

SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

1. Metryczka materiału

Tytuł materiału	Optyka 3D
Numer materiału	VI.6
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 Kuszczak)
Weryfikacja językowa	Elżbieta Chraślowska
Rodzaj multimedium	wirtualna symulacja
Wykorzystanie AR lub VR AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość	standardowa 2D lub 3D <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> 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	biologia fizyka



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)

Aplikacja umożliwia lepsze zrozumienie zasad optyki geometrycznej i fizycznej. Zawiera omówienie podstawowych praw optyki - odbicie, załamanie, rozszczepienie, polaryzacja światła. Użytkownik może manipulować przyrządami optycznymi (zwierciadłami, soczewkami itd.) oraz źródłami światła i ekranem tak, by obserwować efekt stosowania różnych przyrządów i ich układów. Aplikacja wykorzystuje wirtualną rzeczywistość do ilustrowania praw i teorii oraz praktycznych zastosowań w przyrządach optycznych. Użytkownik ma możliwość eksperymentowania na wirtualnej ławie optycznej, obserwować powstawanie obrazów w zwierciadłach i soczewkach. Pozna je ich zastosowania w przyrządach optycznych.

Cel ogólny materiału

Materiał ma na celu rozwinięcie wiedzy uczniów na temat zasad optyki i światła oraz zjawisk z nim związanych, takich jak odbicie, załamanie i rozszczepienie, i ich zastosowania. Cel będzie realizowany 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 odbiciem, załamaniem i rozszczepieniem światła. Eksperymenty pozwolą uczniom na samodzielne eksplorowanie zjawisk związanych z optyką i umożliwią im zrozumienie teorii poprzez praktyczne doświadczenie.

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

Szkoła podstawowa

Biologia

Narządy zmysłów. Uczeń:

- rozpoznaje elementy budowy oka (na modelu, rysunku, według opisu itd.) oraz przedstawia ich funkcje w powstawaniu obrazu, dokonuje obserwacji wykazujące obecność tarczy nerwu wzrokowego;
- przedstawia przyczyny powstawania oraz sposoby korygowania wad wzroku (krótkowzroczność, dalekowzroczność, astygmatyzm).

Fizyka

Uczeń:

- ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym; wyjaśnia powstawanie cienia i półcienia;
- opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej;
- opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej;
- analizuje bieg promieni wychodzących z punktu w różnych kierunkach, a następnie odbitych od zwierciadła płaskiego i od zwierciadeł sferycznych; opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym oraz bieg promieni odbitych od zwierciadła wypukłego; posługuje się pojęciami ogniska i ogniskowej;
- konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów pozornych wytwarzanych przez zwierciadło płaskie oraz powstawanie obrazów rzeczywistych i pozornych wytwarzanych przez zwierciadła sferyczne znając położenie ogniska;
- opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania;
- opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone; porównuje wielkość przedmiotu i obrazu;
- posługuje się pojęciem krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w korygowaniu tych wad wzroku;
- opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła.

Szkoła ponadpodstawowa **Fizyka (zakres podstawowy)**

Uczeń:

- opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych;
- opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie;
- stosuje zasadę superpozycji fal;
- podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal;
- opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji;
- opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła;
- opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia;
- rozróżnia fale poprzeczne i podłużne;
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną;
- opisuje polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali;
- opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal o różnych częstotliwościach;
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie.

Fizyka (zakres rozszerzony)

Uczeń:

- opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach;
- opisuje światło laserowe jako skolimowaną wiązkę światła monochromatycznego o zgodnej fazie; stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków;
- posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka;
- oblicza kąt graniczny;
- opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia;
- opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali;
- analizuje zdolność rozdzielczą przyrządów optycznych w kontekście zjawiska dyfrakcji;
- stosuje zasadę superpozycji fal; wyjaśnia zjawisko interferencji fal;
- podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal;
- analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy;
- opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami.

3. Charakterystyka materiału

Opis zawartości merytorycznej materiału

Propozycja fabuły: Misja badawcza w Przestrzeni Światła



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Uczeń wciela się w rolę młodego naukowca, który dołącza do elitarnej jednostki badawczej zwanej "Przestrzeń Światła". Celem ich misji jest zbadanie tajemniczych właściwości światła i optyki, aby rozwiązać zagadkę starożytnego kryształu, który według legendy może przechowywać nieograniczoną energię. Aby odkryć jego sekret, uczeń musi przejść przez serię etapów badawczych w pełnym wyposażeniu laboratorium 3D.

