23 iulie 2019, **Admitere UPB, Fizică Fa**. Enunţuri şi rezolvare (dr. Savu-Sorin Ciobanu)

UNIVERSITATEA *POLITEHNICA* DIN BUCUREŞTI

Facultatea ________________________

Iulie 2019

CHESTIONAR DE CONCURS

Numărul legitimaţiei de bancă ____________
Numele ____________________________
Prenumele tatălui ____________________
Prenumele __________________________

DISCIPLINA: **Fizică** **Fa**

VARIANTA **A**

1. Un sistem termodinamic închis efectuează un lucru mecanic de 200 J şi primeşte o cantitate de căldură de 600 J. Variaţia energiei interne a sistemului este: **(6pct.)**
a) 600 J; b) 400 J; c) 300 J; d) -800 J; e) 800 J; f) -600 J.

Rezolvare 1: Variaţia energiei interne este diferenţa dintre căldura primită şi lucrul mecanic efectuat: $\Delta U = Q - L = 400\text{ J}$. Răspuns corect b).

2. Un mol de gaz ideal cu căldura molară la volum constant $C_V = 3R/2$ suferă o transformare descrisă de relaţia $T = aV^2$, unde a este o constantă pozitivă. Căldura molară în această transformare este: **(6pct.)**
a) 5R/2; b) R; c) 3R/2; d) R/2; e) 2R; f) 3R.

Rezolvare 2. Folosind ecuaţia termică de stare a gazului ideal $pV = \nu RT$ şi ecuaţia transformării suferite de gazul ideal $T = aV^2$, obţinem $pV = \nu RaV^2$, adică $p = bV$, unde $b = \nu Ra$ este tot o constantă pozitivă. În coordonate p-V transformarea gazului este descrisă de o dreaptă care trece prin origine. Considerînd transformarea între stările iniţială şi finală de temperaturi T_i şi T_f, după calcularea variaţiei energiei interne $\Delta U = \nu C_V (T_f - T_i)$ şi a lucrului mecanic efectuat de gaz $L = \frac{p_f + p_i}{2}(V_f - V_i) = \frac{b}{2}\left(V_f^2 - V_i^2\right) = \nu \frac{R}{2}(T_f - T_i)$, folosind $Q = \Delta U + L$ şi definiţia căldurii molare $C = \frac{Q}{\nu(T_f - T_i)}$, se obţine căldura molară a gazului în această transformare $C = C_V + \frac{R}{2} = 2\,R$. Răspuns corect e).

3. Printr-un rezistor cu rezistenţa $R = 40\,\Omega$ trece un curent cu intensitatea $I = 5\text{ A}$. Energia disipată pe rezistor în timp de o oră este: **(6pct.)**
a) 7,2 MJ; b) 100 kJ; c) 3,6 kJ; d) 3,6 MJ; e) 7,2 kJ; f) 20 kJ.

Rezolvare 3. Energia degajată de rezistor este $W = RI^2t = 3{,}6$ MJ. Răspuns corect d).

4. Într-un circuit simplu format dintr-o sursă cu tensiunea electromotoare $E = 12\text{ V}$, rezistenţa internă $r = 0{,}5\,\Omega$ şi un rezistor cu rezistenţa $R = 5{,}5\,\Omega$, intensitatea curentului este: **(6pct.)**
a) 6 A; b) 24 A; c) 4 A; d) 2 A; e) 0,5 A; f) 3 A.

Rezolvare 4. $I = \frac{E}{R + r} = 2\ \text{A}$. Răspuns corect d).

5. Un corp cu masa de 0,5 kg se află în repaus la înălţimea de 0,5 m faţă de sol. Energia potenţială a corpului în cîmp gravitaţional ($g = 10\ \text{m/s}^2$) este: **(6pct.)**
a) 5 J; b) 0,5 J; c) 0,25 J; d) 25 mJ; e) 2,5 J; f) 25 J.

Rezolvare 5. $E_p = mgh = 2{,}5\ \text{J}$. Răspuns corect e).

