

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$1 \rightarrow 2$ transformare izocoră $2 \rightarrow 3$ transformare izotermă reprezentare grafică în pV
b.	$v_t = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$ <b>Răspuns:</b> $v_t = 1933,77 \text{ m/s}$
c.	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $p_2 V_2 = p_3 V_3$ <b>Răspuns:</b> $V_3 = 74,79 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
II.2.a.	$T_2 V_4^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$ $\gamma = (C_V + R)/C_V = 5/3$ <b>Răspuns:</b> $T_2 = 300 \text{ K}$
b.	$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 0,4$
c.	$\eta = \frac{L}{Q_p}$ $L = Q_p + Q_c$ <b>Răspuns:</b> $Q_c = -150 \text{ J}$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1. a.	$p = p_0 + \frac{mg}{S}$ <b>Răspuns:</b> $p = 101800Pa$
b.	$p = const.$ $\frac{V_{initial}}{T_1} = \frac{V_{final}}{T_2}$ <b>Răspuns:</b> $\frac{V_{final}}{V_{initial}} = 4 / 3$
c.	$Q_p = \nu C_p (T_2 - T_1)$ $Q_p = \frac{5}{2} \cdot pSh \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$ <b>Răspuns:</b> $Q_p = 10,18J$
II.2. a.	expresia randamentului ciclului Carnot <b>Răspuns:</b> $T_1 / T_2 = 2$
b.	$\eta' = \frac{\eta T_2 + \Delta T (1 - \eta)}{T_2 + \Delta T (1 - \eta)}$ <b>Răspuns:</b> $\eta' \cong 53,8\%$
c.	$\eta'' = \eta + \frac{\Delta T}{T_1}$ <b>Răspuns:</b> $\eta'' \cong 58,3\%$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$L_{12} = \frac{p_1 \cdot V_1}{2} (3^2 - 1)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>L_{12} = 4 \cdot p_1 \cdot V_1</math></p>
b.	$T_2 = 9 \cdot T_1$ $\Delta U_{12} = C_v \cdot \Delta T = (3/2)R \cdot 8T_1$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\Delta U_{12} = 12p_1 \cdot V_1</math></p>
c.	$Q_{12} = \Delta U_{12} + L_{12} = 16 \cdot p_1 \cdot V_1$ $Q_{23} = -(3/2)R \cdot 6 \cdot T_1 = -9 \cdot p_1 \cdot V_1$ $Q_{31} = -(5/2)R \cdot 2 \cdot T_1 = -5 \cdot p_1 \cdot V_1$ $\eta = 1 - \frac{14 \cdot p_1 \cdot V_1}{16 \cdot p_1 \cdot V_1}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\eta = \frac{1}{8} = 12,5\%</math></p>
II.2.a.	$T = 273,1^\circ - 13,1^\circ = 260^\circ K$ $\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\sqrt{v^2} = 450 \text{ m/s}</math></p>
b.	<p>masa moleculei: <math>m_{\text{moleculă}} = \mu / N_A</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>m_{\text{moleculă}} = 5,31 \times 10^{-26} \text{ kg}</math></p>
c.	<p>ecuația de stare a molului de oxigen: <math>pV = RT</math></p> <p>volumul locat unei molecule <math>v_{\text{moleculă}} = \frac{RT}{pN_A}</math></p> $v_{\text{moleculă}} = 3,58 \times 10^{-26} \text{ m}^3$ <p>latura cubului : <math>\ell = \sqrt[3]{v_{\text{moleculă}}}</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>\ell = 3,29 \times 10^{-9} \text{ m}</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$\varepsilon = (E_{ctr} / N) = (3 \cdot R \cdot T) / (2 \cdot N_A)$ $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{T_1}{T_2}$ <b>Răspuns:</b> $\varepsilon_1 / \varepsilon_2 = 0,75$
b.	conservarea energiei interne totale a ansamblului de gaze ecuația termică de stare scrisă pentru fiecare gaz $T = \frac{(p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2) \cdot T_1 \cdot T_2}{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2 + p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}$ <b>Răspuns:</b> $T \cong 323,076 \text{ K}$
c.	$p \cdot (V_1 + V_2) = \left( \frac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1} + \frac{p_2 \cdot V_2}{R \cdot T_2} \right) \cdot R \cdot T$ $p = \frac{p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$ <b>Răspuns:</b> $p = 116,6(6) \text{ kPa}$
II.2.a.	reprezentare grafică în coordonate $(p, V)$ reprezentare grafică în coordonate $(p, T)$
b.	$U = \nu \cdot C_v \cdot T$ $T_{max} = 6 \cdot T$ ; $T_{min} = T$ $U_{max} / U_{min} = T_{max} / T_{min}$ <b>Răspuns:</b> $U_{max} / U_{min} = 6$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ $ Q_{ced}  = \nu \cdot R \cdot T \cdot (4 + \gamma) / (\gamma - 1)$ $Q_{abs} = \nu \cdot R \cdot T \cdot (2 + 3\gamma) / (\gamma - 1)$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 11,1(1)\%$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$p_1 V = \nu_1 R T_1$ $p_1 = \frac{\nu_1 R T}{V}$ <b>Răspuns:</b> $p_1 = 2,49 \text{ atm}$
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <b>Răspuns:</b> $v_T = 483,44 \text{ m/s}$
c.	$p_2 V = (\nu_1 + \nu_2 + \nu_3) R T_2$ $p_2 = \frac{(\nu_1 + \nu_2 + \nu_3)}{V} R T_2$ <b>Răspuns:</b> $p_2 = 16,62 \text{ atm}$
II.2.a.	$Q_{abs} = \nu \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \cdot (T_3 - T_2) + \nu C_p (T_4 - T_3) + \nu C_v (T_2 - T_1) \cong 8,72 \nu R T$ <b>Răspuns:</b> $Q_{abs} \cong 18,113 \text{ KJ}$
b.	$ Q_{ced}  = \nu \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \cdot (T_4 - T_1) = 8,125 \nu R T$ <b>Răspuns:</b> $ Q_{ced}  \cong 16,879 \text{ KJ}$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_4}$ <b>Răspuns:</b> $\eta_C = 0,802 = 80,2\%$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{v_{T1}}{v_{T2}} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}}$ <p>Răspuns: <math>v_{T1} / v_{T2} = 4</math></p>
b.	$m_2 = \frac{p_2 V \mu_2}{2RT}$ <p>Răspuns: <math>m_2 = 6,4 \text{ g}</math></p>
c.	$m_1 = \frac{p_1 V \mu_1}{2RT}$ $m' = m_1 - \frac{p_2 V \mu_1}{2RT}$ <p>Răspuns: trebuie scos gaz din compartimentul din stânga, masa scoasă: <math>m' = 0,4 \text{ g}</math></p>
II.2.a.	$L_{41} = \nu R(T_1 - T_2)$ $Q_{12} = \nu C_V(T_2 - T_1)$ <p>Răspuns: <math>L_{41} = -1662 \text{ J}</math></p>
b.	$T_2 = \frac{Q_{12}}{\nu C_V} + T_1$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ și } \frac{p_1}{T_2} = \frac{p_2}{T_3}$ $T_3 = T_2^2 / T_1$ <p>Răspuns: <math>T_3 = 900 \text{ K}</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{34}  +  Q_{41} }{Q_{12} + Q_{23}}$ $\eta = 1 - \frac{C_V(T_3 - T_2) + C_P(T_2 - T_1)}{C_V(T_2 - T_1) + C_P(T_3 - T_2)}$ <p>Răspuns: <math>\eta = 6,4\%</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	ecuațiile termice de stare $p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$ ; $p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$ $p = (p_1 V_1 + p_2 V_2) / (V_1 + V_2)$ <b>Răspuns:</b> $p = 2,5 \text{ atm}$
b.	conservarea energiei interne $T = (p_1 V_1 + p_2 V_2) T_1 T_2 / (p_1 V_1 T_2 + p_2 V_2 T_1)$ <b>Răspuns:</b> $T = 6000/11 \text{ K} = 545,45 \text{ K}$
c.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $v_{T1} / v_{T2} = \sqrt{\mu_2 / \mu_1}$ <b>Răspuns:</b> $v_{T \text{ hidrogen}} / v_{T \text{ oxigen}} = 4$
II.2.a.	reprezentare grafică în coordonate p-T
b.	$\eta = L / Q_{\text{primit}}$ sau $\eta = 1 -  Q_{\text{cedat}}  / Q_{\text{primit}}$ legile transformărilor izocoră și izobară L sau $Q_{\text{cedat}}$ căldura primită pe ciclu $Q_p$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 15,38 \%$
c.	$\eta_C = 1 - T_{\text{rece}} / T_{\text{cald}}$ $\eta_C = 1 - T_{\text{min}} / T_{\text{max}} = 1 - T_1 / T_3$ <b>Răspuns:</b> $\eta_C = 75 \%$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$pSh = \frac{m}{\mu} RT$ <p><b>Răspuns:</b> <math>m = 0,67 \text{ g}</math></p>
b.	$p_0 S + m'g = pS$ <p><b>Răspuns:</b> <math>m' = 10 \text{ kg}</math></p>
c.	<p>legea transformării izobare <math>\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}</math></p> $\frac{Sh}{T} = \frac{S(h + \Delta h)}{T(1+f)}$ $\Delta h = fh$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\Delta h = 4 \text{ cm}</math></p>
II.2.a.	<p>reprezentare grafică a proceselor <math>1 \rightarrow 2 \rightarrow 3</math> în coordonate <math>p-V</math></p>
b.	$p_0 V_1 = \nu RT_0$ $\frac{V_1}{T_0} = \frac{V_2}{T_2}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>T_2 = 739,4 \text{ K}</math></p>
c.	$Q_{23} = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$ $Q_{23} = -\nu R e T_0$ <p><b>Răspuns:</b> <math>Q_{23} = -30,74 \text{ kJ}</math></p>



## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$(p_0 + \rho gh)V = \frac{m}{\mu} RT_0$ $m = \frac{\mu V(p_0 + \rho gh)}{RT_0}$ <b>Răspuns:</b> $m = 0,358g$
b.	$p = ct. \quad \frac{V}{T_0} = \frac{V + 3Sh}{T}$ $T = T_0 \left(1 + \frac{3Sh}{V}\right)$ <b>Răspuns:</b> $T = 354,9K$
c.	$Q = \nu C_p (T - T_0)$ $Q = \frac{V(p_0 + \rho gh)}{RT_0} C_p (T - T_0)$ <b>Răspuns:</b> $Q = 19,035J$
II.2.a.	$Q_{abs} = Q_{12} = \nu \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \cdot (T_2 - T_1)$ $Q_{abs} = 16\nu RT$ <b>Răspuns:</b> $Q_{abs} = 33,24KJ$
b.	$ Q_{ced}  =  Q_{23}  +  Q_{31} $ $ Q_{ced}  = 14\nu RT$ <b>Răspuns:</b> $ Q_{ced}  = 29,08KJ$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 0,125 = 12,5\%$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1. a.	$p \cdot V_1 = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T$ $p = p_{atm}; V_1 = S \cdot x$ <b>Răspuns:</b> $x = \frac{m \cdot R \cdot T}{\mu \cdot p_{atm} \cdot S} \cong 0,87m$
b.	$\frac{V_2}{T} = \frac{V_1}{T + \Delta T} \Rightarrow \Delta T = T \cdot \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_{atm} \cdot S + M \cdot g}{p_{atm} \cdot S} = \frac{21}{20}$ <b>Răspuns:</b> $\Delta T \cong 14,7 \text{ K}$
c.	$L_{gaz} = p_1 \cdot (V_1 - V_2) = \nu \cdot R \cdot \Delta T$ <b>Răspuns:</b> $L_{gaz} \cong 8,72 \text{ J}$
II.2. a.	identificarea transformărilor care au loc: 1→2 izobară; 2→3 izotermă; 3→4 izocoră; 4→1 izotermă $p_2 = p_1; p_3 = p_2/2; p_4 = p_1/8$ <b>Răspuns:</b> $p_4 = 0,125 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
b.	$\Delta U_{12} = \nu \cdot C_V \cdot (T_{max} - T_{min})$ $\Delta U_{34} = \nu \cdot C_V \cdot (T_{min} - T_{max})$ <b>Răspuns:</b> $\frac{\Delta U_{12}}{\Delta U_{34}} = -1$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 75 \%$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	reprezentare grafică a proceselor în coordonate $p$ - $V$
b.	$\rho_1 = \frac{p_1 \mu}{RT_1}$ <b>Răspuns :</b> $\rho = 3,85 \text{ kg/m}^3$
c.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $\frac{T_2}{p_1} = \frac{T_3}{p_3}$ $T_3 = k T_1 \frac{p_3}{p_1}$ <b>Răspuns:</b> $T_3 = 300 \text{ K}$
II.2.a.	$\frac{V_1}{T_o} = \frac{k V_1}{T_2}$ $T_2 = k T_o$ <b>Răspuns:</b> $T_o = 546 \text{ K}$
b.	$L_{12} = p_o(V_2 - V_1) = \nu RT_o(k-1)$ <b>Răspuns:</b> $L_{12} = 11,34 \text{ kJ}$
c.	$\eta = \frac{L_{12} + L_{31}}{Q_{12}}$ $L_{31} = \nu RT_o \ln 1/2$ $Q_{12} = \nu (C_V + R)(T_2 - T_o)$ $\eta = \frac{R(1 - \ln 2)}{C_V + R}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 12,3\%$


## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $V = \frac{mv_T^2}{3p}$ <p>Răspuns: <math>V = 6 \ell</math></p>
b.	$U = \frac{3}{2} pV$ <p>Răspuns: <math>U = 1800 J</math></p>
c.	<p>Conservarea numărului de moli</p> $pV + p'V' = p_{fin}(V + V')$ <p>Răspuns: <math>p_{fin} = 1,25 atm</math></p>
II.2.a.	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}$ $V_2 = 2V_1$ $p_2V_2 = p_3V_3$ <p>Răspuns: <math>V_3 = 12 \ell</math></p>
b.	$L_{12} = A_{ria} = 1,5p_1V_1$ $\Delta U_{12} = \nu C_V(T_2 - T_1) = 7,5p_1V_1$ $Q_{12} = \Delta U_{12} + L_{12}$ <p>Răspuns: <math>Q_{12} = 5400 J</math></p>
c.	$L_{23} = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 4p_1V_1 \ln 2$ $L_{31} = -3p_1V_1$ $L_{1231} = L_{12} + L_{23} + L_{31}$ <p>Răspuns: <math>L_{1231} \approx 763,2 J</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1. a.	$\vec{F} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$ $F = F_1 - F_2 = S(p_1 - p_2)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>F = 200\text{ N}</math></p>
b.	$p_1 V_1 = p_1' V_1'$ $p_2 V_2 = p_2' V_2'$ $p_1' = p_2'$ $V_1 = V_2$ $V_1' = S\left(\frac{\ell}{2} + x\right)$ $V_2' = S\left(\frac{\ell}{2} - x\right)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>x = 20\text{ cm}</math></p>
c.	<p>trebuie scos gaz din compartimentul 1</p> $pV = (m/\mu)RT$ $\Delta m_1 = \frac{S\ell\mu}{2RT}(p_1 - p_2)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\Delta m_1 = 2,246\text{ g}</math></p>
II.2. a.	<p>expresia matematică a principiului I semnificația termenilor</p>
b.	$V_3 = 2V_1$ $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}$ $T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>p_3 = 20\text{ atm}</math>; <math>V_3 = 6\text{ dm}^3</math>; <math>T_3 = 1444\text{ K}</math></p>
c.	$\eta = L/Q_{abs}$ $L_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1} = L_{1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1} = p_1 V_1 / 2$ $\frac{\eta_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1}}{\eta_{1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1}} = \frac{Q_{13}}{Q_{12} + Q_{23}}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\eta_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1} / \eta_{1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1} = 12/13</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	
b.	$T_3 = 5T_1$ $v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <b>Răspuns:</b> $v \approx 1492 \text{ m/s}$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_3}$ <b>Răspuns:</b> $\eta_C = 80\%$
II.2.a.	$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$ <b>Răspuns:</b> $m_0 \approx 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
b.	$p_1 = p_2$ $p_1 l_1 S = \frac{m_1}{\mu_{H_2}} RT_1, \quad p_2 l_2 S = \frac{m_2}{\mu_{N_2}} RT_1, \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{m_1 \mu_{N_2}}{m_2 \mu_{H_2}}$ $l_1 = \frac{m_1 \mu_{N_2}}{m_1 \mu_{N_2} + m_2 \mu_{H_2}} l$ <b>Răspuns:</b> $l_1 = 60 \text{ cm}$
c.	$T_1 = 300 \text{ K}, \quad T_2 = 400 \text{ K}$ $\frac{l'_1}{l'_2} = \frac{m_1 \mu_{N_2} T_1}{m_2 \mu_{H_2} T_2}; \quad l'_1 = \frac{m_1 \mu_{N_2} T_1 l}{m_2 \mu_{H_2} T_2 + m_1 \mu_{N_2} T_1}$ <b>Răspuns:</b> $l'_1 = 54 \text{ cm}$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II. 1. a.	reprezentare grafică a ciclului în coordonate (p,V) $T_2 = 3T$ ; $T_3 = 6T$
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{v_{T_{\max}}}{v_{T_{\min}}} = \sqrt{\frac{T_3}{T_1}}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\frac{v_{T_{\max}}}{v_{T_{\min}}} = \sqrt{6}</math></p>
c.	$Q_{abs} = Q_{12} + Q_{23} = \nu C_V (3T - T) + \nu C_p (6T - 3T)$ $\gamma = \frac{4}{3} \Rightarrow C_V = 3R, \quad C_p = 4R$ $\Rightarrow Q_{abs} = 18\nu RT$ $Q_{ced} = \nu C_V (2T - 6T) + \nu C_p (T - 2T) = -16\nu RT$ $\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\eta = \frac{1}{9}</math></p>
II. 2. a.	reprezentarea ciclului Carnot în coordonate (p, v)
b.	expresia variației de energie internă <p><b>Răspuns:</b> <math>\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)</math></p>
c.	$\frac{ Q_2 }{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\frac{ Q_2 }{Q_1} = \frac{1}{n}</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$v_T = \sqrt{3RT/\mu}$ <p>Răspuns: <math>v_T = 475,31 \text{ m/s}</math></p>
b.	$pV = \frac{m}{\mu}RT$ $\rho = \frac{p\mu}{RT}$ <p>Răspuns: <math>\rho = 2,56 \text{ kg/m}^3</math></p>
c.	$p_1V = \frac{m_1}{\mu}RT$ $m_1 = \frac{p_1V\mu}{RT}$ <p>Răspuns: <math>m_1 = 5,31 \cdot 10^{-3} \text{ kg}</math></p>
II.2.a.	$V(p_2 - p_1) = \nu R(T_2 - T_1)$ $Q_{12} = \frac{C_V V}{R}(p_2 - p_1)$ <p>Răspuns: <math>Q_{12} = 45 \cdot 10^3 \text{ J}</math></p>
b.	$\Delta U_{1 \rightarrow 3} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1)$ $\Delta U_{1 \rightarrow 3} = \frac{3}{2} (p_2 V_3 - p_1 V_1)$ <p>Răspuns: <math>\Delta U_{1 \rightarrow 3} = 1,65 \cdot 10^5 \text{ J}</math></p>
c.	$Q_{13} = \nu C_V(T_2 - T_1) + \nu C_p(T_3 - T_2)$ $Q_{13} = p_2(V_3 - V_1) + \frac{C_V}{R}(p_2 V_3 - p_1 V_1)$ <p>Răspuns: <math>Q_{13} = 2,45 \cdot 10^5 \text{ J}</math></p>



## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$m_1 = nV \frac{\mu}{N_A}$ $n = \frac{m_1 N_A}{V \mu}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>n = 1,2 \cdot 10^{27} m^{-3}</math></p>
b.	$p_1 = p_2 = \frac{2m_1 RT}{Sl\mu_1}$ $\rho_2 = \frac{p_2 \mu_2}{RT}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\rho_2 = 64 g/dm^3</math></p>
c.	$p_1' = p_2'$ $\frac{m_1 RT(1+f)}{\mu_1 S(l/2+x)} = \frac{p_2 SIRT(1-f)}{2\mu_2 S(l/2-x)}$ $x = f l/2$ <p><b>Răspuns:</b> <math>x = 10 cm</math></p>
II.2.a.	$v_t = \sqrt{\frac{3RT_o}{\mu}}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>v_t \approx 461 m/s</math></p>
b.	$L_{23} = \nu RT_2 \ln(V_3/V_2) = 2\nu RT_o \ln 2$ $L_{31} = p_1(V_1 - V_3) = -p_o V_1$ <p><b>Răspuns:</b> <math>L_{23}/L_{31} = -1,386</math></p>
c.	$Q_{12} = \nu C_V(T_2 - T_1) \quad Q_{23} = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} \quad Q_{31} = \nu(C_V + R)(T_1 - T_2)$ $\eta = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$ $\eta = 1 - C_p/(C_V + 2R \ln 2)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\eta = 9,9\%</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$T_1 = \frac{p_1 \mu}{\rho_1 R}$ <p>Răspuns: <math>T_1 = 1000 \text{ K}</math></p>
b.	$v_{T_1} = \sqrt{\frac{3RT_1}{\mu}}$ <p>Răspuns: <math>v_{T_1} = 882,6 \text{ m/s}</math></p>
c.	$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1$ $p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2$ $m_1 = m_2 + \Delta m$ $m_2 = \frac{\Delta m}{\left(\frac{p_1 T_2}{p_2 T_1} - 1\right)}$ <p>Răspuns: <math>m_2 = 6 \text{ kg}</math></p>
II.2.a.	<p>Reprezentarea grafică, în coordonate <math>p - V</math></p> <p>Reprezentarea grafică, în coordonate <math>p - T</math></p>
b.	$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$ $\frac{2V_1}{T_1} = \frac{0,5V_1}{T_3}$ <p>Răspuns: <math>T_3 = 200 \text{ K}</math></p>
c.	$L_{12} = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$ $L_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$ <p>Răspuns: <math>L_{123} = L_{12} + L_{23} \cong -378,9 \text{ J}</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$L_{12} = \frac{p_1 \cdot V_1}{2} (\gamma^2 - 1)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>L_{12} = \frac{8000}{3} J</math></p>
b.	$T_2 = \gamma^2 \cdot T_1$ $\Delta U_{12} = \nu \cdot C_v \cdot \Delta T$ $\Delta U_{12} = (3/2) \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot (\gamma^2 - 1)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\Delta U_{12} = 8000 J</math></p>
c.	$Q_{12} = \Delta U_{12} + L_{12}$ $Q_{12} = \nu \cdot C \cdot \Delta T$ <p><b>Răspuns:</b> <math>C = 2 \cdot R</math></p>
II.2.a.	$pV = \frac{m}{\mu_{aer}} RT$ $T = \frac{p \cdot V \cdot \mu_{aer}}{m \cdot R}$ <p><b>Răspuns:</b> <math>T = 290,8 K</math></p>
b.	$\begin{cases} p \cdot V = \frac{m}{\mu_{aer}} RT \\ p_0 \cdot V = \frac{m - \Delta m}{\mu_{aer}} RT \end{cases}$ $\Delta m = m(1 - p_0/p)$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\Delta m = 0,588 kg</math></p>
c.	<p>volumul eliberat <math>V_{eliberat} = V(\Delta m/m) \cdot (p/p_0)</math></p> $V_{eliberat} = 490 dm^3$ <p><b>Răspuns:</b> <math>\tau = 98 min ute</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$pV = p_1V_1$ $pV = p_2V_2$ $V = \ell S; V_1 = 3\ell S/2; V_2 = \ell S/2$ $p_2 = p_1 + \rho gh$ <b>Răspuns:</b> $p = 3\rho gh/4$
b.	$pV = p'V'$ $V' = \ell' S$ $p_0 = p' + \rho gh$ <b>Răspuns:</b> $\ell' = 3\ell/4$
c.	$\frac{pV}{T} = \frac{p'V'}{T'}$ $V'' = 2\ell S$ <b>Răspuns:</b> $T' = 8T/3$
II.2.a.	$p_1 = aV_1$ <b>Răspuns:</b> $p_1 = 10^5 Pa$
b.	$\Delta U = \nu C_V(T_2 - T_1)$ $T_1 = p_1V_1/\nu R = aV_1^2/\nu R, T_1 = p_2V_2/\nu R = aV_1^2/\nu R$ <b>Răspuns:</b> $V_2 = \sqrt{V_1^2 + \frac{2\Delta U}{3a}} = 1,41 \cdot 10^{-3} m^3$
c.	lucrul mecanic reprezintă aria de sub graficul transformării în coordonate p,V $L = a(V_2^2 - V_1^2)/2$ $Q = \Delta U + L$ <b>Răspuns:</b> $Q = 200 J$

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	Reprezentări grafice $p = p(V)$ și $T = T(V)$
b.	$L = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2}$ $L = \frac{\nu R \Delta T}{2}$ <b>Răspuns:</b> $L = 1663 kJ$
c.	$\Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T_{12} = \nu \frac{3}{2} R \cdot \Delta T$ $Q = \Delta U + L$ <b>Răspuns:</b> $Q_{12} = 6648 kJ$
II.2.a.	$pV_1 = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT$ $V_1 = \frac{mRT}{p\mu}$ <b>Răspuns:</b> $V_1 \approx 2,45 l$
b.	$p = ct \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{T_1 \cdot V_2}{V_1}$ <b>Răspuns:</b> $T_2 = 1155 K$
c.	$p\mu = \rho RT$ $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$ <b>Răspuns:</b> $\frac{\rho_1}{\rho_2} \approx 4$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	<p>condiția de echilibru a pistonului: <math>p_1 \cdot S = p_0 \cdot S + m \cdot g \cdot \sin \alpha</math></p> <p><math>p_1 = p_0 + (m \cdot g \cdot \sin \alpha / S)</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>p_1 = 105 \cdot 10^3 \text{ N} / \text{m}^2</math></p>
b.	<p><math>p_1 = n_1 \cdot k \cdot T_1</math></p> <p><math>k = \frac{R}{N_A}</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>n_1 = 2,64 \cdot 10^{25} \text{ molecule} / \text{m}^3</math></p>
c.	<p><math>(V_1 / T_1) = (V / T)</math></p> <p><math>(S \cdot x_1 / T_1) = (S \cdot x / T)</math></p> <p><math>T = T_1 \cdot x / x_1</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>T_{(x)} = 720 \cdot x</math></p>
II.2.a.	<p>reprezentare grafică în coordonate p-V</p> <p>reprezentare grafică în coordonate V-T</p> <p>reprezentare grafică în coordonate p -T</p>
b.	<p><math>\rho = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T}</math></p> <p><math>T_A = p_A \cdot V_A / \nu R</math></p> <p><math>T_C = p_C \cdot V_C / \nu R</math></p> <p><math>p_C = p_B</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>\frac{\rho_A}{\rho_C} = 0,4</math></p>
c.	<p><math>\eta_c = 1 - \frac{T_A}{T_C}</math></p> <p><b>Răspuns:</b> <math>\eta_c = 50\%</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1. a.	$C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$ <b>Răspuns:</b> $C_V = 20,775 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_{min}}{\mu}}$ $T_{min} = T_{max} - \frac{L_{23}}{\nu \cdot C_V} = 280 \text{ K}$ <b>Răspuns:</b> $v_T \approx 500 \text{ m/s}$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$ <b>Răspuns:</b> $\eta_C = 30\%$
II.2. a.	aplicarea legii transformării adiabactice la procesele i→a și i→b: $T_i \cdot V_i^{\gamma-1} = T_a \cdot V_a^{\gamma-1}; \quad T_i \cdot V_i^{\gamma-1} = T_b \cdot V_b^{\gamma-1}$ <b>Răspuns:</b> $\frac{T_a}{T_b} \approx 1,6$
b.	$Q_{iaf} = Q_{ia} + Q_{af} = \nu \cdot C_p \cdot (T_f - T_a)$ $Q_{ibf} = Q_{ib} + Q_{bf} = \nu \cdot C_V \cdot (T_f - T_b)$ $T_f = T_i$ <b>Răspuns:</b> $\frac{Q_{iaf}}{Q_{ibf}} = 1,33$
c.	$\Delta U_{ibf} = \nu \cdot C_V \cdot (T_f - T_i); \quad T_f = T_i$ <b>Răspuns:</b> $\Delta U_{ibf} = 0$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	transformare izobară reprezentarea grafică
b.	$T_2 = 2T_1$ ( ), $v = \frac{m}{\mu}$ ( ), $L = p(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$ ( ) <b>Răspuns:</b> $L = 24,9$ kJ
c.	$\Delta U = \nu C_V \Delta T$ ( ), $Q = \nu C_p \Delta T$ ( ) $\frac{\Delta U}{Q} = \frac{C_V}{C_p} = \frac{C_V}{C_V + R} = \frac{1}{1 + \frac{R}{C_V}}$ <b>Răspuns:</b> $\frac{\Delta U}{Q} = \frac{5}{7} = 0,714$
II.2.a.	orice justificare corectă
b.	$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ $\eta = \frac{L}{Q_p}$ sau $\eta = 1 - \frac{ Q_c }{Q_p}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 33,3\%$
c.	$Q_{12} = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ ( ) $Q_{34} = \nu RT \ln \frac{V_4}{V_3} = -\nu RT \ln \frac{V_3}{V_4}$ ( ) <b>Răspuns:</b> $\frac{Q_{12}}{Q_{34}} = -\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = -\frac{3}{2}$



