

## SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

### 1. Metryczka materiału

<b>Tytuł materiału</b>	Jak zbilansować reakcje redoks? - aplikacja do nauki bilansu jonowo-elektronowego
<b>Numer materiału</b>	IV.22
<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 Kusztelak)
<b>Weryfikacja językowa</b>	Elżbieta Chraślowska
<b>Rodzaj multimedium</b>	aplikacja - interaktywna animacja krok po kroku
<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 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, w której użytkownik wraz z wirtualnym asystentem metodą krok po kroku, nauczy się bilansowania równań reakcji redoks. Aplikacja umożliwia bilansowanie równań reakcji redoks różnymi metodami, ze szczególnym uwzględnieniem metody bilansu jonowo-elektronowego oraz bilansu elektronowego. Ma zawierać interaktywne wprowadzenie wyjaśniające podstawowe pojęcia związane z bilansowaniem równań reakcji redoks, takie jak utleniacz, reduktor, stopień utlenienia itp. Użytkownik znajdzie w aplikacji również przestrzeń do sprawdzenia i utrwalenia nabytych umiejętności. Dla zainteresowanych będzie także sekcja pokazująca, gdzie mają zastosowanie reakcje redoks. Interesującą funkcją będzie kalkulator do sprawdzania poprawności ustalonych współczynników stechiometrycznych reagentów oraz ładunków dobranych na drodze bilansu równań reakcji redoks.

### Cel ogólny materiału

Celem ogólnym aplikacji jest ułatwienie i zwiększenie efektywności nauki bilansowania równań reakcji redoks poprzez interaktywne, angażujące oraz intuicyjne narzędzie edukacyjne, które wspiera użytkowników w rozwijaniu ich umiejętności chemicznych i analitycznych. Aplikacja ma zawierać interaktywne materiały edukacyjne na temat reakcji redoks, w tym definicje: utleniania, redukcji, utleniacza, reduktora, stopni utlenienia i innych niezbędnych pojęć związanych z procesami utleniania i redukcji. Jej zadaniem jest pomoc użytkownikowi w opanowaniu różnych metod bilansowania reakcji redoks, w tym metody bilansu elektronowego oraz jonowo-elektronowego.

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

#### Szkoła ponadpodstawowa

##### Biologia (zakres rozszerzony):

Uczeń:

- wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych; analizuje na podstawie schematu przebieg utleniania kwasów tłuszczowych, syntezy kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy, glikogenolizy i wykazuje związek tych procesów z pozyskiwaniem energii przez komórkę; przedstawia znaczenie  $\text{NAD}^+$ ,  $\text{FAD}$ ,  $\text{NADP}^+$  w procesach utleniania i redukcji.

##### Chemia (zakres podstawowy)

Uczeń:

- stosuje pojęcia: utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja; wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji; oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego; stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej); przewiduje przebieg reakcji utleniania-redukcji związków organicznych.

##### Chemia (zakres rozszerzony)

Uczeń:

- stosuje pojęcia: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- wskazuje utleniacz, reduktor, procesy utleniania i redukcji w podanej reakcji;
- na podstawie konfiguracji elektronowej atomów przewiduje typowe stopnie utlenienia atomów pierwiastków;
- oblicza stopnie utlenienia atomów pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego;
- stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej);
- przewiduje kierunki przebiegu reakcji utleniania-redukcji na podstawie wartości potencjałów standardowych półogniw; pisze odpowiednie równania reakcji;
- przewiduje przebieg reakcji utleniania-redukcji związków organicznych.

