

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “CONSTANTIN SĂLCEANU”

TIMIȘOARA 23 MARTIE 2024

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice (la alegere) dintre cele patru prevăzute de programă:

A. MECANICĂ

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

D. OPTICĂ

• Se acordă 10 puncte din oficiu.

• Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.



A. MECANICĂ

Se consideră accelerația gravitațională $g = 10 \text{ m/s}^2$.

I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un ascensor având masa M și viteza inițială de deplasare v_0 execută o mișcare de frânare, oprindu-se pe o distanță h . Mărimea tensiunii T în cablul care susține ascensorul pe parcursul frânării are valoarea:

- a. $M(g - v_0^2/h)$ b. $M(g - v_0^2/2h)$ c. $M(g - v_0/h)$ d. Mg (3p)

2. Forța elastică ce apare într-un resort de constantă elastică k depinde de deformarea x a acestuia conform:

- a. $F = kx^2$ b. $F = x/k$ c. $F = -kx$ d. $F = kx$ (3p)

3. Un om trage o sanie cu forța $F = 100 \text{ N}$ care face unghiul $\alpha = 60^\circ$ cu orizontala pe distanța orizontală $d = 10 \text{ m}$. Să se calculeze lucrul mecanic efectuat de om.

- a. 10 J b. 5 J c. 50 J d. 500 J (3p)

4. Un automobil parcurge distanțele $d_1 = 20 \text{ km}$, $d_2 = 40 \text{ km}$ și $d_3 = 10 \text{ km}$ în intervalele de timp $t_1 = 1 \text{ h}$, $t_2 = 20 \text{ min}$ și $t_3 = 1 \text{ h}$. Care e viteza medie a acestui automobil?

- a. 10 km/h b. 30 km/h c. 20 km/h d. 50 km/h (3p)

5. Un vector \mathbf{a} are lungimea $\sqrt{2}$ și face unghiul $\alpha = 45^\circ$ cu axa orizontală. Care sunt componentele acestui vector pe axele x și y ?

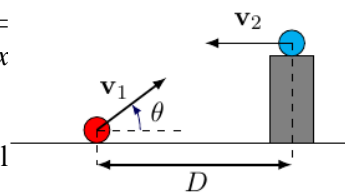
- a. $a_x = \sqrt{2}, a_y = 0$ b. $a_x = \sqrt{2}, a_y = \sqrt{2}$ c. $a_x = 1, a_y = 1$ d. $a_x = 0, a_y = \sqrt{2}$ (3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un corp de masă m este aruncat pe direcție oblică de la nivelul solului ($y_0 = 0$) cu viteza \mathbf{v} având componentele $v_x = 12 \text{ m/s}$ și $v_y = 9 \text{ m/s}$, unde axa x reprezintă direcția orizontală iar axa y cea verticală.

a. Să se găsească înălțimea maximă h_{max} atinsă de punctul material. (3p)

b. Să se găsească distanța pe orizontală străbătută de corp până în momentul când acesta atinge solul. (4p)



De la distanță $D = 15 \text{ m}$, un al doilea corp, identic cu primul, este aruncat de la înălțimea $h' = 5,25 \text{ m}$ către primul cu viteza orizontală $v'_x = 6 \text{ m/s}$.

c. Să se găsească intervalul de timp τ după care acesta trebuie aruncat pentru a se întâlni cu primul proiectil. (4p)

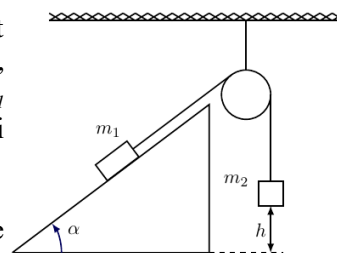
d. Cele două corpuri suferă o ciocnire perfect plastică, continuându-și mișcarea lipite unul de celălalt. Considerând conservarea impulsului total, $\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$, găsiți punctul unde acestea vor lovi solul. (4p)

