ENUNŢURI ŞI REZOLVĂRI 2011

1. În S.I. lucrul mecanic se măsoară în:

a) $\mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$; b) W; c) $\mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$; d) $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$; e) J; f) kWh.

<u>Rezolvare</u>

Din relaţia de definiţie a lucrului mecanic obţinem

$$[L]_{\mathrm{SI}} = [F]_{\mathrm{SI}}\cdot[d]_{\mathrm{SI}} = \mathrm{N}\cdot\mathrm{m} = \mathrm{J}$$

2. Un ciclu format din două izocore de volume V_1 şi $V_2 = e^2 V_1$ (e este baza logaritmilor naturali) şi două izoterme de temperaturi $T_1 = 400\,\mathrm{K}$ şi $T_2 = 300\,\mathrm{K}$, este parcurs de un gaz ideal a cărui căldură molară la volum constant este $C_V = \frac{5}{2}R$, unde R este constanta gazelor ideale. Randamentul unei maşini termice care funcţionează după acest ciclu este:

a) $\frac{2}{13}$; b) $\frac{5}{17}$; c) $\frac{8}{21}$; d) $\frac{4}{13}$; e) $\frac{2}{21}$; f) $\frac{4}{21}$.

<u>Rezolvare</u>

Randamentul maşinii termice este $\eta = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_p}$, unde $Q_c = Q_{34} + Q_{41}$, respectiv $Q_p = Q_{12} + Q_{23}$.

Astfel: $|Q_c| = \upsilon C_V (T_1 - T_2) + \upsilon R T_2 \ln\frac{V_2}{V_1}$ iar $Q_p = \upsilon C_V (T_1 - T_2) + \upsilon R T_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$.

Calculând $\ln\frac{V_2}{V_1} = 2$ rezultă $\eta = \frac{4}{21}$.

3. Două corpuri având masele egale cu $200\,\mathrm{g}$ sunt legate cu un fir trecut peste un scripete fix. Forţa care acţionează asupra scripetelui este ($g = 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$):

a) 5 N; b) 0,5 N; c) 1 N; d) 2 N; e) 3 N; f) 4 N.

<u>Rezolvare</u>

Reacţiunea R în scripete este $R = 2T$ iar $T = G$.

Rezultă $R = 2mg = 4\,\mathrm{N}$.

4. O cantitate de gaz ideal se încălzeşte la volum constant până când temperatura sa creşte cu $120\,\mathrm{K}$ iar presiunea cu 30% faţă de presiunea iniţială. Temperatura iniţială a gazului este:

a) 500 K; b) 100 K; c) 400 K; d) 300 °C; e) 400 °C; f) 200 K.

Rezolvare

Introducând datele problemei în legea transformării izocore, $\frac{p_i}{T_i} = \frac{p_f}{T_f}$, obţinem: $\frac{p_i}{T_i} = \frac{p_i + 0,3p_i}{T_i + 120}$.

Rezultă $T_i = 400\,\text{K}$.

5. Raportul dintre presiunea şi densitatea unei cantităţi de gaz ideal este constant în transformarea:

a) izotermă; b) izobară; c) adiabatică; d) generală; e) ireversibilă; f) izocoră.

Rezolvare

Deoarece $V = \frac{m}{\rho}$, din ecuaţia termică de stare a gazului ideal, $pV = \upsilon RT$, se obţine raportul dintre presiune şi densitate: $\frac{p}{\rho} = \frac{\upsilon RT}{m}$. Pentru o cantitate dată de gaz acest raport este constant în transformarea izotermă (T = const.).

6. Un corp este aruncat pe verticală de jos în sus cu viteza iniţială $v_0 = 20\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Înălţimea maximă la care ajunge corpul este ($g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$):

a) $10\,\text{m}$; b) $15\,\text{m}$; c) $20\,\text{m}$; d) $16\,\text{m}$; e) $5\,\text{m}$; f) $12\,\text{m}$.

Rezolvare

Neglijând frecarea cu aerul, din legea de conservare a energiei mecanice, $E_{ci} + E_{pi} = E_{cf} + E_{pf}$, obţinem: $\frac{mv_0^2}{2} = mgh_{\max}$. Rezultă $h_{\max} = 20\,\text{m}$.

7. Pentru funcţionare normală un bec cu puterea de $2\,\text{W}$ trebuie alimentat la o tensiune de $6\,\text{V}$. Rezistenţa becului este egală cu:

a) $15\,\Omega$; b) $18\,\Omega$; c) $9,8\,\Omega$; d) $20\,\Omega$; e) $2\,\Omega$; f) $10\,\Omega$.

Rezolvare

Din relaţia de definiţie a puterii electrice, $P = \frac{U^2}{R}$, obţinem $R = 18\,\Omega$.

