

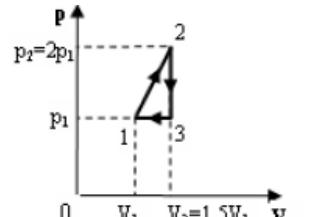
Transformari ciclice. Motoare termice.

- 1.** Un motor termic având ca substanță de lucru $\frac{1}{3}$ mol de gaz ideal monoatomic parcurge ciclul termodinamic reprezentat în figură. Fiind cunoscute valorile parametrilor $p = 10^5 \text{ Pa}$, respectiv $V = 8,31 \text{ l}$, și căldura molară la volum constant $C_V = \frac{3}{2}R$ determinați:
- temperaturile gazului în stările 1, 2 și 3;
 - lucrul mecanic efectuat de substanță de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
 - căldura primită de substanță de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
 - căldura cedată de sistem la fiecare parcurgere a procesului ciclic.
-
- 2.** O cantitate $v = 1 \text{ mol}$ de gaz ideal monoatomic suferă transformarea ciclică $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ reprezentată în coordonate p - V în figura alăturată. Se cunoaște $C_V = \frac{3}{2}R$ și temperatura în starea 1, $t_1 = 27^\circ\text{C}$.
- Reprezentați transformarea ciclică în sistemul de coordonate V - T .
 - Determinați căldura cedată de gaz în acest proces;
 - Determinați lucrul mecanic total efectuat într-un ciclu;
 - Determinați variația energiei interne în procesul $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$.
-
- 3.** Un gaz ideal având căldura molară la volum constant $C_V = 3R/2$, se găsește inițial în starea (1) în care ocupă volumul $V_1 = 2 \text{ l}$ la presiunea $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$. Gazul este supus următoarei succesiuni de transformări: (1) \rightarrow (2) încălzire izocoră până la presiunea $2p_1$; (2) \rightarrow (3) destindere izobară până la volumul $2V_1$; (3) \rightarrow (4) răcire izocoră până la presiunea p_1 ; (4) \rightarrow (1) comprimare izobară până în starea inițială.
- Reprezentați ciclul termodinamic efectuat de gaz în sistemul de coordonate p - V .
 - Arătați că stările (2) și (4) se găsesc pe aceeași izotermă.
 - Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz într-un ciclu complet.
 - Determinați variația energiei interne a gazului în destinderea izobară.
- 4.** Motorul unui automobil funcționează după ciclul Otto. În tabelul alăturat sunt indicate (în kilojoule, pentru un singur ciclu): variația energiei interne ΔU_{12} în cursul compresiei, căldura Q_{23} primită în urma exploziei amestecului carburant și lucrul mecanic L_{34} efectuat de gaz în cursul destinderii acestuia.
- | Procesul $i \rightarrow j$ | $Q_{ij} [\text{kJ}]$ | $L_{ij} [\text{kJ}]$ | $\Delta U_{ij} [\text{kJ}]$ |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| $1 \rightarrow 2$ | | | 720 |
| $2 \rightarrow 3$ | 480 | | |
| $3 \rightarrow 4$ | | 900 | |
| $4 \rightarrow 1$ | | | |
- Reprezentați ciclul Otto în coordonate p - V , specificând tipul fiecărei transformări.
 - Calculați valorile căldurii Q_{12} și Q_{34} schimbate de gaz cu exteriorul în procesele $1 \rightarrow 2$ și $3 \rightarrow 4$.
 - Stabiliti care sunt valorile L_{23} și L_{41} ale lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesele $2 \rightarrow 3$ și $4 \rightarrow 1$.
 - Determinați variația energiei interne a gazului ΔU_{41} în procesul $4 \rightarrow 1$ și căldura Q schimbată de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu.
- 5.** Un mol de gaz ideal diatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$), aflat inițial în starea 1, în care presiunea este $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ și volumul $V_1 = 4,155 \text{ l}$, este supus transformării ciclice $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$, reprezentată în sistemul de coordonate p - V ca în figura alăturată. Determinați:
- energia internă a gazului în starea 2;
 - lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul după parcurgerea unui ciclu complet;
 - căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea $3 \rightarrow 1$;
 - variația energiei interne a gazului după parcurgerea a 5 cicluri complete.
-

- 6.** O masă de gaz ideal suferă o transformare adiabatică ($pV^\gamma = \text{const}$, $\gamma = \frac{4}{3}$). Gazul evoluează din starea 1 în care $p_1 = 16 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 1,5 \text{ l}$ și $T_1 = 600 \text{ K}$ în starea 2 în care $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$. Din starea 2 el suferă o transformare izotermă până în starea 3 și revine la starea inițială printr-o transformare izobară.

