

## SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

### 1. Metryczka materiału

<b>Tytuł materiału</b>	Co się dzieje z cząsteczką wrzuconą do wody? Jak przygotować roztwór o odpowiednim pH? - aplikacja ucząco-sprawdzająca zagadnienia związane z reakcjami w roztworach wodnych
<b>Numer materiału</b>	IV.23
<b>Autorzy scenariusza</b>	Ewelina Gajko-Jurkowska, Paweł Cieśla
<b>Weryfikacja WCAG</b>	Zespół ekspertów ds. WCAG (Dominika Gaponiuk, Agnieszka Brodowska, Urszula Grygier, Łukasz Mroziński)
<b>Weryfikacja założeń techniczno-informatycznych</b>	Zespół informatyków ds. integrowania e-materiałów pod względem technologicznym (Paweł, Tomaszek, Katarzyna Gagan, Anna Magdziarz-Tomaszek, Grzegorz Kuszczak)
<b>Weryfikacja językowa</b>	Elżbieta Chraślowska
<b>Rodzaj multimedium</b>	aplikacja - interaktywna symulacja reakcji w roztworach wodnych
<b>Wykorzystanie AR lub VR</b> AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość	standardowa 2D lub 3D <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> VR
<b>Etap(y) edukacyjny(e), dla których przeznaczony jest materiał</b>	III etap: Liceum / technikum zakres podstawowy Liceum / technikum zakres rozszerzony
<b>Przedmiot(y), do nauki których przeznaczony jest materiał</b>	biologia chemia język obcy nowożytny - język angielski



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## 2. Opis materiału

### Skrócony opis materiału (abstrakt)

Aplikacja ucząco-sprawdzająca do nauki zagadnień związanych z reakcjami w roztworach wodnych. Program zbudowany z trzech sekcji. Pierwsza z nich to moduł wprowadzający zawierający treści interaktywne, animacje, symulacje, grafiki, przewodniki dotyczące reakcji w roztworach wodnych w tym dysocjacji elektrolitycznej, hydrolizy, wydzielania słabych elektrolitów. Druga sekcja to rozwiązywanie zadań problematycznych z interaktywnym asystentem, który pozwoli zrozumieć i prawidłowo rozwiązać owe zadania. Trzecia część to escape room, który podsumuje, sprawdzi i utrwali wiadomości i umiejętności z zakresu reakcji w roztworach wodnych.

### Cel ogólny materiału

Aplikacja ma na celu edukację użytkowników na temat reakcji chemicznych zachodzących w roztworach wodnych. W sposób przystępny dla uczniów i interaktywny umożliwia zrozumienie i opanowanie zagadnień takich jak dysocjacja elektrolityczna, hydroliza, reakcje z wytrąceniem słabego elektrolitu. Umożliwia także nabycie umiejętności wykonywania obliczeń związanych z omawianymi procesami, w tym obliczenia związane ze stopniem i stałą dysocjacji, pH roztworu, hydrolizą w roztworach wodnych, a także przewidywanie, czy strąci się osad.

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

#### Szkoła ponadpodstawowa

##### Chemia (zakres podstawowy):

- nauka pisania równania dysocjacji elektrolitycznej związków nieorganicznych i organicznych z uwzględnieniem dysocjacji stopniowej;
- stosowanie terminu stopień dysocjacji dla ilościowego opisu zjawiska dysocjacji elektrolitycznej;
- interpretowanie wartości pH w ujęciu jakościowym i ilościowym (np. związek między wartością pH a stężeniem jonów wodorowych);
- wyjaśnienie przyczyny kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków (zasad) i amoniaku oraz odczynu niektórych wodnych roztworów soli; pisanie odpowiednich równań reakcji;
- pisanie równań reakcji: zubożniania, wytrącania osadów i wybranych soli z wodą w formie jonowej pełnej i skróconej.

