18 iulie 2017, **Admitere UPB, Fizică F2**. Enunțuri şi rezolvare (dr. Savu-Sorin Ciobanu)

1. Două fire conductoare sunt confecționate din același material. Conductorul de rezistență R_1 este de 1,2 ori mai lung decât conductorul de rezistență R_2, dar amândouă au aceeași greutate. Raportul rezistențelor lor electrice R_1/R_2 este: **(6 pct.)**

a) 36/25; b) 30/19; c) 15/17; d) 16/25; e) 20/13; f) 14/35.

R1. $\frac{R_1}{R_2}=\frac{l_1}{l_2}\cdot\frac{S_2}{S_1}$. Din egalitatea maselor (implicit a volumelor) avem: $l_1S_1=l_2S_2$, în final $\frac{R_1}{R_2}=\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2=\frac{36}{25}$

2. Un om efectuează un lucru mecanic de 9000 J în 5 minute. Puterea dezvoltată de om este: **(6 pct.)**

a) 25 W; b) 150 W; c) 45 kW; d) 1800 W; e) 600 W; f) 30 W.

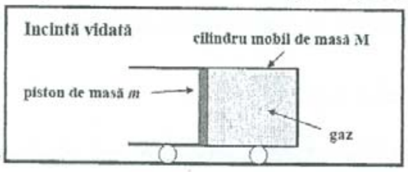
R2. $P=\frac{L}{\tau}=30W$

3. Un corp aruncat vertical în sus în câmp gravitațional ($g=10\ \mathrm{m/s^2}$) revine în punctul de lansare după 4 s. Înălțimea maximă la care ajunge corpul este: **(6 pct.)**

a) 15 m; b) 40 m; c) 20 m; d) 25 m; e) 10 m; f) 5 m.

R3. Timpul de coborîre fiind egal cu timpul de urcare, avem $h_{\max}=\frac{gt_u^2}{2}=20m$

4. Un cilindru de masă $M=3$ kg închis la un capăt, având atașate roți de masă neglijabilă (ca în figură) se poate deplasa fără frecare pe orizontală într-o incintă vidată de dimensiuni foarte mari. În interiorul său, un piston de masă $m=1,5$ kg și grosime neglijabilă închide a 8-a parte din volumul cilindrului. Partea închisă a cilindrului conține 0,1 moli de gaz ideal monoatomic aflat la temperatura de 83,1 K. Pistonul este eliberat brusc. Dacă se neglijează masa gazului în raport cu M și m, frecările și schimburile de căldură, atunci viteza cilindrului în momentul în care pistonul iese din el este ($R=8,31\ \mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$): **(6 pct.)**



a) $5,444\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$; b) $3,271\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$; c) $0,831\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$; d) $16,152\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$; e) $4,155\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$; f) $1,167\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

R4. Asupra sistemului acționează, din dreapta asupra pistonului şi din stînga asupra cilindrului, forțele datorate presiunii din interior, iar cele două forțe sînt egale ca mărime şi orientate în sens opus. Lucrul mecanic al acestora este (considerînd pozitiv sensul deplasării spre dreapta, şi notînd cu dx_M, respectiv dx_x deplasările infinitezimale ale cilindrului şi pistonului) $L=\int pS(dx_M-dx_m)=\int pdV$. Destinderea sistemului, în vid, este rapidă, fără schimb de căldură, deci adiabatică, aşa că $L=-\Delta U=\nu C_V(T_i-T_f)$.

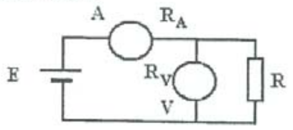
Din legea transformării adiabatice, se scrie: $T_iV_i^{\gamma-1}=T_fV_f^{\gamma-1}$, aşa că $L=\nu\frac{R}{\gamma-1}T_i\left(1-\left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1}\right)=\frac{9}{8}\nu RT_i$.

