

VI

Zad. 1. W butli znajdował się gaz doskonały o masie m_p pod ciśnieniem p_p . Określić masę gazu pobranego z butli, jeżeli końcowe ciśnienie gazu w butli wyniosło p_k . Temperaturę gazu

przyjąć jako stałą. **Odp.** $\Delta m = m_p \frac{p_p - p_k}{p_p}$

Zad. 2. W dwóch zbiornikach o objętościach V_1 i V_2 odpowiednio znajdują się gazy (doskonałe) o równych temperaturach i różnych ciśnieniach. Ciśnienie gazu w zbiorniku o objętości V_1 wynosi p_1 . Po połączeniu obu zbiorników ciśnienie mieszaniny gazów wynosi p . Obliczyć ciśnienie początkowe gazu w zbiorniku o objętości V_2 . W trakcie procesu nie ulega

zmianie temperatura rozpatrywanego układu gazowego. **Odp.** $p_2 = p + \frac{V_1}{V_2}(p - p_1)$

Zad. 3. W poziomym cylindrze znajduje się w stanie równowagi gaz doskonały zamknięty tłokiem. Objętość gazu wynosi V_p , ciśnienie zewnętrzne wynosi p_z , a pole powierzchni tłoka S . Jaką dodatkową zewnętrzną siłą F należałoby działać na tłok aby się on nie poruszał po

izotermicznym zmniejszeniu objętości gazu do wartości $V_k < V_p$? **Odp.** $F = \frac{Sp_z(V_p - V_k)}{V_k}$

Zad. 4. Gaz doskonały o masie m i temperaturze T_p sprężono izochorycznie od ciśnienia p_p do p_k . Obliczyć zmianę energii wewnętrznej tego gazu oraz ciepło dostarczone do tego gazu w trakcie sprężania. Znane jest ciepło właściwe gazu przy stałej objętości c_v .

Odp. $\Delta U = Q = mc_v \left(\frac{p_k}{p_p} - 1 \right) T_p$

Zad. 5. Gaz doskonały o objętości V_p i temperaturze T_p znajduje się pod ciśnieniem p . Dokonano zmniejszenia objętości zajmowanej przez gaz przy pomocy zewnętrznej siły wykonującej pracę W . Obliczyć:

- objętość zajmowaną przez gaz po wykonaniu pracy przez siłę zewnętrzną
- o ile zmalała temperatura gazu.

Odp. $V_k = V_p - \frac{W}{p}$, $|\Delta T| = \frac{W}{pV_p} T_p$

Zad. 6. Dokonano izobarycznego zmniejszenia o połowę objętości zajmowanej przez gaz doskonały o masie m znajdujący się początkowo w stanie o temperaturze T_p . Obliczyć pracę wykonaną przez siły zewnętrzne podczas tego procesu, zmianę energii wewnętrznej gazu oraz ciepło które przepłynęło pomiędzy gazem i otoczeniem. Czy w trakcie procesu gaz pobrał ciepło z otoczenia czy go oddał do otoczenia? Masa molowa gazu wynosi μ . Znana jest wartość stałej gazowej R oraz ciepło molowe przy stałej objętości C_v .

Odp. $W = \frac{1}{2} \frac{m}{\mu} RT_p$, $\Delta U = -\frac{1}{2} \frac{m}{\mu} C_v T_p$, $Q = -\frac{1}{2} \frac{m}{\mu} (C_v + R) T_p$.

Zad. 7. Gaz doskonały o masie $m=6,5g$ i temperaturze $T_p=300K$ rozszerza się izobarycznie na skutek dopływu ciepła do objętości 2-krotnie większej niż początkowa. Obliczyć pracę wykonaną przez gaz. Masa molowa gazu wynosi $\mu=2g/mol$. Znana jest wartość stałej

gazowej $R=8,31(J/mol \cdot K)$. **Odp.** $\tilde{W} = -W = \frac{m}{\mu} RT_p = 8,1kJ$

Zad. 8. Pewna ilość gazu doskonałego o objętości V_p zwiększyła przy stałym ciśnieniu p_p swoją objętość w -krotnie. Obliczyć ilość ciepła, którą należało dostarczyć do gazu, aby przemiana ta mogła zaistnieć. Przyjmując stosunek ciepła molowego gazu pod stałym ciśnieniem

do ciepła molowego w stałej objętości $\kappa = \frac{C_p}{C_v}$ za wielkość znaną. **Odp.** $Q = \frac{p_p V_p \kappa (w-1)}{\kappa-1}$

Zad. 9. Gaz doskonały rozszerzając się izobarycznie wykonuje pracę $\tilde{W} = -W = 600J$. Obliczyć ilość ciepła, którą pobiera gaz, jeżeli stosunek ciepła molowego gazu pod stałym ciśnieniem do ciepła molowego w stałej objętości wynosi $\kappa = 1,4$.

Odp. $Q = \frac{\kappa}{\kappa-1} \tilde{W} = 2100J$

Zad. 10. 1 mol gazu doskonałego o temperaturze początkowej T_p i ciśnieniu początkowym p_p sprężono adiabatycznie. Wiedząc, iż praca siły zewnętrznej przy sprężaniu wynosiła $W > 0$

określić temperaturę i ciśnienie gazu po przemianie adiabatycznej. Znana jest wartość stosunku ciepła molowego przy stałym ciśnieniu do ciepła molowego przy stałej objętości κ oraz wartość ciepła molowego przy stałej objętości C_V .

$$\text{Odp. } T_k = T_p + \frac{W}{C_V}, \quad p_k = p_p \left(1 + \frac{W}{C_V T_p} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

Zad. 11. Przeprowadzono sprężanie gazu doskonałego raz izotermicznie, a drugi raz adiabatycznie. Początkowe temperatury i ciśnienia gazu były jednakowe w obu przypadkach. Końcowe ciśnienia w obu przypadkach były 2 razy większe niż początkowe. Znaleźć stosunek prac przy adiabatycznym i izotermicznym sprężaniu. Wiadomo, iż stosunek ciepła molowego przy stałym ciśnieniu do ciepła molowego przy stałej objętości jest równy κ .

$$\text{Odp. } \frac{W_{ad}}{W_{iz}} = \frac{1}{\kappa-1} \frac{2^{(\kappa-1)/\kappa} - 1}{\ln(2)}$$

Zad. 12. Dwuatomowy gaz doskonały sprężamy od objętości V_p do objętości $V_k=0,1V_p$. Proces sprężania zachodzi w jednym przypadku izotermicznie, a drugim adiabatycznie. W którym przypadku praca potrzebna do sprężania jest większa? Określić stosunek tych prac. W którym przypadku po sprężeniu gaz będzie miał większą energię wewnętrzną? Przyjąć, że dla gazów

dwuatomowych stosunek $\kappa = \frac{C_p}{C_V} = 1,4$ ($C_p = \frac{7}{2}R$ -ciepło molowe przy stałym ciśnieniu,

$C_V = \frac{5}{2}R$ -ciepło molowe przy stałej objętości, R - uniwersalna stała gazowa).

$$\text{Odp. (częściowa)} \quad \frac{W_{ad}}{W_{iz}} = \frac{(10)^{\kappa-1} - 1}{(\kappa-1)\ln(10)} = 1,64$$