

Ilustracja zmian energii w reakcjach egzo- i endoenergetycznych

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Ilustracja zmian energii w reakcjach egzo- i endoenergetycznych

Podczas niektórych reakcji wydzielana jest energia cieplna. Można łatwo ją zmierzyć przy pomocy termometru.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Energia jest bardzo ważna zarówno w chemii, jak i w życiu codziennym. W wielu reakcjach energia jest wydzielana do otoczenia, a w innych pochłaniana z niego. Nawet teraz, kiedy czytasz ten tekst, reakcje chemiczne zachodzą dookoła Ciebie, np.: za oknem drzewa i kwiaty przeprowadzają fotosyntezę, czyli przekształcają energię świetlną na energię wiązań chemicznych, zawarty w proszku do pieczenia wodorowęglan sodu rozkłada się pod wpływem temperatury, a spalanie węgla w tlenie podczas grillowania lub spalanie benzyny w silniku samochodowym to reakcje wydzielające ciepło do otoczenia. A czy wiesz, jak można zilustrować taką zmianę energii reakcji chemicznej na wykresie?

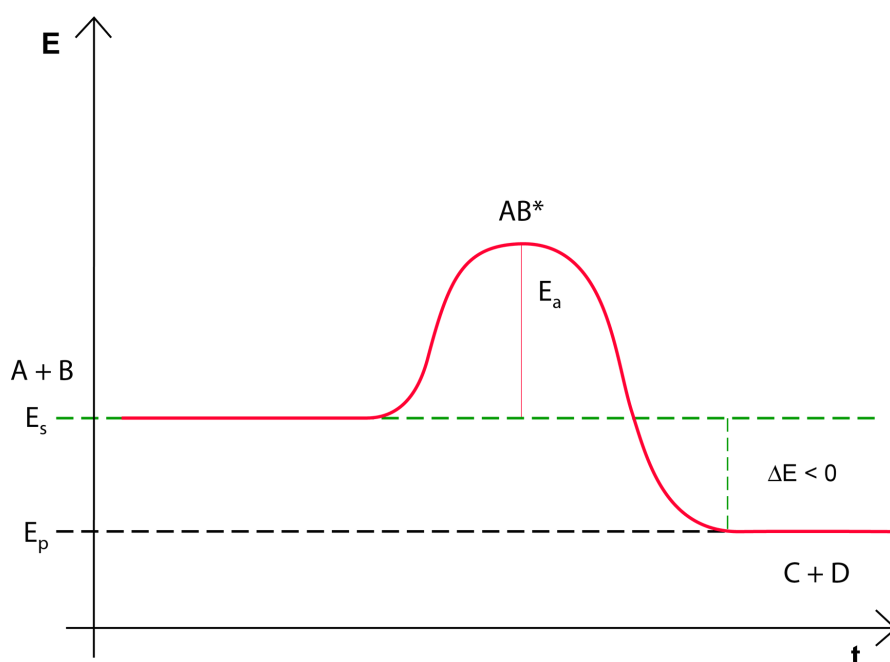
Twoje cele

- Wskażesz różnice między reakcją endo- i egzo-energetyczną.
- Zinterpretujesz wykresy zmian energii układu w zależności od przebiegu reakcji i jej efektu energetycznego.
- Sporządzisz wykres zależności energii układu od przebiegu reakcji.
- Zilustrujesz wpływa katalizatora na energię aktywacji podczas reakcji chemicznej.

Przeczytaj

Jak zmienia się energia podczas reakcji chemicznych?

Aby reakcja chemiczna mogła zajść, cząsteczki substratów (A i B) muszą się ze sobą zderzyć. **Energia kinetyczna**, związana z ruchem cząsteczek, zaczyna się przekształcać w **energię potencjalną**, która wzrasta do maksymalnej wartości i prowadzi do utworzenia nietrwałego, przejściowego **kompleksu aktywnego** (AB^*). Posiada on wyższą energię niż suma energii substratów czy suma energii produktów. Zanim substraty przekształcą się w produkty, muszą mieć energię odpowiadającą kompleksowi aktywnemu, bez względu na to, czy jest to **reakcja endo-**, czy egzoenergetyczna. Różnica między energią potencjalną substratów a energią potencjalną kompleksu aktywnego polega na **energii aktywacji** (E_a) reakcji. Podczas rozpadu kompleksu aktywnego wydzielona się energia, która przekształca się w energię kinetyczną cząsteczek produktów (C i D). Warunkiem zajścia reakcji chemicznej jest pokonanie bariery energetycznej. Jej wysokość jest równa energii aktywacji. Różnica energii potencjalnej substratów i produktów równa jest efektowi energetycznemu reakcji. Przebieg opisanej reakcji chemicznej – **reakcji egzoenergetycznej** – można przedstawić na wykresie zmian energii reakcji, co zostało przedstawione poniżej:

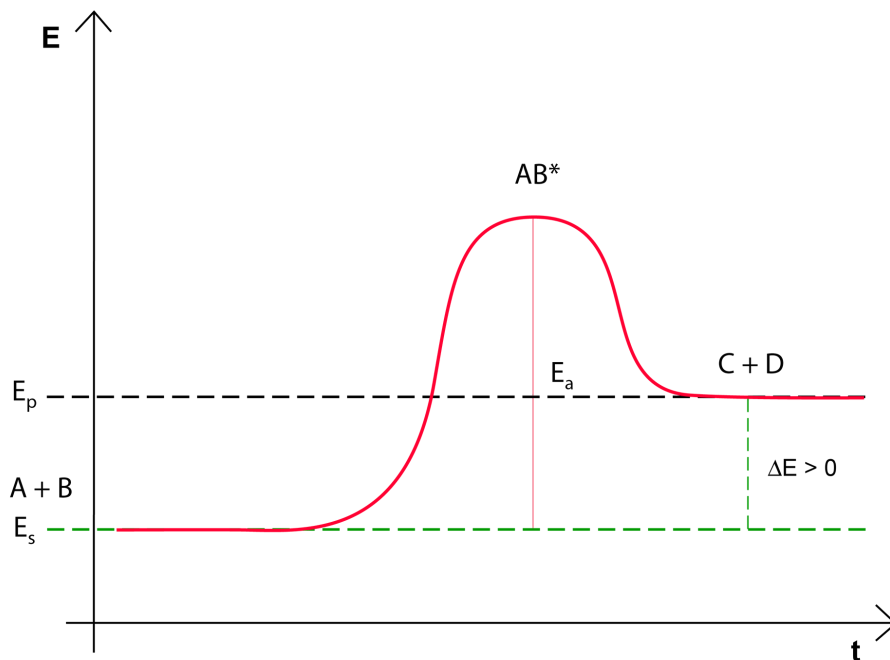


Wykres zmian energii substratów i produktów podczas trwania reakcji egzoenergetycznej

Źródło: GroMar Sp.z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

ΔE to energia, która została wydzielona przez układ, zaś E_a to energia aktywacji, czyli energia potrzebna substratom do przejścia w kompleks aktywny, który jest zdolny do przemiany w produkty. Jeżeli układ wydziela energię do otoczenia, to po reakcji będzie mieć niższą energię niż przed reakcją. Jest to reakcja egzoenergetyczna, czyli reakcja o dodatnim bilansie energetycznym. Energia potencjalna produktów jest mniejsza niż energia potencjalna substratów.

W przypadku reakcji endoenergetycznych, aby reakcja mogła zostać zapoczątkowana, układ pobiera dodatkową energię z otoczenia. Energia aktywacji (E_a) jest zwykle większa niż całkowita energia reakcji egzoenergetycznej. Poziom energii produktów jest większy niż poziom energii substratów. Poniżej przedstawiono wykres zmian energii układu dla reakcji endoenergetycznej:



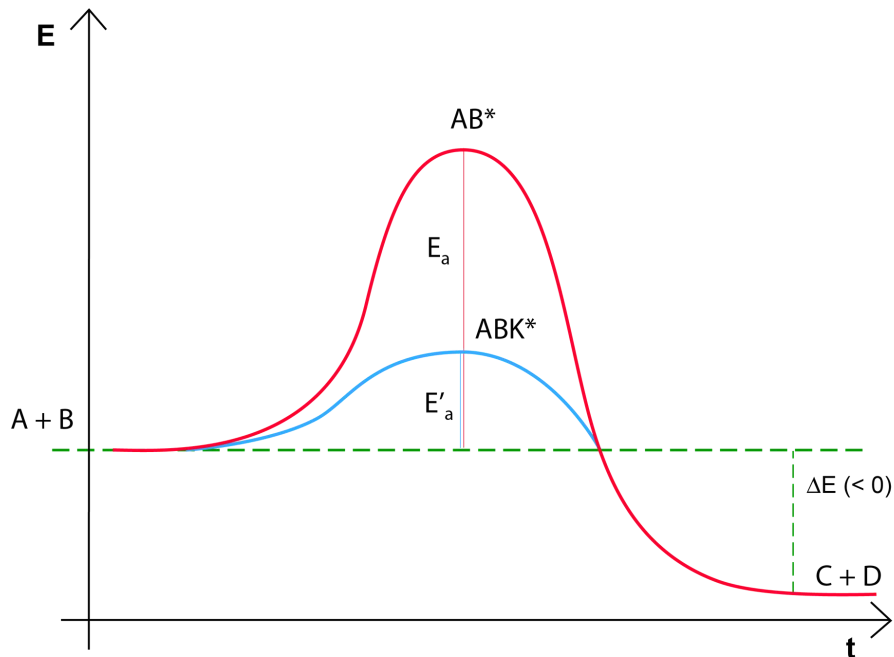
Wykres zmian energii substratów i produktów podczas reakcji endoenergetycznej

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W tym wypadku ΔE jest energią, która została pochłonięta przez układ, a E_a jest energią aktywacji, potrzebną substratom do przejścia w kompleks aktywny, zdolny do przemiany w produkty. Tym razem, jeśli układ pobierze dodatkową energię z otoczenia, to po reakcji będzie mieć większą energię niż przed nią. Reakcje endoenergetyczne to reakcje o ujemnym bilansie energetycznym. Energia potencjalna produktów jest większa niż energia potencjalna substratów.

Co się zmieni jeśli do reakcji dodamy katalizator?

Katalizator to substancja, która dodana nawet w małych ilościach do reakcji chemicznej zwiększa jej szybkość. Co ważne, katalizator nie jest substratem i nie występuje w równaniu stechiometrycznym. Obniża energię aktywacji, ułatwiając przebieg reakcji. Szybkość zależy od wielkości energii aktywacji. Im wyższa energia aktywacji, tym reakcja zachodzi wolniej. Wykres zmian energii układu przykładowej katalitycznej reakcji egzoenergetycznej został przedstawiony poniżej:



Wykres zmian energii katalitycznej reakcji egzoenergetycznej

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na wykresie została przedstawiona zmiana energii podczas reakcji chemicznej z udziałem katalizatora. Energia aktywacji reakcji z udziałem katalizatora jest dużo niższa od energii aktywacji reakcji bez udziału katalizatora. Aby zaszła reakcja chemiczna, dwie cząsteczki substratu muszą posiadać sumarycznie większą energię kinetyczną niż wartość energii aktywacji. Im mniejsza energia aktywacji, tym więcej cząsteczek może się ze sobą zderzyć, ponieważ więcej cząsteczek może pokonać barierę energetyczną. Dzięki temu reakcja zachodzi szybciej.

Słownik

katalizator

(łac. *katalysis* „rozkład”) substancja, która zwiększa szybkość reakcji chemicznej i najczęściej pozostaje w stanie niezmiennym po zakończeniu reakcji

kompleks aktywny

(łac. *complexus* „objęcie, połączenie”) stan przejściowy, przez który przebiega reakcja chemiczna; prowadzi do utworzenia produktów

energia aktywacji

(gr. *enérgeia* „działanie”, łac. *activus* „czynny”) minimalna energia, którą muszą mieć indywidua chemiczne, aby mogła zajść między nimi reakcja chemiczna

energia potencjalna

część energii układu, zależna od rozmieszczenia elementów układu i ich położenia

energia kinetyczna

część energii układu, zależna od jego prędkości

reakcja egzoenergetyczna

reakcja chemiczna, która przebiega z wydzieleniem energii do otoczenia

reakcja endoenergetyczna

reakcja chemiczna, która przebiega z pochłanianiem energii z otoczenia

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia fizyczna*, Warszawa 2015.

Atkins P., Jones L., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, New York 2009, wyd. 5.

