

## SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

### 1. Metryczka materiału

<b>Tytuł materiału</b>	Jak zrozumieć chemię organiczną? - aplikacja ucząco-sprawdzająca mechanizmy reakcji w chemii organicznej
<b>Numer materiału</b>	IV.21
<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 Chrabołowska
<b>Rodzaj multimedium</b>	aplikacja - interaktywna animacja mechanizmów reakcji
<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>	chemia język obcy nowożytny - język angielski



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## 2. Opis materiału

### Skrócony opis materiału (abstrakt)

Interaktywny program ucząco-sprawdzający do nauki mechanizmów reakcji z zakresu chemii organicznej. Zbudowany zarówno z interaktywnych treści wprowadzających, jak i materiałów do ćwiczenia i sprawdzania stopnia opanowania tych zagadnień. Aplikacja ta będzie złożona z interaktywnych komponentów takich jak symulacje, wirtualne laboratoria, które pozwolą na zrozumienie najważniejszych mechanizmów reakcji w chemii organicznej.

### Cel ogólny materiału

Celem głównym jest umożliwienie użytkownikom szczegółowego zrozumienia mechanizmów reakcji chemicznych, ich poszczególnych etapów oraz wzajemnych zależności. Aplikacja ma wspierać rozwój umiejętności analitycznych i zdolności przewidywania wyników reakcji. Zawiera narzędzia do skutecznego utrwalania wiedzy poprzez interaktywne ćwiczenia.

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

#### Szkoła ponadpodstawowa

##### Chemia (zakres podstawowy):

- opisuje właściwości chemiczne alkanów na przykładzie reakcji: spalania, substytucji (podstawiania) atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru przy udziale światła; pisze odpowiednie równania reakcji
- opisuje właściwości chemiczne alkenów na przykładzie reakcji: spalania, addycji (przyłączenia):  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ,  $H_2O$ ; polimeryzacji; przewiduje produkty reakcji przyłączenia cząsteczek niesymetrycznych do niesymetrycznych alkenów na podstawie reguły Markownikowa (produkty główne i uboczne); pisze odpowiednie równania reakcji
- -opisuje właściwości chemiczne alkinów na przykładzie reakcji: spalania, addycji (przyłączenia):  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ,  $H_2O$ , trimeryzacji etynu; pisze odpowiednie równania reakcji
- klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja)
- opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie reakcji: spalania, reakcji z  $HCl$ , zachowania wobec sodu, utlenienia do związków karbonylowych, eliminacji wody, reakcji z kwasami karboksylowymi; pisze odpowiednie równania reakcji
- opisuje właściwości chemiczne fenolu (benzenolu, hydroksybenzenu) na podstawie reakcji z: sodem, wodorotlenkiem sodu, kwasem azotowym(V); formułuje wniosek dotyczący kwasowego charakteru fenolu; pisze odpowiednie równania reakcji; na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do alkoholi lub fenoli
- pisze równania reakcji utleniania alkoholi, aldehydów;

##### Chemia (zakres rozszerzony):

- klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja) i mechanizm reakcji (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy); wyjaśnia mechanizmy reakcji; pisze odpowiednie równania reakcji
- nauka mechanizmów reakcji substytucji, addycji, eliminacji;
- zastosowanie reguł Markownikowa, Zajcewa;
- nauka mechanizmów reakcji syntezy Wurtza, Kuczerowa, Canizzaro, haloformowej;
- określenie wpływu czynników na przebieg reakcji chemicznej i mechanizm reakcji;
- umożliwienie użytkownikom przeprowadzania symulacji reakcji chemicznych w wirtualnym środowisku, pozwalających na modyfikację warunków i obserwację wyników.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



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

- posługiwanie się bogatym zasobem środków językowych w tematyce nauka i technika (np. ludzie nauki, odkrycia naukowe, wynalazki, korzystanie z podstawowych urządzeń technicznych i technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz szanse i zagrożenia z tym związane);
- korzystanie ze źródeł informacji w języku obcym nowożytnym.

