

SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

1. Metryczka materiału

Tytuł materiału	Laboratorium VR - chemiczne biuro detektywistyczne
Numer materiału	II.11
Autorzy scenariusza	Ewelina Gajko-Jurkowska, Paweł Cieśla
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 Kusztełak)
Weryfikacja językowa	Alicja Berbeka
Rodzaj multimediu	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	III etap: Liceum / technikum zakres rozszerzony
Przedmiot(y) do nauki których przeznaczony jest materiał	chemia język obcy nowożytny - angielski

2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)
<p>Wirtualne laboratorium do nauki chemii na drodze eksperymentu. W pierwszym kroku użytkownik wybiera kategorię doświadczeń z dwóch opcji: chemia nieorganiczna i chemia organiczna. Następnie po wybraniu jednej z opcji przechodzi do wirtualnego laboratorium, w którym dysponuje szeroką gamą odczynników i wskaźników kwasowo-zasadowych oraz niezbędnym sprzętem. Celem użytkownika będzie rozpoznanie, na drodze eksperymentu samodzielnie zaplanowanego, zawartości próbek.</p>
Cel ogólny materiału
<p>Celem ogólnym materiału jest przyswojenie chemii na drodze eksperymentu, nauka planowania eksperymentów chemicznych w laboratorium chemicznym. Dzięki samodzielnemu wykonywaniu eksperymentów uczniowie poznają metody badawcze oraz sposoby opisu i prezentacji wyników.</p>



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Ze względu na łączenie wiedzy z różnych obszarów chemii uczą się logicznego myślenia, analizowania i formułowania wniosków.

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

Chemia

Uczeń:

- projektuje i przeprowadza eksperymenty, których przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny substancji i dokonać jej identyfikacji (np. danego tlenku, wodoroku, wodorotlenku);
- projektuje i przeprowadza eksperymenty pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole;
- bada typowe właściwości chemiczne kwasów, w tym zachowanie wobec metali, tlenków metali, wodorotlenków i soli kwasów o mniejszej mocy; projektuje i przeprowadza odpowiednie eksperymenty;
- bada właściwości chemiczne alkanów na przykładzie reakcji: spalania, substytucji atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru albo bromu przy udziale światła;
- przeprowadza reakcje chemiczne zachodzące dla alkenów i alkinów, w tym: spalania, addycji: H_2 , Cl_2 i Br_2 , HCl i HBr , H_2O , polimeryzacji;
- planuje ciąg przemian pozwalających otrzymać np. alken z alkanu (z udziałem fluorowcopochodnych węglowodorów), benzen z węgla i dowolnych odczynników nieorganicznych; alkohol lub fenol z odpowiedniego węglowodoru;
- bada właściwości chemiczne węglowodorów aromatycznych, alkoholi, fenoli, aldehydów, ketonów i kwasów, amin, estrów;
- projektuje eksperymenty pozwalające rozróżnić m.in. węglowodory nasycone, nienasycone i aromatyczne; alkohole od fenoli, ketony od aldehydów;
- projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymywać sole kwasów karboksylowych (w reakcjach kwasów z: metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami metali i solami kwasów o mniejszej mocy);
- przeprowadza kondensację aminokwasów i wykrywa wiązanie peptydowe;
- planuje ciąg przemian pozwalających przekształcić cukry w inne związki organiczne (np. glukozę w alkohol etylowy, a następnie w octan etylu).

Język obcy nowożytny - język angielski

Uczeń:

- posługuje się dość bogatym zasobem środków językowych (leksykalnych, gramatycznych, ortograficznych oraz fonetycznych), umożliwiającym realizację pozostałych wymagań ogólnych w zakresie następujących tematów: nauka i technika;
- posługuje się terminologią fachową z zakresu chemii.

3. Charakterystyka materiału

Opis zawartości merytorycznej materiału

Połączenie wirtualnego laboratorium i escape roomu. Uczeń utknął w laboratorium, w którym może dojść do eksplozji. Aby ją powstrzymać, musi rozwiązać jedną lub kilka chemicznych zagadek (problemów).



