

SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

1. Metryczka materiału

Tytuł materiału	Wirtualne laboratorium chemii nieorganicznej
Numer materiału	II.8
Autorzy scenariusza	Paweł Cieśla, Ewelina Gajko-Jurkowska
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 Kusztelak)
Weryfikacja językowa	Elżbieta Chrabołowska
Rodzaj multimedium	wirtualne laboratorium
Wykorzystanie AR lub VR AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość	<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
Przedmiot(y), do nauki których przeznaczony jest materiał	chemia język obcy nowożytny

2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)
<p>Zaawansowane laboratorium chemii nieorganicznej zrealizowane w technologii VR – symulator rzeczywistego laboratorium, ze znaczną liczbą odczynników i możliwymi do wykonania wybranymi eksperymentami z zakresu chemii nieorganicznej przewidzianych w podstawie programowej - zakodowane właściwości i zachowania poszczególnych substancji w typowych warunkach, w tym w kontakcie z innymi substancjami. Laboratorium ma możliwość stwarzania zagrożeń, celem nauki ich unikania. Możliwość uzupełniania laboratorium o nowe eksperymenty i możliwości przez import dodatkowych paczek – co umożliwi możliwość aktualizacji i rozbudowy laboratorium, szczególnie przy ewentualnej zmianie podstawy programowej.</p>



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Cel ogólny materiału

Umożliwienie uczniowi w sposób bezpieczny opanowanie zasad bezpiecznej pracy w laboratorium, ukształtowanie prawidłowych nawyków, a także zapoznanie się z właściwościami różnych substancji i przebiegiem procesów chemicznych, o których mowa w podstawie programowej do chemii. Uczeń również kształtuje umiejętności językowe – laboratorium ma możliwość implementacji różnych języków obcych

Cel zostanie osiągnięty poprzez wykonywanie różnorodnych eksperymentów chemicznych, bez konieczności używania odczynników i generowania niepotrzebnych, a czasem niebezpiecznych odpadów, przy realizacji zasad zielonej chemii i zrównoważonego rozwoju.

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

Chemia

Uczeń:

- poprawnie posługuje się sprzętem laboratoryjnym;
- stosuje zasady bezpiecznej pracy w laboratorium;
- rozpoznaje możliwe zagrożenia w laboratorium i odpowiednio reaguje;
- sporządza, rozcieńcza i zatęża roztwory różnych substancji o określonym stężeniu procentowym;
- bada właściwości substancji dostępnych w laboratorium;
- projektuje i przeprowadza proste doświadczenia chemiczne.

Język obcy nowożytny

Uczeń:

- korzysta z różnych źródeł informacji w języku obcym nowożytnym, również za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych;
- posługuje się podstawowym zasobem środków językowych (leksykalnych, gramatycznych, ortograficznych oraz fonetycznych), umożliwiającym realizację pozostałych wymagań ogólnych w zakresie następujących tematów: nauka i technika.

3. Charakterystyka materiału

Opis zawartości merytorycznej materiału

Niezbędne zachowanie procedur BHP - konieczny strój laboratoryjny, w tym okulary ochronne i spięte włosy, dla eksperymentów niebezpiecznych także rękawice ochronne.

Eksperymenty do realizacji:

- Badanie reakcji metali I i II grupy układu okresowego (min. litu, sodu, potasu, wapnia, magnezu) z wodą. W obecności fenoloftaleiny oraz bez obecności fenoloftaleiny.
- Otrzymywanie gazów: tlenu, wodoru, azotu, chloru, chlorowodoru, siarkowodoru, tlenu węgla(IV), tlenku siarki(IV) i badanie wybranych właściwości fizykochemicznych.
- Otrzymywanie roztworów wybranych kwasów tlenowych: siarkowego(IV), węglowego, fosforowego(V) - w wyniku reakcji odpowiednich tlenków z wodą (w obecności oranżu metylowego, jak i bez obecności wskaźnika - z możliwością zbadania odczynu papierkiem wskaźnikowym uniwersalnym).
- Reakcje spalania wybranych substancji w tlenie i chlorze.
- Reakcje otrzymywania soli metodami:
 - kwas + wodorotlenek
 - metal + niemetal
 - metal + kwas
 - tlenek metalu + kwas
 - tlenek niemetalu + wodorotlenek



