



Jak definiuje się drugą zasadę termodynamiki?

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



Jak definiuje się drugą zasadę termodynamiki?

Entropia całego wszechświata cały czas rośnie.

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

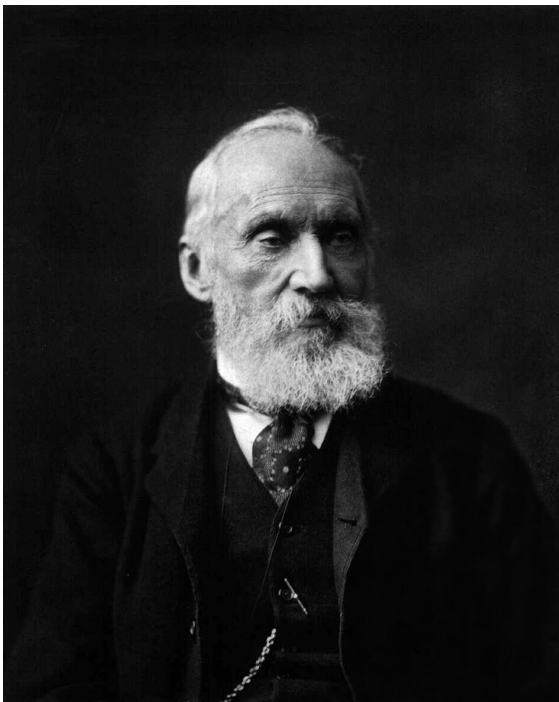
Czy wiesz, że druga zasada termodynamiki, tak samo jak pierwsza, jest prawem przyrody, które powstało na podstawie ogromnej liczby doświadczeń? Czy wiesz, że istnieje kilka różnych jej sformułowań, ale wyrażają one tę samą prawdę i są logicznie równoważne? Sformułowanie Kelvina i Plancka mówi, że niemożliwe jest zbudowanie silnika, który dawałby tyle samo energii na sposób pracy, ile pobrałby na sposób ciepła z otoczenia. Natomiast sformułowanie Clausiusa mówi, że energia cieplna nie może samorzutnie (bez wspomaganie) przenosić się z ciała o temperaturze niższej do ciała o temperaturze wyższej. Czy wiesz, że Clausius wprowadził pojęcie entropii, czyli miary nieuporządkowania układu? Co ciekawe, entropia całego Wszechświata cały czas rośnie. To, że się starzejemy i umieramy, jest także związane z dążeniem entropii do wzrostu.

Twoje cele

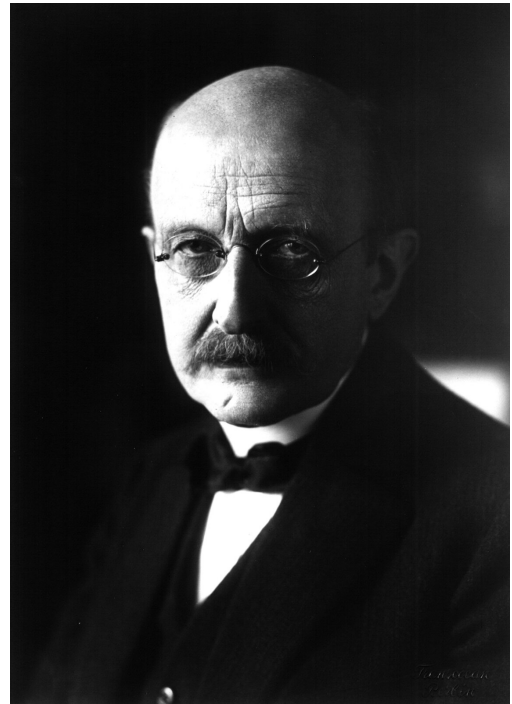
- Przywołasz przykłady procesów samorzutnych.
- Zdefiniujesz treść II zasady termodynamiki.
- Wyjaśnisz znaczenie entropii w II zasadzie termodynamiki.

