UNIVERSITATEA *POLITEHNICA* DIN BUCUREŞTI

CONCURSUL PENTRU ADMITEREA ÎN CICLUL LICENŢĂ, IULIE 2014

DISCIPLINA: **Fizică F**

VARIANTA: **D**

1. Dacă legea de mişcare a unui corp cu masa de 5 kg este $x(t) = 3 - 3t + 0{,}2t^2$, atunci forţa care acţionează asupra corpului are valoarea: **(5 pct.)**

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

   Rezolvare. Comparând ecuaţia de mişcare dată cu $x(t) = x_0 + v_{0x}t + (1/2)a_xt^2$, obţinem $a_x = 0{,}4\,\mathrm{m/s^2}$. Proiecţia vectorului forţă pe axa Ox este $F_x = ma_x$, în care $m = 5\,\mathrm{kg}$. $F_x = 5\,\mathrm{kg}\cdot 0{,}4\,\mathrm{m/s^2} = 2\,\mathrm{N}$.

2. Într-o transformare izobară variaţia energiei interne a unui gaz ideal $\big(C_V = (3/2)R\big)$ este 30 kJ. Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare este: **(5 pct.)**

   a) 40 kJ; b) 20 J; c) 15 J; d) 1 kJ; e) 100 J; f) 20 kJ.

   Rezolvare. Folosim notaţiile uzuale. Variaţia energiei interne a gazului este $\Delta U = \nu C_V \Delta T$. Lucrul mecanic în transformarea izobară este $L = p\Delta V = \nu R\Delta T$, la al doilea pas fiind folosită ecuaţia termică de stare. Rezultă $L/\Delta U = R/C_V$, de unde $L = (R/C_V)\Delta U = (2/3)30\,\mathrm{kJ} = 20\,\mathrm{kJ}$.

3. Un corp pleacă din repaus şi urcă fără frecare pe un plan înclinat cu unghiul de 30° faţă de orizontală, împins de o forţă paralelă cu planul, egală în modul cu greutatea corpului. După un timp τ acţiunea forţei încetează. Ştiind că distanţa totală parcursă de corp la urcare este de 28,8 m şi considerând $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$, timpul τ are valoarea: **(5 pct.)**

   a) $2\sqrt{3}$ s; b) 5,76 s; c) $2\sqrt{2}$ s; d) 2 s; e) 2,4 s; f) 1,86 s.

   Rezolvare. Notaţii: $\alpha = 30°$; $d = 28{,}8\,\mathrm{m}$; m - masa corpului; $\vec{F}$ - forţa de tracţiune; $\vec{N}$ - forţa de reacţiune normală.

   În cazul acţiunii forţei de tracţiune, ecuaţia lui Newton se scrie

   $$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_1,$$

   în care $\vec{a}_1$ este acceleraţia acestei mişcări. Proiectăm această ecuaţie după o axă în lungul planului orientată în sus:

   $$mg - mg\sin\alpha = ma_1,$$

   de unde proiecţia acceleraţiei este $a_1 = g(1 - \sin\alpha)$. Distanţa parcursă în intervalul de timp τ este

   $$d_1 = \frac{1}{2}a_1\tau^2 = \frac{1}{2}g\tau^2(1 - \sin\alpha).$$

   Viteza corpului după intervalul de timp τ este

   $$v_1 = a_1\tau = g\tau(1 - \sin\alpha).$$

   Când acţiunea forţei $\vec{F}$ încetează, ecuaţia lui Newton se scrie

   $$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_2$$

şi proiecţia acceleraţiei după axa în lungul planului orientată în sus este $a_2 = -g\sin\alpha$. Distanţa d_2 parcursă de corp în mişcarea încetinită până la oprire se determină cu ajutorul ecuaţiei lui Galilei:

$$d_2 = -\frac{v_1^2}{2a_2} = \frac{1}{2}\,\frac{(1-\sin\alpha)^2}{\sin\alpha}g\tau^2.$$

