



Co to jest energia aktywacji?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to jest energia aktywacji?

Enzymy, czyli biokatalizatory, powodują przyspieszenie reakcji, które są termodynamicznie możliwe, obniżając energię aktywacji.

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

Być może z życia codziennego kojarzysz pojęcie aktywacji. Według definicji jest to pobudzenie lub nasilenie działania danej rzeczy, zjawiska lub organizmu. Czy to pojęcie wiążesz w jakiś sposób z chemią? Jeśli tak, to bardzo dobrze! W dziedzinie chemii, zwanej kinetyką chemiczną, istnieje pojęcie energii aktywacji. Chodzi tu o energię, która decyduje o tym, czy reakcja chemiczna ma szansę zajść z powodzeniem, czy nie.

Twoje cele

- Wskażesz na wykresie energię aktywacji i podasz jej wartość.
- Przeanalizujesz wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu dla reakcji egzotermicznej i endotermicznej.
- Sprawdzisz wpływ różnych czynników na energię aktywacji.
- Zaproponujesz doświadczenie, które obrazuje, czym różnią się reakcje endoenergetyczne od egzoenergetycznych.

Przeczytaj

Co to jest kinetyka chemiczna?

Kinetyka chemiczna to dział, który pozwala przeanalizować reakcję chemiczną i poznać szczegóły jej przebiegu w zależności od wielu różnych czynników. Co ważne, kinetyka chemiczna zajmuje się również badaniem szybkości reakcji chemicznych. Dzięki temu można odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób substraty przekształcają się w zupełnie inne produkty. Zgodnie z kluczową **teorią zderzeń**, mogą one przereagować wyłącznie wtedy, gdy zderzą się ze sobą, a wytworzona energia będzie odpowiednio wysoka. Wówczas to wysokoenergetyczne zderzenie nazywane jest **zderzeniem efektywnym**, a energia, jaką muszą mieć reagenty, nazywana jest **energią aktywacji**. W trakcie zderzenia efektywnego powstaje **kompleks aktywny**, który jest nietrwałym stanem przejściowym na drodze od substratów do produktów. Ten stan przejściowy charakteryzuje się częściowymi zmianami wiązań i przegrupowaniami, posiada również wysoką energię wewnętrzną. Energia ta jest wyższa od tej dla sumy substratów przed zderzeniem efektywnym.