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Celem użytkownika będzie rozpoznanie zawartości dostępnych próbek na drodze samodzielnie zaplanowanego eksperymentu. Eksperymenty/zagadki mogą być jedno- lub wieloetapowe. Jeżeli wykona zadanie poprawnie, porządkuje laboratorium lub jego część. Jeśli jednak wykona zadanie błędnie (lub zabraknie mu czasu), w laboratorium dochodzi do eksplozji. Użytkownik musi także właściwie opisać przeprowadzony eksperyment za pomocą równań reakcji chemicznych. Właściwe opisanie eksperymentu pozwala na przywrócenie pełnej funkcjonalności pomieszczenia laboratorium i bezpieczne opuszczenie go, a następnie przejście do kolejnego pomieszczenia, z kolejną zagadką lub opuszczenie całej przestrzeni laboratorium po wykonaniu wszystkich zadań (w zależności od złożoności zadań i liczby poszczególnych etapów).

Dla przykładu zagadka lub jeden z jej etapów może wyglądać następująco: w sekcji chemii organicznej użytkownikowi zostaje przydzielony w sposób losowy zestaw złożony z czterech nieoznakowanych substancji wraz z informacją, iż zawiera etanol, etano-1,2-diol, etanal oraz glukozę. Zadaniem użytkownika jest zaplanowanie eksperymentu i identyfikacja poszczególnych substancji, a następnie opisanie wszystkich przeprowadzonych działań i poparcie ich równaniami reakcji.

Wszystkie treści/eksperymenty/zagadki/zadania powinny być pogrupowane i podzielone na podstawowe (poziom podstawowy), rozszerzające (poziom zaawansowany) i ekspercki (poziom ekspert), aby umożliwić użytkownikom o różnych potrzebach i możliwościach ich opanowanie. Z uwagi na modułowość programu wszystkie elementy aplikacji muszą funkcjonować niezależnie i stanowić zamkniętą całość.

Treści podstawowe są dla wszystkich użytkowników, treści rozszerzające/zaawansowane dla uczniów o zwiększonych zainteresowaniach naukami przyrodniczymi. Poziom ekspert jest przeznaczony dla uczniów szczególnie interesujących się chemią i uczestników olimpiad przedmiotowych.

Poszczególne poziomy trudności powinny różnić się także złożonością procedur/analiz oraz ich liczbą niezbędnych do wykonania.

Nauczyciel ma możliwość konfiguracji programu, w tym dostępnych dla użytkownika kategorii tematycznych oraz poszczególnych eksperymentów w ramach danych kategorii.

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

Kluczowe wymagania merytoryczne, które należy zrealizować za pomocą laboratorium:

- identyfikacja pierwiastków na podstawie wybranych właściwości fizykochemicznych;
- rozróżnianie tlenków ze względu na charakter chemiczny;
- rozróżnianie wodorotlenków ze względu na charakter chemiczny;
- rozróżnianie kwasów ze względu na moc i właściwości utleniające;
- rozróżnianie soli z uwagi na właściwości chemiczne;
- rozróżnianie węglowodorów, np. alkanów od alkenów, benzen od toluenu;
- rozróżnianie jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów, np. alkohole mono- od polihydroksylowych, aldehydy od ketonów, alkohole od fenolu;
- wykrywanie białek;
- rozróżnianie cukrów redukujących od nieredukujących.

Użytkownik powinien nabyć umiejętności praktyczne poprzez planowanie i przeprowadzanie eksperymentów w wirtualnym laboratorium, które w przyszłości pozwolą na samodzielne przeprowadzanie reakcji chemicznych i analiz.

Aplikacja ma za zadanie rozwijać umiejętność krytycznego myślenia, analizując wyniki doświadczeń oraz formułując wnioski na ich podstawie.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Uczniowie powinni być zachęceni do łączenia wiedzy z różnych dziedzin chemii.

