

SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

1. Metryczka materiału

Tytuł materiału	Elektrostatyka 3D
Numer materiału	VI.7
Autorzy 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	fizyka



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)

Aplikacja opracowana w celu lepszego zrozumienia praw i zasad elektrostatyki. Omówienie podstawowych zjawisk - oddziaływań elektrostatycznych i ich skutków; użytkownik może manipulować ładunkami oraz akcesoriami tak, by obserwować efekt stosowania różnych układów. Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości do ilustrowania praw i teorii oraz praktycznych zastosowań elektrostatyki.

Użytkownik może badać i odkrywać zasady elektrostatyki poprzez eksperymenty. Abstrakcyjne pojęcia elektrostatyki (siły, ładunki, potencjał) uzyskują konkretne formy namacalnych, interaktywnych obiektów. Uczestnik uczy się poprzez bezpośrednie manipulowanie obiektami fizycznymi i otrzymywanie informacji zwrotnych z otoczenia w czasie rzeczywistym. Zjawiska i obiekty, które trudno obserwować i doświadczyć bezpośrednio (np. obiekty mikroskopijne - cząsteczki itp. - albo odległe i niebezpieczne (zachowanie się plazmy), zostają przekształcone w środowisko interaktywne.

Cel ogólny materiału

Materiał ma na celu rozwinięcie wiedzy uczniów na temat elektrostatyki oraz pojęć i zjawisk z nią związanych, takich jak natężenie i potencjał pola elektrostatycznego, pole centralne i jednorodne, dipol elektryczny. Cel będzie realizowany poprzez prezentację teoretyczną, demonstracje praktyczne oraz przeprowadzenie serii eksperymentów. Prezentacja teoretyczna będzie opierała się na interaktywnym wprowadzeniu oraz dyskusji na temat poszczególnych zagadnień. Demonstracje praktyczne obejmować będą serie pokazów dotyczących oddziaływań między ładunkami elektrycznymi oraz interakcji z polami elektrycznymi. W ramach tych eksperymentów uczeń będzie miał możliwość samodzielnego wykonywania doświadczeń, takich jak obserwacja sił oddziaływania między naładowanymi ciałami, badanie rozkładu ładunków na przewodnikach i izolatorach oraz eksploracja wpływu różnych materiałów na przewodnictwo elektryczne. Te działania praktyczne pozwolą użytkownikowi nie tylko na zrozumienie podstawowych praw elektrostatyki, takich jak Prawo Coulomba, ale również na głębsze przyswojenie teorii.

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

Szkoła podstawowa

Fizyka

Uczeń:

- opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wskazuje, że zjawiska te polegają na przemieszczaniu elektronów;
- opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych;
- odróżnia przewodniki od izolatorów oraz wskazuje ich przykłady;
- opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego (indukcja elektrostatyczna);
- opisuje budowę oraz zasadę działania elektroskopu;
- posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elementarnego; stosuje jednostkę ładunku.

Szkoła ponadpodstawowa

Fizyka (zakres podstawowy)

Uczeń:

- posługuje się zasadą zachowania ładunku;
- oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- posługuje się pojęciem pola elektrycznego;
- ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola;
- opisuje pole jednorodne;
- opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach i znikanie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya);
- opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, pomiędzy którymi istnieje napięcie elektryczne oraz jako urządzenie magazynujące energię.

Fizyka (zakres rozszerzony)

Uczeń:

- posługuje się zasadą zachowania ładunku;
- oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków stosując prawo Coulomba;
- posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką;
- ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola;
- interpretuje zagęszczenie linii pola jako miarę natężenia pola;
- rozróżnia pole centralne i pole jednorodne;
- analizuje natężenie pola wytwarzanego przez układ ładunków punktowych i oblicza jego wartość;
- opisuje pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków;
- opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya), duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika;
- analizuje ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym;
- analizuje pracę jako zmianę energii potencjalnej podczas przemieszczenia ładunku w polu elektrycznym;
- posługuje się pojęciem potencjału pola i jego jednostką;
- oblicza zmianę energii ładunku w polu centralnym i jednorodnym;
- opisuje ilościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego;
- posługuje się pojęciem pojemności kondensatora i jej jednostką;
- posługuje się zależnością pojemności kondensatora płaskiego od jego wymiarów;
- oblicza energię zmagazynowaną w kondensatorze;
- opisuje polaryzację dielektryków w polu zewnętrznym i ich wpływ na pojemność kondensatora;
- oblicza pojemność kondensatora, uwzględniając stałą dielektryczną.

