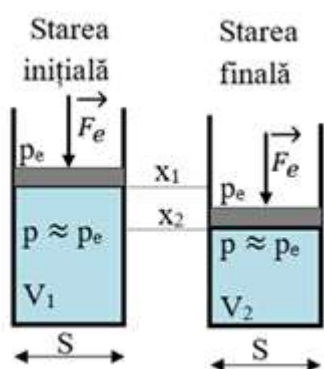


EXPRESIILE CĂLDURII(Q), VARIĂȚIEI ENERGIEI INTERNE(ΔU) ȘI A LUCRULUI MECANIC(L) ÎN TRANSFORMĂRILE SIMPLE ALE GAZULUI IDEAL

1. TRANSFORMAREA IZOCORĂ ($V = \text{CONSTANT}$)

Să presupunem că o forță $\vec{F}_e$ acționează asupra unui gaz închis într-un cilindru cu piston ca în figura de mai jos :



Lucrul mecanic efectuat de forța exterioară $\vec{F}_e$ asupra gazului îl putem scrie : $L = F_e \cdot d$ sau

$L = F_e \cdot (X_2 - X_1)$. Conform definiției presiunii (lecția 3) putem scrie : $P = \frac{F}{S}$ unde S este aria bazei

cilindrului. Deci $F = P \cdot S$. Dacă înlocuim în expresia

lucrului mecanic pe $\vec{F}_e$ în funcție de P avem : $L = P \cdot S(X_2 - X_1)$; $L = P \cdot S \cdot X_2 - P \cdot S \cdot X_1$

Cum $S \cdot X_2 = V_2$ – volumul final al gazului după ce a acționat forța $\vec{F}_e$, iar

$S \cdot X_1 = V_1$ – volumul gazului înainte de a acționa forța $\vec{F}_e$ putem scrie :

$L = P(V_2 - V_1)$, dar $V_2 - V_1 = \Delta V$ (variația volumului gazului sub acțiunea forței $\vec{F}_e$), deci

$$\boxed{L = P \Delta V}$$

Dacă revenim acum la transformarea izocoră ($V = \text{constant}$) putem afirma că :

într-o transformare izocoră lucrul mecanic efectuat de gaz este zero

$$\boxed{L = 0}$$

Deci conform principiului I al termodinamicii $Q_v = \Delta U$, unde prin Q_v am notat căldura într-o transformare izocoră. Folosind coeficienții calorici (căldura molară la volum constant C_v) avem :

$$Q_v = \nu C_v \Delta T$$

$$Q_v = \nu C_v (T_2 - T_1) \quad Q_v = \frac{m}{\mu} C_v (T_2 - T_1)$$

Deci, dacă $Q = \Delta U$ într-o transformare izocoră, atunci putem scrie că și :

$$\Delta U = \nu C_v (T_2 - T_1) \quad \Delta U = \frac{m}{\mu} C_v (T_2 - T_1)$$

2. TRANSFORMAREA IZOBARĂ (P = CONSTANT)

Căldura molară la presiune constantă C_p este :

$$C_p = \frac{Q_p}{\nu \Delta T} \text{ deci } Q_p = \nu C_p \Delta T \text{ putem scrie :}$$

$$Q_p = \nu C_p (T_2 - T_1) \quad Q_p = \frac{m}{\mu} C_p (T_2 - T_1)$$

Iar lucrul mecanic este dat de $L = P \cdot \Delta V$; $L = P(V_2 - V_1)$

Dacă scriem ecuația generală a gazelor în punctele final și inițial în care se află gazul avem :

- $PV_2 = \nu RT_2$ - pentru starea finală
- $PV_1 = \nu RT_1$ - pentru starea inițială

Dacă scădem cele două ecuații avem : $P(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$

$$P\Delta V = \nu R\Delta T$$

Dar $P\Delta V = L$ (lucrul mecanic), deci pentru o transformare izobară putem scrie :

$$L = P \cdot \Delta V$$

$$L = \nu R(T_2 - T_1)$$

Din primul principiu al termodinamicii $Q_p = \Delta U + L$ aflăm $\Delta U = Q_p - L$

$$\Delta U = \nu C_p (T_2 - T_1) - \nu R(T_2 - T_1) \text{ deci, } \Delta U = \nu (C_p - R)(T_2 - T_1)$$

Dar din relația Robert Mayer avem $C_p - C_v = R$. Atunci putem scrie că :

$$\Delta U = \nu C_v(T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} C_v(T_2 - T_1)$$

Se observă că ΔU (variația energiei interne) are aceeași valoare și în transformarea izocoră și în cea izobară.