##### Chemia (zakres rozszerzony):

- wprowadzenie takich zagadnień jak dysocjacja elektrolityczna, hydroliza, strącanie osadów, umożliwienie użytkownikom przyswojenia kluczowych terminów, takich jak stężenie, pH i rozpuszczalność, stała i stopień dysocjacji, prawo Ostwalda, iloczyn rozpuszczalności, rozpuszczalność molowa;
- zdefiniowanie, czym są sole uwodnione;
- rozwiązywanie zadań obliczeniowych dotyczących stężeń, pH, rozpuszczalności, stałej i stopnia dysocjacji, prawa Ostwalda, iloczynu rozpuszczalności, rozpuszczalności molowej;
- umożliwienie użytkownikom manipulacji zmiennymi (np. temperaturą, ciśnieniem, stężeniem) w symulacjach, aby zrozumieć ich wpływ na przebieg reakcji;
- edukacja na temat wpływu wody jako rozpuszczalnika na reakcje chemiczne, w tym zjawisk takich jak dysocjacja i hydroliza;
- rozwijanie umiejętności analizy i interpretacji danych uzyskanych z symulacji reakcji



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- chemicznych;
- pisanie równań hydrolizy i dysocjacji.

#### **Biologia (zakres podstawowy i rozszerzony):**

##### **Uczeń:**

- wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy;
- wyjaśnia wpływ czynników fizyko-chemicznych (temperatury, pH, stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ czynników na aktywność wybranych enzymów (katalaza);
- opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym.

#### **Język angielski (zakres podstawowy i rozszerzony):**

- posługiwanie się bogatym zasobem środków językowych w tematyce świata przyrody
- korzystanie ze źródeł informacji w języku obcym nowożytnym
- przekazywanie w języku obcym nowożytnym informacji sformułowanych w języku polskim
- dokonywanie samooceny i wykorzystanie techniki samodzielnej pracy nad językiem.

### **3. Charakterystyka materiału**

#### **Opis zawartości merytorycznej materiału**

##### **Sekcja teoretyczna:**

Każdy temat (rozpuszczanie, dysocjacja elektrolityczna, hydroliza, strącanie osadów, pH) zawiera: treści merytoryczne, grafiki i animacje ilustrujące i tłumaczące procesy zachodzące w roztworach wodnych. Mowa tutaj szczególnie o rozpuszczalności, dysocjacji elektrolitycznej, hydrolizie, reakcjach z wydzieleniem słabego elektrolitu. Teoria powinna być wzbogacona o symulacje, np. rozpuszczanie: dodawanie różnych substancji do wody i obserwacja procesu rozpuszczania (zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym), badanie wpływu różnych czynników na proces rozpuszczania; dysocjacja elektrolityczna: wybór kwasów, zasad soli, aby zobaczyć, jak dysocjują w wodzie, z rozróżnieniem na mocne i słabe elektrolity; hydroliza: eksperymentowanie z reakcjami hydrolizy dla różnych soli; strącanie osadów: mieszanie roztworów, aby obserwować powstawanie osadów, z wyświetleniem odpowiednich równań chemicznych. Wszystkie treści muszą zostać przedstawione w sposób angażujący użytkownika.

##### **Sekcja zadania problematyczne:**

W tej sekcji należy zapewnić w sposób interaktywny możliwość nauki rozwiązywania zadań problemowych, jak i sprawiających uczniom problemy. Zadania z zakresu rozpuszczalności, w tym rozpuszczalności hydratów, stężeń, pH, stałej i stopnia dysocjacji, iloczynu rozpuszczalności. Każde zadanie musi mieć interaktywnego przewodnika, który pozwoli na zrozumienie każdego kroku obliczeniowego, jak i pozwoli na korektę błędów popełnianych przez ucznia. Zadania muszą także obejmować przykłady realizowane w oparciu o czynności praktyczne i dane pomiarowe zebrane przez ucznia w odpowiednich symulacjach eksperymentów. Przykłady powinny być poparte także zadaniami do samodzielnego rozwiązania przez użytkownika z możliwością weryfikacji i korekty błędów popełnianych przez użytkownika.