#### **Język angielski LO zakres podstawowy i rozszerzony**

Uczeń:

- 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**

Materiał musi zawierać następujące treści merytoryczne:

- omówienie i wyjaśnienie pojęć: utlenienie, redukcja, utleniacz, reduktor, stopień utlenienia
- omówienie, czym jest reakcja redoks.
- identyfikacja utleniacza i reduktora w przykładowych reakcjach.
- bilansowanie równań reakcji za pomocą metody bilansu elektronowego.
- bilansowanie reakcji za pomocą metody jonowo-elektronowej w różnych środowiskach (kwasowym, zasadowym, obojętnym), bez użycia stopni utlenienia. Koniecznie należy uwzględnić reakcje redoks z udziałem związków manganu, chromu, żelaza, a także zachodzące z udziałem nadtlenu wodoru, jonów siarczanowych(IV).
- reakcje dysproporcjonowania i synproporcjonowania
- bilansowanie reakcji redoks zachodzących z udziałem związków organicznych
- zastosowaniem reakcji redoks w procesach biologicznych (np. oddychanie komórkowe).
- zastosowaniem reakcji redoks w różnych dziedzinach.

Materiał musi być zrealizowany w sposób interaktywny, przystępny dla ucznia szkoły ponadpodstawowej.

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

Wszystkie materiały powinny być podzielone na trzy kategorie: podstawowe, rozszerzające oraz zaawansowane (ekspert). Dzięki temu użytkownicy o różnych potrzebach i umiejętnościach będą mogli je łatwiej przyswoić. Ze względu na modułową strukturę programu, każdy element aplikacji musi działać niezależnie, tworząc spójną całość.

Treści podstawowe są przeznaczone dla wszystkich użytkowników, podczas gdy treści zaawansowane skierowane są do uczniów szczególnie zainteresowanych naukami przyrodniczymi i chemią. Poziom ekspert dedykowany jest uczniom z pasją do chemii oraz uczestnikom olimpiad



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

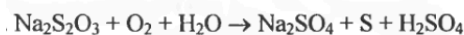
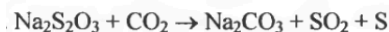
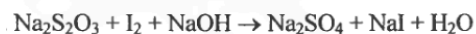
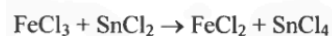
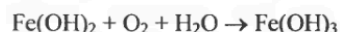
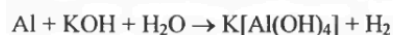
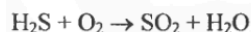
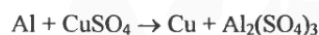
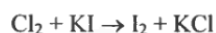
Dofinansowane przez  
Unię Europejską



chemicznych.

Kluczowe wymagania merytoryczne obejmują:

- wprowadzenie do reakcji redoks, bilansowania reakcji redoks, zastosowania reakcji redoks;
- samouczki i instrukcje dotyczące poszczególnych metod bilansowania reakcji redoks;
- możliwość przeprowadzania bilansowania reakcji redoks z wirtualnym asystentem;
- opcję samodzielnego bilansowania reakcji redoks, z trybem śledzenia postępów oraz informacją na końcu o poprawności wykonania;
- automatyczną analizę poprawności zbilansowania reakcji redoks;
- przygotowanie wszystkich treści w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej, z możliwością rozbudowy o kolejne wersje językowe
- we wszystkich reakcjach zachodzących w roztworach wodnych, w których biorą udział jony wodoru należy uwzględnić hydratację tych jonów ( $\text{H}_3\text{O}^+$ )
- w metodzie bilansu jonowo-elektronowego bilansowanie równań należy prowadzić bez użycia stopni utlenienia. Należy uwzględnić poniższe równania (równania nie są zbilansowane, źródło: Paśko, Jan Rajmund. 1997. *Obliczenia chemiczne: skrypt dla studentów kierunku biologii*. Wydawnictwo Naukowe WSP.):



