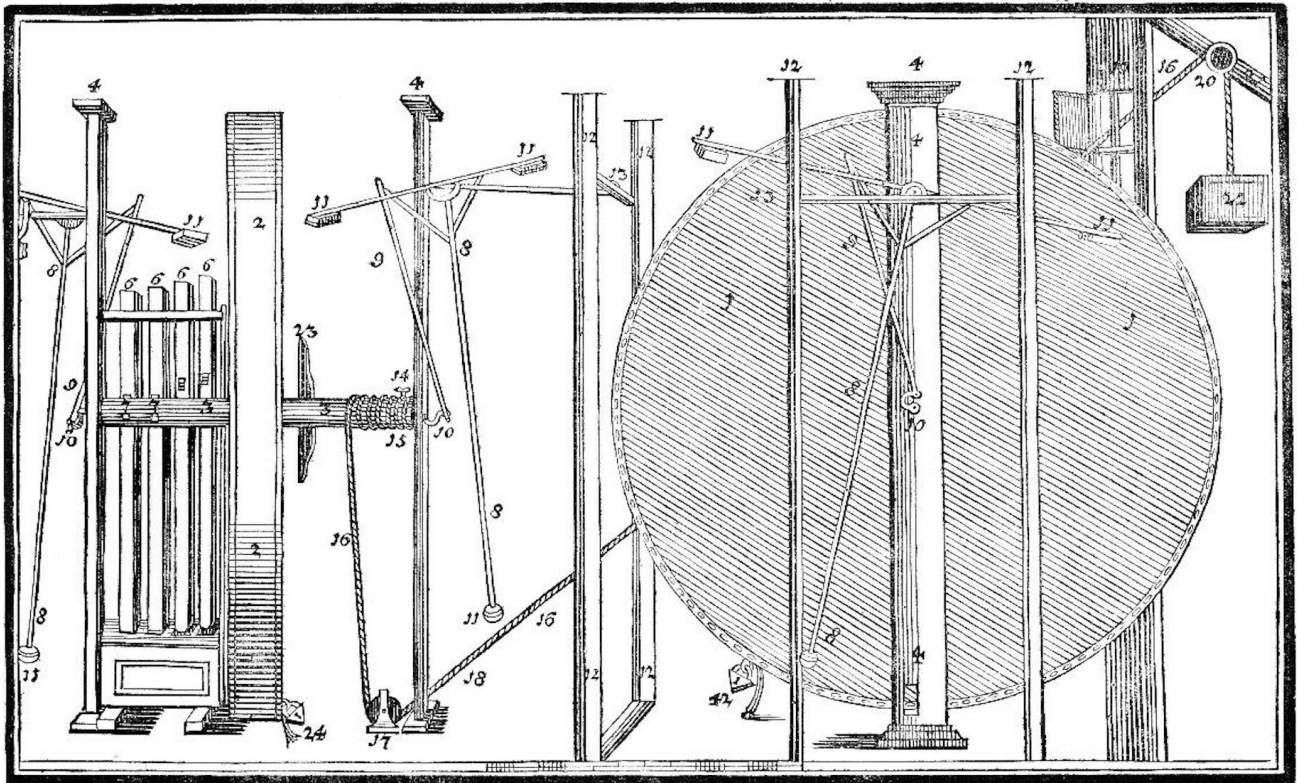




O czym mówi pierwsza zasada termodynamiki?

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



O czym mówi pierwsza zasada termodynamiki?

Perpetuum mobile to hipotetyczna maszyna, której zasada działania, wbrew paradygmatom fizyki klasycznej, umożliwiałaby jej pracę w nieskończoność.

Źródło: Johann Ernst Elias Bessler, domena publiczna.

