

26 iulie 2016, **Admitere UPB, Fizică F2**. Enunțuri și rezolvare (dr. Savu-Sorin Ciobanu)

1. Unitatea de măsură în SI pentru capacitatea calorică este: (6 pct.)

- a) J/mol; b) caloria; c) J; d) J/kg; e) J·K; f) J/K.

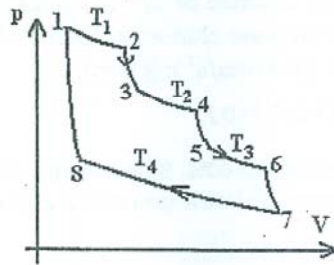
R1. $[C]_{SI} = J/K$

2. O forță de 2N acționează asupra unui corp timp de 5 secunde. Variația impulsului corpului în acest interval de timp este: (6 pct.)

- a) 10kg·m/s; b) 25kg·m/s; c) 40kg·m/s; d) 50kg·m/s; e) 20kg·m/s; f) 5kg·m/s.

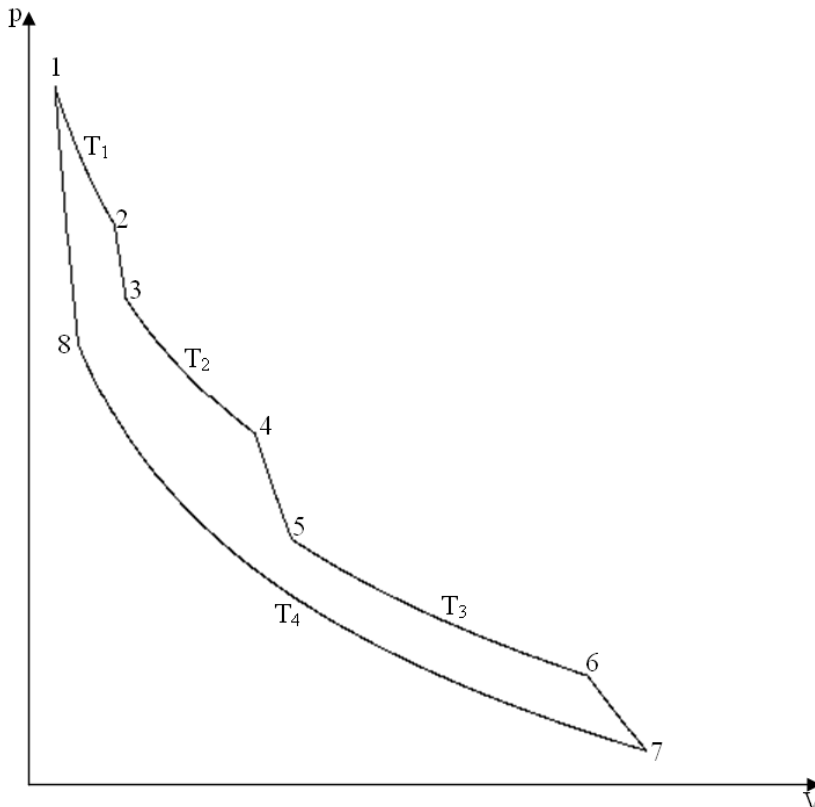
R2. $\Delta p = F \cdot \Delta t = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

3. O cantitate de gaz ideal parcurge ciclul din figură în care transformările 1-2, 3-4, 5-6 și 7-8 sunt izoterme, iar procesele 2-3, 4-5, 6-7 și 8-1 sunt adiabatice. La fiecare dilatare izotermă volumul se dublează. Dacă temperaturile izotermelor sunt $T_1 = 400\text{K}$, $T_2 = 300\text{K}$, $T_3 = 200\text{K}$ și $T_4 = 150\text{K}$, randamentul ciclului este: (6 pct.)