W materiale powinny się znaleźć między innymi następujące eksperymenty:

- identyfikacja wybranych pierwiastków,
- rozróżnianie kwasów utleniających HNO_3 stęż., HNO_3 rozc. i H_2SO_4 stęż. Użytkownik jest w stanie tej identyfikacji dokonać na przykład na podstawie reakcji z miedzią i na podstawie obserwacji;
- rozróżnianie wodorotlenków lub tlenków pod względem charakteru chemicznego - użytkownik uzyskuje np. 4 tlenki, dla każdego z nich przeprowadza reakcję z mocnym kwasem i zasadą, na podstawie obserwacji klasyfikuje tlenki; Należy tak dobrać tlenki by ich identyfikacja była możliwa.
- rozróżnianie środowiska przy użyciu KMnO_4 i reduktora - w zależności od obajów reakcji redukcji jonu MnO_4^- ;
- wykrywanie kationów na podstawie reakcji strąceniowych, jeden odczynnik strąca tylko jeden kation;
- wykrywanie anionów np.: Cl^- za pomocą Ag^+ , S^{2-} za pomocą Pb^{2+} , SO_4^{2-} za pomocą jonów Ba^{2+} ;
- wypieranie słabszych kwasów mocniejszym kwasem w doświadczeniu rozróżniającym kwasy ze względu na ich moc, np. kwas siarkowy(VI), kwas węglowy, kwas octowy i sole tych kwasów;
- rozróżnianie etanu, etenu i etynu np. najpierw przeprowadzenie bromowania bez katalizatora (na tym etapie wyeliminuje się etan), następnie do probówek z etenem i etynem reakcja Kuczerowa i próba Tollensa i Trommera (obie zajdą jedynie dla etynu);
- odróżnianie benzenu od toluenu na drodze reakcji z KMnO_4 ;
- odróżnianie aldehydów od ketonów za pomocą próby Tollensa i Trommera;
- odróżnianie alkoholu od fenolu za pomocą reakcji z NaOH ;
- rozróżnianie etanolu, etano-1,2-diol, etanalu oraz glukozy na drodze eksperymentu z $\text{Cu}(\text{OH})_2$ i różnej temperatury jego prowadzenia;
- rozróżnianie aminokwasów alifatycznych od aromatycznych za pomocą próby ksantoproteinowej;
- rozróżnianie białek od cukrów na drodze reakcji biuretovej.

Podczas pracy w laboratorium należy uwzględnić zasady bezpiecznego laborowania i odpowiedzialnego podejścia do pracy z substancjami chemicznymi.

Opis struktury materiału

1. Użytkownik wchodzi do laboratorium chemicznego, w którym następuje awaria i zostaje uwięziony. W wyniku awarii dochodzi do szeregu nieprzewidzianych zdarzeń, które finalnie mogą prowadzić do eksplozji i które powodują, że użytkownik musi rozwiązać szereg problemów natury chemicznej, opartych o planowanie i wykonywanie eksperymentów, aby przywrócić porządek w laboratorium i się z niego wydostać. Użytkownik powinien zostać wprowadzony w fabułę i klimat rozgrywki za pomocą krótkiego filmu.
2. Użytkownik wybiera poziom trudności: dostępne poziomy: podstawowy, zaawansowany, ekspert. Wybiera także zakres tematyczny eksperymentów oraz same eksperymenty z poszczególnych kategorii tematycznych, które mają zostać uwzględnione w czasie rozgrywki (chyba że nauczyciel zablokował taką możliwość i eksperymenty zostały ogólnie przydzielone przez nauczyciela).