Distanţa totală parcursă de corp la urcare este

$$d = d_1 + d_2 = \frac{1}{2}\,\frac{1-\sin\alpha}{\sin\alpha}g\tau^2,$$

de unde

$$\tau = \sqrt{\frac{2\sin\alpha}{1-\sin\alpha}\,\frac{d}{g}} = 2{,}4\,\mathrm{s}.$$

4. În cursul unui proces în care volumul variază invers proporţional cu pătratul presiunii, presiunea unui gaz ideal creşte de două ori. În acest proces temperatura gazului: **(5 pct.)**

   a) creşte de $\sqrt{2}$ ori; b) rămâne constantă; c) creşte de 2 ori; d) scade de 2 ori; e) scade de 4 ori; f) creşte de 4 ori.

   Rezolvare. Folosim indicele 1 pentru starea iniţială şi indicele 2 pentru starea finală. Temperatura iniţială a gazului este

   $$T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}.$$

   În procesul considerat avem $p_2 = 2p_1$ şi $V_2 = (1/2^2)V_1 = (1/4)V_1$.

   $$T_2 = \frac{p_2V_2}{\nu R} = \frac{1}{2}\,\frac{p_1V_1}{\nu R} = \frac{1}{2}T_1.$$

5. Un recipient conţine un gaz ideal la temperatura de 29 °C. Dacă presiunea gazului creşte izocor de două ori, temperatura finală a gazului este: **(5 pct.)**

   a) 151 K; b) 14,5 °C; c) 58 °C; d) 604 K; e) 400 K; f) 0 °C.

   Rezolvare. Temperatura termodinamică iniţială a gazului este $T_1 = (273+29)\,\mathrm{K} = 302\,\mathrm{K}$. Într-o transformare izocoră, temperatura unui gaz ideal variază direct proporţional cu presiunea. Pentru o dublare a presiunii, temperatura se dublează: $T_2 = 2T_1 = 604\,\mathrm{K}$.

6. Relaţia dintre unghiul de frecare φ şi coeficientul de frecare μ este: **(5 pct.)**

   a) $\mu = \cos\varphi$; b) $\mu = \mathrm{tg}^2\varphi$; c) $\mu = \sin\varphi$; d) $\mu = \mathrm{tg}\,(\varphi/2)$; e) $\mu = 1/\mathrm{tg}\,\varphi$; f) $\mu = \mathrm{tg}\,\varphi$.

   Rezolvare. $\mu = \mathrm{tg}\varphi$.

7. În cazul transferului maxim de putere într-un circuit simplu, randamentul transmisiei puterii este: **(5 pct.)**

   a) 50 %; b) 25 %; c) 75 %; d) 100 %; e) 10 %; f) 90 %.

   Rezolvare. Cu notaţiile din manualele de fizică, randamentul este

   $$\eta = \frac{R}{R+r}.$$

   Transferul maxim de putere are loc pentru $R = r$. Rezultă $\eta = 0{,}5 = 50\,\%$.

8. Două rezistoare cu rezistenţele $R_1 = 8\,\Omega$ şi $R_2 = 2\,\Omega$ se leagă succesiv la bornele unei baterii. Ştiind că puterile dezvoltate în cele două rezistoare sunt egale, rezistenţa internă a bateriei este: **(5 pct.)**

   a) $1\,\Omega$; b) $2\,\Omega$; c) $0{,}1\,\Omega$; d) $20\,\Omega$; e) $100\,\Omega$; f) $4\,\Omega$.

   Rezolvare. Cu notaţiile din manualele de fizică, puterea dezvoltată în rezistorul R este

$$P = I^2R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R = \frac{E^2R}{(R+r)^2}.$$

   Impunând condiţia ca aceeaşi putere să fie dezvoltată în rezistoarele R_1 şi R_2,

$$\frac{E^2R_1}{(R_1+r)^2} = \frac{E^2R_2}{(R_2+r)^2},$$

   obţinem $r = \sqrt{R_1R_2} = 4\,\Omega$.