Encyklopedia PWN

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Jakie znasz typy reakcji zmian energii w układzie? Mając do dyspozycji poniższe fotografie, zastanów się, która z nich przedstawia reakcję egzo-, a która endoenergetyczną. Przeglądając grafikę interaktywną poznasz odpowiedzi na te pytania.

Grafika interaktywna pt. „*Reakcja spalania*”

Źródło: Atkins, P. W., *Physical Chemistry*. wyd. New York : Oxford University Press, 2006., domena publiczna.

Grafika interaktywna pt. „*Fotosynteza*”

Źródło: Atkins, P. W., *Physical Chemistry*. wyd. New York : Oxford University Press, 2006., domena publiczna.

Ćwiczenie 1



Narysuj wykres energetyczny oraz napisz równanie reakcji chemicznej spalania węgla.

Ćwiczenie 2



Narysuj wykres energetyczny oraz napisz równanie reakcji chemicznej fotosyntezy.

Ćwiczenie 3

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Ćwiczenie 2



Określ prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz „Prawda” lub „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Reakcja endoenergetyczna powoduje, że energia jest przekazywana do otoczenia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reakcja egzoenergetyczna to reakcja o dodatnim bilansie energetycznym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Katalizator powoduje zwiększenie energii aktywacji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im mniejsza energia aktywacji, tym szybciej zachodzi reakcja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kompleks aktywny to forma przejściowa do utworzenia produktów.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Warunkiem zajścia reakcji chemicznej jest pokonanie bariery energetycznej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energia aktywacji, to energia, która jest potrzebna substratom do przejścia w kompleks aktywny.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

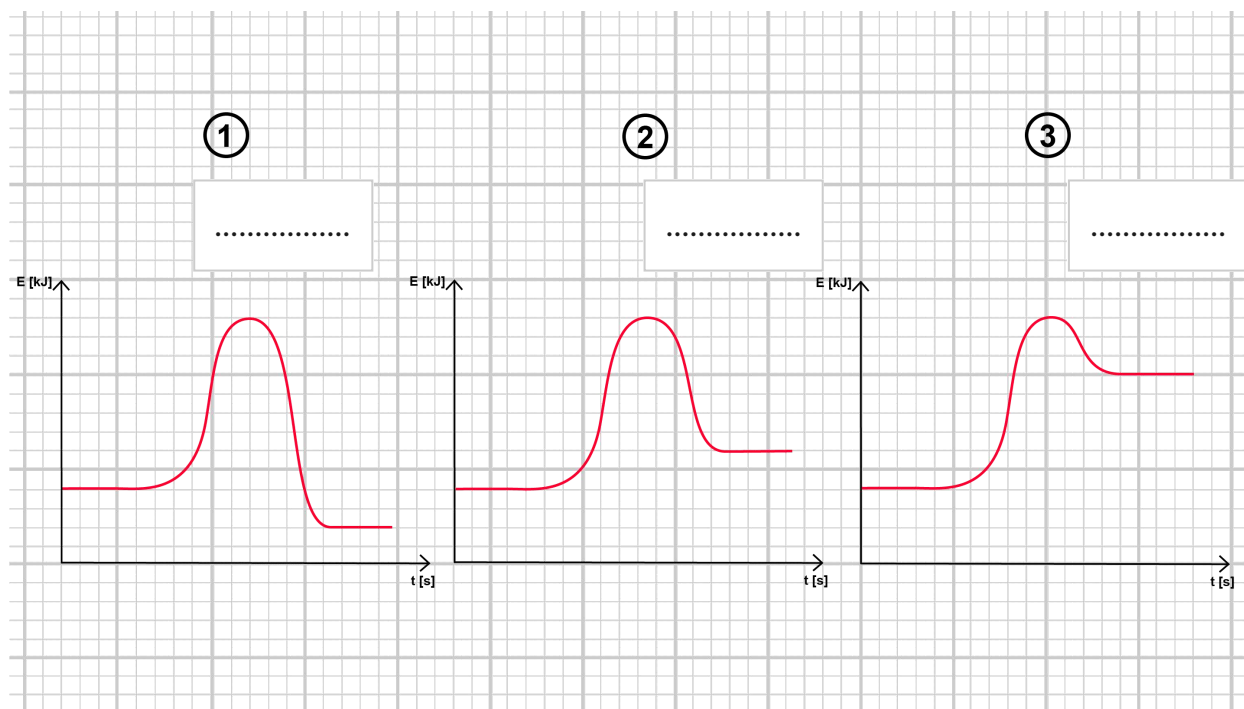
Ćwiczenie 3



Opisz wykresy. Do jakiego typu reakcji energetycznych należą?