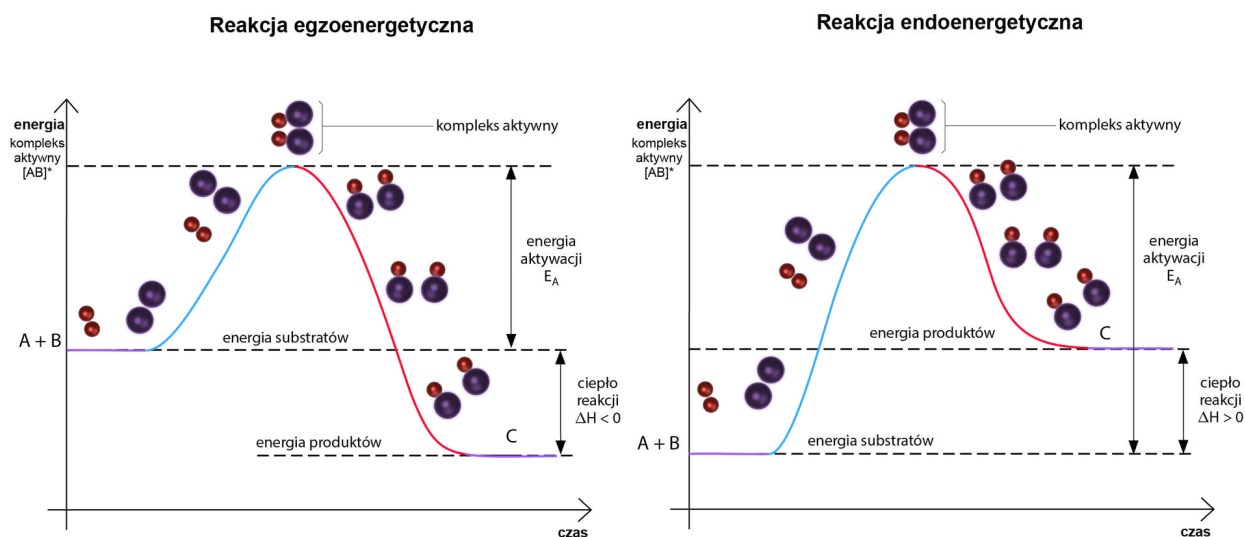


gdzie:

A i B – substraty;

$[AB]^*$ – kompleks aktywny;

AB – produkt.



Wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu dla reakcji egzoenergetycznej (po lewej) i reakcji endoenergetycznej (po prawej)

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

Na powyższym wykresie, w sposób obrazowy można zauważyć energię aktywacji i jej korelację w stosunku do energii substratów (przed zderzeniem efektywnym) oraz produktów, jak i do położenia kompleksu aktywnego. Przez **energię wewnętrzną** należy rozumieć taką, która wynika z wszelkich oddziaływań, drgań, ruchów cząsteczek, elektronów i jąder w substratach oraz produktach. Analizując wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu, można wyciągnąć wniosek, że początkowa energia substratów (A, B) nie jest wystarczająca do zajścia reakcji, dopiero czynnik dodatkowy (np. zwiększenie temperatury) pozwala na przeprowadzenie reakcji chemicznej i osiągnięcie niezbędnej do tego celu energii aktywacji. Zatem energia aktywacji decyduje o powodzeniu danej reakcji i o jej szybkości. Czynnikiem pozwalającym na pokonanie „bariery energetycznej”, wynikającej z energii aktywacji, są:

- zwiększenie stężeń substratów;
- rozdrobnienie substratów;
- zmianę ciśnienia (dla gazów);
- mieszanie;
- odpowiedni rozpuszczalnik;
- zastosowanie wyższej temperatury;
- dodanie katalizatora.

Równanie Arrheniusa a energia aktywacji

Ilościową zależność między stałą szybkości a temperaturą opisuje równanie Arrheniusa.

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

lub

$$\log k = -\frac{E_a}{2,303 RT} + \log A$$

czyli

$$\ln \frac{k(T)}{k(T_0)} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)$$

- R – stała gazowa wynosząca $8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$;
- T – temperatura bezwzględna (K);
- A – czynnik przedwykładniczy (czynnik częstości);
- E_a – energia aktywacji.

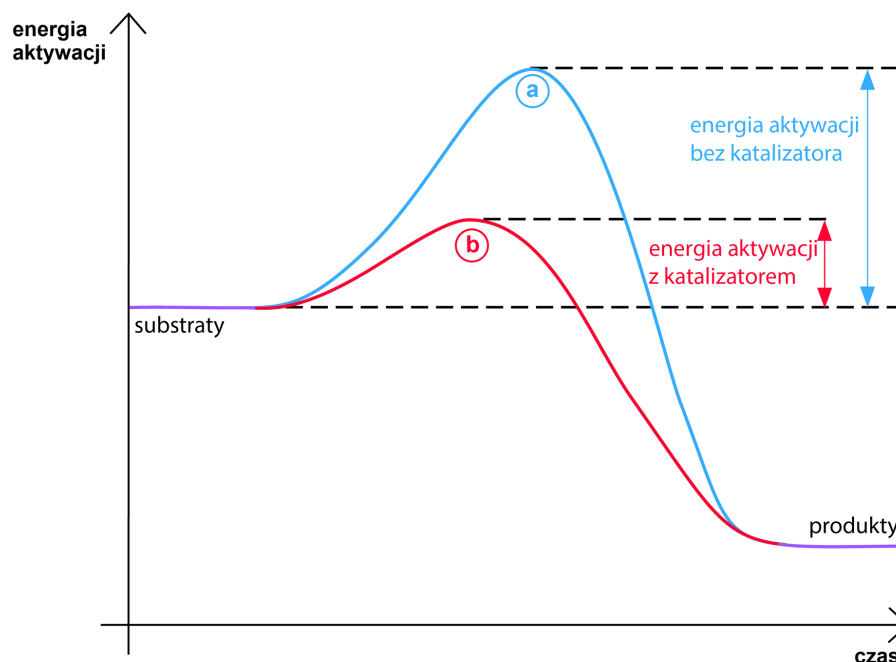
Równanie to pokazuje, że z im większa jest energia aktywacji, tym mocniej stała szybkości jest zależna od temperatury. Na tej podstawie można obliczyć energię aktywacji dla danej reakcji – wystarczy znać wartości stałych szybkości reakcji w dwóch różnych temperaturach (T_1 i T_2). Przydatny do tego jest poniższy wzór:

