



Entalpia molowa

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



Entalpia molowa

Większość reakcji chemicznych związana jest ze zmianami energetycznymi.

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

Energia może być pobierana lub wydzielana w czasie reakcji chemicznej na różne sposoby – może to być energia cieplna, ale również energia elektryczna czy promieniowanie. Badaniem efektów cieplnych reakcji chemicznych zajmuje się dział chemii fizycznej, nazywany termochemią. Czy wiesz, jakich określeń używamy, aby wskazać, czy dana reakcja chemiczna zachodzi z wydzieleniem, czy z pobraniem ciepła?

Twoje cele

- Zdefiniujesz termin entalpia reakcji chemicznej.
- Rozróżnisz entalpie reakcji egzotermicznych i endotermicznych.
- Wyjaśnisz różnicę między terminami: układ a otoczenie.
- Obliczysz zmianę entalpii w czasie reakcji chemicznej.

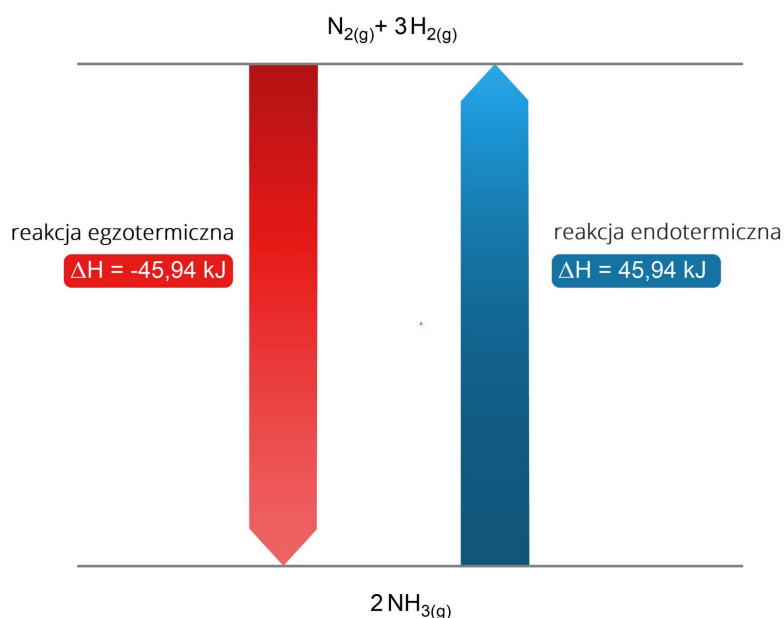
Przeczytaj

Termochemia

Nauka badająca efekty cieplne reakcji chemicznych to **termochemia**. Należy ona do szerszego działu **termodynamiki**, który bada, czy dany proces jest w stanie przebiegać w określonych warunkach. Reakcje chemiczne mogą zachodzić z pochłonięciem lub wydzieleniem ciepła. Taka zmiana energii określana jest zazwyczaj (w warunkach stałego ciśnienia i temperatury) **entalpią reakcji** i opisywana jako ΔH . Jeśli dana reakcja jest **reakcją egzotermiczną**, to znaczy, że w wyniku jej przebiegu z układu reakcyjnego wydzielane jest ciepło, zmiana entalpii przyjmuje zatem wartość ujemną ($\Delta H < 0$). Jeśli natomiast jest **reakcją endotermiczną**, czyli przebiega z pochłonięciem ciepła, zmiana entalpii będzie przyjmować wartość dodatnią ($\Delta H > 0$).

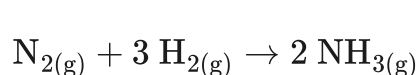
Ważne!

Pamiętaj, że entalpia reakcji odwrotnej jest, co do wielkości, taka sama, ale posiada przeciwny znak.



Schemat zmiany entalpii w reakcji syntezy i rozkładu amoniaku

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



$$\Delta H = -45,94 \frac{\text{kJ}}{\text{mol NH}_3}$$



W poniższych harmoniach znajdziesz przykłady wcześniej wspomnianych reakcji egzo- i endotermicznych.