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



<ul style="list-style-type: none"> ○ tlenek metalu + tlenek niemetalu. ● Prowadzenie reakcji strąceniowych, uwzględniając poniższe jony: kationy: Ag^+, Al^{3+}, Ba^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Cr^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, K^+, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Na^+, NH_4^+, Pb^{2+}, Zn^{2+}; aniony: OH^-, Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, S^{2-}, SO_3^{2-}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, CrO_4^{2-}, PO_4^{3-}. Należy umożliwić przeprowadzenie reakcji każdego anionu z każdym kationem w dowolnej kolejności. Należy zapewnić realistyczne efekty prowadzonych reakcji, nawet w przypadkach, gdy nie ma widocznej zmiany i wytrącenia osadu, użytkownik to powinien zobaczyć. Należy zadbać o właściwą charakterystykę strąconych osadów (np serowaty, krystaliczny, koloidalny, itp.).
Kluczowe wymagania merytoryczne i dydaktyczne dla Wykonawcy materiału, które muszą zostać uwzględnione
<p>Pracując w wirtualnym laboratorium, uczeń musi nauczyć się bezpiecznego i poprawnego laborowania, dlatego niezbędne jest nauczanie go właściwej pracy i podstawowych procedur laboratoryjnych. Uczeń powinien móc pracować w dowolnej kolejności, mieszać ze sobą różne odczynniki. Wygląd substancji, a także przebieg i wyniki eksperymentów muszą wiernie odpowiadać rzeczywistym procesom. Błędne, niewłaściwe, niebezpieczne zachowania ucznia powinny być sygnalizowane przez wirtualnego asystenta, który nadzoruje pracę ucznia lub/i powinny ukazać skutki tego działania.</p> <p>Po wykonaniu eksperymentu uczeń musi posprzątać stanowisko pracy, w tym właściwie zagospodarować powstałe odpady i umyć szkło laboratoryjne. Należy zapewnić właściwe pojemniki na wygenerowane odpady.</p> <p>Laboratorium powinno być w pełni konfigurowalne przez nauczyciela, który będzie miał możliwość włączania i wyłączania niektórych funkcjonalności/eksperymentów/zawartości szafy laboratoryjnej itp. Umożliwi to uniwersalne wykorzystanie laboratorium w ramach różnych tematów lekcji.</p>
Opis struktury materiału
<p>Jedno lub kilka pomieszczeń (3D), w obrębie których porusza się uczeń.</p> <p>W pomieszczeniu laboratoryjnym konieczne ma być duży stół laboratoryjny, dygestorium, wszystkie elementy wyposażenia laboratorium (np gniazdka elektryczne, łaźnia wodna, palnik, zlew, gaśnica, regulaminy i instrukcje) niezbędne do wykonania eksperymentu oraz ewentualne wyposażenie dodatkowe. Pomieszczenie zaprojektowane tak, aby praca była bezpieczna. Wyposażenie nie powinno zabierać miejsca na bezpieczne wykonanie eksperymentu i nie powinno przeszkadzać.</p> <p>W odrębnym pomieszczeniu - szkło laboratoryjne do wykorzystania oraz szafy z odczynnikami – odczynniki ułożone w szafie zgodnie z zasadami ich przechowywania (niektóre pod wyciągiem), opatrzone właściwymi etykietami. Dla wszystkich odczynników dostępne karty charakterystyki. W laboratorium dostępne także pojemniki na odpady.</p> <p>Wykonanie doświadczenia/eksperymentu zaczyna się skompletowaniem niezbędnego sprzętu i odczynników. Jeżeli nie wszystkie odczynniki z jakichś względów nie mogą być skompletowane, od razu należy je wziąć we właściwym momencie (jeżeli potrzeba wykorzystać odczynniki umieszczone w dygestorium, to nie należy ich wyciągać poza dygestorium). Próba wyciągnięcia odczynnika z dygestorium powinna skutkować odpowiednim komunikatem alarmowym.</p> <p>Po przeprowadzeniu doświadczenia/eksperymentu należy po sobie posprzątać, zwracając uwagę na środki ostrożności i co gdzie wylewamy.</p>



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Każdy eksperyment powinien mieć dostępną na życzenie użytkownika instrukcję oraz pomoc wirtualnego asystenta, który nadzoruje pracę ucznia. Wszelkie nieprawidłowości powinny być użytkownikowi sygnalizowane.