reakcja endoenergetyczna, reakcja endoenergetyczna, reakcja egzoenergetyczna



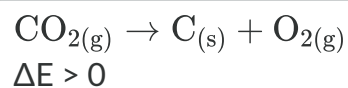
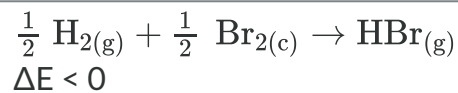
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4

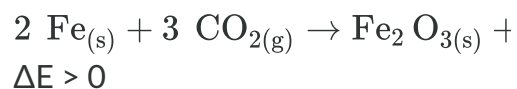


Określ, które równanie odpowiada reakcji endoenergetycznej, a które egzoenergetycznej.

Reakcja endoenergetyczna



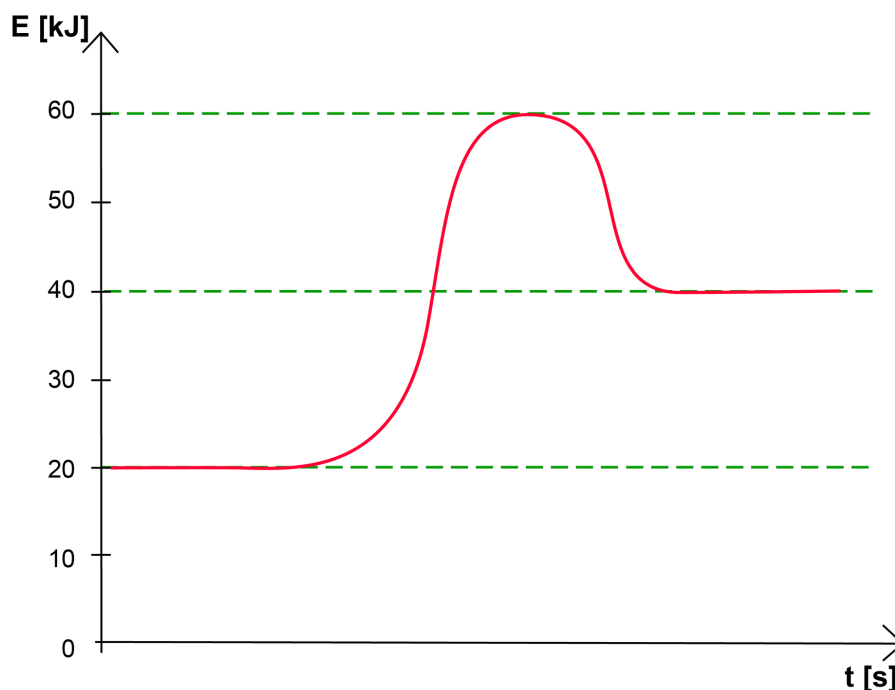
Reakcja egzoenergetyczna



Ćwiczenie 5



Na podstawie podanego wykresu podaj efekt energetyczny reakcji oraz określ, czy reakcja jest endo- czy egzoenergetyczna.