Etapy misji badawczej:

1. Odnalezienie Promienia Prawdy
Pierwszy etap wymaga od ucznia ustawienia wiązki światła z lasera, który przejdzie przez różne ośrodki (szkło, powietrze, woda), aby nauczyć się, jak światło zmienia kierunek. Uczeń musi manipulować kątem padania, obserwując efekty odbicia i załamania, by w końcu uzyskać odpowiedni promień i otworzyć dostęp do kolejnych badań.
2. Odkrywanie Kryształów Przestrzeni
W drugim etapie uczeń trafia na kryształy rozszczepiające światło. Za pomocą ustawiania źródeł światła i pryzmatów musi rozszczepić światło na widmo kolorów i połączyć je ponownie, aby zrekonstruować starożytny wzór na ścianie jaskini. Otrzymane wzory dostarczają wskazówek do rozwiązania zagadki kryształu.
3. Ostateczne Ogniskowanie
Uczeń zostaje wprowadzony do strefy soczewek i lusterek, gdzie musi wykorzystać zdobytą wiedzę, aby ustawić elementy optyczne tak, by skupić światło w jednym punkcie i otworzyć sekretną komnatę. Eksperymentując z soczewkami o różnej mocy i pozycjonując źródło światła w odpowiednich miejscach, uczeń musi zogniskować wiązkę tak, by uzyskać wymaganą precyzję.
4. Złamanie Kodu Odbicia
W finalnym etapie uczeń musi stworzyć labirynt z lusterek i skierować promień światła przez zestaw punktów, które tworzą kod odbicia. W każdym punkcie musi dostosować kąt padania, aby promień przeszedł przez wszystkie przystanki i odsłonił ukryty kod. Rozwiązanie tego etapu ujawnia sekret kryształu i kończy misję.

Każdy etap misji jest logiczną łamigłówką, w której uczeń zdobywa wiedzę i umiejętności, wykonując eksperymenty z optyką w przestrzeni 3D.

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

- Wykonawca posiada głęboką wiedzę na temat optyki, aby móc przekazać teorię w sposób klarowny i zrozumiały.
- Materiał ma być dostosowany do poziomu i wieku uczniów, uwzględniając ich wcześniejsze doświadczenia i wiedzę w zakresie fizyki.
- Materiał musi być interaktywny, aby zapewnić aktywne uczestnictwo uczniów w procesie nauki. Wykorzystanie interaktywnych narzędzi, symulacji i eksperymentów wirtualnych może pomóc w lepszym zrozumieniu abstrakcyjnych koncepcji.
- Wykonawca powinien przedstawić materiał w sposób zrozumiały i przystępny, unikając nadmiernego skomplikowania pojęć i terminologii.
- W materiale należy wykorzystywać różnorodne metody dydaktyczne, takie jak wykłady multimedialne, symulacje, eksperymenty wirtualne, dyskusje grupowe, aby dostosować się do różnych stylów uczenia się uczniów.
- Wykonawca powinien pokazać praktyczne zastosowania omawianego zagadnienia, aby uczniowie mogli zobaczyć jego znaczenie w życiu codziennym oraz w różnych dziedzinach nauki i technologii.
- Materiał zawiera elementy weryfikujące zrozumienie uczniów, takie jak quizy, zadania praktyczne czy dyskusje, aby sprawdzić, czy osiągnęli oni zamierzone cele edukacyjne.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Materiał uwzględnia różnorodność potrzeb uczniów, zapewniając wsparcie dla uczniów o różnym poziomie umiejętności oraz dostosowanie do ewentualnych potrzeb specjalnych.
- Wykonawca powinien zadbać o motywację uczniów poprzez interesującą i angażującą prezentację materiału oraz poprzez pokazanie jego znaczenia i praktycznych zastosowań.

