

**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009****Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

**SUBIECTUL I –****(15 puncte)**

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

1. Numărul de molecule care se află într-o masă  $m = 72 \text{ g}$  de apă având masa molară  $\mu = 18 \text{ g/mol}$  este aproximativ:

- a.  $24 \cdot 10^{23}$       b.  $240 \cdot 10^{23}$       c.  $24 \cdot 10^{26}$       d.  $240 \cdot 10^{26}$       (2p)

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică mărimea fizică definită prin formula  $\frac{Q}{m \cdot \Delta T}$  este :

- a. capacitatea calorică  
b. căldura specifică  
c. căldura molară  
d. căldura      (5p)

3. Într-o transformare izocoră în care presiunea gazului ideal crește, acesta:

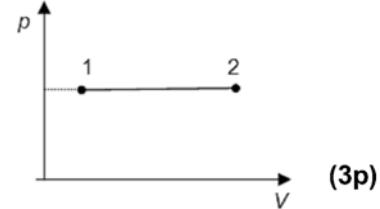
- a. primește  $Q$  și  $L$   
b. primește  $L$  și cedează  $Q$   
c. schimbă numai lucru mecanic cu exteriorul  
d. schimbă numai căldură cu exteriorul      (3p)

4. Notațiile folosite fiind cele obișnuite în manualele de fizică, relația Robert Mayer poate fi scrisă:

- a.  $c_p = c_V + R$       b.  $C_V = C_p + R$       c.  $C_p = C_V + R$       d.  $c_p + c_V = R$       (2p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate  $(p, V)$  ca în figura alăturată. Știind că densitatea gazului scade de 2 ori, atunci, temperatura gazului:

- a. scade de 4 ori  
b. scade de 2 ori  
c. crește de 2 ori  
d. crește de 4 ori



(3p)

**B. SUBIECTUL II –****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă  $m = 320 \text{ g}$  oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, aflat în starea inițială caracterizată de parametrii  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , evoluează după un proces termodinamic ciclic  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  compus din: transformarea  $1 \rightarrow 2$ , în cursul căreia dependența presiunii de volum respectă legea  $p = aV$ ,  $a = \text{ct}$ ,  $a > 0$ , răcire la presiune constantă  $2 \rightarrow 3$  până la un volum  $V_3 = V_1$  și procesul  $3 \rightarrow 1$  în care volumul este menținut constant. Se cunoaște că presiunea în starea 2 este  $p_2 = 2p_1$ . Determinați:

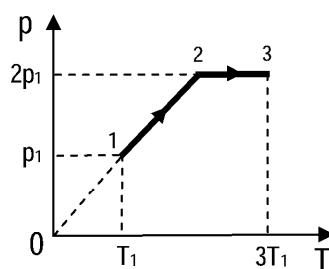
- a. masa unei molecule de oxigen;  
b. numărul de moli de oxigen;  
c. temperatura gazului în starea 3;  
d. densitatea gazului în starea 2.

**B. SUBIECTUL III –****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ), aflat inițial în starea 1, la temperatură  $T_1 = 250 \text{ K}$ , este supus succesiunii de transformări  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , ca în figura alăturată.

- a. Reprezentați succesiunea de transformări în coordonate  $p - V$ .  
b. Determinați energia internă a gazului în starea 2.  
c. Aflați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ .  
d. Calculați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .



### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

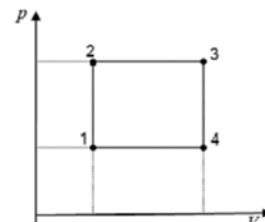
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale de fizică, energia internă a unui gaz ideal poliatomice are expresia:

- a.  $3\nu RT$       b.  $2,5\nu RT$       c.  $1,5\nu RT$       d.  $\nu RT$       (2p)

2. Lucrul mecanic efectuat de o masă de gaz ideal are cea mai mare valoare în transformarea:

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



3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice exprimate prin raportul  $\frac{\mu RT}{\mu}$  este:

- a. K      b. J      c. Pa      d. J/K      (5p)

4. Raportul dintre lucrul mecanic efectuat de un motor termic și căldura primită de la sursa caldă, pe durata unui ciclu complet, este  $\eta = 0,25$ . Motorul cedează sursei reci căldura  $|Q_c| = 360 \text{ J}$ . Căldura primită de la sursa caldă este:

- a. 288 J      b. 450 J      c. 480 J      d. 1440 J      (3p)

5. Doi moli de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3R}{2}$ ) sunt supuși unei transformări adiabatice, în cursul căreia temperatura s-a modificat de la  $T_1 = 400 \text{ K}$  la  $T_2 = 277^\circ \text{C}$ . Variată energiei interne a gazului are valoarea:

- a.  $-6235,50 \text{ J}$       b.  $3067,86 \text{ J}$       c.  $3739,50 \text{ J}$       d.  $3741,50 \text{ J}$       (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de sticlă închis se află  $N = 60,2 \cdot 10^{23}$  molecule de azot molecular ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ), la temperatură  $t = 77^\circ \text{C}$  și presiunea  $p_1 = 200 \text{ kPa}$ . Determinați:

- a. masa gazului;  
b. densitatea gazului;  
c. numărul de molecule din unitatea de volum aflate în vas;  
d. noua valoare a presiunii gazului dacă, fără a se modifica temperatura, se scoad  $f = 20\%$  din moleculele din vas.

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic, ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) aflat inițial în starea 1, la temperatura

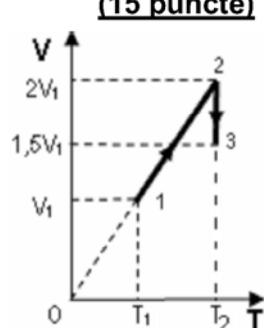
$T_1 = 300 \text{ K}$ , este supus succesiunii de transformări  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , reprezentată în coordinate  $V-T$  ca în figura alăturată. Se va considera  $\ln\left(\frac{4}{3}\right) \equiv 0,29$

- a. Reprezentați grafic, în coordinate  $p-V$ , succesiunea de transformări  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .

- b. Determinați energia internă a gazului în starea 3.

- c. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ .

- d. Determinați căldura totală schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

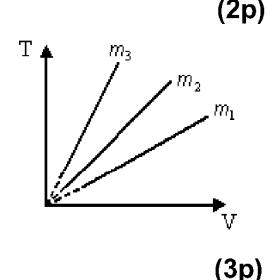
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Unitatea de măsură din S.I. pentru mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul mecanic schimbat cu exteriorul de un sistem termodinamic și variația temperaturii sale este aceeași cu unitatea de măsură pentru:

- capacitatea calorică a unui corp;
- căldura specifică a unei substanțe;
- căldura molară a unei substanțe;
- masa molară a unei substanțe.

2. Trei mase diferite din același gaz ideal sunt supuse unor transformări reprezentate în sistemul de coordonate  $(T, V)$  ca în figura alăturată. Cunoscând faptul că  $p_1 = p_2 = p_3$ , relația corectă dintre masele celor trei gaze este:

- $m_1 = m_2 = m_3$
- $m_1 > m_2 > m_3$
- $m_2 > m_3 > m_1$
- $m_3 > m_2 > m_1$



(3p)

3. Un kilomol de gaz ideal, aflat în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ) ocupă, aproximativ:

- $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ litri}$
- $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- 22,4 litri
- 22,4  $\text{m}^3$

(5p)

4. Masele molare ale unor substanțe biatomice sunt  $\mu_1$  și  $\mu_2$ . Masa molară a substanței a cărei molecule este formată din trei atomi de tipul celor care formează moleculea primei substanțe și un atom de tipul celor care formează moleculea celei de a doua substanțe va fi dată de relația:

- $\frac{3\mu_1 + \mu_2}{2}$
- $\frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$
- $\frac{\mu_1 + 2\mu_2}{2}$
- $\frac{2\mu_1 + 3\mu_2}{2}$

(3p)

5. Un sistem termodinamic aflat într-un înveliș adiabatic primește 80 J din exterior sub formă de lucrul mecanic, apoi efectuează un lucru mecanic 1,24 kJ. În aceste condiții, variația energiei sale interne este:

- 1320 J
- 1320 J
- 1160 J
- 1160 J

(2p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un balon de sticlă închis cu un dop conține o masă de  $m = 58 \text{ g}$  dintr-un gaz considerat ideal cu masa molară  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ . Presiunea gazului din balon este  $p = 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ . Se adaugă apoi în balon o masă de  $\Delta m = 14,5 \text{ g}$  din același gaz. Considerați că dopul este etanș și că în timpul adăugării masei suplimentare de gaz nu apar surgeri de gaz din balon. Temperatura balonului și a gazului din interior rămâne mereu aceeași,  $T = 300 \text{ K}$ . Determinați:

- numărul de moli de gaz din balon înainte de adăugarea masei suplimentare de gaz;
- volumul ocupat de gazul din balonul de sticlă;
- densitatea gazului din balon, după adăugarea masei suplimentare de gaz;
- presiunea gazului din balon, după adăugarea masei suplimentare de gaz.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Motorul unui automobil funcționează după ciclul Diesel. Variația energiei interne în cursul compresiei este  $\Delta U_{12}=920 \text{ kJ}$ . Căldura primită în urma arderii carburantului injectat și lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul destinderii izobare a acestuia sunt  $Q_{23}=240 \text{ kJ}$ , respectiv  $L_{23}=60 \text{ kJ}$ . Căldura degajată în exterior în procesul 4→1 (desfășurat la volum constant) este 120 kJ.

- Reprezentați grafic ciclul într-un sistem de coordonate  $p-V$ .
- Stabiliti care sunt valorile  $L_{12}$  și  $L_{41}$  ale lucrului mecanic efectuat de gaz în procesele 1→2 și 4→1.
- Determinați valorile variației energiei interne a gazului în procesele 4→1, 2→3 și 3→4,  $\Delta U_{41}$ ,  $\Delta U_{23}$  și  $\Delta U_{34}$ .
- Calculați raportul dintre căldura primită și lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior într-un ciclu.

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

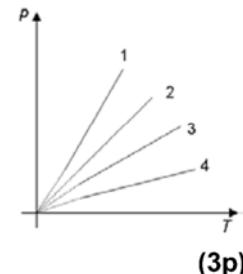
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a capacitatei calorice este:

a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{K}^2}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       (2p)

2. În figura alăturată sunt reprezentate, într-un sistem de coordonate  $(p, T)$  patru transformări la volum constant a unei mase constante de gaz ideal. Transformarea care are loc la cel mai mare volum este:

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4



(3p)

3. Lucrul mecanic schimbat de  $v$  moli dintr-un gaz ideal monoatomic ( $C_p = \frac{5}{2}R$ ) în timpul unui proces cvasistatic adiabatic desfășurat între temperaturile  $T_1$  și  $T_2$  are expresia:

a.  $\frac{3vR}{2}(T_2 - T_1)$       b.  $\frac{5vR}{2}(T_2 - T_1)$       c.  $\frac{3vR}{2}(T_1 - T_2)$       d.  $\frac{5vR}{2}(T_1 - T_2)$       (5p)

4. Energia internă a unui gaz ideal crește atunci când gazul suferă o:

- a. destindere adiabatică  
b. destindere la presiune constantă  
c. comprimare la presiune constantă  
d. comprimare la temperatură constantă

(2p)

5. Două mase egale de gaze ideale diferite, se află la aceeași presiune. Relația dintre temperaturile celor două gaze este  $T_1 = 0,5T_2$ , iar cea dintre volumele recipientelor în care se află este  $V_1 = 2V_2$ . Relația corectă dintre masele lor molare este:

a.  $\mu_1 = \mu_2$       b.  $\mu_1 = 4\mu_2$       c.  $4\mu_1 = \mu_2$       d.  $\mu_1 = 2\mu_2$       (3p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Cunoscând masa molară a carbonului  $\mu_C = 12 \text{ kg/kmol}$  și masa molară a oxigenului  $\mu_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}$ , determinați:

- a. numărul de molecule conținute într-o masă  $m = 1 \text{ kg}$  de dioxid de carbon ( $CO_2$ );  
b. masa unei molecule de  $CO_2$ ;  
c. densitatea dioxidului de carbon în condiții fizice normale ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ;  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ );  
d. volumul care revine, în medie, unei molecule de  $CO_2$  în condiții fizice normale considerând că moleculele gazului sunt uniform distribuite.

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă dată de azot trece din starea inițială, caracterizată de presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  în starea finală, caracterizată de presiunea  $p_3 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ , printr-o succesiune de două proceze: o transformare izocoră, urmată de o transformare izobară. Se cunoște căldura molară la volum constant  $C_V = \frac{5}{2}R$ .

- a. Reprezentați grafic transformările în sistemul de coodronate  $p-V$ .  
b. Determinați variația energiei interne  $\Delta U$  a azotului la trecerea din starea inițială în cea finală.  
c. Calculați căldura totală  $Q$  schimbată de gaz cu mediul exterior la trecerea din starea 1 în starea 3.  
d. Calculați lucrul mecanic  $L$  schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea izobară.

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA

• Se acordă 10 puncte din oficiu.

• Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{Kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$       (5p)

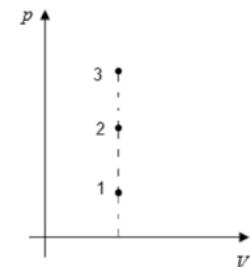
2. Numărul de moli conținuți în 100 ml de apă ( $\mu_{apa} = 18 \text{ g/mol}$ ,  $\rho_{apa} = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) este egal, aproximativ, cu:

- a. 3,22 mol      b. 4,33 mol      c. 5,55 mol      d. 6,12 mol      (3p)

3. Un gaz ideal monoatomic ( $C_p = \frac{5R}{2}$ ) primește căldura  $Q$  și se destinde astfel încât presiunea rămâne constantă, iar temperatura gazului crește cu  $\Delta T$ . Procentul din căldura  $Q$  transformată în lucru mecanic este egal cu:

- a. 20%      b. 40%      c. 60%      d. 80%      (3p)

4. Punctele 1, 2 și 3 din graficul alăturat reprezintă trei stări de echilibru pentru trei cantități diferite de gaze ideale diatomice ( $C_v = \frac{5R}{2}$ ) aflate la aceeași temperatură.



Relația corectă dintre energiile interne ale celor trei gaze este:

- a.  $U_1 < U_2 < U_3$   
b.  $U_1 = U_2 = U_3$   
c.  $U_1 > U_2 > U_3$   
d.  $U_1 < U_2 > U_3$       (2p)

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, variația energiei interne a unui sistem termodinamic poate fi exprimată, în funcție de energia schimbată de sistem cu mediul exterior, prin relația:

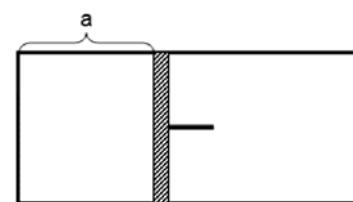
- a.  $\Delta U = L - Q$       b.  $\Delta U = Q + L$       c.  $\Delta U = -Q - L$       d.  $\Delta U = Q - L$       (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În cilindrul orizontal prevăzut cu piston, ca în figura alăturată, este închisă ermetic o cantitate  $v = 2 \text{ mol}$  de monoxid de carbon ( $\mu = 28 \text{ kg/kmol}$ ), considerat gaz ideal, la temperatura  $t = 7^\circ\text{C}$ . Pistonul, de arie  $S = 8,31 \text{ dm}^2$ , este lăsat liber și se poate deplasa fără frecare. Presiunea atmosferică are valoarea  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Determinați:



- a. lungimea „a” a porțiunii ocupate de gaz în starea inițială;  
b. masa de monoxid de carbon conținută în cilindru;  
c. temperatura  $T_2$  la care trebuie încălzit gazul pentru ca lungimea porțiunii ocupate de gaz să se dubleze;  
d. densitatea gazului aflat la temperatura  $T_2$ .

#### **B. SUBIECTUL III –**

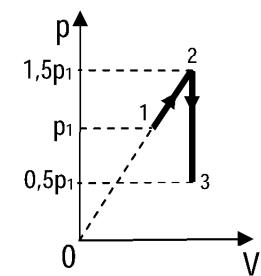
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic, ( $\gamma = \frac{7}{5}$ ) aflat inițial în starea 1, la temperatura

$t_1 = 27^\circ\text{C}$ , este supus succesiunii de transformări  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , ca în figura alăturată. Determinați:

- a. raportul dintre volumul gazului în starea 3 și volumul gazului în starea 1;  
b. diferența dintre energia internă a gazului în starea 3 și energia internă a gazului în starea 1;  
c. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;  
d. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA

- Se acordă 10 puncte din oficiu.

- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a căldurii molare este:

a.  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$       b.  $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}^{-1}$       c.  $\text{J} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}^{-1}$       d.  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$       (2p)

2. La presiunea  $p = 8,31 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , concentrația moleculelor unui gaz ideal (numărul de molecule din unitatea de volum) este  $n = 3,01 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ . Temperatura gazului este egală cu:

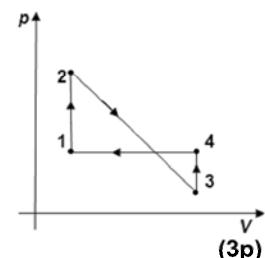
a.  $1727^\circ\text{C}$       b.  $2000^\circ\text{C}$       c.  $2027^\circ\text{C}$       d.  $2054^\circ\text{C}$       (5p)

3. Energia internă a unei mase constante de gaz ideal scade în cursul unei:

- a. comprimări izoterme  
b. destinderi adiabatice  
c. destinderi izoterme  
d. comprimări adiabatice.      (3p)

4. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează transformarea ciclică 12341 reprezentată în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată. Transformarea în care gazul primește lucru mecanic este:

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



5. Două coruri identice având temperaturi diferite sunt puse în contact termic. Relația dintre temperaturile inițiale ale celor două coruri este  $T_2 = 3 \cdot T_1$ . Sistemul este izolat adiabatic de mediul exterior. Temperatura finală  $T$  a sistemului după stabilirea echilibrului termic are expresia:

a.  $T = T_1$       b.  $T = 2T_1$       c.  $T = 3T_1$       d.  $T = 4T_1$       (2p)

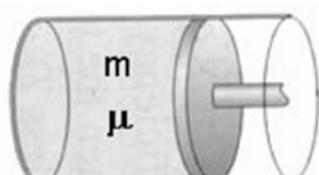
#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un cilindru cu piston etanș așezat orizontal, ca în figura alăturată, conține o masă de gaz ideal  $m = 40 \text{ g}$  având masa molară  $\mu = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Cilindrul este în contact termic cu mediul care are temperatura  $T = 300 \text{ K}$ , iar pistonul se află în echilibru la presiunea atmosferică normală  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  și se poate deplasa fără frecare. Determinați:

- a. numărul de molecule de gaz din cilindru;  
b. volumul ocupat de gaz;  
c. volumul ocupat de gazul din cilindru în urma încălzirii la presiune constantă cu  $\Delta T = 100 \text{ K}$ ;  
d. variația relativă a densității gazului între starea inițială și cea finală.



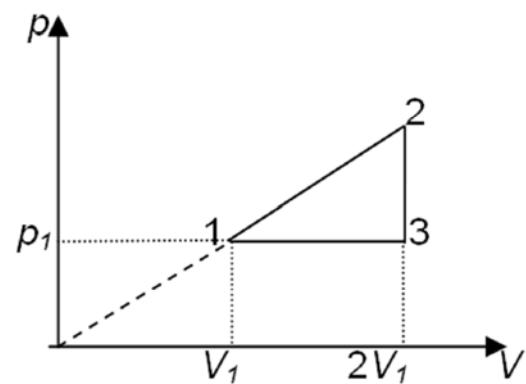
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un motor termic având ca substanță de lucru  $\frac{1}{3}$  mol de gaz ideal monoatomic parcurge ciclul termodinamic reprezentat în figură. Fiind cunoscute valorile parametrilor  $p = 10^5 \text{ Pa}$ , respectiv  $V = 8,31 \ell$ , și căldura molară la volum constant  $C_V = \frac{3}{2} R$  determinați:

- a. temperaturile gazului în stările 1, 2 și 3;  
b. lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;  
c. căldura primită de substanța de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;  
d. căldura cedată de sistem la fiecare parcurgere a procesului ciclic.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA

• Se acordă 10 puncte din oficiu.

• Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Într-un vas se află 40 g heliu în condiții fizice normale. Cunoscând masa molară  $\mu = 4 \text{ g/mol}$  și volumul molar în condiții fizice normale  $V_{\mu_0} = 22,42 \text{ l/mol}$ , volumul ocupat de heliu este:

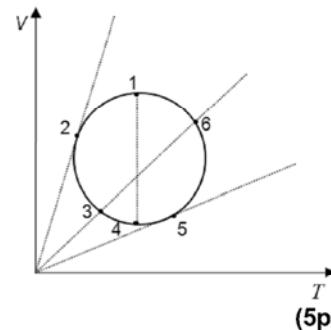
- a. 224,2 l      b. 45,8 l      c. 24,6 l      d. 2,24 l      (2p)

2. Densitatea unui gaz ideal având masa molară  $\mu$ , aflat la temperatura  $T$  și presiunea  $p$  este:

- a.  $\frac{pV}{nR}$       b.  $\frac{p\mu}{RT}$       c.  $\frac{RT}{p\mu}$       d.  $\frac{m}{\mu}RT$       (3p)

3. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează o transformare ciclică, care în coordonate  $V-T$ , se reprezintă ca în figura alăturată. Stările în care gazul are aceeași presiune sunt:

- a. 1 și 5;  
b. 2 și 6;  
c. 4 și 3;  
d. 3 și 6.



(5p)

4. Un gaz ideal diatomic, având  $C_V = 2,5R$ , se destinde izobar și absoarbe căldura  $Q$ . Între variația energiei interne și lucrul mecanic efectuat de gaz în această destindere există relația:

- a.  $\Delta U = \frac{3}{2}L$       b.  $\Delta U = 5L$       c.  $\Delta U = \frac{L}{2}$       d.  $\Delta U = \frac{5}{2}L$       (2p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal se destinde la temperatură constantă. În această transformare gazul:

- a. primește  $L$  și cedează  $Q$ ;  
b. cedează  $L$  și primește  $Q$ ;  
c. efectuează  $L$  pe seama variației energiei sale interne;  
d. nu schimbă energie cu exteriorul.

(3p)

**B. SUBIECTUL II –**

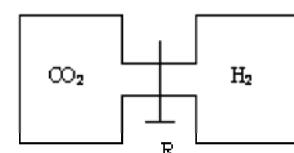
**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Două recipiente pot comunica între ele prin intermediul unui tub prevăzut cu un robinet R. În primul recipient se află o masă  $m_1 = 44 \text{ g}$  dioxid de carbon  $\text{CO}_2$ , iar în al doilea recipient se află

o masă  $m_2 = 6 \text{ g}$  de hidrogen cu  $\mu_2 = 2 \text{ g/mol}$ . Ambele gaze sunt considerate ideale. Inițial robinetul este închis. Determinați:

- a. numărul de moli de dioxid de carbon ( $\mu_C = 12 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ );  
b. numărul de molecule de  $\text{CO}_2$  din unitatea de volum din primul recipient, dacă volumul acestuia este  $V = 3 \text{ l}$ ;  
c. masa unei molecule de hidrogen;  
d. masa molară a amestecului de gaze obținut în urma deschiderii robinetului R.



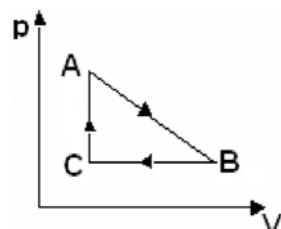
**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $v = 1 \text{ mol}$  de oxigen efectuează ciclul reversibil ABCA de forma unui triunghi în care BC este un proces izobar și CA este un proces izocor. În starea A presiunea este  $p_A = 415,5 \text{ kPa}$  și densitatea oxigenului  $\rho_A = 3,2 \text{ kg/m}^3$ , în starea B volumul este  $V_B = 2V_A$  iar în starea C presiunea este  $p_C = 0,5p_A$ . Cunoscând masa molară a oxigenului  $\mu = 32 \text{ g/mol}$  și exponentul adiabatic  $\gamma = 1,4$  determinați:

- a. căldura molară la volum constant pentru oxigen;  
b. variația energiei interne a gazului în procesul AB;  
c. lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu;  
d. căldura primită de gaz în procesul CA.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

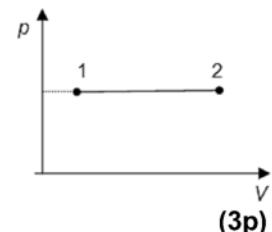
1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura molară este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{mol}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       (2p)

2. Un gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5R}{2}$ ) descrie o transformare care se reprezintă

într-un sistem de coordonate  $p-V$  ca în figura alăturată. Gazul absoarbe o cantitate de căldură  $Q$ . Variația energiei interne a gazului în acest proces este:

- a. 2,5Q  
b. 1,4Q  
c. 0,71Q  
d. 0,4Q      (3p)



3. Într-o destindere cvasistatică a unui gaz ideal, la presiune constantă, temperatura gazului:

- a. scade      b. crește      c. rămâne constantă      d. nu se poate preciza      (2p)

4. Într-o transformare ciclică, variația energiei interne a unui gaz ideal este:

- a.  $\Delta U = 0$       b.  $\Delta U = nC_V T$       c.  $\Delta U = nRT$       d.  $\Delta U = p \cdot V$       (5p)

5. Unei temperaturi de  $27^{\circ}\text{C}$  îi corespunde în S.I. o temperatură aproximativ egală cu:

- a. 273 K      b. 300 K      c. 327 K      d. 373 K      (3p)

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum  $V = 48 \ell$  se găsește oxigen molecular, considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 24 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t_1 = 15^{\circ}\text{C}$ . Se consumă o fracție  $f = 40\%$  din masa oxigenului pentru o sudură. Considerând că temperatura în interiorul buteliei după efectuarea sudurii rămâne  $t_1$ , determinați:

- a. numărul inițial de moli de oxigen din butelie;  
b. masa oxigenului consumat ( $\mu = 32 \text{ kg/kmol}$ );  
c. presiunea din butelie după efectuarea sudurii;  
d. densitatea oxigenului din butelie după efectuarea sudurii.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În corpul de pompă al unei mașini termice se găsește aer ( $\gamma = \frac{7}{5}$ ), care la temperatura  $T_1 = 400 \text{ K}$  și presiunea

$p_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  ocupă volumul  $V_1 = 2 \ell$ . Gazul suferă o transformare în care temperatura rămâne constantă, ajungând în starea 2, în care volumul este  $V_2 = 2,5 \ell$ , apoi o comprimare în care presiunea gazului rămâne constantă, până în starea 3, după care revine în starea inițială printr-o transformare în care volumul rămâne constant. Se cunoaște  $\ln 1,25 = 0,22$ .

- a. Reprezentați procesul ciclic descris în sistemul de coordonate  $p-T$ .  
b. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul  $3 \rightarrow 1$ .  
c. Calculați variația de energie internă a gazului în cursul procesului  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .  
d. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ .

## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

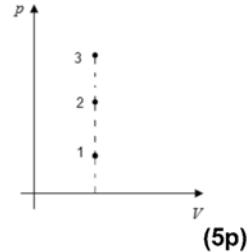
### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Punctele 1, 2 și 3 reprezintă trei stări de echilibru a trei gaze ideale diferite aflate la aceeași temperatură. Relația corectă dintre numărul de moli din fiecare gaz este:

- a.  $n_1 < n_2 < n_3$
- b.  $n_1 = n_2 = n_3$
- c.  $n_1 > n_2 > n_3$
- d.  $n_1 < n_2 > n_3$



(5p)

2. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură a raportului dintre căldura primită de un corp și căldura specifică a materialului din care este alcătuit,  $Q/c$ , este:

- a.  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- b.  $\text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- c.  $\text{kg} \cdot \text{K}$
- d.  $\text{mol} \cdot \text{K}$

(2p)

3. Într-o butelie de volum  $V$  se află un gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3R}{2}$ ) la presiunea  $p$  și la temperatura  $T$ .

În aceste condiții, expresia  $\frac{3pV}{2}$  reprezintă următoarea mărime fizică:

- a. lucru mecanic
- b. densitatea
- c. energia internă
- d. căldura

(3p)

4. O cantitate  $n = 1 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic, cu temperatură inițială de  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , este comprimată adiabatic astfel încât presiunea să crește de 8 ori. Căldura schimbată de gaz cu exteriorul este:

- a. 0 J
- b. 37,395 J
- c. 62,325 J
- d. 74,79 J

(2p)

5. O butelie conține o masă de 112 g azot la temperatura  $t = 7^\circ\text{C}$  și la presiunea de 6 atm. Din butelie se consumă jumătate din cantitatea de azot, temperatura menținându-se constantă. Presiunea finală a gazului din butelie are valoarea:

- a. 5 atm
- b. 4 atm
- c. 3 atm
- d. 2 atm

(3p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un amestec format din 3,2 kg de He ( $\mu_{He} = 4 \text{ g/mol}$ ) și 4 kg de Ne ( $\mu_{Ne} = 20 \text{ g/mol}$ ) se află într-un vas de volum  $V_1 = 3600 \ell$ . Amestecul se află în echilibru termodinamic și poate fi considerat gaz ideal.

- a. Determinați numărul total de molecule de gaz din amestec.
- b. Calculați raportul dintre masa unei molecule de neon și masa unei molecule de heliu.
- c. Determinați densitatea amestecului.
- d. Vasul este pus în legătură print-un tub de volum neglijabil cu un alt vas, inițial vidat, de volum  $V_2 = 6400 \ell$ .

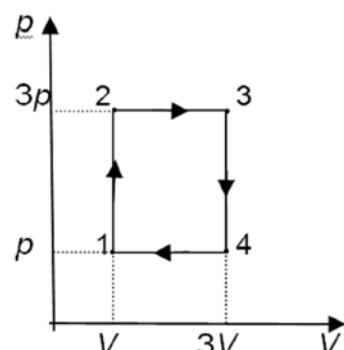
Calculați presiunea care se stabilește în cele două vase dacă gazul este adus la temperatura de  $27^\circ\text{C}$ ;

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $n = 1 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic suferă transformarea ciclică  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$  reprezentată în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Se cunoaște  $C_V = \frac{3}{2}R$  și temperatura în starea 1,  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ .



- a. Reprezentați transformarea ciclică în sistemul de coordonate  $V-T$ .
- b. Determinați căldura cedată de gaz în acest proces;
- c. Determinați lucru mecanic total efectuat într-un ciclu;
- d. Determinați variația energiei interne în procesul  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .

- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### SUBIECTUL I –

**(15 puncte)**

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

1. În timpul destinderii unui gaz ideal la  $T = \text{const.}$ , acesta:

- nu efectuează lucru mecanic, conservându-și energia;
- efectuează lucru mecanic și cedează căldură;
- își conservă energia internă;
- cedează căldură mediului exterior.

**(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeași unitate de măsură ca și constanta gazelor ideale  $R$  este:

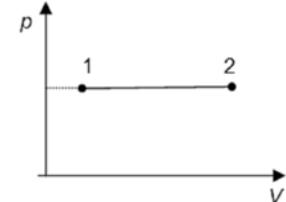
- a.  $\frac{Q}{\Delta T}$       b.  $\frac{C_V}{\mu}$       c.  $C_V$       d.  $\frac{C}{m}$       **(3p)**

3. În două incinte de volume  $V$  și  $2V$  se află două gaze ideale având densitățile  $1 \text{ g/dm}^3$  și respectiv  $0,5 \text{ g/dm}^3$ . În urma amestecării celor două gaze într-o incintă de volum  $0,5V$  densitatea amestecului va avea valoarea:

- a.  $0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$       b.  $2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$       c.  $4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$       d.  $1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$       **(3p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Știind că în cursul transformării temperatura crește cu  $10\%$ , iar variația volumului este egală cu  $0,5 \ell$ , volumul inițial ocupat de gaz are valoarea:

- a.  $2 \text{ dm}^3$   
b.  $4 \text{ dm}^3$   
c.  $3 \ell$   
d.  $5 \ell$       **(5p)**



5. O masă  $m = 1 \text{ kg}$  de apă ( $c_a = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ) este încălzită cu  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ . Căldura necesară încălzirii apei este:

- a.  $5,6 \text{ kJ}$       b.  $15,8 \text{ kJ}$       c.  $20,4 \text{ kJ}$       d.  $41,8 \text{ kJ}$       **(2p)**

#### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cilindric orizontal, închis la ambele capete, cu lungimea  $L = 1 \text{ m}$  și secțiune transversală  $S = 100 \text{ cm}^2$ , este împărțit, printr-un piston etanș termoizolant, de grosime neglijabilă, inițial blocat, în două incinte ale căror volume se află în raportul  $1 : 4$ . În incinta de volum mai mic se găsește  $\text{H}_2$  ( $\mu_{\text{H}_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), aflat inițial la presiunea  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $T_1 = 400 \text{ K}$ , iar în celalătă  $\text{O}_2$  ( $\mu_{\text{O}_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), la  $p_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și  $T_2 = 300 \text{ K}$ . Hidrogenul și oxigenul din cele două incinte sunt considerate gaze ideale.

- Determinați masa unui atom de hidrogen.
- Aflați raportul maselor de gaz din cele două incinte.
- Calculați densitatea oxigenului.
- Se deblochează pistonul, după care hidrogenul este încălzit până când, în final, temperatura acestuia devine  $T_3 = 500 \text{ K}$ . Considerând că temperatura finală a oxigenului rămâne  $T_2$ , calculați distanța pe care s-a deplasat pistonul.

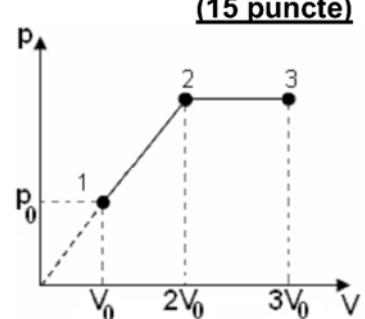
#### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de  $14 \text{ g}$  azot molecular ( $\mu_{\text{N}_2} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$  și  $C_V = 5R/2$ ) se află inițial în starea caracterizată de parametrii  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și  $V_0 = 3 \ell$ . Ea este supusă procesului  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  reprezentat în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată. Determinați:

- lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul  $1 \rightarrow 2$ ;
- variația energiei interne a gazului în procesul  $1 \rightarrow 3$ ;
- căldura absorbită de gaz în procesul  $2 \rightarrow 3$ ;
- căldura molară a gazului în transformarea  $1-2$ .



### **EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

#### **Proba scrisă la Fizică**

**Proba E:** Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

**Proba F:** Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura molară este:

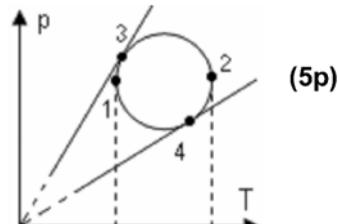
- a. K                      b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$                       c.  $\text{K}^{-1}$                       d.  $\frac{\text{K}}{\text{mol}}$                       (2p)

2. Un gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3R}{2}$ ) primește izocor căldura  $Q$ . Variația energiei sale interne este egală cu:

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

3. O masă dată de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă în coordonate  $p-T$  ca în figura alăturată. Volumul gazului este maxim în starea:

- a. 1                      b. 2                      c. 3                      d. 4



(5p)

4. Energia internă a unei cantități date de gaz:

- a. crește în urma unei destinderi adiabatice;  
b. scade dacă gazul primește izocor căldură;  
c. este constantă într-o transformare izotermă;  
d. este nulă într-o transformare ciclică.

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal diatomic este:

- a.  $U = \frac{3}{2}vRT$                       b.  $U = \frac{5}{2}vRT$                       c.  $U = 2vRT$                       d.  $U = 3vRT$                       (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate de oxigen, considerat gaz ideal, ocupă volumul  $V = 8,31 \text{ m}^3$  la presiunea  $p = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t = 47^\circ\text{C}$ . Masa molară a oxigenului este  $\mu = 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ . Determinați:

- a. masa unei molecule de oxigen;  
b. densitatea oxigenului;  
c. numărul de molecule de oxigen;  
d. presiunea oxigenului în urma unei încălziri la volum constant până la temperatura  $T' = 480 \text{ K}$ ;

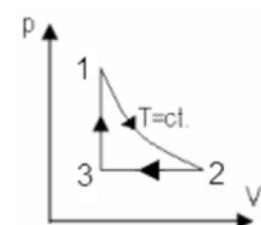
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O masă de gaz ideal suferă transformarea ciclică reprezentată în figura alăturată ( $1 \rightarrow 2$  este transformare izotermă). Folosind datele din tabel determinați, justificând fiecare rezultat:

- a. variația energiei interne pe transformarea 2-3;  
b. căldura totală schimbată cu exteriorul în transformarea ciclică;  
c. căldura schimbată cu mediul exterior în transformarea 2-3.  
d. Reprezentați grafic transformarea ciclică în coordonate  $p-T$ .



Tr.	$\Delta U$	L	Q
$1 \rightarrow 2$		20J	
$2 \rightarrow 3$			
$3 \rightarrow 1$	15J		
Ciclu		15J	

**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA

- Se acordă 10 puncte din oficiu.

- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

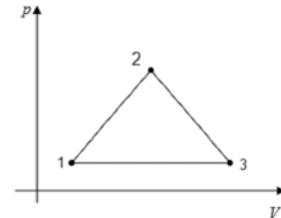
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Căldura cedată de un anumit sistem termodinamic mediului extern într-un interval de timp  $\Delta t$  depinde de intervalul de timp conform relației  $Q = c \cdot \Delta t$ , în care  $c$  reprezintă o constantă. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură în S.I. a constantei  $c$  este:

- a. J·s      b. N/s      c. W      d. J/K      (2p)

2. O cantitate constantă de gaz ideal suferă transformările ciclice 1231, respectiv 1321, reprezentate într-un sistem de coordonate  $p$ -V ca în figura alăturată. Alegeți relația corectă:

- a.  $L_{1231} = L_{1321}$   
b.  $L_{1231} = -L_{1321}$   
c.  $|L_{1231}| = L_{1321}$   
d.  $L_{1231} < L_{1321}$       (3p)



3. Un gaz ideal se destinde adiabatic. Putem afirma că în cursul acestui proces:

- a. volumul gazului scade;  
b. gazul absoarbe căldură;  
c. energia internă a gazului rămâne constantă;  
d. gazul efectuează lucru mecanic.      (5p)

4. Un gaz ideal se destinde după legea  $p^2V = \text{const.}$  În timpul procesului temperatura gazului:

- a. scade      b. crește      c. rămâne constantă      d. crește apoi scade      (3p)

5. Căldura molară la volum constant a unui gaz ideal al cărui exponent adiabatic are valoarea  $\gamma = 1,4$  este:

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

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de sticlă închis se află, la presiunea  $p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t = 7^\circ\text{C}$ , o cantitate de azot molecular ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ). Se scoate o masă  $\Delta m = 2 \text{ g}$  de azot din vas. Presiunea azotului rămas în vas este  $p_2 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , iar temperatura lui este egală cu cea din starea inițială. Determinați:

- a. densitatea gazului în starea inițială;  
b. numărul de molecule de azot care au fost scoase din vas;  
c. masa azotului rămas în vas;  
d. volumul vasului.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal având căldura molară la volum constant  $C_V = 3R/2$ , se găsește inițial în starea (1) în care ocupă volumul  $V_1 = 2 \ell$  la presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Gazul este supus următoarei succesiuni de transformări: (1)  $\rightarrow$  (2) încălzire izocoră până la presiunea  $2p_1$ ; (2)  $\rightarrow$  (3) destindere izobară până la volumul  $2V_1$ ; (3)  $\rightarrow$  (4) răcire izocoră până la presiunea  $p_1$ ; (4)  $\rightarrow$  (1) comprimare izobară până în starea inițială.

- a. Reprezentați ciclul termodinamic efectuat de gaz în sistemul de coordonate  $p$ -V.  
b. Arătați că stările (2) și (4) se găsesc pe aceeași izotermă.  
c. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz într-un ciclu complet.  
d. Determinați variația energiei interne a gazului în destinderea izobară.

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia de mai jos care are aceeași unitate de măsură ca și energia internă este:

- a.  $Q$       b.  $p \cdot T$       c.  $L \cdot T^{-1}$       d.  $V \cdot p^{-1}$       (3p)

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia corectă a principiului I al termodinamicii este:

- a.  $U = Q - L$       b.  $\Delta U = Q - L$       c.  $\Delta U = Q + L$       d.  $U = Q + L$       (3p)

3. Un gaz ideal monoatomic aflat într-un vas închis etanș cu ajutorul unui piston mobil suferă un proces izoterm în urma căruia volumul în starea finală este de  $10/9$  ori mai mare decât volumul din starea inițială.

Se poate spune că în procesul descris:

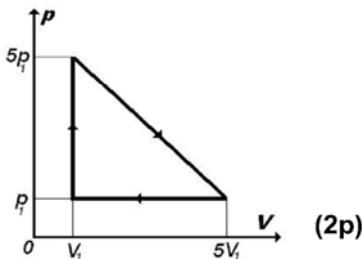
- a. masa molară crește de  $10/9$  ori.  
 b. masa molară scade de  $10/9$  ori.  
 c. volumul molar rămâne neschimbat.  
 d. masa molară rămâne neschimbată.      (5p)

4. Un sistem termodinamic care nu schimbă substanță cu exteriorul și al cărui înveliș este adiabatic:

- a. nu poate primi lucru mecanic din exterior;  
 b. nu poate ceda lucru mecanic exteriorului;  
 c. nu poate schimba căldură cu exteriorul;  
 d. schimbă căldură cu exteriorul.      (2p)

5. Un sistem termodinamic evoluează după procesul ciclic reprezentat în imagine. Lucrul mecanic schimbat de sistem cu exteriorul în cursul acestui proces ciclic, exprimat în unități  $u = p_1 \cdot V_1$ , este:

- a.  $24u$   
 b.  $19u$   
 c.  $8u$   
 d.  $5u$



**(15 puncte)**

#### **B. SUBIECTUL II –**

Rezolvați următoarea problemă:

Două baloane identice de sticlă conțin mase egale  $m = 5,8 \text{ g}$  din același gaz ideal cu masa molară  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ . Inițial, gazul din baloane se află la aceeași temperatură  $T = 300 \text{ K}$  și la aceeași presiune  $p = 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ . Apoi, temperatura absolută a gazului dintr-un balon este mărită de  $n = 2$  ori (prin punerea în contact termic cu un termostat cald aflat la temperatura  $n \cdot T$ ), iar a celuilalt este scăzută de  $n = 2$  ori (prin punerea în contact termic cu un termostat rece aflat la temperatura  $T/n$ ). Baloanele sunt menținute în contact cu termostatele și sunt puse în comunicare printr-un tub de volum neglijabil. Determinați:

- a. numărul de moli de gaz din fiecare balon, înainte de punerea lor în comunicare;  
 b. volumul interior al unui balon de sticlă;  
 c. numărul de moli de gaz din balonul răcit, ca urmare a punerii în comunicare a celor două baloane;  
 d. valoarea comună a presiunii în cele două baloane după ce au fost puse în comunicare.

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Motorul unui automobil funcționează după ciclul Otto. În tabelul alăturat sunt indicate (în kilojoule, pentru un singur ciclu): variația energiei interne  $\Delta U_{12}$  în cursul compresiei, căldura  $Q_{23}$  primită în urma exploziei amestecului carburant și lucrul mecanic  $L_{34}$  efectuat de gaz în cursul destinderii acestuia.

- a. Reprezentați ciclul Otto în coordinate  $p-V$ , specificând tipul fiecărei transformări.

- b. Calculați valorile căldurii  $Q_{12}$  și  $Q_{34}$  schimbate de gaz cu exteriorul în procesele  $1 \rightarrow 2$  și  $3 \rightarrow 4$ .  
 c. Stabiliti care sunt valorile  $L_{23}$  și  $L_{41}$  ale lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesele  $2 \rightarrow 3$  și  $4 \rightarrow 1$ .  
 d. Determinați variația energiei interne a gazului  $\Delta U_{41}$  în procesul  $4 \rightarrow 1$  și căldura  $Q$  schimbată de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu.