$$\ln(k_1) - \ln(k_2) = -\frac{E_a}{RT} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Interpretacja Arrheniusa potwierdza, że reagują ze sobą tylko cząsteczki o dostatecznie wysokiej energii – chodzi tu o energię aktywacji. Wyznaczenie energii aktywacji z dwóch wartości stałych szybkości reakcji jest dopuszczalne tylko dla [reakcji elementarnych](#) i tylko wtedy wyznaczona wartość ma sens fizyczny.

Czym jest katalizator i jak wpływa na energię aktywacji?

Katalizator jest substancją, która, dodana do reakcji chemicznej, przyspiesza ją, zmniejszając tym samym energię aktywacji. To z kolei ułatwia przeprowadzenie reakcji, ponieważ, łącząc się z substratami, tworzy zmodyfikowany kompleks aktywny, do którego powstania potrzebna jest znacznie mniejsza energia, niż energia tworzenia kompleksu aktywnego między substratami. Inaczej mówiąc, katalizator obniża energię aktywacji danej reakcji chemicznej. Po jej zakończeniu katalizator całkowicie się odtwarza, a więc jego ilość jest taka sama na początku, jak i na końcu. Czasami działanie katalizatora skutkuje ciągiem kilku reakcji z jego udziałem, wówczas energia aktywacji ulega zmianie na dwie lub więcej mniejszych energii aktywacji. Zjawisko przyspieszenia reakcji chemicznej przez katalizator nazywa się **katalizą**. Przeciwnościem katalizatorów są **inhibitory**, które stosuje się do reakcji przebiegających zbyt gwałtownie, aby zwolnić ich przebieg i uzyskać nad nimi kontrolę. Wyróżniamy katalizatory/inhibitory **homogeniczne**, czyli będące w takiej samej fazie co substraty, oraz **heterogeniczne**, które są w innej fazie niż substraty.