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



3. Po skonfigurowaniu opcji program tworzy użytkownikowi sytuację problemową do rozwiązania i przenosi użytkownika do pomieszczeń laboratorium.
4. W zależności od poziomu trudności użytkownik będzie miał do przejścia jeden, kilka lub wiele etapów rozgrywki. Każdy etap powinien być realizowany w osobnym pomieszczeniu.
5. Na rozwiązanie każdego z etapów użytkownik ma określony maksymalny czas (ilość czasu powinna być dostosowana do poziomu trudności i złożoności eksperymentów).
6. Łączny czas przeznaczony na rozwiązanie wszystkich etapów również powinien być limitowany. Powinien być też krótszy niż suma przedziałów czasowych dla poszczególnych etapów.
7. Prawidłowe rozwiązanie danego etapu w określonym czasie może prowadzić do:
 - a. kolejnego etapu (pomieszczenia)
 - b. zakończenia poziomu trudności i przejście do kolejnego (może to być symbolizowane kolejnymi piętrami w budynku laboratorium).
 - c. zakończenia rozgrywki (przywrócenie pełnej funkcjonalności laboratorium i możliwość opuszczenia budynku laboratorium).
8. Nieprawidłowe rozwiązanie eksperymentu lub brak czasu może prowadzić do:
 - a. eksplozji i zakończenia rozgrywki z możliwością powtórzenia danego etapu (w tym przypadku liczniki czasu powracają do momentu rozpoczęcia powtarzanego etapu).
 - b. eksplozji i zakończenia rozgrywki z możliwością powtórzenia danego poziomu trudności (w tym przypadku liczniki czasu powracają do momentu rozpoczęcia powtarzanego poziomu).
 - c. eksplozji i zakończenia rozgrywki z możliwością powtórzenia całej rozgrywki od początku (liczniki czasu są zerowane).
9. W każdym z etapów:
 - a. Użytkownik zostaje przeniesiony do pomieszczenia wirtualnego laboratorium, w którym użytkownik dysponuje szeroką gamą odczynników oraz niezbędnym sprzętem.
 - b. Poruszając się po pomieszczeniu użytkownik musi:
 - znaleźć informacje na czym polega chemiczny problem;
 - zaprojektować jak rozwiązać problem za pomocą dostępnego sprzętu i odczynników;
 - skompletować niezbędny sprzęt i odczynniki do wykonania zaplanowanego eksperymentu. Jeżeli wszystkie odczynniki, z jakichś względów, nie będą mogły być skompletowane od razu, należy je wziąć we właściwym momencie; próba wyciągnięcia odczynnika, który powinien być używany pod dygestorium, poza przestrzeń dygestorium powinna skutkować odpowiednim komunikatem alarmowym;
 - wykonać zaprojektowane doświadczenie/doświadczenia;
 - uporządkować laboratorium;
 - opisać przeprowadzone działania w dzienniku laboratoryjnym (notatniku) i poprzeć je równaniami reakcji;
 - c. Poprawne wykonanie wszystkich czynności oraz uprzątnięcie laboratorium przywraca pełną funkcjonalność danego pomieszczenia i pozwala na jego opuszczenie.



- d. Jeżeli użytkownik nie potrafi samodzielnie zaprojektować i przeprowadzić eksperymentu, powinna być dostępna instrukcja i wirtualny asystent tłumaczący proponowany tok działania.
- e. Wszelkie nieprawidłowości powinny być użytkownikowi na bieżąco sygnalizowane.

Mechanika materiału

Wprowadzenie fabularne:

Użytkownik rozpoczyna wprowadzenie do scenariusza w formie krótkiego filmu lub animacji, które przedstawiają kontekst fabularny – np. laboratorium, w którym doszło do awarii, a użytkownik musi rozwiązać zadania/problemy chemiczne, aby przywrócić porządek i bezpiecznie opuścić laboratorium.

Obsługa trybu VR i standardowego:

- **Tryb VR:**
 - użytkownik porusza się za pomocą teleportacji i korzysta z kontrolerów ruchu do manipulacji przedmiotami oraz przeprowadzania eksperymentów
 - w pełni immersyjne środowisko 3D umożliwia realistyczne doświadczenie pracy w laboratorium.
- **Tryb standardowy:**
 - poruszanie się za pomocą myszy i klawiatury, z symulacją działań, takich jak manipulacja sprzętem i odczynnikami
 - widok pierwszoosobowy pozwala na podobne interakcje jak w trybie VR, z dostosowanym sterowaniem.

Nawigacja i eksploracja przestrzeni:

- Użytkownik porusza się w wirtualnym laboratorium, eksplorując różne pomieszczenia.
- Możliwość otwierania szafek, szuflad oraz interakcji z otoczeniem, aby odnaleźć kluczowe elementy do rozwiązywania zagadek.

Zadania w stylu escape roomu:

- Chemiczne zadania wymagające logicznego myślenia i zastosowania wiedzy chemicznej:
 - rozwiązanie równań reakcji chemicznych, aby odblokować nowe obszary laboratorium
 - przygotowanie lub identyfikacja określonego związku chemicznego na podstawie wskazówek
 - odkrycie kodu dostępu poprzez analizę właściwości substancji (np. pH, koloru roztworu).
- Każde zadanie prowadzi do kolejnego etapu.
- Użytkownik musi rozwiązać określoną liczbę zadań, ale niekoniecznie wszystkie – nauczyciel może dostosować minimalną liczbę wymaganych eksperymentów.
- Po błędnym wykonaniu eksperymentu użytkownik może go powtórzyć, ale traci część punktów.
- Eksplozja w laboratorium kończy dany etap, ale użytkownik może powtórzyć eksperyment, tracąc punkty.

Realistyczne symulacje chemiczne:

- Użytkownik przeprowadza reakcje chemiczne z realistycznymi efektami wizualnymi i dźwiękowymi.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Możliwość wykorzystania sprzętu różnego laboratoryjnego, takiego jak np. pipety, probówki, zlewki, kolby, wagi, dygestorium.

System wskazówek i podpowiedzi:

- Wirtualny asystent dostępny na każdym etapie pomaga w razie trudności, dostarczając wskazówek lub wyjaśniając zagadnienia teoretyczne.
- Podpowiedzi mogą być aktywowane w zamian za zmniejszenie punktacji końcowej.

Elementy rywalizacji i oceny:

- Laboratorium wyposażone w system punktacji, który ocenia użytkownika na podstawie:
 - poprawności rozwiązań
 - czasu wykonania zadań
 - liczby użytych podpowiedzi.
- Podsumowanie końcowe z możliwością powtórzenia zadań dla poprawy wyniku.

Zarządzanie czasem: wprowadzenie ograniczeń czasowych dla rozwiązywania zadań, możliwość symbolicznego przyspieszania czasu w eksperymentach wymagających długotrwałych czynności (np. długiego ogrzewania, czy mieszania)..

Scenariusze wieloetapowe: każdy etap to nowe pomieszczenie lub zadanie chemiczne prowadzące do głównego celu gry tj. rozwiązanie wszystkich zagadek i przywrócenie pełnej funkcjonalności laboratorium.

Interaktywne elementy otoczenia: możliwość interakcji z planszami edukacyjnymi, szafkami, sprzętem i substancjami chemicznymi, ukryte wskazówki i elementy, które prowadzą do rozwiązania zagadek.

Końcowe podsumowanie:

- Raport wyników, w tym zdobyte punkty, czas oraz analiza poprawności wykonanych zadań.
- System oceniania bierze pod uwagę poprawność wykonania eksperymentu, czas oraz liczbę użytych podpowiedzi.
- Opcja zapisania wyników i ponownego wykonania z innymi scenariuszami.

Grafika

Realistyczna przestrzeń laboratoryjna:

- Laboratorium zrealizowane w pełnym środowisku 3D, zaprojektowane z perspektywy pierwszej osoby, co pozwala użytkownikowi na immersyjne doświadczenie pracy w laboratorium.
- Jedno lub kilka pomieszczeń wyposażonych w realistyczne elementy, takie jak:
 - **stół laboratoryjny:** centralny element pracy, z widocznym szkłem laboratoryjnym, odczytnikami oraz sprzętem
 - **dygestorium:** funkcjonalne, odwzorowane zgodnie z zasadami bezpieczeństwa (z możliwością opuszczania szyby i aktywacji wentylacji)
 - **dodatkowe wyposażenie:** łazienka wodna, palnik, zlew, gaśnica, regulaminy, karty charakterystyki substancji oraz pojemniki na odpady.
- Oświetlenie dostosowane do potrzeb laboratoryjnych: jasne, ale nieinwazyjne, aby



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



umożliwić wyraźną obserwację prowadzonych eksperymentów.

