

# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “CONSTANTIN SĂLCEANU”

29 MAI 2021

• 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

- Concursul se desfășoară integral online.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.



## A. MECANICĂ

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

### SUBIECTUL I

**(15 puncte)**

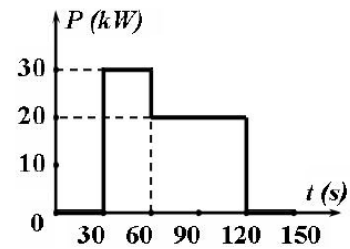
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii  $(k \cdot \Delta I)$  poate fi scrisă sub forma:

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

2. Puterea dezvoltată de un dispozitiv variază în funcție de timp conform graficului din figură. Lucrul mecanic efectuat de dispozitiv între momentele  $t_0 = 0\text{s}$  și  $t = 150\text{s}$  este:

- a.  $L = 1100\text{kJ}$   
b.  $L = 2000\text{kJ}$   
c.  $L = 2100\text{kJ}$   
d.  $L = 2200\text{kJ}$



**(5p)**

3. Un bloc de beton cu masa  $m = 200\text{kg}$  este tractat cu ajutorul unui cablu pe o suprafață orizontală aspră, direcția cablului fiind paralelă cu direcția deplasării. Coeficientul de frecare la alunecare are valoarea  $\mu = 0,20$ . Cablul se rupe pentru o tensiune mai mare decât  $T = 1500\text{N}$ . Accelerația maximă care poate fi imprimată blocului de beton este:

- a.  $4\text{m/s}^2$       b.  $4,5\text{m/s}^2$       c.  $5\text{m/s}^2$       d.  $5,5\text{m/s}^2$       (3p)

4. Un camion cu masa  $m_1 = 4,8\text{t}$  rulează cu viteza  $v_1 = 72\text{km/h}$ . Pentru a avea aceeași energie cinetică, un automobil cu masa  $m_2 = 1200\text{kg}$ , trebuie să ruleze cu viteza  $v_2$  egală cu:

- a.  $20\text{m/s}$       b.  $30\text{m/s}$       c.  $40\text{m/s}$       d.  $50\text{m/s}$       (2p)

5. Podeaua unei încăperi este situată la înălțimea  $H = 7,5\text{m}$  față de sol. Urcând pe o scară, o persoană cu masa  $m = 75\text{kg}$  ajunge la înălțimea  $h = 1,5\text{m}$  deasupra podelei. Energia potențială a sistemului persoană-Pământ în raport cu nivelul solului este:

- a.  $5,62\text{kJ}$       b.  $6,75\text{kJ}$       c.  $7,50\text{kJ}$       d.  $9,75\text{kJ}$       (3p)

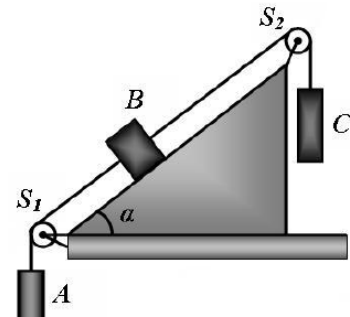
### SUBIECTUL II

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Corpul  $B$  de masă  $m = 4\text{Kg}$  este legat prin intermediul a două fire inextensibile și de mase neglijabile, de corpurile  $A$  și  $C$  cu masele  $m_1$  și respectiv  $m_2 = 4\text{Kg}$ . Firele sunt trecute peste doi scripete ideali  $S_1$  și  $S_2$  situați la capetele unui plan înclinat cu unghiul  $\alpha = 30^\circ$ , ca în figura alăturată. Corpul  $B$  se poate deplasa pe planul înclinat cu frecare, coeficientul de frecare la alunecare fiind  $\mu = 0,20$ . Determinați:

- a. valorile masei  $m_1$  pentru care accelerația sistemului este nulă;  
b. accelerația cu care se mișcă sistemul, dacă masa corpului  $A$  este  $m_1 = 4\text{Kg}$ ;  
c. tensiunea din firul care leagă corpurile  $A$  și  $B$  în cazul în care masa corpului  $A$  este  $m_1 = 4\text{Kg}$ ;  
d. forța cu care scripetele  $S_2$  apasă asupra axului, în cazul în care corpul  $A$  are masa  $m_1 = 4\text{Kg}$ .



