

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ

“CONSTANTIN SĂLCEANU”

26 MARTIE 2022

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

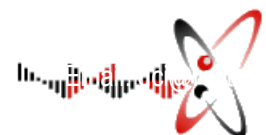
A. MECANICĂ

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. MECANICA

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

SUBIECTUL I.

(15 puncte)

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

- Asupra unui corp de masă $m = 0,2 \text{ kg}$ acționează o forță constantă \vec{F} , pe direcția și în sensul vitezei inițiale. Într-un interval de timp $\Delta t = 5 \text{ s}$ variația vitezei corpului este $\Delta v = 10 \text{ m/s}$. Valoarea forței \vec{F} este:
a. $F = 0,4 \text{ N}$ b. $F = 0,8 \text{ N}$ c. $F = 1,2 \text{ N}$ d. $F = 0,3 \text{ N}$ (3p)
- Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care reprezintă o energie cinetică este:
a. $E_C = \frac{mv}{2}$ b. $E_C = \frac{L}{d}$ c. $E_C = \vec{F} \cdot \vec{v}$ d. $E_C = \frac{mv^2}{2}$ (2p)
- Unitatea de măsură pentru mărimea fizică exprimată prin raportul $\frac{L}{\Delta t}$ dintre lucrul mecanic efectuat și intervalul de timp este:
a. $J \cdot s$ b. W c. $W \cdot s$ d. $N \cdot s$ (3p)
- Un corp de masă m se deplasează cu viteza constantă pe o suprafață orizontală cu frecare, sub acțiunea unei forțe orientate sub un unghi α față de orizontală, ca în figură. Coeficientul de frecare la alunecare are expresia:
a. $\mu = \frac{F \cos \alpha}{mg - F \sin \alpha}$ b. $\mu = \frac{F \cos \alpha}{mg + F \sin \alpha}$ c. $\mu = \frac{F \sin \alpha}{mg - F \sin \alpha}$ d. $\mu = \frac{F \sin \alpha}{mg + F \sin \alpha}$ (4p)

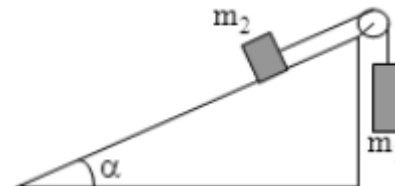


- Un corp este aruncat de la suprafața pământului, cu viteza inițială $v_0 = 10 \text{ m/s}$, vertical în sus. În absența frecării cu aerul, înălțimea maximă la care urcă corpul față de punctul de lansare este:
a. 2 m b. 10 m c. 5 m d. 25 m (3p)

SUBIECTUL II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Două corpuri de mase m_1 și m_2 sunt legate printr-un fir inextensibil de masă neglijabilă care este trecut peste un sclipete ideal fixat în vârful planului inclinat de unghi $\alpha = 45^\circ$. Mișcarea pe planul inclinat se face cu frecare, coeficientul de frecare fiind $\mu = \frac{\sqrt{2}}{2}$. Determinați:



- Raportul $\frac{m_1}{m_2}$ pentru care sistemul se deplasează rectiliniu uniform astfel încât m_2 urcă pe planul inclinat;
Raportul $\frac{m_1}{m_2}$ pentru care sistemul se deplasează rectiliniu uniform astfel încât m_2 coboară pe planul inclinat.
- Calculați accelerația sistemului de corpuri atunci când corpul de masă m_2 urcă pe planul inclinat dacă $m_1 = 3m_2$.
- Determinați valoarea forței de tensiune în fir dacă m_2 urcă, iar $m_1 = 1 \text{ kg}$.
- Determinați distanța parcursă de sistemul de corpuri în timpul $\Delta t = 2 \text{ s}$, dacă acesta pleacă din repaus iar accelerația are valoarea $a = 0,75 \text{ m/s}^2$.

SUBIECTUL III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Asupra unui corp cu masa $m = 5 \text{ kg}$, aflat inițial în repaus pe o suprafață orizontală, acționează o forță orizontală având modulul $F = 100 \text{ N}$. Forța de frecare la alunecare are modulul egal cu jumătate din greutatea corpului. Corpul parcurge, din momentul în care începe să acționeze forța F , distanța $d = 10 \text{ m}$ în intervalul de timp $\Delta t = 4 \text{ s}$. Determinați:

- Puterea medie dezvoltată de forța de tracțiune.
- Lucrul mecanic efectuat de forța de frecare pe distanța d .
- Energia cinetică a corpului după parcurgerea distanței d .
- Viteza și accelerația corpului după parcurgerea distanței d .

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: $pV = \nu RT$.

SUBIECTUL I.

(15 puncte)

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

1. Folosind simbolurile tipice din manualele de fizică, masa unei molecule se poate exprima în funcție de masa molară și numărul lui Avogadro ca:

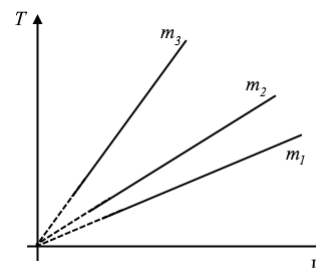
a. $\mu^{-1} \cdot N_A^{-1}$; b. $\mu^{-1} \cdot N_A$; c. $\mu \cdot N_A^{-1}$; d. $\mu \cdot N_A$. (3p)

2. Pentru o cantitate constantă de gaz ideal, raportul dintre presiunea gazului și densitatea sa este constantă în transformările:

a. izocore; b. izoterme; c. izobare; d. adiabatice. (3p)

3. În figura alăturată sunt reprezentate trei grafice pentru trei cantități, posibil diferite, din același gaz – având masele m_1 , m_2 și m_3 , supuse la trei procese termodinamice. Cunoscându-se că presiunea lor este aceeași, ce relație există, în aceste condiții, între cele trei mase de gaz?

a. $m_3 = m_2 = m_1$; b. $m_3 < m_2 < m_1$; c. $m_3 > m_2 > m_1$; d. $m_3 < m_2 > m_1$. (3p)



4. Pentru un gaz ideal supus la o transformare ciclică, putem spune că are valoare nulă:

a. lucrul mecanic; b. căldura; c. energia internă; d. variația energiei interne. (3p)

5. Pentru un ciclu efectuat de un motor termic, dacă raportul dintre modulul căldurii cedate sursei reci și lucrul mecanic efectuat este $2/3$, atunci raportul dintre lucrul mecanic efectuat și căldura primită este:

a. 0,2; b. 0,4; c. 0,6; d. 0,8. (3p)

SUBIECTUL II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Într-o butelie se află o anumită cantitate dintr-un amestec de hidrogen ($\mu_1 = 2 \text{ g/mol}$) și heliu ($\mu_2 = 4 \text{ g/mol}$), considerate gaze ideale. Dacă pentru cei patru moli de amestec care se găsesc în butelie se cunosc masa molară medie ($\mu = 3,5 \text{ g/mol}$), presiunea ($p = 1,662 \text{ kPa}$) și temperatura ($t = -23^\circ\text{C}$), calculați:

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

b. masa de heliu conținută în butelie;

c. concentrația de molecule din butelie (numărul de molecule din unitatea de volum);

d. ce masă de hidrogen ar trebui introdusă în butelie pentru a reduce masa molară medie a amestecului la $\mu' = 3 \text{ g/mol}$.

SUBIECTUL III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Se consideră un motor termic care funcționează după ciclul din figura alăturată, având ca fluid de lucru un mol de gaz ideal biatomic ($C_V = 2,5R$).

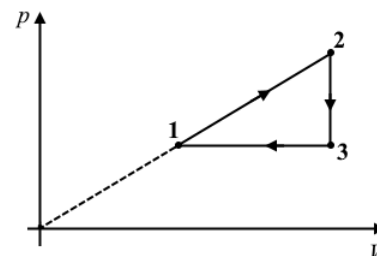
Știind că temperatura minimă atinsă pe ciclu este de 300 K , iar raportul dintre volumul maxim și cel minim este 2, calculați:

a. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul, pe cele trei transformări;

b. căldura schimbată cu exteriorul pe transformarea 1-2;

c. randamentul ciclului din figură;

d. randamentul unui ciclu corespunzând unui motor ideal, care ar funcționa între temperaturile extreme atinse în ciclul din figură.