Acest lucru mecanic este egal cu variația energiei cinetice a sistemului $\Delta E_C = \frac{Mv_M^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2} = \frac{1}{2}M\left(1+\frac{M}{m}\right)v_M^2$, unde am folosit legea conservării impulsului pentru sistemul izolat piston - cilindru (sau echivalent, în orice moment asupra celor două componente acționează forțe de aceeaşi mărime şi opuse ca sens, accelerațiile sînt invers proporționale cu masele, vitezele de asemenea, deci impulsurile sînt egale ca mărime şi opuse ca sens - vectorul impuls total fiind nul şi conservîndu-se pentru sisteme izolate) $Mv_M = mv_m$. Obținem în final $v_M = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{\nu RT}{M\left(1+\frac{M}{m}\right)}} = 4{,}155\,\frac{m}{s}$

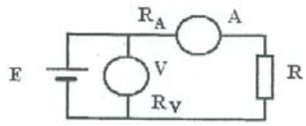
Comentariu: Am putea numi acest sistem ca fiind o rachetă cu destindere adiabatică în vid.

5. Pentru determinarea valorii R a unei rezistențe se folosesc un ampermetru A (având rezistența internă $R_A = 1\ \Omega$) şi un voltmetru V (având rezistența internă $R_V = 1{,}9\ \text{k}\Omega$) montate conform schemelor 1 şi 2. Din indicațiile aparatelor de măsură se calculează pentru R valorile $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 95\ \Omega$ conform schemei 1 şi respectiv $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 101\ \Omega$ conform schemei 2. Erorile relative de măsură în cele două cazuri sunt definite prin $\varepsilon_1 = \frac{|R_1 - R|}{R}$ şi $\varepsilon_2 = \frac{|R_2 - R|}{R}$. Raportul $\varepsilon_1/\varepsilon_2$ este: **(6 pct.)**

Schema 1



Schema 2



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

R5. Avem $I_1 = \frac{U_1}{R_V} + \frac{U_1}{R}$, deci $R = \frac{1}{\frac{I_1}{U_1} - \frac{1}{R_V}} = 100\Omega$. Mai simplu, $U_2 = I_2(R_A + R)$, deci $R = \frac{U_2}{I_2} - R_A = 100\Omega$. Se obține simplu $\varepsilon_1 = 5\%$ şi $\varepsilon_2 = 1\%$

6. Un lanț omogen este aşezat pe o masă orizontală având o porțiune care atârnă peste marginea mesei astfel încât lanțul începe să alunece. Coeficientul de frecare între lanț şi masă este 0,2. Dacă lungimea lanțului este 48 cm, viteza cu care lanțul părăseşte masa este ($g = 10\ \text{m/s}^2$): **(6 pct.)**

a) 1,0 m/s; b) 2,5 m/s; c) 3,0 m/s; d) 1,5 m/s; e) 0,5 m/s; f) 2,0 m/s.

R6. Fie lanțul de masă m, lungime totală l, din care la momentul începerii alunecării se găseşte pe masă o fracțiune f. În această situație, echilibrul forțelor, gravitațională şi de frecare, în lungul lanțului, se scrie $m(1-f)g = \mu mfg$, adică $f = \frac{1}{1+\mu} = \frac{5}{6}$. Din momentul începerii alunecării, forța de frecare scade - liniar cu distanța parcursă - de la valoarea μmfg la valoarea zero, iar lucrul mecanic al forței de frecare este $L = -F_{med}\cdot fl = -\frac{\mu mfg}{2} fl$. Acest lucru mecanic al unei forțe neconservative este egal cu variația energiei *mecanice* a sistemului $\frac{mv^2}{2} - \frac{mgl}{2} - \left(-m(1-f)g\frac{(1-f)l}{2}\right)$ (am considerat că energia potențială este nulă la înălțimea mesei), de unde $v=\sqrt{gl\left(1-(1-f)^2-\mu f^2\right)}=2m/s$

7. Utilizând notațiile din manualele de fizică, legea lui Hooke este: **(6 pct.)**

a) $F=\frac{E\cdot S_0\cdot l_0}{\Delta l}$; b) $F=\frac{l_0\cdot S_0}{E}\Delta l$; c) $F=\frac{E^2\cdot S_0}{l_0}\Delta l$; d) $F=\frac{E\cdot S_0}{l_0\cdot\Delta l}$; e) $F=\frac{E\cdot S_0}{l_0}\Delta l$; f) $F=\frac{E\cdot l_0}{S_0}\Delta l$.