**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$N = \nu N_A$ <b>Răspuns:</b> $N = 12,06 \cdot 10^{23}$ molecule
b.	$p_1 = p_0 + \rho gh; V_1 = l_1 S$ $p_2 = p_0 - \rho gh; V_2 = l_2 S$ $p_1 V_1 = p_2 V_2$ $p_0 = \rho gh \frac{l_1 + l_2}{l_2 - l_1}$ <b>Răspuns:</b> $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Pa
c.	$p_0 x = (p_0 + \rho gh) l_1$ $x = l_1 \left( 1 + \frac{\rho gh}{p_0} \right)$ <b>Răspuns:</b> $x = 22,8$ cm
II.2.a.	reprezentarea transformării ciclice în coordonate $p$ - $V$ și $V$ - $T$ .
b.	$T_2 = 2T_1; T_3 = 4T_1; T_4 = 2T_1$ $Q_p = \nu C_V (T_2 - T_1) + \nu C_p (T_3 - T_2) = \nu C_V T_1 (1 + 2\gamma)$ $ Q_c  = \nu C_V 2T_1 + \nu C_p T_1 = \nu C_V T_1 (2 + \gamma)$ $\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{prim}} = \frac{\gamma - 1}{1 + 2\gamma}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 2/13 = 15,4\%$
c.	$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_4}$ <b>Răspuns:</b> $\eta = 3/4 = 75\%$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție/ rezolvare
II.1.a.	<p>condiția de echilibru a pistonului</p> $p_1 = p_0 + (m \cdot g / S)$ $p_0 \cdot S \cdot h = p_1 \cdot S \cdot h_1$ $x = h - h_1$ <p>Răspuns: <math>x \cong 3,64 \text{ cm}</math></p>
b.	$(V_1 / T) = (V / T')$ $T' = T \cdot \frac{V}{V_1} = T \cdot \frac{h}{h_1}$ <p>Răspuns: <math>T' \cong 322 \text{ K}</math></p>
c.	$(p_0 / T) = (p_2 / T')$ $p_2 = p_0 \cdot \frac{T'}{T}$ <p>Răspuns: <math>p_2 \cong 109,89 \cdot 10^3 \text{ N / m}^2</math></p>
II.2.a.	$v_T = \sqrt{3 \cdot R \cdot T / \mu}$ $(v_{T_2} / v_{T_1}) = \sqrt{(T_2 / T_1)}$ $T_2 = 3 \cdot T_1$ <p>Răspuns: <math>v_{T_2} / v_{T_1} = \sqrt{3}</math></p>
b.	<p><math>L =</math> aria ciclului</p> $L = 2 \cdot p \cdot V = 2 \cdot v \cdot R \cdot T_1 / 3$ <p>Răspuns: <math>L = 4,432 \text{ kJ}</math></p>
c.	$Q_{23} = v \cdot C_V \cdot (T_3 - T_2)$ $T_3 = T_1$ <p>Răspuns: <math>Q_{23} = -19,944 \text{ kJ}</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție/rezolvare
II.1.a.	$pV_1 = \frac{m_1}{\mu_{He}} RT$ <p>Răspuns: <math>p = 99,72 \text{ kPa}</math></p>
b.	$pV_2 = (N_2 / N_A) \cdot RT$ <p>Răspuns: <math>N_2 = 1,2 \cdot 10^{21} \text{ atomi}</math></p>
c.	$\frac{pV_1}{T} = \frac{p'V'_1}{T'}$ $pV_2 = p'V'_2$ $T' = T \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V'_1}{V'_2}$ <p>Răspuns: <math>T' = 750 \text{ K}</math></p>
II.2.a.	$L_{12} = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$ $L_{1'2} = \nu R(T'_1 - T_1)$ $V_1 / T_1 = V'_1 / T'_1$ $L_{1'2} = 0$ <p>Răspuns: <math>L_{12} / L_{1'2} = 0,693</math></p>
b.	<p>Răspuns: <math>\Delta U_{12} = 0</math></p> $\Delta U_{1'2} = 0$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{1'2} + Q_{21} }{Q_{11'}}$ $Q_{1'2} = \nu C_V (T_2 - T'_1)$ $Q_{21} = \nu RT_1 \ln \frac{V_1}{V_2}$ $Q_{11'} = \nu C_p (T'_1 - T_1)$ <p>Răspuns: <math>\eta = 12,28\%</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție/ rezolvare
II.1. a.	$p_1 = p_0 + \frac{M \cdot g}{S}; p_2 = p_0 + \frac{(M + m) \cdot g}{S}$ $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ $V_2 = V_1 \cdot (1 - f) = 2 \cdot V_1 / 3$ Răspuns: $p_2 = \frac{3 \cdot p_0 \cdot m}{2 \cdot m - M} = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
b.	$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}; T_2 = T_1$ $T_3 = T_2 + \Delta T$ Răspuns: $\frac{\Delta V}{V_2} = \frac{\Delta T}{T_1} = 0,33 \approx 33,3\%$
c.	Răspuns: $\frac{v_{T3}}{v_{T2}} = \sqrt{\frac{T_3}{T_1}} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{3} \approx 1,15$
II.2. a.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}; T_2 \cdot V_2^{\gamma-1} = T_3 \cdot V_3^{\gamma-1}; \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4}; \frac{p_4}{T_4} = \frac{p_1}{T_1}; T_{\max} = T_2$ Răspuns: $T_4 = 300 \text{ K}$
b.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ $Q_{abs} = Q_{41} + Q_{12} = \nu \cdot C_V \cdot [T_1 - T_4 + \gamma(T_2 - T_1)]$ $Q_{ced} = \nu \cdot \gamma C_V \cdot (T_4 - T_3)$ Răspuns: $\eta \approx 0,22 = 22\%$
c.	$L_{12} = p_1 \cdot (V_2 - V_1) = \nu \cdot R \cdot (T_2 - T_1)$ Răspuns: $L_{12} = 6648 \text{ J}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție/rezolvare
II.1.a.	$m_0 = \mu_{H_2} / N_A$ Răspuns: $m_0 \approx 3 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ Răspuns: $\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
c.	$pV_1 = \frac{m}{\mu_{H_2}} RT, \quad pV_2 = \frac{3m}{\mu_{H_2}} RT$ Răspuns: $V_1/V_2 = 1/3$
II.2.a.	$N = N_A \frac{m}{\mu_{N_2}}$ Răspuns: $N = 2N_A \approx 1,2 \cdot 10^{24} \text{ molecule}$
b.	Reprezentări grafice corecte
c.	$L = 2p_1V_1$ $p_1V_1 = \frac{m}{\mu_{H_2}} RT_1$ Răspuns: $L = 2p_1V_1 = 2 \frac{m}{\mu_{H_2}} RT_1 = 9,972 \cdot 10^6 \text{ J}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$p_1 \cdot 3V_2 = \nu_1 RT_1$ $p_2 \cdot V_2 = \nu_2 RT_2$ Răspuns: $T_1 = T_2$
b.	$p_2 \cdot V_2 = \nu_2 RT$ $p \cdot 4V_2 = (\nu_1 + \nu_2) RT$ Răspuns: $p = 375 \text{ kPa}$
c.	$\frac{n' - n}{n} = \frac{N'/V - N/V}{N/V}$ $N = N_1 + N_2, N' = N_1 + N'_2$ $N_1 = \nu_1 N_A, N_2 = \nu_2 N_A, N'_2 = 2 \nu_2 N_A$ Răspuns: $\Delta n/n = 0,2$
II.2.a.	temperatura maximă – starea 1 temperatura minimă - starea 3
b.	$v_T = \sqrt{3RT/\mu} ; v_{T2}/v_{T1} = \sqrt{T_2/T_1}$ $\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{pr}}$ $Q_{ced.} = Q_{2 \rightarrow 3} = \nu C_p (T_3 - T_2)$ $Q_{pr.} = Q_{3 \rightarrow 1} = \nu C_v (T_1 - T_3)$ Răspuns: $v_{T2}/v_{T1} = 0,8$
c.	$L_{2 \rightarrow 3} = p_2 (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2)$ Răspuns: $L_{2 \rightarrow 3} = -465,36 \text{ J}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	o definiție corectă a transformării adiabactice
b.	suma algebrică a căldurilor schimbate de cantitățile de apă aflate în termos este nulă Răspuns: 30°C
c.	suma algebrică a căldurilor schimbate de cantitățile de apă aflate în termos este nulă Răspuns: 200 g
II.2.a.	$\eta = \frac{L}{Q_1}$ $Q_1 = L +  Q_2 $ Răspuns: $\eta = \frac{1}{11} = 9,1\%$
b.	$T_{\max} = 4 T_{\min}$ $\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ Răspuns: $\eta = 75\%$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_2 }{Q_1}$ sau altă expresie corectă a randamentului $\eta = \frac{\gamma - 1}{2\gamma + 1}$ Răspuns: $\gamma = \frac{4}{3} = 1,33$

Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <p>Răspuns: <math>v = 516,8 \text{ m/s}</math></p>
b.	$p \cdot V = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{pV\mu}{RT}$ <p><math>m = 2,52 \text{ Kg}</math></p>
c.	$\frac{p}{T} = \frac{p'}{T'} \Rightarrow T' = T \frac{p'}{p}$ <p>Răspuns: <math>T' = 400 \text{ K}</math></p>
II.2.a.	$L_{ad} = -\nu C_v \Delta T$ $T_c = T_r + \frac{L_{ad}}{\nu C_v}$ $C_v = C_p - R$ <p>Răspuns: <math>T_c = 400 \text{ K}</math></p>
b.	$\eta = 1 - \frac{T_r}{T_c}$ <p>Răspuns: <math>\eta = 25 \%</math></p>
c.	$\eta = \frac{L}{Q_p}$ $Q_p = L +  Q_c $ $L = \frac{\eta  Q_c }{1 - \eta}$ <p>Răspuns: <math>L = 1200 \text{ J}</math></p>



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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 33

Subiectul C. TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție, rezolvare
II. 1.a.	$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$ <p>Răspuns: <math>V_2 = 100 \text{ l}</math></p>
b.	$p_2 V_2 = \nu R T_2 ; p_1 V_1 = \nu R T_1 ; \Delta T = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\nu R}$ <p>Răspuns: <math>\Delta T = 252,7 \text{ K}</math></p>
c.	$L = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$ <p>Răspuns: <math>L = 10500 \text{ J}</math></p>
II.2.a.	$T_C = \frac{P_B V_D}{\nu R}$ <p>Răspuns: <math>T_C = 1000 \text{ K}</math></p>
b.	$L = (P_B - P_D)(V_D - V_B)$ <p>Răspuns: <math>L = 4155 \text{ J}</math></p>
c.	$T_B = \frac{T_C}{2} ; T_A = \frac{T_B}{2}$ <p><math>Q_1 = 16620 \text{ J}</math></p> <p>Răspuns: <math>\eta = \frac{L}{Q_1} = 0.25</math></p>

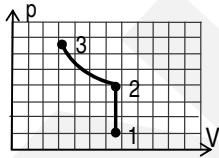
**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$\nu_1 = \frac{p_1 V_1}{RT}, \quad \nu_2 = \frac{p_2 V_2}{RT}$ <p>Răspuns: <math>\nu_1 = 0,40 \text{ moli}</math>, <math>\nu_2 = 1,20 \text{ moli}</math></p>
b.	$p = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT'}{V_1 + V_2}$ <p>Răspuns: <math>p = 2,22 \cdot 10^5 \text{ N / m}</math></p>
c.	$N = N_A \cdot (\nu_1 + \nu_2)$ <p>Răspuns: <math>N = 9,64 \cdot 10^{23} \text{ molecule}</math></p>
II.2.a.	$T_3 = T_2$ $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ <p>Răspuns: <math>\frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = \varepsilon^{\gamma-1}</math></p>
b.	$\eta = 1 - \frac{ Q_c }{Q_p}$ $Q_p = Q_{23} = \nu R T_2 \cdot \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)$ $Q_c = Q_{31} = \nu \cdot C_V (T_1 - T_3)$ <p>Răspuns: <math>\eta = 1 - \frac{\varepsilon^{\gamma-1} - 1}{(\gamma - 1)\varepsilon^{\gamma-1} \ln \varepsilon}</math></p>
c.	$\eta_c = 1 - \frac{T_r}{T_c}$ <p>Răspuns: <math>\eta_c = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}}</math></p>

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție/ rezolvare
II.1.a.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ Răspuns: $v_{T1} / v_{T2} = 1$
b.	$v = m / \mu$ $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1 \mu_{O_2}}{m_2 \mu_{N_2}}$ Răspuns: $v_1 / v_2 = 4$
c.	$pV_1 = \nu_1 RT_1$ $pV_2 = \nu_2 RT_2$ $V_1 / V_2 = \nu_1 T_1 / \nu_2 T_2$ $V = V_1 + V_2$ Răspuns: $V_1 = 3,5 \ell$
II.2.a.	legea transformării generale pe transformarea $1 \rightarrow 2$ Răspuns: $T_2 = 750 K$
b.	$\Delta U_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1)$ $\Delta U_{12} = 3\nu RT_1$ $L_{12} = A_{rie} = 1,25\nu RT_1$ $Q_{12} = \Delta U_{12} + L_{12}$ $Q_{12} = 4,25\nu RT_1$ Răspuns: $Q_{12} \approx 8829,37 J$
c.	$L_{tot} = 0,25\nu RT_1$ $\eta = \frac{L_{tot}}{Q_{12}}$ Răspuns: $\eta \approx 5,8\%$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$\rho = \frac{m_2}{V_2}$ $m_2 = \nu_2 \mu_2$ Răspuns: $\mu_2 = 6 \text{ g/mol}$
b.	$\frac{p_2' - p_2}{p_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$ Răspuns: $\Delta p_2 / p_2 = 25\%$
c.	$pV_{total} = \nu_{total}RT_2$ $V_{total} = \ell_3 S + V_2; \quad \nu_{total} = \nu_1 + \nu_2$ Răspuns: $\ell_3 = 0,75 \text{ m}$
II.2.a.	
b.	$Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1)$ $T_1 = p_1 V_1 / \nu R; \quad T_2 = p_2 V_1 / \nu R$ Răspuns: $p_2 = p_1 + 2Q_{12} / 3V_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
c.	$L_{23} = \nu RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$ $p_2 V_1 = \nu RT_2$ Răspuns: $L_{23} = -p_2 V_1 \ln 2 = -277,2 \text{ J}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr.item	Soluție,rezolvare
II.1.a.	$U = \nu \cdot C_V \cdot T$ Răspuns: $U = 300J$
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{v_{T_{He}}}{v_{T_{Ar}}} = \sqrt{\frac{\mu_{Ar}}{\mu_{He}}}$ $\frac{v_{T_{He}}}{v_{T_{Ar}}} = \sqrt{10} = 3,16$
c.	expresia energiei de translație $\frac{T'}{T} = \frac{p'V'}{pV}$ Răspuns: $\frac{\epsilon'}{\epsilon} = 2$
II.2.a.	Reprezentări grafice corecte
b.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{cedat} }{Q_{primit}} = \frac{L}{Q_{primit}}$ $\eta = 1 - \frac{\gamma(\epsilon - 1)}{\epsilon - 1 + \epsilon(\gamma - 1)\ln\epsilon}$ Răspuns: $\eta = 15,62 \%$
c.	$\eta_c = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{T_3}{T_1}$ $\eta_c = (\epsilon - 1) / \epsilon$ Răspuns: $\eta_c = 66,67 \%$

