



Course n°:1

Sub-category:

Date: 03.09.2012

Language:Romanian

City:Târgu Mureş

Country:Romania

Speaker:Sanda-Maria Copotoiu

Legile gazelor în anestezie

Starea fizică a unei substanțe

Relațiile dintre elementele constitutive:

- atomi, molecule
- Matrice, lățițe

Gazele sunt starea cea mai simplă a materiei

Molecule

- în ordine întâmplătoare
- se ciocnesc elastic
- se ciocnesc de pereții unui container → presiune
- Între molecule **nu** există forțe de atracție

<http://library.thinkquest.org/12354>

Teoria moleculară



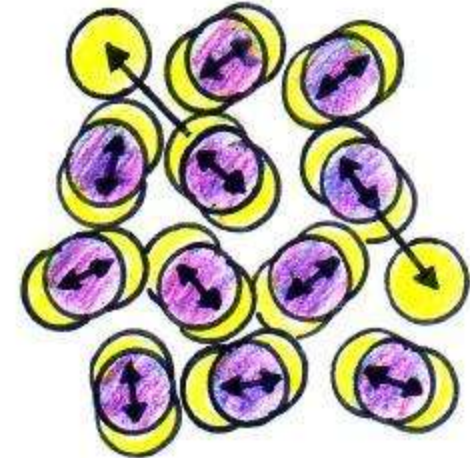
Solid

Forțe de coeziune -legare
Mișcare –oscilații pct fix
Formă rigidă
Volum ct



Gaz

Coeziune nulă
Poz molec inconst
Mișcare – hazard
Formă variabilă
Volum variabil



Lichid

Forțe de coeziune puternice
Libertate de mișcare mare
Mișcare în toate direcțiile
Formă - ia forma vasului
Volum ct

Teoria moleculară

Atracția mutuală a moleculelor = coeziune



Solid

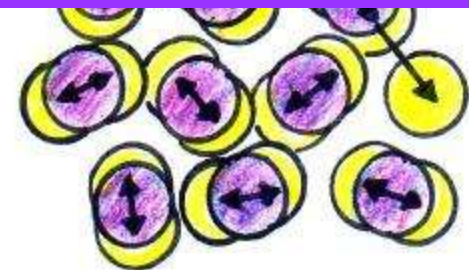
Forțe de coeziune -legare
Mișcare –oscilații pct fix
Formă rigidă
Volum ct

Atracția între moleculele altei substanțe = adeziune



Gaz

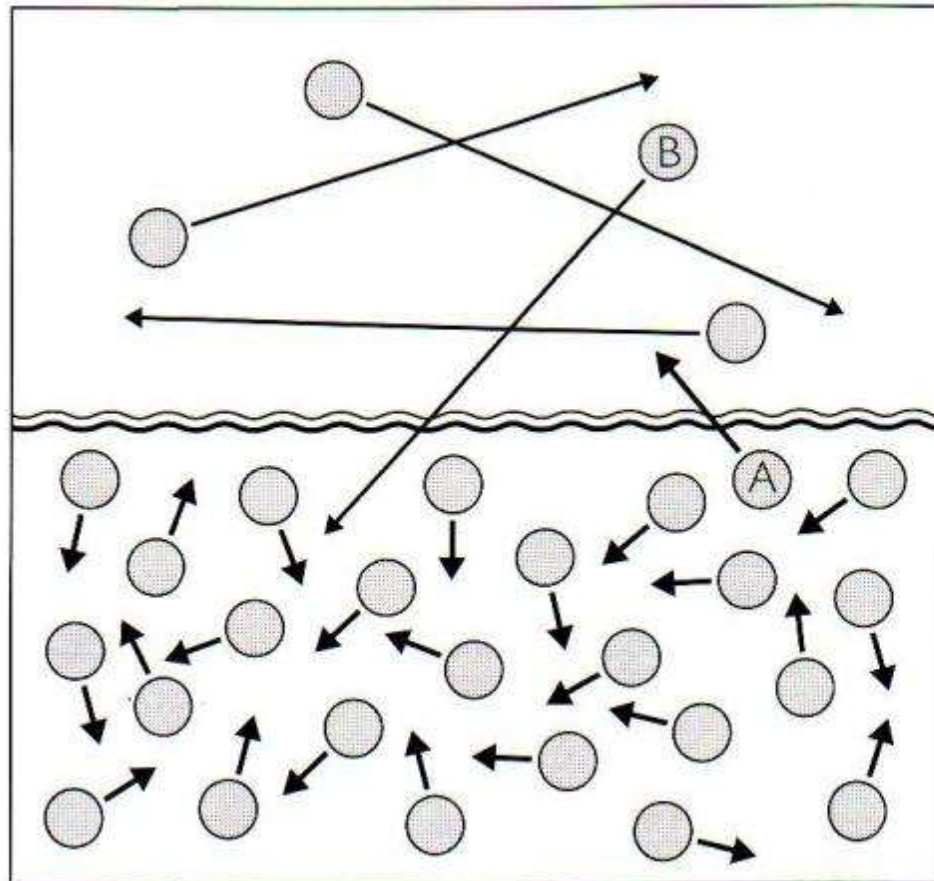
Coeziune nulă
Poz molec inconst
Mișcare – hazard
Formă variabilă
Volum variabil



