

Podstawy termodynamiki

Energia wewnętrzna

Każde ciało posiada pewną energię wewnętrzną. Na tę formę energii składa się głównie energia kinetyczna poszczególnych cząsteczek związaną z ich chaotycznym ruchem i energia potencjalnego oddziaływania cząsteczek.

Wzrost temperatury ciała jest związany ze wzrostem średniej energii kinetycznej cząsteczek.

I zasada termodynamiki:

Energię wewnętrzną możemy zmienić przez wykonanie nad ciałem pracy lub przekazanie ciepła.

$$\Delta U = W + Q$$

ΔU – zmiana energii wewnętrznej; W – praca; Q – ciepło

Ciepły przepływ energii

Ciepły przepływ energii (ciepło) polega na przekazywaniu sobie energii między cząsteczkami ciała o wyższej temperaturze, a cząsteczkami ciała o niższej temperaturze. Przekazywanie ciepła trwa do chwili wyrównania temperatur.

Ciepło właściwe

Ciepłem właściwym nazywamy ilość energii potrzebnej do ogrzania 1 kg substancji o 1°C.

Jednostka ciepła właściwego: $\frac{J}{kg \cdot K}$; $\frac{J}{kg \cdot C}$

Jednostka temperatury

K – kelwin - jednostka temperatury w układzie SI; $0 K = -273,15 ^\circ C$

Skala Kelvina oparta jest na skali Celsjusza - różnica temperatury jest w obu przypadkach ta sama - temperaturę w kelwinach otrzymujemy przez dodanie do liczby wyrażonej w stopniach Celsjusza stałej 273,15:

$$T_{[K]} = T_{[^\circ C]} + 273,15$$

Energię potrzebną do ogrzania ciała o masie m obliczmy ze wzoru:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q – ciepło; m – masa; c – ciepło właściwe; ΔT – zmiana temperatury

Ciepło właściwe wody wynosi około $4200 \frac{J}{kg \cdot C}$.

Topnienie ciał krystalicznych

Topnienie ciał krystalicznych zachodzi w stałej temperaturze. Temperatura topnienia jest równa temperaturze krzepnięcia. Ciało podczas topnienia pobiera, a podczas krzepnięcia oddaje energię do otoczenia.

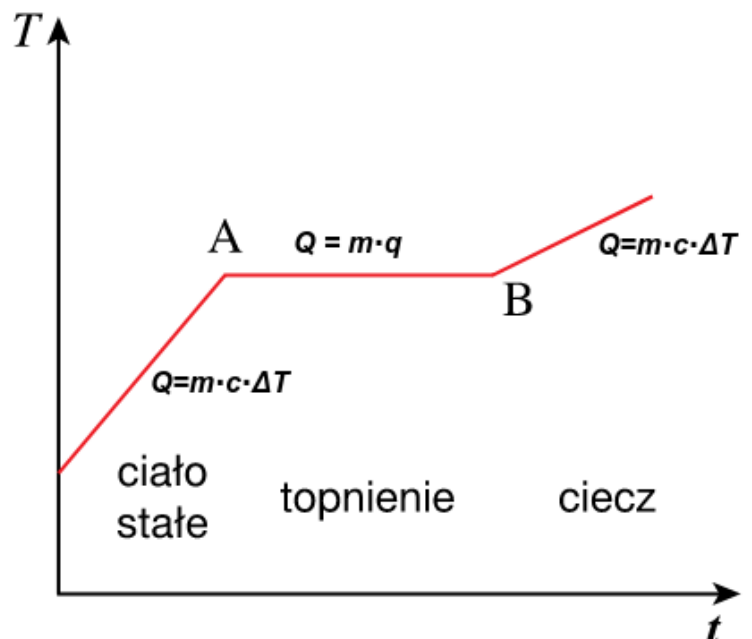
Ciepło topnienia jest to ilość energii jaką należy dostarczyć do 1 kg substancji, aby stopić go w temperaturze topnienia.

