

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “CONSTANTIN SĂLCEANU”

TIMIȘOARA 21 APRILIE 2018

• 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)

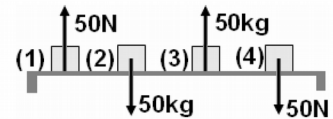
1. O piatră este aruncată vertical, de jos în sus. Vectorul accelerație este orientat:

- a. în sus în timpul urcării pietrei și în jos în timpul coborârii acesteia
- b. în jos în timpul urcării pietrei și în sus în timpul coborârii acesteia
- c. în jos atât în timpul urcării, cât și în timpul coborârii pietrei
- d. în sus atât în timpul urcării, cât și în timpul coborârii pietrei (3p)

2. Viteza de $0,36 \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$, exprimată în unități de măsură din S.I., are valoarea:

- a. $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- b. $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- c. $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- d. $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (3p)

3. În figura alăturată sunt reprezentate patru corpuri care se află în repaus pe o suprafață orizontală. Masa fiecărui corp este de 5 kg. Forța exercitată de suprafață asupra corpului este reprezentată corect pentru corpul cu numărul:



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

4. O minge este lăsată să cadă liber de la înălțimea de 7,2m deasupra solului. După 1,2s, aceasta atinge solul. Viteza medie a mingii are valoarea:

- a. 12,0m/s
- b. 6,0m/s
- c. 3,6m/s
- d. 2,4m/s (3p)

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia forței elastice este:

- a. $\vec{F}_e = k \cdot \vec{\Delta \ell}$
- b. $\vec{F}_e = \frac{\vec{\ell}_0}{k}$
- c. $\vec{F}_e = -k \cdot \vec{\Delta \ell}$
- d. $\vec{F}_e = -\frac{\vec{\ell}_0}{k}$ (3p)

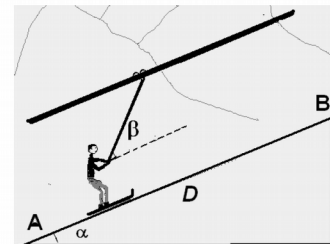
II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

O locomotivă cu masa $M = 40 \text{ t}$ tractează, pe o cale ferată rectilinie orizontală, trei vagoane de masă $m = 20 \text{ t}$ fiecare. Forța de rezistență la înaintare care acționează asupra fiecărui vagon este de 2000N, iar forța de rezistență la înaintare care acționează asupra locomotivei este de 5000N. Aceste forțe de rezistență sunt considerate constante pe tot parcursul deplasării.

- a. Determinați valoarea forței de tracțiune dezvoltate de motorul locomotivei pentru deplasarea trenului cu viteză constantă.
- b. Pe o anumită porțiune a traseului, forța de tracțiune dezvoltată de motorul locomotivei are valoarea de 46 kN. Calculați accelerația trenului pe această porțiune.
- c. Determinați valoarea forței de tensiune dezvoltate în cuplajul dintre ultimele două vagoane în situația specificată la punctul b.
- d. În momentul în care viteza trenului este v , mecanicul oprește motorul și lasă trenul să se deplaseze liber. Trenul se oprește după un interval de timp $\Delta t = 100 \text{ s}$. Calculați valoarea vitezei v .

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un schior urcă, cu viteză constantă, pe o pistă acoperită cu zăpadă, fiind tractat de o tijă conectată la un cablu de teleschi, ca în figura alăturată. Lungimea pistei este $D = AB$. Unghiul de înclinare al pistei, măsurat față de orizontală, este α . Tija face unghiul β cu direcția pistei. Masa schiorului echipat este m , iar coeficientul de frecare la alunecare între schiuri și zăpadă este μ . Considerați cunoscute valorile mărimilor D , m , α , β , μ și accelerația gravitațională g .



- a. Reprezentați, într-o diagramă realizată pe foaia de examen, forțele care acționează asupra schiorului.
- b. Determinați expresia forței de tensiune din tijă.
- c. Determinați expresia lucrului mecanic efectuat de greutatea schiorului, în timpul deplasării acestuia din A în B.
- d. Schiorul coboară liber panta, pornind din repaus din punctul B. Determinați expresia energiei cinetice atinse de schior în punctul A.

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: $pV = \nu RT$. Dacă este nevoie, folosiți aproximația $\ln 2 \approx 0,7$.

1. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară modificării temperaturii unui corp cu un Kelvin se numește:

a. căldură specifică b. căldură molară c. capacitate calorică d. putere calorică (3p)

2. Un gaz ideal suferă o transformare de stare, dependența densității gazului de presiunea sa fiind reprezentată în figura alăturată. Transformarea suferită de gaz este:

a. izocoră b. izobară c. izotermă d. adiabată (3p)

3. În cursul unei transformări adiabatică a unui amestec de gaze ideale aflate într-un cilindru cu piston, volumul gazului variază invers proporțional cu puterea a doua a temperaturii absolute. Exponentul adiabatic corespunzător amestecului de gaze este:

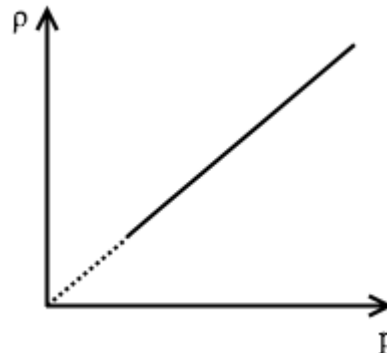
a. 1.33 b. 1.4 c. 1.5 d. 1.66 (3p)

4. Despre o cantitate de gaz ideal închis într-un cilindru izolat adiabatic și prevăzut cu un piston mobil termoizolant, se poate afirma că:

a. își păstrează temperatura nemodificată b.; nu schimbă căldură cu mediul exterior;
c. poate doar să cedeze căldură în mediul exterior; d. poate doar să primească căldură din mediul exterior. (3p)

5. Un gaz ideal biatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$) primește izocor căldura Q . Variația energiei sale interne este egală cu:

a. Q b. $\frac{3}{2}Q$ c. $\frac{5}{2}Q$ d. $\frac{7}{2}Q$ (3p)



II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

O butelie cu volumul $V = 600$ litri conține heliu ($\mu = 4 \text{ g/mol}$), considerat gaz ideal, la presiunea $p_1 = 6 \text{ MPa}$ și temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$. Pentru efectuarea unui experiment se consumă 75% din masa de heliu din butelie, temperatura scăzând până la $t_2 = 7^\circ \text{C}$. Determinați:

- cantitatea de gaz inițială (în moli);
- masa unui atom de heliu, exprimată în unități S.I.
- numărul de molecule de gaz per unitatea de volum, în starea inițială;
- presiunea gazului în starea finală;

III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

O cantitate $\nu = 4 \text{ kmol}$ de gaz ideal biatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$). efectuează un ciclu format dintr-o comprimare izotermă, urmată de o destindere izobară. Gazul revine în starea inițială printr-o răcire izocoră. Izoterma corespunde temperaturii $T_1 = 400 \text{ K}$, iar raportul volumelor maxim și minim atinse de gaz în cursul ciclului este $\varepsilon = 4$.

- 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 unui motor termic care ar funcționa după acest ciclu.
- Determinați randamentul unui motor termic ideal care ar funcționa după un ciclu Carnot între temperaturile extreme atinse de gaz în decursul procesului ciclic dat.

PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

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

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

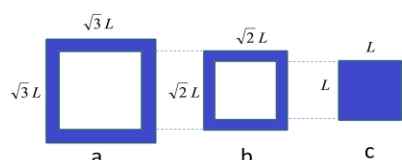


Figura 1

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)

2. În figura 2 este reprezentată dependența de timp a intensității curentului electric prin secțiunea

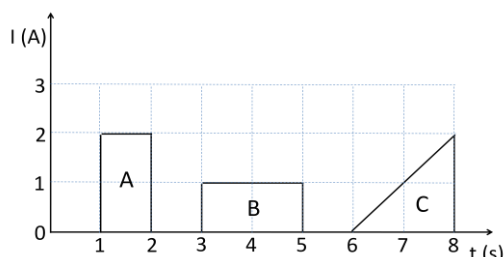


Figura 2

transversală a unui conductor, pentru trei intervale de timp. Sarcina electrică care a străbătut secțiunea transversală a conductorului în cele trei intervale de timp respectă următoarea relație:

- a) $\Delta q(A) = \Delta q(B) > \Delta q(C)$;
 b) $\Delta q(A) = \Delta q(B) < \Delta q(C)$;
 c) $\Delta q(A) > \Delta q(B) > \Delta q(C)$;
 d) $\Delta q(A) = \Delta q(B) = \Delta q(C)$.

(3 puncte)

3. 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 $\sqrt{\frac{8l\rho P}{\pi U^2}}$ este:

- a) A; b) m; c) V; d) W. (3 puncte)

4. Considerăm un circuit simplu, format dintr-un rezistor, R , conectat la bornele unui generator

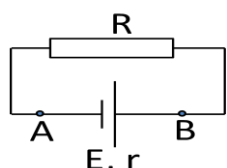


Figura 3a)

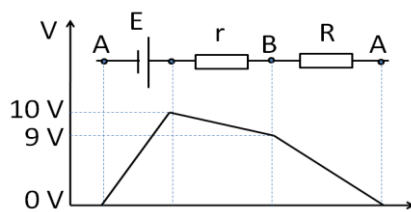


Figura 3b)

cu tensiunea electromotoare, E și rezistența internă, r , ca în figura 3a). În figura 3b) este redată modificarea potențialului electric, V de-a lungul circuitului. Dacă $r = 1 \Omega$, atunci intensitatea curentului electric prin circuit este:

- a) $I = 2 \text{ A}$; b) $I = 1 \text{ A}$; c) $I = 0.5 \text{ A}$; d) $I = 0.25 \text{ A}$.

(3 puncte)

5. Un bastonaș de grafit ($\rho_1 = 60 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ și $\alpha_1 = -5 \cdot 10^{-4} \text{ grad}^{-1}$) se leagă în serie cu un alt bastonaș conductor ($\rho_2 = 3 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ și $\alpha_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$) de aceeași grosime. Care trebuie să fie raportul lungimilor lor pentru ca rezistența sistemului rezistor să nu varieze cu temperatura?
 a) $l_1/l_2 = 0.1$; b) $l_1/l_2 = 0.2$; c) $l_1/l_2 = 0.3$; d) $l_1/l_2 = 0.4$ **(3 puncte)**

II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Circuitul electric din figura 4 conține o sursă de tensiune electromotoare $E = 40 \text{ V}$ și rezistența

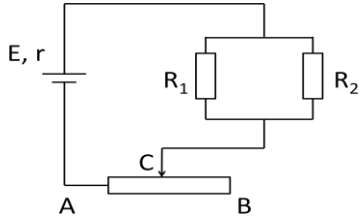


Figura 4

interioară $r = 1 \Omega$, două rezistoare cu rezistențele $R_1 = 6 \Omega$ și respectiv $R_2 = 12 \Omega$ și un fir metalic AB cu lungimea $l = 0.8 \text{ m}$ și rezistența $R = 6 \Omega$. Pe firul AB se deplasează un cursor C prin care se închide circuitul. Se cer:

- rezistența echivalentă R_{12} pentru rezistoarele R_1 și R_2 ;
- rezistivitatea ρ a firului metalic, dacă aria secțiunii lui transversale este $S = 1 \text{ mm}^2$;
- distanța $x = AC$, astfel încât tensiunea între punctele A și C să fie $U_{AC} = 15 \text{ V}$;
- să se calculeze puterea maximă debitată de sursă într-un circuit exterior și să se stabilească dacă această putere maximă se poate furniza circuitului din figura 4.