Lichid

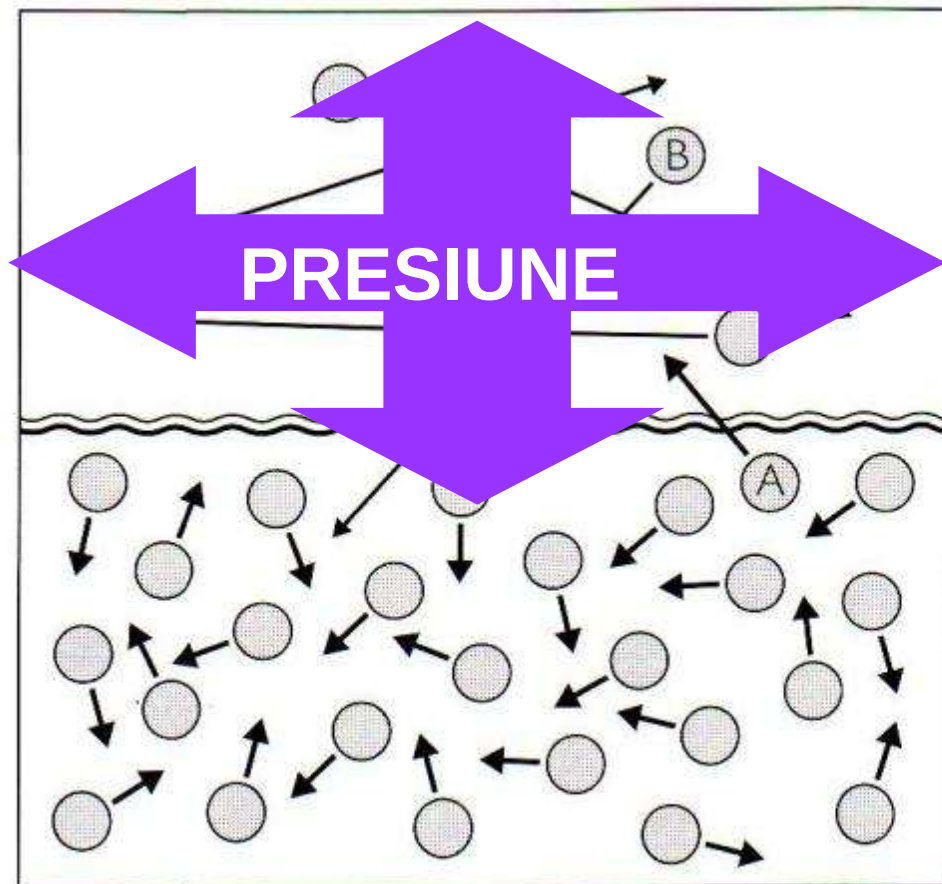
Forțe de coeziune puternice
Libertate de mișcare mare
Mișcare în toate direcțiile
Formă - ia forma vasului
Volum ct