W chemii, do zrozumienia wielu zjawisk i procesów, bardzo ważne są dwa opisy: mikroskopowy i makroskopowy. Ten pierwszy związany jest przede wszystkim z charakterystyką właściwości atomów, jonów i cząsteczek. Drugi natomiast dotyczy wielkości, które można uzyskać po bezpośrednim pomiarze. Należą do nich m.in. ciśnienie, objętość oraz temperatura, które są szczególnie eksplorowane w dziale chemii fizycznej, zwanym termodynamiką. Dzięki niemu możliwe jest przewidywanie samorzutności procesów, jak i kierunku przemian chemicznych. Jednym z najważniejszych pojęć teoretycznych, będącym fundamentem tego działu, jest pojęcie energii wewnętrznej. Tu jednak zatrzymaj się i odpowiedz, czy potrafisz zdefiniować energię wewnętrzną? A może wiesz, jak brzmi pierwsza zasada termodynamiki?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pierwszą zasadę termodynamiki.
- Sformułujesz i zrównoważysz równania termochemiczne.
- Obliczysz efekty energetyczne dla różnych reakcji.
- Przeanalizujesz różnice pomiędzy przemianami: izobaryczną, izotermiczną i izochoryczną.

Termodynamika

Termodynamika to dział fizyki badający efekty energetyczne przemian fizycznych i chemicznych. Pozwala on m.in. zbadać możliwość przebiegu danego procesu w określonych warunkach. Szczególnie ważnym pojęciem, związanym z tym działem, jest **energia wewnętrzna**, którą określa się jako całkowitą energię danego ciała. Składają się na nią:

- energia ruchów oraz drgań cząsteczek, jonów i atomów;
- energia oddziaływań między elektronami, jądrami atomowymi oraz elektronami z jądrami atomowymi;
- energia oddziaływań między nukleonami.

Z tym działem ściśle związane są również pojęcia, takie jak **układ** i **otoczenie**. Na ten pierwszy składają się reagenty biorące udział w danej reakcji chemicznej (substraty oraz produkty), a na otoczenie 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 materię i energię (np. otwarta kolba z gorącą wodą – woda paruje, oddaje ciepło, a jej cząsteczki ulegają przeniesieniu poza układ).
- **układ zamknięty** – czyli taki, który nie wymienia z otoczeniem materii chemicznej, lecz może wymieniać z otoczeniem energię (np. zamknięta kolba z gorącą wodą – cząsteczki nie mogą wydostać się z układu, ale woda stygnie, oddając ciepło do otoczenia).
- **układ izolowany** – czyli taki, który nie może i nie wymienia z otoczeniem ani materii, ani energii (np. termos z gorącą wodą – nie następuje wymiana ciepła, a cząsteczki nie są usuwane z układu).

Znając już ważne pojęcia dotyczące tego rozdziału, można zapoznać się z **pierwszą zasadą termodynamiki**, która mówi, że:

w układzie izolowanym całkowita ilość energii pozostaje stała.

Ilość energii może jednak ulegać zmianie (i nie jest to już wtedy układ izolowany), przybierając postać energii w formie pracy lub ciepła. Innymi słowy, zmiana energii wewnętrznej układu (lub ciała) jest równa sumie dostarczonego ciepła i pracy wykonanej nad tym układem (lub ciałem), co opisuje poniższe równanie:

$$\Delta U = Q + W$$

gdzie:

- ΔU – zmiana energii wewnętrznej układu [J];
- Q – ciepło wymienione przez układ z otoczeniem [J];
- W – praca wykonana nad układem oraz praca wykonana przez układ [J].

Zgodnie z powyższym równaniem, ciepło i praca dostarczone do układu są wyrażane jako wielkości dodatnie, natomiast ciepło i praca oddane przez ten układ jako wielkości ujemne.

Zasada zachowania energii

Pierwsza zasada termodynamiki nazywana jest inaczej zasadą zachowania energii, co prowadzi do następujących wniosków:

1. energia wewnętrzna układu jest funkcją stanu, czyli nie zależy od drogi analizowanej przemiany, lecz od stanu początkowego i końcowego;
2. ciepło i praca są formami przekazywania energii pomiędzy układem a otoczeniem;
3. energia układu izolowanego, który nie wymienia ciepła ani nie wykonuje pracy, pozostaje bez zmian ($\Delta U = 0$).