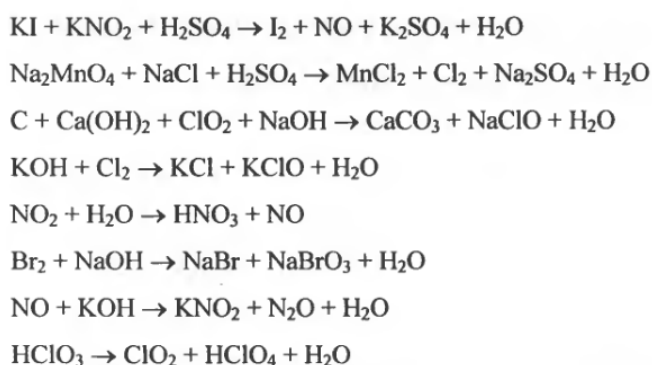
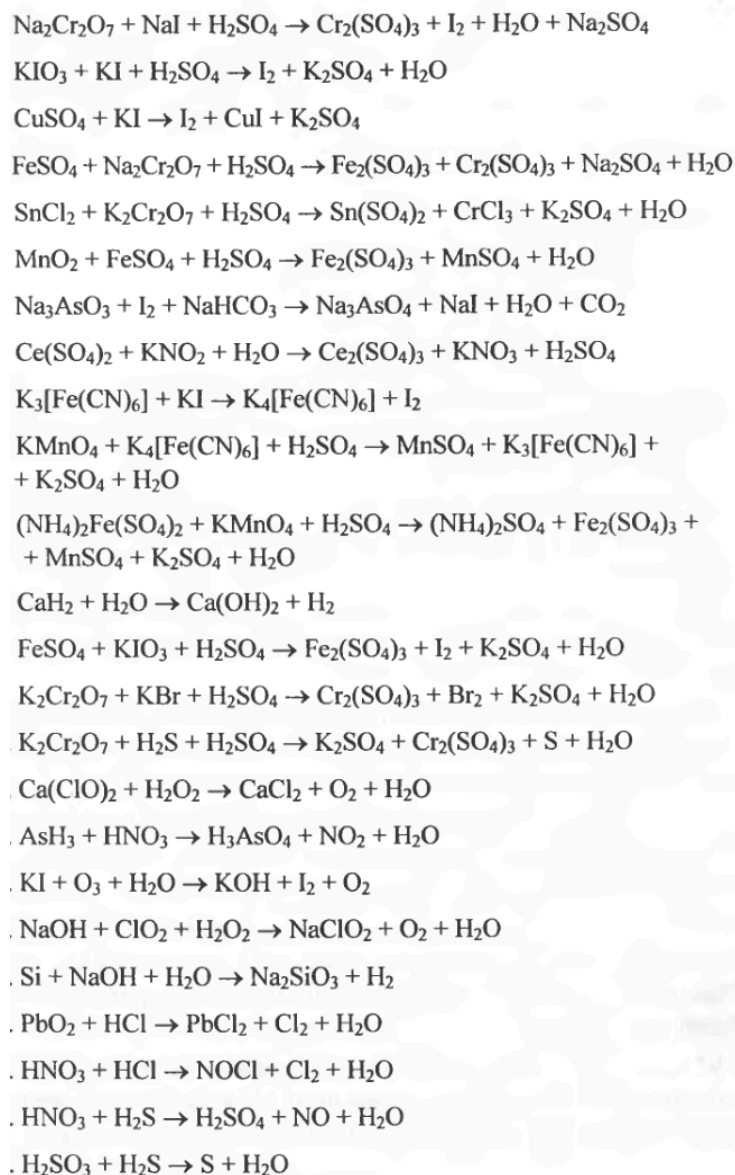
Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





Należy także zawrzeć zadania z treścią.

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

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

Na początku użytkownik może wybrać poziom treści, które chce przyswoić. Treści podstawowe są dostępne dla wszystkich, natomiast treści zaawansowane kierowane są do uczniów z większym zainteresowaniem naukami przyrodniczymi i chemią. Poziom ekspert jest zarezerwowany dla pasjonatów chemii oraz uczestników olimpiad chemicznych.

Po wyborze poziomu użytkownik zostanie wprowadzony do krótkiego tutorialu dotyczącego reakcji redoks. W tutorialu omówione zostaną kluczowe zagadnienia, takie jak utlenianie, redukcja, reduktor, utleniacz, przepływ elektronów, stopnie utlenienia, bilans elektronowy oraz bilans jonowo-elektronowy. Materiały muszą zostać zaprezentowane w interaktywny sposób, z przykładami bilansowania reakcji zarówno w aspekcie elektronowym, jak i jonowo-elektronowym, z wykorzystaniem wirtualnego asystenta.