### 3. Charakterystyka materiału

**Opis zawartości merytorycznej materiału**

Aplikacja zbudowana z sekcji: Samouczek z wirtualnym asystentem, animacjami, symulacjami oraz sekcji sprawdzającej podzielonej na dwa typy. Jeden z nich to wirtualne laboratoria, w których użytkownik może przeprowadzić reakcje według określonych mechanizmów. Natomiast drugi typ to ćwiczenia sprawdzające zdobyte umiejętności i je utrwalające, zrealizowane na trzech poziomach: podstawowy, zaawansowany i ekspercki. Część samouczka jest bogata w animacje, które umożliwią użytkownikom klikanie w różne części mechanizmu, aby dowiedzieć się więcej o każdym kroku.

Przykłady animacji do sekcji *Samouczek*:

- Substytucja nukleofilowa (SN2): animacja pokazująca etap, w którym reagent odrywa się od cząsteczki, tworząc karbokation. Następnie nukleofil atakuje karbokation, prowadząc do powstania produktu.
- Eliminacja (E1): przedstawienie procesu tworzenia karbokationu przez odrywanie grupy ustępującej, a następnie usunięcie protonu przez zasadę.
- Reakcje kondensacji.
- Reakcje Friedla- Craftsa.
- Reakcja polimeryzacji.

Aplikacja umożliwi użytkownikom przeprowadzenie różnych eksperymentów w wirtualnym laboratorium, w którym mogą zmieniać różne parametry reakcji (np. stężenie reagentów, rodzaj katalizatora) i obserwować, jak wpływają one na wyniki.

Aplikacja musi umożliwiać realizację wszystkich celów opisanych w sekcjach: *Cel ogólny materiału* i *Cele z podstawy programowej kształcenia ogólnego* ....w niniejszym dokumencie.

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

W sekcji samouczek muszą pojawić się kluczowe mechanizmy reakcji. Należy uwzględnić następujące mechanizmy:

- mechanizm substytucji nukleofilowej (SN2),
- mechanizm addycji,
- mechanizm eliminacji,
- mechanizm substytucji elektrofilowej,
- mechanizm substytucji rodnikowej,
- mechanizm reakcji syntezy Wurtza,
- mechanizm reakcji Kuczerowa,
- mechanizm reakcji polimeryzacji,
- mechanizm reakcji polikondensacji,
- mechanizm reakcji Friedla- Craftsa,
- mechanizm estryfikacji.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Dodatkowo sekcja samouczek powinna tłumaczyć regułę Zajcewa i Markownikowa. W sekcji *Sprawdź się* powinna być możliwość przeprowadzenia reakcji zachodzących według wyżej wymienionych mechanizmów. Oprócz wirtualnych laboratoriów powinny pojawić się interaktywne ćwiczenia dotyczące mechanizmów reakcji, katalizatorów dla poszczególnych reakcji, przewidywania substratów i produktów dla danych warunków reakcji.

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

### Merytoryczny opis struktury treści materiału

W sekcji **Samouczek** przedstawione są mechanizmy następujących reakcji:

- mechanizm substytucji nukleofilowej (SN2) na przykładzie reakcji chlorowcopochodnej z wodorotlenkiem potasu,
- mechanizm substytucji chloru do metylobenzenu w obecności światła,
- mechanizm substytucji chloru do metylobenzenu w obecności katalizatora żelaza,
- mechanizm addycji wody do alkenów,
- mechanizm addycji wodoru do alkinów,
- mechanizm addycji związków typu HX innych niż woda,
- mechanizm eliminacji wody i innych związków z jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów,
- mechanizm substytucji elektrofilowej na przykładzie,
- mechanizm substytucji rodnikowej na przykładzie addycji chloru do alkanu symetrycznego i niesymetrycznego,
- mechanizm reakcji syntezy Wurtza dla dwóch jednakowych chlorowcopochodnych i dla dwóch różnych,
- mechanizm reakcji Kuczerowa na przykładzie addycji wody do etynu oraz propynu,
- mechanizm reakcji polimeryzacji dla alkenów,
- mechanizm reakcji Friedla - Craftsa na przykładzie chlorobenzenu i  $\text{CH}_3\text{-Cl}$  oraz chlorobenzenu i  $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_3$ ,
- mechanizm reakcji estryfikacji pomiędzy kwasami karboksylowymi i alkoholami oraz przykład wewnątrzcząsteczkowej estryfikacji dla hydroksykwasów.