Mechanika materiału

Konfiguracja laboratorium przez nauczyciela:

- **Panel konfiguracyjny:** Nauczyciel może dostosować laboratorium do potrzeb edukacyjnych:
 - wybór dostępnych odczynników, sprzętu oraz eksperymentów
 - automatyczne dostosowanie widoczności sprzętu i odczynników do aktywowanych eksperymentów
 - możliwość rozbudowy bazy odczynników, sprzętu i eksperymentów w przyszłości.

Obsługa wielojęzyczna:

- Domyślnym językiem jest polski, z opcją przełączania między różnymi językami (np. angielski, francuski, hiszpański, włoski).
- System umożliwia dodawanie nowych wersji językowych.

Poruszanie się po laboratorium:

- **Perspektywa pierwszej osoby:** użytkownik samodzielnie eksploruje przestrzeń i wykonuje czynności.
- **Tryb VR:**
 - obsługa kontrolerów ruchu do wykonywania eksperymentów i manipulacji w przestrzeni
 - obracanie obiektów i wskazywanie elementów za pomocą gestów
 - użytkownik w trybie VR może poruszać się swobodnie lub teleportować w zależności od ustawień.
- **Tryb standardowy:**
 - identyczna funkcjonalność, realizowana za pomocą myszy i klawiatury (np. obracanie obiektów przez przesuwanie myszą, wybieranie elementów przez kliknięcia).

Interakcje z wyposażeniem laboratorium:

- **Realistyczna symulacja:** procedury laboratoryjne odwzorowane z uwzględnieniem realistycznych efektów wizualnych i dźwiękowych.
- **Manipulacja sprzętem i odczynnikami:**
 - obsługa wag, pipet, mikroskopów i szkła laboratoryjnego
 - możliwość mieszania odczynników, obserwowania reakcji i analizowania wyników.
- **Efekty wizualne i dźwiękowe:** symulacja realistycznych efektów oraz przebiegu reakcji chemicznych, takich jak zmiany koloru, emisja gazów, wytrącanie i zanik osadu, forma osadu, odgłosy mieszania, odgłosy powstające podczas przebiegu reakcji i inne nie wymienione jeżeli występują w rzeczywistym procesie. Użytkownik może dowolnie mieszać odczynniki, a system realistycznie odwzoruje zachodzące reakcje.

System wsparcia i analizy:

- **Wirtualny asystent:**
 - udziela wskazówek w czasie rzeczywistym, monitoruje każdy etap eksperymentu



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- dostarcza szczegółową informację zwrotną na temat błędów i ich konsekwencji.
- **Rejestracja pracy:**
 - możliwość nagrywania przebiegu eksperymentu w formie wideo (dostępnego do pobrania przez określony czas)
 - funkcja przeglądania kroków wykonanych przez ucznia w celu analizy i poprawy działań.
- **Krok wstecz:**
 - użytkownik może cofnąć ostatnią akcję lub powtórzyć cały eksperyment od początku.

Ocena użytkownika:

- Po każdym eksperymencie użytkownik otrzymuje ocenę opartą na poprawności wykonania poszczególnych kroków, w postaci punktów oraz szczegółową informację zwrotną na temat poprawności jego działań..
- System dostarcza wskazówki do poprawy oraz możliwość powtórzenia eksperymentu.

Bezpieczeństwo i procedury BHP:

- Laboratorium wyświetla procedury bezpieczeństwa oraz ostrzeżenia przy ich naruszeniu.
- Użytkownik musi przestrzegać zasad, takich jak używanie rękawiczek, masek czy odpowiednia obsługa substancji toksycznych.
- Praca pod dyktando zgodnie z zasadami BHP (jeżeli wymagają tego względy bezpieczeństwa wykonywanie czynności laboratoryjnych przy opuszczonej szybie dyktando chroniącej użytkownika).

Analiza błędów:

- System rejestruje wszystkie błędy, takie jak niepoprawny wybór odczynników, niewłaściwe proporcje czy nieodpowiednia technika mieszania.
- Wirtualny asystent podpowiada, jak poprawić procedurę i wskazuje przyczyny niepowodzeń.