Procesul $i \rightarrow j$	$Q_{ij}$ [kJ]	$L_{ij}$ [kJ]	$\Delta U_{ij}$ [kJ]
$1 \rightarrow 2$			720
$2 \rightarrow 3$	480		
$3 \rightarrow 4$		900	
$4 \rightarrow 1$			

# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Într-o destindere a unei mase constante de gaz ideal, menținut la temperatură constantă, densitatea acestuia:

- a. crește
- b. scade
- c. se menține constantă
- d. crește și apoi scade

(3p)

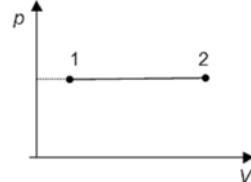
2. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură a energiei interne în S.I. poate fi exprimată prin relația:

- a.  $\text{N} \cdot \text{m}^2$       b.  $\text{N} \cdot \text{m}$       c.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{K}}$       d.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{K}}$       (3p)

3. O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) descrie o transformare care se reprezintă

într-un sistem de coordonate  $p-V$  ca în figura alăturată. Relația corectă dintre lucrul mecanic și căldura schimbate de gaz cu mediul exterior este:

- a.  $Q = \frac{3L}{2}$
- b.  $Q = \frac{5L}{2}$
- c.  $Q = 3L$
- d.  $Q = \frac{7L}{2}$



(2p)

4. Într-o transformare ciclică un gaz ideal primește căldura  $Q_1$  și cedează căldura  $Q_2 < 0$ . Raportul  $\frac{L}{Q_1}$  poate

fi scris sub forma:

- a.  $\frac{Q_1 + Q_2}{Q_1}$       b.  $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$       c.  $\frac{1 - Q_2}{Q_1}$       d.  $\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}$       (5p)

5. Utilizând notațiile din manualele de fizică, relația Robert - Mayer poate fi scrisă sub forma:

- a.  $C_p + C_V = \frac{R}{\mu}$       b.  $C_V - C_p = R$       c.  $c_p - c_V = \frac{R}{\mu}$       d.  $c_p - c_V = \frac{\rho_0 T_0}{p_0}$       (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas închis de volum  $V = 0,06 \text{ m}^3$  se află un amestec format din  $N_1 = 4 \cdot 10^{23}$  molecule de oxigen cu masa molară  $\mu_1 = 32 \text{ g/mol}$  și  $N_2 = 12 \cdot 10^{23}$  molecule de azot cu masa molară  $\mu_2 = 28 \text{ g/mol}$ . Amestecul se află în echilibru termodinamic și poate fi considerat gaz ideal. Determinați:

- a. numărul total de moli de gaz din vas;
- b. masa unei molecule de oxigen;
- c. densitatea amestecului;
- d. masa molară a amestecului.

#### **B. SUBIECTUL III –**

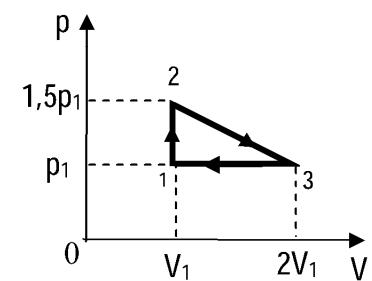
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ), aflat inițial în starea 1, în care

presiunea este  $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_1 = 4,155 \ell$ , este supus transformării ciclice  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ , reprezentată în sistemul de coordonate  $p-V$  ca în figura alăturată. Determinați:

- a. energia internă a gazului în starea 2;
- b. lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul după parcurgerea unui ciclu complet;
- c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea  $3 \rightarrow 1$ ;
- d. variația energiei interne a gazului după parcurgerea a 5 cicluri complete.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, relația de definiție a căldurii molare este:

a.  $C_\mu = \frac{Q}{\Delta T}$       b.  $C_\mu = \frac{Q}{v \cdot \Delta T}$       c.  $C_\mu = \frac{Q}{\mu \cdot \Delta T}$       d.  $C_\mu = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$       (2p)

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a raportului  $\frac{\mu \cdot p \cdot V}{R \cdot T}$  este:

a. kg      b. kmol      c.  $\text{kg}^{-1}$       d.  $\text{kmol}^{-1}$       (5p)

3. Dacă un gaz ideal suferă o transformare în care  $p = aV$ ,  $a = ct$ ,  $a > 0$ , atunci volumul gazului variază după legea:

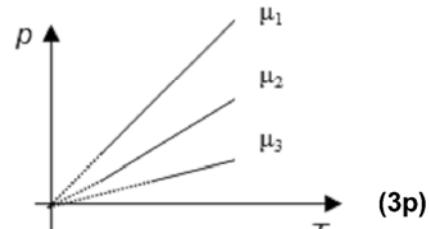
a.  $V = ct \cdot T^{-1}$       b.  $V = ct \cdot T^2$       c.  $V = ct \cdot T$       d.  $V = ct \cdot \sqrt{T}$       (3p)

4. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, în transformarea izotermă a unui gaz ideal este valabilă relația:

a.  $L = 0$       b.  $L = vR\Delta T$       c.  $\Delta U = 0$       d.  $Q = 0$       (2p)

5. În diagrama alăturată sunt prezentate trei transformări efectuate, la același volum, efectuate de mase egale din trei gaze diferite. Relația care există între masele molare ale acestora este:

- a.  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ;  
b.  $\frac{1}{\mu_1} < \frac{1}{\mu_2} < \frac{1}{\mu_3}$ ;  
c.  $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$ ;  
d.  $\mu_1 = \mu_2 < \mu_3$ ;



**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un recipient de volum  $V = 83,1 \text{ l}$  se află un număr  $N = 3,612 \cdot 10^{24}$  molecule de oxigen, considerat gaz ideal, ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ) la temperatură  $t_1 = 127^\circ\text{C}$ . Gazul este încălzit izocor ( $V=\text{constant}$ ) până la o temperatură  $T_2 = 4T_1$ . Din acest moment temperatura rămâne constantă, iar din recipient începe să iasă gaz până când presiunea scade de trei ori. Determinați:

- a. numărul de moli de gaz în starea inițială;  
b. densitatea gazului în starea inițială;  
c. presiunea gazului în starea inițială;  
d. fracțiunea  $f$  din masa oxigenului care ieșe din recipient.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă de gaz ideal suferă o transformare adiabatică ( $pV^\gamma = \text{const}$ ,  $\gamma = \frac{4}{3}$ ). Gazul evoluează din starea 1

în care  $p_1 = 16 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 1,5 \text{ l}$  și  $T_1 = 600 \text{ K}$  în starea 2 în care  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$ . Din starea 2 el suferă o transformare izotermă până în starea 3 și revine la starea inițială printr-o transformare izobară.

- a. Determinați temperatura gazului în starea 2.  
b. Calculați valoarea lucrului mecanic efectuat în procesul 3 → 1.  
c. Calculați variația energiei interne a gazului în procesul 1 → 2.  
d. Reprezentați procesul 2 → 3 → 1 în sistemul de coordonate  $p$ - $V$ .

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **UBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

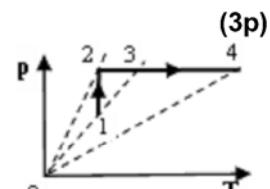
1. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manuale de fizică, relația de definiție a capacitatii calorice este:

a.  $C = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$       b.  $C = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}$       c.  $C = \frac{Q}{\Delta T}$       d.  $C = Q \cdot \Delta T$       (2p)

2. Înțând cont că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manuale de fizică, unitatea de măsură a mărimii reprezentate prin produsul  $nC_V T$  este:

a. K      b. J      c. N/m<sup>2</sup>      d. J/K      (3p)

3. Volumul maxim al unei cantități date de gaz, considerat ideal, care este supus transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$  din figura alăturată, corespunde stării:



- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4      (5p)

4. Masa unei cantități de apă ( $\mu = 18 \text{ kg/kmol}$ ) care conține  $1,2046 \cdot 10^{23}$  molecule este egală cu:

a. 3,6 g      b. 7,2 g      c. 3,6 kg      d. 7,2 kg      (3p)

5. Un gaz ideal, aflat inițial în starea 1, având presiunea  $p_1 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_1 = 2 \ell$ , este supus unei transformări izoterme, în urma căreia volumul crește de  $e^2$  ori,  $e$  fiind baza logaritmilor naturali ( $e \approx 2,718 \dots$ ). Lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul acestei transformări are valoarea:

a. 250 J      b. 500 J      c. 1000 J      d. 2000 J      (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un balon de sticlă de volum  $V_1 = 4 \ell$  se află  $m_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de azot molecular ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ kg/kmol}$ ). Un al doilea balon de sticlă, de volum  $V_2 = 3,5 \ell$ , conține  $m_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de oxigen molecular ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}$ ). Temperatura este aceeași în ambele baloane, iar cele două gaze pot fi considerate ideale.

- a. Determinați numărul de molecule de oxigen din al doilea balon.  
b. Calculați raportul dintre numărul de moli de azot și numărul de moli de oxigen.  
c. Aflați raportul dintre presiunile gazelor din cele două baloane.  
d. Cele două baloane sunt puse în legătură prin intermediul unui tub subțire, de dimensiuni neglijabile. Determinați, în aceste condiții, masa molară a amestecului omogen care ocupă volumul ambelor baloane și este format din molecule de azot și de oxigen.

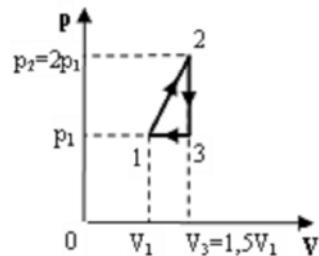
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic, ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ), aflat inițial în starea 1 în care

parametrii sunt  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și  $V_1 = 4 \ell$ , este supus transformării ciclice  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  reprezentată în sistemul de coordonate  $p-V$  din figura alăturată. Determinați:



- a. energia internă a gazului în starea 1;  
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;  
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;  
d. valoarea raportului dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul în timpul unui ciclu și căldura primită de gaz în acest timp.

**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**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 a căldurii în S.I. este:

- a. J                    b. kg                    c. N                    d. N/m<sup>2</sup>                    (5p)

2. Unei densități de  $10 \text{ g/cm}^3$  îi corespunde, în unități din S.I. o valoare egală cu:

- a.  $10 \text{ kg/m}^3$             b.  $100 \text{ kg/m}^3$             c.  $1000 \text{ kg/m}^3$             d.  $10^4 \text{ kg/m}^3$                     (2p)

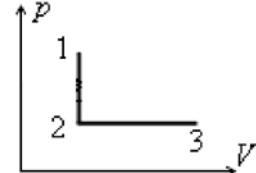
3. Un gaz ideal suferă procesul 1-2-3 din figură. Știind că  $T_1 = T_3$ , variația energiei interne a gazului în acest proces are expresia:

a.  $\Delta U = nC_V(T_2 - T_1) + nC_p(T_3 - T_2)$

b. 0

c. nu se poate preciza

d.  $\Delta U = nC_p(T_2 - T_1)$



(3p)

4. O masă constantă de gaz ideal suferă o transformare în care presiunea se dublează, iar temperatura rămâne constantă. În aceste condiții, volumul gazului:

- a. crește de două ori    b. crește de patru ori    c. scade de două ori    d. rămâne constant                    (3p)

5. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele folosite în manualele de fizică, lucrul mecanic într-o transformare în care volumul gazului ideal rămâne constant are expresia:

- a.  $L = nRT$             b.  $L = mRT$             c.  $L = 0$                     d.  $L = nR\Delta T$                     (2p)

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal ocupă un volum  $V_1 = 0,3 \text{ m}^3$  la presiunea  $p_1 = 30 \text{ kPa}$  și temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Gazul efectuează o transformare care verifică ecuația  $p = aV$ , cu  $a=\text{constant}$ . Volumul final este de  $n = 2$  ori mai mare decât cel inițial. Determinați:

a. cantitatea de substanță.

b. presiunea gazului în starea 2.

c. temperatura gazului în starea finală.

d. valoarea raportului dintre densitatea gazului în starea inițială și densitatea gazului în starea finală.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

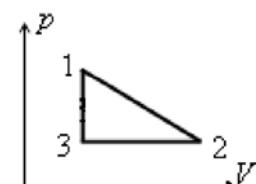
Un kilomol de oxigen ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ,  $C_V = 5R/2$ ) efectuează un proces termodinamic ciclic reversibil reprezentat în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Cunoscând presiunea gazului în starea de echilibru termodinamic 1,  $p_1 = 416,5 \text{ kPa}$  și densitatea sa în această stare  $\rho_1 = 3,2 \text{ kg/m}^3$  și știind că între parametrii gazului există relațiile  $p_3 = \frac{p_1}{2}$  și  $V_2 = 2V_1$ ,

a. Reprezentați procesele 2 → 3 → 1 în sistemul de coordonate  $V-T$ .

b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea 1 → 2.

c. Calculați variația energiei interne în transformarea 2 → 3.

d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea 3 → 1.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

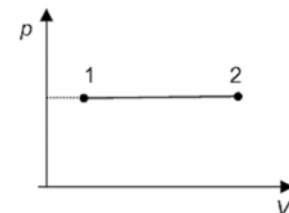
1. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin relația  $mc\Delta t$  este aceeași cu cea a:

- lucrului mecanic;
- temperaturii absolute;
- presiunii;
- volumului.

(2p)

2. O cantitate  $n = 1 \text{ mol}$  de gaz ideal suferă o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate  $p-V$  ca în figura alăturată. Prin destindere gazul efectuează un lucru mecanic  $L = 83,1 \text{ J}$ . Temperatura crește cu:

- 0,1 K
- 1 K
- 10 K
- 100 K



(5p)

3. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Diesel este format din:

- două adiabate, o izobară și o izocoră;
- două adiabate și două izocore;
- două izoterme și două adiabate;
- două izoterme, o izocoră și o izobară.

(3p)

4. Temperatura unui corp variază între  $t_1 = 22^\circ\text{C}$  și  $T_2 = 300\text{K}$ . Variația temperaturii este de aproximativ:

- 322 K
- 49 K
- 27 K
- 5 K

(2p)

5. O cantitate  $n = 2 \text{ kmoli}$  de substanță primește căldura  $Q = 900 \text{ J}$  și ca urmare își mărește temperatura cu  $\Delta T = 30 \text{ K}$ . Căldura molară a acestei substanțe este:

- 60 kJ/(mol · K)
- 60 J/(mol · K)
- 15 J/(mol · K)
- 0,015 J/(mol · K)

(3p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă  $m = 12 \text{ g}$  de hidrogen molecular ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care presiunea este  $p_1 = 8,31 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_1 = 6 \ell$ , este supus unei destinderi la presiune constantă până la dublarea volumului, apoi unei comprimări la temperatură constantă până când volumul devine egal cu volumul din starea 1. Determinați:

- cantitatea de substanță;
- numărul de molecule de gaz din unitatea de volum în starea 2;
- temperatura gazului în starea 2;
- variația relativă a presiunii gazului între stările 2 și 3;

### **B. SUBIECTUL III –**

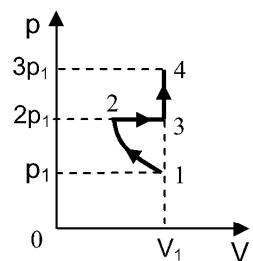
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ), aflat inițial în starea 1, în care

presiunea este  $p_1 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_1 = 2 \ell$ , este supus transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ , reprezentată în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Transformarea  $1 \rightarrow 2$  este izotermă. Se consideră  $\ln 2 \approx 0,693$ . Se cere:

- valoarea maximă a energiei interne a gazului;
- căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;
- lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ ;
- rezolvarea grafică a transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$  într-un sistem de coordonate  $V-T$ .



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin relația  $Q = L$  este:

- a. J                    b. K                    c. Pa                    d. Kg                    (2p)

2. Prin încălzirea unui gaz ideal cu  $\Delta T = 200\text{K}$  la presiune constantă, volumul său s-a mărit de două ori.

Temperatura finală a gazului are valoarea:

- a.  $T = 200\text{K}$             b.  $T = 273\text{K}$             c.  $T = 400\text{K}$             d.  $T = 546\text{K}$             (3p)

3. Energia internă a unui sistem termodinamic izolat adiabatic care efectuează lucru mecanic:

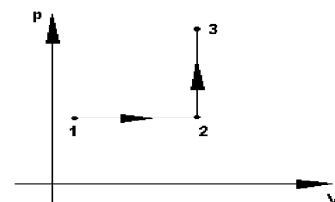
- a. scade;  
b. crește;  
c. rămâne constantă;  
d. crește, iar apoi scade                    (3p)

4. O cantitate  $n = \frac{1}{8,31}$  moli de gaz ideal monoatomic ( $C_P = \frac{5}{2}R$ ) este încălzită de la  $T_1 = 300\text{K}$  la  $t_2 = 127^\circ\text{C}$ . Variația energiei interne a gazului are valoarea :

- a. 150 J            b. 250 J            c. 831 J            d. 982 J            (5p)

5. Procesul  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  reprezentat în sistemul de coordonate  $p-V$  ca în figură alăturată este format din următoarea succesiune de transformări:

- a. răcire izobară urmată de încălzire izocoră;  
b. comprimare izobară urmată de încălzire izocoră;  
c. comprimare izobară urmată de o răcire izocoră;  
d. încălzire izobară urmată de o încălzire izocoră.



### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum  $V = 0,5 \text{ m}^3$  se găsește o masă  $m_1 = 2 \text{ kg}$  de oxigen ( $O_2$ ), considerat gaz ideal. O parte din gaz fiind consumată, masa acestuia a devenit  $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ . Temperatura este menținută constantă la valoarea  $t = 27^\circ\text{C}$ . Se cunoaște masa molară a oxigenului  $\mu_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}$ . Determinați:

- a. masa unei molecule de oxigen;  
b. presiunea inițială a gazului din butelie;  
c. densitatea gazului rămas în butelie;  
d. numărul de molecule care au ieșit din butelie.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de azot ( $N_2$ ) de masă  $m = 20 \text{ g}$  este închisă într-o incintă, aflându-se inițial la presiunea  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatură  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Gazul este încălzit la volum constant, până când presiunea a crescut de  $n = 3$  ori. Din această stare gazul se destinde, temperatura menținându-se constantă, până când presiunea devine din nou egală cu valoarea inițială. Se cunoaște masa molară a azotului molecular  $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ , căldura molară izocoră  $C_V = \frac{5}{2}R$  și  $\ln 3 \approx 1,1$ .

- a. Reprezentați procesele efectuate de gaz în sistemul de coordonate  $p-V$ .  
b. Determinați căldura primită de gaz.  
c. Calculați variația energiei interne a gazului.  
d. Determinați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior.

- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I –

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

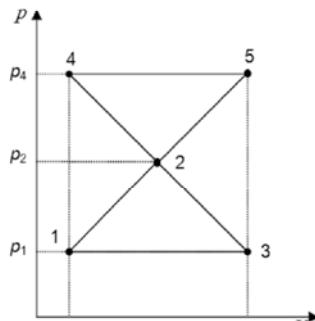
- Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară modificării temperaturii unui corp cu 1 K se numește:
  - a. căldură specifică
  - b. căldură molară
  - c. capacitate calorică
  - d. putere calorică(2p)
- Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a expresiei  $\frac{p \cdot V}{T}$  este:
  - a.  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$
  - b.  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$
  - c.  $\text{J} \cdot \text{K}$
  - d.  $\text{J} \cdot \text{mol}$(5p)

- O masă dată de gaz ideal efectuează transformările ciclice 1231 și 2452 reprezentate într-un sistem de coordonate  $p$ -V ca în figura alăturată. Cunoscând

că  $\frac{p_2}{p_1} = 2$  și  $\frac{p_4}{p_1} = 3$ , alegeți relația corectă dintre lucrul mecanic schimbat de

gaz cu mediul exterior în cele două transformări ciclice:

- a.  $L_{1231} = L_{2452}$
- b.  $L_{1231} = 2L_{2452}$
- c.  $L_{1231} = 3L_{2452}$
- d.  $|L_{1231}| = L_{2452}$



(3p)

- Căldurile molare pentru gaze se pot exprima cu ajutorul exponentului adiabatic  $\gamma$ . Raportul  $C_V / R$  este egal cu:

- a.  $\gamma(\gamma - 1)$
  - b.  $\gamma - 1$
  - c.  $\frac{1}{\gamma - 1}$
  - d.  $\frac{\gamma - 1}{\gamma}$
- (2p)

- Două corpuri cu mase egale, având temperaturi diferite, sunt puse în contact termic. Căldurile specifice ale celor două corpuri sunt în relația  $c_2 = \frac{c_1}{3}$  iar între temperaturile inițiale ale celor două corpuri există relația  $T_2 = 3 \cdot T_1$ . Temperatura finală  $T$  a sistemului după stabilirea echilibrului termic, se exprimă ca:

- a.  $T = 2,5 \cdot T_1$
  - b.  $T = 1,5 \cdot T_1$
  - c.  $T = T_1$
  - d.  $T = 0,5 \cdot T_1$
- (3p)

### B. SUBIECTUL II –

Rezolvați următoarea problemă:

Cilindrul reprezentat în figura alăturată este separat în două compartimente cu ajutorul unui piston termoconductor, inițial blocat. Volumele celor două compartimente sunt egale. Într-un compartiment al acestui cilindru este închisă o masă  $m = 0,16 \text{ g}$  de hidrogen molecular ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), considerat gaz ideal, aflată la temperatură



$T_1 = 300 \text{ K}$ , iar în celălalt compartiment, o masă de 3 ori mai mare din același gaz,

aflată la temperatură  $T_2 = 400 \text{ K}$ . În condițiile în care cilindrul este izolat adiabatic față de mediul exterior, determinați:

- a. numărul total de molecule de gaz din cilindru;
- b. valoarea inițială a raportului presiunilor gazelor din cele două compartimente;
- c. valoarea raportului presiunilor gazelor din cele două compartimente după stabilirea echilibrului termic;
- d. noua valoare a raportului volumelor celor două compartimente dacă, după stabilirea echilibrului termic, pistonul s-ar debloca.

### B. SUBIECTUL III –

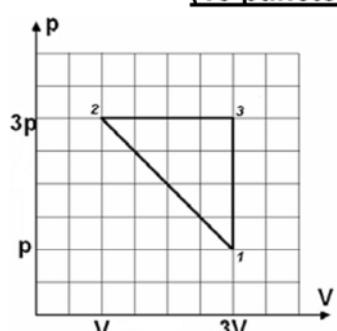
Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru 1 mol de gaz ideal

monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) parurge ciclul termodinamic reprezentat în figură.

Fiind cunoscute valorile  $p = 10^5 \text{ Pa}$  respectiv,  $V = 10 \ell$ ,

- Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
- Calculați variația energiei interne în trasformarea  $2 \rightarrow 3$
- Determinați căldura schimbată de substanță de lucru în procesul  $2 \rightarrow 3$ , precizând dacă este primită sau cedată;
- Reprezentați grafic în sistemul de coordonate  $V-T$  transformarea  $2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ .



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Un gaz cu masa molară  $\mu$  și densitate  $\rho$  se află închis într-un vas. Numărul de molecule conținute în unitatea de volum este:

- a.  $n = \frac{\rho\mu}{N_A}$       b.  $n = \frac{\rho N_A}{\mu}$       c.  $n = \frac{\rho N_A}{2\mu}$       d.  $n = \frac{\rho\mu}{2N_A}$       (2p)

2. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a energiei interne în S.I. este:

- a. Pa      b. J      c. W      d. N      (3p)

3. Lucrul mecanic și căldura sunt mărimi care caracterizează:

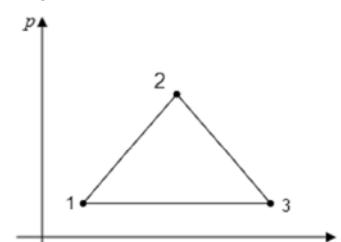
- a. starea energetică a unui sistem termodinamic;  
b. intensitatea mișcării de agitație moleculară din sistemul termodinamic;  
c. energia de interacțiune dintre moleculele ce alcătuiesc un sistem termodinamic;  
d. schimbul de energie dintre sistemul termodinamic și mediul exterior.      (3p)

4. Într-un cilindru prevăzut cu un piston mobil și ușor, care se poate deplasa fără frecare, se află un gaz diatomic ( $C_P = 7R/2$ ). Pistonul este lăsat liber și gazul absoarbe căldura  $Q$ . Variația energiei interne a gazului este:

- a.  $\Delta U = \frac{9Q}{7}$       b.  $\Delta U = \frac{7Q}{9}$       c.  $\Delta U = Q$       d.  $\Delta U = \frac{5Q}{7}$       (2p)

5. O masă dată de gaz ideal efectuează transformările ciclice 1231, respectiv 1321 reprezentate în coordonate  $p$ -V ca figura alăturată. Relația corectă dintre lucrurile mecanice schimbate de gazul ideal cu mediul exterior este:

- a.  $|L_{1231}| = L_{1321}$   
b.  $L_{1231} = -L_{1321}$   
c.  $L_{1231} = 2L_{1321}$   
d.  $L_{1231} = 3L_{1321}$



**(5p)**

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-un vas închis, cu pereti rigizi se află în condiții fizice normale ( $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ) un amestec de gaze, considerat gaz ideal, format dintr-un număr  $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$  molecule de azot ( $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ ) și un număr  $N_2$  molecule de oxigen ( $\mu_2 = 32 \text{ g/mol}$ ), masa molară a amestecului fiind  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ . Determinați:

- a. masa azotului din vas;  
b. numărul  $N_2$  de molecule de oxigen din vas;  
c. concentrația  $n$  a moleculelor (numărul de molecule din unitatea de volum);  
d. densitatea amestecului format din cele două gaze.

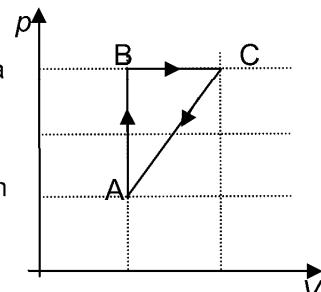
**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un motor termic funcționează după un ciclu ABCA reprezentat în coordonate  $p$ -V în figura alăturată. În starea inițială gazul ocupă volumul  $V_A = 4\ell$  la presiunea  $p_A = 200 \text{ kPa}$ , în starea B presiunea este  $p_B = 3p_A$ , iar în C volumul este  $V_C = 2V_A$ . Cunoscând  $C_V = 5R/2$ , se cere:

- a. valoarea lucrului mecanic schimbat de substanță de lucru cu exteriorul în transformarea CA;  
b. căldura primită de gaz în transformarea BC;  
c. variația energiei interne a gazului în transformarea AB;  
d. să reprezentați grafic în sistemul de coordonate  $p$ -T succesiunea de transformări  $A \rightarrow B \rightarrow C$ .



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### SUBIECTUL I –

**(15 puncte)**

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

1. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) este:

a.  $U = \frac{\nu RT}{2}$       b.  $U = \nu RT$       c.  $U = \frac{5}{2}\nu RT$       d.  $U = \frac{3}{2}\nu RT$       (2p)

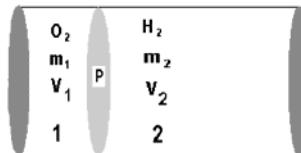
2. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură, în S.I., pentru căldura specifică este:

a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{N} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       (5p)

3. Lucrul mecanic efectuat de un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) într-un proces adiabatic, de la o stare inițială cu temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  la o stare finală în care temperatura absolută se dublează, are valoarea:

a. -3,7395 kJ      b. -2,493 kJ      c. 2,493 kJ      d. 3,7395 kJ      (3p)

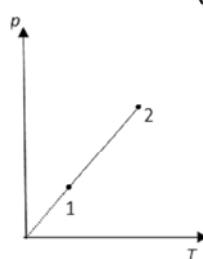
4. Un vas cilindric orizontal închis la capete este împărțit în două compartimente (1 și 2) cu ajutorul unui piston care se poate mișca fără frecare, astfel încât  $V_2 = 4V_1$ , ca în figura alăturată. Știind că în compartimentul 1 se află oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ), iar al doilea conține hidrogen ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ), cele două gaze fiind în echilibru termic, raportul maselor  $m_1/m_2$  este:



a. 1 / 4      b. 2      c. 4      d. 8      (2p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal descrie o transformare reprezentată în coordonate  $p-T$  în figura alăturată. Căldura primită de gaz pentru ca temperatura să-i crească cu  $\Delta T$  are expresia:

a.  $Q = \nu R \Delta T$   
 b.  $Q = \nu C_V \Delta T$   
 c.  $Q = \nu C_p \Delta T$   
 d.  $Q = p \Delta V$       (3p)



(3p)

#### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un balon cu pereti rigizi, de volum  $V = 83,1 \ell$ , se află un număr  $N = 18,06 \cdot 10^{23}$  molecule de oxigen, considerat gaz ideal, la temperatură  $t = 47^\circ\text{C}$  ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ). Determinați:

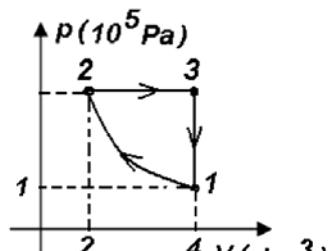
- masa de oxigen din balon;
- densitatea oxigenului din balon în condițiile date;
- presiunea gazului din balon, exprimată în unități de măsură SI;
- masa molară a amestecului de gaze obținut după introducerea unei mase  $m_{He} = 28 \text{ g}$  de heliu ( $\mu_{He} = 4 \text{ g/mol}$ ).

#### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic evoluează după un ciclu termodinamic reprezentat în coordonate  $p-V$  în graficului alăturat. Se cunoaște că în transformarea 1 → 2 temperatura este constantă, căldura molară la volum constant  $C_V = \frac{3}{2}R$  și  $\ln 2 = 0,693$ .



- Reprezentați ciclul termodinamic în sistemul de coordonate  $V-T$ .
- Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul 2 → 3.
- Calculați variația energiei interne a gazului în procesul 3 → 1.
- Calculați căldură cedată de gaz mediului exterior în procesul 1 → 2 → 3 → 1.

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –** **(15 puncte)**

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

1. Dacă într-o transformare la presiune constantă a unei cantități constante de gaz ideal volumul gazului crește cu 50%, iar temperatura inițială este  $T_1 = 200\text{K}$  temperatura finală va fi egală cu:

- a. 300 K      b. 360 K      c. 400 K      d. 450 K (2p)

2. Unitatea de măsură din S.I. a mărimii egale cu raportul dintre lucrul mecanic schimbat de un gaz cu mediul exterior și căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în decursul unei transformări este aceeași cu a:

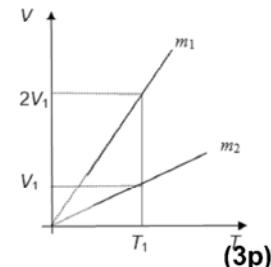
- a. căldurii specifice;  
b. căldurii molare;  
c. exponentului adiabatic;  
d. constantei gazelor ideale. (3p)

3. Alegeti afirmația corectă referitoare la energia internă a unui gaz ideal:

- a. Crește într-o destindere la temperatură constantă;  
b. Crește într-o comprimare adiabatică;  
c. Scade într-o încălzire la volum constant;  
d. Scade într-o destindere la presiune constantă. (5p)

4. Două mase diferite din același gaz ideal efectuează două transformări reprezentate în coordonate  $V-T$  ca în figura alăturată. Cunoscând că presiunea la care au loc transformările este aceeași, relația dintre masele celor două gaze este:

- a.  $m_1 = 2m_2$   
b.  $m_2 = 2m_1$   
c.  $m_1 = 4m_2$   
d.  $m_2 = 4m_1$  (3p)



5. Gazul dintr-un corp de pompă suferă următoarele transformări: mai întâi este încălzit izocor, primind o cantitate de căldură egală cu 10 kJ, apoi revine la presiunea inițială printr-o destindere izotermă. În acord cu primul principiu al termodinamicii, despre variația energiei interne a gazului în transformarea descrisă se poate afirma că:

- a. este mai mică decât -10 kJ  
b. este egală cu -10 kJ  
c. este mai mare decât 10 kJ  
d. este egală cu 10 kJ (2p)

## B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate egală cu  $\nu = 0,25 \text{ mol}$  de azot molecular ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care volumul este  $V_1 = 1,4 \ell$ , este încălzit la volum constant până la dublarea temperaturii, iar apoi este comprimat la temperatură constantă până volumul se reduce la jumătate din valoarea inițială. Determinați

- a. masa unei molecule de azot;  
b. numărul de molecule de gaz din unitatea de volum în starea 2;  
c. valoarea densității gazului în starea 3;  
d. variația relativă a presiunii între stările 1 și 3.

## B. SUBIECTUL III –

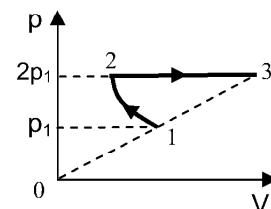
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal poliatomic ( $C_V = 3R$ ), aflat inițial în starea 1, în care temperatura este  $t_1 = -23^\circ\text{C}$ , este supus transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , reprezentată în sistemul de coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Transformarea  $1 \rightarrow 2$  este izotermă. Se consideră  $\ln 2 \approx 0,693$ .

Se cere:

- a. reprezentarea transformării într-un sistem de coordonate  $(p, T)$ ;  
b. valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ ;  
c. diferența dintre energia internă a gazului în starea 3 și energia internă a gazului în starea 1;  
d. valoarea căldurii schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ .



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura molară este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       (2p)

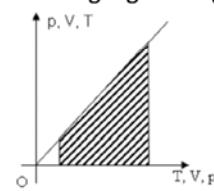
2. Setul de trei relații  $v = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_\mu}$  utilizate în termodinamică, în conformitate cu notațiile din manuale,

sunt toate simultan valabile pentru sisteme termodinamice aflate în stare:

- a. gazoasă      b. lichidă      c. solidă      d. în orice stare de agregare      (3p)

3. În figura alăturată aria hașurată are dimensiunea aceeași cu cea a lucrului mecanic efectuat de o masă de gaz dacă perechile de mărimi de pe ordonată, respectiv abscisă sunt:

- a.  $p - T$   
b.  $T - V$   
c.  $p - V$   
d.  $V - T$       (5p)



4 O bucată de fier este scoasă iarna dintr-o oțelarie, temperatura ei scăzând cu  $\Delta t = 30^\circ\text{C}$  până la temperatura de  $0^\circ\text{C}$  a mediului ambiant. În urma acestui proces fierul a cedat mediului exterior căldura  $Q_1$ . Apoi este introdusă într-o etuvă, în care, primind căldura  $Q_2$ , î se dublează temperatura. Raportul dintre aceste două călduri este egal cu:

- a.  $\frac{Q_2}{Q_1} = 1$       b.  $\frac{Q_2}{Q_1} = 3$       c.  $\frac{Q_2}{Q_1} = 5,9$       d.  $\frac{Q_2}{Q_1} = 9,1$       (3p)

5. Într-o transformare ciclică, variația energiei interne a gazului ideal este egală cu:

- a.  $nC_V T$       b. 0      c.  $\frac{3}{2}nRT$       d.  $p \cdot V$       (2p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă  $m = 160 \text{ g}$  oxigen ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, se află la presiunea  $p_1 = 1 \text{ MPa}$  și temperatură  $t_1 = 47^\circ\text{C}$ . Gazul este supus unei transformări în care presiunea rămâne constantă, până la un volum de patru ori mai mare, apoi unei transformări în care volumul gazului rămâne constant, astfel încât presiunea se micșorează de două ori. Determinați:

- a. numărul de molecule de oxigen;  
b. densitatea gazului în starea inițială;  
c. temperatura gazului la sfârșitul transformării în care presiunea a rămas constantă;  
d. volumul gazului în starea finală.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru așezat orizontal este închis cu ajutorul unui piston mobil, etanș, de masă neglijabilă care se poate mișca fără frecare. Cilindru conține o masă  $m = 16 \text{ g}$  oxigen ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p_1 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatură  $t_1 = 47^\circ\text{C}$ . Pistonul este blocat, iar gazul este încălzit până când presiunea devine egală cu presiunea atmosferică  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Se deblochează pistonul. Gazul este încălzit în continuare până se dublează volumul. Se cunoaște căldura molară izocoră  $C_V = 5R/2$ .

- a. Reprezentați succesiunea de transformări suferite de gaz în sistemul de coordonate  $p-V$ .  
b. Determinați căldura primită de gaz în procesul de mai sus;  
c. Calculați variația energiei interne a gazului;  
d. Determinați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior.

### **EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

#### **Proba scrisă la Fizică**

**Proba E:** Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

**Proba F:** Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

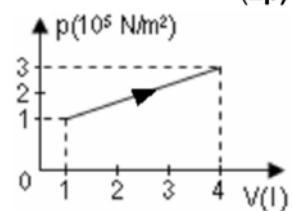
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, pentru un proces izoterm al gazului ideal, este corectă relația:

- a.  $\Delta U = 0$       b.  $L = vR\Delta T$       c.  $Q < L$       d.  $Q = 0$       (2p)

2. Un gaz ideal efectuează un proces termodinamic care în sistemul de coordonate  $p$ - $V$  se reprezintă grafic ca în figura alăturată. Lucrul mecanic efectuat de gaz are valoarea:

- a. -600 J      b. -500 J      c. 500 J      d. 600 J      (3p)



3. Pentru fiecare ciclu al unui motor Diesel, raportul dintre lucrul mecanic efectuat și modulul căldurii cedate sursei reci este  $2/3$ ; raportul dintre căldura primită și lucrul mecanic efectuat este:

- a. 1,5      b. 2,5      c. 3      d. 5      (5p)

4. Căldura molară la volum constant a unui gaz ideal este  $C_V = 2,5R$ . Exponentul adiabatic pentru acel gaz are valoarea:

- a. 1,2      b. 1,3      c. 1,4      d. 1,8      (3p)

5. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a energiei interne este:

- a. K (kelvin)      b. J (joule)      c. Pa (pascal)      d. kmol      (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un cilindru este închis cu ajutorul unui piston mobil, etanș, de masă neglijabilă, care se poate deplasa fără frecare. Cilindrul conține o cantitate de azot ( $\mu = 28 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal care în starea inițială ocupă volumul  $V = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  la temperatura  $T = 300 \text{ K}$  și presiunea  $p = 8,31 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ . Gazul din cilindru se încălzește la presiune constantă până când temperatura crește cu o fracție  $f=50\%$ . Determinați:

- a. cantitatea de substanță de azot din cilindru;
- b. masa de azot din cilindru;
- c. densitatea azotului în starea inițială;
- d. volumul ocupat de gaz în starea finală.

#### **B. SUBIECTUL III –**

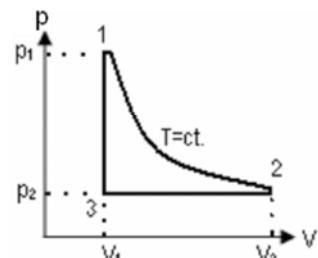
**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

În cilindrul cu piston mobil al unui motor termic se găsește o cantitate de aer care ocupă volumul  $V_1 = 2 \ell$ . Înțial aerul din cilindru exercită asupra pistonului o forță de apăsare  $F = 10 \text{ kN}$ . În timpul funcționării motorului gazul este supus procesului ciclic reprezentat în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată. Transformarea  $1 \rightarrow 2$  are loc la temperatură constantă, iar  $V_2 = 4 \ell$ . Se cunoaște suprafața pistonului

$S = 200 \text{ cm}^2$ , căldura molară la volum constant  $C_V = 5R/2$  și  $\ln 2 \approx 0,69$ . Se cere:

- a. reprezentarea grafică a procesului ciclic în sistemul de coordonate  $p$ - $T$ .
- b. variația energiei interne a gazului în transformarea  $2 \rightarrow 3$ ;
- c. căldura primită de gaz în transformarea  $3 \rightarrow 1$ .
- d. lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu.



### **EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

#### **Proba scrisă la Fizică**

**Proba E:** Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

**Proba F:** Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **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 descrisă de relația  $\frac{R}{\gamma - 1}$  este:

a.J                    b. J/(mol · K)                    c. J/K                    d. J/(kg · K)                    (2p)

2. La comprimarea adiabatică a unui gaz ideal acesta:

- a. efectuează lucru mecanic și îi crește temperatura
- b. efectuează lucru mecanic și îi scade temperatura
- c. primește lucru mecanic și îi crește temperatura
- d. primește lucru mecanic și îi scade temperatura

(3p)

3. Un gaz ideal aflat inițial în condiții normale de temperatură și presiune ( $p_0 = 1 \text{ atm}$ ,  $t_0 = 0^\circ \text{C}$ ) este încălzit la  $p = \text{constant}$  până la temperatura de  $27^\circ \text{C}$ . Variația relativă a densitatății gazului este egală cu:

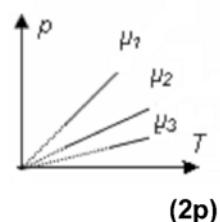
- a. -36%            b. -27%            c. -18%            d. -9%            (3p)

4. Variația temperaturii unui corp este egală cu  $\Delta\theta = -52^\circ \text{C}$ . Dacă temperatura finală a corpului devine  $T_2 = 321 \text{ K}$ , atunci temperatura stării inițiale a fost egală cu:

- a. 296 K            b. 342 K            c. 373 K            d. 412 K            (5p)

5. În diagrama alăturată sunt reprezentate trei transformări izocore ( $V = \text{const.}$ ), efectuate de mase egale din trei gaze diferite. Știind că  $V_1 = V_2 = V_3$ , relația care există între masele molare ale acestora este:

- a.  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$             b.  $\frac{1}{\mu_1} < \frac{1}{\mu_2} < \frac{1}{\mu_3}$             c.  $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$             d.  $\frac{1}{\mu_3} < \frac{1}{\mu_1} < \frac{1}{\mu_2}$



(2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dintr-un gaz ideal, aflat inițial la presiunea  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , suferă o transformare 1–2 descrisă de legea  $p = \beta \cdot V$ , unde  $\beta = 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-5}$ . Raportul dintre temperatura gazului în starea 1 și temperatura gazului în starea 2 este  $T_1/T_2 = 9/4$ . Din starea 2 gazul este comprimat, temperatură menținându-se constantă, până într-o stare 3, în care presiunea are aceeași valoare ca și în starea inițială. Determinați:

- a. volumul ocupat de gaz în starea inițială;
- b. valoarea raportului dintre presiunea gazului în starea 1 și presiunea gazului în starea 2;
- c. valoarea raportului dintre volumul final și cel inițial ocupat de gaz;
- d. valoarea raportului dintre densitatea gazului în starea 2 și densitatea gazului în starea 3

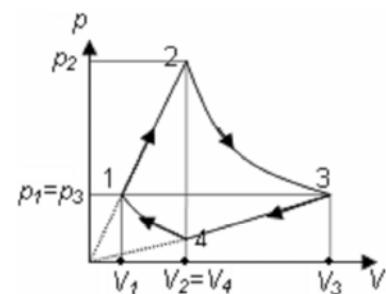
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate de gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) efectuează o transformare ciclică, reprezentată în coordinate  $p-V$  în figura alăturată. Transformările 2–3 și 4–1 au loc la temperaturi constante. Se cunosc parametrii termodinamici ai stării 1:  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ ;  $V_1 = 2 \ell$ ;  $T_1 = 300 \text{ K}$  și volumul în stare 4,  $V_4 = 5 \ell$ . Cunoscând că  $\ln 2,5 \approx 0,92$ , calculați:

- a. energia internă a gazului în starea 2;
- b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul 1-2;
- c. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul 2-3;
- d. variația energiei interne în procesul 3-4.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

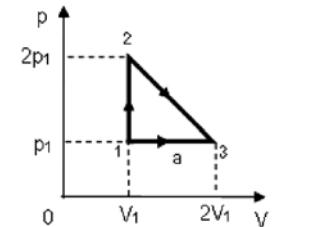
**(15 puncte)**

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

1. Rezultatul obținut de un elev în urma rezolvării unei probleme este  $2000 \text{ N} \cdot \text{m}$ . Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, acest rezultat poate reprezenta valoarea unei:
- a. călduri      b. mase molare      c. presiuni      d. capacitate calorice      (2p)

2. Un gaz ideal trece din starea 1 în starea 3 fie direct, pe drumul 1a3, fie prin starea intermedieră 2, conform figurii alăturate. Între valorile lucrurilor mecanice schimbate cu mediul exterior în cele două procese termodinamice există relația:

- a.  $L_{123} = 2L_{1a3}$   
 b.  $L_{123} = 1,5L_{1a3}$   
 c.  $L_{1a3} = 3L_{123}$   
 d.  $L_{1a3} = 2L_{123}$



3. Lucrul mecanic efectuat de un gaz ideal este:

- a. egal cu căldura schimbătoare de gaz cu mediul extern, într-un proces adiabatic;  
 b. negativ într-o comprimare adiabatică;  
 c. nul într-o transformare izobară;  
 d. pozitiv dacă volumul gazului scade.      (5p)

4. Pentru o masă de gaz ideal, raportul dintre presiunea și densitatea gazului rămâne constant într-o transformare:

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

5. Un gaz ideal efectuează o transformare după legea  $V = a \cdot p$ ,  $a > 0$ . Dacă temperatura gazului se

schimbă în raportul  $\frac{T_1}{T_2} = 3$ , atunci raportul presiunilor  $\frac{p_1}{p_2}$  este:

- a.  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{9}$       b.  $\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{3}$       c.  $\frac{p_1}{p_2} = 3$       d.  $\frac{p_1}{p_2} = 9$       (2p)

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O masă  $m = 0,4 \text{ kg}$  de heliu ( $\mu = 4 \text{ kg/kmol}$ ), considerat gaz ideal, ocupă în starea inițială volumul  $V_1$  la temperatură  $T_1 = 400 \text{ K}$  și presiunea  $p_1 = 10^6 \text{ N/m}^2$ . Gazul se destinde la temperatură constantă până la volumul  $V_2 = 2V_1$ , apoi este comprimat la presiune constantă până la volumul  $V_3 = V_1$ . Determinați:

- a. numărul moleculelor de oxigen ce alcătuiesc gazul;  
 b. volumul inițial ocupat de gaz;  
 c. densitatea minimă atinsă de gaz în cursul transformărilor;  
 d. temperatură minimă atinsă de gaz în cursul transformărilor.