Przemiany termodynamiczne

Gaz doskonały to układ, który może być poddawany różnym przemianom termodynamicznym. Zastosowanie pierwszej zasady termodynamiki dotyczy przemian, w wyniku których pewne wielkości, takie jak temperatura, objętość czy ciśnienie, są stałe. Do takich przemian należą:

- przemiana izotermiczna,
- przemiana izochoryczna,
- przemiana izobaryczna,

- przemiana adiabatyczna.

Przemiana izotermiczna to taka przemiana, która zachodzi w temperaturze stałej ($T = \text{const}$). Dzięki temu cała energia, przekazana ciału w postaci ciepła, jest zużywana na wykonanie pracy przez gaz. Z równania stanu gazu wynika, że w tej przemianie ciśnienie gazu jest odwrotnie proporcjonalne do jego objętości, bowiem dla danej masy gazu wyrażonej w molach mamy:

$$p = \frac{\text{const}}{V}$$

Zależność ta nazywana jest prawem Boyle'a Mariotte'a.

Dla tej przemiany:

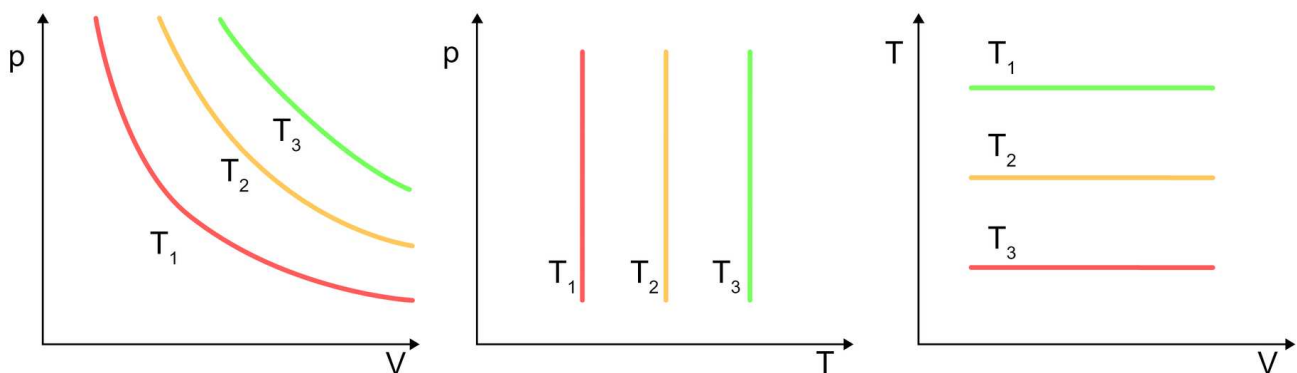
$$Q = W$$

ponieważ:

$$\Delta U = mc_w \Delta T = 0$$

gdzie:

- c_w – ciepło właściwe $\left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$;
- m – masa ciała [kg];
- ΔT – zmiana temperatury [K].



Wykresy ilustrujące zależność ciśnienia od objętości, ciśnienia od temperatury oraz temperatury od objętości dla przemian, które zachodzą w stałej temperaturze gazu doskonałego ($T_1 < T_2 < T_3$).

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

Zgodnie z powyższymi wykresami, w tej przemianie ciśnienie gazu jest odwrotnie proporcjonalne do jego objętości, dlatego mamy następującą zależność:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Przemiana izochoryczna to z kolei taka, która zachodzi w stałej objętości ($V = \text{const}$). W jej wyniku dostarczone do układu ciepło jest zużywane na zwiększenie energii wewnętrznej układu, co z kolei powoduje wzrost temperatury.

Dla tej przemiany:

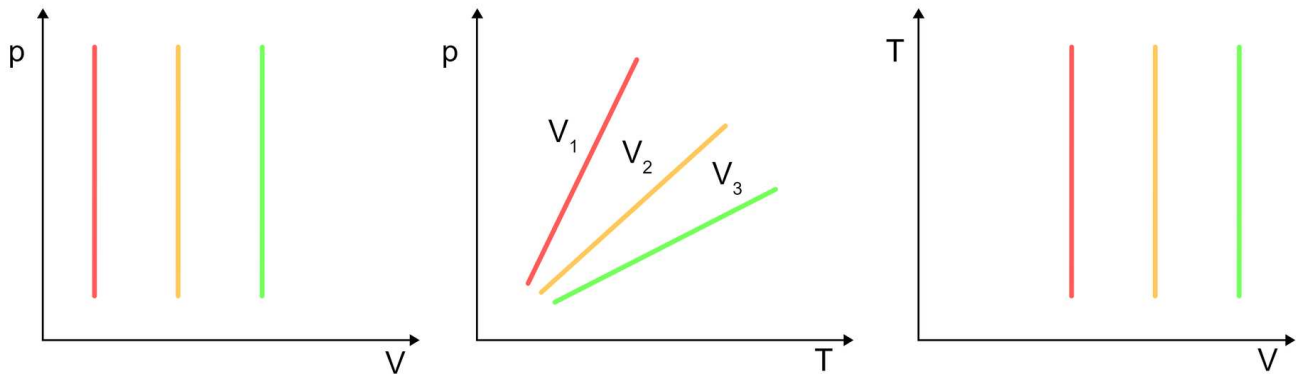
$$\Delta Q = \Delta U$$

ponieważ:

$$W = p\Delta V = 0$$

gdzie:

- p – ciśnienie;
- ΔV – zmiana objętości.



Wykresy ilustrujące zależność ciśnienia od objętości, ciśnienia od temperatury oraz temperatury od objętości dla przemian, które zachodzą w stałej objętości gazu doskonałego ($V_1 < V_2 < V_3$).

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

Zgodnie z powyższymi wykresami, zmianie ulegają temperatura i ciśnienie gazu, ale w taki sposób, aby stosunek ciśnienia do temperatury był stały. Wówczas mamy następującą zależność:

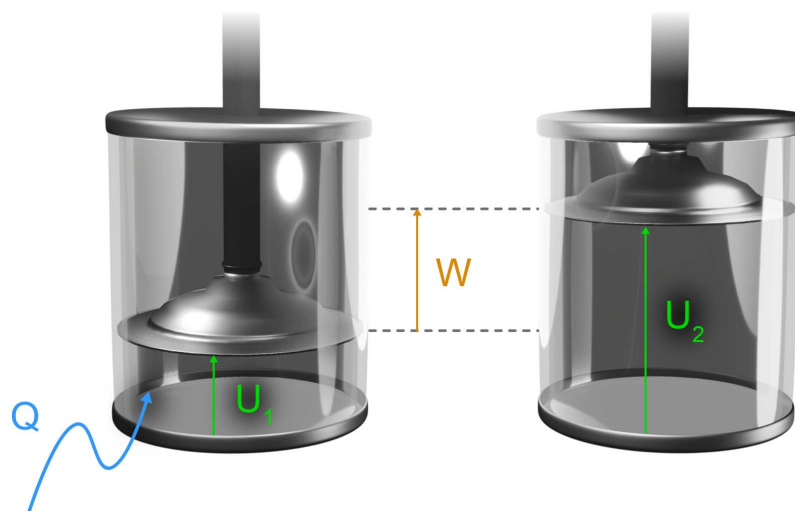
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Przemiana izobaryczna to przemiana, która zachodzi pod stałym ciśnieniem ($p = \text{const}$). W efekcie dostarczone do układu ciepło powoduje wykonanie przez układ pracy oraz wzrost jego energii wewnętrznej.

Dla tej przemiany:

$$\Delta Q = \Delta U + W$$

$$Q = (U_1 - U_2) + W$$



Ciepło dostarczone do układu zużywa się na zwiększenie jego energii wewnętrznej i na wykonanie pracy przez układ. U_1 – początkowa energia wewnętrzna gazu U_2 – energia końcowa gazu Q – ciepło dostarczone do układu W – praca wykonana przez układ.