W tej sekcji bardzo istotne jest podkreślenie faktu, jak istotny wpływ na przebieg reakcji ma katalizator. Należy również uwzględnić efekt kierujący poszczególnych podstawników w związkach aromatycznych. Mechanizmy reakcji powinny być interaktywne.

W sekcji **Sprawdź się** powinna być możliwość sprawdzenia wiedzy w dwojaki sposób.

Pierwszy sposób to przeprowadzenie eksperymentów opisanych reakcji w sekcji samouczek. Do każdego eksperymentu powinna być dołączona instrukcja. Drugi sposób sprawdzenia wiedzy to zadania interaktywne. Przykłady zadań:

- przypisanie do danej reakcji właściwego katalizatora;
- określenie produktów reakcji dla narzuconych substratów i warunków;
- określenie, które reakcje zaszły zgodnie z regułą Zajcewa, a które nie;
- zadania sprawdzające wpływ kierujący podstawników;
- dobieranie reagentów do narzuconych produktów reakcji;
- przewidywanie produktu reakcji z uwagi na wpływ kierujący podstawnika w substracie.

Sekcja z zadaniami interaktywnymi powinna być podzielona na trzy poziomy trudności: podstawowy, zaawansowany, ekspercki. Każdy z poziomów powinien zawierać minimum po 20



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



zadań. Moduł proponuje użytkownikowi różne ćwiczenia pozwalające na opanowanie poszczególnych elementów:

- poziom podstawowy: o niskim poziomie trudności, na bazie treści podstawowych
- poziom zaawansowany: o umiarkowanym i średnim poziomie trudności
- poziom ekspert: o znacznym poziomie skomplikowania i poziomie trudności.

### Mechanika materiału

Pierwszy ekran powinien pozwolić wybrać użytkownikowi sekcję *Samouczek* lub *Sprawdź się*. W sekcji samouczek uczeń powinien znaleźć kafelki dotyczące poszczególnych mechanizmów. Treści teoretyczne powinny być wprowadzane w sposób interaktywny, z użyciem animacji. Przykładem może być animacja pokazująca halogenację alkanu, np. metanu ( $\text{CH}_4$ ) z bromem ( $\text{Br}_2$ ):

- Inicjacja: Rozpad cząsteczki  $\text{Br}_2$  na dwa rodniki bromowe. Tutaj powinno pojawić się wyjaśnienie, czym są rodniki i dlaczego są tak reaktywne.
- Propagacja: Atak rodnika bromowego na metan, tworząc rodnik metylowy ( $\text{CH}_3\cdot$ ) oraz bromowodór ( $\text{HBr}$ ).
- Terminacja: Dwa rodniki bromowe łączą się, tworząc cząsteczkę  $\text{Br}_2$ .

Kolejny przykład to animacja pokazująca proces nitrowania benzen ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) do nitrobenzenu ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ):

- Inicjacja: Tworzenie elektrofilu, czyli kationu nitrowego ( $\text{NO}_2^+$ ) z mieszaniny kwasu siarkowego ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i azotowego ( $\text{HNO}_3$ ). Tutaj powinno się podkreślić, czym jest elektrofil oraz to jak istotną rolę odgrywa kwas siarkowy (powoduje specyficzną dysocjację  $\text{HNO}_3$  i usuwa wodę, czym przyspiesza reakcję).
- Atak elektrofilowy: Kation nitrowy atakuje pierścień benzenowy, prowadząc do powstania kompleksu pirolinowego (intermediat).
- Reorganizacja: Odzyskiwanie stabilności pierścienia aromatycznego poprzez odłączenie protonu ( $\text{H}^+$ ), co tworzy nitrobenzen.

