfrakcją był eksperyment przeprowadzony w 1801 r. przez Thomasa Younga, polegający na przepuszczeniu światła spójnego przez dwie blisko siebie położone szczeliny i obserwacji obrazu powstającego na ekranie. Young zaobserwował, że na ekranie powstały jasne i ciemne prążki w obszarach, w których światło jest wygaszane lub wzmacniane.

Monitor z nakładką dotykową [ts 2.44] powinien zostać wykorzystany do prezentacji zagadnień teoretycznych (warstwy tekstowej) oraz do regulacji światła LED i halogenowego – wykorzystywanego w doświadczeniu.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- zjawisko dyfrakcji i interferencji fal – schemat załamania fal, wzmacniania i wygaszania się fal,
- widma spektroskopowe różnych pierwiastków.

Czas trwania animacji i prezentacji: ok. 60 sekund. Animacje prezentowane mają być na monitorach: mn 2.08, mn 2.09 (jako projekcje zapętlone).

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: POMIAR PRĘDKOŚCI ŚWIATŁA

Cel:
Pokazanie jednej z metod pomiaru prędkości światła.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Za symbolem „c", czyli określeniem w fizyce prędkość światła, kryją się lata doświadczeń, eksperymentów, a nawet nagroda Nobla. Ponieważ jednak wartość tej prędkości, która jest w równaniach podawana jako stała fizyczna, wykorzystywana jest w bardzo wielu dziedzinach życia, nie tylko stricte naukowych, powinno się pozwolić Zwiedzającemu na określenie jej samemu, doświadczalnie.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Opis stanowiska
Stanowisko zbudowane jest z:

- szyny: aluminiowej prowadnicy zamontowanej w posadzce; montaż szyny – naposadzkowy z wykorzystaniem podłogi ze spadkiem wykonanej z laminatu, kompozytu lub utwardzanej gumy i montowanej do podłoża (posadzki betonowej) wkrętami i klejem; długość szyny: min. 500cm,
- słupka z nadajnikiem: zapewnić należy możliwość przesuwania słupka po szynie w przedziale 100-400cm od odbiornika,
- taśmy metalowej, dł. 500cm, zwijanej na rurce będącej podstawą nadajnika,
- nadajnika: routera (nadajnika wifi) w szklanej obudowie (szkło vsg, gr.1,00cm, przezroczyste), zamocowanego do profilu wykonanego ze stali nierdzewnej z poprowadzonym w środku okablowaniem – powinien to być element mobilny, poruszający się po szynie,
- odbiornika: monitora z nakładką dotykową komputerem, przytwierdzonego do podłoża na pośrednictwem podkonstrukcji (profile stalowe); obudowa monitora, zabudowa komputera i podkonstrukcji powinny być wykonane ze stali nierdzewnej.

Sposób zamontowania poszczególnych elementów stanowiska należy zweryfikować doświadczalnie na etapie ostatecznych testów prototypów. Całość ma być stabilna i trwała - dostosowana do intensywnej eksploatacji.
Zarówno monitor jak i podkonstrukcja z routerem mają być połączone wyskalowaną podziałką pokazującą precyzyjnie odległość, samozwijalną. Podziałka ma zawierać zarówno jednostki układu SI jak i Imperialne. Szczególnie wyraźnie widoczne mają być jednostki podstawowe oraz ich wielokrotności; jednostki Imperialne mają być czytelne, choć o wyraźnie mniejszych znakach i odmiennym kolorze od tych z układu SI.
Należy przewidzieć codzienny dostęp do routera, komputera i monitora dla pracowników technicznych, aby zminimalizować błąd pomiaru. Ponieważ pomiar odbywać się będzie poprzez mierzenie średniego czasu potrzebnego na przebycie fali od źródła do odbiornika i z powrotem, na etapie ostatecznych testów prototypów należy dobrać odpowiedni model urządzenia oraz jego oprogramowanie.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 41.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.17.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

POMIAR PRĘDKOŚCI ŚWIATŁA

INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Przesuwając słupek z nadajnikiem rozwiń taśmę i odczytaj odległość. Wprowadź ją do komputera korzystając z monitora, a następnie naciśnij na ekranie przycisk „start". Jaki otrzymałeś wynik?*
2. *Wykonaj pomiar dla kilku odległości. Jaki otrzymałeś wynik? Jak zmienia się dokładność/błąd pomiarów?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?

Jedną z najważniejszych wielkości we współczesnej nauce i technice jest prędkość światła w próżni.
Przy pomocy komputera możesz sam zmierzyć prędkość światła i przekonać się, jak duża ona jest.
Dzięki osiągnięciom współczesnej techniki pomiar prędkości światła można dziś wykonać w warunkach prawie domowych: mając do dyspozycji tylko odbiornik oraz nadajnik wifi. Z nadajnika do odbiornika wysyłany jest sygnał, który jest odbijany z powrotem do nadajnika. Sygnał przemieszczający się pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem jest falą elektromagnetyczną podobnie jak światło. Różnica w stosunku do światła polega jedynie na innej długości i częstotliwości fali. Prędkość pozostaje ta sama. Mierząc prędkość sygnału wifi dokonujemy jednocześnie pomiaru prędkości światła.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.17],
- monitor LCD 12" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl., [ts 2.17.1].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

POMIAR PRĘDKOŚCI ŚWIATŁA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
prędkość światła, stałe fizyczne

Komentarz podstawowy:
Jedną z podstawowych wielkości fizycznych wykorzystywanych w dzisiejszej nauce i technice jest prędkość światła. Jeśli drogę, jaką fala elektromagnetyczna ma do pokonania podzielić przez czas, jaki jest jej na to potrzebny, to otrzymaną w ten sposób liczbę nazywa się prędkością światła: oznaczaną symbolem „c".
c= S/t
Prędkość światła pełni tak istotną rolę, ponieważ jej wartość w próżni jest maksymalną prędkością z jaką we Wszechświecie mogą rozchodzić się wszelkie cząstki i sygnały. Wartość prędkości światła w próżni jest ogromna i wynosi ok. 300.000 km/s (trzysta tysięcy kilometrów na sekundę). Aby lepiej wyobrazić sobie jak duża to liczba, należy sobie wyobrazić, że trasę hipotetyczną autostradą z Łodzi do Zakopanego, którą można by pokonać w ciągu około 4,5 godziny, można przebyć poruszając się z prędkością światła w 0,001 sekundy (jedną tysięczną sekundy).

Komentarz rozszerzony:
Prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej (w tym i światła) zależy od ośrodka, w jakim porusza się ta fala. Osiąga ona maksymalną wielkość w próżni.
Inaczej niż inne znane fale (np. dźwiękowa), fala elektromagnetyczna do propagacji nie potrzebuje ośrodka. Proponowany w XIX w. ośrodek, w którym miałaby się rozchodzić fala elektromagnetyczna, nazywano eterem. Doświadczenia Michelsona-Morleya pokazały, że eter nie istnieje. Albert Einstein wykazał, że samo pojęcie eteru jest zbędne i na podstawie tego sformułował Szczególną Teorię Względności (1905 r.) i Ogólną Teorię Względności (1916 r.).

Fizyka kwantowa opisuje promieniowanie elektromagnetyczne jako strumień fotonów – nieposiadających masy cząstek elementarnych, których energia i pęd zależą od częstotliwości. Opierając się na hipotezie Maxa Plancka Einstein wyjaśnił i w matematyczny sposób opisał efekt fotoelektryczny.
Obiekty posiadające niezerową masę spoczynkową nie mogą osiągnąć prędkości światła w próżni, choć mogą się do niej dowolnie zbliżyć. Mogą one natomiast osiągać i przekraczać prędkość poruszania się światła w danym ośrodku, np. w wodzie. Obiekty takie, jeżeli mają niezerowy ładunek elektryczny, emitują wówczas światło zwane promieniowaniem Czerenkowa.

Zastosowanie praktyczne:
Znajomość prędkości światła w próżni stanowi podstawę współczesnej nauki i techniki.
Dokładna znajomość prędkości światła umożliwiła budowę globalnego systemu pozycjonowania - GPS.
Prędkość światła występuje także w podstawowych równaniach fizyki jako stała fizyczna. Po zastosowaniu jej w równaniach Maxwella opisujących rozchodzenie się fal radiowych, przewodnictwo prądu itd. można było przeprowadzić obliczenia, które pozwoliły skonstruować linie do przesyłu energii, przekaźniki telewizji naziemnej i satelitarnej, telefonię komórkową itd.
W mechanice kwantowej znajomość prędkości światła pozwoliła na budowę pierwszych procesorów, rozwój elektroniki, uruchomienie internetu.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Pierwszego pomiaru prędkości światła chciał dokonać Galileusz. Eksperyment postanowił przeprowadzić wraz ze swoim pomocnikiem, za miastem na dwóch wzgórzach, mając do dyspozycji dwie latarnie. Sama próba polegała na odsłanianiu i przesłanianiu latarni, jednak ze względu na ogromną prędkość światła i bardzo duży błąd pomiaru, skazana była na niepowodzenie. Galileusz oszacować mógł jedynie, że prędkość ta znacznie przekracza, w przeliczeniu na obecne jednostki, 30 km/s (co jest bliskie orbitalnej prędkości Ziemi w ruchu dokoła Słońca). Była to pierwsza odnotowana próba zmierzenia prędkości światła.
W 1676 r. duński astronom Ole Rømer podał pierwszy szacunek skończonej prędkości światła stwierdzając, że światło potrzebuje mniej niż sekundę by przebyć odległość 3000 mil francuskich (około 13 000 km). Obliczenia oparł na obserwacji opóźnienia zaćmień satelity Jowisza przez tę planetę.
W 1727 r. angielski astronom James Bradley dokonał pomiaru wykorzystując zjawisko aberracji światła gwiazd. Z ilorazu prędkości orbitalnej Ziemi i kąta aberracji uzyskał, w przeliczeniu, 301 000 km/s.
Pierwszego laboratoryjnego pomiaru prędkości światła dokonał w 1849 r. francuski fizyk Armand Fizeau używając zwierciadła i koła zębatego (doświadczenie to można uznać za modyfikację metody zaproponowanej przez Galileusza przez zastąpienie drugiego obserwatora lustrem). Otrzymany wynik 315 300 km/s obarczony był błędem systematycznym. Metodę tę udoskonalano zwiększając odległość oraz liczbę zębów - w 1874 r. francuski fizyk Alfred Maria Cornu uzyskał wynik: 300.030 ± 200 km/s, w 1902 r. Perrotin 299.880 ± 84 km/s.
Dokładniejszą metodą jest metoda wirującego zwierciadła zaproponowana w 1838 r. przez François Arago, zastosowana po raz pierwszy przez Jeana Foucault w 1850 r. Foucault w 1862 r. uzyskał wynik 298.000 ± 500 km/s, a w 1882 r. Simon Newcomb osiągnął tą metodą wynik 299.810 ± 30 km/s.
Metody pomiaru prędkości światła były stale rozwijane, czego efektem był wzrost dokładności pomiaru. W 1907 r. roku Albert Abraham Michelson otrzymał Nagrodę Nobla m. in. za bardzo dokładne pomiary prędkości światła, prowadzone od 1878 r. W 1880 r. uzyskał wynik 299.910 ± 50 km/s, a w latach 1924 – 1926, dzięki aparaturze ustawionej na szczytach górskich Mount Wilson i Mount San Antonio odległych o 35 km, 299.796 ± 4 km/s - zbliżony do przyjmowanego obecnie.

W późniejszych pomiarach metody mechaniczne zastąpione zostały przez elektryczno-optyczne przy wykorzystaniu zjawiska Kerra. Przy mierzeniu prędkości fal radiowych wykorzystywane są metody rezonatora wnękowego.
Dzisiejsza definicja prędkości światła „c" to wartość zatwierdzona przez 17. Międzynarodowy Kongres Wag i Miar, który odbył się w 1983 roku; wartość ta wynosi 299 792 458 m/s (i jest m.in. używana do obowiązującej definicji metra).
Światło usiłuje się spowolnić. Najnowszym rekordem w doświadczeniach ze spowalnianiem światła jest wynik 0,2 mm/s osiągnięty w jednym z francuskich laboratoriów poprzez dynamiczną zmianę własności fizycznych ośrodka, w którym rozchodziła się wiązka światła.

Animacje, grafika:
Wymagane 3 animacje wykonana w łączonej technice 2d-3d prezentująca pomiar szybkości światła przez:
- Galileusza,
- Michelsona,
- inną z wyżej opisanych metod (do wyboru przez Wykonawcę).

Czas trwania każdej z trzech animacji: ok. 20 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.
Należy ponadto przygotować oprogramowanie niezbędne dla potrzeb stanowiska pomiarowego – dla zestawu: monitor-komputer [ts 2.17.1].

STANOWISKO: PRAWO ARCHIMEDESA

Cel:
Demonstracja prawa Archimedesa.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Poznanie podstawowego prawa hydrostatyki, zwanego również prawem Archimedesa (z Syrakuz) oraz jego praktycznego wykorzystania na przykładzie modelu batyskafu.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 200,00cm (dł.) x 50,00cm (szer.) x 50,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Na podeście ustawiony zostanie zbiornik z cieczą (wodą) o wys. 200,00cm i wymiarach podstawy 50,00cm x 200,00cm – wszystkie wymiary +/-10%.
Zabudowa powinna zostać wykonana ze szkła bezpiecznego hartowanego. Na etapie ostatecznych testów prototypów, a przed przystąpieniem do realizacji należy, poprzez obliczenie naprężeń i współczynników odkształceń, dobrać odpowiednią grubość szkła oraz sposób łączenia ze sobą tafli. W zależności od dobranej grubości szkła należy odpowiednio przeliczyć i rozwiązać konstrukcję podestu. Krawędzie boczne szklane cięte i polerowane 45^0 lub 90^0, klejone bezbarwnym klejem. Cięcie krawędzi i ich klejenie musi być wykonane bardzo starannie, precyzyjnie i estetycznie.
W zbiorniku umieszczony zostanie model batyskafu: wykonany ze stali nierdzewnej gr. 0,3mm (dopuszcza się inne materiały imitujące stal), przy czym zbiorniki balastowe i komora obserwacyjna powinny być wykonane z materiałów przeźroczystych.
Model powinien zostać wyposażony w czujnik włączający światło w komorze obserwacyjnej po osiągnięciu określonej głębokości.

Na ścianach bocznych zaleca się nanieść grafikę:

- głębokości w metrach pod poziomem morza – w formie podziałki (od „0" do „10.994"),
- infografika przedstawiająca największe organizmy żywe żyjące na określonych głębokościach,
- infografika przedstawiająca największe zanurzenie batyskafu w historii (Rów Mariański), typowe zanurzenia okrętów podwodnych.

Napełnianie zbiorników balastowych wodą i powietrzem ma być regulowane przez Zwiedzającego za pomocą przycisków umieszczonych na obudowie podestu. Wewnątrz podestu zabudowana pompa. Powietrze będzie doprowadzane do zbiorników balastowych przez gumowy wąż (Φ 1,00-2,00cm). Całość zasilana ma być prądem jednofazowym 230V.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 64.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.33.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRAWO ARCHIMEDESA
INSTRUKCJA OBSŁUGI

1. *Wypełnij powietrzem zbiorniki batyskafu. Następnie wypełnij wodą zbiorniki batyskafu.*
2. *Jak zmienia się głębokość zanurzenia batyskafu?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Batyskaf może się zanurzać dzięki stopniowemu zwiększaniu swego ciężaru, który wzrasta w miarę jak zbiorniki balastowe wypełniane są wodą.
Napełnienie zbiorników powietrzem spowoduje wynurzenie się batyskafu. Na ciało zanurzone w wodzie działa siła wyporu.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.42].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRAWO ARCHIMEDESA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
ciśnienie wody, prawo hydrostatyki, siła wyporu

Komentarz podstawowy:
Batyskaf może się zanurzać dzięki stopniowemu zwiększaniu swego ciężaru, który wzrasta w miarę jak zbiorniki balastowe wypełniane są wodą.
Od chwili, kiedy siła wyporu oddziałująca pionowo i zwrócona do góry, przewyższa ciężar batyskafu, ten unosi się na powierzchni wody.
Stan zrównoważenia siły wyporu z ciężarem łodzi osiągany jest wtedy, kiedy model pływa na stałej głębokości pod wodą.
Kiedy zbiorniki balastowe zostaną całkowicie napełnione, przez co ciężar łodzi osiągnie wartość przewyższającą siłę wyporu, batyskaf osiada na dnie.
Powyższe zachowanie batyskafu wynika z podstawowego dla hydrostatyki i aerostatyki prawa sformułowanego przez Archimedesa z Syrakuz: „Na każde ciało zanurzone w

cieczy działa siła wyporu zwrócona pionowo do góry i równa co do wartości ciężarowi wypartej przez to ciało cieczy".

Komentarz rozszerzony:
Zgodnie z prawem Pascala na powierzchnię ciała o zamkniętej powierzchni zanurzonego w cieczy działa parcie ze wszystkich stron. Siły parcia działają prostopadle do powierzchni ciała i są zwrócone w kierunku od cieczy do ciała. Wypadkowe parcia oddziałujące na ściany boczne ciała równoważą się, gdyż działają z taką samą wartością ze wszystkich stron. Siły parcia działające pionowo nie równoważą się, ponieważ siła działająca na dolną ścianę zawsze jest większa od tej, która działa na ścianę górną. Parcie działające na dolną ścianę równe jest ciężarowi słupa cieczy nad dolną powierzchnią ciała. Parcie działające na górną ścianę ciała równe jest ciężarowi słupa cieczy nad jej górną powierzchnią. Różnicę pomiędzy tymi wartościami przyjęto nazywać siłą wyporu (Fw), która równa jest ciężarowi cieczy o tej samej objętości co objętość zanurzonego ciała.
*Fw = ρ płynu * g V zanurzonego ciała*
gdzie:
ρ płynu – gęstość płynu (cieczy, gazu)
g – przyspieszenie ziemskie
V zanurzonego ciała – objętość części ciała zanurzonego w płynie.
Powyższe równanie przedstawia prawo Archimedesa, w myśl którego ciało zanurzone w cieczy traci (pozornie) na ciężarze tyle, ile waży ciecz wyparta przez to ciało.
*Na każde ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu Fw = ρ płynu * g V zanurzonego ciała oraz siła ciężkości Q = ρgV. Ich różnica to siła wypadkowa: R = Fw – Q = Vg (ρ płynu - ρ)*
gdzie: ρ - gęstość ciała zanurzonego w płynie.
Możliwe są zatem trzy przypadki:

1. *ρ>ρc - ciało gęstsze niż ciecz R<0 - ciało tonie, Q>Fw*
2. *ρ=ρc - R=0 - ciało w równowadze z cieczą na dowolnej głębokości, Q=Fw*
3. *ρ<ρc - ciecz gęstsza niż ciało R>0 - ciało pływa częściowo zanurzone, Q<Fw.*

Zastosowanie praktyczne:
Prawo Archimedesa wykorzystywane jest przy budowie statków, łodzi podwodnych, balonów na hel, wodór lub gorące powietrze (balony tego typu charakteryzują się mniejszą gęstością niż powietrze je otaczające).
Ciekawy sposób regulowania zanurzenia obserwujemy u ryb, które w toku ewolucji wykształciły pęcherz pławny pełniący funkcję analogiczną do funkcji zbiornika balastowego w łodzi podwodnej.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Według legendy król Syrakuz Hieron II poprosił Archimedesa o sprawdzenie, czy korona wykonana dla niego jest z czystego złota – najlepiej bez jej uszkodzenia. Archimedes miał wymyślić rozwiązanie podczas kąpiel. Zauważył, że jego ciężar pozornie zmniejszył się gdy wszedł do wanny i zanurzył się w wodzie. Jeszcze tego samego dnia sprawdził ile ważny czyste złoto, następnie pobiegł do króla, poprosił go o koronę, którą zanurzył w wodzie, w wiadrze. Obliczając ile wody zostało wyparte przez koronę oraz sprawdzając ile powinno zostać, jeśli byłaby ze złota stwierdził, że korona nie była szczerozłota.

Animacje, grafika:
Wymagana są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- eksperyment przeprowadzony przez Archimedesa.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: ok. 20 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

ZESTAW STANOWISK: REZONANS

Cel:
Pokazanie rezonansu i jego potencjalnie niszczycielskiej siły.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Zjawisko rezonansu jest znane ludziom od stuleci. Szczególnie dobrze rozumieją skutki działania rezonansu mieszkańcy domów i bloków, których mieszkania sąsiadują z ruchliwymi trasami (kolej, tramwaj, drogi przelotowe). Rezonans nie powinien się kojarzyć tylko negatywnie, choć pokazanie jego potencjalnie niszczycielskiej siły jest bardzo widowiskowe – rezonans to też źródło wielu korzystnych i „przyjaznych" dla oka i ucha zjawisk.

Budowa stanowisk – opis techniczny:
Zestaw składa się z dwóch stanowisk ilustrujących:
- rezonans akustyczny
- rezonans mechaniczny.

Stanowisko dotyczące rezonansu akustycznego:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 90,00cm (dł.) x 90,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na blacie zamontowana obudowa z pleksi gr. 1,00cm o wymiarach 70,00cm x 70,00cm x 60,00cm (wszystkie wymiary: +/-10%).
W podeście ma zostać zamontowany automatyzowany podajnik: do wymiany szkła. Podajnik umożliwić ma wymianę kieliszków: kieliszki wynoszone są podajnikiem ponad blat gdzie, na oczach Widzów, rozbijane są akustycznie. System ma automatycznie, po podanym przez Inwestora czasie, ustawiać nowe naczynie na podeście, a zużyte (rozbite) usuwać od razu po stłuczeniu. Przycisk na blacie stanowiska ma uruchamiać podajnik.
Na podeście zamontowany ma zostać głośnik akustyczny z regulacją częstotliwości – pokrętło do regulacji częstotliwości głośnika zamontować należy na obudowie podestu.
Wewnątrz podestu poza mechanizmem wymiany szkła zabudowany powinien być także pojemnik na rozbite szkło.
Na etapie ostatecznych testów prototypów należy dobrać odpowiedni system wymiany kieliszków w taki sposób, aby zapewnić osiągnięcie zamierzonego dla eksperymentu efektu i zapewnić wysoką bezawaryjność pracy urządzenia.
Zwiedzający ma mieć możliwość regulowania częstotliwości głośnika, dostrajania go do częstotliwości rezonansowej naczynia.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 44.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.41.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Stanowisko dotyczące rezonansu mechanicznego:
Do demonstracji rezonansu mechanicznego służył będzie układ wahadeł o różnej długości: trzech gumowych kul (piłek) zamontowanych jedna nad drugą (na wysokości nie mniejszej niż 250,00cm nad posadzką), do sztywnej konstrukcji. Konstrukcja wykonana powinna zostać z rur ze stali nierdzewnej; zalecany docelowy kształt: Y" z poprzeczką; średnica podstawy: Φ10,00-15,00cm, średnica ramion: Φ8,00-5,00cm, średnica poprzeczki: Φ8,00-5,00cm (wszystkie wymiary: +/-5,00cm). Konstrukcja

rurowa powinna mieć możliwość ograniczonego obrotu: dolna część powinna zostać osadzona w szerszej, rurowej podstawie mocno przytwierdzonej po podłoża (śrubami M20). Ograniczony obrót konstrukcji rurowej, a jednocześnie wzbudzanie wahadeł, ma być możliwy poprzez niewielkie obroty jednego z ramion za pomocą linek (liny konopne) i stalowego wieszaka.
Użytkownik, poruszając górną częścią stalowej konstrukcji za pomocą linek i wieszaka raz w jedną, raz w drugą stronę, powinien móc wzbudzić wahadła. Wahadła wzbudzane będą tym samym elementem, w tym samym czasie. Uzyskanie dużej amplitudy dla danego wahadła ma być możliwe w przypadku dopasowania właściwej częstotliwości wzbudzania (Użytkownik powinien dopasować częstotliwość wymuszania tak, aby rozhuśtać dane wahadło).
Przestrzeń wokół konstrukcji w promieniu 2,00 m powinna zostać wydzielona giętą pleksi tak, aby widz nie miał możliwości znaleźć się w obrębie strefy ruchu kul wahadła. Usytuowanie wieszaka na styku poprzeczki i jednego z ramion konstrukcji ma umożliwić wzbudzanie wahadeł przez Użytkownika stojącego poza wydzieloną pleksi strefą.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 44.1.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.41.1.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

Tabliczka 1:
REZONANS
INSTRUKCJA OBSŁUGI
1. *Naciśnij przycisk na blacie i uruchom podajnik kieliszków. Poczekaj, aż naczynie zostanie ustawione.*
2. *Pokrętłem zmieniaj częstotliwość dźwięku aż do momentu, kiedy naczynie zacznie wibrować.*
3. *Dostrajaj pokrętłem częstotliwość w taki sposób, aby szkło pękło.*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Rezonans jest zjawiskiem, które szczególnie dla inżynierów budownictwa, bywa wyjątkowo szkodliwe. Każda budowla może wpaść w rezonans, jeśli wykorzysta się do tego celu odpowiednią częstotliwość. Z tego powodu żołnierze nie powinni maszerować w równym szyku przez kładki (chociaż mogą iść). Jeśli konstrukcja hali przędzalniczej rezonuje zgodnie z pracą wielkich maszyn tkackich to hala może się zawalić.
W wyjątkowych przypadkach pewne obiekty można więc zniszczyć „samym dźwiękiem".

Tabliczka 2:
REZONANS
INSTRUKCJA OBSŁUGI
1. *Poruszając miarowo i niezbyt szybko linkami pobudź wahadła do ruchu.*
2. *Wybierz sobie jedno z wahadeł i dopasuj częstotliwość ruchów wymuszających tak, aby amplituda wychyleń tego wahadła była możliwie największa.*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Rezonans mechaniczny polega na przepływie energii między kilkoma wzbudzonymi układami. Aby doszło do rezonansu konieczna jest jednakowa lub zbliżona częstotliwość drgań układów i mechaniczne połączenie między układami. Przykładem takiego układu są nasze ręce wykonujące ruchy w określonym rytmie oraz wahadło, które dzięki tej czynności udało nam się wprawić w ruch.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitory LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 2 kpl. [ts 2.50, ts 2.62],
- projektor + komputer wraz z ekranem projekcyjnym; 1 kpl [pr 2.08].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

REZONANS
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
rezonans, drgania, częstotliwość

Komentarz podstawowy:
Każdy układ czy obiekt, jak na przykład kieliszek, szklanka czy most lub inna budowla posiada określoną strukturę. Zwykle bardzo trudno jest wprawić takie obiekt w drgania. Istnieją jednak pewne wybrane częstotliwości pobudzania do drgań, przy których pożądany efekt można uzyskać bardzo szybko. Są to tak zwane częstotliwości rezonansowe, które można zaobserwować, gdy częstotliwość drgań wymuszających zbliży się do częstotliwości drgań własnych.
Gdy siła wymuszająca drgania działa na drgające ciało z odpowiednią częstotliwością, to amplituda drgań może osiągnąć bardzo dużą wartość nawet przy niewielkiej sile wymuszającej. Gdyby chcieć doprowadzić do ruchu wahadłowego ogromny kamień na linie, to częstotliwość wymuszająca równa dwóm pchnięciom palca w ciągu sekundy może się okazać bezowocna, ale niekiedy jeden ruch, o tej samej sile w czasie czterech sekund może dać pożądany efekt.

Komentarz rozszerzony:
Rezonans to zjawisko fizyczne, które objawia się gwałtownym wzrostem amplitudy drgań w stuacji, kiedy częstość drgań wymuszonych przybliża się (jest taka sama) jak częstość drgań własnych. Warunkiem rezonansu jest równość okresów drgań własnych ciał rezonujących.
Zjawisko rezonansu jest charakterystyczne dla wszystkich typów drgań i fal.
Wykres zależności amplitudy drgań od częstotliwości wymuszającej je siły nazywa się krzywą rezonansową.
Gdy siła wymuszająca drgania działa na drgające ciało z odpowiednią częstotliwością, to amplituda drgań może osiągnąć bardzo dużą wartość – nawet przy niewielkiej sile wymuszającej.
Czasem układ drgający o bardzo słabym tłumieniu pobudzany jest drganiem o częstotliwości zbliżonej do jego częstotliwości rezonansowej i wtedy układ okresowo pobiera i oddaje energię zmieniając amplitudę cyklicznie. Dochodzi, na skutek złożenia dwóch drgań o zbliżonych częstotliwościach, do okresowej zmian amplitudy drgań – czyli dudnienia. Dudnienia obserwuje się dla wszystkich rodzajów drgań, w tym też wywołanych falami.

Zastosowanie praktyczne:
Rezonans występuje powszechnie w naturze i jest wykorzystywany w wielu urządzeniach skonstruowanych przez człowieka. Zjawiska rezonansu mają niezliczoną ilość zastosowań.
Elektryczne układy rezonansowe wykorzystuje się za każdym razem, gdy wybiera się określony kanał radiowy czy telewizyjny.
Rezonans ma ogromne znaczenie dla procesu powstawania i wzmacniania dźwięku w instrumentach muzycznych, np. a gitarach akustycznych.
Rezonans można wyczuć, sprawdzić, np. przykładając ucho do różnej długości rur. Każda z nich brzmi inaczej, ponieważ wzmacnia tylko właściwe sobie fale dźwiękowe, o częstotliwości zgodnej z częstotliwością rezonansową rury.
Ze zjawiskiem rezonansu spotykamy się jadąc np. autobusem: przy pewnej prędkości kątowej obrotów silnika zaczynają drgać elementy karoserii, lusterka.
O zjawisku rezonansu muszą pamiętać nawet żołnierze, aby kładka przez którą maszerują, nie zawaliła się.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Rezonans został po raz pierwszy zbadany i opisany przez Galileusza podczas eksperymentów ze sprzężonymi wahadłami.
Spektakularnym przykładem rezonansowego pobudzania do drgań była katastrofa mostu w mieście Tacoma w USA (1940 r.). Sprawcą katastrofy okazał się wtedy wiatr (oraz błędy projektowe), który doprowadził budowlę do takich drgań, po których ta się zawaliła do rzeki. Na szczęście nikt nie ucierpiał w wyniku tej katastrofy budowlanej, ale do dzisiaj jest ona przestrogą dla inżynierów, z których żaden nie chce zaprojektować „galopującej Gerty" (taki przydomek został nadany tej przeprawie).

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d pokazująca schematycznie nakładanie się na siebie dwóch częstotliwości i powstawanie rezonansu akustycznego.
Czas trwania animacji: ok. 30 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Animacje te prezentowane będą na monitorze dotykowym [ts 2.50].

Wymagane są osobne animacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d i film fabularyzowany z elementami animacji pokazujące:
- nakładanie się na siebie dwóch częstotliwości i powstawanie rezonansu mechanicznego,
- katastrofy budowlane, jakie miały miejsce na skutek rezonansu mechanicznego.

Łączny czas trwania animacji i filmu: ok. 5 minut. Zaleca się wykorzystanie materiałów archiwalnych i dokumentalnych.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Animacje prezentowane będą na monitorze dotykowym [ts 2.50]. Film prezentowany będzie w formie zapętlonej projekcji przy wykorzystaniu projektora [pr 2.08].

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: ROZPRASZANIE RUTHERFORDA

Cel:
Zilustrowanie zasad doświadczenia Rutherforda, które dowiodło istnienia jądra atomu.
Walor naukowo-dydaktyczny:
„Rozpraszanie Rutherforda" jest doświadczeniem, które doprowadziło do obalenia teorii budowy atomu Thomsona (model „ciasta z rodzynkami") oraz pozwoliło na stworzenie nowego modelu budowy atomu. „Rozpraszanie Rutherforda" to jeden z najważniejszych kamieni milowych w rozwoju nauki. Na wnioskach z tego doświadczenia opiera się cała współczesna fizyka jądrowa.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko należy zaaranżować na przestrzeni o wymiarach 8-10m x 2-3m (w rzucie).
Elementy stanowiska:
- stojak z karabinkiem szybkostrzelnym na plastikowe kulki – z możliwością regulacji wysokości kabinka oraz z możliwością regulacji kąta obrotu; regulacja kąta obrotu powinna być ograniczona: dostosowana do wymiarów ścianki usytuowanej na przeciwległej stronie stanowiska (nie może być możliwości wystrzelenia kulek poza obrys ścianki – np. w kierunku widza); regulacja wysokości położenia karabinka powinna umożliwić korzystanie ze stanowiska (i z karabinka) dzieciom i dorosłym; karabinek zaopatrzony powinien być w

automatyczny moduł ładujący (szybkostrzelność oraz mechanizm ładujący należy ustalić na etapie ostatecznych testów prototypów, w taki sposób, aby urządzenie się nie zacinało, było bezpieczne dla użytkownika oraz nie było możliwości zabrania żadnych jego elementów przez Użytkownika, w tym amunicji (ryzyko połknięcia); statyw podtrzymujący karabinek – wykonany z blachy stalowej lakierowanej na kolor czarny – dopuszcza się też stal nierdzewną;

- tarcza sferyczna (guma niesprężysta lub inny niesprężysty materiał) o średnicy 2-3 cm z podświetleniem LED, zamocowana do podłogi i sufitu za pomocą cięgien (linka stalowa w osłonie plastikowej, Φ 0,50 cm); tarcza powinna być umieszczona w odległości 500-700cm od stojaka z karabinkiem; na posadzce przy tarczy ma być namalowana podziałka, pokazująca kąty odbicia kulki – na podziałce zaznaczyć należy kąty: 0^0, 45^0,90^0; pola podziałki powinny być wyraźnie zaznaczone – odmiennymi kolorami;
- ścianka zatrzymująca plastikowe kulki, które nie trafiły w tarczę – gr. 2-3 cm, wysokości 250cm, gięta, ustawiona za i z obu boków tarczy sferycznej; ścianka powinna być zamocowana do podłogi (śruby i obejmy – stal nierdzewna); ścianka zapewnić musi odbicie wszystkich kulek, które nie trafiły w tarczę; na etapie testów prototypowych należy dokonać wyboru wyłożenia ścianki od środka (wnętrza stanowiska) dodatkowym materiałem zapewniającym odbicia sprężyste (np. guma, pianka) – materiał powinien być tak dobrany, aby zapewnić odbicia piłek od ścianki bezpieczne dla widzów (odbite kulki nie mogą wydostać się poza strefę wydzieloną ścianką, ograniczoną progami i podłogą ze spadkiem);
- podłoga ze spadkiem (ok. 1°) umożliwiająca toczenie się kulek w kierunku stanowiska z karabinkiem, z progiem (h=10,00cm-15,00cm, s=6,00cm) wydzielającym podłogę od widzów; progi zamontowane powinny być na całym obwodzie stanowiska (za wyjątkiem obszaru wydzielonego ścianką pleksi); materiał do wykonania podłogi: 2 x płyta OSB gr.12mm lub deski kompozytowe; materiał do wykonania progów: powlekane profile aluminium lub legary kompozytowe;
- wydzielenie stanowiska od widzów – taśmy na słupkach rozciągnięte po obu stronach podłogi; dopuszcza się, jako alternatywę, wydzielenie stanowiska od widzów ścianką z pleksi; słupki: stal nierdzewna, średnica słupka: 65 mm, średnica podstawy: 35,00cm, wysokość: 100,00cm (wszystkie wymiary: +/- 10%); mocowanie taśmy czterokierunkowe, kolor taśm: czerwony.

Stanowisko ma być tak „skalibrowane", aby możliwość trafienia w środek tarczy była z prawdopodobieństwem nie większym niż 0,2-0,4 (gdzie: 1-zdarzenie pewne, 0-zdarzenie niemożliwe).

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 40.

Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.15.

Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

ROZPRASZANIE RUTHERFORDA
INSTRUKCJA OBSŁUGI

1. *Wyceluj karabinek tak, aby trafić kulką w środek tarczy.*
2. *Po trafieniu w tarczę zwróć uwagę, w jakiej skali kątowej ułożyła się kulka na podziałce pod tarczą.*
3. *Jak często udało Ci się trafić w tarczę? Czy częściej trafiłeś w tarczę, czy piłeczka częściej przeleciała obok tarczy?*
4. *W jakiej skali kątowej najczęściej ułożyła Ci odbita od tarczy piłeczka? W jakiej skali kątowej ułożyła się piłeczka po trafieniu w środek tarczy, a w jakiej skali po trafieniu w miejsce dalej położone od środka?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?

Trafie w tarczę nie jest proste. Jeszcze trudniejsze jest trafienie w środek tarczy.
O tym, czy trafiłeś w środek, czy w bok tarczy świadczy kąt odbicia piłeczki.
W podobny sposób jak Ty tarczę Ernest Rutherford bombardował cząstkami alfa bardzo cienką folię wykonaną ze złota. Odkrył w ten sposób, że atom nie jest jednorodny: poza miejscami skupienia materii (jądra atomowe) są w atomie rozległe „pustki". Trafienie cząstką alfa w jądro atomu jest dużo trudniejsze niż trafienie kulką z karabinka w tarczę.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.15].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ROZPRASZANIE RUTHERFORDA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
doświadczenie Rutherforda, struktura atomu, jądro atomu, promieniowanie jonizujące

Komentarz podstawowy:
„Rozpraszanie Rutherforda" to jeden z najbardziej fundamentalnych i przełomowych eksperymentów w fizyce. Dzięki niemu możliwy był burzliwy rozwój nauk fizycznych w całym XX i XXI w. To doświadczenie dowiodło istnienia jądra atomowego oraz obaliło cały obowiązujący w tym czasie model budowy atomu: model Thomsona „ciastka z rodzynkami". Model Thomsona powstał na bazie teorii budowy materii, która sugerowała, że atomy składają się z mikroskopijnych obiektów, które rozmieszczone są równomiernie w całym atomie. „Strzelając" do takiego atomu cząsteczkami alfa Rutherford i jego współpracownicy spodziewali się, że po przejściu przez złotą folię wszystkie cząstki alfa będą dalej lecieć pierwotnym torem, z małymi jedynie odchyleniami. Jakież było ich zdumienie, gdy zauważyli cząstki, które odbijane były pod bardzo różnymi kątami. Zrozumiano wtedy, że atom nie jest jednorodny w swojej budowie: w centrum prawie „pustego" atomu znajduje się niewielki ośrodek o dużej masie – jądro atomowe.

Komentarz rozszerzony:
Model Rutherforda, który jest obecnie, po pewnych modyfikacjach, powszechnie uznawanym modelem budowy atomu, został stworzony w wyniku opracowania przeprowadzonych w 1909 r. wyników doświadczeń z bombardowaniem bardzo cienkiej warstwy folii złota przez cząstki alfa (jądra helu). Obalił on teorię Josepha Johna Thomsona, który zakładał, że każdy atom zbudowany jest z jednorodnej, naładowanej dodatnio kuli, która zawiera w sobie równomiernie rozłożone i ujemnie naładowane elektrony (ułożone jak rodzynki w cieście).
Gdyby model budowy atomu Thomsona był prawdziwy, to cząstki alfa powinny przeniknąć bez większych przeszkód przez folię, a tor ruchu cząstki alfa w wyniku zderzenia z atomem złota uległby małemu odchyleniu. W wyniku przeprowadzonego eksperymentu stwierdzono jednak, że tor ruchu części (zbyt wielu) cząstek alfa ulega jednak znacznie większym odchyleniom niż oczekiwano, a niektóre, po odbiciu, nawet wróciły do źródła promieniowania. Oznaczało to, że atom nie ma jednorodnej struktury: ma wyraźny, skoncentrowany ośrodek o relatywnie dużej masie naładowany dodatnio – jądro atomowe (Rutherford nazwał ten ośrodek „ładunkiem centralnym"). Ponieważ duża ilość cząstek przenikała przez folię prawie bez zakłóceń, dodatni ośrodek musiał być odpowiednio mały w porównaniu do wymiarów atomu. Rutherford wyciągnął z eksperymentów wniosek, że poza niewielkim, dodatnio naładowanym „ładunkiem centralnym", wewnątrz atomu przeważają pustki, a dopiero w znacznej, jak na wymiary atomu, odległości od jądra rozmieszczone są ładunki ujemne – elektrony (odkryte wcześniej przez Thomsona). Rozwijając tą teorię dalej uznano, że, aby ujemnie naładowane elektrony i dodatnie naładowane jądro atomowe w wyniku przyciągania nie

„spadły" na siebie, elektrony muszą być w ciągłym ruchu orbitalnym wokół jądra. Taki model budowy atomu nasuwał skojarzenia z układem planetarnym.

Zastosowanie praktyczne:
Dzięki odkryciu jądra atomowego narodziła się fizyka jądrowa: dzisiaj często negatywnie kojarzona z zagrożeniem i katastrofami takimi jak katastrofa elektrowni w Czarnobylu czy wojną jądrową. Ale to m.in. dzięki eksperymentom i badaniom Rutherforda możemy korzystać z dobrodziejstw elektrowni jądrowych, napędów atomowych, medycyny nuklearnej i całej ogromnej masy urządzeń wykorzystujących energię wydzielaną podczas przemian jądrowych.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Eksperymenty nad rozpraszaniem cząstek alfa na folii złota przeprowadził Ernest Rutherford w 1909 r. wraz ze swoimi studentami: Hansem Geigerem i Ernestem Marsdenem. Wyniki analiz przeprowadzonych eksperymentów i nowy „planetarny" model atomu Rutherford publicznie zaprezentował w 1911 r. i ten rok uznawany jest za datę odkrycie jądra atomowego.
Ernest Rutherford był tak zdziwionymi wynikami eksperymentu, że zwykł później mawiać: „to było tak, jakbyś wystrzelił piętnastocalowy pocisk do kawałka bibułki, a ten pocisk odbił się od niej i uderzył w ciebie".
Folia złota, którą Rutherford bombardował cząsteczkami alfa, miała grubość ok. 10^{-7m} – co odpowiada około czterystu warstwom atomów złota.
Źródłem cząstek alfa wykorzystanych w doświadczeniu Rutherforda był pierwiastek polon ^{214}Po.
Prędkość cząstek alfa wynosi, dla cząstki o energii 5,5 MeV, około 15 tysięcy km/s.

„Planetarny" model atomu Rutherforda jest bardzo popularnym wizerunkiem. Używany jest jako symbol elektrowni atomowych i jako logo wielu organizacji zajmujących się badaniem i wykorzystaniem energii atomowej, m.in.: Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:

- schemat układu użytego w doświadczeniu Ernesta Rutherforda (źródło promieniowania alfa, kolimatory ołowiane, folia złota, ekran, mikroskop do obserwacji scyntylacji na ekranie), „ruch" cząsteczki alfa, przejście przez atom cząsteczek alfa i odbicie części ich od jąder atomu pod różnymi kątami;
- budowę atomu: model Thomasa, model („planetarny") Rutherforda, model Bohra..

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: ok. 180 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: RUCH ŁADUNKU W POLU ELEKTROMAGNETYCZNYM

Cel:
Doświadczalne pokazanie ruchu ładunków w polu elektromagnetycznym.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Stanowisko ma za zadanie pokazanie działających sił Coulomba oraz Lorentza. Całość doświadczenia pokazane zostanie na przykładzie działka elektronowego – urządzenia, które już od kilkudziesięciu lat jest/było podstawowym elementem wyświetlaczy. Elementem interaktywnym jest na stanowisku możliwość zmiany toru „lotów" elektronów.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 90,00cm (dł.) x 50,00cm (szer.) x 90,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Z boku podestu pod właściwym stanowiskiem doświadczalnym umieścić należy dwa pokrętła: do regulacji siły pola elektrycznego i do regulacji siły pola elektromagnetycznego.
Właściwe stanowisko doświadczalne, zabudowane osłoną z pleksi (gr. 1 cm), umieszczone na podeście, składać się będzie z:

- działka elektronowego,
- metalowej blaszki (-) z bramką dla elektronów,
- metalowej blaszki pod napięciem (+),
- tarczy fluorescencyjnej,
- elektromagnesów wytwarzających pole magnetyczne z miarką.

Wnętrze zabudowane pleksi ma być wypełnione rozrzedzonym gazem.
Bramka dla elektronów usytuowana ma być w linii działka elektronowego. Elektromagnesy (wraz z podziałką) odchylające tor lotu elektronów powinny być przymocowane za bramką dla elektronów.
Tarcza fluorescencyjna powinna być przymocowana do ścianki obudowy od wewnątrz.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 38.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.20.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

RUCH ŁADUNKU W POLU ELEKTROMAGNETYCZNYM
INSTRUKCJA OBSŁUGI

1. *Używając pokręteł zmieniaj tor ruchu elektronów i obserwuj tarczę fluorescencyjną.*
2. *Jaki wpływ na tor lotu elektronów ma zmiana pól: elektrycznego i elektromagnetycznego?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Działo elektronowe emituje strumień elektronów, który jest skierowany we właściwy kierunek na ekranie. Na ruch elektronów (prędkość, kierunek) ma wpływ pole elektromagnetyczne i zmiany tego pola.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.20].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

RUCH ŁADUNKU W POLU ELEKTROMAGNETYCZNYM
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
pole elektryczne, pole magnetyczne, pole elektromagnetyczne, indukcja elektromagnetyczna, ruch ładunków elektrycznych

Komentarz podstawowy:
Dokładny opis ruchu ładunków w polu elektromagnetycznym zawarty jest w równaniach Maxwella – sformułowanych przez niego w 1861 r. W swym pierwszym opisie równania Maxwella były tak naprawdę zestawem dziesięciu równań tworzących układ równań. Później zapis ten został uproszczony i obecnie zapisuje się je jako zestaw czterech równań, nazywanych: Prawem indukcji elektromagnetycznej Faradaya, Prawem Ampère'a, Prawem Gaussa dla elektryczności oraz Prawem Gaussa dla magnetyzmu.
Ruch ładunku w polu elektromagnetycznym można podzielić na dwie składowe: elektryczną i magnetyczną. Składowa elektryczna działa w kierunku ruchu ładunku i odpowiada za wzrost prędkości poruszania się go, natomiast składowa magnetyczna odpowiada za zmianę ruchu ładunku i nie zmienia jego prędkości.

Komentarz rozszerzony:
Opis ruchu ładunków w polu elektromagnetycznym zawarty jest w równaniach Maxwella – sformułowanych przez niego w 1865 r.
Cechą ładunków elektrycznych jest zdolność wytwarzania pól elektrycznego i magnetycznego oraz oddziaływania z nimi.
W polu elektromagnetycznym na ruch ładunek elektryczny działa Siła Lorentza: $\vec{F}=q\vec{E}+q\vec{v}\times\vec{B}$
Gdzie: „E" jest natężeniem pola elektrycznego, „B" natężeniem pola magnetycznego, „q" to wartość poruszającego się w polu elektromagnetycznym ładunku, a „v" to prędkość tego ładunku.
Jak widać z podanego powyżej równania, ruch ładunku w polu elektromagnetycznym można podzielić na dwie składowe: elektryczną qE i magnetyczną qvB. Składowa elektryczna działa w kierunku ruchu ładunku i odpowiada za wzrost prędkości poruszania się go, natomiast składowa magnetyczna odpowiada za zmianę ruchu ładunku, ale nie zmienia jego prędkości.
Zgodnie z prawem Coulomba siła wzajemnego oddziaływania dwóch punktowych ładunków elektrycznych jest wprost proporcjonalna do iloczynu tych ładunków i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi.
Na ładunki poruszające się w polu magnetycznym działa siła proporcjonalna do ich wartości, prędkości i wartości indukcji pola magnetycznego. Jej kierunek jest prostopadły do kierunku ruchu ładunku i do linii pola magnetycznego.
Ruch cząsteczki w polu o zmiennym natężeniu musi uwzględniać zjawisko powstawania pola elektrycznego w wyniku zmian pola magnetycznego i powstawania pola magnetycznego w wyniku zmian pola elektrycznego.

Zastosowanie praktyczne:
Prawa ruchu ładunków elektrycznych w polu elektromagnetycznym, zawarte w teorii Maxwella i w jej rozwiniętej wersji Lorentza, opisują ruch cząstek zarówno w urządzeniach zbudowanych przez człowieka jak i w naturze.
W naturze najczęściej obserwować można ruch ładunków elektrycznych w postaci zorzy polarnej.
Dzięki sformułowaniu i zastosowaniu praw Maxwella i równań Lorentza udało się skonstruować sieć elektryczną, radio, telefony komórkowe, mikrofalówki.
Ruch ładunków w kablach elektrycznych jest podstawowym zjawiskiem, dzięki któremu płynie prąd.
Ruch ładunków elektrycznych w antenach sieci telefonii komórkowej i telefonach pozwala nam komunikować się z sobą na odległość.
Wykorzystanie ruch ładunków w polu elektromagnetycznym doprowadziło do udoskonalenia telewizorów.
Znany wszystkim monitor CRT (obecnie wypierany przez LCD) to nic innego jak kineskop z działkiem elektronowym. W monitorach tego rodzaju do wyświetlania obrazu używało się wiązki elektronów wystrzeliwanej z działa elektronowego, która odchylana magnetycznie (przy pomocy cewek odchylania poziomego i pionowego) padała na luminofor wzbudzając go do świecenia.

Działo elektronowe jest też elementem mikroskopów elektronowych, źródłem elektronów w akceleratorach cząstek.
Powstanie elektrowni łódzkiej, w której się znajdujesz, to też skutek praktycznego zastosowania praw rządzących ruchem ładunków elektrycznych.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Ruch ładunków elektrycznych obserwowano już od zarania dziejów. Najbardziej spektakularnym tego przykładem jest błyskawica. Już w starożytności umiano wywoływać małe wyładowania elektryczne pocierając bursztyn o wełnę.
W połowie XVIII w. udało się po raz pierwszy naukowo opisać oddziaływanie między dwoma ładunkami - siłę Coulomba.
Dalsze badania nad ładunkami elektrycznymi i ich ruchami doprowadziły do sformułowania bardziej ogólnych praw rządzących ruchami ładunków, jak prawo Gaussa (1835 r.) czy prawo indukcji Faradaya (1831 r.) Dopiero jednak w 1865 r. James Clerk Maxwell sformułował ogólne zasady ruchu ładunków w polu elektromagnetycznym, z których pod koniec XIX wieku Hendrik Antoon Lorentz wyprowadził zależność na siłę Lorentza decydującą o ruchu ładunków w polu elektromagnetycznym.
Hendrik Lorentz był holenderskim fizykiem. W 1925 r., jeszcze za jego życia, Królewska Holenderska Akademia Sztuk i Nauk ustanowiła Medal Lorentza – nagrodę do dzisiaj przyznawaną co cztery lata wybitnym fizykom teoretykom.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- oddziaływania pola elektromagnetycznego na ruch ładunku elektrycznego – z pokazaniem efektu oddziaływania składowej elektrycznej i magnetycznej.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Czas trwania animacji: ok. 30 sekund.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: FALE ELEKTROMAGNETYCZNE – RÓWNANIA MAXWELLA

Cel:
Demonstracja działania praw Maxwella.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Fale elektromagnetyczne, a co za tym idzie: pole magnetyczne, pole elektryczne, światło… są to jedne z podstawowych pojęć z dziedziny fizyki. Dzięki znajomości tych praw możliwe jest korzystanie z zalet elektryczności.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 140,00cm (dł.) x 50,00cm (szer.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Wysokość blatu: 75,00cm, wysokość całego stanowiska: 205,00cm (wszystkie wymiary: +/-10%).
Do podestu przymocowane mają zostać:
- nadajnik: iskrownik piezoelektryczny,
- odbiornik: zestaw diodowy,
- konstrukcja z mechanizmem (korba, rolki, linki – wszystkie elementy ze stali nierdzewnej) umożliwiającym ruch (góra – dół) odbiornika względem nadajnika.

Zestaw diodowy powinien być tak zamontowany, aby widz stojący z dowolnej strony stanowiska bez problemu dostrzegł zmiany w natężeniu światła.
Iskrownik piezoelektryczny powinien zostać połączony dwoma drutami o dł. 50,00cm z przyciskiem na podeście.
Wszystkie elementy stanowiska usytuowane nad blatem powinny być obudowane pleksi gr.0,50-0,70 cm.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 35.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.19.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

FALE ELEKTROMAGNETYCZNE
INSTRUKCJA OBSŁUGI

1. *Naciśnij przycisk na podeście.*
2. *Kręć korbką i zmieniaj położenie żarówek.*
3. *Jak zmienia się siła świecenia żarówek w zależności od odległości od iskrownika?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Prąd elektryczny płynący w iskrowniku wytwarza pole magnetyczne. Pole elektryczne i pole magnetyczne wzajemnie się podtrzymują i przemieszczają w przestrzeni, tworząc falę elektromagnetyczną. Jednym z rodzajów takich fal jest światło.
Jednym z największych osiągnięć fizyki XIX wieku było zrozumienie i wyjaśnienie oddziaływań pomiędzy ładunkami elektrycznymi, przewodnikami z prądem i polami magnetycznymi. Pełny opis tych zjawisk przedstawił w 1861 r. James Clerk Maxwell w formie „praw Maxwella".

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.19].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

FALE ELEKTROMAGNETYCZNE – RÓWNANIA MAXWELLA
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
fala elektromagnetyczna, równania Maxwella, pole elektromagnetyczne

Komentarz podstawowy:
Zmienne pole magnetyczne wytwarza zmienne pole elektryczne i odwrotnie: zmienne pole elektryczne jest źródłem zmiennego pola magnetycznego. Pola te wzajemnie się podtrzymują i przemieszczają, tworząc falę elektromagnetyczną. Pełny opis tych zjawisk przedstawił w 1861 r. James Clerk Maxwell w formie „praw Maxwella".
W swym pierwszym opisie równania Maxwella były tak naprawdę zestawem dziesięciu równań tworzących układ równań. Później zapis ten został uproszczony i obecnie zapisuje się je jako zestaw czterech równań, nazywanych: Prawem indukcji elektromagnetycznej Faradaya, Prawem Ampère'a, Prawem Gaussa dla elektryczności oraz Prawem Gaussa dla magnetyzmu.
Jednym z rodzajów fal elektromagnetycznych jest światło. Równania Maxwella jako pierwsze pokazały, że mechanika newtonowska jest sprzeczna z optyką, zjawiskami elektrycznymi i magnetycznymi. Ostatecznie doprowadziło to do sformułowania Szczególnej Teorii Względności.

Komentarz rozszerzony:
Zgodnie z równaniami Maxwella zmienne pole elektryczne powoduje powstanie zmiennego pola magnetycznego, które z kolei powoduje powstanie zmiennego pola elektrycznego itd. To naprzemienne powstawanie pól: magnetycznego i elektrycznego rozchodzi się w przestrzeni pod postacią fal elektromagnetycznych. Pełen opis tych pól jako pierwszy sformułował w 1861 r. James Clerk Maxwell, choć to już kilkadziesiąt lat wcześniej Andrè Marie Ampère sformułował prawo określające wielkość pola magnetycznego wytwarzanego przez przewód z prądem elektrycznym, a Michael Faraday odkrył, że zmienne pole magnetyczne wytwarza pole elektryczne.
Maxwell dowiódł, że zamiast myśleć oddzielnie o polu elektrycznym i magnetycznym, należy rozpatrywać je łącznie jako jedno pole: elektromagnetyczne. Równocześnie Maxwell w swych pracach wykazał, że prędkość rozchodzenia się zaburzeń tego pola jest równa prędkości światła. Maxwell udowodnił przez to, że światło, do tej pory uważane za osobne zjawisko, jest w istocie falą elektromagnetyczną i można je wytworzyć dzięki ruchowi ładunków elektrycznych.
Z równań Maxwella można wyprowadzić m.in. równania falowe fali elektromagnetycznej oraz wyznaczyć prędkość takiej fali propagującej (rozchodzącej się) w próżni (prędkość światła).
Dorobek Maxwella w bardzo istotny sposób przyczynił się do sformułowania Szczególnej Teorii Względności.

Zastosowanie praktyczne:
Znajomość i zastosowanie równań Maxwella stały się podstawą tzw. „II rewolucji przemysłowej", która pod koniec XIX i na początku XX w. doprowadziła do powszechnego zastosowania elektryczności. Dzięki zastosowaniu równań Maxwella można było skonstruować m.in. takie urządzenia jak: silnik elektryczny, radio, telefon, żarówkę. Trudno wyobrazić sobie współczesny świat bez samochodu, metra, kolei, komputerów, odtwarzaczy DVD, bez lodówek, zmywarek, pralek. Niektóre z tych wynalazków liczą sobie już ponad 100 lat: mimo udoskonaleń i modyfikacji istota ich działania pozostała ta sama.
Warto pamiętać, że pierwszej emisji i odbioru fal elektromagnetycznych w innym niż światło zakresie widmowych dokonał Heinrich Hertz już w roku 1886. Jego doświadczenia uznaje się za odkrycie fal elektromagnetycznych i potwierdzenie teorii Maxwella. Na bazie teorii Maxwella i doświadczeń Hertza dwaj inżynierowie i wynalazcy: Nicola Tesla i Guglielmo Marconi skonstruowali w końcu XIX w. pierwsze odbiorniki radiowe.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Zjawisko elektryczności znane było już w starożytności: obserwowano je jednak wyłącznie jako przyciąganie drobnych przedmiotów drewnianych przez potarty bursztyn.
W XVI w. William Gilbert wprowadził pojęcie sił elektrycznych (gr. elektron - bursztyn).
W 1729 r. angielski badacz Stephen Gray podzielił ciała na izolatory i przewodniki, a w 1734 r. Francuz Charles du Fay stwierdził istnienie dwóch rodzajów ładunków elektrycznych: dodatnich (powstają w pocieranym szkle) i ujemnych (powstają w pocieranym ebonicie).
W 1785 r. Charles Augustin de Coulomb sformułował prawo opisujące oddziaływanie spoczywających ładunków elektrycznych.
Duże znaczenie praktyczne w rozwoju badań nad elektrycznością i jej wykorzystaniem miały wynalazki Alessandro Volty: kondensator (1782 r.) i ogniwo elektryczne (1800 r.).
Gwałtowny rozwój badań nad zjawiskami elektrycznymi nastąpił w pierwszej połowie XIX w.: w 1820 r. Christien Hans Oersted odkrył wzajemny wpływ zjawisk elektrycznych i magnetycznych, w 1821 r. Andre Marie Ampère odkrył wzajemne oddziaływanie magnetyczne obwodów elektrycznych przez które płynie prąd, w 1826 r. Georg Simon Ohm określił związek pomiędzy natężeniem prądu, a napięciem w obwodzie elektrycznym. W 1831 r. Michael Faraday odkrył indukcję elektromagnetyczną (Prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya) i samoindukcję, następnie skonstruował pierwszą

prądnicę i silnik elektryczny. Gustav Robert Kirchhoff sformułował podstawowe prawa dotyczące prądów elektrycznych w obwodach (prawo Kirchhoffa).
Ścisłe sformułowanie fundamentalnych praw elektrodynamiki klasycznej podał w 1864 r. James Clerk Maxwell (równania Maxwella), a w 1886 r. Heirich Rudolf Hertz odkrył przewidziane przez Maxwella fale elektromagnetyczne.
W 1897 r. Joseph John Thomson odkrył elektron – cząstkę elementarną odpowiedzialną za przewodzenie prądu w metalach, w 1909 r. Robert Andrews Millikan wyznaczył wielkość ładunku elementarnego.
W 1905 r. Albert Einstein wyjaśnił zjawiska magnetyczne jako efekty relatywistyczne wywołane ruchem ładunków elektrycznych (szczególna teoria względności).

Największą prędkość fala elektromagnetyczna osiągnąć może w próżni: jest to prędkość światła wynosząca w próżni 299 792 458 m/s.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane w technice łączonej 2d–3d, ilustrujące zagadnienia poruszone w części opisowej:
- schemat przemieszczającej się fali elektromagnetycznej.

Czas trwania animacji: ok. 20 sekund.
Wymagany film lub animacja 3d ilustrująca działanie młynka Crookesa. Czas trwania filmu/animacji: ok. 10 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: ŻYROSKOP

Cel:
Demonstracja zasady zachowania momentu pędu.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Zasada zachowania momentu pędu jest trzecią (obok zasady zachowania energii i pędu) zasadą zachowania stosowaną w fizyce. Pokaz ilustruje zjawisko w oparciu o działający egzemplarz żyroskopu.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko zaprojektowane zostało jako platforma obrotowa Φ60,00cm. Podkonstrukcja wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm. Pokrycie boczne: blacha stalowa gr.0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Pokrycie podestu: blacha aluminiowa ryflowana, gr. 0,40cm.
Do platformy zostanie przymocowany fotel o wzmocnionej konstrukcji, obity skórą, z obustronnie zapinanymi pasami bezpieczeństwa, z regulacją wysokości (regulacja wysokości: śruba M12, 4,00szt.) i z regulacją kąta nachylenia oparcia.
Po przeciwległej stronie fotela zamontowane powinno zostać koło – z przekładnią i silnikiem elektrycznym.
Przed fotelem zamontowana zostanie kierownica – lewarek (rura stalowa Φ5,00cm), odchylająca żyroskop o zadany kąt.
Zmiana kierunku obrotu stanowiska – przy wykorzystaniu kierownicy.
Żyroskop napędzany będzie prądem elektrycznym 230 V – załączanym i wyłączanym tylko przez pracownika obsługi. Obok stanowiska, w odpowiedniej odległości, przewidzieć należy pulpit umożliwiający włączenie i wyłączenie prądu – zabezpieczony przed dostępem osób nieuprawnionych. Korzystanie ze stanowiska możliwe będzie tylko w obecności pracownika obsługi ekspozycji.

Wokół stanowiska zapewnić należy strefę bezpieczeństwa: przestrzeń wolną od osób (widzów) innych niż użytkownik stanowiska.
Zestaw musi mocno ustabilizowany i osadzony w podłożu. Na etapie budowy prototypu należy przyjąć i zastosować odpowiednio duże współczynniki bezpieczeństwa.
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 67.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.45.1.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

ŻYROSKOP
INSTRUKCJA OBSŁUGI
1. *Usiądź na fotelu i zapnij pasy. Poproś obsługę o uruchomienie żyroskopu.*
2. *Spróbuj drążkiem zmieniać kierunek jazdy. Spróbuj drążkiem zmieniać kąt nachylenia fotela. Co czujesz?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Im większa jest prędkość obrotu żyroskopu, tym lepiej utrzymuje on swoją pozycję w płaszczyźnie obrotu. Moment pędu pozwala na utrzymanie jego stabilnego położenia
By zmienić położenie żyroskopu trzeba przyłożyć do niego odpowiednią siłę np. pochylając go - powstaje przez to tzw. moment siły. Można wtedy poczuć opór żyroskopu – opiera się on bowiem zmianom położenia.
Zmniejszenie prędkości powoduje rozchwianie układu i zataczanie coraz większych kręgów.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.19],
- monitor 23’’ + komputer; 2 kpl. [mn 2.14, mn 2.15].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

ŻYROSKOP
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
zasada zachowania momentu pędu, moment siły

Komentarz podstawowy:
Żyroskop to urządzenie do pomiaru lub do utrzymywania położenia kątowego. Urządzenie wykorzystuje szybko wirujący dysk, który utrzymuje swoje położenie w płaszczyźnie obrotu. Przyczyną takiego zachowania jest występowanie momentu pędu. Im większa jest prędkość obrotu żyroskopu, tym stabilniej utrzymuje się on w miejscu (tym lepiej utrzymuje on swoją pozycję w płaszczyźnie obrotu). Na położenie szybko obracającego się dysku żyroskopu nie ma prawie wpływu zmiana jego, najczęściej przegubowego i łożyskowanego, podparcia.
By zmienić położenie dysku żyroskopu trzeba przyłożyć do niego odpowiednią siłę np. pochylając go - powstaje przez to tzw. moment siły. Można wtedy poczuć opór żyroskopu – opiera się on bowiem zmianom położenia.
Zmniejszenie prędkości powoduje rozchwianie układu i zataczanie coraz większych kręgów. Zjawisko to nosi nazwę precesji.

