Test Termodinamică

2024

În rezolvare, consideraţi constanta universală a gazului ideal R = 8.31 J/(mol K). Aproximaţi valoarea temperaturii de topire a gheţii in condiţii normale de presiune exprimată în scara Celsius, 0℃, cu valoarea 273 K în scara absolută a temperaturii.
Subiectele 1-10 au un singur răspuns corect și fiecare are un punctaj de 0,9p.
Subiectele 11 şi 12 vor fi rezolvate complet. Subiectul 11 are un punctaj de 4p și subiectul 12 un punctaj de 5p.
Nota finală $N=0.6N_1+0.4N_2$, unde
N_1=punctajul total de la problemele 1-10 +1p din oficiu,
N_2=punctajul total de la problemele 11-12 +1p din oficiu.
Timp de lucru - două ore.

1.Unitatea de măsura a energiei interne este:

a) Pa; b) m^3; c) K; d) J

Soluţie: d)

2. O cantitate dată de gaz ideal se destinde adiabatic. Relaţia corectă care caracterizează sistemul este:

a) $Q = L$; b) $\Delta U = Q$; c) $Q = 0$; d) $L = 0$

Soluţie: c)

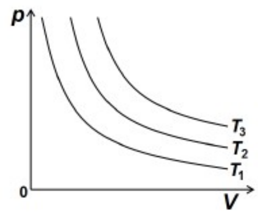
3. Un gaz ideal aflat la temperatură constantă efectuează un lucru mecanic L = 300 J. Variaţia energiei interne a gazului în acest proces este:

a) $\Delta U = 300$ J; b) $\Delta U = 150$ J; c) $\Delta U = 0$ J; d) $\Delta U = -300$ J

Soluţie: c)

4. Trei cantităţi egale din acelaşi gaz ideal efectuează transformări izoterme la temperaturi diferite asa cum sunt prezentate în figura de mai jos, în coordonate p V. Relația corectă dintre temperaturi este:

a)$T_1<T_2<T_3$; b) $T_1>T_2>T_3$; c) $T_1=T_2=T_3$; d) $T_1>T_2<T_3$



Soluţie: a)

5. Pentru o transformare izocoră este valabilă relația:

a) $pV = const.$; b) R$T = const.$; c) $pT = const.$; d) $\frac{p}{T} = const.$

Soluţie: d)

6. Lucrul mecanic efectuat de ν moli dintr-un gaz ideal biatomic ($C_p = 7/2\ R$) în timpul unui proces adiabatic, în care temperatura se modifică de la T_1 la T_2, are expresia:

a) $\frac{7R}{2}(T_2 - T_1)$; b) $\frac{-5R}{2}(T_2 - T_1)$; c) $\frac{-7R}{2}(T_2 - T_1)$; d) $\frac{5R}{2}(T_2 - T_1)$

Soluţie: b)

$$\Delta U = -L = -C_V(T_2 - T_1)\, cu\, C_p = \frac{7}{2}R \rightarrow C_V = \frac{5}{2}R$$

$$\rightarrow L = \frac{-5R}{2}(T_2 - T_1)$$

7. Un gaz ideal are în starea iniţială volumul V_1 şi presiunea $p_{1.}$ Gazul suferă o destindere izotermă în care volumul se dublează. Care este presiunea gazului în starea finală?

a) $2p_1$; b) $p_1/2$ c) p_1; d) $p_1/4$.

Soluţie: b)

Transformare izotermă: pV=ct.

$$p_1V_1 = p_2V_2 = 2p_2V_1;$$

de unde

$$p_2 = p_1/2$$

8. O cantitate de 5.8 g de aer (μ=29 kg/kmol), considerat gaz ideal, aflat la temperatura de 127^{0}C se destinde adiabatic, efectuând un lucru mecanic de 415.5 J (C_v=5/2 R). Temperatura finală în urma destinderii adiabatice este:

a) 27 ^{0}C; b) 227 ^{0} C; c) 100 ^{0} C; d) 127 ^{0}C

Soluţie: a)

transformare adiabatică- principiul I: $\Delta U=-L$; $Q=0$

$$\Delta U = \upsilon C_v \Delta T = \frac{m}{\mu}\frac{5}{2}R\Delta T = -L$$

$$\Delta T = -\frac{2}{5}\frac{\mu}{m}\frac{L}{R} = -100K$$

$$\Delta T(K)=\Delta t\,(^0C)=t_2-t_1;$$

$$\rightarrow t_2= \Delta t+t_1= 27\ ^0\mathrm{C}$$

9. Un ciclu Carnot funcţionează între temperaturile t_1=67^{0}C şi t_2=227^{0}C. Dacă micşorăm temperatura sursei reci cu 30^{0}C, menţinând temperatura sursei calde, obţinem randamentul η_1, iar dacă creştem temperatura sursei calde cu 30^{0}C, menţinând temperatura sursei reci, obţinem randamentul η_2. Raportul η_1/η_2 va fi:

a) 0.77; b) 1.06; c) 0.85; d) 0.45

Soluţie:

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

Cazul 1: T_1= (67-30) K+273 K=310 K; T_2=(227+273) K=500 K, deci

$$\eta_1 = 1 - \frac{310}{500} = 0.38 \text{ sau } \eta_1 = \frac{19}{50}$$

Cazul 2: T_1= (67+273) K=340 K; T_2=(227+30) K +273 K=530 K, deci

$$\eta_2 = 1 - \frac{340}{530} = 0.36 \text{ sau } \eta_2 = \frac{19}{53}$$

Obţinem astfel:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = 1.06$$

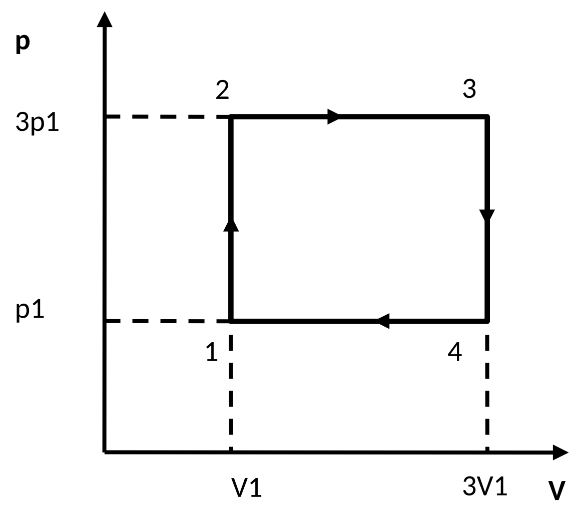
10. O cantitate de gaz ideal biatomic ($C_V=5/2\ R$) ocupă volumul V_1 =0.2 m^3 la presiunea p_1=1.5x10^5 N/m^2. Gazul se destinde izobar pană la volumul V_2= 2.2 m^3 si apoi se încălzeşte izocor până la presiunea p_3=3.5x10^5 N/m^2. Variaţia energiei interne a gazului în aceste procese este:

a) 185 J b) 1.85 MJ c) 1.1 MJ d) 18.5 MJ

Soluţie: b)

$$\Delta U_{13} = \nu C_V (T_3 - T_1) = \nu \frac{5R}{2}\left(\frac{p_3 V_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right)$$
$$= \frac{5}{2}(p_3 V_2 - p_1 V_1) = \frac{5}{2}\left(3.5 \cdot 10^5 \cdot 2.2 - 1.5 \cdot 10^5 \cdot 0.2\right) \mathrm{J}$$
$$= 18.5 \cdot 10^5\ \mathrm{J} = 1.85\ \mathrm{MJ}$$

11. **(4p)** O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic efectuează un proces ciclic prezentat în figura de mai jos. Calculaţi randamentul ciclului.



Soluţie:

$$\eta = \frac{L_{ciclu}}{Q_{primit}} (0.5\ p)$$

$$L_{ciclu} = 4 p_1 V_1\ (0.5\ p)$$

$$Q_{primit}=Q_{12}+Q_{23} \qquad (1p)$$

Q_{12} (transformare izocora)= $\nu C_V(T_2-T_1)$ (**0.25p**)

Q_{23}(transformare izobara)= $\nu C_p(T_3-T_2)$ (**0.25p**)

Folosim ecuaţia de stare a gazului ideal pentru înlocuirea temperaturilor, $pV=\nu RT$

$$Q_{primit}=Q_{12}+Q_{23}=\frac{3}{2}\upsilon R(\frac{3p_1V_1}{\upsilon R}-\frac{p_1V_1}{\upsilon R})+\frac{5}{2}\upsilon R\left(\frac{9p_1V_1}{\upsilon R}-\frac{3p_1V_1}{\upsilon R}\right)=$$

$$=3p_1V_1+15p_1V_1=18p_1V_1$$

(**1p**)

$$\eta=\frac{L_{ciclu}}{Q_{primit}}=\frac{4p_1V_1}{18p_1V_1}=\frac{2}{9}=0.22(0.5\,p)$$

12. **(5p)** Un cilindru închis la ambele capete (izolat adiabatic) este separat în două compartimente printr-un piston termoconductor aflat în echilibru mecanic. În ambele incinte se află aer la temperatura $t_1=27^oC$, respectiv $t_2=127^oC$. Relația dintre volume este: $V_2=2V_1$. Aflați temperatura după stabilirea echilibrului termic.

Soluţie:

$$p_1V_1=\nu_1RT_1; \qquad p_2V_2=\nu_2RT_2 \quad (\mathbf{1p})$$

$$\Rightarrow \quad \frac{V_1}{2V_1}=\frac{\nu_1T_1}{\nu_2T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{T_2}{2T_1}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{400}{2\cdot 300}=\frac{2}{3} \quad \Rightarrow \quad \nu_2=\frac{3\nu_1}{2} \quad (\mathbf{1p})$$

$$Q_{primit}+Q_{cedat}=0 \ (\mathbf{0.5p})$$

$$\nu_1C_\mu(T_e-T_1)+\nu_2C_\mu(T_e-T_2)=0 \ (\mathbf{0.5p})$$

$$\Rightarrow \nu_1(T_e-T_1)+3\frac{\nu_1}{2}(T_e-T_2)=0$$

$$\Rightarrow \quad T_e-T_1+1.5T_e-1.5T_2=0$$

$$\Rightarrow 2.5T_e=T_1+1.5T_2 \ (\mathbf{1.5p})$$

=> $$T_e = \frac{T_1 + 1.5 T_2}{2.5} = \frac{300 + 1.5 \cdot 400}{2.5} = \frac{900}{2.5}$$

=> $T_e = 360\,K$ **(0.5 p)**