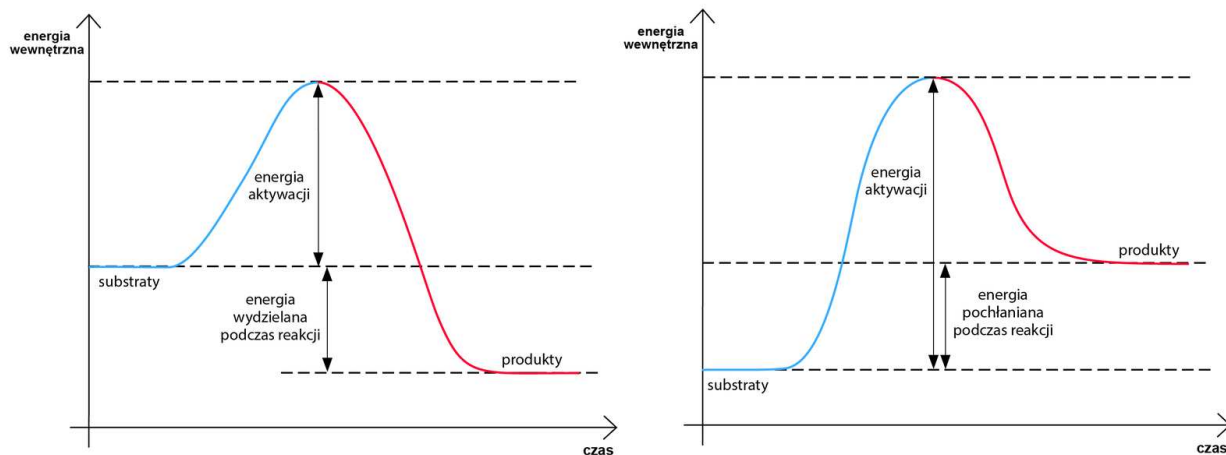


Wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu a) bez udziału katalizatora, b) z udziałem katalizatora
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Czym są reakcje endoenergetyczne i egzoenergetyczne?

Nie zawsze energia wewnętrzna substratów jest wyższa od tej, jaką posiadają produkty. Istnieją reakcje chemiczne, których przebieg związany jest z wydzieleniem energii z układu reakcyjnego (w postaci np. ciepła, światła) – mówimy wtedy o **reakcjach egzoenergetycznych** (w tym przypadku energia wewnętrzna substratów jest wyższa od energii wewnętrznej produktów). Natomiast reakcje, których produkty mają wyższą

energię wewnętrzną od substratów, nazywamy **reakcjami endoenergetycznymi** – dla nich wymagane jest dostarczenie energii do układu reakcyjnego.



Wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu dla reakcji:

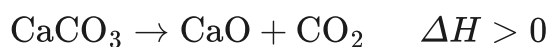
- a) egzoenergetycznej
- b) endoenergetycznej

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

Dla tych reakcji chemicznych wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu się różni. Przyjmując, że zmiana energii wewnętrznej to różnica energii końcowej (produktów) z energią początkową (substratów), odczytujemy, że zmiana energii wewnętrznej dla reakcji egzoenergetycznej ma wartość ujemną, a dla reakcji endoenergetycznej dodatnią. Energia, jaka jest dostarczana lub wydzielana z układu reakcyjnego, najczęściej ma postać ciepła. Jeśli zmierzy się taką energię (pod stałym ciśnieniem), to jest to tzw. **zmiana entalpii reakcji** (ΔH). Przykładem reakcji egzotermicznej (podczas tej reakcji wydzielane jest ciepło) jest:



Przykładem reakcji endoenergetycznej (do przeprowadzenia tej reakcji niezbędna jest wysoka temperatura – 900 °C) jest:



Słownik

katalizator

substancja chemiczna, której dodatek do reakcji powoduje przyspieszenie reakcji chemicznej; po zakończeniu reakcji jest w całości odzyskiwana; wyróżniamy katalizatory homogeniczne, czyli będące w takiej samej fazie co substraty, oraz heterogeniczne, które są w innej fazie niż substraty

inhibitor

substancja chemiczna, której dodatek do reakcji powoduje spowolnienie lub zatrzymanie reakcji chemicznej; po zakończeniu reakcji jest w całości odzyskiwana; wyróżniamy inhibitory homogeniczne, czyli będące w takiej samej fazie co substraty, oraz heterogeniczne, które są w innej fazie niż substraty

energia wewnętrzna

energia, która wynika z ruchów i oddziaływań cząsteczek oraz zawartych w nich elektronów i jąder

reakcja egzoenergetyczna

reakcja chemiczna, która przebiega z wydzieleniem energii z układu reakcyjnego do otoczenia

reakcja endoenergetyczna

reakcja chemiczna, która przebiega z pochłanianiem energii z otoczenia do układu reakcyjnego

entalpia reakcji

ciepło pochłaniane lub wydzielane w czasie reakcji chemicznej, które zostało zmierzone w stałych warunkach ciśnienia i temperatury w stosunku do 1 mola reagentów

zderzenie efektywne

zderzenie następujące z dostatecznie dużą energią, zwaną energią aktywacji, aby mógł powstać kompleks aktywny

energia aktywacji

najmniejsza ilość energii, jaką muszą pobrać cząsteczki substratów do utworzenia kompleksu aktywnego

kompleks aktywny

takie ułożenie atomów/cząsteczek substratów, które pozwala na osiągnięcie maksymalnej energii

reakcja elementarna

reakcja chemiczna, która zachodzi w jednym akcie, bez produktów pośrednich, w procesie, w którym występuje tylko jeden stan przejściowy

Bibliografia

Bełtowska-Brzezinska M., *Podstawy kinetyki chemicznej. Skrypt do wykładów*, Poznań 2009.