Komentarz rozszerzony:

W ruchu obrotowym odpowiednikiem wielkości fizycznych (pędu, siły) są ich momenty (moment pędu, moment siły).
Żyroskopy tradycyjne zbudowane były głównie jako wirujące ze znaczną prędkością koło lub dysk zamocowane na stelażu, który pozwalał na swobodną zmianę jego położenia w dowolnej płaszczyźnie.
Po rozkręceniu dysku moment pędu pozwala na utrzymanie jego stabilnego położenia. Działanie siły momentu obrotowego, wynikające z dużej prędkości obracającego się obiektu, umożliwia utrzymanie płaszczyzny obrotu nieruchomo, niezależnie od zmian położenia stelażu, na którym oparty jest dysk. Gdy żyroskop jest w stabilnym położeniu, to nie występuje moment siły, który określałby ruch układu.
Gdy doda się ciężarek po jednej ze stron żyroskopu, moment taki powstanie, sprawiając, że w miarę wytracania prędkości maleje także moment pędu. Ruch z coraz mniejszą prędkością powoduje coraz większe rozchwianie żyroskopu i nazywany jest ruchem precesyjnym.
Gdy zmieni się położenie żyroskopu, np. skręcając, tzn. gdy zadziała się momentem siły i zmieni moment pędu – w efekcie nastąpi przekręt na bok. Dzięki takiemu zachowaniu się żyroskopu możliwe jest wykorzystanie go w urządzeniach nawigacyjnych: każde odstępstwo od zadanego kierunku może być bowiem sygnalizowane.

Przez analogię do tradycyjnych żyroskopów żyroskopami nazywane są także układy w zaawansowanej i zminiaturyzowanej elektronice, np. czujniki ruchu w cyfrowych aparatach fotograficznych – zapewniające zachowanie stabilności i tym samym wykonanie dobrej jakości zdjęć lub, zbudowane jako układy scalone, czujniki gestów (np. uśmiechu) instalowane w aparatach cyfrowych. W przeciwieństwie do tradycyjnego żyroskopu te urządzenia wykorzystują drgania ośrodka masy oraz tzw. siłę Coriolisa (do określania prędkości obrotowej całego układu wokół wybranej osi).

Zastosowanie praktyczne:
Najważniejszym zastosowaniem żyroskopu jest wykorzystanie go jako części żyrokompasów: urządzeń nawigacyjnych wykorzystywanych w samolotach, na statkach, a nawet czołgach. Przyrządem żyroskopowym wykorzystywanym w samolotach jest sztuczny horyzont – służący do określenia położenia samolotu (jego kąta nachylenia i przechylenia) względem płaszczyzny horyzontu lokalnego. Żyroskop w takim urządzeniu napędzany jest prądem elektrycznym.
Na żyroskopach – tranażach badani się astronauci po to, aby sprawdzić jak radzą sobie w stanie, gdy nie wiedzą gdzie jest góra/dół oraz pozostałe kierunki.
Typowym przykładem codziennego wykorzystania efektu żyroskopu jest rower. Koła zachowują się jak żyroskopy: im szybciej się jedzie, tym łatwiej utrzymać równowagę.
Urządzeniem zawierającym w sobie żyroskopy jest między innymi segway, czyli dwuśladowy, dwukołowy pojazd elektryczny.
Zabawkami wykorzystującymi zjawisko żyroskopowe jest znany wszystkim bączek, który nakręcony utrzymuje się w jednej pozycji.
Efekt żyroskopu wykorzystany został w konstrukcji urządzenia powerball – służącego do rehabilitacji i ćwiczeń stawów rąk.
Właściwości żyroskopowe zachowują też pociski wystrzeliwane z broni gwintowanej.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Żyroskop został wynaleziony przez francuskiego uczonego Jeana Foucaulta w 1851 roku. Pierwotnie urządzenie to miało rozwiać wszelkie wątpliwości dotyczące wcześniej wykonanego doświadczenia z wahadłem Foucaulta, którego zachowanie jest dowodem na ruch obrotowy Ziemi. Model przestawiony przez uczonego składał się z dysku otoczonego torusem, który mógł poruszać się w każdej osi. Nazwa żyroskopu pochodzi z połączenia dwóch greckich słów – „gyros" czyli obrót i „scopos" czyli obserwować.
Zachowanie żyroskopu wynika z zasady zachowania momentu pędu i wiele obracających się ciał wykazuje „własności żyroskopowe". Ziemia jest także żyroskopem, tzn. wiruje stale wokół osi nachylonej pod kątem $66^{o}30'$do orbity.

Zjawisko precesji występuje przy ruchu większości ciał niebieskich. Również oś Ziemi ulega temu zjawisku przez oddziaływania grawitacyjne ze Słońcem i Księżycem. Powoduje to między innymi przesuwanie się tzw. Punktu Barana (punktu przecięcia ekliptyki i równika niebieskiego) czy zmiany gwiazdy wyznaczającej orientacyjny kierunek północny (nie zawsze była i będzie to Gwiazda Polarna!).

Animacje, grafika:
Wymagane są 2 animacje przygotowane łączoną techniką 2d-3d ilustrujące:
- działanie żyroskopu,
- wylot pocisku z gwintowanej rury.

Czas trwania każdej animacji: ok. 10 sekund.
Wymagane są filmy fabularyzowane prezentujące wykorzystanie efektu żyroskopowego (projekcja zapętlona na monitorach mn 2.14 i mn 2.15):
- jazda segwayem,
- wskazania sztucznego horyzontu podczas lotu samolotu.

Czas trwania każdego z filmów: ok. 30 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: PRAWA GAZU DOSKONAŁEGO – PRZEMIANY IZOTERMICZNE, IZOBARYCZNE, IZOCHORYCZNE

Cel:
Przedstawienie praw gazu doskonałego.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Demonstracja termicznej rozszerzalności gazów, praktyczna ilustracja gazowych przemian termodynamicznych, zobrazowanie praw gazu doskonałego.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 100,00cm (dł.) x 30,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na środku blatu zamontowany będzie model silnika Stirlinga, odpowiednio pomalowany w celu łatwiejszego zrozumienia zjawiska. Cylinder „zimny" powinien zostać pomalowany farbą wodorozcieńczalną na kolor #025669 (RGB, w systemie heksadecymalnym), a cylinder „ciepły" farbą w kolorze #A52019.
Tłoki powinny być połączone wałem korbowym, tak aby tłok w cylindrze ciepłym wyprzedzał tłok w cylindrze zimnym o 1/4 cyklu ruchu.
Na blacie zamontowana zostanie żarówka żarowa – jako źródło ciepła.
Dopuszcza się kupno gotowego modelu silnika.
Cylinder „zimny", ma być chłodzony non-stop, przez cały czas otwarcia ekspozycji (tj. dobowego czasu zwiedzania), natomiast „ciepły" ma być uruchamiany przez Zwiedzającego przyciskiem z wyłącznikiem czasowym (czas do ustalenia na etapie testów prototypu), znajdującym się w obudowie stanowiska.
Model silnika ma być obudowany przezroczystą pleksi gr. 0,70cm. Obudowa powinna być tak wykonana, aby Zwiedzający mógł wprawić w ruch koło zamachowe urządzenia, ale nie miał możliwości włożenia do środka dowolnych przedmiotów oraz nie był narażony na utratę zdrowia (np. poprzez włożenie palców między szprychy koła zamachowego lub poparzeniem się źródłem ciepła).
Zapewnić należy dostęp serwisowy do wszystkich elementów stanowiska.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 53.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.30.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

PRAWA GAZU DOSKONAŁEGO – PRZEMIANY IZOTERMICZNE, IZOBARYCZNE, IZOCHORYCZNE
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Naciśnij przycisk: „ogrzewanie „gorącego" cylindra". Poczekaj, aż silnik się rozgrzeje.*
2. *Przekręć koło zamachowe, w kierunku do siebie.*
3. *Obserwuj pracę silnika wykorzystującego różnice temperatur pomiędzy cylindrami.*
4. *Przy jakiej różnicy temperatur silnik przestaje działać?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Silnik Stirlinga to silnik działający „na powietrze". Urządzenie pracuje wykorzystując różnice temperatur pomiędzy dwoma cylindrami: niebieskim („zimnym") oraz czerwonym („gorącym").

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.39],
- projektor + komputer; 1 kpl. [pr 2.06].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

PRAWA GAZU DOSKONAŁEGO – PRZEMIANY IZOTERMICZNE, IZOBARYCZNE, IZOCHORYCZNE
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
Prawa gazu doskonałego, pojęcie sprawności, rozszerzalność gazów, przemiany gazowe.

Komentarz podstawowy:
Silnik cieplny działa na podobnej zasadzie jak spalinowy, ale zamiast wybuchu mieszanki paliwowej w cylindrze powodującej wypchnięcie tłoka z cylindra, w silniku cieplnym praca tłoka jest skutkiem zmiany temperatury gazu roboczego (tutaj: powietrza). Dzieje się tak dlatego, że ciepłe powietrze rozszerza się i zwiększa swoją objętość, a zimne się „kurczy". Ogrzane powietrze wypycha tłok silnika na zewnątrz cylindra, a równocześnie przemieszcza gaz roboczy do strefy chłodzącej, czyli cylindra chłodnego, gdzie gaz zmniejsza swoją objętość. To z kolei powoduje efekt przeciwny do poprzedniego, czyli wepchnięcie tłoka głębiej do cylindra oraz przepchnięcie gazu do ciepłego cylindra. Układ wraca do stanu pierwotnego i cykl się powtarza.
Silnik cieplny dobitnie pokazuje zależność ciśnienia gazu od jego objętości i temperatury. Zależność ta została opisana w 1934 r. przez Benoîta Clapeyron'a.

Komentarz rozszerzony:
Dla opisania zależności pomiędzy temperaturą gazu (T), ciśnieniem (p) oraz jego objętością (V) przyjęto równanie sformułowane w 1934 r. przez Benoîta Clapeyron'a zwane równaniem stanu gazu doskonałego.

p V = n R T
gdzie: n – liczba określająca ilość gazu, R – tzw. uniwersalna stała gazowa (stała fizyczna).
Równanie to opracowano przyjmując powinien umowny, wyidealizowany model gazu, a przez to „doskonałego", charakteryzujący się następującymi właściwościami:

1. *gaz doskonały składa się z poruszających się cząsteczek;*
2. *cząsteczki zderzają się ze sobą oraz ze ściankami naczynia, w którym się znajdują;*
3. *brak jest oddziaływań międzycząsteczkowych w gazie, z wyjątkiem odpychania w momencie zderzeń cząsteczek;*
4. *objętość (rozmiary) cząsteczek jest pomijana;*
5. *zderzenia cząsteczek są doskonale sprężyste.*

Każda, dowolna, zmiana układu termodynamicznego gazu, stanowi przemianę termodynamiczną. Przemiany takie mogą zachodzić zarówno w trakcie ciągłej zmiany pewnych parametrów fizycznych opisujących gazy jak i przy ich niezmienności.
Można wyróżnić następujące przemiany gazów:

1. *przemiana izobaryczna (stałe ciśnienie: p = const)*
2. *przemiana izotermiczna (stała temperatura: T = const)*
3. *przemiana izochoryczna (stała objętość: V = const)*
4. *przemiana adiabatyczna (brak wymiany ciepła z otoczeniem Q = 0)*
5. *przemiana politropowa (pVn = const, gdzie n – wykładnik politropy)*

Urządzeniem technicznym, które w bezpośredni sposób wykorzystuje zależności pomiędzy wyżej wymienionymi parametrami gazu jest silnik cieplny, skonstruowany przez Roberta Stirlinga. Jest to maszyna służąca do zamiany energii cieplnej na energię mechaniczną bez procesu wewnętrznego spalania paliwa. Praca silnika składa się z czterech cykli termodynamicznych: dwa z nich to przemiany izotermiczne (przy stałej temperaturze), a dwa izochoryczne (przy niezmiennej objętości).

Zastosowanie praktyczne:
Współcześnie, silnik Stirlinga najczęściej wykorzystywany jest w energetyce cieplnej oraz energetyce odnawialnej, do produkcji energii elektrycznej. Obecne silniki na ciepłe powietrze pozwalają na pracę przy stosunkowo małej różnicy temperatur, nawet od ok. 1° C, pomiędzy źródłem ciepła, a otoczeniem układu. Jednak sprawność tych silników przy takiej różnicy temperatur jest bardzo mała; rośnie wraz ze wzrostem różnicy temperatur.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Silnik Stirlinga został wynaleziony i opatentowany w 1816 r. przez Roberta Stirlinga. Pierwszy raz zastosowano go w szkockim Ayrshire w 1818 r. do napędzania pompy wodnej w kopalni. Niestety z powodu wad ówcześnie dostępnych materiałów, silnik pracował jedynie dwa lata, po czym został zastąpiony przez silnik parowy. Renesans zainteresowania silnikiem Stirlinga nastąpił w latach 1920-tych za sprawą holenderskiego koncernu Philips, który szukał prostego i lekkiego silnika do radia niewymagającego energii elektrycznej. Sprzyjało temu pojawienie się po I wojnie światowej stali odpornej na wysokie temperatury. Ale dopiero w 1947 r., po dziesięciu latach prac, zaprezentowano mały silnik o mocy 30 KM, o prędkości obrotowej 3.000 obrotów na minutę, a przez to tak wydajny jak silnik spalinowy. Kolejnym efektem tych prac był mały silnik, który pracował przez ponad 2.000 godz. bez żadnych widocznych uszkodzeń. Do koncepcji napędu za pomocą silnika Stirlinga powrócono na przełomie lat 1960-tych i 1970-tych, głównie za sprawą rosnących cen ropy naftowej. Powstały wówczas pierwsze prototypy autobusów napędzanych silnikami Stirlinga, jednak wprowadzenie tego rodzaju napędu do produkcji po zakończeniu kryzysu naftowego dalej pozostawało nieopłacalne.
Silniki Stirlinga wywarły duży wpływ na konstrukcje dzisiejszych konwencjonalnych okrętów podwodnych. Przede wszystkim wydłużyły czas, w jakim te mogą przebywać w zanurzeniu. Pierwszym okrętem z napędem Stirlinga był szwedki okręt typu Gotland, którego sercem (w zanurzeniu) są dwa silniki Stirlinga. Dzięki nim okręt może przebywać

przez 2 tygodnie w całkowitym zanurzeniu i płynąć z prędkością 5 węzłów. Sprawność tych silników wynosi ok. 40%.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d-3d ilustrujące zasadę działania silnika Stirlinga.
Czas trwania animacji: ok. 20 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.
Wymagany jest film fabularyzowany z elementami animacji prezentujący historię i praktyczne zastosowanie silnika Stirlinga – do prezentacji w formie projekcji zapętlonej z wykorzystaniem projektora [pr 2.06].
Czas trwania filmu: ok. 3 minut.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: TOR OPTYCZNY

Cel:
Przedstawienie zasad geometrii optycznej.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Demonstracja promienia świetlnego, zasad odbicia światła, praktycznego wykorzystania geometrii optycznej.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 170,00cm (dł.) x 170,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na podeście zamontować należy blat z wydzielonym polem dla gry – eksperymentu. Pole to, o wymiarach 150,00cm x 150,00cm, powinno być graficznie podzielone na mniejsze pola / kwadraty o wymiarach 10cm x 10 cm.
Pole gry powinno być wydzielone po obwodzie bandą (sklejka powleczona suknem) na tyle wysoką, aby promienie nie wychodziły ponad jej krawędzie.
Na jednym ze skrajnych pól zamontować należy ciągłe monochromatyczne źródło światła uruchamiane przyciskiem, z przesłoną tak ustawioną, aby możliwa była emisja cienkich i wyraźnych wiązek światła.
Na wyposażeniu stanowiska powinny się znajdować:

- lusterka o średnicy 8,00-10,00cm: 30 szt. jednostronnych, 12 szt. dwustronnych, osadzonych w pionie na podstawkach za pomocą wsporników, z możliwością obrotu o 45^{o} (połowa lusterek) lub o $22,5^{o}$(połowa lusterek),
- blokady (przeszkody): 25 szt. – 5 szt. blokujących całkowicie (pełne drewniane sześciany), 5 szt. przepuszczających światło przechodzące „po skosie" w obu kierunkach (drewniane sześciany z wydrążonymi tunelami), 5 szt. przepuszczających światło po prostej w obu kierunkach, 5 szt. przepuszczających światło po prostej w jednym kierunku; podstawa i boki blokad powinna mieć średnicę 8,00-10,00cm,
- cel: mały pryzmat lub kula o średnicy 8,00-10,00cm.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 66.1.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.36.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

TOR OPTYCZNY
INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Uruchom przyciskiem źródło światła.*
2. *W dowolnym miejscu planszy ustaw przeszkody (drewniane sześciany) i cel (pryzmat, kulę).*
3. *Ustaw na planszy lusterka w taki sposób, aby promień światła dotarł do celu omijając przeszkody.*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?
Cienka wiązka światła w ośrodku jednorodnym (takim, którego właściwości nie zmieniają się w żadnym punkcie) biegnie po liniach prostych. Na granicy ośrodków (powietrze – lustro) następuje odbicie lub załamanie światła.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.45].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

TOR OPTYCZNY
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
promień świetlny, optyka geometryczna, odbicie, obraz rzeczywisty, obraz pozorny

Komentarz podstawowy:
Optyka geometryczna to dział optyki, w której kluczowym rolę odgrywa pojęcie promienia świetlnego. Definiuje się go jako nieskończenie cienką wiązkę światła. W ośrodku jednorodnym (czyli takim, którego właściwości nie zmieniają się w żadnym punkcie) światło –promień– biegnie po liniach prostych, natomiast na granicy ośrodków następuje odbicie lub załamanie światła.
O odbiciu mówimy, gdy na granicy dwóch ośrodków światło zmienia kierunek, ale pozostaje w ośrodku, w którym rozchodziło się pierwotnie. Prawo odbicia mówi nam, że kąt odbicia promienia jest równy kątowi jego padania i pozostają one w jednej płaszczyźnie.
Zwierciadło to przyrząd optyczny, którego celem jest odbijanie fal. Zwierciadła można podzielić ze względu na kształt na: płaskie, wklęsłe, wypukłe. Obraz rzeczywisty powstaje, jeżeli po odbiciu od lustra promienie świetlne przecinają się. Oraz pozorny otrzymujemy w wyniku przecięcia się przedłużeń promieni rzeczywistych. W zwierciadle płaskim otrzymany obraz jest pozorny, nieodwrócony i tej samej wielkości. Obraz widziany w zwierciadle wklęsłym jest obrazem pozornym, gdy obiekt znajduje się w odległości mniejszej niż ogniskowa, a gdy przedmiot znajduje się dalej, dostajemy obraz rzeczywisty.

Komentarz rozszerzony:
Optyka geometryczna tłumaczy zjawiska optyczne przy użyciu pojęcia promienia. Definiuje się go jako nieskończenie cienką wiązkę światła. W ośrodku jednorodnym (takim, który w całej swojej objętości posiada jednakowe właściwości fizyczno-chemiczne) światło – promień– biegnie po linii prostej, natomiast na granicy ośrodków następuje odbicie lub załamanie światła.
O odbiciu mówimy, gdy na granicy dwóch ośrodków zmienia się kierunek rozchodzenia się fali, przy czym fala pozostaje w ośrodku, w którym rozchodziła się pierwotnie. Według

prawa odbicia kąt odbicia promienia jest równy kątowi jego padania i pozostają one w jednej płaszczyźnie.
Zwierciadło to przyrząd optyczny, którego celem jest odbijanie fal. Zwierciadła można sklasyfikować ze względu na kształt na: płaskie, wklęsłe, wypukłe. Jeżeli po przejściu przez układ optyczny promienie świetlne przecinają się, powstaje obraz rzeczywisty. Obraz pozorny otrzymujemy w wyniku przecięcia się przedłużeń promieni rzeczywistych. W zwierciadle płaskim otrzymany obraz jest pozorny, nieodwrócony i tej samej wielkości; otrzymuje się go, wykonując odbicie symetryczne względem płaszczyzny zwierciadła.
Obraz widziany w zwierciadle wklęsłym jest obrazem pozornym, gdy obiekt znajduje się w odległości mniejszej niż ogniskowa, a gdy odległość jest większa, dostajemy obraz rzeczywisty.
Załamanie, czyli zmiana kierunku rozchodzenia się fali, związane ze zmianą jej prędkości w związku z przejściem do innego ośrodka. Zmiana prędkości wiąże się ze zmianą długości fali. Zjawisko załamania pozwoliło na zbudowanie soczewek ogniskujących fale świetlne.
Pierre de Fermat (1601 – 1665) sformułował zasadę, nazwaną jego nazwiskiem, mówiącą, że światło poruszając się między dwoma punktami przebywa zawsze lokalnie najkrótszą drogę optyczną (taką, na przebycie której potrzebuje najmniej czasu). Zasada ta, powszechnie akceptowana i zgodna z rozumieniem intuicyjnym, nie ma zastosowania do soczewkowania grawitacyjnego w czasie którego następuje zakrzywienie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym masywnego ciała niebieskiego, prowadzące do skupienia promieni.

Zastosowanie praktyczne:
Zwierciadeł płaskich każdy z nas używa na co dzień – wiszą w każdym współczesnym domu, są obowiązkowym wyposażeniem każdego samochodu. Stanowią podstawowy element wielu bardziej złożonych układów.
Lustra drogowe to zwierciadła wypukłe. Poszerzają pole widzenia kierowców i innych uczestników ruchu, zwiększając bezpieczeństwo na drogach i komfort ich użytkowników.
Teleskop zwierciadlany to przyrząd optyczny służący do obserwacji obiektów znajdujących się w dużej odległości. W przeciwieństwie do zwykłego teleskopu, zamiast soczewek zastosowano w nim zwierciadła do odbijania światła.
Lustrzanka to popularna nazwa aparatu wyposażonego w jeden obiektyw oraz wbudowane w korpus lustro. Przekierowuje ono światło wpadające przez obiektyw i pozwala obserwować fotografowany obiekt przez wizjer.
Lustro fenickie to zwierciadło, które część światła przepuszcza, a część odbija. W połączeniu z odpowiednim oświetleniem takie lustro z jednej strony odbija jak zwierciadło, a z drugiej przepuszcza światło jak przezroczysta szyba. Lustra fenickie są niezastąpione podczas policyjnych przesłuchań, okazania świadkom osób podejrzanych.
Lustra fenickie stosuje się także w prompterach – urządzeniach wyświetlających tekst osobom stojącym przed kamerą.
Niektóre rodzaje anten satelitarnych wykorzystują zwierciadła jako reflektor pomocniczy. W takim przypadku zwierciadło odbija fale elektromagnetyczne spoza zakresu fal światła widzialnego.
Pamiętając o prawie odbicia, projektuje się niewykrywalne maszyny bojowe. Przykładem może być technologia stealth – wykorzystywana w samolotach, okrętach, czołgach. Dzięki nałożeniu specjalnej powłoki na maszyny bojowe fale radarowe odbijają się od nich pod innym kątem niż nadeszły, co utrudnia identyfikację tych obiektów.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Euklides (325 – 265 p.n.e.) sformułował podstawowe prawa optyczne dotyczące zachowania się promieni świetlnych. Teorie Euklidesa rozbudował Heron z Aleksandrii (10 – 70 n.e.).
Jednym z najstarszych sposobów wzmocnienia oświetlenia w pomieszczeniu było ustawienie za pochodnią lub kagankiem lustra.
Pierwszy reflektor, czyli teleskop zwierciadlany, skonstruował Izaak Newton ok. 1670 r.

Współczesne lustra są na ogół szklane, pokryte cienką warstwą metalu poprzez próżniowe naparowanie szkła. Wcześniej do nakładania warstwy metalicznej stosowano metody chemiczne. Na przestrzeni dziejów jako zwierciadła służyły na przykład szlifowane kamienie albo polerowane metale – brąz, ołów, srebro.
Lustra w przymierzalniach sklepów bywają często lekko wklęsłe. W takim lustrze wydajemy się sobie odrobinę wyżsi i szczuplejsi i w odbiciu lepiej wyglądamy w przymierzanych ubraniach. Dzięki bardzo dużej ogniskowej praktycznie nie da się gołym okiem zauważyć, że zwierciadło nie jest całkiem płaskie.
W kulturze lustro często ma właściwości magiczne. Alicja znalazła się po raz drugi w Krainie Dziwów właśnie po przejściu na drugą stronę lustra. Macocha Królewny Śnieżki właśnie swojemu zwierciadłu zadaje znane pytanie: „Lustereczko, powiedz przecie, kto jest najpiękniejszy w świecie?"

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d-3d ilustrujące:
- zasadę odbicia i zasadę załamania światła,
- praktyczne, cywilne i militarne, wykorzystanie zjawisk odbicia i załamania.

Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: NADPRZEWODNICTWO WYSOKOTEMPERATUROWE

Cel:
Prezentacja działania nadprzewodników i nadprzewodników wysokotemperaturowych.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Demonstracja właściwości nadprzewodników: substancji, w których opór elektryczny już w temperaturze ciekłego azotu gwałtownie spada, a pole magnetyczne „wypychane" jest na zewnątrz. Prezentacja możliwych praktycznych zastosowań materiałów nadprzewodnikowych. Ze względu na potencjalnie ogromne możliwości wykorzystania tych materiałów w przyszłości niezbędne jest przybliżenie ich właściwości zwiedzającym.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 350,00cm (dł.) x 100,00cm (szer.) x 70,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Na podeście zamontować należy właściwe stanowisko doświadczalne. Zasadnicze elementy stanowiska:
- torowisko (pojedynczy tor zbudowany w kształcie spłaszczonego okręgu), „obrócone" o 90 stopni w stosunku do płaszczyzny horyzontalnej, o podłożu wyłożonym magnesami,
- model kolejki magnetycznej – z nadprzewodnikiem chłodzonym ciekłym azotem.

Pokaz polegał będzie na demonstracji właściwości nadprzewodników w temperaturze obniżonej do temperatury ciekłego azotu. Wewnątrz modelu wagonu kolejki znajdował się będzie wyprofilowany pojemnik, w którym umieszczony zostanie niewielki nadprzewodnik. Po wlaniu ciekłego azotu do pojemnika materiał schłodzi się do temperatury ciekłego azotu. Po zamknięciu pojemnika pokrywą model kolejki umieszczony na torowisku z magnesów będzie mógł, po wzbudzeniu do ruchu przez demonstratora, poruszać się wokół (wewnątrz) torowiska.

Magnesy na torowisku spowodują powstanie prądów wirowych w nadprzewodniku i wytworzenie pola sprawiającego, że model kolejki będzie „lewitował" nad torowiskiem. Wagon, dzięki właściwościom umieszczonego w nim nadprzewodnika, będzie „zapamiętywał" swoje położenie względem magnesów (torowiska).
Rodzaj nadprzewodnika, magnesów, rozmiar i waga wagonu, dokładny rozstaw i profil torowiska – powinny zostać dobrane i określone na etapie ostatecznych testów prototypów.
Na wyposażeniu stanowiska powinna znajdować się odzież ochronna: rękawice i okulary ochronne.
Stanowisko będzie mieć charakter stanowiska demonstracyjnego: pokaz prowadzony będzie wyłącznie przez pracowników Centrum.
Zapewnić należy dostawy ciekłego azotu w ilości niezbędnej dla przeprowadzania pokazów.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 37.1.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.28.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.32],
- monitor LCD 23" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [mn 2.07].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

NADPRZEWODNICTWO WYSOKOTEMPERATUROWE
Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:
przewodnictwo elektryczne, opór elektryczny, nadprzewodnictwo, nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe, pary elektronowe

Komentarz podstawowy:
Nadprzewodnictwo to stan, w którym opór elektryczny (rezystancja) jest równy zero. Stan taki ma miejsce w niektórych materiałach poniżej pewnej temperatury, nazywanej temperaturą krytyczną. Prąd elektryczny wzbudzony jednorazowo w nadprzewodniku będzie płynął w nim tak długo, jak długo nadprzewodnik będzie utrzymywany w niskiej temperaturze.
W pobliżu temperatury zera bezwzględnego amplituda drgań jonów ułożonych w sieci krystalicznej maleje i opór elektryczny spada. Jedną z cech takiego stanu jest współdziałanie ze sobą elektronów. W „zwykłym" przewodniku elektrony poruszają się chaotycznie: ruch jednego z nich nie ma większego wpływu na ruch pozostałych. W nadprzewodniku ruch staje się kolektywny. Prąd przenoszą nie pojedyncze cząstki, ale pary elektronowe (pary Coopera). Zjawisko to wyjaśnione zostało w teorii BCS – czyli teorii Johna Bardeena, Leona Coopera i Roberta Shrieffera.
Innym charakterystycznym dla nadprzewodników efektem jest „wypychanie" z materiału pola magnetycznego, zwane efektem Meissnera.
Nadprzewodnikami są najczęściej stopy metali i spieki ceramiczne.
Jeśli temperatura nadprzewodników jest wyższa niż temperatura azotu (77 K) to mamy do czynienia z nadprzewodnikami wysokotemperaturowymi. Oficjalnie nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe zaczyna się już u ciał z temperaturą krytyczną wyższą niż trzydzieści Kelvinów.
Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe to zjawisko kwantowe, niemożliwe do wyjaśnienia na gruncie fizyki klasycznej.

Komentarz rozszerzony:
Przewodnikami są wszystkie metale, ich stopy oraz inne pierwiastki posiadające w swej sieci krystalicznej wolne elektrony, będące nośnikami prądu. Przewodzić mogą także ciecze i gazy jeśli zawierają pewną ilość jonów dodatnich lub ujemnych.
Przewodnictwo elektryczne podzielić można na jonowe (poruszają się jony dodatnie, np. w elektrolicie) oraz elektronowe (zachodzi na skutek ruchu wolnych elektronów, np. w metalach.)
Nadprzewodnictwo to stan, w którym opór elektryczny (rezystancja) jest równy zero. Stan taki ma miejsce w niektórych materiałach poniżej pewnej temperatury, nazywanej temperaturą krytyczną. Prąd elektryczny wzbudzony jednorazowo w nadprzewodniku będzie płynął w nim niezmiennie i tak długo, jak długo nadprzewodnik będzie utrzymywany w niskiej temperaturze.
Przejście w stan nadprzewodnictwa wyjaśniane jest najczęściej teorią BCS – czyli teorią Johna Bardeena, Leona Coopera i Roberta Shrieffera. Wg niej prąd w nadprzewodnikach przenoszą specjalne pary elektronowe, a nie pojedyncze cząstki.
W jaki sposób jednoimiennie naładowane elektrony mogą się przyciągać? W uproszczeniu można wytłumaczyć to tak, że atomy, z których są zbudowane naprzewodniki, oddają do „wspólnej puli" najsłabiej związane elektrony przewodnictwa, stając się w ten sposób dodatnio naładowanymi jonami ustawionymi w regularnej sieci krystalicznej. Każdy ujemnie naładowany elektron, poruszając się wewnątrz sieci dodatnich jonów, będzie przyciągał je do siebie. Następuje wówczas swoiste zagęszczenie ładunku dodatniego, pozostającego za szybko „lecącym" elektronem. Kolejny wpadający elektron zostaje przyciągnięty przez obszar o „nadmiarze" ładunku dodatniego. Tym samym, dzięki pośrednictwu sieci, pierwszy elektron przyciąga drugi. Takie oddziałujące ze sobą za pośrednictwem sieci jonów elektrony nazywane są parami Coopera. Stan złożony z powiązanych elektronów określany jest jako kondensacja Bosego – Einsteina.
Niezbędnym warunkiem współistnienia par jest równość pędów ich środków mas (przy braku zewnętrznego pola elektrycznego). W niskich temperaturach sparowane elektrony w nadprzewodnikach mają niniejszą energię niż elektrony rozdzielone. Kiedy dostarczymy do układu ciepło jony zaczną drgać coraz szybciej wokół węzłów sieci, co doprowadzi do zerwania wiązań między elektronami.
Istnieją także nadprzewodniki, w których w pary Coopera łączą się nie elektrony, lecz dziury. Przewodnictwo dziurowe wykazuje większość nadprzewodników tzw. drugiego rodzaju.
Nadprzewodnikami są najczęściej stopy metali i spieki ceramiczne.

Nadprzewodnictwo jest obserwowane w różnorodnych materiałach: niektórych pierwiastkach (na przykład w cynie, rtęci i ołowiu), stopach, ceramikach tlenkowych czy materiałach organicznych.
W stan nadprzewodnictwa pierwiastki przechodzą tylko pod bardzo wysokim ciśnieniem, albo w postaci cienkich warstw.
Nadprzewodnikami są niektóre związki organiczne, jak np. odmiany alutropowe węgla: fulereny, nanorurki.

Drugim charakterystycznym dla nadprzewodników efektem jest wypychanie z materiału pola magnetycznego, zwane efektem Meissnera (w nadprzewodnikach pierwszego rodzaju), lub skupianie pola magnetycznego w „wiry" (w nadprzewodnikach drugiego rodzaju).

Jeśli temperatura nadprzewodników jest wyższa niż temperatura azotu (77 K) to mamy do czynienia z nadprzewodnikami wysokotemperaturowymi. W ostatnio odkrytych nadprzewodnikach wysokotemperaturowych temperatura krytyczna to 100 K. Jednym z najpopularniejszych spieków ceramicznych będący nadprzewodnikiem wysokotemperaturowym jest $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ o temperaturze krytycznej wynoszącej 110 K.

Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe to zjawisko kwantowe, niemożliwe do wyjaśnienia na gruncie fizyki klasycznej.
Statystka kwantowa odróżnia fermiony od bozonów. Każda cząstka jest bozonem lub fermionem, zależnie od posiadanego spinu. Zgodnie z modelem standardowym fermiony są cząstkami elementarnymi "materii", natomiast bozony przenoszą oddziaływania.
Spin to moment własny pędu cząstki w układzie, w którym nie wykonuje ruchu postępowego.
W fizyce cząstek bozony są cząstkami posiadającymi spin całkowity. Fermiony to cząstki posiadające niecałkowity spin.
W związku ze spinem całkowitym nieoddziałujące bozony podlegają statystyce Bosego–Einsteina. Jedną z jej konsekwencji jest istnienie kondensatu Bosego–Einsteina, „piątego" stanu skupienia materii, w którym dowolna liczba bozonów może dzielić ten sam stan kwantowy.
Zachowanie kolektywne cząstek jest inne w zależności od tego, jaki mają spin. Gdy spin cząstki jest całkowity, cząstki są bozonami i podlegają statystyce Bosego-Einsteina. Gdy natomiast mają spin połówkowy, cząstki są fermionami i podlegają statystyce Fermiego-Diraca.
Cząstki mające spin i ładunek elektryczny różny od zera generują wokół siebie słabe pole magnetyczne (moment magnetyczny). W fazie skondensowanej oddziaływanie spinów może prowadzić do zjawiska ferromagnetyzmu.
Prąd elektryczny w nadprzewodnikach jest przenoszony nie przez pojedyncze elektrony, lecz pary związanych elektronów, zwane parami Coopera. Para Coopera jest to układ dwóch fermionów (np. elektronów) oddziałujących ze sobą poprzez drgania sieci krystalicznej.
Fermiony tworzące parę Coopera mają połówkowe spiny (które są skierowane w przeciwnych kierunkach), jednak wypadkowy spin układu jest całkowity - czyli para Coopera jest bozonem. Elektrony tworzące parę Coopera są opisywane przez funkcje falowe z przeciwnymi wektorami falowymi.

Zastosowanie praktyczne:
Przewodzenie prądu w ciałach o zerowej lub bliskiej zeru rezystancji to szansa na rewolucję w elektronice.
Postęp nauki przyczynia się do poznawania substancji, które umożliwiają bezstratny przepływ prądu w coraz wyższych temperaturach. Wciąż jednak są to temperatury zbyt niskie dla praktycznych zastosowań: wykorzystanie nadprzewodników (i utrzymanie ich w tak niskich temperaturach przez długi okres czasu) jest kosztowne i nieopłacalne w masowych zastosowaniach. Przełomem byłoby odkrycie taniego nadprzewodnika, który pracowałby w temperaturze ok. 20 °C.
Pole do zastosowań nadprzewodników jest bardzo szerokie i częściowo już rozpoznane.
Cewki nadprzewodzące, w których mogą płynąć bez końca duże prądy, można wykorzystać do wytwarzania bardzo silnych pól magnetycznych i do tego celu stosuje się je w niektórych akceleratorach cząstek i innych urządzeniach.
Nadprzewodnikowe elektromagnesy są też stosowane w przemysłowych generatorach plazmy oraz w akceleratorach cząstek elementarnych.
Zjawisko nadprzewodnictwa wykorzystuje się w nadprzewodnikowych zasobnikach energii.
Na nadprzewodnictwie opiera się technologia kolei magnetycznej.
Zjawisko nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego już znalazło zastosowane w konstrukcji łożysk nadprzewodzących.

Ciekawostki, historia odkrycia:
W typowej sytuacji prąd na skutek oporu wygasa w ułamku sekundy. Badając przepływ prądu w nadprzewodnikach w niskich temperaturach utrzymywano, bez zasilania, przepływ stałej wartości prądu w pętli przez około 2 lata (doświadczenia ostatecznie przerywano ze względu na duże koszty związane z utrzymaniem tak niskiej temperatury.

W 1908 r. skroplono po raz pierwszy hel: w temperaturze 4,2 K (-269°C). Od tego momentu zaczęły się rozwijać badania nad właściwościami i zachowaniem się ciał w niskich temperaturach.
Zjawisko nadprzewodnictwa zostało wykryte w 1911 r. przez Heike Kamerlingha Onnesa podczas badań nad właściwościami materiałów w niskich temperaturach. Badania te prowadzono w laboratorium kriogenicznym w Lejdzie. Do badań wykorzystano rtęć, bo stosunkowo łatwo było ją otrzymywać w stanie o bardzo dużej czystości. W trakcie pomiarów jej oporu elektrycznego w temperaturze 4,2 K zaobserwowano spadek oporu elektrycznego o wiele rzędów wielkości. Za to odkrycie Onnesa otrzymał w 1913 r. Nagrodę Nobla.
W 1913 r. w laboratorium w Lejdzie skonstruowano magnes nadprzewodzący wytwarzający duże pola magnetyczne.
Pierwsze znaczące opracowanie teoryteczne zjawiska nadprzewdonictwa zawdzięczamy Fritzowi Londonowi, który uznał, że w opisie tego zjawiska konieczne jest uwzględnienie mechaniki kwantowej. Uważał, że tak jak w atomie elektrony stabilizują się na wyznaczonych poziomach energii, tak w nadprzewodniku mogą się grupować w prądy stabilne.
W 1933 r. Fritz Meissner i Robert Ochsenfeld odkryli efekt wypychania pola magnetycznego z nadprzewodnika.
W 1956 r. Leon Cooper wykazał, że prąd elektryczny w nadprzewodnikach jest przenoszony nie przez pojedyncze elektrony, lecz pary związanych elektronów (nazwane później parami Coopera).
Teoria BCS, opisująca przejście w stan nadprzewodnictwa, została ogłoszona w 1957 r. Nazwa jej pochodzi od pierwszych liter nazwisk jej twórców: Johna Bardeena, Leona Coopera i Roberta Shrieffera.
Termin nadprzewodniki wysokotemperaturowe został użyty do określenia nowej rodziny materiałów ceramicznych odkrytych przez Karla Alexa Mullera i Johannesa Georga Bednorza z laboratorium firmy IBM w Zurychu. Za odkrycie tych materiałów Bednorz i Müller w 1986 r. otrzymali Nagrodę Nobla. Bednorz i Müller odkryli nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe w związkach $La_{2-x}Ba_xCuO_2$ (zwanych związkami Ba-La-Cu-O lub LBCO), w których nadprzewodnictwo występowało w temperaturze 35 K czyli powyżej granicy, którą teoria BCS określała jako temperaturową granicę nadprzewodnictwa.
Wkrótce, wykorzystując efekty związane z ciśnieniem, początkową wartość temperatury krytycznej w LBCO (35 K) podniesiono do 50 K, a w 1987 r. nadprzewodnictwo zaobserwowano w związku $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ w temperaturze 90 K (powyżej temperatury ciekłego azotu). W kolejnych latach, dzięki modyfikacji struktury krystalicznej oraz wykorzystaniu efektów związanych z ciśnieniem, otrzymano nadprzewodniki o temperaturach krytycznych rzędu 160 K.
Badania nad nadprzewodnictwem wysokotemperaturowym rozwijane są w Polsce. Już w marcu 1987 roku w Instytucie Fizyki PAN w Warszawie oraz w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu zsyntetyzowano związki wysokotemperaturowych nadprzewodników oraz potwierdzono występowanie wysokotemperaturowego nadprzewodnictwa powyżej 90 K.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d-3d ilustrujące:
- spadek oporu w nadprzewodnikach w niskich temperaturach,
- pary elektronowe – wg teorii BCS

jako kontent dla monitora z nakładką dotykową [ts 2.32].
Czas trwania filmu: ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Wymagany jest film fabularyzowany z elementami animacji prezentujący:
- praktyczne wykorzystanie zjawiska nadprzewodnictwa i nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego

do prezentacji w formie projekcji zapętlonej z wykorzystaniem monitora mn 2.07.

Czas trwania filmu: ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: LASER

Cel:
Przedstawienie podstaw technologii laserowych.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Laser jest przykładem wdrożenia na masową skalę zaawansowanych technologii. Znajomość podstaw technologii laserowych i wiedza nt. ich aplikacji jest jednym z kluczowych elementów kształcenia i przygotowania człowieka do świadomego korzystania z nowoczesnych technologii.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Konstrukcja podestu wykonana z profili stalowych 10/10 lub 20/20 mm.
Wymiary podestu: 400,00cm (dł.) x 100,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.
Pokrycie podestu: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowisko montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości.
Blat podestu wykończony jak ścianki boczne lub wykonany z płyty mdf gr. 0,80-1,20cm.
Elementy stanowiska (do zamontowania na blacie):

- źródło fal dźwiękowych – głośnik podłączony do odtwarzacza,
- zabudowa głośnika o wymiarach 50,00cm x 50,00cm x 50,00cm (+/-15%); ściany zabudowy powinny być wykonane z płyty mdf lub kompozytu i pokryte od środka materiałem dobrze pochłaniającym fale akustyczne - za wyjątkiem małego fragmentu Φ1,00-2,00cm od strony lasera, który powinien być przesłonięty luźno osadzonym szkłem,
- nadajnik: laser – zamontowany na stanowisku na statywie przytwierdzonym do blatu podestu, z ograniczoną możliwością regulacji ustawienia,
- odbiornik: fototranzystor podłączony do komputera,
- zestaw słuchawkowy,
- komputer z oprogramowaniem.

Precyzyjnego doboru poszczególnych elementów i materiałów należy dokonać na etapie testów prototypu tak, aby osiągnięty mógł zostać zamierzony efekt końcowy.
W ramach zaplanowanego eksperymentu część wiązki światła lasera odbita od szyby powinna wrócić do odbiornika. Po przetworzeniu sygnału świetlnego na sygnał akustyczny Użytkownik powinien mieć możliwość odsłuchania w słuchawkach nagrania emitowanego przez głośnik umieszczony w zabudowie.
Dopuszcza się możliwość zakupu i zainstalowania na stanowisku gotowego, oferowanego na rynku, mikrofonu laserowego z optycznym systemem naprowadzającym, z dwoma rodzajami zasilania: sieciowym i bateryjnym.
Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 37.2.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.26.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: AR 30.3 (Tom II: część rysunkowa).
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczce:

LASER

INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. *Na końcu stanowiska zabudowany jest głośnik odtwarzający muzykę. Obudowa pochłania i tłumi dźwięki.*
2. *Fragment obudowy jest przeszklony. Załóż słuchawki i nakieruj plamkę lasera na ten przeszklony punkt. Co słyszysz w słuchawkach?*

DLACZEGO TAK SIĘ DZIEJE?

Dzięki właściwościom precyzyjnej wiązki światła laserowego możliwy jest podsłuch rozmów prowadzonych w zamkniętych pomieszczeniach. Fala światła lasera modulowana jest przez drgania akustyczne szyby: po odbiciu od szyby światło lasera staje się nośnikiem dźwięku. Techniki takie wykorzystywane są przez policję do zwalczania przestępczości.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl. [ts 2.30],
- monitor LCD 23" z nakładką dotykową + komputer; 2 kpl. [mn 2.04, mn 2.05].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

LASER

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

emisja wymuszona, światło spójne, światło monochromatyczne

Komentarz podstawowy:

Laser to urządzenie emitujące promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu światła widzialnego, ultrafioletu lub podczerwieni.
Białe światło wysyłane przez Słońce lub żarówki jest mieszaniną fal świetlnych o różnych długościach. Każdej długości fali odpowiada inna barwa światła.
Światło monochromatyczne to światło o jednej długości fali.
Zarówno światło białe jak i monochromatyczne jest niespójne, o różnych fazach. Światło takie często rozprasza się, przez co jego natężenie maleje wraz ze zwiększaniem się odległości od źródła.
Światło lasera to światło monochromatyczne i spójne: zgodne w fazie.
Światło jest falą elektromagnetyczną powstającą, gdy krążące wokół jąder elektrony emitują określone porcje (kwanty) energii podczas przejścia z jednej orbity na drugą (z zewnętrznej – o wyższym poziomie energetycznym, na wewnętrzną – o niższym poziomie energetycznym). Aby doszło do emisji fotonu atom musi zostać wzbudzony: jego elektrony muszą znaleźć się na zewnętrznych orbitach. Wzbudzić atom można poprzez dostarczenie mu energii: ogrzewanie, bombardowanie elektronami lub kwantami światła, umieszczenie w polu elektrycznym o dużym natężeniu. Podczas wzbudzania atomu jego elektrony pochłaniają dostarczoną energię i przeskakują na orbity zewnętrzne.
W laserze wzbudzone atomy są bombardowane fotonami.
Przejście na niższy poziom energetyczny elektronu w atomie „ośrodka czynnego" lasera skutkuje emisją fotonów, które z kolei wymuszają taki sam proces w innych atomach. Ponieważ w laserze większość atomów znajduje się w stanie wzbudzonym, więc liczba emitowanych fotonów narasta lawinowo w następujących po sobie seriach tej wymuszonej emisji.
Światło lasera złożone z takich samych fotonów jest światłem spójnym i ma postać wiązki o bardzo małej rozbieżności. Światło takie rozprasza się w minimalnym stopniu, a jego wiązkę można przesyłać na bardzo duże odległości z bardzo niewielkimi stratami energii.
Energię promieniowania laserów można skoncentrować na bardzo małej powierzchni, uzyskując w ten sposób bardzo dużą moc w wąskim obszarze.

Komentarz rozszerzony:
Laser jest urządzeniem emitującym promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu światła widzialnego, ultrafioletu lub podczerwieni, wykorzystujące zjawisko emisji wymuszonej. Jego zadaniem jest wzmocnienie światła poprzez wymuszoną emisję promieniowania.
Białe światło jest mieszaniną fal świetlnych o różnych długościach. Każdej długości fali odpowiada inna barwa światła.
Światło monochromatyczne to światło o jednej długości fali.
Zarówno światło białe jak i monochromatyczne jest niespójne, o różnych fazach. Światło takie często rozprasza się, przez co jego natężenie maleje wraz ze zwiększaniem się odległości od źródła.
Światło lasera to światło monochromatyczne i spójne.
W laserach wykorzystuje się dwoisty, korpuskularno-falowy charakter światła.
W laserze uprzednie doprowadzanie energii odbywa się na przykład przez włączenie prądu elektrycznego. Nazywa się to "pompowaniem" lasera. W czasie pompowania lasera atomy ośrodka laserującego są wzbudzane: elektrony przechodzą na wyższe poziomy elektryczne. Następnie, podczas spontanicznego przechodzenia elektronów na niższy poziom energetyczny, następuje emisja fotonów, które w kolejnych atomach wywołują proces emisji kolejnych fotonów. Liczba fotonów narasta w lawinowej reakcji. Reakcję tą potęgują lustra na obu końcach rury: światło jest odbijane tam i z powrotem, wskutek czego coraz więcej atomów wysyła fotony, aż wreszcie światło opuszcza rurę przez otwór na jednym z jej końców.
Aby doszło do emisji wymuszonej energia fotonu inicjującego musi być równa energii wzbudzenia atomu. Foton emitowany przez atom ma częstotliwość (a więc również energię), fazę i polaryzację taką samą jak foton wywołujący emisję. Kierunek ruchu obu fotonów również jest ten sam.
Światło lasera złożone z identycznych fotonów jest światłem spójnym (jedna długość fali, taka sama amplituda, stała w czasie różnica faz), spolaryzowanym i ma postać wiązki o bardzo małej rozbieżności. Światło takie rozprasza się w minimalnym stopniu, a jego skupioną wiązkę można przesyłać na bardzo duże odległości z bardzo niewielkimi stratami energii.
Energii zwykłych źródeł światła nie można skoncentrować tak, aby uzyskać gęstość mocy w plamce większą od gęstości mocy źródła. Energię promieniowania laserów można w taki sposób skoncentrować.
W laserze łatwo jest otrzymać promieniowanie o bardzo małej szerokości linii emisyjnej, co jest równoważne bardzo dużej mocy w wybranym, wąskim obszarze widma.
Zasadniczymi częściami lasera są: ośrodek czynny, rezonator optyczny, układ pompujący. Ośrodek czynny decyduje o najważniejszych parametrach lasera, określa: długość emitowanej fali, jej moc, sposób pompowania, możliwe zastosowania lasera. W zależności od ośrodka czynnego dzielimy lasery na: lasery gazowe, lasy na ciele stałym, lasery na cieczy, lasery na wolnych elektronach, lasery półprzewodnikowe.

Zastosowanie praktyczne:
Lasery są powszechnie wykorzystywane niemal we wszystkich dziedzinach: zarówno w zaawansowanych technologiach, skierowanych do wąskiego grona odbiorców, jak i w technologiach powszechnie dostępnych na rynku i adresowanych do masowego odbiorcy.
Koszt produkcji tych początkowo drogich i rzadkich urządzeń został w wielu przypadkach znacznie obniżony, co sprawiło, że urządzenia te znalazły bardzo duże zastosowanie tak, iż obecnie nie można sobie wyobrazić funkcjonowania bez nich.
Lasery stosowane są m.in. w: precyzyjnej obróbce metali i innych materiałów, telekomunikacji, geodezji, medycynie (we wszystkich jej działach), sprzęcie i urządzeniach AV i IT, druku cyfrowym i w nowoczesnej poligrafii, w handlu, w technologiach wojskowych.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Zjawisko wymuszonej emisji przewidział w swoich teoretycznych rozważaniach Albert Einstein.

W 1954 r. skonstruowano pierwszy maser - urządzenie wzmacniające mikrofale za pomocą emisji wymuszonej promieniowania elektromagnetycznego. Było to urządzenie o zasadzie działania identycznej jak laser, ale emitujące promieniowanie w innym zakresie częstotliwości.
W drugiej połowie lat 1950-tych w USA miały miejsce zaawansowane próby prototypów laserów.
Pierwszy działający laser skonstruował w 1960 r. Theodore Harold Maiman (USA). Ośrodkiem czynnym był kryształ rubinu domieszkowany .
W 1961 r. skonstruowano pierwszy laser gazowy: helowo-neonowy, a rok później pierwszy laser neodymowy.
W 1962 r. skonstruowano pierwszy laser półprzewodnikowy.
W 1963 r. skonstruowano pierwszy laser cieczowy.
W 1964 r. zbudowany został pierwszy laser półprzewodnikowy z pompowaniem diodowym.
Pierwszy polski laser zbudowano w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie w 1963 r. Był to laser gazowy helowo-neonowy generujący promieniowanie podczerwone. Na uczelni tej skonstruowano w następnych latach inne rodzaje laserów, które znalazły m.in. zastosowanie w okulistyce (w tym czasie były to pionierskie wdrożenia).
Duże nadziej wiązano w Polsce z tzw. „niebieskim laserem", nad którym badania prowadzono już w latach 1980-tych. Pierwsze takie działające urządzenie uruchomiono w 2001 r. „Niebieski laser" to laser półprzewodnikowy (dioda laserowa) na bazie azotku galu.

Animacje, grafika:
Wymagana jest animacja przygotowana łączoną techniką 2d-3d ilustrująca:
- działanie lasera.

jako kontent dla monitora z nakładką dotykową [ts 2.30].
Czas trwania filmu: ok. 30 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Wymagane są animacje oraz film fabularyzowany z elementami animacji prezentujący:
- błękitny laser – historia badań i wdrożeń w Polsce,
- wdrożenia laserów w przemyśle, handlu, technice życia codziennego, technologiach wojskowych

do prezentacji w formie projekcji zapętlonej z wykorzystaniem monitorów mn 2.04 i mn 2.05.
Łączny czas trwania animacji i filmu: ok. 15 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

STANOWISKO: NAGRODY NOBLA
Stanowisko „Nagrody Nobla" składać się powinno z:
- prostopadłościennej bryły, będącej wyraźnym akcentem aranżacyjnym – z wizerunkami (fotografie) laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki z chemii,
- urządzeń i sprzętu multimedialnego wraz z kontentem multimedialnym.

Stanowisko oznaczone jest na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.2.24.
Opis elementu aranżacyjnego i dodatkowe wytyczne do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5” z nakładką dotykową + komputer; 5 kpl. [ts 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28],
- monitor LCD 23” + komputer; 2 kpl. [mn 2.02, mn 2.03].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Jako **kontent** multimedialny należy przygotować prezentacje, animacje (w łączonej technice 2d – 3d), filmy i komentarze dotyczących wszystkich laureatów Nagród Nobla w dziedzinie fizyki i chemii: od 1901 r. Przedstawić należy krótko ich życiorys, dorobek naukowy, tytuł przyznania nagrody. W formie animacji przedstawić należy wybrane nagrodzone eksperymenty i doświadczenia. Nie należy powielać materiału prezentowanego na innych stanowiskach. Przygotowany kontent multimedialny powinien być także swoistym „pogłębiaczem wiedzy” – poszerzeniem części informacji prezentowanych na innych stanowiskach.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są też materiały licencyjne.
Czas trwania animacji, prezentacji i filmów: ok. 50 minut.

ZESPÓŁ STANOWISK: NAUKA I TECHNIKA W INNYCH ZASTOSOWANIACH

Budowa stanowisk – opis techniczny:
Konstrukcje podestów wykonane z profili stalowych 10/10, 20/20 i 40,40 mm.
Wymiary podestów:

- model okrętu podwodnego: 300,00cm (dł.) x 40,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%,
- model kolei magnetycznej: 300,00cm (dł.) x 40,00cm (szer.) x 75,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%,
- model samochodu: 420,00cm (dł.) x 200,00cm (szer.) x 20,00cm (wys.) – wszystkie wymiary +/-10%.

Pokrycie podestów: blacha stalowa 0,7cm, malowana proszkowo, kolor szary, połysk. Stanowiska montowane do posadzki betonowej lub wyposażone w stopki z możliwością regulacji wysokości lub stopy stalowe + twarda guma na styku z podłożem.
Blat podestów wykończony jak ścianki boczne, a w przypadku modelu samochodu z blachy ryflowanej.
Na podestach powinny zostać zamontowane:

- model okrętu podwodnego ze zdemontowanymi fragmentami zewnętrznego poszycia i kadłuba tak, aby widoczne było wnętrze okrętu i mechanizmy,
- model kolei magnetycznej ze zdemontowanymi fragmentami zewnętrznej zabudowy tak, aby widoczne było wnętrze pojazdu i mechanizmy,
- model samochodu (w skali 1:1) ze zdemontowanymi fragmentami karoserii tak, aby widoczne było wnętrze pojazdu i mechanizmy; dopuszcza się umieszczenie na wystawie oryginalnego pojazdu.

Modele powinny być wykonane w typowej technologii modelarskiej, z dużą dbałością o szczegóły. Kluczowe i powtarzalne elementy mechanizmów powinny być pokazane przekrojowo. Modele powinny być odwzorowaniem konkretnych typów, marek i modeli - do decyzji Wykonawcy należy wybór konkretnego typu, marki, modelu łodzi lub pojazdu.
Rysunki koncepcyjne stanowisk: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 54, AR 55, AR 56.
Stanowiska oznaczone są dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolami: M.2.48, M.2.49, M.2.50.
Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.

Stanowiska nie będą wyposażone w tabliczki informacyjne. Na podeście należy zamieścić informację o modelu, typie, marce oryginału, roku produkcji, kraju w którym pojazd lub

statek skonstruowano oraz o skali modelu. Komentarzem dla stanowisk będzie kontent multimedialny zamieszczony na sprzęcie i urządzeniach AV.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk:
- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 3 kpl. [ts 2.59, ts 2.60, ts 2.61],
- monitor LCD 23" z nakładką dotykową + komputer; 2 kpl. [mn 2.37, mn 2.38, mn 2.39].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

SAMOCHÓD:
Główne elementy konstrukcyjne i układy mechaniczne samochodu to:
- *nadwozie,*
- *podwozie,*
- *zawieszenie,*
- *układ silnikowy,*
- *układ napędowy i przeniesienia napędu,*
- *układ hamulcowy,*
- *układ kierowniczy,*
- *układy elektryczne i hydrauliczne.*

Kluczowy dla samochodu układ silnikowy składa się z układu rozruchowego, wtryskowego, zapłonowego, zasilającego, rozrządu, wtryskowego, wydechowego, doładowania, chłodzenia.
Napędem samochodu jest silnik. Najczęściej wykorzystywanym w samochodach typem silnika jest silnik spalinowy tłokowy. Produkowane są również samochody elektryczne wyposażone w silnik elektryczny oraz samochody o napędzie hybrydowym będącym połączeniem silnika spalinowego i silnika elektrycznego.
W samochodach z silnikami spalinowymi źródłem energii może być: paliwo ciekłe (benzyna, olej napędowy), gazowe (sprężony CNG lub ciekły: LPG lub LNG).
Kluczowy element samochodu: silnik – zbudowany jest z następujących elementów: głowica silnika, blok silnika, tuleja cylindrowa, koło zamachowe, korbowód, wał korbowy, tłok, pierścienie tłokowe, wał rozrządu, turbosprężarka.

Swoistym prototypem współczesnego samochodu był pojazd z napędem parowym – skonstruowany w 1769 r. dla armii francuskiej przez Nicolasa Josepha Cugnot'a. Zastosowano w nim posuwisto-zwrotny ruch tłoka.

Historia motoryzacji zaczęła, opartej na silnikach spalinowych, się w drugiej połowie XIX w. W 1860 r. Jean-Joseph Étienne Lenoir zbudował i uruchomił sprawny silnik spalinowy, dwusuwowy, jednocylindrowy, pracujący na mieszance gazu miejskiego i powietrza, o mocy 8,8 kW. Był to pierwszy spalinowy silnik tłokowy z powodzeniem zastosowany w kilkuosobowych pojazdach.
W kolejnych latach w różnych krajach powstało wiele, mniej lub więcej udanych prototypów pojazdów z silnikami spalinowymi pracującymi na różnych typach paliw. Jeden z bardziej udanych był prototyp napędzany silnikiem benzynowym skonstruowany w 1875 r. w Wiedniu przez Siegfrieda Marcusa.
Powszechnie uznaje się, że pierwsze samochody powstały niezależnie od siebie w warsztatach dwóch niemieckich inżynierów: Gottlieba Damilera i Carla Benza.
Gottlieb Daimler wspólnie z Wilhelmem Maybachem już w 1883 r. skonstruowali czterosuwowy silnik jednocylindrowy napędzany benzyną.
Karla Benza w 1885 r. przeprowadził udane próby z pojazdem wyposażonym w silnik spalinowy i elektryczny zapłon. Był to pojazd trójkołowy: napęd przenoszony był na dwa

tylne koła, a przednie służyło do sterowania. Duże, leżące poziomo koło zamachowe zapewniało równą pracę jednocylindrowego silnika. Hamulcami były klocki dociskane do obręczy szprychowych kół. Pojazd ważył 260 kg. Benz opatentował go w 1886 r.
W 1886 r. swój pierwszy samochód zaprezentował publicznie Gottlieb Daimler. Umieścił on własnej konstrukcji silnik benzynowy na czterokołowym podwoziu; skrętna była cała przednia oś. Po modyfikacjach silnik Daimlera osiągał moc 3,75 KM, co umożliwiało rozpędzenie samochodu do ponad 30 km/h.

Pierwszy pojazd napędzany silnikiem elektrycznym, czerpiącym prąd z elektrycznej baterii, zbudował i uruchomił w 1835 r. Thomas Davenoprt (USA).

Na ziemiach polskich pierwszy publiczny pokaz jazdy automobilem miał miejsce w Krakowie w 1898 r.
Pierwszy polski samochód został skonstruowany CWS T-1 został skonstruowany przez Tadeusza Tańskiego w latach 1922-1924. Samochód CWS produkowano w krótkich seriach od 1927 do 1931 r. w Centralnych Warsztatach Samochodowych w Warszawie (CWS). Produkcji zaprzestano w 1931 r. w związku z podpisaniem z FIATem umowy licencyjnej na produkcję Fiata 508.
W oparciu o umowę licencyjną z FIATem w 1932 r. w Państwowych Zakładach Inżynierii (przekształcona CWS) uruchomiono produkcję samochodu Polski Fiat 508 Balilla, a w 1935 r. wprowadzono do produkcji popularny model FIATa 508: Junak.
Po II wojnie światowej produkcję samochodów w Polsce wznowiono w 1951 r. w zbudowanej od podstaw Fabryce Samochodów Osobowych na Żeraniu. Zamiast, planowanej wcześniej, kontynuacji współpracy z FIATem na Żeraniu uruchomiono produkcję Warszawy M20 (na licencji Pabiedy – wzorowanej na Fordzie).
Najpopularniejszymi samochodami produkowanymi w Polsce w 2. połowe XX w. były: Warszawy, Syreny (całkowicie polska konstrukcja, produkowana przez FSO i FSM w Bielsku Białej), Fiaty (licencja włoska). Poza fazę prototypów i krótkich serii nie wyszły: Smyk i Mikrus.
Jednym z ciekawszych prototypów był Beskid – skonstruowany na początku lat 1980-tych przez Cezarego Nawrota, o stylistyce przypominającej późniejsze Renault Twingo. Była to ostatnia zaawansowana polska konstrukcja, której jednak do skierowano do seryjnej produkcji.