9. Printr-un conductor străbătut de un curent electric cu intensitatea de $0{,}32\,\mathrm{A}$ trec într-un minut un număr de electroni egal cu ($e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}$): **(5 pct.)**

   a) $3 \cdot 10^{20}$; b) $1 \cdot 10^{8}$; c) $4 \cdot 10^{19}$; d) $5 \cdot 10^{20}$; e) $1{,}2 \cdot 10^{20}$; f) $1{,}2 \cdot 10^{25}$.

   Rezolvare. La trecerea curentului $I = 0{,}32\,\mathrm{A}$ în intervalul de timp $\Delta t = 1\,\mathrm{min} = 60\,\mathrm{s}$, numărul de electroni care trec printr-o secţiune a conductorului este

$$\frac{I\Delta t}{e} = 1{,}2 \cdot 10^{20}.$$

10. Două rezistoare identice având fiecare rezistenţa de $12\,\Omega$, sunt montate întâi în serie, apoi în paralel. Grupările se conectează succesiv la bornele unei baterii de rezistenţă internă neglijabilă având t.e.m. de $12\,\mathrm{V}$. Raportul intensităţilor curenţilor în cele două cazuri este: **(5 pct.)**

    a) $4{,}25\,\mathrm{A}$; b) $0{,}50$; c) $4{,}25$; d) $0{,}75$; e) $0{,}25$; f) $0{,}8$.

    Rezolvare. Notăm E - t.e.m. a bateriei şi R - rezistenţa unui rezistor. În cazul montajului serie al rezisoarelor, curentul în circuit este

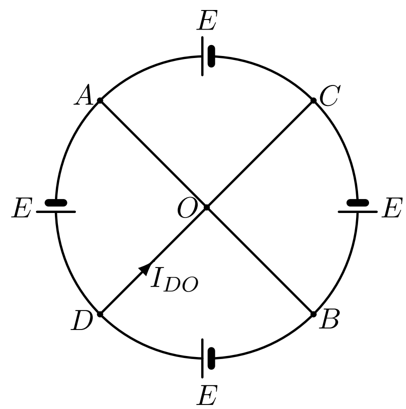
$$I_\mathrm{s} = \frac{E}{2R}.$$

    Când rezistoarele sunt grupate în paralel, curentul prin latura principală este

$$I_\mathrm{p} = \frac{E}{R/2}.$$

    Rezultă $I_\mathrm{s}/I_\mathrm{p} = 0{,}25$.

11. Se realizează circuitul din figură format dintr-un cerc de rază $1\,\mathrm{m}$ şi două diametre perpendiculare, alimentat de patru generatoare identice, fiecare cu t.e.m. de $1\,\mathrm{V}$ şi rezistenţa internă neglijabilă. Firele de legătură au rezistenţa pe unitatea de lungime $0{,}1\,\Omega/\mathrm{m}$. În punctele A, B, C, D, O există contacte electrice. Intensitatea curentului I_{DO} este: **(5 pct.)**

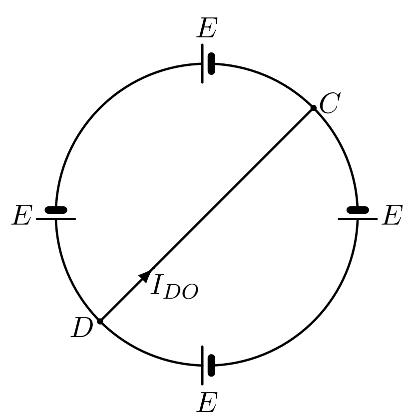


a) $\dfrac{40}{4+\pi}$ A; b) $\dfrac{40}{\pi}$ A; c) 10π A; d) $\dfrac{\pi+2}{\pi+4}$ A; e) $\dfrac{40}{2+\pi}$ A; f) $\dfrac{20}{2+\pi}$ A.