R7. Din $\frac{F}{S_0}=E\frac{\Delta l}{l_0}$ se obține: $F=\frac{E\cdot S_0}{l_0}\Delta l$

8. Un sistem termodinamic efectuează o transformare în cursul căreia primește o cantitate de căldură de 50 J, iar energia sa internă scade cu 100 J. Lucrul mecanic efectuat de sistem în această transformare este: **(6 pct.)**

a) –150 J; b) –100 J; c) –50 J; d) 50 J; e) 150 J; f) 100 J.

R8. $L=Q-\Delta U=150J$

9. Un motor termic funcționează după un ciclu Carnot. Știind că randamentul motorului este de 50% și că temperatura sursei reci este de $27\,°C$, temperatura sursei calde este: **(6 pct.)**

a) $54\,°C$; b) $300\,°C$; c) $327\,°C$; d) $100\,°C$; e) $40\,°C$; f) $600\,°C$.

R9. $\eta=1-\frac{T_2}{T_1}$, $T_1=\frac{T_2}{1-\eta}=600K=327°C$

10. Încălzind un gaz ideal cu $3\,°C$ printr-un proces izobar, volumul său crește cu 1%. Temperatura finală a gazului este: **(6 pct.)**

a) 3030 K; b) 3000 K; c) 297 K; d) 500 K; e) 300 K; f) 303 K.

R10: $\frac{V}{T}=\frac{V_0}{T_0}$, $\frac{V}{V_0}=\frac{T}{T-\Delta T}$, $T=\frac{\frac{V}{V_0}}{\frac{V}{V_0}-1}\Delta T=303K$

11. Forța de apăsare normală exercitată de un om cu masa de 80 kg pe podeaua unui lift care urcă uniform este ($g=10\ \mathrm{m/s^2}$): **(6 pct.)**

a) 90 N; b) 8 N; c) 70 N; d) 80 N; e) 900 N; f) 800 N.

R11. N=G=mg=800N

12. Un gaz ideal având exponentul adiabatic 5/3 ocupă inițial volumul de 4 litri și are presiunea de 1 MPa. Gazul suferă o transformare izocoră în care presiunea crește de 3 ori. Variația energiei sale interne este: **(6 pct.)**

a) 12 J; b) 20 kJ; c) 12 kJ; d) 2 J; e) 3 J; f) 3 kJ.

R12. $\Delta U=\nu C_V\Delta T=\nu\frac{R}{\gamma-1}\left(T_f-T_i\right)=\nu\frac{R}{\gamma-1}T_i\left(\frac{T_f}{T_i}-1\right)=\nu\frac{R}{\gamma-1}T_i\left(\frac{p_f}{p_i}-1\right)=$

$=\frac{p_iV_i}{\gamma-1}\left(\frac{p_f}{p_i}-1\right)=1{,}2\cdot10^4\,J=12kJ$

13. O sursă cu t.e.m. de 8 V debitează în exterior aceeași putere când este conectată succesiv la rezistențele $R_1=1\,\Omega$ și $R_2=4\,\Omega$. Puterea maximă pe care o poate debita sursa în exterior este: **(6 pct.)**

a) 4 W; b) 16 W; c) 8 W; d) 32 W; e) 24 W; f) 12 W.

R13. Rezistența internă a sursei este $r=\sqrt{R_1R_2}=2\Omega$, iar puterea maximă debitată în exterior este $P_{\max}=\frac{E^2}{4r}=8W$

14. Un fir conductor cu rezistivitatea de $1,2\cdot10^{-6}\ \Omega\cdot\text{m}$ și aria secțiunii transversale de $0,4\ \text{mm}^2$ este străbătut de un curent electric cu intensitatea de 2 A când la capetele sale se aplică o tensiune de 12 V. Lungimea conductorului este: **(6 pct.)**

a) $2\cdot10^3\,\text{m}$; b) 2 m; c) 10 m; d) 6 m; e) 3 m; f) 4 m.

R14. Din $U = \frac{\rho l}{S} I$ se obține $l = U = \frac{US}{\rho I} = 2m$

15. O sursă cu t.e.m. de 4,5 V debitează un curent de 1 A pe o rezistență de $4\ \Omega$. Rezistența internă a sursei este: **(6 pct.)**

a) $0,45\ \Omega$; b) $0,2\ \Omega$; c) $1\ \Omega$; d) $1,15\ \Omega$; e) $0,25\ \Omega$; f) $0,5\ \Omega$.

R15. Din $I = \frac{E}{r+R}$ se obține $r = \frac{E}{I} - R = 0,5\Omega$