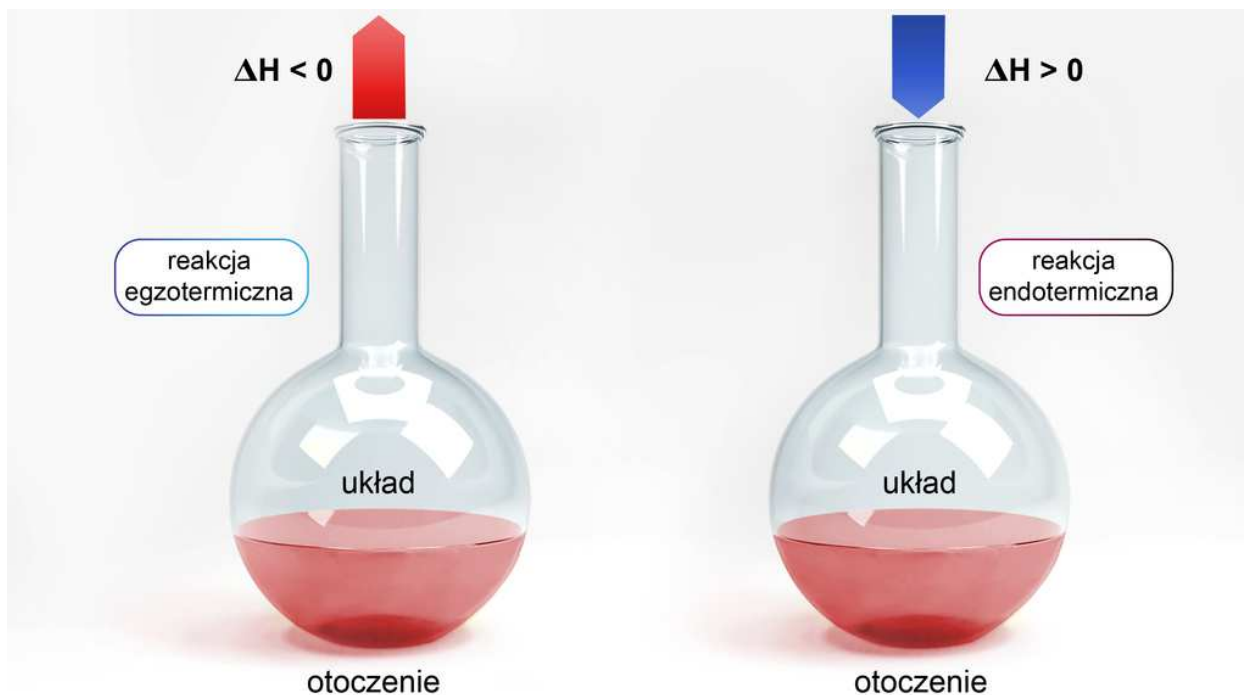
Przykłady procesów endotermicznych $\Delta H > 0$

Otrzymywanie tlenku azotu(IV)
Rozkład KClO_3
Synteza HI
Inne

Przykłady procesów egzotermicznych $\Delta H < 0$

Spalanie wodoru
Spalanie węgla
Synteza amoniaku
Spalanie glinu
Otrzymywanie KOH

Spójrz na ilustrację poniżej, aby lepiej zrozumieć i zapamiętać różnice pomiędzy reakcją egzo- i endotermiczną.



Ilustracja obrazująca w sposób schematyczny różnicę pomiędzy reakcją egzotermiczną a endotermiczną
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Układ a otoczenie

Badając aspekty związane ze zmianą ciepła reakcji, należy znać pojęcia, takie jak **układ** oraz **otoczenie**. Pierwsze z nich oznacza reagenty biorące udział w danej reakcji chemicznej (substraty oraz produkty), a na otoczenie składają się wszystkie elementy zewnętrzne, które nie biorą udziału w danej reakcji chemicznej (np. laboratorium, zlewka reakcyjna, naukowiec itp.). Wyróżnia się trzy typy układów:

- **układ otwarty** – czyli taki, który może wymieniać z otoczeniem energię, jak i materię (np. z otoczenia pobierany jest tlen, a oddawana jest para wodna);
- **układ zamknięty** – czyli taki, który nie wymienia z otoczeniem materii chemicznej, lecz może wymieniać z otoczeniem energię;
- **układ izolowany** – czyli taki, który nie może i nie wymienia z otoczeniem ani materii, ani energii.

