

Fizyka z elementami fizyki radiacyjnej I

Lista 9. Termodynamika.

W zadaniach przyjmij $N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $R = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} = 8.617 \cdot 10^{-5} \text{ eV/K}$. Pomiń straty ciepła, chyba że podano inaczej.

Rozszerzalność temperaturowa

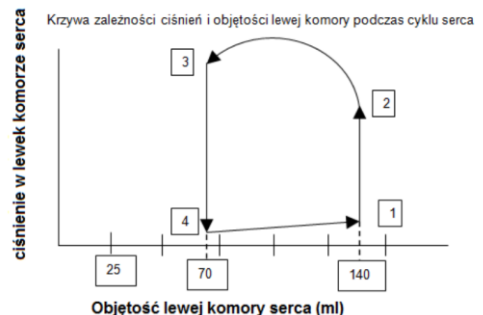
- 1) Pewnego upalnego dnia, gdy temperatura wynosiła $t_0 = 42^\circ\text{C}$, do cysterny nalano $V_0 = 37\,000 \text{ l}$ oleju napędowego. Kilka dni później temperatura spadła do $t_k = 19^\circ\text{C}$. Ile litrów V_k paliwa znajduje się wówczas w cysternie? Współczynnik rozszerzalności objętościowej oleju napędowego wynosi $\beta = 9.5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, a współczynnik rozszerzalności liniowej materiału, z którego wykonano cysternę to $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.
- 2) Mosiężne wahadło zegara zostało wyregulowane w taki sposób, że w temperaturze $t_0 = 20^\circ\text{C}$ zegar dokładnie odmierza czas τ . Ile wynosi błąd względny zegara gdy temperatura wynosi $t_k = 0^\circ\text{C}$? Wynik wyraż w sekundach na godzinę i wskaż czy zegar się spieszy czy późni.
Przyjmij współczynnik rozszerzalności liniowej mosiądzu równy $\alpha = 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Ciepło, praca i bilans termodynamiczny

- 3) Ze zbiornika ciepłej wody użytkowej, o pojemności $V_1 = 100 \text{ l}$, nagrzanego do $t_1 = 40^\circ\text{C}$, pobrano $V_2 = 30 \text{ l}$ wody o tej temperaturze. Zbiornik uzupełniany jest wodą z sieci wodociągowej o temperaturze $t_2 = 10^\circ\text{C}$.
Przyjmij gęstość wody równą $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ i ciepło właściwe równe $c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.
 - a) Jaką temperaturę t_k osiągnie woda w zbiorniku po osiągnięciu równowagi termodynamicznej?
 - b) Jeśli zbiornik wyposażono w grzałkę o mocy $P = 3 \text{ kW}$, to po jakim czasie τ od jej załączenia woda w zbiorniku osiągnie temperaturę początkową $t_1 = 40^\circ\text{C}$?
- 4) Do szklanki z wodą o masie $M = 200 \text{ g}$ i temperaturze $t_{w0} = 25^\circ\text{C}$ wrzucono kostkę lodu o masie $m = 10 \text{ g}$ i temperaturze $t_{l0} = -15^\circ\text{C}$. Jaką temperaturę osiągnie zawartość szklanki po osiągnięciu równowagi termodynamicznej?
Przyjmij ciepło właściwe wody równe $c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, ciepło właściwe lodu $c_l = 2200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ oraz ciepło topnienia lodu $c_{top} = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.
- 5) Samochód o masie $M = 1200 \text{ kg}$ przyhamował, zmniejszając prędkość z $v_0 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ do $v_k = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. O ile wzrośnie temperatura tarcz hamulcowych tego samochodu w wyniku hamowania, jeśli byłyby całkowicie odizolowane termicznie od otoczenia? Przyjmij, że samochód wyposażono w $n = 4$ stalowe tarcze o masie $m = 8 \text{ kg}$ każda i ciepło właściwym

$c = 500 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, a masa i ciepło właściwe klocków hamulcowych jest pomijalne.

- 6) Jaką moc cieplną należałoby doprowadzać do wnętrza termosu, aby jego zawartość utrzymywała stałą temperaturę $t_w = 90^\circ\text{C}$?
Przyjmij temperaturę otoczenia $t_0 = 25^\circ\text{C}$, ścianki boczne o grubości $d = 1 \text{ cm}$, powierzchni $S = 0.1 \text{ m}^2$ i współczynniku przewodnictwa cieplnego $\lambda = 0.03 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$.
- ### Procesy termodynamiczne
- 7) Rozważ serce jako zbiornik elastyczny, a krew jako gaz doskonały. Załóż, że pracuje ono przy stałej temperaturze. Jak zmieni się jego objętość przy ciśnieniu skurczowym ($p_1 = 120 \text{ mmHg}$), jeżeli przy ciśnieniu rozkurczowym ($p_2 = 80 \text{ mmHg}$) jego objętość wynosi $V_2 = 120 \text{ ml}$.
 - 8) Poniżej przedstawiono cykl pracy komory serca. Omów procesy termodynamiczne, które zachodzą – wskaż przemiany izo-termiczne, -baryczne, -choryczne i adiabatyczne. Ile wynosi praca wykonana przez serce w tym cyklu – wskaż odpowiednią wartość na wykresie.



- 9) Poniżej przedstawiono cykl pracy serca. Omów, jakie parametry termodynamiczne ulegają zmianie.