6. Randamentul unei maşini termice care funcţionează după un ciclu Carnot între temperaturile 300 K şi 800 K este: **(6pct.)**
a) $62{,}5\ \%$; b) $80\ \%$; c) $87{,}5\ \%$; d) $37{,}5\ \%$; e) $42{,}5\ \%$; f) $30\ \%$.

Rezolvare 6. $\eta = 1 - \frac{T_r}{T_c} = 1 - \frac{300\ \text{K}}{800\ \text{K}} = \frac{5}{8} = 62{,}5\%$. Răspuns corect a).

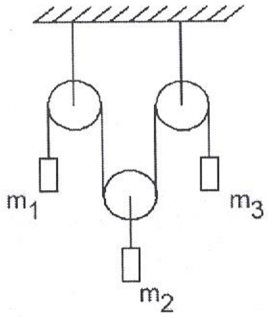
7. Un rezistor cu rezistenţă variabilă este alimentat de 4 baterii identice legate în serie, fiecare cu tensiunea electromotoare $E = 1{,}5\ \text{V}$ şi rezistenţa internă $r = 0{,}3\ \Omega$. Valoarea maximă a puterii ce poate fi debitată pe rezistor este: **(6pct.)**
a) $30\ \text{W}$; b) $15\ \text{W}$; c) $12\ \text{W}$; d) $7{,}5\ \text{W}$; e) $1{,}2\ \text{W}$; f) $6\ \text{W}$.

Rezolvare 7. Gruparea bateriilor are tensiunea electromotoare echivalentă $E_e = 4E = 6\ \text{V}$ şi rezistenţa internă echivalentă $r_e = 4r = 1{,}2\ \Omega$. Pentru o valoare a rezistenţei exterioare egală cu r_e se degajă o putere maximă pe rezistor $P_{max} = r_e \frac{E_e^2}{(2r_e)^2} = 7{,}5\ \text{W}$. Răspuns corect d).

8. Rezistenţa echivalentă a doi rezistori cu rezistenţele $R_1 = 4\ \Omega$ şi $R_2 = 12\ \Omega$ legaţi în paralel este: **(6pct.)**
a) $4\ \Omega$; b) $8\ \Omega$; c) $6\ \Omega$; d) $16\ \Omega$; e) $10\ \Omega$; f) $3\ \Omega$.

Rezolvare 8. Folosind $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$, se obţine $R_e = 3\ \Omega$. Răspuns corect f).

9. Trei corpuri de mase $m_1 = m_2 = 3m_3$ sunt legate printr-un fir ideal trecut peste trei scripeţi ideali ca în figură. Valoarea absolută a raportului acceleraţiilor corpurilor de masă m_1 şi m_3 este: **(6pct.)**



a) 1; b) 2/3; c) 4; d) 1/3; e) 2; f) 4/3.

Rezolvare 9. Comparînd masele corpurilor, tragem concluzia că m_3 urcă, m_2 urcă şi m_1 coboară, cu valorile absolute ale acceleraţiilor a_3, a_2 şi a_1. Cum firul este ideal, tensiunea este aceeaşi în tot firul. Astfel, legea a doua a dinamicii pentru cele trei corpuri se scrie:

$T - m_3 g = m_3 a_3$

$m_1 g - T = m_1 a_1$

$2T - m_2 g = m_2 a_2$

Cum la o urcare cu distanţa x a corpului 3, fără ca corpul 1 să se mişte, corpul 2 *coboară* cu x/2 (evident, în acelaşi timp), iar la o coborîre cu distanţa x a corpului 1, fără ca corpul 3 să se mişte, corpul 2 *urcă* cu x/2 (sau mai general, la o urcare cu distanţa x_3 a corpului 3 şi la o coborîre cu distanţa x_1 a corpului 1 într-un interval de timp dat, corpul 2 urcă cu o distanţă $x_2 = \frac{x_1 - x_3}{2}$), obţinem:

$a_2 = \frac{a_1 - a_3}{2}$

Exprimînd T dintr-una din primele 3 ecuaţii şi înlocuind în celelalte două, şi folosind şi cea de-a patra ecuaţie, obţinem un sistem de 3 ecuaţii liniare cu 3 necunoscute, a_1, a_2 şi a_3, care are soluţiile:

$a_1 = g/2$

$a_2 = 0$

$a_3 = g/2$

În final, $\frac{a_1}{a_3} = 1$. Răspuns corect a).