Aplikacja ma za zadanie nauczyć prawidłowego przypisywania stopni utlenienia, zarówno w związkach nieorganicznych, jak i organicznych. Powinna wskazywać również wyjątki, takie jak tlenki mieszane czy jon tiosiarczanowy, w których atomy tego samego pierwiastka występują w różnych stopniach utlenienia. Użytkownik będzie miał możliwość przejścia do sekcji „Spróbuj sam”, w której podejmie próby bilansowania reakcji oboma metodami z pomocą wirtualnego asystenta, który dostarczy podpowiedzi oraz pomocnicze pytania, aby ułatwić proces nauki. Warto dokonać tutaj rozdziału na bilansowanie reakcji redoks w chemii nieorganicznej oraz bilansowanie reakcji redoks w chemii organicznej.

Następnie użytkownik trafi do panelu „Sprawdź się”, który będzie zawierał zbiór interaktywnych ćwiczeń sprawdzających i utrwalających zdobytą wiedzę. Ćwiczenia te pozwolą na samodzielną ocenę postępów oraz identyfikację obszarów wymagających dalszej pracy.

Ostatni panel to kalkulator reakcji redoks, za pomocą którego uczniowie będą mogli weryfikować poprawność doboru współczynników do dowolnych reakcji redoks. Funkcja ta będzie niezwykle pomocna w samodzielnym uczeniu się oraz przygotowywaniu do zajęć.

Dodatkowo, w opcji „Dla zainteresowanych”, znajdzie się zbiór praktycznych zastosowań reakcji redoks w codziennym życiu. Użytkownicy będą mogli odkrywać, jak te reakcje są wykorzystywane w różnych dziedzinach, od chemii przemysłowej po codzienne czynności, co dodatkowo wzbogaci ich zrozumienie tematu i zainteresowanie chemią.

Cała aplikacja ma na celu nie tylko naukę teoretyczną, ale również rozwijanie umiejętności praktycznych oraz poszerzanie wiedzy o chemii w kontekście jej zastosowań w życiu codziennym.

Przykładowe zadania do sekcji „Sprawdź się”:

#### Zadanie 1.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego

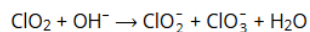


Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



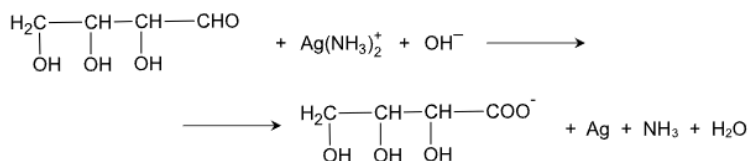
Po wprowadzeniu tlenku chloru(IV) do wodnego roztworu wodorotlenku sodu zachodzi reakcja opisana schematem:



Napisz w formie jonowej z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania reakcji redukcji i utleniania zachodzących podczas opisanego procesu. Uwzględnij środowisko reakcji.

## Zadanie 2.

Reakcja aldotetrozy z odczynnikiem Tollensa przebiega zgodnie z poniższym schematem:



Napisz w formie jonowej z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania reakcji redukcji i utleniania zachodzących podczas reakcji aldotetrozy z odczynnikiem Tollensa. Uwzględnij środowisko reakcji. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

## Mechanika materiału

Aplikacja powinna być zaprojektowana w sposób modułowy, co umożliwi włączanie lub wyłączanie poszczególnych komponentów, poziomów trudności oraz funkcjonalności z panelu konfiguracyjnego dostępnego dla nauczyciela w trybie edycji.

### Uprawnienia nauczyciela:

Nauczyciel ma możliwość konfigurowania aplikacji za pośrednictwem panelu konfiguracyjnego. Może włączać i wyłączać różne funkcjonalności aplikacji, moduły oraz ich składniki, a także ustalać poziomy trudności i dostępne przykłady. Dodatkowo nauczyciel ma możliwość śledzenia poszczególnych kroków w zadaniach wykonanych przez ucznia.

