

Aplicații ale principiului I al termodinamicii la gazul ideal

Principiul I al termodinamicii exprimă legea conservării și transformării energiei dintr-o formă în alta și se exprimă prin relația:

$$\Delta U = Q - L,$$

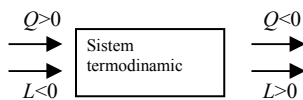
unde:

ΔU -variația energiei interne a sistemului termodinamic

L -lucrul mecanic schimbat de sistem cu exteriorul

Q -căldura schimbată de sistem cu exteriorul

Relația de mai sus este valabilă cu convenția de semn din schema următoare:



(Căldura primită de sistem este pozitivă, iar cea cedată este negativă; lucrul mecanic primit de sistem este negativ, iar cel cedat (efectuat) este pozitiv.)

Energia internă a unui gaz ideal se datorează mișcării de agitație termică a moleculelor gazului și este dată de relația:

$$U = \frac{i}{2} \nu RT \quad (\text{ecuația calorică de stare a gazului ideal}), \text{ unde:}$$

i -numărul gradelor de libertate ale unei molecule

$$i = \begin{cases} 3, & \text{pentru gaze monoatomice} \\ 5, & \text{pentru gaze diatomice} \\ 6, & \text{pentru gaze poliatomice} \end{cases}$$

ν -numărul de kilomoli de gaz

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_\mu}, \text{ unde:}$$

m -masa gazului ideal

μ -masa molară a gazului ideal

N -numărul de molecule de gaz

N_A -numărul lui Avogadro ($N_A = 6,023 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$)

V -volumul gazului ideal

V_μ -volumul molar al gazului)

R -constanta gazului ideal ($R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$)

T -temperatura absolută a gazului

Dependența presiunii gazului ideal de volumul acestuia și temperatura sa absolută se numește *ecuația termică de stare a gazului ideal* și este dată de relația:

$$pV = \nu RT, \text{ unde:}$$

p -presiunea

V -volumul

ν -numărul de kilomoli de gaz

R -constanta gazului ideal

T -temperatura absolută a gazului

În cazul în care cantitatea de substanță rămâne aceeași ($\nu = \text{const.}$, $m = \text{const.}$), **variația energiei interne a gazului ideal** se poate pune sub forma:

$$\Delta U = \nu C_V \Delta T, \text{ unde:}$$

ΔU - variația energiei interne a gazului

ν -numărul de kilomoli de gaz

$$C_V = \frac{i}{2} R \text{ -căldura molară la volum constant a gazului}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \text{ (variația temperaturii gazului)}$$

Căldura Q schimbată de un corp cu mediul exterior este direct proporțională cu variația temperaturii corpului ΔT (când nu se schimbă starea de agregare a corpului):

$$Q = mc\Delta T = \nu C\Delta T,$$

unde:

m -masa corpului

c -căldura specifică (caracteristică substanței din care este alcătuit corpul)

ν -numărul de kilomoli

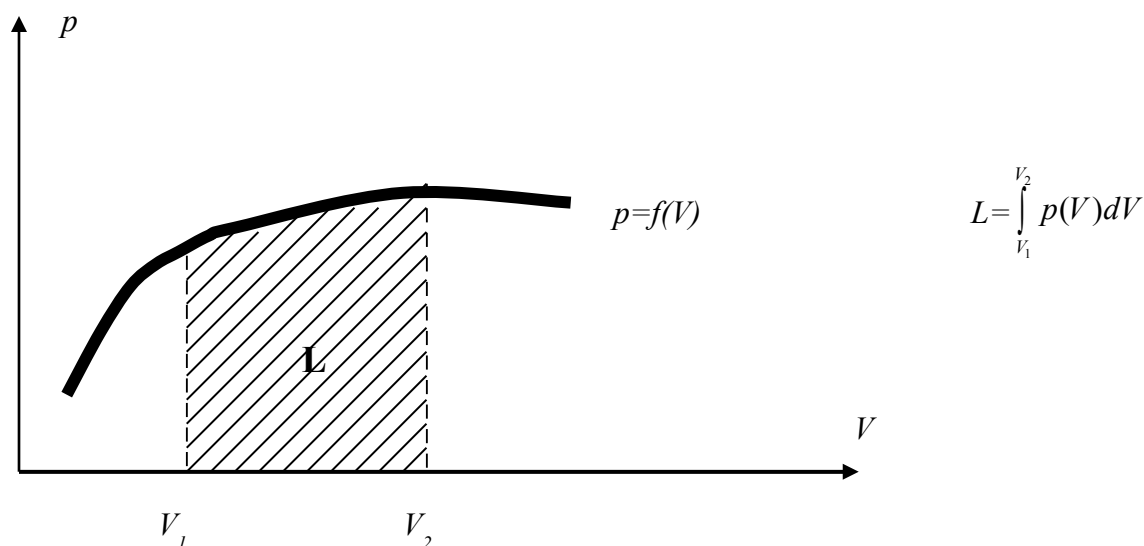
C -căldura molară

Căldura molară depinde de tipul transformării respective a gazului. Căldura molară la volum constant a gazului se notează C_V , iar căldura molară la presiune constantă se notează C_p ; relația dintre ele se numește *relația lui Mayer*: $C_p = C_V + R$. *Exponentul adiabatic γ* se definește

$$\text{astfel: } \gamma = \frac{C_p}{C_V}.$$

Relația dintre C și c este: $C = \mu c$, unde μ este masa molară.

Lucrul mecanic schimbat de un gaz ideal cu mediul exterior se poate calcula folosind o interpretare geometrică a lucrului mecanic: lucrul mecanic este egal cu aria figurii cuprinse între graficul presiunii ca funcție de volum, axa volumelor și cele două ordonate corespunzând volumului inițial V_1 și volumului final V_2 :



Când gazul își mărește volumul (se destinde), el efectuează lucru mecanic, iar când gazul își micșorează volumul (este comprimat), acesta primește lucru mecanic.

Transformările gazului ideal sunt procese termodinamice în care cantitatea de gaz rămâne constantă în timpul acestora ($v = \text{const.}$, $m = \text{const.}$). În tabelul de mai jos sunt prezentate sintetic transformările gazului ideal:

Tipul transformării	Definiția transformării	Legea transformării	ΔU	L	Q
izocoră	$V = \text{const.}$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	$\Delta U = v C_v \Delta T$	0	$v C_v \Delta T$
izobară	$p = \text{const.}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$\Delta U = v C_v \Delta T$	$p \Delta V = v R \Delta T$	$v C_p \Delta T$
izotermă	$T = \text{const.}$	$p_1 V_1 = p_2 V_2$	0	$v R T \ln \frac{V_2}{V_1}$	$v R T \ln \frac{V_2}{V_1}$
adiabatică	$Q = 0$	$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$	$\Delta U = v C_v \Delta T$	$-v C_v \Delta T$	0
generală (oarecare)	$p = f(V)$	$p = f(V)$ $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$	$\Delta U = v C_v \Delta T$	$\int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$	$\Delta U + L$

$\ln x = \log_e x$, unde $e = 2,718\dots$

p_1 -presiunea inițială a gazului

p_2 -presiunea finală a gazului

V_1 -volumul inițial al gazului

V_2 -volumul final al gazului

T_1 -temperatura absolută inițială a gazului

T_2 -temperatura absolută finală a gazului

