

SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

1. Metryczka materiału

Tytuł materiału	Odkryj fizykę 3D
Numer materiału	II.4
Autor scenariusza	Krzysztof Rochowicz
Weryfikacja WCAG	Zespół ekspertów ds. WCAG (Dominika Gaponiuk, Agnieszka Brodowska, Urszula Grygier, Łukasz Mroziński)
Weryfikacja założeń techniczno-informatycznych	Zespół informatyków ds. integrowania e-materiałów pod względem technologicznym (Paweł, Tomaszek, Katarzyna Gagan, Anna Magdziarz-Tomaszek, Grzegorz Kusztelek)
Weryfikacja językowa	Iwona Tkacz
Rodzaj multimedium	model 3D
Wykorzystanie AR lub VR <small>AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość</small>	<input type="checkbox"/> standardowa 2D lub 3D <input type="checkbox"/> AR VR
Etap(y) edukacyjny(e), dla których przeznaczony jest materiał	II etap: SP IV-VIII III etap: Liceum / technikum zakres podstawowy Liceum / technikum zakres rozszerzony
Przedmiot(y), do nauki których przeznaczony jest materiał	fizyka

2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)
<p>Interaktywny model 3D opracowany w celu lepszego zrozumienia podstawowych praw i zasad fizyki (zasady zachowania energii, pędu, momentu pędu, ładunku, masy itp.). Omówienie podstawowych zjawisk, w których obowiązują te zasady i ich skutków; użytkownik może manipulować dostępnymi narzędziami tak, by obserwować skutki wprowadzanych zmian w różnych układach. Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości do ilustrowania praw i teorii oraz praktycznych zastosowań znajomości zasad fizyki.</p> <p>Nowy sposób podejścia do odkrywania i badania praw fizycznych: eksploracja tradycyjnych działów kinematyki, dynamiki, termodynamiki, elektryczności i optyki na komputerze w laboratorium 3D. Interaktywne budowanie, manipulowanie i eksperymentowanie bez ograniczeń modeli fizycznych. Tworząc eksperyment, użytkownik wybiera spośród szerokiej gamy obiektów - od najprostszych brył geometrycznych (cegła, kula itp.) po złożone konstrukcje (różne rodzaje przegubów, sprężyn; mechanizmy stosowane w technice - osie, koła, koła pasowe i zębate, dźwignie, krzywki, śruby, pasy transmisyjne itp.).</p>



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Cel ogólny materiału

Materiał ma na celu rozwinięcie wiedzy uczniów na temat podstawowych praw i zasad fizyki poprzez prezentację teoretyczną, demonstracje praktyczne oraz przeprowadzenie serii eksperymentów. Prezentacja teoretyczna będzie opierała się na krótkich wykładach oraz dyskusji na temat poszczególnych zagadnień. Demonstracje praktyczne obejmować będą pokazy związane z przykładami zastosowania i wykorzystania praw i zasad zachowania w fizyce. Eksperymenty pozwolą uczniom na samodzielne eksplorowanie zjawisk związanych z tymi zagadnieniami i umożliwią im zrozumienie teorii poprzez praktyczne doświadczenie.

Cele z podstawy programowej kształcenia ogólnego możliwe do realizacji za pomocą materiału

Fizyka (szkoła podstawowa)

Uczeń:

- wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; ilustruje je w różnych postaciach;
- wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- rozróżnia pojęcia: obserwacja, pomiar, doświadczenie; przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów;
- opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów;
- posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności;
- przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych.

Fizyka (szkoła ponadpodstawowa, zakres podstawowy)

Uczeń:

- wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;
- rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu;
- dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;
- wyznacza średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzanego;
- posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności;
- przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;
- wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;
- przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki.

Fizyka (szkoła ponadpodstawowa, zakres rozszerzony)

Uczeń:

- przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;

- opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;
- przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń;
- rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne;
- wyznacza średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzanego;
- posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych i złożonych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności; uwzględnia niepewności przy sporządzaniu wykresów;
- przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;
- przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki;
- przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;
- wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- tworzy modele fizyczne lub matematyczne wybranych zjawisk i opisuje ich założenia; ilustruje prawa i zależności fizyczne z wykorzystaniem tych założeń.

3. Charakterystyka materiału

Opis zawartości merytorycznej materiału

Model **Odkryj fizykę 3D** oferujące uczniom wszechstronną przestrzeń do badania podstawowych zasad fizyki, takich jak ruch, dynamika, energia, siła i momenty obrotowe. Uczniowie mogą eksperymentować z różnorodnymi zjawiskami fizycznymi w trójwymiarowym środowisku, manipulując obiektami i obserwując skutki swoich działań w czasie rzeczywistym.