Wpływ kierujący podstawników powinien być przedstawiony w formie wizualizacji. Wskazanie na początku, jakie podstawniki są aktywujące, a jakie dezaktywujące. Pokazanie miejsc w pierścieniu, w które kierują aktywujące, a w które w dezaktywujące podstawniki. Wizualizacja powinna także umożliwić użytkownikowi wybór różnych podstawników, aby zobaczyć ich wpływ na reakcję.

Po wybraniu sekcji *Sprawdź się* powinna pojawić się opcja wyboru wirtualne laboratorium lub ćwiczenia. W przypadku wyboru wirtualnego laboratorium powinno się pojawić laboratorium, w którym w dowolnej kolejności można wykonać syntezy według opisanych w sekcji *Sprawdź się* mechanizmów. Laboratorium powinno być wyposażone w niezbędne odczynniki i sprzęt laboratoryjny. Powinny być dostępne instrukcje wykonania poszczególnych eksperymentów, karty charakterystyki oraz zapis zachodzących reakcji z rozpisaniem mechanizmów. W przypadku wyboru ćwiczeń powinien pojawić się zestaw około 20 zadań sprawdzających i utrwalających zdobytą wiedzę na trzech poziomach: podstawowy, zaawansowany, ekspercki. Po wykonanym zadaniu użytkownik powinien otrzymywać informację zwrotną.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Aplikacja powinna zostać zaprojektowana w sposób modułowy, umożliwiający włączanie i wyłączanie poszczególnych funkcji, poziomów trudności oraz modułów za pomocą panelu konfiguracyjnego dostępnego dla nauczyciela w trybie edycji.

#### Uprawnienia nauczyciela:

Nauczyciel ma możliwość dostosowywania aplikacji poprzez panel konfiguracyjny, w tym zarządzania funkcjonalnościami aplikacji, włączania i wyłączania modułów, elementów składowych, poziomów trudności oraz przykładów. Ponadto, nauczyciel może śledzić postępy ucznia, analizując poszczególne kroki wykonane w zadaniach.

#### Uprawnienia ucznia:

Uczeń, w zakresie funkcji udostępnionych przez nauczyciela, może w panelu użytkownika aktywować lub dezaktywować konkretne funkcje aplikacji, przełączać się między różnymi elementami lub modułami, zapisywać wyniki swojej pracy w swoim profilu lub na urządzeniu, a także wielokrotnie korzystać z dostępnych funkcji aplikacji, w tym wykonywać eksperymenty i rozwiązywać zadania.

**Warstwa językowa aplikacji** powinna być przygotowana w języku polskim i języku angielskim i zaprojektowana w sposób umożliwiający łatwe dodawanie kolejnych wersji językowych.

### Grafika

W tle znajduje się zarys laboratorium chemicznego z dygestorium. Podział aplikacji na dwie sekcje do wyboru. Po wyborze sekcji **Samouczek** pojawia się duża, interaktywna plansza z różnymi mechanizmami reakcji chemicznych. Przy każdym mechanizmie znajdują się ikony, które uruchamiają animacje pokazujące przebieg reakcji krok po kroku. Powinna być możliwość wyboru różnych reagentów lub warunków reakcji, co pozwala na obserwację, jak zmienia się mechanizm. W sekcji **Sprawdź się** laboratorium realizowane jest z perspektywy pierwszej osoby. Realistyczne i rzeczywiste efekty wizualne. Ćwiczenia przedstawione w sposób przejrzysty i interesujący z perspektywy użytkownika.