Comentariu: Comparînd cu consideraţiile iniţiale, constatăm că m_3 într-adevăr urcă, m_1 într-adevăr coboară, iar m_2 are o acceleraţie nulă, deci dacă viteza sa iniţială este nulă, rămîne în repaus.

10. Racheta Saturn folosită în programul Apollo genera o forţă de propulsie de 35 MN. Ştiind că masa rachetei era de 2800 tone, acceleraţia acesteia după lansare a fost ($g = 10\,m/s^2$) **(6pct.)**
a) $10\,m/s^2$; b) $28\,m/s^2$; c) $7\,m/s^2$; d) $35\,m/s^2$; e) $2{,}5\,m/s^2$; f) $3{,}5\,m/s^2$.

Rezolvare 10. Lansarea fiind pe verticală, acceleraţia rachetei este $a = \frac{F - mg}{m} = \frac{F}{m} - g = 2{,}5\,m/s^2$. Răspuns corect e).

11. Un corp cu masa de 2 kg are viteza 10 m/s. Impulsul corpului este: **(6pct.)**
a) $100\,N \cdot s$; b) $5\,N \cdot s$; c) $50\,N \cdot s$; d) $10\,N \cdot s$; e) $20\,N \cdot s$; f) $2\,N \cdot s$.

Rezolvare 11. $p = mv = 20\,kg \cdot m/s = 20\,N \cdot s$. Răspuns corect e).

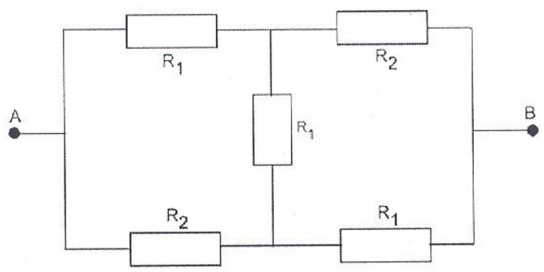
12. Un mobil cu masa $m = 200$ g se mişcă după legea $x(t) = 4 + 2t + 2t^2$ (x este măsurat în metri iar t în secunde). Energia cinetică a mobilului la momentul $t = 2$ s este: **(6pct.)**
a) 4 J; b) 1 J; c) 10 J; d) 30 J; e) 2 J; f) 20 J.

Rezolvare 12. Viteza mobilului este $v(t)=\frac{dx}{dt}=2+4t$, deci $v(2)=10\,\text{m/s}$ şi $E_c=\frac{mv^2}{2}=10\,\text{J}$. Răspuns corect c).

13. În SI unitatea de măsură pentru căldura specifică este: **(6pct.)**
a) $J\cdot K^{-1}$; b) $J\cdot kg^{-1}\cdot K$; c) $J\cdot kg^{-1}$; d) $J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$; e) $J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}$; f) $J\cdot kg\cdot K^{-1}$.

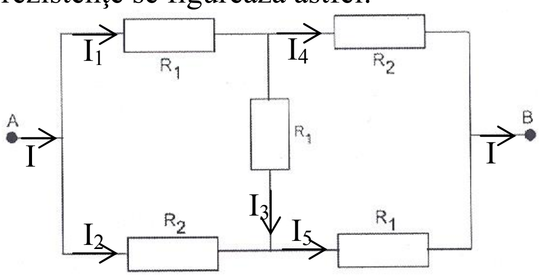
Rezolvare 13. Din definiţie $c=\frac{Q}{m\Delta T}$, deci $[c]_{SI}=\frac{J}{kg\cdot K}$. Răspuns corect e).