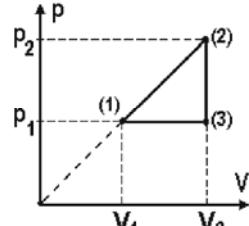
**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un gaz ideal având căldura molară la volum constant  $C_V = 3R/2$ , efectuează ciclul termodinamic reprezentat în coordinate  $p-V$  în figura alăturată. Parametri gazului în starea (1) sunt  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și  $V_1 = 2 \ell$ , iar volumul maxim atins de gaz în cursul ciclului este  $V_2 = 2V_1$ .

- a. Reprezentați transformările 2-3-1 în sistemul de coordonate  $(p, T)$   
 b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea  $3 \rightarrow 1$ ;  
 c. Calculați căldura cedată de gaz mediului exterior în procesul ciclic;  
 d. Determinați valoarea căldurii molare a gazului în transformarea  $1 \rightarrow 2$ .



### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. La funcționarea unui motor Diesel, timpul în care se produce lucru mecanic este:

- a. admisia      b. evacuarea      c. arderea și detarea      d. compresia      (3p)

2. Densitatea unui gaz ideal aflat la temperatura  $T$  și presiunea  $p$ , se exprimă cu ajutorul densității  $\rho_0$  în condiții normale de presiune și temperatură prin relația:

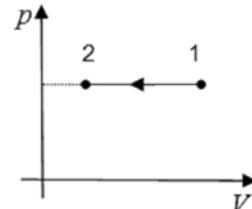
- a.  $\rho = \rho_0 \frac{pT}{p_0 T_0}$       b.  $\rho = \rho_0 \frac{p_0 T_0}{pT}$       c.  $\rho = \frac{\rho_0 T}{p_0 T_0}$       d.  $\rho = \rho_0 \frac{pT_0}{p_0 T}$       (5p)

3. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară pentru a crește (micșora) temperatura unui corp cu un Kelvin este:

- a. capacitatea calorică    b. căldura specifică    c. căldura molară    d. caloria      (2p)

4. O cantitate constantă de gaz ideal cu exponentul adiabatic  $\gamma = 7/5$  descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Dacă lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea 1-2 este  $-2\text{ kJ}$ , atunci variația energiei interne a gazului este egală cu:

- a.  $-5\text{ kJ}$   
b.  $-2\text{ kJ}$   
c.  $5\text{ kJ}$   
d.  $2\text{ kJ}$       (3p)



5. Într-o transformare izotermă căldura absorbită de un gaz ideal este  $Q = 75\text{ J}$ . Lucrul mecanic efectuat de gaz în acest caz are valoarea de:

- a.  $50\text{ J}$       b.  $75\text{ J}$       c.  $100\text{ J}$       d.  $120\text{ J}$       (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 2\text{ mol}$  de oxigen ( $\mu = 32\text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, se află în starea de echilibru termodinamic 1, caracterizată de parametrii  $p_1 = 10^5\text{ Pa}$ ,  $V_1$  și  $T_1 = 300\text{ K}$ . Gazul este încălzit presiunea menținându-se constantă până când temperatura devine de trei ori mai mare decât în starea inițială. În continuare gazul este răcit menținându-se constant volumul până când presiunea devine egală cu jumătate din valoarea presiunii din starea inițială. Determinați:

- a. masa unei molecule de  $\text{O}_2$ ;  
b. numărul de molecule de  $\text{O}_2$ ;  
c. densitatea gazului în starea 2  
d. temperatura gazului în starea 3.

#### **B. SUBIECTUL III –**

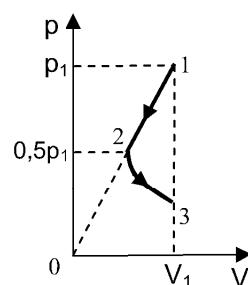
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ), aflat inițial în starea 1, în care presiunea este

$p_1 = 4 \cdot 10^5\text{ Pa}$  și volumul  $V_1 = 2,5\ell$ , este supus transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , reprezentată grafic în coordonate ( $p, V$ ) ca în figura alăturată. Transformarea  $2 \rightarrow 3$  este izotermă. Se consideră  $\ln 2 \equiv 0,693$ . Determinați:

- a. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;  
b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ ;  
c. diferența dintre energia internă a gazului în starea 3 și energia internă a gazului în starea 1;  
d. valoarea căldurii molare a gazului în transformarea 1-2.



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **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 a mărimii  $C_V \Delta T$  poate fi scrisă sub forma:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       d. J      (2p)

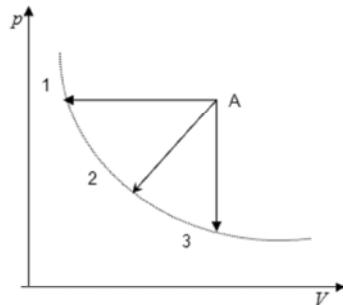
2. Precizați în care din timpii de funcționare ai motorului Otto se produce lucru mecanic:

- a.admisiua      b.compresia      c.aprinderea și detenta      d.evacuarea      (5p)

3. Un gaz ideal poate evoluă din starea de echilibru termodinamic A în stările

1, 2 sau 3. Procesele sunt reprezentate în sistemul de coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Stările 1,2 și 3 aparțin aceleiași izoterme. Între energiile interne ale gazului în stările 1, 2, 3 există relația:

- a.  $U_1 < U_2 < U_3$   
b.  $U_1 = U_2 = U_3$   
c.  $U_1 > U_2 > U_3$   
d.  $U_1 > U_2 < U_3$



(3p)

4. Învelișul adiabatic nu permite:

- a. schimbul de căldură între sistem și mediul exterior;  
b. modificarea energiei interne a sistemului;  
c. schimbul de lucru mecanic între sistem și mediul exterior;  
d. schimbul de energie între sistem și mediul exterior.      (2p)

5. Dacă într-un izoterm volumul unui gaz acesta absorbe căldura  $Q$ . Dacă mărim volumul gazului de 4 ori, la aceeași temperatură, căldura absorbită de gaz are expresia:

- a.  $Q' = Q \cdot \ln 2$       b.  $Q' = Q \cdot \ln 4$       c.  $Q' = 4Q$       d.  $Q' = 2Q$       (3p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă  $m = 64 \text{ g}$  de oxigen molecular ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ), aflat inițial inițial la temperatura  $t_1 = 127^\circ\text{C}$  ocupă volumul  $V_1 = 10 \ell$ . Gazul suferă o destindere conform legii  $p = aV$ ,  $a > 0$ , până la volumul  $V_2 = 2V_1$ . Din starea 2 gazul este răcit la volum constant până în starea 3 în care presiunea este egală cu cea din starea 1. Determinați:

- a. numărul de molecule din unitatea de volum în starea 1;  
b. presiunea  $p_2$  a gazului în starea 2;  
c. temperatura gazului în starea 2;  
d. densitatea gazului în starea 3.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) având volumul  $V_1 = 2 \ell$  și presiunea  $p_1 = 300 \text{ kPa}$  evoluează după un ciclu termodinamic compus din următoarele procese: procesul izobar  $1 \rightarrow 2$  până la  $V_2 = 3V_1$ , procesul izoterm  $2 \rightarrow 3$  până la  $p_3 = \frac{p_1}{2}$ , procesul izobar  $3 \rightarrow 4$  până la  $V_4 = V_1$ , și procesul izocor  $4 \rightarrow 1$  până în starea inițială. Se consideră  $\ln 2 \approx 0,693$ .

- a. Reprezentați succesiunea de procese termodinamice în sistemul de coordonate  $p$ - $V$ .  
b. Calculați variația energiei interne a gazului în procesul  $1 \rightarrow 2$ .  
c. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul  $2 \rightarrow 3$ .  
d. Determinați căldura cedată de gaz în cursul ciclului termodinamic.

# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

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

- nu schimbă căldură cu mediul exterior;
- își păstrează temperatura nemodificată;
- poate doar să cedeze căldură în mediul exterior;
- poate doar să primească căldură din mediul exterior.

(2p)

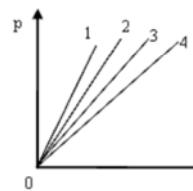
2. Putem afirma că, după parcurgerea unui ciclu complet, variația energiei interne a gazului ideal din cilindrul unui motor termic este întotdeauna:

- egală cu lucrul mecanic efectuat de către gaz;
- egală cu căldura primită de către gaz;
- nulă;
- pozitivă.

(3p)

3. Patru gaze ideale diferite, având aceeași masă și ocupând același volum, sunt supuse transformărilor reprezentate în figura alăturată. Reprezentarea grafică ce corespunde gazului cu cea mai mare masă molară  $\mu$ , este:

- 1
- 2
- 3
- 4



(5p)

4. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are unitatea de măsură a lucrului mecanic este:

- $pT$
- $TV$
- $p\Delta V$
- $p/V$

(3p)

5. Volumul unui gaz ideal a scăzut cu 20%, în timp ce temperatura gazului a fost menținută constantă. Despre presiunea gazului se poate afirma că:

- a crescut cu 20%
- a crescut cu 25%
- a scăzut cu 20%
- a scăzut cu 25%

(2p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un recipient conține o masă  $m = 50 \text{ g}$  dintr-un gaz ideal de masă molară  $\mu = 2 \text{ kg/kmol}$ . Presiunea la care se găsește gazul este  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , iar temperatura are valoarea  $t = 27^\circ \text{C}$ .

- Determinați cantitatea de gaz din vas.
- Calculați numărul de molecule din unitatea de volum aflată în vas.
- Determinați densitatea gazului din recipient.
- Recipientul este pus în legătură, print-un tub de dimensiuni neglijabile, cu un alt recipient conținând inițial gaz ideal la presiunea  $p_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Cel de-al doilea recipient are volumul  $V_2$  de trei ori mai mare decât primul. Considerând că temperatura e aceeași în ambele recipiente și se menține constantă, determinați valoarea presiunii care se stabilește în sistem după ce recipientele sunt puse în legătură.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

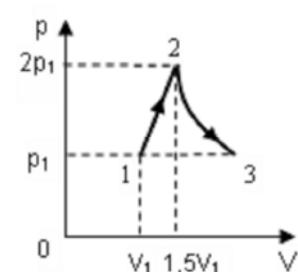
Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ), aflat inițial în starea 1 în care presiunea este

$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , iar volumul  $V_1 = 3 \ell$ , este supus transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ ,

reprezentată în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Transformarea  $2 \rightarrow 3$  este izotermă, iar transformarea  $1 \rightarrow 2$  se reprezintă printr-o dreaptă. Se va considera  $\ln 2 \approx 0,693$ . Determinați:

- energia internă a gazului în starea 2;
- lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;
- căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ ;
- căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

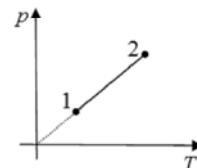
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

a.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{mol}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       (2p)

2. Un gaz ideal diatomic  $C_V = \frac{5}{2}R$  absoarbe, într-o transformare cvasistatică

reprezentată în coordonate  $p-T$ , ca în figura alăturată, o cantitate de căldură  $Q$ . Variația energiei interne a gazului în acest proces este:



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

3. Într-o destindere cvasistatică a unui gaz ideal, la temperatură constantă, presiunea gazului:

a. scade      b. crește      c. rămâne constantă      d. nu se poate preciza      (2p)

4. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, variația energiei interne a unui gaz ideal, într-o transformare cvasistatică în care temperatura rămâne constantă, este:

a.  $\Delta U = nRT$       b.  $\Delta U = p \cdot \Delta V$       c.  $\Delta U = 0$       d.  $\Delta U = p \cdot V$       (5p)

5. Un mol de gaz ideal este închis într-o butelie de volum  $V = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  la presiunea  $p = 8,31 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

Temperatura gazului are valoarea:

a. 273K      b. 300K      c. 327K      d. 400K      (3p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal închis la ambele capete, de lungime  $L = 2 \text{ m}$  și secțiune  $S = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , este împărțit în două compartimente de volume egale cu ajutorul unui piston subțire, etanș, care se poate deplasa fără frecare. În ambele compartimente ale cilindrului se află aer ( $\mu_{\text{aer}} = 29 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $T = 290 \text{ K}$ . Se deplasează pistonul spre dreapta pe distanță  $\Delta l = 0,4 \text{ m}$ , temperatura rămânând constantă. Calculați:

- a. cantitatea de aer din fiecare compartiment;
- b. masa totală de aer din cilindru;
- c. forța ce trebuie să acționeze asupra pistonului pentru a-l menține în poziția dată;
- d. masa de gaz ce trebuie scoasă dintr-un compartiment, pentru ca după ce lăsăm pistonul liber, acesta să nu se deplaseze.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic, având masa  $m = 1,6 \text{ kg}$  este închisă într-un cilindru cu piston.

Presiunea gazului la temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$  este  $p_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Gazul este comprimat la temperatură constantă până la o presiune de două ori mai mare, iar lucrul mecanic în acest proces este

$L = -0,693 \cdot 10^6 \text{ J}$ . Pistonul este blocat, iar gazul este răcit până când presiunea devine egală cu presiunea inițială. Se cunoaște  $C_V = \frac{3}{2}R$  și  $\ln 2 = 0,693$ .

- a. Reprezentați succesiunea de transformări suferite de gaz în sistemul de coordonate  $p-V$ .
- b. Calculați masa molară a gazului
- c. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea  $2 \rightarrow 3$ .
- d. Determinați valoarea căldurii schimbate de gaz cu mediul exterior în timpul procesului  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  precizând dacă este primită sau cedată.

# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice definite prin relația  $\frac{Q}{n\Delta T}$  este:

a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{Kg} \cdot \text{K}}{\text{J}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       (2p)

2. Un gaz are căldura molară izocoră  $C_V = 20800 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$  și masa molară  $\mu = 32 \text{ kg}/\text{kmol}$ . Căldura specifică izocoră a gazului este:

a.  $665,6 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$       b.  $665,6 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$       c.  $650 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$       d.  $1,54 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$       (5p)

3. În timpul unui proces termodinamic ciclic, căldura primită de un sistem termodinamic este  $Q_1 = 200 \text{ J}$ , iar căldura cedată  $Q_2 = -150 \text{ J}$ . Lucrul mecanic schimbat de sistem cu mediul exterior este:

a.  $25 \text{ J}$       b.  $50 \text{ J}$       c.  $175 \text{ J}$       d.  $350 \text{ J}$       (3p)

4. Căldura primită de un gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) într-un proces care se

rezintă în coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată are valoarea  $Q = 140 \text{ J}$ . Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior are valoarea:

a.  $L = 140 \text{ J}$   
 b.  $L = 100 \text{ J}$   
 c.  $L = 40 \text{ J}$   
 d.  $L = 0 \text{ J}$       (2p)



5. Un înveliș adiabatic este un înveliș cu următoarele proprietăți:

a. nu permite schimb de căldură, dar permite schimb de lucru mecanic;  
 b. permite atât schimb de căldură, cât și de lucru mecanic;  
 c. permite schimb de căldură, dar nu permite schimb de lucru mecanic;  
 d. nu permite schimb de căldură și nici de lucru mecanic.

(3p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $v = 1 \text{ mol}$  de gaz ideal evoluează foarte lent astfel încât în orice stare intermedieră de echilibru termodinamic, între presiunea și volumul gazului există relația  $p = a \cdot V^2$ . În starea inițială volumul ocupat de gaz este  $V_1 = 8,31 \ell$ , iar temperatura acestuia are valoarea  $T_1 = 831 \text{ K}$ . Gazul este comprimat până la o presiune  $p_2 = \frac{p_1}{2}$ . Determinați:

- a. presiunea gazului în starea inițială  
 b. valoarea constantei de proporționalitate  $a$   
 c. volumul final ocupat de gaz.  
 d. temperatura finală a gazului.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un mol de gaz ideal diatomic efectuează un proces ciclic. În starea inițială gazul ocupă un volum  $V_1 = 25 \ell$  și se află la temperatura  $t_1 = 27^\circ \text{C}$ . Gazul este încălzit izobar până i se dublează volumul. Din această stare este încălzit izocor până când presiunea devine  $p_3 = 2p_1$ . Apoi gazul este comprimat izoterm până când volumul devine  $V_4 = 25 \ell$ . Prin răcire izocoră ajunge în starea inițială. Se cunoaște  $\gamma = 1,4$  și  $\ln 2 = 0,69$ .

- a. Reprezentați grafic ciclul în coordonate  $V$ - $T$ .
- b. Calculați lucru mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea  $1 \rightarrow 2$ .
- c. Determinați valoarea căldurii cedată de gaz mediului exterior după parcurgerea unui ciclu complet.
- d. Determinați variația energiei interne a gazului între stările 1 și 3.

# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

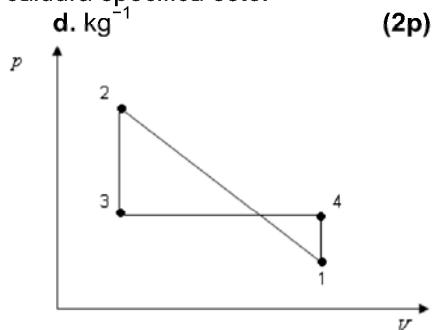
1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură din S.I. pentru mărimea fizică egală cu raportul dintre capacitatea calorică și căldura specifică este:

- a. K                      b.  $\text{K}^{-1}$                       c. kg                      d.  $\text{kg}^{-1}$                       (2p)

2. O cantitate dată de gaz ideal suferă transformarea ciclică 12341 reprezentată într-un sistem de coordonate  $pV$  ca în figura alăturată.

Gazul primește lucru mecanic din exterior în transformarea:

- a.  $1 \rightarrow 2$   
b.  $2 \rightarrow 3$   
c.  $3 \rightarrow 4$   
d.  $4 \rightarrow 1$



(3p)

3. O cantitate dată de heliu aflat într-un balon cu pereti rigizi efectuează o transformare în cursul căreia cedează căldura  $-100 \text{ J}$ . Variația energiei interne a gazului în această transformare este:

- a.  $-150 \text{ J}$                       b.  $-100 \text{ J}$                       c.  $100 \text{ J}$                       d.  $150 \text{ J}$                       (5p)

4. Un gaz ideal monoatomic efectuează o transformare ciclică reversibilă formată din două transformări în care temperatura rămâne constantă (izotermă) și două transformări în cursul cărora volumul rămâne constant (izocore). Într-una din transformările izocore, gazul primește căldura  $200 \text{ J}$ . În cursul celeilalte transformări izocore, căldura schimbătă de gaz cu exteriorul este:

- a.  $200 \text{ J}$  (primită)              b.  $200 \text{ J}$  (cedată)              c.  $300 \text{ J}$  (primită)              d.  $300 \text{ J}$  (cedată)                      (3p)

5. În cursul unei transformări adiabatice a unui gaz ideal aflat într-un cilindru cu piston (descrisă de ecuația  $pV^\gamma = \text{const.}$ ), volumul gazului variază invers proporțional cu puterea a două a temperaturii absolute.

Exponentul adiabatic al gazului este:

- a. 1,5                      b. 2                      c. 2,5                      d. 3                              (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Gazul ideal închis etanș într-un corp de pompă cu volumul  $V = 1\ell$  se află în starea A la o presiune egală cu jumătate din valoarea presiunii atmosferice și efectuează următoarea succesiune de transformări:

A-B: pistonul fiind blocat, gazul este încălzit până când presiunea atinge valoarea presiunii atmosferice ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ );

B-C: pistonul este deblocat și gazul este încălzit, la presiune constantă, până când volumul se dublează

C-D: se blochează iar pistonul și gazul este răcit până când ajunge la presiunea inițială. Temperatura gazului în starea D are valoarea  $T_D = 300 \text{ K}$ .

- a. Justificați faptul că temperatura gazului în starea D are aceeași valoare cu cea din starea B.  
b. Calculați raportul temperaturilor gazului în starea C și în starea A.  
c. Calculați cantitatea de gaz aflat în corpul de pompă  
d. Calculați raportul dintre densitatea gazului în starea D și densitatea gazului în starea A.

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un cilindru așezat orizontal este închis cu ajutorul unui piston mobil, etanș, de masă neglijabilă care se poate mișca fără frecare. În cilindru se află o cantitate  $n = 40 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic ( $\gamma = 1,66$ ).

Gazul este încălzit cu  $\Delta T = 40 \text{ K}$  la presiune constantă (transformarea AB) absorbind căldura  $33240 \text{ J}$ , apoi este răcit izocor până atinge temperatura inițială (transformarea BC). Se cere:

- a. variația energiei interne a gazului în transformarea ABC;  
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea ABC;  
c. căldura schimbătă de gaz cu exteriorul în transformarea BC  
d. reprezentarea grafică a succesiunii de transformări în sistemul de coordonate  $V-T$ .

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I –

(15 puncte)

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru mărimea fizică exprimată prin raportul  $\frac{N}{N_A}$  este:

- a.  $\text{m}^3/\text{mol}$       b.  $\text{mol}^{-1}$       c.  $\text{kg/mol}$       d.  $\text{mol}$       (3p)

2. Două incinte cu perete rigizi, de volume egale, conțin același număr de moli din două gaze ideale diferite.

Masele molare ale gazelor sunt  $\mu_1$ , respectiv  $\mu_2$ . Raportul densităților celor două gaze,  $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ , are valoarea:

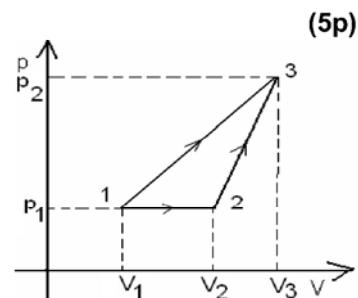
- a.  $\frac{\mu_1}{\mu_2}$       b. 1      c.  $\frac{\mu_2}{\mu_1}$       d.  $\frac{\mu_2^2}{\mu_1^2}$       (2p)

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele folosite în manualele de fizică, mărimea fizică definită prin raportul  $\frac{Q}{\Delta T}$  este:

- a. căldura molară  
b. capacitatea calorică  
c. căldura specifică  
d. căldura

4. Un gaz ideal poate trece din starea de echilibru termodinamic 1 în starea de echilibru termodinamic 3 prin două procese termodinamice distincte, aşa cum se observă în figura alăturată: din starea inițială 1 direct în starea finală 3, iar în a doua modalitate sistemul trece prin starea intermediară 2. Între mărimile  $L$  și  $\Delta U$  corespunzătoare celor două procese termodinamice există relațiile:

- a.  $\Delta U_{13} > \Delta U_{123}, L_{13} > L_{123}$   
b.  $\Delta U_{13} < \Delta U_{123}, L_{13} < L_{123}$   
c.  $\Delta U_{13} = \Delta U_{123}, L_{13} > L_{123}$   
d.  $\Delta U_{13} = \Delta U_{123}, L_{13} = L_{123}$       (2p)



5. La un motor Otto, rolul bujiei este de a:

- a. mări compresia amestecului carburant;  
b. mișcă pistonul de la punctul mort superior la punctul mort inferior;  
c. deschide supapa de evacuare;  
d. produce scânteia care aprinde amestecul carburant.

(3p)

### B. SUBIECTUL II –

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, aflat într-un cilindru închis etanș cu un piston de masă neglijabilă care se poate mișca fără frecări, este comprimat la temperatură constantă, din starea inițială în care  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și  $V_1 = 8,31 \text{ dm}^3$  până în starea 2 în care volumul devine  $V_2 = 2,77 \text{ dm}^3$ . Din această stare gazul este încălzit la volum constant până când presiunea se dublează față de valoarea presiunii în starea 2. Determinați:

- a. temperatura gazului în starea inițială;  
b. temperatura gazului în starea finală;  
c. masa unui atom de oxigen;  
d. cantitatea de gaz care trebuie scoasă din cilindru pentru ca presiunea finală să devină  $p_3 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , volumul rămânând  $V_2$ , iar temperatura menținându-se la valoarea atinsă în starea finală.

### B. SUBIECTUL III –

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru cu piston mobil, de masă neglijabilă, care se poate deplasa fără frecări, se află un gaz ideal diatomic. ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ). În starea inițială gazul ocupă volumul  $V_1 = 8 \ell$  la presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ . Gazul este destins izoterm până în starea 2 în care volumul este  $V_2 = 16 \ell$ , după care este încălzit izocor până în starea finală 3, în care presiunea redenează egală cu presiunea inițială. Se consideră și  $\ln 2 \equiv 0,693$ .

- a. Reprezentați procesul în sistemul de coordonate  $p$ - $V$ .  
b. Determinați valoarea lucrului mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior.  
c. Determinați valoarea căldurii primite de gaz.  
d. Determinați valoarea variației energiei interne a gazului între stările 1 și 3.

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară modificării temperaturii unității de masă de substanță cu 1 K este:

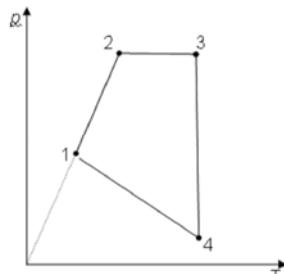
- a. capacitatea calorică    b. căldura molară    c. căldura specifică    d. puterea calorică      **(2p)**

2. 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 fizice exprimată prin  $\frac{p \cdot V}{n \cdot R}$  este:

- a. K                                  b. J                                  c. mol                                  d. kg      **(5p)**

3. O cantitate dată de gaz ideal suferă transformarea ciclică 12341 reprezentată într-un sistem de coordonate  $p-T$  ca în figura alăturată. Transformarea în care presiunea variază invers proporțional cu volumul este:

- a.  $1 \rightarrow 2$   
b.  $2 \rightarrow 3$   
c.  $3 \rightarrow 4$   
d.  $4 \rightarrow 1$



**(3p)**

4. Lucrul mecanic și căldura sunt mărimi care caracterizează:

- a. starea energetică a unui sistem termodinamic;  
b. intensitatea mișcării de agitație moleculară din sistemul termodinamic;  
c. energia de interacțiune dintre moleculele ce alcătuiesc un sistem termodinamic;  
d. schimbul de energie dintre sistemul termodinamic și mediu.      **(2p)**

5. Două corpuri cu mase egale având temperaturi diferite sunt puse în contact termic. Căldurile specifice ale celor două corpuri sunt în relația  $c_2 = \frac{c_1}{3}$ , iar între temperaturile inițiale ale celor două corpuri există relația  $T_2 = 3 \cdot T_1$ . Temperatura finală  $T$  a sistemului după stabilirea echilibrului termic, se exprimă ca:

- a.  $T = 2,5 \cdot T_1$     b.  $T = 1,5 \cdot T_1$     c.  $T = T_1$     d.  $T = 0,5 \cdot T_1$       **(3p)**

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie cu volumul  $V = 0,6 \text{ m}^3$  conține heliu ( $\mu_{He} = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p_1 = 6 \text{ MPa}$  și temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$ . Pentru efectuarea unui experiment se consumă 50% din masa gazului din butelie, iar temperatura scade până la valoarea  $t_2 = 7^\circ\text{C}$ . Determinați:

- a. numărul de molecule de heliu care se găsesc inițial în butelie;  
b. densitatea inițială a gazului din butelie;  
c. presiunea finală a gazului din butelie;  
d. masa unui atom de heliu exprimată în unități S.I.

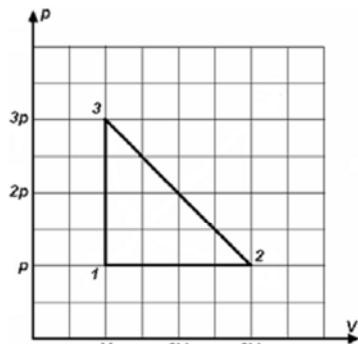
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru 1 mol de gaz ideal monoatomic ( $\gamma = 1,66$ ) parurge ciclul termodinamic 1231 reprezentat în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Se cunosc valorile parametrilor  $p = 10^5 \text{ Pa}$  respectiv,  $V = 10 \ell$ .

- a. Determinați variația energiei interne a substanței de lucru procesul  $3 \rightarrow 1$ .  
b. Determinați lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru în procesul  $2 \rightarrow 3$ .  
c. Determinați căldura schimbată de substanța de lucru cu mediul exterior în procesul izobar, precizând dacă este primită sau cedată.  
d. Demonstrați că stările 2 și 3 aparțin aceleiași izoterme.



Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –** (15 puncte)

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

1. Relația de legătură dintre temperatura exprimată în K și temperatura exprimată în  $^{\circ}\text{C}$  este:

- a.  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) : 273,15 \text{ K}$
- b.  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) - 273,15 \text{ K}$
- c.  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15 \text{ K}$
- d.  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) \cdot 273,15 \text{ K}$

(2p)

2. Un alpinist aflat inițial la baza unui munte aspiră o dată o masă  $m_1 = 1\text{g}$  de aer aflat la presiunea  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatură  $t_1 = 27^{\circ}\text{C}$ . El ajunge în vârful muntelui, unde presiunea aerului este  $0,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t_2 = 7^{\circ}\text{C}$ . Masa de aer aspirată o dată de alpinist când se află în vârful muntelui este egală cu:

- a. 0,25 g
- b. 0,75 g
- c. 0,85 g
- d. 0,125 g

(2p)

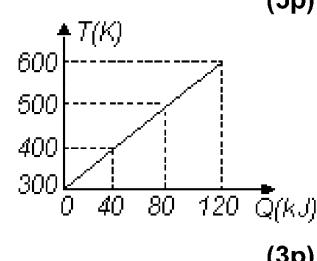
3. Două butelii identice conțin aceeași masă de gaz. Prima butelie conține hidrogen ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ) la temperatură  $T_1 = 500 \text{ K}$ , iar a doua butelie conține oxigen  $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$  la temperatură  $T_2 = 320 \text{ K}$ . În condițiile date raportul presiunilor celor două gaze  $p_{H_2} / p_{O_2}$  are valoarea:

- a. 5
- b. 10
- c. 15
- d. 25

(5p)

4. În figura alăturată este redat graficul dependenței temperaturii finale la care ajunge un corp cu masa  $m = 1 \text{ kg}$  de căldura primită de acel corp. Căldura specifică a corpului are valoarea:

- a.  $100 \text{ J/(kgK)}$
- b.  $200 \text{ J/(kgK)}$
- c.  $400 \text{ J/(kgK)}$
- d.  $800 \text{ J/(kgK)}$



(3p)

5. Un balon cu pereți rigizi care are volumul  $V = 60 \ell$  a fost umplut cu heliu, considerat gaz ideal. Prin robinetul defect al balonului se scurge heliu, presiunea heliului devenind  $p = 1 \text{ MPa}$ . Energia internă a heliului rămas în butelie este:

- a. 90kJ
- b. 120kJ
- c. 200kJ
- d. 800kJ

(3p)

## B. SUBIECTUL II –

(15 puncte)

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-un cilindru orizontal se află în echilibru două gaze ideale diferite separate între ele printr-un piston etanș, foarte subțire, temperatura gazelor fiind aceeași în ambele compartimente. Primul compartiment conține o masă  $m_1 = 0,8 \text{ kg}$  de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ), iar al doilea compartiment conține o masă  $m_2 = 0,2 \text{ kg}$  de hidrogen, ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ). Determinați:

- a. cantitatea de oxigen din primul compartiment;
- b. masa unei molecule de hidrogen;
- c. numărul total de molecule din cilindru;
- d. raportul volumelor ocupate de cele două gaze.

## B. SUBIECTUL III –

(15 puncte)

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dată de gaz ideal aflată inițial în starea A, în care presiunea este  $p_A = 8,32 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$  parcurge un proces ciclic format dintr-o destindere izotermă AB, în cursul căreia volumul gazului crește de trei ori, o comprimare izobară BC și o încălzire izocoră CA. Se cunoaște:  $C_V = \frac{5R}{2}$  și  $In 3 = 1,1$ .

- a. Reprezentați procesul ciclic parcurs de gaz în sistemul de coordonate  $p - V$ ;
- b. Determinați variația energiei interne a gazului în procesul BC;
- c. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior pe parcursul întregului proces ciclic;
- d. Determinați raportul dintre cantitățile de căldură  $Q_{CA} / Q_{AB}$  schimbate de gaz cu exteriorul în cele două proceze.

# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ

- Se acordă 10 puncte din oficiu.

- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

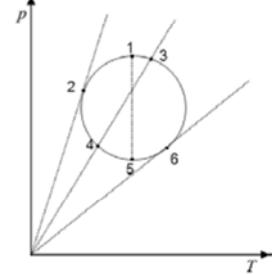
### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. În graficul alăturat este reprezentată, în coordonate  $p-T$  o transformare generală a unei mase date de gaz ideal. Stările care în care gazul ocupă același volum sunt:

- a. 1 și 3
- b. 1 și 5
- c. 2 și 4
- d. 3 și 4



(3p)

2. Alegeți afirmația adevărată referitoare la energia internă a unui gaz ideal:

- a. crește într-o destindere izotermă;
- b. crește într-o comprimare adiabatică;
- c. este constantă într-o transformare izocoră;
- d. crește într-o comprimare izobară.

(2p)

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, căldura schimbată de un gaz ideal cu mediul exterior în cursul unui proces izoterm are expresia:

- a.  $v \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$
- b.  $v \cdot C_V \cdot T \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}$
- c.  $v \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$
- d.  $v \cdot C_V \cdot (V_2 - V_1)$

4. Masa de hidrogen închisă într-un cilindru cu piston este  $m = 1 \text{ kg}$  ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ kg/kmol}$ ). Dacă hidrogenul se încălzește izobar de la  $0^\circ\text{C}$  la  $100^\circ\text{C}$ , lucrul mecanic efectuat are valoarea:

- a. 415,5 kJ
- b. 1038,75 kJ
- c. 1454,25
- d. 1869,75 kJ

5. Înănd cont că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, mărimea fizică exprimată prin relația

$$\sqrt{\frac{3pV}{m}}$$

are unitatea de măsură în S.I.:

- a.  $\text{J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$
- b.  $\text{kg/mol}$
- c.  $\text{m/s}$
- d.  $\text{N/K}$

**(15 puncte)**

### **B. SUBIECTUL II –**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $v = 2 \text{ mol}$  de gaz ideal cu masa molară  $\mu = 4 \text{ g/mol}$  evoluează dintr-o stare 1 într-o stare 2 astfel încât în orice stare intermedieră între presiunea și volumul gazului există relația  $p = aV$ . În starea 1 parametrii gazului sunt  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_1 = 40 \ell$ , iar în starea 2 presiunea gazului are valoarea  $p_2 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .

Determinați:

- a. temperatura gazului în starea 1;
- b. densitatea gazului în starea 1;
- c. volumul gazului în starea 2;
- d. variația temperaturii gazului.

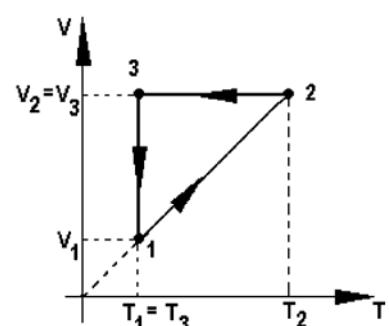
### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) parurge transformarea ciclică ilustrată în figura alăturată. Se cunoaște temperatura gazului în starea 1,  $T_1 = 300 \text{ K}$  și faptul că în starea 2 temperatura are valoarea  $T_2 = 3T_1$ . Se cunoaște  $\ln 3 = 1,1$ .

- a. Reprezentați transformarea ciclică în sistemul de coordonate  $p-V$ .
- b. Determinați lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea 1 → 2.
- c. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea 2 → 3.
- d. Determinați căldura cedată de gaz în transformarea 3 → 1.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

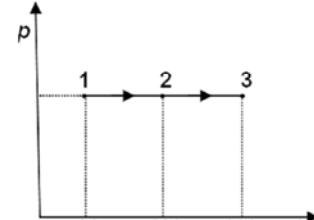
de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. O masă constantă de gaz ideal suferă transformarea 1-2-3 reprezentată în sistem de coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Relația corectă dintre căldurile schimbate de gaz cu mediul exterior în decursul transformării este:



(2p)

- a.  $Q_{12} < Q_{23}$
- b.  $Q_{12} = Q_{23}$
- c.  $Q_{12} > Q_{23}$
- d.  $Q_{12} > Q_{13}$

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii  $\Delta U / v$  poate fi scrisă sub forma:

- a.  $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$
- b.  $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$
- c.  $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}^{-1}$
- d.  $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}$

(5p)

3. Căldura absorbită de o masă  $m = 10 \text{ kg}$  de apă ( $c = 4,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ) pentru a se încălzi de la  $20^\circ\text{C}$  la  $60^\circ\text{C}$  este:

- a. 420 J
- b. 1680 J
- c. 420 kJ
- d. 1680 kJ

(3p)

4. Un kmol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = 1,5R$ ) efectuează o transformare în timpul căreia temperatura variază între valorile  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  și  $t_2 = 320^\circ\text{C}$ . Variația energiei interne a gazului este egală cu:

- a. 37,395 J
- b. 3739,5 J
- c. 3739,5 kJ
- d. 6232,5 kJ

(2p)

5. Căldurile specifice izocoră și respectiv izobară ale unui gaz ideal sunt  $c_v$  și  $c_p$ . Masa molară a gazului este dată de expresia:

- a.  $R/(c_p - c_v)$
- b.  $R/(c_p + c_v)$
- c.  $(c_p - c_v) \cdot R$
- d.  $(c_p + c_v) \cdot R$

**(15 puncte)**

### **B. SUBIECTUL II –**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-o butelie se păstrează o cantitate  $v = 100 \text{ mol}$  de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ . Determinați:

- a. masa de oxigen din butelie;
- b. numărul de molecule de oxigen din butelie;
- c. volumul buteliei;
- d. masa molară a amestecului rezultat în urma punerii în legătură, printr-un tub de volum neglijabil, a buteliei considerate mai sus cu o butelie identică în care se află o cantitate  $v_1 = 20 \text{ mol}$  de heliu ( $\mu_{He} = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

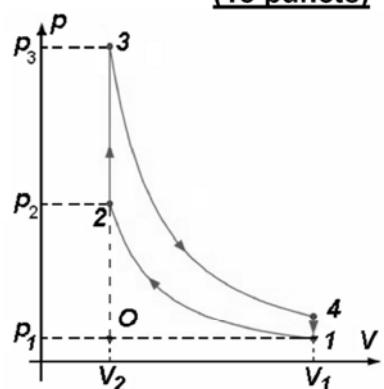
### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

În 1867, germanul Nicolaus August Otto a realizat un motor termic eficient care îi poartă numele. Aproximarea succesiunii proceselor din acest motor este prezentată în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată (două adiabate și două izocore). În timpul unui proces adiabatic  $p \cdot V^\gamma = \text{constant}$ . Dacă substanța de lucru este  $v = 1 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic ( $C_V = 3R/2$ ), temperatura  $T_1 = 400 \text{ K}$ ,  $p_3 = 1,5p_2$ , iar raportul de compresie se consideră  $V_1/V_2 = \varepsilon = 8$ , determinați:

- a. căldura schimbată de substanța de lucru cu mediul exterior în procesul 3 → 4;
- b. căldura cedată de substanța de lucru mediului exterior în timpul unui ciclu;
- c. lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru în procesul 1 → 2;
- d. căldura schimbată de substanța de lucru cu mediului exterior în procesul 2 → 3.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocatională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică a unui gaz ideal este:

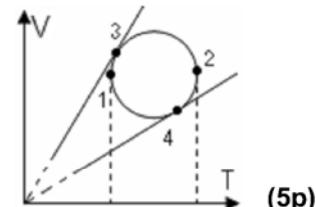
- a. K                          b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$                           c.  $\text{K}^{-1}$                           d.  $\frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$                           (2p)

2. Un gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3R}{2}$ ) primește izoterm căldura Q. Variația energiei sale interne este egală cu:

- a.  $\frac{5Q}{2}$                           b. 0                                  c.  $\frac{3Q}{2}$                                   d.  $3Q$                                   (3p)

3. O masă dată de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă în sistemul de coordonate  $V-T$  ca în figura alăturată. Presiunea gazului este minimă în starea:

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4



4. Temperatura unei mase de gaz ideal:

- a. crește într-o destindere adiabatică;  
b. scade dacă gazul primește izocor căldură;  
c. este constantă într-o transformare izotermă;  
d. este constantă într-o transformare ciclică.                          (3p)

5. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal diatomic este:

- a.  $U = \frac{3}{2}nRT$                           b.  $U = \frac{5}{2}nRT$                           c.  $U = 2nRT$                           d.  $U = \frac{3}{2}kT$                           (2p)

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas închis cu pereti rigizi, de volum  $V = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  se află o masă  $m = 16 \text{ g}$  de oxigen, considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 150 \text{ kPa}$ . Se cunoaște masa molară a oxigenului  $\mu = 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ . Determinați:

- a. cantitatea de gaz din vas;  
b. temperatura oxigenului din vas;  
c. numărul de molecule de oxigen din vas;  
d. densitatea oxigenului din vas.

**B. SUBIECTUL III –**

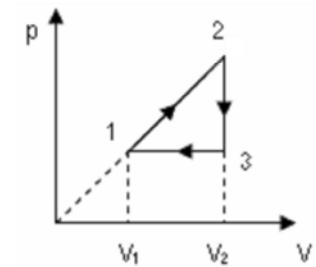
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) parcurge ciclul reprezentat în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Se cunosc  $T_1 = 300 \text{ K}$  și  $V_2 = 2V_1$ .

Transformarea 1-2 este reprezentată printr-o dreaptă care trece prin origine. Determinați:

- a. energia internă a gazului în starea 2;  
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul unui ciclu;  
c. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea 3-1, precizând dacă este primită sau cedată;  
d. căldura molară a gazului pe transformarea 1-2.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ

• Se acordă 10 puncte din oficiu.

• Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a cantității de substanță este:

- a. mol                    b.  $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$                     c. kg                    d.  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$                     (2p)

2. Prin destinderea izotermă a unui gaz ideal, presiunea lui scade de  $e$  ori ( $e$  = baza logaritmilor naturali). Notațiile fiind cele obișnuite în manualele de fizică, căldura primită de gaz în cursul acestui proces este:

- a.  $nRT$                     b.  $\frac{nRT}{e}$                     c.  $-eRT$                     d.  $\frac{3}{2}nRT$                     (2p)

3. Pentru a încălzi o cantitate de gaz ideal monoatomic  $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$  cu  $\Delta T$  la volum constant se consumă căldura  $Q = 3 \text{ kJ}$ . Pentru a răci la presiune constantă tot cu  $\Delta T$  aceeași cantitate de gaz ideal monoatomic, căldura cedată este:

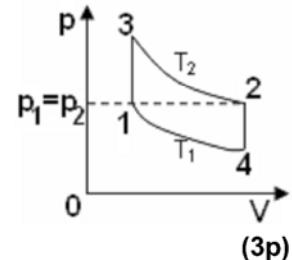
- a. 2kJ                    b. -2kJ                    c. -5kJ                    d. -6kJ                    (5p)

4. Într-un motor care funcționează după un ciclu Otto, asupra substanței de lucru se efectuează lucru mecanic în timpul:

- a. admisiei                    b. evacuării                    c. arderii și detentei                    d. compresiei adiabatice.                    (3p)

5. Un mol de gaz ideal poate ajunge dintr-o stare inițială 1 într-o stare finală 2 caracterizată prin aceeași presiune  $p_1 = p_2$ , fie prin procesul  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$ , fie prin procesul  $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$ , ca în figura alăturată. Despre căldura schimbată cu mediul exterior se poate afirma că:

- a. are cea mai mare valoare în procesul  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$   
 b. are cea mai mare valoare în procesul  $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$   
 c. are cea mai mică valoare în procesul  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$   
 d. este aceeași în ambele procese



**(15 puncte)**

### **B. SUBIECTUL II –**

Rezolvați următoarea problemă:

O sondă spațială explorează atmosfera planetei Marte; la nivelul suprafeței planetei, presiunea  $p_1$  reprezintă 0,7% din presiunea atmosferică normală pe Pământ,  $p_0$ . Într-un corp de pompă este recoltată o probă care conține un amestec de gaze (cu comportare pe care o presupunem ideală) la presiunea  $p_1$ : 19,2 mol de dioxid de carbon  $\text{CO}_2$ , 0,5 mol de azot  $\text{N}_2$  și 0,3 mol de argon Ar.

Cunoscând  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , masele atomice relative ale argonului, azotului, respectiv ale oxigenului

$A_{\text{argon}} = 40$ ,  $A_N = 14$ ,  $A_O = 12$ ,  $A_O = 16$ , precum și densitatea amestecului  $\rho = 13 \text{ g/m}^3$ , calculați (în unități ale S.I.):

- a. masa  $m_{01}$  a moleculei de dioxid de carbon;  
 b. raportul dintre presiunea pe care ar avea-o argonul dacă, la aceeași temperatură, ar rămâne singur în butelie și presiunea la care se află amestecul în corpul de pompă;  
 c. masa molară a amestecului gazos;  
 d. temperatura amestecului din corpul de pompă.

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal, prevăzut cu un piston etanș, care se poate mișca fără frecări, se află un gaz ideal monoatomic la temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  și presiunea  $p = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Volumul inițial ocupat de gaz este  $V_1 = 1 \ell$ . Gazul este încălzit lent până când volumul se dublează. Apoi gazul își dublează din nou volumul,

temperatura menținându-se constantă. Se cunoaște  $C_V = \frac{3}{2}R$  și  $\ln 2 \approx 0,693$

- a. Reprezentați grafic cele două procese în sistemul de coordonate  $p - V$ .  
 b. Calculați energia internă a gazului în starea inițială.  
 c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două transformări.  
 d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în cele două transformări.

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

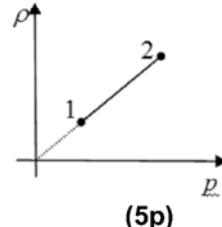
1. Utilizând notațiile din manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice definite prin expresia

$$\frac{Q}{n \Delta t}$$

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot ^\circ \text{C}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       (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. izotermă  
b. izocoră  
c. izobară  
d. generală



(5p)

3. Un corp este încălzit de la temperatura  $T_1 = 285 \text{ K}$  la  $T_2 = 95^\circ \text{C}$ . Variația temperaturii corpului în acest proces este:

- a.  $190^\circ \text{C}$       b.  $190 \text{ K}$       c.  $90 \text{ K}$       d.  $83 \text{ K}$       (2p)

4. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează o transformare oarecare. Lucrul mecanic este negativ dacă transformarea este:

- a. încălzire izobară;  
b. răcire izocoră;  
c. destindere adiabatică;  
d. comprimare izotermă.

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, energia internă a unui gaz ideal monoatomic ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ) are expresia:

- a.  $1,5pV$       b.  $2,5nRT$       c.  $\mu C_V T$       d.  $3,5pV$       (2p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă cu pereti rigizi se află o masă  $m = 100 \text{ g}$  de hidrogen ( $\mu = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ) la presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$  și

temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$ . Gazul este încălzit lent până la presiunea  $p_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Determinați:

- a. temperatura gazului în starea 2;  
b. masa unei molecule de hidrogen;  
c. numărul total de molecule;  
d. densitatea gazului în starea 2.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate oarecare de gaz ideal biatomic ( $\gamma = \frac{7}{5}$ ) aflat inițial într-o stare caracterizată prin parametrii

termodinamici  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 30 \ell$  și  $t_1 = 627^\circ \text{C}$ , efectuează șirul de transformări:  $1 \rightarrow 2$  comprimare la presiune constantă până la atingerea temperaturii  $t_2 = 27^\circ \text{C}$ ,  $2 \rightarrow 3$  destindere la temperatură constantă până la atingerea volumului stării inițiale,  $3 \rightarrow 1$  încălzire la volum constant până la revenirea în starea inițială. Se cunoaște  $\ln 3=1,1$ .

- a. Reprezentați grafic procesele descrise în sistemul de coordonate  $V - T$   
b. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea  $1 \rightarrow 2$ .  
c. Calculați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea  $1 \rightarrow 2$ .  
d. Determinați căldura primită de gaz pe parcursul transformării ciclice.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ .

**SUBIECTUL I –** (15 puncte)

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică egală cu raportul dintre capacitatea calorică și căldura molară este:

- a. K      b.  $\frac{1}{\text{K}} = \text{K}^{-1}$       c. mol      d.  $\frac{1}{\text{mol}} = \text{mol}^{-1}$  (2p)

2. O cantitate oarecare dintr-un gaz ideal este supusă proceselor 1–2–3–1, respectiv 1–4–3–1, reprezentate în sistemul de coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată.

Raportul dintre lucrurile mecanice schimbate de gaz cu exteriorul în cele două procese are valoarea:

- a.  $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = -2$   
b.  $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = -1$   
c.  $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = 1$   
d.  $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = 2$  (3p)
- 

3. Heliul, considerat gaz ideal, cu căldura molară la presiune constantă  $C_p = \frac{5}{2}R$ , aflat într-un corp de pompă efectuează o transformare în cursul căreia presiunea rămâne constantă (izobară) și primește căldura 120 J. Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare este egal cu:

- a. 24 J      b. 48 J      c. 80 J      d. 120 J (5p)

4. Un gaz ideal monoatomic efectuează o transformare ciclică reversibilă formată din două transformări în cursul cărora temperatura rămâne constantă (izotermă) și două transformări în cursul cărora presiunea rămâne constantă (izobare). Într-una din transformările izobare, gazul primește căldura 200 J. În cursul celeilalte transformări izobare, căldura schimbată de gaz cu exteriorul este egală cu:

- a. 200 J (cedată)      b. 200 J (primită)      c. 300 J (cedată)      d. 300 J (primită) (3p)

5. În cursul unei transformări adiabatice a unui gaz ideal aflat într-un cilindru cu piston (transformare descrisă de ecuația  $pV^\gamma = \text{const.}$ ) presiunea gazului  $p$  variază direct proporțional cu puterea a treia a temperaturii absolute  $T$ . Exponentul adiabatic al gazului este:

- a. 1,5      b. 2      c. 2,5      d. 3 (2p)

## B. SUBIECTUL II –

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie pentru scufundări subacvatice se găsește un amestec de oxigen  $O_2$  și azot  $N_2$  (gaze cu comportare considerată ideală) la presiunea  $p = 5p_0$ . Cantitatea de oxigen reprezintă 25% din cantitatea totală de substanță din butelie. Cunoscând  $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ , calculați (în unități ale S.I.):

- a. masa  $m_{O_2}$  a moleculei de azot;  
b. presiunea pe care ar avea-o oxigenul dacă, la aceeași temperatură, ar rămâne singur în butelie;  
c. masa molară medie a amestecului din butelie;  
d. cu cât se modifică masa molară a amestecului, dacă înlocuim a 15-a parte din cantitatea de azot cu un număr egal de moli de argon (a cărui masă moleculară este 40 g/mol).

## B. SUBIECTUL III –

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

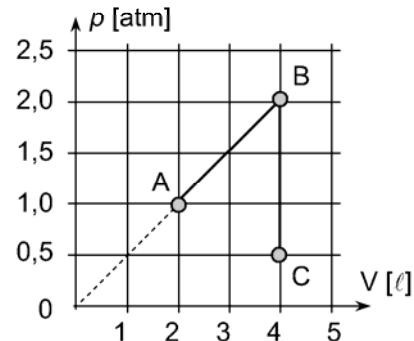
Gazul ideal închis etanș într-un corp de pompă cu volumul  $2 \ell$  se află la o presiune egală cu presiunea atmosferică normală ( $p_0 = 1 \text{ atm} \equiv 10^5 \text{ Pa}$ ) și efectuează următoarea succesiune de transformări reversibile:

AB: gazul primește căldură astfel încât presiunea să crească proporțional cu volumul, până când volumul se dublează;

BC: pistonul este blocat și gazul se răcește până când presiunea scade la jumătate din presiunea atmosferică.

Considerând că exponentul adiabatic al gazului are valoarea  $\gamma = 1,5$ , calculați:

- a. variația energiei interne a gazului în transformarea ABC;  
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea ABC;  
c. căldura cedată în transformarea BC;  
d. căldura primită în transformarea AB.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

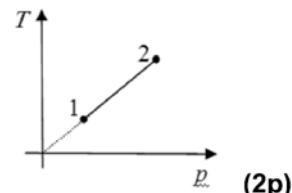
**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Un gaz ideal trece din starea 1 în starea 2 printr-un proces reprezentat în sistemul de coordonate  $T-p$  în figura alăturată. Transformarea suferită de gaz este:

- a. destindere izotermă
- b. încălzire izobară
- c. răcire izocoră
- d. încălzire izocoră



2. Precizați în care dintre timpii de funcționare ai motorului Diesel amestecul de gaze din cilindru efectuează lucru mecanic:

- a. admisia
- b. compresia
- c. arderea și detenta
- d. evacuarea

3. Se amestecă același număr de molecule din două substanțe având masele molare  $\mu_1$ , respectiv  $\mu_2$ .

Masa molară a amestecului este:

$$a. \mu = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \quad b. \mu = \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_1 + \mu_2} \quad c. \mu = \frac{2\mu_1 \mu_2}{\mu_1 + \mu_2} \quad d. \mu = \mu_1 + \mu_2 \quad (2p)$$

4. Un gaz ideal monoatomic  $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$  are energia internă de 300J. Lucrul mecanic efectuat în timpul unui proces izobar în care energia internă se dublează este de:

- a. -300J
- b. 200J
- c. 250J
- d. 300J

5. Măind presiunea unui gaz ideal de 3 ori și micșorând temperatura lui absolută de 2 ori, densitatea gazului:

- a. scade de 1,5 ori
- b. crește de 1,5 ori
- c. crește de 2 ori
- d. crește de 6 ori

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum  $V = 24 \ell$  se află hidrogen molecular ( $\mu = 2 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p_1 = 12 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatură  $t = 27^\circ \text{C}$ . La un moment dat din butelie începe să iasă gaz. Masa gazului care părăsește butelia reprezintă o fracțiune  $f = 30\%$  din masa inițială. Determinați:

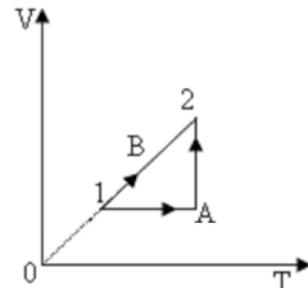
- a. densitatea gazului în starea inițială;
- b. masa de  $\text{H}_2$  rămas în butelie;
- c. numărul de molecule de gaz care au părăsit incinta;
- d. valoarea presiunii  $p_2$  a gazului rămas în butelie, presupunând că temperatura s-a menținut constantă.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 2 \text{ moli}$  de gaz diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) evoluează între două stări de echilibru termodinamic 1 și 2 prin două procese distincte:  $1 \rightarrow A \rightarrow 2$ , respectiv  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ , reprezentate în coordonate  $V-T$  ca în figura alăturată. Se cunosc:  $V_1 = 400 \ell$ ,  $T_1 = 300 \text{ K}$ ,  $V_2 = 800 \ell$  și  $\ln 2 \approx 0,69$ .



a. Reprezentați cele două procese în sistemul de coordonate  $p-V$ .

- b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două procese ( $1 \rightarrow A \rightarrow 2$  și  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ ).
- c. Determinați variația energiei interne a gazului la trecerea din starea 1 în starea 2.
- d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în cele două procese ( $1 \rightarrow A \rightarrow 2$  și  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ ).

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### SUBIECTUL I –

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia corectă a variației energiei interne a unui gaz ideal care suferă o transformare generală este:

a.  $\Delta U = \nu C_V \Delta T$       b.  $\Delta U = \nu C_p \Delta T$       c.  $\Delta U = \nu RT \ln \frac{V_f}{V_i}$       d.  $\Delta U = \nu RT \ln \frac{V_i}{V_f}$       (2p)

2. O cantitate oarecare dintr-un gaz ideal efectuează o transformare generală în timpul căreia își dublează presiunea și își înjumătățește temperatură. Volumul său:

- a. scade de patru ori
- b. rămâne constant
- c. crește de două ori
- d. crește de patru ori

(3p)

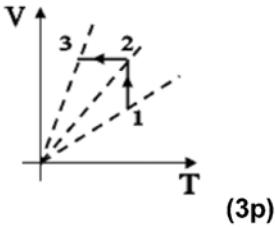
3. Ținând cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice a unei substanțe se exprimă ca:

a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$       d. J      (5p)

4. Un gaz ideal suferă transformarea  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , reprezentată în figura alăturată.

Între presiunile gazului în stările 1, 2 și 3 există relația:

- a.  $p_3 > p_2 > p_1$
- b.  $p_2 > p_3 > p_1$
- c.  $p_1 > p_2 > p_3$
- d.  $p_2 > p_1 > p_3$



(3p)

5. Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = 3R/2$ ) ajunge, printr-o transformare adiabatică, din starea inițială 1 în starea finală 2. Presiunea și volumul gazului în starea inițială sunt  $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , respectiv  $V_1 = 2 \ell$ , iar în starea finală  $p_2 = 1,25 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ , respectiv  $V_2 = 16 \ell$ . Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul are valoarea:

a. 1800 J      b. 900 J      c. -900 J      d. -1800 J      (2p)

#### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cilindric orizontal, închis la ambele capete și izolat termic de exterior, este împărțit în două compartimente de către un piston termoizolant, mobil, aflat inițial în echilibru. Într-un compartiment se află  $m_1 = 14 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de azot molecular ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ kg/kmol}$ ) la temperatura  $T_1 = 350 \text{ K}$ , iar în celălalt  $m_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de oxigen molecular ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ kg/kmol}$ ), la temperatura  $T_2 = 400 \text{ K}$ . Ambele gaze sunt considerate gaze ideale.

- a. Determinați raportul dintre cantitatea de azot și cantitatea de oxigen.
- b. Calculați masa unei molecule de azot.
- c. Calculați raportul densităților celor două gaze.
- d. Azotul din primul compartiment se încălzește, cu pistonul blocat, până la temperatura  $T_2 = 400 \text{ K}$ . Calculați masa de azot care trebuie scoasă din primul compartiment pentru ca, după eliberarea pistonului, poziția acestuia să rămână nemodificată.

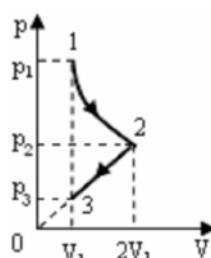
#### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal diatomic  $C_V = \frac{5}{2}R$  aflată inițial în starea 1 în care presiunea este  $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_1 = 1 \ell$  este supusă transformării  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , reprezentată în coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Transformarea  $1 \rightarrow 2$  este izotermă iar transformarea  $2 \rightarrow 3$  este reprezentată printr-o dreaptă care trece prin origine. Se consideră  $\ln 2 \equiv 0,693$ . Determinați:

- a. presiunea gazului în starea 3;
- b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $1 \rightarrow 2$ ;
- c. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării  $2 \rightarrow 3$ ;
- d. valoarea căldurii molare în transformarea  $2 \rightarrow 3$ .



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

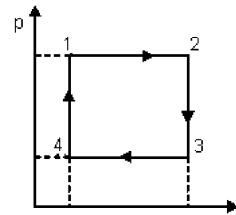
**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Între volumele celor patru stări atinse de un gaz ideal ce suferă procesul ciclic din figura alăturată există relația:

- a.  $V_1 \cdot V_2 = V_3 \cdot V_4$
- b.  $V_1 + V_2 = V_3 + V_4$
- c.  $V_1 \cdot V_3 = V_2 \cdot V_4$
- d.  $V_1 + V_4 = V_2 + V_3$



**(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, dintre expresiile de mai jos, cea care are aceeași unitate de măsură ca și presiunea este:

- a.  $Q/\Delta T$
- b.  $\Delta T/Q$
- c.  $T\Delta V$
- d.  $L/\Delta V$

**(3p)**

3. Relația  $Q = \Delta U$  este adevărată pentru o transformare:

- a. adiabatică;
- b. izotermă;
- c. izobară;
- d. izocoră.

**(5p)**

4. O masă de gaz aflată inițial la temperatura  $T$  se destinde până la dublarea volumului astfel încât energia internă rămâne constantă. Temperatura gazului în starea finală este:

- a.  $T/2$
- b.  $T$
- c.  $27$
- d.  $4T$

**(3p)**

5. Un gaz având căldura molară la volum constant  $C_V = 3R/2$ , absoarbe căldura  $Q = 100 \text{ J}$  la presiune constantă. Lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces are valoarea:

- a.  $40 \text{ J}$
- b.  $50 \text{ J}$
- c.  $100 \text{ J}$
- d.  $120 \text{ J}$

**(2p)**

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O incintă cu pereti rigizi conține o cantitate  $n = 2 \text{ mol}$  de azot ( $\mu = 28 \text{ kg/kmol}$ ), considerat gaz ideal. Inițial azotul se află la temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  și ocupă volumul  $V = 10 \ell$ . Gazul este încălzit până când presiunea se dublează. Determinați:

- a. masa unei molecule de azot exprimată în kg ;
- b. densitatea azotului din incintă;
- c. temperatura la care ajunge azotul în starea finală;
- d. numărul de molecule care trebuie scoase din incintă astfel încât presiunea azotului să devină egală cu cea inițială.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-un cilindru vertical închis în partea superioară cu un piston etanș de masă  $m = 5 \text{ kg}$  și secțiune  $S = 10 \text{ cm}^2$ , care se poate mișca fără frecare, se află o cantitate de gaz ideal având căldura molară la volum constant  $C_V = 3R/2$ . Datorită încălzirii gazul din cilindru își mărește volumul de 1,5 ori și efectuează un lucru mecanic  $L = 60 \text{ J}$ . După încălzire pistonul este blocat, iar gazul este răcit până când presiunea scade de două ori. Cunoscând valoarea presiunii atmosferice  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , și accelerarea gravitațională  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determinați:

- a. presiunea gazului din cilindru în starea inițială;
- b. deplasarea pistonului în urma încălzirii gazului;
- c. variația energiei interne a gazului în urma încălzirii;
- d. căldura cedată de gaz mediului exterior .

**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Un gaz ideal suferă o transformare ciclică în timpul căreia primește căldura  $Q_1 = 4 \text{ kJ}$  de la o sursă caldă și cedează sursei reci căldura  $Q_2 = -3,2 \text{ kJ}$ . Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare este egal cu:

- a.  $L = 7200 \text{ J}$       b.  $L = 800 \text{ J}$       c.  $L = 200 \text{ J}$       d.  $L = 80 \text{ J}$       (2p)

2. Aerul aflat într-un vas de volum  $V = 0,2 \text{ m}^3$  la presiunea  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  este răcit izocor până ajunge la presiunea  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$ . Lucrul mecanic efectuat în acest proces are valoarea:

- a.  $0 \text{ J}$       b.  $20 \text{ J}$       c.  $60 \text{ J}$       d.  $10^6 \text{ J}$       (3p)

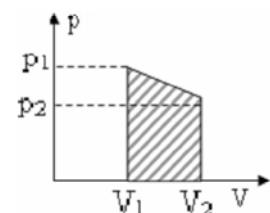
3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru mărimea

fizică exprimată prin raportul  $\frac{N}{N_A}$  este:

- a.  $\text{m}^3/\text{mol}$       b.  $\text{mol}^{-1}$       c.  $\text{kg/mol}$       d.  $\text{mol}$       (2p)

4. În transformarea cvasistatică reprezentată în graficul alăturat presiunea gazului ideal scade liniar între valorile  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$ , în timp ce volumul crește de la  $V_1 = 1 \text{ m}^3$  la  $V_2 = 5 \text{ m}^3$ . Lucrul mecanic efectuat este egal cu:

- a.  $L = 800 \text{ J}$   
b.  $L = 400 \text{ kJ}$   
c.  $L = 800 \text{ kJ}$   
d.  $L = 2400 \text{ kJ}$       (5p)



5. Dintre mărimile fizice de mai jos, **NU** este mărime fizică de stare:

- a. energia internă      b. temperatura      c. căldura      d. presiunea      (3p)

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un kilomol de hidrogen ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, ocupă în condiții fizice normale ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ) volumul  $V_{\mu_0} = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ . Determinați:

- a. numărul de molecule conținute într-un volum  $V = 2 \text{ m}^3$  de hidrogen, aflat în condiții normale de temperatură și presiune;  
b. masa unei molecule de hidrogen;  
c. numărul de molecule conținute într-o masă  $m = 1 \text{ kg}$  de hidrogen;  
d. densitatea hidrogenului în condiții fizice normale.

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un motor termic, un mol de gaz ideal având exponentul adiabatic  $\gamma = 5/3$ , efectuează un proces termodinamic ciclic format din următoarele transformări termodinamice: (AB) – transformare izotermă; (BC) – transformare izobară; (CD) – transformare izotermă; (DA) - transformare izobară. Cunoașteți că: în starea de echilibru termodinamic A presiunea gazului este  $p_A = 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_A = 25 \ell$ ; în starea de echilibru termodinamic B presiunea gazului este  $p_B = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ; în starea de echilibru termodinamic C volumul ocupat de gaz are valoarea  $V_C = 10 \ell$ .

- a. Reprezentați grafic în sistemul de coordonate  $p - V$  succesiunea de transformări: A → B → C → D → A .  
b. Determinați variația energiei interne a gazului între starea de echilibru termodinamic A și starea de echilibru termodinamic C .  
c. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în destinderea izobară.  
d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în compresia izobară.

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I –**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de masură în S.I. pentru capacitatea calorică este:

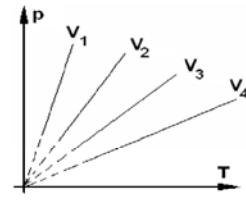
a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{K}^2}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       (2p)

2. Lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior de  $n$  moli dintr-un gaz ideal biatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) în timpul unui proces cvasistatic adiabatic desfășurat între temperaturile  $T_1$  și  $T_2$  are expresia:

a.  $\frac{3nR}{2}(T_2 - T_1)$       b.  $\frac{3nR}{2}(T_1 - T_2)$       c.  $\frac{5nR}{2}(T_2 - T_1)$       d.  $\frac{5nR}{2}(T_1 - T_2)$       (3p)

3. În figura alăturată sunt prezentate, în sistemul de coordonate  $p-T$ , graficele a patru transformări izocore ale aceleiași cantități de gaz ideal. Graficul corespunzător volumului maxim este notat cu:

- a.  $V_1$   
b.  $V_2$   
c.  $V_3$   
d.  $V_4$ .      (5p)



4. Un gaz ideal suferă o transformare izotermă, presiunea acestuia dublându-se. Raportul densităților corespunzătoare stării inițiale, respectiv finale este egal cu:

a.  $\frac{1}{2}$       b. 1      c.  $\frac{3}{2}$       d. 2      (2p)

5. Înțând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică expresia matematică a principiului I al termodinamicii este:

a.  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$       b.  $Q = \Delta U + L$       c.  $Q = n \cdot R \cdot \Delta T$       d.  $Q_{ced} = Q_{abs}$       (3p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un cilindru închis cu un piston etanș, care se poate deplasa fără frecare, conține o cantitate  $n = 2$  moli de heliu ( $\mu = 4$  g/mol). Inițial gazul se află în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ). Gazul suferă o transformare în cursul căreia presiunea rămâne constantă, temperatura finală a gazului fiind de două ori mai mare decât temperatura inițială. Determinați:

- a. numărul de atomi de gaz din cilindru;
- b. densitatea gazului în starea inițială;
- c. volumul ocupat de gaz în starea finală;
- d. numărul de atomi de heliu conținuți în unitatea de volum, în starea finală.

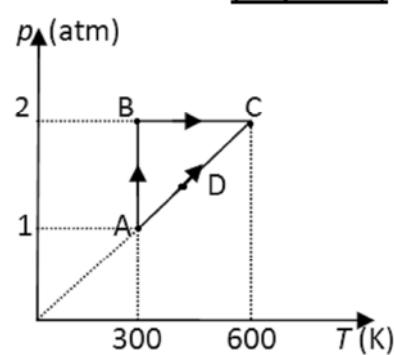
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un mol de gaz ideal diatomic ( $\gamma = 1,4$ ) poate trece din starea de echilibru termodinamic **A** în starea de echilibru termodinamic **C** în două moduri distincte: prin transformările **A**→**B**→**C**, respectiv transformarea **A**→**D**→**C** reprezentate în coordonate  $p-T$  în figura alăturată. Se cunoaște că  $1 \text{ atm} \equiv 10^5 \text{ Pa}$ ,  $\ln 2 = 0,693$ .

- a. reprezentați cele două transformări **A**→**B**→**C**, respectiv **A**→**D**→**C** într-un sistem de coordonate  $p-V$ .
- b. calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea **A**→**D**→**C**;
- b. calculați lucrul mecanic efectuat de gaz, în transformarea **A**→**B**→**C**;
- c. determinați variația energiei interne a gazului între stările **A** și **C**.



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

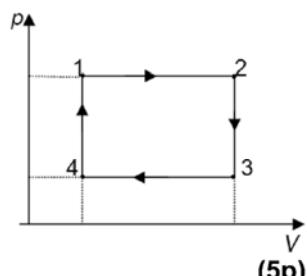
### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

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

1. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea ciclică 12341 reprezentată în coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Transformarea în care gazul primește lucru mecanic din exterior este:

- a. 1-2
- b. 2-3
- c. 3-4
- d. 4-1



(5p)

2. Căldura schimbată de un sistem termodinamic cu mediul exterior:

- a. este o mărime de stare;
- b. este o mărime de proces;
- c. este zero dacă sistemul revine în starea inițială;
- d. nu depinde de stările intermediare prin care trece sistemul.

(3p)

3. Pentru a încălzi o masă  $m = 0,2 \text{ kg}$  de apă ( $c_{\text{apa}} = 4181 \text{ J/kgK}$ ) de la temperatura inițială  $t_1$  la temperatura  $t_2 = 40^\circ\text{C}$  s-a consumat o cantitate de căldură  $Q = 25,09 \text{ kJ}$ . Temperatura inițială a apei a fost:

- a.  $10^\circ\text{C}$
- b.  $20^\circ\text{C}$
- c.  $35^\circ\text{C}$
- d.  $40^\circ\text{C}$

(3p)

4. Se amestecă  $\nu_1 = 2 \text{ kmol}$  de dioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ) și  $\nu_2 = 2 \text{ kmol}$  de azot ( $\text{N}_2$ ). Se știe că în condiții normale de presiune și temperatură volumul molar al unui gaz este  $V_{\mu 0} = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ . Volumul ocupat de amestec în condiții normale de presiune și temperatură este:

- a.  $22,4 \text{ m}^3$
- b.  $44,8 \text{ m}^3$
- c.  $89,6 \text{ m}^3$
- d.  $122,4 \text{ m}^3$

(2p)

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru mărimea fizică exprimată prin raportul  $\frac{N}{N_A}$  este:

- a.  $\text{m}^3/\text{mol}$
- b.  $\text{mol}^{-1}$
- c.  $\text{kg/mol}$
- d. mol

(2p)

### B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru închis cu ajutorul unui piston etanș, care se poate deplasa fără frecare, se găsesc  $\nu_1 = 2 \text{ mol}$  de bioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ) și  $\nu_2 = 2 \text{ mol}$  de azot ( $\text{N}_2$ ). Amestecul, considerat gaz ideal, aflat inițial în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 \approx 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $T_0 \approx 273 \text{ K}$ ) este încălzit la volum constant până la temperatură  $t_2 = 273^\circ\text{C}$ . Cunoscând masele molare ale  $\text{CO}_2$  și  $\text{N}_2$ ,  $\mu_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{\text{N}_2} = 28 \text{ g/mol}$  determinați:

- a. masa de substanță conținută în cilindru;
- b. volumul ocupat de amestec în condiții normale;
- c. presiunea finală a amestecului;
- d. variația volumului gazului astfel încât presiunea să devină  $p_3 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , gazul fiind menținut la temperatură constantă  $T_2$ .

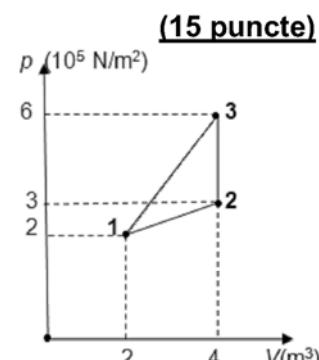
### B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $\nu = 2 \text{ kmol}$  de oxigen molecular ( $C_v = \frac{5}{2}R$ ) aflat la presiunea

$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  ocupă volumul  $V_1 = 2 \text{ m}^3$ . Gazul parurge o succesiune de transformări reprezentate în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată. Determinați:

- a. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior când gazul parurge ciclul în succesiunea 1231;
- b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior când gazul parurge ciclul în succesiunea 1321;
- c. variația energiei interne a gazului în transformarea 2-3;
- d. căldura cedată de gaz mediului exterior în procesul 3-1.



(15 puncte)

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I –

**(15 puncte)**

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

1. Mărimea fizică a cărei valoare este aceeași pentru sisteme termodinamice aflate în echilibru termic se numește:

a. capacitate calorică    b. exponent adiabatic    c. temperatură    d. căldură specifică    (2p)

2. 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 fizice exprimate prin raportul  $\frac{p \cdot V}{R \cdot T}$  este:

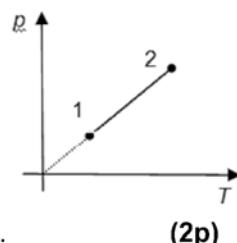
a. mol    b. J    c. K    d. kg    (5p)

3. Un corp confectionat dintr-un material având căldura specifică  $c$  își mărește temperatura cu  $\Delta T$ . Dacă în acest proces corpul primește căldura  $Q$ , masa acestuia este:

a.  $m = \frac{Q \cdot c}{\Delta T}$     b.  $m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T}$     c.  $m = \frac{\Delta T}{Q \cdot c}$     d.  $m = \frac{Q \cdot \Delta T}{c}$     (3p)

4. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea 1-2 reprezentată în sistemul de coordonate  $p-T$  în figura alăturată. Alegeti afirmația adevărată referitoare la procesul suferit de gaz:

a. gazul nu efectuează schimb de căldură cu mediul exterior;  
 b. energia internă a gazului se menține constantă;  
 c. lucrul mecanic efectuat de gaz este egal cu căldura schimbată cu mediul exterior;  
 d. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior este egală cu variația energiei sale interne.    (2p)



5. Două corpuși alcătuite din aceeași substanță, dar având temperaturi diferite, sunt puse în contact termic.

Masele celor două corpuși sunt în relația  $m_2 = \frac{m_1}{3}$ , iar între temperaturile inițiale ale celor două corpuși există relația  $T_2 = 3 \cdot T_1$ . Sistemul celor două corpuși fiind izolat adiabatic de mediul exterior, temperatura finală  $T$  a sistemului după stabilirea echilibrului termic se exprimă prin relația:

a.  $T = 2,5 \cdot T_1$     b.  $T = 1,5 \cdot T_1$     c.  $T = T_1$     d.  $T = 0,5 \cdot T_1$     (3p)

### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cilindric orizontal, de volum  $V = 12 \ell$ , închis la ambele capete și izolat termic de exterior, este împărțit în două compartimente **egale**, de către un piston termoizolant, mobil, aflat în echilibru. Într-un compartiment se află  $m_1 = 3 \text{ g}$  hidrogen molecular ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ), iar în celălalt azot molecular ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ). Gazele din cele două compartimente se află, inițial, la aceeași temperatură,  $T = 200 \text{ K}$ .

Cele două gaze sunt considerate gaze ideale.

a. Determinați presiunea din compartimentul ocupat de hidrogen.  
 b. Calculați masa azotului.  
 c. Calculați raportul dintre densitatea azotului și cea a hidrogenului.  
 d. Compartimentul în care se află hidrogenul este încălzit, lent, cu  $\Delta T = 100 \text{ K}$ , temperatura azotului rămânând nemodificată. Determinați volumul ocupat de azot după restabilirea echilibrului pistonului în urma procesului de încălzire.

### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal, prevăzut cu un piston care se poate mișca fără frecări, de volum  $V = 0,1 \text{ m}^3$ , se găsește aer, considerat a fi gaz ideal diatomic ( $\gamma = \frac{7}{5}$ ), la presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ . Aerul este răcit la volum constant și cedează în exterior căldura  $|Q| = 12,5 \text{ kJ}$ . Din noua stare, gazul este comprimat la presiune constantă, asupra gazului efectuându-se un lucru mecanic  $|L| = 2,5 \text{ kJ}$ .

a. Reprezentați grafic procesele descrise într-un sistem de coordonate  $p-V$ .  
 b. Calculați valoarea presiunii atinse de gaz în urma răcirii la volum constant.  
 c. Determinați volumul atins de gaz în urma comprimării la presiune constantă știind că gazul se află la  $p_2 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .  
 d. Calculați variația energiei interne a gazului între starea inițială și cea finală.

## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

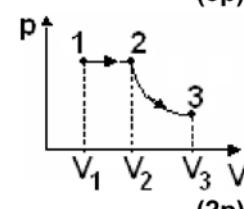
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz ideal diatomic ( $C_V = 5R/2$ ) se află într-o stare inițială în care volumul gazului este  $V$  iar presiunea  $p$ . Gazul este încălzit la presiune constantă până când volumul său se triplează. Căldura absorbită de gaz în acest proces este:

- a.  $3pV$       b.  $5pV$       c.  $7pV$       d.  $9pV$       (3p)

2. Un gaz monoatomic ( $C_V = 3R/2$ ) este supus proceselor reprezentate în figura alăturată, în care 1–2 este o destindere izobară de la volumul  $V_1$  la volumul  $V_2 = 2V_1$ , iar 2–3 este o destindere izotermă până la volumul  $V_3 = eV_2$  ( $e = 2,71$  baza logaritmului natural). Raportul dintre lucrul mecanic total și variația corespunzătoare a energiei interne a gazului este:

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



3. În timpul funcționării motorului Diesel, arderea combustibilului are loc într-un proces aproximativ:

- a. izobar      b. izocor      c. izoterm      d. adiabatic      (3p)

4. Într-un balon rigid se află oxigen ( $C_V = 5R/2$ ) la temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Balonul este încălzit și oxigenul absoarbe căldura  $Q = 50 \text{ kJ}$  până când temperatura sa absolută se triplează. Cantitatea de oxigen din balon este:

- a. 2 mol      b. 3 mol      c. 4 mol      d. 6 mol      (5p)

5. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică expresia a cărei unitate de măsură în S.I. este aceeași cu cea a capacitatei calorice este:

- a.  $\frac{m \cdot R}{\mu}$       b.  $p \cdot V$       c.  $\frac{p \cdot V}{\mu}$       d.  $R \cdot T$       (2p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal este împărțit, inițial, în trei compartimente A, B și C ca în figura alăturată. Compartimentul A are volumul  $V_A = 2,24 \ell$  și conține azot ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ) cu densitatea  $\rho = 1,25 \text{ g}/\ell$ , compartimentul B conține o masă  $m = 1 \text{ g}$  de aer ( $\mu_{\text{aer}} = 29 \text{ g/mol}$ ), iar în compartimentul C se află un număr  $N_3 = 4 \cdot 10^{22}$  molecule de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ).

A	B	C
$N_2$	aer	$O_2$

Determinați:

- a. numărul de moli de azot din compartimentul A ;  
b. numărul de molecule de aer din compartimentul B ;  
c. masa de oxigen din compartimentul C ;  
d. masa molară a amestecului dacă se înlătură pereții ce separă cele trei gaze.

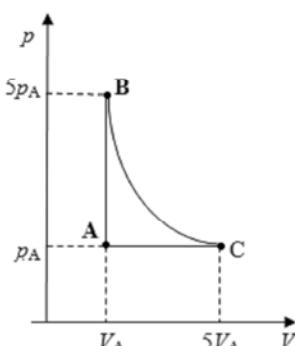
### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal având  $C_V = \frac{3}{2}R$  se află în starea A de echilibru termodinamic. Gazul efectuează un proces ciclic ABCA reprezentat în coordinate  $p$ - $V$  în figura alăturată. Se cunosc  $p_A = 10^5 \text{ N/m}^2$  și  $V_A = 10 \ell$  și  $\ln 5 = 1,60$ .

- a. Reprezentați grafic procesul ciclic într-un sistem de coordonate  $V-T$ .  
b. Calculați variația energiei interne în procesul ABC.  
c. Determinați căldura primită de gaz în decursul unui ciclu complet.  
d. Calculați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul CA .



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **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. pentru mărimea fizică exprimată prin raportul  $\frac{L}{\Delta V}$  este:

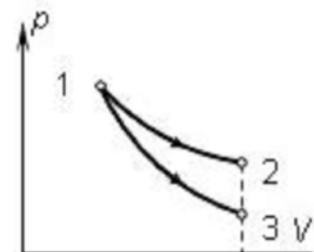
a. Joule                    b. atm                    c. Pa                    d. N/m                    (2p)

2. Volumul molar al unui gaz ideal în anumite condiții de presiune și temperatură este  $V_\mu$ . Considerând moleculele uniform distribuite, fiecărei molecule îi revine un cub cu latura  $d$  egală cu:

a.  $d = \sqrt[3]{\frac{V_\mu}{N_A}}$                     b.  $d = \sqrt[3]{2 \frac{V_\mu}{N_A}}$                     c.  $d = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_\mu}{N_A}}$                     d.  $d = \sqrt[3]{\frac{V_\mu}{2N_A}}$                     (2p)

3. O cantitate de gaz ideal se poate destinde pornind de la o anumită stare inițială, până la aceeași valoare a volumului final, prin două procese cvasistatiche diferite, aşa cum se vede în diagrama alăturată. Între lucru mecanic efectuat de gaz în procesul  $1 \rightarrow 2$  ( $L_{12}$ ) și lucru mecanic efectuat de gaz în procesul  $1 \rightarrow 3$  ( $L_{13}$ ) există relația:

a.  $L_{12} = L_{13}$   
 b.  $L_{12} \leq L_{13}$   
 c.  $L_{12} > L_{13}$   
 d.  $L_{12} < L_{13}$                     (5p)



4. Constanta universală a gazului ideal are aceeași unitate de măsură ca și:

a. capacitatea calorică  
 b. căldura molară la volum constant  
 c. căldura specifică  
 d. căldura schimbata de o masă oarecare de gaz ideal                    (3p)

5. Într-o transformare izobară energia internă a unui gaz ideal se modifică cu  $|\Delta U| = 1500 \text{ J}$ . Știind că lucru mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior este  $L = -1000 \text{ J}$ , căldura schimbată de gaz este:

a. 2500 J                    b. 500 J                    c. -1000 J                    d. -2500 J                    (3p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O masă  $m = 48 \text{ g}$  de oxigen molecular ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care volumul este  $V_1 = 8,31 \ell$  și temperatura  $t_1 = -23^\circ \text{C}$ , este încălzit la volum constant până la dublarea temperaturii, iar apoi este destins la presiune constantă până când volumul se triplează. Determinați:

- a. numărul de moli de gaz;
- b. densitatea gazului în starea 3;
- c. temperatura maximă atinsă în cursul transformării;
- d. presiunea gazului în starea 3.

#### **B. SUBIECTUL III -**

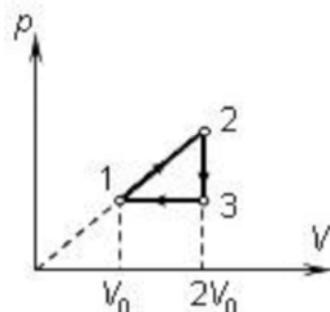
**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $\nu = 3 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic ( $C_V = 3R/2$ ) parurge ciclul  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  reprezentat în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Temperatura absolută în starea 1 este  $T_0 = 300 \text{ K}$ . În transformarea  $1 \rightarrow 2$ , reprezentată printr-un segment dintr-o dreaptă ce trece prin origine, volumul gazului se dublează.

Determinați:

- a. energia internă a gazului în starea 3;
- b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea izobară
- c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea  $1 \rightarrow 2$ ;
- d. lucru mecanic efectuat de gaz pe un ciclu;



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

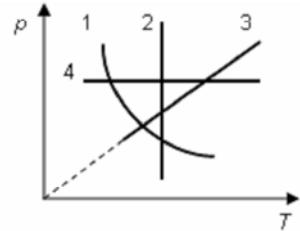
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii descrise de relația  $\gamma \cdot R / (\gamma - 1)$  este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$       (2p)

2. În graficul alăturat este reprezentată dependența de temperatură a presiunii unei cantități constante de gaz ideal. Graficul care descrie corect un proces de încălzire la volum constant:

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4



(5p)

3. În destinderea adiabatică a gazului ideal:

- a. asupra gazului se efectuează lucru mecanic;  
b. temperatura gazului scade;  
c. volumul gazului rămâne constant;  
d. presiunea gazului crește.

(3p)

4. O cantitate de gaz ideal efectuează o serie de procese termodinamice în urma cărora energia internă a gazului crește cu 560 J și mediul înconjurător efectuează asupra gazului un lucru mecanic de 320 J. Gazul schimbă cu mediul înconjurător căldura de:

- a. 880 J absorbită      b. 240 J cedată      c. 240 J absorbită      d. 880 J cedată      (2p)

5. Într-o mașină termică, un mol de gaz ideal monoatomic efectuează următorul proces ciclic:

AB – compresie izotermă; BC – destindere izobară; CA – răcire izocoră. În acest proces ciclic:

- a.  $L_{AB} > 0$       b.  $Q_{AB} > 0$       c.  $Q_{BC} < 0$       d.  $\Delta U_{CA} < 0$       (3p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-un vas de volum constant  $V = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  se află un amestec gazos format din:  $N_1 = 10^{23}$  molecule de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ),  $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$  molecule de azot ( $\mu_{N_2} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) și  $N_3 = 5 \cdot 10^{23}$  molecule de heliu ( $\mu_{He} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la temperatura  $T = 400 \text{ K}$ . Gazele sunt considerate gaze ideale. Determinați:

- a. masa molară a amestecului;  
b. presiunea amestecului;  
c. densitatea amestecului;  
d. temperatura la care presiunea din vas scade cu  $f = 20\%$ .

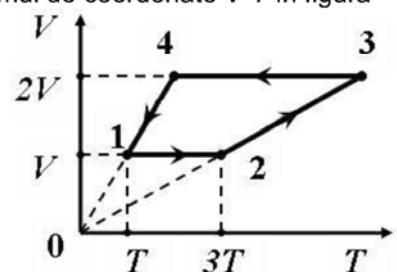
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un motor termic funcționează după ciclul termodinamic reprezentat în sistemul de coordonate  $V-T$  în figura alăturată. Motorul termic utilizează ca substanță de lucru un mol de gaz ideal având exponentul adiabatic  $\gamma = 7/5$ , iar temperatura minimă atinsă de gaz în acest proces termodinamic ciclic este  $t = 27^\circ\text{C}$ .