3. Charakterystyka materiału

Opis zawartości merytorycznej materiału

W symulacji **Elektrostatyka 3D** użytkownik ma możliwość badania sił elektrostatycznych, pól elektrycznych oraz interakcji między ładunkami w przestrzeni trójwymiarowej. Symulacja pozwala na wizualizację sił działających na ładunki w przestrzeni, zgodnie z prawem Coulomba i zasadami elektrostatyki.

Opis symulacji i czynności do wykonania przez ucznia

- **Manipulowanie ładunkami punktowymi**
 - Uczeń może ustawiać ładunki punktowe (dodatnie i ujemne) o różnej wielkości i obserwować, jak siła elektrostatyczna zmienia się w zależności od odległości i wielkości ładunków.
 - Możliwość przesuwania ładunków w przestrzeni 3D oraz zmieniania ich wielkości i



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



biegunowości umożliwia uczniowi eksplorację zależności między siłą elektrostatyczną a odległością oraz wielkością ładunków zgodnie z prawem Coulomba.

- **Analiza sił elektrostatycznych**
 - Symulacja wizualizuje kierunek i wartość sił działających między ładunkami za pomocą wektorów. Uczeń może obserwować, jak różne układy ładunków wpływają na siły między nimi.
 - Uczeń ma także możliwość pomiaru wartości sił między ładunkami, co pozwala na sprawdzenie zgodności wyników z teoretycznymi przewidywaniami wynikającymi z prawa Coulomba.
- **Eksperymenty z polami elektrycznymi**
 - Symulacja pozwala uczniowi tworzyć i badać pola elektryczne wokół pojedynczych oraz układów ładunków. Uczeń może obserwować linie pola oraz jego intensywność w różnych punktach przestrzeni.
 - W ramach eksperymentów uczeń może umieszczać ładunki testowe w różnych miejscach, aby zobaczyć, jak zmienia się siła działająca na nie w zależności od położenia względem innych ładunków.
- **Tworzenie układów wieloładunkowych**
 - Uczeń może tworzyć złożone układy składające się z wielu ładunków o różnych wartościach, co pozwala na analizę zjawisk wynikających z interakcji kilku ładunków jednocześnie, takich jak oddziaływania przyciągania i odpychania.
 - Możliwość ustalania odległości między ładunkami i zmiany ich wartości pozwala badać równowagę elektrostatyczną i eksperymentować z układami symetrycznymi i asymetrycznymi.
- **Obserwacja ekranowania i indukcji**
 - Uczeń może eksperymentować z różnymi przewodnikami i dielektrykami, aby badać zjawiska ekranowania i indukcji elektrostatycznej. Pozwala to zobaczyć, jak materiały izolacyjne i przewodzące wpływają na rozkład pola elektrycznego.
 - W symulacji możliwe jest ustawienie płytek metalowych, które mogą gromadzić ładunki indukowane, i obserwowanie, jak to wpływa na siłę działającą na pobliskie ładunki.
- **Mierzenie i obliczanie wartości**
 - Uczeń ma dostęp do narzędzi pomiarowych, takich jak linijki i mierniki siły oraz natężenia pola, co pozwala na dokładne obliczanie wartości zgodnych z zasadami elektrostatyki.
 - Funkcja zapisu danych z eksperymentów umożliwia uczniowi porównywanie wyników z wyprowadzonymi zależnościami i weryfikację teoretycznych praw.
- **Śledzenie linii pola elektrycznego**
 - Symulacja wyświetla linie pola elektrycznego, które uczeń może badać poprzez zmianę konfiguracji ładunków. Pozwala to zrozumieć, jak linie pola tworzą wzory wokół różnych układów ładunków oraz jak układają się w przypadku konfiguracji dipoli i innych bardziej złożonych układów.
 - Uczeń może wizualizować różnice w kształcie i kierunku linii pola dla ładunków o różnych wartościach i konfiguracjach.