Opis struktury materiału

Uczeń przenosi się do wirtualnej pracowni optycznej, gdzie może badać właściwości światła oraz zjawiska optyczne. E-materiał symuluje realistyczne zachowanie światła oraz jego interakcje z różnymi przyrządami optycznymi. Celem jest zrozumienie praw optyki (np. odbicia, załamania, dyfrakcji) oraz rozwinięcie umiejętności rozwiązywania problemów poprzez interaktywne eksperymenty.

Symulacja **Optyka 3D** pozwala uczniom na interaktywne badanie zjawisk związanych z optyką w przestrzeni trójwymiarowej. Użytkownik może manipulować źródłami światła (takimi jak latarki, lasery) oraz elementami optycznymi (np. soczewkami, pryzmatami, lustrami) w celu analizy zjawisk odbicia, załamania, dyspersji i rozszczepienia światła.

W symulacji uczeń ma za zadanie:

- **Zmieniać pozycje i kąty źródeł światła** i obserwować, jak światło zachowuje się po przejściu przez różne ośrodki.
- **Eksperymentować z soczewkami** o różnym ogniskowaniu, mierząc wielkości takie jak ogniskowa, przybliżenie i dywergencja wiązki światła.
- **Badanie efektu pryzmatycznego** – rozszczepienie światła białego na kolory widma, a następnie połączenie ich w jedną wiązkę.
- **Analizowanie zjawiska odbicia i załamania** w zależności od kąta padania oraz indeksów załamania materiałów.

Symulacja oferuje opcje mierzenia kątów, analizowania ścieżek promieni oraz wizualizacji rozchodzenia się światła w przestrzeni 3D, co umożliwia lepsze zrozumienie złożonych zagadnień optyki w trójwymiarowej perspektywie.

Główne funkcjonalności i zasoby dostępne w symulacji

- Wirtualne przyrządy optyczne:
 - Źródła światła:
 - punktowe źródło światła,
 - lasery o różnej długości fali (np. czerwony, zielony, niebieski),
 - żarówki i diody LED emitujące światło rozproszone,
 - światło monochromatyczne i białe światło.
 - Przyrządy optyczne:
 - soczewki (zbieżne i rozbieżne o różnej ogniskowej),
 - zwierciadła (płaskie, wklęsłe, wypukłe),
 - pryzmaty, siatki dyfrakcyjne,
 - polaryzatory,
 - kolorymetry, filtry optyczne,
 - kamery i detektory do obserwacji efektów.
- **Przestrzeń 3D:**
 - możliwość ustawiania obiektów w dowolnych pozycjach w przestrzeni,



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- dowolne obracanie kamerą oraz skalowanie sceny, aby przyrzeć się szczegółom.