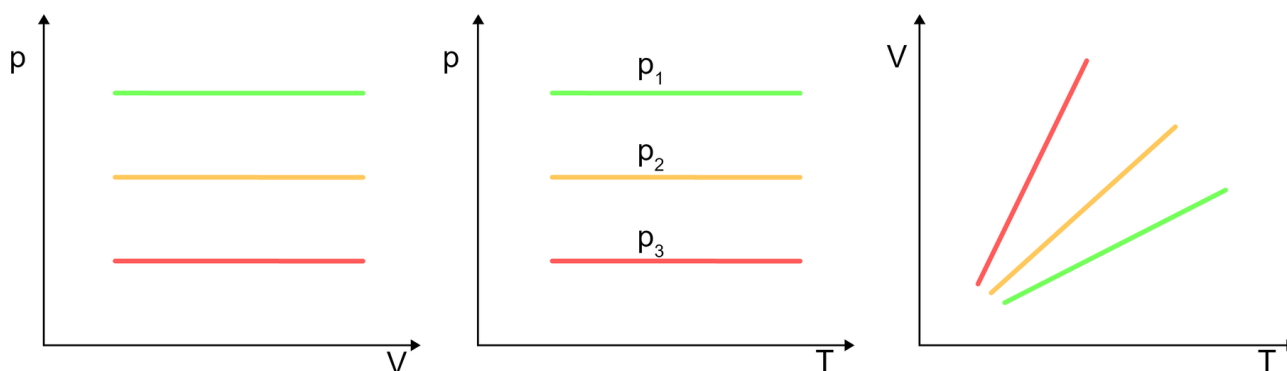
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

lub przy zastosowaniu pojęcia **entalpii** (H):

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V$$

gdzie:

- p – ciśnienie;
- ΔV – zmiana objętości.



Wykresy ilustrujące zależność ciśnienia od objętości, ciśnienia od temperatury oraz objętości od temperatury dla przemian, które zachodzą pod stałym ciśnieniem dla gazu doskonałego ($p_1 < p_2 < p_3$).

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

Zgodnie z powyższymi wykresami, objętość gazu jest wprost proporcjonalna do jego temperatury. Wówczas następuje zależność:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Ostatnia już **przemiana adiabatyczna** to ta, która zachodzi bez wymiany ciepła z otoczeniem ($\Delta Q = 0$). W jej wyniku zmiana energii wewnętrznej gazu jest spowodowana pracą wykonaną przez siły zewnętrzne.

Dla tej przemiany:

$$\Delta U = -W$$

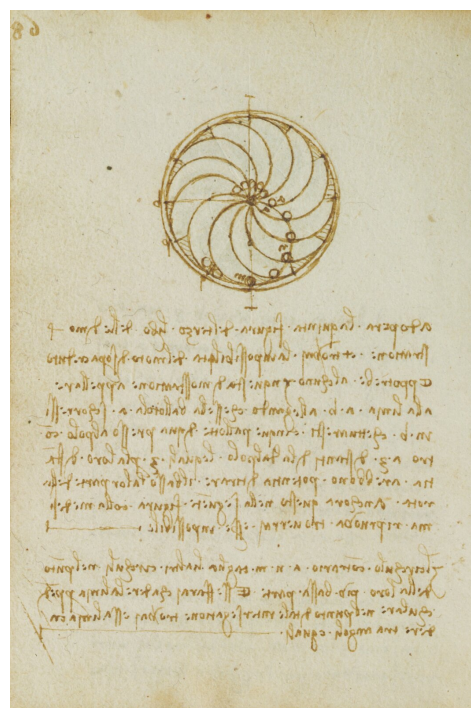
lub przy zastosowaniu **równaniu Poissona**:

$$pV^\kappa = \text{const}, \text{ gdzie } \kappa = \frac{C_p}{C_V}$$

- C_p – ciepło właściwe gazu przy stałym ciśnieniu;
- C_V – ciepło właściwe gazu przy stałej objętości.

Ciekawostka

Słynne **perpetuum mobile** (z łac. „wiecznie poruszające się”) to, jak zapewne wiesz, hipotetyczna maszyna. Możliwość jej działania poprzez wytwarzanie pracy w nieskończoność zaprzecza paradygmatom współczesnej fizyki. Urządzenie to miało wielu zwolenników, a wzmianek na jej temat można się już doszukiwać w XIII wieku. Sam Leonardo da Vinci stworzył projekt tego słynnego urządzenia. Pomimo wielkiego zainteresowania jego konceptem, nikomu, aż do czasów współczesnych, nie udało się skonstruować maszyny, która zaprzeczałaby prawom fizyki, a przede wszystkim, opisanej w tym rozdziale, pierwszej zasadzie termodynamiki.