Forțele van der Waals Interfața gaz –lichid- presiunea de saturație

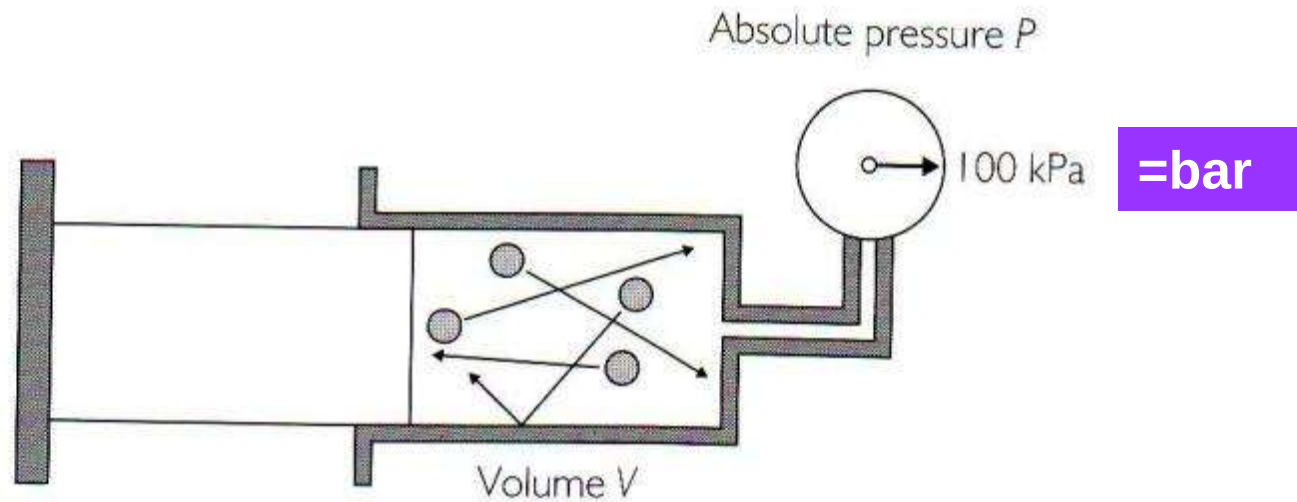


Forțele van der Waals

Interfața gaz –lichid- presiunea de saturație



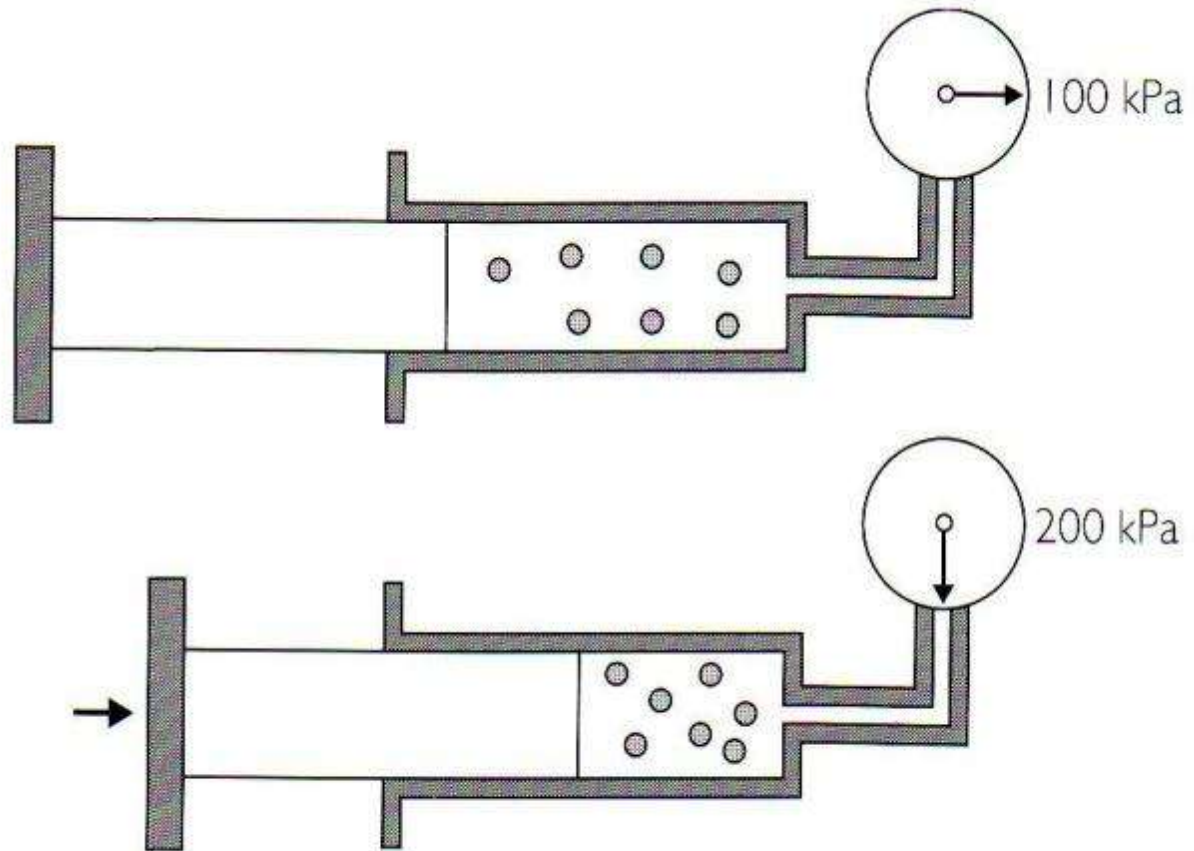
Legile gazelor ideale