Badania możliwe do realizacji za pomocą modelu:

1. **Badanie ruchu i dynamiki w 3D**
 - Uczeń może wprawiać obiekty w ruch i badać wpływ siły na zmianę prędkości i przyspieszenia, stosując drugą zasadę dynamiki Newtona.
 - Eksperymentowanie z siłą, masą oraz tarcie pozwala zobaczyć, jak zmieniają się prędkość i przyspieszenie obiektów oraz jak wpływają na trajektorię w trójwymiarowej przestrzeni.
2. **Próby z energia kinetyczną, potencjalną i zasadą zachowania energii**
 - Uczeń może rzucać obiektami pod różnymi kątami i na różne wysokości, aby badać, jak energia kinetyczna i potencjalna zmieniają się w trakcie ruchu.
 - Funkcja wykresu energii umożliwia śledzenie przemian energii kinetycznej w potencjalną (i odwrotnie), co pozwala zrozumieć zasadę zachowania energii.
3. **Eksperymentowanie z siłami i równowagą w 3D**
 - Uczeń może układać obiekty na platformach, badając równowagę i analizując działające siły, aby lepiej zrozumieć warunki równowagi oraz zależność sił w układach wieloskładnikowych.
 - Możliwość manipulowania wartością sił i kątami ich działania pozwala analizować składanie i rozkładanie sił w trzech wymiarach oraz ocenić wpływ tych sił na stabilność układu.
4. **Analiza ruchu obrotowego i momentów obrotowych**
 - Uczeń może wprowadzać obiekty w ruch obrotowy i zmieniać momenty sił, aby badać momenty obrotowe i zasady dynamiki ruchu obrotowego.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Poprzez manipulowanie masą i ramionami obrotu uczeń może eksperymentować z momentami bezwładności i zasady zachowania momentu pędu, co umożliwia zrozumienie zasad mechaniki obrotowej w przestrzeni trójwymiarowej.
5. **Badanie tarcia, oporu powietrza i ruchu z uwzględnieniem oporu**
- W symulacji można dostosować poziom tarcia i oporu powietrza, a następnie sprawdzić ich wpływ na poruszające się obiekty.
 - Uczeń może przeprowadzać próby w różnych środowiskach (np. w próżni, z oporem powietrza), aby analizować wpływ tarcia i oporu środowiska na ruch, prędkość oraz energię obiektów.

Dodatkowe narzędzia i funkcje edukacyjne aplikacji

- **Wizualizacje wektorów i pomiarów:** Uczeń ma do dyspozycji narzędzia do wizualizacji wektorów sił, prędkości i przyspieszenia oraz możliwość pomiaru odległości i kąta, co pomaga w dokładnej analizie zjawisk.
- **System analiz i wykresów:** umożliwia generowanie wykresów, które pokazują zmiany prędkości, energii i siły w czasie, co pozwala na lepsze zrozumienie omawianych zależności.
- **Tryb zadań :** oferuje uczniowi możliwość rozwiązywania konkretnych zadań, które umożliwiają zastosowanie wiedzy teoretycznej w praktyce oraz sprawdzają zdolność wyciągania wniosków.

Kluczowe wymagania merytoryczne i dydaktyczne dla Wykonawcy materiału, które muszą zostać uwzględnione

1. Zrozumienie tematu: Wykonawca powinien posiadać głęboką wiedzę na temat praw i zasad fizyki, aby móc przekazać teorię w sposób klarowny i zrozumiały.
2. Dostosowanie do grupy docelowej: Materiał powinien być dostosowany do poziomu i wieku uczniów, uwzględniając ich wcześniejsze doświadczenia i wiedzę w zakresie fizyki.
3. Interaktywność: Materiał powinien być interaktywny, aby zapewnić aktywne uczestnictwo uczniów w procesie nauki. Wykorzystanie interaktywnych narzędzi, symulacji i eksperymentów wirtualnych może pomóc w lepszym zrozumieniu abstrakcyjnych koncepcji.
4. Zrozumiałe wyjaśnienia: Wykonawca powinien przedstawić materiał w sposób zrozumiały i przystępny, unikając nadmiernego skomplikowania pojęć i terminologii.
5. Różnorodność metod dydaktycznych: Materiał powinien wykorzystywać różnorodne metody dydaktyczne, takie jak wykłady multimedialne, symulacje, eksperymenty wirtualne, dyskusje grupowe, aby dostosować się do różnych stylów uczenia się uczniów.
6. Praktyczne zastosowania: Wykonawca powinien pokazać praktyczne zastosowania omawianego zagadnienia, aby uczniowie mogli zobaczyć jego znaczenie w życiu codziennym oraz w różnych dziedzinach nauki i technologii.
7. Weryfikacja zrozumienia: Materiał powinien zawierać elementy weryfikujące zrozumienie uczniów, takie jak quizy, zadania praktyczne czy dyskusje, aby sprawdzić, czy osiągnęli oni zamierzone cele edukacyjne.
8. Wsparcie dla różnorodności uczniów: Materiał powinien uwzględniać różnorodność potrzeb uczniów, zapewniając wsparcie dla uczniów o różnym poziomie umiejętności oraz dostosowując się do ewentualnych potrzeb specjalnych.
9. Motywacja do nauki: Wykonawca powinien zadbać o motywację uczniów poprzez interesującą i angażującą prezentację materiału oraz poprzez pokazanie jego znaczenia i praktycznych zastosowań.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Opis struktury materiału

Odkryj fizykę 3D to aplikacja, która pozwala uczniom badać podstawowe zasady fizyki – dynamikę, siłę, energię, momenty obrotowe i tarcie – w interaktywnym środowisku trójwymiarowym. Materiał jest podzielony na moduły tematyczne, które stopniowo prowadzą ucznia przez różne aspekty mechaniki i umożliwiają praktyczne eksperymentowanie oraz obserwowanie praw fizyki w działaniu.