##### **Sekcja gra sprawdzająca:**

W tej części użytkownik zostaje uwięziony w laboratorium chemicznym, gdzie musi wykonać



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



zadania laboratoryjne i rozwiązać zagadki związane z reakcjami chemicznymi zachodzącymi w roztworach wodnych, aby wydostać się przed upływem określonego czasu. Muszą rozwiązać zagadki zarówno praktyczne, jak i teoretyczne umieszczone w stacjach: rozpuszczanie, dysocjacja, hydroliza, strącanie osadów, pH, iloczyn rozpuszczalności, stała i stopień dysocjacji. Przykładowe zagadki:

- stacja rozpuszczalność: na podstawie zdobytej wiedzy i tablicy rozpuszczalności muszą sprawdzić, która z podanych substancji najlepiej rozpuszcza się w wodzie;
- stacja hydroliza: muszą wybrać wskaźnik i za jego pomocą określić odczyn roztworów wybranych soli;
- stacja strącanie osadów: z mieszaniny reagentów wybrać parę, która pozwoli otrzymać osad
- iloczyn rozpuszczalności: na podstawie wartości iloczynu lub rozpuszczalności molowej, wskazać, który osad, jest lepiej rozpuszczalny;
- pH: obliczyć pH roztworu po zmieszaniu reagentów reakcji zobojętniania w sposób niestechiometryczny;
- stopień i stała: na podstawie stałej wskazać najsłabszy elektrolit i na jego podstawie obliczyć stopień dysocjacji, znając stężenie jego roztworu.

Po rozwiązaniu wszystkich zagadek uczestnicy otwierają ostatnie drzwi, które prowadzą do dodatkowego pomieszczenia. W tym miejscu znajdują się różne rekwizyty laboratoryjne oraz odczynniki. Pojawia się ostateczna zagadka, która wymaga od uczestników użycia wszystkich zdobytych umiejętności, ponieważ jest wirtualnym laboratorium. Zadaniem uczestnika jest właściwe przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentu.

Przykład: Użytkownik musi za pomocą pH-metru zbadać odczyn roztworu. Z uwagi na interpretację wyniku, dowiaduje się, że jest to roztwór kwasu. Następnie musi obliczyć, ile wodorotlenku potrzebuje do jego zneutralizowania. W dalszym kroku musi przygotować odpowiedni roztwór wodorotlenku. Jak robi to dobrze, drzwi się otwierają. Jak się pomyli, cofa się do początku (może powtórzyć to samo lub zmienić zadanie).

Należy zapewnić różnorodność i losowość zagadek i zadań do wykonania, aby użytkownik nie szedł cały czas tą samą ścieżką.

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

Wymagania merytoryczne dotyczą reakcji zachodzących w roztworach wodnych. Za pomocą aplikacji użytkownik powinien dowiedzieć się, czym jest roztwór, z czego się składa, jakie są rodzaje roztworów. Powinien zrozumieć, jak obliczyć pH oraz czym jest skala pH, a także jakie jest znaczenie pH w kontekście chemii i biologii. Aplikacja powinna w sposób interaktywny przedstawiać teorie kwasów i zasad Arrheniusa, Brønsteda i Lewisa. Od aplikacji wymaga się, aby wytłumaczyła, czym są elektrolity mocne i słabe, jak się to przekłada na stałą i stopień dysocjacji. Powinna tłumaczyć, co się dzieje z cząstką wrzuconą do wody (dysocjacja, hydroliza), a także na czym polega reakcja zobojętniania i wydzielania słabego elektrolitu (wydzielanie gazu lub strącanie osadu).

Należy zapewnić możliwość realizacji wszystkich celów opisanych w sekcjach *Cel ogólny materiału* oraz *Cele z podstawy programowej kształcenia ogólnego możliwe do realizacji za pomocą materiału*.

Uwaga w całej aplikacji należy uwzględnić hydratację jonów  $H^+$  odrywanych od cząsteczek kwasów i we wszystkich zapisach korzystać z formy  $H_3O^+$ , rezygnując z uproszczonego zapisu  $H^+$ .

Należy zapewnić różne poziomy trudności materiału (poziom podstawowy, zaawansowany, ekspert), dostosowane do uczniów o różnych potrzebach edukacyjnych, od zadań prostych (poziom podstawowy) do zadań przeznaczonych dla uczniów uzdolnionych w kierunku chemii -



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



uczestników olimpiad chemicznych (poziom ekspert).