### SUBIECTUL III

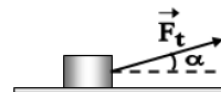
**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Asupra unui corp cu masa  $m = 50\text{kg}$  acționează o forță de tracțiune de valoare

$F_t = 800\text{N}$ , care formează un unghi  $\alpha = 30^\circ$  cu orizontala, ca în figura alăturată.

Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și suprafața orizontală este  $\mu = 0,2$ . Corpul



pornește din repaus și, după ce parcurge distanța  $d = 10\text{m}$ , acțiunea forței de tracțiune încetează. Determinați:

- lucrul mecanic efectuat de forța de frecare pe distanța  $d$ ;
- viteza pe care o are corpul după parcurgerea distanței  $d$ ;
- puterea medie dezvoltată de forța de tracțiune pe toată durata acțiunii ei, dacă în momentul încetării acțiunii forței, corpul a avut viteza  $v = 16,4\text{m/s}$ ;
- distanța parcursă de corp din momentul încetării acțiunii forței de tracțiune până la oprirea corpului, dacă în momentul încetării acțiunii forței, corpul a avut viteza  $v = 16,4\text{m/s}$ .

## 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. Dacă simbolurile sunt cele folosite în manuale de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimate prin produsul  $\nu R \Delta T$  este:

a. J/mol; b. J/K; c. J; d. J/(mol·K). (3p)

2. Dacă în cursul unui proces termodinamic izoterm presiunea unei cantități date de gaz ideal scade cu 20%, atunci volumul ocupat de gaz:

a. scade cu 25% b. scade cu 20% c. crește cu 20% d. crește cu 25% (3p)

3. Pentru o cantitate constantă de gaz ideal, produsul dintre temperatură și densitate este constant pe parcursul unei transformări:

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

4. Dacă o cantitate de gaz ideal primește lucru mecanic într-o transformare adiabatică:

a. temperatura gazului scade; b. presiunea gazului scade;  
c. energia internă a gazului scade; d. numărul de molecule din unitatea de volum a gazului crește (3p)

5. Într-un cilindru cu piston al unui motor Diesel, în timpul admisiei pătrunde:

a. aer; b. motorină; c. aer + motorină; d. benzină. (3p)

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

Un vas prevăzut cu supapă are pereții rigizi și volumul  $V=24,93 \text{ L}$ . În interiorul său se află o masă  $m_1=84 \text{ g}$  de azot molecular (considerat gaz ideal biatomic). Presiunea inițială a gazului este  $p_1=300 \text{ kPa}$ , iar supapa se deschide dacă presiunea atinge valoarea maximă admisibilă  $p_{max}=1100 \text{ kPa}$ . Masa atomică a azotului este 14.

a. Calculați cantitatea de gaz ideal aflată inițial în vas (în moli).

b. Calculați temperatura inițială a gazului.

c. Determinați care este temperatura la care supapa se deschide, în condițiile problemei.

d. Dacă în vas se introduce (în condiții izoterme) o cantitate de 7 moli de neon (gaz ideal monoatomic, având masa atomică 20), ce masă molară medie va avea amestecul rezultat?

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

Într-un cilindru cu piston se află un mol de oxigen, închis sub un piston greu, dar subțire și mobil, aflat la  $d=15 \text{ cm}$  de fundul cilindrului, piston care apasă asupra oxigenului ca în figură. În partea superioară a cilindrului (la distanța  $D=30 \text{ cm}$ ) se află niște opritoare care au rolul a împiedica pistonul să iasă din cilindru. Inițial, oxigenul are temperatura  $t_1=27^\circ\text{C}$  și presiunea  $p_1=200 \text{ kPa}$ . Oxigenul se poate considera un gaz ideal biatomic având căldura molară la presiune constantă  $C_p=3,5R$ .

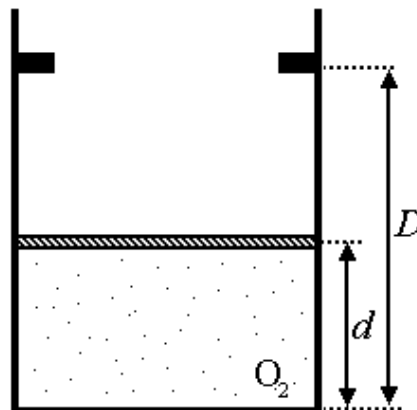
Se încălzește progresiv cilindrul (prin absorbție de căldură din exterior) până când gazul din interior ajunge la presiunea  $p_2=300 \text{ kPa}$ .

a. Reprezentați grafic procesul la care e supus gazul într-o diagramă  $T-V$  (temperatura pe ordonată, volumul pe abscisă).

b. Calculați variația de energie internă a gazului pe parcursul întregului proces.

c. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz pe tot parcursul procesului.

d. Calculați căldura totală absorbită de gaz în timpul în care acesta se încălzește.