Biełański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1994.

Burewicz A., Jagodziński P., *Pracownia chemiczna z dydaktyki chemii. Doświadczenia chemiczne dla szkół ponadgimnazjalnych*, Poznań 2004, online:

http://www.wbc.poznan.pl/Content/6711/Skrypt_liceum_1.pdf, dostęp: 25.01.2021.

Encyklopedia PWN

Hejwowska S., Marcinkowski R., *Równowagi i procesy jonowe*, Gdynia 2005.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem, który wyjaśnia na przykładzie sposób rozwiązywania zadań maturalnych dotyczących tematu energii aktywacji.

Wystąpił błąd

A large, light gray rectangular area containing the text 'Co to jest energia aktywacji?' in a bold, black, sans-serif font. This area is intended to be a video player but currently shows a placeholder.

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1ATr1Y9nIIN>

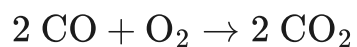
Film samouczek pt. „*Co to jest energia aktywacji?*”

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

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy odpowiedzi na pytanie, czym jest energia aktywacji.

Ćwiczenie 1

Tlenek węgla(II) reaguje z tlenem cząsteczkowym, co prowadzi do otrzymania tlenku węgla(IV).




W wyniku tej reakcji z układu wydzielana jest energia w postaci ciepła. Który z wykresów zależności energii wewnętrznej od postępu reakcji przedstawia przebieg danej reakcji?

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

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Co to jest energia aktywacji? Wybierz poprawną definicję.

- Najmniejsza energia potrzebna do rozerwania kompleksu aktywnego przez substraty.
- Najmniejsza energia potrzebna do utworzenia kompleksu aktywnego przez produkty.
- Najmniejsza energia potrzebna do utworzenia kompleksu aktywnego przez substraty.
- Największa energia potrzebna do utworzenia kompleksu aktywnego przez substraty.

Ćwiczenie 2



Naszkiuj wykres zależności zmiany energii wewnętrznej od czasu dla podanej reakcji. Uwzględnij wszystkie ważne opisy charakteryzujące ten wykres. Zaznacz na wykresie energię aktywacji, wiedząc, że $\Delta H < 0$.



Ćwiczenie 3



Zaznacz czynniki, które mogą wpływać na obniżenie energii aktywacji.