Opis modułów tematycznych

1. Kinematyka i ruch prostoliniowy

- **Cele:** Poznanie podstaw kinematyki, takich jak pojęcia prędkości, przyspieszenia oraz ruchu prostoliniowego.
- **Zadania i czynności:**
 - Wprowadź obiekt w ruch wzdłuż jednej osi i zmierz jego prędkość oraz przyspieszenie, manipulując siłą działającą na obiekt.
 - Eksperymentuj z siłą i masą, aby sprawdzić, jak wpływają na przyspieszenie obiektu. Oblicz teoretyczne wartości przyspieszenia i porównaj je z wynikami z symulacji.
 - Rysuj wykresy zależności prędkości i przyspieszenia od czasu, aby przeanalizować ich zmiany i ustalić zależności między siłą, masą i ruchem.

2. Dynamika sił i zasady Newtona

- **Cele:** Zrozumienie trzech zasad dynamiki Newtona oraz zależności między siłą, masą i przyspieszeniem.
- **Zadania i czynności:**
 - Zastosuj różne siły na obiekt o ustalonej masie i obserwuj, jak wpływają one na przyspieszenie obiektu, potwierdzając drugą zasadę Newtona.
 - Eksperymentuj z przeciwnymi siłami, aby sprawdzić pierwszą zasadę Newtona – obserwuj stan obiektu, gdy działają na niego równoważące się siły.
 - Użyj różnych wartości mas obiektów i sprawdź, jak zmienia się ich przyspieszenie przy stałej sile, analizując zgodność z prawem Newtona.

3. Energia i zasada zachowania energii

- **Cele:** Poznanie energii kinetycznej, potencjalnej oraz zasady zachowania energii w zamkniętych układach.
- **Zadania i czynności:**
 - Rzuć obiekt pod kątem lub na wysokość, aby zaobserwować, jak zmieniają się jego energia kinetyczna i potencjalna podczas ruchu. Sprawdź, jak ich suma pozostaje stała.
 - Eksperymentuj z różnymi masami i wysokościami początkowymi, aby sprawdzić, jak te czynniki wpływają na energię kinetyczną i potencjalną.
 - Rysuj wykresy zależności energii od wysokości i prędkości, aby przeanalizować przepływ energii kinetycznej w potencjalną (i odwrotnie) w trakcie ruchu.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



4. Tarcie i opór środowiska

- **Cele:** Zrozumienie wpływu sił tarcia oraz oporu środowiska na ruch obiektów w różnych warunkach.
- **Zadania i czynności:**
 - Porównaj ruch obiektu na powierzchni z i bez tarcia, analizując zmiany w prędkości i dystansie przebytych przez obiekt.
 - Dostosuj poziom oporu powietrza i zbadaj jego wpływ na obiekty o różnych kształtach i prędkościach. Zmierz czas potrzebny do zatrzymania obiektu pod wpływem oporu środowiska.
 - Sprawdź, jak różne rodzaje powierzchni wpływają na ruch obiektu, i porównaj wyniki z teoretycznymi wartościami tarcia.

5. Ruch obrotowy i moment obrotowy

- **Cele:** Poznanie zasad ruchu obrotowego, momentów sił oraz momentu bezwładności.
- **Zadania i czynności:**
 - Umieść obiekt na obrotowej platformie i nadaj mu prędkość kątową. Zmierz moment obrotowy przy różnych prędkościach i masach.
 - Użyj narzędzi do zmiany rozłożenia masy i obserwuj, jak zmienia się moment bezwładności oraz prędkość obrotowa w zależności od rozmieszczenia masy.
 - Rysuj wykresy momentów sił i momentu bezwładności, aby przeanalizować zależności między rozkładem masy, momentem obrotowym a prędkością kątową.

6. Równowaga i statyka

- **Cele:** Poznanie warunków równowagi statycznej i zasad działania sił na obiekty w spoczynku.
- **Zadania i czynności:**
 - Ułóż obiekty na platformie i zastosuj różne siły, aby sprawdzić, kiedy system pozostaje w równowadze.
 - Zmierz siły działające na obiekt pod wpływem mas i obciążenia. Oblicz wektory sił i sprawdź, jak składanie i rozkładanie sił wpływa na ich równowagę.
 - Stwórz sytuacje, w których układ obiektów znajduje się w równowadze i sprawdź, jakie siły są potrzebne, by go wytrącić z równowagi.

7. Praca i moc

- **Cele:** Zrozumienie koncepcji pracy, mocy i ich zastosowania w różnych sytuacjach fizycznych.
- **Zadania i czynności:**
 - Przesuń obiekt na wybranej odległości przy różnej wartości siły i zmierz wykonaną pracę. Porównaj wynik z wartościami teoretycznymi.
 - Użyj pomiarów czasu i pracy, aby obliczyć moc generowaną przez siłę wprowadzającą obiekt w ruch.
 - Eksperymentuj z różnymi wartościami sił i czasu działania siły, aby zobaczyć, jak zmienia się moc i praca w zależności od ustawień.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Dodatkowe narzędzia i funkcje edukacyjne

- **Interaktywne wykresy i wizualizacje wektorów:** W każdym module uczeń ma do dyspozycji narzędzia do wyświetlania wektorów, pomiaru kątów i analizowania wykresów sił, prędkości i energii.
- **Podpowiedzi teoretyczne i wyjaśnienia:** Każdy moduł zawiera wskazówki, które pomagają uczniowi zrozumieć wyniki, dokonywać analiz oraz stosować zasady fizyczne w praktyce.
- **Tryb zadań edukacyjnych:** Symulacja oferuje wyzwania i pytania sprawdzające po każdym module, umożliwiające uczniowi zastosowanie wiedzy teoretycznej w praktycznych scenariuszach oraz samodzielne wyciąganie wniosków.

Mechanika materiału

Nawigacja:

- **Interaktywne menu:** Uczestnicy mogą nawigować po materiale za pomocą intuicyjnego interaktywnego menu, dostępnego zarówno w trybie standardowym, jak i VR.
- **Płynne przejścia:** Przejścia między ekranami lub scenami są płynne i zrozumiałe. Uczestnicy mogą swobodnie przemieszczać się między różnymi częściami materiału, np. pomiędzy poszczególnymi eksperymentami, zadaniami i sekcjami teoretycznymi.
- **Przełączanie trybów VR/standardowego:** Umożliwiamy opcję łatwego przełączania między trybami pracy – trybem VR oraz trybem standardowym (obsługiwanym za pomocą ekranu, myszki i klawiatury), co zapewnia elastyczność użytkowania i spełnia wymagania dostępności.

Eksperymenty interaktywne:

- **Manipulacja parametrami w czasie rzeczywistym:** Uczestnicy mają możliwość manipulacji różnymi parametrami fizycznymi poprzez interaktywne symulatory. Zmiany są widoczne w czasie rzeczywistym, co umożliwia lepsze zrozumienie wpływu poszczególnych zmiennych na zjawiska.
- **Dynamiczne wizualizacje 3D:** Interaktywne modele 3D i symulacje wizualizują zmiany wynikające z działań użytkownika. W trybie VR uczestnicy mogą manipulować obiektami fizycznymi, obracać je i obserwować ich reakcje, co wzmacnia realizm i immersję.

Zadania praktyczne:

- **Rozwiązywanie problemów i zbieranie danych:** Uczestnicy są zachęceni do samodzielnego wykonywania zadań praktycznych, np. zbierania danych, analizy wyników i formułowania wniosków.
- **Scenariusze wyzwań:** Zadania obejmują różne scenariusze edukacyjne, które wymagają wykorzystania zdobytej wiedzy. Uczestnicy mogą przeprowadzać symulacje z różnymi ustawieniami parametrów, aby odpowiedzieć na pytania lub rozwiązać zagadki związane z fizyką.

Dyskusje i interakcje społecznościowe:

- **Dyskusje wirtualne i fora edukacyjne:** Aplikacja oferuje funkcje komentarzy, forów dyskusyjnych lub czatu, gdzie uczestnicy mogą wymieniać się pomysłami, doświadczeniami i wnioskami z przeprowadzonych eksperymentów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- **Współpraca i dzielenie się wynikami:** Uczestnicy mogą współpracować online, komentując wyniki i wymieniając się spostrzeżeniami w czasie rzeczywistym.

Monitorowanie postępów:

- **Śledzenie wyników i osiągnięć:** System monitoruje i zapisuje postępy użytkownika, np. ukończone zadania, uzyskane wyniki z eksperymentów i zdobyte odznaki, co pozwala na śledzenie postępów i rozwoju.
- **Raporty postępów:** Po zakończeniu określonych modułów uczestnicy mogą przejrzeć raporty ze swoimi wynikami i uzyskanymi osiągnięciami, co sprzyja motywacji i wspiera proces nauki.

Wsparcie edukacyjne:

- **System podpowiedzi i dodatkowych materiałów:** Aplikacja oferuje wsparcie w formie podpowiedzi, materiałów pomocniczych oraz notatek, dostępnych zarówno w trybie standardowym, jak i VR.
- **Dostęp do pomocy w czasie rzeczywistym:** W przypadku trudniejszych zadań uczestnicy mogą korzystać z interaktywnych wskazówek, aby uzyskać wsparcie lub dodatkowe wyjaśnienia, ułatwiające zrozumienie złożonych zjawisk fizycznych.

Grafika

Aplikacja działa w dwóch trybach: trybie VR oraz trybie standardowym (obsługiwanym za pomocą ekranu, myszki i klawiatury). Oba tryby mają zapewnić użytkownikowi możliwość interaktywnego eksplorowania zawartości w dowolnym tempie, z uwzględnieniem wygody użytkownika.

1. Interfejs:

- **Przejrzysty i nowoczesny design:** Interfejs użytkownika będzie nowoczesny, minimalistyczny, z wyraźnie zaznaczonymi elementami nawigacyjnymi, co zapewni łatwość poruszania się po materiałach.
- **Kolorystyka i czytelność:** Jasne kolory oraz proste, czytelne czcionki dostosowane do obu trybów. Elementy interaktywne będą odpowiednio wyróżnione, aby użytkownicy VR i użytkownicy standardowi mieli przyjemne, intuicyjne doświadczenie.
- **Elementy dostępności:** Interfejs będzie zawierał przyciski umożliwiające szybki dostęp do konfiguracji dostępności, w tym ustawienia kontrastu, rozmiaru tekstu, oraz sterowania.