Przeczytaj

Sformułowana przez Kelvina i Plancka pierwsza zasada termodynamiki opisuje bilans energetyczny procesów, ale nie określa kierunku procesu i nie podaje informacji o sposobie jego przebiegu (odwracalny, nieodwracalny, samorzutny, wymuszony). Samorzutnie przebiegają zarówno procesy endoenergetyczne (np. rozpuszczanie niektórych soli), jak i procesy egzoenergetyczne (np. rozpuszczanie stężonych kwasów w wodzie). Procesy samorzutne mogą zachodzić bez konieczności wykonania pracy na układzie, np. rozprężanie gazu do próżni, przepływ ciepła od ciała gorącego do zimnego. Natomiast, aby zaszedł proces niesamorzutny (wymuszony), trzeba do układu dostarczyć energię w postaci pracy wykonanej na układzie, np. sprężanie gazu lub przepływ ciepła z ciała zimnego do ciepłego w układzie lodówki.



William Thomson (lord Kelvin) – irlandzkiego pochodzenia brytyjski fizyk, matematyk i przyrodnik.



Max Planck – niemiecki fizyk, autor prac z zakresu termodynamiki

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

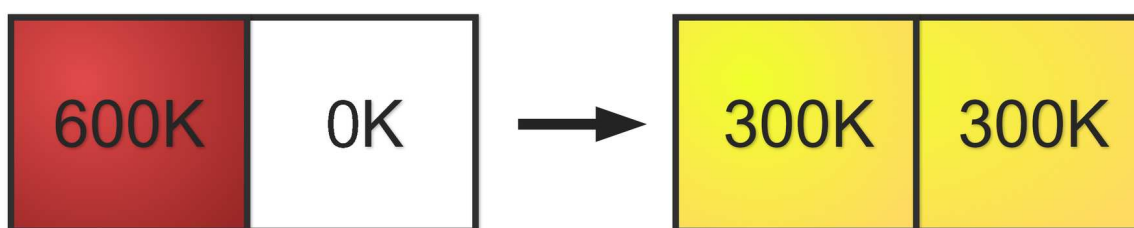
Układ można przeprowadzić ze stanu początkowego do stanu końcowego w sposób odwracalny albo w sposób nieodwracalny. Proces odwracalny to inaczej proces równowagowy i występuje wtedy, kiedy za pomocą bardzo małej zmiany otoczenia można przeprowadzić proces odwrotny po tej samej drodze, ale w przeciwnym kierunku. Proces jest nieodwracalny, gdy niemożliwy jest powrót układu i otoczenia do stanu początkowego (stłuczona filiżanka).

Podaj własne sformułowanie drugiej zasady termodynamiki.

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Przykłady

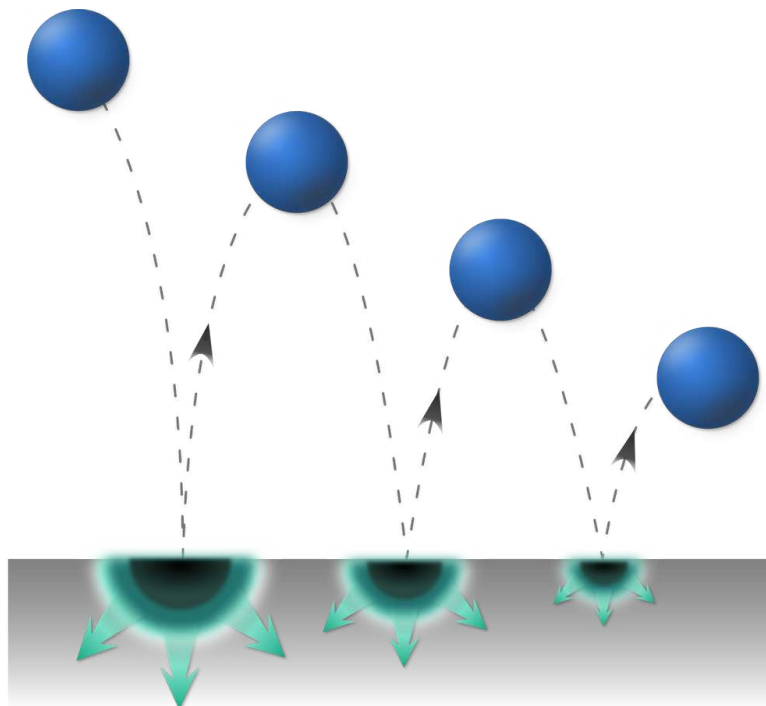
- Po doprowadzeniu do kontaktu cieplnego dwóch ciał o różnych temperaturach, ciepło zawsze przepływa od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze.



Ciepło zawsze przepływa od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze.