Wykres zmiany energii w czasie

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

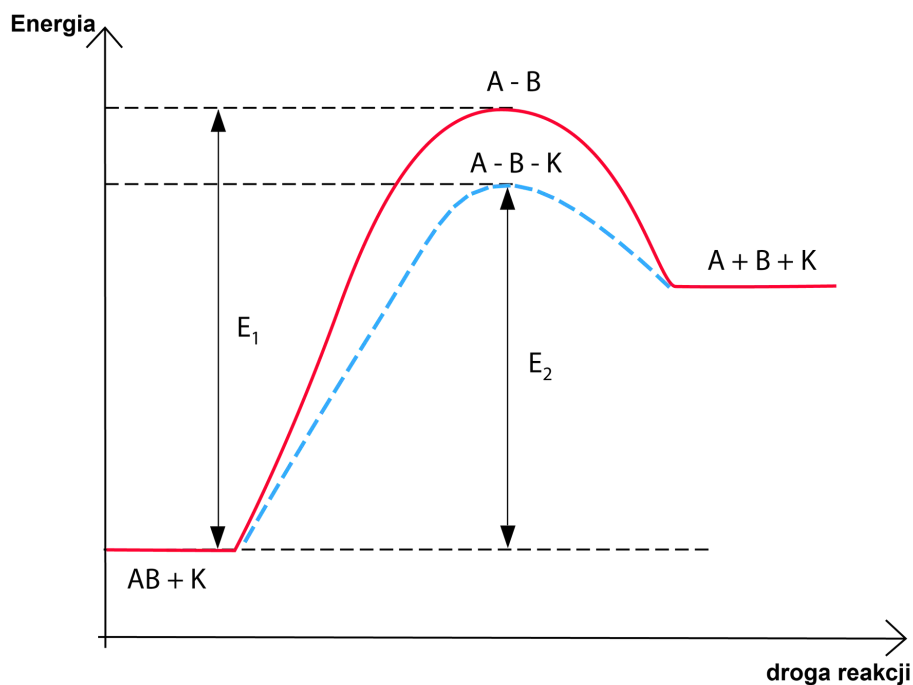
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Poniższy wykres przedstawia przebieg reakcji $AB \rightarrow A + B$ bez katalizatora oraz z użyciem katalizatora.



Wykres zmiany energii w czasie

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 8



Zaproponuj wykres zmian energii substratów i produktów podczas endoenergetycznej reakcji chemicznej ($A + B \rightarrow C$) w zależności od czasu trwania reakcji. Na wykresie zaznacz energię aktywacji, ΔE , substraty oraz produkt.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Patrycja Męcik, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Ilustracja zmian energii w reakcjach egzo- i endoenergetycznych

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
uczniowie III etapu edukacyjnego - kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:

3) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny, energia aktywacji do opisu efektów energetycznych przemian; zaznacza wartość energii aktywacji na schemacie ilustrującym zmiany energii w reakcji egzo- i endoenergetycznej.

Zakres rozszerzony

IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:

5) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny, energia aktywacji do opisu efektów energetycznych przemian; zaznacza wartość energii aktywacji na schemacie ilustrującym zmiany energii w reakcji egzo- i endoenergetycznej.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wskazuje różnice między reakcją endo- i egzoenergetyczną;

- interpretuje wykresy zmian energii układu w zależności od przebiegu reakcji i jej efektu energetycznego;
- sporządza wykres zależności energii układu od przebiegu reakcji;
- ilustruje wpływ katalizatora na energię aktywacji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego;
- metoda układanki;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- eksperyment;
- dyskusja dydaktyczna;
- technika gadająca ściana;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputer z głośnikami/tablet/smartfon;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- rzutnik multimedialny;
- pisak/kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Jakie efekty mogą towarzyszyć reakcjom chemicznym? Czy wiesz, jak można zilustrować zmianę energii reakcji chemicznej na wykresie? Wiesz jak wpływa katalizator na szybkość reakcji?