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Corpul m_1 alunecă în sus pe un plan înclinat de unghi α . Acesta este legat printr-un fir inextensibil trecut peste un scripete ideal de un al doilea corp, m_2 , care este atârnat vertical în partea din dreapta a planului. Cunoscând $\alpha = 30^\circ$, $m_1 = 30 \text{ g}$, $m_2 = 40 \text{ g}$, precum și valoarea coeficientului de frecare dintre m_1 și planul înclinat, $\mu = 0,2$, să se rezolve următoarele cerințe:

a. Să se afle accelerația sistemului și tensiunea din fir. (4p)

b. Corpul m_2 parcurge distanța $h = 10 \text{ cm}$ până la impactul cu solul. Să se calculeze lucrul mecanic efectuat de forța de frecare și viteza lui m_2 la impact.



Pe planul înclinat se instalează un resort ideal de constantă $k = 10 \text{ N/m}$, al cărui capăt este situat la distanța $d = 3 \text{ cm}$ față de m_1 . (3p)

c. Să se afle deformarea maximă Δ a resortului, știind că $d + \Delta < h$. (4p)

d. Aflați deformarea minimă Δ_0^- și cea maximă Δ_0^+ a resortului pentru care sistemul poate rămâne în repaus. (4p)



B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

I. Se consideră cunoscute: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Între parametrii de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$.

1. Sa se exprime unitatea de măsură în S.I. pentru marimea fizica a raportului $\frac{L}{\Delta V}$:

a. Joule b. atm c. Pa d. N/m

(3p)

2. O cantitate de gaz ideal monoatomic ($C_V = 1,5R$) primește caldura Q într-o transformare în care presiunea gazului rămâne constantă. Variația energiei interne a gazului este:

a. $\Delta U = Q$ b. $\Delta U = 0,6 Q$ c. $\Delta U = 0,4 Q$ d. $\Delta U = 0,2 Q$

(3p)

3. Numărul de molecule conținute în 180 ml de apă ($\mu_{\text{apa}} = 18 \text{ g/mol}$) este egal cu:

a. $6,02 \cdot 10^{22}$; b. $6,02 \cdot 10^{23}$; c. $6,02 \cdot 10^{24}$; d. $6,02 \cdot 10^{25}$

(3p)

4. Într-o destindere adiabatică a unei mase constante de gaz ideal, densitatea acestuia:

a. scade b. crește c. rămâne constantă d. crește și apoi scade

(3p)

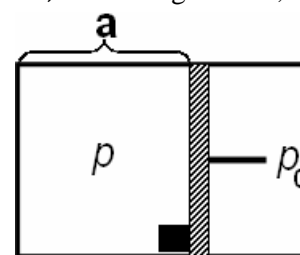
5. Considerând că simbolurile mărimilor fizice și convențiile de semne pentru căldură și lucru mecanic sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia corectă a principiului I al termodinamicii este:

a. $U = Q + L$ b. $\Delta U = Q + L$ c. $U = Q - L$ d. $\Delta U = Q - L$

(3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Într-un cilindru orizontal prevăzut cu piston mobil este închisă o cantitate $\nu = 0,5 \text{ mol}$ de gaz ideal, ca în figura alăturată. Gazul se află inițial la temperatura $t_1 = 7^\circ\text{C}$ și la presiunea $p_1 = \frac{p_2}{2}$. Pistonul are aria $S = 8,31 \text{ dm}^2$. Un sistem de blocare împiedică deplasarea pistonului în sensul comprimării gazului, dar permite deplasarea cu frecare neglijabilă în sensul măririi volumului. Presiunea atmosferică are valoarea $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$. Determinați:



a. lungimea „a” a porțiunii ocupate de gaz în starea inițială

b. numărul de molecule din unitatea de volum în starea inițială

c. temperatura T_2 până la care trebuie încălzit gazul astfel încât să nu-și modifice volumul.

d. temperatura T_3 până la care trebuie încălzit gazul la presiune constantă, astfel încât lungimea porțiunii ocupate de gaz să se dubleze. Cilindrul este suficient de lung.