### Przykładowe inspiracje

- **Zintegrowana Platforma Edukacyjna – Animacja mechanizmów reakcji**  
(<https://zpe.gov.pl/a/animacja/DKwjZg0zJ>)  
**Kategoria:** Interaktywne zasoby edukacyjne.  
**Opis:** Narzędzie edukacyjne z interaktywnymi animacjami i symulacjami przedstawiającymi mechanizmy reakcji chemicznych.  
**Inspiracja:** Dynamiczna wizualizacja przebiegu reakcji chemicznych, interaktywne schematy reakcji oraz wbudowane ćwiczenia sprawdzające.
- **A Level Chemistry – Free Radical Substitution of Alkanes**  
(<https://www.youtube.com/watch?v=xMPQKzRQDzo>)  
**Kategoria:** Wizualizacja mechanizmów reakcji chemicznych.  
**Opis:** Film edukacyjny objaśniający mechanizm substytucji rodnikowej w alkanach.  
**Inspiracja:** Interaktywne przedstawienie reakcji krok po kroku, wyjaśnienie procesu inicjacji, propagacji i terminacji w reakcji rodnikowej.
- **GCSE Chemistry – Addition Reactions of Alkenes**  
(<https://www.youtube.com/watch?v=83ls-rouV-U>)  
**Kategoria:** Edukacyjne materiały wideo.  
**Opis:** Film przedstawiający reakcje addycji alkenów z różnymi reagentami oraz ich



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





zastosowanie w przemyśle chemicznym.

**Inspiracja:** Przykład tłumaczenia mechanizmów reakcji w przystępny sposób, wizualizacje strukturalne przedstawiające poszczególne etapy reakcji.

- **MolView**

**Kategoria:** Wizualizacja struktur chemicznych.

**Opis:** Narzędzie online do eksploracji modeli cząsteczek i analizy ich właściwości.

**Inspiracja:** Interaktywne modele 3D pozwalające użytkownikowi manipulować strukturami cząsteczek i analizować ich właściwości.

- **ChemSketch (ACD/Labs)**

**Kategoria:** Modelowanie chemiczne.

**Opis:** Program do rysowania struktur chemicznych i analizowania ich geometrii.

**Inspiracja:** Możliwość tworzenia szczegółowych wzorów chemicznych oraz modelowania przestrzennego reakcji.

- **Khan Academy – Organic Chemistry**

**Kategoria:** Interaktywne lekcje online.

**Opis:** Kursy online dotyczące mechanizmów reakcji, ich typów i znaczenia w chemii organicznej.

**Inspiracja:** Prosty i przystępny sposób prezentacji materiału poprzez interaktywne filmy i quizy.

- **Organic Chemistry Tutor (YouTube)**

**Kategoria:** Edukacyjne materiały wideo.

**Opis:** Kanał zawierający szczegółowe objaśnienia mechanizmów reakcji chemii organicznej.

**Inspiracja:** Precyzyjne omówienie procesów chemicznych, szczególnie w kontekście izomerii i substytucji.

#### 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:



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



1. umożliwiać użytkownikowi z różnymi potrzebami korzystać z ułatwień dostępu, na wszystkich poziomach i etapach e-materiału;
2. posiadać instrukcję dla użytkowników z różnymi potrzebami, zawierającą informacje o sposobie korzystania z ułatwień dostępu i mechanizmach poruszania się po menu, przygotowaną za pomocą tzw. prostego języka;
3. posiadać rozwiązania z zakresu dostępności, które pozwalają uniknąć QTE lub działań związanych z łączeniem przycisków (uwzględnia ustawienie pozwalające je uprościć lub pominąć/wyłączyć);
4. umożliwiać korzystanie z wirtualnej klawiatury ekranowej (jeśli materiał tego wymaga), którą można sterować za pomocą myszy lub technologii wspomagających, takich jak wzrok lub przełącznik;
5. umożliwiać skorzystanie z pomocy w sytuacjach potencjalnie trudnych, związanych z poruszaniem się po materiale;
6. użytkownik przed skorzystaniem z zaawansowanego e-materiału powinien mieć możliwość zapoznania się tutorialiem objaśniającym, jak korzystać z ułatwień dostępu;
7. mechanika zaawansowanego e-materiału powinna pozwalać na dostęp do wszystkich obszarów interfejsu użytkownika;
8. zaawansowany e-materiał powinien być dostępny za pomocą technologii asystujących, m.in. czytników ekranu, oprogramowania asystującego w technologiach mobilnych.