Możliwości interakcyjne w pracowni optycznej

- Manipulowanie źródłami światła
 - Uczeń może wybierać różne źródła światła, takie jak lasery, latarki czy źródła światła białego, a także regulować ich natężenie, kolor i kąt padania.
 - Istnieje możliwość zmiany pozycji źródła światła w przestrzeni 3D, aby zaobserwować, jak różne kąty wpływają na zachowanie promieni po interakcji z elementami optycznymi.
- Eksperymentowanie z soczewkami i zwierciadłami
 - Uczeń ma do dyspozycji soczewki skupiające i rozpraszające o różnych ogniskowych, które można umieszczać w dowolnej pozycji i pod różnymi kątami. Pozwala to na analizę skupiania oraz rozpraszania światła.
 - Możliwość ustawiania luster płaskich, wklęsłych i wypukłych pozwala obserwować różnice w odbiciu światła i tworzeniu obrazów. Uczeń może regulować kąt ustawienia luster i sprawdzać efekty odbicia w realistyczny sposób.
- Badanie zjawiska załamania i odbicia światła
 - Symulacja oferuje możliwość dokładnego pomiaru kątów padania, załamania i odbicia. Uczeń może mierzyć te kąty, by sprawdzać, jak zmieniają się one w zależności od współczynników załamania różnych materiałów.
 - Wprowadzono różne materiały, takie jak powietrze, szkło, woda i kryształ, przez które uczeń może przepuszczać światło, by zaobserwować zmiany kierunku promieni zgodnie z prawami optyki.
- Tworzenie i analiza widma światła
 - Dzięki pryzmatom uczeń może rozszczepić światło białe na różne kolory widma. Może on manipulować ustawieniem pryzmatów i źródeł światła, aby prześledzić, jak światło o różnych długościach fal rozdziela się i załamuje.
 - Uczeń ma także możliwość eksperymentowania z soczewkami i pryzmatami, by obserwować dyspersję światła i zjawisko tęczy, co pozwala mu lepiej zrozumieć zależność załamania światła od jego długości fali.
- Śledzenie i wizualizacja dróg promieni światła
 - Symulacja umożliwia wyświetlanie dróg promieni w przestrzeni 3D, co pozwala na dokładną obserwację trajektorii światła po odbiciu, załamaniu i przejściu przez różne elementy optyczne.
 - Uczeń może zatrzymywać symulację w dowolnym momencie, aby przeanalizować, jak światło zachowuje się na różnych etapach i jak kształtuje się droga promieni.
- Mierzenie i obliczanie własności optycznych
 - Uczeń ma dostęp do narzędzi pomiarowych, takich jak linijki, kątomierze i skale, które pozwalają mu mierzyć odległości, kąty i ogniskowe, by dokonywać precyzyjnych obliczeń.
 - Może także zapisywać dane z eksperymentów, takie jak kąty załamania i współczynniki załamania, aby przeprowadzać analizy zgodnie z prawem Snella i innymi zasadami optyki.
- Eksperymentowanie z układami wieloelementowymi
 - Uczeń może tworzyć bardziej złożone układy optyczne, ustawiając kilka elementów (np. soczewki, pryzmaty i zwierciadła) w sekwencjach, aby zbadać, jak interakcje pomiędzy nimi wpływają na ostateczny efekt.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Ma możliwość zmiany odległości i orientacji poszczególnych elementów w celu stworzenia układów, takich jak mikroskop lub teleskop, i obserwowania, jak wpływa to na jakość i rozmiar obrazu.

Interaktywne narzędzia i funkcje pomocnicze

- Wizualizacje w realnym czasie: Uczeń widzi natychmiastowe rezultaty swoich manipulacji, co umożliwia szybkie porównywanie wyników różnych eksperymentów.
- Tryb edukacyjny: Symulacja zawiera moduł z objaśnieniami teoretycznymi oraz zadania do samodzielnego rozwiązania, co pozwala uczniowi na utrwalanie wiedzy zdobywanej podczas eksperymentów.
- Podpowiedzi i analizy: Wbudowany system podpowiedzi sugeruje kroki przy bardziej zaawansowanych eksperymentach, a narzędzie analityczne interpretuje dane z eksperymentów i wskazuje poprawność obliczeń.

Mechanika materiału

Nawigacja:

- Uczestnicy mogą poruszać się po materiale za pomocą interaktywnego menu lub przycisków nawigacyjnych.
- Przejścia między poszczególnymi ekranami/scenami są płynne i intuicyjne, aby uczestnicy mogli łatwo przemieszczać się między różnymi częściami materiału.

Eksperymenty interaktywne:

- Uczestnicy mają możliwość bezpośredniego eksperymentowania z różnymi parametrami za pomocą interaktywnych symulatorów.
- Elementy interaktywne umożliwiają manipulację parametrami i obserwację zmian zachodzących w czasie rzeczywistym.

Zadania praktyczne:

- W trakcie materiału uczestnicy mogą być zachęceni do rozwiązywania zadanych zadań praktycznych, które wymagają zastosowania zdobytej wiedzy.
- Zadania mogą obejmować zbieranie danych, analizę wyników eksperymentów oraz formułowanie wniosków.

Dyskusje i interakcje społecznościowe:

- Uczestnicy mogą mieć możliwość uczestniczenia w dyskusjach online z innymi uczestnikami lub prowadzącym.
- Platforma może udostępniać funkcje komentarzy, forum dyskusyjnego lub czatu, aby uczestnicy mogli wymieniać się pomysłami i doświadczeniami.

Monitorowanie postępów:

- System może śledzić postępy uczestników, np. poprzez zaliczanie ukończonych zadań lub eksperymentów.
- Uczestnicy mogą mieć dostęp do swoich wyników i osiągnięć, co pozwoli im śledzić własny rozwój i postępy w nauce.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Wsparcie edukacyjne:

- Materiał może zawierać funkcje wsparcia edukacyjnego, takie jak podpowiedzi, dodatkowe materiały czy też notatki.
- Uczestnicy mogą mieć możliwość uzyskania pomocy lub wyjaśnień w trudniejszych zagadnieniach.