Należy zapewnić możliwość nauki za pomocą aplikacji w różnych wersjach językowych - obowiązkowo w języku polskim i angielskim, z możliwością rozbudowy o kolejne wersje językowe.

### Opis struktury materiału

**Ekran główny**, na którym można wybrać opcję: samouczek lub gra.

W sekcji **Samouczek** pojawia się interaktywna mapa pojęciowa. Na środku jest pole z napisem reakcje w roztworach wodnych. Od niego odchodzą strzałki do następujących zagadnień - rozpuszczalność i stężenia, dysocjacja, hydroliza, reakcja strąceniowa, reakcja zobojętnienia. Każde to zagadnienie ma swoje rozgałęzienia: rozpuszczalność i stężenia - tutaj musi być odnoga do składników roztworu, rodzajów roztworu, rozpuszczalności; dysocjacja elektrolityczna - odnoga do teorii kwasów i zasad, do stopnia i stałej dysocjacji, a ze stopnia dysocjacji podział elektrolitów na słabe i mocne; hydroliza soli - tutaj rodzaje hydrolizy oraz wskaźniki kwasowo-zasadowe; reakcja strąceniowa - odnoga do przykładów reakcji strąceniowych; do rozpuszczalności molowej i do iloczynu rozpuszczalności; reakcja zobojętniania - odnoga do pH i skali pH.

Każde z tych pól powinno być interaktywne. W przypadku teorii kwasów i zasad pojawia się symulacja reakcji kwasów z zasadami, pozwalająca obserwować, co się dzieje na poziomie molekularnym. Należy pokazać, jak protony ( $H^+$ ) są przekazywane między cząsteczkami. Rozpuszczalność przedstawiona w formie animacji, w której pokazane są różne rodzaje roztworów. Użytkownik klikając, robi powiększenie, na którym widać substancję rozpuszczaną i rozpuszczalnik. W przypadku elektrolitów powinna być animacja (robienie większego przybliżenia na roztwory), która ukaże różnice w dysocjacji elektrolitów mocnych i słabych. Animacja do hydrolizy może być pokazem reakcji na poziomie molekularnym. Użytkownik będzie obserwować, jak poszczególne składniki mieszaniny zachowują się, może też klikając na poszczególne indywidua, aby dowiedzieć się więcej o ich roli w hydrolizie.

Ponadto powinna być opcja wirtualnego asystenta, który wytłumaczy, jak rozwiązywać zadania problemowe dotyczące powyższych kwestii w sekcji drugiej.

#### **Przykładowe zadania do sekcji Samouczek:**

1. Do 50 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu solnego (HCl) o stężeniu 0,1 mol/dm<sup>3</sup> dodano 10 cm<sup>3</sup> roztworu wodorotlenku sodu (NaOH) o stężeniu 0,1 mol/dm<sup>3</sup>. Oblicz pH powstałego roztworu.
2. W roztworze 0,1 mol/dm<sup>3</sup> kwasu octowego (CH<sub>3</sub>COOH) ustala się równowaga:  
 $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ .  
Oblicz stałą dysocjacji ( $K_a$ ) kwasu octowego, wiedząc, że stężenie jonów  $H_3O^+$  w stanie równowagi wynosi 0,001 mol/dm<sup>3</sup>.
3. Oblicz, jak zmienia się stężenie jonów  $H_3O^+$  w roztworze kwasu benzoowego (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH) o stężeniu 0,05 mol/dm<sup>3</sup>, gdy rozcieńczy się go 10-krotnie.  $K_a$  kwasu benzoowego wynosi  $6,3 \cdot 10^{-5}$ .
4. Rozpuszczalność siarczanu(VI) baru (BaSO<sub>4</sub>) w wodzie wynosi 0,00024 mol/dm<sup>3</sup>. Oblicz iloczyn rozpuszczalności ( $K_{so}$ ) siarczanu(VI) baru.