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 38

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$pV = \nu RT; p_0V = (\nu - \Delta\nu)RT; p_0\Delta V = \Delta\nu RT'$ $\Delta V = D\tau$ $\tau = \frac{T'}{T} \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) \frac{V}{D}$ Răspuns: $\tau \approx 8,2h$
b.	$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T'}, (\nu, R = const.)$ Răspuns: $V_0 = 6,1m^3$
c.	$p_0 = knT$ $n = \frac{p_0}{kT},$ Răspuns: $n = 5 \cdot 10^{25} m^{-3}$
II.2.a.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{rece}}{T_{cald}}$ Răspuns: $\eta_C = 1 - \frac{1}{z}$
b.	reprezentarea grafică corectă
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{cedat} }{Q_{primit}} \text{ sau } \eta = \frac{L}{Q_{primit}}$ $Q_{primit} = \nu C_V T_{min} (z - 1)$ Temperatura la sfârșitul destinderii adiabatic: $T_3 = T_{min} \varepsilon$ $ Q_{cedat}  = \nu C_p T_{min} (\varepsilon - 1)$ Răspuns: $\eta = 1 - \frac{(\varepsilon - 1) \ln z}{(z - 1) \ln \varepsilon}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$\rho = p_1 \mu / (RT_1)$ $T_1 = p_1 / (nk)$ $k = R / N_A$ Răspuns: $\rho = 0,32 \text{ kg} / \text{m}^3$
b.	$v_{t1} = \sqrt{\frac{3RT_1}{\mu}}, v_{t2} = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$ $T_2 = 4 T_1$ $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ Răspuns: $p_2 = 2 \cdot p_1 = 4 \text{ atm}$
c.	$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ Răspuns: $\eta = 75\%$
II.2.a.	recunoașterea tipului de transformare reprezentarea corectă a succesiunilor transformărilor
b.	$\Delta U_{14} = \nu C_V (T_4 - T_1)$ $V_4 = V_1 / 2$ $\Delta U_{14} = \frac{3}{2} (p_4 V_4 - p_1 V_1) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{p_1 V_1}{2}$ Răspuns: $\Delta U_{14} = -75 \text{ J}$
c.	$L = -(p_2 - p_1) \cdot (V_1 - V_3)$ $L = -p_1 V_1 / 2$ Răspuns: $L = -50 \text{ J}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $p = \frac{mRT}{\mu V}$ <p>Răspuns: <math>p = 4,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}</math></p>
b.	$p_f = p_0 + \Delta p,$ $p_f V = \left( \frac{m}{\mu} + \frac{m'}{\mu'} \right) RT$ $m' = \mu' \left[ \frac{V(p_0 + \Delta p)}{RT} - \frac{m}{\mu} \right]$ <p>Răspuns: <math>m' = 0,352 \text{ g}</math></p>
c.	$\frac{m}{\mu} = \frac{m}{\mu} + \frac{m'}{\mu'}$ $\mu' = \frac{m + m'}{\frac{m}{\mu} + \frac{m'}{\mu'}}$ <p>Răspuns: <math>\mu' = 0,0295 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}</math></p>
II.2.a.	$Q_{abs} = \nu C_v (2T - T) + \nu C_p \cdot (4T - 2T) = \frac{13}{2} \nu RT$ <p>Răspuns: <math>Q_{abs} = 13,503 \text{ KJ}</math></p>
b.	$ Q_{ced}  = \nu \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \cdot (4T - T) = 6 \nu RT = 12,465 \text{ KJ}$ <p>Răspuns: <math> Q_{ced}  = 12,465 \text{ KJ}</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ <p>Răspuns: <math>\eta = 7,7\%</math></p>



**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1, \quad p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2$ $\Delta m = \frac{\mu V}{R} \left( \frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2} \right)$ Răspuns: $\Delta m = 0,134 \text{ g}$
b.	$N = N_A \frac{m_2}{\mu} = N_A \frac{p_2 V}{RT_2}$ Răspuns: $N \approx 1,6 \cdot 10^{22} \text{ molecule}$
c.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$ Răspuns: $v_T = 1321 \text{ m/s}$
II.2.a.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $T = \frac{\mu pV}{mR}$ Răspuns: $T = 300 \text{ K}$
b.	$L = 2pV$ Răspuns: $L = 49,86 \text{ kJ}$
c.	$\eta = \frac{L}{Q_{\text{primit}}}$ $Q_{\text{primit}} = Q_{12} + Q_{23}$ $Q_{12} = \frac{m}{\mu} C_V (T_2 - T_1), \quad Q_{23} = \frac{m}{\mu} (C_V + R) (T_3 - T_2)$ $T_1 = \frac{\mu pV}{mR}, \quad T_2 = 2T_1, \quad T_3 = 6T_1$ Răspuns: $\eta \approx 12\%$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

	Soluție, rezolvare
II.1.a.	definirea căldurii specifice și precizarea unității de măsură
b.	$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ sau } C = \frac{Q}{\Delta t}$ <p>Răspuns: <math>250 \frac{\text{J}}{\text{K}}</math></p>
c.	$Q = mc\Delta T$ $\frac{m'}{m} = \frac{V'}{V} = \frac{1}{8}$ $\frac{Q'}{Q} = \frac{V'\Delta T'}{V\Delta T}$ <p>Răspuns: <math>Q' = 5 \text{ kJ}</math></p>
II.2.a.	$C_p = C_v + R$ <p>Răspuns: <math>C_p = \frac{7}{2} R = 29.085 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}</math></p> $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ <p>Răspuns: <math>\gamma = 1,4</math></p>
b.	$ Q_2  = 8,5 p_0 V_0$ $L = 0,5 p_0 V_0$ <p>Răspuns: <math>L = 150 \text{ J}</math></p>
c.	$v_r = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \text{ sau } v_r = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ $\frac{v_{T,2}}{v_{T,1}} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ <p>Răspuns: <math>\frac{v_{T,2}}{v_{T,1}} = 2</math></p>

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 43

**Subiectul C. FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI CĂLDURĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1. a.	$N = nV = \frac{pV}{kT} = 1,33 \cdot 10^{14}$ <p>Răspuns: <math>N = 1,33 \cdot 10^{14}</math> molecule</p>
b.	$v = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu} \Rightarrow m = \frac{N \cdot \mu}{N_A}$ <p>Răspuns: <math>m = 6,18 \cdot 10^{-12}</math> kg</p>
c.	$U = \frac{3}{2} pV = 8,28 \cdot 10^{-7} J$ <p>Răspuns: <math>E = 8,28 \cdot 10^{-7} J</math></p>
2. a	$Q = Q_{12} + Q_{23}$ $Q = \frac{p_1 V_1}{T_1} \left[ \frac{C_V}{R} (T_3 - T_1) + T_3 - T_2 \right]$ <p>Răspuns: <math>Q = 1531,8 J</math></p>
b	$L = L_{12} + L_{23}$ $L = p_3 (V_3 - V_2) = \frac{p_1 V_1}{T_1} (T_3 - T_1)$ <p>Răspuns: <math>L = 199,8 J</math></p>
c	<p>ciclul Carnot <math>\eta = 1 - \frac{T_r}{T_c}</math></p> $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_3}$ <p>Răspuns: <math>\eta \cong 21\%</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție, rezolvare
II.1.a.	$m = \mu v$ $V_1 = m / \rho_1$ Răspuns: $V_1 \cong 26,23 \cdot 10^{-3} m^3$
b.	$L = \nu R \Delta T$ $\Delta T = T_2 - T_1$ Răspuns: $T_2 \cong 657 K$
c.	$\Delta U = \nu C_V \Delta T$ $C_V = R / (\gamma - 1)$ Răspuns: $\Delta U \cong 7001 J$
II.2.a.	$v_{T1} = \sqrt{3RT_1 / \mu}$ $v_{T2} = \sqrt{3RT_2 / \mu}$ $p_1 / T_1 = p_2 / T_2$ $v_{T1} / v_{T2} \cong 1,41$
b.	$p_1 V_1 / T_1 = p_3 V_3 / T_3$ $p_1 / V_1 = p_3 / V_3$ Răspuns: $T_3 = 4T_1$
c.	$\eta = L / Q_a$ $Q_a = \nu C_V (T_2 - T_1) + \nu C_P (T_3 - T_2)$ $Q_a = 4\nu RT_1$ $L = p_1 V_1 / 2$ $L = \nu RT_1 / 2$ Răspuns: $\eta \cong 7,69\%$

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 45

**Subiectul C. TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II. 1.a.	$Q_1 =  Q_2 $ $Q_1 = \nu \cdot C_V (T - T_2)$ $ Q_2  = C(T_1 - T)$ $T = \frac{CT_1 + \nu \cdot C_V T_2}{\nu \cdot C_V + C}$ Răspuns: $T \cong 429K$
b.	$\bar{\epsilon}_{tr} = \frac{3}{2} kT$ Răspuns: $\bar{\epsilon}_{tr} \cong 888 \cdot 10^{-23} J$
c.	$TV^{\gamma-1} = T_3 V_3^{\gamma-1}$ $pV = \nu RT_2$ $V = \nu RT_2 / p$ Răspuns: $V_3 \cong 113 \cdot 10^{-3} m^3$
II.2.a.	$T_1 \cong 240K$ legea transformării izocore $1 \rightarrow 2$ legea transformării izoterme $2 \rightarrow 3$ Răspuns: $p_2 = 6 \cdot 10^5 N/m^2$ ; $V_2 = V_1 = 10\ell$ ; $T_2 \cong 720K$ $p_3 = p_1 = 2 \cdot 10^5 N/m^2$ ; $V_3 = 3V_1 = 30\ell$ ; $T_3 = T_2 \cong 720K$
b.	$U_2 = U_3 = \nu C_V T_2$ Răspuns: $U_2 \cong 18kJ$
c.	căldura schimbată într-o transformare izobară Răspuns: $Q_{31} = -1595,5J$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$T_1 = \frac{pV_1}{\nu R}$ <p>Răspuns: <math>T_1 = 120,3K</math></p>
b.	$L = p\Delta V = p(V_2 - V_1) = pV_1 \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right)$ $\Delta U = \frac{C_V}{R} p \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right) V_1$ $Q = \Delta U + L = \nu C_p \Delta T$ <p>Răspuns: <math>L = 6kJ</math>; <math>\Delta U = 15kJ</math>; <math>Q = 21kJ</math>;</p>
c.	$\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$ <p>Răspuns: <math>\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \frac{1}{2}</math></p>
II.2.a.	$p_1 = p_0 + \rho g \frac{l}{2}$ <p>Răspuns: <math>p_1 = 1,5atm</math></p>
b.	$p_1 V_1 = p_2 V_2$ $p_1 = p_0 + \rho g \frac{l}{2}; \quad V_1 = S \frac{l}{2}; \quad p_2 + \rho g x = p_0; \quad V_2 = S(l - x);$ $\rho g x^2 - x(p_0 + \rho g l) + \frac{p_0 l}{4} = 0$ <p>Răspuns: <math>x = l \left( 1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 10,2 cm</math></p>
c.	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{(l-x) \cdot 2}{l}$ <p>Răspuns: <math>\frac{\rho_1}{\rho_2} = 1,73</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$Q = Q_{\text{butelie}} + Q_{\text{oxigen}}$ $Q_{\text{butelie}} = mc_{\text{otel}}(T_1 - T)$ $Q_{\text{oxigen}} = \vartheta C_V(T_1 - T)$ $pV = \vartheta RT$ Răspuns: $Q = 110 \text{ kJ}$
b.	$pV = \frac{m_1}{\mu} RT$ $\Delta m = f m_1$ $p_0 V_0 = \Delta m RT_0 / \mu$ Răspuns: $V_0 \cong 0,44 \text{ m}^3$
c.	$pV = m_1 RT / \mu$ $p_1 V = \frac{m_2}{\mu} RT = \frac{m_1 \cdot f m_1}{\mu} RT$ $p_1 / T = p_{\text{max}} / T_{\text{max}}$ Răspuns: $T_{\text{max}} = 2400 \text{ K}$
II.2.a.	\text{reprezentare grafică}
b.	$T_{\text{max}} = T_3, T_{\text{min}} = T_1$ $\eta_C = 1 - T_{\text{max}} / T_{\text{min}} = 1 - T_3 / T_1$ $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}, V_2 / T_2 = V_3 / T_3, T_3 V_3^{\gamma-1} = T_4 V_1^{\gamma-1}$ $\gamma = C_p / C_V$ Răspuns: $\eta_C = 0,895$
c.	$\eta = 1 -  Q_{\text{ced.}}  / Q_{\text{pr.}}$ $Q_{\text{ced.}} = Q_{4 \rightarrow 1} = \vartheta C_V(T_1 - T_4), Q_{\text{pr.}} = Q_{2 \rightarrow 3} = \vartheta C_p(T_3 - T_2)$ Răspuns: $\eta = 0,65$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție, rezolvare
II.1.a.	$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$ <p>Răspuns: <math>m_0 \cong 5,31 \cdot 10^{-26} \text{ kg}</math></p>
b.	$E_C = N_A \frac{m_0 v_T^2}{2} = \frac{\mu \cdot v_T^2}{2}$ $v_T = \sqrt{\frac{3RT_0}{\mu}}$ <p>Răspuns: <math>E_C = 3402,94 \text{ J}</math></p>
c.	$\rho_0 = \frac{p_0 \mu}{RT_0}$ <p>Răspuns: <math>\rho_0 = 1,41 \text{ kg / m}^3</math></p>
II.2.a.	Reprezentări grafice corecte
b.	$Q_p = Q_{12} + Q_{41}$ $Q_{12} = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} ; Q_{41} = \nu C_V (T_1 - T_2)$ <p>Răspuns: <math>Q_p = 5,4 \text{ MJ}</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_c }{Q_p}$ $Q_c = Q_{23} + Q_{34} ; Q_{23} = \nu C_V (T_2 - T_1) ; Q_{34} = \nu RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2}$ <p>Răspuns: <math>\eta = 15,38\%</math></p>



**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție, rezolvare
II.1.a.	reprezentare grafică în coordonate p-V, realizată corect
b.	$Q = \Delta U + L$ $\Delta U = \nu C_v (T_1 - T_3)$ $L = -4p_1 V_1$ Ecuația de stare pentru determinarea $T_1, T_3$ Răspuns: $Q = -24p_1 V_1$
c.	$\eta = 1 -  Q_c  / Q_p \text{ sau } \eta = L / Q_p$ $Q_p = \nu [C_v (T_2 - T_1) + C_p (T_3 - T_2)]$ $Q_p = 26pV$ $Q_c = -24pV$ Răspuns: $\eta = 1/13$
II.2.a.	reprezentare corectă
b.	pistonul nu se deplasează până când presiunea din interior ajunge $p_0$ $p_1 / T_1 = p_0 / T$ $V_1 / T = V_2 / 6T_1$ Răspuns: $V_2 / V_1 = 6/5$
c.	$L = p_0 (V_2 - V_1)$ $L = p_0 V_1 / 5$ Răspuns: $L = 20J$