mniejsze rozdrobnienie

zwiększenie temperatury

zwiększenie stężenia substratów

dodatek inhibitora reakcji

rozpuszczalnik, który dobrze rozpuszcza produkty

zmniejszenie stężenia substratów

rozpuszczalnik dobrze rozpuszczający substraty

dodatek katalizatora reakcji

zwiększenie ciśnienia dla reakcji przebiegających w fazie gazowej

mieszanie

zwiększenie ciśnienia dla reakcji przebiegających w roztworze

większe rozdrobnienie

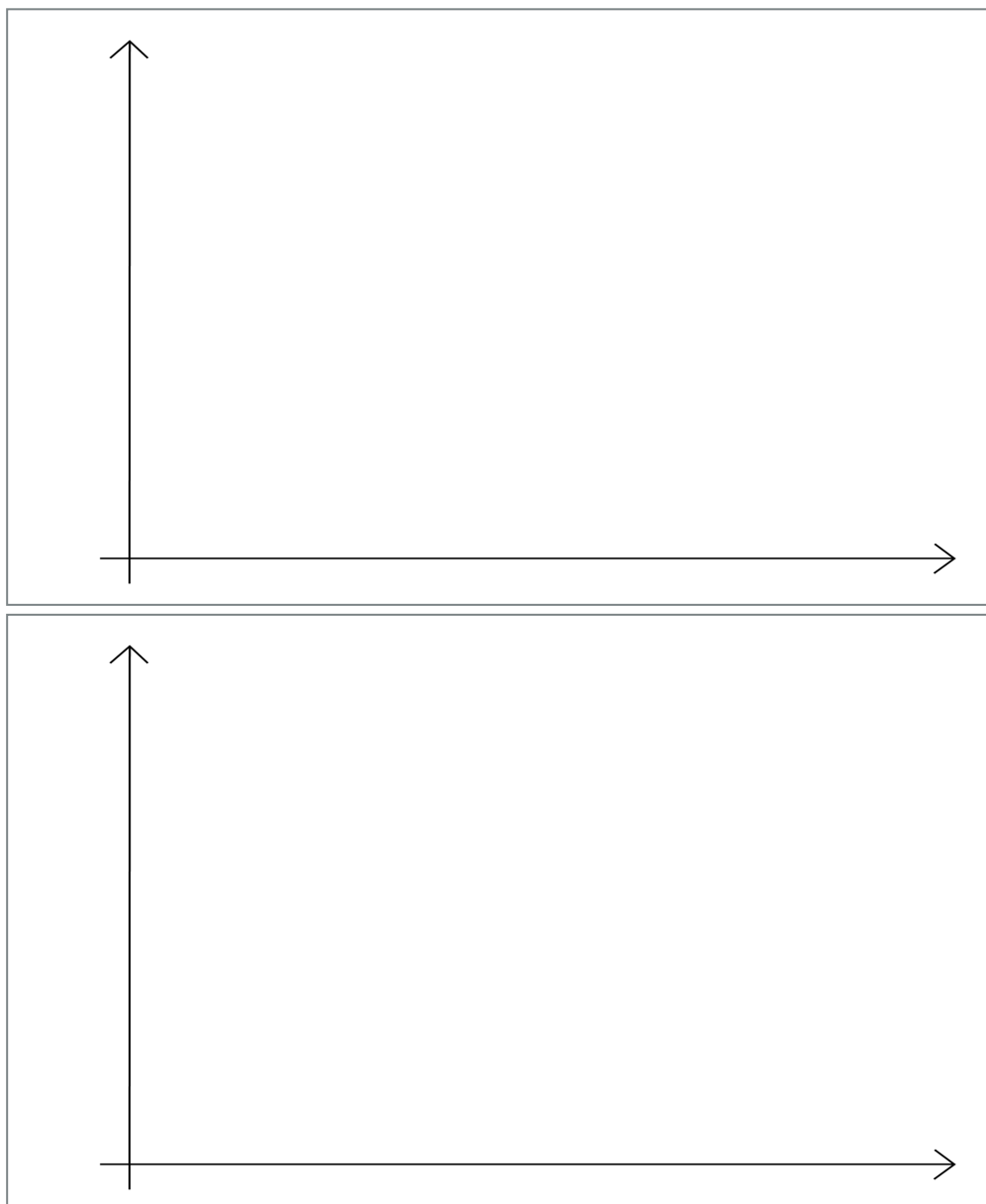
wstrząśnięcie i pozostawienie reakcji na odpowiedni czas

zmniejszenie temperatury

Ćwiczenie 4



Narysuj wykresy zależności energii wewnętrznej od czasu dla reakcji endoenergetycznej i egzoenergetycznej. Na podstawie wykresów wyjaśnij, jaka jest zmiana energii wewnętrznej dla tych procesów.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Przeprowadzono doświadczenie: do dwóch probówek dodano takie same ilości kwasu solnego (o takim samym stężeniu) oraz metalicznego cynku. Do jednej z nich dodatkowo dodano wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) o stężeniu $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Z obydwu probówek zbierano wydzielający się gaz. Zauważono, że w probówce zawierającej dodatkowo siarczan(VI) miedzi(II), gaz wydziela się szybciej.