Współpraca i obserwacja: Widok z gogli VR może być transmitowany na monitor, co umożliwia nauczycielowi i grupie uczniów obserwację działań użytkownika.

Rejestracja wyników i analiza danych:

- Użytkownik może zapisywać wyniki eksperymentów w formie notatek lub raportów.
- System umożliwia analizę wyników i porównanie ich z teoretycznymi założeniami

Grafika

Styl graficzny:

- Grafika stylizowana, jasna i przyjazna, ale jednocześnie realistyczna w odwzorowywaniu wyposażenia laboratorium, aby zapewnić immersję użytkownika.
- Kolorystyka stonowana, z jasnymi błakami i tłem, które nie zaburza widoczności zawartości probówek, zlewów i innych elementów eksperymentu.

Przestrzeń laboratorium:

- Jedno lub kilka pomieszczeń laboratoryjnych, zawierających:
 - **duży stół laboratoryjny:** centralny element przestrzeni z odpornością na



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- o działanie substancji chemicznych
- o **dygestorium**: realistyczne odwzorowanie działania, w tym otwieranie szyby i widoczne efekty pracy pod digestorium, takie jak wyciąg dymu lub ochronę przed substancjami drażniącymi
- o **zlew i pojemniki na odpady**: funkcjonalne elementy, które mogą być wykorzystywane w eksperymentach i utylizacji odpadów
- o **szafy i półki z odczynnikami**: estetyczne i logicznie rozmieszczone, z wyraźnymi etykietami dla każdego odczynnika.

Interaktywność obiektów:

- **Sprzęt laboratoryjny**: wagi, pipety, probówki, zlewki w pełni interaktywne, realistycznie odwzorowane pod względem kształtu, koloru i proporcji.
- **Odczynniki**: każdy odczynnik ma swój unikalny wygląd, na przykład różne kolory roztworów czy konsystencja substancji.
- **Błat laboratoryjny**: czysty, o teksturze odpornej na substancje chemiczne, zapewniający komfort pracy i czytelność.

Efekty wizualne:

- **Reakcje chemiczne**: realistyczne animacje przedstawiające zmiany zachodzące w probówkach i zlewkach (np. zmiana koloru, wydzielanie gazu, wytrącanie osadu, zanik osadu, wrzenie).
- **Dygestorium**: dynamiczne efekty pracy wyciągu, takie jak zasysanie dymu czy odseparowanie odczynników drażniących od przestrzeni roboczej. Praca pod digestorium zgodnie z zasadami BHP (jeżeli wymagają tego względy bezpieczeństwa wykonywanie czynności laboratoryjnych przy opuszczonej szybie digestorium chroniącej użytkownika).
- **Oświetlenie**: jasne i równomierne oświetlenie przestrzeni, szczególnie nad stołem laboratoryjnym i dygestorium, które pozwala na precyzyjną pracę.

Środowisko wizualne:

- Tło laboratoryjne dostosowane do typu eksperymentów, z subtelnymi elementami dekoracyjnymi, które nie odciągają uwagi od pracy.
- Elementy BHP (np. rękawiczki, maski) widoczne na stanowisku, jako stały element przypominający o zasadach bezpieczeństwa.

Dostosowanie grafiki do trybu VR i standardowego:

- **Tryb VR**: grafika 3D z głęboką immersją, interaktywność oparta na gestach i manipulacji przestrzennej.
- **Tryb standardowy**: Widok z perspektywy pierwszej osoby, z intuicyjną obsługą za pomocą myszy i klawiatury. Wszystkie elementy wizualne dostosowane do pracy w 3D.

Personalizacja wizualna: możliwość wyboru przez użytkownika poziomu detali grafiki (np. dla starszych urządzeń), a także personalizacji wybranych elementów, takich jak kolory blatu czy tła.

Dźwięk i wizualizacja BHP: wszelkie nieprawidłowości w pracy (np. rozlanie substancji, nieprawidłowe użycie sprzętu) sygnalizowane zarówno dźwiękiem, jak i wizualnymi wskazówkami, np. wyświetleniem ostrzeżeń na ekranie.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Przykładowe inspiracje

Komercyjne i edukacyjne rozwiązania laboratoryjne:

Labster :

- świetny przykład realistycznego wirtualnego laboratorium
- symulacje oparte na rzeczywistych procedurach laboratoryjnych
- interaktywny system wsparcia z wirtualnym nauczycielem, który wskazuje błędy i ich konsekwencje
- przejrzysty i intuicyjny interfejs, który może być inspiracją do zaprojektowania nawigacji i mechanik w aplikacji.