Grafika**Interfejs:**

- Cały interfejs będzie nowoczesny, przejrzysty i atrakcyjny wizualnie, aby zachęcić użytkowników do interakcji z materiałem.
- Jasne kolory, czytelne czcionki i przejrzysta struktura będą zapewniać łatwą nawigację po zawartości.

Wizualizacje:

- Grafiki i animacje będą wykorzystane do wizualizacji abstrakcyjnych koncepcji i zjawisk.
- Wizualizacje będą klarowne i precyzyjne, aby pomóc użytkownikom w zrozumieniu omawianych treści.

Symulacje interaktywne:

- Symulacje interaktywne będą zawierać grafiki 3D lub animacje, które umożliwią użytkownikom eksperymentowanie z różnymi parametrami i obserwowanie rezultatów w czasie rzeczywistym.
- Wizualizacje w symulacjach będą dynamiczne i atrakcyjne, aby zachęcić użytkowników do interakcji.

Multimedia:

- Wideo wykłady będą zawierać grafiki i animacje, które ilustrują omawiane treści i ułatwiają zrozumienie trudniejszych koncepcji.
- Grafiki będą wykorzystywane w prezentacjach multimedialnych jako elementy pomocnicze, które wzbogacają treść i ułatwiają przyswajanie wiedzy.

Testy wiedzy:

- Grafiki będą wykorzystane w testach wiedzy, np. w formie ilustracji pytań lub odpowiedzi, aby zwiększyć atrakcyjność materiału i ułatwić użytkownikom orientację.

Personalizacja:

- Grafika będzie dostosowana do różnych poziomów wiedzy i umiejętności, aby ułatwić zrozumienie materiału dla użytkowników o różnym stopniu zaawansowania.
- Graficzne wyróżniki pomogą użytkownikom w identyfikacji sekcji i podsekcji materiału oraz śledzeniu postępów w nauce.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Przykładowe inspiracje

Effectual Simulations

Co czerpać?

- Zaawansowane wizualizacje zjawisk optycznych – realistyczne modele światła i cieni.
- Eksperymenty z optyką w interaktywnym środowisku – manipulacja przyrządami optycznymi w różnych układach.

PhET Interactive Simulations

Co czerpać?

- Intuicyjny interfejs użytkownika – łatwa obsługa symulacji nawet dla początkujących.
- Analiza trajektorii promieni światła w różnych środowiskach – np. powietrze, woda, szkło.
- Wysoka dostępność – obsługa klawiaturą, czytniki ekranowe.

4. Wymagania WCAG

Opis dostosowania materiału celem spełnienia standardu WCAG

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać założenia uniwersalnego projektowania w edukacji (UDL) oraz być zgodny ze standardami dostępności cyfrowej WCAG obowiązującymi na dzień ogłoszenia naboru, standardem ATAG 2.0 oraz zapisami ustawy z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (Dz. U. z 2019 r. poz. 1696) i ustawy z dnia 4 kwietnia 2019 r. o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych (Dz.U. z 2019 r. poz. 848). Powinien też uwzględniać dobre praktyki, stosowane w celu zapewnienia wysokiej jakości dostępnych cyfrowo materiałów edukacyjnych.

Użytkownik ze szczególnymi potrzebami, korzystający z przygotowanego zaawansowanego e-materiału, 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 zaawansowanego e-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). Poszczególne ułatwienia dostępu oraz ich konfiguracja powinny być dostępne w menu przed uruchomieniem aplikacji. Powinna istnieć również możliwość zapamiętania wybranych przez użytkownika ustawień, tak aby mogła być stosowana przy kolejnych uruchomieniach aplikacji przez użytkownika.