1. Dlaczego tak się dzieje?
2. Czy w czasie trwania reakcji siarczan(VI)miedzi(II) cały zostanie zużyty?
3. Jaką rolę w tej reakcji mają sole miedzi(II)?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



I zlewka: do zlewki nalano 50 cm^3 wody i zmierzono jej temperaturę. Następnie powoli wkroplono 10 cm^3 stężony kwas siarkowy(VI), a całość zamieszano bagietką, po czym zmierzono temperaturę. Entalpia procesu $\Delta H^\circ > 0$.

II zlewka: do zlewki nalano 50 cm^3 wody i zmierzono jej temperaturę. Następnie wsypano 15 g azotanu(V) amonu i całość zamieszano bagietką, po czym zmierzono temperaturę. Entalpia procesu $\Delta H^\circ < 0$.

Odpowiedz na pytania:

1. Dlaczego w trakcie dwóch procesów następuje zmiana temperatury?
2. W której zlewce nastąpił wzrost, a w której spadek temperatury?
3. Na podstawie doświadczenia opisz, na czym polega proces egzoenergetyczny, a na czym endoenergetyczny?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Energia aktywacji dla pewnej reakcji $A \rightarrow B$ wynosi 435 kJ, a dla reakcji odwrotnej $B \rightarrow A$ wynosi 333 kJ.

Narysuj wykres zależności energii wewnętrznej od czasu. Zaznacz na wykresie efekt energetyczny oraz energię aktywacji.

Określ, jaki jest efekt energetyczny dla reakcji $A \rightarrow B$.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Przeprowadzono doświadczenie otrzymywania siarczku żelaza(II). Rozdrobnioną siarkę połączono z opiłkami żelaza, a całość utarto w moździerzu. Następnie mieszaninę przeniesiono do probówki i ogrzano (przez ok 20 sekund). Po tym czasie zaobserwowano, że mieszanina uległa rozżarzeniu w całej swej objętości i mocno rozgrzała probówkę. Po jej ostudzeniu zaobserwowano wydzielenie nowej jednorodnej substancji (FeS w ilości 176 g) o czarnej barwie, która nie wykazywała przyciągania do zbliżonego magnesu.

Oblicz, ile gramów siarki wzięło udział w reakcji chemicznej, jeśli wiadomo, że do reakcji użyto 112 gramów żelaza.

Odpowiedz na poniższe pytania.

1. Jaki proces przebiega w naczyniu reakcyjnym?
2. Czy jest to reakcja endoenergetyczna czy egzoenergetyczna?
3. Napisz odpowiednie równanie reakcji chemicznej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Dla pewnej reakcji $A + B \rightarrow C + D$, przebiegającej w warunkach izobarycznych i standardowych, energia aktywacji ma wartość 44 kJ, a dla reakcji odwrotnej energia aktywacji wynosi 64 kJ.

- 1) Czy reakcja $A + B \rightarrow C + D$ jest egzotermiczna czy endotermiczna?
- 2) Naskicuj diagram energetyczny przebiegu tych reakcji z zaznaczeniem obu energii aktywacji oraz przyrostu entalpii standardowej ΔH° reakcji $A + B \rightarrow C + D$.

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: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co to jest energia aktywacji?

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:

- wyjaśnia pojęcia: teoria zderzeń, teoria kompleksu aktywnego, kompleks aktywny, katalizator, inhibitor, energia aktywacji, energia wewnętrzna, zderzenie efektywne,

reakcja endoenergetyczna, reakcja egzoenergetyczna;

- analizuje wykres zależności zmian energii wewnętrznej od czasu;
- sprawdza wpływ katalizatora na energię aktywacji;
- proponuje doświadczenie obrazujące wpływ katalizatora na przebieg reakcji chemicznej.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- eksperyment;
- film samouczek;
- technika zdań podsumowujących.