Rezolvare. Notăm R rezistenţa electrică a unui fir conductor de lungime egală cu raza cercului.

$$R = 0{,}1\,\frac{\Omega}{\mathrm{m}} \cdot 1\,\mathrm{m} = 0{,}1\,\Omega.$$

Să observăm că circuitul electric este simetric în raport cu diametrul CD. În baza acestei proprietăţi, prin laturile OA şi OB trec curenţi egali, ambii intrând în O sau ambii ieşind din O. Conform primei teoreme a lui Kirchhoff aplicată nodului O, prin latura OC trece un curent egal cu I_{DO}, de la O la C. În C, din motive de simetrie, acest curent se desparte în părţi egale, $I_{DO}/2$ care circulă de la C la A, respectiv de la C la B. Considerând nodul D, justificăm similar trecerea unui curent $I_{DO}/2$ de la A la D şi de la B la D. Aplicăm acum prima teoremă a lui Kirchhoff nodurilor A şi B obţinând că prin laturile OA şi OB nu trece curent electric. Laturile OA şi OB pot fi scoase din circuit fără a afecta comportarea electrică a acestuia. Schema electrică echivalentă este prezentată mai jos.



Fiecare semicerc se comportă ca o sursă cu t.e.m. $2E$ şi rezistenţa internă πR. Montajul paralel al acestor surse identice este echivalent cu o singură sursă cu t.e.m. $2E$ şi rezistenţa internă $\pi R/2$. Această sursă echivalentă alimentează consumatorul cu rezistenţa electrică $2R$ a diametrului CD.

$$I_{DO} = \frac{2E}{2R + \pi R/2} = \frac{4}{4+\pi}\,\frac{E}{R} = \frac{4}{4+\pi}\,\frac{1\,\mathrm{V}}{0{,}1\,\Omega} = \frac{40}{4+\pi}\,\mathrm{A}.$$

12. Două rezistoare cu rezistenţele $R_1 = 0{,}5\,\Omega$ şi $R_2 = 0{,}75\,\Omega$ sunt montate în serie, iar gruparea este conectată la o sursă cu t.e.m. de $5{,}4\,\mathrm{V}$ şi rezistenţa internă de $0{,}1\,\Omega$. Puterea disipată pe rezistorul R_1 este: **(5 pct.)**

a) $2{,}25\,\mathrm{W}$; b) $2\,\mathrm{W}$; c) $16\,\mathrm{W}$; d) $8\,\mathrm{W}$; e) $2{,}25\,\mathrm{W}$; f) $4\,\mathrm{W}$.

Rezolvare. Notăm $E = 5{,}4\,\mathrm{V}$ şi $r = 0{,}1\,\Omega$. Curentul în circuit este $I = E/(R_1 + R_2 + r)$, iar puterea disipată pe rezistorul R_1 este

$$I^2 R_1 = \frac{E^2 R_1}{(R_1 + R_2 + r)^2} = 8\,\mathrm{W}.$$

13. Considerând ciclurile termodinamice Carnot, Otto şi Diesel, două transformări izocore apar în: **(5 pct.)**

a) în toate trei; b) ciclul Diesel; c) ciclul Carnot; d) în niciunul; e) în ciclurile Carnot şi Diesel; f) ciclul Otto.

Rezolvare. Ciclul Otto.

14. Un mobil pleacă din repaus şi în primele n secunde parcurge rectiliniu uniform accelerat un spaţiu egal cu $2n^2$ metri. Acceleraţia mobilului este egală cu: **(5 pct.)**

a) $2\,\mathrm{m/s^2}$; b) $4\,\mathrm{m/s^2}$; c) $2{,}25\,\mathrm{m/s^2}$; d) $8\,\mathrm{m/s^2}$; e) $10\,\mathrm{m/s^2}$; f) $1\,\mathrm{m/s^2}$.