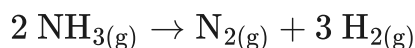
Ciepło każdej reakcji chemicznej jest inne i zależy od stanu skupienia, w jakim znajdują się reagenty. Inne jego wartości będą obserwowane w przypadku zastosowania substratów gazowych, a inne dla stałych lub ciekłych. Dlatego w zapisie równań reakcji należy umieszczać właściwe oznaczenia stanów skupienia reagentów kolejno dla gazów (g), cieczy (c) i ciał stałych (s). Ciepło jest to ilość energii, którą można wyrazić np. w dżulach lub kaloriach.

Zmiana entalpii nie zawsze jest podawana w odniesieniu do 1 mola reagentu – może, ale nie musi. Jeśli w reakcji wszystkie współczynniki wynoszą więcej niż jeden i zapiszemy przy niej ΔH , to może ono się odnosić do zapisu reakcji lub być przeliczone na 1 mol reagentu.

Przykład

Oblicz zmianę entalpii reakcji rozkładu amoniaku w przeliczeniu na 1 mol amoniaku, wiedząc, że rozkład 6,8 kg amoniaku jest związany z pochłonięciem 18376 kJ ciepła.

1. Należy napisać i uzgodnić **równanie reakcji** chemicznej:



2. Układamy proporcję na podstawie danych:

- 6,8 kg to 6800 g;
- 1 mol NH_3 ma masę 17 g.

$$6800 \text{ g NH}_3 \text{ — } 18376 \text{ kJ}$$

$$17 \text{ g NH}_3 \text{ — } x$$

$$x = 45,94 \text{ kJ}$$

3. Podanie wartości ΔH przy uwzględnieniu, czy jest to reakcja endo-, czy egzotermiczna. Reakcja przebiega z pochłonięciem ciepła, więc $\Delta H > 0$.

Zatem $\Delta H = 45,94 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

Słownik

entalpia reakcji

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

układ

wszystkie substancje biorące udział w danej reakcji chemicznej

układ otwarty

układ reakcyjny, który może wymieniać z otoczeniem materię i energię

układ zamknięty

układ, który nie wymienia z otoczeniem materii chemicznej, lecz może wymieniać z z nim energię

układ izolowany

układ, który nie może i nie wymienia z otoczeniem ani materii, ani energii

otoczenie

wszystkie elementy zewnętrzne nie biorące udziału w reakcji, czyli nie należące do układu

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

równanie stechiometryczne reakcji

zapis przebiegu reakcji chemicznej, uwzględniający stechiometryczne ilości substratów i produktów reakcji (ilość odpowiednich pierwiastków po lewej stronie jest równa tej po prawej stronie)

