

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “CONSTANTIN SĂLCEANU”

TIMIȘOARA 22 MARTIE 2025

- 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

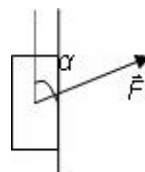
Subiectul I (15 puncte)

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

Acceleratia gravitacionala are valoarea $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1. Asupra unui corp de masă m aflat în contact cu un perete vertical acționează o forță $\vec{F}$, care formează un unghi $\alpha = 60^\circ$ cu verticala (vezi figura alaturata). Dacă corpul urcă de-a lungul peretelui cu viteză constantă, iar coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și perete este $\mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$, atunci modului forței de frecare are expresia:

- a) $4mg$ b) $\frac{4}{3}mg$ c) $\frac{3}{2}mg$ d) mg



3 puncte

2. Un corp este lansat cu viteza v_0 pe o suprafață orizontală, coeficientul de frecare între corp și suprafața orizontală este μ . Distanța d parcursă până la oprire este dată de relația:

- a) $\frac{v_0}{\mu g}$ b) $\frac{v_0}{2\mu g}$ c) $\frac{v_0^2}{2\mu g}$ d) $\frac{\mu g}{v_0^2}$

3 puncte

3. Unitatea de măsură în sistemul internațional a mărimii fizice $\frac{mv^2}{r}$, unde r - modulul vectorului de poziție, m - masa corpului și v - viteza corpului, este:

- a) m/s^2 b) N c) m/s d) J

3 puncte

4. Sub acțiunea unei forțe rezultante F , unui corp de masă m i se imprimă o accelerație a . O forță de 3 ori mai mare (triplă), care acționează asupra unui corp cu masa de 2 ori mai mare, va imprima o accelerație:

- a) $2a$ b) $\frac{4}{3}a$ c) $\frac{3}{2}a$ d) a

3 puncte

5. Un corp este aruncat vertical în sus cu viteza $v_0 = 30 \text{ m/s}$. Energia cinetică a corpului va fi egală cu jumătate din energia potențială la înălțimea:

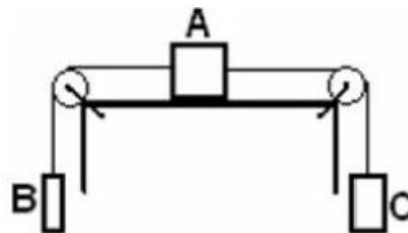
- a) 15 m b) 20 m c) 25 m d) 30 m

3 puncte

Subiectul II (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Pe o suprafață orizontală se află un corp A de masă $m_1 = 1$ kg, legat prin fire inextensibile și de masă neglijabilă de corpurile B și C. Firele sunt trecute peste scripeti ideali (fără frecare și de masă neglijabilă) ca în figura alaturată. Masa corpului B este $m_2 = 5$ kg, iar cea a corpului C este $m_3 = 2$ kg. Lăsat liber, sistemul se deplasează accelerat astfel încât corpul C urcă. Coeficientul de frecare între corpul A și suprafața orizontală este $\mu = 0.2$, iar accelerația gravitațională are valoarea $g = 10 \text{ m/s}^2$.

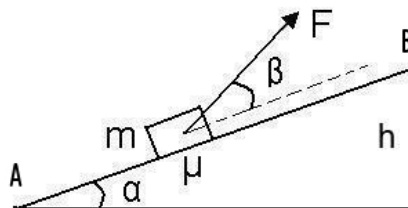


- Reprezentați toate forțele care acționează asupra corpurilor A, B, C ;
- Deduceți expresia accelerației sistemului în funcție de m_1, m_2, m_3, g și μ ;
- Calculați valoarea forței de tensiune din firul care leagă corpurile A și B și valoarea forței de tensiune din firul care leagă corpurile A și C;
- Considerând valorile numerice de mai sus, calculați cea mai mică valoare pe care o poate avea masa unui corp suplimentar care, atașat corpului C, determină mișcarea sistemului cu viteză constantă .

Subiectul III (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Pe un plan înclinat de unghi α față de orizontală și înălțime h , urcă cu frecare un corp de masă m sub acțiunea unei forțe F care face cu direcția planului înclinat unghiul β . Corpul porneste din punctul A și se considera viteza în punctul A egală cu zero.



- Deduceți expresia forței de frecare și a accelerației cu care urcă corpul pe planul înclinat, în funcție de $F, \mu, \alpha, \beta, m, g$;
- Deduceți expresia forței F în funcție de μ, α, β, m, g în cazul în care corpul se deplasează uniform pe planul înclinat. Deduceți lucrul mecanic al forței F , al forței de frecare, al greutății și al reacțiunii normale a planului înclinat, în cazul în care corpul se deplasează uniform între punctele A și B. Expresiile pentru lucrul mecanic al forțelor care acționează asupra corpului trebuie să depindă de h .
- Deduceți expresia forței F în funcție de $\mu, \alpha, \beta, m, g, a$ în cazul în care corpul se deplasează uniform accelerat pe planul înclinat. Lucrul mecanic al forței F , al forței de frecare, al greutății și al reacțiunii normale a planului înclinat, în cazul în care corpul se deplasează uniform accelerat între punctele A și B ;
- Viteza corpului când ajunge la înălțimea h , în cazul mișcării uniform accelerate date la punctul c) . Viteza trebuie scrisă în funcție de $\mu, \alpha, \beta, g, a, h$.

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 $\ln 2 \approx 0,7$.

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

1. Unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

a. $(\text{J} \cdot \text{K})/\text{kg}$ b. $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ c. J/K d. $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ (3p)

2. Variația temperaturii unui gaz, măsurată cu un termometru etalonat în scara Celsius, este $\Delta t = 77^\circ\text{C}$.

Se poate spune că variația temperaturii absolute a acestui gaz este:

a. $\Delta T = 350 \text{ K}$ b. $\Delta T = 77 \text{ K}$ c. $\Delta T = 0 \text{ K}$ d. $\Delta T = 196 \text{ K}$ (3p)

3. O incintă este alcătuită din două compartimente (notate A și B), de volume egale, în fiecare aflându-se 3 moli de gaz ideal. Compartimentele sunt separate printr-un piston termoizolant blocat. Dacă între presiunile din cele două compartimente există relația $p_B = 9p_A$, atunci între temperaturi există relația:

a. $T_B = 9T_A$ b. $T_A = 9T_B$ c. $T_A = 3T_B$ d. $T_B = 3T_A$ (3p)

4. În ciclul Diesel, lucru mecanic este produs în timpul:

a. admisiei; b. compresiei; c. detentei; d. evacuării (3p)

5. Dacă o cantitate de gaz ideal efectuează lucru mecanic într-o transformare adiabatică:

a. energia internă a gazului crește; b. presiunea gazului crește;

c. numărul de molecule din unitatea de volum a gazului scade; d. volumul scade (3p)

II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Într-o butelie se află o cantitate de amestec gazos de hidrogen ($\mu_1 = 2 \text{ g/mol}$) și heliu ($\mu_2 = 4 \text{ g/mol}$), considerate gaze ideale. Dacă pentru cei doi moli de amestec care se găsesc în butelie se cunosc masa molară medie ($\bar{\mu} = 2,5 \text{ g/mol}$), presiunea ($p = 33,24 \text{ hPa}$) și temperatura ($t = -73^\circ\text{C}$), calculați:

a. densitatea amestecului gazos (exprimată în grame pe metru cub);

b. masa de hidrogen conținută în butelie (exprimată în grame);

c. concentrația de molecule din butelie (numărul de molecule din unitatea de volum, exprimată ca număr de molecule pe metru cub);

d. ce masă de heliu (exprimată în grame) ar trebui introdusă în butelie pentru a aduce masa molară medie a amestecului la $\bar{\mu}' = 3 \text{ g/mol}$.