- a. Reprezentați grafic ciclul termodinamic în sistemul de coordonate  $p-V$ .
- b. Determinați raportul dintre energia internă maximă și energia internă minimă a gazului.
- c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu termodinamic.
- d. Calculați căldura absorbită de gaz într-un ciclu termodinamic.



## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Următoarea mărime fizică **NU** este mărime fizică fundamentală în S.I.:

- temperatura absolută
- masa
- cantitatea de substanță
- volumul

**(2p)**

2. Într-o incintă se amestecă  $10^{23}$  molecule de heliu ( $\mu_{H_2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) cu  $4 \cdot 10^{23}$  molecule de  $O_2$

( $\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ). Masa molară a amestecului este:

- a.  $16,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$       b.  $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$       c.  $26,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$       d.  $34,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$

**(3p)**

3. Un gaz ideal este comprimat adiabatic. În acest proces lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul și temperaturile corepunzătoare stărilor inițială și finală ale gazului satisfac relațiile:

- a.  $L > 0; T_f > T_i$       b.  $L < 0; T_f > T_i$       c.  $L > 0; T_f < T_i$       d.  $L < 0; T_f < T_i$

**(5p)**

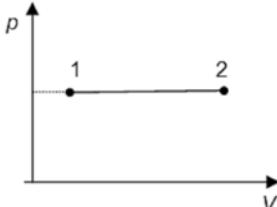
4. Prin „motor termic” se înțelege:

- un sistem termodinamic ce realizează transformarea integrală a energiei termice în energie mecanică;
- un sistem termodinamic cu funcționare ciclică, ce transformă integral energia termică în energie mecanică;
- un sistem termodinamic ce realizează transformarea integrală a energiei mecanice în energie termică;
- un sistem termodinamic cu funcționare ciclică, ce realizează transformarea parțială a energiei termice în energie mecanică.

**(3p)**

5. Un mol dintr-un gaz ideal efectuează transformarea  $1 \rightarrow 2$ , reprezentată în coordonate  $p-V$  în graficul alăturat. Pentru încălzirea acestuia cu  $10^0 \text{ C}$  este necesară o cantitate de căldură egală cu  $207,75 \text{ J}$ . Căldura molară izocoră a gazului este egală cu:

- a.  $1,5R$   
b.  $1,75R$   
c.  $2R$   
d.  $2,25R$



**(2p)**

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Cunoscând densitatea apei ( $H_2O$ ) în stare lichidă  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$  și masele molare ale hidrogenului  $\mu_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , respectiv a oxigenului  $\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , determinați:

- masa unei molecule de apă;
- volumul care revine, în medie, unei molecule de apă, considerând moleculele de apă dispuse una în contact cu alta;
- numărul de molecule care se găsesc într-o masă  $m = 10 \text{ mg}$  de apă;
- volumul ocupat de  $10 \text{ g}$  vapozi de apă considerați gaz ideal la presiunea  $p = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $227^0 \text{ C}$ .

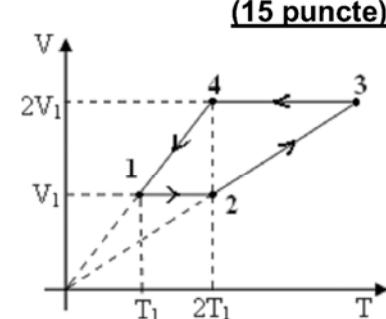
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal parcurge un ciclu termodinamic reprezentat în coordonate  $V-T$  în figura alăturată. Se consideră cunoscută valoarea temperaturii în starea inițială  $T_1=300 \text{ K}$  și exponentul adiabatic  $\gamma = 5/3$ .

- Reprezentați procesul ciclic în sistemul de coordonate  $p-V$ .
- Determinați energia internă a gazului în starea 2 și în starea 3
- Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu complet.
- Calculați căldura totală schimbată de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu complet.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

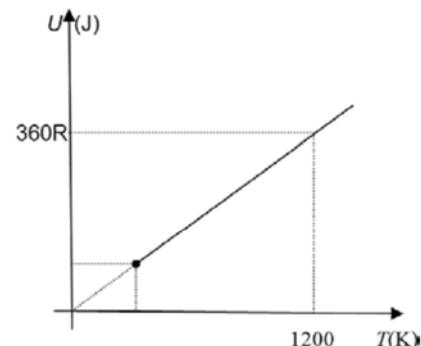
1. Un gaz ideal își poate dubla volumul prin patru procese termodinamice diferite, pornind din aceeași stare inițială. Lucrul mecanic este mai mare pentru o destindere:

- izotermă;
- izobară;
- adiabatică;
- este același în orice destindere.

(2p)

2. În graficul alăturat este redată dependența energiei interne a unei cantități egale cu 0,2 moli gaz ideal închis într-o incintă etanșă, în funcție de temperatura sa absolută. Valorile energiei interne sunt date ca multiplu al constantei universale a gazelor. Valoarea căldurii molare la presiune constantă a gazului ideal este egală cu:

- $\frac{3}{2}R$
- $\frac{7}{5}R$
- $\frac{5}{2}R$
- $3R$



(2p)

3. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a energiei interne este:

- K (kelvin)
- J (joule)
- Pa (pascal)
- Kmol

(2p)

4. Înțând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, pentru un proces izoterm al gazului ideal este corectă relația:

- $\Delta U = 0$
- $L = nR\Delta T$
- $Q < L$
- $Q = 0$

(3p)

5. Masa unui mol de substanță este numeric egală cu:

- masa unei molecule din acea substanță, exprimată în grame;
- unitatea atomică de masă;
- masa moleculară relativă a substanței date, exprimată în grame;
- masa atomică a substanței date.

(5p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă se află o masă  $m = 16 \text{ g}$  de oxigen molecular, considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 150 \text{ kPa}$  și temperatură  $t = 47^\circ\text{C}$ . Se cunoaște masa molară a oxigenului. Gazul este încălzit la volum constant până la dublarea presiunii. Determinați:

- numărul de molecule de oxigen din incintă;
- masa unei molecule de oxigen;
- densitatea oxigenului în starea inițială;
- temperatura  $T_1$  a gazului în starea finală.

### **B. SUBIECTUL III –**

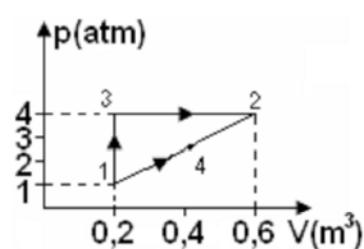
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal poate trece dintr-o stare de echilibru termodinamic 1 într-o altă stare de echilibru termodinamic 2, prin două procese termodinamice distincte (transformările 1-3-2, respectiv 1-4-2), reprezentate în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Se cunoaște că

$$1 \text{ atm} \equiv 10^5 \text{ Pa} \text{ și } C_V = \frac{5}{2}R.$$

- Reprezentați într-un sistem de coordonate  $V-T$  procesul 1-3-2
- Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea 1-3-2;
- Calculați variația energiei interne la trecerea din starea 1 în starea 2;
- Determinați valoarea căldurii primite de gaz în transformarea 1-4-2.



- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a presiunii în S.I. este:

a. Pa                    b. atm                    c. torr                    d. mm col.Hg                    (3p)

2. Un gaz ideal închis într-un vas cu perete rigizi primește o cantitate de caldură  $Q$ . În timpul încălzirii, mărimea fizică a cărei valoare crește este:

a. numărul de molecule;                    (3p)  
 b. densitatea gazului;  
 c. presiunea;  
 d. distanța medie dintre molecule.

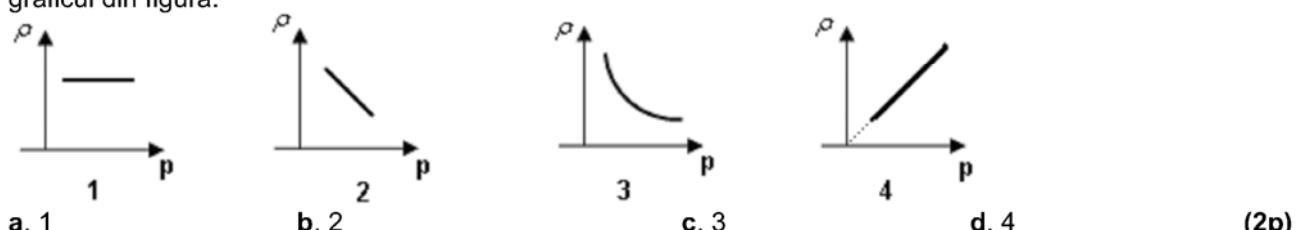
3. La comprimarea adiabatică a unui gaz ideal, acesta:

a. se răcește;                    (2p)  
 b. efectuează lucru mecanic;  
 c. se încălzește;  
 d. cedează căldură.

4. Într-o transformare ciclică un gaz ideal efectuează lucru mecanic  $L = 20 \text{ J}$  și cedează sursei reci căldura  $|Q_2| = 60 \text{ J}$ . Raportul dintre lucru mecanic efectuat și căldura absorbită de la sursa caldă este:

a.  $\frac{1}{4}$                     b.  $\frac{1}{3}$                     c.  $\frac{1}{2}$                     d. 1                    (5p)

5. Presiunea unei mase constante de gaz ideal menținut la temperatură constantă este invers proporțională cu volumul. În aceste condiții variația densității gazului în funcție de presiunea sa este corect ilustrată în graficul din figura:



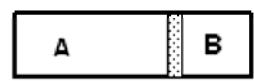
#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Cilindrul orizontal din figura alăturată este împărțit printr-un piston mobil subțire, termoizolant, care se poate mișca fără frecări, în două compartimente A și B ale căror volume se află în raportul  $V_A/V_B = 2$ . În starea inițială pistonul este blocat. Compartimentul A, aflat la temperatura  $t_A = 127^\circ\text{C}$ , conține o masă de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ), iar compartimentul B, aflat la temperatura  $T_B = 300 \text{ K}$ , conține aceeași masă de azot ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ). Gazele din cele două compartimente se consideră ideale.

- a. Determinați masa unei molecule de azot.  
 b. Determinați valoarea raportului presiunilor gazelor din cele două compartimente.  
 c. Se aduc cele două compartimente la aceeași temperatură, iar apoi se eliberează pistonul. Stabiliti raportul volumelor ocupate de cele două gaze,  $V'_A/V'_B$ , pentru poziția de echilibru a pistonului.  
 d. Se îndepărtează pistonul. Calculați masa molară a amestecului



#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un motor termic folosește ca substanță de lucru o cantitate  $\nu = 3 \text{ mol}$  gaz diatomic și funcționează după un ciclu termodinamic care, reprezentat într-o diagramă  $p-T$  este un dreptunghi cu laturile paralele cu axele. În stare inițială (1) gazul se află la presiunea maximă și temperatura minimă. Se cunoaște  $\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 4$ ,  $\frac{p_{\max}}{p_{\min}} = 2$ ,

$p_{\min} = 1 \text{ atm } (\equiv 10^5 \text{ Pa})$ ,  $T_{\min} = 300 \text{ K}$ ,  $\gamma = 1,4$  și  $\ln 2 = 0,69$ .

- a. Reprezentați transformarea ciclică în coordonate  $p-V$ .  
 b. Determinați raportul  $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ .  
 c. Calculați lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în destinderea izobară.  
 d. Determinați căldura primită de gaz în decursul unui ciclu complet.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I -** (15 puncte)

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, NU este corectă relația:

a.  $R = C_p - C_V$       b.  $R = \mu \cdot (c_p - c_V)$       c.  $c_p = c_V - R / \mu$       d.  $c_V = (c_p \cdot \mu - R) / \mu$  (2p)

2. Un mol de apă poate fi definit ca reprezentând:

- a. cantitatea de apă ce conține un număr de atomi egal cu numărul lui Avogadro;  
b. cantitatea de apă ce ocupă un volum de  $22,4 \text{ dm}^3$ ;  
c. cantitatea de apă ce conține tot atâtea molecule câtă atomi conține o masă egală cu 12 g de  $^{12}_6\text{C}$ ;  
d. cantitatea de apă a cărei masă este egală cu 18 kg. (2p)

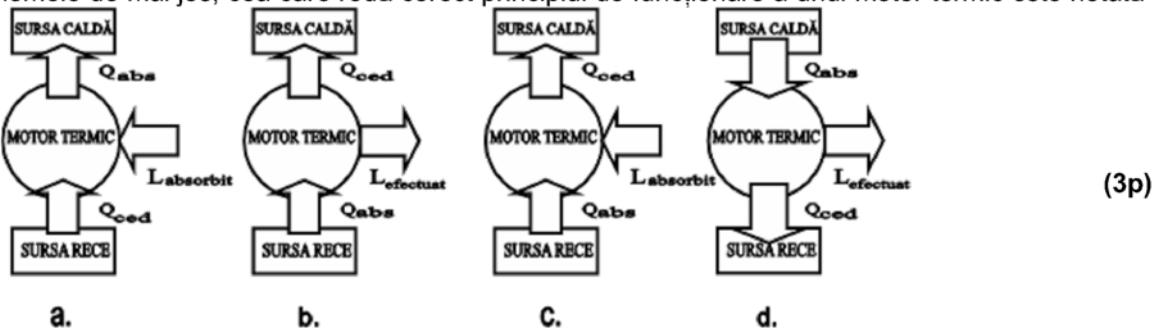
3. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică expresia care are aceeași unitate de măsură cu cea a energiei interne este:

a.  $\frac{p \cdot \mu}{T}$       b.  $\frac{p \cdot V}{T}$       c.  $\frac{m \cdot R \cdot T}{\mu}$       d.  $\frac{\nu \cdot R}{\mu}$  (3p)

4. Pistonul mobil, etanș, care se poate mișca fără frecări, separă în cilindrul orizontal un gaz ideal, având căldura molară izocoră  $C_V = 5 \cdot R / 2$ , de aerul atmosferic, așa cum se vede în figură. Presiunea atmosferică are valoarea  $p_{\text{atm}} = 96 \text{ kPa}$ , iar volumul întregului cilindru este  $V = 2 \text{ dm}^3$ . Căldura care trebuie transmisă gazului pentru ca pistonul să se deplaseze lent din poziția inițială până la capătul cilindrului este:

a. 350 J      b. 336 J      c. 245 J      d. 224 J (5p)

5. Dintre schemele de mai jos, cea care redă corect principiul de funcționare a unui motor termic este notată cu litera:



## B. SUBIECTUL II –

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal de lungime  $L = 1,5 \text{ m}$ , închis la ambele capete, este împărțit în două părți egale printr-un piston mobil, termoizolant, de grosime neglijabilă, care se poate deplasa fără frecări. În cele două compartimente se află mase egale de azot ( $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ ) și respectiv oxigen ( $\mu_2 = 32 \text{ g/mol}$ ). Gazele din cele două compartimente se consideră ideale. Determinați:

- a. masa unei molecule de azot;  
b. raportul temperaturilor  $T_1$  și  $T_2$  ale gazelor din cele două compartimente, dacă pistonul este în echilibru mecanic la mijlocul cilindrului;  
c. distanța pe care se deplasează pistonul și sensul deplasării lui dacă gazul din al doilea compartiment este adus la temperatura  $T_1$ , iar temperatura în primul compartiment rămâne neschimbătă;  
d. masa molară a amestecului format din cele două gaze, dacă se îndepărtează pistonul.

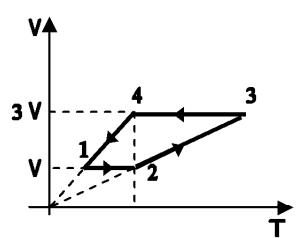
## B. SUBIECTUL III –

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este reprezentată în coordonate  $V-T$  transformarea ciclică reversibilă a unei cantități de gaz ideal a cărui căldură molară izocoră este  $C_V = 3R / 2$ . Temperatura gazului este aceeași în stările 2 și respectiv 4.

- a. Identificați transformările din cadrul ciclului specificând parametrul de stare care rămâne constant.  
b. Transpuneți ciclul într-un sistem de axe în care pe abscisă se reprezintă volumul, iar pe ordinată se reprezintă presiunea gazului.  
c. Determinați temperaturile gazului în stările 2, 3 și 4 în funcție de temperatura lui în starea 1.  
d. Determinați lucrul mecanic total  $L$  schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu dacă pe parcursul unui ciclu gazul absoarbe căldura  $Q_{abs} = 54 \text{ kJ}$ .



### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Masa de substanță având masa molară  $\mu$ , care conține un număr  $N$  de molecule, este:

- a.  $\frac{N_A}{\mu N}$       b.  $\mu \frac{N}{N_A}$       c.  $\frac{N}{\mu N_A}$       d.  $\mu \frac{N_A}{N}$       (2p)

2. 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  $\frac{p\mu}{RT}$  este:

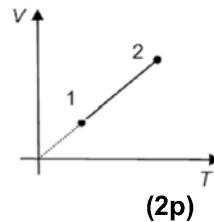
- a.  $\text{kg/m}^3$       b.  $\text{kg} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$       c.  $\text{kg}^2 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$       d.  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$       (5p)

3. Într-un proces termodinamic în care  $T = \text{const}$ , volumul unui gaz ideal scade cu 75%. Presiunea gazului:

- a. scade cu 300%      b. crește cu 25%      c. crește cu 75%      d. crește cu 300%      (3p)

4. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea 1-2 reprezentată în coordonate  $V-T$  în figura alăturată. Alegeti afirmația adevărată referitoare la gazul ideal:

- a. cedează căldură și primește lucru mecanic;  
b. primește atât căldură cât și lucru mecanic;  
c. primește căldură și cedează lucru mecanic;  
d. nu schimbă căldură și lucru mecanic cu mediul exterior.



(2p)

5. Variația energiei interne a unui mol de gaz ideal monoatomic  $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$  încălzit izocor cu  $\Delta T = 100\text{ K}$

are valoarea:

- a. 623,25 J      b. 1246,5 J      c. 1869,75 J      d. 2077,5 J      (3p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie cu volumul  $V = 83,1 \text{ l}$  se află azot molecular ( $\mu = 28 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la temperatura de  $7^\circ\text{C}$ , având densitatea  $\rho = 24 \text{ kg/m}^3$ . Butelia este încălzită până la temperatura  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ . Pentru a menține presiunea constantă în butelie, se elimină o parte din gaz printr-un robinet.

Determinați:

- a. presiunea gazului din butelie în starea inițială;  
b. masa de gaz aflată în butelie în starea inițială;  
c. numărul de molecule de azot rămasă în butelie;  
d. masa unei molecule de azot.

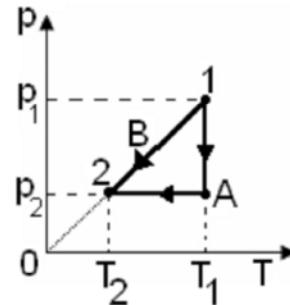
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 4 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic  $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$  evoluează între două

stări de echilibru termodinamic 1 și 2 prin două procese distincte:  $1 \rightarrow A \rightarrow 2$  și  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ , reprezentate în coordonate  $p-T$  în figura alăturată. Se cunosc:  $p_1 = 2 \text{ atm}$ ,  $T_1 = 600 \text{ K}$  și  $p_2 = 1 \text{ atm}$  ( $1 \text{ atm} \equiv 10^5 \text{ Pa}$ ) și se consideră  $\ln 2 \equiv 0,693$ .



a. Reprezentați grafic cele două procese în același sistem de coordonate  $p-V$ .

b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul  $1 \rightarrow A \rightarrow 2$ .

c. Determinați variația energiei interne a gazului între cele două stări de echilibru termodinamic 1 și 2.

d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ , precizând dacă este primită sau cedată

## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Căldura schimbată de un gaz ideal cu mediul exterior în cursul unei transformări adiabatice este întotdeauna:

- a. negativă;
- b. nulă;
- c. pozitivă;
- d. dependentă de variația temperaturii.

(2p)

2. Variația de temperatură  $\Delta T = 27 \text{ K}$ , exprimată în grade Celsius, este de:

- a.  $-246^{\circ}\text{C}$
- b.  $-27^{\circ}\text{C}$
- c.  $27^{\circ}\text{C}$
- d.  $300^{\circ}\text{C}$

(3p)

3. Înănd cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii molare este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$
- b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
- c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$
- d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

(5p)

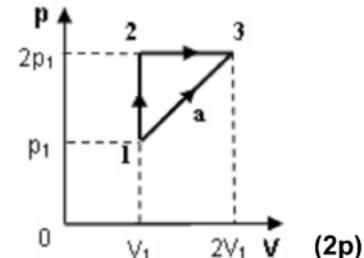
4. Un corp cu masa  $m$  își mărește temperatura cu  $\Delta T$ . Dacă în acest proces corpul primește căldura  $Q$ , căldura specifică a substanței din care este alcătuit se exprimă prin relația:

- a.  $c = \frac{Q \cdot m}{\Delta T}$
- b.  $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$
- c.  $c = \frac{\Delta T}{Q \cdot m}$
- d.  $c = \frac{Q \cdot \Delta T}{m}$

(3p)

5. Un gaz ideal trece din starea 1 în starea 3 fie direct, pe drumul a, fie prin starea intermedieră 2, conform figurii alăturate. Relația dintre lucrurile mecanice schimbate de gaz cu exteriorul este:

- a.  $L_{1a3} = 1,50L_{123}$
- b.  $L_{1a3} = 1,33L_{123}$
- c.  $L_{1a3} = 0,75L_{123}$
- d.  $L_{1a3} = 0,50L_{123}$



**(2p)**

### **B. SUBIECTUL II –**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de sticlă de volum  $V = 16,62 \text{ l}$ , izolat termic de exterior, se află un amestec de gaze format din  $m_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de hidrogen molecular ( $\mu_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$ ) și  $m_2 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  de oxigen molecular ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ). Temperatura în interiorul balonului este  $t = -33^{\circ}\text{C}$ . Determinați:

- a. raportul dintre masa unei molecule de hidrogen și masa unei molecule de oxigen;
- b. raportul dintre numărul de moli de hidrogen și numărul de moli de oxigen;
- c. presiunea exercitată de amestecul de gaze asupra pereților vasului;
- d. masa molară a amestecului de gaze.

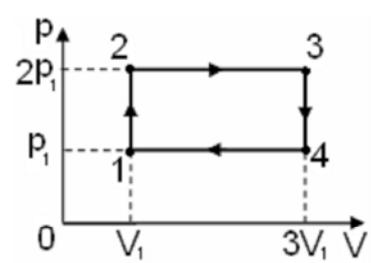
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) parcurge procesul ciclic

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$  a cărui diagramă este reprezentată în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată. În starea inițială presiunea are valoarea  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , iar volumul este  $V_1 = 1 \text{ l}$ .

- a. Determinați energia internă a gazului în starea 1.
- b. Determinați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior la parcurgerea unui ciclu complet.
- c. Determinați căldura cedată de gaz mediului exterior în timpul parcurgerii unui ciclu complet.
- d. Reprezentați grafic, într-un sistem de coordonate  $V$ - $T$  procesul ciclic.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ

• Se acordă 10 puncte din oficiu.

• Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### 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 fizice exprimată prin  $n \cdot C_V \cdot T$  este:

a. J      b. mol      c. K      d. kg      (3p)

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele obișnuite în manualele de fizică, expresia corectă a principiului I al termodinamicii este:

a.  $Q = U - L$       b.  $Q = \Delta U - L$       c.  $Q = \Delta U + L$       d.  $Q = U + L$       (3p)

3. Un gaz ideal aflat într-un vas închis etanș cu ajutorul unui piston mobil suferă un proces izoterm în urma căruia presiunea în starea finală este de  $10/9$  ori mai mare decât presiunea din starea inițială. Se poate spune că în procesul descris:

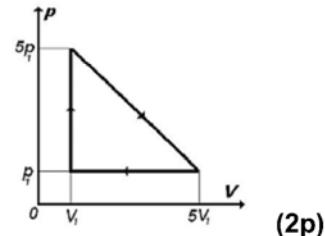
- a. masa molară crește de  $10/9$  ori;  
b. masa molară scade de  $10/9$  ori;  
c. volumul crește de  $10/9$  ori;  
d. volumul scade de  $10/9$  ori.      (5p)

4. Un sistem termodinamic închis (care nu schimbă substanță cu exteriorul) nu poate schimba căldură cu exteriorul dacă învelișul său este:

a. opac      b. metalic      c. adiabatic      d. rigid      (2p)

5. Un sistem termodinamic evoluează după procesul ciclic reprezentat în imagine. În unul dintre cele trei procese gazul efectuează lucru mecanic asupra exteriorului. Exprimat în unități  $u = p_1 \cdot V_1$ , acest lucru mecanic este egal cu:

- a.  $24u$   
b.  $12u$   
c.  $8u$   
d.  $5u$



(2p)

#### B. SUBIECTUL II -

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un balon cu pereti rigizi, de volum  $V = 2 \ell$ , se află  $m = 1,12 \text{ g}$  azot molecular ( $\mu = 28 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, (gaz diatomic) la presiunea  $p_1 = 49,86 \text{ kPa}$ . În urma încălzirii azotului până la temperatura  $\theta_2 = 1527^\circ\text{C}$  gazul ajunge într-o nouă stare de echilibru, în care un sfert din cantitatea de azot a disociat în atomi. Determinați:

- a. temperatura gazului în starea inițială;  
b. densitatea gazului;  
c. numărul de moli în starea finală;  
d. presiunea gazului în starea finală.

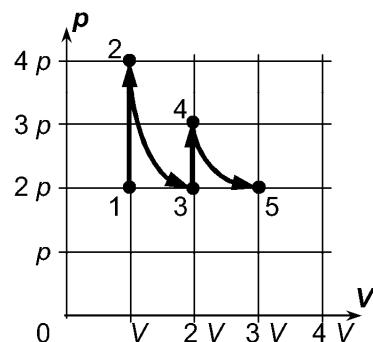
#### B. SUBIECTUL III -

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate fixată de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea 12345, în care presiunea  $p$  depinde de volumul  $V$  așa cum se arată în graficul alăturat. În transformarea 23 și în transformarea 45 produsul dintre presiunea și volumul gazului păstrează o valoare constantă (diferită pentru fiecare). Cunoscând valoarea căldurii schimbate de gaz cu exteriorul în transformarea 12  $Q_{12} = 200 \text{ J}$ ,

- a. ordonați crescător temperaturile absolute  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$ ;  
b. calculați căldura  $Q_{34}$  schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 34;  
c. pentru fiecare dintre transformările 12, 23, 34, 45 precizați care dintre mărimile  $Q, L, \Delta U$  este nulă;  
d. precizați dacă lucrul mecanic  $L_{23}$  este mai mare, mai mic sau egal cu lucrul mecanic  $L_{45}$ . Justificați răspunsul dat.



Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

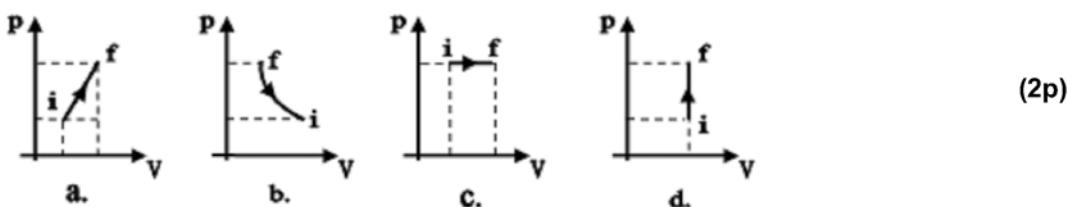
1. Un motor termic primește în timpul unui proces ciclic căldura  $Q_1 = 500\text{J}$  și cedează o cantitate de căldură  $Q_2 = -300\text{J}$ . Lucrul mecanic efectuat de substanță de lucru este:

- a.  $L = 100\text{ J}$       b.  $L = 200\text{ J}$       c.  $L = 400\text{ J}$       d.  $L = 800\text{ J}$       (3p)

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, căldura molară izocoră poate fi exprimată în forma:

a.  $C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$       b.  $C_V = R(1 - \gamma)$       c.  $C_V = \frac{1 - \gamma}{R}$       d.  $C_V = C_p + R$       (3p)

3. Dintre graficele de mai jos, în care cu  $i$  este notată starea inițială, iar cu  $f$  starea finală, graficul care redă corect procesul de aprindere a combustibilului, la ciclul idealizat al motorului Otto este:



4. Un sistem termodinamic primește o cantitate de căldură  $Q = 121\text{ J}$  și cedează lucru mecanic  $L = 71\text{ J}$ .

Variatia energiei interne în urma acestei transformări termodinamice este:

- a.  $\Delta U = 25\text{ J}$       b.  $\Delta U = 50\text{ J}$       c.  $\Delta U = 91\text{ J}$       d.  $\Delta U = 192\text{ J}$       (5p)

5. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii molare la presiune constantă, în S.I. este:

- a.  $\text{J/kmol}$       b.  $\text{J/(mol} \cdot \text{K)}$       c.  $\text{J/Kg}$       d.  $\text{J/(Kg} \cdot \text{K)}$       (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două recipiente de volume  $V_1 = 8,31\ell$  și  $V_2 = 1,662\ell$  conțin gaze ideale, având aceeași căldură molară la volum constant  $C_V = (3/2)R$ . Gazul din primul recipient se află la presiunea  $p_1 = 10^5\text{ N/m}^2$  și temperatură  $t_1 = 227^\circ\text{C}$ , iar cel din al doilea recipient la presiunea  $p_2 = 2 \cdot 10^5\text{ N/m}^2$  și temperatură  $t_2 = 127^\circ\text{C}$ . Recipientele comunică printr-un tub de volum neglijabil, inițial închis cu un robinet. Determinați:

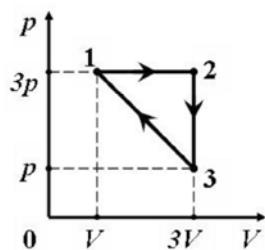
- numărul de moli de gaz din fiecare recipient în starea inițială;
- temperatura finală a amestecului, după deschiderea robinetului și stabilirea echilibrului termic;
- presiunea amestecului dacă acesta este menținut în contact cu un termostat a cărui temperatură este  $T_3 = 500\text{ K}$ ;
- numărul de molecule din unitatea de volum, după deschiderea robinetului.

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 2\text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) parcurge ciclul termodinamic reprezentat în sistemul de coordonate  $p - V$  din figura alăturată. Se consideră cunoscută valoarea temperaturii în starea de echilibru termodinamic (1),  $T_1 = 400\text{K}$ . Determinați:



- raportul dintre energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (2) și energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (1);

- căldura molară corespunzătoare transformării  $1 \rightarrow 2$ ;

- căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea  $2 \rightarrow 3$  și precizați dacă această căldură este absorbită sau cedată de gaz;

- lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu termodinamic.

# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

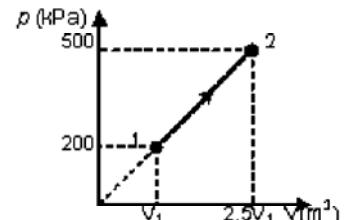
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii molare la presiune constantă este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       (2p)

2. O masă  $m = 7\text{ g}$  de azot ( $\mu = 28\text{ g/mol}$ ) este supusă unei transformări generale, reprezentată în graficul alăturat. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior pe parcursul transformării este  $L = 1050\text{ J}$ . Temperatura stării finale atinse de gaz are valoarea aproximativă:

- a.  $T_2 = 625\text{ K}$   
 b.  $T_2 = 900\text{ K}$   
 c.  $T_2 = 1200\text{ K}$   
 d.  $T_2 = 1475\text{ K}$       (3p)



3. La o temperatură dată o fracțiune  $k$  din moleculele unui gaz diatomic au disociat. Raportul dintre numărul de molecule nedisociate și numărul total de constituenți rezultați în urma acestui proces este:

- a.  $\frac{1-k}{1+2k}$       b.  $\frac{k}{1+k}$       c.  $\frac{1-k}{1+k}$       d.  $\frac{k}{1+2k}$       (3p)

4. Într-un recipient de volum  $V = 5\ell$  se află un gaz ideal la presiunea  $p = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ . Numărul total de molecule din recipient este de aproximativ:

- a.  $6,04 \cdot 10^{23}$       b.  $2,4 \cdot 10^{24}$       c.  $4,8 \cdot 10^{25}$       d.  $10^{26}$       (2p)

5. O cantitate  $\nu=2\text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) suferă o transformare în urma căreia se

încălzește cu  $10^\circ\text{C}$ . Variația energiei interne a gazului are valoarea aproximativă de:

- a. 249J      b. 415J      c. 498J      d. 620J      (5p)

### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie de otel, având volumul  $V = 25\ell$  rezistă până la o presiune  $p_{\max}=10^6 \text{ Pa}$ . În butelie află azot molecular ( $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 10^5 \text{ Pa}$  și la temperatura mediului ambiant  $t = 27^\circ\text{C}$ . Determinați:

- a. numărul de molecule de azot din butelie;  
 b. valoarea maximă a temperaturii până la care poate fi încălzit azotul din butelie;  
 c. masa unei molecule de azot;  
 d. presiunea azotului din butelie dacă temperatura acestuia scade la  $t_1 = -3^\circ\text{C}$  și din butelie s-a consumat jumătate din masa de gaz.

### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

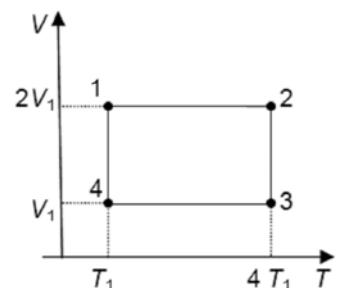
Rezolvați următoarea problemă:

Un sistem termodinamic evoluează după ciclul 12341 reprezentat în coordonate  $V-T$  ca în figura alăturată. Substanța de lucru este  $\nu=1\text{ mol}$  de gaz

ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ), temperatura stării 1 fiind  $T_1 = 300\text{ K}$ . Se

cunoaște  $\ln 2 = 0,693$ .

- a. Calculați energia internă a gazului în starea 3;  
 b. Determinați valoarea căldurii primite de substanța de lucru în timpul unui ciclu;  
 c. Calculați lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu;  
 d. Reprezentați grafic ciclul în sistemul de coordonate  $p-V$



### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ

- Se acordă 10 puncte din oficiu.

- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Temperatura măsurată într-o cameră frigorifică este  $t = -28^\circ\text{C}$ . Valoarea temperaturii exprimate în Kelvin este de aproximativ:

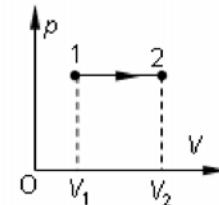
- a.  $T = 235\text{K}$       b.  $T = 245\text{K}$       c.  $T = 255\text{K}$       d.  $T = 265\text{K}$       (3p)

2. Înțând cont de notațiile utilizate în manualele de fizică, expresia căldurii specifice este:

- a.  $c = \frac{Q}{m\Delta T}$       b.  $c = \frac{m}{Q\Delta T}$       c.  $c = mQ\Delta T$       d.  $c = \frac{mQ}{\Delta T}$       (3p)

3. Un gaz ideal monoatomic ( $C_V = 1,5 R$ ) efectuează transformarea 1 → 2 din figura alăturată. În timpul transformării gazul primește căldura  $Q = 5 \cdot 10^3 \text{ J}$ . Variația energiei interne a gazului este:

- a.  $-5 \cdot 10^3 \text{ J}$   
b.  $-3 \cdot 10^3 \text{ J}$   
c.  $0 \text{ J}$   
d.  $3 \cdot 10^3 \text{ J}$       (2p)



4. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele folosite în manualele de fizică, alegeti expresia care are aceeași unitate de măsură ca și capacitatea calorică:

- a.  $\frac{L}{\Delta T}$ ;  
b.  $p \cdot \Delta V$ ;  
c.  $\frac{Q}{v \cdot \Delta T}$ ;  
d.  $m \cdot R$ .      (5p)

5. Timpul motor al motorului Otto este:

- a. aspirația      b. compresia      c. aprinderea și detenta      d. evacuarea.      (2p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O sondă spațială explorează atmosfera planetei Venus; la nivelul suprafeței planetei, temperatura atmosferei venusiene este  $t_1 = 467^\circ\text{C}$  și presiunea  $p_1$  este de 92 de ori mai mare decât presiunea atmosferică normală pe Pământ,  $p_0$ . Într-un corp de pompă este recoltată o probă cu volumul  $V = 20 \text{ cm}^3$  și presiunea  $p_1$ ; analiza gazelor conținute în probă (cu comportare pe care o presupunem ideală) arată că aceasta conține, practic, doar dioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ) și azot ( $\text{N}_2$ ). Cantitatea de  $\text{CO}_2$  reprezintă 3,5% din cantitatea existentă în corpul de pompă. Cunoscând masele molare  $\mu_C = 12 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{\text{N}_2} = 28 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{\text{O}_2} = 32 \text{ g/mol}$ , și  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  calculați (în unități ale S.I.):

- a. masa  $m_{\text{CO}_2}$  a moleculei de dioxid de carbon;  
b. presiunea pe care ar avea-o dioxidul de carbon dacă, la aceeași temperatură, ar rămâne singur în butelie;  
c. masa molară a amestecului gazos;  
d. densitatea atmosferei venusiene la nivelul solului planetei.

#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 2 \text{ kmol}$  gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ), aflată în starea inițială 1 caracterizată de parametrii  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  și  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , este supusă unei transformări ciclice. Transformarea ciclică este alcătuită din succesiunea următoarelor procese: 1 → 2 transformare la  $V_1 = \text{const.}$ , 2 → 3 transformare la  $p_2 = 2p_1 = \text{const.}$ , 3 → 4 transformare la  $V_2 = 2V_1 = \text{const.}$ , 4 → 1 transformare la  $p_1 = \text{const.}$

- a. Reprezentați grafic transformarea ciclică în coordinate  $p-V$ .  
b. Determinați lucrul mecanic efectuat de sistem în timpul unui ciclu complet.  
c. Determinați căldura primită de sistem în timpul unui ciclu.  
d. Calculați valoarea variației energiei interne în transformarea 1 → 2 → 3.

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### 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. pentru cantitatea de substanță se numește:

a. gram      b. kelvin      c. mol      d. calorie      (2p)

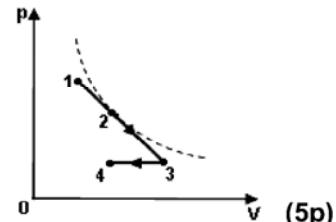
2. Căldura și energia internă sunt respectiv mărimi fizice de:

a. proces; stare      b. stare; proces      c. proces; proces      d. stare;stare      (3p)

3. Un gaz ideal suferă o transformare  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ , conform figurii alăturate.

Curba reprezentată punctat este o izotermă tangentă la graficul transformării în punctul corespunzător stării 2 a gazului. Cea mai mare temperatură este atinsă de gaz în starea:

- a.1  
b.2  
c.3  
d.4



(5p)

4. Dacă într-un proces termodinamic al unui gaz ideal temperatura și masa rămân constante:

a. gazul nu schimbă căldură cu mediul exterior;  
b. lucru mecanic efectuat de gaz este egal cu variația energiei sale interne;  
c. căldura schimbată de gaz cu mediul este egală cu variația energiei sale interne;  
d. energia internă a gazului se menține constantă.      (2p)

5. Două corpuri ale căror călduri specifice satisfac relația  $c_2 = 3 \cdot c_1$  sunt puse în contact termic. Masele celor

două corpuri sunt în relația  $m_2 = \frac{m_1}{3}$ , iar între temperaturile lor initiale există relația  $T_2 = 3 \cdot T_1$ . Sistemul celor

două corpuri fiind izolat adiabatic de mediul exterior, temperatura finală  $T$  a sistemului după stabilirea echilibrului termic, se exprimă prin relația:

a.  $T = 2,5 \cdot T_1$       b.  $T = 2 \cdot T_1$       c.  $T = 1,5 \cdot T_1$       d.  $T = T_1$       (3p)

#### B. SUBIECTUL II -

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de heliu ( $\mu_{He} = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), considerat gaz ideal, se găsește într-un cilindru izolat adiabatic prevăzut cu un piston mobil care se poate mișca fără frecare. Inițial, volumul ocupat de gaz este  $V_1 = 400 \text{ cm}^3$ , presiunea este  $p_1 = 2 \text{ MPa}$  și temperatura are valoarea  $T_1 = 800\text{K}$ . Gazul este destins până la un volum final  $V_2 = 8V_1$ . Între parametrii de stare ai gazului din starea inițială și parametrii din starea finală existând relația:  $p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma$ , unde  $\gamma = 5/3$ .

- a. Determinați numărul de molecule de heliu din cilindru.  
b. Determinați presiunea gazului la finalul destinderii.  
c. Determinați temperatura gazului după destindere.  
d. Din starea 2 gazul este încălzit, volumul menținându-se constant la valoarea  $V_2$ , până în starea 3 în care  $p_3 = 8p_2$ . Determinați temperatura gazului în starea 3.

#### B. SUBIECTUL III -

(15 puncte)

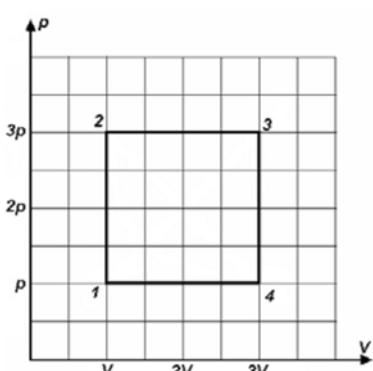
Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru 1 mol de gaz ideal

monoatomic, având  $C_V = \frac{3}{2}R$ , parcurge ciclul termodinamic reprezentat în

coordonate  $p-V$  ca în figură. Se cunosc valorile parametrilor  $p = 10^5 \text{ Pa}$ , respectiv  $V = 10 \text{ l}$ .

- a. Calculați valoarea energiei interne a gazului în starea 1;  
b. Calculați lucrul mecanic schimbat de substanță de lucru cu mediul exterior la fiecare parcurgere a procesului ciclic;  
c. Determinați valoarea căldurii primite de substanță de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;  
d. Reprezentați ciclul termodinamic într-un sistem de coordonate  $V-T$ .



Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Un volum  $V = 1\text{m}^3$  de aer aflat inițial la presiunea  $p = 10^5 \text{ Pa}$ , este comprimat izoterm până la un volum de 2,7 ori mai mic decât cel inițial (2,7 este baza logaritmului natural). Căldura cedată mediului înconjurător este egală cu:

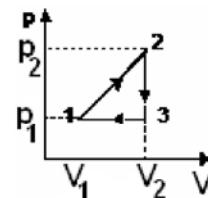
- a. -100kJ      b. -10kJ      c. 1kJ      d. 200kJ      (2p)

2. Un gaz ideal evoluează după un proces ciclic reprezentat în graficul alăturat.

Parametrii stărilor 1 și 2 sunt  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 2\ell$ , respectiv  $p_2 = 2p_1$  și

$V_2 = 3V_1$ . Lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior pe întregul ciclu este:

- a. 100J      b. 150J      c. 200J      d. 400J      (3p)



3. Un gaz ideal monoatomic ( $C_V = 3R/2$ ) absoarbe aceeași cantitate de căldură în două procese termodinamice distințe, pornind din aceeași stare de echilibru termodinamic. Unul dintre procese are loc la presiune constantă, celălalt la volum constant. Prin încălzire la volum constant temperatura gazului crește de 4 ori. În încălzirea izobară temperatura crește de:

- a. 1,4 ori      b. 2,8 ori      c. 3,6 ori      d. 8,2 ori      (5p)

4. În timpul funcționării motorului Otto, compresia amestecului carburant se face într-un proces aproximativ:

- a. Adiabatic;      b. Izocor      c. Izobar      d. Izoterm      (2p)

5. Înănd cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, mărimea fizică exprimată prin relația  $\frac{Q}{\Delta T}$  reprezintă:

- a. căldura specifică      b. energia internă      c. căldura molară      d. capacitatea calorică      (3p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas de volum  $V_1 = 6\ell$  conține o cantitate  $n = 2\text{mol}$  de heliu ( $\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), considerat gaz ideal. Heliul se află la temperatură  $T = 300\text{K}$ . Acest vas se pune în legătură cu un alt vas, de volum  $V_2 = 2\ell$ , inițial vidat. Gazul se răspândește în cele două vase. Temperatura finală a gazului în cele două vase este  $T = 300\text{K}$ . Determinați:

- a. numărul de molecule de heliu;  
b. densitatea heliului din cele două vase în starea finală;  
c. numărul de moli de heliu din fiecare vas în starea finală;  
d. valoarea raportului presiunilor din cele două vase dacă se suprimă legătura între ele, iar temperatura vasului mare devine  $t_1 = 7^\circ\text{C}$ , iar temperatura vasului mic devine  $t_2 = 47^\circ\text{C}$ .