Bibliografia

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

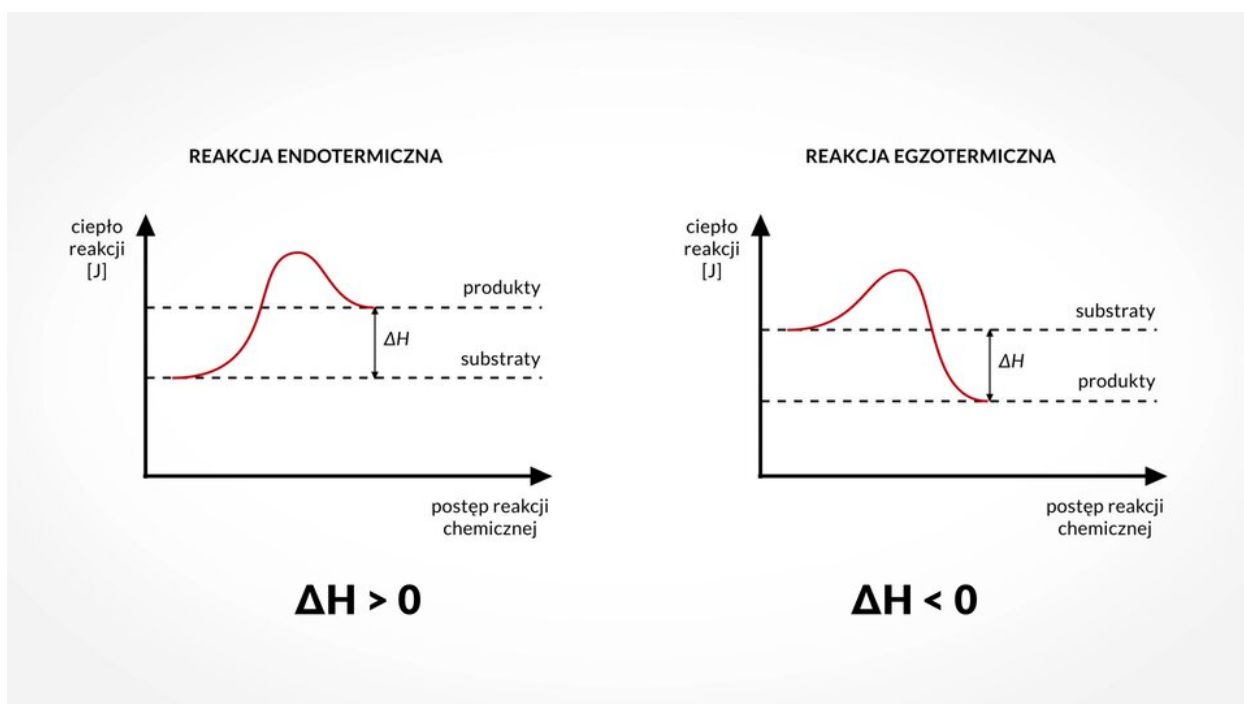
Encyklopedia PWN

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

Film samouczek

Polecenie 1

Jaką wartość przyjmuje entalpia substratów i produktów podczas reakcji endotermicznej, a jaką podczas reakcji egzotermicznej? Czy wiesz, na jakiej podstawie wyznaczono zmiany entalpii, towarzyszące 1 molowi związku chemicznego z pierwiastka chemicznego w warunkach standardowych? Zapoznaj się z poniższym filmem samouczkiem i odpowiedz na powyższe pytania.



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

Film samouczek pt. „Entalpia molowa”

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

W filmie przedstawione są zagadnienia związane z reakcjami endo- i egzotermicznymi oraz sposób obliczania entalpii spalania.

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, czym jest entalpia reakcji.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Oblicz entalpię reakcji tworzenia 25 g amoniaku, jeśli reakcja przebiega zgodnie z równaniem:
$$\text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$$

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij, czym jest układ otwarty.

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj wytłumaczenie pojęć i zaznacz wszystkie poprawne rodzaje układów.

- otoczenie –
- układ –

wszystkie substancje biorące udział w danej reakcji chemicznej

wszystkie elementy zewnętrzne nie biorące udziału w reakcji

Wskaż rodzaje układów.

otwarty ☐ , półotwarty ☐ , zamknięty ☐ , izolowany ☐ , mieszany ☐

Ćwiczenie 2



Dopasuj definicje do pojęć.

- reakcja egzoenergetyczna –
- reakcja endoenergetyczna –

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

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

Ćwiczenie 3



Zaznacz, która z poniższych definicji poprawnie określa pojęcie układu zamkniętego.

- ☐ brak możliwości wymiany materii chemicznej i energii z otoczeniem
- ☐ brak wymiany materii chemicznej z otoczeniem, możliwość wymiany energii
- ☐ możliwość wymiany materii chemicznej i energii z otoczeniem

Ćwiczenie 4



Entalpia tworzenia 1 mola chlorowodoru w temperaturze 25°C wynosi $-92,31 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$, a entalpia rozkładu 1 mola bromowodoru w temperaturze 25°C wynosi $36,29 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. Oceń prawdziwość poniższych zdań.