### Uprawnienia ucznia:

Uczniowie mają dostęp do funkcjonalności aplikacji, które zostały udostępnione przez nauczyciela. Mogą włączać lub wyłączać poszczególne funkcje aplikacji w panelu użytkownika, przełączać się pomiędzy różnymi modułami oraz zapisywać wyniki swojej pracy w profilu użytkownika lub na swoim urządzeniu. Uczniowie mogą wielokrotnie korzystać z funkcji aplikacji, w tym powtarzać eksperymenty i zadania.

Każda funkcjonalność powinna być przygotowana i realizowana osobno, aby mogła być włączana lub wyłączana niezależnie od innych.

### Wirtualny asystent:

W tle działa wirtualny asystent, który wspiera użytkownika w realizacji poszczególnych działań. Asystent naprowadza, analizuje błędy i reaguje odpowiednimi komunikatami, dostarczając informacje zwrotne.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





Warstwa językowa aplikacji powinna być zaprojektowana w sposób umożliwiający jej rozbudowę o inne języki poza polskim (podstawowym) i angielskim.

## Grafika

- **Sekcja teoretyczna:** Wyraźne nagłówki podzielone na sekcje. Ilustracje przedstawiające procesy redoks, takie jak transfer elektronów.
- **Interaktywny panel ćwiczeń:** Uczniowie mogą wprowadzać reagenty i produkty w specjalnych polach. Graficzne przedstawienie reakcji, z możliwością przeciągania i upuszczania indywiduów chemicznych w celu bilansowania. Po zakończeniu ćwiczenia uczniowie otrzymują wizualizację poprawnych i błędnych reakcji z kolorowym oznaczeniem (zielony dla poprawnych, czerwony dla błędnych).
- **Wirtualny asystent:** Wirtualny asystent w formie postaci chemicznej (szalony chemik) z dynamicznymi animacjami, które wskazują błędy lub udzielają wskazówek.
- **Kolorystyka:** Jasne tło, wyraźne ikony, informacje istotne wyróżnione
- **Czcionki:** Czytelne, nowoczesne czcionki, które są łatwe do odczytania, z różnymi rozmiarami dla nagłówków i treści.

## Przykładowe inspiracje

- **PhET Interactive Simulations – Chemistry**  
**Kategoria:** Symulacje chemiczne.  
**Opis:** Interaktywne symulacje pomagające uczniom lepiej zrozumieć teorię kinetyki, równowagi i elektrochemii.  
**Inspiracja:** Dynamiczne modele reakcji redoks oraz system interaktywnych wskazówek dotyczących bilansowania równań reakcji.
- **ChemCollective Virtual Lab**  
**Kategoria:** Wirtualne laboratorium chemiczne.  
**Opis:** Narzędzie do przeprowadzania symulowanych eksperymentów chemicznych, w tym bilansowania reakcji redoks.  
**Inspiracja:** Możliwość interaktywnego manipulowania równaniami reakcji i sprawdzania wyników.
- **Khan Academy – Redox Reactions**  
**Kategoria:** Interaktywne lekcje online.  
**Opis:** Kurs online poświęcony reakcji redoks, omawiający metody bilansowania i zasady elektrochemii.  
**Inspiracja:** Przejrzyste omówienie teorii z quizami sprawdzającymi wiedzę.
- **Organic Chemistry Tutor (YouTube)**  
**Kategoria:** Edukacyjne materiały wideo.  
**Opis:** Kanał zawierający szczegółowe omówienia reakcji redoks i elektrochemii.  
**Inspiracja:** Sposób wizualizacji procesów redoks krok po kroku.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





#### 4. Wymagania WCAG

##### Opis dostosowania materiału celem spełnienia standardu WCAG

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

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

Zaawansowany e-materiał powinien spełniać następujące kryteria:

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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- z ograniczeniami słuchu,
- z ograniczeniami ruchu rąk i mobilności,
- z ograniczeniami możliwości poznawczych (związanymi z np. pamięcią, przetwarzaniem informacji, dysleksją),
- z zaburzeniami neurorozwojowymi i psychicznymi (np. spektrum autyzmu, ADHD, stanami lękowymi, epilepsją),
- z zaburzeniami mowy,
- korzystających z czytników ekranu.