KOLEJ MAGNETYCZNA:
Kolej magnetyczna to kolej dużych prędkości, bez tradycyjnego torowiska i bez lokomotywy.
Pociąg, zamiast po torowisku, porusza się po specjalnej prowadnicy. Na prowadnicy i w podwoziu wagonów zainstalowane są zespoły elektromagnesów. Zestaw elektromagnesów unosi pociąg i utrzymuje go kilka centymetrów nad prowadnicą podczas jazdy. Inny zestaw elektromagnesów utrzymuje pociąg w żądanym poziomym położeniu. Dodatkowe elektromagnesy umieszczone wzdłuż toru potrafią pociągnąć wagony do przodu lub spowolnić je.
Taki „poduszkowiec" nie ma on silnika w potocznym sensie tego słowa.
Pole elektromagnetyczne powoduje, że wagony nie mają styku z prowadnicą. Dzięki zastosowaniu magnesów eliminowane jest tarcie kół. Eliminowane jest też oddziaływanie dynamiczne: koło – szyna i zjawiska rezonansu.
Koleje elektromagnetyczne rozwijać mogą duże szybkości, maja duże przyspieszenia, redukują oddziaływania wibro-akustyczne emitowane do środowiska.
Kolej magnetyczna zwykle wyposażona jest jednak w „tradycyjne koła", ale służą one albo jako element bezpieczeństwa (na wypadek awarii), albo do ruchu przy małych prędkościach (gdy indukuje się wówczas zbyt mała siła, czasem niewystarczająca do utrzymania pociągu w torze).
W torowisku wykorzystuje się elektromagnesy konwencjonalne lub wykonane z nadprzewodników.
Obecnie istnieją dwa systemy kolei magnetycznych oparte na odmiennej technologii:

- *unoszenia elektrodynamicznego (unoszenie przez odpychanie),*
- *unoszenia elektromagnetycznego (unoszenie przez przyciąganie).*

Pierwsze eksperymenty z lewitacją magnetyczną prowadził już w latach 1920-tych niemiecki inżynier Herman Kemper. W latach 1930-tych opatentował on swój wynalazek i zaprezentował model prototypu.
W 1962 r. wybudowano pierwszą linię testową w Japonii, po której pociągi poruszały się z prędkością 60 km/h.
W latach 1960-tych testową linię kolei magnetycznej o długości 1,6 km skonstruował Eric Laithwait w Wielkiej Brytanii.
W 1969 r. w Niemczech skonstruowano pierwsze pojazdy kolei magnetycznej generacji Transrapid, które, po modyfikacjach pozwoliły w połowie lat 1970-tych osiągnąć prędkość 400 km/h.
Pierwszą linię kolei przeznaczona do komercyjnego wykorzystania, opartą na technologii unoszenia elektrodynamicznego, otwarto w 1984 w Birmingham; pociągi osiągały prędkość maksymalnie 42 km/h (została zamknięta po 11 latach eksploatacji).
Drugą w świecie linię komercyjną kolei magnetycznej uruchomiono w 1989 r. w Berlinie (zamknięto ją po 2 latach eksploatacji).
W 2003 r. linię kolei magnetycznej otwarto w Szanghaju (kolej Maglev). Oparta ona została na rozwijanej w Niemczech technologii. Długość trasy wynosi 30,5 km, pokonywana jest ona w 7 minut i 20 sekund, a pociąg rozwija maksymalną prędkość 431 km/h (prędkość 350 km/h osiągana jest w ciągu 2 minut). Podczas testu 12 listopada 2003 r. pociąg na tej linii osiągnął maksymalną prędkość wynoszącą 501 km/h.
Linia testowa istnieje też w Niemczech (Transrapid, technologia unoszenia elektrodynamicznego) – zbudowana i eksploatowana jest przez konsorcjum Siemensa i ThyssenKrupp.
W 2003 r. w okolicy Nagoi otwarto, czynną do dziś, linię kolei magnetycznej opartej na technologii unoszenia elektrodynamicznego. Długość trasy wynosi około 8,9 km. Na tej linii osiągnięto, rekordową do dziś, prędkość 581 km/h.
Największe problemy hamujące rozwój kolei magnetycznej to: turbulencje występujące przy bardzo dużych prędkościach oraz ogromne koszty budowy, związane z nadprzewodnikami.

ŁÓDŹ PODWODNA:
Łodzie podwodne zdolne są do samodzielnego zanurzenia i wynurzenia oraz kontrolowanego pływania pod wodą.
Jednym z kluczowych zagadnień dla technologii pojazdów podwodnych jest regulowanie głębokości i wynurzanie. Rolę regulatora w tym zakresie spełniają wypełniane wodą zbiorniki balastowe. Ich działanie bazuje na prawie Archimedesa. Ale taki schemat wynurzania jest tylko uproszczonym modelem teoretycznym. W rzeczywistości wynurzenie za pomocą opróżnienia zbiorników balastowych stosowane jest wyłącznie w wypadkach awaryjnych. Natychmiastowe uzyskanie przez okręt dodatniej pływalności wywołane opróżnieniem zbiorników spowodowałoby zbyt szybkie wynurzanie, utratę kontroli nad okrętem i jego „wyskoczenie" ponad powierzchnię wody. W praktyce załogi wynurzają swoje jednostki unosząc je w górę za pomocą sterów głębokości, działających na zasadzie analogicznej jak stery wysokości w samolotach. W celu uzyskania siły nośnej, która zgodnie z zasadami dynamiki Newtona uniesie okręt w górę, podobnie jak w przypadku samolotów okręt musi poruszać się względem ośrodka, w którym się znajduje. Dopiero tuż pod samą powierzchnią – na głębokości peryskopowej –wydmuchuje się wodę ze zbiorników balastowych.
Obecnie stosowane są bardzo różnorodne napędy łodzi podwodnych. Klasycznym rozwiązaniem napędu jest silnik Diesla (na powierzchni) i silniki elektryczne (w zanurzeniu), które za pośrednictwem przekładni i wału napędowego powodują obrót śruby okrętowej.

Za prekursora budowy nowoczesnych okrętów podwodnych uznaje się Amerykanina Johna Hollanda, który w 1897 r. jako pierwszy skonstruował okręt podwodny z napędem silnikowym zarówno w położeniu nawodnym, jak i podwodnym.
„Ojcem nowoczesnych okrętów podwodnych" nazywany jest jednak inny Amerykanin: Simon Lake – konstruktor wielu typów okrętów i wynalazca sterów głębokości – kluczowych dla zanurzania, utrzymywania głębokości i wynurzania.
Największymi łodziami podwodnymi były rosyjskie okręty, zbudowane w latach zimnej wojny, typu Typhoon, które mogły przenosić nawet po 200 głowic jądrowych (znane m.in. z filmu „Polowanie na Czerwony Październik"). Na powierzchni wypierają 24 tysięcy ton, a zanurzone nawet 48 tysięcy ton.
Były to największe kiedykolwiek zbudowane okręty podwodne na świecie.
Miały napęd atomowy, tytanowy kadłub sztywny (a właściwie dwa równolegle ustawione do siebie kadłuby – strukturą swoją nawiązując do katamaranu), stalowy kadłub lekki z płytkami powłoki anechoicznej (tłumiącymi dźwięki z wnętrza okrętu oraz pochłaniającymi i rozpraszającymi fale dźwiękowe sonarów wrogich jednostek). Okręt ten miał 170 metrów długości i aż 23 metry szerokości.
Najbardziej jednak znaną, choć fikcyjną, łodzią podwodną jest „Nautilus – opisany w powieściach Juliusza Verne'a „Dwadzieścia tysięcy mil podmorskiej żeglugi" oraz „Tajemnicza wyspa" dowodzony przez kapitana Nemo. Juliusz Verne opisał elementy, które w przyszłości zostały zastosowane w realnych okrętach podwodnych, takie jak śluzy powietrzne, grodzie wodoszczelne, napęd elektryczny, podwójny kadłub.

Animacje, grafika:
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d-3d ilustrujące:
- budowę samochodu ilustrowanego przez model umieszczony na stanowisku,
- budowę kolei magnetycznej ilustrowanej przez model umieszczony na stanowisku,
- budowę okrętu podwodnego ilustrowanego przez model umieszczony na stanowisku

jako kontent dla monitorów z nakładkami dotykowymi [ts 2.59, ts 2.60, ts 2.61]. Poszczególne sekwencje animacji powinny być uruchamiane przy użyciu interfejsu graficznego.
Wymagana jest produkcja własna.

Wymagane są filmy z elementami animacji prezentujące:
- historię motoryzacji z uwzględnieniem historii produkcji modelu samochodu ilustrowanego przez model umieszczony na stanowisku,
- historię kolei magnetycznej,
- budowę żeglugi podwodnej z uwzględnieniem okrętu podwodnego ilustrowanego przez model umieszczony na stanowisku

jako kontent do prezentacji w formie projekcji zapętlonej z wykorzystaniem monitorów mn 2.37, mn 2.38, mn 2.39.
Łączny czas trwania animacji i filmu: ok. 15 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania.

Wahadło Foucault'a

Specjalne znaczenie dla osiągnięcia celów ekspozycji ma Wahadło Foucault'a – dostępne do obserwacji dla uczestników wszystkich trzech ścieżek zwiedzania – wyeksponowane w Chłodni – jeden z najbardziej okazałych i największy z eksponatów.

Cel:
Udowodnienie (pokazanie doświadczalne) przy wykorzystaniu wahadła Foucault'a, że Ziemia „nie stoi w miejscu", tylko cały czas się obraca.
Walor naukowo-dydaktyczny:
Wahadło Foucaulta demonstruje się zwykle wraz z przekazem informacji, że jego ruch jest dowodem na obrót Ziemi. Trudno jednak wyobrazić sobie jak to zjawisko przebiega naprawdę.

Budowa stanowiska – opis techniczny:
Stanowisko składa się z dwóch podstawowych elementów: stanowiska na posadzce oraz samego wahadła.
Wahadło licząc od górnej części, składa się z liny (drut stalowy prostowany na miejscu dostosowany do ciężaru kuli i ostrożnie zamontowany, można zamiennie zastosować linę o nierozkręcającym się splocie Φ2,00cm) zamocowanej na przegubie Cardana, zapewniającym łożyskowanie urządzenia. Do zawiesia wahadła jest przymocowana kula stalowa (możliwy inny metal), a jej waga na etapie ostatecznych testów prototypów ma zostać ustalona doświadczalnie.
Stanowisko, rzut z góry, to: współśrodkowe okręgi (największy o Φ610,00cm), z których, podając od najbardziej wewnętrznego, to:

- wzbudnica elektromagnetyczna (konstrukcja stalowa, profile bocheńskie), która po każdym pełnym wychyleniu wahadła będzie je wzbudzać, do wartości wyjściowych (optymalnych), przeciwdziałając oporom powietrza,
- elektromagnes mający swoją własną konstrukcję
- podest wzbudnicy (konglomerat, gr. 3,00cm, na konstrukcji, klejony do konstrukcji wzbudnicy).
- specjalnie wyprofilowany tor, po którym staczają się kulki pod kolejnym fragmentem konstrukcji, gdzie czekają, aż pracownik je z powrotem ustawi (raz dziennie).
- nachylony pod kątem (wyznaczonym doświadczalnie na etapie testów prototypów) pomost, na którym ustawiane są kulki, strącane w czasie pracy wahadła przez kulę. Pod „kieliszkami" – miejscem ustawienia kulek – znajdują się rurki szklane, w których zamontowane są diody led. Diody cały czas są włączone (diody led, zielone; jedna pod każdym stanowiskiem), których świecenie widać dopiero wtedy, kiedy kulka się stoczy ze swojego miejsca. Wypadnięcie kuli „z kieliszka" jest równocześnie sygnalizowane dźwiękiem dzwonka. Średnica (pomiędzy osiami poszczególnych kulek), to 360,00cm. Na całym okręgu znajduje się ich 90 szt., a każda spada co ≈20,00min. Same kulki spadają dopiero przy ruchu powrotnym wahadła, tocząc się po specjalnych płozach, ograniczających ich ruch do zaplanowanego.
- trap techniczny dla obsługi urządzenia, wraz z rewizjami do serwisowania urządzeń.
- całość stanowiska będzie otoczona barierką ze szkła (VSG, 120,00cm wys.)

Rysuneki koncepcyjne stanowiska: AR 69.1, 69.2 (Tom II: część rysunkowa).

Stanowisko zaopatrzone jest w:

1. tabliczkę informacyjną / instrukcję obsługi stanowiska,
2. monitor dotykowy z kontentem multimedialnym dotyczącym tematyki stanowiska.

Rysunek techniczny **tabliczki informacyjnej**: T.41: część rysunkowa, rys. AR 69a, 69b.
Tekst przeznaczony do umieszczenia na tabliczkę:
WAHADŁO FOUCAULT'A
„Przybądźcie i zobaczcie jak kręci się Ziemia" - Jean Bernard Léon Foucault.
Wahadło Foucaulta podczas swojego ruchu dociera do wszystkich punktów na obwodzie wyznaczonego okręgu, o czym świadczą kule strącone z podstaw. W przypadku

swobodnie poruszającego się wahadła, jedynym wytłumaczeniem tego zjawiska jest fakt, że Ziemia pod wahadłem się obraca.

INSTRUKCJA OBSŁUGI:

1. Dokonaj obserwacji zmiany wychylenia wahadła.
2. Przyjdź za 10, 20, 30 min. i powtórz obserwację. Czy widać różnicę?

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowiska:

- monitor LCD 21,5" z nakładką dotykową + komputer; 1 kpl., [ts 2.40].

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

WAHADŁO FOUCAULT'A

Prawa i zjawiska fizyko-chemiczne:

precesja, ruch obrotowy, wahadło

Komentarz podstawowy:

Wahadło Foucaulta dowodzi, że Ziemia się kręci, nie jest w spoczynku. Wychylone z położenia równowagi, waha się w określonej płaszczyźnie. Ponieważ Ziemia pod wahadłem się obraca, pojawia się ono w kolejnych położeniach, na oznaczonym okręgu.
Wahadło to, posiada dużą bezwładność, czyli innymi słowy: trudno jest wpłynąć na jego ruch czynnikom zewnętrznym, takim jak np. tarcie w punkcie zawieszenia czy opór powietrza. Są to czynniki, które sprawiają, że wahania mogłyby zanikać. Mimo wszystko, nawet przy takiej długości i masie wahadło przestanie się kiedyś poruszać. Aby tak się nie stało, podczas każdego z wahnięć jest ono w niewielkim stopniu pobudzane do drgań poprzez specjalny mechanizm, ale tylko w takim stopniu, aby zrekompensować straty energii powstałe w czasie pełnego wahnięcia.

Komentarz rozszerzony:

Okres drgań wahadła, czyli czas, po jakim wykona ono pełny obrót wynoszący 360° jest różny, zależnie od położenia na kuli Ziemskiej. Na biegunach jest najkrótszy i wynosi 1 dobę (dokładnie: 23 godz. i 56 min.), wydłuża się wraz z malejącą szerokością geograficzną, aby na równiku osiągnąć wartość nieskończoną, co oznacza, że nie da się tam nie zaobserwować jego obrotu. W Łodzi, pełny obrót będzie miał miejsce po czasie koło 30 godz. i 46 min. Czas pełnego obrotu można obliczyć w dowolnym miejscu na Ziemi stosując wzór: T = 23 godz. i 56 min. / sin(z); gdzie „z" to szerokość geograficzna danego miejsca (dla Łodzi z≈51,78333°). W czasie pełnego obrotu, strąconych zostanie 90 kul rozmieszczonych na okręgu o średnicy 360,00cm. Kolejne kule są zatem strącane co około 20 minut. Jeśli ruch wahadła obserwowano by z kosmosu, to zauważono by, że złożony ruch wahadła wynika nie tylko z jego drgań, ale również z obrotu planety. Ponieważ jednak obserwator znajduje się na powierzchni Ziemi i wraz z nią jest poruszany, to nie da się zauważyć ruchu Ziemi. Aby w tej sytuacji opisać wędrówkę wahadła, które z punktu widzenia obserwatora na Ziemi, wyraźnie podlega działaniu pewnej siły, używa się pojęcia „siły bezwładności". Można rozróżnić kilka rodzajów sił bezwładności - w tym przypadku jest to siła Coriolisa.

Zastosowanie praktyczne:

Siła Coriolisa powoduje, że na półkuli północnej płaszczyzna drgań wahadła obraca się w prawo, a na półkuli południowej w lewo. Efektu Coriolisa można doznać zawsze wtedy, gdy idzie się po powierzchni, która się obraca, a nie jest to łatwe zadanie. Siła Coriolisa wpływa na kierunek wiatrów wiejących na Ziemi, a nawet odpowiada za silniejsze podmywanie lewych lub prawych brzegów rzek, przez płynącą wodę.

Co więcej, nawet piloci i artylerzyści muszą brać na nią poprawkę, aby skutecznie wykonywać swoje zadania.

Ciekawostki, historia odkrycia:
Odkrywcą wpływu obrotu Ziemi na ruch wahadła jest Francuz Jean Bernard Léon Foucault. Do właściwych wniosków doprowadziły go eksperymenty z wahadłem o długości 2 m i masie 5 kg. Pierwszy pokaz dla szerokiej publiczności miał miejsce w paryskim Pantheonie, w 1851 r. Zastosowane wahadło miało długość 67 m i ciężar armatniej kuli - 28 kg.

Animacje, grafika:
Wymagana animacja lub prezentacja przygotowana łączoną techniką 2d – 3d ilustrująca zagadnienia poruszone w części opisowej – pokazanie w postaci schematu, w jaki sposób działa Wahadło Foucault'a.
Czas trwania animacji lub prezentacji: 20 sekund.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Strefa dla dzieci (poza dialogiem technicznym)

W budynku przygotować należy salę zabaw edukacyjnych dla dzieci – dla dwóch grup wiekowych: 3-6 lat i 7-12 lat. Strefa ta powinna zostać zaaranżowana w pomieszczeniu oznaczonym w dokumentacji projektowej wykonawczej nr 2N-0.31 na poziomie +/-0,00, o powierzchni użytkowej ok. 265,00m^2. Lokalizacja strefy – zaznaczona na schemacie zwiedzania rys. AR 06.2 (Tom II: część rysunkowa).
W strefie tej należy wydzielić:
- stanowisko informacyjno-kasowe,
- szatnię samoobsługową.

Szatnia samoobsługowa powinna być wyposażona w 4 szafki ubraniowe o wymiarach / parametrach technicznych:
Szafa wykonana z płyty meblowej. Wymiary szafki: 2790/1800-1900/490 mm (wszystkie wymiary: +/-15%). 18 schowków o wymiarach ok. 30/90 cm, z zamkami, bez uchwytów. Nóżki regulowane w ilości 6 sztuk, z możliwością regulacji od 5 do 20 cm. Szafki malowane na kolor RAL 9010.

Stanowisko informacyjno-kasowe powinno być wyposażone w:
- kasę biletową z oprogramowaniem, drukarka do biletów, drukarka fiskalna, komputer, monitor dotykowy – analogicznie jak stanowiska kasowe w Strefie Wejścia; kasa powinna być zintegrowana z systemem kasowym Strefy wejścia;
- ladę recepcyjno-kasową: mebel o wymiarach: 240,00cm (długość), 75,00 cm (szerokość), 75-115,00cm (wysokość) – wszystkie wymiary: +/-15%; wykonana ze szkła lakowego gr. 6 mm barwionego RAL 9003 i 7047 i 3020, szkła hartowanego gr. 8 mm, płyty MDF 18 mm lakierowanej RAL 9010;
- krzesła obrotowe na kółkach jezdnych samohamownych, z podłokietnikami: 2 szt.

W strefie tej osobno powinny być zgrupowane stanowiska i eksponaty dla dzieci w wieku 3-6 lat, osobno dla dzieci w wieku 7-12 lat.

Tematyka stanowisk nawiązywać powinna to tematyki prezentowanej na ścieżkach zwiedzania w CNiT, ale nie musi być to rygorystycznie przestrzegane: funkcja tej strefy, ze względu na wiek odbiorców, jest inna niż funkcja ścieżek zwiedzania.

Stanowiska i wyposażenie Strefy dla dzieci:

Podłoga interaktywna:
Wymagane są dwie animacje:
- „uciekające rybki”,
- „chlupiące kałuże”.

Dopuszcza się zmianę tematyki animacji: propozycja przed skierowaniem do postprodukcji musi uzyskać akceptację Zamawiającego.

Dla podłogi interaktywnej wymagany jest zintegrowany system multimedialny, w skład którego wchodzi komputer z zainstalowanym oprogramowaniem sterująco-zarządczym, kamera z napromiennikiem podczerwieni zintegrowane w ramach dedykowanej obudowy. Obudowa powinna pozwalać na zamontowanie i podwieszenie wszystkich komponentów, w tym także projektora, niezbędnego do prawidłowego działania systemu, w taki sposób, aby świecił on w pozycji poziomej, a obraz odbijał się od lustra, które skieruje go na podłogę.
System powinien pozwalać na wykrywanie ruchu w wyznaczonym polu, dzięki czemu użytkownik można wchodzić w interakcję z aplikacjami.

Minimalne wymagania techniczne komputera sterującego:

Komputer sterujący	Procesor powinien osiągać w teście wydajności PCMark Vantage FutureMark Corporation wynik min. 9000 pkt. lub w teście Primate Labs Geekbench min. 7000 pkt. Zintegrowany system chłodzenia: tak
Pamięć RAM	4096 MB DDR3
Płyta główna	Gniazda karty graficznej: D-Sub, DVI-D, HDMI
Karta graficzna	Karta graficzna powinna osiągać w teście wydajności PCMark Vantage FutureMark Corporation wynik min. 9000 pkt.
Zasilacz	Moc: nie mniej niż 430 W Zasilacz zgodny z "80 PLUS" BRONZE
Karta dźwiękowa	Zintegrowana
Dysk twardy	Typ dysku: SSD 2,5", SATA2 Pojemność: nie mniej niż 80GB
System operacyjny	Zgodny i bezkonfliktowy zastosowanymi przy realizacji nin. zadania oprogramowaniem i z siecią
Karta sieciowa	Zintegrowana
Karta TV	Typu WinFast VC100 lub równoważny Sposób podłączenia: USB min. 2.0
Inne parametry	Zintegrowany kontroler sprzętowy wspierający funkcję monitoringu komputera sterującego, spełniający następujące minimalne wymagania: - możliwość zdalnego monitoringu statusu komputera sterującego, - możliwość zdalnego włączania i wyłączania oraz resetowania komputera sterującego, - kontroler musi posiadać niezależne od komputera sterującego źródło zasilania, - kontroler musi mieć możliwości nadania mu indywidualnego adresu IP - kontroler musi stwarzać możliwość zarządzania komputerem sterującym z dowolnej lokalizacji znajdującej się w zasięgu dostępu do internetu.
Zintegrowane oprogramowanie	Wymagane jest zainstalowanie na komputerze programu klienckiego, który posiada następujące funkcje: - obsługi i odtwarzania animacji Adobe Flash (SWF) lub równoważnych

	- obsługa i odtwarzanie animacji C lub równoważnych; - obsługa i odtwarzanie takich formatów, jak: *.AVI, *.WMV, *.MOV, *.MKV, *.MP4, *.MPG, *.RVMB, *.JPG, *.PNG, *.BMP, *.GIF, *.FLV, pliki dźwiękowe *.MP3, *.WMA, *.WAV, *.OGG, *.FLAC, lub równoważnych - blokowanie dostępu do dysków; - blokowanie dostępu do pulpitu; - backup efektów na serwerze, odtworzenie stanu systemu po awarii; - blokowanie wyświetlania wyskakujących okien Wymagany jest dedykowany program zainstalowany na komputerze, który umożliwia skonfigurowanie systemu w sieci LAN, jak również na podpięcie systemu do centralnego systemu zarządzania.
Obudowa	Dedykowana obudowa wyposażona w system chłodzenia i umożliwiająca integrację projektora obsługującego system oraz lustra. Obudowa musi mieć możliwość bezpiecznego montażu do sufitu.

Minimalne wymagania techniczne kamery z napromiennikiem podczerwieni:

Czułość	0,01 LUX (bez sens-up)
Rodzaj kamery	Dualna (dzień/noc)
Stosunek sygnał/szum	52 dB
Zasilanie	DC 12V
Typ złącza	BNC
Zasięg napromiennika	50 m
Kąt świecenia napromiennika	90 stopni
Inne parametry	funkcja ATR kompensacja tła BLC detekcja ruchu wymienny obiektyw 3,6 mm menu ekranowe OSD balans bieli ATW/PUSH LOCK/ ANTI CR/ USER/ PUSH/ MANUAL

System Stołu Dotykowego:

Wymagany kontent: gra – zabawa polegająca na oszukiwaniu (dotykiem dłoni) „zagubionych na plaży": radioodbiornika, telefonu komórkowego, aparatu fotograficznego itp.

Wymagany zintegrowany system multimedialny, w skład którego wchodzi zintegrowany z komputerem sterującym ekran dotykowy. Całość zamknięta w bezpiecznej i wentylowanej obudowie.

System umożliwiać ma interakcję z aplikacjami za pomocą dotyku, a także działa w oparciu o rozpoznawanie znaczników 2D i przedmiotów.

Minimalne wymagania techniczne:

Rozmiar ekranu	nie mniejszy niż 40"
Natywna rozdzielczość ekranu	1920x1080
Ilość kolorów	nie mniej niż 16,7 mln

Kontrast	nie gorszy niż 2000:1
Jasność	nie mniej niż 300 cd/m²
Czas reakcji	8 ms
Wymagana funkcjonalność	- rozpoznawanie min. 50 punktów dotykowych jednocześnie (możliwość interakcji dla większej liczby osób naraz) - funkcja rozpoznawania znaczników 2D - funkcja rozpoznawania przedmiotów
Minimalne wymagania komputera sterującego	Procesor powinien osiągać w teście wydajności PCMark Vantage FutureMark Corporation wynik min. 8000 pkt. lub w teście Primate Labs Geekbench min. 6000 pkt. Karta graficzna powinna osiągać w teście wydajności PCMark Vantage FutureMark Corporation wynik min. 8000 pkt. Wbudowane głośniki o mocy nie gorszej niż 5W Minimalna liczba portów USB min. 2.0: 4 Zintegrowany router wi-fi Komputer wbudowany w ekran
Obudowa	- dedykowana, wykonana w zgodzie z ustaleniami z Zamawiającym - wykonana z aluminium - malowana proszkowo - wyposażona w samodzielny system chłodzenia - wymiarami i konstrukcją dostosowana do rozmiarów i wagi ekranu
Inne parametry	Zintegrowany kontroler sprzętowy wspierający funkcję monitoringu komputera sterującego, spełniający następujące minimalne wymagania: - możliwość zdalnego monitoringu statusu komputera sterującego, - możliwość zdalnego włączania i wyłączania oraz resetowania komputera sterującego, - kontroler musi posiadać niezależne od komputera sterującego źródło zasilania, - kontroler musi mieć możliwości nadania mu indywidualnego adresu IP - kontroler musi dawać możliwość zarządzania komputerem sterującym z dowolnej lokalizacji znajdującej się w zasięgu dostępu do internetu.
Zintegrowane oprogramowanie	Wymagane jest zainstalowanie na komputerze programu klienckiego, który posiada następujące funkcje: - obsługi i odtwarzania animacji Adobe® Flash (SWF) lub równoważnej; - obsługa i odtwarzanie animacji C lub równoważnych; - obsługa i odtwarzanie takich formatów, jak: *.AVI, *.WMV, *.MOV, *.MKV, *.MP4, *.MPG, *.RVMB, *.JPG, *.PNG, *.BMP, *.GIF, *.FLV, pliki dźwiękowe *.MP3, *.WMA, *.WAV, *.OGG, *.FLAC lub równoważnych, - blokowanie dostępu do dysków; - blokowanie dostępu do pulpitu; - backup efektów na serwerze, odtworzenie stanu systemu po awarii; - blokowanie wyświetlania wyskakujących okien Wymagany jest dedykowany program zainstalowany na komputerze, który umożliwia skonfigurowanie systemu w sieci LAN, jak również na podpięcie systemu do centralnego systemu zarządzania.

Krzywa wieża w Pizie:
Stanowisko przeznaczone dla najmłodszych dzieci. Zlokalizowane powinno być w miejscu bez lokalnego obniżenia.
Podstawowym elementem stanowiska jest wieżą o ściankach odchylonych lekko od pionu, ze schodkami zwieńczonymi wygrodzonym podestem. Wysokość podestu nie powinna być większa niż 2,00m. Schodki i podest powinny umożliwić poruszanie się 2-3 dzieci, których zadaniem będzie zrzucenie z podestu jednej z kolorowych piłek. Wieża i podest powinny być wykonane z płyt mdf i sklejki – pokrytych gąbką lub pianką. Wokół wieży powinna być wydzielona strefa bezpieczeństwa nie mniejsza niż 2,00m, wyłożona materiałem amortyzującym upadek. Piłki – lekkie, o zróżnicowanej wadze, wielkości i kolorze, wykonane z różnych miękkich materiałów. Obok wieży wyznaczone kolorem miejsce do którego należy skierować upuszczane piłki.
Zastosowane materiały wykończeniowe powinny mieć jasną, żywą kolorystykę.

Pole magnetyczne:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Na pulpicie podestu we wnęce przykrytej szkłem bezpiecznym umieścić należy ok. 150 małych kompasów w równych od siebie odległościach. Po podestu przytwierdzony powinien zostać sztabkowy magnes z wyraźnie zaznaczonymi biegunami (kolorem czerwonym biegun S, kolorem niebieskim biegun N), powleczony przeźroczystym tworzywem (aby uniknąć porysowania szyby). Użytkownik poruszając magnesem po powierzchni przeszklonej wnęki będzie mógł zaobserwować układ linii pola magnetycznego rozchodzącego się wokół magnesu sztabkowego.

Magnetyczny świat:
Podest stanowiska imitujący duży magnes podkowiasty, wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 380,00cm x 250,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Na podeście umieszczone różne nieskomplikowane modele wykorzystujące właściwości magnetyczne magnesów trwałych, elektromagnesy, tj.:

- okrągłe magnesy ferrytowe (każdy z dziurą) umieszczone (nawleczone) na jednym walcu (drewnianym lub wykonanym z rury aluminiowej przykręconej do pulpitu) w taki sposób, aby odpychały się wzajemni: N-S S-N N-S S-N; użytkownik przesuwając magnesy po walcu zobaczy ich odziaływanie;
- elektromagnes 1: stalowy pręt grubości ok. 10,00mm z cewką nawiniętą na pręt, cewka podłączona do źródła prądu (6/12 V), Użytkownik naciskając guzik włącza prąd – powstaje elektromagnes, za pomocą którego Użytkownik podnosi stalowe drobiazgi umieszczone na pulpicie w zagłębieniach;
- elektromagnes 2: aluminiowy pręt grubości ok. 10,00mm z cewką nawiniętą na pręt, cewka podłączona do źródła prądu (6/12 V), Użytkownik naciskając guzik włącza prąd – elektromagnes nie powstaje, Użytkownik nie może podnieść stalowych drobiazgów umieszczonych na pulpicie w zagłębieniach
- elektromagnes 3: miedziany pręt grubości ok. 10,00mm z cewką nawiniętą na pręt, cewka podłączona do źródła prądu (6/12 V); Użytkownik naciskając guzik włącza prąd – elektromagnes nie powstaje, Użytkownik nie może podnieść stalowych drobiazgów umieszczonych na pulpicie w zagłębieniach
- magnetyczny miś - silny magnes/-sy neodymowy/-e wbudowane w korpus lub inny fragment postaci misia uszatka (na postaci zaznaczone miejsce wbudowania magnesu i jego bieguny np. na brzuchu), obok w zagłębieniach znajdą się

pozostałe fragmenty (kompatybilne, pasujące) tej postaci, ale wykonane z różnych materiałów: drewno, stal, aluminium, szkło magnes ferrytowy i w zależności od materiału malowane w różnym kolorze – zadaniem Użytkownika jest zbudowanie całej postaci; Użytkownik musi wybrać takie materiały, które przyciągają magnes. Stanowisko powinno być zmultiplikowane, na pulpicie obok siebie może znajdować się kilka postaci np. przyjaciele Misia, tak aby dodatkową trudnością było dopasowanie odpowiednich elementów do konkretnej postaci. Alternatywą mogą być postacie z filmów produkowanych w studiu Se-ma-for w Łodzi.

Owocowa energia:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Na stanowisku można będzie utworzyć proste ogniwo elektryczne.
Na pulpicie umieszczone będę różne elektrody (wykonane z różnych materiałów: pręt zabudowany do połowy w osłonce drewnianej, na której naniesiona będzie nazwa materiału z jakiej wykonana jest elektroda; osłonki powinny być zróżnicowane kolorystycznie w zależności od rodzaju metalu) i naczynie z „owocowym" elektrolitem. Za pomocą prostego miernika zmierzyć będzie można wartość napięcia w elektrolicie – różną w zależności od zastosowania różnych elektrod.
Elektrolit umieszczony na być w naczyniu przymocowanym do blatu. Obok naczynia zostaną wyłożone owoce: jabłka, cytryna – pełniące również rolę elektrolitu w przeprowadzanym doświadczeniu.

Energia ze Słońca:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Na stanowisku owalne wydzielenie z pleksi: miniaturowego torowiska tramwajowego z modelem tramwaju. Przy torowisku zabudowana w blacie mała bateria słoneczna.
Nad torowiskiem: lampa.
Stanowisko zaopatrzone w lekką przesłonę w kształcie chmurki – umożliwiającej Użytkownikowi przesłonięcie baterii.
Na pulpicie zabudowany powinien być przycisk – uruchamiający jazdę tramwaju.
Model tramwaju, pobierając prąd z akumulatora, będzie się poruszał po torowisku. Po przysłonięciu baterii chmurką tramwaj powinien się zatrzymać; ponownie ruszy po odsłonięciu baterii i naciśnięciu guzika.

Indukcyjna zjeżdżalnia:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Do blatu pulpitu przymocowana dwustronnie (uchwyty ze stali nierdzewnej) rura pleksi średnicy 2,00-3,00cm – ze spadkiem. Wzdłuż rury zamontowane diody.
Stanowisko zaopatrzone w magnes („rulon" silnie namagnesowanych magnesów) – który po włożeniu do rury swobodnie przemieści się w dół.
Pod dolnym wylotem rury umieszczony wyścielany pojemnik – amortyzujący upadek magnesu.
Po włożeniu rulonu magnesów do rury i opuszczeniu go w kierunku spadku magnes, „zjeżdżając" spowoduje zapalanie się kolejnych diod.

Rulon magnesów powinien mieć zaznaczone bieguny. Opuszczany będzie raz jednym, raz drugim biegunem.
Dioda przepuszcza prąd elektryczny w jednym kierunku. Aby wykryć kierunek przepływu prądu przez zwojnicę podłączone zostaną do niej w każdym punkcie pary: dwie diody luminescencyjne o odmiennej barwie. Jedna z nich zaświeci gdy prąd popłynie w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, a druga gdy prąd płynie w kierunku przeciwnym.
Rulon magnesów przesuwając się przez zwojnicę wzbudzi w niej prąd indukcyjny, przy czym kierunek przepływu tego prądu zmienia się i dlatego w każdej zwojnicy zaświecą się obie diody. Gdy magnes wsuwał się będzie do zwojnicy pole magnetyczne przechodzące przez zwojnicę wzrośnie i wytworzony zostanie jest prąd elektryczny. Gdy magnes opuszczał będzie zwojnicę to pole magnetyczne przechodzące przez nią będzie maleć i zmieni się kierunek przepływu prądu indukcyjnego.
Kierunek przepływu prądu indukcyjnego zależy też od tego, który biegun magnesu wsunie się do zwojnicy jako pierwszy. Po obróceniu rulonu magnesów diody będą się zapalać w odwrotnej kolejności.

Działko elektromagnetyczne:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 60,00cm i wysokości 45,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest obciążony, o wzmocnionej konstrukcji; wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Do podestu przytwierdzona rura pleksi, średnicy 20,00-25,00 cm i wysokości 160,0-180,00cm. Wewnątrz rury na wspólnym rdzeniu osadzona zostanie cewka o dużej ilości zwojów i metalowy pierścień.
Na podeście zabudowany zostanie przycisk uruchamiający działko. Po naciśnięciu przycisku przez cewkę popłynie prąd; indukując w nim prąd. Wytworzone pole magnetyczne pierścienia, przeciwne do pole magnetycznego cewki, wyrzuci pierścień do góry.
Ze względu na głośną pracę urządzenia podstawa, na którą spadać będzie pierścień, powinna zostać wytłumiona gumą.

Nurek Kartezjusza 1:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Stanowisko wyposażone w butelki PET: wypełnione wodą, z pływającymi obciążonymi przedmiotami o różnych kształtach i formie (np. plankton i zwierzęta morskie).
Dziecko korzystające ze stanowisko powinno mieć możliwość, po naciśnięciu ścianek butelki, zaobserwowania „nurkowania" i „wynurzania się" zanurzonych w niej przedmiotów.

Nurek Kartezjusza 2:
Elementy instalacji: nurek wypełniony powietrzem z możliwością dopływu do niego cieczy, zbiornik z cieczą (szczelny przeźroczysty cylinder, z możliwością uzupełnienia płynu), metalowa dźwignia (ruch: góra – dół) umożliwiająca zmianę ciśnienia w zbiorniku. Instalacja powinna mieć wysokość nie mniejszą niż 150 cm, średnica walca zbiornika: 20-30 cm, podstawa obciążona w sposób zapewniający stabilność urządzenia, dźwignia umocowana na wysokości 60-70 cm nad poziomem posadzki. Ciecz – barwiona woda lub płyn dobrany przez projektanta na etapie projektowania. Nurek – wykonany z tworzywa, wyróżniający się barwą od cieczy w której jest zanurzony. Podstawa i inne metalowe elementy obudowy – stal nierdzewna. Cylinder – szkło gięte lub pleksiglas odporny na działanie UV. Elementy dodatkowe: pojemnik na ciecz (do uzupełniania zbiornika), zestaw do czyszczenia cylindra.

Instalację należy zaprojektować i wykonać tak, aby możliwe było jednocześnie zademonstrowanie działania obu tych sił. Na zanurzonego w cieczy nurka (zaleca się użycie kolorowej cieczy) działać będą jednocześnie: siła grawitacji (skierowana w dół) i siła wyporu (skierowana w górę). Wypadkowa tych sił, czyli ich różnica, określa kierunek ruchu nurka. Jeśli średnia gęstość nurka jest mniejsza od gęstości cieczy, to przeważa siła wyporu, utrzymując nurka w górnym położeniu (prawo Archimedesa). Instalacja powinna być zaopatrzona w dźwignię, po naciśnięciu której zwiększeniu ulegnie ciśnienie panujące w zbiorniku z cieczą (prawo Pascala), co spowoduje sprężenie powietrza w nurku (zmniejszenie objętości powietrza) i częściowe wypełnienie się nurka cieczą (w efekcie: stanie się on cięższy). Siła grawitacji, większa od siły wyporu, skieruje nurka w dół. Poprzez uniesienie dźwigni do góry otrzymujemy proces odwrotny.
Otwór, przez który woda wpływa do nurka podczas zanurzania powinien być zakończony skręceniem lub innym elementem umożliwiającym obrót nurka wokół jego własnej osi podczas zanurzania i wynurzania.

Naczynia połączone:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Na stanowisku ustawione butelki/naczynia (tworzywo sztuczne), połączone elastycznym przeźroczystym przewodem. Na wyposażeniu stanowiska: korek do zamykania butelki, podstawka.
Użytkownik powinien mieć możliwość zaobserwowania przepływu wody (lub braku takiego przepływu) z jednego naczynia do drugiego: przy różnej wysokości obu butelek, przy zamknięciu jednaj z nich korkiem.

Fontanna Pascala:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Stanowisko wyposażone w dwie butelki zamknięte korkiem, w którym osadzony jest lejek i rurka oraz w kuwetę (do gromadzenia rozlanej wody).
Użytkownik powinien mieć na stanowisku możliwość zaobserwowania Prawa Pascala. Pod wpływem dolewanej wody ciśnienie powietrza w obu połączonych butelkach będzie rosło i stanie się większe niż ciśnienie atmosferyczne. Nadciśnienie powietrza wypychać będzie wodę przez otworki w rurce tworząc wodotrysk.

Tornado:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Stanowisko wyposażone w butelki PET: połączone w pary szyjkami i wypełnione częściowo wodą.
Użytkownik powinien mieć możliwość zobaczenia zjawiska związanego z z**asadą zachowania momentu pędu. Po ustawieniu butelek tak,** aby butelka napełniona wodą była na górze i energicznym zakręceniu butelkami i wprawieniu wody w ruch wirowy prędkość wirowania wody będzie rosła w miarę zbliżania się do wylotu.

Fontanna Herona:

Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Stanowisko wyposażone w naczynia/butelki połączone elastycznym przewodem umożliwiającym przepływ wody z jednego naczynia do drugiego – w zależności od wysokości położenia lustra wody i wysokości słupa wody.
Wyloty naczyń – zakończone korkiem z perforowaną rurką.

Elektrownia wodna:
Stanowisko o wymiarach: 7,00m (długość) x 1,20m (szerokość) x 65,00cm (wysokość). Konstrukcja z profili stalowych, poszycie: blacha – stal nierdzewna.
Blat wyprofilowany w formę koryta rzeki, z przewężeniami w których osadzone są: koło nasiębierne, koło podsiębierne, turbina Kaplana – elementy zbudowane z klejonej pleksi i metalu. Poszczególne elementy powinny być wyposażone w mierniki wskazujące wydajność urządzenia (najmniejszą – w przypadku koła nasiębiernego, największą – w przypadku turbiny Kaplana).
Woda – w obiegu zamkniętym; zbiornik i instalacje oraz mechanizmy elektryczne zabudowane we wnętrzu podestu.
Na wyposażeniu stanowiska: woreczki z piaskiem do budowania przez Użytkowników tam w miejscach przewężeń koryta.
Stanowisko powinno być wyposażone w dostęp serwisowy do wszystkich elementów mechanicznych i instalacyjnych.

Wyścig z prądem:
Stanowisko zbudowane jest z naprzemianlegle ułożonych przewodników (z różnych metali) i izolatorów – zgodnie z rysunkiem koncepcyjnym załączonym do niniejszego opracowania. Przewodniki i izolatory „nawleczone" są na metalową konstrukcję (rurę) tworzącą załamania pod katem prostym. Widz przesuwa wzdłuż rury okrąg z detektorem i miernikiem, który przy zetknięciu z przewodnikiem „zbiera" punkty i je sumuje – im lepsze przewodzenie prądu przez dany metal tym większa liczba punktów. W przypadku dotknięcia izolatora traci się określona ilość punktów. Nie można powtarzać trasy. Zwycięzcą gry jest ten, kto po dotarciu do końca instalacji zbierze największa ilość punktów.

Prądnica:
Podest stanowiska wykonany z płyty mdf i sklejki, o wymiarach: 60,00cm x 90,00cm i wysokości 65,00cm (wszystkie wymiary: +/-15%), lakierowanej, kolory: czerwony i niebieski. Podest wyposażony powinien być w stopki z możliwością regulacji ich wysokości.
Do blatu podestu przymocowana mała prądnica: ramka z przewodnika elektrycznego umieszczona w polu magnetycznym. Użytkownik obracając ramką za pomocą korbki spowoduje umieszczoną w polu magnetycznym magnesu spowoduje zaświecenie się diod – podpiętych do stanowiska. Urządzenie ma być proste i łatwe w obsłudze.

Stos Volty:
Stanowisko do budowy stosu Volty powinno składać się z przygotowanych krążków miedzi, aluminium, statywów z tworzywa do spinania krążków w stosy z elektrodami na jednym końcu i filcowych krążków o średnicy zbliżonej do średnicy metalowych krążków. Na stanowisku powinna znajdować się misa lub butla z roztworem soli kuchennej do nasączania krążków filcu. Po zbudowaniu stosu będzie można go wpiąć do jednego z gniazd na pulpicie do sieci kilku zbudowanych na stałe stosów. Zabawa polegać będzie na zbudowaniu dwóch stosów i ich podłączaniu szeregowo i równolegle do już istniejących i

wbudowanych w stanowisko na stałe. Wpinając zbudowany stos będzie można zobaczyć na wyświetlaczu LCD różne wskazania woltomierza zamontowanego na stałe na pulpicie. Woltomierz powinien mieć drewnianą historyzującą obudowę.

Ogniwa elektrochemiczne:
Stanowisko powinno składać się z pulpitu do którego przykręcono blachy-elektrody wykonane z różnego typu metali. Elektrody powinny zostać podłączone (przewodami pod pulpitem) do woltomierza o dużym oporze wewnętrznym.
Doświadczenie polega na zamykaniu obiegu ogniwa elektrochemicznego składającego się z elektrod, na których w danej chwili zwiedzający kładzie dłonie. Obieg można będzie zamknąć kładąc ręce na elektrodach wykonanych z różnych metali. Elektrody powinny mieć kształt dłoni. W doświadczeniu może brać udział pojedyncza osoba lub grupa osób trzymająca się za ręce.

Lampa Aladyna:
Stanowisko powinno składać się z:
- zaciemnionego fragmentu ekspozycji (może to być np. ażurowy namiot turecki) o powierzchni ok. 4 m^2;
- wyposażenia namiotu, na który składają się: pulpit; reaktor szklany z mieszadłem magnetycznym – ustawiony na stalowym statywie przykręcanym do pulpitu; dwa przewody szklane doprowadzające substraty do reaktora; przewód doprowadzający przerywacz (substancję obojętną, która po zakończeniu świecenia wypłukuje produkty do szczelnego zbiornika kamionkowego); zbiornik kamionkowy na zlewki; cylindry ze szkła – umieszczone nad reaktorem z których substraty będą spływały do reaktora.

Stanowisko należy zaopatrzyć w bezbarwne substraty.
Wymagane są również ubstraty do substancji świecącej: w cylindrze nr roztwór 1-hydrazydu 3-aminoftalowego (luminol) w dwumetylosulfotlenku (CH3)2SO (DMSO); w cylindrze nr 2 – roztwór KOH w DMSO
Zwiedzający poprzez naciśniecie przycisku na pulpicie powinien móc otworzyć elektrozawory aby produkty w odpowiednich ilościach przedostały się do reaktora. Wymieszanie substancji w reaktorze spowodować ma intensywne świecenie.
Po tym jak świecenie zaniknie, po naciśnięciu odpowiedniego guzika na pulpicie przerywacz wypłukuje produkty reakcji i cały proces może być powtórzony.
Przy stanowisku mogą znajdować się dostępne w handlu latarki chemiczne.

Dodatkową atrakcją na ekspozycji będzie stanowisko: **Nagraj swój eksperyment.**
Zwiedzający trafia do pomieszczenia, w którym na półkach umieszczone są proste przedmioty mogące posłużyć do eksperymentów jak np. butelki pet, puszki itp. W pomieszczeniu znajdują się instrukcje jak wykonać dany eksperyment oraz instruktor. Zwiedzający przygotowuje się do eksperymentu, po czym podchodzi do stolika, na którym wykonuje eksperyment uruchamiając kolejno guziki startujące kamerę: nagrywanie – przedstaw się i powiedz jaki eksperyment zaprezentujesz, nagrywanie – eksperyment, nagrywanie – wnioski z eksperymentu. Autor widzi na ekranie upływający czas w poszczególnych trybach nagrania np.: 5s, 30s, 20s. Po zakończeniu nagrywania wniosków komputer montuje materiał filmowy i odtwarza na ekranie z właściwymi wstawkami typu logo EC1, tytuł filmu, poszczególne etapy eksperymentu, napisy końcowe. Zwiedzający ma również możliwość skopiowania swojego filmu na własny nośnik danych.

Dodatkową atrakcją powinien być pokaz: **Balon na ogrzane powietrze.**
Działanie modelu: zwiedzający naciska guzik, do balonu wprowadzane jest ogrzane powietrze w wyniku czego balon się unosi na wysokość kilku metrów. W wyniku samoczynnego ochłodzenia powietrza balon opada. Dookoła balonu, w jego dolnej części,

znajduje się folia termoczuła o szerokości ok. 20 cm, która odbarwia się pod wpływem temperatury.

Ścieżka 3: Mikroświat – Makroświat

Zasadnicza część 3. ścieżki zwiedzania „Mikroświat – Makroświat" usytuowana jest na kondygnacjach +13,96 i +16,87. Na poziomie +13,96 urządzona powinna zostać strefa związana z mikroświatem, a na poziomie +16,87 urządzona powinna zostać strefa dotycząca makroświata. Strefa „Makroświat" na poziomie +16,87 powinna być zaaranżowana w dwóch osobnych podstrefach: w Maszynowni i w Chłodni.
W ramach 3. ścieżki zwiedzania przewidziany jest także pobyt w kinie 2d-3d na poziomie +7,50, pobyt w symulatorze na poziomie +10,50 oraz wizyta w Chłodni, gdzie zamontowane jest wahadło Foucault'a.
Schemat zwiedzania ścieżki 3: „Mikroświat - Makroświat" pokazany jest na rysunku: AR 05 (Tom II: część rysunkowa). Schemat rozmieszczania modeli i instalacji interaktywnych, multimediów oraz wybranych elementów aranżacyjnych na tej ścieżce zilustrowany jest na rysunkach: AR 10, AR 11, AR 12, AR 18, AR 19, AR 25 (Tom II: część rysunkowa).

Podstawowym założeniem scenariusza ścieżki „Mikroświat - Makroświat" jest prezentacja obiektów i zjawisk, które, ze względu na swą skalę i właściwości, nie są możliwe do naocznego poznania i przekraczają granice poznania intuicyjnego. Pokazane na niej powinny też zostać implementacje do techniki i do życia codziennego wyników badań mikroświata i eksploracji kosmosu.

Ścieżka „Mikroświat - Makroświat" powinna być z jednej strony odmienną w swoim charakterze od ścieżki pierwszej i drugiej, ale z drugiej strony powinna stanowić ich uzupełnienie. Badania mikro i makroświata są mocno osadzone w historii nauk ścisłych i przyrodniczych i z tego powodu zlokalizowanie takiej tematyki na ekspozycji obok zagadnień związanych z szeroko rozumianą energią oraz historią wiedzy i cywilizacji jest naturalne i często spotykane w centrach nauki.
Ścieżka nie powinna być „kopią" innych ekspozycji związanych z eksploracją kosmosu. Ma mieć zindywidualizowany charakter tak pod względem treści merytorycznych, jak i form prezentacji.

Naturalną konsekwencją określonej dla ścieżki tematyki, której poznanie często jest sprzeczne z doświadczeniem i intuicją, jest pokazanie świata istniejącego w wymiarach „mikro" i „makro" przy wykorzystaniu najnowszych technologii multimedialnych. Przetwarzany lub generowany cyfrowo obraz i dźwięk jest doskonałym uzupełnieniem tradycyjnych środków przekazu wiedzy: ułatwia zrozumienie, pobudza wyobraźnię i wywołuje, co bardzo ważne, pozytywne nastawienie poznawcze.

Ścieżka powinna zostać zaaranżowana z wykorzystaniem modeli fizycznych, makiet, replik oraz treści multimedialnych. Sprzęt i urządzenia audiowizualne powinny być jednym z podstawowych nośników treści: zarówno tekstowych, jak i wizualnych oraz audytywnych. Komentarz do makiet, modeli i replik dostępny będzie z poziomu graficznego interfejsu. Każde teoretyczne zagadnienie powinno być zilustrowane prezentacją, animacją lub filmem. Jak największa część animacji powinna zostać wykonana łączoną techniką 2d-3d. Animacje nie mogą powielać się na różnych stanowiskach: ta sama animacja powinna być dostępna z poziomu użytkownika tylko w jednym miejscu.
Makiety, modele, repliki należy wykonać z troską o detale, korzystając z ogólnodostępnej dokumentacji technicznej.

Niniejszy podrozdział zawiera warstwę tekstową materiałów naukowo-dydaktycznych i popularyzatorskich, którą należy wykorzystać do przygotowania prezentacji, animacji i filmów, lub zawiera wytyczne do jej przygotowania.
Niniejszy podrozdział zawiera także wytyczne do przygotowania materiałów audiowizualnych. Pozostałe wytyczne zamieszczone zostały w Rozdziale 6 niniejszego Opracowania.
Elementy aranżacyjne i scenograficzne, do wykonania których zobowiązany jest Wykonawca ekspozycji, opisane zostały w niniejszym podrozdziale przy opisie poszczególnych stanowisk oraz w Rozdziale 3 niniejszego Opracowania.

STREFA MIKROŚWIAT
Poziom +13,96:
Cele:
Demonstracja kwarkowej budowy materii.
Demonstracja budowy jader atomowych.
Demonstracja budowy atomu i cząsteczki.
Demonstracja własności struktur krystalicznych.

Walory naukowo-dydaktyczne:
Poznanie struktury, praw i procesów cząstek elementarnych, atomów, pierwiastków i praktycznego wykorzystania tej wiedzy.
Budowa, prawa i zjawiska fizyczne na poziomie cząstek elementarnych i atomów wymykają się intuicyjnemu poznaniu i są trudne do zrozumienia. Nanotechnologie mają równocześnie coraz większe znaczenie dla życia codziennego. Zrozumienie właściwości innowacyjnych technologii i materiałów jest kluczowe dla zrozumienia współczesnego świata.

Cała strefa zostanie zaaranżowana w przestrzeni wydzielonej wielkogabarytowym ażurowym wielobokiem – nawiązującym swoją formą do modelu wiązań cząsteczkowych. Wytyczne do wykonania tego elementu oraz wytyczne do **aranżacji i scenografii** strefy – opisane zostały w Rozdziale 3 niniejszego Opracowania.

Sprzęt i urządzenia AV przeznaczone dla stanowisk: 4 grupy monitorów LCD 32'' z nakładkami dotykowymi oraz dwa stoły multimedialne (wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania; opis wytycznych i wymagań oraz funkcjonalności oprogramowania – Rozdział 6 niniejszego Opracowania).

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Kwarki – najmniejsze znane cząstki elementarne:

a) <u>kwarki i leptony: najmniejsze znane cząstki elementarne:</u>

Według obecnej wiedzy najmniejszym i niepodzielnymi elementami, z których zbudowana jest cała materia (cząstkami elementarnymi) są kwarki i leptony. Z nich zbudowane są wszystkie inne cząstki.
Kwarki, różnego rodzaju, są składnikami protonów i neutronów. Najbardziej znanym leptonem jest elektron.
Odpowiednie kombinacje kwarków i leptonów tworzą atom. Z atomów „zbudować można" dowolny rodzaj materii we Wszechświecie.
Kwarki nie występują samodzielnie, w przeciwieństwie do leptonów.
Kwarkom towarzyszą antykwarki (antycząstki).

b) <u>ładunek elektryczny kwarków:</u>

Jedną z podstawowych cech materii jest oddziaływanie elektromagnetyczne ciał obdarzonych ładunkiem elektrycznym. Podstawową cechą ładunków elektrycznych jest zdolność oddziaływania z innymi ładunkami, a także wytwarzania pól elektrycznego i magnetycznego, oraz oddziaływania z nimi. Protonowi przypisano dodatni ładunek elektryczny, a elektronowi ujemny.

Kwarki są nietypowe pod względem ładunku, gdyż posiadają ułamkowy ładunek elektryczny: 2/3 albo -1/3, w przeciwieństwie do elektronu (ładunek -1) czy protonu (ładunek +1). Protony i neutrony są zbudowane z dwóch typów kwarków – górnego i dolnego. Kwark górny ma ładunek 2/3, a kwark dolny ładunek −1/3. Neutron zbudowany jest z dwóch kwarków dolnych i jednego górnego.

c) <u>kolor, zapach, rodziny kwarków:</u>

Kwarki mają ładunek, który nie jest ładunkiem elektromagnetycznym – jest to ładunek kolorowy. Kolor to liczba kwantowa wprowadzona po to, by rozróżnić kwarki znajdujące się w tym samym stanie spinowym – termin ten nie ma nic wspólnego ze „zwykłymi" kolorami, jakie widzimy.

Wszystkie kwarki są fermionami, co oznacza, że mają spin połówkowy. Spin to moment własny pędu cząstki w układzie, w którym nie wykonuje ona ruchu postępowego. „Własny" – to znaczy taki, który nie wynika z ruchu danej cząstki względem innych cząstek, lecz tylko z samej natury tej cząstki. Spin jest terminem związanym z mechaniką kwantową. Zgodnie z regułą Pauliego: w danym stanie kwantowym może znajdować się jeden fermion – kwarki są fermionami i podlegają tej regule.

Każdy kwark przenosi ładunek koloru o jednej z możliwych wartości: czerwony, zielony lub niebieski. Kolory nie są przyporządkowane do pojedynczych kwarków w sposób stały, ponieważ między kwarkami zachodzi wymiana kolorów (w oddziaływaniach silnych: za pośrednictwem gluonów).

Każdy antykwark przenosi z kolei antykolor i może to być odpowiednio: antyczerwony, antyzielony lub antyniebieski.

Wszystkie kwarki opisywane są przez zestaw charakterystycznych wielkości, zwanych liczbami kwantowymi. Jedną z nich jest zapach. Istnieje sześć rodzajów kwarków o odmiennych zapachach: u (górny - up), d (dolny - down), s (dziwny - strange), c (powabny - charm), b (spodni - bottom lub piękny - beauty) oraz t (prawdziwy - true lub szczytowy - top).

Każdy zapach (u, d, s, c, b, t) kwarka występuje w trzech różnych kolorach (czerwony, zielony, niebieski).

Kwarki i leptony zostały podzielone na trzy rodziny (generacje):

KWARKI		*LEPTONY*	
PIERWSZA RODZINA			
ładunek +2/3 *górny*	*ładunek -1/3* *dolny*	*ładunek 0* *neutrino elektronowe*	*ładunek -1* *elektron*
DRUGA RODZINA			
powabny	*dziwny*	*neutrino mionowe*	*mion*
TRZECIA RODZINA			
szczytowy	*spodni*	*neutrino taonowe*	*taon*

Kolejne rodziny cząstek elementarnych różnią się od siebie tym, że są coraz cięższe. Cały istniejący wokół nas stabilny świat zbudowany jest z cząstek pierwszej rodziny. Cząstki pozostałych rodzin są nietrwałe i bardzo szybko się rozpadają: wytwarzane się je w labolatoriach.