Zgodność z zasadami bezpieczeństwa i ergonomią:

- Wszystkie elementy laboratorium rozmieszczone zgodnie z zasadami ergonomii i BHP:
 - odczynniki przechowywane w szafkach z oznaczeniami, zgodnie z zasadami ich przechowywania (np. substancje łatwopalne z dala od źródeł ognia)
 - pojemniki na odpady odpowiednio oznakowane i łatwo dostępne.

Oznakowanie substancji chemicznych:

- Wszystkie odczynniki wyposażone w etykiety zgodne z odpowiednimi przepisami (np. zgodnie z systemem GHS – Global Harmonized System):
 - piktogramy bezpieczeństwa (np. substancje żrące, łatwopalne, toksyczne)
 - nazwy związków chemicznych, stężenia oraz podstawowe ostrzeżenia
 - kod koloru na etykietach dla łatwiejszego odróżnienia rodzajów odczynników (np. kwasy, zasady, substancje organiczne).

Przyjazność użytkownika i spójność wizualna:

- Grafika zapewniająca realistyczną wizualizację przeprowadzanych eksperymentów, bez elementów, które mogłyby utrudniać obserwację lub manipulację sprzętem.
- Estetyczny i minimalistyczny styl wnętrza, skupiający uwagę użytkownika na eksperymentach.

Interaktywne elementy otoczenia:

- Możliwość otwierania szafek, przeszukiwania półek oraz wybierania odczynników i sprzętu.
- Wszystkie interaktywne elementy oznaczone wizualnie, aby ułatwić ich identyfikację i obsługę.

Animacje i efekty wizualne:

- Realistyczne odwzorowanie reakcji chemicznych, takie jak zmiana barwy, emisja gazów, wrzenie cieczy.
- Dynamiczne efekty, takie jak mieszanie substancji w probówkach czy zmiany konsystencji roztworów.

Bezpieczeństwo wizualne:

- Zastosowanie kolorów i kontrastów, które nie męczą wzroku, nawet przy dłuższych sesjach.
- Elementy ostrzegawcze, takie jak ikony zagrożenia czy komunikaty, wyświetlane w odpowiednich momentach.

Warianty graficzne dla różnych trybów:

- Tryb VR: grafika zoptymalizowana pod kątem immersyjnego doświadczenia.
- Tryb standardowy: widok pierwszoosobowy z możliwością przybliżania i manipulacji elementami w wysokiej rozdzielczości.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Przykładowe inspiracje

W projekcie laboratorium VR z elementami escape room warto zainspirować się istniejącymi rozwiązaniami, które łączą realistyczne symulacje, atrakcyjność wizualną i elementy gamifikacji:

Inspiracje graficzne:

- **Keep Talking and Nobody Explodes**
 - interaktywne środowisko, które wymaga precyzyjnego działania pod presją czasu
 - zastosowanie intuicyjnych elementów interaktywnych i czytelnych oznaczeń ułatwiających nawigację.
- **Papers, Please**
 - minimalistyczny, ale funkcjonalny styl wizualny, który wspiera skupienie użytkownika na zadaniu
 - gra pokazuje, jak efektywnie łączyć narrację z mechanicznymi wyzwaniami.
- **Escape Simulator**: przykład immersyjnych escape roomów w VR, oferujących wysokiej jakości interaktywność i zaangażowanie.

Inspiracje mechaniczne:

- **ChemCollective Virtual Lab**
 - doskonały przykład wirtualnego laboratorium z możliwością tworzenia reakcji chemicznych
 - interfejs ułatwiający wybór sprzętu i odczynników oraz prowadzenie eksperymentów krok po kroku.
- **VR Chemistry Lab**: zastosowanie realistycznych reakcji chemicznych oraz elementów gamifikacji, takich jak nagrody za poprawnie wykonane doświadczenia.
- **Operation Apex**: rozbudowane środowisko VR, w którym użytkownik eksploruje przestrzeń w poszukiwaniu wskazówek, łącząc elementy escape roomu i nauki.

