



Ciepło parowania

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



Czy to nie ciekawe?

Parowanie cieczy i skraplanie gazu związane są z pobieraniem lub oddawaniem ciepła. Jak obliczyć ciepło pobrane podczas wyparowania pewnej masy cieczy? Do tego potrzebna jest znajomość ciepła parowania cieczy. Jak definiujemy tę wielkość, dowiesz się z tego e-materiału.



Fot. a. Opary unoszące się nad zbiornikiem wodnym. [Źródło: Pixabay]

Twoje cele

- poznasz definicję ciepła parowania,
- zrozumiesz, że ciepło parowania jest równe ciepłu skraplania,
- odróżnisz wrzenie od parowania,
- zastosujesz definicję ciepła parowania do obliczania ciepła pobranego przez ciecz podczas procesu parowania lub wrzenia,
- zastosujesz definicję ciepła parowania do obliczania ciepła oddanego przez gaz podczas procesu skraplania.

Przeczytaj

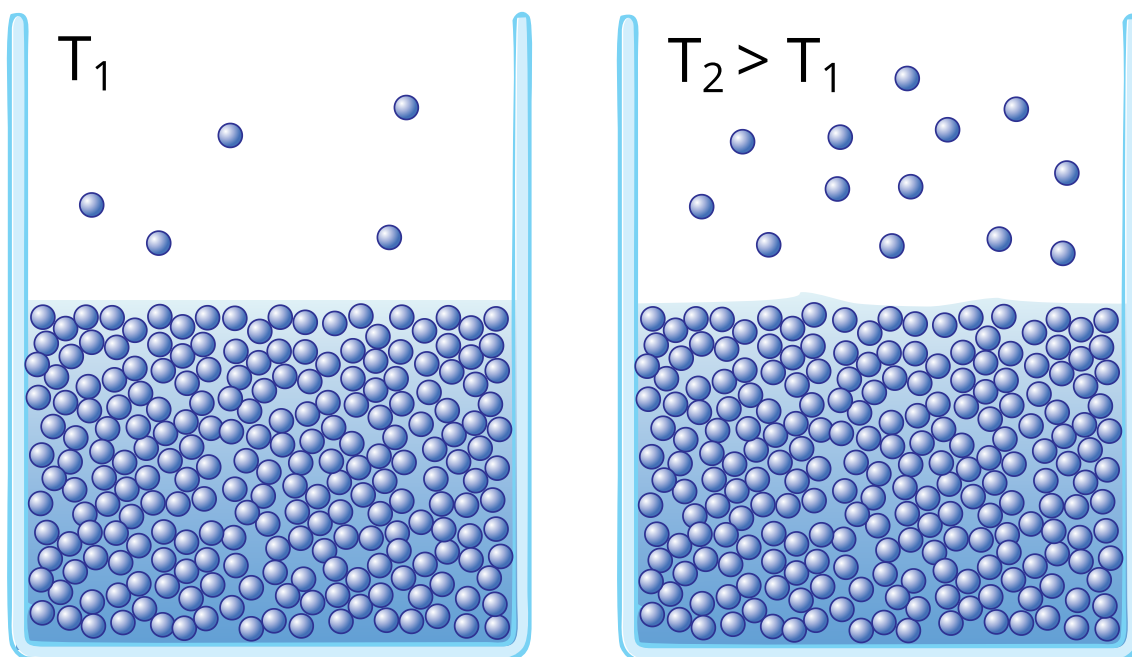
Warto przeczytać

Przemiana ze stanu ciekłego w stan gazowy może odbywać się na dwa sposoby:

1. przez **parowanie**,
2. przez **wrzenie**.

Para powstająca podczas wrzenia, a także często podczas parowania, jest zwykle parą nasyconą, która nie ma własności gazu doskonałego. Z tego powodu używamy tu pojęcia pary, a nie gazu. Trzeba jednak pamiętać, że para jest gazem, choć nie spełnia założeń modelu gazu doskonałego.

Parowanie zachodzi w każdej temperaturze i polega na powolnym uwalnianiu się cząsteczek z powierzchni cieczy. Jeśli cząsteczka cieczy znajduje się blisko powierzchni cieczy i w wyniku przypadkowego zderzenia z inną cząsteczką uzyska dużą energię kinetyczną, to może przezwyciężyć siły przyciągania od innych cząsteczek cieczy i opuścić ciecz. Szybkość parowania zależy od temperatury (Rys. 1.), ciśnienia i ruchu powietrza. Jeśli temperatura jest wyższa, to więcej cząsteczek będzie miało dostatecznie dużą energię kinetyczną, aby opuścić powierzchnię cieczy. Ruch powietrza nad powierzchnią cieczy przyczynia się do tego, że nad powierzchnią nie zbiera się para. Cząsteczki, które opuściły ciecz, są usuwane i nie mogą już do niej powrócić. Zmniejszenie ciśnienia zewnętrznego zwiększa szybkość parowania, bo cząsteczka pary, która opuściła ciecz ma mniejsze szanse na zderzenie z cząsteczką powietrza i powrót do cieczy.



Rys. 1. Szybkość parowania zależy m.in. od temperatury. Im wyższa temperatura, tym więcej cząsteczek przechodzi z fazy ciekłej do fazy gazowej.

Wrzenie to proces, podczas którego ciecz w całej objętości gwałtownie zamienia się w parę (Rys. 2.). Wrzenie zachodzi w ustalonej temperaturze, charakterystycznej dla danej substancji. Cała energia pobrana przez ciecz jest wykorzystana na zmianę stanu skupienia – pokonanie sił przyciągania międzycząsteczkowego. Temperatura wrzenia zależy od ciśnienia zewnętrznego i wzrasta przy zwiększającym się ciśnieniu. Nie jest to zależność wprost proporcjonalna, a jej charakter zależy od rodzaju cieczy. Temperatury wrzenia przy **ciśnieniu normalnym** (1013 hPa) dla kilku substancji przedstawia Tabela 1.



Rys. 2. Wrząca woda. [Źródło: Pixabay]

Zarówno parowanie, jak i wrzenie wymagają dostarczania ciepła. **Ciepło parowania** c_p definiujemy jako energię potrzebną do zamiany 1 kg cieczy w parę,

$$c_p = \frac{Q}{m},$$

gdzie Q to energia potrzebna do wyparowania masy m danej substancji. Jednostką ciepła parowania jest $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

Energia pobrana podczas zamiany cieczy o masie m w parę wynosi zatem

$$Q = mc_p.$$

Tyle samo energii potrzeba, aby zamienić ciecz w parę bez względu na to, czy odbywa się to w procesie powolnego parowania, czy gwałtownego wrzenia. **Ciepło parowania** stosujemy

do opisu obu tych procesów. W Tabeli 1. podano kilka przykładowych wartości ciepła parowania. Jak widać, mogą się one znacznie od siebie różnić.

Tabela 1. Ciepło parowania i temperatura wrzenia przy ciśnieniu normalnym (1013 hPa) różnych substancji

Substancja	Ciepło parowania [$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$]	Temperatura wrzenia [$^{\circ}\text{C}$]
Miedź Cu	4800	2567
Tlen O ₂	213	-163
Alkohol etylowy EtOH	854	78
Woda H ₂ O	2300	100

Skraplanie – proces odwrotny do parowania. Polega on na zamianie pary w ciecz. Skraplanie zachodzi, gdy gaz odpowiednio oziębimy. Energia jest wtedy oddawana przez gaz w takiej samej ilości, w jakiej została pobrana podczas parowania. Wynika z tego, że ciepło skraplania, czyli energia oddana podczas skroplenia 1 kg substancji jest równe ciepłu parowania.

Obliczmy ciepło oddane podczas skraplania 8 g pary wodnej. Ciepło parowania wody wynosi $2300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Podstawmy dane liczbowe do wzoru:

$$Q = mc_p = 0,008 \text{ kg} \cdot 2300000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 18400 \text{ J}$$

Co oznacza otrzymany wynik? 8 g pary wodnej, która w warunkach normalnych mieści się w 10-litrowym wiadrze, odda podczas skraplania energię, która wystarczy do podniesienia kilogramowego odważnika na wysokość 1840 m! Ciepło parowania wody ma dużą wartość. Oznacza to, że do zamiany 1 kg wody w parę potrzeba dużej ilości energii. Równie dużą energię wydziela skraplająca się para o masie 1 kg.

Słowniczek

Ciepło parowania

(ang.: *latent heat of vaporization*) – energia potrzebna do zamiany 1 kg cieczy w parę. Można je wyznaczyć doświadczalnie z użyciem wzoru $c_p = \frac{Q}{m}$, gdzie Q – energia dostarczona podczas parowania, m – masa cieczy.

Warunki normalne

(ang.: *normal conditions*) – warunki, w których ciśnienie jest równe 101 325 Pa = 1013,25 hPa, a temperatura wynosi 273,15 K, czyli 0 °C.

Film samouczek

Ciepło parowania

Obejrzyj film samouczek, z którego dowiesz się, ile śniegu o temperaturze 0°C można stopić dostarczając kilogram pary wodnej o temperaturze 100°C .

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1CZmQMCF>

Zapoznaj się z treścią samouczka.

Polecenie 1

Wyjaśnij, czym różni się:

- a) ciepło skraplania pary wodnej od ciepła parowania wody oraz
- b) ciepło parowania wody od ciepła właściwego wody?

Polecenie 2

Z obliczeń przeprowadzonych w samouczku wynika, że podczas omawianego eksperymentu masa stopionego śniegu jest osiem razy większa od masy skroplonej pary wodnej. Zastanów się, skąd wynika ta dysproporcja. Czy potrafisz sobie wyobrazić taką sytuację, że stosunek mas śniegu i pary jest równy stosunkowi ciepła parowania wody do ciepła topnienia lodu?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdania:

- a) Podczas parowania ciecz (oddaje / pobiera) ciepło.
- b) Podczas skraplania gaz (oddaje / pobiera) ciepło.
- c) Podczas wrzenia ciecz (oddaje / pobiera) ciepło.

Ćwiczenie 2



Połącz części zdań, aby otrzymać prawdziwe stwierdzenia:

Ciepło pobrane podczas parowania masy m cieczy ma taką samą wartość

jak ciepło oddane podczas skraplania masy m pary.

Ciepło pobrane podczas wrzenia masy m cieczy ma taką samą wartość

jak ciepło pobrane podczas wrzenia masy m cieczy.

Ciepło pobrane podczas parowania masy m cieczy ma taką samą wartość

jak ciepło oddane podczas skraplania masy m pary.

Ćwiczenie 3



Oblicz, ile ciepła potrzeba do odparowania 0,6 kg alkoholu etylowego. Jego ciepło parowania wynosi $c_p = 854 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Odpowiedź: $Q =$ kJ

Ćwiczenie 4



Oblicz ciepło oddane podczas skraplania 8 g tlenu O_2 . Ciepło parowania tlenu wynosi $213 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

$Q =$ J

Ćwiczenie 5



Rtęć o masie $m = 1,3 \text{ kg}$ odparowano, dostarczając ciepło $Q = 377 \text{ kJ}$. Oblicz ciepło parowania rtęci.

Odpowiedź: Ciepło parowania rtęci kJ

Ćwiczenie 6



Wodzie o masie 5 kg i o temperaturze 60°C dostarczono ciepło $Q = 5440 \text{ kJ}$. Oblicz, jaka część wody zamieniła się na parę wodną i jaka była końcowa temperatura pozostałej wody.

Ciepło parowania wody wynosi $c_p = 2300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, ciepło właściwe wody $c_w = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Ćwiczenie 7



W naczyniu znajduje się woda o temperaturze 20°C , zajmująca niewielką część jego objętości. Naczynie podłączono do pompy próżniowej i gwałtownie obniżono w nim ciśnienie. W rezultacie woda w naczyniu zamieniła się w parę wodną i lód. Wyjaśnij, dlaczego powstał lód?

Ćwiczenie 8



W wodzie o masie $m_1 = 2 \text{ kg}$ i temperaturze $t_1 = 30^\circ \text{C}$ skroplono parę wodną o masie $m_2 = 0,01 \text{ kg}$ i temperaturze $t_2 = 100^\circ \text{C}$. Oblicz, o ile wzrośnie temperatura wody.

Ciepło parowania wody wynosi $c_p = 2300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, ciepło właściwe wody $c_w = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Ciepło parowania
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia - wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania - wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; V. Termodynamika. Uczeń: 4) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego; Zakres rozszerzony Treści nauczania - wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; VI. Termodynamika. Uczeń: 5) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: - 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 ciepło parowania. - wyjaśnia, dlaczego ciepło parowania jest równe ciepłu skraplania. - wyjaśnia, czym wrzenie różni się od parowania. - stosuje definicję ciepła parowania do obliczania ciepła pobranego przez ciecz podczas procesu parowania lub wrzenia. - stosuje definicję ciepła parowania do obliczania ciepła oddanego przez gaz podczas procesu skraplania.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	- wykład informacyjny, - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	- praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia.
Materiały pomocnicze:	e-materiały „Jak definiujemy przemianę fazową?”, „Jak definiujemy ciepło przemiany fazowej?”, „Jak definiujemy ciepło właściwe?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Wprowadzenie zgodnie z treścią we wstępie. - Odwołanie do wiedzy uczniów o przemianach fazowych.	

Faza realizacyjna:	
Nauczyciel w krótkim wykładzie wyjaśnia, czym jest parowanie, wrzenie i skraplanie, następnie wprowadza pojęcie ciepła parowania i skraplania. Uczniowie zastanawiają się, czy te ciepła są sobie równe, argumentując swoje pomysły. Następnie uczniowie w parach obliczają ciepło pobrane podczas skraplania 8 g pary wodnej i obliczają, na jaką wysokość można podnieść ciało o masie 1 kg przy użyciu takiej samej energii. Uczniowie oglądają film-samouczek i w grupach 4-osobowych szukają odpowiedzi na zadane w nim pytanie. Uczniowie dyskutują wyniki przeprowadzonej analizy.	
Faza podsumowująca:	
Uczniowie oceniają stopień przyswojonej wiedzy, rozwiązując zadanie 7 i 8 z zestawu ćwiczeń. W razie potrzeby nauczyciel pomaga uczniom.	
Praca domowa:	
Zadania z zestawu ćwiczeń: obowiązkowo zadania 1- 4, do wyboru jedno zadanie z 5, 6.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Film samouczek można wykorzystać na lekcji. Może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału. Zadania z zestawu ćwiczeń można potraktować jako zadania domowe lub niektóre z nich rozwiązać na lekcji.