Projekt perpetuum mobile, 1495-97

Źródło: Leonardo da Vinci, domena publiczna.

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 nim energię

układ izolowany

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

otoczenie

wszystkie elementy zewnętrzne, które nie biorą udziału w reakcji, czyli nie należą do układu

gaz doskonały

tzw. fizyczny model gazu, który nie wykazuje oddziaływań międzycząsteczkowych (poza odpychaniem), a objętość jego cząsteczek, w porównaniu do objętości gazu, jest znikoma, zderzenia cząsteczek są idealnie sprężyste, a cząsteczki są w ciągłym, chaotycznym ruchu

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 ΔU , jeśli energia wewnętrzna ciała wzrasta, a jaką, jeśli maleje? Jak zmienia się wartość Q , jeśli ciało pobiera ciepło z otoczenia? Zapoznaj się z filmem samouczkiem, odpowiedz na pytania zawarte w poleceniu oraz wykonaj ćwiczenia zamieszczone pod filmem.

O czym mówi pierwsza zasada termodynamiki?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DRZCcZqLu>

Film samouczek pt. „O czym mówi pierwsza zasada termodynamiki?”

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej pierwszej zasady termodynamiki.

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, od jakich czynników uzależniona jest energia wewnętrzna.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Wyjaśnij, czym jest przemiana adiabatyczna, wiedząc, że dla tej przemiany $\Delta Q = 0$.

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wyjaśnij, czego dotyczy poniższe zdanie.

„Energia układu izolowanego jest stała”.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Oceń prawdziwość poniższych zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Energia wewnętrzna oznacza całkowitą energię danego ciała. Składają się na nią energie ruchów, drgań cząsteczek i atomów, oddziaływań między elektronami oraz jądrami atomowymi, a także między protonami i neutronami w jądrze.	☐	☐
Układem są wszystkie elementy zewnętrzne, które nie biorą udziału w danej reakcji chemicznej, a otoczenie stanowią reagenty biorące udział w danej reakcji chemicznej.	☐	☐
Układ izolowany jest układem, który nie wymienia z otoczeniem materii chemicznej, lecz może wymieniać energię.	☐	☐
Przemiana izochoryczna to przemiana, która zachodzi bez zmiany objętości układu ($V = \text{const}$).	☐	☐

Ćwiczenie 3



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

Ćwiczenie 4



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

Ćwiczenie 5



W trakcie prasowania T-shirtu przez ucznia, żelazko podgrzało tkaninę energią 165 J, a tarcie o materiał dostarczyło dodatkowe 11 J, przy założeniu, że obyło się bez strat energii. Oblicz, ile wynosi energia wewnętrzna T-shirtu.

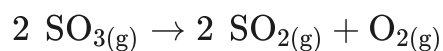
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Oblicz pracę, jaką wykona układ podczas przemiany izobarycznej w reakcji:



Reakcja biegnie w ciśnieniu 1000 hPa oraz temperaturze 298,15 K. Objętość molowa gazów w tych warunkach wynosi 24,79 dm³.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz, jaka praca zostanie wykonana podczas pęknięcia słoika z zamrażającą w nim wodą (500 g), wiedząc, że pod ciśnieniem 101325 Pa w temperaturze 0°C lód ma gęstość $0,9167 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$, a woda ciekła $0,9998 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



W reakcji 0,05 mola $\text{HCl}_{(aq)}$ z 0,05 mola $\text{NaOH}_{(aq)}$ w sposób ilościowy powstaje 0,05 mola $\text{NaCl}_{(aq)}$. Reakcja ta przebiega z wydzielaniem 2,9 kJ ciepła. Napisz zrównoważone równanie termochemiczne w odniesieniu do 1 mola HCl i oblicz, ile ciepła (ΔH) wydzieli się w czasie jej przebiegu.