Inspiracje dla elementów escape room:

- **The Room VR: A Dark Matter**
 - wysokiej jakości oprawa graficzna oraz dopracowane mechaniki rozwiązywania zadań
 - elementy eskapistyczne idealnie zintegrowane z narracją.
- **I Expect You To Die**
 - świetny balans między interaktywnością, zagadkami i atmosferą
 - wykorzystanie scenariuszy, które wymagają logicznego myślenia i eksperymentowania.

Inspiracje narracyjne i edukacyjne:

- **Human Anatomy VR** : połączenie immersyjnych doświadczeń z nauką, prezentując użytkownikowi spójne i logicznie ułożone etapy pracy.
- **Virtual Lab Simulation (Labster)**: realistyczne symulacje chemiczne z opcją nauki krok po kroku, które pomagają użytkownikowi w zrozumieniu mechanizmów eksperymentów.

Inspiracje z rynku escape roomów VR:



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Elementy grywalizacji: dodanie punktacji za czas, precyzję wykonania zadań lub odkrycie ukrytych zagadek.
- Narracyjna motywacja: możliwość odkrywania historii laboratorium, które gracz musi „uratować” dzięki poprawnie przeprowadzonym eksperymentom.

Inspiracje z interfejsów:

- **Job Simulator**
 - interfejs i interakcje zaprojektowane tak, aby użytkownik czuł się naturalnie w środowisku VR.
 - dynamiczna zmiana otoczenia w zależności od progresu w grze.
- **Google Tilt Brush** : kreatywny sposób manipulacji przestrzenią 3D, który można zastosować w aspekcie zaznaczania, mieszania czy segregowania elementów.

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”.

Realistyczna symulacja procesów chemicznych

- **Interaktywne modele:** laboratorium musi odwzorowywać rzeczywiste reakcje chemiczne, w tym procesy analityczne i syntezy chemiczne.
- **Symulacja reakcji:** użytkownik może przeprowadzać reakcje, takie jak zobojętnianie, strącanie osadów, destylacja czy analiza chromatograficzna, z realistycznymi efektami wizualnymi i dźwiękowymi.
- **Efekty wizualne i dźwiękowe:** zmiany kolorów, wydzielanie gazów, wrzenie cieczy oraz inne efekty muszą być odwzorowane z wysoką dokładnością.

Tryb escape room z elementami edukacyjnymi

- **Zagadki i wyzwania:** użytkownik rozwiązuje zagadki chemiczne, łącząc wyniki eksperymentów z kluczami do odblokowywania kolejnych etapów.
- **Użytkownik może dowolnie łączyć substancje,** ale błędne połączenie może skutkować eksplozją lub niepowodzeniem eksperymentu.
- **Czas i presja:** wprowadzenie ograniczenia czasowego na rozwiązanie zadań, co zwiększa zaangażowanie użytkownika.
- **Narracja i fabuła:** aplikacja powinna zawierać elementy narracyjne motywujące użytkownika do wykonywania zadań, np. uratowanie laboratorium przed zniszczeniem.

Nawigacja po środowisku laboratoryjnym

- **Laboratorium 3D:** w pełni wyposażone pomieszczenie (stół laboratoryjny, dygestorium, szafki z odczynnikami, szkło laboratoryjne, zlew, gaśnica, pojemniki na odpady).
- **Swoboda poruszania się:** użytkownik może przemieszczać się po laboratorium w trybie VR za pomocą teleportacji lub w trybie standardowym za pomocą myszy i klawiatury.
- **Bezpieczeństwo:** wszystkie elementy laboratorium muszą być rozmieszczone zgodnie z zasadami BHP i odpowiednio oznakowane (etykiety, znaki ostrzegawcze).

Interakcje z wyposażeniem laboratorium

- **Wybór i obsługa sprzętu:** użytkownik wybiera i obsługuje narzędzia, takie jak pipety, probówki, zlewki, kolby miarowe, łaźnie wodne itp.
- **Odczynniki:** substancje muszą być poprawnie oznakowane i rozmieszczone zgodnie z zasadami przechowywania chemikaliów.
- **Bezpieczeństwo w laboratorium:** użytkownik musi stosować środki ochrony osobistej (np. rękawiczki, okulary ochronne) oraz przestrzegać procedur BHP.