8. Un ampermetru poate măsura un curent electric continuu de intensitate maximă egală cu $2\,\text{A}$. Legând la bornele acestuia un şunt având rezistenţa de 20 de ori mai mică decât rezistenţa internă a ampermetrului, curentul maxim ce poate fi măsurat este:

a) $20\,\text{A}$; b) $42\,\text{A}$; c) $40\,\text{A}$; d) $21\,\text{A}$; e) $19\,\text{A}$; f) $10\,\text{A}$.

Rezolvare

Tensiunea maximă suportată la borne de ampermetru (având rezistenţa internă R_A) este $U = I_{\max} R_A = 2R_A$.

Întrucât şuntul se leagă în paralel cu ampermetrul, tensiunea la bornele lui este aceeaşi dar curentul care îl străbate este de 20 de ori mai mare:

$$I_S = \frac{U}{R_S} = \frac{U}{R_A/20} = 20\frac{U}{R_A} = 40\,\text{A}.$$

Ca urmare, intensitatea curentului maxim ce poate fi măsurat de ampermetrul prevăzut cu şunt este

$$I = I_{\max} + I_S = 42\,\text{A}.$$

9. Se cunoaşte că sub acţiunea unei forţe $F = 221\,\text{N}$ un fir de cupru (cu modulul de elasticitate $E = 13 \cdot 10^{10}\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$) se alungeşte cu $\Delta l = 0{,}15\,\text{m}$. Cunoscând rezistivitatea cuprului $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\,\Omega\cdot\text{m}$, rezistenţa electrică a firului este:

a) $15\,\Omega$; b) $0{,}1\,\Omega$; c) $1\,\Omega$; d) $0{,}3\,\Omega$; e) $2\,\Omega$; f) $1{,}5\,\Omega$.

Rezolvare

Rezistenţa electrică a unui conductor depinde de natura şi dimensiunile sale conform relaţiei $R = \rho\frac{l}{S}$.

Din legea lui Hooke, $\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l}$, rezultă raportul între lungimea şi secţiunea transversală a conductorului: $\frac{l}{S} = E\frac{\Delta l}{F}$. Astfel, rezistenţa conductorului este:

$$R = \rho E\frac{\Delta l}{F} = 1{,}5\,\Omega.$$

10. Căderea de tensiune pe rezistenţa internă a unei surse electrice conectate la un rezistor extern este de $1\,\text{V}$, iar randamentul circuitului este egal cu 0,8. Tensiunea electromotoare a sursei este:

a) $1{,}25\,\text{V}$; b) $2{,}25\,\text{V}$; c) $5\,\text{V}$; d) $9\,\text{V}$; e) $1{,}8\,\text{V}$; f) $4\,\text{V}$.

Rezolvare

Din relaţia randamentului unui circuit electric, $\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{UI}{EI}$, exprimat în funcţie de tensiunea electromotoare E a sursei şi căderea de tensiune u pe rezistenţa sa internă, $\eta = 1 - \frac{u}{E}$, rezultă: $E = 5\,\text{V}$.

11. Căldura degajată la trecerea unui curent electric de intensitate I printr-un conductor având rezistenţa R în timpul Δt este:

a) $RI\Delta t^2$;b) $\frac{R^2\Delta t}{I}$; c) $IR^2\Delta t$; d) $RI\Delta t$; e) $\frac{I^2\Delta t}{R}$; f) $RI^2\Delta t$.

Rezolvare

Expresia matematică a legii lui Joule este:

$Q = RI^2\Delta t$.

12. Printr-un fir conductor trece un curent de $0{,}5\,\text{mA}$ timp de $2\,\text{h}$. În acest timp prin fir trece o sarcină electrică egală cu:

a) $25\,\text{C}$; b) $100\,\text{mA}$; c) $100\,\text{C}$; d) $3{,}6\,\text{C}$; e) $100\,\text{mC}$; f) $25\,\text{mC}$.

Rezolvare

Din relaţia de definiţie a intensităţii curentului electric, $I = \frac{q}{\Delta t}$, obţinem: $q = 3{,}6\,\text{C}$.

13. Două corpuri având masele $m_1 = 0{,}5\,\text{kg}$ şi $m_2 = 2\,\text{kg}$ se află pe un plan înclinat de unghi $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Cele două corpuri sunt în contact unul cu celalalt, corpul de masă m_1 aflându-se mai jos. Coeficienţii de frecare cu planul ai corpurilor sunt respectiv $\mu_1 = 0{,}3$ şi $\mu_2 = 0{,}2$. Cunoscând $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, forţa pe care corpul de masă m_2 o exercită asupra corpului de masă m_1 în timpul coborârii pe plan este:

a) $\sqrt{3}\,\text{N}$; b) $0{,}2\,\text{N}$; c) $0{,}5\sqrt{3}\,\text{N}$; d) $2\,\text{N}$; e) $0{,}2\sqrt{3}\,\text{N}$; f) $1{,}4\,\text{N}$.