ChemCollective Virtual Lab:

- interaktywna platforma do eksperymentów chemicznych
- dobra wizualizacja reakcji chemicznych i realistyczne właściwości substancji
- narzędzia umożliwiające samodzielne konfigurowanie eksperymentów.

Empiriusz:

- polska platforma edukacyjna z prostszymi symulacjami chemicznymi
- inspiracja dla tworzenia narracji edukacyjnej i dostosowania do polskich standardów nauczania.

Gry VR i narzędzia naukowe:

Virtual Reality Science Lab:

- immersyjne doświadczenie VR z realistycznymi efektami wizualnymi w laboratorium
- możliwość obracania obiektów, wskazywania i manipulacji w środowisku 3D.

Half-Life: Alyx :

- chociaż to gra akcji, jej system manipulacji obiektami w środowisku VR może być inspiracją dla interakcji w laboratorium
- realistyczna fizyka przedmiotów, np. chwytanie i przenoszenie.

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

- narzędzie edukacyjne z prostszymi wizualizacjami zjawisk chemicznych
- może być inspiracją dla intuicyjnego wyjaśniania zjawisk i prezentowania wyników eksperymentów.

Zastosowanie interaktywności i systemów pomocy:

Unity Learn – VR Chemistry Lab :

- przykład projektu open-source do budowy VR dla laboratoriów chemicznych
- inspiracja do implementacji realistycznych efektów w środowisku VR.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



AltspaceVR :

- przestrzeń społecznościowa VR z możliwością współpracy w edukacji
- inspiracja do ewentualnej rozbudowy aplikacji o funkcje współdzielenia doświadczeń między uczniami w przyszłości.

Elementy techniczne i optymalizacja:

Unreal Engine VR Templates:

- gotowe szablony do tworzenia środowisk VR, które mogą posłużyć jako baza dla laboratorium
- możliwość zoptymalizowania efektów wizualnych i płynności aplikacji.

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 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,



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- 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, 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.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



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 pojawią 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, 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.



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”.

Interaktywność i manipulacja obiektami:

- Możliwość obracania obiektów, wskazywania wierzchołków i krawędzi oraz manipulowania odczynnikami i sprzętem laboratoryjnym.
- System realistycznych reakcji chemicznych i efektów wizualnych (np. zmiana kolorów, emisja gazów).
- Obsługa specjalnych procedur, takich jak praca pod dygestorium z realistycznym odwzorowaniem jego działania.

System konfiguracji:

- Dla nauczyciela:
 - możliwość wyboru dostępnych odczynników, sprzętu i eksperymentów
 - automatyczne wyłączanie odczynników i sprzętu, które nie są potrzebne do włączonych eksperymentów
 - możliwość rozbudowy o nowe odczynniki, sprzęt i eksperymenty.
- Dla użytkownika:
 - opcja dostosowania ustawień eksperymentów i narzędzi pracy.

System wsparcia i asystent:

- Wirtualny asystent prowadzący ucznia przez eksperymenty:
 - odpowiedzi na każdym etapie
 - rejestracja działań ucznia, możliwość odtworzenia ścieżki kroków i analizy błędów.
- Ocena i informacja zwrotna po każdym eksperymencie:
 - informacja zwrotna o poprawności działań
 - rejestracja wyników eksperymentu oraz automatyczne generowanie raportów.

Nawigacja i interfejs:

- Widok laboratorium:
 - realistyczna przestrzeń z wszystkimi niezbędnymi elementami (stoły, szafki, dygestorium, odczynniki)
 - ikony kontekstowe i punkty interakcji dla łatwego dostępu do narzędzi i odczynników.
- Menu kontekstowe:
 - stały dostęp do instrukcji, notatek oraz wyników eksperymentów.

Edukacyjne scenariusze i poziomy trudności:

- Możliwość wyboru poziomu trudności dopasowanego do zaawansowania użytkownika.
- Predefiniowane scenariusze edukacyjne, w tym symulacje eksperymentów z automatycznym i manualnym sterowaniem.