Zadania powinny również obejmować polecenia typu: rozstrzygnij..., rozstrzygnij i uzasadnij..., wykaż..., wyjaśnij..., porównaj...

**Sekcja trzecia to gra ćwiczeniowa typu escape room.** W tej części użytkownik zostaje uwięziony w laboratorium chemicznym, gdzie musi rozwiązać szereg zagadek związanych



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



z reakcjami chemicznymi w roztworach wodnych, aby wydostać się przed upływem czasu. Zadania umieszczone są w różnych stacjach tematycznych: rozpuszczalność, dysocjacja elektrolityczna, hydroliza, strącanie osadów, pH, iloczyn rozpuszczalności oraz stała i stopień dysocjacji. Zagadki dotyczące rozpuszczalności mogą np. weryfikować wiedzę i umiejętności odnośnie składników roztworu, rodzajów roztworów czy wpływu różnych czynników na rozpuszczalność. W przypadku hydrolizy zagadką może być określenie/pomiar pH roztworów różnych soli. W przypadku strącania osadów na podstawie iloczynu rozpuszczalności określenie, który osad strąci się szybciej.

Po rozwiązaniu wszystkich zagadek uczestnicy otwierają ostatnie drzwi prowadzące do dodatkowego pomieszczenia. Jest to wirtualne laboratorium. W tym miejscu znajdują się różne rekwizyty laboratoryjne oraz odczynniki. Pojawia się ostateczna zagadka, która wymaga od uczestników użycia wszystkich zdobytych umiejętności. Jest to zadanie praktyczne, laboratoryjne. Zadaniem uczestnika jest właściwe przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentu.

**Przykład:** Użytkownik musi za pomocą pH-metru zbadać odczyn roztworu. Z uwagi na interpretację wyniku, dowiaduje się, że jest to roztwór kwasu. Następnie musi obliczyć, ile wodorotlenku potrzebuje do jego zneutralizowania. W dalszym kroku musi przygotować odpowiedni roztwór wodorotlenku. Jak poprawnie wykona polecenie, drzwi się otwierają. Jak się pomyli, cofa się do początku i rozwiązuje tę samą zagadkę ponownie lub otrzymuje nowy zestaw zagadek.

### Mechanika materiału

- Nawigacja po materiale powinna być zorganizowana za pomocą interaktywnej mapy pojęciowej, szczególnie w sekcji teoretycznego samouczka, ale warto nawigację w taki sposób rozszerzyć na pozostałe elementy aplikacji.
- Poszczególne elementy mapy powinny kierować w odpowiednie miejsca, w tym przenosić do animacji/symulacji, zadań.
- Poszczególne sekcje zorganizowane w sposób przejrzysty. Sekcja zadań powinna zawierać odwołania do odpowiednich elementów sekcji teoretycznych. Włączanie poszczególnych sekcji powinno być konfigurowalne przez nauczyciela.
- W sekcji zadań problematycznych istnieje funkcja interaktywnego asystenta, tłumaczącego różne sposoby rozwiązywania zadań problematycznych.
- Gra sprawdzająca jest chemicznym escape roomem, którego opuszczenie jest możliwe po rozwiązaniu różnych zagadek i wykonaniu prawidłowo eksperymentu. Jeśli zostanie popełniony błąd na dowolnym etapie eksperymentu, użytkownik otrzymuje konstruktywną informację zwrotną i konieczność powtórzenia eksperymentu lub wykonania nowego zestawu zagadek.

### Grafika

Sekcja **Samouczek** w jasnych barwach, czytelne treści teoretyczne, jakościowe animacje, symulacje. Sekcja zadań problemowych wykonywanych na zielonej tablicy, a w prawym dolnym rogu wirtualny asystent.

Gra będąca chemicznym escape roomem to laboratorium o nowoczesnym, ale nieco chaotycznym wyglądzie. Ściany w jasnym kolorze, z różnymi tablicami informacyjnymi i wzorami chemicznymi. Na środku laboratorium stoi duży, stalowy stół pokryty blatem (odpornym na działanie czynników chemicznych) i różnorodnymi przyrządami. Szklane probówki, kolby, pipety i małe butelki z etykietami. Niektóre probówki są napełnione kolorowymi cieczami (zielony, niebieski, czerwony), co



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





dodaje dramatyzmu. Na stole znajduje się kilka kartek z zadaniami do rozwiązania. Jeśli użytkownikowi uda się rozwiązać wszystkie, otwiera się szafka do sprzętu i odczynników, a także polecenie do wykonania eksperymentu.