Dodatkowe narzędzia i funkcje edukacyjne

- **Tryb interaktywnych eksperymentów:** Symulacja zawiera moduł z zadaniami i pytaniami, które pomagają uczniowi stosować zasady elektrostatyki w praktyce.
- **Analizy i odpowiedzi:** System odpowiedzi sugeruje kroki lub wyjaśnia pojęcia, jeśli uczeń napotka trudności. Istnieje także możliwość uzyskania informacji zwrotnej, co pozwala lepiej zrozumieć wyniki eksperymentów.
- **Opcje modyfikacji środowiska:** Uczeń może zmieniać właściwości otoczenia (np.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



przewodność materiałów) lub wprowadzać nowe elementy, aby sprawdzać, jak wpływają one na siły elektrostatyczne i pola elektryczne.

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

- Wykonawca powinien posiadać głęboką wiedzę na temat elektrostatyki, aby móc przekazać teorię w sposób klarowny i zrozumiały.
- Materiał musi być dostosowany do poziomu i wieku uczniów, uwzględniając ich wcześniejsze doświadczenia i wiedzę w zakresie fizyki.
- Materiał ma 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 treści w sposób zrozumiały i przystępny, unikając nadmiernego skomplikowania pojęć i terminologii.
- Materiał musi 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 ma zawierać elementy weryfikujące zrozumienie uczniów, takie jak quizy, zadania praktyczne czy dyskusje, aby sprawdzić, czy osiągnęli oni zamierzone cele edukacyjne.
- Materiał uwzględnia różnorodność potrzeb uczniów, zapewniając wsparcie dla uczniów o różnym poziomie umiejętności oraz dostosowując się do ewentualnych potrzeb specjalnych.
- Wykonawca zadba o motywację uczniów poprzez interesującą i angażującą prezentację materiału oraz poprzez pokazanie jego znaczenia i praktycznych zastosowań.

Opis struktury materiału

Materiał został podzielony na kilka tematycznych sekcji, które stopniowo wprowadzają ucznia w kolejne zagadnienia elektrostatyki. Każda sekcja zawiera zadania oraz konkretne czynności do wykonania, umożliwiając uczniowi samodzielne odkrywanie praw fizycznych poprzez interaktywne eksperymenty.

1. Wprowadzenie do ładunków i siły elektrostatycznej

- Cele: Zrozumienie podstawowych pojęć ładunków (dodatnich i ujemnych) oraz siły elektrostatycznej. Wprowadzenie do zależności siły od wartości i odległości między ładunkami.
- Zadania i czynności:
 - Umieść w przestrzeni dwa ładunki punktowe i zmień ich wartość oraz znak. Obserwuj, jak zmienia się siła przyciągania lub odpychania między ładunkami.
 - Zmierz odległość między ładunkami oraz siłę i zarejestruj wyniki. Oblicz wartość siły zgodnie z prawem Coulomba i porównaj z danymi z symulacji.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Zmniejsz odległość między ładunkami o połowę i zobacz, jak wpływa to na wielkość siły elektrostatycznej. Odpowiedz na pytania sprawdzające zrozumienie kwadratowej zależności siły od odległości.

2. Zasady pola elektrycznego

- Cele: Zrozumienie, czym jest pole elektryczne i jak je można opisać za pomocą linii pola oraz wartości natężenia. Poznanie zasady działania ładunków próbnych.
- Zadania i czynności:
 - Umieść pojedynczy ładunek dodatni w przestrzeni i obserwuj linie pola elektrycznego, które się wokół niego tworzą. Umieść ładunek próbny w różnych miejscach i sprawdź, jak zmienia się wartość natężenia pola w zależności od odległości.
 - Stwórz parę ładunków (dodatni i ujemny), czyli dipol. Obserwuj kształt i rozkład linii pola elektrycznego wokół dipola oraz przeanalizuj kierunki linii.
 - Zmierz natężenie pola w różnych punktach i porównaj je z obliczeniami teoretycznymi. Przeanalizuj, jak zmienia się natężenie pola w miarę oddalania się od ładunku.

