

Gazul ideal

Cuprins

1. Ce este gazul ideal. Ecuația termică de stare a gazului ideal.	1
2. Legile gazului ideal	2
3. Distribuția moleculelor după viteze.....	Error! Bookmark not defined.

1. Ce este gazul ideal. Ecuația termică de stare a gazului ideal.

Gazul ideal este un model fizic ale cărui caracteristici sunt următoarele:

- ✓ Este alcătuit dintr-un număr foarte mare de particule numite molecule ale căror dimensiuni se consideră neglijabile în raport cu volumul containerului pe care îl ocupă. Molecule sunt considerate puncte materiale.
- ✓ Moleculele sunt considerate identice.
- ✓ Mișcarea moleculelor respectă legile mecanicii clasice. Ca sistem acestea se mișcă haotic, fără a avea o direcție privilegiată de mișcare.
- ✓ Interacțiunile dintre molecule se consideră neglijabile.
- ✓ Moleculele interacționează cu pereții vasului în care sunt puse prin ciocniri perfect elastice, ceea ce determină presiunea.

Gazul ideal modelează destul de bine comportarea gazelor reale la presiuni reduse și temperaturi mari. Modelul gazului ideal presupune în esență considerarea moleculelor ca puncte materiale și considerarea comportării acestora în conformitate cu legile mecanicii clasice.

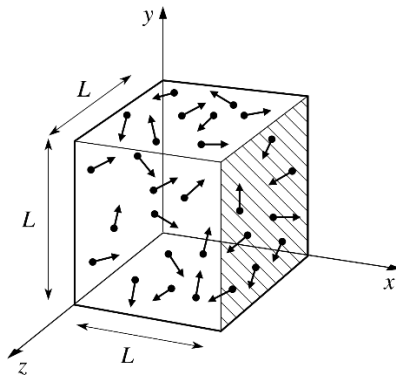


Figura 1

Ciocnirile moleculelor cu pereții vasului în care sunt puse determină presiunea gazului. Presiunea este unul din parametrii macroscopici care caracterizează gazul ideal închis într-o incintă. Considerând un vas de volum V în care se află un gaz ideal în echilibrul termic la o temperatură T se demonstrează, luând în considerare ciocnirile perfect elastice ale moleculelor cu pereții, următoarea relație pentru presiunea gazului :

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \quad (1)$$

Relația (1) se numește *formula fundamentală a teoriei-cinetico-moleculare a gazului ideal*. Unde p reprezintă presiunea gazului, $n = \frac{N}{V} = \frac{\text{număr de molecule}}{\text{volum}}$ este concentrația moleculelor gazului, m_0 este masa unei molecule, iar $\overline{v^2}$ este viteza pătratică medie a unei molecule de gaz.

Termenul $\frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$ reprezintă energia cinetică medie a mișcării de translație a unei molecule și conform teoremei de echipartiție a energiei pe grade de libertate este echivalent în medie cu o energie de $\frac{3}{2}kT$, unde $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ este constanta lui Boltzmann. Adică:

$$\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} = \frac{3}{2}kT \quad (2)$$

Înlocuind (2) în (1) rezultă:

$$p = nkT \quad (3)$$

Care reprezintă ecuația termică de stare a gazului ideal. Această ecuație mai poate fi scrisă în forma:

$$p = nkT = \frac{N}{V}kT \rightarrow pV = NkT = \nu N_A kT = \nu RT \quad (N_A k = R)$$

- unde ν este numărul de moli
- $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{molecule}}{\text{mol}}$ este numărul lui Avogadro.
- $R = 8,31 \text{ J/mol K}$ este constanta universală a gazelor

Adică:

$$pV = \nu RT \quad (4 - \text{ecuația Clapeyron-Mendeleev})$$

Ecuațiile (3) și (4) reprezintă două forme diferite ale ecuației termice de stare a gazului ideal. Presiunea, volumul, numărul de moli, temperatura se numesc parametri de stare ai gazului ideal. În cazul gazelor reale, relația dintre acești parametri este una foarte complicată, însă în cazul în care gazul poate fi aproximat cu un gaz ideal relația este cea dată de ecuația (4) sau (3).