Rezolvare

Ecuaţiile de mişcare a celor două corpuri în contact care coboară cu acceleraţia a pe planul înclinat sunt:

$$m_1 a = m_1 g\left(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha\right) + T$$

$$m_2 a = m_2 g\left(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha\right) - T$$

unde T este forţa de interacţiune dintre corpuri (forţa cu care corpul de masă m_2 îl împinge pe cel de masă m_1, dar şi forţa, egală şi de sens contrar, cu care reacţionează corpul de masă m_1).

Rezolvând sistemul de două ecuaţii obţinem:

$$T = g\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\left(\mu_1 - \mu_2\right)\cos\alpha = 0{,}2\sqrt{3}\,\text{N}.$$

14. Un autoturism având puterea motorului de 75 kW se deplasează cu o viteză constantă de 180 km/h. Forţa de rezistenţă la înaintare este egală cu ($g = 10$ m/s^2):

a) 3000 N; b) 15000 N; c) 750 N; d) 1500 N; e) 2000 N; f) 150 N.

<u>Rezolvare</u>

În cazul deplasării cu viteză constantă, forţa de rezistenţă la înaintare este egală cu forţa dezvoltată de motorul autoturismului. Astfel,

$$F_r = \frac{P}{v} = 1500\ \text{N}.$$

15. În SI unitatea de măsură pentru exponentul adiabatic este:

a) $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$; b) $\frac{\text{J}}{\text{K}}$; c) nu are unitate de măsură; d) $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; e) $\text{Pa}\cdot\text{m}^{-3}$; f) $\frac{\text{m}^2}{\text{N}}$.

<u>Rezolvare</u>

Relaţia de definiţie a exponentului adiabatic este $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$, unde C_p reprezintă căldura molară la presiune constantă, iar C_V este căldura molară la volum constant, ambele mărimi având unitatea de măsură în SI J/mol·K. Prin urmare, exponentul adiabatic, γ, este o mărime adimensională.

16. Un gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) primeşte căldura $Q = 15\,\text{kJ}$ pentru a-şi mări izobar temperatura. Căldura necesară pentru a mări izocor cu aceeaşi valoare temperatura gazului este:

a) 12,5 kJ; b) 9 kJ; c) 16 kJ; d) 25 kJ; e) 12000 J; f) 6 kJ.

<u>Rezolvare</u>

Căldurile primite în transformările izobară Q_p şi izocoră Q_V sunt: $Q_p = \upsilon C_p \Delta T$ şi respectiv $Q_V = \upsilon C_V \Delta T$.

Pentru o aceeaşi valoare a creşterii de temperatură a gazului, ΔT, obţinem $Q_V = Q_p \frac{C_V}{C_p}$.

Pentru un gaz ideal monoatomic $C_V = \frac{3}{2}R$, iar $C_p = \frac{5}{2}R$. Rezultă $Q_V = 9$ kJ.

17. Pentru oxigen se cunosc masa molară, $\mu = 32\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ şi exponentul adiabatic, $\gamma = 1,4$. Căldura specifică la presiune constantă a oxigenului este (se consideră $R = 8,32\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$):

a) 182 J/(kg·K); b) 124 J/(kg·K); c) 910 J/(kg·K); d) 0,900 J/(kg·K);

e) 207 J/(kg·K); f) 290 J/(kg·K).

Rezolvare

Din raportul relaţiilor de definiţie a căldurii specifice la presiune constantă, $c_p = \frac{Q_p}{m\Delta T}$ şi căldurii molare la presiune constantă, $C_p = \frac{Q_p}{\upsilon \Delta T}$, rezultă: $c_p = C_p \frac{\upsilon}{m}$. Dar $\frac{\upsilon}{m} = \frac{1}{\mu}$ şi obţinem

$$c_p = \frac{C_p}{\mu} = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}\frac{1}{\mu} = 910 \text{ J/kg·K}.$$

18. Din punctul A pornesc în aceeaşi direcţie două automobile deplasându-se rectiliniu şi uniform. Primul se mişcă cu viteza $v_1 = 63\frac{\text{km}}{\text{h}}$, al doilea pleacă la 15 min după primul şi se deplasează cu $v_2 = 90\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Punctul în care se vor întâlni cele două automobile se află faţă de A la distanţa:

a) 27 km; b) 54 km; c) 64 km; d) 52,5 km; e) 22,5 km; f) 48,5 km.

Rezolvare

Faţă de punctul A legile de mişcare a celor două automobile sunt $x_1 = v_1 t$ şi $x_2 = v_2\left(t - t'\right)$. Din condiţia de întâlnire, $x_1 = x_2$, se obţine timpul de întâlnire t_i; faţă de punctul A, automobilele se întâlnesc la distanţa $x_i = v_1 t_i = 52{,}5\,\text{km}$.