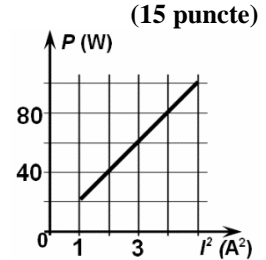
C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I.

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

1. În figura alăturată este reprezentată dependența puterii electrice disipate pe un rezistor de pătratul intensității curentului electric prin acesta. Rezistența rezistorului este egală cu:

- a) 10 Ω ; b) 20 Ω ; c) 30 Ω ; d) 80 Ω . (3p)

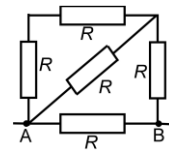


2. Un rezistor este parcurs de un curent electric având intensitatea $I = 5$ mA, în intervalul de timp, $t = 5$ s. Sarcina electrică ce străbate o secțiune transversală a rezistorului are valoarea:

- a) 25 mC; b) 50 mC; c) 12.5 C d) 25 C. (3p)

3. Rezistența electrică echivalentă între punctele A și B ale montajului din figura alăturată este:

- a) $R/3$; b) $R/2$; c) $5R/8$; d) $2R/3$. (3p)



4. Un voltmetru ideal ($R_V \rightarrow \infty$) este conectat la bornele unei baterii care alimentează un bec prin conductoare cu rezistența electrică neglijabilă. Indicația voltmetrului reprezintă:

- a) căderea de tensiune pe rezistența internă a bateriei
 b) tensiunea electromotoare a bateriei
 c) suma dintre tensiunea electromotoare și căderea interioară de tensiune
 d) tensiunea la bornele becului. (3p)

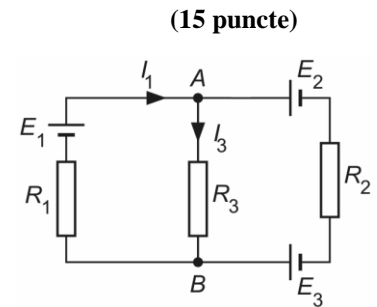
5. Mărimea fizică a cărei unitate de măsură în S.I. poate fi scrisă în forma $W \cdot m \cdot A^{-2}$ este:

- a) tensiunea electrică b) rezistența electrică c) puterea electrică d) rezistivitatea electrică (3p)

SUBIECTUL II. Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este reprezentată schema unui circuit electric pentru care se cunosc: $E_1 = 5$ V, $E_2 = 4$ V, $R_1 = 10$ Ω , $R_2 = 10$ Ω , $R_3 = 20$ Ω , $I_3 = 0.12$ A. Rezistențele interne ale surselor sunt neglijabile. Determinați:

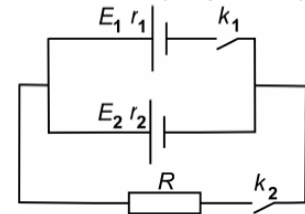
- a) tensiunea electrică dintre nodurile A și B;
 b) intensitatea curentului electric prin rezistorul de rezistență R_2 ;
 c) tensiunea electromotoare E_3 ;
 d) intensitatea curentului electric printr-un fir, care se conectează în locul rezistorului de rezistență R_3 , calculată în ipoteza că tensiunea pe fir se poate neglija față de celelalte tensiuni din circuit.



SUBIECTUL III. Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este reprezentată schema unui circuit electric pentru care se cunosc: $E_1 = 9$ V, $E_2 = 5$ V, $R = 4$ Ω , $r_1 = r_2 = 1$ Ω . De la momentul $t_0 = 0$ până la momentul $t_1 = 10$ minute, comutatorul k_1 este deschis, iar comutatorul k_2 este închis. De la momentul $t_1 = 10$ minute până la momentul $t_2 = 30$ minute, ambele comutatoare sunt închise. La momentul $t_2 = 30$ minute, comutatorul k_2 se deschide.

- a) Determinați valoarea energiei electrice consumate de rezistor în intervalul de timp $[t_0 ; t_1]$.
 b) Calculați randamentul circuitului în intervalul de timp $[t_0 ; t_1]$.
 c) Reprezentați grafic dependența intensității curentului electric care străbate rezistorul R în funcție de timp pe intervalul $[0$ minute; 35 minute].
 d) Determinați valoarea puterii maxime pe care o poate furniza sursa cu tensiunea electromotoare E_2 unui consumator cu rezistență convenabil aleasă. (15 puncte)



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.

SUBIECTUL I

(15 puncte)

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

1. Sub ce unghi α trebuie înclinată suprafața unei oglinzi plane, față de suprafața Pământului, pentru ca razele verticale provenite de la Soare să lumineze capătul unui tunel orizontal, săpat într-o stâncă?

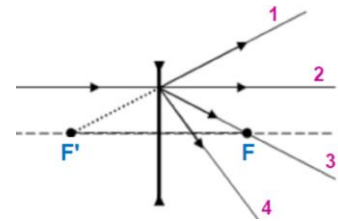
a. $\alpha = 30^\circ$; b. $\alpha = 45^\circ$; c. $\alpha = 60^\circ$; d. $\alpha = 15^\circ$. (3p)

2. 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, sub unghiul de incidență $i = 60^\circ$. Raza de lumină suferă:

a. doar refracție; b. reflexie și refracție; c. reflexie totală; d. trecere nedeviată. (3p)

3. Pe o lentilă subțire divergentă, cu focarele F și F' , cade o rază de lumină care se propagă paralel cu axa optică principală a lentilei, după cum se observă în figura alăturată. Dintre variantele 1, 2, 3, 4, prezentate în figură, care este drumul razei după trecerea prin lentilă?

a. 3; b. 1; c. 2; d. 4. (3p)



4. Un fascicul de raze paralele de lumină monocromatică se propagă printr-un mediu transparent cu indicele de refracție n_1 și trece într-un alt mediu transparent cu indicele de refracție n_2 , măbindu-și aria secțiunii transversale. Dacă suprafața de separație dintre cele două medii este plană, atunci:

a. $n_2 < n_1$; b. $n_2 = n_1$; c. $n_2 = (n_1)^{-1}$; d. $n_2 > n_1$. (3p)

5. O lentilă subțire, plan-convexă, cu indicele de refracție $n = 1,6$ și raza de curbură $R = 10$ cm, se scufundă complet într-un lichid cu indicele de refracție $n_0 = 4/3$. În acest lichid, convergența lentilei este:

a. 2 m^{-1} ; b. 2 cm^{-1} ; c. 3 cm^{-1} ; d. 2 m . (3p)

SUBIECTUL II Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Un dispozitiv Young este iluminat folosind o radiație monocromatică cu lungimea de undă $\lambda = 600$ nm. Distanța dintre fantele dispozitivului este $a = 0,2$ mm, iar figura de interferență se observă pe un ecran vertical, aflat la distanța $D = 1$ m față de dispozitiv. Aflați:

- interfranța figurii de interferență de pe ecran;
- distanța la care se formează a opta franjă luminoasă de deasupra maximului central de interferență, față de cea de-a opta franjă întunecată de sub maximul central;
- grosimea unei lame subțiri transparente, cu indicele de refracție $n = 1,5$, care ar trebui să acopere o fantă a dispozitivului, pentru ca maximul central al figurii de interferență să ajungă în poziția în care inițial se afla cea de-a opta franjă luminoasă.

SUBIECTUL III Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Catodul unei celule fotoelectrice este confecționat dintr-un metal cu lucrul mecanic de extracție $L_{\text{extr}} = 3,1$ eV.

- Stabiliți lungimea de undă maximă a radiației sub acțiunea căreia celula poate produce efect fotoelectric.
- Utilizând o radiație cu lungimea de undă $\lambda = 350$ nm, determinați energia cinetică maximă și viteza maximă a fotoelectronilor emiși.
- În situația de la punctul b, aflați tensiunea electrică de stopare a fotoelectronilor emiși.