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

#### Ograniczenia wzroku:

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

#### Ograniczenia słuchu:

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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- 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 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 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”.

- **Wprowadzenie do reakcji redoks**
  - Aplikacja musi zawierać interaktywne wprowadzenie wyjaśniające podstawowe pojęcia związane z reakcjami redoks:
    - Czym jest reakcja redoks: Definicja, podział na procesy utleniania i redukcji.
    - Podstawowe pojęcia: Utleniacz, reduktor, przepływ elektronów.
    - Stopnie utlenienia: Wyjaśnienie zasad przypisywania stopni utlenienia pierwiastkom w różnych związkach, zarówno nieorganicznych, jak i organicznych, z przykładami wyjątków (np. tlenki mieszane, jon tiosiarczanowy).
- **Interaktywny samouczek bilansowania reakcji redoks**
  - Metody bilansowania: Przedstawienie dwóch metod:
    - Metoda bilansu elektronowego: Interaktywne wyjaśnienie, jak bilansować reakcje, dbając o zgodność liczby atomów i elektronów po obu stronach równania.
    - Metoda Jonowo-Elektronowa: Omówienie bilansowania reakcji w środowisku kwasowym, zasadowym i obojętnym, z wyjaśnieniem użycia jonów oksoniowych ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ).
  - Przykłady bilansowania: Każdy przykład ma być interaktywny, z możliwością klikania w etapy, aby zobaczyć szczegółowe wyjaśnienia i pomocnicze pytania.
- **Wirtualny asystent**
  - Wirtualny asystent ma prowadzić użytkownika przez poszczególne kroki bilansowania reakcji, naprowadzać, analizować błędy oraz oferować wskazówki. Asystent musi reagować na działania użytkownika i udzielać informacji zwrotnych w formie dynamicznych animacji.
- **Panel ćwiczeń i utrwalania wiedzy**
  - Użytkownik ma dostęp do ćwiczeń sprawdzających, które są podzielone na trzy poziomy trudności:
    - Poziom podstawowy: proste zadania związane z bilansowaniem reakcji i identyfikacją procesów redoks.
    - Poziom zaawansowany: bardziej złożone reakcje oraz zadania obejmujące zastosowanie reakcji redoks w chemii organicznej.
    - Poziom ekspercki: zadania dla zaawansowanych użytkowników, w tym przewidywanie kierunku przebiegu reakcji na podstawie potencjałów standardowych półogniw.
  - Automatyczna informacja zwrotna: System analizuje odpowiedzi, wskazuje błędy i udziela wskazówek.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Graficzne przedstawienie bilansowania: Interaktywny panel umożliwiający użytkownikowi przeciąganie i upuszczanie atomów oraz oznaczenie poprawnych reakcji na zielono, a błędnych na czerwono.
- **Kalkulator reakcji redoks**
  - Aplikacja musi zawierać kalkulator, który umożliwia użytkownikom sprawdzanie poprawności dobranych współczynników stechiometrycznych oraz ładunków.
- **Zastosowania reakcji redoks w praktyce**
  - Dla zainteresowanych: Sekcja prezentująca praktyczne zastosowania reakcji redoks, np. w chemii przemysłowej, biologii (oddychanie komórkowe), oraz przykładach z życia codziennego.
- **Personalizacja przez nauczyciela**
  - Nauczyciel może konfigurować aplikację, włączając lub wyłączając wybrane moduły, edytować treści quizów i ćwiczeń oraz dodawać własne reakcje do bilansowania w sekcji „Spróbuj sam”.
  - Monitorowanie postępów: Możliwość przeglądania raportów z wynikami uczniów.
- **Uprawnienia ucznia**
  - Użytkownik ma dostęp do funkcji wybranych przez nauczyciela, może wielokrotnie powtarzać ćwiczenia, zapisywać wyniki oraz przełączać się między modułami edukacyjnymi i ćwiczeniami.
- 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