Stosuje się również inny podział kwarków, na dwie grupy:

- *kwarki lekkie: u (górny), d (dolny), s (dziwny)*
- *kwarki ciężkie: c (powabny), b (spodni) oraz t (prawdziwy).*

Mnogość odkrytych rodzajów kwarków i leptonów może wskazywać, że także kwarki i leptony mogą mieć wewnętrzną strukturę, której jeszcze nie odkryliśmy.

d) <u>oddziaływania silne i asymptotyczna swoboda:</u>

Fizyka wyróżnia we wszechświecie cztery tzw. oddziaływania podstawowe: oddziaływanie grawitacyjne, oddziaływanie elektromagnetyczne, oddziaływanie słabe, oddziaływanie silne.
Stosukowo dobrze nauka opisuje i wyjaśnia dwa z nich: grawitację i elektromagnetyzm. Mniej znane są oddziaływania jądrowe: silne i słabe.
Kwarki, podobnie jak antykwarki, oddziałują silnie. Kwarki w hadrony łączą oddziaływania silne – najsilniejsze ze wszystkich oddziaływań podstawowych.
Oddziaływanie silne zachodzi pomiędzy dwoma kwarkami poprzez wymianę gluonów. Podczas oddziaływania silnego kwarki zmieniają swój kolor.
Siła i energia oddziaływań silnych rośnie wraz ze wzrostem odległości między kwarkami. Jeśli odległość/energia stanie się wystarczająco duża, mogą powstać nowe kwarki.
Silne oddziaływania jądrowe zachodzą tylko na bardzo małych odległościach. Kwarki oddziałują ze sobą siłą, która jest proporcjonalna do odległości między nimi. Oddziaływania silne między kwarkami są tym słabsze, im większą mają one energię. Ten efekt zwany jest "asymptotyczną swobodą silnych oddziaływań". W odróżnieniu od innych sił które znamy, oddziaływania silne nie maleją wraz ze wzrostem odległości, ale rosną. Kwarki położone stosunkowo blisko siebie oddziaływują stosunkowo słabo, jednak „wyrwanie" kwarku z nukleonu wymaga nieskończonej energii - jest zatem niemożliwe.
Cechą kwarków jest to, że nie występują one jako cząstki swobodne i nie da się ich oderwać i odizolować. Kwarki występują tylko w układach złożonych (hadronach – protonach, neutronach).
Za odkrycie asymptotycznej swobody w teorii silnych oddziaływań Nagrodę Nobla z dziedziny fizyki w 2004 r. otrzymali: David Gross, David Politzer i Frank Wilczek.

e) <u>gluony:</u>

Kleiwem kwarków są gluony. Oddziaływanie silne zachodzi pomiędzy dwoma kwarkami poprzez wymianę gluonów – przenoszących jednocześnie ładunki kolorowe i antykolorowe. Gluony nie mają masy i nie mają ładunku elektrycznego. Gluony mają własny kolor. Gluony, choć nie mają masy, to potrafią oddziaływać same ze sobą, ale ten obszar obszar oddziaływań jest bardzo mały. Wymiana gluonów pomiędzy kwarkami w hadronie (nazywana silnym oddziaływaniem jądrowym) wiąże kwarki w nierozerwalną całość.
Główną różnicą pomiędzy oddziaływaniami elektromagnetycznymi i silnymi jest to, że cząstki przenoszące silne oddziaływania (gluony) same niosą ładunek kolorowy. Fotony natomiast nie niosą ładunku.

f) <u>hadrony - grupy kwarków:</u>

Cechą kwarków jest to, że nie występują one jako cząstki swobodne i nie da się ich wyizolować. Kwarki łączą się w grupy – hadrony, np.:

- *mezon – to układ złożony z kwarka i antykwarka posiadającego odpowiedni w stosunku do kwarka antykolor;*
- *barion – to układ kwarków: czerwonego, zielonego i niebieskiego; bariony posiadają trzy tzw. kwarki walencyjne (nazwane tak przez analogię do elektronów walencyjnych atomów. Odpowiadają one za właściwości cząstki, tak jak elektrony walencyjne odpowiadają za właściwości chemiczne atomu);*
- *pentakwarki – to hipotetyczny układ pięciu kwarków: trzech różnokolorowych kwarków i pary kwark-antykwark;*
- *dibariony – to hipotetyczny układ sześciu kwarków.*

g) materia dziwna:

Trzeci kwark postulowny przez Gell-Manna i Zweiga - kwark dziwny (s) wyjaśnia istnienie cząstek dziwnych.
Przypuszcza się, że z cząstek zawierających kwark s (dziwny) zbudowana jest bardzo gęsta materia występująca we wnętrzu bardzo masywnych gwiazd neutronowych. Gwiazdę neutronową porównuje się więc czasem do gigantycznego jądra atomowego. Materia jest w niej upakowana niezwykle gęsto: gwiazda o masie zbliżonej do masy Słońca ma średnicę zaledwie 12-24 km. W pewnych modelach teoretycznych materia jądrowa w gwieździe pod wpływem dostatecznie dużego ciśnienia pochodzącego od grawitacji gwiazdy może ulec dezintegracji: nukleony przejdą do nowego stanu skupienia – plazmy kwarkowo-gluonowej. Kwarki dolne (u) miałyby wtedy przekształcić się w kwarki dziwne (s). Taka substancja składająca się z trzech typów kwarków: dolnego i górnego (oba tworzą ziemską materię) oraz dziwnego (nie występującego w ziemskiej materii, ale rozpoznanego w hiperonach – nietrwałych cząstkach uzyskanych w laboratoriach) została nazwana „materią dziwną".

h) historia odkrycia kwarków:

Hipotezę istnienia kwarków jako elementarnych składników materii wysunęli niezależnie od siebie Murray Gell-Mann i George Zweig w 1964 r. Początkowo teoria ta nie znalazła uznania wśród naukowców. Po skonstruowaniu nowych akceleratorów fizycy doświadczalni mogli sprawdzić ją zweryfikować analizując rozpraszanie elektronów o bardzo dużej energii na protonach.
Istnienie kwarków potwierdzono w 1968 r. podczas eksperymentów z głęboko nieelastycznym rozpraszaniem elektronów w Centrum Liniowego Akceleratora Stanforda. Przy mniejszych energiach elektrony odbijały się od protonu tak, jakby był on jednorodną elastyczną kulką. Po zwiększeniu energii zderzeń, gdy długość fali elektronów stała się mniejsza od rozmiarów protonu, elektrony zaczęły rozpraszać się w taki sposób, jakby zderzały się z punktowymi obiektami wewnątrz protonu. Gdyby ładunek wewnątrz protonu był rozłożony równomiernie, elektrony powinny rozpraszać się pod niewielkimi kątami. Jako wyniki zderzeń uzyskano nadspodziewanie dużo rozproszeń pod dużymi kątami. W podobny sposób, bombardując cząstkami alfa atomy złota, Ernst Rutherford odkrył w 1909 r. wewnętrzną strukturę atomu (i istnienie jądra atomowego).
Za sformułowanie modelu kwarków Nagrodę Nobla w 1969 r. otrzymał Murray Gell-Mann.
Za potwierdzenie doświadczalne istnienia kwarków Nagrodą Nobla w 1990 r. przyznano dla H.W. Kendalla, J.I. Friedmana i R.E. Taylora.

i) techniki badań cząstek elementarnych:

Badanie cząstek elementarnych o niezwykle małych rozmiarach możliwe jest m.in. dzięki akceleratorom – urządzeniom służącym do przyspieszania cząstek lub jonów do prędkości bliskich prędkości światła. Zderzanie z sobą cząstek elementarnych umożliwia poznanie własności cząstek i reakcji jądrowych. Cząstki obdarzone ładunkiem elektrycznym przyspieszane są w polu elektrycznym. Do skupienia cząstek w wiązkę oraz do nadania im odpowiedniego kierunku używa się pola magnetycznego lub elektrycznego.
Największy i najnowocześniejszy na świeci akcelerator cząstek (hadronów) – Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) – zbudowany został w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych CERN koło Genewy: na pograniczu szwajcarsko-francuskim. Jego tunel, wybudowany od 75 do 175 metrów pod ziemią ma 27 km długości.
Do jednych z najważniejszych akceleratorów cząstek należą:

- *Centrum Liniowego Akceleratora Stanforda SLAC – położony w Palo Alto w Kalifornii (USA),*
- *Fermilab – Państwowe Laboratorium Przyśpieszania Cząstek Elementarnych im. E. Fermiego – położony w Batavii koło Chicago (USA),*
- *DESY – na terenie laboratorium DESY w Hamburgu (Niemcy).*

Kontent przeznaczony jest dla multimediów – 4 monitorów LCD 32'' z nakładkami dotykowymi [ts 3.01, ts. 3.02, ts 3.03, ts 3.04]. Poszczególne, w/w tematy, Wykonawca

może umieścić dowolnie na monitorach, ale zalecana jest kolejność tematyki podana powyżej. Każdy temat powinien być zilustrowany animacją. Zilustrować należy przede wszystkim: strukturę atomu, strukturę protonu, oddziaływania silne, pętlę glonową, swobodę asymptotyczną, eksperymenty w SLAC, postacie związane z historią odkryć kwarków i badaniami nad kwarkami (w tym noblistów). Za wyjątkiem historii odkrycia kwarków, który może być pokazana w 2d, pozostałe animacje powinny być wykonane w łączonej technice 2d – 3d. Łączny czas animacji: nie mniej niż 10 minut.
Poza animacjami wymagany jest materiał filmowy fabularyzowany prezentujący działanie współczesnych akceleratorów. Wymagane są minimum 2 sekwencje – każda ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Budowa atomu. Jądra atomów. Orbity elektronowe:

a) ruchy Browna – inspiracja dla modeli korpuskularnych:

Ruchy Browna to nieregularne, przypadkowe, chaotyczne ruchy (drgania) małych drobin pyłu zawieszonych w cieczy. Dostrzegł je W 1827 r. biolog Robert Brown obserwując pod mikroskopem pyłki kwiatowe w zawiesinie wodnej. Ruchy te wydawały się samorzutne – „bez powodu". Nieustanne ruchy przypominały swoiste „perpetuum mobile" i wzbudziły duże zainteresowanie fizyków.
Interpretacją ruchów Browna zajmowali się m.in. Albert Einstein i Marian Smoluchowski. Dowiedli oni, Einstein w 1905 r., a Smoluchowski w 1906 r., że ruchy Browna można wytłumaczyć jako efekty zderzeń cząstek cieczy z drobinami pyłku. Doświadczalne potwierdzenie wyjaśnień Einsteina i Smoluchowskiego ugruntowało w świecie naukowym przekonanie o realnym istnieniu atomów.
Ze względu na rozmiary (rozmiar typowej cząsteczki jest rzędu nanometra /czyli ok. 10^{-9}m) Brown nie mógł zobaczyć cząstek wody: największy obiekt możliwy do zobaczenia pod mikroskopem optycznym jest ok. tysiąca razy większy niż typowa molekuła.
Ruchy Browna wykazują wszystkie mikroskopijne cząstki zawieszone w płynach (gazach lub cieczach). Cząsteczki poruszają się ciągle, ich ruch nie słabnie, a prędkość ruchu jest większa dla mniejszych cząstek i dla wyższej temperatury.

b) model budowy atomu Thomsona:

Idea, że materia jest „ziarnista" sięga czasów starożytnych. Pogląd taki wyznawał np. Demokryt (a na odmiennym stanowisku stał np. Arystoteles, który uważał, że materia jest ciągła i można ją w nieskończoność dzielić na coraz mniejsze części). Najmniejsze cząstki materii, z których zbudowane jest wszystko co materialne, a których nie można podzielić, nazwano atomami (atom – gr.: niepodzielny).
Doświadczalnie idea Demokryta została potwierdzono dopiero w 1803 r., kiedy to John Dalton stwierdził na podstawie przeprowadzonych badań, że związki chemiczne zawsze łączą się w określonych proporcjach.
Kolejnych teoretycznych dowodów na istnienie atomów dostarczyły naukowe wyjaśnienia ruchów Browna opracowane przez Einsteina i Smoluchowskiego.
Jednocześnie przypuszczano, że atomy są jednak podzielne. Wykazał to już Joseph John Thomson, który dowiódł podczas badań nad właściwościami promieniowania katodowego, że istnieją ujemnie naładowane cząstki o masie mniejszej niż jedna tysięczna masy najlżejszego atomu. Przeprowadził on doświadczenie z użyciem aparatury przypominającej kineskop: rozgrzany do wysokiej temperatury drut emitował elektrony, które, jako cząstki z ujemnym ładunkiem elektrycznym, przyspieszane w polu elektrycznym uderzały w pokryty fosforem ekran, który pod wpływem tych uderzeń emitował błyski światła. Thomson założył, że elektrony te pochodzą z wnętrza atomu, a promieniowanie katodowe jest strumieniem cząstek o ładunku ujemnym.
Thomson sformułował teoretyczny model budowy atomu oparty na założeniu, że atom ma strukturę jednorodnej, naładowanej dodatnio „kuli", w której równomiernie są rozłożone ujemnie naładowane elektrony (ułożone w kuli jak rodzynki w cieście).

c) model budowy atomu Rutherforda:

Stopniowo atom coraz powszechniej przestawał być uznawany za najmniejszy element materii. Tego, że atom ma jednak wewnętrzna strukturę, dowiódł Ernest Rutherford. W 1909 r. Rutherford wraz z Hansem Geigerem i Ernestem Marsdenem przeprowadził eksperyment z „bombardowaniem" cienkiej folii złota cząstkami alfa. Folia złota, którą Rutherford bombardował cząsteczkami alfa, miała grubość ok. 10^{-7m} – co odpowiada około czterystu warstwom atomów złota. Prędkość cząstek alfa wynosi, dla cząstki o energii 5,5 MeV, około 15 tysięcy km/s. Źródłem cząstek alfa wykorzystanych w doświadczeniu Rutherforda był pierwiastek polon ^{214}Po.
Gdyby model budowy atomu Thomsona był prawdziwy, to cząstki alfa powinny przeniknąć bez większych przeszkód przez folię, a tor ruchu cząstki alfa w wyniku zderzenia z atomem złota uległby małemu odchyleniu. W wyniku przeprowadzonego eksperymentu stwierdzono jednak, że tor ruchu części (zbyt wielu) cząstek alfa ulega jednak znacznie większym odchyleniom niż oczekiwano, a niektóre, po odbiciu, nawet wróciły do źródła promieniowania. Oznaczało to, że atom nie ma jednorodnej struktury: ma wyraźny, skoncentrowany ośrodek o relatywnie dużej masie naładowany dodatnio – jądro atomowe (Rutherford nazwał ten ośrodek „ładunkiem centralnym"). Ponieważ duża ilość cząstek przenikała przez folię prawie bez zakłóceń, dodatni ośrodek musiał być odpowiednio mały w porównaniu do wymiarów atomu. Rutherford wyciągnął z eksperymentów wniosek, że poza niewielkim, dodatnio naładowanym „ładunkiem centralnym", wewnątrz atomu przeważają pustki, a dopiero w znacznej, jak na wymiary atomu, odległości od jądra rozmieszczone są ładunki ujemne – elektrony (odkryte wcześniej przez Thomsona). Jądro (pojedynczy proton) jest tak ciężkie, że środek masy pokrywa się ze środkiem protonu.
Rutherford uznał, że, aby ujemnie naładowane elektrony i dodatnie naładowane jądro atomowe w wyniku przyciągania nie „spadły" na siebie pod wpływem oddziaływania kulombowskiego, elektrony muszą być w ciągłym ruchu orbitalnym wokół jądra.
Taki model budowy atomu nasuwał skojarzenia z układem planetarnym. Wyniki analiz przeprowadzonych eksperymentów oraz nowy „planetarny" model atomu Rutherford publicznie zaprezentował w 1911 r. i ten rok uznawany jest za datę odkrycie jądra atomowego.

d) <u>model budowy atomu Bohra i założenia kwantowe:</u>

Model budowy atomu Rutherforda nie wyjaśniał dostatecznie stabilności atomów. Alby usunąć jego mankamenty Niels Bohr zmodyfikował go: wykorzystując prawa fizyki klasycznej (ruch po okręgu) Bohr wprowadził założenia kwantowe, które nie mieściły się w fizyce klasycznej. Bohr przyjął, za Rutherfordem, że wokół jądra atomu krąży elektron przyciągany przez jądro. Ale, zamiast nieskończonej liczby orbit (dozwolonych z punktu widzenia mechaniki klasycznej), Bohr uznał, że elektron może poruszać się tylko po pewnych dozwolonych orbitach zwanych stabilnymi (stacjonarnymi). Krążąc po tych orbitach elektron doznaje wprawdzie przyspieszenia, ale nie emituje promieniowania (jego całkowita energia pozostaje stała). Promieniowanie jest emitowane tylko wówczas, gdy elektron skokowo zmienia orbitę. Podczas zmiany orbity, której towarzyszy zmiana energii elektronu, atom emituje foton. Energia fotonu równa jest różnicy między energiami elektronu na tych orbitach.
W modelu Bohra orbitalny moment pędu elektronu jest skwantowany: musi być całkowitą wielokrotnością stałej Plancka podzieloną przez 2π. Wcześniej kwantowanie wprowadził Max Planck dla światła. Promienie orbit elektronu oraz energie elektronu na poszczególnych orbitach są również skwantowane. Okazało się, że, gdy jakakolwiek z wielkości charakteryzujących elektron jest skwantowana, to pozostałe też muszą być skwantowane.
Kwantowy model budowy atomu Bohra dawał wyniki zgodne z doświadczeniem (widmo emisyjne i absorpcyjne), ale nie wyjaśniał dostatecznie faktu, dlaczego pojęć mechaniki klasycznej nie można stosować w świecie atomów (cząstek elementarnych).
Model Bohra, będący „sztucznym" połączeniem mechaniki klasycznej i ograniczeń kwantowych, daje prawidłowe wyniki dotyczące wartości energii elektronu na kolejnych orbitach i promieni tych orbit w przypadku atomu wodoru i atomów pierwiastków wodoropodobnych, zawodzi jednak w przypadku bardziej złożonych pierwiastków.

e) teoria falowych właściwości cząstek de Broglie'a:

Model Bohra został ostatecznie odrzucony m.in. z tego powodu, że nie dawało się go zaadaptować do opisu atomów posiadających więcej niż dwa elektrony i nie można było za jego pomocą stworzyć przekonującej, zgodnej ze znanymi faktami eksperymentalnymi, teorii powstawania wiązań chemicznych.
Model atomu Bohra został zastąpiony nowym udoskonalonym modelem, w którym położenie elektronu w danej chwili czasu nie jest określone dokładnie - lecz z pewnym prawdopodobieństwem, a sam elektron traktowany jako fala materii.
Louis de Broglie jako jeden z pierwszych zaproponował, aby zbadać, czy materia nie wykazuje również własności falowych. Uważał, że jeżeli światło ma dwoistą falowo-cząsteczkową naturę, to być może materia też ma taką dwoistą naturę. Założył, że długość przewidywanych fal materii jest określona tym samym związkiem, który stosuje się do światła.
Eksperymentalnego potwierdzenia tej tezy dostarczyły doświadczenia wykonane przez Davissona i Germera, dotyczące rozpraszania elektronów na krysztale niklu. Otrzymany wynik był analogiczny do rozproszenia promieniowania rentgenowskiego na płaszczyznach atomowych kryształu. Zjawisko to można było wytłumaczyć tylko na gruncie teorii ruchu falowego.
Badania te doprowadziły do teorii stojących fal materii. Fale stojące nie przenoszą energii – co tłumaczy dlaczego elektron krążący po orbicie nie emituje promieniowania elektromagnetycznego.
Teoria de Broglie'a mówiąca, że ruch cząstki (np. elektronu) opisywany jest przez zachowanie się fali materii, stał się podstawą współczesnej teorii opisu stanów atomowych.

f) zasada nieoznaczoności Heisenberga i mechanika kwantowa:

Teorię de Broglie'a rozwinięli Werner Carl Heisenberg i Erwin Schroedinger, którzy zaproponowali nowy sposób opisu świata mikrocząstek - mechanikę kwantową.
Heisenberg w 1926 r. sformułował zasadę nieoznaczoności, mającą fundamentalne znaczenie dla fizyki kwantowej. Według zasady nieoznaczoności cząstki nie mają oddzielnie zdefiniowanych położeń ani prędkości – przypisuje się im stan kwantowy. W mechanice kwantowej nie jest możliwe przewidzenie konkretnego wyniku pojedynczego pomiaru – zamiast tego określa się zbiór możliwych wyników i pozwala ocenić prawdopodobieństwo każdego z nich. Przypomina to zachowanie się fal, które nie zajmują określonej pozycji, ale rozkładają się z pewnym prawdopodobieństwem.

Fundamentalne znaczenie dla mechaniki kwantowej miały badania Maxa Plancka. W 1900 r. Planck sformułował tezę, że światło i inne fale elektromagnetyczne nie mogą być emitowane w dowolnym tempie, lecz jedynie w kwantach – ściśle określonych porcjach. Każdy kwant ma określona energię – tym większą, im większa częstość fali.
Kwanty (konkretne wielkości, określone porcje) światła przypominają cząstki materii.

Mechanika kwantowa opiera się na fizyce „nowego typu" – nie opisuje ona już świata za pomocą cząstek i fal: tylko obserwacje świata „w skali" człowieka mogą być opisywane w taki sposób. Dla mechaniki kwantowej właściwy jest dualizm cząstek i fal: w pewnych sytuacjach „wygodnie" jest uważać cząstki za fale, a w pewnych fale za cząstki. W konsekwencji między cząstkami, tak jak między falami, może dojść do interferencji: nakładania się grzbietów (tak jak grzbietów fal) ze wszystkimi związanymi z tym skutkami.
Heisenberg w 1932 r. otrzymał Nagrodę Nobla "za stworzenie mechaniki kwantowej".
Na fizyce kwantowej opiera się rozwój nowoczesnych technologii i urządzeń takich jak: telewizory, komputery, tranzystory, układy scalone. Na fizyce kwantowej opiera się cała nowoczesna biochemia.

Mechanika kwantowa to jedna z największych teorii naukowych – obok ogólnej teorii względności. Obu tych teorii nie udało się jednak jak do tej pory uzgodnić ze sobą.

Ogólna teoria względności Einsteina wyjaśnia wielkoskalową strukturę i właściwości wszechświata. Jest ona w makroskali zgodna z obserwacjami, tak jak klasyczna mechanika newtonowska jest zgodna z obserwacjami świata „w skali" człowieka. W skali mikroświata „rządzi" jednak zasada nieoznaczoności i mechanika kwantowa.
Połączenie teorii grawitacji i mechaniki kwantowej, czyli stworzenie jednej wielkiej teorii unifikacji, to jedno z największych wyzwań współczesnej nauki.

- ✓ protony i neutrony:

Atom w swojej strukturze jest niejednorodny. Zbudowany jest z jądra atomowego i rozmieszczonych wokół niego na orbitach elektronów.
Jadro atomowe składa się z dwóch rodzajów nukleonów: protonów – cząstek o ładunku dodatnim (ładunek protonu to +1) oraz neutronów – cząstek bez ładunku elektrycznego.
Za odkrywcę protonu uważany jest Eugen Goldstein, który, podczas badań nad promieniowaniem anodowym zaobserwował, że promieniowanie anodowe składa się z dodatnio naładowanych jonów.
Protony i neutrony są barionami, które z kolei są hadronami.
Jedną z wielkości charakteryzujących pierwiastki jest jego liczba atomowa: określa ona, ile protonów znajduje się w jego jądrze atomu. Liczba atomowa jest podstawą uporządkowania atomów w układzie okresowym pierwiastków: liczbę atomową zapisuje się w układzie okresowym zapisuje się w lewym dolnym rogu symbolu pierwiastka.
Atomy, które posiadają taką samą liczbę protonów, są atomami jednego pierwiastka.
Proton jest najlżejszym z barionów. Jest cząstką silnie oddziałującą złożonymi z kwarków: dwóch kwarków górnych (u) i jednego kwarku dolnego (d).
Między dodatnio naładowanymi protonami występuje odpychanie elektryczne, którego efekty są równoważone przez oddziaływanie silne między nukleonami.

Neutrony odkrył James Chadwick w 1932 r. Bazował on na wcześniejszych badaniach nad właściwościami cząstek alfa. Podczas bombardowania berylu cząstkami alfa odkryto bardzo przenikliwe promieniowanie, które nie niosło ładunku elektrycznego. Interpretowano je wtedy jako promieniowanie gamma – jedyne znane promieniowanie elektrycznie obojętne. Chadwick uznał, że mamy do czynienia z nowymi cząstkami elementarnymi, wchodzącymi w skład jądra atomowego i pozbawionymi ładunku elektrycznego.
Istnieniem neutronów wytłumaczono, dlaczego masy atomowe są około dwukrotnie większe niż sama mas protonów.
Neutron składa się z dwóch kwarków dolnych (d) i jednego górnego (u), związanych ze sobą oddziaływaniem silnym.
Neutrony mogą wywołać szereg reakcji jądrowych.
Liczba masowa to wartość opisująca liczbę nukleonów (czyli protonów i neutronów) w jądrze atomu izotopu danego pierwiastka. Atomy mające tę samą liczbę masową, ale różną liczbę protonów, nazywa się izobarami.

Proton nie może się samorzutnie rozpaść (wg modelu standardowego). Gdy jednak dostarczymy do wnętrza atomu dodatkowej energii to proton może ulec przemianie: w efekcie powstaje neuton i neutrino nutronowe.
Z kolei w rozpadzie beta neutron zamienia się w proton.

- ✓ elektrony:

Wcześniej od protonów i neutronów, bo w 1897 r., odkryte zostały elektrony: zaobserwował je Thomson podczas badania własności promieniowania katodowego.
Doświadczenie przeprowadzone przy pomocy komory Wilsona pozwoliło określić wartość ładunku elektrycznego, ale nie były to pomiary dokładne.
Dokładne wyniki badań otrzymał natomiast w 1911 r. Robert Andrews Millikan. Przeprowadzone przez niego pomiary wykazały, że wszystkie elektrony posiadają taki sam ładunek.
Liczba elektronów w atomie jest równa liczbie protonów, dlatego też atom jest elektrycznie obojętny.

Ponieważ liczba elektronów jest równa licznie protonów, to liczba atomowa mówi nam też o licznie elektronów pierwiastka (niezjonizowanego).
Atomy z liczbą elektronów inną od liczby protonów nazywane są jonami.

- ✓ orbity elektronowe:

Od czasu odkrycia elektronu badania koncentrowały się na właściwościach elektronu i na jego ruchu wewnątrz atomu. Doświadczalnie potwierdzone zostały przypuszczenia, że elektrony przemieszczają się w atomie w obszarze znacznie, jak na wielkości atomu, oddalonym od jego jądra.
We wczesnych planetarnych modelach atomu elektrony krążyły po orbitach wokół jądra – analogicznie jak planety w Układzie Słonecznym. Przyciąganie się wzajemne między dodatnio naładowanym jądrem i elektronem z ujemnym ładunkiem miało gwarantować utrzymywanie się elektronów na orbitach (podobnie jak przyciąganie grawitacyjne Słona i planet). Jednak zgodnie z prawami mechaniki i elektrodynamiki (obowiązującymi podczas formułowania podstaw modeli planetarnych budowy atomu) elektrony bardzo szybko powinny tracić energię – i w konsekwencji spaść na jądro. Częściowo problem ten rozwiązał Bohr wprowadzając założenia kwantowe: orbity o ściśle określonych promieniach. Tylko po takich, ściśle określonych orbitach, elektrony mogły krążyć wokół jądra, przy czym po jednej orbicie mogły krążyć tylko dwa elektrony. Elektrony nie mogą spaść na jądro, bo nie mogą zbliżyć się do niego bardziej niż na promień najbliższej orbity o najniższej energii.

Zgodnie z mechaniką kwantową elektron okrążający jądro może być uważany za falę o długości zależnej od prędkości elektronu. Długość pewnych orbit odpowiada całkowitej (a nie ułamkowej) wielokrotności długości fali elektronu. Grzbiet fal elektronu powstaje w tym samym miejscu w trakcie każdego okrążenia: fale dodają się i wzmacniają. Takie orbity odpowiadają dozwolonym orbitom Bohra. Jeśli elektron okrąża jądro po orbicie, której długość nie jest równa całkowitej wielokrotności fali elektronu, to każdy grzbiet fali (ze względu na interferencję) jest kasowany przez dolinę fali – taka orbita nie jest dozwolona.

Teoria Bohra dobrze tłumaczyła rozkład linii widmowych atomów wodoropodobnych, ale nie sprawdziła się w przypadku bardziej złożonych pierwiastków. Zaobserwowano, że linie widmowe nie są jednorodne, ale składają się z kilku, położonych blisko siebie linii. Arnold Sommerfeld, aby wytłumaczyć ten fakt, założył, że orbity elektronów nie muszą być okręgami: oprócz kołowych orbit występować mogą też orbity eliptyczne. Zauważono też, że orbity elektronów nie muszą leżeć w jednej płaszczyźnie: orbity mogą być ułożone w pewnych określonych kierunkach.

- ✓ powłoki elektronowe:

Obecnie przyjmuje się, że w dużej (jak na rozmiary atomu) odległości od jądra rozmieszczone są powłoki elektronowe, na których rozmieszczone są elektrony. Powłoki te są zbiorem stanów kwantowych – o takiej samej wartości głównej liczby kwantowej.
Kolejne powłoki elektronowe: K, L, M, N, O, P, Q odpowiadają coraz słabszym energiom wiązania. Powłoki składają się z podpowłok elektronowych
Elektrony mogą „przeskakiwać" z jednej orbity na drugą: przechodząc na niższy poziom tracą energię, która jest emitowana w postaci promieniowania elektromagnetycznego.
Promieniowaniem możemy atom zjonizować albo wzbudzić elektrony w atomach.
Opuszczając orbitę elektron pozostawia na powłoce miejsce niezapełnione: atom wtedy jest w stanie wzbudzenia. Wzbudzenie może zostać usunięte bądź przez przeskok elektronu z wyższego poziomu na miejsce niezapełnione, albo poprzez wyrzucenie innego elektronu z atomu (tzw. elektronu Auger'a).

Na najbardziej oddalonych od jądra powłokach (powłoki walencyjne) rozmieszczone są elektrony walencyjne. Są one najsłabiej związane z jądrem.
W wiązaniach chemicznych uczestniczą elektrony z tzw. orbitali frontowych: głównie położone na powłoce walencyjnej, ale nie tylko – mogą to być też elektrony położone na

powłokach niższych. Te właśnie elektrony, o najwyższych właściwościach energetycznych i najsłabiej przyciągane przez jądro, biorąc udział w tworzeniu wiązań chemicznych odpowiadają za chemiczne właściwości pierwiastka.

Atom pozbawiony elektronów walencyjnych tworzy tzw. rdzeń atomowy – czyli jądro atomowe z elektronami niewalencyjnymi.

- ✓ chmura elektronowa, orbitale atomowe:

Chmura elektronowa to obszar, w którym istnieje pewne prawdopodobieństwo znalezienia elektronu. Termin ten został spopularyzowany wraz z rozwojem mechaniki kwantowej, w której opisuje się elektron jako obszar rozmytego ładunku elektrycznego. Według mechaniki kwantowej atomów nie należy traktować jako cząstek, lecz jako chmurę ładunków o gęstości opisanej przez kwadrat funkcji falowej. Jest to konsekwencja teorii Erwina Schrodingera i dualizmu korpuskularno-falowego.
Orbital jest funkcją falową położenia elektronu i opisany jest kombinacją liczb kwantowych. Orbitale atomowe mają charakterystyczne energie i różne kształty.
Elektrony zajmują przestrzeń wokół jądra tworząc chmurę elektronową, w której prawdopodobieństwo ich znalezienia jest duże. W obrębie chmury elektronowej są obszary o szczególnie dużym prawdopodobieństwie: powłoki elektronowe. W obrębie powłoki znajdują się elektrony o tej samej wartości głównej liczby kwantowej. Pojemność powłoki elektronowej wynosi 2 n^2 (n – główna liczba kwantowa).

- ✓ kroplowy model budowy jądra atomu:

Jednym z pierwszych modeli budowy jądra był model kroplowy. Zaproponowany on został przez George Gamowa i opracowany przez Nielsa Bohra i John Archibald Wheelera. Zakłada on, że nukleony (protony i neutrony) w jądrze zachowują się jak cząsteczki w cieczy i w związku z tym własności jądra (jako całości) powinny być podobne do własności kropli cieczy. Jak kropla płynu: jądro podlega rozmaitym drganiom i obrotom. Mikroskopowe oddziaływania, oddziaływanie silne jądrowe oraz siły elektrostatyczne są w tym modelu przedstawiane przez analogię do sił lepkości i napięcia powierzchniowego.
Ważnym założeniem modelu jest to, że jądra są kuliste.
W teorii tej energia wiązania na jeden nukleon dla jąder lekkich jest stała. Energia wiązania dla jąder o dużej masie jest mniejsza niż dla jąder o małej masie. Prowadzi to do wniosku, że możliwy jest podział jąder atomowych o dużych masach na mniejsze – czyli możliwe jest zjawisko ich rozszczepienia.

- ✓ powłokowy model budowy jądra atomu:

Powłokowy model budowy jądra atomowego przypomina model powłokowy układu elektronów w atomie. Protony i neutrony poruszają się w jądrze jako niezależne cząstki po powłokach przypominającym powłoki elektronowe).
W modelu tym każdą powłokę w jądrze może zajmować określona liczba nukleonów. Oddzielne powłoki zajmują protony, a oddzielne neutrony.
Liczby protonów, neutronów dla których wypełnione są powłoki nazwano liczbami magicznymi.
Protony i neutrony poruszają się w polu oddziaływań – utworzonym przez pozostałe protony i neutrony. Źródłem tego centralnego pola nie jest pojedynczy, wyróżniony obiekt (jak w jądro w atomie) lecz uśrednione, wypadkowe pole sił pozostałych nukleonów jądra, działających na poszczególny nukleon. Pole wytworzone przez protony i neutrony nazywane jest potencjałem jądrowym.

- ✓ model oddziałujących bozonów, model kolektywny budowy jądra atomu:

Model oddziałujących bozonów opiera się na założeniu, że siły jądrowe łączą nukleony w pary. Jądro w tym modelu to zbiór takich nukleonych par – rozmieszczonych na zewnątrz zamkniętej powłoki.
Dwa nukleony tworzące parę przypominają bozon – hipotetyczną cząstkę przenoszącą oddziaływania.

Typowe jądra w takim modelu: parzysto-parzyste nie są zbyt skłonne do wzbudzeń. Model oddziałujących bozonów wyróżnia też jednak jądra nieparzysto – parzyste: o parzystej liczbie jednego typu nukleonów i nieparzystej drugiego.

W modelu kolektywnym zakłada się, że wewnątrz jądra atomu poruszają się zarówno „luźne" nukleony, jak i nukleony „w kolektywie": umieszczone na powłokach zewnętrznych w stosunku do środka rdzenia jądra.
Jądro atomu w tym modelu nie ma kulistej symetrii. Zamknięte, wypełnione powłoki w jądrach są deformowane na skutek polaryzacji spowodowanej działaniem nukleonów spoza powłok zamkniętych.

- ✓ <u>pierwiastki i izotopy pierwiastka:</u>

Pierwiastek to substancja zbudowana z atomów o tej samej liczbie protonów w jądrze.
Atomy tego samego pierwiastka mogą mieć jednak różną ilość neutronów w jądrze – w konsekwencji: mogą różnić się masą. Atomy posiadające tę samą liczbę atomową, ale różną liczbę neutronów nazywa się izotopami.
Istnienie różnych izotopów dane pierwiastka odkrył w 1911 r. Frederic Soddy.
Im większa jest różnica mas atomowych izotopów, tym bardziej mogą się różnić pod względem właściwości fizyko-chemicznych. Izotopy danego pierwiastka mogą mieć inną gęstość, temperaturę wrzenia, topnienia i sublimacji. Różnice te występują także w związkach chemicznych tworzonych przez te izotopy.
Różnica mas atomowych izotopów nie ma wpływu na kierunek reakcji chemicznych, w których one uczestniczą, ale wpływa na szybkość przebiegu tych reakcji.
Pierwiastki występują naturalnie zwykle jako mieszanina izotopów. Każdy pierwiastek ma swoje izotopy, a duża część z nich jest promieniotwórcza. Izotopy promieniotwórcze (radioizotopy) to izotopy, których jądra atomów są niestabilne i samorzutnie ulegają przemianie promieniotwórczej. W wyniku tej przemiany powstają inne atomy, cząstki elementarne, a także uwalniana jest energia w postaci promieniowania gamma i energii kinetycznej produktów przemiany. Spośród znanych około 3500 izotopów jedynie 259 jest stabilnych. Otaczająca nas materia bywa radioaktywna, ale tylko w śladowych ilościach (tzw. radioaktywność naturalna).
Pierwiastki mogą mieć po kilka, a nawet kilkanaście izotopów. Jeden z najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków, wodór ma trzy izotopy:

- *prot (wodór zwykły): 1H – ma jeden proton i nie ma neutronów,*
- *deuter: 2H (D) – ma jeden proton i jeden neutron,*
- *tryt: 3H (T) – ma jeden proton i dwa neutrony.*

Najcięższy izotop wodoru, tryt, nie jest stabilny.
Izotopy pewnych pierwiastków mają duże zastosowanie praktyczne:

- *izotop węgla ^{12}C (posiada w jądrze 6 protonów i 6 neutronów) jest wzorcem masy;*
- *izotop węgla ^{14}C (posiada w jądrze 6 protonów i 8 neutronów) jest promieniotwórczy i służy do określania wieku próbek;*
- *ameryk ^{241}Am, produkowany w reaktorach jądrowych, wykorzystywany jest w przeciwpożarowych czujnikach dymu, w detektorach wykrywających niewielkie ilości metali ciężkich w wodzie;*
- *polon stosuje się w chemii radiacyjnej jako wysokowydajne źródło cząstek alfa;*
- *kobalt ^{60}Co i krypton ^{85}Kr wykorzystywane są w defektoskopii do wykrywania okrytych wad wyrobów, szczelności urządzeń, kontroli jakości spawów*;
- *zasilacze izotopowe stosuje się w rozrusznikach serca, w sondach kosmicznych, w stacjach meteorologicznych zlokalizowanych w trudno dostępnym terenie.*

- ✓ <u>procesy syntezy:</u>

Jądra atomowe mogą ulegać przemianom.
Synteza jądrowa (fuzja jądrowa) polega na złączeniu się dwóch lżejszych jąder w jedno cięższe. W wyniku fuzji mogą powstawać obok nowych jąder też wolne neutrony, protony, cząstki elementarne i cząstki alfa.

Jądra atomowe mają dodatni ładunek elektryczny i z tego powodu odpychają się – aby doszło do ich połączenia muszą zbliżyć się na tyle, aby siły oddziaływań jądrowych pokonały odpychanie elektrostatyczne. Cząstki o dużych energiach kinetycznych mogą to odpychanie przezwyciężyć i zbliżyć się do siebie na taką odległość, aby mogła zajść reakcja syntezy. Wysoką energię jąder uzyskuje się w bardzo wysokich temperaturach (np. w gwiazdach, w bombie wodorowej) lub rozpędzając jądra w akceleratorach cząstek.

Energia kinetyczna potrzebna do wywołania reakcji fuzji rośnie wraz z ładunkiem jądra (z liczbą protonów w jądrze). Najłatwiej jest doprowadzić do reakcji jądra o o niewielkich liczbach atomowych. Z tego powodu najbardziej wydajne są reakcje termojądrowe z udziałem wodoru i jego izotopów: deuteru i trytu.
Reakcje termojądrowe odgrywały i nadal odgrywają bardzo ważną rolę we wszechświecie. W ich wyniku powstały pierwsze pierwiastki. Pierwotna nukleosynteza (najwcześniejsza „produkcja" jąder atomowych) mogła się zacząć dopiero wtedy, gdy temperatura wszechświata w wyniku rozszerzania się spadła do tak niskiej, że związana z nią energia ruchu termicznego zaczęła być niższa od energii wiązania najsłabiej związanego jądra. Synteza termojądrowa jest dzisiaj źródłem energii gwiazd, w tym Słońca. To właśnie w gwiazdach produkowane są wszystkie pierwiastki. Głównym źródłem energii gwiazd jest tzw. cykl protonowo-protonowy.

- ✓ <u>reakcje rozszczepiania:</u>

Reakcja rozszczepiania polega na podziale ciężkiego jądra atomu na dwa lub więcej mniejszych fragmenty o porównywalnych masach, które stają się atomami innych, lżejszych pierwiastków. Podczas rozszczepiania emitowane są neutrony i kwanty promieniowania gamma.
Reakcja rozszczepienia może zachodzić samorzutnie lub w wyniku bombardowania jądra atomu różnymi cząstkami: neutronami, protonami, deuteronami (proton i neutron), cząstkami alfa, kwantami gamma. Najczęściej wykorzystuje się do takiego bombardowania neutrony, ponieważ nie posiadają one ładunku elektrycznego, co umożliwia im w łatwy sposób wniknięcie do jądra atomowego.
W reakcji rozszczepienia wyzwalana jest duża ilość energii. Energia ta jest związana z różnicą między masą jądra przed jego rozszczepieniem, a masami produktów rozszczepienia, czyli nowo powstałych jąder pierwiastków (tzw. defekt masy) – łączna masa produktów rozszczepienia jest mniejsza od masy jądra przed jego rozszczepieniem.
Ważną cechą reakcji rozszczepienia jest emisja swobodnych neutronów: przemieszczających się z ogromnymi prędkościami w różnych kierunkach. Neutrony powstałe z rozszczepienia mogą powodować rozszczepienia kolejnych jąder (reakcja łańcuchowa).
Proces zachodzący w bombach atomowych to niekontrolowana łańcuchowa reakcja rozszczepienia (wykorzystujących np. rozszczepialny izotop uranu U_{235}).
Kontrolowana reakcji rozszczepienia przeprowadzana jest w reaktorach jądrowych.

- ✓ <u>emisja alfa, beta, gama, rozpad alfa, rozpad beta:</u>

Ilość neutronów w jądrze atomu nie może być dowolna. Gdy jest ich zbyt dużo lub zbyt mało, jądro atomowe przestaje być stabilne. Rozpad jądra atomowego prowadzi do promieniowania, podczas którego emitowane są cząstki alfa, beta, gamma.
Materiał, na który padają cząstki alfa, beta lub gamma pochłania część z nich (ma miejsce absorpcja promieniowania).

Zjawisko promieniotwórczości odkrył Henri Becquerel w 1896 r. badając zjawisko fosforescencji. Zauważył on, że klisze podane działaniu soli uranowych nienaświetlanych wcześniej światłem słonecznym ulegają zaciemnieniu w miejscu przyłożenia ich do kliszy.
Becquerel dowiódł w dalszych badaniach, że źródłem nowego promieniowania może być każdy związek chemiczny zawierający wystarczającą ilość uranu oraz uran metaliczny.
Maria Skłodowska-Curie i Piotr Curie badając rudy uranowe wydzielili nowy pierwiastek: rad – wielokrotnie bardziej radioaktywny od uranu. Wyodrębnienie tego pierwiastka umożliwiło dokładniejsze zbadanie zależności ilościowych emisji energii od zawartości

pierwiastka promieniotwórczego w próbce. Okazało się, że radioaktywność polega w na emisji trzech różnych rodzajów promieniowania oraz przemianie jednego pierwiastka w drugi na skutek rozpadu promieniotwórczego.

Zjawiskiem promieniowania zajmowali się pod koniec XIX w. Thomson i Rutherford. Badali oni procesy jonizacji gazów naświetlanych promieniami odkrytymi przez Becquerela. Rutherford odkrył, że istnieją dwa rodzaje promieniowania:

- *alfa: łatwo absorbowane, nawet przez kartki papieru,*
- *beta: które może przenikać nawet przez grube blachy metalowe.*

Wkrótce wykryto również trzeci rodzaj promieniowania: gamma – bardzo przenikliwe, mogące przenikać nawet przez kilkucentymetrowe blachy ołowiu.
Rutherford dowiódł, że promieniowanie alfa to strumień dodatnie naładowanych jonów He2+ (jąder 4He).
Cząstki beta zidentyfikowano jako posiadające ładunek ujemny: czyli elektrony.
Promieniowanie gamma zinterpretowano jako promieniowanie elektromagnetyczne (podobnie jak światło), o długości fali mniejszej od 10^{-11} metra.

Rozpad jądra atomowego może mieć różne formy.
Rozpad alfa (przemiana alfa) to reakcja rozpadu, w której emitowana jest cząstka alfa. W wyniku rozpadu alfa powstające jądro ma mniejszą o 2 liczbę atomową a liczbę masową mniejszą o 4 w porównaniu z rozpadającym się jądrem.
W rozpadzie alfa, cząstka alfa formuje się już w jądrze. Cząstka alfa ma energię mniejszą od energii potrzebnej na pokonanie sił przyciągania, ale dzięki kwantowemu zjawisku tunelowania przenika przez wąską barierę potencjału.
Rozpad alfa jest powszechnym zjawiskiem w przyrodzie: odpowiada za niemal połowę promieniotwórczości naturalnej skorupy ziemskiej.

Rozpad beta to przemiana jądrowa zachodząca pod wpływem oddziaływania słabego, w której następuje, pod wpływem oddziaływania słabego, przemiana nukleonu w inny nukleon.

Wyróżnia się dwa rodzaje tego rozpadu: rozpad β− i rozpad β+. W wyniku tego rozpadu zawsze wydzielana jest energia, którą unoszą produkty rozpadu. Część energii rozpadu może pozostać zmagazynowana w jądrze w postaci energii jego wzbudzenia, dlatego rozpadowi beta towarzyszy często emisja promieniowania gamma.
Rozpad β− to przemiana jądrowa, w wyniku której neutron zostaje zastąpiony protonem. Rozkład ten badał m.in. Wolfgang Pauli, który wyjaśnił, że w czasie przemiany beta w jądrze jeden z neutronów zmienia się w proton, elektron i neutrino (bez masy spoczynkowe, z zerowym ładunkiem elektrycznym). Elektron i neutrino podczas tej przemiany emitowane są poza jądro (elektron – jako promieniowanie beta). W wyniku tej przemiany liczba masowa pozostaje bez zmian a liczba atomowa wzrasta o 1. Rozpadowi β− towarzyszy promieniowanie gamma oraz dla niektórych jąder emisja protonów lub neutronów.
Rozpad β+ polega na przemianie protonu w neutron wewnątrz jądra.
Rozpady β- i β+ zachodzą w wyniku oddziaływań słabych.

W rozpadzie cząstki zachowane są energia i pęd.

- ✓ <u>wiązania cząsteczkowe:</u>

Wiązanie cząsteczkowe to trwałe połączenie dwóch atomów. Powstają one w wyniku „podzielenia się" elektronami z tzw. orbitali frontowych (najczęściej są to powłoki walencyjne). Elektrony te pochodzą albo z jednego atomu, albo z obu łączących się atomów.
Do utworzenia wiązania cząsteczkowego potrzeba przynajmniej dwóch elektronów. Powłoki atomów wodoru posiadające po jednym elektronie walencyjnym po zbliżeniu zlewają się w taki sposób jakby tworzyły wspólną powłokę. Dwa elektrony są jednakowo

przyciągane przez dwa jądra. Wiązanie, które tworzą dwa elektrony nazywa się wiązaniem pojedynczym.
Gdy uczestniczących w wiązaniu elektronów jest cztery, mamy do czynienia z wiązaniem podwójnym. Gdy „wspólnych" elektronów jest sześć, mamy do czynienia z wiązaniem potrójnym. Wiązania pojedyncze, podwójne i potrójne występują dość powszechnie – o wiele rzadsze są wiązania poczwórne, pięciokrotne lub sześciokrotne.
Gdy cząstkę tworzą dwa atomy wodoru to ich elektrony rozmieszczają się symetrycznie wokół obu jąder. Atomy wodoru „użyczają" sobie wzajemnie elektronów: dwa z elektronów są „wspólne" dla obu atomów.

Wiązania mogą być kowalencyjne lub jonowe.
Wiązanie kowalencyjne (atomowe) to wiązanie między tymi samymi atomami, polegające na utworzeniu wspólnej pary elektronowej dla obu atomów. W zależności od rozkładu elektronów mogą być one:

- *niespolaryzowane: w nich wspólna para elektronów nie jest przesunięta w stronę żadnego atomu; takie wiązania występują w cząsteczkach O_2, H_2,*
- *spolaryzowane: w nich para elektronów przesunięta jest w stronę atomu o większej ilości elektronów walencyjnych; takie wiązania występują np. w cząsteczce NH3,>CO_2.*

Wiązanie jonowe powstają w drodze "oddania" elektronu przez jeden atom drugiemu. Występuje po między jonami: atomem obdarzonymi ładunkiem dodatnim (kationem) i atomem obdarzonym ładunkiem ujemnym (anionem).Takie oddanie elektronu powoduje zmianę ładunku atomów.

- ✓ <u>alotropowe odmiany węgla: flereny, nanoruki, grafen:</u>

Alotropia to zjawisko różnopostaciowości substancji. Polega ono na tym, że ten sam pierwiastek może występować w różnych odmianach różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi. Odmiany alotropowe pierwiastka mogą różnić się między sobą strukturą krystaliczną lub liczbą atomów w cząsteczce. Poszczególne odmiany alotropowe nie różnią się między sobą stanem skupienia, mimo że przejścia z jednej odmiany alotropowej do drugiej są przemianami fazowymi pierwszego rzędu (a więc procesami termodynamicznymi). Pierwiastek może występować w dwóch różnych odmianach alotropowych w tej samej temperaturze.
Bardzo znane są odmiany alotropowe węgla: fulereny, nanorurki, grafen.

Jedną z najbardziej znanych odmian alotropowych węgla są fluereny – odkryte w 1985 r. Cząsteczka fluerenu składa się z parzystej liczby atomów węgla, tworzących zamkniętą, regularną, pustą w środku kulę. Powierzchnia fulerenów składa się z układu sprzężonych pierścieni składających się z pięciu i sześciu atomów węgla. Najpopularniejszy fuleren C_{60} zawiera 60 atomów węgla.
Fluereny posiadają własności nadprzewodzące i półprzewodnikowe. Można wewnątrz nich zamykać wewnątrz atomy innych pierwiastków.Są bardzo aktywne chemicznie. Mogą wchodzić w bardzo zaawansowane relacje i związki z innymi pierwiastkami.
Fluerenów używa się m.in. w urządzeniach informatycznych, diagnostyce, farmaceutyce, optyce, w przemyśle energetycznym i środowiskowym, np. w kremach do twarzy, nawilżaczach, smarach, urządzeniach pomiarowych, obwodach i urządzeniach elektrycznych, czujnikach, nadprzewodnikach, katalizatorach, w kompozytach polimerowych, paliwach wysokoenergetycznych, w procesie obrazowania metodą rezonansu magnetycznego. Fulereny są używane jako przekaźniki w systemach podawania leków (przeciwnowotworowych przy użyciu fotochemioterapii, przeciwdziałających rozwijaniu się choroby Alzheimera czy wirusa HIV) oraz genów. Fulereny są bardzo dobrymi antyoksydantami, w dużym stopniu reagując z rodnikami.
Jako katalizatory fulereny wykorzystywane są do przyjmowania i przekazywania atomów wodoru. Efektywnie ułatwiają przemianę metanu w wyższe węglowodory i hamują reakcje związane z koksem.
Fulereny stosowane są w uzdatnianiu wody, w ochronie przed zagrożeniami biologicznymi.

Fluereny używane są pojazdach, aby zwiększyć ich wytrzymałość, zmniejszyć tempo nagrzewania się i aby poprawić wydajność paliwa.
Wydajność tranzystorów wysokopolowych i detektorów światła została istotnie poprawiona dzięki półprzewodnikowym właściwościom z domieszkowaniem fulerenów.

Szczególnymi izomerami strukturalnymi fulerenów są nanorurki, będące długimi walcami uzyskanymi ze „zwinięcia" pojedynczej płaszczyzny grafitowej.

Grafen wyizolowany został po raz pierwszy w 2004 r. Za badania nad grafenem Andriej Gejm i Konstantin Nowosiołow otrzymali w 2010 r. Nagrodę Nobla.
Grafen zbudowany jest z pojedynczej warstwy atomów węgla, tworzących połączone pierścienie sześcioczłonowe. Atomy węgla tworzą w grafenie płaską, praktycznie dwuwymiarową siatkę o sześciokątnych oczkach, której struktura przypomina plaster miodu.
Grafen ma niezwykłe właściwości: jest doskonałym przewodnikiem ciepła, posiada niewielką rezystancję, jest doskonałym przewodnikiem ładunków elektrycznych już w temperaturze pokojowej (kilkadziesiąt razy lepszym niż krzem), jest bardzo przeźroczysty (pochłania zaledwie 2,3 % światła, podczas gdy typowe okno zespolone pochłania ponad 20 %) i bardzo wstrzymały – a przy tym elastyczny. Jest to prawdopodobnie najbardziej dziś wytrzymały materiał; jest 100 razy mocniejszy niż stal, dwukrotnie od niej twardszy, sześciokrotnie lżejszy, a jednocześnie można go bez rozerwania rozciągnąć aż o 20%.
Oczekuje się, że grafen może zastąpić wiele materiałów, w tym też krzem – np. w zaawansowanych technologiach elektronicznych. Wykorzystanie grafenu może doprowadzić do powstania nowej generacji superszybkich i energooszczędnych tranzystorów.
W Polsce prace nad grafenem i wykorzystującymi go technologiami prowadzone są m.in. w warszawskim Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME).

- ✓ <u>ferromagnetyki:</u>

Bardzo ciekawą odmianą pierwiastków są ferromagnetyki: wykazujące własne, trwałe namagnesowanie odmiany żelaza, kobaltu, niklu (mające w atomach nie wypełnioną podpowłokę 3d), oraz metali ziem rzadkich. Ferromagnetyki posiadają pole magnetyczne pomimo braku zewnętrznego pola magnetycznego (tzw. namagnesowanie spontaniczne). Każdy atom ferromagnetyka wytwarza własne pole magnetyczne, a atomy te mają „tendencję" do ustawiania się tak, że ich pole magnetyczne ma ten sam kierunek, co pole magnetyczne atomów sąsiednich. Namagnesowanie próbki ferromagnetyka zależy nie tylko od zewnętrznego pola magnetycznego w danej chwili, ale również od tego czy i w jakim kierunku ciało było namagnesowane wcześniej (zjawisko histerezy).
Dla każdego ferromagnetyka określona jest temperatura, tzw. punkt Curie, po przekroczeniu którego własności ferromagnetyczne zanikają.
Ferromagnetyki stosowane są jako techniczne materiały magnetyczne, w technice radiowej, mikrofalowej, elektroakustyce.

- ✓ <u>Badania atomów</u>

Współczesne techniki badań nad atomem i cząstkami atomowymi są zdecydowanie bardziej zaawansowane niż metody badań Thomsona, Rutherforda, Milikana, Bequerelle'a. Także jednak i współcześnie w dużym stopniu skupiają się one na rozkładzie mas i energii we wnętrzu atomu.
Jednym z najbardziej rozpowszechnionych urządzeń, wykorzystywanych do badań atomów, są detektory śladowe – pokazujące tory wylatujących naładowanych cząstek. Detektory śladowe to: emulsja fotograficzna (najprostszy detektor wizualny), komora Wilsona (komora mgłowa: zawierająca przechłodzony gaz, w którym na zjonizowanych ośrodkach kondensują się krople tworząc tor cząstki), komora pęcherzykowa (tor cząstki tworzą pęcherzyki gazu w przegrzanej cieczy), komora strumieniowa (daje możliwość obserwacji wyładowań elektrycznych wzdłuż toru cząstki).

Oprócz detektorów śladowych używa się też: detektorów gazowych (licznik Geigera-Mullera, licznik proporcjonalny, komora wielodrutowa, komora iskrowa), detektorów półprzewodnikowych, detektorów promieniowania przejścia czy detektorów kalometrycznych.
Kalorymetry elektromagnetyczne służą do pomiarów energii pozytonów, elektronów oraz fotonów. Kalorymetry hadronowe służą do pomiarów całkowitej energii hadronów. Detektory kalorymetryczne są tak skonstruowane, żeby wyhamować większość z neutralnych i naładowanych cząstek.
Nowoczesnym urządzeniem jest skaningowy mikroskop tunelowy umożliwiający uzyskanie obrazu powierzchni materiałów przewodzących ze zdolnością rozdzielczą rzędu pojedynczego atomu. Urządzenie to dokonuje pomiaru obsadzonych i nieobsadzonych stanów elektronowych blisko powierzchni Fermiego i obrazuje je. Uzyskanie obrazu powierzchni jest możliwe dzięki wykorzystaniu zjawiska tunelowego.
W całe zespoły wysoce zaawansowanych urządzeń wyposażone są wielkie akceleratory cząstek: Wielki Zderzacz Hadronów CERN (Francja – Szwajcaria), Centrum Liniowego Akceleratora Stanforda SLAC (USA), Fermilab – Państwowe Laboratorium Przyśpieszania Cząstek Elementarnych Fermilab (USA), DESY (Niemcy).

- ✓ <u>atomowe „rozmiary”:</u>

Rozmiary i liczby określające wielkości atomów są bardzo małe – co utrudniało długo ich obserwację tradycyjnymi metodami, z wykorzystaniem światła widzialnego.
Rozmiary atomów nie są dokładnie określone z powodów kwantowych; zależą od rodzaju atomu i stopnia wzbudzenia.
Jednostką używaną do wyrażania wielkości średnic jąder atomowych jest ferrometr (fm).
1 fm = 10^{-15} m
Neutrony i protony mają średnicę około 2,5 fm.
Jądra mają rozmiary rzędu od 10^{-14} do 10^{-15} m, co stanowi około jedną stutysięczną rozmiaru atomu. Ale to właśnie w jądrze skupione jest ponad 99,9% masy atomu.

Jednostką masy atomowej jest 1 unit (u): 1/12 masy atomu węgla ^{12}C. Wynosi ona: $1{,}660538921(73)\cdot10^{-27}$ kg (931,494028(23) MeV/c²)
Masa spoczynkowa protonu jest równa: 1,0073 u
Masa spoczynkowa neutronu jest nieznacznie wyższa od masy protonu i wynosi: 1,0087 u
Masa elektronu to: 0,0006 u

Ważną jednostką w świecie atomowym jest elektronowolt (ev). 1 eV to energia nabywana przez elektron w polu elektrycznym o różnicy potencjałów 1 V. 1 eV = $1{,}602\cdot10^{-19}$ J
Ponieważ prędkość światła c = $3\cdot10^{8}$ m/s, to 1 u = $1{,}66\cdot10^{-27}\cdot(3\cdot10^{8})^{2} = 1{,}49\cdot10^{-10}$ J = 931,49 MeV

Ale, mimo małych rozmiarów atomów, pewne wielkości robią ogromne wrażenie (stąd określenie „atomowe rozmiary”?):
prędkość cząstek alfa wynosi, dla cząstki o energii 5,5 MeV, około 15 tysięcy km/s
usunięcie elektronu z powłoki „K” atomu wymaga:
- *w przypadku wodoru – 13,5 eV*
- *w przypadku ołowiu – 88 000 eV (czyli 88 kiloelektronoVoltów)*

Kontent przeznaczony jest dla multimediów – 8 monitorów LCD 32’’ z nakładkami dotykowymi <u>[ts 3.05, ts. 3.06, ts 3.07, ts 3.08, ts 3.09, ts. 3.10, ts 3.11, ts 3.12].</u> Poszczególne, w/w tematy, Wykonawca może umieścić dowolnie na monitorach. Każdy temat powinien być zilustrowany animacją. Zilustrować należy przede wszystkim: strukturę atomu, strukturę jądra atomowego, powłoki elektronowe, modele budowy atomu, modele budowy jądra tomowego, elementy teorii kwantowej, elementy teorii korpuskularno-falowej, reakcje syntezy, reakcje rozpadu, izotopy, oddziaływania wewnątrz atomu – w tym oddziaływania silne, „rozmiary atomowe”, procesy syntezy,

procesy rozszczepiania, kluczowe wymienione doświadczenia (w tym doświadczenia Thomsona, Rutherforda), postacie związane z historią badań (w tym noblistów), metody i techniki badań atomów i jąder atomowych, wykorzystanie praktyczne energii jądrowej i technologii jądrowych, fulereny, grafen.
Za wyjątkiem historii badań, która może być pokazane w 2d, pozostałe animacje powinny być wykonane w łączonej technice 2d - 3d. Łączny czas animacji 3d: nie mniej niż 20 minut.
Praktyczne wykorzystanie zjawisk: rozpadu i syntezy jądrowej, zastosowanie fluorenów, nanorurek, grafenu, ferromagnetyków – zilustrować należy filmami fabularyzowanymi dokumentalnymi. Wymagany jest łączny czas trwania filmów fabularyzowanych nie mniejszy niż 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Struktury krystaliczne:

a) <u>kryształy – właściwości, struktury:</u>

Kryształy to ciała, w których cząsteczki, atomy lub jony są uporządkowane we wszystkich swoich kierunkach. Niemal wszystkie ciała stałe są kryształami.
Kryształ zbudowany jest z wielu powtarzających się komórek elementarnych. W trójwymiarowej przestrzeni tworzą one zamkniętą sieć, której główną cechą jest symetria. Istnieje tylko 7 kształtów komórek elementarnych i 14 różnych rodzajów komórek elementarnych.
Wystarczy poznać szczegóły składu i budowy komórki elementarnej aby uzyskać strukturę całego kryształu. Znajomość struktury kryształów umożliwia przewidywanie i poznanie ich własności chemicznych i fizycznych.
Monokryształy to kryształy, w których uporządkowanie obejmuje cała objętość kryształu.
Polikryształy to kryształy, w których uporządkowanie obejmuje tylko pewne obszary (ziarna).
O tym, czy powstanie kryształ czy ciało amorficzne decydują różne czynniki, z których najważniejszym jest szybkość chłodzenia.

Miejsca, które w tej sieci zajmują cząsteczki, atomy lub jony to węzły sieci krystalicznej. M.in. od upakowania cząsteczek, atomów i jonów oraz od rodzajów węzłów zależą właściwości kryształów.
Istotne znaczenie dla właściwości kryształów i ich systematyki ma symetria. Elementami symetrii budowy kryształów są: płaszczyzny symetrii, osie symetrii, środek symetrii.
Kryształy tworzą różne układy krystalograficzne: regularny, heksagonalny, tetragonalny, trygonalny, rombowy, jednoskośny i trójskośny. W ramach tych siedmiu układów krystalograficznych wyróżnia się 32 klasy krystalograficzne.
Z reguły jednemu związkowi chemicznemu odpowiada jedna klasa krystalograficzna, chociaż niektóre minerały o jednakowym składzie chemicznym mają różną budowę wewnętrzną i należą do różnych klas krystalograficznych (polimorfizm).

Ciała krystaliczne charakteryzuje skokowa zmiana właściwości przy przejściach fazowych.
Kryształy charakteryzuje anizotropia (zależność od kierunku) właściwości fizycznych.
Duże znaczenie dla kryształów mają tzw. defekty punktowe: puste węzły sieci, atomy międzywęzłowe, domieszki chemiczne. Oprócz defektów punktowych istnieją defekty liniowe (dyslokacje).Defekty powstają w wyniku drgań, gwałtownego ochłodzenia, obróbki plastycznej lub bombardowania kryształu wysokoenergetycznym naładowanymi cząstkami. Defekty sieci krystalicznej, a zwłaszcza obce atomy, w zasadniczy sposób wpływają na właściwości fizyczne kryształów, zwłaszcza elektryczne i optyczne. Szczególnie widoczne jest to w przypadku półprzewodników, do których wprowadzenie nawet bardzo małych ilości innych pierwiastków może spowodować wzrost przewodności elektrycznej o kilka rzędów wielkości.

Atomy sieci krystalicznej wykonują drgania wokół położeń równowagi – występują one w każdej temperaturze. Drgania atomu naruszają równowagę sąsiednich atomów, w wyniku czego powstają fale sprężyste rozchodzące się w krysztale we wszystkich możliwych kierunkach. Z drganiami związanymi są takie właściwości jak rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne, opór elektryczny.
Cząstki w kryształach związane są, w zależności od wzajemnego oddziaływania atomów (jonów), wiązaniami: jonowymi (występują między atomami różniącymi się znacznie elektrujemnością), konwalencyjnymi (występują między atomami tego samego pierwiastka), molekularnymi (występują w kryształach zbudowanych z cząstek chemicznych), metalicznymi (występują w metalach i stopach). Natura sił działających między atomami i jonami jest podstawą klasyfikacji kryształów na jonowe, konwalencyjne, metaliczne i molekularne.
Osobna faza uporządkowania to ciekły kryształ. Ciekłe kryształy to nazwa fazy pośredniej między ciekłym i krystalicznym stanem skupienia materii, którą charakteryzuje zdolność do płynięcia, charakterystyczna dla cieczy i jednocześne dalekozasięgowe uporządkowanie tworzących ją cząsteczek, podobnie jak to ma miejsce w kryształach.

b) <u>półprzewodniki:</u>

Półprzewodniki to materiały przewodzące prąd, ale o innych właściwościach niż przewodniki. Ich przewodnictwo właściwe może być zmieniane poprzez domieszkowanie, ogrzewanie, oświetlenie lub inne czynniki. Materiały półprzewodnikowe są wytwarzane w postaci monokryształu, polikryształu albo proszku.
Zgodnie z prawami mechaniki kwantowej elektron w atomie może posiadać energię o ściśle określonych wartościach (poziomy energetyczne). Przy łączeniu się atomów następuje „połączenie się" poszczególnych poziomów energetycznych i powstaje pasmo energetycznego (suma poszczególnych poziomów energetycznych). Najwyższe pasmo całkowicie zapełnione przez elektrony nosi nazwę pasma podstawowego (walencyjnego), następne pasmo (częściowo wypełnione lub puste) to pasmo przewodnictwa.
Z punktu widzenia własności elektrycznych wyróżnia się pięć przypadków obsadzenia pasm energetycznych w ciałach stałych:

6. *najwyższy obsadzony poziom w atomie jest zapełniony w połowie;*
7. *pasmo podstawowe (całkowicie wypełnione) i pasmo przewodnictwa (puste) zachodzą na siebie, w wyniku czego powstaje efektywnie jedno pasmo wypełnione częściowo, ale z bardzo dużą liczbą elektronów;*
8. *pasmo podstawowe styka się z pasmem przewodnictwa;*
9. *pasmo podstawowe i pasmo przewodnictwa (puste) leżą stosunkowo blisko siebie; tak blisko, że choć w paśmie pustym nie ma elektronów, łatwo je można tam przenieść;*
10. *pasmo podstawowe i pasmo przewodnictwa (puste) leżą stosunkowo daleko od siebie, tak że przeniesienie elektronów do pasma przewodnictwa jest praktycznie niemożliwe.*

Elektrony mogą swobodnie przemieszczać się na znaczne odległości tylko wówczas, gdy znajdują się w paśmie przewodnictwa. Pierwsze dwa przypadki odpowiadają sytuacji w metalach (bardzo duża liczba nośników prądu), piąty przypadek to izolator, trzeci i czwarty przypadek to - półprzewodnik.
W przypadku półprzewodników elektrony mogą przenosić się z pasma podstawowego do pasma przewodnictwa dzięki dostarczeniu im konkretnej ilości energii. Energię można dostarczyć np. przez podgrzanie ciała (wtedy, kosztem energii drgań cieplnych atomów, elektrony mogą przenosić się do pasma przewodnictwa) lub przez oświetlenie go odpowiednim światłem (wtedy elektrony przenoszą się kosztem energii pochłanianych przez nie fotonów – jest to tzw. zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne).
Koncentracje nośników ładunku w półprzewodnikach można zmieniać w bardzo szerokich granicach, zmieniając temperaturę półprzewodnika lub natężenie padającego na niego światła lub nawet przez ściskanie czy rozciąganie.
Opór (rezystancja) zależy m.in. od kształtu materiału, z którego wykonamy jest element przewodzący prąd. Opór jest proporcjonalny do długości elementu przewodzącego i odwrotnie proporcjonalny do przekroju poprzecznego elementu przewodzącego.