Precizări

- *Molul este o unitatea fundamentală în SI și reprezintă cantitatea de substanță care conține un număr de entități elementare (atomi, molecule, ioni, etc) egale cu numărul lui Avogadro $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ molecule.*
- *Un mol din orice substanță în aceleași condiții de presiune și temperatură ocupă același volum care se numește volum molar. Volumul molar în condiții normale de presiune și temperatură ($p_0 = \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2}$, $t_0 = 0^\circ \text{C}$)*
- *Masa unui mol se numește masă molară și se notează cu μ (exemple: $\mu_{H_2} = 2g$, $\mu_{H_2O} = 18g$).*
- *Numărul de moli se calculează astfel : $\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_\mu}$*

2. Legile gazului ideal

Pornind de la ecuația termică de stare a gazului ideal se pot deduce transformările simple ale gazului ideal (Fig.2) :

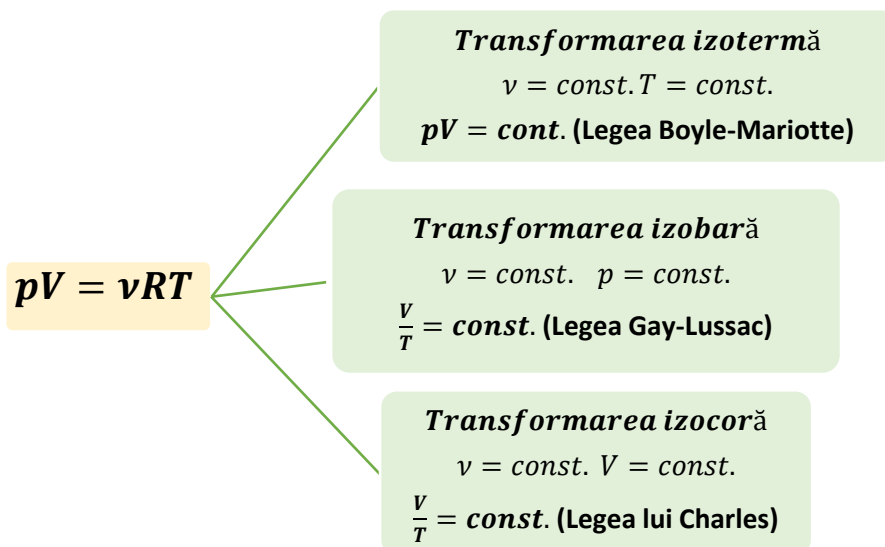


Figura 2

Transformarea izotermă

Un exemplu de transformare izotermă este ilustrat în desenul de mai jos. Într-un tub închis la un capăt și deschis la celălalt, aflat în atmosferă la temperatură constantă, izolăm o cantitate de gaz prin intermediul unei coloane de mercur. Dacă continuăm să turnăm mercur, acesta va comprima gazul care va suferi o transformare izotermă. Presiunea gazului va fi măsurată prin diferența de nivel a coloanei de mercur din cele două ramuri iar volumul gazului poate fi măsurat dacă tubul este gradat sau dacă utilizăm o riglă gradată:

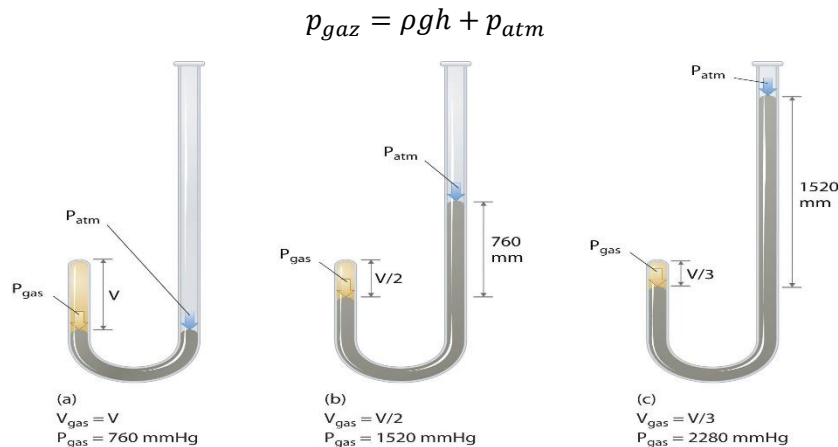
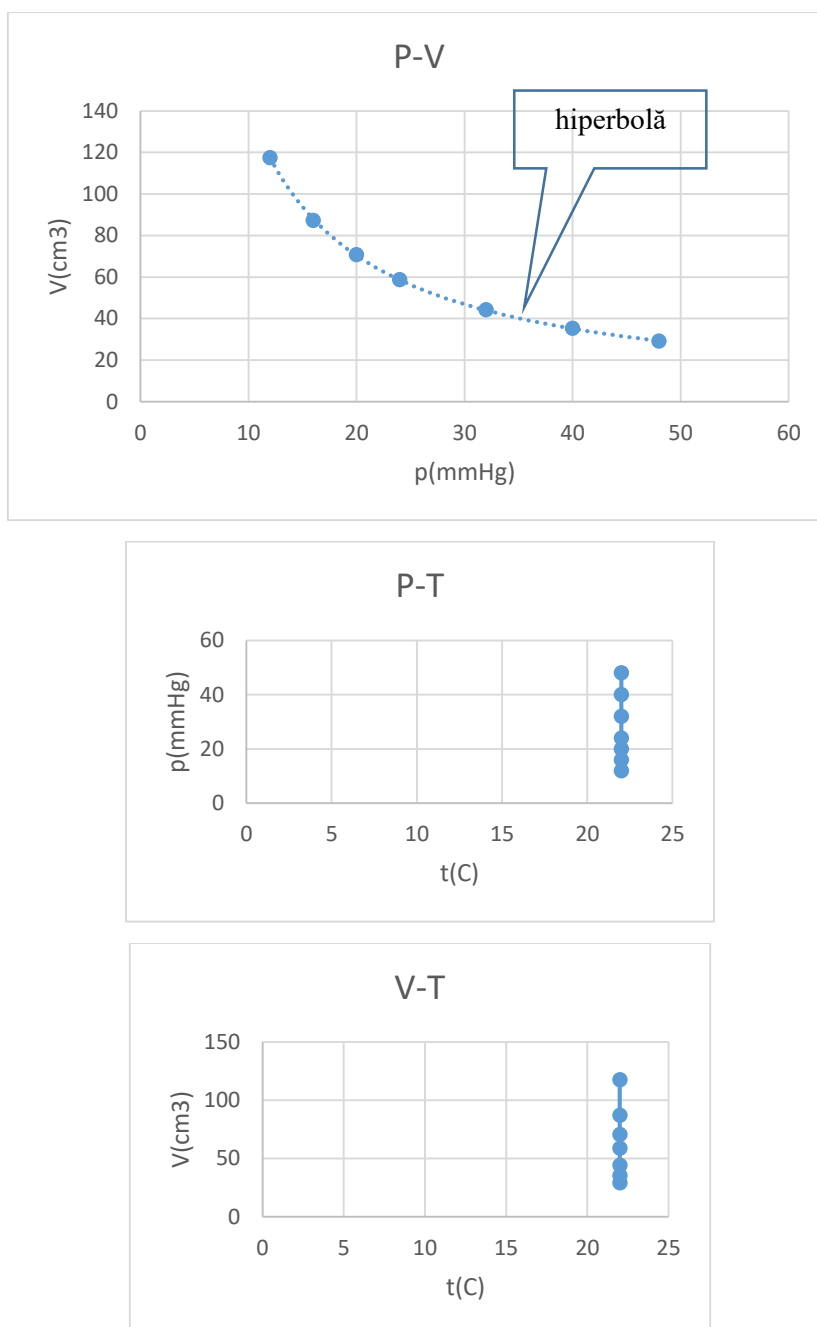


Figura 3

Dacă facem măsurătorile putem obține de exemplu datele experimentale din tabelul de mai jos:

t(C)	p(mmHg)	V(cm3)	pV
22	12	117,5	1410
22	16	87,2	1395,2
22	20	70,7	1414
22	24	58,8	1411,2
22	32	44,2	1414,4
22	40	35,3	1412
22	48	29,1	1396,8

Reprezentarea grafică a acestor date în diferite tipuri de coordonate (p, V); (p, T); (V, T) conduce la reprezentarea unei transformări izoterme ca în figurile următoare:



Transformarea izocoră

O transformare izocoră poate fi obținută experimental utilizând dispozitivul prezentat în figura 4. Într-un balon de sticlă introdus într-un vas cu lichid se află închis un gaz. Volumul gazului este menținut constant prin intermediul unui dop fix. În interiorul gazului sunt conectați doi senzori, unul de temperatură iar celălalt de presiune. Temperatura gazului se poate modifica dacă încălzim vasul cu lichid sau dacă turnăm lichid fierbinte. Corespunzător se va observa și o modificare a presiunii.