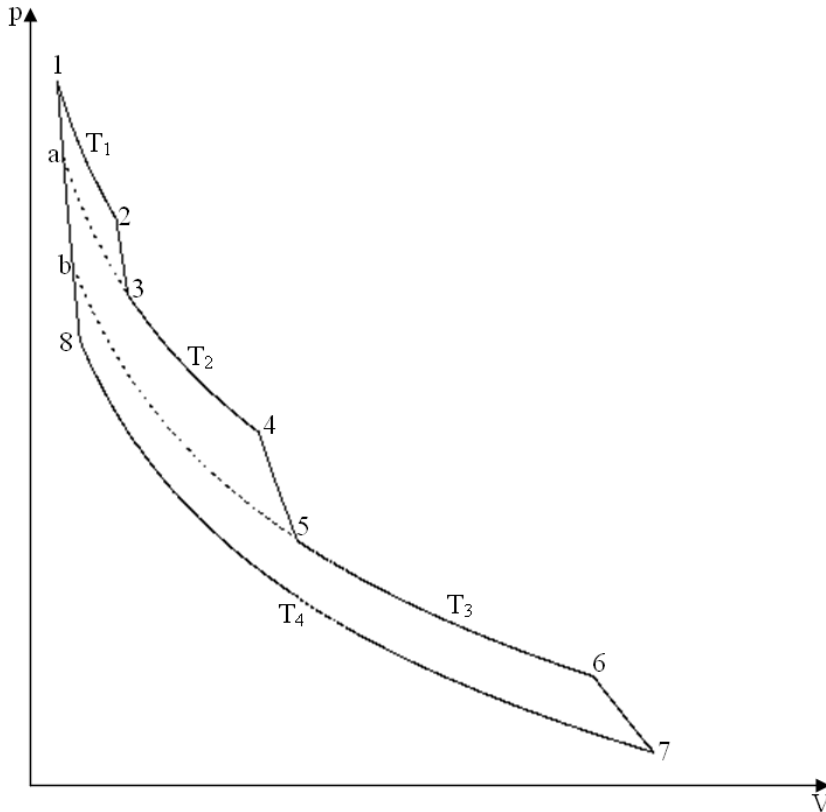


- a) 50%; b) 67%; c) $\frac{1}{3}$; d) 40%; e) 45%; f) $\frac{3}{4}$.

R3. Ciclul



parcurs în sensul 123456781 poate fi gândit ca suprapunerea a trei cicluri Carnot, 123a1, a345ba și b5678b, ca în figura următoare:



Sistemul, cînd parcurge ciclul 123a1, primește căldura Q_{1p} pe izoterma T_1 , în transformarea $1 \rightarrow 2$, în care își dublează volumul, $Q_{1p} = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu RT_1 \ln 2$, cedează căldura $|Q_{1c}|$ pe izoterma T_2 , în transformarea $3 \rightarrow a$, și are randamentul $\eta_1 = \frac{L_1}{Q_{1p}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{|Q_{1c}|}{Q_{1p}}$. Astfel, $L_1 = Q_{1p} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \nu R(T_1 - T_2) \ln 2$ și $|Q_{1c}| = Q_{1p} \frac{T_2}{T_1} = \nu RT_2 \ln 2$.

Cînd parcurge ciclul a345ba, sistemul primește căldura Q_{2p} pe izoterma T_2 , în transformarea $a \rightarrow 3 \rightarrow 4$, $Q_{2p} = |Q_{1c}| + Q_{34} = \nu RT_2 \ln 2 + \nu RT_2 \ln 2 = 2\nu RT_2 \ln 2$ (își dublează volumul în starea 4 față de starea 3), cedează căldura $|Q_{2c}|$ pe izoterma T_3 , în transformarea $5 \rightarrow b$, și are randamentul $\eta_2 = \frac{L_2}{Q_{2p}} = 1 - \frac{T_3}{T_2} = 1 - \frac{|Q_{2c}|}{Q_{2p}}$. Astfel, $L_2 = Q_{2p} \left(1 - \frac{T_3}{T_2}\right) = 2\nu R(T_2 - T_3) \ln 2$ și $|Q_{2c}| = Q_{2p} \frac{T_3}{T_2} = 2\nu RT_3 \ln 2$.

Cînd parcurge ciclul b5678b, sistemul primește căldura Q_{3p} pe izoterma T_3 , în transformarea $b \rightarrow 5 \rightarrow 6$, $Q_{3p} = |Q_{2c}| + Q_{56} = 2\nu RT_3 \ln 2 + \nu RT_3 \ln 2 = 3\nu RT_3 \ln 2$ (își dublează volumul în starea 6 față de starea 5), cedează căldura $|Q_{3c}|$ pe izoterma T_4 , în

transformarea $7 \rightarrow 8$, și are randamentul $\eta_3 = \frac{L_3}{Q_{3p}} = 1 - \frac{T_4}{T_3} = 1 - \frac{|Q_{3c}|}{Q_{3p}}$. Astfel,

$$L_3 = Q_{3p} \left(1 - \frac{T_4}{T_3} \right) = 3\nu R (T_3 - T_4) \ln 2 \quad \text{și} \quad |Q_{3c}| = Q_{3p} \frac{T_4}{T_3} = 3\nu R T_4 \ln 2. \quad (\text{Această ultimă}$$

ecuație poate fi scrisă sub forma $|Q_{3c}| = \nu R T_4 \ln 8$, ceea ce implică $\frac{V_7}{V_8} = 8$, ceea ce poate

fi demonstrat și folosind ecuațiile transformărilor izoterme și adiabatice din ciclul "mare" 123456781.)

