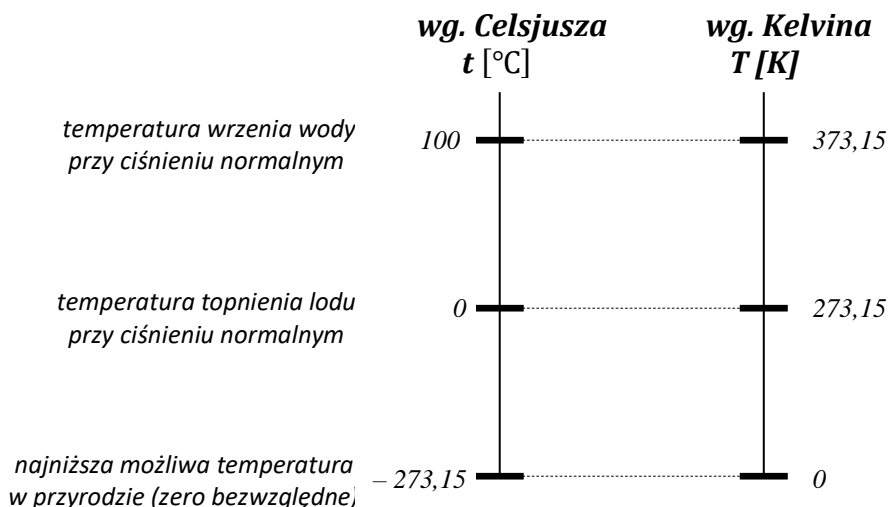


Podstawowe pojęcia termodynamiki

Temperatura – kryterium równowagi termicznej ciał, tzn. ciała o takich samych temperaturach będące w kontakcie cieplnym nie będą wymieniały między sobą energii w formie ciepła.

Skale temperatur:



Wzory przeliczeniowe:

$$T = \frac{t}{1 \text{ } ^\circ\text{C}} + 273,15 \text{ [K]} \quad t = \frac{T}{1 \text{ K}} - 273,15 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Z mikroskopowego punktu widzenia, temperatura bezwzględna jest miarą średniej energii kinetycznej ruchu postępowego, przypadającej na jedną cząsteczkę. Pomędzy obydwo ma wielkościami zachodzi proporcjonalność:

$$E_{k, \text{sr}} \sim T \Rightarrow E_{k, \text{sr}} = C \cdot T \quad \text{gdzie: } E_{k, \text{sr}} = \frac{m \cdot v_{\text{sr}}^2}{2}$$

m – masa pojedynczej cząsteczki,

$$m = \frac{\mu}{N_A}$$

μ – masa molowa (masa jednego mola substancji) [kg/mol]. Jeżeli zsumuje się masy atomowe (odczytane z układu okresowego) izotopów pierwiastków tworzących daną cząsteczkę gazu, to otrzymamy jego masę molową wyrażoną w g/mol. Na przykład dla CO_2 mamy: $\mu \approx 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g/mol}$.

N_A – liczba Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ (określa liczbę atomów lub cząsteczek znajdujących się w jednym molu dowolnej substancji,

v_{sr} – średnia prędkość ruchu postępowego cząsteczek [m/s].

W przypadku tzw. gazów doskonałych: $C = 2,07 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Energia wewnętrzna (U) – wielkość skalarna będąca sumą wszystkich rodzajów energii wszystkich cząsteczek ciała. Wielkość ta zależy w pewien sposób od temperatury ciała, dlatego aby ją zmienić należy zmienić temperaturę ciała. W przypadku tzw. gazu doskonałego), na energię gazu doskonałego składa się tylko suma energii kinetycznych poszczególnych jego cząsteczek:

$$U = E_{k,1} + E_{k,2} + \dots + E_{k,n}$$

Jeżeli gaz jest jednorodny (zawiera cząsteczki jednego jego rodzaju, np. O_2), to:

$$U = N \cdot C \cdot T$$

gdzie:

N – całkowita liczba cząsteczek gazu. Jeżeli w rozpatrywanej objętości gazu znajduje się n jego moli, a masa gazu wynosi M , to zachodzą zależności:

$$N = n \cdot N_A \qquad n = \frac{M}{\mu}$$

Dla cieczy i ciał stałych nie ma tak prostej zależności pomiędzy energią wewnętrzną a temperaturą, ale zawsze ze wzrostem temperatury ciała rośnie jego energia wewnętrzna, jeżeli jego masa nie uległa zmianie.