Forma pracy:

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

Środki dydaktyczne

- komputery z głośnikami i słuchawkami/smartfony/tablety z dostępem do internetu;
- podręczniki tradycyjne;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel pyta uczniów: Z czym kojarzy im się pojęcie aktywacja? Co to pojęcie może mieć wspólnego z chemią?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania nauczyciela.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.

4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna

1. Samodzielna analiza tekstu źródłowego w e-materiale – zwrócenie uwagi na pojęcia: teoria zderzeń, teoria kompleksu aktywnego, kompleks aktywny, katalizator, inhibitor, energia aktywacji, energia wewnętrzna, zderzenie efektywne, reakcja endoenergetyczna, reakcja egzoenergetyczna. Chętni lub wskazani uczniowie wyjaśniają pojęcia na forum klasy. Nauczyciel kontroluje poprawność wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
2. Nauczyciel wyznacza dwóch asystentów do przeprowadzenia eksperymentu chemicznego w formie pokazu – „Na czym polega różnica w reakcjach: endoenergetycznej i egzoenergetycznej?”:
 - Doświadczenie 1 – Katalityczny rozkład perhydrołu (H_2O_2):
 - Doświadczenie 2 – Termiczny rozkład wodorotlenku miedzi(II):
3. Uczniowie mają za zadanie porównać dwie te reakcje i zastanowić się nad zadaniem pytaniem: Na czym polega różnica w reakcjach: endoenergetycznej i egzoenergetycznej?. chętny uczeń udziela odpowiedzi i podaje wyjaśnienia dla dwóch typów reakcji chemicznych. Nauczyciel weryfikuje wypowiedź ucznia i koryguje ewentualne błędy. Uczniowie zapisują wnioski dotyczące obserwowanego eksperymentu.
4. Uczniowie w parach przygotowują przykłady doświadczeń dla reakcji endoenergetycznych i egzoenergetycznych, po czym chętni lub wskazani uczniowie podają przykłady reakcji na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje propozycje doświadczeń.
5. Uczniowie samodzielnie analizują medium bazowe – film samouczek.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Co to jest energia aktywacji? Jakie czynniki wpływają na obniżenie energii aktywacji? Podaj przykłady reakcji endo- i egzoenergetycznych.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają 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 dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas przygotowania się do lekcji, kartkówki.

Materiały pomocnicze:

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

- Co to jest energia aktywacji?
- Jakie czynniki wpływają na obniżenie energii aktywacji?
- Podaj przykłady reakcji endo- i egzoenergetycznych.

2. Instrukcja do doświadczenia nr 1:

- Do kolby stożkowej wlej roztwór nadtlenu wodoru (H_2O_2).
- Dodaj szczyptę MnO_2 .
- Zaobserwuj szybkość wydzielania się pęcherzyków gazu.
- Przyłóż rozżarzone łuczynko do wylotu kolby.
- Obserwuj zmiany.

Uwaga: Stężenie H_2O_2 może być dowolne. Przy zastosowaniu wysokich stężeń, jak dla perhydrolu, reakcja przebiega gwałtownie, a substancja jest silnie żrąca.

Szkło i sprzęt laboratoryjny: kolba stożkowa, pipeta, zapalniczka/zapałki, łuczynko.

Odczynniki chemiczne: MnO_2 , H_2O_2

3. Instrukcja do doświadczenia nr 2:

- W probówce umieść gotowy wodorotlenek miedzi(II) (lub przygotowujemy go „in situ” gdyż jest nietrwały). (Do przygotowania wodorotlenku miedzi(II) potrzebny jest roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) oraz roztwór wodorotlenku sodu. Oba te składniki mieszamy ze sobą. Zauważamy, że wytrąca się galaretowaty osad - wodorotlenek miedzi(II)).
- Tak przygotowaną próbkę ogrzewaj w płomieniu palnika.
- Obserwuj zmiany.

Szkło i sprzęt laboratoryjny: probówki, zlewki, bagietka, statyw do probówek, palnik, zapałki/zapalniczka, łapa do probówek.

****Odczynniki chemiczne: **woda, roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), roztwór wodorotlenku sodu, wodorotlenek miedzi(II)**