În final, randamentul este:

$$\eta = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{Q_{12} + Q_{34} + Q_{56}} =$$

$$= \frac{\nu R \ln 2 \cdot (T_1 - T_2 + 2T_2 - 2T_3 + 3T_3 - 3T_4)}{\nu R \ln 2 \cdot (T_1 + T_2 + T_3)} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 - 3T_4}{T_1 + T_2 + T_3} = 1 - \frac{3T_4}{T_1 + T_2 + T_3} = 0,5$$

O altă rezolvare consideră ciclul 123456781, cu căldurile primite (pe izoterme) Q_{12} , Q_{34}

și Q_{56} , și căldura cedată (pe izotermă) $|Q_{78}| = \nu R T_4 \ln \frac{V_7}{V_8}$, și folosind ecuațiile

transformărilor izoterme și adiabatice din ciclul 123456781, exprimând toate volumele și presiunile în funcție de volumul și de presiunea din starea inițială 1 și de temperaturi, se

arată că $\frac{V_7}{V_8} = 8$, iar de aici se obține $\eta = 1 - \frac{|Q_{78}|}{Q_{12} + Q_{34} + Q_{56}} = 1 - \frac{3T_4}{T_1 + T_2 + T_3} = 0,5$

4. Unitatea de măsură în SI pentru puterea mecanică este: (6 pct.)

- a) $\text{N} \cdot \text{s}^2$; b) J; c) W; d) $\text{J} \cdot \text{s}$; e) $\frac{\text{N}}{\text{s}}$; f) N.

R4. $[P]_{SI} = W$

5. Un corp punctiform este aruncat de jos în sus în câmp gravitațional ($g = 10 \text{ m/s}^2$) cu viteza $v_0 = 10 \text{ m/s}$. Înălțimea maximă la care ajunge corpul este: (6 pct.)

- a) 15 m; b) 5 m; c) 4 m; d) 8 m; e) 1 m; f) 10 m.

$$\text{R5. } h_u = \frac{v_0^2}{2g} = 5 \text{ m}$$

6. Un corp cu masa de 20 kg este fabricat din fontă având căldura specifică $540 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Cantitatea de căldură necesară încălzirii corpului cu 40°C este: (6 pct.)

- a) 600 kJ; b) 864 J; c) 432 kJ; d) 600 J; e) 864 kJ; f) 216 kJ.

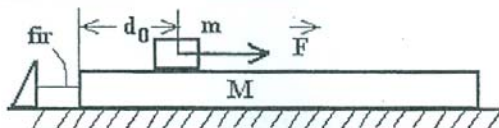
$$\text{R6. } Q = mc\Delta T = 20 \text{ kg} \cdot 540 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 40 \text{ K} = 432 \cdot 10^3 \text{ J} = 432 \text{ kJ}$$

7. Un corp de masă $m = 2 \text{ kg}$ are impulsul $p = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. Energia cinetică a corpului este: (6 pct.)

- a) 100 J; b) 20 J; c) 50 J; d) 15 J; e) 25 J; f) 10 J.

$$\text{R7. } E_c = \frac{p^2}{2m} = 25 \text{ J}$$

8. O scândură cu masa $M = 7,5 \text{ kg}$, așezată pe o masă netedă (fără frecare) este legată cu un fir inextensibil de un perete ca în figură. Sub acțiunea unei forțe constante $F = 3 \text{ N}$ un corp punctiform de masă m alunecă uniform pe scândură cu viteza $v_0 = 1,2 \text{ m/s}$. Când corpul a parcurs distanța $d_0 = 0,6 \text{ m}$ față de capătul scândurii, se taie firul. Lungimea minimă a scândurii astfel încât corpul să nu cadă de pe ea este: (6 pct.)



- a) 1,7 m; b) 4,2 m; c) 3,6 m; d) 2,4 m; e) 4,0 m; f) 3,2 m.

R8. Inițial, forța de tracțiune F compensează exact forța de frecare a corpului de masă m cu scândura: $F = \mu mg$.

La tăierea firului, scândura este pusă în mișcare uniform accelerată, pornind din repaus, sub acțiunea forței de frecare din partea corpului de masă m , și se va mișca cu accelerația $a = \frac{\mu mg}{M}$, pînă în momentul cînd viteza sa va deveni *egală* cu viteza corpului de masă m .

Pînă la acest moment, viteza corpului de masă m va rămîne *constantă*, el fiind antrenat de forța F și frînat de forța de frecare μmg , cele două forțe compensîndu-se exact.