Ciepło (Q) – sposób przekazywania energii wewnętrznej między ciałami o różnych temperaturach będących w kontakcie cieplnym. Z mikroskopowego punktu widzenia, wymiana energii w formie ciepła polega na wymianie energii kinetycznej ruchu postępowego cząsteczek (w gazach) podczas ich „zderzeń” ze sobą.

Zerowa zasada termodynamiki: jeżeli ciało A ma taką samą temperaturę jak ciało C i ciało B ma taką samą temperaturę jaka ciało C, to temperatury ciał A i B są takie same.

$$T_A = T_C \text{ i } T_B = T_C \Rightarrow T_A = T_B$$

Wynika stąd, że istnieje użyteczna wielkość zwana temperaturą, która pozwala stwierdzić (bez wprowadzania ciał w kontakt cieplny) czy ciała te mogłyby wymieniać między sobą energię wewnętrzną w postaci ciepła. Ciało C jest w tym przypadku termometrem, który wykorzystuje się do pomiaru temperatury ciał A i B.

Zadanie domowe

I. Rozstrzygnij, które z podanych poniżej zdań są prawdziwe, a które nie. Za każdy poprawny wybór można otrzymać **0,3 pkt.** i dodatkowo **0,7 pkt.** za pisemne uzasadnienie podjętego wyboru.

1. Jeżeli temperatura powietrza w zbiorniku wynosi 120°C , to wyrażona w kelwinach ma wartość 393.
2. Jeżeli temperatura gazu butli spadnie o 3°C , to spadek ten wyrażony w kelwinach ma wartość 276.
3. Energia wewnętrzna gazu doskonałego jest wprost proporcjonalna do jego temperatury wyrażonej w stopniach Celsjusza.
4. W pokoju, gdzie panuje stała temperatura, cząsteczki tlenu i azotu mają takie same wartości energii kinetycznej.
5. Aby zwiększyć dwukrotnie wartość średniej energii kinetycznej cząsteczek gazu w zbiorniku, należy dwukrotnie podnieść temperaturę bezwzględna gazu.

6. Jeżeli nastąpi czterokrotny wzrost temperatury bezwzględnej gazu, to wartość średniej prędkości ruchu postępowego cząsteczek wzrośnie dwa razy.
7. Niemożliwe jest schłodzenie gazu do temperatury -275°C .
8. Masa molowa czystej chemicznie wody wynosi około 18 g/mol .
9. W pokoju, w którym temperatura powietrza ma stałą wartość, cząsteczki tlenu poruszają się z większą średnią szybkością w porównaniu do cząsteczek azotu.
10. Jeżeli dwa gazy o różnych masach molowych mają takie same temperatury, to średnie energie kinetyczne i średnie szybkości ruchu cząsteczek obu gazów mają takie same wartości.

II. W zbiorniku znajduje się $6,4\text{ kg}$ tlenu O_2 o temperaturze 27 stopni Celsjusza i ciśnieniu $0,2\text{ MPa}$. Oblicz:

1. masę molową tlenu [0,5 pkt.],
2. liczbę moli tlenu w zbiorniku [0,5 pkt.],
3. liczbę cząsteczek tlenu [0,5 pkt.],
4. wartość średniej energii kinetycznej pojedynczej cząsteczki tlenu [0,5 pkt.],
5. masę pojedynczej cząsteczki tlenu [0,5 pkt.],
6. wartość średniej prędkości ruchu postępowego pojedynczej cząsteczki tlenu [1,0 pkt.],
7. wartość energii wewnętrznej tlenu znajdującego się w zbiorniku [0,5 pkt.],
8. *wartość gęstości tlenu znajdującego się w zbiorniku (podpunkt dla chętnych, konieczny do uzyskania oceny celującej) [3 pkt.].