

# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ

## “CONSTANTIN SĂLCEANU”

30 MARTIE 2019

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

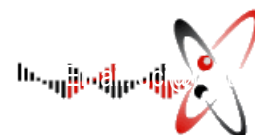
A. MECANICĂ

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 elev ține în mână un ghiozdan în timp ce se deplasează cu un ascensor. Pentru el, ghiozdanul pare mai greu atunci când ascensorul stă pe loc, decât atunci când:

- ascensorul urcă accelerat
  - ascensorul coboară accelerat
  - ascensorul urcă cu viteză constantă
  - ascensorul coboară cu viteză constantă
- (3p)

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, forța elastică ce apare într-un resort de constantă elastică  $k$ , depinde de deformarea acestuia conform relației:

- $F_e = x/k$
  - $F_e = k \cdot x^2$
  - $\vec{F}_e = k \cdot \vec{x}$
  - $\vec{F}_e = -k \cdot \vec{x}$
- (3p)

3. Unitatea de măsură a mărimii fizice exprimate prin raportul  $\frac{p^2}{2m}$ , unde  $p$  este impulsul unui corp și  $m$  masa acestuia, se poate scrie în funcție de unitățile de măsură fundamentale în S.I. sub forma:

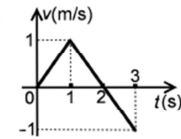
- $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
  - $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
  - $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
  - $\text{kg}^2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
- (3p)

4. Capătul A al unui stâlp omogen cu masa  $m = 1 \text{ t}$  este ridicat cu viteză constantă la o înălțime egală cu lungimea stâlpului,  $h = 3 \text{ m}$ , astfel încât stâlpul ajunge din poziție orizontală în poziție verticală, ca în figura alăturată. Puterea mecanică necesară pentru a efectua această operație în  $\Delta t = 30 \text{ s}$  este:



- 600 W
  - 500 W
  - 450 W
  - 400 W
- (3p)

5. Viteza unui mobil aflat în mișcare rectilinie variază în timp conform graficului alăturat. Distanța totală parcursă în intervalul de timp cuprins între momentele  $t_1 = 0 \text{ s}$  și  $t_2 = 3 \text{ s}$  are valoarea:

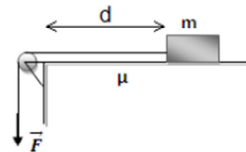


- 0,1 m
  - 1 m
  - 1,5 m
  - 2 m
- (3p)

II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Un corp cu masa  $m = 100 \text{ g}$  aflat inițial în repaus pe o suprafață orizontală, la distanța  $d > 1 \text{ m}$  față de marginea suprafeței, este legat de capătul unui fir (inextensibil și de masă neglijabilă) trecut peste un scripete fără frecări și de masă neglijabilă, ca în figura alăturată. Se acționează cu o forță  $F = 0,2 \text{ N}$  asupra capătului liber al firului un timp  $\Delta t_1 = 1 \text{ s}$ , după care acțiunea ei încetează. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și suprafața orizontală este  $\mu = 0,1$ .

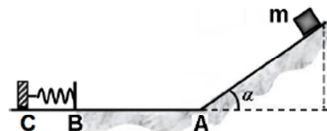


- Calculați valoarea forței care apasă asupra axului scripetelui în intervalul de timp  $\Delta t_1$ ;
- Determinați accelerația corpului în intervalul de timp  $\Delta t_1$ ;
- Calculați viteza corpului la sfârșitul intervalului de timp  $\Delta t_1 = 1 \text{ s}$ ;
- Determinați durata totală a mișcării corpului pe suprafața orizontală.

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Din vârful unui plan înclinat de lungime  $\ell = 7,07 \text{ m}$  ( $\cong 5\sqrt{2} \text{ m}$ ), care formează unghiul  $\alpha = 45^\circ$  cu orizontala, alunecă liber un corp de masă  $m = 1 \text{ kg}$ . Planul înclinat se continuă cu un plan orizontal, la capătul căruia se află un suport fix C de care este legat capătul unui resort elastic orizontal, inițial nedeformat, ca în figura alăturată. Masa resortului este neglijabilă. Mișcarea corpului pe planul înclinat și pe porțiunea AB a planului orizontal se face cu frecare ( $\mu = 0,36$ ). Trecerea pe porțiunea orizontală se face lin, fără modificarea modulului vitezei. Corpul, ajuns în punctul B, lovește resortul cu viteza  $v_B = 6 \text{ m/s}$ . Comprimarea maximă a resortului este  $x = 12 \text{ cm}$ . Pe porțiunea BC mișcarea are loc fără frecare. Se



consideră energia potențială gravitațională nulă la baza planului înclinat. Determinați:

- energia mecanică totală a corpului atunci când se află în vârful planului înclinat;
- valoarea vitezei corpului când acesta ajunge la baza planului înclinat;
- lucrul mecanic efectuat de forța de frecare la deplasarea corpului pe porțiunea AB;
- constanta elastică a resortului.

## 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:  $pV = \nu RT$ .

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

1. Dintre mărimile fizice legate de structura discontinuă a substanței, este mărime adimensională:

**a.** cantitatea de substanță; **b.** unitatea atomică de masă; **c.** numărul lui Avogadro; **d.** masa moleculară relativă. (3p)

2. Dacă se dublează în condiții izoterme presiunea unui gaz ideal, acesta cedează cantitatea  $Q$  de căldură (în valoare absolută). Dacă în loc de dublare, s-ar fi înjumătățit presiunea tot în condiții izoterme, gazul ar fi absorbit cantitatea de căldură:

**a.**  $Q$  **b.**  $Q/2$  **c.**  $Q \ln 2$  **d.**  $2Q$  (3p)

3. Relația  $Q = \Delta U$  este valabilă în următoarea transformare a gazului ideal:

**a.** adiabatică; **b.** izotermă; **c.** izocoră; **d.** izobară. (3p)

4. Învelișul adiabatic nu permite:

**a.** schimbarea energiei interne a sistemului; **b.** schimbul de căldură între sistem și mediul exterior; **c.** schimbul de lucru mecanic între sistem și mediul exterior; **d.** schimbul de energie între sistem și mediul exterior. (3p)

5. În ciclul Otto, se produce lucru mecanic în timpul:

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

### II. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Într-o butelie se află un amestec de azot ( $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ ) și oxigen ( $\mu_2 = 32 \text{ g/mol}$ ), considerate gaze ideale. Cantitatea totală de gaz conținută în butelie este  $\nu = 2$  moli, masa molară medie a amestecului este  $\mu = 30,1 \text{ g/mol}$ , presiunea este  $p_1 = 0,831 \text{ MPa}$ , iar temperatura este  $t_1 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ . Determinați:

**a.** densitatea amestecului gazos;

**b.** numărul de particule din unitatea de volum;

**c.** masa de azot conținută în butelie;

**d.** ce masă de oxigen trebuie reintrodusă în butelie pentru a restabili presiunea inițială, dacă aceasta s-a înjumătățit după ce o parte din amestec a fost scos din butelie. Procesele se consideră izoterme.

### III. Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

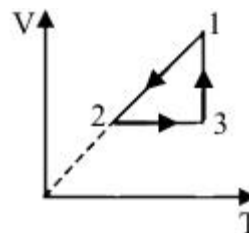
O mașină termică folosește ca fluid de lucru o cantitate  $\nu = 20$  moli de gaz ideal biatomic ( $C_V = 5R/2$ ). Procesul ciclic de funcționare este reprezentat în figura alăturată, în coordonate  $V$ - $T$ . Se cunoaște că volumul în starea 2 este jumătate din cel în starea 1, și că temperatura maximă pe ciclu este de  $400 \text{ K}$ . Folosiți aproximația  $\ln 2 \approx 0,7 = 7/10$ .

**a.** Determinați raportul presiunilor  $p_2/p_3$ .

**b.** Arătați în care transformare a ciclului se absoarbe mai multă căldură și calculați valoarea ei numerică.

**c.** Calculați lucrul mecanic efectuat pe parcursul ciclului.

**d.** Exprimați randamentul ciclului sub formă de fracție ireductibilă folosind aproximația indicată.



## 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 o porțiune de circuit. Care este valoarea intensității curentului electric,  $I$ ?