Dokumentacja pracy:



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Opcja sporządzania notatek, zapisywania wyników oraz robienia zrzutów ekranu z przebiegu eksperymentów.
- Generowanie raportów z wynikami i wnioskami z eksperymentów.
- Rejestracja pracy ucznia w formie wideo z opcją pobrania w ograniczonym czasie.
- Raporty wyników mogą być eksportowane w formacie CSV/PDF i filtrowane według poszczególnych uczniów.

Procedury BHP i zabezpieczenia:

- Wyświetlanie procedur BHP na początku eksperymentu.
- Ostrzeżenia o błędach w postępowaniu, np. nieużywanie rękawiczek czy nieprawidłowa obsługa sprzętu.
- Symulacja konsekwencji błędów, np. reakcje na niewłaściwe mieszanie odczynników.

Personalizacja przez nauczyciela:

- Tworzenie własnych scenariuszy edukacyjnych.
- Dostosowanie dostępnych narzędzi, odczynników oraz poziomu trudności.
- Nauczyciel może dostosować poziom trudności eksperymentów, np. poprzez ukrycie podpowiedzi lub zwiększenie precyzji wymaganej do poprawnego wykonania zadania.

Realizm grafiki i optymalizacja:

- Modele 3D odczynników, sprzętu i środowiska dostosowane do wymogów realistycznych symulacji.
- Optymalizacja działania na różnych platformach, zarówno w VR, jak i trybie standardowym.

Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

Realizm środowiska:

- **Modelowanie 3D:** wysokiej jakości modele obiektów laboratoryjnych (stoły, dygestorium, sprzęt, odczynniki) oraz realistyczne tekstury zgodne z zasadami BHP.
- **Efekty wizualne:** realistyczne odwzorowanie procesów chemicznych, np. zmiany koloru, emisja gazów, reakcje cieplne.
- **Dźwięki środowiskowe:** symulacja dźwięków laboratoryjnych, takich jak mieszanie odczynników, bulgotanie cieczy, praca sprzętu.

Interfejs użytkownika:

- **Menu interaktywne:** intuicyjne i stałe menu umożliwiające wybór narzędzi, odczynników oraz dostęp do notatek i wyników.
- **Ikony i punkty interakcji:** wyraźnie oznaczone punkty interakcji z możliwością obsługi za pomocą kontrolerów VR lub myszy i klawiatury.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- **Dostosowanie dostępności:** opcje konfiguracji interfejsu zgodne z wymogami WCAG, takie jak kontrast, wielkość czcionki, obsługa alternatywnych metod nawigacji.

Rejestracja i przechowywanie danych:

- **Rejestrowanie eksperymentów:** możliwość zapisu pracy ucznia w formie wideo (lokalnie i na serwerze z ograniczeniem czasowym do pobrania).
- **Zapisywanie wyników:** automatyczny zapis wyników i notatek w formie raportów możliwych do eksportu.
- **Historia pracy:** dostęp do historii eksperymentów z możliwością przeglądania wcześniejszych działań.

Procedury BHP i zabezpieczenia:

- **Wypożyczenie zgodne z zasadami BHP:** modele dygestorium, pojemników na odpady oraz stanowisk laboratoryjnych wiernie odwzorujące rzeczywistość.
- **Ostrzeżenia o błędach:** automatyczne generowanie komunikatów w przypadku nieprzestrzegania procedur, np. brak rękawiczek, niewłaściwe użycie sprzętu.
- **Zabezpieczenia:** symulacja realistycznych konsekwencji błędów, takich jak reakcje chemiczne wynikające z niewłaściwego mieszania odczynników.

Modularność i rozbudowa:

- **Elastyczna architektura:** możliwość dodawania nowych eksperymentów, sprzętu i odczynników bez konieczności przebudowy całej aplikacji.
- **Aktualizacje:** wsparcie dla łatwej aktualizacji treści i funkcji aplikacji.

Wsparcie wielojęzyczne:

- **Domyślny język:** polski, z możliwością przełączenia na inne języki (np. angielski, hiszpański, francuski, włoski, portugalski).
- **Rozszerzalność:** możliwość dodawania nowych wersji językowych w przyszłości.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