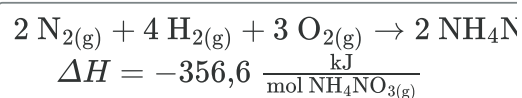
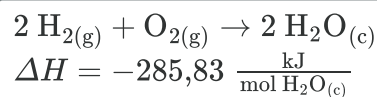
Zdanie	Prawda	Fałsz
Podane reakcje są reakcjami egzotermicznymi, czyli przebiegającymi z wydzielaniem ciepła.	☐	☐
Reakcja syntezy bromowodoru i syntezy chlorowodoru ma taki sam znak efektu energetycznego procesu.	☐	☐
Chlorowodór jest związkiem trwalszym od bromowodoru.	☐	☐

Ćwiczenie 5

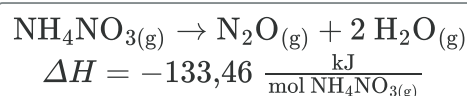
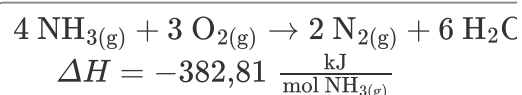
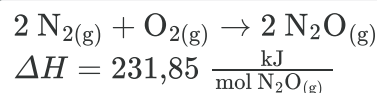


Spośród poniższych równań reakcji chemicznych wybierz te, które zachodzą z pochłanianiem ciepła, i te, które przebiegają z jego wydzielaniem.

Reakcje przebiegające z pochłanianiem ciepła



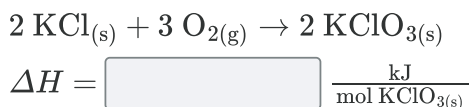
Reakcje przebiegające z wydzielaniem ciepła



Ćwiczenie 6



Oblicz zmianę entalpii dla reakcji opisanej poniższym równaniem w przeliczeniu na 1 mol produktu, wiedząc, że otrzymanie 1 kg produktu wiąże się z wydzielaniem 3192,43 kJ ciepła. *Odpowiedź zaokrąglaj do jednego miejsca po przecinku.*



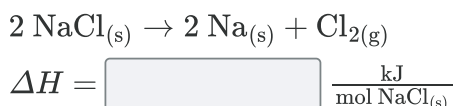
Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz zmianę entalpii dla reakcji opisanej poniższym równaniem w przeliczeniu na 1 mol produktu, wiedząc, że otrzymanie 0,432 kg produktu wiąże się z pochłonięciem 3039,59 kJ ciepła. *Odpowiedź zaokrąglaj do dwóch miejsc po przecinku.*



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz ciepło wymieniane między układem a otoczeniem w reakcji rozkładu 112 g acetyleny, skoro $\Delta H = -228,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. *Odpowiedź zaokrąglaj do całości.*

Ciepło wynosi kJ

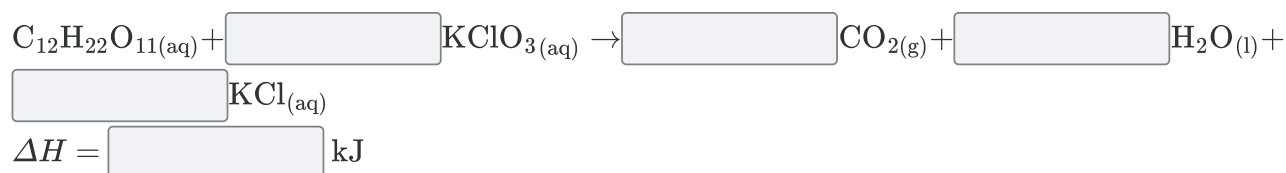
Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Gumowa żelka zawiera 2,67 g sacharozy $C_{12}H_{22}O_{11}$. W trakcie jej reakcji z 7,19 g chloranu(V) potasu $KClO_3$ wydzielą się 43,7 kJ ciepła. Dobierz współczynniki dla równania termochemicznego reakcji i oblicz entalpię reakcji w przeliczeniu na 1 mol sacharozy. *Odpowiedź zaokrąglij do całości.*



Ćwiczenie 10



Standardowe ciepło spalania metanu do $CO_{2(g)}$ i ciekłej wody wynosi $-891 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. Oblicz standardową molową entalpię tworzenia metanu, znając dodatkowo standardowe molowe entalpie tworzenia $CO_{2(g)}$ i $H_2O_{(c)}$.

$$CO_{2(g)} \quad \Delta H^\circ_{tw} = -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$H_2O_{(c)} \quad \Delta H^\circ_{tw} = -286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 11



Oblicz efekt cieplny, towarzyszący rozpuszczaniu 34 g stałego siarczanu(VI) wapnia w wodzie, wiedząc, że entalpia procesu rozpuszczania wynosi $-20,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte 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: Entalpia molowa

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:

6) stosuje pojęcie entalpii; interpretuje zapis $\Delta H < 0$ i $\Delta H > 0$; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii.