Opór właściwy jest wielkością charakterystyczną dla każdego materiału z osobna. Wielkość ta, zależy od jego budowy i jest odwrotnie proporcjonalna do wartości elementarnego ładunku przewodnictwa, koncentracji ładunków w paśmie przewodnictwa i ruchliwości ruchliwość ładunków.
W półprzewodnikach wraz ze wzrostem temperatury coraz więcej ładunków ma szanse dostać się do pasma przewodnictwa. Powoduje to, że w półprzewodnikach koncentracja ładunków przewodnictwa rośnie, a przez to maleje opór właściwy. Wartość rezystancji (oporu elektrycznego) półprzewodnika maleje na ogół ze wzrostem temperatury. W przewodnikach natomiast wraz ze wzrostem temperatury maleje ruchliwość ładunków, czyli możliwość ich swobodnego poruszania się w przewodniku. Im mniejsza wartość współczynnika ruchliwości ładunków tym opór właściwy jest większy.
Półprzewodniki wykorzystuje się m. in. do produkcji urządzeń elektrycznych i elektronicznych. W elektronice najczęściej stosowanymi materiałami półprzewodnikowymi są pierwiastki są krzem, german, arsenek galu, azotek galu, antymonek indu.

c) wyciąganie kryształów metodą Czochralskiego:

Metoda Czochralskiego jest jedną z najstarszych i najbardziej rozpowszechnionych technologii otrzymywania monokryształów. Opracowana została w 1916 r. przez polskiego chemika Jana Czochralskiego. Nazywana jest ona inaczej metodą „wyciągania z roztworu".
Badania Czochralskiego dotyczyły szybkości krystalizacji cyny, cynku i ołowiu. W połowie XX w. sposób produkcji monokryształów odkryty przez Czochralskiego Amerykanie: Gordon K. Teal i John B. Little przenieśli z metalurgii do fizyki półprzewodników oraz przemysłu elektronicznego i zastosowali do przemysłowej produkcji m.in. krzemu.
Przy zastosowaniu reżimu technologicznego jest to jedna z najszybszych metod hodowli monokryształów: wydajność w przypadku krzemu wynosi od 1 do 40 mm/h; jest to proces ciągły o około 40-godzinnym cyklu.

Wytwarzanie kryształów tą metodą polega na kontrolowanym, powolnym, stopniowym wyciąganiu z roztopionego materiału zarodka krystalicznego w sposób zapewniający kontrolowaną i stabilną krystalizację na jego powierzchni. Jeśli wymagają tego warunki procesu krystalizacji, zarodek oraz tygiel są wprawione w ruch obrotowy dla polepszenia warunków transportu masy i ciepła.
Wymiary i kształt hodowanego kryształu kontrolowane są poprzez prędkość przesuwu i prędkość obrotową zarodka, ale ograniczone są poprzez parametry układu zastosowanego do hodowli.
W efekcie otrzymuje się cylindryczny monokryształ o orientacji krystalograficznej zarodka.
W procesie wyciągania panuje wysoka temperatura:1500°C (temperatura topnienia krzemu wynosi 1415°C). Stosuje się najczęściej piece indukcyjne. W zależności od krystalizowanego materiału do topienia stosuje się tygle wykonane z materiału żaroodpornego, niewchodzącego w reakcję z krystalizowaną substancją. Proces przeprowadzany jest w próżni lub w atmosferze gazu obojętnego – najczęściej argonu (argon przepływa przez piec dzięki zastosowaniu specjalnych pomp próżniowych).

d) piezoelektryki:

Piezoelektryki to kryształy (monokryształy, polikryształy), w których pod wpływem naprężeń elektrycznych na powierzchni pojawiają się ładunki elektryczne. Zjawisko piezoelektryczne zostało odkryte w 1880 r. przez braci Piotra i Jakuba Curie.
Istotą zjawiska piezoelektrycznego jest powstanie pola elektrycznego na skutek przemieszczenia ładunku w jonowej sieć krystalicznej materiału, spowodowane jego odkształceniem. Piezoelektryki przejawiają również odwrotne zjawisko piezoelektryczne: polega ono na zmianie wymiarów kryształu pod wpływem przyłożonego pola elektrycznego. Materiały piezoelektryczne przetwarzają więc energię elektryczną w mechaniczną i odwrotnie.
Charakterystyczną cechą piezoelektryków jest brak środka symetrii ich struktury krystalicznej. Pod wpływem naprężenia w takich kryształach dochodzi do różnego

przesunięcia "środków ciężkości" ładunku dodatniego i ujemnego, co powoduje polaryzację elektryczną kryształu. Pojawiający się na krawędziach kryształu ładunek jest proporcjonalny do odkształcenia.
Kryształy piezoelektryczne posiadają wiązania jonowe.
Materiały piezoelektryczne charakteryzuje się opisując ich właściwości sprężyste, piezoelektryczne i dielektryczne.
Zjawisko piezoelektryczne jest uwarunkowane rodzajem sieci krystalograficznej. Występuje jedynie w kryształach należących do 20 z 32 grup punktowych.
Dla kierunku i wielkości ładunku powstałego na piezoelektrycznej płytce znaczenie ma zarówno kierunek i wartość naprężenia, jak i orientacja krystalograficzna (rodzaj cięcia). Jeżeli wykonaną z kwarcu płytkę o "cięciu X" podda się ściskaniu lub rozciąganiu wzdłuż krystalograficznej osi X, to pojawi się ładunek na powierzchniach prostopadłych do kierunku naprężenia, a jeżeli siły działają w kierunku krystalograficznej osi Y, to ładunki pojawiają się na płaszczyznach równoległych do naprężenia.
Od rodzaju cięcia zależą również właściwości temperaturowe otrzymanego elementu.
Pierwsze zastosowania praktyczne piezoelektryków miało miejsce w okresie I wojny światowej, gdy zastosowano je w nadajnikach i odbiornikach fal ultradźwiękowych urządzeń hydrolokacyjnych do wykrywania okrętów podwodnych.
Piezoelektryki wykorzystuje się przede wszystkim jako przetworniki elektroakustyczne.
Efekt piezoelektryczny prosty wykorzystuje się obecnie przy budowie takich urządzeń jak odbiorniki dźwięku, mikrofony, hydrofony, generatory energii elektrycznej, generatory iskry, sensory (ciśnienia akustycznego, drgań).
Efekt piezoelektryczny odwrotny wykorzystywany jest do budowy nadajników dźwięku, silników piezoelektrycznych, transformatorów piezoelektrycznych, aktuatorów.
Piezoelektryki wykorzystywane są też jako filtry piezoelektryczne, wzmacniacze, rezonansowe stabilizatory częstotliwości, rezonansowe sensory ciśnienia, wilgoci i temperatury.
Piezoelektryki wykorzystuje się w aparaturze naukowo-badawczej, m.in. w pozycjonowaniu igły w mikroskopie tunelowym.

e) <u>metody badań struktur krystalicznych:</u>

Strukturę kryształów wyznacza się za pomocą dyfrakcji promieni rentgenowskich lub dyfrakcji neutronów.
Rentgenografia strukturalna stosowana jest do ustalenia wymiarów i geometrii komórki elementarnej tworzącej daną sieć krystaliczną. Umożliwia ona ustalenie struktury chemicznej oraz zbudowanie dokładnego modelu przestrzennego. Opiera się na rejestracji efektów dyfrakcyjnych promieni rentgenowskich załamanych / odbitych podczas przejścia przez chmury elektronów w atomach kryształu. Na podstawie rejestracji obrazów dyfrakcyjnych promieniowania X wyznacza się trójwymiarową mapę gęstości elektronowej w komórce elementarnej kryształu, która następnie poddawana jest matematycznej analizie.
Do badań używany jest najczęściej monokryształ danego związku chemicznego o możliwie jak najbardziej regularnym kształcie i posiadający jak najmniej defektów. Kryształ ten umieszcza się w dyfraktometrze, schładza (przy pomocy par ciekłego azotu lub ciekłego helu – aby zmniejszyć niedokładności wynikające z termicznych drgań atomów) i naświetla pod różnymi kątami silną wiązką promieni X. Do rejestracji obrazów dyfrakcyjnych używa się matryc CCD chłodzonych ogniwami Peltiera. Elementem kamery jest odpowiedni scyntylator, który pochłania energię promieniowania X, a następnie emituje światło rejestrowane przez matrycę CCD.
W rentgenografii strukturalnej bada się także próbki polikrystaliczne (metoda proszkowa).
Inną z metod stosowanych w badaniach nad kryształami jest rejestracja dyfrakcji neutronów na atomach rozmieszczonych w sieci krystalicznej. Pomiar wiązki neutronów odbitej pod różnymi kątami pozwala określić charakterystyczne maksima i minima. Analiza wyników umożliwia ustalenie struktury kryształów i zbudowanie dokładnego modelu kryształu.

Kontent przeznaczony jest dla multimediów – 4 monitorów LCD 32'' z nakładkami dotykowymi [ts 3.13, ts. 3.14, ts 3.15, ts 3.16]. Poszczególne, w/w tematy, Wykonawca może umieścić dowolnie na monitorach.
Materiał powinien być przygotowany w łączonej technice animacji 2d i 3d – ilustrujący wszystkie z wyżej wymienionych tematów. Łączny czas animacji: nie mniej niż 20 minut.
Poza animacjami wymagany materiał filmowy fabularyzowany dokumentalny pokazujący metody badań kryształów, proces wyciągania kryształów metodą Czochralskiego, przykłady praktycznego zastosowania wybranych kryształów: minimum 4 sekwencje – każda ok. 5 minut.
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalne są także materiały licencyjne.

Budujemy atomy, cząsteczki, pierwiastki:

Stanowisko to zaaranżowane jest z dwóch wielodotykowych stołów multimedialnych [ts 3.17, ts. 3.18] – wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.
Obudowa stołów multimedialnych:

- podkonstrukcja drewniana (słupki, belki);
- poszycie z sklejki zabezpieczonej p.poż, lakierowanej na kol: RAL: 9010, wykończenie na wysoki połysk;
- blat nieregularny, wysokość blatu: 75 cm; ekrany do zabudowy o wymiarach: 145x75 cm;
- w podstawie wymagane: rewizja dla potrzeb serwisu (z obu stron), klapa perforowana zapewniając cyrkulację powietrza (z obu stron).

Kontent multimedialny stanowić będzie gra edukacyjna. Poprzez przesuwanie i zestawianie ze sobą (interakcja uruchamiana dotykiem dłoni) barwnych elementów – schematów/symboli kwarków, protonów, neutronów, elektronów uczestnicy zbudować mogą:

- nowe cząstki (protony, neutrony) zestawiając pary kwarków,
- „zbudować" atom zapełniając kolejne powłoki elektronowe,
- zbudować proste cząsteczki i izotopy pierwiastków.

Uczestnicy powinni mieć możliwość korzystania z indeksu – pomocy, będącego rodzajem instrukcji:

- jakie kwarki należy połączyć, aby zbudować proton i neutron,
- jaką liczbę atomową ma określony pierwiastek,
- które powłoki elektronowe należy zapełnić, aby zbudować atom,
- które elektrony należy „uwspólnić" aby zbudować wiązanie chemiczne i konkretny związek,
- jakie atomy należy połączyć, aby zbudować cząsteczkę.

Po zbudowaniu pierwiastka na ekranie wyświetlają się jego właściwości oraz informacja o poprawnym wykonaniu zadania.
Należy przygotować kontent umożliwiający zbudowanie 4 różnych cząstek i związków (w tym izotopów) na każdym ze stołów multimedialnych o zróżnicowanej skali trudności. Na najniższym poziomie trudności należy umożliwić zbudowanie cząsteczki wody.
Na stanowisku Użytkownik powinien mieć możliwość budowy izotopów. Zbudowanie radioaktywnego izotopu powinno zostać wyraźnie zasygnalizowane (np. symbolem radioaktywności).

STREFA: MAKROŚWIAT
Cel:
Demonstracja technik satelitarnych znajdujących zastosowanie w życiu codziennym.
Demonstracja biernych i aktywnych środków napędu w kosmosie.

Demonstracja „prostych” i „złożonych” obiektów kosmologicznych.
Demonstracja słonecznych i pozasłonecznych układów planetarnych.
Demonstracja problemów załogowych lotów kosmicznych.
Demonstracja warunków życia i pracy na orbicie okołoziemskiej.

Walory naukowo-dydaktyczne:

Tematyka makroświata najczęściej również wymyka się intuicyjnemu poznaniu. Kosmos jednak stale żywo pobudza wyobraźnię – zwłaszcza młodych odbiorców.
Technologie satelitarne i kosmiczne mają coraz większe znaczenie dla życia codziennego. Zrozumienie podstaw ich działania jest kluczowe dla zrozumienia współczesnego świata.
Strefa „Makroświat” pozwolić ma wyselekcjonować i zrozumieć „warunki brzegowe” życia i rozwoju cywilizacji, które wymagają naszej stałej i codziennej troski i racjonalnego użytkowania. Promowane powinny być międzynarodowe projekty badania kosmosu – w których uczestniczą młodzi ludzie z całego świata. Zaprezentowany powinien być dorobek polskich uczonych w badaniach kosmosu.

Poziom 10.50:

SYMULATOR:

Symulator powinien zostać zaaranżowany w zrekonstruowanej kabinie pilota i pomieszczenia załogi promu kosmicznego Columbia. Zrekonstruować należy, opierając się na ogólnodostępnej archiwalnej dokumentacji technicznej, wnętrze oraz zewnętrzne poszycie. Jako materiały wykończeniowe zastosować należy materiały w możliwie najlepszym stopniu imitujące oryginalne. Rekonstrukcje należy wykonać z najwyższą dbałością o detale.
Konstrukcja modelu – stalowa. Stosowne obliczenia konstrukcyjne należy przedstawić wraz z rysunkami warsztatowymi.
Podstawowe wymiary zewnętrzne modelu: długość osiowa: 7,90cm, wysokość: 320,00cm, szerokość: 370,00cm; średnia wysokość /netto/ we wnętrzu: 250,00cm (wszystkie wymiary +/-10% ze względu na konieczność dopasowania się do elementów konstrukcyjno-architektonicznych budynku).
W kokpicie należy zabudować 6 monitorów [mn 3.01-3.06] – zabudowa powinna być powtórzeniem podziałów wnętrza kabiny (widoczne części monitorów powinny być powtórzeniem wielkości przeszkleń w kabinie).
Wejście do symulatora przewidziano z przestrzeni w osiach C-E i 5-6. Wnętrze powinno być wyciemnione.
We wnętrzu na stanowiskach pilotów zamontować należy dwa fotele – imitujące oryginalne fotele pilotów.

Rysunek koncepcyjny stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 18.

Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 10 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.3.01 (model usytuowany w osiach C-E, 6-7, poziom +10,50).

Jednorazowo z symulatora aktywnie korzystać będą mogły dwie osoby. W symulatorze, w zależności od wybranej przez Użytkownika opcji, dostępna będzie jedna z dwóch interaktywnych animacji:

1. Wchodzenie promu kosmicznego do atmosfery. Czas trwania animacji: 10 minut.
   Animacja powinna być symulacją pilotowania promu kosmicznego w momencie wejścia do atmosfery ziemskiej. Wejście do atmosfery ma miejsce na wysokości 121 920 metrów, w odległości 9500 km do pasa lądowania. Na 20 minut przed dotknięciem pasa lądowiska prom przechodzi przez „barierę ognia” – w tym czasie prom otoczony zostaje przez obłok plazmy i znika łączność radiowa (ok. 6 minut). Następnie temperatura spada, wraca łączność radiowa. Podczas wchodzenia do atmosfery i podczas lądowania prom zachowuje się jak szybowiec. W warstwach rozrzedzonej atmosfery do sterowania wykorzystuje się silniki rakietowe małej mocy systemu sterowania reakcyjnego. W miarę obniżania lotu i wzrostu ciśnienia atmosferycznego coraz bardziej aktywne stają się powierzchnie sterowne. W celu

„zużycia" nadmiaru energii (wynikającej z „nadmiaru" wysokości do drogi jaką należy przebyć oraz wytracenia prędkości i wysokości) podczas lądowania prom wykonuje wiraże (raz w jedną, raz w drugą stronę) – wg zaprogramowanej ścieżki schodzenia w kierunku lądowiska (tzw. „esowanie"). Prędkość promu spada poniżej prędkości dźwięku w odległości 40 kilometrów od pasa.
Wyżej opisane efekty powinna oddać przygotowana przez Wykonawcę animacja. Użytkownicy (piloci) na dwóch przednich fotelach mają możliwość sterowania na wybranych fragmentach animacji za pomocą joysticka. Sterowanie przez pilota/ Użytkownika dotyczy tylko sterowania reakcyjnego – i to w ograniczonym zakresie (tak, aby nie zaburzyć lądowania). Podczas lądowania pilot/Użytkownik ma możliwość wykonywania jedynie ograniczonych manewrów – po komendzie głosowej automatycznie wyzwalanej z zamontowanych w kabinie głośników. W przypadku nieprawidłowo wykonanej czynności rozlega się komunikat o błędzie i o przejęciu sterowania przez automat. Po 15 sekundach następuje „uwolnienie" sterowania ręcznego, o czym informuje komunikat głosowy. Komunikaty głosowe muszą być zsynchronizowane z ruchami (czynnościami) pilota/Użytkownika. Podczas przygotowywania animacji wykorzystać należy instrukcje sterowania wahadłowcami. Animacja powinna się zaczynać po wejściu w atmosferę do powrotu łączności radiowej. Na ekranie powinny być wyświetlane podczas animacji takie dane jak: wysokość, prędkość, odległość od pasa, czas od wejścia w atmosferę, czas do pasa. Jako lądowisko należy przyjąć: Centrum Kosmiczne im. Johna F. Kennedy'ego położone na przylądku Canaveral na Florydzie.

2.Podróż do granic Układu Słonecznego. Czas trwania animacji: 10 minut.
Animacja powinna być rodzajem wycieczki (futurystycznej) przez Układ Słoneczny. Start ma miejsce na orbicie okołoziemskiej. Kolejno pilot/Użytkownik powinien móc zobaczyć: Księżyc, Wenus, Merkurego, Słońce, Marsa, Jowisza, Saturna, Urana, Neptuna oraz wybrane księżyce planet gazowych. Inspiracją dla obrazów w animacji powinny być materiały przesyłane z sond kosmicznych. Na ekranie podczas „przelotu" wyświetlane powinny być takie dane jak: odległość od Ziemi w km i w minutach świetlnych, komentarz na temat ciał niebieskich widocznych na monitorach (nazwa, symbol MUA, wielkość, skład atmosfery, budowa fizyko-chemiczna). Piloci/Użytkownicy na przednich fotelach powinni mieć możliwość ograniczonego sterowania „przelotem" za pomocą joysticka. Możliwość skorzystania ze sterowania ręcznego poprzedzana będzie komunikatem głosowym z głośników umieszczonych w kabinie. Pilot/Użytkownik będzie miał możliwość ograniczonego sterowania: wykonywania manewrów w celu uniknięcia kolizji np. z asteroidami. W przypadku nieprawidłowo wykonanej czynności rozlegnie się komunikat o błędzie i o przejęciu sterowania przez automat. Po 15 sekundach nastąpi „uwolnienie" sterowania ręcznego, o czym poinformuje komunikat głosowy. Komunikaty głosowe muszą być zsynchronizowane z ruchami (czynnościami) pilota/Użytkownika.

Animacje wyświetlane będą na wbudowanych w płaszcz symulatora monitorach LED (6 szt. [mn 3.01, mn 3.02, mn 3.03, mn 3.04, mn 3.05, mn 3.06]). Obraz na monitorach powinien być ciągły (panorama) – zsynchronizowany, także podczas obsługi joysticka przez widza. Sterowanie obrazem – możliwe przez jednego z pilotów/Użytkowników na przednim fotelu (funkcja sterowania możliwa do „przejęcia" przez pilota/Użytkownika na sąsiednim fotelu – po akceptacji przez Użytkownika pierwotnego).

Poziom +16,96:
Maszynownia:

ZESPÓŁ STANOWISK: TELEWIZJA SATELITARNA – SATELITY GEOSTACJONARNE; GPS – SATELITY NIESTACJONARNE

Na zespół stanowisk składają się: monitor z nakładką dotykową 32'' [ts 3.19] i dwa hologramy 3d [ts 3.20, [ts 3.21]. Monitor powinien zostać zabudowy w ściankę g-k rozciągniętą po łuku za wejściem do pomieszczenia. Opis dodatkowych wytycznych do aranżacji stanowiska: Rozdział 3 niniejszego Opracowania.
Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

monitor LCD 32'' z nakładka dotykową [ts 3.19]:
GPS:
Animacja pokazać ma rozmieszczenie na średniej orbicie okołoziemskiej (na wysokości około 20.183 km) 30 satelitów wykorzystywanych w systemie GPS. Należy pokazać sztuczne satelity jako orbitujące wokół Ziemi (w ruchu ciągłym, o orbitach kołowych o odpowiednim nachyleniu).
Osobno należy pokazać system naziemny: stacje kontrolne i monitorujące oraz odbiorniki sygnałów (użytkowników).
Osobno pokazać należy działanie systemu: sygnał wysyłany i powracający.
Całość animacji może zostać pokazana na 3-4 osobnych animacjach uruchamianych przez dotyk ekranu przez widza.
W części opisowej, towarzyszącej poszczególnym animacjom, opisać zwięźle należy cel i działanie systemu:

- zadaniem systemu jest dostarczenie użytkownikowi informacji o jego położeniu;
- cały system składa się z trzech segmentów: sztucznych satelitów, stacji kontrolnych, segmentu użytkownika;
- system oparty jest na pomiarze czasu dotarcia sygnału radiowego z satelitów do odbiornika użytkownika; konieczny jest jednoczesny odbiór z przynajmniej czterech satelitów; wyznaczenie pozycji odbiornika polega na pomiarze jego pseudoodległości od kilku satelitów; niezbędne jest skorygowanie wyniku pomiaru - uwzględnienie m.in. spowolnienia upływu czasu w polu grawitacyjnym Ziemi;
- każdy satelita jest wyposażony w zegar atomowy, dzięki czemu jego sygnał jest dokładnie zsynchronizowany z resztą systemu;
- system GPS utrzymywany i zarządzany jest przez Departament Obrony USA, ale ma zastosowanie zarówno wojskowe jak i cywilne.

Inne uruchomione bądź będące w budowie systemy pozycjonowania: GLONASS (Rosja), COMPASS (Chiny), Galileo (Europa – w budowie) – na animacji należy pokazać rozmieszczenie satelitów i zasady działania przynajmniej jednego z w/w systemów (do wyboru przez Wykonawcę) oraz wskazać różnice między nim a systemem GPS.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 10 minut**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Telewizja satelitarna:
Animacja pokazać ma rozmieszczenie na orbicie geostacjonarnej sztucznych satelitów wykorzystywanych do działania telewizji satelitarnej. Animacja i towarzyszący jej tekst podkreślić ma różnicę między satelitami umieszczonymi na orbicie geostacjonarnej (wykorzystywanymi w telekomunikacji, telefonii satelitarnej) a satelitami niestacjonarnymi (GPS). Pokazać w animacji należy sztucznego satelitę krążącego po orbicie stacjonarnej, wykorzystywanego w telekomunikacji i pokazać zasięg jego nadajnika. Zaznaczyć należy, że orbita geostacjonarna umożliwia satelicie zachowanie stałej pozycji nad wybranym punktem równika ziemskiego (orbita geostacjonarna zawarta jest w płaszczyźnie równika, 35.786 km na równikiem; prędkość ciała na orbicie geostacjonarnej wynosi około 3,08 km/s, a czas okrążenia przez niego Ziemi jest równy 23 godziny 56 minut i 4 sekundy, czyli równy jest dobie gwiazdowej). Podkreślić należy, że umieszczenie satelity na orbicie geostacjonarnej pozwala na utrzymanie stałej

łączności z nim przy użyciu anteny kierunkowej. Zaznaczyć należy, że dla obserwatora znajdującego się na powierzchni Ziemi na północ od równoleżnika 81,3°N i na południe od równoleżnika 81,3°S) orbita geostacjonarna znajduje się w całości poniżej horyzontu – aby odebrać więc sygnał w okolicach podbiegunowych należałoby w tym celu wznieść specjalne wieże. Na animacji przedstawić należy zasady działania systemu telewizji satelitarnej i elementy tego systemu: nadajniki na sztucznych satelitach, anteny satelitarnej, odbiorniki.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 5 minut**.**
Wymaga się również ok. 2-3 minutowego fragmentu popularnego filmu fabularnego, w którym wykorzystywana jest komunikacja satelitarna (wymagany materiał licencyjny).
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

hologram 3d: [ts. 3.20]
Cyfrowy model współczesnego satelity telekomunikacyjnego:
Jako kontent multimedialny wymagana jest animacja 3d: hologram, pracująca w pętli, przedstawiająca satelitę telekomunikacyjnego obracającego się naprzemiennie w osi pionowej i poziomej. Należy wyraźnie przedstawić widoczne zasadnicze elementy konstrukcyjne i funkcjonalne obiektu. Wybór konkretnego obiektu do zamodelowania – pozostawia się do decyzji Wykonawcy. Skala: umożliwiająca projekcję na urządzeniu opisanym jako ts. 3.20.
Czas trwania animacji: ok. 30 sekund**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

hologram 3d: [ts. 3.21]
Cyfrowy model współczesnego satelity wykorzystywanego w systemie GPS:
Jako kontent multimedialny wymagana jest animacja 3d: hologram, pracująca w pętli, przedstawiająca satelitę wykorzystywanego w systemie GPS obracającego się naprzemiennie w osi pionowej i poziomej. Należy wyraźnie przedstawić widoczne zasadnicze elementy konstrukcyjne i funkcjonalne obiektu. Wybór konkretnego obiektu do zamodelowania – pozostawia się do decyzji Wykonawcy. Skala: umożliwiająca projekcję na urządzeniu opisanym jako ts. 3.21.
Czas trwania animacji: ok. 30 sekund**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Podesty/podstawy pod hologramy, będące jednocześnie zabudową projektora i komputera:
- konstrukcja: profile stalowe;
- poszycie: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary;
- w podstawie wymagane: rewizja dla potrzeb serwisu (z obu stron), element perforowany zapewniający chłodzenie (z obu stron).

ZESPÓŁ STANOWISK: UKŁADY PLANETARNE
Na zespół stanowisk składają się: 2 monitory z nakładką dotykową 32'' [ts 3.22, ts 3.23]. Monitory i komputery powinny zostać zabudowane w sposób pokazany na rysunku koncepcyjnym AR 29 (Tom II: część rysunkowa). Konstrukcja obudowy: profile stalowe. Poszycie konstrukcji: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary i biały. W tylnej części obudowy należy wykonać, przesłaniane przykręcanymi klapami, otwory zapewniające dostęp serwisowy i wentylację.
Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

monitor z nakładką dotykową 32'' [ts 3.22]:

Słoneczny układ planetarny:
Animacja pokazać ma:
- Słońce
- wszystkie planety Układu Słonecznego (Markury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun);
- najważniejsze księżyce towarzyszące planetom (5-6 wybranych obiektów – wybór pozostawia się Wykonawcy);
- kosmiczne szumy.

Każda animacja ma zilustrować ciało niebieskie w ruchu: obrót o 360^0 wokół własnej osi. Wymagana jest animacja kolorowa.
Poszczególne sekwencje powinny być uruchamiane przez Użytkownika poprzez dotyk ekranu.
Na ekranie pojawić się ma równolegle opis prezentowanego obiektu: nazwa ciała niebieskiego, jego rozmiary, odległość od Słońca (w km, w latach świetlnych), odległość od Ziemi, masa (i jej porównanie z masą Ziemi); w formie diagramu kołowego podana powinna być informacja nt. składu chemicznego atmosfery i geologii danego ciała niebieskiego.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 8 minut**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

monitor z nakładką dotykową 32'' [ts 3.23]:
Pozasłoneczne układy planetarne:
Animacja pokazać ma tematy:
- pierwsze odkrycia pozasłonecznych układów planetarnych;
- Aleksander Wolszczan i odkrycie pierwszych egzoplanet;
- metody badań: badania pulsarów, efekt Dopplera;
- metody badań: tranzyt, chronometria, astrometria, obserwacje bezpośrednie, mikrosoczewkowanie grawitacyjne;
- typy egzoplanet;
- kosmiczne szumy.

Poszczególne sekwencje powinny być uruchamiane przez Użytkownika poprzez dotyk ekranu.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 10 minut**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Animacji powinny towarzyszyć zwięzłe komentarze (tekst). Przykładowy tekst do tematyki „pierwsze odkrycia pozasłonecznych układów planetarnych":
Poszukiwanie planet poza Układem Słonecznym to zarówno badania kosmosu, jak i poszukiwanie życia.
Astronomowie bardzo długo nie mogli udowodnić istnienia planet poza Układem Słonecznym ze względu na znikomą ilość światła odbijanego przez planety pozasłoneczne w porównaniu z ilością promieniowania emitowanego przez ich macierzyste słońca. Brakowało odpowiednich technik badawczych.

Przykładowy tekst do tematyki „metody badań: badania pulsarów, efekt Dopplera":
Odkrycie pierwszych planet zawdzięczamy radioastronomom i badaniom pulsarów – gwiazd neutronowych wysyłających w krótkich odstępach czasu regularne impulsy promieniowania elektromagnetycznego (promieniowanie radiowe). Zaobserwowane anomalie w wysyłanych impulsach świadczą o zmianie prędkości pulsara względem Ziemi. W ten sposób doszło do odkrycia w roku 1990 pierwszych pozasłonecznych planet podczas badania pulsara PSR B1257+12 przez Aleksandra Wolszczana. Wyniki jego badań zostały opublikowane i potwierdzone w 1992 r.
Pulsary są rzadkimi obiektami; krążące wokół nich planety różnią się znacznie warunkami od panujących na Ziemi.

Pierwsze planety pozasłoneczne, krążące wokół gwiazdy zbliżonej do Słońca, odkryto w 1995 r. dzięki obserwacji widma gwiazdy 51 Pegasi. Odkryta planeta była wielkości Jowisza, ale znajdowała się bardzo blisko gwiazdy (20 razy mniej niż Ziemia od Słońca). Odkrycia dokonano dzięki zaobserwowaniu efektu Dopplera. Duża planeta krążąca blisko swojej gwiazdy powoduje, że oba ciała tworzą układ mas wzajemnie na siebie oddziałujących. Gwiazda nie tylko kręci się wokół własnej osi, ale również przemieszcza się w przestrzeni, raz zbliżając się do Ziemi, raz od niej oddalając. Taka wędrówka powoduje, iż linie widmowe badanej gwiazdy raz przesuwają się w stronę fioletu, a raz w stronę czerwieni (patrz efekt Dopplera).

Na stanowisku zamieścić należy informację popularyzującą projekt NASA „Łowcy planet".

Prezentację należy zilustrować: materiałem uzyskanym dzięki teleskopowi Keplera – po obróbce barwnej.
Osobnym elementem kontentu powinien być specjalnie dla potrzeb ekspozycji przygotowany przez Wykonawcę 3-5 minutowy **wywiad** z A. Wolszczanem lub innym astronomem zajmującym się badaniem egzoplanet.

Wymaga się, aby uzupełnieniem obu kontentów 2d nt. układów planetarnych były **nagrania z radioteleskopów** emitowane na ekspozycji przez głośnik ultradźwiękowy. Głośnik powinien być tak ustawiony i zsynchronizowany, aby po wyborze przez widza na interfejsie monitorów ts 3.22 lub ts 3.23 funkcji „kosmiczne szumy" i wyborze konkretnego obiektu wyzwolić można było emisję dźwięku. Wymagane „szumy" zarejestrowane przez minimum 6 obiektów (planety, pulsary); łączny czas nagrania: 3 minuty. Nagrania pochodzić powinny z radioteleskopów, sond kosmicznych.

STANOWISKO: MODEL SILNIKA RAKIETOWEGO
Stanowisko powinno składać się z elementów:

- przekrojowy model silnika 1. stopnia rakiety Saturn V (1. stopień) – wykonany w skali 1:10;
- podstawa modelu: profile stalowe (obliczenia konstrukcyjne należy przedstawić wraz z rysunkami warsztatowymi), malowana proszkowo na kol RAL: 9011, efekt młotkowy;
- monitor z nakładką dotykową [ts 3.25] i kontentem multimedialnym.

Monitor i komputer powinny zostać zabudowane w sposób pokazany na rysunku koncepcyjnym AR 29 (Tom II: część rysunkowa). Konstrukcja obudowy: profile stalowe. Poszycie konstrukcji: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary i biały. W tylnej części obudowy należy wykonać, przesłaniane przykręcanymi klapami, otwory zapewniające dostęp serwisowy i wentylację.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Model należy wykonać opierając się na ogólnodostępnej archiwalnej dokumentacji technicznej. Jako materiały wykończeniowe zastosować należy materiały w możliwie najlepszym stopniu imitujące oryginalne. Model należy wykonać z najwyższą dbałością o detale.

Kontent multimedialny powinien być przede wszystkim komentarzem/opisem modelu pierwszego stopnia silnika rakiety Saturn V – prezentowanego na ekspozycji w formie modelu. Kontent opisywać ma główne elementy silnika – ich funkcje, materiał jaki posłużył do budowy. Elementem kontentu ma być animacja ilustrująca działanie wszystkich członów rakiety Saturn V podczas lotu na orbitę. Wykorzystać należy dane techniczne podane w literaturze fachowej.
Osobnym elementem kontentu mają być:

- zwięźle i w sposób popularyzatorski opisane badania Konstantego Ciołkowskiego: zbadaną przez niego zależnością między prędkością rakiety a jej masą i prędkością gazów wylotowych; przytoczyć należy wzór Ciołowskiego dla ruchu rakiety w próżni;
- teoria ruchu rakiet wielostopniowych; przytoczyć należy podstawowy wzór na prędkość idealną rakiety wielostopniowej.

Zminimalizować należy partie opisowe do niezbędnego minimum; zasadniczym elementem prezentacji powinny być animacje.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 10 minut**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Rysunki koncepcyjne stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 22, AR 115.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 12 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.3.03.

STANOWISKO: MODEL MODUŁU DOWODZENIA RAKIETY SATURN V
Stanowisko powinno składać się z elementów:

- model modułu dowodzenia rakiety Saturn V – wykonany w skali 1:1;
- podstawa modelu i konstrukcja wsporcza: profile stalowe (obliczenia konstrukcyjne należy przedstawić wraz z rysunkami warsztatowymi), malowana proszkowo na kol RAL: 9011, efekt młotkowy;
- wyprofilowana obudowa modelu wykonana z przezroczystej płyty pleksi;
- monitor z nakładką dotykową [ts 3.26] i kontentem multimedialnym.

Monitor i komputer powinny zostać zabudowane w sposób pokazany na rysunku koncepcyjnym AR 29 (Tom II: część rysunkowa). Konstrukcja obudowy: profile stalowe. Poszycie konstrukcji: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary i biały. W tylnej części obudowy należy wykonać, przesłaniane przykręcanymi klapami, otwory zapewniające dostęp serwisowy i wentylację.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Model należy wykonać opierając się na ogólnodostępnej archiwalnej dokumentacji technicznej. Jako materiały wykończeniowe zastosować należy materiały w możliwie najlepszym stopniu imitujące oryginalne. Model należy wykonać z najwyższą dbałością o detale.

Kontent multimedialny powinien być przede wszystkim komentarzem/opisem modelu modułu dowodzenia rakiety Saturn V – prezentowanego na ekspozycji w formie modelu. Kontent opisywać ma główne elementy modułu dowodzenia – ich funkcje, materiał jaki posłużył do budowy. Elementem kontentu ma być animacja ilustrująca działanie wszystkich członów rakiety Saturn V podczas lotu – ze szczególnym uwzględnieniem roli modułu dowodzenia w misjach Apollo. Wykorzystać należy dane techniczne podane w literaturze fachowej oraz archiwalne materiały filmowe.
Zminimalizować należy partie opisowe do niezbędnego minimum; zasadniczym elementem prezentacji powinny być animacje.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 10 minut**.**
Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Rysunki koncepcyjne stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 22, AR 115.
Stanowisko oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 12 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.3.04.

ZESPÓŁ STANOWISK: PLANETY SKALISTE
Zespół stanowisk tworzą: dwa ekrany sferyczne multitouch z projektorami i komputerami [ts 3.24; ts 3.28], monitor z nakładką dotykową i komputerem [ts 3.27].
Przewidziano dwa ekrany sferyczne o średnicach: 80,00cm i 60,00 cm (+/-5%).

Cylindryczne podesty/podstawy pod ekrany sferyczne, będące jednocześnie zabudową projektorów i komputera:
- konstrukcja: profile stalowe;
- poszycie: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary;
- w podstawie wymagane: rewizja dla potrzeb serwisu (z obu stron), element perforowany zapewniający chłodzenie (z obu stron).

Monitor i komputer powinny zostać zabudowane w sposób pokazany na rysunku koncepcyjnym AR 29 (Tom II: część rysunkowa). Konstrukcja obudowy: profile stalowe. Poszycie konstrukcji: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary i biały. W tylnej części obudowy należy wykonać, przesłaniane przykręcanymi klapami, otwory zapewniające dostęp serwisowy i wentylację.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Rysunki koncepcyjne stanowisk: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 22, AR 23.

W zakresie animacji wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.
Interfejs użytkownika umożliwiać powinien dostęp / wybór następujących **treści tekstowych i multimedialnych**:

Planety skaliste: Mars
ekran wielodotykowy 60,00 cm [ts. 3.24]:
Kontent multimedialny powinien być animacją obrotu planety wzorowaną na: National Oceanic and Atmospheric Administration.
Wielodotykowa płaszczyzna kuli powinna pod wpływem dotyku konkretnego punktu wyświetlić informacje pogrupowane wg wzorca:

1:Unicode:



2.Gdzie?:
Średnia odległość od Słońca: 230 000 000 km. Czwarta według oddalenia od Słońca planeta Układu Słonecznego.

3.Czy wiesz, że:
Czas obiegu wokół Słońca (rok marsjański) jest równy 687 dni ziemskich.
Doba słoneczna na Marsie jest niewiele dłuższa niż ziemska i ma 24 godziny, 39 minut i 35,244 sekundy.
Nachylenie osi obrotu Marsa (odchylenie od prostej prostopadłej do płaszczyzny orbity) to 25,19 stopnia, jest ono podobne do nachylenia osi obrotu Ziemi. Pory roku na Marsie są podobne do ziemskich, choć prawie dwa razy dłuższe z uwagi na dłuższy rok.

4.Czy wiesz, że:
Nazwa planety pochodzi od imienia rzymskiego boga wojny Marsa. Zawdzięcza ją swej barwie, która przy obserwacji z Ziemi wydaje się być rdzawo-czerwona i kojarzyła się starożytnym z pożogą wojenną. Czerwoną barwę planeta zawdzięcza głównie wysokiemu udziałowi w skorupie tlenków żelaza.

Powierzchnia Marsa to przede wszystkim bazalt. Znaczna część powierzchni Marsa jest pokryta pyłem tlenku żelaza.

5.Czy wiesz, że:
Nad pokrytą kraterami powierzchnią Marsa wznoszą się góry mające do 24 km wysokości, a równiny przecinają kaniony o głębokości nawet 7 km.
Na Marsie znajduje się najwyższa góra w Układzie Słonecznym – Olympus Mons (dawny wulkan - Wznosi się na 21 kilometrów ponad średnią powierzchnią planety) i największy kanion – Valles Marineris (ma długość ok. 5000 km, szerokość ok. 200 km i głębokość ok. 7 km).

6.Czy wiesz, że:
Atmosfera Marsa jest w porównaniu z ziemską bardzo rzadka. Jej ciśnienie na powierzchni Marsa nie przekracza 1% ciśnienia atmosferycznego Ziemi na poziomie morza.
Marsjańska atmosfera składa się w 95% z dwutlenku węgla; reszta to azot, argon oraz śladowe ilości tlenu i pary wodnej.

7.Czy wiesz, że:
W atmosferze Marsa wyraźnie można zaobserwować kondensacje pary wodnej w postaci białych i błękitnych obłoków. Wielokrotnie zaobserwowane pociemnienie gruntu jest efektem opadów. Na biegunie południowym widoczna jest okazała śniegowa czapka (suchy lód o grubości około ośmiu metrów).
Ze względu na niskie ciśnienie atmosferyczne woda w stanie ciekłym nie może obecnie istnieć na powierzchni Marsa, za wyjątkiem najniżej położonych terenów w pobliżu równika, gdzie może pojawiać się na krótki czas. Niskie ciśnienie atmosferyczne uniemożliwia istnienie ciekłej wody na większości obszarów – lód nie topnieje, ale sublimuje do postaci pary wodnej z pominięciem cieczy.
Czapy polarne na obu biegunach składają się głównie z lodu wodnego.

8.Czy wiesz, że:
Na Marsie występują największe burze piaskowe w Układzie Słonecznym. W ich trakcie wiatr może osiągać nawet 300 km/h.
W atmosferze Marsa widać za pomocą teleskopów z Ziemi również tzw. żółte obłoki. Są to chmury pyłu wzniecane przez gwałtowne wichry, dochodzące do 80 m/s. Burze pyłowo-piaskowe występują na Marsie niedługo po jego przejściu przez peryhelium (najmniejsza odległość od Słońca). Burze takie ogarniają w ciągu kilku tygodni obszary porównywalne z całą półkulą. Sięgają prawdopodobnie do wyższych warstw troposfery.
Średnia temperatura na Marsie wynosi około -55°C. W ziemie spada mniej więcej do -130°C, natomiast latem osiąga na stronie dziennej 27°.

9.Czy wiesz, że:
Pole magnetyczne Marsa jest bardzo słabe. Jego natężenie zostało ocenione poniżej 0,001 Oe. Magnetosfery i pasów radiacyjnych nie stwierdzono. Na Marsie nie występuje globalne dipolowe pole magnetyczne podobne do ziemskiego. Planeta posiada natomiast słabe pole magnetyczne o lokalnym charakterze.
Mars przypomina budową Ziemię: pod skorupą znajduje się gruby płaszcz, a w głębi planety jądro, złożone głównie z żelaza.

10.Czy wiesz, że:
Pierwszego udanego przelotu w pobliżu Marsa dokonała w 1964 roku sonda Mariner 4.
Pierwszego udanego lądowania na powierzchni dokonała sonda Mars 3.
Obecnie badania Marsa zajmują się wysłane na planetę łaziki: Opportunity i Curiosity.

11.Czy wiesz, że:
Mars ma dwa małe naturalne księżyce: Phobos ma rozmiary 21 × 26 km, Deimos ma średnicę 13 km.

Planety – siostry: Ziemia i Wenus:
ekran wielodotykowy 80,00 cm [ts. 3.28]:
Na kontent multimedialny powinny składać się powinny wyświetlające się wymiennie, po wyborze przez Użytkownika, animacje powierzchni: Ziemi i Wenus (skala 1:15 000 000). Animacje mają odwzorowywać: kierunek obrotu wokół osi, nachylenie osi, najważniejsze elementy powierzchni obu planet. Obrót Wenus powinien być wzorowany na: National Oceanic and Atmospheric Administration.

Do stanowiska przypisany jest monitor dotykowy [ts 3.27].
Kontent do sfery i do monitora dotykowego powinien się wzajemnie uzupełniać. Powinien być tak skonstruowany, aby pokazać podobieństwa i różnice obu planet.

Wzorcowy materiał (warstwa tekstowa):

Ziemia:
1.Unicode:



Symbolem astronomicznym Ziemi jest równoramienny krzyż wpisany w okrąg, znany jako krzyż słoneczny, krzyż Odyna lub krzyż celtycki. Początkowym symbolem astronomicznym planety było jabłko królewskie. Pojawia się często na megalitach. Koło z dwiema przeciętymi osiami to jeden z najstarszych symboli solarnych Indoeuropejczyków, powszechnie występujący u Celtów, ale którego motyw pojawiał się także u Słowian wschodnich. W północno-zachodniej Europie w czasach pogańskich stał się z kolei atrybutem nordyckiego boga Odyna. Znany również w Ameryce przedkolumbijskiej, jak i w całym basenie Morza Śródziemnego od co najmniej 3500 lat. Jako symbol słońca znany był również u Azteków.

2.Czy wiesz, że:
Planeta uformowała się 4,54 ± 0,05 miliarda lat temu z mgławicy słonecznej – obłoku gazu i pyłu, który podczas powstawania Słońca przekształcił się w dysk.
Życie na Ziemi pojawiło się w ciągu pierwszego miliarda lat po uformowaniu. Rozwój życia na lądzie umożliwiła powłoka ozonowa, zmniejszająca natężenie promieniowania ultrafioletowego oraz magnetosfera, odbijająca cząstki wiatru słonecznego.

3.Czy wiesz, że:
Woda jest związkiem chemicznym najpowszechniej występującym na naszym globie. Obecnie pokrywa około 71% powierzchni Ziemi. Łącznie znajduje się na niej 1,3 mld km^3 wody słonej i tylko 4,2 km^3 wody słodkiej.
Większość wody znajdującej się na Ziemi nie powstała na niej, lecz pochodzi z przestrzeni kosmicznej.

4.Czy wiesz, że:
Nachylenie osi Ziemi do prostej prostopadłej do płaszczyzny orbity wynosi 23,44°, co prowadzi do rocznych wahań oświetlenia, które powodują m.in. występowanie pór roku.
Kształt Ziemi zbliżony jest do elipsoidy obrotowej, kuli lekko spłaszczonej na biegunach. Ruch obrotowy Ziemi sprawia, że średnica równika jest o 43 km większa niż średnica pomiędzy biegunami. Przeciętna średnica wynosi 12 742 km.

5.Czy wiesz, że:
Masa Ziemi wynosi 5,98 × 10^{24} kg. Ziemia składa się głównie z żelaza 32,1%, tlenu 30,1%, krzemu 15,1%, magnezu 13,9%, siarki 2,9%, niklu 1,8%, wapnia 1,6%, glinu 1,4%, chromu 0,4% oraz z pozostałych 0,7%. Jądro zbudowane jest przede wszystkim z

żelaza (88,8%), a także niklu (5,8%), siarki (4,5%) i śladowych ilości innych pierwiastków

6.Czy wiesz, że:
Ziemia wytwarza pole magnetyczne odpowiadające, w pobliżu powierzchni Ziemi, w przybliżeniu polu dipola, którego bieguny położone są w pobliżu biegunów geograficznych. Oś magnetyczna nie pokrywa się jednak z osią obrotu Ziemi, lecz jest od niej odchylona o kilkanaście stopni i zmienia swoje położenie; obecnie odchylenie to wynosi około 11°. Na północnej półkuli Ziemi znajduje się jej południowy biegun magnetyczny i odwrotnie, na południu biegun północny. Mimo to bieguny magnetyczne Ziemi oznacza się zgodnie z nazwami biegunów geograficznych, a odwrotnie w stosunku do oznaczeń biegunów magnesu stosowanych w fizyce.

7.Czy wiesz, że:
Pole magnetyczne Ziemi powstaje w zewnętrznym płynnym jądrze Ziemi, w wyniku ruchów konwekcyjnych porządkowanych przez ruch wirowy Ziemi. Ruchy te generują prąd elektryczny, który wytwarza pole magnetyczne. Ruchy konwekcyjne w jądrze okresowo zmieniają ustawienie, co jest prawdopodobną przyczyną przebiegunowania Ziemi. Ma ono miejsce nieregularnie, średnio kilka razy w przeciągu miliona lat. Ostatnie przebiegunowanie miało miejsce około 700 000 lat temu.

8.Czy wiesz, że:
Pole magnetyczne tworzy magnetosferę ziemską, która odchyla cząstki wiatru słonecznego, wskutek czego pole ulega deformacji. Część odchylonych cząsteczek wiatru słonecznego powoduje powstanie koncentrycznych pierścieni naładowanych elektrycznie cząstek, nazywanych pasami Van Allena. Kiedy plazma przenika atmosferę Ziemi w pobliżu biegunów magnetycznych, zachodzi zjawisko zorzy polarnej.

9.Czy wiesz, że:
Na poziomie morza gęstość powietrza wynosi 1,217 kg/m³, a ciśnienie atmosferyczne – 101,325 kPa i maleje wraz z wysokością. Warstwa atmosfery o grubości do 100 km (homosfera) składa się przede wszystkim z azotu (78% objętości powietrza), tlenu (20,9%) oraz argonu (0,9%). Zawiera także śladowe ilości dwutlenku węgla i gazów szlachetnych. Zawartość pary wodnej w atmosferze ulega częstej zmianie i wynosi średnio ok. 1%. Atmosfera Ziemi stale ulatnia się w kosmos w tempie około 3 kg wodoru i 50g helu na sekundę.

10.Czy wiesz, że:
Powyżej troposfery znajduje się stratosfera (10–50 km n.p.m.), mezosfera (50–80 km n.p.m.) i termosfera (80–500 km n.p.m.). Wykazują one różnice w pionowym gradiencie temperatury (zmianą temperatury wraz z wysokością). W stratosferze znajduje się powłoka ozonowa. Powyżej tych warstw jest egzosfera, w której zanikają ostatnie ślady obecności powietrza. Umowna granica pomiędzy atmosferą ziemską i przestrzenią kosmiczną, przebiegająca na wysokości 100 km n.p.m., nazywa się Linią Kármána.

10.Podstawowe informacje o Ziemi:
Średnica: 12.756 km
Odległość od Słońca: 149,6 mln km
Prędkość po orbicie: 29,79 km/s
Okres obiegu wokół Słońca: 365,26 dnia
Okres obrotu wokół własnej osi: 23 h 56 min 4 s
Nachylenie płaszczyzny orbity względem ekliptyki: 23°27'40''
Temperatura na powierzchni: średnia 14°C
Liczba księżyców: 1

Wenus:

1.Unicode:



Nazwa planety wzięła się od rzymskiej bogini miłości, Wenus.

2.Czy wiesz, że:
Odległość Wenus od Ziemi waha się od 40 do 259 mln km.
Wenus jest trzecim pod względem jasności ciałem niebieskim widocznym na niebie, po Słońcu i Księżycu.
Ponieważ Wenus na nocnym niebie widoczna jest ona tylko przez pewien czas (ok. 3 godziny) przed wschodem Słońca lub (ok. 3 godziny) po zachodzie Słońca, nazywana jest także Gwiazdą Poranną (Jutrzenką) lub Gwiazdą Wieczorną.

3.Czy wiesz, że:
Wenus pod względem wielkości (średnica około 12 000 km), masy, średniej gęstości i składu chemicznego tak bardzo przypomina Ziemię, że uważana byłą przez długi czas za jej bliźniaczą planetę. Wenus jest planetą prawie dorównującą Ziemi rozmiarami (95%) i masą (81,5%). Przyśpieszenie siły ciężkości na powierzchni Wenus wynosi około 8,9 m/s^2.

4.Czy wiesz, że:
Większą część powierzchni Wenus stanowią równiny przebiegające na poziomie zdefiniowanym średnim promieniem planety (6051,2 km). Obszary obniżone względem tego poziomu stanowią zaledwie 16% terenów, a tylko około 24% terenów wznosi się powyżej 1 km. Wyjątkowo wysokie wzniesienia (Góry Maxwella) osiągają 11-12 km ponad poziom średni. 60% powierzchni mieści się w granicach do 500 m od średniego promienia, a tylko 8% leży dalej niż 2 km od niego.

5.Czy wiesz, że:
Wenus ma bardzo solidną atmosferę, składającą się głównie z dwutlenku węgla i gęstych chmur kwasu siarkowego.
Ciśnienie atmosferyczne przy wenusjańskim gruncie jest około 90 razy większe niż ciśnienie ziemskiej atmosfery mierzone na poziomie morza.

6.Czy wiesz, że:
Większość powierzchni Wenus pokryta jest potężnymi potokami lawy. Planeta ma aktywne wulkany. Kratery na Wenus mają średnice od 3 km do 280 km.
Obecny krajobraz Wenus jest suchy i pustynny, tworzony przez pokryte pyłem skały.
Podobnie jak ziemskie, jądro Wenus jest przynajmniej częściowo płynne.

7.Czy wiesz, że:
Wenus obiega Słońce w średniej odległości ponad 108 mln km w okresie 225 dni ziemskich. Jeden obrót dookoła własnej osi wykonuje w okresie 243 dni. Jest to obrót wsteczny i dlatego doba słoneczna na Wenus jest krótsza od gwiazdowej i wynosi tylko 117 dni ziemskich.
Na równiku, powierzchnia Wenus obraca się z prędkością liniową 6,5 km/h; a Ziemi – 1670 km/h.
Nachylenie równika Wenus do płaszczyzny jej orbity wynosi około 177°.

8.Czy wiesz, że:
Oglądane sponad płaszczyzny ekliptyki, od strony północnego bieguna Słońca, wszystkie planety krążą w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (w lewo). Większość planet również obraca się wokół osi w lewo, jednak Wenus obraca się w prawo. Słońce wstaje na zachodzie i zachodzi na wschodzie.

9.Czy wiesz, że:
Temperatura na powierzchni Wenus waha się od 120 do 420 stopni Celsjusza. To m.in. skutek bardzo silnego efektu cieplarnianego wywołanego wysoką zawartością dwutlenku węgla w atmosferze.
Bezwładność cieplna i przekazywanie ciepła przez wiatry w niższych warstwach atmosfery oznacza, że temperatura powierzchni Wenus nie różni się znacznie między dniem i nocą, pomimo bardzo wolnych obrotów. Powierzchnia Wenus ma prawie jednakową temperaturę nie tylko w dzień i noc, ale także na równiku i biegunach.

10.Czy wiesz, że:
Gęsta powłoka chmur występuje około 62 km ponad powierzchnią planety. Warstwa jonosferyczna występuje na wysokości około 140 km.
Chmury widoczne w atmosferze Wenus są zbudowane z zamarzających w kryształkach kropelek, 75-procentowego wodnego (w stosunku wagowym) roztworu kwasu siarkowego. W zewnętrznych warstwach atmosfery planety stwierdzono również wodór i hel, które pochodzą z wiatru słonecznego.
Chmury nad powierzchnią Wenus są zdolne do wytwarzania piorunów, podobnie jak chmury nad Ziemią.

11.Czy wiesz, że:
Wiatry na powierzchni są powolne, osiągają kilka kilometrów na godzinę, ale z powodu dużej gęstości atmosfery wywierają one znaczną siłę na przeszkody, przenosząc pył i małe kamienie na powierzchni. To zjawisko mogłoby znacznie utrudnić ludziom chodzenie, nawet gdyby nie istniały problem wysokiej temperatury i braku tlenu.
Silne wiatry o prędkości 300 km/h występują na szczytach chmur, okrążając planetę w ciągu czterech do pięciu dni ziemskich. Wenusjańskie wiatry mogą wiać z prędkością do 60 razy szybszą od rotacji planety, podczas gdy najszybsze ziemskie wiatry osiągają tylko 10% do 20% prędkości obrotu Ziemi.

11.Czy wiesz, że:
Wenus ma bardzo słabe pole magnetyczne. Warkocz jej magnetosfery jest około 10 razy cieńszy od ziemskiego. Okoliczność ta umożliwia cząstkom wiatru słonecznego mieszanie się z górnymi warstwami atmosfery. Pole magnetyczne Wenus jest znacznie słabsze niż na Ziemi. Jest ono generowane przez oddziaływanie między jonosferą i wiatrem słonecznym, a nie przez wewnętrzne dynamo w jądrze planety, tak jak w przypadku Ziemi. Magnetosfera Wenus w małym stopniu chroni atmosferę przed promieniowaniem kosmicznym. Promieniowanie to może jonizować cząstki atmosfery i prowadzić do wyładowań między chmurami.

10.Podstawowe informacje o Wenus:
Średnica: 12.104 km
Odległość od Słońca: 108,2 mln km
Prędkość po orbicie: 35,02 km/s
Okres obiegu wokół Słońca: 224,7 dnia
Okres obrotu wokół własnej osi: -243 d
Nachylenie płaszczyzny orbity względem ekliptyki: $3^{o}39'47''$
Temperatura na powierzchni: średnia $464^{o}C$
Liczba księżyców: brak

STANOWISKO: ŁOWCY GALAKTYK
Stanowiska tworzą: dwie pary monitorów LCD 32'' z nakładkami dotykowymi i komputerami [ts 3. 29, ts 3.30 i ts 3. 31, ts 3.32]. Zabudowa monitorów: ścianka g-k na systemowej podkonstrukcji.

Rysunki koncepcyjne stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 22, AR 23.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Stanowiska multimedialne powinny zostać podzielone z uwzględnieniem przeznaczonego dla nich kontentu multimedialnego. Kontent tworzyć powinny:

- gra edukacyjna,
- animacje: „Mleczna droga i inne galaktyki" oraz „Ewolucja gwiazd - kosmiczne zoo: pulsary, kwazary, czarne dziury".

Gra edukacyjna:
Gra powinna polegać na identyfikacji typów galaktyk w drodze wyszukiwania i rozróżniania charakterystycznych cech: dla spiralnych i galaktyk eliptycznych.
Na ekranach dotykowych rozplanować należy grę edukacyjną oraz indeks wiedzy nt. galaktyk.
Wzorzec (wzorcowy test): http://zoo1.galaxyzoo.org/pl/Tutorial.aspx
Przed grą Użytkownik powinien wykonać testy: zapoznać się z klika (8-12) zdjęciami różnych typów galaktyk spiralnych i eliptycznych. Należy umożliwić Użytkownikowi, poprzez wykorzystanie nakładki dotykowej, powiększenie fotografii do rozmiarów ok. 75% ekranu. Po prawej stronie ekranu umieścić należy graficzny interfejs z opcjami wyboru – po naciśnięciu właściwej odpowiedzi wyświetlany będzie komunikat o poprawnym lub niepoprawnym wyborze wraz z informacja nt. galaktyki.
Podczas gry Użytkownik/gracz na ekranie typu mulitouch wybiera odcinek nieba, powiększa go i identyfikuje galaktyki na wybranym fragmencie. Poprawna identyfikacja to konkretna ilość punktów. Gra powinna mieć trzy poziomy trudności: 1. – identyfikacja wyraźnych typów galaktyk, 2. – identyfikacja galaktyk spiralnych i eliptycznych trudniejszych do identyfikacji, 3. – identyfikacja bardzo bladych galaktyk.
Liczba zdobytych punktów powinna umożliwić skorzystanie z bonusów (gratisowy bilet do planetarium, bon na zakupy w sklepiku muzealnym etc., rabat na kolejne wejście do CNiT, zaproszenie na organizowane przez CNiT imprezy).

Zwrócić należy uwagę zwiedzającym, że gra jest wprowadzeniem do projektu: Galaxy Zoo. Galaxy Zoo to jeden z ogólnodostępnych internetowych projektów astronomicznych, w którym uczestnicy klasyfikują galaktyki na podstawie zdjęć wykonanych automatycznie przez teleskop Sloan Digital Sky Survey, znajdujący się w Apache Point Observatory w stanie Nowy Meksyk. Został zainspirowany projektem Stardust@home, w którym internauci zostali poproszeni przez NASA o znalezienie śladów pyłu kosmicznego na zdjęciach z misji Stardust. Galaxy Zoo jest wspólnym projektem uniwersytetów Oxford, Portsmouth oraz organizacji Fingerprint Digital Media z Belfastu. Od lutego 2009 realizowany był drugi etap projektu pod nazwą Galaxy Zoo 2, a od kwietnia 2010 kolejny – Galaxy Zoo: Hubble, który tym razem wykorzystuje zdjęcia setek tysięcy galaktyk pochodzące z archiwum teleskopu Hubble'a w NASA.
Do tej pory w projekcie Galaktyczne Zoo wzięło udział ponad 350 000 osób. Dzięki temu powstała ogromna baza danych, a odkryciami poczynionymi przez uczestników zajęły się teleskopy na Ziemi i w kosmosie. Zdjęcia w projekcie Galaxy Zoo: Hubble są bardziej szczegółowe i umożliwiają bardziej dogłębne zbadanie Wszechświata, niż było to możliwe do tej pory.
Z tego projektu wywodzi się zakrojona na szeroką skalę inicjatywa nazwana "Zooniverse", do której należą również takie zoo-projekty jak: Galaxy Zoo Mergers, Galaxy Zoo Supernovae, Solar Stormwatch, Galaxy Zoo: Hubble, Moon Zoo, Old Weather, Milky Way Project oraz Planet Hunters. Projekty Moon Zoo, Milky Way Project, Galaxy Zoo Hubble, Galaxy Zoo Mergers i Galaxy Zoo Supernovae mają polskie wersje językowe.
Kontent wykorzystuje Archiwa Kosmicznego Teleskopu Hubble'a.

Gra powinna być przygotowana przez Wykonawcę – wymagana jest produkcja własna. Do przygotowania bazy fotografii dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Animacje:

- **Mleczna droga i inne galaktyki,**
- **Ewolucja gwiazd - kosmiczne zoo: pulsary, kwazary, czarne dziury.**

W przystępnej formie, bazując głównie na animacji, zilustrować należy najbardziej efektowne obiekty wszechświata: gwiazdy, galaktyki, układy galaktyk, pył międzygwiezdny, mgławice. Do przygotowania animacji wykorzystać nalezy Archiwa Kosmicznego Teleskopu Hubble'a.
Wymagane są animacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Czas trwania animacji: ok. 5 minut**.**
Zaleca się prezentację animacji na monitorze ts.3.32 lub innym wybranym z grupy: ts 3.29 – ts. 3.31.