Jeżeli w materiale będą występowały treści nieinterpretowalne przez technologie asystujące, wykonawca zobowiązany jest zapewnić alternatywę wchodzącą w e-materiał i stanowiącą integralną całość zaawansowanego e-materiału. Bez konsultacji z ekspertami ORE nie dopuszcza się tworzenia alternatywnego (równoległego rozwiązania) dedykowanego osobom z różnymi potrzebami.

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać między innymi potrzeby osób:

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

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

Ograniczenia wzroku:

- stosowanie dobrze kontrastujących kolorów, czytelnych rozmiarów i typów fontów, 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;



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





- nawigacja i sterowanie za pomocą klawiatury;
- stosowanie tekstów alternatywnych lub audiodeskrypcji do grafik;
- elementy materiału powinny być duże i łatwe do odróżnienia oraz oddalone od siebie;
- dodanie opisów alternatywnych do obrazów i innych elementów wizualnych, które opisują treści lub funkcje;
- stosowanie dużego kontrastu między istotnymi elementami w materiale;
- użytkownicy niewidomi powinni móc skorzystać z każdej funkcjonalności materiału z poziomu klawiatury.

#### Ograniczenia słuchu:

- stosowanie prostego języka, niestosowanie figur stylistycznych i idiomów;
- zapewnienie alternatywy tekstowej każdej kluczowej informacji dźwiękowej;
- dodanie napisów i transkrypcji do treści audio i wideo;
- możliwość modyfikacji napisów, zmiana rozmiaru/koloru oraz ich włączania i wyłączania zanim pojawi się dźwięk;
- stosowanie napisów rozszerzonych informujących o dodatkowych dźwiękach i nastroju oraz postaci mówiących;
- stosowanie prostych logicznych i spójnych układów treści;
- zapewnienie możliwości osobnej regulacji dźwięku dla różnych elementów multimedialnych w mapie interaktywnej;
- zastosowanie przełącznika dźwięku mono/stereo w materiałach filmowych i audio (jeśli takie się pojawiają w zaawansowanym materiale).

#### Ograniczenia ruchu rąk i mobilności:

- umożliwienie w menu materiału ustawienia dużych obszarów klikalnych;
- projektowanie obsługi za pomocą klawiatury i mowy;
- unikanie tworzenia dynamicznych treści, wymagających dużego ruchu myszy;
- nieograniczanie czasu otwarcia okien, wykonania zadań;
- zapewnienie alternatywy dla akcji, wymagających równoczesnych czynności (np. klik zamiast przeciągnij i upuść);
- zapewnienie sterowania przy użyciu prostych kontrolerów.
- unikanie stosowania bardzo precyzyjnych ruchów.