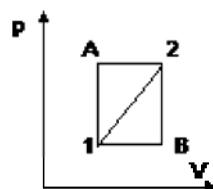
#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de azot ( $C_V = 5R/2$ ) se găsește într-o stare de echilibru termodinamic inițială 1 caracterizată prin parametrii:  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 2\ell$  și poate ajunge în starea finală 2 caracterizată de parametrii  $p_2 = 3p_1$ ,  $V_2 = 2V_1$  prin trei procese distințe, ca în figura alăturată: procesul  $1 \rightarrow 2$  reprezentat în coordinate p-V printr-o dreaptă; procesul  $1 \rightarrow A \rightarrow 2$  format din: procesul izocor  $1 \rightarrow A$  ( $V = \text{const.}$ ) urmat de procesul izobar  $A \rightarrow 2$  ( $p = \text{const.}$ ) și procesul  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$  format din procesul izobar  $1 \rightarrow B$  urmat de procesul izocor  $B \rightarrow 2$ . Determinați:

- a. lucrul mecanic efectuat de azot în procesul  $1 \rightarrow 2$ ;  
b. variația energiei interne a azotului în procesul  $1 \rightarrow A \rightarrow 2$ ;  
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în procesul  $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ ;  
d. raportul  $\frac{|L_{1A21}|}{|L_{1B21}|}$  dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul parcurgerii ciclului 1A21 și modulul lucrului mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul parcurgerii ciclului 1B21.



Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### 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 a mărimii descrise de relația  $Q / m \cdot \Delta T$  este:

- a.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{m} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$  (2p)

2. Se consideră un amestec format din  $3 \cdot 10^{23}$  molecule de heliu ( $\mu_{He} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) și  $5 \cdot 10^{23}$  molecule de neon ( $\mu_{Ne} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ). Masa molară a amestecului este egală cu:

- a.  $12 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$       b.  $14 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$       c.  $22 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$       d.  $24 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$  (5p)

3. Căldura specifică la volum constant,  $c_V$ , a unui gaz ideal cu masa molară  $30 \text{ kg/kmol}$  și exponentul adiabatic  $1,4$ , are valoarea:

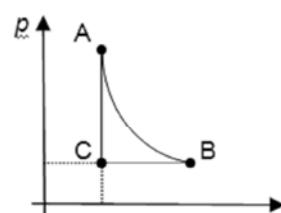
- a.  $662,8 \text{ J/(Kg} \cdot \text{K)}$       b.  $692,5 \text{ J/(Kg} \cdot \text{K)}$       c.  $702,8 \text{ J/(Kg} \cdot \text{K)}$       d.  $732,8 \text{ J/(Kg} \cdot \text{K)}$  (3p)

4. Un motor termic funcționează după un ciclu Diesel. Substanța de lucru efectuează lucru mecanic în timpul:

- a. admisiei      b. compresiei      c. detinetei      d. evacuării (2p)

5. Într-un motor termic, un mol de gaz ideal efectuează procesul ciclic ABCA reprezentat în figura alăturată. Dacă în acest proces ciclic se cunosc volumul în stare A,  $V_A = 1,662 \ell$  și presiunea în stare B,  $p_B = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , temperatura gazului în stare C este:

- a.  $T_C = 80 \text{ K}$   
b.  $T_C = 90 \text{ K}$   
c.  $T_C = 100 \text{ K}$   
d.  $T_C = 120 \text{ K}$  (3p)



#### B. SUBIECTUL II -

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Două vase cu volumele  $V_1 = 1,662 \text{ dm}^3$  și respectiv  $V_2 = 3,324 \text{ dm}^3$  comunică printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet inițial închis. În primul vas se află molecule de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la presiunea  $p_1 = 3 \text{ atm}$  și temperatură  $t = 27^\circ \text{C}$ , iar al doilea vas conține molecule de azot ( $\mu_{N_2} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la presiunea  $p_2 = 2,4 \text{ atm}$  și la aceeași temperatură  $t = 27^\circ \text{C}$ . După deschiderea robinetului vasele comunică între ele și rămân în continuare termostatate la temperatura inițială. Amestecul obținut se comportă ca un gaz ideal. Se consideră  $1 \text{ atm} \equiv 10^5 \text{ Pa}$ . Determinați:

- a. raportul dintre numărul de moli de gaz din cele două vase înainte de deschiderea robinetului;  
b. raportul densităților celor două gaze înainte de deschiderea robinetului;  
c. masa molară a amestecului de gaze obținut;  
d. presiunea finală după deschiderea robinetului.

#### B. SUBIECTUL III -

(15 puncte)

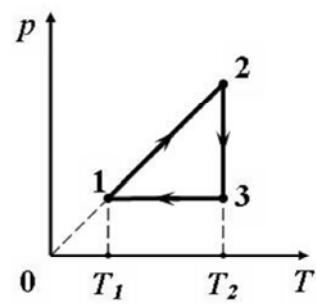
Rezolvați următoarea problemă:

O mașină termică ce folosește ca fluid de lucru un gaz considerat ideal funcționează după ciclul din figura alăturată. Procesul  $1 \rightarrow 2$  este reprezentat, în coordonatele  $p-T$ , printr-o dreaptă care trece prin origine. Lucrul mecanic total schimbat de gaz într-un ciclu este  $L = 100 \text{ J}$  și raportul temperaturilor

$\frac{T_2}{T_1} = 2,718 (\equiv e)$ . Se cunosc: masa molară a gazului  $\mu = 2 \text{ g/mol}$  și exponentul

adiabatic  $\gamma = 7/5$ .

- a. Reprezentați procesul ciclic în coordonate  $p-V$ .  
b. Determinați căldura specifică corespunzătoare transformării  $1 \rightarrow 2$ .  
c. Calculați căldura cedată într-un ciclu.  
d. Calculați căldura absorbită de gaz într-un ciclu.



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

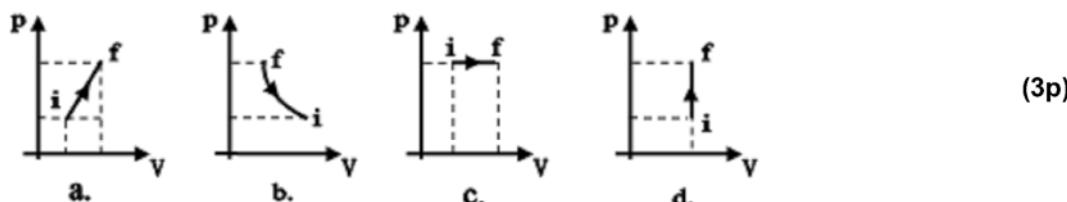
**(15 puncte)**

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 folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice descrisă prin relația  $\frac{Q}{n\Delta T}$  este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot {}^\circ\text{C}}$  (2p)

2. Care dintre graficele de mai jos, în care cu **i** este notată starea inițială iar cu **f** starea finală, redă corect o încălzire izobară:



3. Dacă presiunea unei mase de gaz ideal se reduce la o treime din valoarea presiunii inițiale, temperatura menținându-se constantă atunci volumul său variază cu:

- a. 33%      b. 100%      c. 200%      d. 300% (3p)

4. O cantitate constantă de gaz ideal este încălzită de la  $T_1$  la  $T_2$  volumul menținându-se constant. Relația corectă dintre parametrii stării 1 și cei ai stării 2 este:

- a.  $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$       b.  $p_1V_1 = p_2V_2$       c.  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$       d.  $p_1T_1 = p_2T_2$  (2p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal cedează lucru mecanic mediului exterior într-o:

- a. destindere izotermă      b. încălzire adiabatică      c. răcire izocoră      d. încălzire izobară (5p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dată de dioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ;  $\mu_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$ ) se află inițial în starea 1. Parametrii de stare ai gazului în starea 1 sunt  $V_1 = 1 \text{ dm}^3$ ,  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . În urma destinderii gazului la temperatura  $t_1$  până într-o stare 2, presiunea gazului scade de 10 ori.

- Calculați cantitatea de gaz.
- Determinați volumul ocupat de gaz în starea 2.
- Determinați temperatura gazului într-o starea 3 în care  $V_3 = 3 \text{ dm}^3$ , iar  $p_3 = p_1$ .
- Calculați densitatea gazului în starea 3.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate de gaz ideal diatomic ( $C_V = 5R/2$ ) este închisă într-un cilindru cu piston așezat orizontal.

Pistonul este lăsat liber și se poate deplasa etanș, fără frecări. Volumul ocupat de gaz este  $V = 4 \text{ dm}^3$ . Presiunea atmosferică are valoarea  $p_0 = 100 \text{ kPa}$ . Determinați:

- căldura specifică izobară a gazului dacă masa molară a gazului  $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ;
- lucrul mecanic efectuat asupra gazului dacă acesta este răcit astfel încât pistonul lăsat liber se deplasează lent până când volumul scade cu 25% din valoarea avută inițial;
- variația energiei interne a gazului în condițiile punctului b.;
- căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în acest proces.

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Energia internă a unui gaz ideal rămâne constantă într-o transformare:

- a. izotermă      b. izobară      c. izocoră      d. adiabatică      (2p)

2. Numărul lui Avogadro  $N_A$  reprezintă:

- a. numărul de entități elementare (atomi sau molecule) dintr-un mol de substanță  
 b. numărul de atomi sau molecule de gaz care ocupă în orice condiții un volum egal cu  $22,4 \ell$   
 c. numărul de atomi dintr-o cantitate de substanță aflată în condiții normale de presiune și temperatură  
 d. numărul de molecule dintr-o cantitate de gaz aflată în condiții normale de presiune și temperatură      (3p)

3. Un gaz ideal monoatomic  $C_V = \frac{3}{2}R$  este încălzit la presiune constantă. Fracționea din căldura absorbită care contribuie la creșterea energiei interne este egală cu:

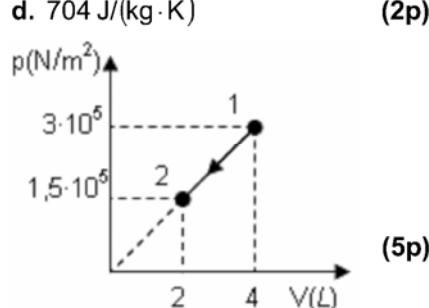
- a. 100%      b. 80%      c. 60%      d. 40%      (3p)

4. În condiții normale de temperatură și presiune, ( $t = 0^\circ\text{C}$  și  $p \approx 10^5 \text{ N/m}^2$ ), densitatea unui gaz ideal este egală cu  $1,3 \text{ g/l}$  iar exponentul adiabatic are valoarea 1,4. Cădura specifică la volum constant este aproximativ egală cu:

- a.  $401 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$       b.  $502 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$       c.  $603 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$       d.  $704 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$       (2p)

5. Un mol de gaz ideal, este supus unei transformări reprezentate grafic în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior este egal cu:

- a.  $-900 \text{ J}$   
 b.  $-450 \text{ J}$   
 c.  $900 \text{ J}$   
 d.  $450 \text{ J}$



**(15 puncte)**

#### **B. SUBIECTUL II –**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-un recipient de volum constant  $V = 8 \ell$  se află oxigen, ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la temperatură  $t = 15^\circ\text{C}$  și presiunea  $p = 10^6 \text{ Pa}$ . Determinați:

- a. masa de oxigen aflată în recipient;  
 b. numărul de molecule de oxigen din unitatea de volum  
 c. cantitatea de substanță ce trebuie scoasă din recipient pentru ca presiunea să scadă de cinci ori, temperatură rămânând constantă;  
 d. masa molară a unui amestec format din 3,375 moli de oxigen și 4,125 moli de hidrogen ( $\mu_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ).

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $v = 2 \text{ mol}$  heliu ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) ocupă inițial un volum  $V_1$  la temperatura de  $27^\circ\text{C}$ . Heliul se destinde, întâi la presiune constantă, până ce volumul se dublează, apoi izoterm până când revine la presiunea inițială. Se cunoaște  $\ln 2 = 0,693$ .

- a. Reprezentați diagrama proceselor descrise în coordonate  $p - V$ .  
 b. Calculați căldura furnizată gazului în procesele descrise.  
 c. Determinați variația energiei interne a gazului în destinderea izobară.  
 d. Calculați lucrul mecanic total schimbat de heliu cu mediul exterior.

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice date de expresia  $\frac{\mu \cdot U}{(C_p - C_v) \cdot T}$ , este:

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

2. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Otto este alcătuit din următoarele transformări:

- a. două adiabate și două izocore;  
b. două adiabate și două izobare;  
c. două izoterme și două izocore;  
d. două izoterme și două izobare.                    (2p)

3. Un amestec conține  $N_1 = 1,204 \cdot 10^{23}$  molecule de azot și  $N_2 = 9,636 \cdot 10^{23}$  atomi de heliu. Cantitatea de substanță din amestec este egală cu:

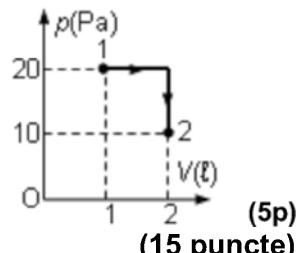
- a. 1,2 moli                    b. 1,8 moli                    c. 2 moli                    d. 2,1 moli                    (3p)

4. Într-o comprimare adiabatică:

- a. temperatura gazului scade;  
b. gazul cedează căldură;  
c. energia internă rămâne constantă;  
d. sistemul primește lucru mecanic.                    (2p)

5. Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3R}{2}$ ) este supus procesului termodinamic redat în figura alăturată. Căldura schimbată de gaz cu mediul înconjurător pe parcursul procesului 1 → 2 are valoarea:

- a. 20 mJ  
b. 30 mJ  
c. 50 mJ  
d. 80 mJ



(5p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dată de gaz ideal se află într-o stare de echilibru termodinamic caracterizată de parametrii:  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 16,62 \text{ l}$ ,  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Gazul efectuează un proces termodinamic 1-2 în care masa gazului nu se modifică, iar presiunea variază direct proporțional cu volumul ( $p = aV$ ). Știind că presiunea în starea 2 este de două ori mai mare decât cea din starea 1, determinați:

- a. cantitatea de gaz;  
b. numărul de molecule din unitatea de volum în starea (1);  
c. volumul gazului în starea 2;  
d. temperatura absolută în starea de echilibru termodinamic (2).

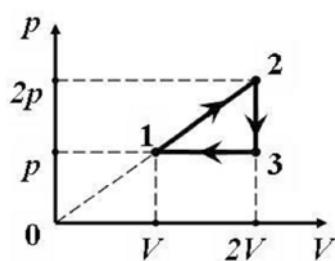
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un mol de gaz ideal monoatomic având exponentul adiabatic  $\gamma = 5/3$ , parurge ciclul termodinamic reprezentat în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Cunoscând temperatura gazului în starea de echilibru termodinamic (1),  $T_1 = 300\text{K}$ , determinați:

- a. energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (3);  
b. căldura molară în transformarea 1 → 2;  
c. căldura cedată de gaz mediului exterior într-un ciclu termodinamic;  
d. raportul dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu termodinamic și căldura absorbită de gaz într-un ciclu termodinamic.



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Utilizând notațiile din manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică definită prin relația  $\frac{Q}{v \cdot \mu \cdot \Delta T}$  este:

a. J                              b. J/K                              c. J/(kg · K)                              d. J/(mol · K) **(5p)**

2. O incintă este împărțită în două compartimente A și B de volume egale, printr-un piston ușor, fixat. În fiecare din cele două compartimente se află  $v$  moli de gaz ideal iar  $p_A = 2p_B$ . În aceste condiții:

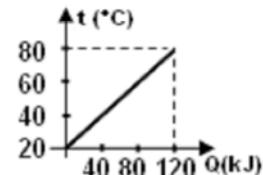
a.  $T_A = 2T_B$ ;                      b.  $T_B = 2T_A$ ;                              c.  $T_A = 4T_B$ ;                              d.  $T_B = 4T_A$  **(3p)**

3. Mărimea fizică numeric egală cu cantitatea de căldură necesară pentru a crește (micșora) temperatura unui mol de substanță cu un kelvin este:

a. capacitatea calorică  
b. căldura specifică  
c. căldura molară  
d. căldura

4. În graficul din figura alăturată este reprezentată variația temperaturii unui corp cu masa de 1 kg în funcție de cantitatea de caldură primită. Căldura specifică a corpului este egală cu:

a. 500 J/(kg · K)                      b. 500 kJ/(kg · K)                              c. 2J/(kg · K)                              d. 2 J/(g · K) **(2p)**



5. Într-un vas se află  $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$  molecule de azot cu masa molară  $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$  și  $N_2$  molecule de oxigen cu masa molară  $\mu_2 = 32 \text{ g/mol}$ . Dacă masa molară medie a amestecului este  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ , numărul de molecule de oxigen din amestec are valoarea:

a.  $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$                       b.  $N_2 = 8 \cdot 10^{23}$                               c.  $N_2 = 16 \cdot 10^{23}$                               d.  $N_2 = 32 \cdot 10^{23}$  **(2p)**

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă  $m=2,8 \text{ kg}$  de azot molecular ( $\mu = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ) se află în starea 1 în care presiunea are valoarea  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , iar temperatura este  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Gazul este încălzit la presiune constantă până volumul devine  $V_2 = 2V_1$ . Din starea 2 este răcit la volum constant până atinge, din nou, temperatura inițială. Determinați:

- a. numărul de molecule de azot;
- b. masa unei molecule de azot;
- c. temperatura azotului în starea 2;
- d. presiunea gazului în starea 3.

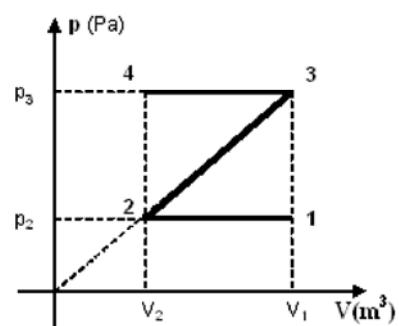
**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) este supusă procesului termodinamic  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ , reprezentat în coordonate  $p-V$  în figura alăturată. Se cunosc:  $V_1 = 1 \ell$ ,  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_2 = V_1/2$ , și căldura molară în transformarea  $2 \rightarrow 3$ ,  $C_{23} = 2R$ . Determinați:

- a. raportul temperaturilor  $T_1/T_2$
- b. raportul  $U_3/U_1$ ;
- c. raportul  $Q_{23}/\Delta U_{23}$ ;
- d. raportul  $L_{12}/L_{34}$ .



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Dintre mărimile fizice de mai jos, mărime fizică de stare este:

- a. căldura absorbită    b. căldura cedată    c. lucru mecanic    d. energie internă    (2p)

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia de mai jos care are aceeași unitate de măsură cu cea a capacității calorice este:

- a.  $pV$     b.  $Q/\Delta T$     c.  $nRT$     d.  $Q/m\Delta T$     (3p)

3. Energia internă a unei cantități constante de gaz ideal este o funcție de:

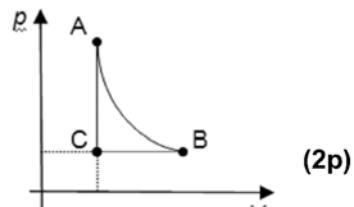
- a. presiune    b. densitate    c. temperatură    d. volum    (5p)

4. Lucrul mecanic efectuat de un sistem termodinamic într-un proces în care temperatura se menține constantă are valoarea de 20 J. Variația energiei interne a sistemului în acest proces este:

- a. 20 J    b. 10 J    c. 0 J    d. -20 J    (3p)

5. Referindu-ne la procesul ciclic reprezentat în figura alăturată, putem afirma că sistemul termodinamic cedează lucru mecanic mediului exterior în:

- a. procesul A-B;  
b. procesul B-C;  
c. procesul C-A;  
d. toate procesele.



**(15 puncte)**

**B. SUBIECTUL II –**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Oxigenul, considerat gaz ideal, necesar unei operații de sudare se preia dintr-o butelie de volum  $V = 60 \text{ dm}^3$ . Inițial presiunea oxigenului din butelie este  $p_1 = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , iar temperatura este  $t = 27^\circ \text{C}$ . În urma efectuării operației de sudură, presiunea gazului din butelie scade la  $p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Masa molară a oxigenului este  $\mu = 32 \text{ kg/kmol}$ . Determinați:

- a. masa unei molecule de oxigen;  
b. densitatea oxigenului din butelie în starea inițială;  
c. masa de oxigen consumată, știind că temperatura gazului din butelie rămâne constantă în timpul operației de sudură;  
d. presiunea care se stabilește în butelie, după efectuarea operației de sudură, dacă aceasta este depozitată la temperatură  $t' = 0^\circ \text{C}$ .

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dată de gaz ideal, având căldura molară la volum constant  $C_V = \frac{3R}{2}$ , ocupă volumul  $V_1 = 0,2 \text{ m}^3$

la presiunea  $p_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $t_1 = 27^\circ \text{C}$ . Gazul efectuează un proces care verifică ecuația  $p = a \cdot V$ , unde  $a$  reprezintă o constantă, ocupând în starea finală un volum de două ori mai mare. Să se determine:

- a. temperatura gazului în starea finală;  
b. variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială în starea finală;  
c. lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul procesului;  
d. căldura molară a gazului în acest proces.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I -

**(15 puncte)**

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

1. O cantitate constantă de gaz ideal este menținută la volum constant. Gazul efectuează o transformare în urma căreia presiunea scade. În această transformare gazul:

- a. primește lucru mecanic și cedează căldură;
- b. primește căldură și cedează lucru mecanic;
- c. primește căldură și își mărește energia internă;
- d. cedează căldură și își micșorează energia internă.

**(5p)**

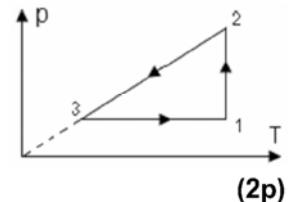
2. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică a unui gaz ideal este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
- b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
- c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$
- d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$

**(2p)**

3. Referindu-ne la procesul ciclic reprezentat în figura alăturată, putem afirma că sistemul termodinamic efectuează lucru mecanic asupra mediului exterior în:

- a. procesul 1-2;
- b. procesul 2-3;
- c. procesul 3-1;
- d. toate procesele.



**(2p)**

4. Energia internă a unei mase de gaz:

- a. crește într-o destindere adiabatică;
- b. scade dacă gazul primește izocor căldură;
- c. este nulă într-o transformare ciclică;
- d. este constantă într-o transformare izotermă;

**(3p)**

5. O cantitate oarecare dintr-un gaz ideal efectuează o transformare generală din starea inițială 1 în starea finală 2. Știind că presiunea gazului s-a dublat, iar temperatura s-a redus la jumătate, atunci volumul gazului în starea finală:

- a. a scăzut de 4 ori;
- b. a scăzut de 2 ori;
- c. a crescut de 2 ori;
- d. a crescut de 4 ori.

**(3p)**

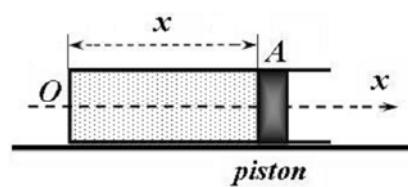
### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal este închisă etanș într-un cilindru, prevăzut cu un piston de masă neglijabilă și secțiune  $S = 166,2 \text{ cm}^2$ , ce se poate deplasa fără frecare, ca în figura alăturată. Prin modificarea temperaturii gazului din cilindru, pistonul se deplasează lent. Poziția pistonului este determinată de coordonata  $x$ , iar presiunea atmosferică este  $p_0 = 1 \text{ atm}$  ( $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$ ).

- a. Determinați presiunea  $p_1$  a gazului din cilindru, când pistonul este în echilibru.
- b. Determinați numărul de molecule de gaz din unitatea de volum dacă gazul din cilindru se află la temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ .
- c. Calculați cantitatea de gaz din cilindru, știind că la temperatura  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  coordonata corespunzătoare poziției de echilibru a pistonului este  $x_1 = 60 \text{ cm}$ .
- d. Se încălzește gazul din cilindru la temperatura  $t_2 = 47^\circ\text{C}$ . Determinați coordonata  $x_2$  corespunzătoare poziției de echilibru a pistonului la temperatura  $t_2$ , presupunând că cilindrul este suficient de lung.



### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $\nu = 4 \cdot 10^3 \text{ mol}$  de gaz ideal diatomic 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  $\varepsilon = 2$ . Se

cunoaște  $C_V = \frac{5}{2}R$  și  $\ln 2 \approx 0,693$ .

- a. Reprezentați grafic ciclul în coordinate  $p-V$ .
- b. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în procesul  $1 \rightarrow 2$ .
- c. Calculați căldura primită de gaz din mediul exterior în procesul  $2 \rightarrow 3$ .
- d. Determinați variația energiei interne a gazului în procesul  $3 \rightarrow 1$ .

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### SUBIECTUL I -

**(15 puncte)**

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

1. Notațiile fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică exprimată prin raportul  $\frac{L}{\Delta V}$  este:

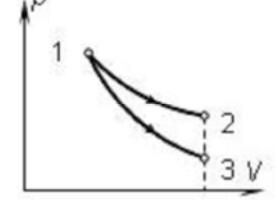
- a. Pa                  b. atm                  c. torr                  d. N/m                  (2p)

2. Dacă volumul molar al unui gaz în anumite condiții de presiune și temperatură este  $V_\mu = 0,6 \ell/\text{mol}$ , distanța medie  $d$  dintre moleculele gazului, în aceste condiții, are ordinul de mărime (se va considera numărul lui Avogadro  $N_A \approx 6 \cdot 10^{23}$  molecule/mol):

- a.  $d \approx 10^{-8} \text{ m}$                   b.  $d \approx 10^{-9} \text{ m}$                   c.  $d \approx 10^{-10} \text{ m}$                   d.  $d \approx 10^{-11} \text{ m}$                   (3p)

3. O masă de gaz ideal aflată inițial într-o stare caracterizată de o anumită presiune și un anumit volum poate efectua o destindere până la aceeași valoare a volumului final prin două procese diferite, aşa cum se vede în figură. Între lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul  $1 \Rightarrow 2$  ( $L_{12}$ ) și lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul  $1 \Rightarrow 3$  ( $L_{13}$ ) există relația:

- a.  $L_{12} = L_{13}$   
 b.  $L_{12} \leq L_{13}$   
 c.  $L_{12} < L_{13}$   
 d.  $L_{12} > L_{13}$                   (5p)



4. Constanta universală a gazului ideal are aceeași unitate de măsură ca și:

- a. capacitatea calorică    b. căldura molară    c. căldura specifică    d. căldura                  (2p)

5. Într-o transformare izobară a unui gaz ideal se constată că lucrul mecanic efectuat de gaz este de 3 ori mai mic decât căldura primită. Dacă  $R$  este constanta universală a gazului ideal și  $\mu$  masa molară a gazului, atunci căldura specifică izocoră are expresia:

- a.  $R/\mu$                   b.  $3R/2\mu$                   c.  $2R/\mu$                   d.  $5R/2\mu$                   (3p)

#### B. SUBIECTUL II -

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă de volum constant se află  $n = 2 \text{ mol}$  dintr-un amestec de azot ( $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ ) și oxigen ( $\mu_2 = 32 \text{ g/mol}$ ). Amestecul se află la presiunea  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $t_1 = 37^\circ\text{C}$ . Amestecul, considerat gaz ideal, are masa molară  $\mu = 31 \text{ g/mol}$ .

- a. Calculați densitatea amestecului.  
 b. Determinați numărul de molecule din unitatea de volum.  
 c. Calculați masa de oxigen din amestec.  
 d. Menținând temperatura constantă, se scoate gaz din incintă până când presiunea scade de  $k = 2$  ori și se introduce azot pentru a restabili presiunea inițială. Determinați masa azotului introdus.

#### B. SUBIECTUL III -

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic se află inițial în starea de echilibru termodinamic (1) caracterizată de presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_1 = 1 \ell$ . Gazul este supus următoarei succesiuni de transformări:  $1 \rightarrow 2$  comprimare izotermă până când volumul devine jumătate din volumul corespunzător stării de echilibru termodinamic (1);  $2 \rightarrow 3$  încălzire izocoră până când presiunea corespunzătoare stării de echilibru termodinamic (3) se dublează față de presiunea corespunzătoare stării de echilibru termodinamic (2);  $3 \rightarrow 4$  o transformare izobară urmată de transformarea izocoră  $4 \rightarrow 1$  până în starea inițială de echilibru termodinamic (1). Se cunoaște exponentul adiabatic al gazului  $\gamma = 5/3$  și se consideră  $\ln 2 = 0,693$ .

- a. Reprezentați grafic transformarea ciclică  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$  în sistemul de coordonate  $p-V$ .  
 b. Determinați energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (4).  
 c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în această transformare ciclică.  
 d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea  $3 \rightarrow 4$  și precizați dacă această căldură este absorbită sau cedată de gaz.

### **EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

#### **Proba scrisă la Fizică**

**Proba E:** Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

**Proba F:** Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Un gaz ideal primește căldură pe parcursul:

- a. unei comprimări izoterme
- b. unei destinderi adiabatice
- c. unui proces izobar în care volumul scade
- d. unui proces izocor în care presiunea crește

2. În figura alăturată este redată dependența volumului unui gaz ideal de temperatură absolută. Dacă  $v = \text{const.}$ , atunci:

- a. presiunea gazului crește
- b. energia internă a gazului nu se modifică
- c. gazul cedează căldură
- d. presiunea gazului nu se modifică

3. Dacă simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice este:

- a.  $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$
- b.  $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}^{-1}$
- c.  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- d.  $\text{J} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}$

4. Alegeti afirmația corectă:

- a. numai în transformarea adiabatică lucrul mecanic este mărime de proces;
- b. căldura este o mărime de proces;
- c. dacă un gaz primește căldură din exterior, temperatura sa crește întotdeauna;
- d. dacă într-un proces izoterm gazul ideal cedează lucru mecanic, atunci energia lui internă scade.

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, numărul de moli de gaz ideal poate fi calculat folosind relația:

$$\text{a. } v = \frac{p}{V} \quad \text{b. } v = \frac{p}{T} \quad \text{c. } v = \frac{m}{\mu} \quad \text{d. } v = NV \quad (2p)$$

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un cilindru orizontal închis la ambele capete este împărțit în două compartimente cu ajutorul unui piston etanș de grosime neglijabilă. Cilindrul are lungimea  $\ell = 2 \text{ m}$  și secțiunea  $S = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ , iar inițial pistonul se află în echilibru la jumătatea cilindrului. În cele două compartimente se află aer ( $\mu = 29 \text{ kg/kmol}$ ), considerat gaz ideal, în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}, T_0 = 273 \text{ K}$ ). Se deplasează pistonul pe distanță  $h = 10 \text{ cm}$  față de poziția inițială, temperatura gazelor rămânând constantă. Determinați:

- a. cantitatea de gaz din fiecare compartiment;
- b. densitatea aerului dintr-un compartiment în starea inițială;
- c. forță necesară pentru a menține pistonul în poziția finală;
- d. temperatură finală a gazului din compartimentul mai mic astfel încât după închetarea forței, pistonul să rămână în echilibru. Se admite că temperatura gazului din celălalt compartiment rămâne nemodificată.

#### **B. SUBIECTUL III -**

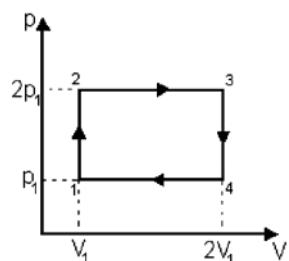
**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic parcurge ciclul termodinamic reprezentat în coordinate  $p-V$  în figura alăturată. Se cunosc: cantitatea de gaz  $v = 3 \text{ mol}$ ,

parametrii stării 1:  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și  $V_1 = 10 \ell$  și exponentul adiabatic  $C_V = \frac{3}{2}R$ .

- a. Reprezentați grafic procesul ciclic într-un sistem de coordonate  $V-T$ .
- b. Calculați valoarea maximă a energiei interne a gazului.
- c. Determinați valoarea căldurii cedată de gaz mediului exterior în decursul unui ciclu.
- d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu.



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I -

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, mărimea descrisă de raportul  $\frac{Q}{\Delta T}$  este:

- capacitatea calorică
- presiunea
- căldura
- densitatea.

**(2p)**

2. Două butelii având volumele  $V$ , respectiv  $3V$ , sunt umplute cu gaz aflat la aceeași temperatură și la presiunile  $p$ , respectiv  $3p$ . Butelile sunt puse în legătură printr-o conductă de volum neglijabil. Temperatura menținându-se constantă, presiunea finală a amestecului celor două gaze este:

- $\frac{5p}{2}$
- $\frac{7p}{2}$
- $5p$
- $\frac{15p}{4}$

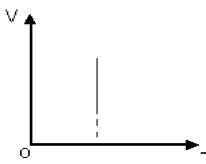
**(2p)**

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele folosite în manualele de fizică, într-o transformare izocoră căldura schimbată de un gaz ideal cu mediul exterior poate fi exprimată cu ajutorul relației:

- $v \cdot R \cdot T$
- $v \cdot C \cdot T$
- $v \cdot C_p \cdot \Delta T$
- $v \cdot C_V \cdot \Delta T$

**(3p)**

4. În graficul alăturat este reprezentată dependența de temperatură a volumului unui gaz ideal. Transformarea este:



**(5p)**

5. Dacă notațiile utilizate sunt cele din manualele de fizică, numărul de molecule din unitatea de volum poate fi exprimat prin relația:

- $\frac{pV}{RT}$
- $\frac{p}{RT}$
- $\frac{p \cdot N_A}{R \cdot T}$
- $\frac{pT}{R}$

**(3p)**

### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal aflat într-o butelie de volum  $V = 60 \ell$  la presiunea  $p = 0,831 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ , are densitatea  $\rho = 1 \text{ kg/m}^3$ .

- Determinați densitatea gazului în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ).
- Calculați masa molară a gazului.
- Calculați cantitatea de gaz conținută în butelie.
- Presupunând că prin deschiderea robinetului buteliei o masă  $m = 24 \text{ g}$  de gaz ieșe din butelie, iar presiunea gazului devine  $p_1 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , determinați temperatura gazului rămas în butelie după închiderea robinetului.

### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal având căldura molară la presiune constantă  $C_p = \frac{7}{2}R$ , se află inițial în starea de echilibru termodinamic (1) în care ocupă volumul  $V_1 = 1 \ell$  la presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Gazul trece din starea inițială de echilibru termodinamic (1), printr-o transformare în care densitatea gazului se menține constantă, până în starea de echilibru termodinamic (2) și își mărește temperatura de  $\epsilon = 2,71$  ori. În continuare, gazul efectuează transformarea  $2 \rightarrow 3$  în care energia internă rămâne constantă, până în starea de echilibru termodinamic (3) unde volumul devine  $V_3 = \epsilon \cdot V_2$ . Din starea de echilibru termodinamic (3) gazul revine în starea inițială de echilibru termodinamic (1), printr-o transformare în care presiunea rămâne constantă.

- Reprezentați grafic transformarea ciclică  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  în sistemul de coordonate  $p-T$ .
- Determinați variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială de echilibru termodinamic (1) în starea de echilibru termodinamic (3).
- Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în această transformare ciclică.
- Determinați raportul dintre modulul căldurii cedate și căldura primită de gaz în această transformare ciclică.

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeași unitate de măsură cu cea a energiei este:

- a.  $Q/\Delta T$       b.  $m \cdot \Delta T$       c.  $m \cdot c \cdot \Delta T$       d.  $Q/v \cdot \Delta T$       (2p)

2. În timpul fiecărui ciclu, un motor termic absoarbe căldura  $Q_{abs} = 400 \text{ J}$  de la sursa caldă și cedează căldura  $Q_{ced} = -300 \text{ J}$  sursei reci. Lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru într-un ciclu este:

- a. 100 J      b. 300 J      c. 400 J      d. 700 J      (5p)

3. Un gaz ideal monoatomic trece din starea inițială A în starea finală B, prin mai multe transformări.

Cunoscând parametrii de stare  $p_A = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_A = 10 \text{ dm}^3$ ,  $p_B = 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_B = 25 \text{ dm}^3$  și  $C_V = 1,5R$ , variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială în starea finală este:

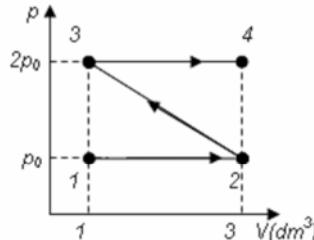
- a. -450 J      b. -550 J      c. -650 J      d. -750 J      (3p)

4. Un motor termic funcționează după un ciclu Otto. Substanța de lucru efectuează lucru mecanic în timpul:

- a. admisiei      b. compresiei      c. detentei      d. evacuării      (2p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal suferă transformarea 1234 reprezentată grafic în coordonate  $p$ - $V$  în figura alăturată. Cunoscând faptul că  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  lucrul mecanic total schimbat de gaz are valoarea:

- a. -400 J  
b. -300 J  
c. 300 J  
d. 400 J      (3p)



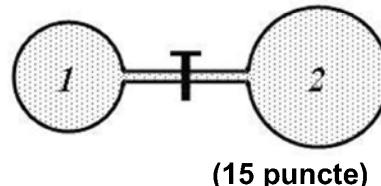
#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două vase de volume  $V_1 = 831 \text{ cm}^3$  și  $V_2 = 1662 \text{ cm}^3$  sunt legate printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet, ca în figura alăturată. În primul vas se află azot ( $\mu_1 = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), iar în al doilea vas se află oxigen ( $\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), ambele gaze, considerate gaze ideale, fiind la presiunea  $p = 100 \text{ kPa}$  și la temperatura  $t_i = 127^\circ\text{C}$ . Se deschide robinetul și se încălzește amestecul până la temperatură  $t_f = 227^\circ\text{C}$ . Determinați:

- a. masa de gaz din fiecare vas înainte de deschiderea robinetului;  
b. masa molară a amestecului obținut după deschiderea robinetului;  
c. presiunea finală a amestecului;  
d. densitatea medie a amestecului.



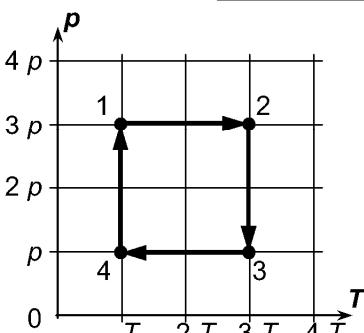
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate constantă de gaz, presupus ideal, având căldura molară la volum constant  $C_V = 1,5R$ . Aceasta efectuează transformarea ciclică 12341 în care presiunea  $p$  depinde de temperatura absolută  $T$  așa cum se arată în graficul alăturat. Cunoscând căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 12,  $Q_{12} = 200 \text{ J}$  și valoarea logaritmului natural al numărului 3 ( $\ln 3 = 1,1$ ), calculați:

- a. rapoartele  $\frac{V_2}{V_1}, \frac{V_3}{V_2}, \frac{V_4}{V_3}, \frac{V_1}{V_4}$ ;  
b. variația energiei interne a gazului în transformarea 34;  
c. suma dintre lucrul mecanic efectuat în procesul 12 și cel efectuat în procesul 34,  $L_{12} + L_{34}$ ;  
d. căldura primită de gaz în decursul unui ciclu complet.



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **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 a raportului  $\frac{\mu \cdot p \cdot V}{R \cdot T}$  este:

a. kg                    b. kmol                    c.  $\text{kg}^{-1}$                     d.  $\text{kmol}^{-1}$                     (2p)

2. O bară din cupru are masa  $m = 0,4\text{kg}$ . Căldura specifică a cuprului are valoarea  $c = 385 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

Capacitatea calorică a barei din cupru este egală cu:

- a. 154 J/K            b. 308 J/K            c. 481,25 J/K            d. 962,5 J/K            (3p)

3. În ciclul de funcționare al motorului Otto, amestecul carburant efectuează lucru mecanic util în timpul:

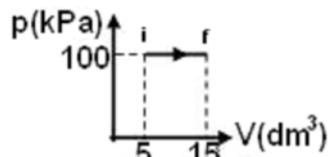
- a. comprimării            b. admisiei            c. evacuării            d. detentei            (2p)

4. Într-o incintă cu volumul  $V=98 \text{ dm}^3$  se află o masă  $m_1=126 \text{ g}$  de azot ( $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ ) în amestec cu  $m_2 = 40 \text{ g}$  de metan ( $\mu_2 = 16 \text{ g/mol}$ ). Volumul molar al amestecului format din cele două gaze este egal cu:

- a.  $14 \text{ m}^3/\text{kmol}$             b.  $32 \text{ m}^3/\text{kmol}$             c.  $16 \text{ dm}^3/\text{kmol}$             d.  $32 \text{ dm}^3/\text{kmol}$             (5p)

5. Un gaz aflat într-un cilindru cu piston se destinde la presiune constantă (procesul i → f din figura alăturată). Lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces este egal cu:

- a.  $-1000 \text{ J}$   
b.  $-500 \text{ J}$   
c.  $200 \text{ J}$   
d.  $1 \text{ kJ}$



**(15 puncte)**

### **B. SUBIECTUL II –**

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie având volumul  $V = 50 \text{ dm}^3$  conține oxigen ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ) la presiunea  $p = 5,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t = 17^\circ\text{C}$ . Pentru efectuarea unei operații de sudură se consumă, din butelie, 4 g de oxigen într-un **minut**. Determinați:

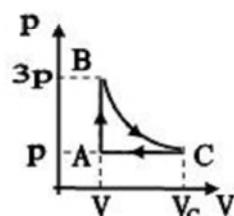
- densitatea oxigenului din butelie în starea inițială;
- cantitatea de oxigen din butelie în starea inițială;
- tempul după care, consumându-se oxigen din butelie, presiunea oxigenului scade la jumătate din valoarea inițială, dacă temperatura gazului rămâne constantă;
- presiunea pe care o are oxigenul din butelie după un interval de timp  $\Delta t = 10 \text{ min}$  de consum de oxigen dacă temperatura oxigenului din butelie rămâne constantă.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal diatomic având căldura molară izocoră  $C_V = 2,5R$  parcurge succesiunea de transformări reprezentate în figura alăturată. În transformarea B → C temperatura gazului rămâne constantă iar lucrul mecanic efectuat de gaz este egal cu  $L_{BC} = 9141 \text{ J}$ . În transformarea A → B presiunea gazului crește de 3 ori. Se cunoaște  $\ln 3 \approx 1,1$ .



- Identificați tipul transformărilor A → B și C → A precizând parametrul de stare care rămâne constant.
- Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea C → A.
- Determinați căldura absorbită de gaz într-un ciclu.
- Comparați variația energiei interne în transformarea C → A cu variația energiei interne în transformarea A → B și comentați rezultatul obținut.

- Se acordă 10 puncte din oficiu.

- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. În destinderea adiabatică a unui gaz ideal:

- energia internă a gazului crește;
- energia internă a gazului scade;
- gazul nu schimbă lucru mecanic cu exteriorul;
- gazul primește lucru mecanic din exterior.

(3p)

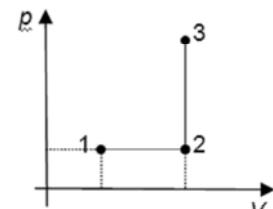
2. Notațiile fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură pentru constanta exprimată de raportul  $R/N_A$  coincide cu unitatea de măsură pentru:

- capacitatea calorică
- căldura molară
- căldura specifică
- căldură

(2p)

3. Un gaz ideal având exponentul adiabatic  $\gamma$  efectuează transformările 1-2, respectiv 2-3 reprezentate în figura alăturată în coordonate  $p$ -V. Temperatura în starea 1 este  $T_1$ , temperatura în starea 2 este  $T_2$ , iar temperatura finală este  $T_3$ .