### C. PROBLEME ȘI UTILIZAREA CURENȚILOR CONTINUU

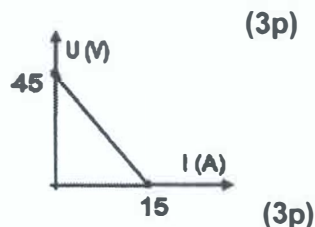
1. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect. (15 puncte)

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

- a. rezistivitatea electrică
- b. tensiunea electrică
- c. intensitatea curentului
- d. rezistența electrică

2. La bornele unei generator se conectează un rezistor cu rezistența electrică variabilă. Dependența tensiunii la bornele generatorului de intensitatea curentului prin circuit este reprezentată în graficul din figura alăturată. Rezistența interioară a generatorului este egală cu:

- a.  $2 \Omega$
- b.  $3 \Omega$
- c.  $4 \Omega$
- d.  $5 \Omega$



3. Două fire conductoare confecționate din materiale cu rezistivitățile  $\rho_1$  și respectiv  $\rho_2 = 0,6 \cdot \rho_1$ , au lungimile  $l_1$ , respectiv  $l_2 = 1,5 \cdot l_1$ . Cele două conductoare se conectează, în paralel, la bornele unei baterii.

Firele sunt parcurse de curenții  $I_1$ , respectiv  $I_2$ , astfel încât  $I_1 = 1,8 \cdot I_2$ . Raportul  $S_1/S_2$  dintre ariile secțiunilor transversale ale celor două conductoare este egal cu:

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

4. Randamentul de funcționare al unei baterii, când aceasta alimentează un rezistor  $R = 19 \Omega$ , este egal cu  $\eta = 95\%$ . Rezistența interioară a bateriei este egală cu:

- a.  $10 \Omega$
  - b.  $3 \Omega$
  - c.  $2 \Omega$
  - d.  $1 \Omega$
- (3p)

5. Cinci conductoare identice (notate cu 1, 2, 3, 4 și 5) având fiecare rezistența electrică  $R$ , se conectează ca în figura alăturată. Rezistența echivalentă a grupării celor cinci conductoare, între capetele A și B, este egală cu  $R_{AB} = 40 \Omega$ .

Rezistența electrică  $R$  a unui conductor este egală cu:

- a.  $8 \Omega$
  - b.  $10 \Omega$
  - c.  $15 \Omega$
  - d.  $24 \Omega$
- (3p)

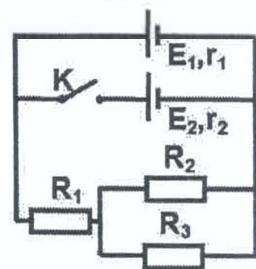


### II. Rezolvați următoarea problemă:

Se consideră circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată. Se cunosc:  $E_1 = 18 V$ ,  $r_1 = 3 \Omega$ ,  $E_2 = 9 V$ ,  $r_2 = 1,5 \Omega$ ,  $R_1 = 13 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$ ,  $R_3 = 80 \Omega$ .

Rezistența electrică a conductoarelor de legătură se neglijează. Determinați:

- a. rezistența electrică echivalentă a grupării formate din rezistoarele  $R_1$ ,  $R_2$  și  $R_3$ ;
- b. intensitatea curentului electric care trece prin rezistorul  $R_2$  dacă întrerupătorul  $K$  este deschis;
- c. tensiunea la bornele generatorului având tensiunea electromotoare  $E_1$  dacă întrerupătorul  $K$  este închis;
- d. intensitatea curentului electric care trece prin generatorul având tensiune electromotoare  $E_2$  dacă întrerupătorul  $K$  este închis.



### III. Rezolvați următoarea problemă:

Un generator cu tensiunea electromotoare  $E$  și rezistența interioară  $r = 1 \Omega$  alimentează un bec legat în serie cu un rezistor  $R$ . La bornele becului se conectează un voltmetru cu rezistența internă  $R_V = 150 \Omega$ . Tensiunea indicată de voltmetru este egală cu  $U = 30 V$ . Puterea disipată de rezistor în acest caz este  $P = 5,76 W$ , iar valoarea intensității curentului electric ce străbate generatorul este  $I = 1,2 A$ . Becul funcționează la parametri nominali.