Variația energiei interne a unui gaz ideal nu depinde de transformare, ci doar de starea inițială, respectiv finală în care ajunge gazul. Dacă transformarea este ciclică (stările inițială și finală coincid) $\Delta U = 0$ (variația energiei interne a gazului este zero)

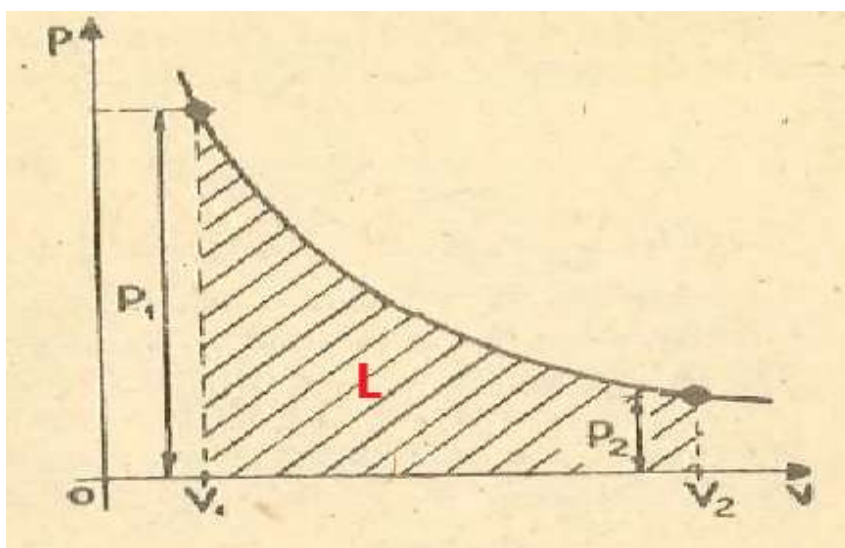
3. TRANSFORMAREA IZOTERMĂ ($T = \text{CONSTANT}$)

Am văzut că variația energiei interne ΔU este aceeași în orice transformare, deci și în transformarea izotermă. Dacă înlocuim în relația de mai sus $T_2 = T_1 = T$ atunci $T_2 - T_1 = 0$

Deci $\Delta U = 0$ într-o transformare izotermă.

$$\Delta U = 0$$

Pentru calculul lucrului mecanic ne folosim de graficul funcției transformării izoterme, știind că aria figurii de sub grafic reprezintă lucrul mecanic efectuat de gaz în acest caz.



Deoarece aria figurii ce reprezintă lucrul mecanic nu e o figură regulată (figură geometrică a cărei arie o cunoaștem deja) aici scriem doar formula lucrului mecanic.

$$L = 2,3 \lg \frac{V_2}{V_1}$$

unde V_2 , V_1 sunt volumul gazului în starea inițială și volumul gazului în starea inițială.

Lg reprezintă logaritmul în baza e, cunoscut de la orele de matematică.

Având în vedere legea transformării izoterme $P_1V_1 = P_2V_2$ putem scrie expresia lucrului mecanic ținând cont de această lege.

$$L = 2,3 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

Într-o transformare izotermă $Q = L$, deci :

$$Q = 2,3 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

sau

$$Q = 2,3 \lg \frac{V_2}{V_1}$$

4. TRANSFORMAREA ADIABATĂ ($Q = 0$)

În acest caz sistemul termodinamic nu schimbă căldură ($Q = 0$) cu mediul exterior. Sistemul poate efectua lucru mecanic pe baza scăderii energiei lui interne :

$$Q = \Delta U + L, Q = 0$$

$$L = - \Delta U \text{ (sistemul efectuează lucru mecanic asupra mediului exterior) sau}$$

$$-L = \Delta U \text{ (mediul exterior efectuează lucru mecanic asupra sistemului termodinamic)}$$

Ecuția transformării adiabate (ecuația lui Poinsson) este :

$$PV^\gamma = \text{constant}$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} \text{ - se numește exponent adiabatic}$$

Graficul transformării adiabate seamănă cu cel al transformării izoterme numai că are ”panta” mai abruptă.