**Subiectul D. FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI TERMODINAMICĂ**

Nr. item	Soluție/ rezolvare
II.1.a.	$p = p_0 + \frac{m_1 g}{S} = ct$ $\Delta E_p = m_1 g \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\Delta E_p}{m_1 g}; pV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2$ $V_2 = V_1 + S \Delta h = V_1 + \frac{\Delta E_p S}{m_1 g}$ $p(V_1 + \frac{\Delta E_p S}{m_1 g}) = \frac{m}{\mu} RT_2;$ <p>Răspuns: <math>V_1 = 2.5 dm^3</math></p>
b.	$pV_1 = \nu RT_1; T_1 = \frac{pV_1}{\nu R}$ <p>Răspuns : <math>T_1 = 300K</math></p>
c.	$L = p(V_2 - V_1) = pS \Delta h = 16,6J$ <p>Răspuns : <math>Q = \nu C_p (T_2 - T_1) = 58.2J</math></p> $\Delta U = Q - L = \nu C_v (T_2 - T_1) = 41.6J$
II.2.a.	$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}; \frac{p_2}{T_3} = \frac{p_1}{T_4}; \frac{T_3}{T_2} = \frac{T_4}{T_1}; T_2 = T_4 = \sqrt{T_1 T_2} = 360K$ <p>Răspuns: <math>t_2 = 87^\circ C</math></p>
b.	$L = (p_2 - p_1)(V_3 - V_1) = \nu R(T_3 - 2T_2 + T_1)$ <p>Răspuns : <math>L = 9972J</math></p>
c.	$\eta = \frac{L}{Q_p} \quad Q_{12} = \nu C_v (T_2 - T_1)$ $Q_p = Q_{12} + Q_{23} \quad Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2)$ <p>Răspuns : <math>\eta = 44.5\%</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție/ schiță de rezolvare
II.1.a.	$Q_{abs} = Q_{12} + Q_{23} = \nu C_V (2T - T) + \nu \left( C_V + \frac{R}{2} \right) \cdot (8T - 2T)$ $Q_{abs} = \frac{27}{2} \nu RT$ <b>Răspuns</b> $Q_{abs} = 28,046 \text{ kJ}$
b.	$ Q_{ced}  = \nu C_V (8T - 4T) + \nu \left( C_V + \frac{R}{2} \right) \cdot (4T - T)$ $ Q_{ced}  = 12 \nu RT$ <b>Răspuns</b> $Q_{ced} = -24,93 \text{ kJ}$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ <b>Răspuns</b> $\eta = \frac{3}{27} = 11\%$
II.2.a.	$\eta = \frac{L}{Q_{abs}}$ $L = \eta \cdot Q_{abs}$ <b>Răspuns</b> $L = 600 \text{ J}$
b.	$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$ $v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{T_{max}}{T_{min}} = \frac{1}{1-\eta} \quad \frac{v_{max}}{v_{min}} = \frac{1}{\sqrt{1-\eta}}$ <b>Răspuns</b> $\frac{v_{max}}{v_{min}} = 2$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{ced} }{Q_{abs}}$ <p>Nr. de cicluri din intervalul <math>\tau = 1</math> minut este: <math>n = \frac{\tau}{\Delta t}</math></p> $ Q_{ced, total}  = n \cdot Q (1 - \eta)$ <b>Răspuns</b> $ Q_{ced, total}  = 60 \text{ kJ}$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ <p><b>Răspuns</b> <math>\nu = 4/3 \cong 1,33 \text{ moli}</math></p>
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ <p><b>Răspuns</b> <math>v_{T_1} / v_{T_2} = 0,5</math></p>
c.	$U = \frac{3}{2} \nu RT$ $\frac{\Delta U}{U_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\frac{\Delta U}{U_1} = 3</math></p>
II.2.a.	<p>legea transformării izoterme pe transformarea <math>1 \rightarrow 2</math></p> $p_2 = p_1 / 2$ $p_3 V_2 = p_2 V_3$ <p><b>Răspuns</b> <math>p_3 = p_1 / 4 = 1 \text{ atm}</math></p>
b.	$L_{23} = \text{Arie} = -3p_1 V_1 / 8$ <p><b>Răspuns</b> <math>L_{12} = -150 \text{ J}</math></p>
c.	$Q_{12} = \nu R T_1 \ln(V_2 / V_1) = p_1 V_1 \ln 2$ $\Delta U_{23} = \nu C_V (T_3 - T_2) = -15 p_1 V_1 / 8$ $Q_{23} = \Delta U_{23} + L_{23}$ $Q_{13} = Q_{12} + Q_{23}$ <p><b>Răspuns</b> <math>Q_{13} \cong -622,8 \text{ J}</math></p>

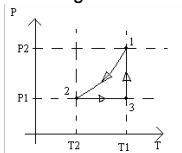
## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} R T_1$ $p_2 V = \frac{m_2}{\mu} R T_2$ $m = m_1 - m_2 = \frac{V \mu}{R} \left( \frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2} \right)$ <p><b>Răspuns</b> <math>m = 1,34 \text{ Kg}</math></p>
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3 R T_1}{\mu}}$ <p><b>Răspuns</b> <math>v_T = 1367,38 \text{ m/s}</math></p>
c.	$U = \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} p_2 \cdot V_2$ <p><b>Răspuns</b> <math>U = 90 \text{ KJ}</math></p>
II.2.a.	$L = (p_2 - p_1) \cdot (V_3 - V_1) \Rightarrow L = 3 p_1 V_1$ <p><b>Răspuns</b> <math>L = 2493 \text{ J}</math></p>
b.	$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 2 T_1$ $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = 8 T_1$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4} \Rightarrow T_4 = 4 T_1$ <p><b>Răspuns</b> <math>T_1 = 300 \text{ K}, T_2 = 600 \text{ K}, T_3 = 2400 \text{ K}, T_4 = 1200 \text{ K}</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}},$ $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_3}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta = 87,5 \%</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	<p>reprezentare grafică</p> 
b.	$L = -\Delta U$ $L = \frac{m}{\mu} C_v (T_1 - T_2)$ $T_2 = T_1 - \frac{L\mu}{mC_v}$ <p>Răspuns <math>T_2 = 350,85K</math></p>
c.	$\Delta U = \nu C_v (T_1 - T_2)$ <p>Răspuns <math>\Delta U = 8,31kJ</math></p>
II.2.a.	$p_0 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1$ $m_1 = \frac{p_0 V \mu}{RT_1}$ <p>Răspuns <math>m_1 = 12,03g</math></p>
b.	$(p_0 + mg / S) = p_1$ <p>Răspuns <math>p_1 = 101000 N / m^2</math></p>
c.	$m_2 = \frac{m_1}{2}$ $(p_0 + \frac{mg}{S}) V = m_1 RT_3 / 2\mu$ <p>Răspuns <math>T_3 = 585,8K</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$N = m \cdot N_A / \mu$ <b>Răspuns</b> $N = 6,023 \cdot 10^{22}$ molecule
b.	$p_0 V = p \cdot (V - Sx)$ $V = \frac{mRT}{\mu \cdot p_0}$ ; $p = p_0 + \frac{Mg}{S}$ $x = \frac{mRT}{\mu \cdot p_0 S} \cdot \frac{Mg}{p_0 S + Mg}$ <b>Răspuns</b> $x = 11,33 \text{ cm}$
c.	$pV = \frac{m + \Delta m}{\mu} RT$ $\Delta m = m \frac{Mg}{p_0 S}$ <b>Răspuns</b> $\Delta m = 0,04 \text{ g}$
II.2.a.	$pV = \left( \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) RT$ <b>Răspuns</b> $p = 3,33 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2$
b.	$v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ ; $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}}$ <b>Răspuns</b> $v_2 / v_1 = \sqrt{7}$
c.	$p'V = \frac{m_2}{\mu_2} RT'$ <b>Răspuns</b> $p' = 6 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	Parametri de stare ai gazului în stările 1,2,3,4 1. $p_1, V_1, T_1$ 2. $p_1 \cdot \varepsilon^\gamma, V_1 / \varepsilon, T_1 \cdot \varepsilon^{\gamma-1} = 4 T_1$ 3. $p_1 \cdot \varepsilon^\gamma \cdot \delta, V_1 / \varepsilon, T_1 \cdot \varepsilon^{\gamma-1} \cdot \delta = 4 T_1 \cdot \delta$ 4. $p_1 \cdot \delta, V_1, T_1 \cdot \delta$ $Q_{23} = \nu \cdot C_v \cdot 4 T_1 \cdot (\delta - 1)$ $Q_{41} = \nu \cdot C_v \cdot T_1 (1 - \delta)$ <b>Răspuns</b> $Q_{23} /  Q_{41}  = 4$
b.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{41} }{Q_{23}}$ <b>Răspuns</b> $\eta = 75\%$
c.	$\eta = L / Q_{23}$ <b>Răspuns</b> $\frac{Q_{23}}{t} = 133,3 \text{ kW}$
II.2.a.	$Q = m_{aer} \cdot c_{aer} \cdot \Delta t$ <b>Răspuns</b> $Q = 91,8 \text{ J}$
b.	$W = Q / \eta$ <b>Răspuns:</b> $W = 612 \text{ J}$
c.	Masa de semințe $M = W / E$ <b>Răspuns</b> $M = 24,48 \text{ g}$



## FIZICĂ

## C. Termodinamică

Nr. Item	Soluție / schiță de rezolvare
II. 1. a.	<p>reprezentare grafică în coordonate (p,V)</p> <p>reprezentarea grafică în coordonate (V,T)</p>
b.	$pV = \nu RT$ $V_1 = \frac{\nu RT_1}{p_1};$ $V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1};$ $p_3 = \frac{p_1 V_1}{V_2}$ <p><b>Răspuns</b> <math>V_2 = 48,86 \cdot 10^{-3} m^3</math> <math>p_3 = 1 atm</math></p>
c.	$v_T = \sqrt{3RT / \mu}$ $v_{T_3} = \sqrt{3RT_3 / \mu}$ $T_3 = T_1$ <p><b>Răspuns</b> <math>v_{T_3} = 1367,4 \frac{m}{s}</math></p>
II. 2. a.	$p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} = kp_1$ <p><b>Răspuns</b> <math>T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = k^2 \frac{p_1 V_1}{\nu R} = k^2 T_1</math></p>
b.	$\Delta U_{12} = Q_{12} - L_{12}$ $\Delta U_{12} = \nu C_v (T_2 - T_1)$ $L_{12} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$ $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$ <p><b>Răspuns</b> <math>Q_{12} = 2 p_1 V_1 (k^2 - 1)</math></p>
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta_C = 1 - \frac{1}{k^2}</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. TERMODINAMICĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$ <b>Răspuns</b> $p_1 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
b.	$p_1 V_2 = \frac{m}{\mu} RT_2$ $T_2 = \frac{p_1 2Sh_1 \mu}{mR}$ $v_{T2} = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$ <b>Răspuns</b> $v_{T2} \cong 703,5 \frac{m}{s}$
c.	$\frac{p_1}{V_2} = \frac{p_3}{V_1}$ $p_3 = \frac{p_1}{2}$ <b>Răspuns</b> $p_3 = 0,55 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
II.2.a.	Reprezentare grafică în coordonate (p,T) Reprezentare grafică în coordonate (V,T)
b.	$L = L_{12} + L_{23} + L_{31}$ $L_{12} = 0$ $L_{23} = \nu RT_2 \ln(V_3/V_2) = p_1 V_1 \ln 2$ $L_{31} = \nu R(T_1 - T_3) = -p_1 V_1$ <b>Răspuns</b> $L = 80 \text{ J}$
c.	$T_{\min} = T_1; T_{\max} = T_2;$ $T_2 = 2T_1$ $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <b>Răspuns</b> $\eta = 50\%$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	reprezentare grafică în coordonate p-V
b.	$p_1 = mRT / \mu V = 6,2 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2$ $p_2 = p_1, V_2 = 2V_1, T_2 = 2T_1$ $p_3 = 2p_2, V_3 = V_1, T_3 = T_2$ <b>Răspuns</b> $p_3 = 12,4 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2, V_3 = 1L, T_3 = 600K$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ <b>Răspuns</b> $\eta_C = 50\%$
II.2.a.	reprezentare grafică în coordonate p-V
b.	$\Delta U = \nu C_v \Delta T$ ecuațiile de stare <b>Răspuns</b> $\Delta U_2 = 9000J$
c.	$\eta = L / Q_p$ $Q_{\text{primit}} = Q_1 + Q_2 = \nu [C_p (T_2 - T_1) + C_v (T_3 - T_2)]$ $L = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$ <b>Răspuns</b> $\eta = 7\%$

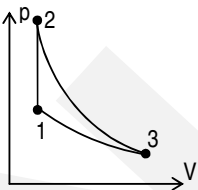
## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICA ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr item	Soluție / Schiță de rezolvare
II.1. a.	$p_A V_A = p_B V_B$ $V_B = V_A \cdot \frac{p_A}{p_b}$ <b>Răspuns</b> $V_B = 24 \text{ dm}^3$
b.	$p_C V_C = \nu R T_C$ $p_A V_A = \nu R T_A$ $T_C = T_A \cdot \frac{p_C}{p_A} \cdot \frac{V_C}{V_A}$ <b>Răspuns</b> $T_C = 900 \text{ K}$
c.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $m = \frac{p_A V_A \mu}{RT_A}$ <b>Răspuns</b> $m = 51,3 \text{ g}$
II.2. a.	expresia principiului I verificare
b.	$L = p \Delta V = \nu R \Delta T$ $Q_p = \frac{7}{2} \nu R \Delta T$ $\eta = \frac{L}{Q_{abs}}$ <b>Răspuns</b> $\eta \cong 14\%$
c.	$c_V = \frac{C_p - R}{\mu}$ $C_p = \frac{Q_p}{\nu \Delta T} = \frac{Q \mu}{m \Delta T}$ <b>Răspuns</b> $c_V \cong 649 \text{ J / kgK}$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$\rho = m / V$ $\rho_1 / \rho_2 = V_2 / V_1$ <b>Răspuns</b> $\rho_1 / \rho_2 = 0,33$
b.	$pV = \nu RT$ $p_2 = 3p_1$ <b>Răspuns</b> $p_2 = 18 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
c.	$2\nu = \nu_1 + \nu_2$ $\nu = p_1 V_1 / RT$ $p = 3p_1 / 2$ <b>Răspuns</b> $p = 9 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
II.2.a.	
b.	$p_1 V_1 = p_3 V_3$ $p_2 V_1^\gamma = p_3 V_3^\gamma$ , $p_2 = p_3 (V_3 / V_1)^\gamma = p_3 (p_1 / p_3)^\gamma$ $\gamma = C_p / C_v = (C_v + R) / C_v$ <b>Răspuns</b> $p_2 = 264 \text{ kPa}$
c.	$V_1 = p_3 V_3 / p_1$ $L_{23} = -\nu C_v (T_1 - T_2)$ $T_1 = p_1 V_1 / \nu R$ , $T_2 = p_2 V_1 / \nu R$ $L_{23} = 5 p_3 V_3 (p_2 - p_1) / (2 p_1)$ <b>Răspuns</b> $L_{23} = 160 \text{ J}$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	<b>Răspuns</b> $p = \frac{1}{3} n m_0 v_T^2$ sau $p = \frac{2}{3} n \varepsilon_T$ sau $p = \frac{1}{3} \rho v_T^2$ denumirile mărimilor
b.	$\rho = \frac{3p}{v_T^2}$ <b>Răspuns</b> $0,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
c.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <b>Răspuns</b> $\frac{\Delta p}{p} = -0,5 = -50\%$
II.2.a.	$L = 9 p_0 V_0$ $Q_1 = 49,5 p_0 V_0$ <b>Răspuns</b> 1,8 kJ
b.	$\eta = \frac{L}{Q_1}$ <b>Răspuns</b> $\eta = \frac{18}{99} = 18,18\%$
c.	$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ <b>Răspuns</b> $\eta = 93,75\%$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr.tem	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$m_1 = \mu \frac{p_1 V}{RT_1}, m_2 = \mu \frac{p_2 V}{RT_2}$ $\Delta m = m_1 - m_2 = \mu \frac{V}{R} \left( \frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2} \right)$ <p><b>Răspuns</b> <math>\Delta m \approx 3,8 \text{ g}</math></p>
b.	$N = N_A \cdot \frac{m_2}{\mu}$ $N = N_A \frac{p_2 V}{RT_2}$ <p><b>Răspuns</b> <math>N \approx 1,6 \cdot 10^{21} \text{ molecule}</math></p>
c.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$ <p><b>Răspuns</b> <math>v_T \approx 400 \text{ m/s}</math></p>
II.2.a.	<p><b>Răspuns</b> <math>\Delta U = U_{\text{final}} - U_{\text{initial}} = Q - L</math></p>
b.	$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT_1$ $p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT_2$ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{p_1 V_1 T_2 \mu_2}{p_2 V_2 T_1 \mu_1}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\frac{m_1}{m_2} = 0,28</math></p>
c.	$\Delta U_1 = Q_1 - L_1$ $\Delta U_2 = Q_2 - L_2$ $Q_1 = -Q_2$ $L_1 = -L_2$ <p><b>Răspuns</b> <math>\Delta U = 0</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr.Item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $m = \mu \frac{pV}{RT}$ <b>Răspuns</b> $m = 4,043 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$
b.	$N = N_A \frac{m}{\mu}$ <b>Răspuns</b> $N = 2,9 \cdot 10^{20} \text{ molecule}$
c.	$\varepsilon_c = \frac{3k_B T}{2} = \frac{3RT}{2N_A}$ <b>Răspuns</b> $\bar{\varepsilon}_c = 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
II.2.a.	$L = p_1 V_1$ $C_V \frac{3}{2} R, C_p = \frac{5}{2} R$ $Q = \frac{13}{2} p_1 V_1$ <b>Răspuns</b> $L = \frac{2}{13} Q$
b.	$\eta = \frac{L}{Q}$ <b>Răspuns</b> $\eta = \frac{2}{13}$
c.	$T_{\max} = 4T_1, T_{\min} = T_1$ $\eta_C = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ <b>Răspuns</b> $\eta_C = \frac{3}{4}$



## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr.item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1, p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2$ $\Delta m = m_1 - m_2$ <b>Răspuns</b> $\Delta m = 1,34 \text{ kg}$
b.	$p_2 = n \frac{R}{N_A} T_2$ <b>Răspuns</b> $n \equiv 2,6 \cdot 10^{26} \text{ molecule/m}^3$
c.	$U_2 = \frac{m_2}{\mu} C_V T_2$ $U_2 = \frac{3}{2} p_2 V$ <b>Răspuns</b> $U_2 = 90 \text{ kJ}$
II.2.a.	reprezentările grafice în coordonate $(p, V)$ în coordonate $(V, T)$
b.	$T_3 = 4 T_1$ $v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <b>Răspuns</b> $\frac{v_{T_3}}{v_{T_1}} = 2$
c.	$\eta = \frac{L}{Q_{12} + Q_{23}}$ $\eta = \frac{\gamma - 1}{1 + 2\gamma}$ <b>Răspuns</b> $\eta = 10,5\%$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	reprezentare grafică în coordonate $V-T$ și $p-T$
b.	$\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\frac{v_{T_1}}{v_{T_2}} = \frac{1}{2}</math></p>
c.	$\eta = \frac{L}{Q_p}$ $L = \nu RT_1 (3 - 2 \ln 2)$ $Q_p = \frac{15}{2} \mu RT_1$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta = 21,5\%</math></p>
II.2.a.	$pV = \frac{m_1}{\mu_1} RT \Rightarrow m_1 = \frac{pV\mu_1}{RT_1}$ <p><b>Răspuns</b> <math>m_1 = 0,8g</math></p>
b.	$p\mu_2 = \rho_2 RT$ <p><b>Răspuns</b> <math>\rho_2 = 1,123kg / m^3</math></p>
c.	$U_1 = \frac{3}{2} pV \quad U_2 = \frac{5}{2} pV$ <p><b>Răspuns</b> <math>U_1 = 750J ; U_2 = 1250J</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	legile transformărilor liniară, izobară și izocoră <b>Răspuns</b> $p_2 = 3 p_1$ $T_2 = 9 T_1$ $p_3 = p_1$ $T_3 = 3 T_1$
b.	lucrul mecanic pe întreg ciclul $L_{\text{tot}} = 2 p_1 V_1$ căldura primită pe ciclu $Q = 16 p_1 V_1$ expresia randamentului $\eta$ <b>Răspuns</b> $\eta = 12,5\%$
c.	$\eta_C = 1 - T_{\min} / T_{\max}$ <b>Răspuns</b> $\eta_C = 88,8\%$
II.2.a.	reprezentare grafică în coordonate V-T reprezentare grafică în coordonate p -V
b.	$p_2 V_2 = p_3 V_3$ $Q_{23} = L_{23} = m \cdot R \cdot T_2 \cdot (\ln p_2 / p_3) / \mu$ <b>Răspuns</b> $Q_{23} = L_{23} = 3455,298 \text{ J}$
c.	$\varepsilon_1 = 3 \cdot k \cdot T_1 / 2$ <b>Răspuns</b> $\varepsilon_1 = 6,21 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II. 1. a	<p>Ecuția termică de stare</p> $\rho_1 = \frac{p_1 \mu}{RT_1}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\rho_1 = 8,35 \cdot 10^{-2} \text{ kg / m}^3</math></p>
b.	<p><math>\Delta m = m_1 - m_2</math></p> $V = \frac{\Delta m R}{p_1 \mu \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$ <p><b>Răspuns</b> <math>V = 1020 \text{ m}^3</math></p>
c.	$N = \frac{p_1 V}{kT_2}$ <p><b>Răspuns</b> <math>N = 2,38 \cdot 10^{28} \text{ molecule}</math></p>
II. 2. a.	<p><math>L_{41} = \nu R (T_1 - T_2)</math></p> <p><b>Răspuns</b> <math>L_{41} = 1662 \text{ J}</math></p>
b.	$\eta = 1 - \frac{ Q_2 }{Q_1}$ $Q_1 = \nu C_P (T_1 - T_2) + \nu R T_1 \ln \frac{p_4}{p_2}$ $Q_2 = \nu C_P (T_2 - T_1) + \nu R T_2 \ln \frac{p_2}{p_4}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta = 0,2 = 20 \%</math></p>
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta_C \approx 67 \%</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr.item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	reprezentarea celor patru transformări în coordonate (p,V)
b.	aplicarea corectă a legilor de transformare <b>Răspuns</b> $p_4 = 10^5 \text{ Pa}; V_4 = 3,24 \text{ l}; T_4 = 972 \text{ K}$
c.	ecuația principiului I al termodinamicii: $\Delta U = Q - L$ $Q = L = p_1 V_1 \left( \frac{k(n^2 - 1)}{2} + \frac{n \left( kn - (nk)^{\frac{1}{\gamma}} \right)}{\gamma - 1} - n^{\frac{\gamma+1}{\gamma}} k^{\frac{1}{\gamma}} + 1 \right)$ <b>Răspuns</b> $Q = L = 216 \text{ J}$
II.2.a.	$v = \frac{m}{\mu}$ $m = (v_1 + v_2) \mu$ <b>Răspuns</b> $m = 20 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$
b.	ecuația termică de stare $pV = \nu RT$ <b>Răspuns</b> $p_1 = 10^6 \text{ Pa}; p_2 = 9,375 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
c.	$pV_1 = \nu_1 RT; pV_2 = \nu_2 R(T + \Delta T); \nu_1 + \nu_2 = \nu_1 + \nu_2$ $p = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT(T + \Delta T)}{(V_1 + V_2)T + V_1 \Delta T}$ <b>Răspuns</b> $p = 11,36 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ $\rho = m/V, \rho_2 / \rho_1 = V_1 / V_2$ <b>Răspuns</b> $\gamma = 5/3$
b.	$\gamma = C_p / C_v$ $C_p = C_v + R$ <b>Răspuns</b> $C_v = 1,5 R$
c.	$L = -\Delta U$ $\Delta U = \nu C_v (T_2 - T_1)$ $p_1 V_1 = \nu R T_1$ <b>Răspuns</b> $L = 3,6 \text{ kJ}$
II.2.a.	din graficul dat $p = \frac{p_1}{V_1} V$ $pV = \nu RT, p_1 V_1 = \nu R T_1$ lege: $T = \frac{T_1}{V_1^2} V^2$ reprezentarea grafică
b.	$L_{1 \rightarrow 2} = \sigma_{1-2-3V_1-V_1} = 6p_1 V_1$ $L_{3 \rightarrow 1} = -\sigma_{1-3-3V_1-V_1} = -4p_1 V_1$ <b>Răspuns</b> $L_{1 \rightarrow 2} / L_{3 \rightarrow 1} = -1,5$
c.	$\eta = 1 -  Q_{\text{ced}}  / Q_{\text{pr}}$ $Q_{\text{pr}} = Q_{1 \rightarrow 2} = \Delta U_{1 \rightarrow 2} + L_{1 \rightarrow 2}$ $Q_{\text{ced}} = Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 1}, Q_{2 \rightarrow 3} = \Delta U_{2 \rightarrow 3}, Q_{3 \rightarrow 1} = \Delta U_{3 \rightarrow 1} + L_{3 \rightarrow 1}$ $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = \nu C_v (T_2 - T_1), \Delta U_{2 \rightarrow 3} = \nu C_v (T_3 - T_2), \Delta U_{3 \rightarrow 1} = \nu C_v (T_1 - T_3)$ $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$ <b>Răspuns</b> $\eta \approx 4,8\%$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ $\ln \frac{p_1}{p_2}$ $\gamma = \frac{\ln \frac{p_1}{p_2}}{\ln \frac{V_2}{V_1}}$ <b>Răspuns</b> $\gamma = 1,5$
b.	$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ $\frac{T_2}{T_1} = 4^{\gamma-1}$ <b>Răspuns</b> $\frac{T_2}{T_1} = 2$
c.	$\Delta U = \nu C_V \Delta T$ ; $\Delta U = \nu C_V T_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$ $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$ ; $C_p - C_V = R$ ; $C_V = \frac{R}{\gamma-1}$ $\Delta U = \frac{p_1 V_1}{\gamma-1} \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$ <b>Răspuns</b> $\Delta U = 4 \cdot 10^5 \text{ J}$
II.2.a.	Reprezentare grafică în coordonate p,T Reprezentare grafică în coordonate V,T
b.	$L = L_{12} + L_{23} + L_{31}$ $L = \nu R (T_2 - T_1) + \nu R T_1 \ln \frac{V_1}{V_2}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $L = 0,3 \cdot \nu R T_1$ <b>Răspuns</b> $L = 747,9 \text{ J}$
c.	$Q_{abs} = \nu C_p (T_2 - T_1)$ $C_p = \frac{R\gamma}{\gamma-1}$ $Q_{abs} = \frac{\nu R\gamma}{\gamma-1} (T_2 - T_1)$ $\eta = \frac{L}{Q_{abs}}$ <b>Răspuns</b> $\eta = 12\%$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$N = m \cdot N_A / \mu$ <b>Răspuns</b> $N = 12,046 \cdot 10^{23}$ molecule
b.	$\Delta V = Sh = \frac{\Delta E_p S}{m_1 g}$ $L = (p_0 + \frac{m_1 g}{S}) \frac{\Delta E_p S}{m_1 g}$ <b>Răspuns</b> $L = 2020 J$
c.	$(p_0 + \frac{m_1 g}{S}) \cdot V_1 = \nu RT_1$ $(p_0 + \frac{m_1 g}{S}) \cdot V_2 = \nu RT_2$ $T_1 = T_2 - \frac{\Delta E_p \cdot S \cdot \mu}{m_1 g m R} (p_0 + \frac{m_1 g}{S})$ <b>Răspuns</b> $T_1 = 378,47 K$
II.2.a.	$V_2 = 2 \frac{\nu RT_1}{p_1}$ <b>Răspuns</b> $V_2 = 199,44 m^3$
b.	reprezentarea transformării ciclice în coordonate (p, V)
c.	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{2p_1}{T_2}, \frac{V_1}{T_2} = \frac{2V_1}{T_3}$ $T_3 = 4T_1$ <b>Răspuns</b> $T_3 = 1200^\circ C$



## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	<p>reprezentare grafică în coordonate V-T  reprezentare grafică în coordonate p -T</p>
b.	$\eta = 1 - \frac{ Q_{\text{cedat}} }{Q_{\text{primit}}} = \frac{L}{Q_{\text{primit}}}$ $Q_{\text{primit}} = Q_{12} + Q_{23} = p_1 V_1 (2C_p + C_v) / R$ $Q_{\text{cedat}} = Q_{34} + Q_{41} = -p_1 V_1 (C_p + 2C_v) / R \quad \text{sau } L_{\text{ciclu}} = p_1 V_1$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta = 15,38 \%</math></p>
c.	$\eta_c = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} = 1 - \frac{T_1}{T_3}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\eta_c = 75 \%</math></p>
II.2.a.	$\rho = \frac{N \cdot \mu}{V \cdot N_A}$ <p><b>Răspuns</b> <math>\rho = 1,16 \text{ kg}</math></p>
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ <p><b>Răspuns</b> <math>v \cong 500 \text{ m/s}</math></p>
c.	<p>legea transformării izoterme</p> $p' = \frac{p}{3} = \frac{N \cdot R \cdot T}{3 \cdot V \cdot N_A}$ <p><b>Răspuns</b> <math>p' = 32 \text{ kPa}</math></p>

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II.1.a.	$m = \nu\mu$ $V_1 = \frac{\nu\mu}{\rho_1}$ $T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$ <b>Răspuns</b> $V_1 = 10 \text{ m}^3$ ; $T_1 = 500 \text{ K}$ ; $p_2 = 208,25 \text{ Pa}$ ; $V_2 = 20 \text{ m}^3$ ; $T_2 = 500 \text{ K}$
b.	$L = \frac{(p_1 - p_3)(V_2 - V_3)}{2}$ <b>Răspuns</b> $L = 1041 \text{ J}$ ; $\Delta U = 0$
c.	$\eta = 1 - \frac{T_3}{T_1}$ $T_3 = \frac{T_1}{2}$ <b>Răspuns</b> $\eta = 50\%$
II.2.a.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $m' = \frac{fpV\mu}{RT}$ <b>Răspuns</b> $m' = 0,62 \text{ kg}$
b.	$p'V = \frac{(1-f)m}{\mu} RT$ $p' = (1-f)p$ <b>Răspuns</b> $p' = 14,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
c.	$N_f = 2N$ $\nu_f = \frac{N}{N_A}$ $p''V = 2\nu RT$ <b>Răspuns</b> $p'' = 28,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

## FIZICĂ

## Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

Nr. item	Soluție / schiță de rezolvare
II. 1.a.	$L = Q_1 -  Q_2 $ <b>Răspuns</b> $ Q_2  = 0,5KJ$
b.	$L_{ad} = -\nu \cdot C_V(T_2 - T_1)$ $T_1 = 900K$ <b>Răspuns</b> $L_{ad} = 7,479KJ$
c.	expresia randamentului <b>Răspuns</b> $\eta \approx 67\%$
II.2.a.	ecuația de stare a gazului ideal <b>Răspuns</b> $T_1 \approx 300,8K$
b.	Legea transformării izocore <b>Răspuns</b> $T_2 \approx 1203,3 K$
c.	$p = \frac{\nu RT_m}{V}$ <b>Răspuns</b> $p \approx 12,5atm$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICA ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr item	Soluție, rezolvare
II.1 a.	Reprezentări grafice corecte
b.	$L = L_{izocor} + L_{izobar}$ $L_{izobar} = \nu R \Delta T$ $\nu = \frac{p_0 V_1}{RT_1}$ Răspuns: $L \cong 167 J$
c.	Principiul I al termodinamicii $\Delta U = \nu C_V \Delta T$ Răspuns: $Q \cong 583,3 J$
II. 2. a.	$\eta = \frac{L}{Q_1}$ Răspuns: $\eta = 40\%$
b.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $\frac{T_{max}}{T_{min}} = \frac{Q_1}{ Q_2 }$ Răspuns: $\frac{v_{T_{max}}}{v_{T_{min}}} = \sqrt{\frac{Q_1}{ Q_2 }}$ Răspuns: $\frac{v_{T_{max}}}{v_{T_{min}}} \cong 1,3$
c.	$\eta_2 = 1 - \frac{T_2}{nT_1}$ $n = \frac{T_2}{T_1(1 - \eta_2)}$ Răspuns: $n = 1,2$