2. Wizualizacje abstrakcyjnych koncepcji:

- **Animowane ilustracje:** Grafiki i animacje będą wizualizować pojęcia abstrakcyjne, takie jak zjawiska fizyczne czy chemiczne reakcje. W trybie VR użytkownicy mogą zbliżać się do elementów, aby zobaczyć je z różnych perspektyw, a w trybie standardowym będą mogli przybliżać i obracać ilustracje za pomocą myszy lub klawiatury.
- **Przejrzystość i precyzja:** Wizualizacje zostaną zoptymalizowane pod kątem obu trybów, aby zapewnić wyraźny przekaz i łatwość zrozumienia.

3. Symulacje interaktywne:

- **Grafiki 3D i dynamiczne animacje:** Symulacje będą wykorzystywać grafiki 3D lub dynamiczne animacje, z możliwością manipulacji parametrami w czasie rzeczywistym. W VR użytkownicy mogą dosłownie "wejść" w symulację i manipulować obiektami przestrzennymi za pomocą kontrolerów, podczas gdy w trybie standardowym będą korzystać z ekranu, myszy i klawiatury.
- **Atrakcyjna dynamika:** Ruchome, dynamiczne elementy i efekty wizualne w obu



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



trybach będą dodawać wizualnego uroku symulacjom, zachęcając użytkowników do eksploracji.

4. **Multimedia:**

- **Wideo wykłady:** Wideo wykłady będą zintegrowane z grafikami i animacjami, co w trybie VR pozwoli użytkownikowi poczuć się, jakby był częścią przestrzeni wykładu. Użytkownicy w trybie standardowym zobaczą podobne elementy na ekranie, zapewniając bogate wizualnie doświadczenie.
- **Wzbogacenie prezentacji multimedialnych:** Grafiki będą wspierać treści edukacyjne, co zwiększy ich wartość poznawczą.

5. **Testy wiedzy:**

- **Wizualne wsparcie pytań:** Testy będą zawierać elementy graficzne, takie jak diagramy lub modele, które ułatwią zrozumienie kontekstu. W trybie VR użytkownicy mogą wybierać odpowiedzi poprzez interakcję z przestrzennymi ikonami, natomiast w trybie standardowym klikają na elementy ekranu.

6. **Personalizacja wizualna:**

- **Dostosowanie grafiki do poziomu wiedzy:** Grafiki będą dostosowane do różnych poziomów umiejętności użytkowników, a graficzne oznaczenia sekcji pomogą im w łatwej nawigacji.

Przykładowe inspiracje

ASFANCO Virtual Reality (<https://asfanco.com/virtual-reality/>)

Inspiracja: Zastosowanie immersyjnego środowiska VR, które pozwala użytkownikowi na poczucie autentyczności w interakcji ze światem symulacji.

- **Interaktywność VR:** Skoncentrujemy się na stworzeniu otoczenia VR, które pozwala użytkownikom swobodnie eksplorować i wpływać na środowisko za pomocą kontrolerów lub intuicyjnych gestów. Przykładami mogą być kluczowe obiekty fizyczne i ich interaktywne właściwości, które użytkownik będzie mógł modyfikować, aby zobaczyć efekty działania grawitacji.
- **Elementy wizualne:** Inspirowani ASFANCO, możemy przyjąć prostą, ale estetyczną paletę kolorów i styl wizualny, który podkreśla atmosferę naukowego laboratorium. Można również rozważyć proste efekty wizualne w VR, jak np. lekkie efekty światła wokół interaktywnych punktów, aby uczynić je bardziej przyciągającymi.

Effectual Simulations(<https://effectuall.github.io/sims.html>)

Inspiracja: Przyjazne wizualizacje interaktywnych modeli oraz przystępne sterowanie parametrami symulacji.

- **Eksperymentowanie z parametrami:** Zastosujemy intuicyjne suwaki lub przyciski, które pozwolą użytkownikom manipulować kluczowymi parametrami w symulacjach (np. zmiana masy ciał, odległości między nimi, wpływu siły grawitacyjnej). Możliwość dostosowywania tych parametrów sprawi, że użytkownicy będą mogli samodzielnie odkrywać zasady fizyczne.
- **Przejrzystość scenariuszy edukacyjnych:** Czerpiąc inspirację z *Effectual Simulations*, możemy stworzyć różnorodne scenariusze tematyczne – od podstawowych (jak „spadek swobodny”) po bardziej zaawansowane („układy planetarne”). Każdy scenariusz powinien być przyjazny użytkownikowi, ze wsparciem wizualnym dla zrozumienia wyników manipulacji parametrami.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



PhET Interactive Simulations(<https://phet.colorado.edu/>)

Inspiracja: Minimalistyczny i przyjazny design interfejsu, który kładzie nacisk na prostotę i wartość edukacyjną.