Zakres rozszerzony

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

11) stosuje pojęcie standardowej entalpii przemiany; interpretuje zapis $\Delta H < 0$ i $\Delta H > 0$; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii.

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:

- definiuje termin entalpia reakcji chemicznej;
- rozróżnia entalpie reakcji egzotermicznych i endotermicznych;
- wyjaśnia różnicę między terminami: układ i otoczenie;
- oblicza zmianę entalpii molowej reakcji chemicznej.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

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

Forma pracy:

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

Środki dydaktyczne

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

Przed lekcją:

Uczniowie proszeni są o przeanalizowanie filmu samouczka, zawartego w e-materiale, co ułatwi pracę na przyszłych zajęciach.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel prosi uczniów o podanie przykładów reakcji przebiegających z wydzieleniem lub pochłonięciem ciepła?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania nauczyciela: Jak nazywana jest energia z wydzieleniem i pochłonięciem ciepła w warunkach izobaryczno-izotermicznych?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel informuje uczniów, że będą poszukiwać odpowiedzi na pytanie „Co to jest entalpia molowa reakcji i jak się ją oznacza?”. Podopieczni mają podać przykład dla dowolnej reakcji. Będą pracowali metodą kuli śniegowej:
 - Najpierw indywidualnie opracują odpowiedź na zadane pytanie.
 - Potem połączą się w pary, porównają swoje propozycje i spiszą na osobnej kartce listę swoich wspólnych rozwiązań.
 - Następnie uczniowie zgromadzą się w czwórkach i w podobny sposób skonfrontują swoje stanowiska, a zebrane rozwiązania zapiszą na nowej kartce.
 - W dalszej części uczniowie połączą się w jeszcze liczniejsze grupy, aż wobec postawionego problemu wypowie się cała klasa. Wszystkie uzgodnione na forum całej klasy odpowiedzi wraz z argumentami zostaną zapisane na tablicy.
2. Po wykonaniu zadania i ustaleniu wspólnie przez uczniów odpowiedzi/definicji, nauczyciel weryfikuje ją i w razie potrzeby uzupełnia.
3. Na podstawie burzy mózgów z fazy wstępnej, nauczyciel wypisuje kilka przykładów podanych reakcji na tablicy. Wspólnie z uczniami przypisuje im odpowiedni znak $\Delta H < 0$ lub $\Delta H > 0$. Następnie prosi o podanie definicji dla reakcji egzotermicznej i endotermicznej. Jeśli uczniowie mają problem z ich podaniem, odsyła ich do materiałów źródłowych, żeby podali poprawną definicję.
4. Następnie uczniowie samodzielnie mają za zadanie zapisać w zeszytach definicje układu i otoczenia (korzystać mogą z e-materiału, podręczników). Do każdego układu podają przykład reakcji, np. reakcja w termosie, reakcja w zlewce itd.
5. Uczniowie analizują w parach przykład, zawarty w e-materiale. Ewentualne niezrozumiałe kwestie wyjaśnia nauczyciel.
6. Podopieczni mają za zadanie, dla wskazanej przez nauczyciela reakcji, wykonać obliczenia ciepła wymienianego między układem a otoczeniem i określić efekt energetyczny tego procesu. Nauczyciel sprawdza rezultaty rozwiązań przedstawionych przez uczniów.
7. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia w e-materiale.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: co to jest termochemia? Co to jest entalpia? Wymień trzy przykłady reakcji egzoenergetycznych i trzy przykłady endoenergetycznych. Jakiego rodzaju układy i podaj ich wyjaśnienia?
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...
 - Co było dla mnie łatwe ...

- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale, których nie zdążyli rozwiązać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany jako medium do przygotowania do zajęć i sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

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

- Co to jest termochemia?
- Co to jest entalpia?
- Wymień trzy przykłady reakcji egzoenergetycznych i trzy przykłady endoenergetycznych.
- Jakie znasz rodzaje układów i podaj ich wyjaśnienia?