Rezolvare. Notăm $t = n\,\mathrm{s}$ şi $d = 2n^2\,\mathrm{m}$. Din ecuaţia de mişcare

$$d = \frac{1}{2}at^2,$$

acceleraţia mişcării este

$$a = \frac{2d}{t^2} = 4\,\mathrm{m/s^2}.$$

15. Sub acţiunea unei forţe orizontale de $50\,\mathrm{N}$, un corp se deplasează orizontal timp de $2\,\mathrm{min}$ cu viteza constantă de $5\,\mathrm{m/s}$. Lucrul mecanic efectuat de forţă este: **(5 pct.)**

a) $2500\,\mathrm{J}$; b) $180\,\mathrm{N{\cdot}m}$; c) $30\,\mathrm{J}$; d) $8\,\mathrm{kJ}$; e) $30\,\mathrm{kJ}$; f) $1000\,\mathrm{J}$.

Rezolvare. Notăm $F = 50\,\mathrm{N}$, $\Delta t = 2\,\mathrm{min} = 120\,\mathrm{s}$ şi $v = 5\,\mathrm{m/s}$. Distanţa străbătută de corp este $d = v\Delta t$. Lucrul mecanic efectuat de forţă este $Fd = Fv\Delta t = 30000\,\mathrm{J} = 30\,\mathrm{kJ}$.

16. Impulsul unui corp este $4\,\mathrm{kg{\cdot}m/s}$, iar energia sa cinetică este $16\,\mathrm{J}$. Masa corpului este: **(5 pct.)**

a) $2\,\mathrm{kg}$; b) $0{,}5\,\mathrm{kg}$; c) $1{,}5\,\mathrm{kg}$; d) $0{,}1\,\mathrm{kg}$; e) $0{,}75\,\mathrm{kg}$; f) $1\,\mathrm{kg}$.

Rezolvare. Notăm $p = 4\,\mathrm{kg \cdot m/s}$, $E_\mathrm{c} = 16\,\mathrm{J}$, m - masa corpului şi v - viteza acestuia. Între relaţiile de definiţie $p = mv$ şi $E_\mathrm{c} = (1/2)mv^2$ eliminăm v. Se obţine

$$m = \frac{p^2}{2E_\mathrm{c}} = 0{,}5\,\mathrm{kg}.$$

17. Un volum de 30 litri dintr-un gaz ideal aflat la presiunea de $16{,}62 \cdot 10^5\,\mathrm{N/m^2}$ şi temperatura de $300\,\mathrm{K}$ ($R = 8{,}31\,\mathrm{J/mol\,K}$) conţine un număr de moli egal cu: **(5 pct.)**

    a) 20; b) 1; c) 15; d) 14; e) 30; f) 2.

    Rezolvare. Notăm $V = 30\,\mathrm{L} = 3 \cdot 10^{-2}\,\mathrm{m^3}$, $p = 16,62 \cdot 10^5\,\mathrm{N/m^2}$, $T = 300\,\mathrm{K}$ şi ν - cantitatea de gaz. Din ecuaţia termică de stare a gazului ideal $pV = \nu RT$ rezultă

$$\nu = \frac{pV}{RT} = 20\,\mathrm{mol}.$$

18. În Arctica iarna, temperatura aerului atinge $-37,36\,^\circ\mathrm{C}$, în timp ce temperatura apei sub gheaţă este $+1\,^\circ\mathrm{C}$ ($0\,^\circ\mathrm{C} = 273\,\mathrm{K}$). O maşină bitermă ideală care lucrează între aceste temperaturi are randamentul: **(5 pct.)**

    a) 30 %; b) 5 %; c) 14 %; d) 50 %; e) 10 %; f) 1 %.

    Rezolvare. Temperatura sursei calde este $T_1 = (273 + 1)\,\mathrm{K} = 274\,\mathrm{K}$ şi temperatura sursei reci este $T_2 = (273 - 37{,}36)\,\mathrm{K} = 235{,}64\,\mathrm{K}$. Randamentul maşinii termice este

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0{,}14 = 14\,\%.$$