Dacă  $T_2 = \frac{T_1 + T_3}{2}$ , atunci raportul  $\frac{Q_{12}}{Q_{23}}$  are valoarea:



- $\gamma - 1$
- $\frac{1}{\gamma - 1}$
- $\gamma$
- $\frac{1}{\gamma}$

(3p)

4. Un proces pentru care starea initială coincide cu starea finală este în mod sigur un proces:

- cvasistatic
- reversibil
- ireversibil
- ciclic

(2p)

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

- unitatea atomică de masă;
- masa moleculară relativă;
- cantitatea de substanță;
- numărul lui Avogadro.

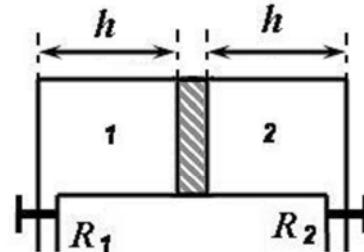
(5p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Se consideră dispozitivul schematic din figura alăturată. El cuprinde un recipient cilindric orizontal, prevăzut cu un piston termoizolant de secțiune  $S = 29,2 \text{ cm}^2$  ce se poate mișca fără frecare. Cele două robinete  $R_1$  și  $R_2$  permit legătura cu aerul atmosferic, aflat la presiunea atmosferică normală. Inițial cele două compartimente au aceeași lungime  $h = 41,55 \text{ cm}$ , robinetele  $R_1$  și  $R_2$  sunt deschise, iar temperatura aerului atmosferic rămâne constantă, egală cu  $t = 19^\circ\text{C}$ .



- Se închide robinetul  $R_1$ . Calculați cantitatea de gaz din compartimentul 1.

b. Gazul din compartimentul 1 este încălzit până la temperatură  $T_1$ , astfel încât pistonul se deplasează pe o distanță  $x = 0,1 h$ . Determinați valoarea temperaturii  $T_1$ .

- Se închide și robinetul  $R_2$ . Calculați numărul de molecule de gaz din compartimentul 2.

d. Gazul din compartimentul 2 este încălzit până când pistonul revine la mijlocul cilindrului, unde rămâne în echilibru. Determinați temperatura finală a gazului din compartimentul 2, considerând că temperatura gazului din compartimentul 1 rămâne nemodificată.

#### **B. SUBIECTUL III –**

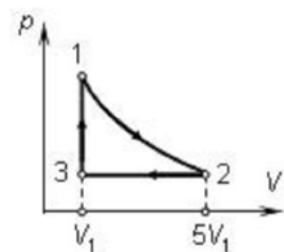
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Procesul ciclic  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  reprezentat în coordonate  $p$ -V în figura alăturată, este parcurs de  $n = 5 \text{ mol}$  de gaz ideal cu exponentul adiabatic  $\gamma = 5/3$ . Transformarea  $1 \rightarrow 2$  este o transformare la temperatură constantă  $T_1 = 600 \text{ K}$ , iar volumul în starea 2 este de 5 ori mai mare decât volumul în starea 1. Se cer:

- variația energiei interne în transformarea  $3 \rightarrow 1$ ;
- repräsentarea ciclului în coordonate  $V - T$ ;
- căldura schimbată cu exteriorul în transformarea  $2 \rightarrow 3$ ;
- lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea  $1 \rightarrow 2$ ;

Se cunoaște că  $\ln 5 \approx 1,6$ .



## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I -

(15 puncte)

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

1. Notațiile fiind cele folosite în manualele de fizică, expresia căldurii schimbate de un gaz ideal cu mediul exterior în cursul unei transformări adiabatice este:

- a.  $Q = 0$       b.  $Q = \nu RT \ln \frac{V_f}{V_i}$       c.  $Q = \nu \cdot C_v \cdot \Delta T$       d.  $Q = \nu \cdot C_p \cdot \Delta T$       (2p)

2. Pentru gazele menținute în condiții fizice normale, volumul molar:

- a. este invers proporțional cu numărul de moli;  
b. depinde de presiunea la care se află gazul;  
c. crește odată cu creșterea temperaturii.  
d. nu depinde de natura substanței.      (2p)

3. Înănd cont că simbolurile marimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice descrise prin expresia  $\nu \cdot R \cdot T$  este:

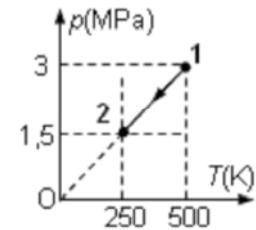
- a. Pa      b. J      c. K      d.  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$       (3p)

4. O cantitate dată de gaz ideal trece din starea de echilibru caracterizată de presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $T_1 = 500 \text{ K}$  în cea caracterizată de  $p_2 = 1 \text{ MPa}$  și  $\theta_2 = 127^\circ\text{C}$ . Raportul dintre volumul în starea finală și cel în starea inițială este egal cu:

- a.  $\frac{V_2}{V_1} = 0,0254$ ;      b.  $\frac{V_2}{V_1} = 0,08$ ;      c.  $\frac{V_2}{V_1} = 0,125$ ;      d.  $\frac{V_2}{V_1} = 8$ .      (5p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic trece din starea de echilibru (1) în starea de echilibru (2) prin procesul termodinamic redat în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul înconjurător este egal cu:

- a. - 562,5 J;  
b. - 2077,5 J;  
c. 0 J;  
d. 562,5 J.      (3p)



(15 puncte)

### B. SUBIECTUL II -

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $\nu_1 = 3 \text{ mol}$  de aer este închisă etanș într-un recipient cilindric cu piston de masă neglijabilă și secțiune  $S = 200 \text{ cm}^2$ , ce se poate deplasa fără frecare. Recipientul este legat de un balon cu perete rigizi, printr-un tub subțire prevăzut cu un robinet  $R$ , ca în figura alăturată. În balon se află o masă  $m_2 = 64 \text{ g}$  de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), la presiunea  $p_2 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .



Aerul și oxigenul, considerate gaze ideale, se află la temperatură  $t = 27^\circ\text{C}$ . Temperatura sistemului se presupune constantă, iar presiunea atmosferică are valoarea  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Determinați:

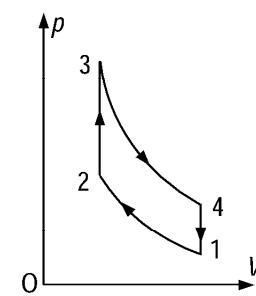
- a. numărul de molecule de aer din recipient;  
b. cantitatea de oxigen din balon;  
c. presiunea finală a amestecului de gaze obținut după deschiderea robinetului;  
d. distanța pe care se deplasează pistonul după deschiderea robinetului, presupunând recipientul cilindric este suficient de lung.

(15 puncte)

### B. SUBIECTUL III -

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $\nu = 2 \text{ mol}$  gaz ideal monoatomic ( $C_v = 1,5 R$ ) efectuează procesul ciclic de funcționare al unui motor Otto redat în figura alăturată. În starea (1) gazul are temperatura  $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$ , iar la trecerea din starea (2) în starea (3) presiunea crește de 3 ori. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul înconjurător în procesul  $1 \rightarrow 2$  are valoarea  $L_{1 \rightarrow 2} = -7479 \text{ J}$ . Raportul dintre căldurile schimbate de sistem cu mediul exterior în procesele  $2 \rightarrow 3$  și  $4 \rightarrow 1$  este egal cu  $Q_{2 \rightarrow 3} / Q_{4 \rightarrow 1} = -12$ .



- a. Redați denumirile celor patru procese termodinamice care intră în alcătuirea procesului ciclic dat.  
b. Calculați energia internă a gazului în starea (2).  
c. Determinați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în procesul  $2 \rightarrow 3$ .  
d. Calculați temperatura gazului în starea (4).

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

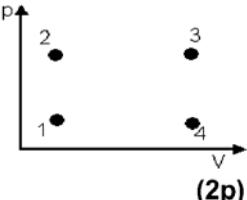
#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. În figura alăturată sunt reprezentate în coordinate  $p$ - $V$  patru stări de echilibru termodinamic notate 1, 2, 3, 4. Stările de echilibru termodinamic care ar putea fi caracterizate de aceeași valoare a temperaturii sunt:

- a. 1 și 4;
- b. 2 și 3;
- c. 2 și 4;
- d. 3 și 4.



(2p)

2. Un gaz ideal monoatomic  $C_V = \frac{3R}{2}$  se află la presiunea  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Dacă energia internă a acestuia are valoarea  $U = 300 \text{ J}$ , volumul ocupat de gaz este:

- a.  $10^{-3} \text{ m}^3$
- b.  $\frac{3}{5} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- c.  $1 \text{ m}^3$
- d.  $\frac{3}{5} \text{ m}^3$

(2p)

3. Lucrul mecanic schimbat de un sistem termodinamic cu mediul exterior:

- a. este o mărime de stare;
- b. este zero dacă sistemul revine în starea inițială;
- c. depinde doar de starea inițială și de cea finală a sistemului;
- d. depinde de stările intermediare prin care trece sistemul;

(3p)

4. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a capacitatei calorice, exprimată în S.I., este:

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

(3p)

5. Într-un recipient de volum  $V = 5 \ell$ , se află un gaz ideal la presiunea  $p = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ . Numărul total de molecule din recipient este de aproximativ:

- a.  $8 \cdot 10^{26}$
- b.  $6 \cdot 10^{26}$
- c.  $8 \cdot 10^{24}$
- d.  $6 \cdot 10^{23}$

(5p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Două recipiente sunt unite printr-un tub de volum neglijabil, prevăzut cu un robinet. Inițial robinetul este închis, iar recipientele conțin același tip de gaz ideal. În primul recipient, de volum  $V_1 = 5 \ell$ , se află gaz la presiunea  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$ , iar în al doilea, de volum  $V_2 = 2 \ell$ , se află gaz la presiunea  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $T_2 = 400 \text{ K}$ . Întregul sistem este izolat adiabatic de mediul exterior. Determinați:

- a. cantitatea de gaz din primul recipient;
- b. temperatura finală după stabilirea echilibrului termic
- c. presiunea finală care se stabilește în cele două vase după ce se deschide robinetul;
- d. cantitatea de gaz aflată în primul recipient în starea finală.

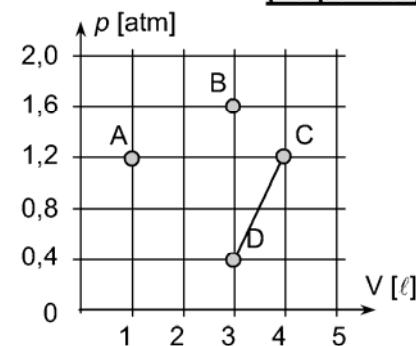
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

În diagrama alăturată sunt indicate patru stări de echilibru termodinamic (A, B, C, D) ale unei cantități constante de gaz ideal monoatomic (cu exponentul adiabatic  $\gamma = 5/3$ ) care efectuează diverse transformări cvasistatiche și reversibile ( $1 \text{ atm} \equiv 10^5 \text{ Pa}$ ).

- a. Determinați în care dintre stările indicate temperatura gazului este maximă.
- b. Calculați variația energiei interne între stările A și D.
- c. Considerând că în transformarea AC presiunea este tot timpul constantă, calculați lucrul mecanic efectuat de gaz,  $L_{AC}$ .
- d. Considerând că în transformarea DB volumul este tot timpul constant, calculați căldura schimbată de gaz cu exteriorul,  $Q_{DB}$ .



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Un gaz ideal suferă o transformare ce poate fi descrisă de legea  $T = a \cdot V^2$ . Unitatea de măsură a constantei de proporționalitate  $a$ , este:

- a.  $\text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$       b.  $\text{K}^2 \cdot \text{m}^{-6}$       c.  $\text{K} \cdot \text{m}^3$       d.  $\text{K} \cdot \text{m}^{-6}$       (2p)

2. O cantitate constantă de gaz ideal este comprimată izoterm. În acest proces gazul:

- a. primește căldură și cedează lucru mecanic;  
 b. primește lucru mecanic și cedează căldură;  
 c. primește căldură, iar energia internă crește;  
 d. cedează lucru mecanic, iar energia internă scade.      (3p)

3. Un sistem termodinamic evoluează după un proces termodinamic ciclic. Lucrul mecanic efectuat de sistem,  $L = 1 \text{ kJ}$ , reprezintă 25% din căldura primită. Căldura cedată de sistem are valoarea:

- a. 4 kJ      b. 2 kJ      c. -2 kJ      d. -3 kJ      (5p)

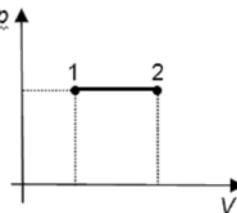
4. Un gaz ideal alcătuit din molecule de  $\text{O}_2$  are masa molară de  $32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  și căldura molară izocoră

$$C_V = \frac{5}{2} R. \quad \text{Căldura specifică izobară a oxigenului este aproximativ egală cu:}$$

- a. 650,10 J/(kg · K)      b. 908,9 J/(kg · K)      c. 1200 J/(kg · K)      d. 1240 J/(kg · K)      (3p)

5. Un gaz ideal diatomic ( $C_p = 7R/2$ ) efectuează transformarea 1-2 reprezentată în sistemul de coordonate  $p-V$  ca în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul are valoarea  $L = 800 \text{ J}$ . Variația energiei interne a gazului în acest proces are valoarea:

- a. 800 J  
 b. 1200 J  
 c. 2000 J  
 d. 2800 J



(2p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un student dorește să realizeze un amestec de oxigen  $\text{O}_2$  și azot  $\text{N}_2$  (gaze cu comportare presupusă ideală) a cărui masă molară să fie  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ . El dispune de două butelii: una conține 2 moli de oxigen în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ), iar cealaltă conține azot la presiune ridicată și temperatură  $t_0$ ; studentul poate transfera azot din a doua butelie în prima, păstrând constantă masa de oxigen din prima butelie. Cunoscând masele atomice relative ale azotului și oxigenului  $A_N = 14$  și respectiv  $A_O = 16$  calculați (în unități ale S.I.):

- a. numărul moleculelor de oxigen din prima butelie;  
 b. volumul oxigenului din prima butelie;  
 c. cantitatea de azot pe care studentul trebuie să o introducă în prima butelie pentru a obține amestecul dorit;  
 d. presiunea finală a amestecului de gaze din prima butelie, dacă temperatura de echilibru a amestecului este  $t_0$ .

#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal ( $\gamma = 1,4$ ) trece izocor din starea (1) în starea (2) în care presiunea este  $p_2 = \frac{2}{3} p_1$ . În continuare gazul se încălzește la presiune constantă până ajunge la temperatura stării (1) și, prin comprimare la temperatură constantă, revine în starea (1). În procesul 1-2-3 lucrul mecanic efectuat de gaz este de 830 J. Se cunoaște  $\ln \frac{2}{3} = -0,4$ .

- a. Reprezentați ciclul în sistemul de coordonatele  $p-V$ .  
 b. Calculați valoarea energiei interne a gazului în starea 1.  
 c. Determinați căldura primită de gaz în timpul unui ciclu.  
 d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în comprimarea izotermă.

**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I - Varianta 081**

**(15 puncte)**

1. Înănd cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice egală cu raportul dintre căldura molară și căldura specifică, în S.I. este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{kg}}{\text{mol}}$       d. mol      (2p)

2. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia căldurii schimbate cu mediul exterior de o cantitate constantă de gaz ideal într-o destindere izobară din starea 1 în starea 2 este:

- a.  $\gamma \cdot \frac{p_1V_1-p_2V_2}{1-\gamma}$       b.  $C_V \frac{p_1V_1-p_2V_2}{1-\gamma}$       c.  $C_V \frac{p_1V_1-p_2V_2}{\gamma-1}$       d.  $(\gamma-1) \frac{p_1V_1-p_2V_2}{\gamma}$       (5p)

3. Într-un vas se amestecă 5 moli de gaz monoatomic, cu 2 moli de gaz biatomic ( $O_2$ ) și cu 3 moli de gaz triatomic ( $CO_2$ ). Numărul de moli din vas este:

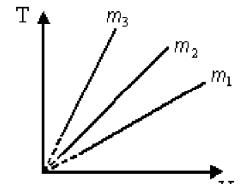
- a. 10      b. 12      c. 16      d. 18      (3p)

4. O cantitate dată de gaz ideal este răcită astfel încât presiunea să rămână constantă, iar volumul scade cu 20%. Temperatura gazului:

- a. scade cu 20%      b. scade cu 25%      c. crește cu 20%      d. crește cu 25%      (2p)

5. Trei mase diferite din același gaz ideal sunt supuse unor transformări la aceeași valoare constantă a presiunii. Studiind dependența ilustrată în figura alăturată relația dintre masele celor trei gaze este:

- a.  $m_1 = m_2 = m_3$   
b.  $m_1 > m_2 > m_3$   
c.  $m_2 > m_3 > m_1$   
d.  $m_3 > m_2 > m_1$



(3p)

**B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-o incintă de volum constant este închisă o masă  $m = 8,8 \text{ kg}$  de  $CO_2$  ( $\mu = 44 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 10 \text{ atm}$  și la temperatura  $t = 0^\circ\text{C}$ . Determinați:

- a. cantitatea de dioxid de carbon aflată în incintă;  
b. numărul de molecule de  $CO_2$  aflate într-un volum  $V = 1 \text{ m}^3$  (numărul lui Loschmidt) în condiții fizice normale ( $V_{\mu 0} = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $p_0 = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ Pa}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ );  
c. densitatea gazului aflat în incintă;  
d. presiunea gazului din incintă, dacă acesta este încălzit cu  $\Delta t = 27^\circ\text{C}$ .

**B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) descrie procesele

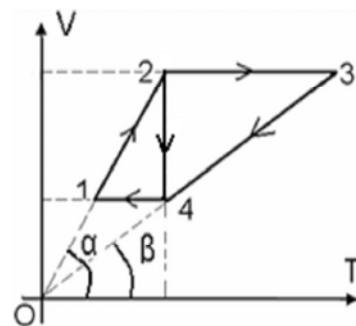
ciclice  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ , respectiv  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$  reprezentate în

coordonate  $V-T$  în figura alăturată. Se cunosc: presiunea

$p_1 = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ N/m}^2$ , temperaturile  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 327^\circ\text{C}$ , și volumul

$V_1 = 2 \ell$ . Se cer:

- a. reprezentarea grafică, în sistemul de coordonate  $p-V$ , a procesului ciclic  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$   
b. lucrul mecanic efectuat în procesul  $1 \rightarrow 2$ ;  
c. variația energiei interne  $\Delta U_{2-3}$ ;  
d. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul  $4 \rightarrow 1$ .



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Un sistem termodinamic suferă o transformare care, într-un sistem de coordonate având pe axe doi dintre parametri de stare, este reprezentată printr-o curbă continuă. Transformarea este cu siguranță o transformare:

- reversibilă
- ireversibilă
- cvasistatică
- necvasistatică

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice definite prin relația  $\frac{Q}{n\Delta T}$  este:

- $\frac{\text{J}}{\text{K}}$
- $\frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$
- $\frac{\text{Kg} \cdot \text{K}}{\text{J}}$
- $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

3. La temperaturi ridicate fractiunea  $f$  din moleculele unui gaz biatomic disociază. După disociere, raportul dintre numărul de molecule nedisociate și numărul total de particule (atomi și molecule) este:

- $\frac{1-f}{1+f}$
- $\frac{f}{1+f}$
- $\frac{1-f}{1+2f}$
- $\frac{f}{1+2f}$

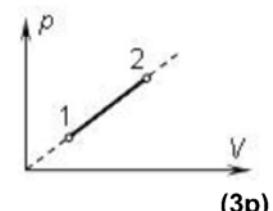
4. Numărul lui Avogadro reprezintă numărul de particule:

- dintron kg de substanță;
- dintron mol de substanță;
- dintron  $\text{m}^3$  de gaz aflat în condiții normale de temperatură și presiune;
- dintron kg de gaz aflat în condiții normale de temperatură și presiune.

5. În figura alăturată este reprezentată o transformare  $1 \rightarrow 2$  suferită de 1 mol de gaz

ideal, care se încălzește cu  $10^\circ\text{C}$ . Lucrul mecanic efectuat de gaz are valoarea:

- 4,155 J
- 8,31 J
- 12,465 J
- 16,62 J



**(3p)**

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Se cunosc: volumul molar al unui gaz în condiții fizice normale  $V_{\mu 0} = 22,41 \ell/\text{mol}$  și masele molare ale azotului și oxigenului  $\mu_1 = 28 \text{ g/mol}$ , respectiv  $\mu_2 = 32 \text{ g/mol}$ .

- Calculați numărul de molecule conținute într-o masă de  $m_1 = 56 \text{ g}$  de azot.
- Calculați numărul de molecule conținute într-un volum de  $V_{O_2} = 14,94 \ell$  de oxigen, aflat în condiții normale de temperatură și presiune.
- Se realizează un amestec din  $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$  molecule de azot și  $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$  molecule de oxigen. Determinați masa molară a amestecului.
- Determinați concentrațiile masice ale celor două gaze în amestecul de la punctul c. (raportul dintre masa fiecărui component și masa totală a amestecului).

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) poate trece dintr-o stare A, caracterizată de presiunea  $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_A = 2\ell$ , într-o stare B, caracterizată de presiunea  $p_B = 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_B = 3\ell$ , pe două căi distințe:

- o transformare izocoră  $A \rightarrow 1$ , urmată de o transformare izobară  $1 \rightarrow B$
- o transformare izotermă  $A \rightarrow 2$ , urmată de o transformare izocoră  $2 \rightarrow B$

- Reprezentați grafic succesiunile de transformări pe cele două căi în sistemul de coordonate  $p-V$ ;
- Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul  $A \rightarrow 1 \rightarrow B$ ;
- Determinați variația energiei interne a gazului în procesul  $A \rightarrow 1 \rightarrow B$ ;
- Determinați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea  $A \rightarrow 2 \rightarrow B$ .

Se cunoaște că  $\ln 1,5 \approx 0,4$

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, căldura molară este definită de expresia:

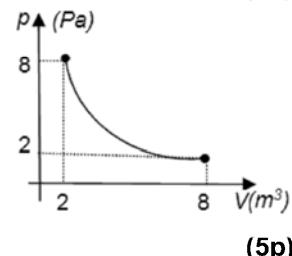
a.  $\frac{Q}{\Delta T}$       b.  $\frac{Q}{m\Delta T}$       c.  $\frac{Q}{v\Delta T}$       d.  $\frac{Q}{\mu\Delta T}$       (2p)

2. Într-un vas de volum  $V_1 = V$ , se găsește hidrogen molecular ( $\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la presiunea  $p_1 = p$  și temperatura  $T_1 = T$ . În al doilea vas de volum  $V_2 = 0,25 \cdot V$ , se găsește oxigen molecular ( $\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la presiunea  $p_2 = 2 \cdot p$  și temperatura  $T_2 = a \cdot T$ , unde „a” este o constantă. Dacă, masa de hidrogen și oxigen din cele două vase este aceeași, constanta „a” are valoarea:

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

3. O cantitate dată de gaz ideal aflată la  $t = 27^\circ\text{C}$  efectuează o destindere reprezentată în sistemul de coordonate  $p-V$  ca în figura alăturată. Se cunoaște  $\ln 2 \approx 0,69$ . Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul are valoarea:

- a. -40 J
- b. -22,08 J
- c. 22,08 J
- d. 40 J



4. Într-un vas termostatat de volum  $V$  se găsesc  $v$  moli de gaz ideal cu  $C_V = \frac{5}{2}R$ , la temperatura  $T$ . Dacă o fracție  $f$  din moleculele gazului părăsesc sistemul, variația energiei interne a gazului este egală cu:

a.  $\frac{5}{2}vRT$       b.  $-\frac{5}{2}fvRT$       c.  $\frac{5}{2}fvRT$       d.  $-\frac{3}{2}fvRT$       (3p)

5. Motorul Otto este un motor termic cu ardere internă în patru timpi, timpul motor fiind:

- a. aspirația;
- b. compresia;
- c. arderea și detenta;
- d. arderea izobară și detenta.

(2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Un gaz ideal este închis într-un cilindru cu piston etanș, de masă neglijabilă care se poate deplasa fără frecare. În starea inițială gazul ocupă volumul  $V_1 = 5 \ell$  și conține un număr  $N = 3 \cdot 10^{24}$  molecule. Gazul este încălzit la presiune constantă până la temperatura  $t_2 = 527^\circ\text{C}$ , proces în care volumul său crește cu 25 %. Determinați:

- a. cantitatea de gaz din cilindru;
- b. volumul ocupat de gaz în starea finală;
- c. temperatura inițială a gazului;
- d. concentrația inițială a moleculelor de gaz (numărul de molecule din unitatea de volum).

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

O cantitate  $v = 2 \text{ mol}$  de heliu ( $\gamma = 5/3$ ) efectuează un proces ciclic format din două transformări la volum constant și două transformări la presiune constantă. Transformarea  $1 \rightarrow 2$  este încălzirea izocoră la volumul minim, iar  $3 \rightarrow 4$  este răcire izocoră la volumul maxim. Temperaturile celor patru stări sunt:  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = t_4$  și  $t_3 = 927^\circ\text{C}$ .

- a. Reprezentați procesul ciclic descris în sistemul de coordonate  $p-V$ .
- b. Determinați energia internă a gazului în starea (2).
- c. Calculați lucrul schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu.
- d. Determinați căldura primită de gaz din exterior.

### EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

#### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: 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.

#### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

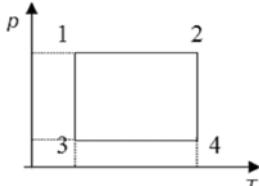
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

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

- |                              |  |                              |  |
|------------------------------|--|------------------------------|--|
| a. $\text{N} \cdot \text{m}$ | b. $\frac{\text{N} \cdot \text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ | c. $\text{J} \cdot \text{K}$ | d. $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ |
|------------------------------|--|------------------------------|--|
- (2p)

2. O cantitate dată de gaz ideal efectuează un proces ciclic reprezentat în coordonate  $(p, T)$  în figura alăturată. Valoarea maximă a densității gazului se atinge în starea:

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4.



(5p)

3. În cilindrul unui motor termic are loc comprimarea rapidă a unui gaz ideal în următoarele condiții: raportul dintre volumul inițial și volumul final  $(V_i / V_f) = 10$ , iar raportul dintre presiunea inițială și cea finală  $(p_i / p_f) = 0,04$ . Dacă temperatura inițială este  $T_i = 300\text{K}$ , temperatura finală are valoarea:

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| a. 350 K | b. 500 K | c. 600 K | d. 750 K |
|----------|----------|----------|----------|
- (3p)

4. Coeficienții calorici în transformările izotermă și adiabatică suferite de un gaz sunt:

- a. zero în ambele transformări;
  - b. infinit în ambele transformări;
  - c. zero în transformarea izotermă și infinit în transformarea adiabatică;
  - d. infinit în transformarea izotermă și zero în transformarea adiabatică.
- (3p)

5. Lucrul mecanic efectuat de un gaz ideal este nul într-un proces:

- |            |           |           |              |
|------------|-----------|-----------|--------------|
| a. izoterm | b. izocor | c. izobar | d. adiabatic |
|------------|-----------|-----------|--------------|
- (2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum  $V = 30\ell$  se află heliu ( $\mu_{He} = 4 \cdot 10^{-3}\text{kg/mol}$ ) la presiunea  $p = 8,31 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperatură  $t = 27^\circ\text{C}$ . În butelie se mai introduce hidrogen molecular ( $\mu_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3}\text{kg/mol}$ ) cu masa  $m_2 = 4\text{ g}$ , masa de heliu și temperatura rămânând neschimbate. Amestecul poate fi considerat gaz ideal, iar peretii buteliei rezistă până la presiunea  $p_{\max} = 12,465 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Determinați:

- a. masa heliului din butelie;
- b. presiunea din butelie după introducerea hidrogenului;
- c. temperatura maximă, până la care poate fi încălzită accidental butelia după introducerea hidrogenului;
- d. raportul densităților medii ale amestecului înainte și după încălzire.

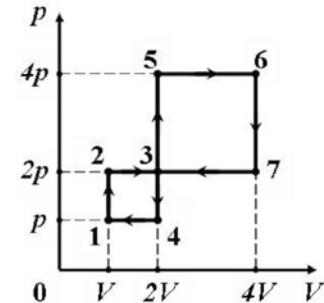
#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două motoare termice funcționează cu aceeași cantitate de gaz ideal monoatomic, ( $\gamma = 5/3$ ), după ciclurile I (12341), respectiv II (35673), reprezentate în coordonate  $p-V$  în figura alăturată.

- a. Reprezentați grafic aceste procese ciclice în aceeași diagramă  $V-T$ .
- b. Calculați raportul energiilor interne ale gazului  $U_6/U_1$ .
- c. Determinați raportul lucrurilor mecanice totale,  $L_I/L_{II}$ , schimbate de gazul ideal cu mediul exterior în cele două procese ciclice.
- d. Determinați raportul căldurilor totale schimbate de gazul ideal cu mediul exterior în cele două procese ciclice,  $Q_I/Q_{II}$ .



Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### SUBIECTUL I -

(15 puncte)

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

1. Dintre mărimile fizice de mai jos, mărimă fizică de proces este:

- a. temperatura      b. căldura      c. volumul      d. presiunea      (2p)

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia de mai jos care are aceeași unitate de măsură ca și temperatura este:

- a.  $Q/(nR)$       b.  $QnR$       c.  $QR$       d.  $Q/R$       (3p)

3. Procesul termodinamic în care căldura absorbită de la o sursă termică este transformată integral în lucru mecanic este:

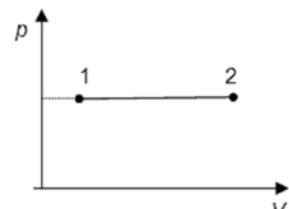
- a. comprimare izobară;  
b. comprimare izotermă;  
c. destindere adiabatică;  
d. destindere izotermă.      (5p)

4. O cantitate constantă de gaz ideal se destinde după legea  $pV^2 = \text{const.}$  În cursul procesului temperatura gazului:

- a. crește      b. scade      c. rămâne constantă      d. crește apoi scade      (3p)

5. O cantitate constantă de gaz ideal având exponentul adiabatic  $\gamma = 1,4$  descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordinate  $p-V$  ca în figura alăturată. Căldura schimbătă de gaz cu mediul exterior în cursul transformării este  $Q = 140 \text{ J}$ . Variația energiei interne a gazului are valoarea:

- a. 80 J  
b. 90 J  
c. 100 J  
d. 110 J      (2p)



### B. SUBIECTUL II -

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie de volum  $V = 8,31 \text{ dm}^3$  conține  $m_1 = 16 \text{ g}$  de oxigen și  $m_2 = 14 \text{ g}$  de azot la temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ . Oxigenul și azotul, considerate gaze ideale, au masele molare  $\mu_1 = 32 \text{ kg/kmol}$  și respectiv  $\mu_2 = 28 \text{ kg/kmol}$ . Determinați:

- a. cantitatea de oxigen din butelie;  
b. numărul de molecule de azot din butelie;  
c. masa molară a amestecului;  
d. presiunea gazului din butelie.

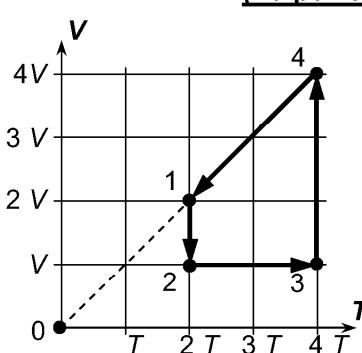
### B. SUBIECTUL III -

(15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate constantă de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea ciclică 12341, în care volumul  $V$  depinde de temperatura absolută  $T$  așa cum se arată în graficul alăturat. Cunoscând exponentul adiabatic al gazului ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ) și căldura schimbătă de gaz cu exteriorul în transformarea 23 ( $Q_{23} = 150 \text{ J}$ ), calculați:

- a. rapoartele  $\frac{p_2}{p_1}, \frac{p_3}{p_2}, \frac{p_4}{p_3}, \frac{p_1}{p_4}$ ;  
b. căldura  $Q_{41}$  schimbătă de gaz cu exteriorul în procesul 41;  
c. raportul  $x = \frac{L_{12}}{L_{34}}$  dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea 12 și în transformarea 34;  
d. raportul  $y = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta U_{41}}$  dintre variațiile energiei interne a gazului în transformările 23 și 41.



Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a căldurii specifice este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$       (2p)

2. Un gaz ideal trece din starea inițială de temperatură  $T_1$  în starea finală de temperatură  $T_3$  prin două transformări succesive: o încălzire izocoră urmată de o destindere izobară. Variația energiei interne în acest proces este:

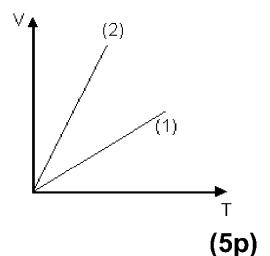
- a.  $\Delta U = nC_V(T_2 - T_1) + nC_p(T_3 - T_2)$   
b. 0  
c.  $\Delta U = nC_V(T_3 + 2T_2 - T_1)$   
d.  $\Delta U = nC_V(T_3 - T_1)$       (3p)

3. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal monoatomic poate fi exprimată sub forma:

- a.  $U = n \cdot R \cdot T$       b.  $U = n \cdot R \cdot \Delta T$       c.  $U = \frac{3}{2}n \cdot R \cdot \Delta T$       d.  $U = \frac{3}{2}n \cdot R \cdot T$       (3p)

4. O aceeași cantitate de gaz ideal suferă transformări izobare la presiunile  $p_1$ , respectiv  $p_2$ . Variația volumului gazului în funcție de temperatură în fiecare dintre cele două transformări este redată în figura alăturată. Între presiunile  $p_1$  și  $p_2$  există relația:

- a.  $p_1 < p_2$   
b.  $p_1 = p_2$   
c.  $p_1 > p_2$   
d.  $p_1 = p_2 / 2$ .      (5p)



5. O cantitate  $n = 4$  moli de gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) aflat la temperatura  $T_1 = 600\text{ K}$  este răcit adiabatic până la temperatura  $T_2 = 300\text{ K}$ . Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul este aproximativ egal cu:

- a. 30,5 kJ      b. 24,9 kJ      c. -24,9 kJ      d. -30,5 kJ.      (2p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal este închis într-un recipient de volum constant  $V = 20\text{ cm}^3$  la presiunea  $p = 1,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$  și temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ . Cunoscând masa molară a gazului  $\mu = 32\text{ g/mol}$ , determinați:

- a. masa gazului din recipient;  
b. numărul total de molecule de gaz din recipient;  
c. densitatea gazului din incintă;  
d. temperatura la care este încălzit gazul dacă presiunea lui devine  $p_1 = 4,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ .

#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic funcționează după un ciclu format din 2 transformări izoterme și 2 transformări adiabatice:  $1 \rightarrow 2$  și  $3 \rightarrow 4$  izoterme, respectiv  $2 \rightarrow 3$  și  $4 \rightarrow 1$  adiabate. Motorul are ca substanță de lucru un gaz ideal

monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ). Temperatura la începutul comprimării izoterme este  $T_c = 300\text{ K}$ , de-a lungul unui

ciclu gazul efectuează lucrul mecanic  $L = 10^3\text{ J}$  absorbind căldura  $Q_1 = 1500\text{ J}$ , iar lucrul mecanic efectuat de un mol de gaz în timpul destinderii adiabatice este  $L_{23} = 7,479\text{ kJ}$ .

- a. Calculați căldura cedată de substanță de lucru pe parcursul unui ciclu;  
b. Calculați temperatura gazului la care are loc transformarea  $1 \rightarrow 2$ ;  
c. Determinați valoarea lucrului mecanic primit de un mol de gaz în cursul comprimării adiabatice;  
d. Demonstrați că între volumele  $V_1, V_2, V_3, V_4$  există relația  $V_1 \cdot V_3 = V_2 \cdot V_4$ .

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Masa molară a unei substanțe reprezentă:

a. masa unei cantități de substanță ce ocupă volumul  $V_{\mu_0} = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$ .

b. masa unei cantități de substanță egală cu a 12-a parte din masa atomică a  $^{12}_6\text{C}$ .

c. masa unei cantități de substanță ce conține 12g de  $^{12}_6\text{C}$ .

d. masa unei cantități de substanță ce conține un număr de molecule egal cu numărul lui Avogadro. **(2p)**

2. Aceeași cantitate de căldură este necesară pentru a mări temperatura unei mase  $m_1 = 1 \text{ kg}$  de apă de la  $t_1 = 25^\circ\text{C}$  la  $t_2 = 25^\circ\text{C}$  ca și pentru a încălzi cu  $\Delta t = 100^\circ\text{C}$  un corp. Căldura specifică a apei fiind egală cu  $c_a \approx 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , capacitatea calorică a corpului este egală cu:

a. 840 J/K      b. 420 J/K      c. 210 J/K      d. 150 J/K **(3p)**

3. O butelie conține o masă  $m_1 = 2 \text{ kg}$  de heliu ( $\mu_1 = 4 \text{ g/mol}$ ). Numărul de molecule de heliu aflate în vas este aproximativ:

a.  $3 \cdot 10^{26}$       b.  $6 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$       c.  $3 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$       d.  $6 \cdot 10^{23}$  **(3p)**

4. În timpul admisiei, într-un cilindru cu piston al unui motor Diesel pătrunde:

a. benzină      b. aer      c. motorină      d. aer și motorină **(2p)**

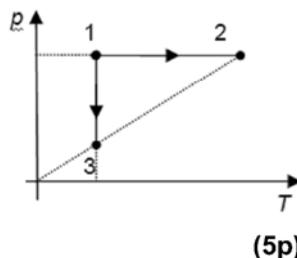
5. Plecând din aceeași stare initială de echilibru termodinamic 1, o cantitate dată de gaz ideal își poate dubla volumul prin două procese termodinamice distincte: 1-2, respectiv 1-3. Raportul dintre lucrul mecanic efectuat în procesul 1-2 ( $L_{12}$ ) și lucrul mecanic efectuat în procesul 1-3 ( $L_{13}$ ) este egal cu:

a. 2

b.  $2 \cdot \ln 2$

c.  $1/\ln 2$

d.  $1/2$  **(5p)**



#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie cu volumul  $V = 50 \text{ dm}^3$  conține azot, considerat gaz ideal, ( $\mu = 28 \text{ g/mol}$ ) la temperatura  $t = 7^\circ\text{C}$ .

Robinetul buteliei nu este închis etanș, astfel încât, în timp, se pierde gaz. Presiunea azotului din butelie în starea inițială are valoarea  $p = 831 \text{ kPa}$ .

a. Determinați masa de azot din butelie în starea inițială.

b. Determinați cantitatea de azot rămasă în butelie dacă 20% din masa de gaz existentă inițial a ieșit din butelie.

c. Determinați numărul de molecule de azot care au părăsit butelia în condițiile precizate la punctul b.

d. Presupunând că după ce a ieșit o cantitate de azot din butelie presiunea gazului nu s-a modificat, precizați, justificând răspunsul, cum s-a modificat temperatura gazului. **(5p)**

#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 10 \text{ mol}$  de oxigen ( $\mu = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ), considerat gaz ideal, efectuează o transformare ciclică ABCA. Transformarea AB are loc la presiune constantă, transformarea BC la volum constant, iar transformarea CA are loc la temperatură constantă. Presiunea în starea A are valoarea  $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

Volumul ocupat de gaz în starea B este de două ori mai mare decât volumul din starea A. Se cunoaște valoarea densității gazului în starea A,  $\rho_A = 3,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $\gamma_{\text{oxygen}} = \frac{7}{5}$  și  $\ln 2 = 0,69$ .

a. Reprezentați grafic, procesul ciclic descris de gaz într-un sistem de coordonate  $p-V$ .

b. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea ciclică, precizând dacă este primit sau cedat

c. Calculați valoarea căldurii cedate de gaz mediului exterior în transformarea ciclică.

d. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea AB.

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### SUBIECTUL I -

**(15 puncte)**

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

1. Înțând seama de simbolurile unităților de măsură folosite în manuale, unitatea de măsură în S.I., a mărimii fizice a cărei expresie are forma  $\frac{\Delta U + L}{n\Delta T}$  este:

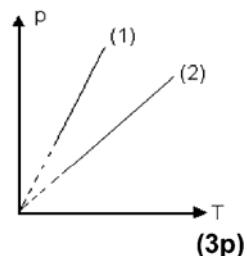
- a.  $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$       b.  $\text{J}/\text{kg}$       c.  $\text{J}/\text{kmol}$       d.  $\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  (2p)

2. Într-un proces termodinamic în care temperatura rămâne constantă, gazul trece din starea de echilibru (1), caracterizată de parametrii  $p_1$  și  $V_1$ , în starea de echilibru (2), caracterizată de parametrii  $p_2$  și  $V_2$ . Este adevărată relația:

- a.  $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$       b.  $V_2 = V_1 \frac{p_2}{p_1}$       c.  $\frac{p_1}{V_2} = \frac{p_2}{V_1}$       d.  $p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1}$  (2p)

3. În figură sunt reprezentate, în coordinate  $p-T$ , două transformări izocore pentru mase egale din același tip de gaz ideal. Despre volumele  $V_1$  și  $V_2$  ocupate de gaz în cele două transformări se poate afirma că:

- a.  $V_2 > V_1$   
b.  $V_2 = V_1$   
c.  $V_2 < V_1$   
d.  $2V_2 = V_1$



4. Densitatea unui gaz care are masa molară  $16,62 \text{ g/mol}$  și presiunea  $p = 10^4 \text{ Pa}$  la temperatura  $\theta = -23^\circ\text{C}$  este egală cu:

- a.  $0,02 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$       b.  $0,04 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$       c.  $0,066 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$       d.  $0,08 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (3p)

5. Căldura molară la volum constant pentru un gaz ideal monoatomic este  $1,5R$ . Raportul dintre căldura primită de un gaz ideal monoatomic într-o transformare izobară și lucrul mecanic efectuat de forță de presiune este egal cu:

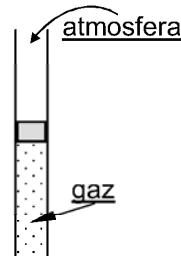
- a. 2,5      b. 2      c. 1,5      d. 1. (5p)

#### B. SUBIECTUL II –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un număr  $N = 21,07 \cdot 10^{23}$  atomi cu masa atomică relativă  $m_r = 4$  ai unui gaz se găsesc într-un tub vertical de secțiune  $S = 8,31 \text{ dm}^2$ , redat în figura alăturată. Gazul, considerat ideal, este separat de atmosferă printr-un piston etanș, de masă neglijabilă care se poate deplasa fără frecare. Presiunea atmosferică are valoarea  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  iar temperatura gazului este de  $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$ . Determinați:



- a. masa molară a gazului din care provin atomii din tub;  
b. masa gazului din tub;  
c. lungimea coloanei de gaz în condițiile initiale;  
d. lungimea coloanei de gaz în momentul în care acesta are temperatura  $\theta_2 = 47^\circ\text{C}$  ca urmare a încălzirii sale lente, presupunând că tubul este suficient de lung.

#### B. SUBIECTUL III –

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Funcționarea motorului Diesel are la bază procesul ciclic redat în figura alăturată.

Gazul are căldura molară la volum constant  $C_V = 2,5 R$  și parametrii în starea (1):

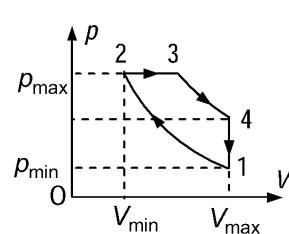
$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 16,62 \text{ dm}^3$  și  $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$ . Pe parcursul procesului ciclic,  $T_2 = 2,8 T_1$ ,  $T_3 = 5,56 T_1$ .

- a. Folosind diagrama, prezentați fenomenele care au loc în cilindru pe parcursul timpului III de funcționare al motorului și argumentați afirmația că acest timp este *timpul motor*.

- b. Aflați energia internă a gazului în starea (1).

- c. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul pe parcursul comprimării adiabatice.