Momentul cînd cele două viteze devin egale este dat de $t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0 M}{\mu mg}$. Pînă la acest

moment, corpul de masă m parcurge distanța $d_1 = v_0 t$, iar scîndura parcurge distanța

$d_2 = \frac{at^2}{2}$ (deja aici s-ar ști că scîndura parcurge o distanță egală cu *jumătatea* distanței

parcursă de corpul de masă m , viteza *medie* a acesteia fiind *jumătate* din viteza corpului de masă m), astfel corpul de masă m avansează față de scîndură cu distanța $\delta = d_1 - d_2$,

$$\text{adică } \delta = \frac{v_0^2 M}{\mu mg} - \frac{\mu mg}{2M} \left(\frac{v_0 M}{\mu mg} \right)^2 = \frac{Mv_0^2}{2\mu mg} = \frac{Mv_0^2}{2F} = 1,8 \text{ m}.$$

Astfel, lungimea scîndurii trebuie să fie cel puțin egală cu $l = d_0 + \delta = 2,4 \text{ m}$.

(După momentul la care cele două viteze devin *egale*, scîndura și corpul de masă m se vor mișca și cu *aceeași* accelerație $a' = \frac{F}{M+m}$, *adică* se vor mișca *împreună*.)

9. Într-o transformare a unui gaz ideal temperatura crește cu 20%, iar volumul se reduce de 4 ori. Raportul dintre presiunea finală și cea inițială este: (6 pct.)

- a) 3,6; b) 2,5; c) 5; d) 1,2; e) 4,8; f) 8.

$$\text{R9. } \frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow \frac{p}{p_0} = \frac{V_0}{V} \cdot \frac{T}{T_0} = 4,8$$

10. O mașină termică funcționează după un ciclu Carnot între temperaturile $T_1 = 1200 \text{ K}$ și $T_2 = 300 \text{ K}$. Lucrul mecanic efectuat într-un ciclu este $L = 3 \text{ kJ}$. Căldura primită într-un ciclu este: (6 pct.)

- a) 4 kJ; b) 4,2 kJ; c) 2,5 kJ; d) 5 kJ; e) 6 kJ; f) 3 kJ.

$$\text{R10. } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{L}{Q_p} \Rightarrow Q_p = L \frac{T_1}{T_1 - T_2} = 4 \text{ kJ}$$

11. Un număr de 10 cuburi identice fiecare cu latura de 20 cm și masa 2 kg se află unul lângă altul pe un plan orizontal. Pentru a așeza cuburile unul peste altul astfel încât să formeze pe planul orizontal o coloană verticală, lucrul mecanic necesar este ($g = 10 \text{ m/s}^2$): (6 pct.)

a) 220 J; b) 40 J; c) 180 J; d) 90 J; e) 4 J; f) 110 J.

$$\text{R11. } L = \sum_{i=1}^9 mg \cdot il = mgl \cdot \sum_{i=1}^9 i = 45mgl = 180J$$

12. Randamentul unui circuit electric simplu este 60%. Știind că intensitatea curentului de scurtcircuit al sursei are valoarea de 5 A, intensitatea curentului electric prin circuit este: (6 pct.)

a) 1 A; b) 2 A; c) 6 A; d) 3 A; e) 5 A; f) 4 A.

$$\text{R12. } \eta = \frac{R}{R+r} = \frac{1}{1+\frac{r}{R}} \Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{1-\eta}{\eta}$$

$$I_{sc} = \frac{E}{r}, I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{r} \cdot \frac{1}{1+\frac{R}{r}} = I_{sc} \cdot \frac{1}{1+\frac{R}{r}} = I_{sc} \cdot \frac{1}{1+\frac{\eta}{1-\eta}} = I_{sc} \cdot (1-\eta) = 2A$$

13. La bornele unui conductor cu rezistența electrică de 3Ω se aplică o tensiune electrică de 9 V. Sarcina electrică transportată printr-o secțiune transversală a conductorului în timp de 20 s este: (6 pct.)

a) 18 C; b) 6 C; c) 10 C; d) 180 C; e) 600 C; f) 60 C.

$$\text{R13. } q = I \cdot t = \frac{U}{R} \cdot t = 60C$$

14. Printr-un rezistor cu rezistența de 15Ω trece un curent electric cu intensitatea de 2 A. Puterea disipată pe rezistor este: (6 pct.)

a) 15 J; b) 60 W; c) 30 J; d) 60 J; e) 30 W; f) 15 W.

$$\text{R14. } P = RI^2 = 60W$$

15. Utilizând notațiile din manualele de fizică legea lui Ohm pentru un circuit simplu este: (6 pct.)

a) $I = \frac{E}{R+r}$; b) $I = E \cdot r$; c) $I = E \cdot R$; d) $I = \frac{U^2}{R}$; e) $I = E \cdot (R+r)$; f) $I = U \cdot R$.

$$\text{R15. } I = \frac{E}{R+r}$$