- a. Calculați rezistența electrică a rezistorului  $R$ .
- b. Determinați valoarea puterii nominale a becului.
- c. Determinați tensiunea electromotoare  $E$  a generatorului.
- d. Se deconectează voltmetrul de la bornele becului și se înlocuiește rezistorul  $R$  cu un alt rezistor având rezistența electrică  $R_1$  astfel încât becul legat în serie cu  $R_1$  funcționează la puterea nominală. Determinați puterea  $P_1$  disipată de rezistorul  $R_1$ .

## D. OPTICA

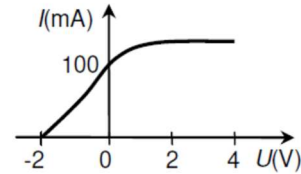
Se consideră viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta lui Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J·s, sarcina electrică elementară  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C, masa electronului  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J.

### SUBIECTUL I

(15 puncte)

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

- Unitatea de măsură pentru convergența unui sistem optic este:  
a. m                      b.  $\text{m}^{-1}$                       c. J                      d. C                      (3p)
- Sub ce unghi, față de orizontală, trebuie așezată o oglindă plană, pentru ca razele de lumină solare, ce cad pe oglindă sub unghiul de incidență egal cu  $60^\circ$ , să lumineze fundul unei fântâni foarte adânci?  
a.  $45^\circ$                       b.  $90^\circ$                       c.  $60^\circ$                       d.  $30^\circ$                       (3p)
- În figura alăturată este prezentată caracteristica curent-tensiune obținută în studiul efectului fotoelectric extern. Tensiunea la care nici un electron extras nu ajunge la anod are valoarea absolută minimă:  
a. 4 V                      b. 2 V                      c. 6 V                      d. 100 V                      (3p)
- O rază de lumină se propagă prin aer și cade, sub unghiul de incidență de  $60^\circ$ , pe suprafața de separație dintre aer și un mediu cu indicele de refracție  $n = \sqrt{3}$ . Unghiul dintre raza reflectată și raza refractată este:  
a.  $30^\circ$                       b.  $60^\circ$                       c.  $45^\circ$                       d.  $90^\circ$                       (3p)
- Un dispozitiv Young, cu distanța dintre fante  $a = 0,13$  mm, este iluminat folosind lumină monocromatică cu lungimea de undă  $\lambda = 555$  nm. Urmărind figura de interferență pe un ecran aflat la distanța  $D = 1,3$  m față de dispozitiv, interfranța figurii de interferență are valoarea:  
a. 5,55 mm                      b. 55,5 mm                      c. 5,13 mm                      d. 13,5 mm                      (3p)



### SUBIECTUL II

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

În fața unei lentile subțiri convergente, se află un obiect liniar, cu înălțimea  $y = 1$  cm, perpendicular pe axa optică a lentilei. Distanța focală a lentilei este  $f_1 = 15$  cm, iar imaginea clară a obiectului se formează pe un ecran aflat la distanța de 60 cm față de lentilă.

- La ce distanță, față de lentilă, se află obiectul și ce înălțime are imaginea acestuia? Construiți imaginea dată de lentilă și precizați caracteristicile acesteia.
- De lentilă se alipește o altă lentilă subțire convergentă, cu distanța focală  $f_2 = 30$  cm, axa optică a celor două lentile fiind comună. Menținând obiectul în aceeași poziție, aflați distanța  $d$  pe care trebuie deplasat ecranul, astfel încât pe ecran să se formeze imaginea clară a obiectului, dată de sistemul celor două lentile.
- Determinați distanța  $L$  pe care trebuie deplasată una dintre cele două lentile, de-a lungul axei optice, pentru ca un fascicul de lumină care se propagă înspre sistem paralel cu axa optică, la ieșirea din sistem să fie tot paralel cu axa optică. Reprezentați schematic sistemul optic și propagarea razelor de lumină.

### SUBIECTUL III

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Pe catodul unei celule fotoelectrice cad două radiații cu lungimile de undă  $\lambda_1 = 530$  nm și, respectiv,  $\lambda_2 = 350$  nm. Lucru mecanic de extracție al metalului din care este confecționat catodul este  $L_{\text{extr}} = 3,1$  eV.

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