

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “CONSTANTIN SĂLCEANU”

TIMIȘOARA 25 MARTIE 2023

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

A. MECANICĂ

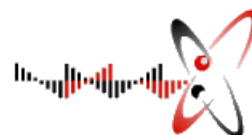
B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

D. OPTICĂ

• Se acordă 10 puncte din oficiu.

• Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.



A. MECANICĂ

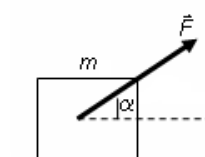
Se consideră accelerația gravitațională $g = 10 \text{ m/s}^2$.

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

1. Un mobil aflat în mișcare rectilinie parcurge patru distanțe egale cu vitezele constante $v_1 = 1 \text{ m/s}$, $v_2 = 2 \text{ m/s}$, $v_3 = 3 \text{ m/s}$ și respectiv $v_4 = 4 \text{ m/s}$. Viteza medie cu care se deplasează mobilul pe întreg traseul este:

a. 2,5 m/s; b. 1,92 m/s; c. 2 m/s; d. 1,47 m/s. (3p)

2. Un corp de masă m se deplasează, cu frecare, pe o suprafață plană, sub acțiunea unei forțe \vec{F} care formează un unghi α cu orizontala (vezi figura alăturată). Pornind din repaus, corpul parcurge distanța d în timpul t . Cunoscând valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corp și suprafață, μ , lucrul mecanic efectuat de forța \vec{F} pe parcursul acestei deplasări are expresia:



a. $L = \frac{m\left(\frac{2d}{t^2} + \mu g\right)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} d \cos \alpha$; b. $L = \frac{m\left(\frac{2d}{t^2} - \mu g\right)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} d \sin \alpha$; c. $L = \frac{m\left(\frac{2d}{t^2} - \mu g\right)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} d \cos \alpha$;

d. $L = \frac{m\left(\frac{2d}{t^2} + \mu g\right)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} d \sin \alpha$. (3p)

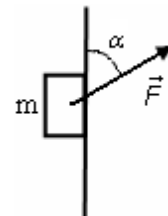
3. Unitatea de măsură pentru constanta de elasticitate k a unui resort, exprimată în unități fundamentale ale S.I. este:

a. $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$; b. $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$; c. $\frac{\text{m}}{\text{kg} \cdot \text{s}}$; d. $\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$. (3p)

4. Un ascensor având masa M și viteza inițială de deplasare v_0 execută o mișcare de frânare astfel încât să se oprească pe o distanță h . Mărimea tensiunii T în cablul care susține ascensorul pe parcursul frânării are valoarea:

a. $T = Mg$; b. $T = M\left(g - \frac{v_0}{h}\right)$; c. $T = M\left(g - \frac{v_0^2}{2h}\right)$; d. $T = M\left(g - \frac{v_0^2}{h}\right)$. (3p)

5. Pentru a menține în echilibru un corp de masă m pe un perete vertical, se acționează cu o forță \vec{F} care formează un unghi α cu verticala (vezi figura alăturată). Cunoscând valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corp și perete, μ , valoarea minimă a forței pentru a menține corpul în echilibru este:

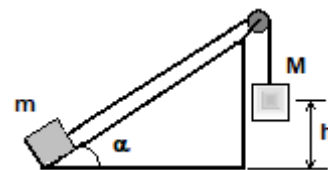


a. $F = mg$; b. $F = \frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$; c. $F = \frac{mg}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$; d. $F = \frac{mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$.

(3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Pe un plan înclinat de unghi α se găsesc două corpuri, de mase m și M legate printr-un fir inextensibil și de masă neglijabilă, trecut peste un scripete ideal (vezi figura alăturată). Inițial, corpul de masă M se



află la înălțimea h , mai mică decât lungimea planului înclinat, față de suprafața solului. Cunoscând m , α , h și valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corpul de masă m și planul înclinat, μ , să se calculeze:

- pentru ce valoare a masei M corpul de masă m va urca uniform pe planul înclinat și cât este tensiunea în firul de legătură în acest caz;
- acelerația celor două corpuri și tensiunea în fir imediat după începerea mișcării, în cazul în care masa corpului M (presupusă cunoscută) este mai mare decât cea calculată la punctul a);
- timpul în care corpul de masă M atinge solul în condițiile de la punctul b);
- viteza maximă pe care o atinge corpul de masă m pe parcursul mișcării sale pe planul înclinat. Dimensiunile geometrice ale celor două corpuri se neglijează.