14. În circuitul din figură se cunosc $R_1=3\,\Omega$ şi $R_2=9\,\Omega$. Rezistenţa echivalentă între punctele A şi B este: **(6pct.)**

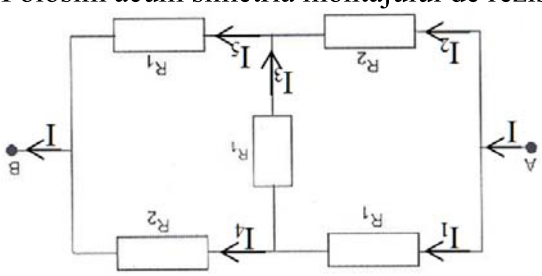


a) $7{,}5\,\Omega$; b) $4{,}5\,\Omega$; c) $6\,\Omega$; d) $5\,\Omega$; e) $2{,}5\,\Omega$; f) $6{,}5\,\Omega$.

Rezolvare 14. Considerăm că se pune o tensiune electrică U_{AB} între punctele A şi B, cu borna pozitivă pe A, şi cea negativă pe B. În acest caz curenţii electrici care trec prin gruparea de rezistenţe se figurează astfel:



Folosim acum simetria montajului de rezistoare. Astfel, rotind figura cu 180°:

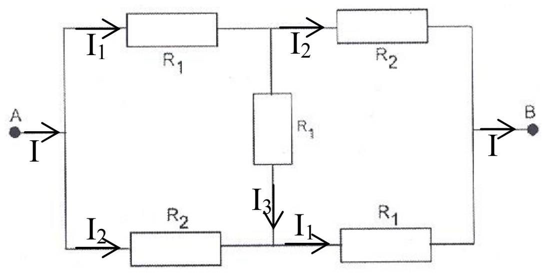


(eventual desenînd-o pe o altă hîrtie), observăm mai întîi curenţii, apoi punem tensiunea electrică U_{AB} cu borna pozitivă pe B (care acum a ajuns în stînga), deci schimbăm sensul tuturor curenţilor. Constatăm că avem aceeaşi figură ca la început (borna B este vechea bornă A şi invers), şi că:

$I_5=I_1$

$I_4=I_2$.

Folosind aceste rezultate, refacem prima figură:



Folosind legile lui Kirchhoff, avem:

$I = I_1 + I_2$

$I_1 = I_2 + I_3$

$I_1 R_1 + I_3 R_1 = I_2 R_2$

Din ultimele două ecuaţii obţinem:

$$I_2 = \frac{2 I_1 R_1}{R_1 + R_2}$$

$$I_3 = \frac{I_1 (R_2 - R_1)}{R_1 + R_2}.$$

Avem, folosind semnificaţia rezistenţei echivalente între punctele A şi B:

$$U_{AB} = R_e I = R_e (I_1 + I_2) = R_e I_1 \frac{3R_1 + R_2}{R_1 + R_2}$$

şi de asemenea, folosind drumul dintre punctele A şi B format din laturile din partea de sus a grupării:

$$U_{AB} = R_1 I_1 + R_2 I_2 = R_1 I_1 \frac{R_1 + 3R_2}{R_1 + R_2}.$$

Deci rezistenţa echivalentă între punctele A şi B este:

$R_e = R_1 \dfrac{R_1 + 3R_2}{3R_1 + R_2} = 5\,\Omega$. Răspuns corect d).

15. Un gaz ideal se destinde adiabatic. În cursul procesului volumul creşte de 100 ori iar temperatura scade de 10 ori. Exponentul adiabatic al gazului este: **(6pct.)**
a) 4/3; b) 2; c) 7/5; d) 3/2; e) 6/5; f) 5/4.

Rezolvare 15. Legea transformării adiabatice este $TV^{\gamma-1} = ct = T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1}$. Folosind şi datele din enunţ scriem $\left(\dfrac{V_f}{V_i}\right)^{\gamma-1} = 100^{\gamma-1} = \dfrac{T_i}{T_f} = 10$. Deci exponentul adiabatic al gazului este $\gamma = 1{,}5$. Răspuns corect d).