STANOWISKO: ZODIAKALNE ZOO

Stanowisko zbudowane powinno zostać jako wyoblona ściana łukowa, będąca jednocześnie: konstrukcją wsporczą dla projekcji „Zodiakalne zoo" na monitorach, elementem aranżacyjnym, wydzieleniem salki projekcyjnej dla projekcji 3d.
Monitory mocowane powinny być we wnęce – od strony głównej części ekspozycji (od strony modeli modułów rakiety). W ściance zapewnić należy trasy dla okablowania (zasilanie oświetlenia efektowego, zasilania sprzętu AV).
Konstrukcja ściany: profile stalowe i aluminiowe. Na etapie rysunków warsztatowych sporządzić i przedstawić należy obliczenia konstrukcyjne.
Okładzina ściany: płyta g-k. oraz, od strony głównej części ekspozycji, 15-to centymetrowy pas blachy aluminiowej na całej długości ściany.
Nad ekranami projekcyjnymi w pasie blendy g-k. rozmieścić należy oświetlenie efektowe – punkty LED.
Powierzchnia przeznaczona dla interaktywnej animacji powinna być nie mniejsza niż 700 cm x 190 cm (+/-10%).
Rysunki koncepcyjne stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 22, AR 23.

Dla stanowiska przewidziano monitory wraz z komputerem oraz oprogramowanie kinetyczne [mn 3.07]. Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Jako kontent dla ściany projekcyjnej (monitorów mn 3.07) powinna zostać przygotowana **animacja** z oprogramowaniem kinetycznym: na pas nieba z widocznymi ciałami niebieskimi, pogrupowanymi w gwiazdozbiory leżące w płaszczyźnie ekliptyki. Na ten obraz nakładać się powinna, w wyniku reakcji na ruch zwiedzających, zoomorficzna grafika: wymiennie zodiak europejski i zodiak chiński.

STANOWISKO: INTERAKTYWNY KOSMOS

Stanowisko powinno zostać zaaranżowane w wyciemnionej przestrzeni, wydzielonej ścianką z projekcją animacji „Galaktyczne zoo" od głównej części ekspozycji. W przestrzeni tej zaplanowana został interaktywna projekcja 3d – na wyoblonym ekranie, przy pomocy projektora 3d [pr 3.01].
Projektor powinien zostać ustawiony na postumencie wykonanym ze sklejki (konstrukcja drewniana), przymocowanym do podłoża. Jako alternatywę dopuszcza się podwieszenie projektora u stropu.
Wymagana minimalna powierzchnia prezentacji obrazu: 3,00 m (długość) x 1,20 m (wysokość).

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.
Rysunki koncepcyjne stanowiska: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 22, AR 23.

Jako kontent dla ściany projekcyjnej (monitorów mn 3.07) powinna zostać przygotowana **animacja 3d** wiernie odwzorowująca Układ Słoneczny:
- Słońce,
- wszystkie planety Układu Słonecznego (Markury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun),
- planetoidy, planety karłowate,
- naturalne satelity planet (księżyce).

Zaznaczone, w sposób widoczny dla widza, powinny być orbity planet. Należy zachować odpowiednie proporcje w odwzorowywaniu wielkości i odległości poszczególnych ciał niebieskich.
Widzowie mają mieć zapewnioną możliwość sterowania animacją – np. joystickiem. Sterowanie ma umożliwić: przybliżanie i oddalanie odpowiednich obszarów, obracanie obrazu w różnych płaszczyznach.

Chłodnia:

ZESPÓŁ STANOWISK: ŻYCIE I PRACA NA STACJI ORBITALNEJ
Zespół stanowisk powinien się składać z:
- przekrojowych modeli (w skali 1:1) międzynarodowej stacji orbitalnej – modułu załogowego oraz dwóch modułów laboratoryjnych,
- 8 monitorów 21,5'' z nakładkami dotykowymi [ts 3.33 – ts. 3.40],
- 4 monitory 52'' [mn 3.08, mn 3.09, mn 3.10, mn 3.11],
- 2 kopii skafandrów astronautów.

Modele modułów stacji orbitalnej (ISS) należy wykonać opierając się na ogólnodostępnej dokumentacji specjalistycznej. Jako materiały wykończeniowe zastosować należy materiały w możliwie najlepszym stopniu imitujące oryginalne. Model należy wykonać z najwyższą dbałością o detale.
Przekroje powinny być tak wykonane, aby widz miał możliwość dokładnego obejrzenia wnętrza, konstrukcji, wyposażenia. Zwiedzającym należy zapewnić możliwość wejścia do wydzielonych części wnętrza modułów.
Kopie skafandrów astronautów mają mieć charakter poglądowo – aranżacyjny: podwieszone powinny zostać u stropu w przejściu między modułami – nad ciągiem zwiedzania. Jako materiały wykończeniowe zastosować należy materiały w możliwie najlepszym stopniu imitujące oryginalne. Kopie należy wykonać z dbałością o detale.

Monitory i komputery powinny zostać zabudowane w sposób pokazany na rysunku koncepcyjnym AR 27 (Tom II: część rysunkowa). Konstrukcja obudów: profile stalowe. Poszycie konstrukcji: blacha stalowa malowana proszkowo na kolor szary i biały. W tylnej części obudów należy wykonać, przesłaniane przykręcanymi klapami, otwory zapewniające dostęp serwisowy i wentylację.
Konstrukcja monitorów 52'' powinna być wsparta na słupach – elementach konstrukcyjnych budynku oraz, w razie potrzeby, na osobnych podstawach.
Rysunki koncepcyjne stanowisk: Tom II: część rysunkowa, rys. AR 25, AR 26, AR 27, AR 115.
Stanowiska oznaczone jest dodatkowo na rysunku AR 12 (Tom II: część rysunkowa) symbolem: M.3.06, M.3.07, M.3.08.
Pozostałe wytyczne do wykonania aranżacji i scenografii opisane zostały w Rozdziale 3 niniejszego Opracowania.

Kontent multimedialny zaplanowany dla monitorów 21,5'' z nakładką dotykową powinien być przede wszystkim komentarzem/opisem modelu poszczególnych modułów stacji prezentowanych na ekspozycji: ich funkcji, materiałów wykorzystanych dobudowy,

zastosowanych technologii, wyposażenia. Wykorzystać należy dane techniczne podane w literaturze fachowej.
Elementem kontentu ma być **animacja** ilustrująca warunki życia i pracy na stacji orbitalnej.
Wymagane są animacje i prezentacje przygotowane łączoną techniką 2d – 3d. Wymagana jest produkcja własna, ale dopuszczalny jest też materiał licencyjny.

Jako kontent multimedialny zaplanowany dla monitorów 52'' przewidziano materiały licencyjne – **filmy dokumentalne** przedstawiające: przygotowania i trening astronautów do lotów w kosmos, pobyt astronautów na stacji orbitalnej, badania prowadzone na stacji orbitalnej, prace serwisowe.
Łączny wymagany czas nabytego materiału licencyjnego: 30 minut. Wymaga się nabycia materiałów licencyjnych o czasie trwania licencji nie krótszym niż lata. Nabycie licencji powinno gwarantować emisję materiału w obiekcie CNiT. Materiał filmowy musi uzyskać akceptację Zamawiającego przed nabyciem licencji.

Wymagane parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV określone zostały w Rozdziale 4 niniejszego Opracowania.

Kino 2d 3d

Poziom 7.50

W kinie 3d wyświetlane będą:
- filmy popularno-naukowe,
- animacje 3d.

Filmy popularno-naukowe nabyte będą jako materiały licencyjne. Standard filmów: National Geographic Science.
Animacje 3d: kontent własny lub zakupiony jako materiał licencyjny.
Tematyka: wszechświat, cząstki elementarne, praca elektrowni i elektrociepłowni.
Materiał licencyjny powinien stanowić nie mniej niż 50% kontentu.
Łączny czas trwania przygotowanego i nabytego dla potrzeb kina 2d 3d kontentu: nie mniej niż 60 minut.
Kontent prezentowany w kinie 2d 3d nie może być prezentowany w tym samym czasie na innych obszarach ekspozycji CNiT.

3.Scenografia. Oświetlenie efektowe. System informacji wizualnej

3.1.Rozwiązania aranżacyjne i scenograficzne

Rozwiązania aranżacyjne poszczególnych stanowisk zostały przedstawione w Rozdziale 2 niniejszego Opracowania – przy opisie poszczególnych ścieżek zwiedzania.

Najbardziej charakterystyczne dla ekspozycji rozwiązania i kolorystyczne: Strefy wejścia, drugstore (poziom +7,50), strefy „Mikroświat", wybranych stanowisk ścieżki „Rozwój wiedzy i cywilizacji" – przedstawiono na wizualizacjach w Tomie II: część rysunkowa.

Rozwiązania scenograficzne realizowane za pomocą multimediów – przedstawiono w podrozdziale 3.2. niniejszego Opracowania.

Rozwiązania scenograficzne i aranżacyjne przyjęte dla ekspozycji nie powinny być konkurencją dla zabytkowej substancji i infrastruktury. Rozwiązania scenograficzne i aranżacyjne powinny wydobyć i uczytelnić zabytkowe elementy infrastruktury przeznaczone do zachowania: wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. Projekt aranżacji powinien uwzględniać zabytkowy charakter obiektu. Elementy aranżacyjne nie mogą ingerować w substancję zabytkową lub ją niszczyć.

Jako elementem i metodą aranżacji należy posługiwać się obrazem i światłem – w tym celu wykorzystać należy sprzęt i technologie multimedialne oraz oświetleniowe opisane w niniejszym opracowaniu. Środki te należy jednak wykorzystywać tak, aby nie konkurowały one ze sobą, nie utrudniały prezentacji materiałów naukowo-dydaktycznych i popularyzatorskich. Światło i dźwięk, jako jeden z głównych elementów aranżacji i budowy nastroju, wykorzystać należy w Kotłowni – zwłaszcza na poziomie 0,00 i +4,50. Oszczędnie należy jednak posługiwać się oświetleniem efektowym w miejscach przewidzianych dla specjalnych projekcji multimedialnych – np. w strefie „Makroświat" na poziomie +16,96, w strefie „Mikroświat" , na poziomie +4,50 przy zespole turbogeneratora (ścieżka „Przetwarzanie energii"), na ścieżce „Rozwój wiedzy i cywilizacji". W tych miejscach należy stosować tradycyjne środki scenograficzne i aranżacyjne.

Miejsca wymagające wyciemnienia powinny zostać wykonane z materiałów nieprzepuszczających światła – płyt kompozytowych lub gipsowo-kartonowych.

Okładziny/wydzielenia z płyty kartonowo–gipsowej:
Materiały:

- kształtowniki zimnogięte z blachy ocynkowanej o grubości 0,6 mm,
- płyty gipsowo-kartonowe jako obustronne okładziny (za wyjątkiem oblicowania istniejącego wydzielenia kanałów wentylacyjnych przy szachcie windy) o grubości 12,5 mm, spełniające wymagania norm przywołanych w dalszej części niniejszego opracowania,
- uszczelniające taśmy,
- wkręty stalowe zabezpieczone przed korozją do mocowania płyt gipsowych do kształtowników nośnych o minimalnych wymiarach 3,9 x 11,0 mm,
- masy szpachlowe gipsowe do wykonania połączeń pomiędzy płytami gipsowo-kartonowymi oraz spoin narożnych i uszczelnień na obwodzie,
- taśmy spoinowe z włókna szklanego, taśmy papierowe z wkładką aluminiową lub inne: do wzmacniania spoin miedzy płytami gipsowo-kartonowymi oraz w narożach i na obwodzie.

Szklane wydzielenia i zabudowy należy wykonać przy wykorzystaniu szkła hartowanego, bezpiecznego lub hartowanego bezpiecznego.
Miejsca wytypowane do zastosowania szkła hartowanego bezpiecznego i rodzaj szkła opisano w Rozdziale 2 niniejszego Opracowania. Zastosowanie tego typu szkła w miejscach wskazanych zawsze musi być potwierdzone niezbędnymi obliczeniami – zgodnie z wytycznymi zawartymi w Rozdziale 2.
Wydzielenia ze szkła hartowanego lub bezpiecznego należy wykonać z zastosowaniem szkła:

- typu ESG (wg DIN 1249) bezpieczne, jednowarstwowe, pasywnie hartowane, grubości: 10 mm / 12 mm, ciężar: 26 kg/m2 – 32 kg/m2, kanty: oszlifowane lub spolerowane
- typu VSG (wg DIN 52250): wielowarstwowe aktywne szkło bezpieczne z wewnętrzną folią (2 x 0,38 mm PVB – folia), grubości: 12 mm (2 x 6 mm TVG), ciężar: ok. 34 kg/m2, kanty: oszlifowane lub spolerowane.

Do wydzielenia wytypowanych stref wokół stanowisk doświadczalnych na ścieżce „Rozwój wiedzy i cywilizacji" wymaga się zastosowania blachy perforowanej lub siatki metalowej. Strefy i wymagania w stosunku do materiału – określono w Rozdziale 2 niniejszego opracowania.

W sposób specjalny potraktować należy Strefę dla dzieci. Ściany w pomieszczeniu na pełnej wysokości powinny być pomalowane w żywych kolorach, z wykorzystaniem ideogramów oraz symboli i wzorów matematycznych, fizycznych, chemicznych.

Indywidualny element aranżacyjny przewidziano dla strefy „Mikroświat" na 3. ścieżce zwiedzania. Powinien to być wielkogabarytowy przestrzenny ażurowy sześciobok:

- Rama górna: podkonstrukcja stalowa, skręcana, wykończenie – sklejka, zabezpieczona ppoż., lakierowana na kol: RAL: 9010, wykończenie na wysoki połysk. Oświetlenie ekspozycyjne (LED) – okablowanie poprowadzone w stalowej ramie, źródła światła (LED) zamontowane w dolnym pasie wykończeniowym. Na etapie realizacji wymagane rysunki warsztatowe i wyliczenia konstrukcyjne. Ramy górne – poprowadzone z uwzględnieniem zabytkowego walczaka – przeznaczonego w tym miejscu do zachowania in situ.
- Ramy boczne: konstrukcja słupków i belek drewniana, łączona w sposób uniemożliwiający przemieszczanie się (np. pierścienie Ge-Ka) - dopuszczalna: aluminiowa, wzmocniona profilami stalowymi; wykończenie – sklejka, zabezpieczona ppoż., lakierowana na kol: RAL: 9010, wykończenie na wysoki połysk. Wysokość ram bocznych: 410 cm (+/-10%), grubość: 20 cm (+/-10%). Na etapie realizacji wymagane rysunki warsztatowe i wyliczenia konstrukcyjne.
- Wysokość elementu przestrzenne: 426 cm (+/-10%), od posadzki do zwieńczenia; tolerancja: +/- 10% ze względu na konieczność dostosowania się do konstrukcji i architektury budynku. Grubość: 20 cm (+/-10%; w uzasadnionym przypadku możliwa większa tolerancja po wykonaniu i przedstawieniu obliczeń konstrukcyjnych).
- Ścianki stanowiące konstrukcję stanowiska multimedialnego złożonego z czterech monitów dotykowych 32" (ts 3.01 – ts 3.16) – wykończone płytą MDF lakierowaną, z wnękami na grafikę.
- Gniazda teletechniczne – wg rysunków instalacji elektrycznej i teletechnicznej, załączonych do niniejszego opracowania.

Zabudowa touchscreenów (w każdym module 4 monitory dotykowe 32'', montowane na wysokości 75 cm od podłogi) – 4 szt. Główne moduły – nieregularne sześcioboki: elementy zaznaczone na rzucie na rys.AR19 jako: A-B, C-D, E-F, G-H), mocowana do podłoża, konstrukcja stalowa, skręcana, obudowa ze sklejki. Grubość: 20 cm (+/-10%). W górnej partii grafika – naklejana na sklejce. W górnej części każdego modułu od strony wnętrza dodatkowo uformowana wnęka z elementem graficznym. Monitory – wysunięte przed lico, usytuowane pod kątem. Dla każdego zestawu AV (monitor + komputer) konieczność zapewnienia mało widocznego dla widza: dostępu serwisowego oraz perforowanego modułu zapewniającego chłodzenie i cyrkulację powietrza.
Posadzka we wnętrzu segmentu aranżacyjnego „Mikroświat":

- w obrębie przestrzeni wydzielonej ściankami podłoga wykończona blachą aluminiową ryflowaną w kolorze RAL: 7000, wykończenie półmatowe; gatunek: EN AW 1050A, zalecane formatki blach o wymiarach: 300x300 mm, 400x400 mm, 500x500 mm, (tolerancja wymiarów formatek wynosi +/- 2 mm), gr. 2 mm (tolerancja: +/- 0,5 mm); powierzchnia: 70 m2 (+/-10%).

Ścianka łukowa aranżacyjna w strefie „Makroświat" w budynku Maszynowni powinna być wykonana w następujący sposób:

- ścianka gips - karton na rzucie łuku wykończona gładzią; na ściance grafika dot. Ekspozycji; stanowi obudowę dla trzech monitorów dotykowych 32'' (ts 3.19, ts 3.20, ts 3.21);

- materiały i wymagania dotyczące wykonania: kształtowniki zimnogięte z blachy ocynkowanej o grubości 0,6 mm; płyty gipsowo-kartonowe jako obustronne okładziny (za wyjątkiem oblicowania istniejącego wydzielenia kanałów wentylacyjnych przy szachcie windy) o grubości 12,5 mm, spełniające wymagania norm przywołanych w dalszej części niniejszego opracowania; uszczelniające taśmy; wkręty stalowe zabezpieczone przed korozją do mocowania płyt gipsowych do kształtowników nośnych o minimalnych wymiarach 3,9 x 11,0 mm; masy szpachlowe gipsowe do wykonania połączeń pomiędzy płytami gipsowo-kartonowymi oraz spoin narożnych i uszczelnień na obwodzie; taśmy spoinowe z włókna szklanego, taśmy papierowe z wkładką aluminiową lub inne: do wzmacniania spoin miedzy płytami gipsowo-kartonowymi oraz w narożach i na obwodzie.

Wyraźnymi akcentami aranżacyjnymi na ścieżce „Rozwój wiedzy i cywilizacji" powinny być:
- prostopadłościenna bryła z wizerunkami (fotografie) laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki z chemii – stanowisko: „Nagrody Nobla",
- wydzielona przestrzeń dla prezentacji efektu Dopplera dla światła,
- wydzielone strefy wybranych stanowisk dotyczących akustyki,
- wydzielone strefy wybranych stanowisk dotyczących optyki.

Te elementy powinny pełnić nie tylko funkcję praktyczną czy informacyjną, ale wykończenie ich d strony ciągu zwiedzania powinno być estetyczne i wizualnie atrakcyjne.
Forma tych elementów oraz materiały do ich wykonania opisane zostały w Rozdziale 2 niniejszego Opracowania.

Specjalnej aranżacji i wykończenia ścian i stropów wymaga strefa stanowisk dotyczących akustyki, w tym rezonansu. Poza umieszczeniem w niej instalacji artystycznej będącej jednocześnie stanowiskiem eksperymentalnym do badania prędkości dźwięku wymaga się aranżacji tej powierzchni z wykorzystaniem okładzin i ustrojów akustycznych. Ściany pomieszczenia, ściany szybu windy, wybrane odcinku stropu wykończyć należy z wykorzystaniem następujących materiałów:
a/ustroje pochłaniająco-rozpraszające: charakterystyczne dla studia radiowego płyty profilowane w odwrócone piramidki z pianki,
b/ustroje rozpraszające: dyfuzory z drewna i mdf - słupkowe, szczelinowe,
c/ustroje pochłaniające: panele perforowane, absorbery, kotary (z atestem ppoż.).
Okładziny te pełnić mają typowo scenograficzne funkcje.

W strefie „Makroświat" w budynku Chłodni należy wykonać następujące elementy scenograficzne i aranżacyjne:
Obudowa klimakonwektorów, nadwieszenie nad touchscreenami:
- obudowa: blacha perforowana z rewizją do klimakonwektorów, malowana, RAL 7000, półmat;
- nadwieszenie: blacha perforowana podświetlona listwami LED od wewnątrz, malowana, kolor RAL 7000, półmat.

Okładziny słupów:
- blacha stalowa zbliżona fakturą i kolorystyką do obudowy kanałów wentylacyjnych.

Obudowa monitorów 52'' (mn 3.02-3.05):
- obudowa wisząca, mocowana d 2 słupów konstrukcyjnych, wykonana z blachy malowanej proszkowo na kolor RAL 7010; podkonstrukcja z profili stalowych – wg rysunków AR 08 i AR 10.

Do wykonania <u>okładzin podstaw i postumentów</u> pod makiety, modele, instalacje dopuszcza się także materiały: stal (nierdzewna i lakierowana proszkowo), płyta MDF.

Jako osłony i wydzielenia makiet , modeli i instalacji interaktywnych zaleca się wykorzystać szkło i pleksiglass.

Na ekspozycji należy zastosować prezentery:

- Chłodnia - szkło bezpieczne gięte jako element konstrukcyjny, folia transparentna na szkle, forma i wymiary – jak na załączonych do niniejszego opracowania rysunkach koncepcyjnych.
- Ekspozycja w budynkach rewitalizowanych – stal nierdzewna malowana proszkowo.

W celu wizualnego scalenia ścieżki „Rozwój wiedzy i cywilizacji" i podniesienia jej walorów estetycznych należy wykonać ekspozytory: 22 sztuki o wymiarach 100x70 cm i 250x140 cm. Wykonać je należy jako wydruki na płytach pleksi, podwieszone u stropu linkami ze stali nierdzewnej. Na płytach powinny zostać nadrukowane wizerunki postaci: wynalazców i naukowców, których dorobek techniczny i naukowy związany jest z tematyką ścieżki i poszczególnych jej stref. Rysunki koncepcyjne prezenterów – AR 30.1 i AR 30.2 (Tom II: część rysunkowa).
Podobne ekspozytory należy umieścić (z wydrukami fotografii archiwalnych) nad konwojerem na poziomie 0,00 Kotłowni.

Obudowa sprzętu AV i IT powinna być jednolita. Materiałem dominującym powinna być stal malowana proszkowo na kolor szary i biały lub stal nierdzewna. Wyjątkiem powinny być strefy, gdzie multimedia powinny wkomponować się w zabytkowe wyposażenie Sterowni / Rozdzielni – tam obudowa powinna być zbliżona do faktury i kolorystyki obiektów zabytkowych.
W podobnym charakterze i przy wykorzystaniu tych samych materiałów powinny być wykonane prezentery – opisy stanowisk doświadczalnych.
Wytyczne w tym zakresie zawarte zostały w opisach stanowisk w Rozdziale 2 niniejszego Opracowania.
Wszystkie obudowy powinny mieć zindywidualizowany charakter.

Grafika artystyczna nawiązywać powinna ideowo do motywów przewodnich ekspozycji, jakimi są: historia nauki i techniki, energia, eksploracja kosmosu. Posługiwać się należy współczesnymi motywami graficznymi, jak również ikonografią historyczną (zwłaszcza na ścieżkach „Przetwarzanie energii" i „Rozwój wiedzy i cywilizacji").

Jako element scenograficzny wykorzystane powinny zostać elementy informacji i identyfikacji wizualnej przeznaczone do umieszczenia we wszystkich strefach ekspozycji – opisane w podrozdziale 3.3 niniejszego Opracowania.

Meble w całym obiekcie w strefach ogólnodostępnych należy zaprojektować indywidualnie, z dbałością o jakość i detal.

Dla wszystkich ścieżek zwiedzania i dla „Strefy dla dzieci" przewidziano siedziska:

- cylindryczne pufy (w dwóch wymiarach: 120x85 i 50x45 cm; tolerancja: +/- 5 cm) w wykończeniu z ekoskóry w różnych kolorach (dobór kolorystyki pozostawia się do decyzji Wykonawcy); kształt: walec; wypełnione granulatem polistyrenowym; wymagana możliwość łatwego uzupełnienia granulatu w trakcie użytkowania (np. z wykorzystaniem zamków, suwaków); wymagany atest higieniczny.

3.2.Wymagania funkcjonalne i parametry techniczne oświetlenia efektowego

Oświetlenie ekspozycyjne pełni na wystawie CNiT funkcję wspomagającą tradycyjne rozwiązania scenograficzne.

Najważniejsze elementy ekspozycji wymagające oświetlenia efektowego to:
- spusty kotłów węglowych
- wnętrza i przekroje kotłów
- zespoły pomp wodnych
- strefa Mikroświat i zlokalizowany tam ażurowy wielkogabarytowy element aranżacyjny.

Spust kotłów węglowych (poziom 0,00) oświetlony ma być zamocowanym od wewnątrz reflektorem scenicznym LED tak, aby snop światła wydobywał się z wnętrza kotła w kierunku posadzki. Emisja światła powinna być zsynchronizowana z nagraniem dźwiękowym oddającym odgłosy pracy elektrowni. Snop światła powinien być wyraźnie widoczny z każdego poziomu wglądu na kocioł.
Parametry techniczne reflektorów LED:
- podwójny efekt świetlny LED typu Moonflower z 6 mocnymi żarówkami RGB-LED (kolory: 2x zielony, 2x niebieski, 2x czerwony)
- sterowanie muzycznie przez wbudowany mikrofon z regulowaną czułością oraz tryb automatyczny
- wysoka żywotność LED umożliwia częste lub ciągłe użycie
- niskie zużycie prądu, niskie nagrzewanie
- przystosowany do instalacji na ścianie lub na suficie za pomocą załączonego uchwytu
- obudowa metalowa
- bezpiecznik F1A
- zasilanie: 240VAC, 50Hz
- waga: do 5 kg.

Projekcja powinna być regulowana także automatycznie oraz sprężona z centralnym systemem sterowania oświetleniem ekspozycyjnym.

Wymagane: 4 kpl projektorów wraz z uchwytami montażowymi.

Ściany boczne kotłów będą wyeksponowane poprzez maping: parametry i ilość urządzeń AV oraz oprogramowanie – w dalszej części niniejszego opracowania.

W specjalny sposób potraktowane zostaną wnętrza kotłów. Przejście przez kotły ma zwiedzającym przekazać, w formie odczuć zmysłowych, technologię pracy. Widoczne i zachowane instalacje technologiczne podkreślone zostaną za pomocą profesjonalnych elastycznych elementów LED o jednorodnej iluminacji (efekt świecącej świetlówki). Węże typu LED z widocznymi punktowymi źródłami światła są niedopuszczalne ze względu niespójny charakter z założeniami. Wymaga się, aby natężenie oświetlenia można było dowolnie ściemniać, w oprawach RGB można było płynnie sterować barwą światła: zmiana temperatury barwowej światła w zakresie od 2400 do 6500K. Współczynnik oddawania barw Ra>85.
Uzupełnieniem tego oświetlenia będą reflektory LED, podobne jak użyte do oświetlenia spustów, z możliwością płynnej regulacji natężenia oraz barwy. Wymagane sterowanie muzycznie przez wbudowany mikrofon z regulowaną czułością oraz tryb automatyczny.
Oba typy oświetlenia - sprężone z centralnym systemem sterowania oświetleniem ekspozycyjnym.
Uzupełnieniem oświetlenia będzie kontent: odgłosy pracy kotła.

Oba zespoły pomp wodnych zlokalizowane na ścieżce „Przetwarzanie energii" zostaną dodatkowo oświetlone projektorami kierunkowymi LED.

Oświetlenie LED w strefie „Mikroświat" montowane na zlokalizowanym tam ażurowym wielkogabarytowym elemencie aranżacyjnym – opisane w podrozdz. 1.2.3 niniejszego opracowania.

Oświetlenie elementów informacyjnych ma na celu podświetlenie wybranych prezenterów z treściami opisującymi poszczególne generalne zakresy wystawiennicze. Realizacja nastąpi za pomocą odpowiednich prostopadłościanów wykonanych z przeziernych elementów tworzywowych podświetlanych przez świetlówkowe źródła LED umieszczone za płaszczyzną czołową z możliwością ściemniania i sterowania z centralnego systemu.
Wymagane parametry:

- pobór energii: nie więcej niż 200 W
- efektywność świetlna: 25200 lumenów
- napięcie: 12-24V
- barwa światła: 4200K.

Dodatkowe możliwości:

- sterowanie natężenia
- dobór barwy światła w zakresie 3200-6500K
- dobór diod RGB- kolorowa iluminacja

Obowiązująca norma PN-EN 12464-1:2011, określa oświetlenie przestrzeni wystawienniczej jako „oświetlenie zależne od wymagań wystawienniczych". Konsekwencją jest zapewnienie takiego poziomu natężenia oświetlenia, który pozwala na bezpieczne poruszanie się po obiekcie bez narażenia zdrowia.
W pomieszczeniach *stricte* przeznaczonych do prac wzrokowych jak: kasy, biura, pomieszczenia personelu czy pomieszczenie sterowania mają zastosowanie obowiązujące przepisy i normy.
Natomiast w przestrzeniach o podwyższonym stopniu wilgotności są wymagane produkty spełniające normy bezpieczeństwa w zakresie zabezpieczenia przed porażeniem.

Dodatkowe wyposażenie: oprawy ruchome - dla potrzeb prezentacji i imprez: W projekcie należy przewidzieć zastosowanie ruchomych urządzeń inteligentnych typu spot. Oprawa o minimalnym kącie rozsyłu 24°, powinna być również wyposażona w tarczę wymiennych kolorów, tarczę wymiennych GOBO, automatykę ostrości i przysłony irysowej. Preferowane zastosowanie matrycy LED 350W. Strumień wyjściowy nie mniejszy niż 8000lm.

Sterowanie:
Realizacja będzie wymagała zastosowania systemu sterowania pozwalającego na dynamiczne i płynne stosowanie różnorodnych scenariuszy. System powinien być zintegrowany z centralnym system sterowania wystawą. Wymagane:

- panele wejściowe i wyjściowe
- edytor sekwencyjny
- wejścia i wyjścia MIDI
- wejścia audio
- sterowanie joystick
- komputer do sterowania.

W celu realizacji sterowania niezbędne będzie zaprojektowanie sieci teletechnicznej pozwalającej na przesyłanie sygnałów do opraw.
Wymagane jest sterowanie, które będzie pozwalało na zintegrowanie pokazów multimedialnych z funkcją oświetlenia.

Informacje nt. oświetlenia efektowego, sterowania oświetleniem oraz wykonania instalacji zamieszczone zostały także w podrozdz.: 1.2.3, 1.3.3, 1.3.5, 1.6.2 niniejszego opracowania i na rysunkach koncepcyjnych.

W zakres zamówienia wchodzi: opracowanie i produkcja oraz instalacja systemu identyfikacji wizualnej oraz systemu informacji wizualnej (projekt, kontent multimedialny oraz element scenograficzny).

System identyfikacji wizualnej – ma służyć kreowaniu wizerunku CNiT.
Na identyfikację wizualną składać się powinny m.in.:

- nazewnictwo (terminologia polska, angielska): miejsca, ekspozycji, kluczowych stref na ekspozycji
- logotyp
- kolorystyka
- czcionka
- zasady postępowania z powyższymi elementami.

Wykonawca docelowo na etapie realizacji inwestycji opracować ma (w wersji opisowej i graficznej; efekt przekazany ma zostać Zamawiającemu w postaci wydruku i w formie elektronicznej) Księgę znaku, która opisywać będzie wszystkie składowe systemu identyfikacji wizualnej i zasady prawidłowego postępowania z nimi. Opisać należy konkretne zastosowania systemu identyfikacji graficznej z użyciem logotypu (www, foldery, reklama zewnętrzna itp.). Księga powinna zawierać karty przykładów zastosowania; szczegółowość karty nie mniejsza niż:

- opis znaczenia logotypu
- opis budowy logotypu
- kolorystyka
- pole ochronne wokół logo
- warianty logotypu, wersje mono i achromatyczne
- zestaw znaków firmowego kroju pisma oraz zalecane odmiany i wielkości
- przykłady prawidłowej i nieprawidłowej formy logo.

Określić i opracować należy nośniki wizerunku marki:

- wizytówki,
- papier listowy,
- koperty,
- banery,
- maskotki, pamiątki,
- wirtualny przewodnik po ekspozycji,
- strona www.

System powinien spełniać rolę informacyjną i marketingową. Powinien:

- charakteryzować się: unikatowością (forma graficzna wyróżniająca logo z otoczenia), rozpoznawalnością, czytelnością,
- zapewniać spójność wizerunkową,
- nawiązywać do kluczowej tematyki ekspozycji,
- wywoływać u odbiorcy odpowiednie skojarzenia oraz nastrój, emocje.

Wymagane jest stworzenie kodu porządkującego o wysokim stopniu funkcjonalności i uniwersalności.

System identyfikacji wizualnej powinien zostać wykorzystany przez Wykonawcę w kontencie multimedialnym przygotowanym dla potrzeb ekspozycji.

3.3.System informacji wizualnej

System informacji wizualnej (komunikacji wizualnej) powinien obejmować zaprojektowanie czytelnej informacji dla następujących elementów / części budynku:

- wejście / wyjście
- recepcja i informacja
- kasa biletowa
- szatnia
- sklep z pamiątkami
- toalety
- strefy wypoczynku
- ścieżki zwiedzania
- strefy, podstrefy
- instalacje interaktywne – „ogólnodostępne”
- obszary i stanowiska doświadczalne wymagające nadzoru i specjalnych środków ostrożności
- stanowiska audiodeskrypcji

oraz informacje zakazu / nakazu.

Nośniki w budynku: tablice i panele kierunkowe, piktogramy i pozostałe elementy informacji wizualnej.

Osobny system wymagany jest dla osób niepełnosprawnych (opisany w dalszej części niniejszego opracowania).

Dokumentacja systemu musi zawierać projekt graficzny i opisowy znaków i nośników (z podaniem tworzywa, wymiarów, sposobu montażu). Opracowany materiał powinien zawierać schemat lokalizacji elementów informacji wizualnej (rzut budynku z zaznaczeniem lokalizacji nośników, określenie wysokości umieszczenia tablicy).

Opracowany system powinien zapewnić komunikację wizualną w sposób jasny i czytelny.

Uwaga: w Strefie wejścia i na ekspozycji muszą być wyraźne i czytelne oznaczenia dla osób z rozrusznikiem serca (znaki zakazu, piktogramy).

4.Wymagania funkcjonalne i parametry techniczne sprzętu i urządzeń AV i IT

Wymaga się sprzętu i urządzeń o parametrach technicznych nie gorszych niż niżej opisane. Istnieje możliwość zmiany urządzeń na inne, odpowiadające formie i charakterystyce technicznej: równoważność rozwiązań (pod względem jakości, ergonomii i funkcjonalności) powinna zostać udowodniona przez Wykonawcę.

Dla komputerów wymagane są systemy operacyjne.

Strefa wejścia

Poziom 0,00:

Kasa biletowa, informacja:
Zakłada się system 4 stanowisk kasowych: do obsługi grup zorganizowanych (jedno stanowisko) oraz dla zwiedzających indywidualnych (dwa stanowiska).

Każde ze stanowisk powinno zostać wyposażone w:
Drukarka do biletów:
- prędkość druku 200 – 300mm/s
- waga nie większa niż 15 kg
- druk termodynamiczny
- menu w j. polskim
- sensor etykiet umożliwiający rozpoznawanie nietypowych kształtów (okrągłych)
- metalowa obudowa
- wielkość biletów do drukarki: 50 x 100mm (gramatura 170g)
Drukarka fiskalna:
- wyświetlacz LCD z regulowanym kontrastem i podświetleniem
- dotykowa klawiatura
- duży, czytelny wyświetlacza – 4 liniowy
- możliwość wymiany akumulatora bez konieczności rozkręcenia urządzenia
- termiczny mechanizm drukujący
- wydruk kodów kreskowych na pragonach
- szybkość druku 150mm/s
- możliwość drukowania faktur VAT
- waga nie większa niż 4 kg
Komputer:
- Zaoferowany procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 1035 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć RAM minimum 2GB kompatybilna z procesorem
- dysk twardy o pojemności minimum 320 GB
- system operacyjny kompatybilny z platformą sprzętową komputera oraz systemem sprzedaży biletów
Monitor dotykowy 15":
- przekątna obrazu 15"
- wbudowany panel dotykowy
- format obrazu 4: 3
- kontrast min. 500 : 1
- jasność min. 250 nit
- pobór mocy maks. 40W
- wejścia sygnałowe : D-sub 15 pin VGA
- waga nie więcej niż: 5 kg

Wymagane jest oprogramowanie do sprzedaży biletów – administracja, kasa, rezerwacja, raporty, internet (rezerwacja i sprzedaż biletów, kontrola biletów).

Monitory bezszwowe w obudowie wiszącej:
Monitor LCD 46" – 7 szt., [mn 0.01]:
- przekątna obrazu min. 46"
- matryca LCD, podświetlenie LED
- rozdzielczość 1920 x 1080
- format obrazu 16:9
- jasność min. 500cd/m2
- kontrast min. 3500:1
- wejścia sygnałowe: D-sub 15 pin, DVI-D, HDMI, RCA (L/R), stereo mini Jack
- sterowanie: RS232C (wejście/wyjście), RJ45
- pobór mocy maks. 300W
- powłoka antyodblaskowa
- waga nie większa niż 25 kg
- montaż na ścianie na specjalnej konstrukcji umożliwiającej łatwy dostęp serwisowy od przodu, spełniającym standardy VESA, konstrukcja uchwytu powinna umożliwiać montaż ekranu LCD 46" – 55"

- certyfikat CE
Tematyka: Historia obiektu w EC1
Tematyka: Historia rewaloryzacji obiektu w EC1
Tematyka: Aktualności, bieżące wydarzenia w EC1
Tematyka: Trasy zwiedzania EC1 - przebieg
Tematyka: Trasy zwiedzania EC1 – aktualne obłożenie ścieżki 1
Tematyka: Trasy zwiedzania EC1 – aktualne obłożenie ścieżki 2
Tematyka: Trasy zwiedzania EC1 – aktualne obłożenie ścieżki 3
Projekcja każdorazowo aktualizowana z poziomu użytkownika

Komputer do monitorów bezszwowych (1 szt.):
- płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna
- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
  dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
  dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:
  Stream Processors: minimum 1600
  interfejs pamięci: minimum 256-bit
  pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
  wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
  maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
  karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych
- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zestawu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową 4 szt., [ts 0.01, ts 0.02, ts 0.03, ts.00.04]
- przekątna obrazu 21,5", aktywna matryca TFT LCD
- format obrazu 16 :9
- powierzchnia użytkowa ekranu: 477 x 268mm
- ilość kolorów - 16,7 mln.
- jasność panela LCD - 250 nit
- czas reakcji matrycy 5 ms
- rozdzielczość 1920 x 1080
- kąt widzenia: poziomy 170 st/ pionowy 160 st
- kontrast 1000 :1
- wejścia sygnałowe : VGA (15 pin D-sub), DV1-D

- pobór mocy max. 25 W
- standard montażu typ VESA
- certyfikat CE

nakładka dotykowa:
- grubość nakładki 3 mm
- twardość nakładki 7H (w skali Mohsa)
- przezroczystość 92%(+/-2%) certyfikaty
- certyfikaty wymagane: CE, IP64
- stabilność ponad 50 milionów dotknięć bez potrzeby kalibracji
- rozdzielczość 4096 x 4096 plus 255 poziomów siły nacisku
- kontroler ze złączem USB i RS232
- certyfikat CE

Tematyka: Historia obiektu w EC1 – na dwóch
Tematyka: Trasy zwiedzania EC1 – na dwóch

Komputer do monitora LCD 21,5" z nakładką dotykową (do każdego – 1 szt.):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Ścieżka 1: Przetwarzanie energii

Poziom 0,00:

Kotłownia:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 4 szt., [ts 1.01, ts 1.02, ts 1.03, ts.1.04]
Tematyka: Praca zabytkowych kotłów w EC1, elementy składowe kotłów widoczne na tym poziomie ekspozycji

Komputer do monitora – j.w.

Głośniki:
Głośniki kierunkowe – 3 szt.
- Kierunkowość: maks. 3°
- Pasmo przenoszenia: min. 500 Hz – 16 kHz
- Wbudowany korektor z min. 3 ustawieniami
- Wejście audio: stereo, 2x RCA

- Wbudowany wzmacniacz
- Pobór mocy: maks. 100W
- Obudowa z plastiku ABS w kolorze czarnym
- Waga: maks. 1 kg

Tematyka: Praca zabytkowych kotłów w EC1(odgłosy pracy)

Poziom 4,50:

Kotłownia:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 4 szt., [ts 1.09, ts 1.10, ts 1.11, ts 1.12]
Tematyka: Praca zabytkowych kotłów w EC1, elementy składowe kotłów widoczne na tym poziomie ekspozycji
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 8 szt., [ts 1.05, ts 1.06, ts 1.07, ts 1.08, ts 1.13, ts.1.14, ts. 1.15, ts 1.16]
Tematyka: modele elektrowni

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektory z systemem luster –6 szt. [pr 1.01,pr 1.02, pr 1.03, pr 1.04, pr 1.05, pr 1.06]
- technologia DLP
- kontrast 2000 : 1
- jasność min. 7500 AnsiLumen
- rozdzielczość min. 1024 x 768
- system dwulampowy
- pobór mocy nie więcej niż 800W
- wejścia sygnałowe : 1 x BNC (composite), 5 x BNC, DVI-D, HDMI, S-video, VGA 15 pin.
- lens shift +/- 50 % w pionie, + /- 10% w poziomie
- korekcja Keystona - +/- 40 st.
- waga nie więcej niż 16 kg

Wraz z projektorami należy dostarczyć oprogramowanie (system) do łączenia obrazu i korekcją świecenia na nieregularne powierzchnie.
Tematyka: maping

Komputery do projektorów do mapingu (2 szt.):
- płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna
- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
  dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
  dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:

Stream Processors: minimum 1600
interfejs pamięci: minimum 256-bit
pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych

- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zestawu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

Głośniki:

Głośniki wraz ze wzmacniaczem mocy; 6 szt.

- Zakres częstotliwości (-10 dB) - min. 70 Hz – 23 kHz
- Pasmo średnich częstotliwości (±1.5 dB) - min. 130Hz – 14 kHz
- Moc - 200W, program ciągły, test 100 h 100W, ciągły różowy szum, test 100 h
- Kąty propagacji - 100° x 100°
- Skuteczność nominalna - min. 87 dB SPL, 1W/1m
- Impedancja nominalna - 8Ω(transformator w pozycji THRU)
- Ustawienia zwrotnicy - filtr dolno i górnoprzepustowy II rzędu
- Dostępne odczepy transformatora - dla 70V: min. 60W, 30W, 15W, 7,5Wdla 100V: min. 60W, 30W, 15W, pozycja THRU: 8Ω
- Grill: wykonany ze stali nierdzewnej, czarny
- lub biały, możliwy do malowania
- Zabezpieczenie przed przesterowaniem
- Waga: maks. 4,2 kg

Tematyka: Praca zabytkowych kotłów w EC1(odgłosy pracy)

Ściana LED 1, monitory bezszwowe:

Monitory bezszwowe: ściana monitorów LED: monitory 46’’ – 12 szt. [mn 1.01], szerokości 320 cm:, wysokości 250 cm

- przekątna obrazu min. 46”
- matryca LCD, podświetlenie LED
- rozdzielczość 1920 x 1080
- format obrazu 16:9
- jasność min. 500cd/m2
- kontrast min. 3500:1
- wejścia sygnałowe: D-sub 15 pin, DVI-D, HDMI, RCA (L/R), stereo mini Jack
- sterowanie: RS232C (wejście/wyjście), RJ45
- pobór mocy maks. 260W
- powłoka antyodblaskowa
- waga nie większa niż 25 kg

Tematyka: prezentacja pracy elektrowni (zgodnie z cyklem technologicznym) – animacja; projekcja zapętlona

Komputer do ściany LED 1 (1 szt.):

- płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna

- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
    dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
    dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:
    Stream Processors: minimum 1600
    interfejs pamięci: minimum 256-bit
    pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
    wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
    maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
    karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych
- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zestawu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

Ściana LED 2, monitory bezszwowe:

Monitory bezszwowe: ściana monitorów LED: monitory 46’’ – 12 szt. [mn 1.02], szerokości 320 cm:, wysokości 250 cm

Tematyka: prezentacja pracy elektrowni (zgodnie z cyklem technologicznym) – animacja; projekcja zapętlona

Monitory – jak do ściany LED 1 (12 szt. monitorów 46’’)

Komputer do ściany LED 2 – jak do ściany LED 2 (1 szt.)

płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna
- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
    dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
    dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:
    Stream Processors: minimum 1600

interfejs pamięci: minimum 256-bit
pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych

- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zestawu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

Pompownia:

Monitory LCD:

Monitory LCD 23” – 2 szt. [mn 1.05, mn 1.06]

- rodzaj panelu TN
- format obrazu 16 :9
- wymiary ekranu nie większe niż 56 x 39 cm
- ilość kolorów - 16,7 mln.
- jasność panela LCD - 250 nit
- czas reakcji matrycy 5 ms
- rozdzielczość 1920 x 1080
- kąt widzenia: poziomy 170 st/ pionowy 160 st
- kontrast 1000 :1
- wejścia sygnałowe : VGA (15 pin D-sub), DV1-D, Display port
- pobór mocy max. 28 W
- standard montażu typ VESA
- certyfikat CE

Tematyka: praca pomp wodnych, przypadki awaryjne – animacja zapętlona

Komputer do każdego monitora LCD 23’’:

- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Nastawnia, Rozdzielnia:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 2 szt., [ts. 1.17, ts 1.18]
Tematyka: zabytkowe wyposażenie rozdzielni
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD:
Monitory LCD 23" – 8 szt. [mn 1.07, mn 1.08, mn 1.09, mn 1.10, mn 1.11, mn 1.12, mn 1.13, mn 1.14]
Tematyka: monitory do opisu doświadczeń/eksperymentów z prądem elektrycznym, projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Poziom 7,50:

Strefa turbozespołu:

Projektory:
Projektory wraz z obiektywami; 6 szt. [pr 1.07,pr 1.08, pr 1.09, pr 1.10, pr 1.11, pr 1.12]
- technologia DLP
- kontrast 2000 : 1
- obiektyw dostosowany do warunków instalacyjno - projekcyjnych
- jasność min. 6500 AnsiLumen
- rozdzielczość min. 1024 x 768
- system dwulampowy
- pobór mocy nie więcej niż 720W
- wejścia sygnałowe : 1 x BNC (composite), 5 x BNC, DVI-D, HDMI, S-video, VGA 15 pin.
- lens shift +/- 50 % w pionie, + /- 10% w poziomie
- korekcja Keystona - +/- 40 st.
- waga nie więcej niż 16 kg

Ekran projekcyjny do projekcji przedniej, ekrany Visio (l=1.800 cm; h=220 cm)
Tematyka: praca i elementy składowe turbozespołu

Komputer do projektorów – praca turbozespołu (2 szt.):
- płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna
- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
  dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
  dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność

minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:
  Stream Processors: minimum 1600
  interfejs pamięci: minimum 256-bit
  pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
  wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
  maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
  karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych
- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zestawu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 2 szt., [ts 1.19, ts. 1.20]
Tematyka:
- *Monitor dotykowy do modelu: turbiny i generatora*
- *Monitor dotykowy do modelu: druga zasada termodynamiki; tłok – grzanie i chłodzenie, ogrzewacz nawiewny i pompa ciepła*

Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Nastawnia, Rozdzielnia:

Monitory LCD:
Monitory LCD 23” – 8 szt. [mn 1.15, mn 1.16, mn 1.17, mn 1.18, mn 1.19, mn 1.20, mn 1.21, mn 1.22]
Tematyka (wszystko – projekcje zapętlone):
- *Odłączanie prądu w elektrowni, budowa dławika przepięć*
- *Elektrownia jako element systemu energetycznego: dawniej i dziś*
- *Warunki pracy ludzi w starej elektrowni*
- *Jakie umiejętności były potrzebne*
- *Zwykły dzień w elektrowni*
- *Czym różni się elektrownia od elektrociepłowni*

Komputer do monitora – j.w.

Poziom 10,50:

Nastawnia, Rozdzielnia:

Monitory LCD:
Monitory LCD 23" – 8 szt. [mn 1.23, mn 1.24, mn 1.25, mn 1.26, mn 1.27, mn 1.28, mn 1.29, mn 1.30]
Tematyka (wszystko projekcja zapętlona):
- *Przepięcia elektryczne w domu*
- *Historia energetyki na świecie*
- *Historia energetyki w Polsce*

Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD:
Monitory LCD 23" – 8 szt. [mn 1.31, mn 1.32, mn 1.33, mn 1.34, mn 1.35, mn 1.36, mn 1.37, mn 1.38]
Tematyka: gra strategiczna
Monitory LCD 23" – 27 szt. [mn 1.39, mn 1.40, mn 1.41, mn 1.42, mn 1.43, mn 1.44, mn 1.45, mn 1.46, mn 1.47, mn 1.48, mn 1.49, mn 1.50, mn 1.51, mn 1.52, mn 1.53, mn 1.54, mn 1.55, mn 1.56, mn 1.57, mn 1.58, mn 1.59, mn 1.60, mn 1.61, mn 1.62,mn 1.63, mn 1.64, mn 1.65]
Tematyka: gra strategiczna
Parametry monitora – j.w.
Monitory LCD 23" – 4 szt. [mn 1.66, mn 1.67,mn 1.68, mn 1.69]
Tematyka: gra strategiczna
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektory 10 szt. [pr1.13 – pr1.14 i pr1.16 – pr1.21 i pr1.23-pr1.24]
- technologia DLP
- kontrast min. 2000 : 1
- jasność min. 2500 AnsiLumen
- obiektyw 0,19 : 1
- wielkość obrazu 86 – 97"
- rozdzielczość min. 1920 x 1080
- pobór mocy nie więcej niż 400W
- wejścia sygnałowe i sterujące : HDMI , VGA 15 pin. DVI-D, RJ-45, RS-232
- Korekcja Keystona - +/- 15 st.
- waga nie więcej niż 9 kg

Tematyka: gra strategiczna

Komputer do projektorów (10 szt.):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany

- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Projektory:
Projektory 2 szt. [pr1.15, pr1.22]
- technologia DLP
- kontrast 2000 : 1
- obiektyw dostosowany do warunków instalacyjno - projekcyjnych
- jasność min. 6000 AnsiLumen
- rozdzielczość min. 1280 x800
- system dwulampowy
- pobór mocy nie więcej niż 720W
- wejścia sygnałowe i sterujące : 1 x BNC (composite), 5 x BNC, DVI-D, HDMI, S-video, VGA 15 pin. RJ-45
- lens shift +/- 50 % w pionie, + /- 10% w poziomie
- Korekcja Keystona - +/- 40 st.
- waga nie więcej niż 16 kg

Komputer do projektorów (2 szt.):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Stanowiska doświadczalne fizyko/chemiczne:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 6 szt., [ts 1.21, ts. 1.22, ts 1.23, ts 1.24, ts 1.25, ts 1.26]
Tematyka: monitory z nakładką dotykową dla potrzeb stanowisk: doświadczenia /eksperymenty fizyko-chemiczne
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Ścieżka 2: Rozwój wiedzy i cywilizacji

Poziom 10,50:

Głośniki:
Głośniki kierunkowe, 6 szt., [stanowiska doświadczalne, różne typy]
- Poziom ciśnienia akustycznego - minimum 95 dBA (przy częstotliwości 5kHz)
- Zakres reprodukowanych częstotliwości -od minimum 250Hz do minimum 17,4kHZ (-3dB/oct)
- Zasilanie - zewnętrzny zasilacz - maksymalnie 24V DC
- Wejście audio - minimum 1x stereo mini Jack 3,5mm niezbalansowane z funkcją przełączania na tryb mono zbalansowane
- Moc muzyczna - minimum 30W

Monitory LCD 23" – 2 szt. [mn 2.00 – mn 2.01]
Tematyka:
nauka i technika w domu, działanie mikrofalówki – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 14 szt., [ts 2.01- ts.2.14]
Tematyka:
nauka i technika w domu, działanie mikrofalówki – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.15]
Tematyka:
Rozpraszanie Rutherforda – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.16]
Tematyka:
Zjawisko promieniotwórczości – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.17]
Tematyka:
Pomiar prędkości światła – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektory i ekrany projekcyjne (płaszczyzna ekranu: wycinek walca), komputer – 4 szt., [pr 2.01 – pr 2.04]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

W zestawie z projektorami musi zostać dostarczone oprogramowanie do łączenia obrazu i wyświetlania obrazu na nieregularnej powierzchni.
Tematyka:
Prezentacja efektu Dopplera dla światła

Komputer do projektorów:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.18]
Tematyka:
Prezentacja efektu Dopplera dla światła
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.19]

Tematyka:
Fale elektromagnetyczne, równanie Maxwella – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.20]
Tematyka:
Ruch ładunku w polu elektromagnetycznym – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.22]
Tematyka:
Wytwarzanie pola elektrycznego i magnetycznego – charakterystyka pół sił – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.21]
Tematyka:
Działko elektronowe – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.23]
Tematyka:
Komory mgłowe – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 2 szt. [mn 2.02 – mn 2.03]
Tematyka:
Nagrody Nobla – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 5 szt., [ts 2.24, ts. 2.25, ts 2.26, ts 2.27, ts 2.28]

Tematyka:
Nagrody Nobla, wielkie odkrycia – monitory z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.29]
Tematyka:
Zjawisko fotoelektryczne – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 2 szt. [mn 2.04 – mn 2.05]
Tematyka:
Laser – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.30]
Tematyka:
Laser – monitory z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 1 szt. [mn 2.06]
Tematyka:
Przewodnictwo przewodnika i półprzewodnika – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.31]
Tematyka:
Przewodnictwo przewodnika i półprzewodnika – monitor z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 1 szt. [mn 2.07]
Tematyka:
Nadprzewodnictwo wysoko i niskotemeraturowe – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.32]
Tematyka:
Nadprzewodnictwo wysoko i niskotemeraturowe – monitor z nakładką dotykową dla obsługi stanowisk
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 3 szt., [ts 2.33, ts 2.34, ts 2.35, ts 2.36, ts 2.37]
Tematyka:
Ogólna, varia – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny– 1 szt., [pr 2.05]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Tematyka:
Ogólna, varia

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%

- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.38]
Tematyka:
Aerodynamika, siła nośna – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.39]
Tematyka:
Prawa gazu doskonałego, przemiany izotermiczne, izobaryczne, izochoryczne; silnik Stirlinga – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.06]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110"
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Tematyka:
Prawa gazu doskonałego, przemiany izotermiczne, izobaryczne, izochoryczne; silnik Stiringa

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC

- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.40]
Tematyka:
Prawo Bernoulliego 1 – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.41]
Tematyka:
Prawo Pascala, Archimedesa (batyskaf) – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.42]
Tematyka:
Prawo Bernoulliego 2 – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.07]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110"
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Tematyka:
Ogólna, varia

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066

- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.43]
Tematyka:
Pierścienie Newtona – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 1 szt. [mn 2.08]
Tematyka:
Pierścienie Newtona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.44]
Tematyka:
Barwy tęczy – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 1 szt. [mn 2.09]
Tematyka:
Barwy tęczy
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.45]
Tematyka:
Tor optyczny – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23” – 1 szt. [mn 2.10]
Tematyka:
Tor optyczny
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.46]
Tematyka:
Prędkość dźwięku (fizyka strzału z bicza) – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.47]
Tematyka:
Prędkość dźwięku (fale uderzeniowe) – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.48]
Tematyka:
Dioda – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.49]
Tematyka:
Prędkość dźwięku
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23” – 3 szt. [mn 2.11, mn 2.12, mn 2.13]
Tematyka:
Ogólna tematyka nt. akustyki lub rezonansu – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.07]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen

- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Ogólna tematyka nt. akustyki – projekcja zapętlona

Komputer do projektora:

- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Tematyka:

Monitory z nakładką dotykową:

Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.50]

Tematyka:

Rezonans – monitor z nakładką dotykową

Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:

Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.08]

- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W

- certyfikaty CE, TUV
Tematyka:
Rezonans

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.51]
Tematyka:
Akustyka dźwięku; efekt Dooplera – monitor z nakładką dotykową
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 3 szt., [ts 2.52, ts 2.53, ts 2.54]
Tematyka:
Ogólna tematyka nt. akustyki
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23" – 1 szt. [mn 2.14, mn 2.15, mn 2.16, mn 2.17]
Tematyka:
Ogólna tematyka nt. grawitacji – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.55]
Tematyka:
Rzut ukośny
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.09]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Tematyka:
Rzut ukośny

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.56]
Tematyka:
Maszyny proste
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.57]
Tematyka:
Blat powietrzny
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.11]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768
- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Tematyka:
Blat powietrzny

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.58]
Tematyka:
Swobodny spadek ciał
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Projektory:
Projektor i ekran projekcyjny – 1 szt., [pr 2.12]
- technologia LCD
- jasność 3300 AnsiLumen
- Kontrast 2000 : 1
- rozdzielczość 1024 x 768

- odległość projekcyjna 0,6 – 1,1 m
- format obrazu 4 : 3
- współczynnik projekcji 0,36 : 1
- przekątna obrazu 60 – 110”
- wejścia sygnałowe : 2 x 15 pin. VGA, 1 x HDMI, 1 x RCA, 1 x mini Din 4 – pin, 1 x RJ45,
- waga maks. 4 kg
- pobór mocy maks. 350W
- certyfikaty CE, TUV

Tematyka:
Swobodny spadek ciał

Komputer do projektora:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory LCD 23” – 3 szt. [mn 2.24, mn 2.25, mn 2.26]
Tematyka:
Migawki z historii rozwoju na i cywilizacji. Ludzie w historii i wydarzenia (wehikuł czasu) – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23” – 10 szt. [mn 2.27, mn 2.28, mn 2.29, mn 2.30, mn 2.31, mn 2.32, mn 2.33, mn 2.34, mn 2.35, mn 2.36]
Tematyka:
Migawki z historii rozwoju na i cywilizacji. Ludzie w historii i wydarzenia (wehikuł czasu) – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Chłodnia:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5” – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.59]
Tematyka:

Kolej na poduszce magnetycznej – monitor dotykowy dla modelu
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.60]
Tematyka:
Samochód i jego mechanizmy – monitor dotykowy dla modelu
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 21,5" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 2.61]
Tematyka:
Łódź podwodna – monitor dotykowy dla modelu
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Monitory LCD 23'':
Monitory LCD 23" – 3 szt. [mn 2.37, mn 2.38, mn 2.39]
Tematyka:
Nauka i technika w innych zastosowaniach – projekcja zapętlona
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Kino 2d, 3d, poziom 10.50:

Profesjonalny projektor instalacyjny z teleobiektywem (2 szt.) :

- Gwarancja producencka dla pracy w trybie 24/7 przy pełnej mocy lamp.
- Wbudowane oprogramowanie do kalibracji kolorów , możliwość kalibracji wyświetlanego obrazu do przestrzeni barwnej REC709 (zgodność ze standardem dla materiałów w full HD) ,możliwość skalibrowania punktu bieli do D65, osobną korekcje barw RGBCMY w przestrzeni barwnej XY oraz korekcję intensywności każdej z tych barw
- Jasność 11 000 lm
- Projektor w technologii 3-chip 3D DLP
- Zamknięty układ optyczny
- Funkcja Dynamic Black – podnosi poziomy czerni.
- Kontrast do 15 000 : 1 (on/off)
- 2 lampy UHP 400W
- Rozdzielczość natywna 1920x1200
- Wejścia , DVI-D, HDMI 1.3, 1 x 15-pin DSUB , 1 x BNCx5, 1 x RCAx 3 YUV, 1 x 4-pin mini DIN Y/C, 1xRJ45, 2 x RS232, 1 x USB, 2x12V
- Waga – 26kg bez obiektywu
- Wymiary max 51x61x25 cm (bez obiektywu)
- Zmotoryzowana przesłona (iris)

- Praca w temperaturze 10 - 40°C, wilgotności 20 - 90%
- Poprawne wyświetlanie obrazu z odległości cm w formacie 16:10 w zakresie: podstawa cm - cm, wysokość cm - cm.

Sprzętowy procesor obrazu, umożliwiający blending i warping wyświetlanych obrazów. Przekształcenia obrazu dokonywane z zachowaniem natywnej rozdzielczości 1920x1200 i częstotliwością obrazu 120Hz dla projekcji 3D. Procesor wyposażony w oprogramowanie do automatycznej kalibracji wyświetlanych obrazów

komputer umożliwiający prezentację obrazów 3d (2 szt.)
płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna
- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
  dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
  dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:
  Stream Processors: minimum 1600
  interfejs pamięci: minimum 256-bit
  pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
  wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
  maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
  karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych
- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zesatwu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

wymagane nagłośnienie sali

Ścieżka 3: Mikroświat – Makroświat

Poziom 10.50

Symulator:

Monitory LCD:
Monitory LCD 20” – 6 szt. [mn 3.01, mn 3.02, mn 3.03, mn 3.04)
Monitor do symulatora :
- technologia LCD

- wymiary monitora maks. 477 x 290 mm
- podświetlenie LED
- format obrazu 16 : 9
- Kontrast 1000 : 1
- Jasność 250 cd/m2
- czas reakcji 5 ms
- Ilość kolorów 16,7
- Pobór mocy maks. 30W
- Wejścia sygnałowe: 1 x DVI-D, 1 x VGA 15 pin

Komputer (do każdego z monitorów):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Poziom 13,96:

Mikroświat:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 32” – z nakładką dotykową; 4 szt., [ts 3.01, ts. 3.02, ts 3.03, ts 3.04]
Monitory LCD 32” – z nakładką dotykową; 4 szt., [ts 3.05, ts. 3.06, ts 3.07, ts 3.08]
Monitory LCD 32” – z nakładką dotykową; 4 szt., [ts 3.09, ts. 3.10, ts 3.11, ts 3.12]
Monitory LCD 32” – z nakładką dotykową; 4 szt., [ts 3.13, ts. 3.14, ts 3.15, ts 3.16]
- aktywna matryca TFT LCD
- format obrazu 16 :9
- powierzchnia użytkowa ekranu: nie więcej niż 700 x 400mm
- ilość kolorów - 16,7 mln.
- jasność panela LCD - 450 nit
- rozdzielczość 1366 x 768
- kąt widzenia: poziomy 178 st/ pionowy 178 st
- kontrast 3500 :1
- wejścia sygnałowe : VGA (15 pin D-sub), HDMI
- pobór mocy max. 65 W
- standard montażu typ VESA
- certyfikat CE

nakładka dotykowa:
- grubość nakładki 3 mm
- twardość nakładki 7H (w skali Mohsa)
- przezroczystość 92%(+/-2%) certyfikaty
- certyfikaty wymagane: CE, IP64

- stabilność ponad 50 milionów dotknięć bez potrzeby kalibracji
- rozdzielczość 4096 x 4096 plus 255 poziomów siły nacisku
- kontroler ze złączem USB lub RS232
- certyfikat CE
- nakładka dotykowa: 8 - punkowa

Komputer do monitora dotykowego 32'' (1 sztuka do każdego monitora):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Stoły multimedialne:
Stoły multimedialne (dotykowe, interaktywne) – 2 szt., [ts 3.17, ts. 3.18]
- przekątna obrazu: 65"
- rodzaj panelu: AMVA3 z podświetleniem CCFL
- powierzchnia użytkowa: min. 1425 x 800 mm
- format obrazu: 16:9
- ilość kolorów: 16,7 mln
- jasność panela LCD: max. 500 cd/m2
- czas reakcji matrycy: 8 ms
- rozdzielczość: 1920 x 1080
- kąt widzenia: poziomy 178 st. / pionowy 178 st.
- Kontrast: 5000:1
- wejścia sygnałowe: VGA (15 pin D-sub), S-video, Composite (RCA), RGBHV, DV1-D (z HDCP), HDMI 1.3 (z HDCP), Display Port (z HDCP)
- pobór mocy: max. 500 W
- waga: do 55 kg
- wymiary zew. monitora: 1540 x 945 cm
- standard montażu: typ VESA
- certyfikat CE

Nakładka dotykowa: 32 - punkowa

Odtwarzacz typu player (dla każdego stołu):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066

- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Poziom 16,96:

Makroświat, Kotłownia:

Monitory z nakładką dotykową:
Monitory LCD 32" – z nakładką dotykową; 3 szt., [ts 3.19, ts. 3.20, ts 3.21]
Monitory LCD 32" – z nakładką dotykową; 2 szt., [ts 3. 22, ts 3.23]
Monitory LCD 32" – z nakładką dotykową; 2 szt., [ts 3. 25, ts 3.26]
Monitory LCD 32" – z nakładką dotykową; 1 szt., [ts 3.27]
Monitory LCD 32" – z nakładką dotykową; 2 szt., [ts 3. 29, ts 3.30]
Monitory LCD 32" – z nakładką dotykową; 2 szt., [ts 3. 31, ts 3.32]
Parametry monitora – j.w.

