



Jak definiujemy ciepło molowe?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jak definiujemy ciepło molowe?

Czy to nie ciekawe?

Ciepło właściwe to ciepło potrzebne do ogrzania 1 kg ciała o 1°C . Kilogram jest umowną jednostką. Po prostu przyjęto masę konkretnego ciała za wzorzec jednostki masy.



Fot. a. Spalanie węgla

Zastanówmy się, na czym polega zwiększanie temperatury. Temperatura jest miarą średniej energii kinetycznej cząsteczek, z których składa się ciało. Przekazywanie energii w formie ciepła i zwiększanie temperatury oznacza zwiększanie energii kinetycznych cząsteczek. Zmiana średniej energii kinetycznej zależy od tego, ilu - w sumie - cząsteczek została przekazana energia. Podobnie, gdy rozdzielimy 100 zł między 100 osób, każdy dostanie średnio 1 zł. Ale gdy tych osób będzie tylko 10, to każdy dostanie średnio 10 zł.

Alternatywną wobec masy miarą ilości substancji będzie liczba cząsteczek. Jednostką takiej miary jest mol. Jak definiujemy 1 mol i czym jest ciepło molowe dowiesz się z tego e-materiału.

Twoje cele

- dowiesz się, czym jest mol,
- poznasz liczbę Avogadra,
- dowiesz się, jak zdefiniowane jest ciepło molowe,
- zastosujesz definicję ciepła molowego do obliczania zmiany temperatury podczas pobierania lub oddawania przez ciało ciepła,
- zastosujesz definicję ciepła molowego do obliczania ciepła pobranego lub oddanego podczas zmiany temperatury,
- zrozumiesz, dlaczego wartość ciepła właściwego zależy od liczby cząsteczek w 1 kg i dlatego do porównania własności różnych substancji lepiej służy ciepło molowe,
- uzasadnisz pogląd, że im większe ciepło molowe substancji, tym trudniej zwiększyć lub zmniejszyć temperaturę tej substancji.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Mol jest jednostką ilości substancji. Jeden mol zawiera $6,022 \cdot 10^{23}$ molekuł, czyli cząsteczek lub atomów. Liczbę tę nazywamy liczbą Avogadro i oznaczamy N_A . Jeden mol dowolnej substancji zawiera tyle samo molekuł, podobnie jak tuzin zawiera zawsze 12 elementów. Mol jest jednostką bezwymiarową. Masę cząsteczkową lub atomową wyrażoną w gramach na mol nazywamy *masą molową*. Masę atomową pierwiastka możemy znaleźć w układzie okresowym pierwiastków (Rys. 1.)

1 H Wodór 1,01	
3 Li Lit 6,94	4 Be Beryl 9,01

Masy atomowe

Rys. 1. Masa atomowa to liczba protonów i neutronów w jądrze atomowym. W układzie okresowym pierwiastków podana jest wartość średnia dla różnych izotopów, czyli atomów różniących się liczbą neutronów w jądrze.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Masę cząsteczkową obliczamy sumując masy atomowe wszystkich atomów, z których składa się cząsteczka. Na przykład cząsteczka wody H_2O ma masę cząsteczkową równą 18 g, ponieważ składa się z 1 atomu tlenu, który ma masę atomową 16 g i dwóch atomów wodoru, które mają masę atomową 1 g każdy.

Ciepło molowe, C , to ciepło, jakie pobiera 1 mol danej substancji, gdy jej temperatura zwiększa się o $1^\circ C$ (lub 1 K).

Obliczamy je dzieląc ciepło pobrane przez daną substancję Q przez liczbę moli n i zmianę temperatury ΔT :

$$C = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}. \quad (1)$$

Jednostką ciepła molowego w układzie SI jest $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$.

Ciepło pobrane przez n moli danej substancji, gdy temperatura wzrasta o $\Delta T = T_2 - T_1$, wyraża się poprzez

$$Q = n \cdot C \cdot \Delta T = n \cdot C \cdot (T_2 - T_1). \quad (2)$$

W układzie SI jednostką temperatury jest kelwin (K). Jednak zmiana temperatury w kelwinach ΔT jest równa zmianie temperatury w stopniach Celsjusza Δt : $\Delta T = \Delta t$. Wzór na ciepło Q można wobec tego zapisać używając temperatury w skali Celsjusza,

$$Q = n \cdot C \cdot \Delta t = n \cdot C \cdot (t_2 - t_1). \quad (3)$$

Im większe jest ciepło molowe, tym mniejsza zmiana temperatury przy pobraniu lub oddaniu przez ciało ustalonej ilości ciepła. Gdy wyznaczymy z (3) zmianę temperatury $\Delta t = \frac{Q}{n \cdot C}$, widzimy, że jest ona odwrotnie proporcjonalna do ciepła molowego.

Liczbę moli można obliczyć dzieląc masę ciała przez jego masę molową $n = \frac{m}{M}$. Gdy mamy daną masę ciała, to ciepło obliczamy jako

$$Q = \frac{m}{M} \cdot C \cdot \Delta t. \quad (4)$$

Porównajmy ciepło molowe z ciepłem właściwym, czyli ciepłem potrzebnym do ogrzania 1 kg o 1 °C, dla ołowiu i aluminium.

Ciepło właściwe ołowiu wynosi $c_w = 160 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, a jego ciepło molowe $C = 33 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Dla aluminium ciepło właściwe to $c_w = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, a ciepło molowe $C = 33 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Ciepła molowe niewiele się różnią, ale ciepło właściwe aluminium jest prawie 6 razy większe niż ciepło właściwe ołowiu.

Wiemy, że ołów należy do metali o największej gęstości, a aluminium ma gęstość niewielką. Ma to związek z masą jednego atomu metalu, czyli masą atomową, a tym samym masą molową. Masa molowa ołowiu wynosi 207 g, a aluminium 27 g. W jednym kilogramie aluminium jest znacznie więcej atomów niż w jednym kilogramie ołowiu.

Jeśli pamiętamy, że temperatura jest miarą średniej energii kinetycznej przypadającej na jeden atom, zrozumiemy, że do zwiększenia temperatury aluminium potrzeba większego ciepła niż dla takiej samej masy ołowiu.

Jak widać dla wartości ciepła właściwego decydujące znaczenie ma liczba molekuł w 1 kilogramie substancji. Ciepło molowe określone dla 1 mola, który zawiera zawsze taką samą liczbę molekuł, lepiej odzwierciedla własności danej substancji.

Słowniczek

Ciepło

(*ang.: heat*) - forma energii, ew. przekaz energii od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze. Jednostką ciepła u układzie SI jest wobec tego dżul (J).

Skala Kelvina

temperatura bezwzględna (*ang.: absolute temperature*) - jest skalą, w której zero oznacza najniższą teoretycznie możliwą temperaturę, jaką może mieć ciało. Wzrost temperatury o 1K jest tożsamy ze wzrostem o 1°C.

Film samouczek

Jak definiujemy ciepło molowe?

W razie gdyby coś było niejasne albo brakuje Ci konkretnego, przeliczonego przykładu - obejrzyj poniższy filmik.

Polecenie 1

Oblicz stosunek liczby atomów zawartych w 1 kilogramie magnezu o masie atomowej 24 g/mol do liczby atomów zawartych w 1 kilogramie wolframu o masie atomowej 184 g/mol.

Polecenie 2

Oblicz stosunek ciepła właściwego magnezu do ciepła właściwego wolframu oraz ciepła molowego magnezu do ciepła molowego wolframu. Wyjaśnij różnicę między tymi ilorazami.

Ciepło właściwe magnezu wynosi $1020 \frac{J}{kg \cdot K}$, a wolframu $132 \frac{J}{kg \cdot K}$. Ciepła molowe tych pierwiastków wynoszą odpowiednio $24,5 \frac{J}{mol \cdot K}$ i $24,3 \frac{J}{mol \cdot K}$.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Rowerzysta płucze łańcuch przez zanurzenie go w gorącej parafinie, a następnie zanurza w benzynie o temperaturze pokojowej $t_0 = 25^\circ\text{C}$. Zakładając, że nie nastąpił samozapłon, oszacuj, o ile zwiększy się temperatura benzyny. Przyjmij, że masa łańcucha wynosi $m = 300\text{ g}$, temperatura parafiny $t_p = 200^\circ\text{C}$, objętość benzyny $V = 0,5\text{ dm}^3$.
Ciepła właściwe: stali $c_s = 490\text{ J/kg K}$, benzyny $c_b = 2220\text{ J/kg K}$. Gęstość benzyny $d = 0,75\text{ g/cm}^3$.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak definiujemy ciepło molowe?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia - wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres rozszerzony Treści nauczania - wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>2) posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;</p> <p>16) przeprowadza obliczenia i wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;</p> <p>VI. Termodynamika. Uczeń:</p> <p>14) posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu; interpretuje związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego;</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenie Parlamentu Europejskiego i i Rady UE z 2018 r:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. definiuje pojęcie mola, 2. podaje liczbę Avogadro. 3. definiuje ciepło molowe. 4. oblicza zmiany temperatury podczas pobierania lub oddawania przez ciało ciepła, wykorzystując definicję ciepła molowego. 5. stosuje definicję ciepła molowego do obliczania ciepła pobranego lub oddanego podczas zmiany temperatury. 6. wyjaśnia, dlaczego wartość ciepła właściwego zależy od liczby cząsteczek w 1 kg. 7. uzasadnia, że im większe ciepło molowe substancji, tym trudniej zwiększyć lub zmniejszyć temperaturę tej substancji.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernacyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	<ul style="list-style-type: none"> - wykład informacyjny, - pokaz multimedialny, - analiza.
Formy zajęć:	<ul style="list-style-type: none"> - praca w parach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	Komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia.
Materiały pomocnicze:	e-materiały: „Jak definiujemy ciepło właściwe?”, „Jaki jest związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?” • Odwołanie do wiedzy uczniów o ciepłe właściwym. 	
Faza realizacyjna:	

- Nauczyciel wprowadza pojęcie mola i masy molowej.
- Uczniowie wyszukują w układzie okresowym pierwiastków liczby atomowe kilku pierwiastków i obliczają masy molowe ich związków chemicznych.
- Nauczyciel wprowadza definicję ciepła molowego i wzór na ciepło pobrane lub oddane.
- Uczniowie w parach rozwiązują zadania 5 i 6 z zestawu ćwiczeń. Uczniowie oglądają film-samouczek i wykonują zadane w nim obliczenia (Polecenie 1. i 2.).

Faza podsumowująca:

Uczniowie dyskutują wyniki Poleceń 1. i 2. i porównują je z wynikami z filmu. Nauczyciel i uczniowie oceniają stopień przyswojonej wiedzy.

Praca domowa:

W celu powtórzenia i utrwalenia materiału uczniowie rozwiązują zadania z zestawu ćwiczeń: zadania 1-3 obowiązkowo, do wyboru jedno zadanie z nierozwiązanych na lekcji.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania
danego
multimedium:**

Film samouczek można wykorzystać na lekcji i połączyć z wykonaniem powiązanych z nim poleceń oraz przedyskutowaniem wyników. Może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.