- **Prosty, zrozumiały design:** Styl interfejsu *PhET* jest idealnym przykładem, jak połączyć estetykę i funkcjonalność. Przyjmijmy przejrzystą i przyjazną dla użytkownika szatę graficzną, która wspiera intuicję. Jasne kolory i spójne elementy interaktywne (np. ikony, przyciski) zachęcą użytkownika do eksploracji bez poczucia przytłoczenia.
- **System odpowiedzi:** Czerpiąc inspirację z *PhET*, warto rozważyć umieszczenie prostych odpowiedzi kontekstowych, które wyjaśnią użytkownikowi, jak korzystać z aplikacji i co oznaczają poszczególne elementy. Taki system wsparcia ułatwi nowym użytkownikom zrozumienie działania symulacji.
- **Adaptacyjność:** *PhET* pokazuje, jak interfejs może być elastyczny i dostosowywać się do różnych urządzeń. Możemy stworzyć wersję symulacji, która w zależności od preferencji użytkownika działa zarówno w trybie VR, jak i na monitorze, co pozwala na współdzielenie doświadczenia.

Kluczowe inspiracje do wdrożenia:

1. **Interaktywne symulacje w VR:** Inspirując się *ASFANCO*, stworzymy środowisko VR, które umożliwia swobodną eksplorację. Użytkownicy będą mogli wchodzić w interakcję z przestrzenią symulacji, np. manipulując masą lub odległością ciał, i obserwując efekty w czasie rzeczywistym.
2. **Intuicyjność wizualizacji i sterowania:** Wzorując się na *PhET* i *Effectual Simulations*, nasza aplikacja powinna mieć minimalistyczny design oraz intuicyjne sterowanie. Wykorzystajmy prostotę interfejsu, aby użytkownicy mogli bez trudu manipulować kluczowymi parametrami.
3. **Wizualizacja zjawisk fizycznych:** Aby ułatwić zrozumienie skomplikowanych procesów, takich jak oddziaływania grawitacyjne, aplikacja może prezentować wektory sił oraz trajektorie ruchu ciał. Wzorem dla tych elementów mogą być uproszczone, ale estetyczne grafiki *Effectual Simulations*.
4. **Scenariusze edukacyjne z różnymi poziomami trudności:** Inspirowani przejrzystymi scenariuszami *PhET*, możemy zaoferować różne poziomy złożoności. Każdy scenariusz, np. „Grawitacja w teorii względności”, będzie miał jasno zdefiniowane cele edukacyjne, wspomagając użytkowników na różnych poziomach zaawansowania.

4. Wymagania WCAG

Opis dostosowania materiału celem spełnienia standardu WCAG

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać założenia uniwersalnego projektowania w edukacji (UDL) oraz być zgodne ze standardami dostępności cyfrowej WCAG 2.2. na poziomie AA, standardem ATAG 2.0 i zapisami Ustawy o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych z dnia 4 kwietnia 2019 roku. Powinno też uwzględniać dobre praktyki, stosowane w celu zapewnienia wysokiej jakości dostępnych cyfrowo materiałów edukacyjnych.

Użytkownik ze szczególnymi potrzebami, korzystający z przygotowanego zaawansowanego e-materiału multimedialnego, powinien korzystać z mechaniki materiału (menu nawigacyjnego) w taki sam sposób, jak wszyscy użytkownicy. Należy przygotować menu, w którym wybiera on dostosowania materiału do swoich potrzeb. W ramach wybranych dostosowań multimedialnego



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



materiału użytkownik powinien korzystać ze wszystkich zaprojektowanych funkcjonalności. Zaawansowany e-materiał powinien spełniać kryteria dostępu dla technologii dotykowych (np. ekranów dotykowych), dostępności z poziomu klawiatury czy za pomocą zewnętrznych urządzeń wejściowych (np. mysz powiększona), technologii asystujących (np. czytniki ekranu).

Zaawansowany e-materiał powinien spełniać następujące kryteria:

1. umożliwiać użytkownikowi z różnymi potrzebami korzystającemu z ułatwień dostępu na wszystkich poziomach i etapach materiału;
2. posiadać instrukcję dla użytkowników z różnymi potrzebami, zawierającą informacje o sposobie korzystania z ułatwień dostępu i mechanizmach poruszania się po menu;
3. posiadać rozwiązania z zakresu dostępności, które pozwalają uniknąć QTE lub działań związanych z łączeniem przycisków (uwzględnia ustawienie pozwalające je uprościć lub pominąć/wyłączyć);
4. umożliwiać korzystanie z wirtualnej klawiatury ekranowej, którą można sterować za pomocą myszy lub technologii wspomagających, takich jak wzrok lub przełącznik;
5. wszystkie treści w materiale powinny być przedstawione za pomocą tzw. prostego języka;
6. użytkownik przed skorzystaniem z zaawansowanego e-materiału powinien zapoznać się tutorialiem objaśniającym, jak korzystać z ułatwień dostępu;
7. mieć możliwość korzystania z pomocy w sytuacjach potencjalnie trudnych, związanych z poruszaniem się po materiale;
8. mechanika zaawansowanego e-materiału powinna pozwalać na dostęp do wszystkich obszarów interfejsu użytkownika;
9. zaawansowany e-materiał powinien być dostępny za pomocą technologii asystujących, m.in. czytników ekranu, oprogramowania asystującego w technologiach mobilnych.