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un corp de masă $m = 1,0$ kg aflat în repaus pe suprafața solului este ridicat, vertical, cu o forță constantă F . Corpul parcurge în timpul $t = 2$ s o distanță $d = 20$ m, după care acțiunea forței F încetează. Frecarea cu aerul se neglijează.

- Calculează lucrul mecanic efectuat de forța F în acest caz;
- Care este valoarea maximă pe care o atinge energia potențială gravitațională a sistemului corp-Pământ pe parcursul întregii mișcări? Energia potențială gravitațională se consideră zero la nivelul solului;
- După cât timp de la începerea mișcării ajunge corpul din nou pe sol?
- Reprezintă grafic variația energiei potențiale gravitaționale a sistemului corp-Pământ în funcție de timp, pe întreaga durată a mișcării corpului.



B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$. Dacă este nevoie, folosiți aproximația $\ln 2 \approx 0,69$.

- Unitatea de măsură în S.I. pentru produsul dintre masa unui corp și căldura sa specifică este:
a. $(\text{J/K}) \cdot \text{kg}$ **b.** $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **c.** J/K **d.** J (3p)
- Un gaz ideal este supus unei transformări izobare în care temperatura (măsurată în Kelvini) crește de 3 ori. Raportul dintre densitatea inițială și finală este:
a. $\frac{1}{3}$ **b.** 1 **c.** 3 **d.** $\frac{2}{3}$ (3p)
- Un înveliș adiabatic al unui sistem termodinamic nu permite:
a. schimbul de lucru mecanic între sistem și mediul exterior; **b.** schimbul de energie între sistem și mediul exterior; **c.** variația energiei interne a sistemului; **d.** schimbul de căldură între sistem și mediul exterior (3p)
- Dacă în cursul unui proces termodinamic izoterm presiunea unei cantități date de gaz ideal crește cu 25%, atunci volumul ocupat de gaz:
a. scade cu 25% **b.** scade cu 20% **c.** crește cu 20% **d.** crește cu 25% (3p)
- În ciclul Otto, lucru mecanic este produs în timpul:
a. admisiei; **b.** evacuării; **c.** compresiei; **d.** detentei. (3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Într-o butelie având volumul $V = 5 \text{ L}$ se găsește oxigen molecular ($\mu = 32 \text{ g/mol}$), considerat gaz ideal, la presiunea $p_1 = 4,986 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ și temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$. În butelie se introduce o cantitate suplimentară de oxigen, astfel încât presiunea totală crește de 6 ori, iar temperatura sistemului crește cu 60 K . Determinați:

- cantitatea de gaz (în moli) din butelie în starea inițială;
- numărul de molecule de gaz din butelie în starea finală;
- densitatea gazului în starea finală;
- temperatura T_3 la care ar trebui răcită butelia ca presiunea conținutului său ajungă din nou la valoarea inițială, p_1 .

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un motor termic folosește ca fluid de lucru o cantitate de gaz ideal monoatomic ($C_V = 1,5R$). Procesul ciclic de funcționare este alcătuit din următoarele transformări succesive, pornind din starea 1: comprimare izotermă, încălzire izobară, răcire izocoră și comprimare izobară. În decursul întregului ciclu, presiunile variază între $p_o = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ și $p = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, iar volumul între $V_o = 4 \text{ litri}$ și $V = 10 \text{ litri}$.

- Reprezentați procesul în coordonate p - V , respectiv p - T .
- Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul unui ciclu.
- Determinați randamentul motorului termic.
- Determinați randamentul unui motor termic ideal care ar funcționa după un ciclu Carnot între temperaturile extreme atinse de gaz în decursul procesului ciclic dat.



C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

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

1. Utilizând notațiile din manualele de fizică, relația cu ajutorul căreia se poate calcula tensiunea la bornele unui rezistor cu rezistența electrică R , conectat la o sursă de tensiune cu parametri E și r , este:

- a) $\frac{ER}{R+r}$ b) $\frac{ER}{r}$ c) $\frac{R}{E(R+r)}$ d) $\frac{E}{R+r}$ **3 puncte**

2. Figura 1 prezintă secțiunile transversale a trei conductori lungi, de aceeași lungime și din același material.

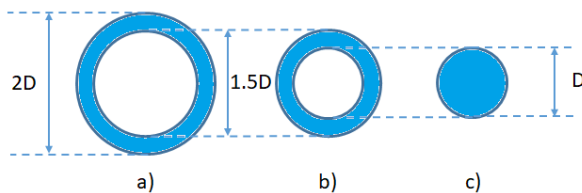


Fig.1.

Între rezistențele electrice ale conductoarelor există următoarea relație:

- a) $R(a) = R(c) > R(b)$;
 b) $R(a) = R(c) < R(b)$;
 c) $R(a) = R(b) = R(c)$;
 d) $R(a) < R(b) < R(c)$.

3 puncte

3. În figura 2 este reprezentată dependența de temperatură a unui rezistor metalic ($\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$). Rezistența rezistorului la temperatura de 0°C este:

- a) $R = 100 \Omega$;
 b) $R = 30 \Omega$;
 c) $R = 40 \Omega$;
 d) $R(a) = 50 \Omega$.

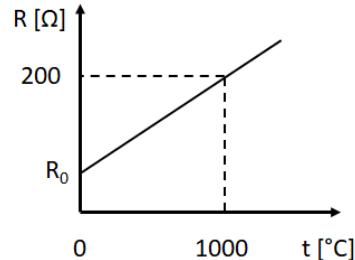


Fig.2.

3 puncte

4. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică (l – lungime, ρ – rezistivitate electrică, P – putere electrică și U – tensiune electrică),

unitatea de măsură în S.I. a mărimii exprimate de relația $\sqrt{\frac{4\pi U^2}{l\rho P}}$ este:

- a) A; b) m^{-1} ; c) V; d) W^{-1} . **3 puncte**

5. Un conductor metalic cu o rezistență electrică de 100Ω este deformat prin alungire, astfel încât noua sa lungime este de două ori mai mare decât lungimea inițială. Găsiți rezistența firului după deformare, presupunând că nu se pierde material prin operația de alungire și densitatea materialului rămâne neschimbată.

- a) 600Ω ; b) 500Ω ; c) 300Ω ; d) 400Ω . **3 puncte**



II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Montajul electric din figura 3 conține ampermetrul de rezistență $R_A = 1 \Omega$, rezistorii $R_1 = 2.5 \Omega$, $R_2 = 7.5 \Omega$, $R_3 = 2.5 \Omega$, un rezistor cu rezistența electrică R confecționat dintr-un fir conductor cu secțiunea $S = 0.1 \text{ mm}^2$ și rezistivitatea electrică $\rho = 12 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$. Sursele de tensiune sunt identice, având fiecare tensiunea electromotoare $E = 6.5 \text{ V}$ și rezistența internă r . Ampermetrul montat în circuit indică un curent electric de intensitate $I = 1 \text{ A}$, iar tensiunea electrică la bornele rezistorului R are valoarea $U_R = 9 \text{ V}$. Să se găsească:

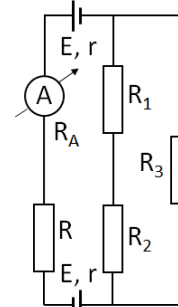


Fig.3

- lungimea firului conductor din care este construit rezistorul R ; **(4p)**
- rezistența electrică echivalentă a grupării formate din rezistoarele R_1 , R_2 și R_3 ; **(3p)**
- rezistența internă r a surselor; **(4p)**
- indicația unui voltmetru ideal conectat la bornele rezistorului R_1 . **(4p)**

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

În circuitul din figura 4, $R_1 = 2.5 \Omega$, $R_2 = 7.5 \Omega$, $R_A = 1 \Omega$, iar rezistorul R este construit dintr-un fir conductor cu diametrul $d = 1 \text{ mm}$, având rezistivitatea $\rho = 0.42 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$. Ampermetrul din circuit indică o valoare $I_1 = 1 \text{ A}$ când comutatorul K este deschis și o valoare $I_2 = 0.8 \text{ A}$ când comutatorul K este închis. Să se calculeze:

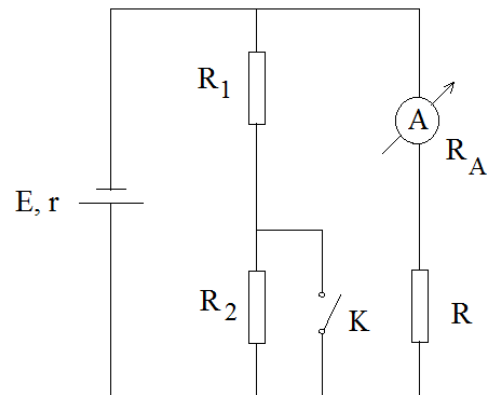


Fig.4

- lungimea firului din care este construit rezistorul R , dacă puterea disipată în acesta când comutatorul K este deschis este $P = 9 \text{ W}$; **(4p)**
- rezistența exterioră a circuitului când comutatorul K este închis; **(4p)**
- intensitatea curentului electric prin generator, atât pentru K închis, cât și pentru K deschis. **(4p)**
- tensiunea electromotoare E și rezistența internă r ale bateriei. **(3p)**



D. OPTICĂ

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. (15 puncte)

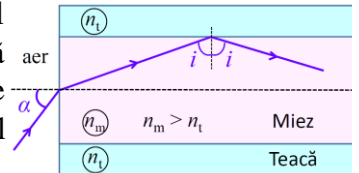
1. Două oglinzi plane formează între ele un unghi de 45° . O rază de lumină suferă câte o reflexie pe fiecare oglindă. Unghiul dintre raza emergentă și raza incidentă este:

- a. 45° b. 135° c. 90° d. 60° (3p)

2. Pe fundul unui lac, este înfipt un stâlp vertical cu înălțimea totală de 4 m, având deasupra apei o lungime de 1 m. Pe suprafața apei, cad raze de lumină sub unghiul de incidență egal cu 45° , indicele de refracție al apei fiind $n = 4/3$. Lungimea umbrei de pe fundul lacului este:

- a. 3,5 m b. 5,8 m c. 0,5 m d. 2,9 m (3p)

3. O rază de lumină cade, din aer, pe capătul unei fibre optice, sub unghiul α față de axa fibrei (vezi figura). Miezul fibrei este de formă cilindrică și are indicele de refracție n_m , fiind înconjurat de teaca cu indicele de refracție n_t , astfel încât $n_m > n_t$. Pentru ca raza să se propage prin miezul fibrei suferind reflexii totale succesive (fig.), trebuie ca:



- a. $\sin \alpha > \sqrt{n_m^2 n_t^2}$ b. $\sin \alpha < \sqrt{n_m^2 - n_t^2}$ c. $\alpha > 45^\circ$ d. $\alpha < 45^\circ$ (3p)

4. Dioptria este convergența unei lentile cu distanța focală de:

- a. 1 cm b. 1 mm c. 10 m d. 1 m (3p)

5. O lentilă subțire, plan-concavă, din sticlă cu indicele de refracție $n = 1,5$, scufundată complet în apă cu indicele de refracție $n_a = 4/3$, are convergența C_a . În aer, convergența C a lentilei este:

- a. $C = 4C_a$ b. $C = 2C_a$ c. $C = 0,5C_a$ d. $C = 0,25C_a$ (3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un dispozitiv Young este iluminat folosind o radiație monocromatică cu lungimea de undă $\lambda = 500$ nm. Distanța dintre fantele dispozitivului este $a = 0,25$ mm, iar figura de interferență se observă pe un ecran vertical, aflat la distanța $D = 1$ m față de dispozitiv. Aflați:

- a. interfranja figurii de interferență de pe ecran;
 b. distanța la care se formează a cincea franjă luminoasă de pe ecran, față de maximul central al figurii;
 c. distanța la care se formează a zecea franjă întunecată de pe ecran, față de maximul central al figurii;
 d. distanța pe care se deplasează sistemul de franje, dacă o fantă a dispozitivului se acoperă cu o lamă transparentă din sticlă de grosime $e = 8$ μm și indice de refracție $n = 1,5$;
 e. interfranja figurii de interferență, dacă dispozitivul se scufundă în apă cu indicele de refracție $n_a = 4/3$.



III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Sub acțiunea radiației cu lungimea de undă $\lambda_1 = 500$ nm, fotoelectronii emiși de catodul unei celule fotoelectrice sunt stopați utilizând o tensiune electrică inversă $U_1 = 0,25$ V. Determinați:

- a. energia cinetică maximă $E_{c \max 1}$ a fotoelectronilor emiși sub acțiunea radiației cu lungimea de undă λ_1 ;
- b. lucrul mecanic de extracție al catodului;
- c. frecvența de prag a efectului fotoelectric;
- d. tensiunea electrică inversă necesară pentru stoparea fotoelectronilor emiși de același catod, sub acțiunea radiației cu lungimea de undă $\lambda_2 = 300$ nm;
- e. viteza maximă $v_{\max 2}$ a fotoelectronilor emiși sub acțiunea radiației cu lungimea de undă λ_2 .