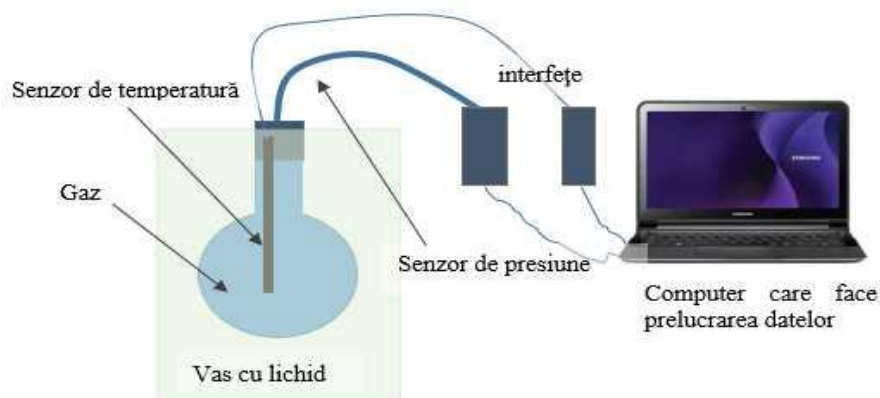


Figura 4

O transformare izocoră poate fi reprezentată în diferite tipuri de coordonate (p, T), (V, T), (V, p) așa cum este arătat în figura 5.

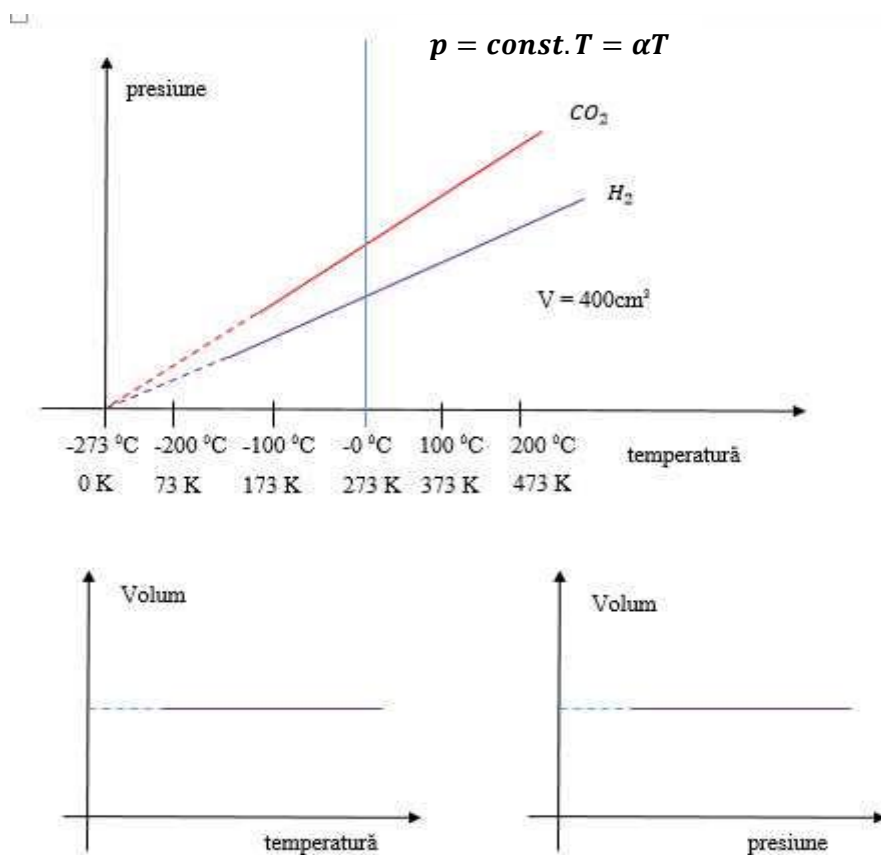


Figura 5

Transformarea izobară

O transformare la presiune constantă poate fi realizată folosind dispozitivul din figura 6. Într-un balon se află un gaz separat de exterior prin intermediul unei coloane de mercur care se poate deplasa liber. Inițial coloana de mercur se află într-o anumită poziție presiunea gazului din interior fiind echilibrată de presiunea atmosferică. Dacă se încălzește gazul, coloana de mercur se va deplasa deoarece pentru scurt timp presiunea gazului devine mai mare decât cea exterioară ceea ce determină deplasarea

mercurului până când se va ajunge din nou la echilibru, presiunea din interior egalând din nou presiunea atmosferică (care nu se modifică).