Jeżeli w materiale będą występowały treści nieinterpretowalne, wykonawca zobowiązany jest zapewnić alternatywę wchodzącą w e-materiał i stanowiącą integralną całość zaawansowanego e-materiału. Bez konsultacji z ekspertami ORE nie dopuszcza się tworzenia alternatywnego (równoległego rozwiązania) dedykowanego osobom z różnymi potrzebami.

W przypadku specyficznego typu aplikacji jaką jest VR dopuszcza się możliwość zaproponowania alternatywnego rozwiązania, które nie wymaga zakładania okularów i uwzględnia wszystkie typy niepełnosprawności. Możliwe jest np. przygotowanie rozwiązania opartego o aplikację dźwiękową dla niewidomych, aplikację graficzną i dźwiękową dostosowaną dla słabowidzących lub inną uwzględniającą zaburzenia neurologiczne.

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać między innymi potrzeby osób:

- z ograniczeniami wzroku,
- z ograniczeniami słuchu,
- z ograniczeniami ruchu rąk i mobilności,
- z ograniczeniami możliwości poznawczych (związanymi z np. pamięcią, przetwarzaniem informacji, dysleksją),
- z zaburzeniami neurorozwojowymi i psychicznymi (np. spektrum autyzmu, ADHD, stanami lękowymi, epilepsją),
- z zaburzeniami mowy,
- korzystających z czytników ekranu.

Podczas projektowania e-materiału należy uwzględniać różne potrzeby i możliwości użytkowników ze względu na:

Ograniczenia wzroku:

- stosowanie dobrze kontrastujących kolorów, czytelnych rozmiarów i typów fontów,



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- możliwość zmiany i indywidualnego dopasowania przez użytkownika tych elementów;
- stosowanie zawsze widocznego fokusa (przynajmniej częściowo);
- używanie kombinacji koloru, kształtów i tekstu, niestosowanie znaczenia tylko kolorem;
- umieszczanie przycisków i powiadomień w kontekście;
- stosowanie odpowiedniej wielkości, kolorów i rozmieszczenia elementów interfejsu;
- umożliwienie zmiany kolorów dla osób będących daltonistami;
- umożliwienie zmiany wielkości elementów interfejsu;
- używanie dźwięku przestrzennego i rozróżnialnych dźwięków, różnych w zależności od zdarzeń;
- umożliwienie wyboru wyglądu kursora/celownika, zmiany kształtu, wielkości, koloru, jeśli projektowana mapa interaktywna zakłada bardzo dużo obiektów;
- wyświetlanie istotnych informacji w centrum, na linii wzroku lub możliwość powiększania całości, poszczególnych elementów mapy interaktywnej;
- nawigacja i sterowanie za pomocą klawiatury;
- stosowanie tekstów alternatywnych lub audiodeskrypcji do grafik;
- elementy materiału powinny być duże i łatwe do odróżnienia oraz oddalone od siebie;
- dodanie opisów alternatywnych do obrazów i innych elementów wizualnych, które opisują treści lub funkcje;
- stosowanie dużego kontrastu między istotnymi elementami w materiale;
- użytkownicy niewidomi powinni móc skorzystać z każdej funkcjonalności materiału z poziomu klawiatury.

Ograniczenia słuchu:

- stosowanie prostego języka, niestosowanie figur stylistycznych i idiomów;
- zapewnienie alternatywy tekstowej każdej kluczowej informacji dźwiękowej;
- dodanie napisów i transkrypcji do treści audio i wideo;
- możliwość modyfikacji napisów, zmiana rozmiaru/koloru oraz ich włączania i wyłączania zanim pojawi się dźwięk;
- stosowanie napisów rozszerzonych informujących o dodatkowych dźwiękach i nastroju oraz postaci mówiących;
- stosowanie prostych logicznych i spójnych układów treści;
- zapewnienie możliwości osobnej regulacji dźwięku dla różnych elementów multimedialnych w mapie interaktywnej;
- zastosowanie przełącznika dźwięku mono/stereo w materiałach filmowych i audio (jeśli takie się pojawiają w zaawansowanym materiale).

Ograniczenia ruchu rąk i mobilności:

- umożliwienie w menu materiału ustawienia dużych obszarów klikalnych;
- projektowanie obsługi za pomocą klawiatury i mowy;
- unikanie tworzenia dynamicznych treści, wymagających dużego ruchu myszy;
- nieograniczanie czasu otwarcia okien, wykonania zadań;
- zapewnienie alternatywy dla akcji, wymagających równoczesnych czynności (np. klik zamiast przeciągnij i upuść);
- zapewnienie sterowania przy użyciu prostych kontrolerów.
- unikanie stosowania bardzo precyzyjnych ruchów.

Ograniczenia poznawcze oraz zaburzenia neurorozwojowe i psychiczne:

- używanie prostych, stonowanych barw;
- używanie prostego języka, bez stosowania figur stylistycznych i idiomów;
- używanie krótkich zdań i punktowania;
- używanie wyjaśnienia skrótów;
- tworzenie opisowych przycisków;
- budowanie prostych i spójnych układów treści;
- wyrównanie tekstów do lewej i zachowanie spójnego układu;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- niestosowanie dużych bloków ciężkiego tekstu;
- niestosowanie podkreślania słów, niepochylania tekstu i pisanie wielkimi literami;
- umożliwienie zmiany kontrastu pomiędzy tłem a tekstem;
- niestosowanie ograniczenia czasowego na wykonanie zadania;
- niestosowanie presji czasowej lub związanej z możliwością wykonania tylko jednej próby wykonania zadania.