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 77

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție, rezolvare
II.1.a.	reprezentare grafică în coordonate V-T, realizată corect reprezentare grafică în coordonate p -T, realizată corect
b.	Răspuns: $p_1 = \frac{F}{S} = 500kPa$ $p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2} = 385kPa$ $T_3 = T_1 \frac{V_1}{V_2} = 308K$
c.	$\eta_c = 1 - \frac{T_3}{T_1} = 1 - \frac{V_1}{V_2}$ Răspuns: $\eta_c = 23\%$
II.2.a.	$N = \frac{pV}{kT}$ Răspuns: $N = 6,66 \cdot 10^{21} molec$
b.	$m = \frac{N\mu}{N_A}$ Răspuns: $m = 3,1 \cdot 10^{-4} kg$
c.	$Q = \nu C_p \Delta T$ $C_p = C_v + R = \frac{7}{2} R$ $Q = \frac{7 pV(T' - T)}{2T}$ Răspuns: $Q = 96,6J$

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 78

**Subiectul C. FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI CĂLDURĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1. a.	$L = (2p - p)(2V - V) = pV$ <p>Răspuns: <math>L = 2,5 \cdot 10^5 \text{ J}</math></p>
b.	$Q_{abs} = Q_{12} + Q_{23}$ $Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1)$ $Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2)$ $Q_{abs} = \frac{pV}{T_1} R \left[ \frac{5}{2} (T_3 - T_1) + T_3 - T_2 \right]$ <p>Răspuns: <math>Q_{abs} = 19,6 \cdot 10^3 \text{ kJ}</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}, \quad T_{min} = T_1, \quad T_{max} = T_3$ <p>Răspuns: <math>\eta = 75\%</math></p>
2. a	$\rho_1 = \frac{p_1 \mu}{RT_1}$ <p>Răspuns: <math>\rho_1 = 1,4 \text{ kg/m}^3</math></p>
b	$m = \frac{p_1 V \mu}{RT_1}$ $ \Delta m  = \frac{p_1 V \mu}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ <p>Răspuns: <math> \Delta m  = 2,58 \text{ g}</math></p>
c	$\frac{p_1}{T_2} = \frac{p}{T_1}$ $p_1 = \frac{p T_2}{T_1}$ <p>Răspuns: <math>p_1 = 0,78 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2</math></p>

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 79

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	Răspuns: $L_{132} = 1,6 \cdot 10^5 J$ $L_{142} = 10^5 J$
b.	$\Delta U = \nu C_V \Delta T$ observația $\Delta U_{132} = \Delta U_{142}$ Răspuns: $\Delta U = 5,5 \cdot 10^5 J$
c.	$Q = \Delta U + L$ Răspuns: $Q_{132} = 7,1 \cdot 10^5 J$ $Q_{142} = 6,5 \cdot 10^5 J$
II.2.a.	$\rho = \frac{\mu p}{RT}$ Răspuns: $\rho = 1,83 \frac{kg}{m^3}$
b.	legea transformării izocore $T_1 = 2T$ $Q_V = mc_V(T_1 - T)$ Răspuns: $Q_V = 3,28 kJ$
c.	legea transformării izobare $T_2 = 2T$ $Q_P = m(c_V + \frac{R}{\mu})(T_2 - T)$ Răspuns: $Q_P = 4,61 kJ$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

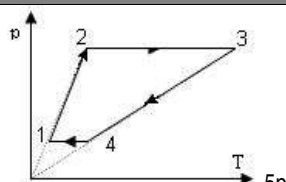
Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$pV = \left( \frac{m}{\mu_1} + \frac{m}{\mu_2} \right) RT$ $m = \frac{pV\mu_1\mu_2}{RT(\mu_1 + \mu_2)}$ Răspuns: $m = 29,87g$
b.	$v = v_1 + v_2$ $\mu = \frac{2\mu_1\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$ Răspuns: $\mu = 29,87kg / kmol$
c.	$Q = \nu C_V (T_2 - T_1)$ Răspuns: $Q = 831J$
II.2.a.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $V_{T_1} / V_{T_2} = \sqrt{T_1 / T_2} = \sqrt{p_1 / p_2}$ Răspuns: $V_{T_1} / V_{T_2} = \sqrt{2} \cong 1,41$
b.	$\eta = \frac{L}{Q_P}$ $L = \frac{p_1 V_1}{8}$ $Q_P = \frac{18p_1 V_1}{8}$ Răspuns: $\eta \cong 5,56\%$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_3}{T_1}$ $\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3}{V_1} \cdot \frac{p_2}{p_1}$ Răspuns: $\eta_C = 75\%$



**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$T = const \Rightarrow p_0 V_0 = pV$ $\rho = \rho_0 + \Delta\rho \Leftrightarrow \frac{m}{V} = \frac{m}{V_0} + \Delta\rho$ $V = \frac{mV_0}{m + \Delta\rho \cdot V_0}$ Răspuns: $V = 3l$
b.	$L = \nu RT \ln \frac{V_f}{V_i} \Leftrightarrow L = \frac{m}{\mu} RT \ln \left( \frac{m}{m + \Delta\rho \cdot V_0} \right)$ Răspuns: $L = -32,4 KJ$
c.	$\Delta U = 0 ; \quad Q = \Delta U + L$ Răspuns: $Q_{12} = -32,4 KJ$
II.2.a.	$\frac{L_{12}}{L_{23}} = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{-2p_2(V_2 - V_1)}$ Răspuns: $\frac{L_{12}}{L_{23}} = -\frac{3}{2}$
b.	$\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$ $\Delta U_{12} = 0 ; \quad \Delta U_{23} = \nu C_V (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) ; \quad T_3 = \frac{T_1}{T_2}$ $\Delta U_{123} = -\frac{5}{4} \nu R T_1$ Răspuns: $\Delta U_{123} = -4155 KJ$
c.	Descriere corectă a evoluției temperaturii.

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	
b.	$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}, T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1}$ $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}, T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2}$ <p>Răspuns: <math>T_2 = 450K</math>; <math>T_3 = 900K</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}, \quad \eta = 1 - \frac{T_1}{T_3}$ <p>Răspuns: <math>\eta = 67\%</math></p>
II.2.a.	$pV = NkT$ $N = \frac{pV}{kT}, \quad \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$ $m = \frac{pV}{kTN_A} \mu$ <p>Răspuns: <math>m = 4,6 \cdot 10^{-5} kg</math></p>
b.	$v_t = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}, \quad v_t = \sqrt{\frac{3kN_A T}{\mu}}$ <p>Răspuns: <math>v_t = 516 m/s</math></p>
c.	$E = \frac{3}{2} N \cdot k \cdot T$ <p>Răspuns: <math>E = 6,21J</math></p>

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

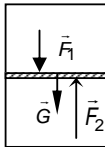
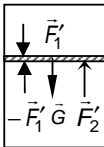
Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 83

**Subiectul C. Elemente de Fizică Moleculară Termodinamică**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II. 1. a.	$p_1 = \frac{\nu RT_1}{V_1} \quad p_1 = 2,5 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} = p_2$ $T_2 = T_1 \frac{V_2}{V_1} = 2T_1 \quad \text{Răspuns: } T_2 = 600K$ $T_3 = T_2 \quad (2-3 \text{ proces izoterm})$ $V_3 = V_1 \quad (3-1 \text{ proces izocor})$ $p_3 = p_1 \frac{V_2}{V_1} \quad (\text{din } 2-3 \text{ izoterm})$ $\text{Răspuns: } p_3 = 5 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$
b.	Reprezentări corecte
c.	$L_{12} = p_1(V_2 - V_1)$ $\text{Răspuns: } L_{12} = 2500J$ $L_{23} = \nu RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2}$ $L_{23} \cong -3480J$ $L_{31} = 0$ $\text{Răspuns: } L = L_{12} + L_{23} = -980J$
II. 2. a.	reprezentarea corectă
b.	<p>ecuația de stare scrisă două stări (<math>T_2 &gt; T_1, V_2 &gt; V_1</math>)</p> $a(V_2^2 - V_1^2) = \nu R \Delta T = \frac{R}{C_v} \Delta U$ $L = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{a}{2} (V_2^2 - V_1^2) = \frac{R}{2C_v} \Delta U$ $\text{Răspuns: } \gamma \Delta U : L = \frac{(\gamma-1)}{2} \Delta U$
c.	$\Delta U = Q - L$ $Q = \Delta U + \frac{\gamma-1}{2} \Delta U$ $Q = \frac{\gamma+1}{2} \Delta U = \frac{\gamma+1}{2} \nu C_v \Delta T$ $\text{Răspuns: } C = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{\gamma+1}{2} C_v$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție, rezolvare
II.1.a.	desen
b.	$p_1 V_1 = p_2 V_2$ $p_1 V_3^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ $\gamma = C_p / C_v$ Răspuns: $V_3 = 0,518 \ell$
c.	$Q = Q_{1 \rightarrow 2} + Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 1}$ $Q_{1 \rightarrow 2} = 2,3 \vartheta RT_1 \lg V_2 / V_1$ , $Q_{2 \rightarrow 3} = 0$ , $Q_{3 \rightarrow 1} = \vartheta C_p (T_1 - T_3)$ $V_3 / T_3 = V_1 / T_1$ $p_1 V_1 = \vartheta RT_1$ Răspuns: $Q = -219 \text{ J}$
II.2.a.	heliul trece prin porii pistonului până când devine uniform distribuit în tot cilindrul $p_1 V_1 = p'_1 V'_1$ $V_1 = hS$ , $V'_1 = 2hS$ Răspuns: $p'_1 = 5 \text{ kPa}$
b.	$p'_1 (h - x)S = 0,25 \vartheta_1 RT$ $p'_1 (h + x)S = 0,75 \vartheta_1 RT$ Răspuns: $x = 0,5h = 15 \text{ cm}$
c.	condiția de echilibru mecanic pentru piston: $\vec{R} = 0$ $F_1 + G - F_2 = 0$ $F = pS$ legea transformării izoterme: $p_2 hS = p'_2 (h + x)S$ Răspuns: $p_2 = 30 \text{ kPa}$ <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">  </div> <div style="margin-left: 20px;"> <math>G - F'_2 = 0</math> </div> </div>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$\rho = \frac{p\mu}{RT}; \quad \rho = ct; \quad \frac{\mu}{R} = ct. \Rightarrow \frac{p}{T} = ct.$ <p>Reprezentare grafică corectă în p,T  Reprezentare grafică corectă în p,V</p>
b.	$v_{t1} = \sqrt{\frac{3RT_1}{\mu}}$ $v_{t2} = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$ <p>Răspuns: <math>\frac{v_{t2}}{v_{t1}} = 2</math></p>
c.	$p_1 = 10^5 \text{ Pa}, T_1 = 273 \text{ K}$ $T_2 = 4T_1 \Rightarrow p_2 = 4p_1$ $Q = \nu C_V (T_2 - T_1)$ <p>Răspuns: <math>Q \approx 17 \text{ kJ}</math></p>
II.2.a.	$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\eta = 1 - \frac{ Q_{cedat} }{Q_p}$ $ Q_{cedat}  = Q_p \cdot \frac{T_2}{T_1}$ <p>Răspuns: <math>Q_{cedat} = -1200 \text{ J}</math></p>
b.	$\eta' = 2\eta$ $\eta' = 1 - \frac{T_2}{T_1'}$ $T_1' = \frac{T_2}{1 - 2\eta}$ $\Delta T_1 = T_1' - T_1$ <p>Răspuns: <math>\Delta T_1 = 1000 \text{ K}</math></p>
c.	<p>T = ct. <math>\rightarrow \Delta U_{izotermă} = 0</math></p> $\Delta U_{adiabatică} \neq 0$ <p>Răspuns: <math>\frac{\Delta U_{izotermă}}{\Delta U_{adiabatică}} = 0</math></p>

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 86

## C. Termodinamică

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II. 1. a.	reprezentare corectă
b.	$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = T_2$ $T_3 = T_1 p_2 / p_1$ <p>Rezultat final <math>T_1 = T_2 \cong 600K</math>; <math>T_3 \cong 120K</math></p>
c.	$L_{12} = \nu R T_1 \ln \frac{p_1}{p_2}$ $L_{23} = -p_2 (V_2 - V_1)$ <p>Răspuns: <math>L = L_{12} + L_{23} \approx 3977,6J</math></p>
II. 2. a.	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_4}{T_4} \quad (1)$ <p><math>p = a T + b</math> trece prin 2 și 3 <math>\Rightarrow a = -\frac{3P_1}{T_1}</math>; <math>b = 7 P_1</math></p> $\Rightarrow P_4 = -\frac{3P_1}{T_1} T_4 + 7 P_1 \quad (2)$ <p>Răspuns: <math>p_4 = \frac{7}{4} p_1</math></p>
b.	$P = -\frac{3P_1}{T_1} + 7 P_1$ <p>Dar <math>T = \frac{PV}{\nu R}</math></p> <p>Răspuns: <math>P(V) = 7 P_1 / (1 + \frac{3V}{V_1})</math></p>
c.	$\frac{v_{T_3}}{v_{T_4}} = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}} \text{ și }$ $\frac{T_3}{T_4} = \frac{2T_1}{T_4} = \frac{2P_1}{P_4}$ <p>Răspuns: <math>\frac{v_{T_3}}{v_{T_4}} = \sqrt{\frac{8}{7}} = 2\sqrt{\frac{2}{7}} &gt; 1 \Rightarrow v_{T_3} &gt; v_{T_4}</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$m_1 = p_1 V \mu / RT_1$ $m_2 = p_2 V \mu / RT_2$ $m = \frac{V \mu}{R} \left( \frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2} \right)$ <p>Răspuns: <math>m = 5,5g</math></p>
b.	$v_T = \sqrt{3RT/\mu}$ $v_{T2}/v_{T1} = \sqrt{T_2/T_1}$ <p>Răspuns: <math>v_{T2}/v_{T1} = 0,9 (\cong \sqrt{6/7})</math></p>
c.	$\eta = 1 - ( Q_C /Q_P)$ $Q_P = \nu C_V (T_2' - T_1) + \nu RT_2' \ln(V_3/V_1)$ $Q_C = \nu C_P (T_1' - T_2)$ $\eta = 1 - [C_P / (C_V + 2R \ln 2)]$ <p>Răspuns: <math>\eta = 5\%</math></p>
II.2.a.	reprezentare corectă
b.	$p_2 = 2p_1$ $T_2 = 4T_1$ $p_3 = 4p_1$ $T_3 = 4T_1$ <p>Răspuns: <math>T_3 = 1200K</math></p>
c.	$\Delta U = \nu C_V (T_2 - T_1)$ $\nu = p_1 V_1 / RT_1$ $\Delta U = 15p_1 V_1 / 2$ <p>Răspuns: <math>\Delta U = 3375J</math></p>

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 88

**Subiectul C. FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI CĂLDURĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1. a.	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $\frac{p_1}{T_4} = \frac{p_2}{T_3} \Rightarrow T_2 = T_4 = \sqrt{T_1 T_3}$ <p>Răspuns: <math>T_2 = T_4 = 346K</math></p>
b.	$L = (V_3 - V_1)(p_2 - p_1) \Rightarrow L = R(T_3 - T_2 - T_4 + T_1)$ $p_1 V_1 = \nu R T_1$ $p_2 V_2 = \nu R T_2$ $p_3 V_3 = \nu R T_3$ $p_4 V_4 = \nu R T_4$ <p>dar <math>p_1 = p_4</math> și <math>p_2 = p_3</math></p> $L = R(T_1 + T_3 - 2T_2) \Rightarrow L = 66,48kJ$ <p>Răspuns: <math>L = 66,48kJ</math></p>
c.	$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}, \quad T_{min} = T_1, \quad T_{max} = T_3$ <p>Răspuns: <math>\eta = 1 - \frac{300}{400} = \frac{1}{4} = 25\%</math></p>
2. a	$p_1 V_1 = \nu R T_1$ <p>Răspuns: <math>\nu = 53,5kmol</math></p>
b	$\rho = \frac{m}{V}; m = \nu \cdot \mu$ $\rho = 17,8 \frac{kg}{m^3}$
c	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ <p>Răspuns: <math>p_2 = 1,12 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}</math></p>



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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

♦ Sunt obligatorii toți itemii din două arii tematice dintre cele patru prevăzute în programă, adică: A.MECANICĂ, B.ELECTRICITATE ȘI MAGNETISM, C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ, D. OPTICĂ

♦Se acordă 10 puncte din oficiu.