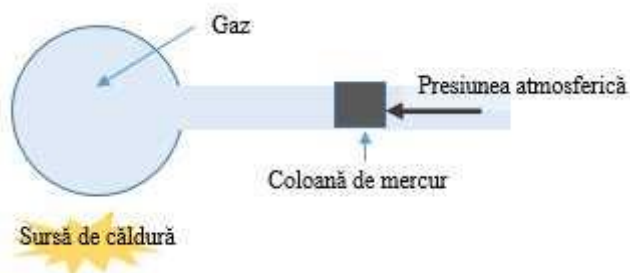
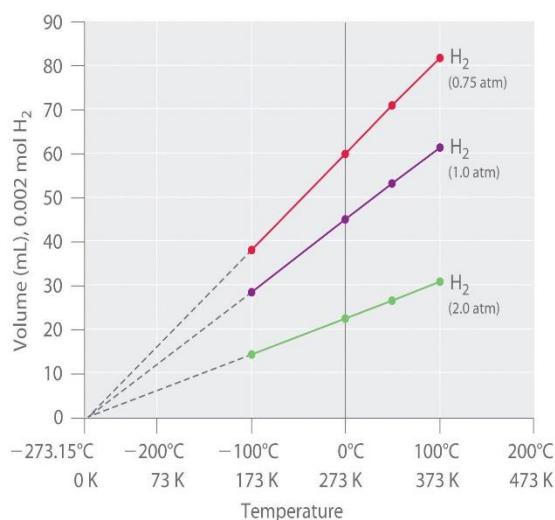
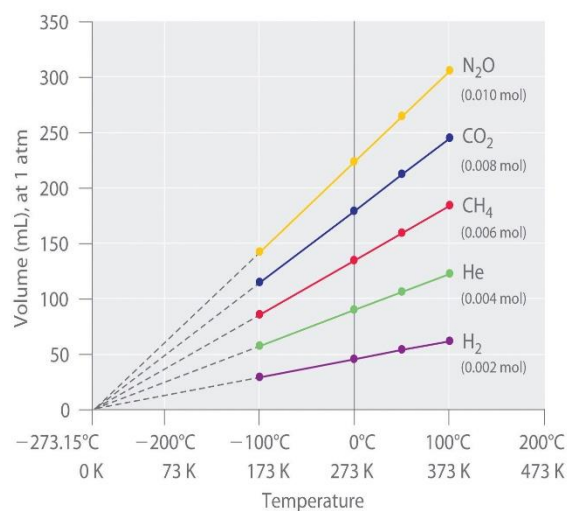


Figura 6

O transformare izobară poate fi reprezentată în diferite tipuri de coordonate (V, T) figura 7. În Fig.7a este reprezentată transformarea izocoră a hidrogenului la trei presiuni constante diferite ($p = 0,75; 1; 2$) atm. În Fig.7b este reprezentată transformarea izobară a unor gaze diferite (care au număr de moli diferiți) dar aflate la aceeași presiune de 1 atm.



(a)



(b)

Figura 7

În Fig.8 este reprezentată o transformare izobară a unui gaz în coordonate (p, T) și (p, V).

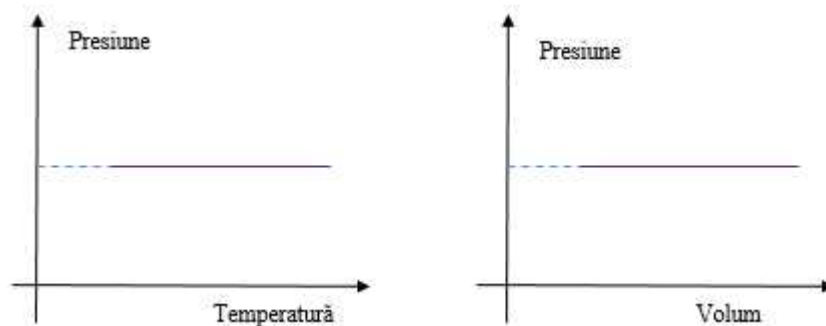


Figura 8