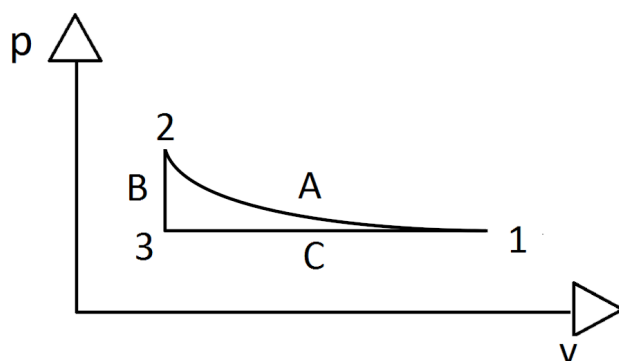
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Jeden mol gazu doskonałego w warunkach normalnych wykonuje cykl odwracalny (rysunek poniżej). W trakcie przemiany następuje dwukrotne zwiększenie ciśnienia przy jednoczesnym braku wymiany ciepła z otoczeniem.



Rysunek do ćwiczenia nr 9

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

Określ rodzaj przemian A, B i C.

Przemiana B

przemiana adiabatyczna

Przemiana C

przemiana izochoryczna

Przemiana A

przemiana izobaryczna

Odpowiedz, ile wynosi ΔH i ΔU dla tego cyklu oraz oblicz, ile wynosi temperatura w punkcie 3, wiedząc, że w punkcie 2 wynosi 360 K.

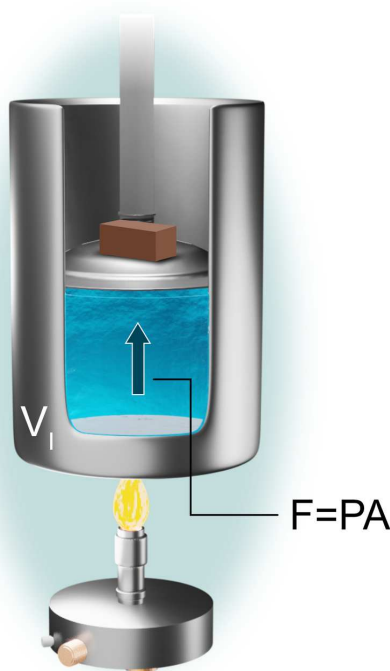
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 10



W cylindrze znajduje się gaz, który jest zamknięty od góry ruchomym tłokiem obciążonym masą M . Boczne ścianki tego naczynia dobrze izolują układ od otoczenia, a jego dolna ścianka dobrze przewodzi ciepło. Wzór $F=PA$ jest wzorem na siłę, jaka oddziałuje na tłok. Całość jest umieszczona nad palnikiem z regulowanym strumieniem ognia (temperatura otoczenia). Odpowiedz, jakiego typu przemiany termodynamicznej dotyczą opisane poniżej podpunkty, odnoszące się do gazu umieszczonego w tym naczyniu (rys.).



Rysunek do ćwiczenia nr 10

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

Gaz początkowo znajdował się w stanie równowagi, a więc jego temperatura była równa temperaturze otoczenia. Natomiast ciśnienie musiało być takie, aby ciężar tłoka został zrównoważony. Wybierz poprawną odpowiedź:

1. Z jaką przemianą będziemy mieć do czynienia, jeśli równomiernie i małymi odważnikami zaczniemy zmniejszać obciążenie tłoka?



Jest to przemiana adiabatyczna. Zmianie ulega tutaj obciążenie tłoka, dlatego ciśnienie gazu będzie musiało być mniejsze, żeby zrównoważyć zmiany masy tłoka.



Jest to przemiana izotermiczna. Zmianie ulega tutaj obciążenie tłoka, dlatego ciśnienie gazu będzie musiało być mniejsze, żeby zrównoważyć zmiany masy tłoka.

☐ Jest to przemiana izobaryczna. Mamy tutaj do czynienia ze zmianą temperatury otoczenia i układu oraz ciśnienia.

☐ Jest to przemiana izochoryczna. Mamy tutaj do czynienia ze zmianą temperatury otoczenia i układu, a ciśnienie pozostaje takie samo, ponieważ obciążenie tłoka pozostaje niezmiennione.