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

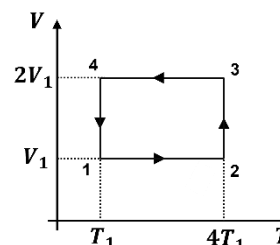
Un sistem termodinamic evoluează după procesul ciclic 12341 reprezentat în coordonate V-T ca în figura alăturată. Substanța de lucru este $\nu = 1 \text{ mol}$ de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$), temperatura stării 1 fiind $T_1 = 300 \text{ K}$. Se cunoaște $\ln 2 = 0,693$.

a. Reprezentați grafic procesul ciclic în sistemul de coordonate p-V.

b. Calculați energia internă a gazului în starea 3.

c. Determinați valoarea caldurii primite de substanța de lucru în timpul unui ciclu.

d. Calculați lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu.



C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect. (15p)

1. Dacă la bornele unui generator electric este conectat un voltmetru ideal, atunci:

- a. tensiunea la bornele generatorului este nulă
- b. tensiunea indicată de voltmetru este egală cu tensiunea electromotoare a generatorului
- c. intensitatea curentului electric care străbate generatorul este maximă
- d. puterea electrică transferată de generator voltmetrului este maximă **(3p)**

2. Un consumator alcătuit din n rezistoare identice înseriate, având fiecare rezistența electrică R , este conectat la bornele unei baterii cu tensiunea electromotoare E și rezistența interioară r . Intensitatea curentului electric prin consumator este:

- a) $\frac{E}{nR + r}$ b) $\frac{E}{n^2R + r}$ c) $\frac{nE}{R + n^2r}$ d) $\frac{nE}{nR + r}$ **(3p)**

3. În sistemul internațional de unități, unitatea de măsură pentru tensiunea electrică este:

- a) $\text{kg m A}^{-1} \text{s}^{-3}$ b) $\text{kg m}^2 \text{A}^{-1} \text{s}^{-2}$ c) $\text{kg m}^2 \text{A}^{-2} \text{s}^{-3}$ d) $\text{kg m}^2 \text{A}^{-1} \text{s}^{-3}$ **(3p)**

4. Rezistența electrică a unui fir conductor la temperatura $t = 40^\circ\text{C}$ are valoarea $R = 11,8 \Omega$. La temperatura $t_0 = 0^\circ\text{C}$, rezistența electrică a conductorului are valoarea $R_0 = 10 \Omega$. Coeficientul de temperatură al rezistivității materialului din care este confecționat conductorul are valoarea:

- a) $\alpha = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ b) $\alpha = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ c) $\alpha = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ d) $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ **(3p)**

5. La capetele unui rezistor sub formă de bandă metalică, cu rezistența totală R se aplică o tensiune electrică $U = 100 \text{V}$. Voltmetrul legat în paralel cu porțiunea R_1 a benzii metalice indică $U_1 = 18,2 \text{V}$. Să se determine relația dintre intensitățile curenților care trec prin voltmetru și prin R_1 (I_V / I_{R1}) dacă R_1 reprezintă 40 % din R .

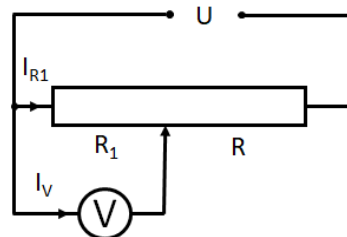


Fig.1

- a) $I_V / I_{R1} = 6$ b) $I_V / I_{R1} = 2$ c) $I_V / I_{R1} = 1$ d) $I_V / I_{R1} = 4$ **(3p)**