#### Ograniczenia poznawcze oraz zaburzenia neurorozwojowe i psychiczne:

- używanie prostych, stonowanych barw;
- używanie prostego języka, bez stosowania figur stylistycznych i idiomów;
- używanie krótkich zdań i punktowania;
- używanie wyjaśnienia skrótów;
- tworzenie opisowych przycisków;
- budowanie prostych i spójnych układów treści;
- wyrównanie tekstów do lewej i zachowanie spójnego układu;
- niestosowanie dużych bloków ciężkiego tekstu;
- niestosowanie podkreślania słów, niepochylania 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.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



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** z mechanizmami reakcji
  - Aplikacja musi zawierać samouczek z wirtualnym asystentem, który prowadzi użytkownika przez najważniejsze mechanizmy reakcji chemicznych. W tej sekcji muszą się znaleźć:
    - Definicje i opisy: Szczegółowe wyjaśnienie mechanizmów, takich jak substytucja nukleofilowa (SN2), addycja, eliminacja, substytucja elektrofilowa, substytucja rodnikowa, reakcje syntezy Wurtza, Kuczerowa, reakcje Friedla-Craftsa, polimeryzacja, estryfikacja.
    - Reguły chemiczne: Omówienie reguły Markownikowa i Zajcewa, z wizualizacjami pokazującymi, jak reguły te wpływają na produkty reakcji.
    - Animacje edukacyjne: Użytkownik może kliknąć w poszczególne etapy mechanizmów, aby zobaczyć szczegółowy opis każdego kroku (np. tworzenie karbokationu, atak nukleofila, usunięcie protonu).
- **Wirtualne Laboratorium**
  - Moduł eksperymentów wirtualnych: Użytkownik przeprowadza reakcje chemiczne zgodnie z mechanizmami poznanymi w samouczku. Aplikacja musi umożliwiać:
    - zmianę warunków reakcji: modyfikacja parametrów, takich jak stężenie, rodzaj katalizatora, temperatura, i obserwowanie wpływu tych zmian na przebieg reakcji.
    - dokumentowanie wyników: użytkownik rejestruje wyniki, a aplikacja analizuje i porównuje uzyskane rezultaty.
- **Ćwiczenia Interaktywne i utrwalanie wiedzy**
  - Zadania sprawdzające: moduł ćwiczeń zawiera różne typy zadań, takie jak:
    - dobieranie właściwego katalizatora do danej reakcji.
    - określanie produktów reakcji na podstawie zadanych warunków i reguł chemicznych.
    - określenie, które reakcje spełniają regułę Zajcewa lub Markownikowa.
    - wizualizacja wpływu podstawników na przebieg reakcji aromatycznych, z możliwością interaktywnego wyboru i analizy.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Trzy poziomy trudności: Zadania są podzielone na poziom podstawowy, zaawansowany i ekspercki, z automatyczną informacją zwrotną i odpowiedziami w razie potrzeby.
- **System odpowiedzi i Wirtualny Asystent**
  - Wirtualny asystent wspiera użytkownika na każdym etapie nauki, oferując wskazówki, wyjaśnienia i pomoc w analizie błędów. Każde zadanie musi mieć opcję uzyskania odpowiedzi.
- **Personalizacja przez nauczyciela**
  - Nauczyciel może konfigurować aplikację, włączając lub wyłączając wybrane moduły, edytować treści quizów i ćwiczeń oraz dodawać własne reakcje i eksperymenty.
  - Śledzenie postępów uczniów: Funkcje umożliwiające nauczycielowi przeglądanie działań ucznia oraz ocenianie jego postępów.
- **Uprawnienia ucznia**
  - Użytkownik ma możliwość korzystania z aplikacji w trybie personalizacji, wybierania sekcji, przełączania się między samouczkiem, laboratorium i zadaniami, a także wielokrotnego powtarzania eksperymentów i ćwiczeń.
- **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.
- **Modularność aplikacji**
  - Aplikacja powinna być zaprojektowana w sposób modułowy, umożliwiający łatwą aktualizację i rozbudowę o nowe treści.

## 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.
- **Grafika i interfejs użytkownika**
  - Aplikacja musi mieć nowoczesny, przejrzysty i przyjazny dla użytkownika interfejs, z realistycznymi animacjami i efektami wizualnymi.
  - Wirtualne laboratorium jest realizowane z perspektywy pierwszej osoby, z możliwością wyboru sprzętu laboratoryjnego i odczynników.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską