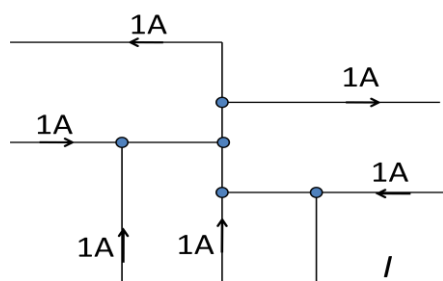


Figura 1

- a)  $I = 1 \text{ A}$ ;  
 b)  $I = 0 \text{ A}$ ;  
 c)  $I = 2 \text{ A}$ ;  
 d)  $I = 3 \text{ A}$ ;

(3 puncte)

2. În figura 2 sunt reprezentați trei conductori de cupru (fiecare cu lungimea sa și aria secțiunii sale transversale). Ordonăți crescător acești conductori în funcție de intensitatea curentului electric care trece prin fiecare dintre ei, atunci când între capetele fiecăruia dintre ei este aceeași diferență de potențial electric.

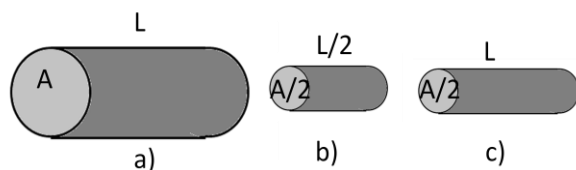


Figura 2

- a)  $I(b) < I(a) < I(c)$ ;  
 b)  $I(a) < I(b) < I(c)$ ;  
 c)  $I(c) < I(a) = I(b)$   
 d)  $I(b) < I(a) = I(c)$ ;

(3 puncte)

3. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică ( $\rho$  – rezistivitate electrică,  $l$  – lungime,  $I$  – intensitatea curentului electric și  $U$  – tensiune electrică) unitatea de măsură în S.I. a mărimii exprimate de relația  $\sqrt{\frac{l\rho I}{\pi U}}$  este:

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

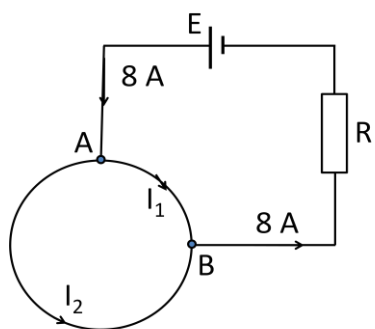
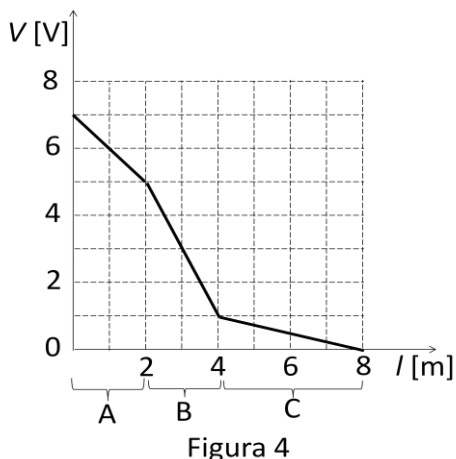


Figura 3

4. Un conductor omogen în formă de cerc este conectat într-un circuit prin punctele A și B, astfel încât diametrul cercului care trece prin A este perpendicular pe diametrul cercului care trece prin B (vezi figura 3). Sursa debitează în circuit un curent cu intensitatea de 8 A. Să se calculeze intensitățile curenților care trec prin cele două arce de cerc determinate de punctele A și B.

- a)  $I_1 = 7 \text{ A}$  și  $I_2 = 1 \text{ A}$ ; b)  $I_1 = 6 \text{ A}$  și  $I_2 = 2 \text{ A}$ ; c)  $I_1 = 5 \text{ A}$  și  $I_2 = 3 \text{ A}$ ; d)  $I_1 = 4 \text{ A}$  și  $I_2 = 4 \text{ A}$ .

(3 puncte)



5. În figura 4 este reprezentată grafic dependența potențialului electric,  $V$ , de-a lungul unui conductor, în funcție de lungimea conductorului,  $l$ . Conductorul este format din trei porțiuni (A, B și C – vezi figura 4) cu aria secțiunii transversale diferită. Ordonăți în sens crescător cele trei porțiuni de conductor, în funcție de aria secțiunii transversale.

- a)  $S_A < S_B < S_C$ ;    b)  $S_C < S_A < S_B$ ;  
 c)  $S_B < S_A < S_C$ ;    d)  $S_A < S_C < S_B$ .

(3 puncte)

## II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Cinci becuri identice (cu tensiunea maxim admisă de 10 V și puterea maxim admisă de 5 W) sunt legate în serie și trebuie să fie alimentate, în curent continuu, cu o tensiune de 220 V. Să se determine:

- intensitatea curentului electric maxim pentru care a fost construit fiecare dintre becuri;
- valoarea minimă a rezistenței adiționale care trebuie montată în serie cu cele  $n = 5$  becuri, pentru ca sistemul să poată fi alimentat la 220 V;
- valoarea minimă a unei rezistențe adiționale legată în serie cu grupul de becuri montate în paralel, pentru ca sistemul să poată fi alimentat la 220 V;
- puterea electrică consumată de rezistența adițională calculată în cazul de la punctul c).

## III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Între punctele A și B ale circuitului din figura 5 este conectat un rezistor construit dintr-un fir metalic, cu lungimea de 5 m și cu diametrul de 0.3 mm. Porțiunea AC a circuitului este o bandă metalică conductoare, omogenă și cu aria secțiunii transversale constantă, iar D este un cursor fixat ca în figură. În condițiile în care intensitatea curentului electric prin ampermetru este nulă, iar  $R_1 = 120 \Omega$ , să se determine:

- rezistența  $R$  (dintre punctele A și B ale circuitului);
- rezistivitatea metalului din care este construit rezistorul cu rezistența  $R$ ;
- lungimea firului (din același material) necesară pentru a construi un rezistor care, alimentat cu tensiunea de 220 V, să furnizeze o putere electrică de 1000 W;
- să se calculeze puterea maximă debitată de o sursă de tensiune, cu tensiunea electromotoare,  $E = 80 \text{ V}$  și rezistența internă egală cu  $R$ .

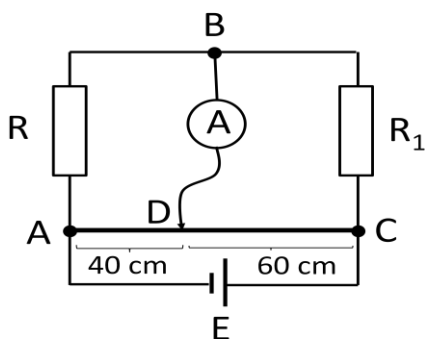


Figura 5

## 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.

1. Modulul convergenței unei lentile subțiri plan-concave, cu raza de curbură de 50 cm și indicele de refracție egal cu 1,5, este:  
a.  $0,1 \text{ m}^{-1}$       b.  $1 \text{ m}^{-1}$       c.  $1 \text{ cm}^{-1}$       d.  $0,1 \text{ cm}^{-1}$       (3p)
2. Un obiect se află în fața unei oglinzi sferice convexe. Imaginea obiectului 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)
3. Un obiect se află în fața unei oglinzi sferice concave, la distanța de 5 cm față de oglindă. Dacă modulul distanței focale a oglinzii este de 10 cm, imaginea obiectului 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)
4. 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  $60^\circ$ , atunci raza de lumină suferă:  
a. refracție      b. reflexie și refracție      c. reflexie totală      d. nici un fenomen      (3p)
5. Un dispozitiv Young are distanța dintre fante  $a = 0,15$  mm. Dacă folosim lumină monocromatică cu lungimea de undă  $\lambda = 555$  nm și urmărim figura de interferență pe un ecran aflat la distanța  $D = 3$  m față de dispozitiv, atunci distanța dintre centrul celui de-al treilea minim și centrul celui de-al cincilea maxim (de după maximum central) este:  
a. 4,535 cm      b. 3,557 cm      c. 5,525 cm      d. 2,775 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. În fața lentilei convergente, la distanța de 4 cm față de aceasta, se află un obiect luminos liniar, cu înălțimea de 2 cm.

- a. La ce distanță, față de lentila divergentă, se formează imaginea dată de sistem?
- b. Care este înălțimea imaginii date de sistem?
- c. Determinați mărirea liniară transversală dată de sistemul compus din cele două lentile.
- d. Construiți imaginea dată de sistem și precizați caracteristicile acesteia.

### 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. Lucru mecanic de extracție al metalului din care este confecționat catodul este  $L_{\text{extr}} = 3$  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.