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Fie circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura 5, în care următoarele elemente de circuit au valorile: $R_1 = 39 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 8 \Omega$, $R_4 = 24 \Omega$, $E_1 = 9 \text{ V}$, $r_1 = 2 \Omega$ și $r_2 = 1 \Omega$. Știind că valoarea intensității curentului indicată de ampermetru este $I_A = 0.6 \text{ A}$, să se determine:

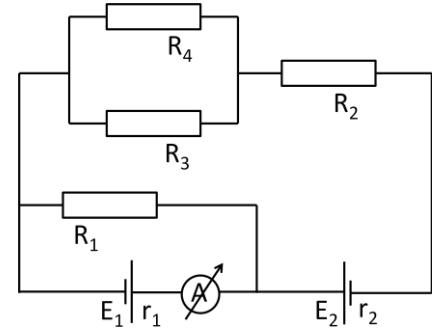


Figura 5

- tensiunea electrică pe rezistorul R_1 în ipoteza că ampermetrul este unul ideal;
- rezistența electrică echivalentă a grupării R_2 , R_3 și R_4 ;
- intensitatea curentului electric care trece prin rezistorul R_3 ;
- tensiunea electromotoare E_2 .

D. OPTICA

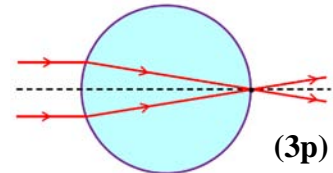
Se consideră viteza luminii în vid $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, constanta lui Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

D. SUBIECTUL I

(15 puncte)

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

- O oglindă sferică convexă are raza de curbură egală cu 10 cm. Modulul distanței focale a oglinzii este:
a. 1 cm b. 3 cm c. 5 cm d. 15 cm (3p)
- Pe suprafața unei sfere transparente, cade un fascicul de raze paraxiale de lumină, care se focalizează pe suprafața opusă a sferei, după cum se observă în figura alăturată. Indicele de refracție al sferei este:
a. 1,5 b. 1,3 c. 1,7 d. 2 (3p)
- O lumânare se află în fața unei oglinzi sferice convexe. Imaginea lumânării este:
a. virtuală, dreaptă și mai mare decât obiectul b. reală, răsturnată și mai mare decât obiectul
c. virtuală, dreaptă și mai mică decât obiectul d. reală, dreaptă și mai mică decât obiectul (3p)
- Un copil privește un peștișor aflat la adâncimea de 1 m, într-un lac cu apa limpede, sub un unghi egal cu 30° față de normala la suprafața apei. Știind că indicele de refracție al apei este egal cu $4/3$, la ce adâncime i se pare copilului că vede peștișorul?
a. 30 cm b. 70 cm c. 50 cm d. 35 cm (3p)
- Un dispozitiv Young are distanța dintre fante egală cu 0,2 mm. Folosind lumină monocromatică cu lungimea de undă egală cu 480 nm, și urmărind figura de interferență pe un ecran aflat la distanța de 5 m față de dispozitiv, distanța dintre centrele maximelor de ordinele 3 și 5 este :
a. 2,4 cm b. 3,5 cm c. 5,3 cm d. 4,7 cm (3p)



D. SUBIECTUL II

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Între o lentilă sferică convergentă cu distanța focală de 5 cm și o oglindă sferică concavă așezată coaxial cu lentila, se așază un obiect luminos, cu înălțimea de 1 cm, perpendicular pe axa optică. Oglinda formează imaginea reală a obiectului, de două ori mai mare decât obiectul, între cele două componente optice, la distanța de 20 cm față de obiect și la distanța de 15 cm față de lentilă.

- Care este raza de curbură a oglinzii?
- La ce distanță, față de lentilă, se formează imaginea dată de sistemul optic?
- Care este înălțimea imaginii date de sistemul optic?
- Construiți imaginea dată de sistemul optic.

D. SUBIECTUL III

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

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

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