Zaawansowany e-materiał powinien spełniać następujące kryteria:

1. umożliwiać użytkownikowi z różnymi potrzebami korzystać z ułatwień dostępu, na wszystkich poziomach i etapach e-materiału;
2. posiadać instrukcję dla użytkowników z różnymi potrzebami, zawierającą informacje o sposobie korzystania z ułatwień dostępu i mechanizmach poruszania się po menu, przygotowaną za pomocą tzw. prostego języka;
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 (jeśli materiał tego wymaga), którą można sterować za pomocą myszy lub technologii wspomagających, takich jak wzrok lub przełącznik;
5. umożliwiać skorzystanie z pomocy w sytuacjach potencjalnie trudnych, związanych z



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- poruszaniem się po materiale;
6. użytkownik przed skorzystaniem z zaawansowanego e-materiału powinien mieć możliwość zapoznania się tutorialiem objaśniającym, jak korzystać z ułatwień dostępu;
 7. mechanika zaawansowanego e-materiału powinna pozwalać na dostęp do wszystkich obszarów interfejsu użytkownika;
 8. 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 przez technologie asystujące, 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.

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, 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;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- 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;
- 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.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



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 optycznych:
 - Interaktywne modele 3D: Symulacja powinna oferować modele w 3D przedstawiające kluczowe zjawiska optyczne, takie jak odbicie, załamanie, rozszczepienie i polaryzacja światła, umożliwiając użytkownikowi eksperymentowanie z układami optycznymi.
 - Manipulacja przyrządami optycznymi: Użytkownicy powinni mieć możliwość interakcji z soczewkami, zwierciadłami, pryzmatami i polaryzatorami, co pozwoli na badanie ich wpływu na propagację światła.
- Nawigacja i eksploracja przestrzeni optycznej:
 - Wirtualna ława optyczna: Możliwość swobodnego ustawiania źródeł światła i przyrządów optycznych w przestrzeni 3D, aby użytkownicy mogli obserwować zjawiska takie jak tworzenie się obrazów, zmiany kierunków światła i dyfrakcję.
 - Zróżnicowane widoki i wykresy: Opcje wyświetlania różnych perspektyw oraz wykresów, które ilustrują bieg promieni oraz miejsca ich skupienia i rozpraszania.
- Scenariusze edukacyjne i poziomy trudności:
 - Różnorodne scenariusze naukowe: Symulacja powinna obejmować scenariusze pozwalające na badanie różnych zjawisk, np. „Zasada odbicia”, „Załamanie na granicy ośrodków”, „Rozszczepienie światła przez pryzmat”.
 - Dostosowywanie poziomu trudności: Każdy scenariusz powinien mieć poziomy trudności odpowiednie dla różnych etapów edukacyjnych, umożliwiające dostosowanie treści do poziomu wiedzy ucznia.
- System testowania wiedzy i zadania praktyczne:
 - Quizy i zadania praktyczne: Możliwość rozwiązywania quizów i ćwiczeń związanych z odbiciem, załamaniem oraz identyfikacją obrazów pozornych i rzeczywistych.
 - Analiza i porównanie wyników z teorią: Użytkownicy powinni otrzymać możliwość porównania wyników eksperymentalnych z założeniami teoretycznymi, co umożliwia lepsze zrozumienie zasad optyki.
- Śledzenie postępów i zapis wyników:
 - Historia działań użytkownika: Symulacja powinna umożliwiać zapis działań i wyników użytkowników, co pozwala na analizę postępów w eksperymentach.
 - Profil wyników i osiągnięć: Użytkownicy muszą mieć dostęp do podsumowania wyników z wykonanych ćwiczeń, co wspiera monitorowanie postępów.
- Personalizacja przez nauczyciela:
 - Dostosowanie parametrów symulacji: Nauczyciele powinni mieć możliwość określenia początkowych parametrów scenariuszy oraz dostosowania opcji eksperymentalnych.
 - Tworzenie własnych scenariuszy: Możliwość tworzenia przez nauczycieli nowych scenariuszy optycznych, dostosowanych do tematyki lekcji.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- System powinien umożliwiać użytkownikowi zapisanie i wczytanie własnych ustawień symulacji, co pozwala na powrót do wcześniejszych eksperymentów

Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

Raportowanie wyników i statystyki dla nauczycieli:

- System raportów i statystyk: Nauczyciele powinni mieć dostęp do raportów wyników i statystyk, co pozwala na monitorowanie postępów uczniów.
- Podsumowanie wyników dla użytkownika: Użytkownik powinien mieć dostęp do sekcji podsumowującej wyniki z ćwiczeń, co pozwala na bieżąco śledzić postępy.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