- d. Calculați căldura primită de gaz.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Folosind notațiile din manualele de fizică, numărul de moli de substanță se poate determina cu ajutorul relației:

- a.  $\nu = \mu / m$       b.  $\nu = N / N_A$       c.  $\nu = pT$       d.  $\nu = 1 / N_A$       (2p)

2. Într-un proces termodinamic ciclic, variația energiei interne  $\Delta U$  a unui gaz ideal este, pe întregul ciclu:

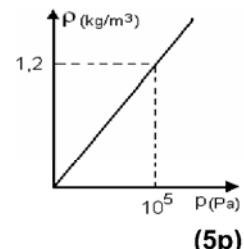
- a.  $\Delta U = Q$       b.  $\Delta U = L$       c.  $\Delta U = 0$       d.  $\Delta U = Q + L$       (3p)

3. Unitatea de măsură din S.I. a mărimii egale cu produsul dintre cantitatea de substanță și variația de temperatură este aceeași cu a mărimii egale cu raportul dintre:

- a. căldură și căldură specifică  
b. căldură specifică și căldură  
c. căldură și căldură molară  
d. căldură molară și căldură      (3p)

4. În graficul, din figura alăturată este reprezentată dependența densității oxigenului ( $\mu = 32 \text{ g/mol}$ ) de presiunea gazului, menținut la temperatură constantă. Temperatura pentru care a fost tracată această dependență este de aproximativ:

- a.  $T = 273 \text{ K}$   
b.  $T = 320 \text{ K}$   
c.  $T = 400 \text{ K}$   
d.  $T = 1273 \text{ K}$



5. Energia internă a unui gaz ideal este o mărime fizică:

- a. de stare      b. de proces      c. vectorială      d. adimensională      (2p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie cu volumul  $V = 28 \text{ dm}^3$  se află azot ( $\mu_{N_2} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la temperatură  $t = 7^\circ \text{C}$  și presiunea  $p = 831 \text{ kPa}$ . Dacă se deschide robinetul buteliei, gazul ieșe din butelie atât timp cât presiunea gazului este mai mare decât presiunea atmosferică  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Se admite că temperatura gazului nu se modifică. Determinați:

- a. numărul de molecule de azot din butelie înainte de deschiderea robinetului;  
b. densitatea azotului din butelie în starea inițială;  
c. cantitatea de azot rămasă în butelie după deschiderea robinetului;  
d. raportul dintre masa gazului rămas în butelie și masa gazului care a ieșit din butelie când robinetul este deschis.

#### **B. SUBIECTUL III -**

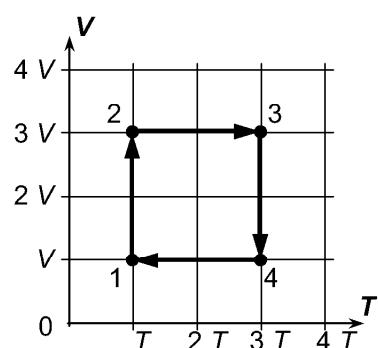
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate constantă de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea ciclică 12341, în care volumul  $V$  depinde de temperatură absolută  $T$  așa cum se arată în graficul alăturat.

Cunoșcând exponentul adiabatic al gazului ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ) și căldura schimbăță de gaz cu exteriorul în transformarea 23 ( $Q_{23} = 150 \text{ J}$ ), calculați:

- a. rapoartele  $\frac{p_2}{p_1}, \frac{p_3}{p_2}, \frac{p_4}{p_3}, \frac{p_1}{p_4}$ ;  
b. căldura  $Q_{41}$  schimbăță de gaz cu exteriorul în procesul 41;  
c. raportul  $x = \frac{L_{12}}{L_{34}}$  dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea 12 și în transformarea 34;  
d. raportul  $y = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta U_{41}}$  dintre variațiiile energiei interne a gazului în transformările 23 și 41.



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Două bile din fier, aflate la temperaturi diferite, sunt puse în contact. Neglijând efectele dilatării, între cele două bile are loc schimb de:

- a. lucru mecanic      b. substanță      c. căldură      d. temperatură      (2p)

2. Căldura molară izobară a unui gaz ideal având exponentul adiabatic egal cu 1,5 este aproximativ:

- a.  $24,9 \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       b.  $22 \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       c.  $24,9 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       d.  $22 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       (3p)

3. Un motor termic funcționează pe baza unui proces ciclic pe parcursul căruia primește căldură de la un corp cu temperatura  $T_1$  și cedează căldură altui corp cu temperatura  $T_2$ . Relația dintre aceste temperaturi este:

- a.  $T_1 < T_2$       b.  $T_1 \leq T_2$       c.  $T_1 \geq T_2$       d.  $T_1 > T_2$       (5p)

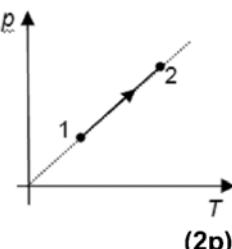
4. În două incinte de volume  $V$  și  $2V$  se află același tip de gaz considerat ideal. Prima incintă conține 1 kmol de gaz la temperatura  $T_1$ , iar a doua incintă conține 6 kmoli de gaz la temperatura  $T_2$ , presiunea fiind aceeași. Precizați relația corectă dintre temperaturi:

- a.  $T_1 = T_2$       b.  $T_1 = 3T_2$       c.  $T_1 = 6T_2$       d.  $T_1 = \frac{1}{6}T_2$       (3p)

5. O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) este supusă transformării 1-2

reprezentată în sistemul de coordonate  $p-T$  ca în figura alăturată. Energia internă a gazului crește cu 8,31 J. Căldura primită de gaz are valoarea:

- a. 20,78 J  
b. 12,46 J  
c. 8,31 J  
d. 4,16 J



**(2p)**

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru izolat adiabatic de mediul exterior este împărțit cu ajutorul unui piston termoconductor, inițial blocat, în două compartimente de volume  $V_1 = 4\ell$  și  $V_2 = 12\ell$ . Acestea conțin același gaz, considerat ideal, aflat inițial la presiunile  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și  $p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și temperaturile  $T_1 = 400 \text{ K}$ , respectiv  $T_2 = 280 \text{ K}$ . Determinați:

- a. cantitatea de gaz din compartimentul de volum  $V_1$   
b. numărul ( $N$ ) de particule din compartimentul de volum  $V_2$ ;  
c. temperatura de echilibru termic la care ajung gazele;  
d. valoarea raportului volumelor ocupate de gaz, dacă pistonul este deblocat după stabilirea echilibrului termic.

### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de oxigen cu masa  $m = 0,1 \text{ kg}$  ocupă inițial volumul  $V_1 = 10\ell$  la temperatura  $t_1 = 127^\circ\text{C}$ . Gazul este supus unei serii de transformări după cum urmează: 1-transformare izotermă cu dublarea volumului, 2-transformare izobară cu revenire la volumul inițial  $V_1$  și 3-transformare izocoră cu revenire la presiunea inițială  $p_1$ . Se cunosc:  $\ln 2 \approx 0,693$ ,  $C_V = \frac{5}{2}R$  și  $\mu = 32 \text{ kg/kmol}$ .

- a. Realizați diagrama transformărilor prin care trece gazul în coordonatele  $p-V$ .  
b. Calculați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea izotermă.  
c. Determinați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea izobară.  
d. Calculați variația energiei interne a oxigenului în procesul izocor.

**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009****Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I -****(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

- a.  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       d.  $\frac{\text{N}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$       (2p)

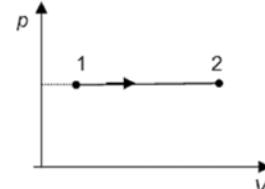
2. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, relația de calcul a energiei interne a gazului ideal biatomic este:

- a.  $U = NkT$       b.  $U = nRT$       c.  $U = \frac{3}{2}nRT$       d.  $U = \frac{5}{2}nRT$       (5p)

3. Într-o transformare la presiune constantă a unui mol de gaz ideal biatomic care se încalzește de la  $27^\circ\text{C}$  la  $227^\circ\text{C}$ , lucrul mecanic efectuat este:

- a. 831 J      b. 1662 J      c. 2493 J      d. 4155 J      (3p)

4. O cantitate dată de gaz ideal biatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) efectuează transformarea



$1 \rightarrow 2$  reprezentată în sistemul de coordonate  $p$ - $V$  în graficul alăturat. Căldura schimbată de gaz cu exteriorul este  $Q = 1,4 \text{ kJ}$ . Lucrul mecanic efectuat de gaz are valoarea:

- a. 100 J  
b. 200 J  
c. 300 J  
d. 400 J      (2p)

5. Dacă unui gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) îi crește volumul de 8 ori într-un proces adiabatic

( $p \cdot V^\gamma = \text{const.}$ ), presiunea sa:

- a. scade de 8 ori      b. crește de 8 ori      c. scade de 32 ori      d. crește de 32 ori      (3p)

**B. SUBIECTUL II -****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum  $V = 10 \ell$  se află un număr  $N_1 = 18,06 \cdot 10^{23}$  molecule de oxigen ( $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ ).

Determinați:

- a. cantitatea de oxigen din butelie;  
b. densitatea oxigenului din butelie;  
c. masa unei molecule de oxigen, exprimată în sistemul internațional;  
d. masa molară a amestecului obținut după introducerea în butelie a unui număr  $N_2 = 24,08 \cdot 10^{23}$  atomi de heliu ( $\mu_{He} = 4 \text{ g/mol}$ );

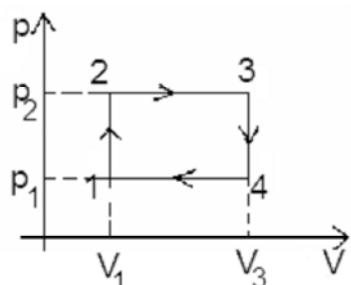
**B. SUBIECTUL III -****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) evoluează după procesul

termodinamic ciclic reprezentat în sistemul de coordonate  $p$ - $V$  în graficul alăturat. Se știe că în stare de echilibru termodinamic 1 temperatura este  $T_1 = 300 \text{ K}$ , iar între parametrii din stări diferite există relațiile:  $V_3 = 2V_1$  și  $p_2 = 2p_1$ . Se cer:

- a. reprezentarea grafică într-un sistem de coordonate  $V$ - $T$  a procesului ciclic;  
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în timpul unui ciclu;  
c. căldura cedată de gaz în timpul unui ciclu;  
d. lucrul mecanic efectuat de gaz într-o transformare  $3 \rightarrow 5$ , dacă din starea 3 gazul s-ar destinde adiabatic de la temperatura  $T_3$  la temperatura  $T_5 = 2T_1$ .



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

## **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Două sisteme termodinamice se află în echilibru termic dacă au:

- aceeași energie internă;
- aceeași temperatură;
- aceeași presiune;
- același număr de moli.

(2p)

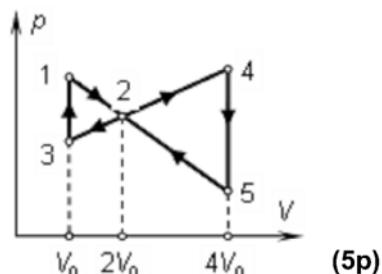
2. Un gaz ideal suferă o transformare în cursul căreia cedează în exterior o căldură de  $-25 \text{ J}$  și primește un lucru mecanic de  $-5 \text{ J}$ . Variația energiei interne a gazului în această transformare este:

- $\Delta U = +30 \text{ J}$
- $\Delta U = +20 \text{ J}$
- $\Delta U = -20 \text{ J}$
- $\Delta U = -30 \text{ J}$

(3p)

3. În figura alăturată sunt reprezentate două procese ciclice  $1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3 \Rightarrow 1$  și  $2 \Rightarrow 4 \Rightarrow 5 \Rightarrow 2$  parcuse de un gaz ideal. Între lucrurile mecanice efectuate de gazul ideal în cele două procese ciclice există relația:

- $L_{2452} = 2 \cdot L_{1231}$
- $L_{2452} = 3 \cdot L_{1231}$
- $L_{2452} = 4 \cdot L_{1231}$
- $L_{2452} = 5 \cdot L_{1231}$



(5p)

4. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Diesel este format din:

- două izoterme și două adiabate
- două adiabate și două izocore
- două izoterme și două izobare
- două adiabate o izocoră și o izobară

(2p)

5. Înănd cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice în S.I. este:

a.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$

b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$

d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$

(3p)

### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un student dorește să realizeze un amestec de oxigen  $O_2$  și azot  $N_2$  (gaze cu comportare presupusă ideală) a cărui masă molară să fie  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ . El dispune de două butelii: una conține  $64 \text{ g}$  de oxigen în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ), iar cealaltă conține azot la presiune ridicată și temperatură  $t_0$ . Studentul poate transfera azot din a doua butelie în prima, păstrând constantă masa de oxigen din prima butelie. Cunoscând masele moleculare  $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ , calculați (în unități ale S.I.):

- numărul moleculelor de oxigen din prima butelie;
- volumul oxigenului din prima butelie;
- masa de azot pe care studentul trebuie să o introducă în prima butelie pentru a obține amestecul dorit;
- presiunea finală a amestecului de gaze din prima butelie, presupunând că temperatura de echilibru a amestecului este egală cu  $t_0$ .

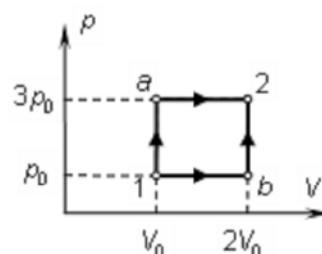
### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) este adus dintr-o stare inițială (1) într-o stare finală (2) pe două drumuri diferite:  $1 \rightarrow a \rightarrow 2$  și  $1 \rightarrow b \rightarrow 2$ , așa cum se vede în figura alăturată

- Calculați în funcție de  $p_0$  și  $V_0$  lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în procesul  $1 \rightarrow a \rightarrow 2$ .
- Calculați în funcție de  $p_0$  și  $V_0$  căldura schimbată de gaz cu exteriorul în procesul  $1 \rightarrow b \rightarrow 2$ .
- Scrîeti expresia matematică a principiului I al termodinamicii și utilizați-o pentru a calcula variațiile energiei interne a gazului pe cele două drumuri. Justificați rezultatul obținut.
- Reprezentați grafic cele două procese descrise în același sistem de coordonate  $p-T$ .



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

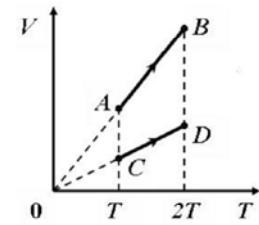
1. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeași unitate de măsură cu cea a căldurii molare este:

- a.  $Q/\Delta T$       b.  $Q/(m \cdot \Delta T)$       c.  $m \cdot c \cdot \Delta T$       d.  $Q/(v \cdot \Delta T)$       (2p)

2. Un gaz ideal efectuează transformările  $AB$  și  $CD$  reprezentate în figura alăturată.

Raportul căldurilor schimbate de gaz cu mediul exterior,  $(Q_{AB}/Q_{CD})$ , în cele două transformări este:

- a. 0,5  
b. 1  
c. 2  
d. 2,5



(5p)

3. O cantitate de gaz ideal se destinde izoterm până la volumul  $V_2 = 1\ell$ . În cursul acestui proces presiunea scade de la  $p_1 = 2,718 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  ( $2,718 = e$ ) la  $p_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Lucrul mecanic efectuat de gaz în timpul destinderii are valoarea:

- a. 100 J      b. 150 J      c. 200 J      d. 250 K      (3p)

4. Se amestecă  $\nu_1 = 4$  moli de hidrogen ( $\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) cu  $\nu_2 = 3$  moli de heliu ( $\mu_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ).

Amestecul se află la presiunea  $p = 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatură  $t = 27^\circ \text{C}$ . Densitatea amestecului este:

- a.  $10,739 \text{ g/m}^3$       b.  $45,104 \text{ g/m}^3$       c.  $114,6 \text{ g/m}^3$       d.  $451,04 \text{ g/m}^3$       (2p)

5. La comprimarea adiabatică a unui gaz ideal, acesta:

- a. primește lucru mecanic și se încălzește;  
b. primește lucru mecanic și se răcește;  
c. cedează lucru mecanic și se încălzește;  
d. cedează lucru mecanic și se răcește.

(3p)

#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cu volumul constant  $V = 30\ell$  este prevăzut cu o supapă ce permite comunicarea cu mediul exterior. În vas se află inițial aer, considerat gaz ideal, la presiunea atmosferică  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și la temperatura mediului ambiant  $t = 27^\circ \text{C}$ .

a. Calculați cantitatea inițială de aer din vas, la presiunea  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  și temperatura  $t = 27^\circ \text{C}$ .

b. Știind că densitatea aerului în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 \approx 10^5 \text{ N/m}^2$ ;  $t_0 = 0^\circ \text{C}$ ) este  $\rho_0 = 1,3 \text{ kg/m}^3$ , calculați masa de aer conținută în vas în starea inițială.

c. Determinați masa de aer care mai trebuie introdusă în vas la temperatura  $t = 27^\circ \text{C}$  pentru ca presiunea din vas să atingă valoarea  $p = 2,8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .

d. Aerul din vas se încălzește până ajunge la temperatura  $t_1 = 47^\circ \text{C}$ . Determinați numărul de molecule de aer care ies din vas pentru ca presiunea din vas să rămână egală cu  $p = 2,8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .

#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

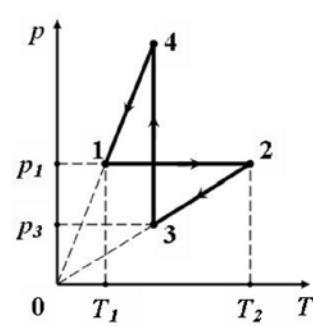
O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ( $\gamma = 5/3$ ) aflat inițial în starea caracterizată de presiunea  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , volumul  $V_1 = 1\ell$  și temperatura  $T_1 = 300\text{K}$  efectuează procesul ciclic reprezentat în coordonate  $p-T$  în figura alăturată. Se cunoaște că în starea 2 temperatura gazului este  $T_2 = 4 \cdot T_1$ , în starea 3 presiunea este  $p_3 = 0,5 \cdot p_1$ . Modulul căldurii cedate de gaz într-un ciclu este o fracție  $f$  din căldura primită de gaz într-un ciclu. Se cunoaște  $\ln 2 = 0,693$ .

a. Transcrieți procesul ciclic în diagramele  $p-V$  și  $V-T$ .

b. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea izobară.

c. Determinați variația energiei interne a gazului între stările 2 și 4.

d. Determinați valoarea fracției  $f$ .



Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Un înveliș adiabatic:

- a. nu permite schimb de căldură cu mediul exterior;
- b. nu permite schimb de lucru mecanic cu mediul exterior;
- c. permite schimb de căldură cu mediul exterior;
- d. nu permite modificarea energiei interne a sistemului.

**(2p)**

2. Exponentul adiabatic al unui gaz ideal este  $\gamma = 1,4$ . Căldura molară la presiune constantă pentru acest gaz are valoarea:

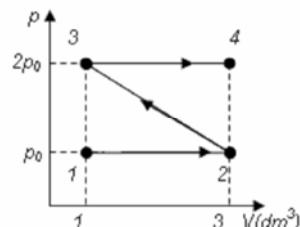
- a. 11,95 J/(mol · K)
- b. 14,085 J/(mol · K)
- c. 20,895 J/(mol · K)
- d. 29,085 J/(mol · K)

**(3p)**

3. O cantitate constantă de gaz ideal suferă succesiunea de transformări 1234

reprezentate grafic în figura alăturată. Cunoscând faptul că  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior are valoarea:

- a. -200 J
- b. -300 J
- c. 200 J
- d. 300 J



**(5p)**

4. Un gaz ideal cedează căldură mediului exterior pe parcursul unei:

- a. destinderi izobare;
- b. comprimări adiabatice;
- c. transformări izocore în care presiunea crește;
- d. comprimări izoterme.

**(3p)**

5. O masă  $m = 2,9 \text{ g}$  de aer ( $\mu \approx 29 \text{ g/mol}$ ) a fost încălzită cu  $\Delta T = 200 \text{ K}$  primind căldura  $Q = 700 \text{ J}$ . Lucrul

mecanic efectuat de gaz ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) are valoarea:

- a. 118,3 J
- b. 201,4 J
- c. 284,5 J
- d. 450,7 J

**(2p)**

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie cu volumul  $V = 40 \ell$  conține inițial o masă  $m_1 = 140 \text{ g}$  de azot ( $\mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . În butelie se adaugă apoi încă  $m_2 = 70 \text{ g}$  azot și se constată că temperatura gazului devine  $t_2 = 27^\circ \text{C}$ . Determinați:

- a. temperatura inițială a gazului din butelie;
- b. densitatea inițială a gazului din butelie;
- c. presiunea gazului din butelie în starea finală;
- d. numărul de molecule de azot existente în butelie în starea finală.

#### **B. SUBIECTUL III –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un piston care se poate mișca fără frecări într-un cilindru orizontal separat de mediul exterior un volum  $V_1 = 10 \ell$  de gaz ideal ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) la temperatura  $t_1 = 27^\circ \text{C}$  și presiunea  $p_1 = 1 \text{ atm} (\equiv 10^5 \text{ N/m}^2)$ . Inițial pistonul este în echilibru. Încălzind gazul închis în cilindru pistonul se deplasează lent. Când temperatura devine  $T_2 = 900 \text{ K}$ , pistonul se blochează. Aerul din cilindru este încălzit în continuare până când presiunea devie  $p_3 = 2 \text{ atm}$ .

- a. Determinați lucrul mecanic efectuat de gaz în timpul deplasării pistonului;
- b. Calculați variația energiei interne a gazului în timpul deplasării pistonului;
- c. Determinați căldura transmisă gazului din momentul blocării pistonului până când presiunea acestuia devine  $p_3 = 2 \text{ atm}$ .
- d. Reprezentați în sistemul de coordonate  $p$ - $V$  procesele suferite de gaz.

**„EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009**

**Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a masei molare în S.I. este:

- a. g                      b. mol                      c. mol/kg                      d. kg/mol                      (2p)

2. Înănd cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, relația  $\Delta U = \nu C_V \Delta T$  este valabilă:

- a. numai în procesele izocore ale gazului ideal;  
 b. în orice proces termodinamic suferit de un gaz considerat ideal;  
 c. în procesele în care  $Q \neq 0$ ;  
 d. numai în procesele izoterme suferite de un gaz considerat ideal.                      (3p)

3. Într-un vas se află închis hidrogen ( $\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ) la presiunea  $p = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $t = 27^\circ\text{C}$ .

Densitatea hidrogenului din vas este aproximativ:

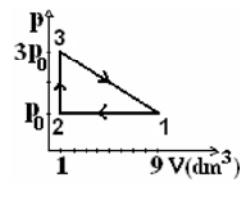
- a.  $0,06 \text{ kg/m}^3$               b.  $0,08 \text{ kg/m}^3$               c.  $0,1 \text{ kg/m}^3$               d.  $0,5 \text{ kg/m}^3$                       (5p)

4. Într-o transformare izobară ( $p = \text{const}$ ) a unui gaz ideal se constată că lucrul mecanic este de 3 ori mai mic decât căldura primită de gaz. Căldura molară izocoră a gazului este:

- a.  $8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$               b.  $12,42 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$               c.  $16,62 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$               d.  $24,23 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$                       (3p)

5. Lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior de un gaz ideal ( $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ ) în transformarea ciclică ilustrată în figura alăturată este:

- a. 360 J  
 b. 800 J  
 c. 1200 J  
 d. 1600 J



(2p)

**B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un aerostat se află un amestec de azot  $N_2$ , oxigen  $O_2$  și ozon  $O_3$  (gaze cu comportare considerată ideală) la presiunea  $p = 0,9p_0$  și temperatură  $t = -9^\circ\text{C}$ . Masele azotului și oxigenului reprezintă, respectiv, 70% și 27% din masa amestecului. Cunoscând masele molare  $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ,  $\mu_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$ , și  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$  calculați (în unități ale S.I.):

- a. masa  $m_{01}$  a moleculei de azot și masa molară  $\mu_{O_3}$  a ozonului;  
 b. masa molară medie amestecului din aerostat;  
 c. densitatea amestecului din aerostat;  
 d. masa molară a amestecului din aerostat dacă toate moleculele de ozon s-ar transforma în oxigen  $O_2$ . Interpretăți rezultatul.

**B. SUBIECTUL III –**

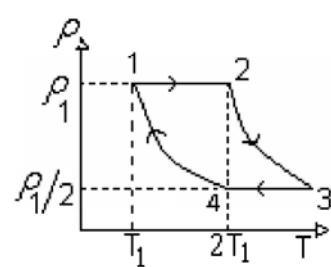
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de heliu cu exponentul adiabatic  $\gamma = \frac{5}{3}$  se găsește la presiunea

$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  și volumul  $V_1 = 4 \text{ dm}^3$ . Gazul suferă o transformare ciclică în care dependența densității gazului de temperatură este ilustrată în figura alăturată. În procesele  $2 \rightarrow 3$  și  $4 \rightarrow 1$  densitatea și temperatura absolută variază astfel încât  $\rho \cdot T = \text{ct}$ , iar în transformarea  $1 \rightarrow 2$  temperatura se dublează.

- a. Reprezentați ciclul în sistemul de coordinate  $p-V$ .  
 b. Determinați căldura primită de heliu în procesul  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ .  
 c. Calculați variația energiei interne în procesul  $3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ .  
 d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea  $4 \rightarrow 1$



- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICA
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### SUBIECTUL I -

**(15 puncte)**

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

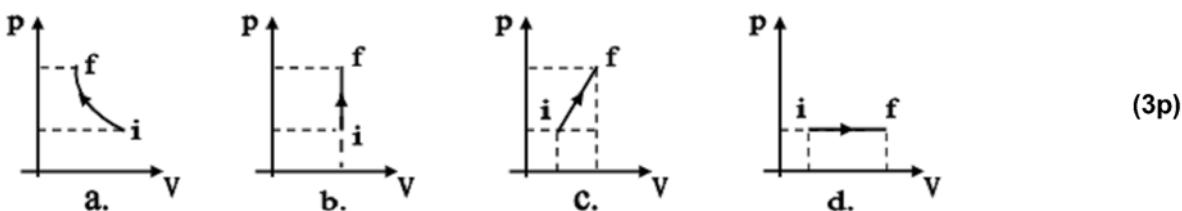
1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a capacitații calorice a unui corp este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       d. J      (2p)

2. O masă  $m = 50 \text{ g}$  de gaz conține un număr  $N = 10^{24}$  de molecule. Masa molară a gazului este aproximativ egală cu:

- a. 30 g/mol      b. 28 g/mol      c. 18 g/mol      d. 16 g/mol      (3p)

3. Dintre graficele reprezentate în figura de mai jos, graficul care redă corect procesul admisie în cazul ciclului motorul Otto idealizat este:



4. Două butelii identice conțin mase egale de heliu ( $\mu_1 = 4 \text{ g/mol}$ ) respectiv metan ( $\mu_2 = 16 \text{ g/mol}$ ) la aceeași temperatură. Căldurile molare izocore ale celor două gaze au valorile  $C_{V1} = 3 \cdot R / 2$ , respectiv  $C_{V2} = 3 \cdot R$ . Raportul energiilor interne ale celor două gaze este egal cu:

- a. 8      b. 4      c. 2      d. 1      (5p)

5. Un gaz ideal având exponentul adiabatic  $\gamma$  se destinde adiabatic. Parametrii de stare ai gazului în starea inițială sunt  $p_1, V_1, T_1$ , iar în starea finală  $p_2, V_2, T_2$ . Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare se poate exprima sub forma:

- a.  $\frac{p_1 \cdot V_1 - p_2 \cdot V_2}{\gamma - 1}$       b.  $R \cdot \gamma \cdot (T_1 - T_2)$       c.  $\gamma \cdot (p_2 \cdot V_2 - p_1 \cdot V_1)$       d.  $\frac{R \cdot (T_2 - T_1)}{\gamma - 1}$       (2p)

#### B. SUBIECTUL II -

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal de volum  $V = 11,6 \text{ dm}^3$  este separat în două compartimente printr-un piston ușor, subțire, termoizolant, care se poate deplasa cu frecări neglijabile. Inițial pistonul se află în echilibru la mijlocul cilindrului. Primul compartiment conține azot molecular ( $N_2$ ) la temperatura  $t_1 = 12^\circ\text{C}$ , iar al doilea compartiment conține monoxid de carbon (CO) la temperatura  $t_2 = 22^\circ\text{C}$ . Gazele din ambele compartimente se consideră ideale și se cunosc masele atomice relative ale azotului  $m_{r,N} = 14$ , carbonului  $m_{r,C} = 12$  și oxigenului  $m_{r,O} = 16$ .

- Determinați masele molare ale celor două gaze.
- Determinați raportul dintre masele de gaz din cele două incinte.
- Precizați în care dintre incinte se află un număr mai mare de molecule. Justificați răspunsul.
- Presupunând că gazul din primul compartiment este încălzit cu  $\Delta T = 10 \text{ K}$ , iar gazul din cel de-al doilea compartiment este menținut la temperatura inițială, precizați ce se întâmplă cu volumul ocupat de azot și determinați variația acestui volum, dacă raportul maselor celor două gaze este  $m_1/m_2 = 59/57$ .

#### B. SUBIECTUL III -

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal diatomic ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) se află într-un cilindru cu piston la

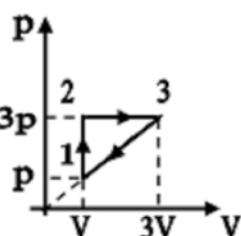
temperatura  $t_1 = 7^\circ\text{C}$ . Gazul este supus succesiunii de transformări indicate în figura alăturată. Lucrul mecanic efectuat de gaz într-un ciclu este egal cu  $L_{1231} = 200 \text{ J}$ .

- Precizați tipul transformărilor  $1 \rightarrow 2$  și  $2 \rightarrow 3$  din cadrul ciclului indicând parametrul de stare care rămâne constant.

- Determinați energia internă a gazului în stările 2 și 3.

- Precizați în ce transformări se primește căldură și determinați căldura primită de gaz într-un ciclu.

- Determinați lucrul mecanic schimbat între gaz și mediul exterior în transformarea  $3 \rightarrow 1$ .



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Notațiile fiind cele utilizate în manualele de fizică, relația Robert-Mayer poate fi scrisă în forma:

- a.  $C_V = R - C_p$       b.  $C_V - C_p = R$       c.  $C_V = C_p + \mu R$       d.  $C_p = C_V + R$       (2p)

2. Învelișul adiabatic nu permite:

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

3. O masă  $m = 96\text{g}$  de  $O_2$  ( $\mu_{O_2} = 32\text{g/mol}$ ) conține un număr total de molecule egal cu:

- a.  $6,02 \cdot 10^{23}$       b.  $18,06 \cdot 10^{23}$       c.  $6,02 \cdot 10^{26}$       d.  $18,06 \cdot 10^{26}$       (5p)

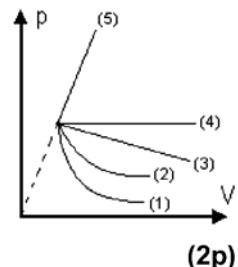
4. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în

S.I. a mărimii fizice exprimată prin raportul  $\frac{Q}{\Delta T}$  este:

- a.  $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$       b.  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$       c.  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$       d.  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .      (3p)

5. Știind că în figura alăturată curba (2) reprezintă o transformare izotermă, dintre celelalte curbe, cea care poate reprezenta o transformare adiabatică este cea cu numărul:

- a. (5)  
 b. (4)  
 c. (3)  
 d. (1)



(2p)

#### **B. SUBIECTUL II –**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas se află azot ( $\mu_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$ ), considerat gaz ideal, la temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$  și presiunea  $p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . După ce s-a consumat o masă  $\Delta m = 28 \text{ g}$  de azot, iar temperatura a scăzut până la  $T_2 = 280 \text{ K}$ , presiunea a devenit egală cu  $p_2 = 56 \text{ kPa}$ . Determinați:

- a. volumul vasului;  
 b. cantitatea de gaz aflată în vas în starea inițială;  
 c. numărul de moli de azot consumat;  
 d. masa de gaz rămasă în vas.

#### **B. SUBIECTUL III –**

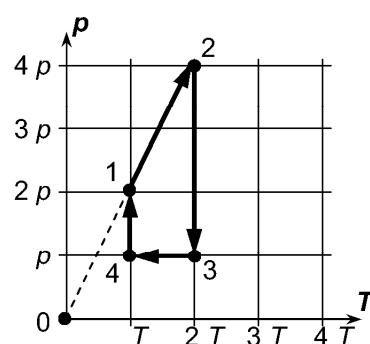
**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate fixată de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea ciclică 12341, în care presiunea  $p$  depinde de temperatura absolută  $T$  așa cum se arată în graficul alăturat.

Cunoscând exponentul adiabatic al gazului ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ) și căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 23 ( $Q_{23} = 200 \text{ J}$ ), calculați:

- a. rapoartele  $\frac{V_2}{V_1}, \frac{V_3}{V_2}, \frac{V_4}{V_3}, \frac{V_1}{V_4}$ ;  
 b. căldura  $Q_{41}$  schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 41;  
 c. raportul  $x = \frac{Q_{12}}{Q_{34}}$  dintre căldurile schimbate de gaz cu exteriorul în transformările 12 și 34;  
 d. raportul  $y = \frac{\Delta U_{12}}{\Delta U_{34}}$  dintre variațiile energiei interne a gazului în transformările 12 și 34.



# EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

## Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

#### **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 fizice a cărei expresie este  $\frac{Q - \Delta U}{\Delta V}$ , poate fi scrisă sub formă:

- a.  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$       b.  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$       c.  $\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$       d.  $\text{N} \cdot \text{m}$       (2p)

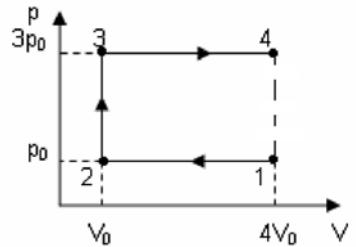
2. O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ( $\nu = \text{const.}$ ) primește căldura  $Q$ . Cea mai mare variație a temperaturii gazului se produce dacă procesul este:

- a. izoterm      b. izobar      c. izocor      d. adiabatic      (2p)

3. O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) efectuează

transformările reprezentate în graficul alăturat. Variația energiei interne a sistemului în decursul transformării 1234, exprimată în funcție de parametrii  $p_0$  și  $V_0$  este egală cu:

- a. 0  
 b.  $\frac{5}{2}p_0V_0$   
 c.  $8p_0V_0$   
 d.  $12p_0V_0$       (5p)



4. Într-o incintă de volum  $V = 5,605 \ell$  se găsește aer la temperatura  $273 \text{ K}$  și presiunea  $10^5 \text{ Pa}$ . Se cunoaște  $V_{\mu 0} = 22,42 \text{ dm}^3/\text{mol}$ . Cantitatea de aer din incintă este egală cu:

- a. 2 mol      b. 1 mol      c. 0,5 mol      d. 0,25 mol      (3p)

5. O cantitate de  $\nu = 1,20 \left( \frac{10}{8,31} \right)$  mol de gaz ideal își dublează volumul pe parcursul unui proces în care

temperatura se menține egală cu  $350 \text{ K}$ . Se cunoaște  $\ln 2 = 0,693$ . Căldura absorbită de gaz are valoarea:  
 a. 4000 J      b. 2425,5 J      c. 2077 J      d. 6,93 J      (3p)

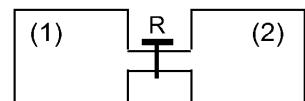
#### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În două vase de volume egale,  $V_1 = V_2 = 8,31 \ell$ , conectate printr-un tub de volum neglijabil, se află gaze considerate ideale la aceeași temperatură  $\theta = 127^\circ \text{C}$ . Inițial, robinetul R este închis (v. fig. alăturată). În vasul (1) se află  $\nu_1 = 0,025 \text{ mol}$  de gaz cu masa molară  $\mu_1 = 4 \text{ g/mol}$ , la presiunea  $p_1 = 10^4 \text{ Pa}$ . Gazul din vasul (2) are presiunea  $p_2 = 10^6 \text{ Pa}$  și masa molară  $\mu_2$ . După deschiderea robinetului R, amestecul format are masa molară  $\mu_{med} \approx 15,88 \text{ g/mol}$ . Determinați:

- a. cantitatea de substanță din vasul (2);  
 b. masa molară  $\mu_2$ ;  
 c. presiunea care se stabilește în vase după deschiderea robinetului;  
 d. masa de gaz care a trecut din vasul (2) în vasul (1) după deschiderea robinetului.



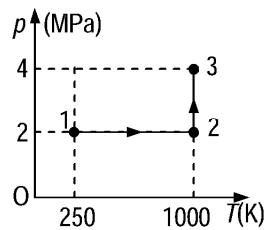
#### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $\nu = 2 \text{ mol}$  gaz ideal monoatomic, aflat în starea (1) și având parametrii  $T_1 = 250 \text{ K}$  și  $p_1 = 2 \text{ MPa}$ , ajunge în starea (3) caracterizată de parametrii  $T_3 = 1000 \text{ K}$  și  $p_3 = 4 \text{ MPa}$ , trecând prin starea (2), conform diagramei  $p-T$  din figura alăturată. Se dă  $\ln 2 = 0,693$  și  $C_V = 1,5 R$ .

- a. Redați denumirile celor două procese.  
 b. Calculați lucrul mecanic efectuat de forțele de presiune în procesul 1 → 2.  
 c. Determinați căldura schimbată de gaz cu mediul înconjurător în procesul 2 → 3.  
 d. Aflați variația energiei interne a gazului la trecerea din starea (1) în starea (3).



## EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009

### Proba scrisă la Fizică

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

### **B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

### **SUBIECTUL I -**

**(15 puncte)**

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

1. Un gaz considerat ideal efectuează o transformare izobară dacă:

- presiunea variază, iar masa rămâne constantă;
- presiunea se menține constantă, iar masa variază;
- atât presiunea cât și masa rămân constante;
- atât presiunea cât și masa variază.

(2p)

2. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a mărimii descrise de relația  $\frac{p\Delta V}{\gamma-1}$  este:

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

3. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Otto este format din:

- două izoterme și două adiabate;
- două adiabate și două izocore;
- două izoterme și două izobare;
- două adiabate o izocoră și o izobară.

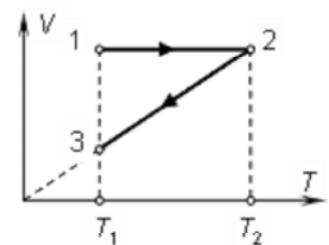
(2p)

4. O cantitate constantă  $v$  moli de gaz ideal suferă succesiunea de transformări

$1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3$ , reprezentată în figura alăturată. Dacă  $T_1$  este temperatura absolută în starea (1) și  $T_2$  este temperatura absolută în starea (2), atunci căldura totală schimbată de gaz cu exteriorul în această succesiune de transformări este:

- $-2vR(T_2 - T_1)$
- $-vR(T_2 - T_1)$
- $vR(T_2 - T_1)$
- $2vR(T_2 - T_1)$

(5p)



5. Într-un vas de volum  $V = 2\ell$  se află oxigen molecular ( $C_V = 2,5R$ ) la presiunea  $p = 26660 \text{ Pa}$ . Energia internă a gazului este:

- a. 266,6 kJ                    b. 133,3 kJ                    c. 266,6 J                    d. 133,3 J                    (3p)

### **B. SUBIECTUL II -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de volum  $V = 2\ell$  se află închis aer ( $\mu_{aer} = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ), considerat gaz ideal, la presiunea  $p = 10^5 \text{ Pa}$  și temperatura  $T = 300 \text{ K}$ . Determinați:

- masa de aer conținută în vas;
- densitatea aerului din vas;
- numărul de molecule de gaz din vas;
- masa molară a amestecului obținut dacă în vas se introduce suplimentar un număr  $N_2 = 6 \cdot 10^{22}$  molecule de oxigen ( $\mu = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ).

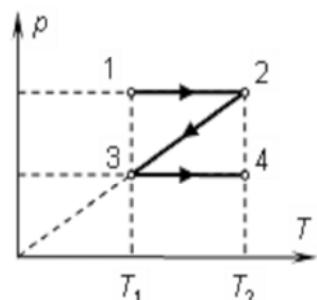
### **B. SUBIECTUL III -**

**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate  $v = 3 \text{ mol}$  de gaz ideal monoatomic ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ) este supusă succesiunii de transformări reprezentată în coordonate  $p-T$  în figura alăturată. Se cunoaște diferența  $\Delta T = T_2 - T_1 = 100 \text{ K}$ .

- Reprezentați succesiunea de transformări în sistemul de coordonate  $p-V$ .
- Calculați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea  $1 \rightarrow 2$ .
- Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea  $2 \rightarrow 3$ .
- Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea  $3 \rightarrow 4$ .



**EXAMENUL DE BACALAUREAT - 2009****Proba scrisă la Fizică**

Proba E: Specializarea: matematică-informatică, științe ale naturii

Proba F: Filiera tehnologică - toate profilele, filiera vocațională - toate profilele și specializările, mai puțin specializarea matematică-informatică

- Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ
- Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

Se consideră: numărul lui Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , constanta gazelor ideale  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Între parametri

de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = nRT$ . Exponentul adiabatic este definit prin relația:  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

**SUBIECTUL I -****(15 puncte)**

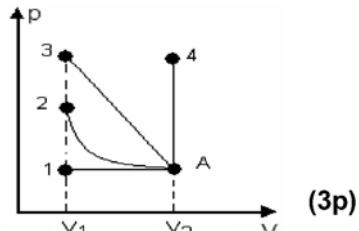
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. O masă  $m$  de gaz ideal cu masa molară  $\mu$  conține un număr de moli dat de relația:

a.  $v = \mu \cdot m$       b.  $v = \frac{\mu}{m}$       c.  $v = \mu \cdot m^2$       d.  $v = \frac{m}{\mu}$       (3p)

2. În figura alăturată sunt reprezentate în coordinate  $p$ - $V$  patru procese termodinamice distincte suferite de o cantitate constantă de gaz ideal. Lucrul mecanic efectuat de gaz este maxim în procesul:

- a.  $1 \rightarrow A$ ;  
b.  $2 \rightarrow A$ ;  
c.  $3 \rightarrow A$ ;  
d.  $4 \rightarrow A$ .



3. O cantitate constantă de gaz ideal este supusă unui proces termodinamic în care volumul depinde de presiune conform legii  $V = a \cdot p^2$ , unde  $a = \text{constant}$ , masa gazului rămânând constantă. Dacă temperatura crește de 8 ori, atunci presiunea se mărește de:

- a. 1,5 ori      b. 2 ori      c. 4 ori      d. 8 ori      (2p)

4. Înțînd cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia cantitativă a lucrului mecanic într-o transformare izobară, este:

a.  $L = vRT$       b.  $L = VT^{\gamma-1}$       c.  $L = vR\Delta T$       d.  $L = p\Delta T$       (5p)

5. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a densității unui gaz ideal în S.I. este:

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

**B. SUBIECTUL II -****(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-o incintă se află un gaz ideal cu masa molară  $\mu = 46 \text{ g/mol}$  și densitatea  $\rho = 1,26 \cdot 10^3 \text{ g/m}^3$ , la presiunea  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Determinați:

- a. masa unei molecule de gaz;  
b. volumul care revine, în medie, unei molecule, considerând moleculele uniform distribuite;  
c. temperatura gazului din incintă;  
d. densitatea gazului în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}, T_0 = 273 \text{ K}$ ).

**B. SUBIECTUL III -****(15 puncte)**

**Rezolvați următoarea problemă:**

Într-un corp de pompă se află o cantitate fixată de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea 12345, în care presiunea  $p$  depinde de volumul  $V$  așa cum se arată în graficul alăturat. În transformarea 12 și în transformarea 45 produsul dintre presiunea și volumul gazului păstrează o valoare constantă (diferită pentru fiecare proces). Cunoscând valoarea căldurii schimbante de gaz cu exteriorul în transformarea 23  $Q_{23} = 200 \text{ J}$  și  $\ln 2 = 0,693, \ln 3 = 1,098$ ,

a. ordonați crescător temperaturile absolute  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$  și calculați

rapoartele  $\frac{T_2}{T_1}, \frac{T_3}{T_2}, \frac{T_4}{T_3}, \frac{T_5}{T_4}, \frac{T_1}{T_5}$ ;

b. calculați căldura  $Q_{45}$  schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 45;

c. pentru fiecare dintre transformările 12, 23, 34, 45 precizați care dintre mărimile  $Q, L, \Delta U$  este nulă;

d. calculați raportul dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea 12, respectiv

34,  $\frac{L_{34}}{L_{12}}$ .