♦Timpul efectiv de lucru este de 3 ore.

Varianta 89

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II. 1.a.	reprezentarea ciclului în p-V
b.	$\rho = \frac{8\mu v}{V_I}$ Răspuns: $\rho = 556,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$
c.	expresia randamentului căldura absorbită Răspuns: $\eta \cong 27,8\%$
II.2.a.	$P_I V = \frac{N}{N_A} \cdot RT$ Răspuns: $N = 5 \cdot 10^{21} \text{ molecule}$
b.	$m_1 = \frac{p_1 V \mu}{RT_1}$ $E_{tr} = \frac{3}{2} p_1 v$ Răspuns: $m_1 \cong 0,23 \text{ g}$ , $E_{tr} \cong 41,4 \text{ J}$
c.	masa de gaz rămasă $m_2$ $\Delta m = m_1 - m_2$ Răspuns: $\Delta m \cong 0,04 \text{ g}$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$pV = \frac{m}{\mu} RT_1$ $m_1 = \frac{\mu pV}{RT_1}$ Răspuns: $m_1 \approx 80g$
b.	$V_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ Răspuns: $V_T = 1832ms^{-1}$
c.	$m_1 = \frac{\mu pV}{RT_1}$ $m_2 = \frac{\mu pV}{RT_2}$ $\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{\mu pV}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ Răspuns: $\Delta m \approx 20g$
II.2.a.	$Q_p = \nu C_p (T_2 - T_1)$ $C_p = C_v + R$ Răspuns: $Q_p = 145,39J$
b.	$L = p\Delta V$ $L = p(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$ Răspuns: $L = 41,55J$
c.	$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ Răspuns: $\eta = 14,27\%$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a	<p>ecuația termică de stare <math>pV = \frac{m}{\mu} RT</math></p> <p>Răspuns: <math>\rho = 2,4 \frac{kg}{m^3}</math></p> <p><math>\rho = \frac{p\mu}{RT}</math></p>
b.	<p>volumul ocupat în condiții normale <math>V_0 = \frac{mRT_0}{\mu p_0}</math></p> <p>Răspuns: <math>V_0 = 22,4 \cdot 10^{-3} m^3</math></p>
c.	<p><math>\Delta v = \frac{m}{\mu} \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)</math></p> <p>Răspuns: <math>\Delta v = 1 mol</math></p>
II.2.a.	reprezentarea corectă în coordonate Clapeyron a celor trei transformări
b.	<p><math>\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}</math></p> <p><math>T_2 = \varepsilon^2 T_1</math> cu <math>T_2 = T_3 = T_{max}</math></p> <p>Răspuns: <math>T_{max} = 1200 K</math></p>
c.	<p><math>\eta = 1 - \frac{ Q_{cedat} }{Q_{primit}}; Q_{primit} = Q_{12} + Q_{23}; Q_{cedat} = Q_{31}</math></p> <p><math>Q_p = \nu RT_1 \left( \frac{\varepsilon^2 - 1}{\gamma - 1} + \frac{\varepsilon^2 - 1}{2} + \varepsilon^2 \ln \varepsilon \right)</math></p> <p><math> Q_c  = \nu RT_1 \frac{\gamma}{\gamma - 1} (\varepsilon^2 - 1)</math></p> <p><math>\eta = 1 - \frac{2\gamma(\varepsilon^2 - 1)}{(\varepsilon^2 - 1)(\gamma + 1) + 2\varepsilon^2(\gamma - 1) \ln \varepsilon}</math></p> <p>Răspuns: <math>\eta = 14,77\%</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	fiecare reprezentare corectă câte
b.	$L = \Delta p \cdot \Delta V = \frac{1}{2} p_1 V_1$ <p>Răspuns: <math>L = 500 J</math></p>
c.	$\eta = \frac{L}{Q_p} ; \quad \eta_c = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ $Q_p = \frac{\nu T_1}{2} (C_v + 3C_p)$ $\eta = \frac{R}{C_v + 3C_p}$ <p>Răspuns: <math>\eta = \frac{1}{13} ; \quad \eta_c = 1 - \frac{T_1}{3T_1} = \frac{2}{3}</math></p>
II.2.a.	$\bar{E} = N \cdot \bar{\epsilon}_{cin} \Rightarrow \bar{\epsilon}_{cin} = \frac{\bar{E}}{\nu N_A} \Rightarrow v_T = \sqrt{\frac{2\bar{E}}{\nu \mu}}$ <p>Răspuns: <math>\epsilon_{cin} = 0,83 \cdot 10^{-20} J ; \quad v_T \approx 1577 m/s</math></p>
b.	$\bar{E} = \frac{3}{2} \nu RT \Rightarrow T = \frac{2\bar{E}}{3\nu R} ; V = \frac{\nu RT}{p} ;$ <p>Răspuns: <math>T = 400 K ; V \approx 8,31 l</math></p>
c.	$\Delta U = U_2 - U_1 ; U_1 = \bar{E} = \frac{3}{2} \nu_1 RT ; U_2 = \frac{3}{2} \nu_2 RT \Rightarrow \Delta U = -\frac{3}{2} \frac{\Delta m}{\mu} RT$ <p>Răspuns: <math>\Delta U = -4,98 kJ</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție/ rezolvare
II.1.a.	$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ $v_T = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$ <p>Răspuns: <math>v_T \cong 495,43 \text{ m/s}</math></p>
b.	$pV = \frac{m}{\mu} RT$ $\mu = \frac{\rho RT}{p}$ <p>Răspuns: <math>\mu \cong 30,47 \text{ kg/kmol}</math></p>
c.	$\rho_0 = \mu p_0 / RT_0$ $\rho = \mu p / RT$ <p>Răspuns: <math>\rho_0 \cong 1,34 \text{ kg/m}^3</math></p>
II.2.a.	reprezentarea corectă a ciclului termodinamic
b.	$2p_1V_1 = \nu RT_2$ $p_1 2V_1 = \nu RT_4$ <p>Răspuns: <math>T_2 = T_4</math></p>
c.	$\eta = L / Q_a$ $L = p_1 V_1$ $L = \nu RT_1$ $Q_a = \nu C_V (T_2 - T_1) + \nu C_P (T_3 - T_2)$ $Q_a = 13 \nu RT_1 / 2$ <p>Răspuns: <math>\eta \cong 15,38\%</math></p>

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 94

**Subiectul C. FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI CĂLDURĂ**

Nr. Item	Soluție / rezolvare
II.1. a.	<p>aplicarea corectă a legii transformării izoterme pentru cele două compartimente</p> $p'_1 = p_0 \frac{L}{L + 2h} = 7,1 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ $p'_2 = p_0 \frac{L}{L - 2h}$ <p>Răspuns: <math>p'_2 = 1,66 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2</math></p>
b.	<p>Pentru: <math>F = (p'_2 - p'_1)S</math></p> <p>Răspuns: <math>F = 3,82 \text{ kN}</math></p>
c.	$\frac{p'_2}{T_0} = \frac{p'_1}{T_1}$ $T_1 = \frac{p'_1 T_0}{p'_2}$ <p>Răspuns: <math>T_1 \cong 117 \text{ K}</math></p>
2. a	Reprezentarea corectă în coordonate V-T
b	$V_2 = \frac{V_1}{16} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ $1 - 2 \quad p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ $T_2 = T_1 = 300 \text{ K}$ $1 - 3 \quad V_3 = V_1 = 32 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ $p_3 = p_2 = 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ <p>Răspuns: <math>T_3 = \frac{p_3 T_1}{p_1} = 4800 \text{ K}</math></p>
c	$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ $T_{\min} = T_1 = 300 \text{ K}$ $T_{\max} = T_3 = 4800 \text{ K}$ <p>Răspuns: <math>\eta = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 93\%</math></p>

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

Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 95

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_3}$ $\frac{T_1}{V_1^2} = \frac{T_2}{V_2^2}$ Răspuns: $T_2 = 1200K$
b.	$L = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)(p_2 - p_1)$ Răspuns: $L = 1246,5J$
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ Răspuns: $\eta_C = 75\%$
II.2.a.	$T_1 = \frac{\mu p V}{m R}$ Răspuns: $T_1 = 72,3K$
b.	$N = \frac{m N_A}{\mu}$ Răspuns: $N = 3 \cdot 10^{23}$
c.	$T_2 = n T_1$ Răspuns: $T_2 = 144,6K$ $L = p V (n - 1)$ Răspuns: $L = 300J$

Proba E: Specializarea : matematică –informatică, științe ale naturii  
Proba F: Profil: tehnic – toate specializările

Varianta 96

Subiectul C. FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI CĂLDURĂ

Nr. Item	Soluție/ rezolvare
II.1. a.	grafic corect
b.	$1 \rightarrow 2$ transformare izobară $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1$ unde $V_2 = 2V_1$ Răspuns: $T_2 = 600K$
c.	$2 \rightarrow 3$ transformare izotermă $p_2 V_2 = p_3 V_3$ $p_2 = p_1$ și $V_3 = V_1$ $p_{\max} = \frac{p_1 V_2}{V_1} = 2p_1$ Răspuns: $p_{\max} = 4 \text{ atm}$
2. a	$L = p_1 V_1$ $p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$ Analog pentru $\Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{2p_1 V_1}{\nu R} = 2T_1$ respectiv pentru $T_3 = 4T_1$ și $T_4 = 2T_1 = T_2$ $Q_p = Q_{12} + Q_{23}$ $Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) = \frac{3\nu R T_1}{2}$ și $Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2) = \frac{10\nu R T_1}{2}$ $Q_p = \frac{13}{2} p_1 V_1$ și $L = \frac{2}{13} Q_p$ Răspuns: $L = 2kJ$
b	$Q_{ced} = Q_{34} + Q_{41} = -\frac{6\nu R T_1}{2} - \frac{5\nu R T_1}{2}$ $Q_{ced} = -\frac{11}{2} p_1 V_1 = -\frac{11}{13} Q_p = -11kJ$ $Q_{ced} = -11kJ$
c	Pentru $\eta = \frac{L}{Q_p}$ Răspuns: $\eta = 15,3\%$



**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$p_1/V_1 = p_2/V_2$ $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ Răspuns: $T_2 = 1200K$
b.	$L = (p_1 + p_2)(V_2 - V_1)/2$ Răspuns: $L = 150kJ$
c.	$C = Q/\nu\Delta T$ $Q = \Delta U + L$ $\Delta U = \nu C_V \Delta T$ Răspuns: $C \cong 16,62kJ / kmol \cdot K$
II.2.a.	$ Q_c  = fQ_a$ $\eta = 1 -  Q_c /Q_a$ Răspuns: $\eta = 75\%$
b.	$\Delta T = T_1 - T_2$ $\eta = 1 - T_2/T_1$ $T_1 = 1600K$
c.	$v_{T1} = \sqrt{3RT_1/\mu}$ $v_{T2} = \sqrt{3RT_2/\mu}$ Răspuns: $v_{T1}/v_{T2} = 2$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	<p>ecuația transformării izoterme <math>pV = p_0(V + S\Delta x)</math></p> $p = p_0 + \frac{mg}{S}$ <p>ecuația termică de stare</p> $\Delta x = \frac{mgVRT}{p_0S(p_0S + mg)}$ <p>Răspuns: <math>\Delta x = 12,5\text{cm}</math></p>
b.	$L = \nu R(T' - T)$ <p>Răspuns: <math>L = 2,5\text{J}</math></p>
c.	<p>reprezentarea corectă a destinderii izoterme urmată de o încălzire izobară</p>
II.2.a.	<p>reprezentarea corectă a celor 5 transformări</p>
b.	$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}; \frac{T_2}{T_1} = \epsilon^{\gamma-1}$ $\eta = 1 - \frac{ Q_{cedat} }{Q_{primit}}$ <p>Răspuns: <math>\eta_{1-2-B-1} = 1 - \frac{\epsilon^{\gamma-1} - 1}{(\gamma-1)\epsilon^{\gamma-1} \ln \epsilon}</math></p>
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{rece}}{T_{cald}}$ $\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ <p>Răspuns: <math>\eta_C = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}</math></p>

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II. 1.a	$p_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1$ $V = S h ; \mu$ $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$ $h = \frac{mRT_1}{\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right)\mu S}$ Rezultat: $h = 0,83 \text{ m}$
b.	$L = \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)$ Rezultat: $L = 415,5 \text{ J}$
c.	$p(V_1 + V_2) = p_1 V_1 + p_2 V_2$ $V_1 = Sh \frac{T_2}{T_1}$ $p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$ Rezultat: $p = 2,03 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
II 2 a.	$T_1 = \frac{pV}{\nu R} ; T_2 = \frac{3pV}{\nu R}$ $T_3 = \frac{9pV}{\nu R} \quad T_4 = \frac{3pV}{\nu R}$ Rezultat: $T_{\max} \cong 1083 \text{ K}$
b.	$Q_2 = \nu C_V (T_4 - T_3) + \nu C_P (T_1 - T_4)$ Rezultat: $Q_2 = -28 \text{ KJ}$
c.	$\eta = 1 - \frac{ Q_2 }{\nu C_V (T_2 - T_1) + \nu C_P (T_3 - T_2)}$ Rezultat: $\eta = 22,2 \%$

**Subiectul C. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ**

Nr. item	Soluție / rezolvare
II.1.a.	$p_2 = np_1; T_2 = n^2 T_1$ Răspuns: $p_2 = 90 \cdot 10^3 \text{ Pa}; T_2 = 2700 \text{ K}$
b.	$L = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2}$ $L = \frac{(n^2 - 1)p_1 V_1}{2}$ Răspuns: $L = 36 \text{ kJ}$
c.	$\Delta U = \nu C_V \Delta T$ $Q = \Delta U + L$ Răspuns: $\Delta U = 108 \text{ kJ}; Q = 144 \text{ kJ}$
II.2.a.	$\eta = 1 - \frac{ Q_c }{Q_p}$ $ Q_c  = (1 - \eta)Q_p$ Răspuns: $Q_c = -720 \text{ J}$
b.	$L = \eta Q_p$ Răspuns: $L = 480 \text{ J}$
c.	$\eta = 1 - \frac{T_r}{T_c}$ $\eta' = 1 - \frac{T_r}{T_c + \Delta T}$ $\frac{1 - \eta}{1 - \eta'} = \frac{T_c + \Delta T}{T_c}$ $T_c = \frac{T_r}{1 - \eta}$ $\Delta T = T_r \frac{\eta' - \eta}{(1 - \eta)(1 - \eta')}$ Răspuns: $\Delta T = 93,3 \text{ K}$