II. Rezolvați următoarea problemă:

Se consideră montajul electric, care conține un șir infinit de rezistori, conectați ca în figura 2. Să se găsească:

a) Valoarea rezistenței electrice a circuitului infinit din figura 2, măsurată între punctele A și B, dacă $R = 1 \Omega$; **(5p)**

b) Puterea electrică pe rezistorul echivalent R_{AB} , dacă circuitul este conectat la un generator cu tensiunea electromotoare $E = 1 \text{V}$ și rezistența internă $r = 10^{-4} \Omega$; **(3p)**

c) Randamentul circuitului electric din figura 2, atunci când la bornele AB se conectează un alt generator, cu rezistența internă de $r_2 = 1 \Omega$; **(3p)**

d) Calculați rezistența echivalentă R_{CD} a circuitului din figura 3 și comparați R_{CD} cu R_{AB} . **(4p)**

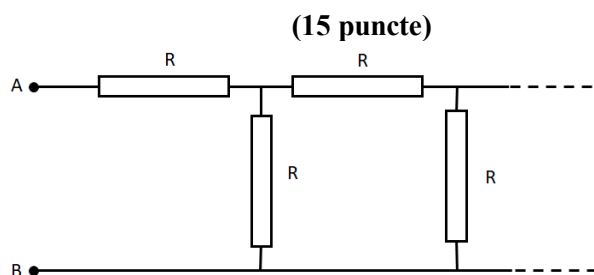


Fig.2



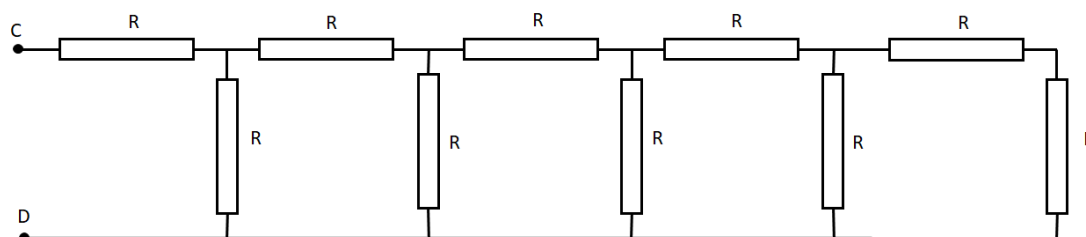


Fig.3

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15p)

Se realizează montajul a cărui schemă este redată în figura 4. Se cunosc: $E_1 = 4,5 \text{ V}$ și $E_2 = 6 \text{ V}$, $r_1 = r_2 = 1 \Omega$, $R_1 = 14 \Omega$ și $R_2 = 49 \Omega$. Întrerupătorul K este închis. În aceste condiții intensitatea curentului indicat de ampermetrul ideal ($R_A \cong 0$) este $I_1 = 0,2 \text{ A}$.

- Determinați tensiunea la bornele generatorului având t.e.m. E_1 . (3p)
- Determinați tensiunea la bornele rezistorului R_2 . (4p)
- Calculați rezistența electrică a rezistorului R_3 . (4p)
- Se deschide întrerupătorul K . Determinați valoarea pe care ar trebui să o aibă rezistența electrică a ampermetrului (R_A), pentru ca intensitatea curentului măsurat de ampermetru, în aceste condiții, să fie egală cu $I_A = 0,15 \text{ A}$. (4p)

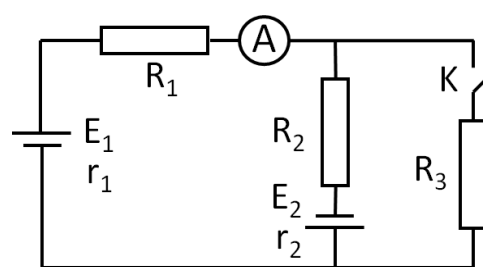


Fig.4



D. OPTICA

Se consideră viteza luminii în vid $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, constanta lui Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

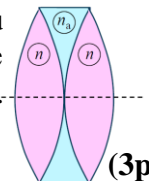
I. Pentru itemii 1-5, scrieți litera corespunzătoare răspunsului considerat corect. (15p)