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

- Gumowa lub stalowa kulka, opuszczona na twardą powierzchnię, odbija się kilkakrotnie i ostatecznie nieruchomieje. Przy każdym odbiciu kulki część energii zostaje zamieniona na ciepło podłogi. Nigdy nie obserwujemy procesu odwrotnego, w którym kulka, początkowo spoczywająca na powierzchni, nagle zaczyna samoistnie (bez żadnej ingerencji z zewnątrz) podskakiwać nad powierzchnię.



Przy każdym odbiciu kulki część energii zostaje zamieniona na ciepło podłogi. Nie istnieje proces odwrotny, w którym piłeczka, bez dodania żadnej siły z zewnątrz, odbijałaby się coraz wyżej.

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

- Wykonujące drgania wahadło zatrzymuje się w stanie równowagi, po dostatecznie długim okresie czasu. Energia kinetyczna wahadła zamienia się na energię ciepłą ruchu cząsteczek ośrodka. Nigdy nie obserwujemy sytuacji odwrotnej, tj. zamiany energii cieplnej na kinetyczną.

Ważne!

Na podstawie obserwacji doświadczalnych sformułowano II zasadę termodynamiki, która pozwala na wnioskowanie o kierunku procesów. Treść II zasady termodynamiki może być sformułowana na wiele sposobów, które ostatecznie są logicznie równoważne. Do często spotykanych stwierdzeń należą:

- wszystkie procesy samorzutne zachodzą nieodwracalnie;
- w procesach samorzutnych rośnie nieuporządkowanie układu i maleje jego zdolność do wykonywania pracy zewnętrznej;
- nie jest możliwa całkowita zamiana ciepła na pracę;
- przepływ ciepła zachodzi od ciała cieplejszego do zimniejszego, nigdy inaczej;
- zbudowanie **perpetuum mobile** drugiego rodzaju jest niemożliwe.

Entropia

Entropia (S) jest funkcją stanu, określającą, w kierunku jakim mogą zachodzić procesy w układzie izolowanym. W układzie izolowanym procesy mogą zachodzić tylko w kierunku wzrostu entropii (II zasada termodynamiki). W stanie równowagi entropia przyjmuje wartość stałą, maksymalną. Entropia utożsamiana jest również z nieuporządkowaniem układu. Im bardziej nieuporządkowany jest układ, im większy chaos, tym większa jest wartość entropii.

Wnioski płynące z II zasady termodynamiki

- Znak równości dotyczy procesów odwracalnych, a znak nierówności procesów nieodwracalnych.
- Sumaryczne zmiany entropii dla układu i otoczenia w procesach odwracalnych są zerowe, czyli $\Delta S = 0$.
- W procesach nieodwracalnych sumaryczne zmiany entropii dla układu i otoczenia są zawsze wielkością dodatnią $\Delta S > 0$.
- Samorzutnie mogą w układzie przebiegać tylko takie procesy, które zwiększają sumaryczną wartość entropii dla układu i otoczenia.
- Entropia układu izolowanego nie może maleć.
- W procesie samorzutnym entropia układu nieizolowanego może maleć, jednak w procesie tym rośnie entropia otoczenia, a suma zmian entropii dla układu i otoczenia jest większa od zera.
- Wzrost entropii towarzyszy zawsze zwiększaniu się stopnia nieuporządkowania układu. Wzrost entropii dla procesu nieodwracającego (spadająca filiżanka) oznacza, że w tych procesach układ ewoluuje zawsze do stanu, którego stan nieporządku położeń i prędkości cząstek jest większy.
- Przy wzroście stopnia uporządkowania entropia układu maleje.

Ciekawostka

Wzrost entropii towarzyszy zawsze zwiększaniu się stopnia nieuporządkowania układu. Czy wiesz, że oznacza to, że układ uporządkowany, jakim jest życie, jest podtrzymywany kosztem pobierania energii z zewnątrz? II zasada termodynamiki, określając kierunek zmian zachodzących w danym układzie izolowanym, określa jednocześnie nieodwracalność upływu czasu.

Słownik

układ izolowany

układ, w którym niemożliwa jest wymiana materii i energii pomiędzy układem a otoczeniem

układ zamknięty

układ, w którym możliwa jest wymiana energii pomiędzy układem a otoczeniem, a niemożliwa jest wymiana materii

entropia

termodynamiczna funkcja stanu; miara stopnia nieuporządkowania układu i rozproszenia energii

układ termodynamiczny

część przestrzeni materialnej, będącej przedmiotem rozważań, pozostała część przestrzeni jest otoczeniem

perpetuum mobile

maszyna, która wykonywałaby pracę bez pobierania energii z otoczenia (perpetuum mobile pierwszego rodzaju) lub całą dostarczoną energię (ciepło) zamieniałaby na pracę (perpetuum mobile drugiego rodzaju), perpetuum mobile pierwszego rodzaju będzie sprzeczne z I zasadą termodynamiki, a perpetuum mobile drugiego rodzaju – z II zasadą termodynamiki

Bibliografia

Atkins P. W., *Chemia Fizyczna*, Warszawa 2006.

Gumiński K., *Termodynamika*, Wydanie 3, Warszawa 1974.

Stauffer D., Stanley H. E., *Od Newtona do Mandelbrota*, Warszawa 1996.

Orear J., *Fizyka*, Warszawa 1993.

Film samouczek

Polecenie 1

Zastanów się, czy można bez wykonania pracy (samoczynnie) przenieść energię w postaci ciepła ze zbiornika o temperaturze niższej do zbiornika o temperaturze wyższej? Zapoznaj się z filmem i odpowiedz raz jeszcze na to pytanie, odwołując się do drugiej zasady termodynamiki.

Trwa wczytywanie danych ..

A rectangular thumbnail with a light gray background. In the center, the text "Jak definiuje się drugą zasadę termodynamiki?" is written in a bold, black, sans-serif font. The text is arranged in two lines: "Jak definiuje się" on the top line and "drugą zasadę termodynamiki?" on the bottom line.

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1PsOPBqTmUPZ>

Film samouczek pod tytułem *Jak definiuje się drugą zasadę termodynamiki?*

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

Film dotyczy definicji drugiej zasady termodynamiki.

Ćwiczenie 1

Zaznacz, które z poniższych procesów powodują wzrost entropii.

Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1

Zaznacz poprawne odpowiedzi.



Ćwiczenie 2

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



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7

Podaj przykład procesu odwracalnego.



Ćwiczenie 8

Wyjaśnij, dlaczego wahadło nie jest perpetuum mobile drugiego rodzaju.



Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Maćkiewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak definiuje się drugą zasadę 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.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne:

Uczeń:

- wymienia przykłady procesów samorzutnych;
- definiuje II zasadę termodynamiki;
- wyjaśnia znaczenie entropii w II zasadzie termodynamiki.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca zbiorowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie: Jakie znacie przykłady procesów samorzutnych w przyrodzie? Uczniowie podają przykłady i trwa dyskusja.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel zadaje im kolejne pytanie: Jak brzmi II zasada termodynamiki?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek przedstawiający omówienie II zasady termodynamiki. Na podsumowanie filmu, prowadzący zajęcia zadaje uczniom pytania, celem utrwalenia najważniejszych kwestii.
2. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy, rozdaje arkusze papieru A3, mazaki. Każdej grupie przydziela jeden warunek, który wynika z II zasady termodynamiki. Ich zadaniem będzie przytoczenie przykładu z życia codziennego, adekwatnie dla danego warunku. Po zakończonej pracy, chętne osoby z każdej grupy prezentują rezultaty pracy grupowej z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Nauczyciel kontroluje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów i ewentualnie uzupełnia braki.

3. Uczniowie analizują treści z e-materiału – wnioski płynące z II zasady termodynamiki, po czym nauczyciel inicjuje dyskusję.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”. Nauczyciel wspiera ich podczas pracy, wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje pytanie: Jak brzmi treść II zasady termodynamiki? Co jest miarą nieuporządkowania układu? Czy procesy samorzutne są odwracalne?
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 dziś się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas samodzielnej pracy na lekcji lub przed wykonaniem ćwiczeń dołączonych do medium. Medium może być również wykorzystane podczas odrabiania zadania domowego oraz wykorzystane przez osoby nieobecne na lekcji w celu uzupełnienia swoich luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jak brzmi treść II zasady termodynamiki?
 - Co jest miarą nieuporządkowania układu?
 - Czy procesy samorzutne są odwracalne?
2. Arkusze papieru A3, mazaki, glutaki.