Po wykonaniu eksperymentu pojawia się informacja zwrotna typu: *Dobra robota!* lub *Spróbuj jeszcze raz!*

#### Przykładowe inspiracje

- **Chemical Room Escape Walkthrough [Masa's Games]**  
(<https://www.youtube.com/watch?v=ld7Xxkp6TUY>)  
Kategoria: Escape room edukacyjny.  
Opis: Przykładowa gra typu escape room osadzona w kontekście chemicznym, w której gracz rozwiązuje zagadki naukowe, aby wydostać się z pomieszczenia.  
Inspiracja: Mechanika escape roomu jako interaktywnej formy nauki, wymagająca logicznego myślenia i znajomości reakcji chemicznych.
- **Rozwiązywanie zadań problematycznych – symulacje reakcji strącania**  
(<https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=symulacja+reakcja+str%C4%85cania&mid=579E33DD4F5193FB2AD9579E33DD4F5193FB2AD9&cvid=8F52E141F8704E9AB094777A0E4F96AD&FORM=VIRE>)  
Kategoria: Interaktywne symulacje chemiczne.  
Opis: Wideo przedstawiające sposób rozwiązywania zadań problematycznych związanych z reakcjami strącania.  
Inspiracja: Użycie realistycznych modeli do pokazania procesu strącania osadów, wprowadzenie interaktywnego systemu wskazówek i quizów wspomagających naukę.
- **Symulacje reakcji chemicznych w roztworach wodnych**  
(<https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=symulacja%20reakcja%20str%C4%85cania&mid=2340C9172A21813C004B2340C9172A21813C004B&ajaxhist=0>)  
Kategoria: Interaktywne narzędzia chemiczne.  
Opis: Film przedstawiający symulację reakcji chemicznych w roztworach wodnych, ilustrujący procesy rozpuszczania, dysocjacji oraz reakcji zobojętniania.  
Inspiracja: Dynamiczne modele reakcji w środowisku wodnym, możliwość eksperymentowania z różnymi parametrami (stężenie, temperatura, pH).
- **PhET Interactive Simulations – Chemistry**  
Kategoria: Symulacje chemiczne.  
Opis: Interaktywne narzędzie do modelowania reakcji chemicznych, umożliwiające eksplorację różnych mechanizmów chemicznych, w tym reakcji w roztworach wodnych.  
Inspiracja: Interaktywne modele reakcji chemicznych, analiza parametrów wpływających na ich przebieg.

#### 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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



**dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (Dz. U. z 2019 r. poz. 1696) i ustawy z dnia 4 kwietnia 2019 r. o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych (Dz.U. z 2019 r. poz. 848). Powinien też uwzględniać dobre praktyki, stosowane w celu zapewnienia wysokiej jakości dostępnych cyfrowo materiałów edukacyjnych.**

Użytkownik ze szczególnymi potrzebami, korzystający z przygotowanego zaawansowanego e-materiału, powinien korzystać z mechaniki materiału (menu nawigacyjnego) w taki sam sposób, jak wszyscy użytkownicy. Należy przygotować menu, w którym wybiera on dostosowania materiału do swoich potrzeb. W ramach wybranych dostosowań zaawansowanego e-materiału użytkownik powinien korzystać ze wszystkich zaprojektowanych funkcjonalności. Zaawansowany e-materiał powinien spełniać kryteria dostępu dla technologii dotykowych (np. ekranów dotykowych), dostępności z poziomu klawiatury czy za pomocą zewnętrznych urządzeń wejściowych (np. mysz powiększona), technologii asystujących (np. czytniki ekranu). Poszczególne ułatwienia dostępu oraz ich konfiguracja powinny być dostępne w menu przed uruchomieniem aplikacji. Powinna istnieć również możliwość zapamiętania wybranych przez użytkownika ustawień, tak aby mogła być stosowana przy kolejnych uruchomieniach aplikacji przez użytkownika.