System wsparcia i wirtualny asystent



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- **Wirtualny asystent:** podpowiada użytkownikowi w trakcie eksperymentu, wskazuje błędy oraz dostarcza informacji o odczynnikach i sprzęcie.
- **Informacja zwrotna:** po zakończeniu eksperymentu użytkownik otrzymuje szczegółowy raport o poprawności wykonanych działań oraz sugestie dotyczące dalszej nauki.

Elementy grywalizacji

- **Punktacja:** aplikacja przyznaje punkty za poprawnie wykonane zadania oraz szybkie ich rozwiązanie .
- **Osiągnięcia:** użytkownicy mogą zdobywać odznaki za odkrycie specjalnych elementów lub zakończenie zadań w określonym czasie.
- **Nagrody:** rozwiązanie wszystkich zadań odblokowuje dodatkowe materiały edukacyjne lub nowe scenariusze laboratoryjne.

Personalizacja przez nauczyciela

- **Tworzenie scenariuszy:** nauczyciel może dostosować dostępne zadania, odczynniki, sprzęt oraz stopień trudności eksperymentów i system oceniania.
- **Konfiguracja VR i standardu:** możliwość ograniczenia dostępności trybu VR lub konfiguracji opcji standardowych w zależności od potrzeb dydaktycznych.

Intuicyjny interfejs użytkownika

- **Interfejs VR:** łatwo dostępne menu i intuicyjne gesty VR dla szybkiego dostępu do narzędzi i informacji.
- **Panel notatek:** możliwość dokumentowania wyników i wniosków z eksperymentów w formie notatek dostępnych w aplikacji.

Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

Realizm grafiki i optymalizacja wydajności

- **Wysokiej jakości modele 3D:** modele odczynników, sprzętu i otoczenia muszą być szczegółowe, zapewniając realizm potrzebny do edukacji oraz immersję dla użytkowników VR.
- **Adaptacyjna jakość renderowania:** grafika musi automatycznie dostosowywać się do wydajności urządzenia (np. redukcja detali na starszych komputerach).
- **Płynność działania:** laboratorium VR musi działać z częstotliwością co najmniej 90 FPS, aby zapewnić komfort użytkowania.

Integracja z mechaniką escape room



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- **Elementy zagadek:** system musi obsługiwać zagadki związane z eksperymentami chemicznymi, w tym ukryte odpowiedzi, interaktywne mechanizmy otwierania drzwi oraz elementy fabularne.
- **Zarządzanie czasem:** aplikacja musi obsługiwać licznik czasu dla poszczególnych zadań i scenariuszy escape room.
- **Dynamika pomieszczeń:** możliwość dynamicznej zmiany dostępności przestrzeni w zależności od postępów użytkownika.

Mechanika VR i komfort użytkowania

- **Teleportacja i sterowanie:** użytkownik porusza się w trybie VR za pomocą mechanizmu teleportacji, a aplikacja ostrzega o granicach przestrzeni gry.
- **Dostosowanie ustawień VR:** możliwość konfiguracji parametrów, takich jak jasność, czułość kontrolerów oraz szybkość teleportacji.
- **Ograniczenie zmęczenia VR:** możliwość ustawienia czasowych przerw w trybie VR, aby zminimalizować zmęczenie użytkownika.
- Quizy można rozwiązywać kontrolerem, spojrzeniem lub klawiaturą w trybie standardowym.

Mechanizmy escape room

- **Interakcje z otoczeniem:** możliwość obsługi elementów takich jak drzwi, zamki, ukryte skrytki oraz przedmioty wymagające logicznego połączenia w celu rozwiązania zadań.
- **Wirtualny asystent:** system odpowiedzi i wskazówek dla użytkowników, którzy mają trudności z zadaniami.

Dostosowanie do specyfiki edukacyjnej

- **Zasady BHP:** aplikacja musi zawierać realistyczne zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium, w tym ostrzeżenia przed nieprawidłowym obchodzeniem się z chemikaliami.
- **Weryfikacja działań użytkownika:** system oceny wyników i raportowania błędów musi być spójny z celami edukacyjnymi.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