Komputer do monitora – j.w.

Dopuszcza się zastąpienie monitorów ts.3.20 i ts 3.21 przez dwa urządzenia:
Hologram - system projekcji 3D
Parametry urządzenia:
- możliwość łączenia płynnego holograficznego obiektu 3D z prawdziwym produktem
- obsługa technologii plug & play za pośrednictwem kart CF
- możliwość pracy 24/7
- rozdzielczość 1920 x 1080
- optymalne oświetlenie przedmiotu rzeczywistego nie zakłócającego przedmiotu wirtualnego
- wysoka jakość obrazu wyświetlanego za pomocą diod LED 10 Wat, który wytwarzają mało ilość ciepło
- wymiary (szerokość / wysokość / długość): 586 x 325 x 405 mm (+/-10%)

Komputer do urządzenia:
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB

- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Sfera – ekran wielodotykowy 1, projektor:

Sfera – ekran projekcyjny w kształcie kuli (średnica 80 cm) + projektor [ts 3.24]:

- tylna projekcja na ekran w kształcie kuli
- matowa powierzchnia ekranu
- średnica kuli: min. 80 cm (max. 90 cm)
- ekran (kula) umieszczona na podstawie, w której zamontowany jest projektor
- budowa podstawy zapewniająca odpowiednie chłodzenie projektora
- rozdzielczość projektora: 1400 x 1050
- jasność projektora: min. 6000 AnsiLumen
- kontrast projektora: min. 2000 : 1
- technologia projektora : DLP lub LCD
- powierzchnia ekranu (kuli) dotykowa - wielopunktowa

Komputer dla sfery 1:

- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Sfera – ekran wielodotykowy 2, projektor:

Sfera – ekran projekcyjny w kształcie kuli (średnica 60 cm) + projektor [ts 3.28]:

- tylna projekcja na ekran w kształcie kuli
- matowa powierzchnia ekranu
- średnica kuli: min. 60 cm (max. 70 cm)
- ekran (kula) umieszczona na podstawie, w której zamontowany jest projektor
- budowa podstawy zapewniająca odpowiednie chłodzenie projektora
- rozdzielczość projektora: 1400 x 1050
- jasność projektora: min. 4000 AnsiLumen
- kontrast projektora: min. 2000 : 1
- technologia projektora : DLP lub LCD
- powierzchnia ekranu (kuli) dotykowa - wielopunktowa

Komputer dla sfery 2:

- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Ściana wideo:

Ściana wideo (mn 3.07), 770 cm (l) x 190 cm (h)

- Zbudowana z modułów projekcyjnych tworzących łuk wypukły o promieniu maks. 300 cm i kącie rozwarcia maks. 140°
- Powierzchnia całkowita: min. 710 x 210 cm; maks. 730 x 230 cm
- Efektywna rozdzielczość całkowita: min. 15300 x 4600 pikseli
- Odstęp między krawędziami ekranów przylegających modułów: maks. 1mm
- Jasność pojedynczego modułu: min. 500 cd/m2
- Kontrast pojedynczego modułu: min. 750:1
- Typ podświetlenia modułu: LED
- Żywotność podświetlenia modułu: min. 55 000 godzin (do osiągnięcia 50% jasności początkowej)
- Sterowanie modułami: min. poprzez LAN oraz RS-232
- Każdy moduł powinien posiadać wbudowany procesor obrazu przyjmujący cyfrowy sygnał wideo (min. DVI-D) oraz umożliwiający skalowanie i mapowanie obrazu
- Całkowity pobór mocy: maks. 8 kW
- Zewnętrzny procesor graficzny umożliwiający wygenerowanie obrazu o rozdzielczości min. 8000 x 2400 pikseli
- Procesor graficzny musi umożliwiać instalację i uruchamianie oprogramowania użytkownika

Komputer: mający możliwość wyświetlania obrazu – zgodnie z założeniami kontentu

Projekcja interaktywna:

Projektor dla projekcji interaktywnej, ekran, komputer [pr 3.01]

Projektor 3d: z oprogramowaniem kinetycznym z ekranem projekcyjnym, komputerem:

- technologia 3 x chip DMD 0,96”
- jasność: min. 6000 AnsiLumen
- rozdzielczość rzeczywista: 1920 x 1200
- kontrast: min. 2500:1
- wejścia sygnałowe: DVI-D, BNC, 3D-dual link DVI, VGA, HDMI,
- wbudowany manipulator (kontroler) LCD
- system dwulampowy, lampa max. 200W
- żywotność lampy w trybie standard: 2000 godz.
- waga: nie więcej niż 28 kg

- prezentacja obrazów w technologii Dual 3D
- z projektorem obiektyw umożliwiający prezentację obrazu z odległości 4m na ekran o podstawie 5,4m
- w zestawie z projektorem komputer umożliwiający odtwarzanie prezentacji 3D

Komputer: umożliwiający prezentację obrazów 3d
płyta główna: chipset dedykowany dla procesora
- typ podstawki: dedykowany dla procesora
- obsługa technologii CrossFire lub równoważna
- ilość gniazd pamięci RAM: minimum 4 gniazda dla pamięci typu DDR3 lub DDR2 dedykowany dla płyty oraz kompatybilny z rodzajem procesora
- ilość gniazd PCI-Express x16: 2 sztuki
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 12000 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- minimum dwa dyski twarde:
  dysk Nr1 – typ: SSD, interfejs: minimum SATA II , pojemność minimalna: 60 GB;
  dysk Nr2 – typ : HDD lub hybrydowy, interfejs: minimum SATA II, pojemność minimalna: 500 GB, minimalna prędkość obrotowa dysku: 7200 obr/min, minimalna pamięć buforowa dysku: 32 MB
- pamięć RAM: minimum dwukanałowa o pojemności minimum 8GB typ DDR3 1333MHz
- karta graficzna: GPU o minimalnych właściwościach:
  Stream Processors: minimum 1600
  interfejs pamięci: minimum 256-bit
  pamięć karty graficznej (rozmiar / typ): minimum 2GB / GDDR5
  wyjścia sygnału wideo: DisplayPort minimum 4 sztuki wszystkie aktywne w tym samym czasie
  maksymalna rozdzielczość obsługiwana na wyjściu z karty graficznej: minimum 2560x1600 przy 60Hz
  karta graficzna przeznaczona do zastosowań profesjonalnych
- zasilacz - moc minimalna wymagana do obsługi oferowanego zestawu PC
- wentylator o wydajności wystarczającej do skutecznego chłodzenia oferowanego zesatwu PC
- klawiatura
- wymagany system operacyjny kompatybilny z oferowanym zestawem PC oraz z oferowanymi aplikacjami instalowanymi na oferowanym zestawie PC
- obudowa typ : Rack do montażu w obudowie wyposażonej w szyny montażowe Rack o rozstawie 19”

Głośniki ultradźwiękowe (3 szt.)**:**
- Kierunkowość: maks. 3°
- Pasmo przenoszenia: min. 500 Hz – 16 kHz
- Wbudowany korektor z min. 3 ustawieniami
- Wejście audio: stereo, 2x RCA
- Wbudowany wzmacniacz
- Pobór mocy: maks. 100W
- Obudowa z plastiku ABS w kolorze czarnym
- Waga: maks. 1 kg

Makroświat, Chłodnia:

Monitory 21,5’’ z nakładką dotykową
Monitory 23’’ z nakładką dotykową: 2 szt., [ts 3.33, ts. 3.34] + 2 szt., [ts 3.35, ts. 3.36] + 2 szt., [ts 3.37, ts. 3.38] + 2 szt., [ts 3.39, ts. 3.40], stanowiska przy modelach modułów stacji orbitalnej:

- podświetlenie: TN
- format obrazu: 16:9
- wymiary ekranu: maks. 550 x 380 x 20 mm
- ilość kolorów: 16,7 mln
- jasność panela LCD: 250 nits
- kontrast: 1000:1
- czas reakcji matrycy: 5 ms
- rozdzielczość: 1920 x 1080
- kąt widzenia min. : poziomy 170 st. / pionowy 160 st.
- wejścia sygnałowe: VGA (15 pin D-sub), DV1-D, Display port, HDMI, Stereo Mini Jack
- pobór mocy: max. 30 W
- waga: nie więcej niż 6,5 kg
- standard montażu: typ VESA
- certyfikat CE

Nakładka dotykowa 2 - punkowa

Komputer dla monitora 21,5'' z nakładką dotykową (dla każdego monitora):
- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

Monitory LED:

Monitory LCD 52" – 4 szt., [mn 3.08, mn 3.09, mn 3.10, mn 3.11]
- rodzaj panelu: S-PVA
- format obrazu: 16:9
- ilość kolorów: 16,7 mln
- jasność panela: LCD 500 nits
- czas reakcji matrycy: 8 ms
- rozdzielczość: 1920 x 1080
- kąt widzenia: poziomy 178 st. / pionowy 168 st.
- kontrast: 1000 :1
- wejścia sygnałowe : VGA (15 pin D-sub), S-video, Composite, RGBHV, DV1-D (z HDCP), HDMI (z HDCP), Display Port (z HDCP)
- pobór mocy: max. 410 W
- waga: do 40 kg
- standard montażu: typ VESA
- certyfikat CE

Nakładka dotykowa 8 - punkowa

Komputer dla monitora 52'' (do każdego monitora):

- procesor musi uzyskiwać w teście Passmark CPU Mark wynik co najmniej 3735 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie http://www.cpubenchmark.net)
- pamięć główna: minimum 8GB typ DDR3 pracująca minimum w trybie dwukanałowym z prędkością minimum 1066
- wymagane przyłącza: minimum 2 x USB 3.0, minimum 2 x RS232, minimum 1 x DVI-I, minimum 1 x HDMI, minimum 1 x Display port, minimum 2 x RJ45 z sygnalizacją diodami LED z obsługą Ethernet 10/100/1000 Mbps,
- włącznik zasilania na obudowie
- pamięć masowa: minimum 1 x dysk o wielkości maksymalnej 2,5" i pojemności minimalnej 250 GB
- wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) podyktowane przestrzenią w której komputer będzie instalowany
- zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz max. 90W AC/DC
- zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%
- wymagany system operacyjny kompatybilny z zestawem PC oraz z aplikacjami instalowanymi na komputerze PC

5.Wymagania funkcjonalne i parametry techniczne instalacji AV i IT

Tablice rozdzielcze elektryczne:
Podrozdzielnice będą obsługiwały instalacje oświetlenia, gniazd wtyczkowych, zasilania instalacji audio-wideo (AV).
Podstawowe wytyczne techniczne podrozdzielnic:

- Napięcie znamionowe: 400/230V, 50Hz
- Układ sieci: TN-S
- Prąd znamionowy: do 160A
- Prąd zwarciowy znamionowy szczytowy: 6kA
- Stopień ochrony: IP31, IP54, 55 – w pomieszczeniach technicznych wilgotnych
- Ustawienie – naścienne
- Doprowadzenie kabli: od góry.

Zaleca się stosowanie obudów na aparaturę modułową, wykonanie z tworzywa. Rozdzielnice w wykonaniu podtynkowym i nadtynkowym.

Prowadzenie instalacji.
Główne ciągi instalacyjne prowadzić na korytkach kablowych siatkowych osobno dla instalacji elektrycznej i dla teletechnicznej. Odgałęzienia korytami oraz w rurkach PCW. Podejścia do urządzeń układać w rurkach w ścianie pod tynkiem lub w rurkach PCW w posadzce lub pod podłogą techniczną. Punkty zasilania i sieci teletechnicznej okablowania miedzianego w podłodze zakańczać w puszkach podłogowych „floorbox", IP55.
Gniazda na ścianach wykonać jako podtynkowe, IP44 z przesłonami styków.

Jako materiały przewodzące można stosować miedź i aluminium, liczba żył: 1, 3, 4, 5, przy czym dla przekroju żył do 10 mm^2 należy stosować obowiązkowo przewody miedziane.
Napięcia znamionowe dla linii kablowych: 0,6/1 kV; 8,7/15 kV; a przekroje żył: 10 do 240 mm^2.
Przewody instalacyjne należy stosować izolowane lub z izolacją i powłoką ochronną do układania na stałe, w osłonach lub bez, klejonych bezpośrednio do podłoża lub

układanych na linkach nośnych, a także natynkowo, wtynkowo lub pod tynkiem; ilość żył zależy od przeznaczenia danego rodzaju przewodu.
Napięcia znamionowe izolacji wynoszą: 300/300, 300/500, 450/750, 600/1000 V w zależności od wymogów, przekroje układanych przewodów mogą wynosić (0,35) 0,4 do 240 mm^2, przy czym zasilanie energetyczne budynków wymaga stosowania przekroju minimalnego 1,5 mm^2.

Osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów
Przepusty kablowe i osłony krawędzi - w miejscach przejścia kabli między strefami pożarowymi lub dla ochrony izolacji przewodów przy przejściach przez ścianki konstrukcji wsporczych należy stosować przepusty ochronne. Kable i przewody układane bezpośrednio na podłodze należy chronić poprzez stosowanie osłon (rury instalacyjne, listwy podłogowe).
Drabinki instalacyjne wykonane z perforowanych taśm stalowych lub aluminiowych jako mocowane systemowo lub samonośne stanowią osprzęt różnych elementów instalacji elektrycznej. Pozwalać powinny na swobodne mocowanie nie tylko kabli i przewodów, ale także osprzętu instalacyjnego.
Koryta i korytka instalacyjne wykonane z perforowanych taśm stalowych lub aluminiowych lub siatkowe oraz z tworzyw sztucznych w formie prostej lub grzebieniowej o szerokości 50 do 600 mm. Wszystkie rodzaje koryt wykorzystane w obiekcie powinny posiadać zestawy elementów dodatkowych, ułatwiających układanie wg zaprojektowanych linii oraz zapewniające utrudniony dostęp do kabli i przewodów dla nieuprawnionych osób.
Kanały i listwy instalacyjne wykonane z tworzyw sztucznych, blach stalowych albo aluminiowych lub jako kombinacja metal-tworzywo sztuczne, ze względu na miejsce montażu mogą być ścienne, przypodłogowe, sufitowe, podłogowe; odporne na temperaturę otoczenia w zakresie od -5 do +60°C. Kanały o większej szerokości posiadać powinny przegrody wewnętrzne stałe lub mocowane dla umożliwienia prowadzenia różnych rodzajów instalacji w ciągach równoległych we wspólnym kanale lub listwie. Zasady instalowania równoległego różnych sieci przy wykorzystaniu kanałów i listew instalacyjnych należy przyjąć wg zaleceń producenta i zaleceń normy.
Rury instalacyjne wraz z osprzętem (rozgałęzienia, tuleje, łączniki, uchwyty) - wykonane z tworzyw sztucznych albo metalowe, głównie stalowe (używać należy materiałów o wytrzymałości elektrycznej powyżej 2 kV, niepalnych lub trudnozapalnych, które nie podtrzymują płomienia, a wydzielane przez rury w wysokiej temperaturze gazy nie są szkodliwe dla człowieka). Rurowe instalacje wnętrzowe powinny być odporne na temperaturę otoczenia w zakresie od -5 do + 60°C, a ze względu na wytrzymałość wymagają stosowania rur z tworzyw sztucznych lekkich i średnich. Dobór średnicy rur instalacyjnych zależy od przekroju poprzecznego kabli i przewodów wciąganych oraz ich ilości wciąganej do wspólnej rury instalacyjnej. Rury z tworzyw sztucznych mogą być gładkie lub karbowane i jednocześnie giętkie lub sztywne; średnice typowych rur gładkich: od 16 do 63 mm (większe dla kabli o dużych przekrojach żył wg potrzeb do 200 mm^2) natomiast średnice typowych rur karbowanych: od 16 do 54 mm. Rury stalowe czarne, malowane lub ocynkowane mogą być gładkie lub karbowane - średnice typowych rur gładkich (sztywnych): od 13 do 42 mm, średnice typowych rur karbowanych giętkich: od 7 do 48 mm i sztywnych od 16 do 50 mm. Dla estetycznego zamaskowania kabli i przewodów w instalacjach podłogowych stosować należy giętkie osłony kablowe - spiralne, wykonane z taśmy lub karbowane rury z tworzyw sztucznych.
Kanały podłogowe poziome o wymiarach - szerokość 200, 250, 300, 350 i 400 mm należy wykonać z tworzyw sztucznych, blach aluminiowych jako perforowane lub pełne. Osprzęt kanałów podłogowych stanowią elementy ułatwiające prowadzenie instalacji oraz pokrywy i podłogowe punkty aktywacyjne (wyposażenie użytkowe) jak ramki i puszki montażowe wraz z wypustami do montażu osprzętu podtynkowego, z pierścieniem 45 mm, różnego typu i innego. Montaż kanałów podłogowych może odbywać się w podkładzie betonowym, warstwie wyrównawczej (zatapiane w szlichcie o grubości 40 do 115 mm - z możliwością regulacji do 25 mm rzędnej góry kanału), a także w podłogach pustakowych lub podniesionych.

Systemy mocujące przewody, kable, instalacje wiązkowe i osprzęt
Uchwyty do mocowania kabli i przewodów - klinowane w otworze z elementem trzymającym stałym lub zaciskowym, wbijane i mocowane do innych elementów np. paski zaciskowe lub uchwyty kablowe przykręcane; stosowane głównie z tworzyw sztucznych (niektóre elementy mogą być wykonane także z metali).
Uchwyty do rur instalacyjnych - wykonane z tworzyw i w typowielkościach takich jak rury instalacyjne - mocowanie rury poprzez wciskanie lub przykręcanie (otwarte lub zamykane).
Puszki elektroinstalacyjne - do montażu gniazd i łączników instalacyjnych; mogą być stosowane: łączące, przelotowe, odgałęźne lub podłogowe i sufitowe. Wykonane są z materiałów o wytrzymałości elektrycznej powyżej 2 kV, niepalnych lub trudnozapalnych, które nie podtrzymują płomienia, a wydzielane w wysokiej temperaturze przez puszkę gazy nie są szkodliwe dla człowieka, jednocześnie zapewniają stopień ochrony minimalny IP 2X. W zależności od przeznaczenia puszki muszą spełniać następujące wymagania co do ich wielkości: puszka sprzętowa 60 mm, sufitowa lub końcowa 60 mm lub 60x60 mm, rozgałęźna lub przelotowa 70 mm lub 75 x 75 mm - dwu- trzy- lub czterowejściowa dla przewodów o przekroju żyły do 6 mm^2. Puszki elektroinstalacyjne do montażu gniazd i łączników instalacyjnych powinny być przystosowane do mocowania osprzętu za pomocą „pazurków" i / lub wkrętów.
Końcówki kablowe, zaciski i konektory – powinny być wykonane z materiałów dobrze przewodzących prąd elektryczny jak aluminium, miedź, mosiądz, montowane poprzez zaciskanie, skręcanie lub lutowanie; ich zastosowanie ułatwiać powinno podłączanie i umożliwiać wielokrotne odłączanie i przyłączanie przewodów do instalacji bez konieczności każdorazowego przygotowania końców przewodu oraz umożliwiać systemowe izolowanie za pomocą osłon izolacyjnych.
Pozostały osprzęt: oznaczniki przewodów, dławnice, złączki i szyny, zaciski ochronne.

Sprzęt instalacyjny
Łączniki ogólnego przeznaczenia wykonane dla potrzeb instalacji podtynkowych, natynkowych
i natynkowo-wtynkowych:
- łączniki podtynkowe powinny być przystosowane do instalowania w puszkach 60 mm za pomocą wkrętów lub „pazurków";
- łączniki natynkowe i natynkowo-wtynkowe przygotowane są do instalowania bezpośrednio na podłożu (ścianie) za pomocą wkrętów lub przyklejane;
- zaciski do łączenia przewodów winny umożliwiać wprowadzenie przewodu o przekroju 1,0-2,5 mm^2;
- obudowy łączników powinny być wykonane z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia.

Podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe: 250V; 50 Hz,
- prąd znamionowy: do 10 A,
- stopień ochrony w wykonaniu zwykłym: minimum IP 2X,
- stopień ochrony w wykonaniu szczelnym: minimum IP 44.

Gniazda wtykowe ogólnego przeznaczenia do montażu w instalacjach podtynkowych, natynkowych
i natynkowo-wtynkowych:
- gniazda podtynkowe 1-fazowe powinny zostać wyposażone w styk ochronny i przystosowane do instalowania w puszkach 60 mm za pomocą wkrętów lub „pazurków";
- gniazda natynkowe i natynkowo-wtynkowe 1-fazowe powinny być wyposażone w styk ochronny i przystosowane do instalowania bezpośredniego na podłożu za pomocą wkrętów lub przyklejane.

Zaciski do połączenia przewodów winny umożliwiać wprowadzenie przewodów o przekroju od 1,5-6,0 mm^2 w zależności od zainstalowanej mocy i rodzaju gniazda wtykowego.
Obudowy gniazd należy wykonać z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia.
Podstawowe dane techniczne gniazd:

- napięcie znamionowe: 250V lub 250V/400V; 50 Hz,
- prąd znamionowy: 10A, 16A dla gniazd 1-fazowych,
- prąd znamionowy: 16A do 63A dla gniazd 3-fazowych,
- stopień ochrony w wykonaniu zwykłym: minimum IP 2X,
- stopień ochrony w wykonaniu szczelnym: minimum IP 44.

Większość stanowisk doświadczalnych wymaga zasilania 230V (puszki podłogowe). W strefie pokazów oraz doświadczeń fizycznych i chemicznych należy ponadto zapewnić zasilanie 380V. Informacje o stanowiskach wymagających zasilania ze względu na charakter przewidzianych dla nich eksperymentów i doświadczeń znajdują się w Rozdziale 2 niniejszego Opracowania (przy opisie stanowisk).

Okablowanie strukturalne:

Elementy okablowania:
- część bierna: kabel światłowodowy, wtyczki, patchcordy, pigtaile, patchpanele światłowodowe (tzw. przełącznica światłowodowa z adapterami), mufy osłonowe
- część aktywna: mediakonwertery , przełączniki.

Założenia systemu:
Instalacja oparta o komunikację z centralnej serwerowni via extendery optyczne do każdego urządzenia AV /monitorów, ścian monitorów, projektorów, grup projektorów:

1./Extender: do przesyłania sygnałów HDMI na duże odległości /do 900m/za pomocą pojedynczego kabla optycznego. System extendera powinien składać się z nadajnika i odbiornika. Dzięki temu zestawowi możliwy powinien być przesył sygnału o 12 bitowej głębi kolorów v1.3 HDMI z HDCP w rozdzielczości do 1080p, oraz równoczesna transmisja zembedowanego bezstratnego sygnału audio przez pojedynczy kabel optyczny. System powinien być przystosowany do przesyłu zaszyfrowanych obrazów wideo oraz audio.
System powinien osiągnąć dystans transmisji do 900 metrów dla sygnałów o rozdzielczości do 1080p włącznie. Zarówno odbiornik jak i nadajnik muszą być wyposażone w blokadę konektora zasilacza zapobiegającą przed rozłączeniem systemu.
Cechy kluczowe zestawu:

- Obsługiwane rozdzielczości HDTV do 1080p @ 60Hz
- Kompatybilność z HDMI 1.3
- Kompatybilność z HDCP 1.1
- Zasięg transmisji sygnału do 900m @ 1080p
- Zembedowane bezstratne cyfrowe audio w sygnale HDMI
- Blokada zasilacza przed wypadnięciem

Wejścia/wyjścia wideo:

- Nadajnik: wejście min. 1x HDMI
- Odbiornik: wyjście poprzez 1x HDMI
- Wejścia/wyjścia optyczne:
- Nadajnik wyjście poprzez 1x SC (wideo + zemb. audio)
- Odbiornik: wejście poprzez 1x SC (wideo + zemb. audio)

Kable optyczne:

- Single Mode 9/125um lub 8/125um

Obsługiwane sygnały:

- Standardy przemysłowe: HDMI v1.3, HDCP 1.1

Wideo:
- Maksymalna obsługiwana rozdzielczość do 1920x1200, 1080p/60Hz
- Współczynnik próbkowania audio
- Zalecana 48 kHz (Graphic Encryption)

Środowisko pracy:
- Temperatura pracy: od 0°C do +50°C
- Wilgotność podczas pracy od 5% do 85%, bez kondensacji
- Temperatura przechowywania od -10°C do +85°C
- Wilgotność podczas przechowywania od 5% do 85%, bez kondensacji

Dodatkowo wymagany Extender LAN.

2./ Kable optyczne: o 1000SX: 50/125, 62.5/125µm multi-mode
Optotelekomunikacyjny kabel z włóknami w tubie centralnej, czterowłóknowy, multimode z końcówkami 4LC/4LC o długości min. 100 m. Kabel w pełni dielektryczny. Przeznaczony do transmisji sygnałów cyfrowych i analogowych w całym paśmie optycznym, wykorzystywanym we wszystkich systemach transmisji: danych, głosu i obrazu. Kabel musi w pełni współpracować z zestawem nadajnik i odbiornik /Extenderem/DVI/HDMI/LAN i umożliwiać przesyłanie sygnału na odległość od 100m do 400m
Własności użytkowe:
- odporność na zakłócenia elektromagnetyczne
- łatwość w montażu
- możliwość układania w pobliżu instalacji elektrycznych
- powłoka kabla wykonana jest z materiałów trudnopalnych.

Kabel optyczny multimode zbudowany z elementów:
1. Włókno optyczne: wielomodowe. Ilość włókien optycznych w kablu: 8
2. Tuba: centralna ze światłowodami wypełniona żelem hydrofobowym
3. Wzmocnienie: włókna aramidowe
4. Nitka rozrywająca powłokę
5. Powłoka: bezhalogenowa nierozprzestrzeniająca płomienia

Liczba włókien światłowodowych: 8
Zalecane wymiary kabla:
- Średnica zewnętrzna: 6-9 mm
- Masa kabla: 40-65 kg/km
- Długość fabrykacyjna: 2150 ± 50

Własności mechaniczne:
- Maksymalna dynamiczna siła ciągnienia: 1500-2000 N
- Maksymalna statyczna siła ciągnienia: 500-1000 N
- Minimalny dynamiczny promień zginania: 500-700 mm
- Minimalny statyczny promień zginania: 500-750 mm

Własności klimatyczne:
- Zakres temperatur przechowywania i transportu: -30/+70 °C
- Zakres temperatur instalowania: -15/+55 °C
- Zakres temperatur eksploatacji: -30/+60 °C

Kable muszą być przystosowane do:
- wykonywania połączeń między urządzeniami optoelektronicznymi w pomieszczeniach zamkniętych i na zewnątrz budynków, zaciągania kanalizacji kablowej i wewnątrz obiektowej.

UWAGA:

W zapasie w tych samych trasach kablowych/pomiędzy serwerownią a wszystkimi urządzeniami muszą zostać położone także kable CAT6-W.
Parametry:
Wysokiej jakości kabel CAT6-W o długości 100-300 m. Zewnętrzna, niepalna powłoka posiadająca status LSZH (Low Smoke Zero Halogen), niewydzielająca podczas palenia trujących halogenków, chroniąca przed promieniowaniem ultrafioletowym.
Przewodnik: 23 AWG Bare Solid Copper
Izolacja: Solid Polyethylene or FRP (Plenum)
Normy:
- Zatwierdzona UL/CSA
- ETL zweryfikowana do ANSI/TIE/EIA568A
- ISO/IECC/1801

Zastosowania:
- 10 Base-T (IEEE802.3)
- 100Vg-AnyLan (IEEE802.12)
- Token Ring (IEEE802.5)
- 100 Base-T (IEEE802.3)
- FDDI/CDDI 100 Mbps
- ATM 155, 622 Mbps
- 1000 Base-T

Należy zaprojektować okablowanie światłowodowe w mieszanej topologii gwiaździsto – pierścieniowej, która zapewni pewny transfer danych oraz gwarancję działania, pomimo uszkodzenia jednego, a nawet kilku kabli światłowodowych.
Połączenia światłowodowe będą występowały pomiędzy centralnym węzłem dystrybucyjnym i punktami dystrybucyjnymi, między centralnym węzłem dystrybucyjnym oraz serwerownia główną oraz pomiędzy sąsiednimi węzłami dystrybucyjnymi.

Kable światłowodowe należy zakończyć w panelach światłowodowych umieszczonych w szafach dystrybucyjnych.
Po wykonaniu instalacji okablowania światłowodowego należy przeprowadzić pomiary kabli światłowodowych. Wykonać należy pomiary tłumienności oraz reflektometryczny wszystkich włókien.

Ilość punktów dystrybucyjnych dostosować do architektury budynków, przy założeniu, że całkowita długość kabla UTP od portu urządzenia aktywnego (switch) do urządzenia docelowego (np. komputer) nie może być większa niż 90,0 m.
Kable UTP oraz światłowody używane do budowy infrastruktury sieci teletechnicznej muszą być prowadzone w łatwo dostępnych kanałach technologicznych. Należy przewidzieć możliwość zwiększenia ilości gniazd logicznych w pomieszczeniach.

Instalację okablowania miedzianego należy w całości wykonać kablem nieekranowanym kat. 6a. Każde zainstalowane przyłącze RJ45 kat. 6a stanowi pojedynczy punkt logiczny okablowania miedzianego, który będzie wchodził w skład punktu PEL.
W zależności od zlokalizowania punktów dystrybucyjnych w budynku, serwerownia główna może pełnić rolę centralnego węzła dystrybucyjnego.
Umiejscowienie tras kablowych musi zapewniać wymaganą odległość od tras elektroenergetycznych, w sposób niepowodujący zakłóceń systemu.
Po wykonaniu, system okablowania musi uzyskać certyfikat zgodności z kat. 6aW, wystawiony przez producenta.

Punkty dystrybucyjne:
Serwerownię (CPD) należy wyposażyć w szafę 19” 800x800mm, min. 42U.
Lokalne punkty dystrybucyjne (LPD) należy wyposażyć w szafę 19” 24U.
Wyposażenie poszczególnych punktów dystrybucyjnych:
listwa zasilająca 9x230V
- panel wentylacyjny

- panele porządkujące 19"/1U
- wieszaki do pionowego prowadzenia kabli krosowych
- panele rozdzielcze kat.6A 19"/1U

Każda szafa musi posiadać 4 otwory do wprowadzania kabli instalacyjnych. W komplecie z szafą powinny zostać dostarczone takie elementy jak: zaślepki otworów wprowadzania kabli, przepust szczotkowy do zainstalowania w otworze kablowym, stopki, zestaw śrub montażowych. Każda szafa stojąca musi mieć konstrukcję z możliwością rozkręcenia szkieletu.
Montaż punktów dystrybucyjnych okablowania strukturalnego należy skoordynować z wykonawstwem instalacji elektrycznych w celu zapewnienia odpowiedniej mocy zasilania.

Serwerownia:

Switch Ethernetowy - 48 portów gigabit
- 44x 10/100/1000T, 2 wolne sloty (moduły hot-swap)
- Panel krosowniczy 24 złącza RJ45

w liczbie umożliwiającej podpięcie wszystkich systemów przewidzianych przez Zamawiającego.

Szafa Rack:
- Konstrukcja ramowa spawana z profili stalowych gr. 1,5mm, przystosowana do ustawienia na stopkach poziomujących M10 lub montowana na cokole
- Możliwość zastosowania kółek jezdnych
- W dachu i podstawie otwory 8U zaślepione pełnymi zaślepkami, które po zdjęciu umożliwiają montaż panelu wentylacyjnego
- 4 przepusty 2U do wprowadzenia kabli – 1 w dachu, 1 w płycie podłogowej, 2 z tyłu (góra i dół), zaślepione pełnymi zaślepkami
- Drzwi przednie perforowane, prawo – lewostronne, z zamkiem trójpunktowym z klamką, zawiasy umożliwiają otwarcie o 180°
- Osłona tylna perforowana, mocowana przy pomocy dwóch zamków jednopunktowych
- Osłony boczne z blachy stalowej 1,0 mm, zamykane na 2 zamki jednopunktowe
- Szafa spełniająca wymagania IP20
- Szafa przeznaczona do zastosowania wewnątrz pomieszczeń
- Komplet okablowania sieciowego i zasilającego do urządzeń zamontowanych w szafie.

Minimalne wymagania techniczne komputera (serwera):

Obudowa:	Obudowa typu Rack o wysokości maksymalnie 2U z możliwością instalacji minimum 4 dysków 3.5" Hot Plug wraz z kompletem szyn umożliwiających montaż w szafie rack i wysuwanie serwera do celów serwisowych. Posiadająca fizyczne zabezpieczenie dedykowane przez producenta serwera uniemożliwiające wyjęcie dysków twardych przez nieuprawnionych użytkowników.
Płyta główna:	Z możliwością instalacji minimum jednego fizycznego procesora dwu, cztero, sześcio lub ośmiordzeniowego, posiadająca minimum 6 slotów na pamięci z możliwością zainstalowania do minimum 192GB, możliwe zabezpieczenia pamięci: ECC, SDDC, Memory Mirroring Rank Sparing, SBEC. Płyta główna zaprojektowana przez producenta serwera i oznaczona trwale jego znakiem firmowym.
Procesor:	Zainstalowany jeden procesor czterordzeniowy klasy x86 dedykowany do pracy z zaoferowanym serwerem umożliwiający osiągnięcie wyniku

minimum 166 punktów w teście SPECint_rate_base2006 dostępnym na stronie internetowej www.spec.org dla konfiguracji jednoprocesorowej.
Do oferty należy załączyć wydruk z wynikiem testu dla oferowanego modelu serwera.

Pamięć RAM: Minimum 8 GB pamięci RAM typu LV RDIMM o częstotliwości taktowania minimum 1333 MHz

Sloty PCI Express: Funkcjonujące sloty PCI Express:
- minimum jeden slot x8 generacji trzeciej o prędkości x4
- minimum jeden slot x16 generacji trzeciej pełnej wysokości

Wbudowane porty: Minimum 5 portów USB 2.0 (2 na przednim panelu, 2 na tylnym panelu, 1 wewnętrzny), 2x RJ45, 1x RS-232, 2x VGA D-Sub

Karta graficzna: Zintegrowana karta graficzna, umożliwiająca wyświetlanie obrazu w rozdzielczości minimum 1280x1024

Interfejsy sieciowe: Minimum 2 interfejsy sieciowe Gigabit Ethernet Base-T nie zajmujące żadnego z dostępnych slotów PCI Express.

Kontroler dyskowy: Sprzętowy kontroler dyskowy, umożliwiający konfigurację poziomów RAID : 0, 1, 5, 10, 50

Wewnętrzna pamięć masowa: Możliwość instalacji dysków SATA, NearLine SAS, SAS, SSD i SED.
Zainstalowane 4 jednakowe dyski twarde o pojemności minimum 500GB SATA 7.2 RPM każdy
Możliwość instalacji wewnątrz serwera 2 identycznych nośników typu Flash dedykowanych dla hypervisora wirtualizacyjnego z możliwością skonfigurowania zabezpieczenia RAID 1 z poziomu BIOS serwera, rozwiązanie nie może powodować zmniejszenia minimalnej wymaganej ilości wnęk na dyski twarde.
Dopuszcza się rozwiązanie równoważne – serwer musi mieć zainstalowane dwa dodatkowe dyski twarde typu flash SSD Hot Plug o pojemności min. 200GB każdy wykonane w technologii SLC nie powodujące zmniejszenia minimalnej ilości wymaganych wnęk na dyski twarde.

Napęd optyczny: Zainstalowany wewnętrzny napęd umożliwiający odczyt nośników DVD

Bezpieczeństwo i system diagnostyczny: Panel LCD umieszczony na froncie obudowy, umożliwiający wyświetlenie informacji o stanie procesora, pamięci, dysków, BIOS'u, zasilaniu oraz temperaturze.
Zintegrowany z płytą główną moduł TPM. Wbudowany czujnik otwarcia obudowy współpracujący z BIOS i kartą zarządzającą.

Chłodzenie i zasilanie: Minimum cztery wewnętrzne wentylatory redundantne.
Dwa redundantne zasilacze Hot Plug o mocy minimum 350 Wat każdy

Karta zarządzająca: Niezależna od zainstalowanego systemu operacyjnego, zintegrowana z płytą główną lub jako dodatkowa karta rozszerzeń (Dopuszcza się zastosowanie karty instalowanej w slocie PCI Express jednak nie może ona powodować zmniejszenia minimalnej ilości wymaganych slotów w serwerze), posiadająca minimalną

funkcjonalność :
- komunikacja poprzez interfejs RJ45
- podstawowe zarządzanie serwerem poprzez protokół IPMI 2.0, SNMP, VLAN tagging
- wbudowana diagnostyka
- wbudowane narzędzia do instalacji systemów operacyjnych
- dostęp poprzez interfejs graficzny Web karty oraz z linii poleceń
- monitorowanie zasilania oraz zużycia energii przez serwer w czasie rzeczywistym z możliwością graficznej prezentacji
- lokalna oraz zdalna konfiguracja serwera
- zdalna instalacja systemów operacyjnych
- wsparcie dla IPv4 i IPv6
- zapis zrzutu ekranu z ostatniej awarii
- integracja z Active Directory

Możliwość rozbudowy funkcjonalności karty o automatyczne przywracanie ustawień serwera, kart sieciowych, BIOS, wersji firmware w przypadku awarii i wymiany któregoś z komponentów (w tym kontrolera RAID, kart sieciowych, płyty głównej).

Wymaga się skonfigurowania i oprogramowania centralnego serwera bazy danych.

Router:
- Porty: 1 x WAN - RJ45 - 10/100 Mb/s 4 x LAN - RJ45 - 10/100 Mb/s 1 x USB 2.0
- WLAN: Standard IEEE 802.11n Wireless LAN 300Mbps, 2.4GHz Szybkość transmisji tryb 802.11n: do 300 Mb/s Szyfrowanie WEP, WPA, WPA2 128 bit, 256bit
- Funkcje: DHCP
- Konfiguracja: przez przeglądarkę internetową.

Wymagane są dedykowane programy, które umożliwiają skonfigurowanie systemów komunikujących się za pośrednictwem sieci LAN. Z komputera pracującego w sieci lokalnej musi istnieć możliwość zdalnej konfiguracji i monitorowania m. in.:
- wszystkich parametrów serwerów medialnych
- playlisty odtwarzanych zdarzeń
- zdalnego resetowania serwerów medialnych
- podglądu ustawionej playlisty
- tworzenia raportów z pracy aplikacji.

Gniazda przyłączeniowe użytkowników będą składały się ze złączy RJ45, ekranowanych, kategorii 6A.
Szczegółową lokalizację gniazd i sposób ich montażu należy skoordynować z projektem aranżacji wnętrz oraz uzgodnić z Inwestorem przed montażem przy uwzględnieniu docelowego zagospodarowania technologicznego pomieszczenia.
Złącza RJ45, montowane w gniazdach przyłączeniowych, muszą spełniać wymagania norm: ISO/IEC-11801 Amd. 2 Draft, TIA/EIA-568-B.2-10 dla kategorii 6A. W celu zapewnienia minimalnego rozplotu skręconych par kabla, moduły RJ45 muszą być wyposażone w prowadnicę par. W celu zapewnienia optymalnego ułożenia par względem siebie, każdej parze należy zapewnić dedykowany otwór, przez który wprowadzana jest do prowadnicy – takie rozwiązania znacząco poprawia parametry transmisyjne złącza, minimalizując przesłuchy międzyparowe. Należy zastosować moduły montowane beznarzędziowo (bez wykorzystania narzędzia uderzeniowego). Moduł RJ45 musi zapewniać możliwość rozszycia kabla. Złącze musi być wyposażone w niezależną metalową opaskę służącą do zaciśnięcia metalowej kapsułki ekranującej na ekranie kabla skrętkowego.
W celu montażu złączy w różnych systemach osprzętu elektroinstalacyjnego, złącza RJ45 muszą posiadać standard mechanicznego montażu typu „keystone”. Złącza tego samego

typu należy zastosować w panelach rozdzielczych.

Wszystkie materiały do wykonania instalacji teletechnicznej powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentach odniesienia (normach, aprobatach technicznych). Informacje techniczne o zastosowanych materiałach i wyrobach w tym świadectwa jakości, świadectwa homologacji, świadectwa zgodności, instrukcje montażu i eksploatacji, czy też gwarancje producentów powinny być przygotowane na:
1. Każdy odcinek fabrykacyjny kabla miedzianego lub światłowodowego
2. Szafy do montażu urządzeń,
3. Przełącznice światłowodowe,
4. Mufy kablowe (dla światłowodów)
5. Urządzenia transmisyjne,
6. Pigtaile,
7. Patchcordy,
8. Urządzenia pomiarowe.
9. Wszelkie elementy służące do ochrony mechanicznej lub ukierunkowania w budynku linii kablowych: studnie kablowe, zabezpieczenia studni kablowych, rury rurociągów kablowych, kanalizacji wtórnej, złączki rurowe, rury osłonowe, uszczelki końców rur, rury przecisków i przewiertów, taśma ostrzegawcza, słupek oznaczeniowy, zasobnik złączowy lub zapasów kabla, markery, kabel sygnalizacyjno-lokalizacyjny.

6.Kontent multimedialny. Systemy zarządzania ekspozycją. Strona internetowa

6.1.Kontent multimedialny

Wymagane kontenty dla potrzeb ekspozycji – tematyka i czas trwania opisany został w rozdz. 2 niniejszego opracowania.

Rodzaje kontentów: animacje 2d, animacje 3d, infografiki 2d, filmy dokumentalne, klimatiksy (zapętlone obrazy, bez narracji), audio (a/muzyka, b/narracja – wielojęzyczna, języki: polski, angielski, niemiecki; na ekspozycję i do audioguidów), grafika do prezenterów.
Przy projekcjach panoramicznych wymagana rozdzielczość minimum full HD (filmy i projektory powinny być dopasowane do tej rozdzielczości).

Jakość filmów dokumentalnych oraz kontentu multimedialnego:
Materiał multimedialny obecny na wystawie musi być dostosowany jakościowo do przewidzianego na wystawę sprzętu AV.

Dźwięk:
Zamawiający oczekuje najwyższej jakości efektów dźwiękowych, kompozycji muzycznych, dźwięków ambientowych, które wzmocnią przekaz emocjonalny i uprzyjemnią czas zwiedzania CNiT. W przypadku projekcji filmowych jest wskazany dźwięk przestrzenny dolby surround 5.1 lub 7.1.

Strona internetowa – opisana w dalszej części niniejszego opracowania.

Prezentacje multimedialne powinny być kompatybilne i w należyty sposób współpracować oraz wykorzystywać parametry techniczne montowanego sprzętu multimedialnego, a także powinny posiadać możliwość przyszłej aktualizacji i edycji.

Prezentacja multimedialna powinna być wykonana w formie aplikacji posiadającej interfejs wykorzystujący działanie i możliwości panelu dotykowego zainstalowanego na monitorach. Prezentacja powinna zawierać interfejs umożliwiający nawigację po prezentacji, przechodzenie do kolejnego poziomu i etapu prezentacji, przewijanie, zatrzymanie i ponowne uruchomienie. Prezentacje multimedialne powinny umożliwiać obsługę przy wykorzystaniu gestów na monitorze dotykowym.

Prezentacje multimedialne powinny spełniać poniższe wymagania:

- powinny zostać przygotowane w rozdzielczości FullHD (1920x1280) z możliwością dynamicznego skalowania do niższych rozdzielczości ekranu bez ograniczenia funkcjonalności prezentacji,
- mieć możliwość dowolnego łączenia prezentacji wspólnym ekranem startowym,
- obsługiwać dowolną liczbę wersji językowych wraz z możliwością dodawania kolejnych przez centralny system zarządzania (w tym ustawienia daty publikacji),
- być obsługiwane przy pomocy ekranu dotykowego multitouch (wykorzystanie gestów),
- posiadać centralny system zarządzania umożliwiający edycję on-line dowolnego elementu (tekst, zdjęcie, rycina, film) prezentacji z centralnego interfejsu dostępnego przez przeglądarkę lub dedykowaną aplikację instalowaną w systemie, w tym zarządzanie prawami dostępu i edycji treści (np. Digital Asset Management) w zależności od rodzaju użytkownika, miejsca prezentacji: ekran dotykowy, internet, intranet, a także czasem w którym prezentacja zostanie wyświetlona (możliwość ograniczenia czasu od-do),
- możliwość usuwania, zmieniania kolejności wyświetlania informacji w prezentacjach,
- mieć możliwość automatycznego generowania galerii zdjęć,
- posiadać tryb mapy 2D oraz 3D, umożliwiający wyświetlanie dowolnej mapy w postaci przesuwanego obrazu z możliwością powiększania gestami oraz suwakiem, możliwość umieszczenia dowolnych hot-spotów na mapie (przez system zarządzania treścią),
- posiadanie trybu timeline: umożliwiającego rozłożenie dowolnego (obrazek, dźwięk, film itp.) elementu na osi czasu,
- posiadać tryb galerii: galeria obrazków, plików wideo, dźwięków z możliwością dowolnego układania kolejności, sortowania i opisywania poszczególnych mediów,
- posiadać player wideo: umożliwiający odtwarzanie wybranego wideo w rozdzielczości 1920 x 1080 /FullHD z akceleracją sprzętową GPU w trybie pełnoekranowym, umożliwiający podział pliku wideo na rozdziały do których można przewinąć film, możliwość umieszczenia dodatkowych informacji tekstowych i obrazkowych wyświetlających się podczas odtwarzania filmu (w postaci chmurek przypiętych do odpowiedniego punktu),
- tryb augmented reality: mozlliwośc załadowania modeli 3D, które będą wyświetlane po wykryciu markera (piktogram lub zdjęcie),

tryb projektora prezentacji w PDF i PowerPoint, użytkownik może wyświetlić dowolny załadowany do systemu plik w trybie projekcji, może sterować tempem wyświetlania prezenntacjji,

- posiadać tryb książki: treści wyświetlane są w postaci książki z możliwością przewracania stron, na stronie mogą zostać umieszczone obrazki, teksty, odnośniki do filmów z galerii,
- tryb wygaszacza ekranu oraz tryb: info i outro przy właczaniu i wyłaczaniu sytemu,

- system zarządzania treścią pwinien umożliwiać tworzenie nowych typów zawartości multimedialnej, opierać się o XML pry wymianie danych miedzy systemem CMS a playerem. Składnia XML jest możliwa do dostosowania do dowolnego innego playera.
- prezentacja powinna działać i wyświetlać ostatnią zawartość treściową również bez połączenia LAN,

- mieć wbudowany silnik 3D umożliwiający wyświetlenie modelu lub animacji 3D (powyżej 5000 poligonów) w rozdzielczości FullHD z częstotliwością odświeżenia 60 Hz z wykorzystaniem akceleracji sprzętowej GPU,
- mieć możliwość wersjonowania treści w systemie zarządzania,
- mieć możliwość dynamicznej podmiany w centralnym systemie zarządzania prezentacji na inną prezentację lub inną formę multimedialną (animacja, film, gra),
- mieć możliwość wyświetlenia na wszystkich prezentacjach paska informacyjnego zlokalizowanego na dole ekranu.
- Działać pd kontrolą systemów: Windows, MacOSX i Linux.
- prezentacje powinny mieć możliwość synchronizacji z innymi prezentacjami przez siec LAN lub z system sterowania w celu włączania lub wyłączania efektów dźwiękowych, świetlnych i innych wymaganych przez scenariusz wystawy.
- System umożliwia tworzenie pokazów czyli sekwencji efektów dźwiękowych, filmów wideo i prezentacji wzajemnie zależnych i uruchamianych ze względu na czas, kolejność lub interakcje.
- System powinien umożliwiać tworzenie różnych wersji i obsługiwać interakcje z systeme RFiD.

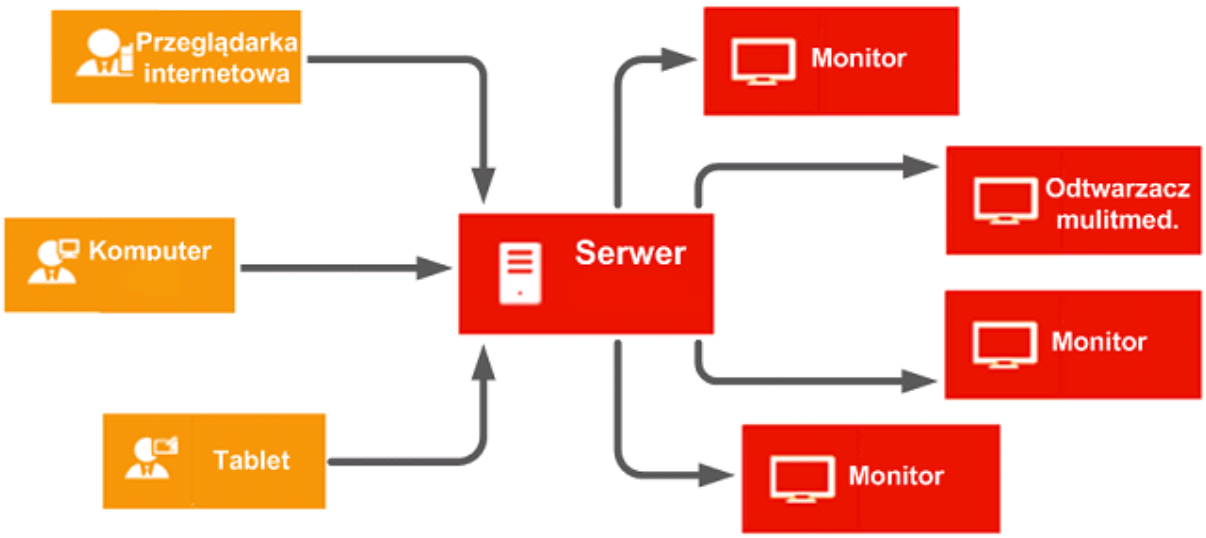
Wykonawca zobowiązany jest do przeniesienia na Zamawiającego całości praw autorskich do wykorzystywanych w ramach ekspozycji utworów. Celem takiego postanowienia jest zagwarantowanie Zamawiającemu nieograniczonego korzystania z utworów oraz pewność odnośnie stanu prawnego wykorzystywanych w ramach ekspozycji utworów.
Zamawiający może wyjątkowo wyrazić zgodę na przeniesienie na niego licencji, w miejsce przeniesienia całości praw autorskich. Sytuacja taka jest wyjątkowa, dotyczy wyłącznie utworów niewykonanych przez Wykonawcę na potrzeby wykonania przedmiotu zamówienia i każdorazowo zależna jest od pisemnego wyrażenia zgody przez Zamawiającego. Zgoda taka wyrażona może być wyłącznie w odniesieniu do poszczególnych, zidentyfikowanych utworów, co pozwala ocenić Zamawiającemu ryzyko związane z brakiem posiadania całości praw autorskich do konkretnych utworów.
Podmiotem uprawnionym z licencji każdorazowo powinien być Zamawiający.

Prezentacje multimedialne, animacje i filmy – ich próbki muszą zostać przedstawione Zamawiającemu do akceptacji przed skierowaniem do produkcji i postprodukcji.

6.2.System zarządzania ekspozycją

Urządzenia wideo i audio oraz oświetlenia efektowego powinny być sterowane przy pomocy systemu centralnego sterowania.

Zaleca się, aby system spełniał niżej opisane wymagania i funkcjonalności:



Wszystkie lokalne instalacje oświetlenia i multimedialne w celu zarządzania nimi będą połączone ze sobą za pośrednictwem lokalnej i wyodrębnionej podsieci okablowania strukturalnego.

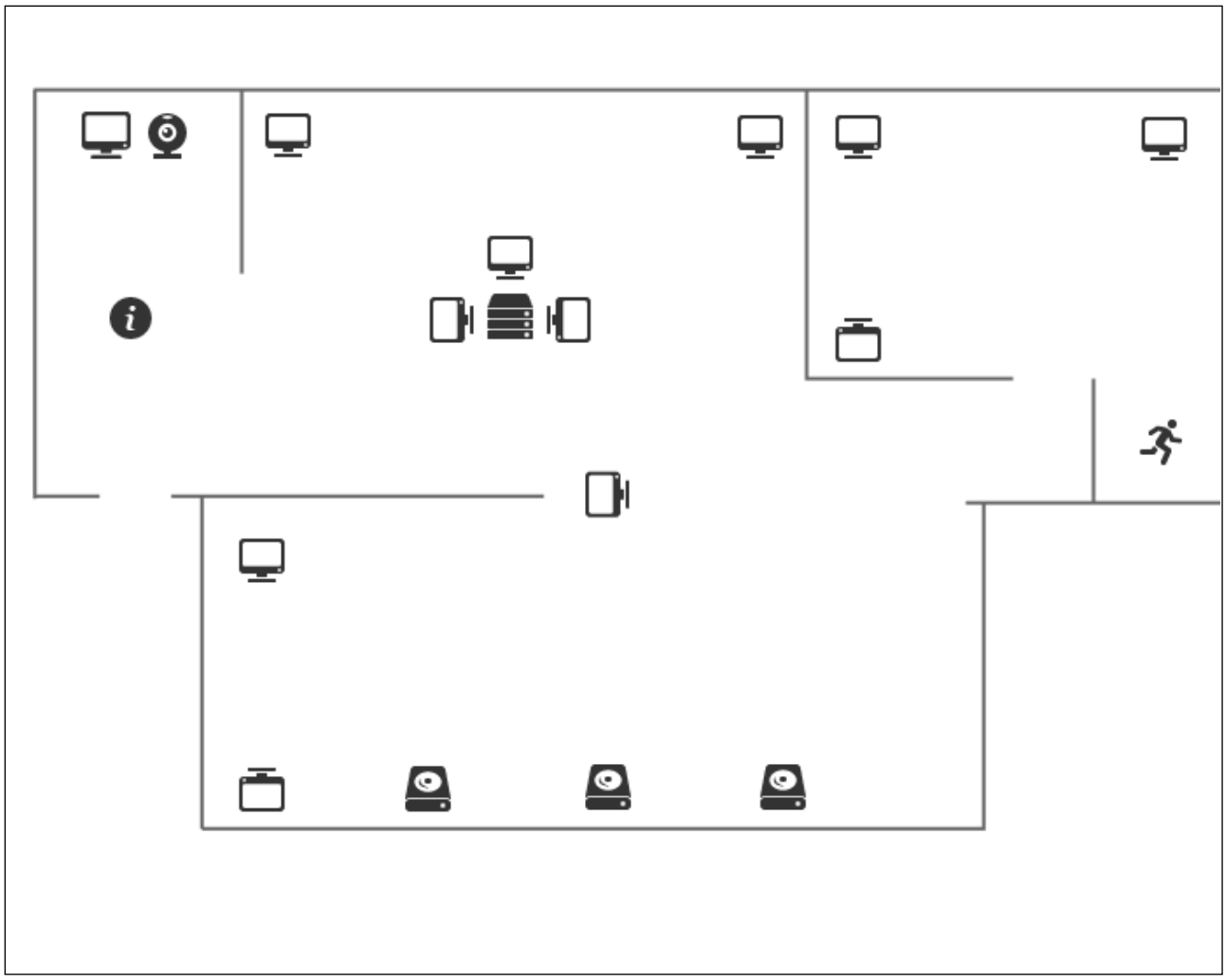
System powinien umożliwiać sterowanie poprzez dedykowany tablet z każdego miejsca wystawy bezpośrednio przy wybranych urządzeniach. Łączność z centralnym serwerem poprzez dedykowaną wydzieloną sieć WiFi. System powinien wspierac systemy Windows, MacOSX, Linux.

Zarządzenie treścią:
- Centralny panel aktualizacji treści na wszystkich urządzeniach wystawy
- Definiowanie wielu treści możliwych do prezentacji na danym urządzaniu (profile wystawy)
- Monitorowanie statusu wgrywania nowej treści
- Weryfikacja poprawności instalacji
- Lista podłączonych urządzeń

Zarządzanie aplikacją:
- Definiowanie godzin uruchamiania i zatrzymywania urządzeń obsługujących wystawę dla każdego dnia tygodnia
- Wyjątki na poszczególne dni na specjalne okazje/wydarzenia
- Zdalne włączanie i wyłączanie komputerów
- Centralna administracja
- Zmiana profilu: zaharmonogramowana lub na żądanie
- Definiowanie wyjątku dla danego dnia - wybór daty, wybór godzin
- Ustawianie profilu dla całej wystawy

Zarządzanie urządzeniami:
- Łatwa identyfikacja urządzenia w sieci, unikalny identyfikator
- Mapa wystawy – interaktywna graficzna prezentacja planu budynku wraz z zaznaczonymi komputerami
- Możliwość ponownego uruchomienia wszystkich urządzeń wystawy
- Zdalna myszka, sterowanie wskaźnikiem myszy na zdalnym urządzeniu z poziomu przeglądarki
- wsparcie dla urządzeń mobilnych (tablet, smartphone)
- ułatwienie czynności administracyjnych w przypadku zabudowanego urządzania

Schemat wystawy - ułatwia odnalezienie urządzenia, Panel reprezentujący ekran urządzenia – przykładowy widok:



Zdalna kontrola:

- Uruchamiania na docelowym urządzeniu
- Moduł testowania i weryfikacji poprawnej kalibracji ekranu dotykowego
- Moduł testowania multimedialnych możliwości urządzenia, obraz stereoskopowy – wyświetlanie obrazów 3D
- Obraz wideo – sprawdzenie kalibracji rzutnika, wsparcie palety kolorów, płynność wyświetlania filmu, test ilości klatek na sekundę
- Dźwięk – weryfikacja poprawnego rozmieszczenia głośników, wsparcia dla wymaganej ilości kanałów, wykrycie efektu przesterowania
- Statyczny obraz – sprawdzenie możliwości sprzętowych monitora: głębi i palety kolorów, kontrastu, jasności
- Zmiana geometrii wyświetlanego obrazu,
- Test ekranu dotykowego
- Test jakości monitora
- Test obrazu stereoskopowego

Zdalna diagnostyka:

- Raport konfiguracji sprzętowo-programowej urządzenia dostępny z poziomu panelu administracyjnego, wersja zainstalowanego systemu operacyjnego
- Parametry sprzętowe urządzenia: procesor, pamięć RAM, dysk twardy
- Wersja, producent i parametry zainstalowanej karty graficznej i dźwiękowej
- Zainstalowane urządzenia wejścia/wyjścia (myszka, panel dotykowy,...)
- Model podłączonego monitora

- Zainstalowane kodeki audio i wideo
- Zrzut ekranu – podgląd obrazu aktualnie wyświetlanego na urządzeniu
- Pobieranie dziennika zdarzeń z uruchomionych aplikacji – możliwość wysłania informacji diagnostycznych do twórcy treści prezentacji
- Diagnostyka sieci – weryfikacji dostępności sieciowej urządzenia
- Inormawanie administratora o zbliżających się przeglądach, informowanie o konieczności wymiany podzespołów.

Moduł zarządzania oprawami oświetleniowymi i instalacją elektryczną:
- Możliwość sterowania i programowania harmonogramu i trybów włączania i wyłączania urządzeń elektrycznych oraz opraw oświetleniowych
- Możliwość tworzenia scen i scenariuszy oświetlenia
- Wybór trybu działania: zasilanie stałe, zasilanie zgodnie z harmonogramem, sterowanie indywidualne za pomocą włączników na ścianach.

Inne możliwości systemu:
- Wspierane urządzenia wystawy komputer klasy PC lub równoważny, z możliwością podłączenia ekranu dotykowego
- Multimedialny player – dedykowane urządzanie przeznaczone do prezentacji audio wideo
- Panel administracyjny wykonany w HTML5, dostęp za pomocą przeglądarki internetowej
- Dostęp z urządzeń mobilnych (tablet)
- Zarządzanie uprawnieniami użytkowników
- Interfejs użytkownika w języku polskim i angielskim
- Możliwość wsparcia autentykacji opartej o certyfikaty klienta w oparciu o HTTPS.
- Hostowanie w kontenerze aplikacji i poza nim.
- Repozytorium konfiguracji urządzeń.
- Praca urządzenia w trybie odłączonym.
- Wsparcie dla obsługi panelu adm. z poziomu tabletu.
- Repozytorium plików z automatycznym en koderem plików wideo do właściwego formatu oraz konwerter plików graficznych.
- Dokumentowa baza danych. Baza danych niepotrzebująca uprawnień administratora. Backupowanie bazy poprzez kopiowanie na poziomie systemu plików.
- Health Monitoring aplikacji serwerowej. Możliwość zdalnego monitorowania Performance Counter'ow. Autentykacja oparta o kontroler domeny LDAP. Możliwość uruchomienia niezależnych aplikacji na jednym porcie TCP. Load-balancing po stronie aplikacji serwerowej.
- WCF security
- Instalatory klienta, możliwość instalacji sieciowej.
- Implementacja uniemożliwiająca reverse engineering.
- Biblioteki podpisane kluczem prywatnym (serwer)
- Możliwość centralnej aktualizacji klientów
- Możliwość pisania własnych rozszerzeń
- Możliwość integracji własnych rozszerzeń z harmonogramem
- Zdalny interfejs klienta w oparciu o technologię web service
- Możliwość pobierania logów i wykonania zrzutu ekranowego zawartości playera
- Możliwość integracji z Microsoft Azure.
- Integracja z ActiveDirectory

<u>Sieć bezprzewodowa na potrzeby ekspozycji</u>
Wymagana zaprojektowana łączność bezprzewodowa WiFi umożliwiająca konfigurację i diagnostykę systemu oświetlenia i systemu multimedialnego oraz zarządzanie całą

ekspozycją przez służby techniczne lub przewodników z poziomu komputera wyposażonego w kartę WiFi (laptop) lub urządzenia mobilnego typu iPod.
Wymagany jest system Wi-Fi dający:
- możliwość logowania się do lokalnej sieci Wi-Fi i zarejestrowania wykupionego biletu przez osobę przybywającą do CNiT, uruchamiającego odpowiednią aplikację na przenośnym urządzeniu mobilnym - własnym lub udostępnionym przez CNiT – zapewniająca dostęp do szerokiego zakresu informacji wraz z funkcją mobilnego przewodnika;
- możliwość indywidualnego planowania przez zwiedzającego miejsc zwiedzania i otrzymywania interesującego zakresu informacji wraz z wyborem wersji językowej oraz typu informacji,
- możliwość przekazywania informacji specjalnie dostosowanych do obsługi osób niewidomych oraz niedowidzących, np. głosowo; możliwość przekazywania informacji osobom niedosłyszącym.