2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów dotycząca reakcji endo- i egzoenergetycznych. Nauczyciel na tablicy zapisuje po prawej stronie reakcja egzoenergetyczna, po lewej reakcja endoenergetyczna. Zadaniem uczniów jest podanie jak najwięcej cech charakteryzujących poszczególne reakcje oraz podanie przykładów tych reakcji.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment - pokaz uczniowski *Reakcja glinu z tlenem*. Nauczyciel wyznacza ucznia asystenta do przeprowadzenia eksperymentu wg instrukcji zamieszczonej w materiale pomocniczym. Nauczyciel czuwa nad poprawnością wykonywania eksperymentu. Prowadzący zajęcia rozdaje karty pracy. Uczniowie formułują pytanie badawcze i hipotezę, zapisują w karcie pracy, chętny uczeń podaje na forum klasy. Uczniowie obserwują zmiany, opisują obserwacje w karcie pracy, wyciągają wnioski.
2. Eksperyment uczniowski *Termiczny rozkład proszku do pieczenia*. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy 4-osobowe, rozdaje sprzęt i szkoła laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne. Nauczyciel czuwa nad poprawnością wykonywania eksperymentu. Uczniowie formułują pytanie badawcze i hipotezę, zapisują w karcie pracy. Obserwują zmiany, opisują obserwacje w karcie pracy, wyciągają wnioski.
3. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Jakie zaszły reakcje chemiczne w przeprowadzonych eksperymentach biorąc pod uwagę efekt energetyczny? Dyskusja na ten temat.
4. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda z grup dostaje duży arkusz papieru oraz kolorowe mazaki. Zadaniem grupy I i III jest przedstawienie ilustracji zmian energii dla reakcji endoenergetycznej, natomiast zadaniem grupy II i IV jest przedstawienie ilustracji zmian energii dla reakcji egzoenergetycznej. Na plakatach powinny pojawić się opisy oznaczeń oraz krótka charakterystyka każdej z reakcji. Uczniowie podczas przygotowywania prac mogą korzystać z treści zawartych w e-materiale. Po ustalonym czasie na przygotowanie plakatów, liderzy przedstawiają efekty pracy grup z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Nauczyciel czuwa nad poprawnością merytoryczną prezentacji.
5. Nauczyciel zadaje pytanie: Co się zmieni jeśli do reakcji dodamy katalizator? Trwa dyskusja, po czym uczniowie konfrontują swoje wypowiedzi z e-materiałem.
6. Prowadzący prosi uczniów, aby odliczyli do czterech, zapamiętując numer. W tym ćwiczeniu będą pracowali metodą układanki. Najpierw każdy zapoznaje się z zadaniem zamieszczonym w e-materiale (uczniowie z nr 1 przygotowują zadanie 5, z nr 2 zadanie 6, z nr 3 zadanie 7, z nr 4 zadanie 8). Następnie uczniowie łączą się w grupy czteroosobowe (w taki sposób, aby w każdej grupie znalazł się jeden uczeń o danym numerze) i każdy członek grupy wyjaśnia pozostałym zadanie, z którym się zapoznał.

Nauczyciel wyznacza czas na realizację tego zadania, monitoruje jego przebieg. Po upływie wyznaczonego czasu nauczyciel pyta uczniów, czego się dowiedzieli i jak rozumieją poszczególne kwestie.

Faza podsumowująca

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając pytania: Jakie zmiany zachodzą po dodaniu katalizatora do reakcji chemicznej? Wskaż różnice pomiędzy reakcją egzotermiczną a endoenergetyczną.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie gromadzą w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe ...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie ćwiczeń w e-materiale, których nie wykonali na zajęciach oraz o przeanalizowanie multimediu bazowego i zrobienie zadań dołączonych do multimediu.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Grafika interaktywna może zostać wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub podczas sprawdzianu wiedzy.

Materiały pomocnicze:

1. Eksperyment nr 1 – pokaz uczniowski.

Szkło i sprzęt laboratoryjny:

kolba stożkowa, łyżeczka do spalań umieszczona w korku dopasowanym do szyjki kolby stożkowej, palnik gazowy, zapalniczka/zapałki.

Odczynniki chemiczne:

pył glinowy, tlen.

Instrukcja:

- Umieść pył glinowy na łyżeczce do spalań.
- Przenieść łyżeczkę z glinem i umieść ją w płomieniu palnika.
- W momencie, gdy pył zaczyna się żarzyć, łyżeczkę przenieść do kolby z tlenem.
- Obserwuj zachodzące zmiany.

2. Eksperyment uczniowski nr 2.

Szkło i sprzęt laboratoryjny:

statywy do probówek, probówki, łapy do probówek, palniki, korki z rurkami odprowadzającymi, łyżeczki, zlewki.

Odczynniki chemiczne:

woda wapienna, proszek do pieczenia.

Instrukcja:

- Do probówki wsyp 1,5 łyżeczki proszku do pieczenia.
- Probówkę zamknij korkiem z rurką odprowadzającą. Koniec rurki zanurz w zlewce z wodą wapienną.
- Zawartość probówki z proszkiem do pieczenia ogrzewaj w płomieniu palnika.
- Obserwuj zachodzące zmiany.

3. Karta pracy

Plik o rozmiarze 157.74 KB w języku polskim

4. Arkusze papieru, mazaki, glutaki.

5. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Wskaż różnice pomiędzy reakcją egzo- i endoenergetyczną
- Jakie zmiany zachodzą po dodaniu katalizatora do reakcji chemicznej?