3. Układy wieloładunkowe i zasada superpozycji

- Cele: Poznanie zasady superpozycji pól elektrycznych oraz jej zastosowania przy analizie bardziej złożonych układów ładunków.
- Zadania i czynności:
 - Rozmieść w przestrzeni trzy ładunki i zaobserwuj, jak sumują się ich pola elektryczne. Wykonaj analizę sił działających na każdy z ładunków w zależności od położenia pozostałych ładunków.
 - Zbadaj przypadek, w którym wszystkie ładunki są jednakowo naładowane, i przeanalizuj, jak siły między nimi dążą do rozproszenia układu. Odpowiedz na pytania dotyczące równowagi sił w takich konfiguracjach.
 - Przeprowadź eksperyment, w którym zwiększysz i zmniejszysz wartość jednego z ładunków. Obserwuj zmiany w układzie i wyciągnij wnioski dotyczące efektu superpozycji.

4. Równowaga elektrostatyczna i pola elektryczne w przewodnikach

- Cele: Zrozumienie równowagi elektrostatycznej oraz zasad ekranowania elektrostatycznego. Poznanie różnic między przewodnikami a izolatorami w kontekście pola elektrycznego.
- Zadania i czynności:
 - Umieść ładunki w przestrzeni blisko przewodzącej płytki i obserwuj rozkład pola elektrycznego wokół niej. Zaobserwuj, jak płytka "ekranuje" ładunki i wpływa na siły działające na inne ładunki.
 - Zmodyfikuj układ, wprowadzając różne przewodniki oraz dielektryki, i obserwuj różnice w rozkładzie linii pola. Przeanalizuj, jak zmienia się rozkład ładunków w przewodniku podczas przyłożenia zewnętrznego pola elektrycznego.
 - Stwórz układ składający się z kilku przewodników i zaobserwuj, jak tworzą się ładunki indukowane. Wykonaj eksperyment polegający na pomiarze wartości pola



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



elektrycznego w pobliżu przewodnika, aby potwierdzić, że wewnątrz przewodnika pole elektryczne wynosi zero.

5. Praca, energia i potencjał elektryczny

- Cele: Wprowadzenie do pojęcia energii potencjalnej i potencjału elektrycznego. Zrozumienie pracy wykonanej podczas przemieszczania ładunku w polu elektrycznym.
- Zadania i czynności:
 - Umieść dwa ładunki i zmierz energię potencjalną ich układu w różnych odległościach. Przesuń ładunek testowy między różnymi punktami pola i obserwuj zmiany w energii potencjalnej.
 - Użyj narzędzia do wyznaczania potencjału elektrycznego w różnych punktach przestrzeni i przeanalizuj, jak wartość potencjału zmienia się wraz z odległością od ładunku źródłowego.
 - Umieść kilka ładunków, aby stworzyć bardziej złożony układ, i przeanalizuj, jak energia potencjalna zmienia się w różnych pozycjach. Ustal trajektorię, po której praca w polu elektrycznym wynosi zero (linię ekwipotencjalną) i zaobserwuj jej przebieg.

6. Funkcje i narzędzia pomocnicze

- Kalkulator prawa Coulomba i natężenia pola: Narzędzie umożliwiające szybkie obliczanie sił i natężenia pola na podstawie wprowadzonych wartości ładunków i odległości.
- Symulowane eksperymenty zadań: Wbudowane zadania i instrukcje krok po kroku prowadzą ucznia przez skomplikowane układy, wyjaśniając teoretyczne podstawy podczas wykonywania eksperymentów.
- Podpowiedzi i analizy wyników: Uczniowie mogą uzyskać podpowiedzi i wyjaśnienia, jeśli napotkają trudności, oraz otrzymują automatyczne analizy uzyskanych wyników w oparciu o poprawność z teorii.

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



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- 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.

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:

- Interaktywne wprowadzenie będzie zawierać grafiki i animacje, które ilustrują omawiane treści i ułatwiają zrozumienie trudniejszych koncepcji.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- 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.

Przykładowe inspiracje

Physics Curriculum (Electrostatics 3D)

Co czerpać?

- Rozbudowane eksperymenty elektrostatyczne – możliwość modyfikacji sił, potencjałów i ruchu ładunków w różnych środowiskach.
- Interaktywne wizualizacje – atrakcyjny sposób przedstawienia linii pola i oddziaływań elektrostatycznych.

Effectual Simulations

Co czerpać?

- Graficzne przedstawienie wektorów sił elektrostatycznych – dynamiczne wizualizacje kierunku i wartości sił.
- Możliwość eksperymentowania z układami wieloładunkowymi – analiza interakcji między różnymi ładunkami.

PhET Interactive Simulations

Co czerpać?

- Prosty i intuicyjny interfejs użytkownika, który ułatwia eksperymentowanie.
- Wysoka dostępność – zgodność z WCAG, wsparcie dla klawiatury i czytników ekranowych.

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



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



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 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,



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;
- niestosowanie dużych bloków ciężkiego tekstu;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- niestosowanie podkreślania słów, niepochylenia 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 elektrostatycznych:

- Interaktywne modele ładunków: Symulacja powinna umożliwiać użytkownikom tworzenie i manipulowanie punktowymi ładunkami o różnych wartościach i znakach, obserwując ich wzajemne oddziaływania i siły elektrostatyczne.
- Oddziaływania między ładunkami i pomiar potencjału: Użytkownicy powinni mieć możliwość ustawiania ładunków w przestrzeni 3D i obserwowania wynikających z tego efektów, takich jak linie pola i gradienty potencjału.

Nawigacja i eksploracja przestrzeni 3D:

- Swobodne manipulowanie obiektami: Możliwość przesuwania, skalowania oraz obracania ładunków i narzędzi w przestrzeni 3D, aby użytkownicy mogli obserwować zjawiska w pełnej perspektywie.
- Wizualizacje pola elektrostatycznego: Symulacja powinna dynamicznie rysować linie pola i kierunki wektorów siły w zależności od położenia ładunków, co pozwala na lepsze zrozumienie rozkładu pola.

Scenariusze edukacyjne i poziomy trudności:



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Różnorodne scenariusze badawcze: Scenariusz powinien obejmować różne zjawiska, takie jak „Pole elektrostatyczne wokół ładunku punkowego”, „Oddziaływanie dipoli”, oraz „Zjawisko indukcji elektrostatycznej”.
- Dostosowywane poziomy trudności: Każdy scenariusz powinien mieć poziomy trudności odpowiednie do poziomu wiedzy uczniów, umożliwiając dostosowanie symulacji do poziomu edukacyjnego.

System testowania wiedzy i zadania praktyczne:

- Quizy i zadania praktyczne: Użytkownicy powinni mieć możliwość rozwiązywania zadań dotyczących oddziaływań elektrostatycznych, takich jak wyznaczanie sił, potencjału oraz pola w różnych punktach.
- Analiza i feedback: Symulacja powinna oferować możliwość analizy wyników oraz natychmiastowy feedback w celu omówienia poprawności wyników oraz ich porównania z założeniami teoretycznymi.

Śledzenie postępów i zapis wyników:

- Historia działań użytkownika: Możliwość zapisywania historii działań oraz wyników, co pozwala uczniom na analizę swoich postępów.
- Profil wyników i osiągnięć: Użytkownicy powinni mieć dostęp do sekcji podsumowującej wyniki z wykonanych ćwiczeń, co wspiera monitorowanie postępów i zdobywanie osiągnięć.

Personalizacja przez nauczyciela:

- Dostosowanie parametrów symulacji: Nauczyciele powinni mieć możliwość określenia początkowych parametrów scenariuszy oraz dostosowania opcji eksperymentalnych.
- Tworzenie własnych scenariuszy: Możliwość tworzenia i dostosowywania scenariuszy elektrostatycznych, aby lepiej dopasować symulację do tematyki zajęć.
- 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 i statystyk, co pozwala im monitorować postępy uczniów.
- Podsumowanie wyników dla użytkownika: Użytkownik powinien mieć dostęp do sekcji podsumowującej wyniki z ćwiczeń, co pozwala na bieżące śledzenie własnych postępów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