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) efectuează un ciclu termodinamic format dintr-o comprimare izotermă (la temperatura $T_1 = 500 \text{ K}$), urmată de o destindere izobară, în final gazul revenind în starea inițială printr-o răcire izocoră. Se știe că raportul dintre volumul maxim și cel minim atins de gaz în cursul întregului ciclu este $\varepsilon = 4$.

a. Reprezentați procesul în coordonate $p - V$, respectiv $p - T$.

b. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul unui ciclu.

c. Determinați randamentul unui motor termic care ar funcționa după acest ciclu.

d. Determinați randamentul unui motor termic ideal care ar funcționa după un ciclu Carnot, între temperaturile extreme atinse de gaz în decursul întregului ciclu termodinamic.

C. PRODUCEREA SI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

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

(15 puncte)

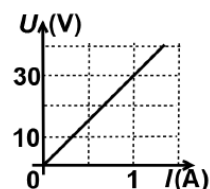
1. Unitatea de măsură echivalentă cu cea a intensității curentului electric, exprimată în unități din S.I., este:

- a. $\sqrt{J \cdot \Omega \cdot s^{-1}}$ b. $J \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$ c. $\sqrt{J \cdot \Omega^{-1} \cdot s}$ d. $J \cdot V \cdot s^{-1}$

(3p)

2. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența tensiunii la bornele unei grupări serie, formată din trei rezistoare identice, de intensitatea curentului ce străbate gruparea. Valoarea rezistenței electrice a unui singur rezistor este:

- a. 60Ω b. 30Ω c. 10Ω d. 5Ω



(3p)

3. Două generatoare caracterizate de parametrii (E_1, r_1) și (E_2, r_2) sunt conectate, în paralel, la bornele unui rezistor de rezistență R . Expresia corectă a intensității curentului ce străbate rezistorul este:

- a. $I = \frac{E_1 + E_2}{R + r_1 + r_2}$ b. $I = \frac{E_1 r_1 + E_2 r_2}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$ c. $I = \left(\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \right) R$ d. $I = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$

(3p)

4. Randamentul unui circuit electric simplu format dintr-o baterie cu rezistența interioară r și un consumator cu rezistența R este:

- a. $\frac{R}{r}$ b. $\frac{r}{R}$ c. $\frac{R}{R + r}$ d. $\frac{r}{R + r}$

(3p)

5. Un conductor de lungime $l = 6,28 \text{ m}$ ($\cong 2\pi \text{ m}$) este confecționat din nichelină având rezistivitatea $\rho = 0,4 \mu\Omega \cdot \text{m}$. Știind că rezistența electrică a conductorului este $R = 20 \Omega$, diametrul secțiunii transversale a acestuia este egal cu:

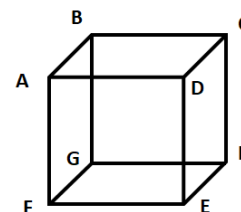
- a. 4 mm b. 2 mm c. $0,4 \text{ mm}$ d. $0,2 \text{ mm}$

(3p)

II. Rezolvați următoarea problemă

(15 puncte)

Se consideră o rețea electrică de forma unui cub (ca în figura alăturată), în care muchiile cubului sunt din sârmă de cupru ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$). Lungimea muchiei este de 1 m , iar diametrul sârmei este de 1 mm .



a) Calculați rezistența echivalentă a circuitului între punctele A și H. (6p)

b) Calculați puterea electrică între punctele A și H debitată de un generator cu tensiunea electromotoare, $E = 3 \text{ V}$ și rezistența internă, $r = 1,5 \Omega$. (3p)

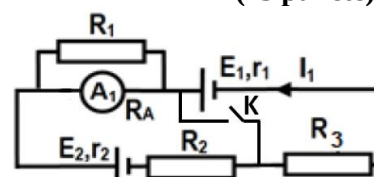
c) Cât ar trebui să fie lungimea unei muchii astfel încât transferul de putere de la generator la circuitul A – H să fie maxim? (4p)

d) Calculați randamentul generatorului în condițiile de la punctul c). (2p)

III. Rezolvați următoarea problemă

(15 puncte)

Se consideră circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată. Se cunosc: $E_1 = 16 \text{ V}$, $r_1 = 2 \Omega$, $r_2 = 1 \Omega$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 9 \Omega$, $R_3 = 7,2 \Omega$. Rezistența electrică a ampermetrului este $R_A = 1 \Omega$. Valoarea intensității curentului care străbate sursa E_1 este $I_1 = 0,5 \text{ A}$, având sensul indicat în figură.



a) Calculați valoarea tensiunii de la bornele rezistorului R_3 . (3p)

b) Determinați valoarea I_A a intensității curentului indicate de ampermetru. (4p)

c) Calculați valoarea tensiunii electromotoare E_2 . (4p)

d) Calculați intensitatea curentului electric indicată de ampermetru, dacă comutatorul K este închis? (4p)

D. OPTICA

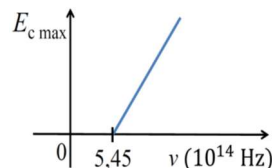
Se consideră viteza luminii în vid $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, constanta lui Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

D. SUBIECTUL I

(15 puncte)

Pentru itemii 1-5, scrieți litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

- O rază de lumină care se propagă prin apă, cu indicele de refracție $n = 4/3$, cade pe suprafața de separație dintre apă și aer. Dacă unghiul de incidență este egal cu 60° , atunci raza de lumină suferă:
a. reflexie și refracție b. reflexie totală c. refracție d. trecere nedeviată (3p)
- Un peștișor se află la adâncimea de 1 m într-un lac cu apa limpede, indicele de refracție al apei fiind egal cu $4/3$. Unei persoane, care privește peștișorul din aer, de-a lungul normalei la suprafața apei, i se pare că-l vede la adâncimea:
a. 1 m b. 0,55 m c. 0,75 m d. 0,35 m (3p)
- Modulul convergenței unei lentile subțiri plan-concave, cu raza de curbură de 50 cm și indicele de refracție egal cu 1,5, este:
a. 1 m^{-1} b. $0,1 \text{ m}^{-1}$ c. 1 cm^{-1} d. $0,1 \text{ cm}^{-1}$ (3p)
- În figura alăturată este prezentată energia cinetică maximă a electronilor extrași dintr-un metal, prin efect fotoelectric extern, în funcție de frecvența radiației incidente. Lucrul mecanic de extracție al electronilor din metal este:
a. 1 eV b. 5,5 eV c. 1,5 eV d. 2,25 eV (3p)
- Un dispozitiv Young are distanța dintre fante $a = 0,25$ mm. Folosind lumină monocromatică cu lungimea de undă $\lambda = 500$ nm și urmărind figura de interferență pe un ecran aflat la distanța $D = 2,5$ m față de dispozitiv, distanța dintre al cincilea minim de interferență și al optulea maxim de interferență, aflate de aceeași parte a maximumului central, este:
a. 4,55 cm b. 3,57 cm c. 1,75 cm d. 2,75 cm (3p)



D. SUBIECTUL II

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un sistem optic este format din două lentile subțiri: una convergentă și cealaltă divergentă, cu modulele distanțelor focale $|f_1| = 3$ cm și, respectiv, $|f_2| = 6$ cm. Cele două lentile sunt așezate coaxial, în aer, la distanța $L = 15$ cm una față de cealaltă, lentila divergentă fiind în dreapta lentilei convergente. În stânga lentilei convergente, la distanța de 4 cm față de aceasta, se află o lumânare, cu înălțimea de 4 cm.

- La ce distanță, față de lentila divergentă, se formează imaginea lumânării, dată de sistemul optic?
- Care este înălțimea imaginii date de sistemul optic?
- Construiți imaginea dată de sistem și precizați caracteristicile acesteia.
- Ce distanță focală f_3 ar trebui să aibă o altă lentilă convergentă care, pusă în poziția primei lentile convergente, să formeze împreună cu lentila divergentă un sistem optic afocal? (Un sistem optic afocal transformă un fascicul de raze paralele, tot într-un fascicul de raze paralele).

D. SUBIECTUL III

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Pe catodul unei celule fotoelectrice cad două radiații cu lungimile de undă $\lambda_1 = 500$ nm și, respectiv, $\lambda_2 = 350$ nm. Lucrul mecanic de extracție al metalului din care este confecționat catodul este $L_{\text{extr}} = 3$ eV.

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