Ograniczenia związane z korzystaniem z czytników ekranów:

- opisywanie obrazów, stosownie transkrypcji, audiodeskrypcji;
- nieumieszczanie informacji tylko na obrazie lub wideo;
- nadawanie struktury treści i nieoznaczanie jej tylko rozmiarem i rozmieszczeniem tekstu;
- stosowanie liniowego logicznego układu;
- umożliwienie sterowania za pomocą klawiatury;
- tworzenie opisowych łączy.

Powyższe wytyczne są jedynie przykładami potrzeb, jakie powinny zostać spełnione przy projektowaniu zaawansowanego e-materiału. Beneficjent konkursowy powinien zapewnić możliwie największą dostępność dla osób z różnymi potrzebami. Rozwiązania związane z zapewnieniem dostępności osobom z różnymi potrzebami Beneficjent konkursowy powinien konsultować z ekspertami ORE na poszczególnych etapach realizacji projektu konkursowego.

5. Wymagania funkcjonalne i techniczne

Kluczowe warunki funkcjonalne dla Wykonawców

Aplikacja musi spełniać wymagania określone w dokumencie „Ogólne wymagania funkcjonalne i techniczne dla e-materiałów”.

Realistyczna symulacja zjawisk grawitacyjnych i interaktywność:

- **Interaktywne modele 3D:** Użytkownicy powinni mieć możliwość manipulowania parametrami masy i odległości między obiektami w przestrzeni 3D. Symulacja powinna pokazywać efekty oddziaływań grawitacyjnych w czasie rzeczywistym, np. siły przyciągania i ich wpływ na ruch ciał.
- **Wizualizacja wektorów sił i pola grawitacyjnego:** Dla ułatwienia zrozumienia pojęcia pola grawitacyjnego, użytkownicy powinni widzieć wektory sił oraz studnie potencjału grawitacyjnego w miarę manipulacji ciałami w przestrzeni.

Nawigacja i swoboda eksploracji:

- **Tryby eksploracji przestrzeni grawitacyjnej:** W aplikacji mają być dostępne scenariusze symulacji układów planetarnych, oddziaływań między ciałami i eksperymentów z siłą grawitacji. Użytkownicy powinni mieć możliwość swobodnego przechodzenia między scenariuszami w ramach interfejsu oraz dowolnej konfiguracji parametrów symulacji.
- **Symulacje scenariuszy ekstremalnych:** Zapewnij symulację efektów grawitacji blisko ekstremalnych obiektów (np. czarne dziury, asysty grawitacyjne). Użytkownicy powinni móc obserwować wpływ zjawisk na trajektorie i ruch obiektów.

Wsparcie edukacyjne:



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- **Zróżnicowane poziomy trudności i scenariusze tematyczne:** Aplikacja powinna mieć wbudowane scenariusze tematyczne o rosnącym poziomie trudności, takie jak „Grawitacja w teorii względności”, „Oddziaływanie grawitacyjne między ciałami”, „Asysty grawitacyjne w misjach kosmicznych”. Każdy scenariusz powinien zawierać różne poziomy złożoności i umożliwiać przystosowanie do poziomu zaawansowania użytkownika.
- **System odpowiedzi i tutoriali:** Każdy scenariusz powinien mieć opcję odpowiedzi oraz samouczka, wyjaśniającego działanie aplikacji i kluczowe pojęcia.

Dostosowanie i tryb obserwatora:

- **Opcje konfiguracji:** Użytkownicy (np. nauczyciele) powinni mieć możliwość dostosowania dostępnych scenariuszy i poziomu trudności.
- **Tryb obserwatora:** Aplikacja powinna umożliwiać wyświetlanie w czasie rzeczywistym widoku użytkownika VR na monitorze, aby inni użytkownicy mogli obserwować przebieg symulacji.

Personalizacja przez nauczyciela:

- **Konfigurowalność scenariuszy i trybów:** Nauczyciele powinni mieć możliwość ustalania, które scenariusze lub elementy symulacji są dostępne dla uczniów oraz dostosowania parametrów symulacji do wybranych celów edukacyjnych. Możliwe jest ustawienie, czy symulacje mają działać w pełnym trybie VR, czy tylko częściowo.

Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

Aplikacja musi spełniać wymagania określone w dokumencie „Ogólne wymagania funkcjonalne i techniczne dla e-materiałów”.

Przejrzystość symulacji i monitorowanie w trybie VR:

- **Widok VR na monitorze:** Aplikacja powinna umożliwiać wyświetlanie na monitorze widoku użytkownika VR, aby nauczyciel i inni uczniowie mogli obserwować przebieg symulacji. Funkcja ta jest kluczowa dla interaktywności w środowisku edukacyjnym.
- **Synchronizacja widoku VR i monitora:** Widok wyświetlany na monitorze powinien być zsynchronizowany z widokiem w goglach VR, aby umożliwić nauczycielowi dokładne śledzenie działań ucznia.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