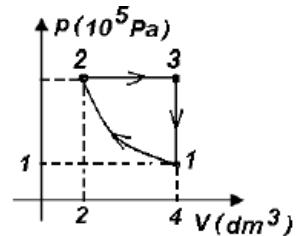
- Determinați temperatura gazului în starea 2.
- Calculați valoarea lucrului mecanic efectuat în procesul 3 → 1.
- Calculați variația energiei interne a gazului în procesul 1 → 2.
- Reprezentați procesul 2 → 3 → 1 în sistemul de coordonate p - V .

- 7.** Un mol de gaz ideal diatomic, ($C_V = \frac{5}{2}R$), aflat inițial în starea 1 în care parametrii sunt $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ și $V_1 = 4 \text{ l}$, este supus transformării ciclice $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ reprezentată în sistemul de coordonate p - V în figura alăturată. Determinați:



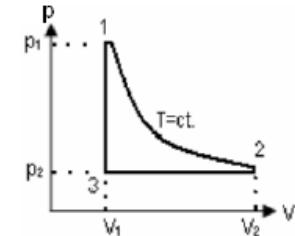
- energia internă a gazului în starea 1;
- lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării 1 → 2;
- căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării 1 → 2;
- valoarea raportului dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul în timpul unui ciclu și căldura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

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



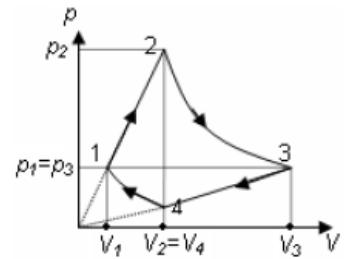
- Reprezentați ciclul termodinamic în sistemul de coordonate V - T .
- Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul 2 → 3.
- Calculați variația energiei interne a gazului în procesul 3 → 1.
- Calculați căldură cedată de gaz mediului exterior în procesul 1 → 2 → 3 → 1.

- 9.** În cilindrul cu piston mobil al unui motor termic se găsește o cantitate de aer care ocupă volumul $V_1 = 2 \text{ l}$. Inițial aerul din cilindru exercită asupra pistonului o forță de apăsare $F = 10 \text{ kN}$. În timpul funcționării motorului gazul este supus procesului ciclic reprezentat în coordonate p - V în figura alăturată. Transformarea 1 → 2 are loc la temperatură constantă, iar $V_2 = 4 \text{ l}$. Se cunoaște suprafața pistonului $S = 200 \text{ cm}^2$, căldura molară la volum constant $C_V = 5R/2$ și $\ln 2 \approx 0,69$. Se cere:



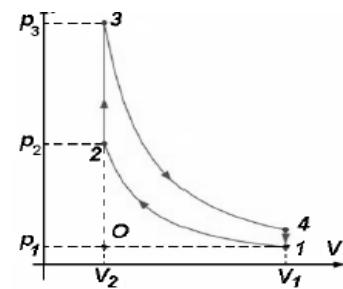
- rezolvarea grafică a procesului ciclic în sistemul de coordonate p - T ;
- variația energiei interne a gazului în transformarea 2 → 3;
- căldura primită de gaz în transformarea 3 → 1.
- lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu.

- 10.** O cantitate de gaz ideal diatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$) efectuează o transformare ciclică, reprezentată în coordonate p - V în figura alăturată. Transformările 2 → 3 și 4 → 1 au loc la temperaturi constante. Se cunosc parametrii termodinamici ai stării 1: $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_1 = 2 \text{ l}$, $T_1 = 300 \text{ K}$ și volumul în starea 4, $V_4 = 5 \text{ l}$. Cunoscând că $\ln 2.5 \approx 0,92$, calculați:



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

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



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