Scenariusze działania instalacji multimedialnych
Każda instalacja multimedialna będzie zawierała blok funkcjonalny, umożliwiający programowanie odpowiednich scenariuszy działania i interakcji z możliwością ich edycji. W powiązaniu z projekcjami wielkoformatowymi, nagłośnieniem, oświetleniem ekspozycyjnym i efektowym, czujnikami ruchu i innymi sensorami, które zostaną odpowiednio dobrane na etapie projektu wykonawczego umożliwi to budowanie interakcji zwiedzający-instalacja multimedialna: np. w momencie pojawienia się grupy w strefie instalacji załączona zostanie odpowiednia scena oświetlenia, prezentacja multimedialna, projekcja wideo, tło muzyczne. Przejście zwiedzającego do odpowiedniego poziomu prezentacji multimedialnej czy też znalezienie się w odpowiednim miejscu materiału filmowego może spowodować załączanie dodatkowych urządzeń multimedialnych zgodnie z napisanym wcześniej scenariuszem w celu dodania kolejnego elementu narracji. Moduł ten będzie umożliwiał edycję/modyfikację scenariusza, którą będzie mógł wykonać uprawniony pracownik CNiT.

Moduł RFID
Moduł ten będzie odpowiedzialny za zbieranie informacji na temat użytkownika i dostosowywaniu puszczanego kontentu w zależności od jego preferencji. Moduł ten w łatwy sposób pozwoli dodawać kolejne języki lub jeszcze bardziej rozbudować grupy wiekowe.

Moduł statystyczny i raportowania
Moduł ten będzie odpowiedzialny za kreowanie statystyk i raportów związanych z funkcjonowaniem wystawy, takich jak ilość załączenia spektakli i ekspozycji w salach w odniesieniu do badanego czasookresu, z podziałem na grupy polskie i zagraniczne, itp.

System sterowania powinien składać się z urządzeń wykonawczych – jednostki centralnej, modułów przekaźników, sterowników oświetleniem, przełącznika video i audio oraz z urządzenia służącego do wydawania poleceń, czyli specjalnego ekranu LCD z dotykową powierzchnią o przekątnej 10”. Ekran dotykowy wraz z jednostką centralną zostaną zainstalowane w serwerowni.
Jednostka centralna systemu sterowania:
- 7 konfigurowane porty szeregowe RS-232 / RS-422 / RS-485
- 8 portów przekaźników
- 8 portów IR / Szeregowy
- 8 portów cyfrowych wejść/wyjść
- 2 porty komunikacji sieciowej: AxLink i Ethernet (TCP/IP)
- Prędkość przetwarzania procesora 404 milionów instrukcji na sekundę
- Wbudowana pamięć wewnętrzna 64 MB RAM

- Wbudowana pamięć nieulotna 1MB SRAM
- Port karty pamięci CompactFlash z obsługą pamięci do 1GB
- Wskaźniki na panelu przednim:
- Iość ciepła emitowana podczas pracy jednostki centralnej systemu sterowania: 36,9 BTU/godz.
- Obudowa wykonana z metalu w kolorze czarnym, matowym
- Wymiary nie większe niż: 8,8 cm x 43,2 cm x 8,8 cm (wysokość w jednostkach rack 2U)
- Waga: 2,50 kg
- Zasilanie 900mA przy 12VDC

Panel dotykowy systemu sterowania:

- wielkość ekranu 10"
- format ekranu 16 : 9
- wymiary min. 17 x 25 x 6,7 cm
- typ matrycy TFT kolorowa Matryca Aktywna
- kontrast 700:1
- jasność 400 cd/m2
- podświetlenie LED
- rozdzielczość ekranu 1280 x 800
- kolorowy wyświetlacz 256 Kolorów (18 bitowa głębia kolorów)
- technologia intercom poprzez VIP
- wbudowany głośnik i mikrofon
- komunikacja: Ethernet 10/1000 port, RJ-45, USB, Bluetooth, NFC
- Composite / S-video wejście przez NXA-AVB/Ethernet Breakout Box
- 512 MB SDRAM / 4 GB pamięć Flash
- na wyposażeniu monitora uchwyt do instalacji w szafie typu Rack 19”

Minimalne wymagania techniczne komputera (serwera):

Obudowa:	Obudowa typu Rack o wysokości maksymalnie 2U z możliwością instalacji minimum 4 dysków 3.5" Hot Plug wraz z kompletem szyn umożliwiających montaż w szafie rack i wysuwanie serwera do celów serwisowych. Posiadająca fizyczne zabezpieczenie dedykowane przez producenta serwera uniemożliwiające wyjęcie dysków twardych przez nieuprawnionych użytkowników.
Płyta główna:	Z możliwością instalacji minimum jednego fizycznego procesora dwu, cztero, sześcio lub ośmiordzeniowego, posiadająca minimum 6 slotów na pamięci z możliwością zainstalowania do minimum 192GB, możliwe zabezpieczenia pamięci: ECC, SDDC, Memory Mirroring Rank Sparing, SBEC. Płyta główna zaprojektowana przez producenta serwera i oznaczona trwale jego znakiem firmowym.
Procesor:	Zainstalowany jeden procesor czterordzeniowy klasy x86 dedykowany do pracy z zaoferowanym serwerem umożliwiający osiągnięcie wyniku minimum 166 punktów w teście SPECint_rate_base2006 dostępnym na stronie internetowej www.spec.org dla konfiguracji jednoprocesorowej. Do oferty należy załączyć wydruk z wynikiem testu dla oferowanego modelu serwera.
Pamięć RAM:	Minimum 8 GB pamięci RAM typu LV RDIMM o częstotliwości taktowania minimum 1333 MHz

Sloty PCI Express: Funkcjonujące sloty PCI Express:
- minimum jeden slot x8 generacji trzeciej o prędkości x4
- minimum jeden slot x16 generacji trzeciej pełnej wysokości

Wbudowane porty: Minimum 5 portów USB 2.0 (2 na przednim panelu, 2 na tylnym panelu, 1 wewnętrzny), 2x RJ45, 1x RS-232, 2x VGA D-Sub

Karta graficzna: Zintegrowana karta graficzna, umożliwiająca wyświetlanie obrazu w rozdzielczości minimum 1280x1024

Interfejsy sieciowe: Minimum 2 interfejsy sieciowe Gigabit Ethernet Base-T nie zajmujące żadnego z dostępnych slotów PCI Express.

Kontroler dyskowy: Sprzętowy kontroler dyskowy, umożliwiający konfigurację poziomów RAID : 0, 1, 5, 10, 50

Wewnętrzna pamięć masowa: Możliwość instalacji dysków SATA, NearLine SAS, SAS, SSD i SED.
Zainstalowane 4 jednakowe dyski twarde o pojemności minimum 500GB SATA 7.2 RPM każdy
Możliwość instalacji wewnątrz serwera 2 identycznych nośników typu Flash dedykowanych dla hypervisora wirtualizacyjnego z możliwością skonfigurowania zabezpieczenia RAID 1 z poziomu BIOS serwera, rozwiązanie nie może powodować zmniejszenia minimalnej wymaganej ilości wnęk na dyski twarde.
Dopuszcza się rozwiązanie równoważne – serwer musi mieć zainstalowane dwa dodatkowe dyski twarde typu flash SSD Hot Plug o pojemności min. 200GB każdy wykonane w technologii SLC nie powodujące zmniejszenia minimalnej ilości wymaganych wnęk na dyski twarde.

Napęd optyczny: Zainstalowany wewnętrzny napęd umożliwiający odczyt nośników DVD

Bezpieczeństwo i system diagnostyczny: Panel LCD umieszczony na froncie obudowy, umożliwiający wyświetlenie informacji o stanie procesora, pamięci, dysków, BIOS'u, zasilaniu oraz temperaturze.
Zintegrowany z płytą główną moduł TPM. Wbudowany czujnik otwarcia obudowy współpracujący z BIOS i kartą zarządzającą.

Chłodzenie i zasilanie: Minimum cztery wewnętrzne wentylatory redundantne.
Dwa redundantne zasilacze Hot Plug o mocy minimum 350 Wat każdy

Karta zarządzająca: Niezależna od zainstalowanego systemu operacyjnego, zintegrowana z płytą główną lub jako dodatkowa karta rozszerzeń (Dopuszcza się zastosowanie karty instalowanej w slocie PCI Express jednak nie może ona powodować zmniejszenia minimalnej ilości wymaganych slotów w serwerze), posiadająca minimalną funkcjonalność :
- komunikacja poprzez interfejs RJ45
- podstawowe zarządzanie serwerem poprzez protokół IPMI 2.0, SNMP, VLAN tagging
- wbudowana diagnostyka
- wbudowane narzędzia do instalacji systemów operacyjnych
- dostęp poprzez interfejs graficzny Web karty oraz z linii poleceń
- monitorowanie zasilania oraz zużycia energii przez serwer w czasie rzeczywistym z możliwością graficznej prezentacji

- lokalna oraz zdalna konfiguracja serwera
- zdalna instalacja systemów operacyjnych
- wsparcie dla IPv4 i IPv6
- zapis zrzutu ekranu z ostatniej awarii
- integracja z Active Directory

Możliwość rozbudowy funkcjonalności karty o automatyczne przywracanie ustawień serwera, kart sieciowych, BIOS, wersji firmware w przypadku awarii i wymiany któregoś z komponentów (w tym kontrolera RAID, kart sieciowych, płyty głównej).

Wymaga się skonfigurowania i oprogramowania centralnego serwera bazy danych.

Konfiguracje z serwerem może wyglądać następująco:

a. W systemie pracują dwa bliźniacze urządzenia (serwery): jeden z nich obsługuje system, a drugi, tak samo oprogramowany, kopiuje dane powstające na pierwszym serwerze. W przypadku awarii pierwszego z serwerów jego rolę przejmuje drugi i tym samym ciągłość pracy jest zachowana;
b. W systemie pracuje jeden serwer, a drugi bliźniaczy, z bliźniaczym oprogramowaniem, jest serwerem zapasowym. Pierwszy serwer okresowo tworzy kopie bezpieczeństwa tworzonych danych i w przypadku awarii dane te mogą być odtworzone na drugim serwerze i ten drugi serwer może przejąć funkcję pierwszego.

Ponieważ komputery odtwarzające treści będą instalowane w miejscu ekspozycji, to w całym obiekcie potrzebny będzie jeden główny punkt, który będzie serwerownią mieszczącą serwer (serwery) bazodanowy i www oraz urządzenia typu przełącznik LAN do dystrybucji sygnału LAN do dalszych części obiektu i do gniazd LAN oddalonych nie dalej niż 90m od tego punktu. Cały obiekt jest na tyle duży, że konieczne będzie rozmieszczenie punktów dystrybucyjnych, w których zainstalowane będą przełączniki LAN dystrybuujące sygnał LAN do gniazd sieciowych oddalonych od nich nie więcej niż 90m.
W głównej serwerowni umieszczona będzie jedna szafa rack 19” o wysokości ok. 42 do 44 U i wymiarach poziomych 800mm szerokości x 1000mm głębokości.
W punktach dystrybucji sygnału sieci LAN proponuje się po jednej szafce o wysokości ok. 12U i wymiarach poziomych 600x600mm.

System RFID umożliwić ma odwiedzającym w zindywidualizowany sposób zwiedzać CNiT. Treści prezentowane na ekranach są dostosowane do stopnia zaawansowania wiedzy odbiorcy i prezentowane w języku, wcześniej przez niego zdefiniowanym. W strefie wejścia zwiedzający otrzymuje bilet, który zaopatrzony jest w specjalny układ elektroniczny. Za pomocą takiego biletu może zmieniać treść na wyświetlaczach skierowanych do indywidualnego użytkownika. Bilet ten umożliwia również implementację bardziej zaawansowanych funkcjonalności, takich jak zbieranie punktów w grach edukacyjnych.
System umożliwić ma również zbieranie materiałów elektronicznych, takich jak filmy, animacje, teksty, zdjęcia, które najbardziej zainteresowały danego użytkownika, które po wyjściu z muzeum będą dostępne na specjalnej stronie internetowej, na której po zalogowaniu użytkownik otrzyma wszystkie materiały, które oznaczył poprzez wciśnięcie przycisku „dodaj do ulubionych” podczas zwiedzania.

Za pomocą systemu nie będą gromadzone dane osobowe.

Wydanie biletu RFID:
Bilet RFID będzie wydawany w kasie.
Funkcjonalności RFID:

- sprawdzanie biletów na wejściu (bramki)
- spersonalizowany kontent (język)
- czytnik wkomponowany w obudowę (mała płytka elektroniczna zamontowana od wewnątrz,
dodatkowe urządzenie niewidoczne dla zwiedzających)
- statystyki
Rozszerzona funkcjonalność RFID (bilet z automatu):
- zbieranie punktów
- pamiątka z MP

Priorytety wyboru kolejności odtwarzania prezentacji:
Zwiedzający, który jako pierwszy wczytał bilet przy ekspozytorze ma prawo obejrzeć kontent do końca. W zależności od budowy ekspozytora powrót do początku może nastąpić po przyłożeniu ponownym biletu lub za pomocą interfejsu (ekranu) dotykowego samego ekspozytora. Każdy, kto jako następny przyłoży bilet do czytnika może od nowa zapoczątkować odtwarzanie kontentu. Wyzwalanie kontentu powinno też być wykonywane za pomocą czytników kart RFID, tak skalibrowanych, aby konieczne było przyłożenie karty do czytnika lub wręcz wsunięcie do szczeliny czytnika i pozostawienie jej tam, aż do końca przeglądania kontentu.

Zmiana stopnia trudności komentarzy zjawisk (wersja podstawowa / wersja rozszerzona) poza wyborem biletu RFiD ma być też możliwa na ekspozycji – podczas zwiedzania. Wymaga się, aby komputery na ekspozycji były wyposażone w interfejs wejść, wyjść I/O (GPIO). W miejscu ekspozycji należy zainstalować panel z odpowiednią ilością przycisków.

Zaprojektowane, opisane wyżej systemy zarządzania ekspozycją powinny być uzupełnione o następujące funkcjonalności:

Wymagany jest efektywny system **kontroli dostępu** umożliwiający:
- sterowanie ruchem;
- zliczanie osób znajdujących się w poszczególnych strefach zwiedzania;
- kolejkowanie w oparciu o wstępną rejestrację;
- grupowanie osób do zwiedzania ścieżek tematycznych.
System kontroli dostępu musi uwzględniać projektowany podział na strefy dostępu oraz dane dotyczące przepustowości i maksymalnej liczby zwiedzających w poszczególnych pomieszczeniach lub strefach.

Dodatkowe funkcjonalności systemu:
- możliwość zarejestrowania się przez zwiedzającego na stronie internetowej CNiT, na podstawie wykorzystanego biletu, umożliwiającego prześledzenie trasy swojego zwiedzania wraz dodatkowymi informacjami o eksponatach oraz otrzymywanie bieżących informacji o nowościach i planowanych wydarzeniach w CNiT;
- zarządzanie kontaktami ze zwiedzającymi, zarówno w trakcie zwiedzania jak również w okresie późniejszym;
- możliwość samodzielnego kreowania indywidualnych ścieżek zwiedzania, jako niezależnych propozycji dla zwiedzającego, w sytuacjach braku możliwości dostępu do określonych stref zwiedzania (np. z powodu ograniczonej liczby miejsc lub czasowego wyłączenia strefy ze zwiedzania).

Wymagany jest system **dystrybucji informacji** obejmujący w szczególności następujące funkcje:
- dystrybucję reklamy on-line wraz z informacjami do zwiedzających i osób przebywających w obiekcie, np. przewodnik EC-1 na smartfony i inne mobilne urządzenia przenośne;

- możliwość niezależnego przekazywania informacji wynikających z obecności zwiedzającego w konkretnych strefach zwiedzania lub miejscach ogólnodostępnych;
- możliwość wykorzystywania do celów emisji reklam, a także przekazywania informacji ogólnych jak np.: sterowania przepływem osób we właściwym kierunku lub do określonych stref zwiedzania, czy też przekazywania ostrzeżeń;
- automatyczne lub sterowane reagowanie na różne zdarzenia oraz automatyczne wyzwalanie odpowiedniego „kontentu".

W celu ułatwienia poruszania się zwiedzających po ekspozycji rekomenduje się zastosowanie aplikacji na przenośne urządzenia (np. smartphony) – jako **nawigacji** ułatwiającej poruszanie się po obiekcie pokazującej przebieg ścieżki zwiedzania.
Wymaga się stworzenia aplikacji mobilnych do zamieszczenia na Google Play oraz platformie IOS.
Wymaga się opracowanie aplikacji opartej na „augmented reality„ działającej na zasadzie elektronicznego przewodnika dla zwiedzających. Po uruchomieniu aplikacji poprzez wskazanie urządzeniem mogilnym danego eksponatu zwiedzający może odczytać dodatkowe informacje z ekranu swojego urządzenia mobilnego.

System powinien zapewniać możliwość założenia klientom swoich indywidualnych kont, na które będą mogli zalogować się i obejrzeć dane z nim powiązane (informacje ze stanowiska green box i tym podobnych). Możliwość zakładania oraz logowania się do kont wraz z podglądem powiązanych z nimi treści ma być również możliwa poprzez stronę internetową Centrum.

Wykonawca powinien zapewnić, aby z wybranych stanowisk był możliwy dostęp do **poczty e-mail**, w celu wysłania zdjęć i pozdrowień z wystawy. Zaleca się także stanowisko w technologii green box: czyli stanowisko skanowania postaci i nakładania obrazu wraz z możliwością wysyłania przez system internetowy efektów kompilacji w postaci zdjęć i pamiątek z wystawy.

Wymagany jest **system biletowy** zawierający w szczególności:
- moduły rezerwacji i sprzedaży biletów on-line;
- system rejestracji biletów;
- funkcje „klonowania" wydarzeń oraz schematów cenowych.

Wykonawca zobowiązany jest do przeszkolenia personelu Zamawiającego w obsłudze systemu, w aktualizacji treści. Wykonawca zobowiązany jest do przekazania Zamawiającemu książki: instrukcji obsługi systemów i sposobu aktualizacji treści w języku polskim.

6.3.Strona internetowa

Wymagana jest strona internetowa poświęcona ekspozycji.
Strona ta powinna być oparta na autorskim systemie CMS – napisanym specjalnie na potrzeby obiektu. Koniecznym będzie przekazanie przez Wykonawcę hasła oraz login-u głównego administratora. Koniecznym jest możliwość tworzenia przez głównego administratora pomniejszych kont administratorów z możliwością ograniczania punktów edycji strony. Wymaganym jest również przekazanie pełnych haseł dostępowych do FTP-a podstawowego z treścią strony.
Strona ma umożliwiać takie funkcje jak:
- możliwość rezerwacji on-line,

- obsługa płatności on-line,
- możliwość zalogowania się na konto, które zostało utworzone podczas zwiedzania Centrum oraz możliwość przeglądania treści, które zostały powiązane z tym kontem podczas wizyty,
- możliwość założenia z poziomu www nowego konta, które będzie także funkcjonowało podczas wizyty w CNiT,
- wybór wersji językowej: polska, angielska, niemiecka, rosyjska,
- mapa obiektu,
- wirtualne zwiedzanie obiektu,
- kalendarz planowanych wydarzeń, pokazów,
- obsługa newslettera,
- zakładkę aktualności
- zakładkę multimedia z możliwością ładowania zdjęć oraz filmów
- górny pasek umożliwiający zmianę języka
- ikony górne z możliwością dostosowania wielkości czcionki dla osób niedowidzących

Wymagane jest użycie technologii umożliwiających odczyt strony dla osób niewidomych.
Strona powinna wspierać technologię HTML 5.0 oraz AJAX lub równoważne i być poprawnie otwierana w przeglądarkach (minimum): IE 9.0, Chrome 12, Opera 8 i równoważnych. Odmienne rozwiązanie musi, na etapie realizacji, uzyskać akceptację Zamawiającego.
Oczekiwany sposób funkcjonowania strony internetowej:

- wymaga funkcjonalności polegającej na możliwości zalogowania się na konto jeśli zostało ono utworzone podczas zwiedzania Centrum lub założone z poziomu www
- stworzenie konta nie będzie niezbędne do zwiedzania obiektu Centrum, dla odwiedzających będzie to wariant opcjonalny.

Trwałość konta maksymalnie 1 rok od ostatniego użycia do automatycznej likwidacji. Konto ma za zadanie umożliwić odtworzenie poza Centrum informacji wygenerowanych przez użytkownika np. wyniki quizów.
Na żadnym ze stanowisk logowanie nie będzie obligatoryjne.

Poprzez wirtualne zwiedzanie obiektu rozumie się typową wirtualną wycieczkę wykonaną np. w technologii flash. Wirtualne zwiedzanie ma prezentować tematykę dostępną na ekspozycji w formie dostosowanej do medium jakim jest Internet, ale nie powinno zastępować wizyty w obiekcie. Wirtualne zwiedzanie powinno przedstawić obiekt oraz zainteresować odwiedzającego tematyką, sprzyjać dążeniu do pogłębienia wiedzy, być interesujące też dla zwiedzających, którzy już odwiedzili obiekt.

Wykonawca zobowiązany będzie do przekazania Zamawiającemu aplikacji w wersji edytowalnej i nieedytowalnej na nośniku elektronicznym wraz z osobnym protokołem przekazania zawierającym w sobie protokół przekazania praw autorskich.
Aplikacje oraz kontent ze stanowisk nie będą dostępne z poziomu aplikacji.
Funkcjonalność w wirtualnym zwiedzaniu jaką Zamawiający przewiduje dla użytkowników (odwiedzających):

- przejście przez wystawę lub zwiedzanie z postacią,
- dodatkowe informacje (tekst, zdjęcia lub zdjęcia 3D, dźwięk, video) – po przybliżeniu,
- panel nawigacyjny,
- przybliżanie interfejsu,
- obrót 360° dookoła własnej osi i 180° w płaszczyźnie góra-dół, przybliżenia wybranych elementów,
- pełen ekran lub ramka,
- lektor (w języku polskim i angielskim),
- mapa pomieszczeń.

Serwis powinien być wykonany w technlogi resposnive tzn. automatycznie dostosowywać się do dowolnego urządzenia na którym jest wyświetlany (tablet, smart fon, dekstop).

7.Dostępność ekspozycji dla osób niepełnosprawnych

Ekspozycja powinna być dostępna osób niepełnosprawnych:
- niewidzących i niedowidzących – ścieżka 1.
- niepełnosprawnych ruchowo – zasadnicze obszary wszystkich ścieżek zwiedzania.

Należy jednak mieć świadomość, że osoby niepełnosprawne będą mieć nie pełny dostęp do wszystkich funkcjonalności ekspozycji.

Dla osób niepełnosprawnych ruchowo zapewnić należy ekrany dotykowe, będące nośnikiem konwentów, na wysokości umożliwiających korzystanie z nich przez osoby siedzące na wózkach inwalidzkich.

Dostosowanie ekspozycji dla osób niewidomych i niedowidzących zapewnić należy poprzez:
- specjalne prezentery i stanowiska oraz elementy dotykowe
- audio deskrypcję bazującą na audio przewodnikach.

Wytyczne dla audiodeskrypcji:
Audiodeskrypcja za pomocą słów tłumaczy obraz. Audiodeskrypcja poprzez zwięzłe, obiektywne opisy scen umożliwiać powinna niewidomym samodzielną interpretację treści wizualnych, podążać za rozwijającym się wątkiem historii oraz usłyszeć i zrozumieć co dzieje się na ekranie, obrazie. Nie należy podawać subiektywnej wersji tego co widzi autor scenariusza / lektor.
Audiodeskrypcja ma opisywać to co najcenniejsze i najbardziej wartościowe, w sposób zwięzły, precyzyjny, jasny, obiektywny i ogólny, a zarazem barwny, pobudzający fantazję i wyobraźnię. Język audiodeskrypcji zakłada operowanie metaforą, paradoksem, subtelność, estetyczny minimalizm, tak by w krótkiej formie poetyckiej każde słowo miało swoją rolę i sugerowało pewną treść. Najistotniejsza jest zwięzłość i oszczędność słów, ale słowa i zdania (znaczenia, forma wypowiedzi) powinny być tak skonstruowane aby przekazać duży ładunek uczuć i wrażeń („malowanie" słowem).

Zasady tworzenia audiodeskrypcji filmów / animacji:
Audiodeskrypcja dla filmów i animacji polega na wpleceniu skondensowanego komentarza w ścieżkę dźwiękową – przerwy w niej wykorzystuje się, by opowiedzieć, co dzieje się na ekranie, opisać postaci, miejsce akcji, kostiumy, gestykulację i mimikę. Werbalny opis obrazu filmowego przekłada jego cząstkowe elementy: inscenizację, scenografię, grę aktorów, kostiumy, barwy i światło na słowa. Skrypt do filmu/animacji należy przygotować w taki sposób, aby odbiór obrazu przez widzów niewidomych i słabowidzących był zrozumiały. Nie należy opowiadać fabuły filmu / animacji, lecz opisać wizualne elementy kompozycji obrazu filmowego z punktu widzenia neutralnego i obiektywnego narratora. Unikać należy interpretacji oraz ocen, co umożliwi słuchaczom konstruowanie własnych wniosków. Nieodzowna przy tym jest koncentracja na najważniejszych elementach, które tworzą dane wydarzenie i składają się na konkretną scenę. Ze względu na ograniczony czas na przekazanie obrazu konieczna jest w audiodeskrypcji selekcja i wybór tego, co najbardziej istotne i ważne, tego co nieodzowne do zrozumienia. Należy także zwrócić uwagę na trafność sformułowań i precyzję komunikatu.
Opis może nakładać się na dialogi, jeśli są one nieistotne, lub jeśli towarzyszą im napisy, i wyłącznie wtedy, gdy trzeba przekazać istotne informacje lub przeczytać napisy. Należy używać czasu teraźniejszego, zwracając uwagę na to, aby opis był płynny i naturalny. Język powinien być zróżnicowany, ale nie sztuczny lub koturnowy. Przysłówki ułatwiają zwięzłe opisanie tego, co widzimy, jednak często mają subiektywny charakter, dlatego należy ich używać ostrożnie. Nie należy unikać przymiotników oznaczających kolory. Ich znaczenie często można doprecyzować, dodając do nich przymiotnik jakościowy.

Obiekty wytypowane dla audiodeskrypcji:
Dla audiodeskrypcji wytypowano obiekty zabytkowe – elementy dawnej infrastruktury EC1. Materiał należy tak przygotować, aby oddał on historię obiektu, warunki pracy w elektrociepłowni, gabaryty poszczególnych urządzeń, ich funkcję, technologię produkcji. Podkreślić należy takie elementy jak: temperatura zachodząca podczas procesów technologicznych, rozwiązania materiałowe zachowanych urządzeń, odgłosy towarzyszące procesom technologicznym.

Parametry techniczne i funkcjonalności wymagane dla sprzętu: audioguidy (zestaw dla 25 osób):
Zestaw ma zawierać:
- urządzenia odsłuchowe (audio-przewodniki) wraz z akumulatorami – 25 szt.
- znaczniki radiowe obiektów - 50 szt.
- znaczniki radiowe z sygnalizacją dźwiękową dla osób niewidomych - 40 szt.
- słuchawki przewodowe – 25 szt.
- ładowarka na 25 szt. przewodników audio – 1 kpl.
- urządzenie do programowania pamięci audio-przewodników zgodne z proponowanym modelem– 1 szt.
- oprogramowanie umożliwiające samodzielne wgrywanie narracji – 1 szt.
Opis działania systemu:
Odbiornik musi zapewniać wszystkim zwiedzającym swobodę i dowolność w poznawaniu ekspozycji. Komentarze winny wyzwalać się w sposób automatyczny, w zależność od miejsca, w którym znajduje się zwiedzający. Wyzwalanie nagrań ma następować dzięki zdalnej transmisji bezprzewodowej oraz poprzez oświetlanie obiektów poprzez specjalne źródło światła zainstalowane w przewodniku. W miejscach, gdzie zostanie zastosowane wyzwalanie w oparciu o technikę bezprzewodową, wielkość obszaru (zasięg nadajnika), w którym powinno zostać wyzwolone nagranie ma być regulowany w zakresie od kilku do kilkunastu metrów.
Obok działania automatycznego system ma dawać możliwość wyboru ręcznego z kilku nagrań, przypisanych do miejsc znajdujących się najbliżej i wokół zwiedzającego.
Zastosowana technologia automatycznego wyboru musi posiadać następujące dodatkowe funkcje:
- możliwość odtworzenia, w tym samym obszarze, różnych nagrań podczas wchodzenia i wychodzenia z obszaru,
- możliwość przerwania bieżącego nagrania w momencie przejścia zwiedzającego w kolejny obszar; przerwanie nagrania musi następować w miejscach kończących logiczną całość nagrania/ logiczny wątek (np. koniec zdania).
Urządzenia odsłuchowe mają posiadać wyświetlacz, na którym będą przedstawiane zdjęcia oraz mapy, związane z odsłuchiwanym komentarzem.
Zastosowana technologia musi zapewniać prawidłowe działanie systemu w przypadku umieszczenia odbiornika w odzieży (np. zawieszenie na smyczy pod kurtką).
Ze względów związanych z ryzykiem kradzieży nie dopuszcza się stosowania urządzeń powszechnie dostępnym na rynku, gdzie po wymianie oprogramowania urządzenie może posiadać inne zastosowania (palm topy, PDA, itp.).
Audioprzewodnik - odbiornik:
- obudowa wykonana z tworzywa odpornego na uszkodzenia mechaniczne (upadki, udary),
- masa: poniżej 170 g wraz z akumulatorem,
- wymiary: nie większe niż 130 x 70 x 30 mm,
- akumulator wewnętrzny, bez możliwości wyciągnięcia z urządzenia przez zwiedzających,
- format audio: mp3 lub o podobnym stopniu kompresji,
- pasmo przenoszenia: 20 Hz ... 20 kHz,
- minimalna jakość mp3: 44kHz, 128 kbit/s.
- dynamika - > 90dB,
- regulacja głośności: przyciski głośniej i ciszej,

- wyjścia słuchawkowe: typu Jack 3,5mm (2 szt.)
- możliwość podpięcia pętli indukcyjnej
- wyświetlacz typ LCD TFT, przekątna min. 3”
- rozdzielczość minimalna: 320 x 240 pixeli, Kolory: >65000,
- minimalny czas nagrania audio: 50h,
- minimalna ilość przechowywanych zdjęć do nagrań: 1 000 w rozdzielczości 320 x 240 pixeli,
- minimalna ilość języków: 14,
- minimalna ilość wyzwalanych lokalizacji > 10 000
- synchronizacja z projekcjami wideo

Wymiana kontentu:
- dedykowane oprogramowanie do konfiguracji języków, nagrań, obrazów, konfiguracji znaczników radiowych,
- wgrywanie zawartości do wielu urządzeń naraz poprzez komunikację USB,
- możliwość aktualizacji firmware'u przewodników,
- audioprzewodniki muszą posiadać zabezpieczenie przed swobodną wymianą danych czy oprogramowania przez zwiedzających.

Automatyczne wykrywanie awarii:
- sygnalizacja uszkodzenia komunikacji radiowej,
- sygnalizacja uszkodzenia poszczególnych przycisków klawiatury,
- uszkodzenie akumulatora,
- błędy nośnika danych.

Znaczniki radiowe do automatycznego wyzwalania:
- zasilanie bateryjne - min. 1 rok ciągłej pracy,
- wymiary nie większe niż: 55 x 40 x 23 mm,
- waga nie większa niż 35g wraz z baterią,
- możliwość ukrycia w ekspozycji (brak konieczności bezpośredniego „widzenia” znacznika przez odbiornik).

Znaczniki radiowe do automatycznego wyzwalania audiodeskrypcji (dla osób niewidomych):
- zasilanie sieciowe,
- wymiary nie większe niż 60x40x25 mm,
- waga do 40g,
- możliwość ukrycia w ekspozycji (brak konieczności bezpośredniego „widzenia” znacznika przez odbiornik),
- sygnalizacja dźwiękowa - sygnał przerywany o częstotliwości 3kHz, wyzwalany przez odbiornik osoby niewidomej (w zależności od odpowiedniego nagrania) aż do chwili, gdy osoba zwiedzająca potwierdzi obecność przy eksponacie.

System musi umożliwiać korzystanie z urządzeń przez osoby niepełnosprawne:
- funkcja dla osób niesłyszących (lub niedosłyszących), możliwość podłączenia odbiorników do pętli indukcyjnej oraz wyświetlenie treści przekazu poprzesz napisy na wyświetlaczu LCD.
- funkcja dla osób niewidomych – lokalizacja eksponatów za pomocą nawigacji dźwiękowych

Komputer typu player do odtwarzania prezentacji:
Procesor minimum równoważny z Intel Core 2 Duo
Parametry techniczne nie gorsze niż:
Pamięć główna 2x DIMM DDR3 1066/1333 MHz 4GB.
Przyłącza na panelu frontowym:
- 2 x USB 2.0 , 2 x RS232, 1 x on / off włącznik zasilania, 2 x LED i HDD na PW.

Przyłącza na tylnej ściance urządzenia:
- 1 x +12 V DC wejście zasilania, 1 x VGA, 1 x DVI, 1 x HDMI, 2 x USB 2.0, 2 x RJ45 z diodami LED dla Ethernet 10/100/1000 Mbps, 1 x SPDIF, 1 x Line-out / 1 x Line-in, 2 x otwory anten Wi-Fi i tunera TV.

Pamięć masowa: 1 x dysk 2,5 "SATA HDD 250 GB.
Gniazda rozszerzeń: 2 x Mini-PCIe.

Wymiary: maks. 260mm (szer.) x 200mm (głęb.) x 50mm (wysokość) bez uchwytu montażowego.
Wykonanie:
- pokrywa wykonana z aluminium dla lepszej wymiany ciepła
- obudowa wykonana ze stali w kolorze czarnym.
Zasilanie: 1 x zewnętrzny zasilacz 96W AC/DC.
- Zakres temperatury pracy: od 0°C do 40°C
- Wilgotność podczas pracy: od 10% do 90%

Dodatkowe elementy na ekspozycji dla potrzeb osób niewidomych i niedowidzących:
Strefa wejścia:

- terminal z wypukłym planem ekspozycji, z wygrawerowaną informacją pisaną alfabetem brajla; zaznaczone miejsca w których uruchamia się audiodeskrypcja; zaznaczona trasa dla osób niewidomych i niedowidzących; zaznaczone najważniejsze miejsca obsługowe, węzły higieniczno-sanitarne, strefy wypoczynku;
- makieta fizyczna prezentująca bryłę obiektu EC1 odlana z mosiądzu, na postumencie (konstrukcja i poszycie ze stali) z wygrawerowaną informacją pisaną alfabetem brajla.

Ekspozycja – tabliczki i poręcze stalowe (stal nierdzewna) z wygrawerowaną informacją pisaną alfabetem brajla; informacja zawiera najważniejsze dane nt. eksponatów (nazwa, pierwotna funkcja, rok budowy). Uzupełnieniem tej informacji będzie audiodeskrypcja – uruchamiana w miejscu nie kolidującym ze standardową ścieżką zwiedzania.

8.Wytyczne dla realizacji zamówienia

8.1. Wytyczne i wymagania w stosunku do przygotowania dokumentacji projektowej

Projekty wykonawcze należy opracować w oparciu o założenia, wytyczne i wymagania zawarte w niniejszym Opracowaniu. Oczekuje się od Wykonawcy zwrócenia uwagi na uzyskanie zamierzonego efektu estetycznego i technicznego – opisanego w niniejszym Opracowaniu i w załączonych opracowaniach koncepcyjnych.

Dokumentacja techniczna powinna odpowiadać wymaganiom dotyczącym postępowania poprzedzającego rozpoczęcie robót budowlanych, wynikającym z:

- Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.),
- Ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (t.j. Dz. U. z 2010 r. Nr 113, poz. 759 z późn.zm.), w tym art. 30 – tak, aby mogła stanowić podstawę zorganizowania i przeprowadzenia przetargu i spełniać wymogi określone dla Opisu przedmiotu zamówienia w zamówieniach udzielanych na podstawie Pzp;

oraz spełniać wymogi:

- Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego /Dz. U. 2012 nr 81 poz. 462);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania

planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz. U. Nr 130, poz. 1389);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. 2004, Nr 202, poz. 2072);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126).

Dokumentacja projektowa będąca przedmiotem zamówienia, powinna zawierać optymalne rozwiązania funkcjonalno-użytkowe, konstrukcyjne, materiałowe i kosztowe oraz wszystkie niezbędne rysunki, w tym rysunki detali, wraz z dokładnym opisem i charakterystyką techniczną – w sposób umożliwiający realizację prac montażowych, wykończeniowych i dostaw bez konieczności sporządzania dodatkowych opracowań i uzupełnień. Dokumentacja projektowa powinna być spójna i skoordynowana we wszystkich częściach.

Dokumentacja projektowa opracowana dla zadania nie powinna zawierać rozwiązań, które mogą negatywnie wpłynąć na funkcjonalność obiektu, utrudnić pracę i dostęp do instalacji oraz urządzeń elektrycznych i sanitarnych lub do pomieszczeń technicznych albo mogą pogorszyć warunki ochrony ppoż.

Wykonawca zobowiązany jest opracować i złożyć Zamawiającemu 4 egz. dokumentacji technicznej w formie wydruku oraz 2 egz. w formie elektronicznej, z pisemną zgodą na wydruk.
Dokumentacja w formie elektronicznej powinna zostać przekazana Inwestorowi na (optycznym/elektronicznym) nośniku danych w dwóch wersjach: edytowalnej (np.: pliki w formacie *.doc dla części opisowej i *.dwg dla części rysunkowej) oraz nieedytowalnej (np.: pliki w formacie *.pdf) lub równoważnych.

Warunkiem rozpoczęcia prac projektowych jest zapoznanie się z projektem budowlanym i dokumentacją wykonawczą robót budowlano-montażowych wraz zagospodarowaniem terenu, a także ich aktualnym stanem, realizowanych w ramach osobnego zamówienia.

Dokumentacja projektowa może zawierać rozwiązania równoważne do zaproponowanych w niniejszym opracowaniu pod względem jakości, ergonomii i funkcjonalności. Istnieje możliwość zmiany materiałów i urządzeń na inne, odpowiadające formie i charakterystyce technicznej. Równoważność rozwiązań powinna zostać udowodniona przez Wykonawcę.

Wszędzie gdzie w niniejszym opracowaniu opisano materiały lub sposób wykonania robót za pomocą norm, aprobat technicznych, specyfikacji technicznych lub systemów odniesienia, należy takie zapisy traktować jako pomocnicze, służące wyczerpującemu określeniu przedmiotu zamówienia. Zamawiający we wszystkich ww. przypadkach dopuszcza rozwiązania równoważne opisywanym pod względem jakości, ergonomii i funkcjonalności. Równoważność rozwiązań powinna zostać udowodniona przez Wykonawcę.

Dokumentacja projektowa powinna być odrębnym opracowaniem, w którym wydzielone będą tomy zgodnie z przyjętą systematyką podziału prac i dostaw.
W każdym tomie wydruków wszystkie strony powinny być opatrzone numeracją, a wydruki trwale spięte.
Strona tytułowa dokumentacji projektowej powinna zawierać:
- nazwę i adres Zamawiającego
- nazwę nadaną zamówieniu przez Zamawiającego

- adres obiektu budowlanego, którego dotyczy dokumentacja projektowa
- nazwę budynku, zgodną z oznaczeniami stosowanymi w projekcie budowlanym wraz z dodatkowymi oznaczeniami jak np. poziomy, strefy, itp.
- spis zawartości dokumentacji projektowej
- nazwę i adres firmy projektowej wraz z imionami i nazwiskami osób opracowujących części składowe dokumentacji projektowej
- datę opracowania.

Całość dokumentacji uzyskać musi akceptację Zamawiającego.

Projekty wykonawcze powinny uzupełniać i uszczegóławiać niniejsze opracowanie w zakresie i stopniu dokładności niezbędnym do realizacji zadania: wszystkich jego elementów.
Projekty wykonawcze zawierać powinny rysunki w skali uwzględniającej specyfikę zamawianych robót / usług / dostaw wraz z wyjaśnieniami opisowymi.

Oczekiwany zakres dokumentacji:
1) instalacje elektryczne: instalacje zasilania multimediów, oświetlenia ogólnego, oświetlenia efektowego, oświetlenia ekspozycyjnego, gniazd wtykowych – dla stref ogólnodostępnych
2) instalacje audiowizualne
3) instalacje teletechniczne
4) inne instalacje (np. wodno-kanalizacyjna, gazowa) dla stanowisk i eksponatów
5) projekty aranżacji i scenografii
6) szczegółowe scenariusze
7) projekty wykonawcze stanowisk i modeli interaktywnych.

Projekty powinny zawierać: rozwiązania materiałowe, rozwiązania kolorystyczne, rozwiązania montażowe (detale, w razie konieczności wyliczenia konstrukcyjne).
W projekcie AV należy zaprojektować serwerownię multimedialną, sposób transmisji sygnałów audio-wideo oraz system sterowania multimediami.
Wymagana jest kompatybilność zaprojektowanych systemów i instalacji z istniejącymi systemami.

Rysunki powinny być sporządzone w skali: 1:100, 1:50 i 1:25 w zakresie instalacji, technologii specjalistycznej i aranżacji wnętrz; w skali 1:10, 1:5 i 1:2 w zakresie detali; w szczególnie uzasadnionych wypadkach powinny być sporządzone w skali 1:1.

Uszczegółowieniem dokumentacji wykonawczej w zakresie aranżacji i scenografii powinny być rysunki warsztatowe.

Do dokumentacji powykonawczej powinny zostać dołączone: dokument gwarancji, karty katalogowe, atesty i aprobaty techniczne lub dokumenty zgodności z normami, instrukcje obsługi.

Dodatkowo dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:
- karta informacyjna wykonawcy i podwykonawców instalacji
- karta informacyjna dostawców urządzeń
- wymagane oświadczenia, posiadane uprawnienia i certyfikaty
- szczegółowe instrukcje użytkowania (w języku polskim)
- skrócone, mnemotechniczne instrukcje użytkowania (w języku polskim)
- zestawienie materiałów i urządzeń
- karty katalogowe urządzeń.

W dokumentacji powykonawczej należy nanieść zmiany (i je uwidocznić) w stosunku do dokumentacji wykonawczej.
Do dokumentacji powykonawczej należy dołączyć protokoły pomiarów.

Dla każdego stanowiska / instalacji interaktywnej Wykonawca ma dostarczyć Zamawiającemu karty wszystkich stanowisk / instalacji (jako element dokumentacji powykonawczej), zawierające co najmniej następujące informacje (w języku polskim):

1) nazwę danego stanowiska / instalacji, przynależność do strefy tematycznej,
2) cel,
3) wymiary,
4) wykorzystane materiały,
5) instrukcję wykonania doświadczenia przez zwiedzającego,
6) instrukcję obsługi dla zwiedzających przeznaczoną do zamontowania na ekspozycji,
7) szczegółowy opis prezentowanego zjawiska,
8) szczegółowy sposób funkcjonowania instalacji / stanowiska,
9) liczbę osób mogących jednocześnie korzystać ze stanowiska,
10) projekt graficzny i rysunki powykonawcze,
11) szczegółową informację o mediach i materiałach eksploatacyjnych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania stanowiska,
12) listę napraw, które mogą wykonywać przeszkoleni przez Wykonawcę pracownicy CNiT w okresie gwarancji, bez uszczerbku dla warunków gwarancji.

8.2.Wymagania w stosunku do wykonania i odbioru dostaw, prac montażowych i instalacyjnych

Całość prac należy wykonać zgodnie z:

- obowiązującymi przepisami i normami,
- warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, instrukcjami i wytycznymi producentów zastosowanych urządzeń i materiałów.

Wszystkie materiały budowlane muszą posiadać aktualne świadectwa dopuszczenia do użycia w budownictwie, a materiały wykończeniowe powinny posiadać również atesty higieniczne oraz certyfikaty i oznakowania wymagane w ustawie Prawo budowlane i w przepisach wykonawczych.

Zastosowane materiały wykończeniowe winny posiadać atesty i aprobaty techniczne odnośnie własności antystatycznych.

<u>Wymagania dotyczące właściwości wyrobów i materiałów budowlanych, źródła uzyskania materiałów:</u>
Materiały i technologie stosowane do wykonania prac muszą odpowiadać zaleceniom i rozwiązaniom przyjętym w projekcie technicznym, spełniać postawione w nim wymagania techniczne, normowe i estetyczne, posiadać stosowne atesty, aprobaty, certyfikaty zgodnie z obowiązującymi przepisami.
Do realizacji kontraktu należy stosować wyroby budowlane, które:

- są oznakowane CE, co oznacza, że dokonano oceny ich zgodności z normą zharmonizowaną albo europejską aprobatą techniczną bądź krajową specyfikacją techniczną państwa członkowskiego Unii Europejskiej lub Europejskiego Obszaru Gospodarczego, uznaną przez Komisję Europejską za zgodną z wymaganiami podstawowymi albo
- zostały umieszczone w określonym przez Komisję Europejską wykazie wyrobów mających niewielkie znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa, dla których producent wydał deklarację zgodności z uznanymi regułami sztuki budowlanej, albo

- zostały oznakowane znakiem budowlanym – zgodnie z wzorem określonym w Ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 nr 92 poz. 881)
- dla których udzielono aprobaty technicznej.

Wszystkie materiały winien zapewnić Wykonawca.

Odbiory

Prace podlegają następującym etapom odbioru:
a) odbiorowi częściowemu,
b) odbiorowi końcowemu,
c) odbiorowi pogwarancyjnemu.

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części prac. Odbioru częściowego dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze końcowym prac.

Odbiór końcowy polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania zadania w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości. Całkowite zakończenie zadania oraz gotowość do odbioru końcowego będzie stwierdzona przez Wykonawcę zgłoszeniem pisemnym skierowanym do Inwestora. Odbiór końcowy prac nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach kontraktowych, licząc od dnia potwierdzenia przez Inwestora zakończenia prac i przyjęcia niezbędnych do odbioru dokumentów.
Odbioru końcowego prac dokona komisja wyznaczona przez Inwestora w obecności Wykonawcy. Komisja odbierająca prace dokona ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania prac z dokumentacją projektową.
Podstawowym dokumentem do dokonania odbioru końcowego jest protokół odbioru końcowego sporządzony wg wzoru ustalonego przez Inwestora. Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację projektową powykonawczą z naniesionymi zmianami oraz dodatkową, jeśli została sporządzona w trakcie realizacji umowy,
- kosztorys powykonawczy i obmiar,
- instrukcje użytkowania,
- karty katalogowe urządzeń,
- atesty jakościowe wbudowanych materiałów,
- sprawozdanie techniczne,
- inne dokumenty wymagane przez Inwestora.

W przypadku, gdy wg komisji, prace pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru końcowego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru końcowego. Wszystkie zarządzone przez komisję prace poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Inwestora.

Odbiór pogwarancyjny

Odbiór ostateczny polega na ocenie wykonanych robót związanych z usunięciem wad zaistniałych w okresie gwarancyjnym. Odbiór pogwarancyjny będzie dokonany na podstawie oceny wizualnej obiektu z uwzględnieniem zasad odbioru końcowego.

Ochrona środowiska w czasie wykonywania prac

W czasie prowadzenia prac mają zastosowanie wszelkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego.
Wykonawca będzie podejmować wszelkie uzasadnione kroki mające na celu stosowanie się do przepisów i norm dotyczących ochrony środowiska na terenie realizacji zadania oraz będzie unikać uszkodzeń lub uciążliwości dla osób lub własności społecznej i innych, a wynikających ze skażenia, hałasu, lub innych przyczyn powstałych w następstwie jego sposobu działania.
Materiały, które w sposób trwały są szkodliwe dla otoczenia, nie będą dopuszczone do użycia.

Nie dopuszcza się użycia materiałów wywołujących szkodliwe promieniowanie o stężeniu większym od dopuszczalnego, określonego odpowiednimi przepisami.
Wszelkie materiały odpadowe użyte do prac będą miały aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, jednoznacznie określającą brak szkodliwego oddziaływania tych materiałów na środowisko.

Ochrona przeciwpożarowa
Wykonawca będzie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej.
Materiały łatwopalne będą składowane w sposób zgodny z odpowiednimi przepisami, tylko w ilości niezbędnej na dany dzień pracy i zabezpieczone przed dostępem osób trzecich.
Wykonawca będzie odpowiedzialny za wszelkie straty spowodowane pożarem wywołanym jako rezultat realizacji prac albo przez personel Wykonawcy oraz jego podwykonawców.
Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz niespełniających odpowiednich wymagań sanitarnych.

Stosowanie się do prawa i innych przepisów
Wykonawca zobowiązany jest znać wszystkie przepisy wydane przez władze centralne i miejscowe oraz inne przepisy i wytyczne, które są w jakikolwiek sposób związane z pracami i będzie w pełni odpowiedzialny za przestrzeganie tych praw, przepisów i wytycznych podczas prowadzenia prac.
Wykonawca będzie przestrzegać praw patentowych i będzie w pełni odpowiedzialny za wypełnienie wszelkich wymagań prawnych odnośnie wykorzystania opatentowanych urządzeń lub metod i w sposób ciągły będzie informować Inwestora o swoich działaniach, przedstawiając kopie zezwoleń i inne odnośne dokumenty.

Normy i inne dokumenty związane z realizacją zadania – przywołane powyżej w niniejszym opracowaniu oraz w podrozdz.1.6.3: „Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zadania".

8.3.Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zadania

Ustawy i rozporządzenia:

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane /tekst jednolity: Dz. U. 2010 Nr 243, poz. 1632/

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych /Dz. U. 2004 Nr 92, poz. 881 z późn. zm./

Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji /Dz. U. Nr 169, poz. 1386 z późn. zm./

Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej /tekst jednolity: Dz. U. 2009, Nr 178 poz. 1380 z późn. zm./

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie /Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późn. zm./

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów /Dz. U. Nr 109 poz.719/

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych /Dz. U. 2009 Nr 124, poz. 1030 z późn. zm./

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej /Dz. U. Nr 121, poz. 1137/

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym /Dz. U. 2004 Nr 198, poz. 2041/

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania /Dz. U. 2004 Nr 249 poz. 2497/

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 stycznia 2011 r. w sprawie próbek wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu /Dz. U. 2011 Nr 23, poz. 122/

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 października 2004 r. w sprawie europejskich aprobat technicznych oraz polskich jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania /Dz. U. 2004 Nr 237, poz. 2375/

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE /Dz. U. 2004 Nr 195, poz. 2011/

Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie sposobu nadawania i wykorzystywania znaku zgodności z Polską Normą /Dz. U. 2002 Nr 241, poz. 2077/

Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy /tekst jednolity: Dz. U. 2003, Nr 169, poz. 1650/

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym /Dz. U. 2004 Nr 130 poz. 1389 z późn. zm./

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego /Dz. U. Nr 202, poz. 2072 z późn. zm./

Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego z dnia 1 grudnia 2008 r. w sprawie zabezpieczania zbiorów w muzeach przed pożarem, kradzieżą i innym niebezpieczeństwem grożącym zniszczeniem lub utratą zbiorów oraz sposobów przygotowania zbiorów do ewakuacji w razie powstania zagrożenia /Dz. U. 2008 Nr 229, poz. 1528/.

Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego /Dz. U. 2012 nr 81 poz. 462/

Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. 2006 r. Nr 83 poz. 578/

Normy:

Sieci i instalacje elektryczne:

PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym

PN-IEC 60364-4-42 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego.

PN-HD 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym

PN-IEC 60364-4-45:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia

PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi

PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym

PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów.

PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza

PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia

PN-HD 60364-5-56:2010, PN-HD 60364-5-56:2010/A1:2012 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.

PN-HD 60364-5-534:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie - Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami

PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem

PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia

PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

PN-HD 60364-7-714:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-714: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje oświetlenia zewnętrznego

PN-EN 1838:2005 Zastosowania oświetlenia - Oświetlenie awaryjne

PN-EN 12464-1:2011 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy - Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach

PN-EN 12665:2011 Światło i oświetlenie - Podstawowe terminy oraz kryteria określania wymagań dotyczących oświetlenia

Instalacje AV i teletechniczne:

BN-84/8984-10 Zakładowe sieci telekomunikacyjne przewodowe. Instalacje wewnętrzne. Ogólne wymagania

PN-IEC 60364-7-713:2005 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Meble

PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych przywołane w Dz.U.2002.75.690 z późniejszymi zmianami:

PN-IEC 60364-3:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ustalanie ogólnych charakterystyk

PN-IEC 60364-4-45:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed obniżeniem napięcia

PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo - Środki ochrony przed prądem przetężeniowym

PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych - Ochrona przeciwpożarowa

PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Oprzewodowanie

PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Aparatura rozdzielcza i sterownicza

PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów

PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Aparatura rozdzielcza i sterownicza - Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia

PN-IEC 60364-7-707:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych

PN-EN 50173-1:2011 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 50173-2:2008, PN-EN 50173-2:2008/A1:2011 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 2: Budynki biurowe

PN-EN 50174-1:2010, PN-EN 50174-1:2010/A1:2011 Technika informatyczna. Instalacja okablowania – Część 1- Specyfikacja i zapewnienie jakości

PN-EN 50174-2:2010, PN-EN 50174-2:2010/A1:2011 Technika informatyczna. Instalacja okablowania – Część 2 - Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków

PN-EN 50346:2004, PN-EN 50346:2004/A1:2009, PN-EN 50346:2004/A2:2010 Technika informatyczna. Instalacja okablowania - Badanie zainstalowanego okablowania

PN-EN 50310:2012 Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym

PN-EN 61935-1:2010 Wymagania dotyczące sprawdzania symetrycznych i współosiowych kablowych linii telekomunikacyjnych - Część 1: Okablowanie z symetrycznych kabli telekomunikacyjnych zgodne z serią norm EN 50173

PN-EN 61935-2:2011 Wymagania dotyczące sprawdzania symetrycznych i współosiowych kablowych linii informatycznych - Część 2: Sznury zgodne z ISO/IEC 11801 oraz normami związanymi, PN-EN 61935-2-20:2010 Sprawdzanie symetrycznych kablowych linii telekomunikacyjnych zgodnych z serią norm EN 50173 - Część 2-20: Paczkordy i sznury - Norma szczegółowa ramowa do zastosowania dla klasy D

PN-EN 50173-1:2011 Technika informatyczna - Systemy okablowania strukturalnego - Część 1: Wymagania ogólne

biurowe

PN-EN 50174-1:2010, PN-EN 50174-1:2010/A1:2011 Technika informatyczna - Instalacja okablowania - Część 1: Specyfikacja i zapewnienie jakości

PN-EN 50174-2:2010, PN-EN 50174-2:2010/A1:2011 Technika informatyczna - Instalacja okablowania - Część 2: Planowanie i wykonywanie instalacji wewnątrz budynków

ZN-96/TPSA-002 Linie optotelekomunikacyjne. Ogólne wymagania techniczne

ZN-96/TPSA-006 Linie optotelekomunikacyjne. Złącza spajane światłowodów jednomodowych. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-007 Linie optotelekomunikacyjne. Złączki światłowodowe i kable stacyjne. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-008 Linie optotelekomunikacyjne. Osłony złączowe. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-009 Kablowe linie optotelekomunikacyjne. Przełącznice światłowodowe. Wymagania i badan. Kanalizacja

Kablowa

ZN-96/TPSA-011 Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Ogólne wymagania techniczne

ZN-96/TPSA-014 Rury z polichlorku winylu (RPCW). Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-015 Rury polipropylenowe RPP i polietylenowe RPE kanalizacji pierwotnej. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-016 Rury polietylenowe karbowane dwuwarstwowe (RHDPEk). Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-017 Rury kanalizacji wtórnej i rurociągu kablowego (RHDPE). Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-018 Rury polietylenowe (RHDPEp) przepustowe. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-019 Rury trudnopalne (RHDPEt). Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-020 Złączki rur kanalizacji kablowej. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-021 Uszczelki końców rur kanalizacji kablowej. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-027 Linie kablowe o torach miedzianych. Wymagania i badania

ZN-05/TPSA-030 Łączniki żył. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-031 Złączowe osłony termokurczliwe arkuszowe wzmocnione. Wymagania i badania

ZN-05/TPSA-032 Łączówki i głowice kablowe. Wymagania i badania

ZN-05/TPSA-033 Obudowy zakończeń kablowych. Wymagania i badania

ZN-96/TPSA-036 Urządzenia ochrony ludzi i instalacji przed przepięciami i przetężeniami (ochronniki). Wymagania i badania

Pozostałe:

PN-B-02151-02:1987 - Akustyka budowlana - Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach - Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach

PN-B-03230:1984 - Lekkie ściany osłonowe i przekrycia dachowe z płyt warstwowych i żebrowych - Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-EN 1021-1:2007 - Meble - Ocena zapalności mebli tapicerowanych - Część 1: Źródło zapłonu: tlący się papieros

PN-EN 1021-2:2007 - Meble - Ocena zapalności mebli tapicerowanych - Część 2: Źródło zapłonu: równoważnik płomienia zapałki

PN-B-02852:2001 - Ochrona przeciwpożarowa budynków - Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru

PN-B-02855:1988 - Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania wydzielania toksycznych produktów rozkładu i spalania materiałów

PN-B-02867:1990, PN-B-02867:1990/Az1:2001 - Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany (w części dotyczącej ścian zewnętrznych przy działaniu ognia od strony elewacji)

PN-EN ISO 6940:2005 - Wyroby włókiennicze - Zachowanie się podczas palenia - Wyznaczanie zapalności pionowo umieszczonych próbek

PN-EN ISO 6941:2005 - Wyroby włókiennicze - Zachowanie się podczas palenia - Pomiar właściwości rozprzestrzeniania się płomienia na pionowo umieszczonych próbkach

PN-EN 13501-1+A1:2010 - Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień

PN-EN 13501-2+A1:2010 - Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej

PN-EN 13501-3+A1:2010 - Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 3: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej wyrobów i elementów stosowanych w instalacjach użytkowych w budynkach: ognioodpornych przewodów wentylacyjnych i przeciwpożarowych klap odcinających

PN-EN 13501-4+A1:2010 - Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 4: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej elementów systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu

PN-EN 13501-5+A1:2010 - Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 5: Klasyfikacja na podstawie wyników badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy

PN-EN ISO 6940:2005 - Wyroby włókiennicze - Zachowanie się podczas palenia - Wyznaczanie zapalności pionowo umieszczonych próbek

PN-EN ISO 6941:2005 - Wyroby włókiennicze - Zachowanie się podczas palenia - Pomiar właściwości rozprzestrzeniania się płomienia na pionowo umieszczonych próbkach

PN-B-02855:1988 - Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania wydzielania toksycznych produktów rozkładu i spalania materiałów

PN-N-01256-02:1992 - Znaki bezpieczeństwa - Ewakuacja

PN-N-01256-5:1998 - Zasady umieszczania znaków bezpieczeństwa na drogach ewakuacyjnych i drogach pożarowych

PN-ISO 7010:2006 - Symbole graficzne - Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa - Znaki bezpieczeństwa stosowane w miejscach pracy i w obszarach użyteczności publicznej

PN-EN 1991-1-6:2007, PN-EN 1991-1-6:2007/NA:2010, PN-EN 1991-1-6:2007/AC:2008, PN-EN 1991-1-6:2007/Ap1:2010 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-6: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji

PN-EN 1991-1-1:2004, PN-EN 1991-1-1:2004/NA:2010, PN-EN 1991-1-1:2004/AC:2009, PN-EN 1991-1-1:2004/Ap1:2010, PN-EN 1991-1-1:2004/Ap2:2011 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach

PN-EN 1990:2004, PN-EN 1990:2004/NA:2010, PN-EN 1990:2004/A1:2008, PN-EN 1990:2004/AC:2010, PN-EN 1990:2004/Ap1:2004, PN-EN 1990:2004/Ap2:2010 Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji

PN-E-05204:1994 - Ochrona przed elektrycznością statyczną - Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń - Wymagania

oraz:

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, Arkady, 1989 r.

Wytyczne techniczne G-3.1, Pomiary i opracowania realizacyjne, GUGiK, Warszawa 2006

Instrukcja odbudowy nawierzchni drogowych po wykopach związanych z wykonaniem i remontami urządzeń podziemnej infrastruktury technicznej, IGPiK, Warszawa 2000

Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania, COBRTI INSTAL

Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych, COBRTI INSTAL

Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych, COBRTI INSTAL

Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wodociągowych, COBRTI INSTAL

Warunki techniczne wykonania i odbioru sieci wodociągowych, COBRTI INSTAL

Warunki techniczne wykonania i odbioru sieci ciepłowniczych z rur i elementów preizolowanych, COBRTI INSTAL

Warunki techniczne wykonania i odbioru sieci kanalizacyjnych, COBRTI INSTAL

Praca zbiorowa Poradnik inżyniera i technika budowlanego ARKADY, Warszawa 1968,

Bogucki, Żyburtowicz Tablice do projektowania konstrukcji metalowych ARKADY Warszawa 1996

Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Instalacje wodociągowe z tworzyw sztucznych. OWEOB „Promocja" Sp.z o.o. Warszawa 2005r.

Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Instalacje kanalizacyjne z tworzyw sztucznych. OWEOB „Promocja" Sp.z o.o. Warszawa

Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano - Montażowych, część II - instalacje Sanitarne i Przemysłowe, M. B. P. M. B, Warszawa

„Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Rurociągów z Tworzyw Sztucznych" z 1996 r.

Instalacje elektryczne. Warunki techniczne z komentarzami. Wymagania odbioru i eksploatacji. Przepisy prawne i normy. Wydanie III. Warszawa, COBO-Profil, COBR Elektromontaż 2000.