1. O rază de lumină care provine din apă, cu indicele de refracție $n_a = 4/3$, cade pe suprafața de separație dintre apă și aer, sub unghiul de incidență $i = 30^\circ$. Raza de lumină suferă:

- a. doar reflexie b. reflexie și refracție c. doar refracție d. reflexie totală (3p)

2. Două lentile subțiri, plan-convexe, din sticlă cu indicele de refracție $n = 3/2$, au fețele convexe alipite (ca în figura alăturată), razele de curbură ale acestora fiind de 10 cm. Între cele două lentile se toarnă apă cu indicele de refracție $n_a = 4/3$. Distanța focală a sistemului optic format va fi:

- a. 15 cm b. 30 cm c. 50 cm d. 45 cm (3p)



3. O radiație monocromatică care se propagă prin aer are frecvența egală cu $5,4 \cdot 10^{14}$ s⁻¹. Trecând prin sticlă cu indicele de refracție $n_s = 3/2$, aceeași radiație va avea frecvența:

- a. $3,2 \cdot 10^{14}$ s⁻¹ b. $4,4 \cdot 10^{14}$ s⁻¹ c. $8,5 \cdot 10^{14}$ s⁻¹ d. $5,4 \cdot 10^{14}$ s⁻¹ (3p)

4. Un dispozitiv Young, cu distanța dintre fante $a = 0,13$ mm, este iluminat folosind lumină monocromatică cu lungimea de undă $\lambda = 555$ nm. Urmărind figura de interferență pe un ecran aflat la distanța $D = 1,3$ m față de dispozitiv, interfranța figurii de interferență are valoarea:

- a. 5,55 mm b. 55,5 mm c. 5,13 mm d. 13,5 mm (3p)

5. Sub acțiunea unei radiații cu lungimea de undă $\lambda = 140$ nm, fotoelectronii emiși de catodul metalic al unei celule fotoelectrice sunt frânați la o tensiune inversă $U_s = -5$ V. Lucrul mecanic de extracție al fotoelectronilor din catodul celulei este de aproximativ:

- a. 4,23 eV b. 1,32 eV c. 3,81 eV d. 5,13 eV (3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15p)

În stânga unei lentile subțiri convergente cu distanța focală $f_1 = 15$ cm, la distanța de 20 cm față de lentilă, se află o lumânare cu înălțimea $y = 10$ cm, perpendiculară pe axa optică a lentilei.

- a. La ce distanță, față de lentilă, trebuie plasat un ecran, pentru a observa imaginea clară a lumânării?
 b. Ce înălțime are imaginea lumânării și care sunt caracteristicile acesteia?
 c. De lentilă, se alipește o altă lentilă subțire convergentă cu distanța focală $f_2 = 30$ cm, axa optică a celor două lentile fiind comună. Menținând lumânarea în aceeași poziție, aflați distanța d pe care trebuie deplasat ecranul, pentru a observa imaginea clară a lumânării pe ecran.
 d. Determinați distanța L pe care trebuie deplasată una dintre cele două lentile, de-a lungul axei optice, pentru ca un fascicul de lumină care se propagă înspre sistem paralel cu axa optică, la ieșirea din sistem să fie tot paralel cu axa optică. Reprezentați schematic acest sistem optic și propagarea razelor de lumină.

III. Rezolvați următoarea problemă: (15p)

Pe catodul unei celule fotoelectrice, cad două radiații cu lungimile de undă $\lambda_1 = 550$ nm și, respectiv, $\lambda_2 = 320$ nm. Lucrul mecanic de extracție al metalului din care este confecționat catodul este $L_{\text{extr}} = 3,2$ eV.

- a. Stabiliți dacă cele două radiații produc efect fotoelectric.
 b. În cazul producerii efectului fotoelectric, determinați energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși.
 c. Calculați tensiunea electrică de stopare.
 d. Determinați viteza maximă a fotoelectronilor emiși.