2. Z jaką przemianą zmierzy się prezentowany układ, jeśli zwiększy się strumień ognia w palniku?

☐ Jest to przykład przemiany izobarycznej. Mamy tutaj do czynienia ze stałą temperaturą otoczenia i układu, a ciśnienie się zmienia.

☐ Jest to przemiana izotermiczna. Zmianie ulega tutaj obciążenie tłoka, dlatego ciśnienie gazu będzie musiało być mniejsze, żeby zrównoważyć zmiany masy tłoka.

☐ Jest to przykład przemiany izochorycznej. Mamy tutaj do czynienia ze zmianą temperatury otoczenia i układu, a ciśnienie pozostaje takie samo, ponieważ obciążenie tłoka pozostaje niezmiennione.

☐ Jest to przykład przemiany izobarycznej. Mamy tutaj do czynienia ze zmianą temperatury otoczenia i układu, a ciśnienie pozostaje takie samo, ponieważ obciążenie tłoka pozostaje niezmiennione.

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: O czym mówi pierwsza zasada termodynamiki?

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

Podstawa programowa

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem metody naukowej;

6) stosuje poprawną terminologię;

7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

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 pierwszą zasadę termodynamiki;
- układa i równoważy równania termochemiczne;
- oblicza efekty energetyczne dla różnych reakcji;
- analizuje różnice dla przemian izobarycznych, izotermicznych i izochorycznych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

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

Forma pracy:

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

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 samouczek zawartego w e-materiale, gdyż ułatwi im to pracę na przyszłych zajęciach.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytania uczniom: Co wiedzą na temat perpetuum mobile? Z czy im się kojarzy ono, czym jest, czy zostało wynalezione?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół I. zasady termodynamiki.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nawiązując do dyskusji dydaktycznej z fazy wstępnej lekcji uczniowie są proszeni o zapoznanie się z materiałem źródłowym dotyczącym perpetuum mobile:

- <https://gadzetomania.pl/4759,prawie-jak-perpetuum-mobile-zachwycajace-urzadzenie-dziala-z-niezwykla-wydajnoscia>

2. Po przeczytaniu tekstu źródłowego uczniowie podsumowują:

- Perpetuum mobile jest to maszyna, która...
- Nie została wynaleziona, ponieważ...

3. Tym zagadnieniem nauczyciel wprowadził uczniów do pierwszej zasady termodynamiki. Podaje jej treść i zapisuje odpowiedni wzór na tablicy.

4. Uczniowie samodzielnie mają za zadanie zapoznać się z definicją standardowej entalpii, energii wewnętrznej (oraz czynników które na nią się składają), pracy, układu i otoczenia. W tym celu uczniowie analizują dostępne źródła informacji, w tym e-materiał. Chętni uczniowie podają na forum klasy znaczenie wskazanych pojęć.

5. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy, rozdaje arkusze papieru A2 i mazaki. Podopieczni w grupach mają za zadanie scharakteryzować wylosowaną przemianę – każda grupa jedną przemianę (izobaryczną, izochoryczną, izotermiczną, adiabatyczną). Uczniowie powinni zwrócić uwagę na to, na czym polega dana przemiana, podać przykład tej przemiany, podać odpowiednie wzory zgodne z pierwszą zasadą termodynamiki, przedstawić odpowiednie wykresy opisujące daną przemianę, podać przykład zadania i jego rozwiązania, uwzględniającego warunki tej przemiany. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów i wyjaśnia ewentualne trudności.

6. Po zakończonej pracy chętni uczniowie każdej grupy prezentują rezultaty pracy grupowej z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów i ewentualnie uzupełnia luki.

7. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Jak brzmi treść pierwszej zasady termodynamiki? Co to jest energia wewnętrzna? Jakie znasz rodzaje układów? Czym jest gaz doskonały?

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 nauczyłem/łam...
- 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 sprawdzianu czy zajęć lekcyjnych.

Materiały pomocnicze:

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

- Jak brzmi treść pierwszej zasady termodynamiki?
- Co to jest energia wewnętrzna?
- Jakie znasz rodzaje układów?
- Czym jest gaz doskonały?