Zaawansowany e-materiał powinien spełniać następujące kryteria:

1. umożliwiać użytkownikowi z różnymi potrzebami korzystać z ułatwień dostępu, na wszystkich poziomach i etapach e-materiału;
2. posiadać instrukcję dla użytkowników z różnymi potrzebami, zawierającą informacje o sposobie korzystania z ułatwień dostępu i mechanizmach poruszania się po menu, przygotowaną za pomocą tzw. prostego języka;
3. posiadać rozwiązania z zakresu dostępności, które pozwalają uniknąć QTE lub działań związanych z łączeniem przycisków (uwzględnia ustawienie pozwalające je uprościć lub pominąć/wyłączyć);
4. umożliwiać korzystanie z wirtualnej klawiatury ekranowej (jeśli materiał tego wymaga), którą można sterować za pomocą myszy lub technologii wspomagających, takich jak wzrok lub przełącznik;
5. umożliwiać skorzystanie z pomocy w sytuacjach potencjalnie trudnych, związanych z 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),



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





- z zaburzeniami mowy,
- korzystających z czytników ekranu.

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

#### Ograniczenia wzroku:

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

#### Ograniczenia słuchu:

- stosowanie prostego języka, niestosowanie figur stylistycznych i idiomów;
- zapewnienie alternatywy tekstowej każdej kluczowej informacji dźwiękowej;
- 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.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



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 pisania 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 łącz.

**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”.**

- **Interaktywny samouczek**
  - Aplikacja musi zawierać interaktywną mapę tematyczną, która służy nawigacji i wprowadza użytkownika do zagadnień związanych z rozpuszczalnością, dysocjacją, hydrolizą, reakcjami strącaniowymi i zubożniania. Każdy temat powinien być zrealizowany w sposób interaktywny i wzbogacony o treści teoretyczne, animacje oraz przykłady praktyczne.
  - Wirtualny Asystent: Postać wspierająca użytkownika, wyjaśniająca teorie, naprowadzająca na poprawne rozwiązania oraz pomagająca w poruszaniu się po aplikacji.
- **Zadania problematyczne**



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Sekcja powinna obejmować zadania obliczeniowe, takie jak: obliczanie stężeń, pH, stopnia dysocjacji, hydrolizy, strącania osadów oraz iloczynu rozpuszczalności.
- Interaktywna tablica: Użytkownik może rozwiązywać zadania na symulowanej tablicy, z automatyczną informacją zwrotną i wskazówkami od wirtualnego asystenta w razie błędów.
- **Gra Escape Room – Laboratorium Chemiczne**
  - Zagadki chemiczne: stacje tematyczne, które wymagają wiedzy o rozpuszczalności, hydrolizie, strącaniu osadów i zobojętnianiu.
  - Eksperyment końcowy: przeprowadzanie wirtualnego eksperymentu, którego poprawne wykonanie odblokowuje kolejne etapy gry.
- **Personalizacja przez nauczyciela**
  - Nauczyciel może konfigurować aplikację, włączając lub wyłączając wybrane moduły, edytować treści quizów i ćwiczeń oraz dodawać własne substancje do sekcji symulacji reakcji.
- **Uprawnienia ucznia**
  - Możliwość przechodzenia przez treści w sposób elastyczny, zapisywania wyników, powtarzania ćwiczeń oraz korzystania z odpowiedzi.
- **Możliwość wyboru wersji językowej aplikacji**
  - domyślny język polski, zaimplementowany też język angielski
  - możliwość przełączania pomiędzy językami
  - możliwa rozbudowa aplikacji o kolejne wersje językowe, bez konieczności przebudowy aplikacji.

### Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

#### Raportowanie i statystyki

- System raportowania wyników dla nauczycieli: Możliwość generowania raportów z wynikami użytkowników. Raporty powinny być eksportowalne do PDF oraz CSV oraz zawierać analizę błędów w quizach i ćwiczeniach.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską