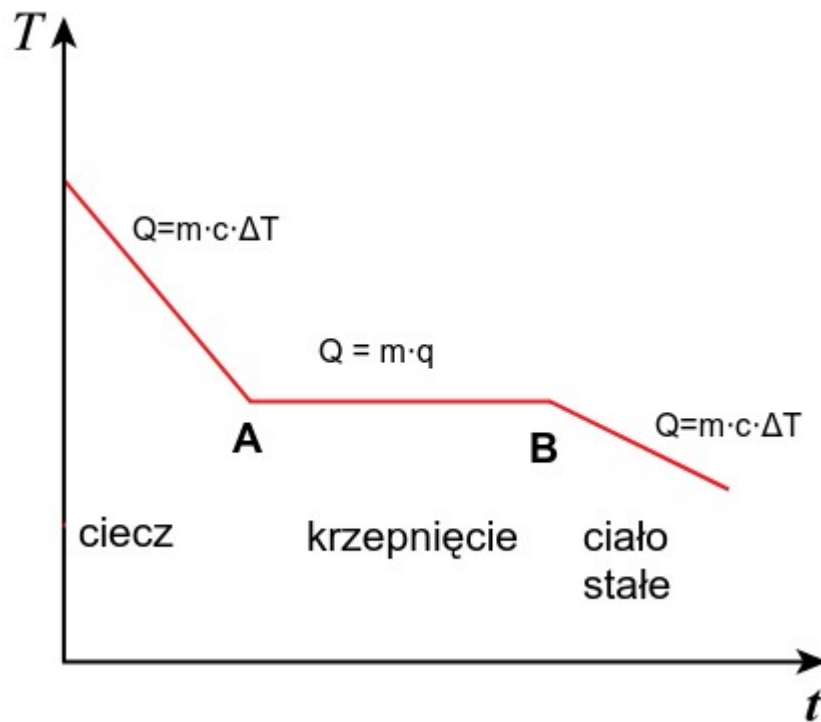
Energię (ciepło) pobrane w czasie topnienia (lub oddana w czasie krzepnięcia) obliczmy ze wzoru:

$$Q = m \cdot q_t$$

Q – energia (ciepło); m – masa;

q_t – ciepło topnienia





Parowanie i skraplanie

Podczas parowania ciecz pobiera energię z otoczenia. Podczas skraplania para oddaje energię pobraną w czasie parowania.

Ciepło parowania w temperaturze wrzenia jest to ilość energii jaką należy dostarczyć do 1 kg cieczy, aby zamienić ją na parę w temperaturze wrzenia.

Energia pobrana podczas parowania cieczy w temperaturze wrzenia (lub oddana podczas skraplania pary) wyraża się wzorem:

$$Q = m \cdot c_p$$

Q – energia (ciepło); m – masa; c_p – ciepło parowania;

Zasada bilansu cieplnego:

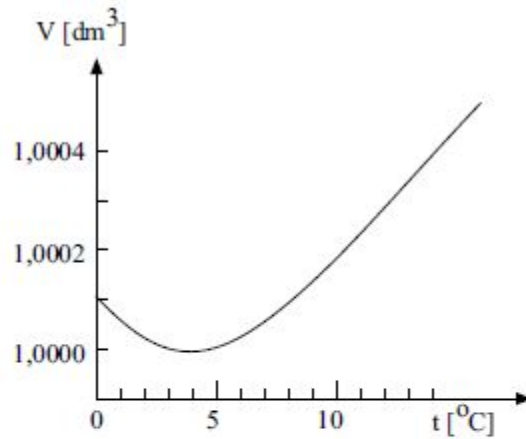
Jeżeli dwa ciała są izolowane cieplnie od otoczenia, to energia oddana przez ciało o wyższej temperaturze jest równa energii pobranej przez ciało o niższej temperaturze.

Rozszerzalność cieplna

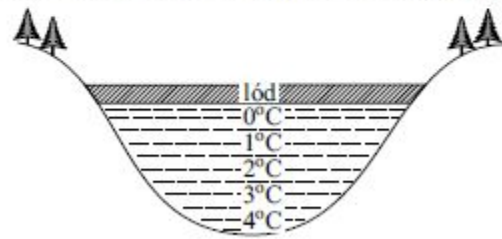
Rozszerzalność cieplna (rozszerzalność termiczna) – właściwość fizyczna ciał polegająca na zwiększaniu się ich długości (rozszerzalność liniowa) lub objętości (rozszerzalność objętościowa) w miarę wzrostu temperatury. Zjawisko rozszerzalności temperaturowej wykorzystuje się do produkcji różnego typu **termometrów** metalicznych, cieczowych i gazowych.

Anomalna rozszerzalność cieplna wody.

Woda wykazuje przy podgrzewaniu anomalie w rozszerzalności cieplnej. W zakresie temperatur od 0°C (temperatura topnienia lodu) do 4°C objętość maleje (!), a więc najgęstsza jest woda o temperaturze 4°C . W zamrożonym zimą zbiorniku wodnym lód pływa na powierzchni wody. Pod lodem temperatura wody wynosi 0°C . Na dnie jest najgęstsza woda o temperaturze 4°C . W zbiorniku takim istnieją warunki do zachowania życia biologicznego.



Zależność objętości 1 kg wody od temperatury



Rozkład temperatur w zamrożonym zbiorniku wodnym

Zadanie 1

Zmieszano 8 kg wody o temperaturze 20°C z 2 kg wody o temperaturze 60°C. Jaką temperaturę wody otrzymano po wymieszaniu? Przyjąć, że układ jest izolowany.

Zadanie 2

Zmieszano 10 kg wody o temperaturze 20°C z wodą o temperaturze 60°C. Po wymieszaniu otrzymano wodę o temperaturze 40°C. Jaka była masa dolanej wody?

Zadanie 3

Jaka była temperatura początkowa wody o masie 6 kg, jeżeli po dolaniu 4 kg wody o temperaturze 80°C otrzymano wodę o temperaturze 44 °C?

Zadanie 4

Kulka stalowa o masie 2 kg spadła z wysokości 300m. O ile wzrosła temperatura kulki, jeżeli 30% energii potencjalnej zamieniło się na ciepło? Ciepło właściwe stali odszukać w tablicach.

Zadanie 5

Z jakiej wysokości spadła kulka miedziana o masie 6 kg, jeżeli jej temperatura wzrosła o 3°C? Przyjąć, że 70% energii zamieniło się na ciepło. Ciepło właściwe miedzi odczytać z tablic.

Zadanie 6

Do 5kg wody o temperaturze 20°C wrzucono aluminiową kulkę o temperaturze 180°C. Jaka będzie temperatura końcowa wody? Masa kulki wynosi 2kg.

Zadanie 7

Ile ciepła należy dostarczyć, aby zagotować wodę z 3kg lodu o temperaturze 0°C? Ciepło topnienia lodu odczytać z tablic. Ciepło właściwe wody wynosi 4200 J/(kg*K).

Termodynamika

Zadanie 8

Ile ciepła należy dostarczyć, aby odparować 5kg lodu o temperaturze -10°C ?

Zadanie 9

Do 8 kg wody o temperaturze 80°C wrzucono 2 kg lodu o temperaturze -5°C . Jaka będzie temperatura końcowa wody?

Zadanie 10

Ile energii należy dostarczyć aby stopić 1 kg lodu o temperaturze 0°C . Na jaką wysokość można wnieść ciało o masie 1000 kg dysponując taką samą energią jak na stopienie 1 kg lodu.

Zadanie 11

Ile ciepła odda 30 l wody oziębiając się z 20°C do 0°C ?

Zadanie 12

Ile ciepła odda 20 l wody o temp. 0°C jeśli zamarznie. (temperatura lodu wynosi 0°C)?

Ciepło właściwe wybranych substancji:

wody: $4200 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

stali: $500 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

miedź: $400 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

aluminium: 920

lód: $2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

nafta: $2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

srebro: $250 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

złoto: $100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$

ciepło topnienia lodu: $335000 \text{ J}/\text{kg}$

ciepło parowania wody: $2258000 \text{ J}/\text{kg}$