Robert Boyle 1627-1691

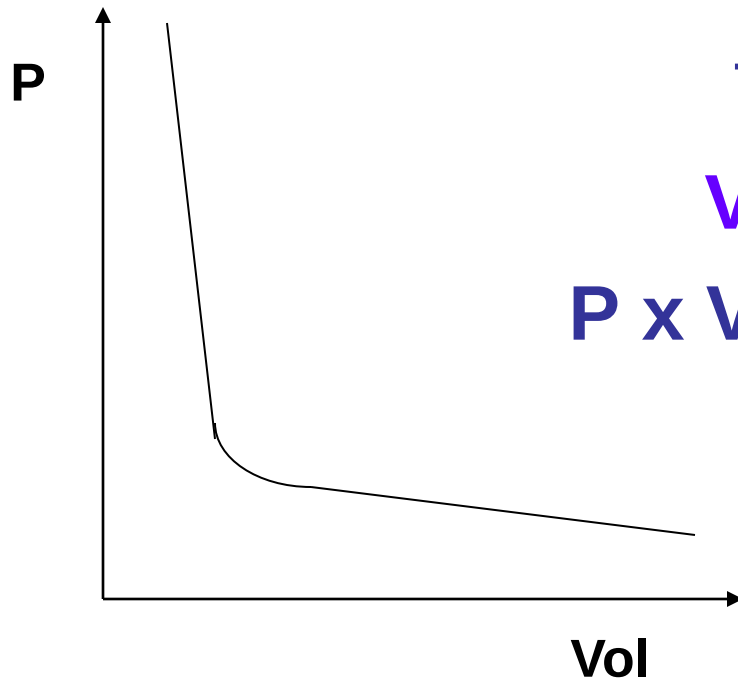


Legea Boyle – I lege a gazului perfect



Effect of volume change at constant temperature

Legea lui Boyle 1662

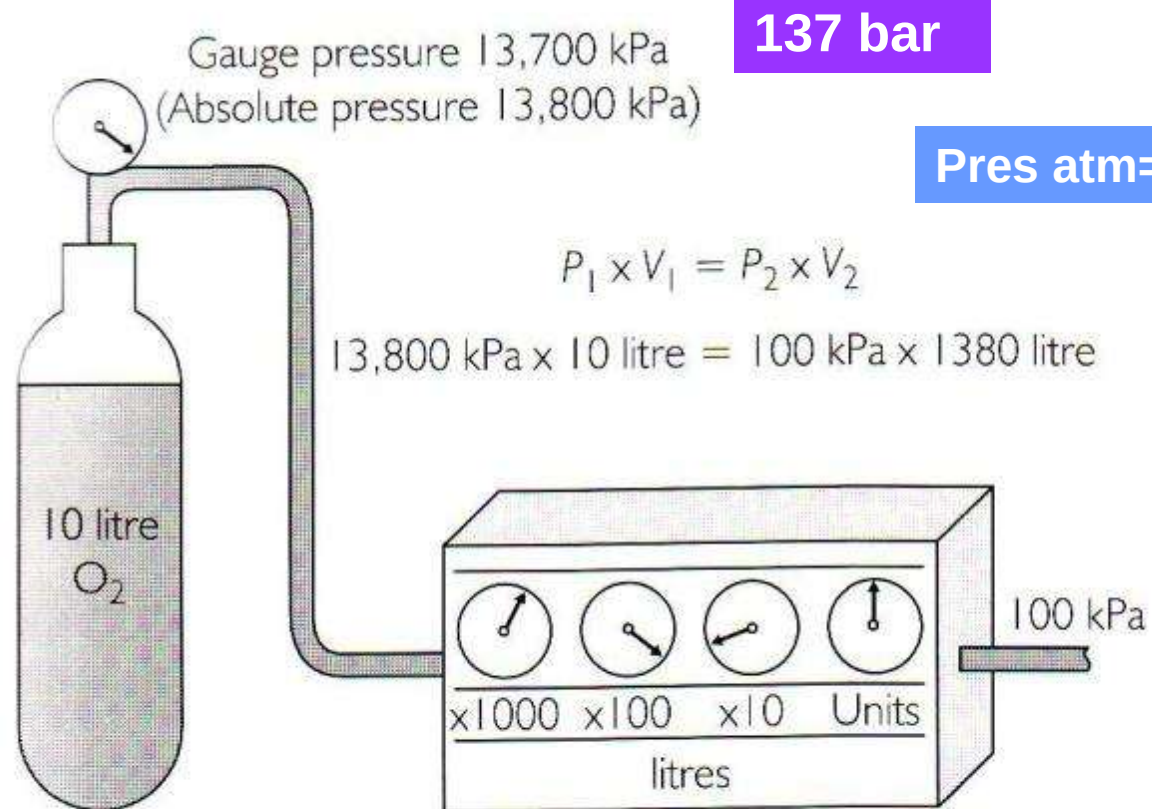


$$T = ct$$

$$V \approx 1/P$$

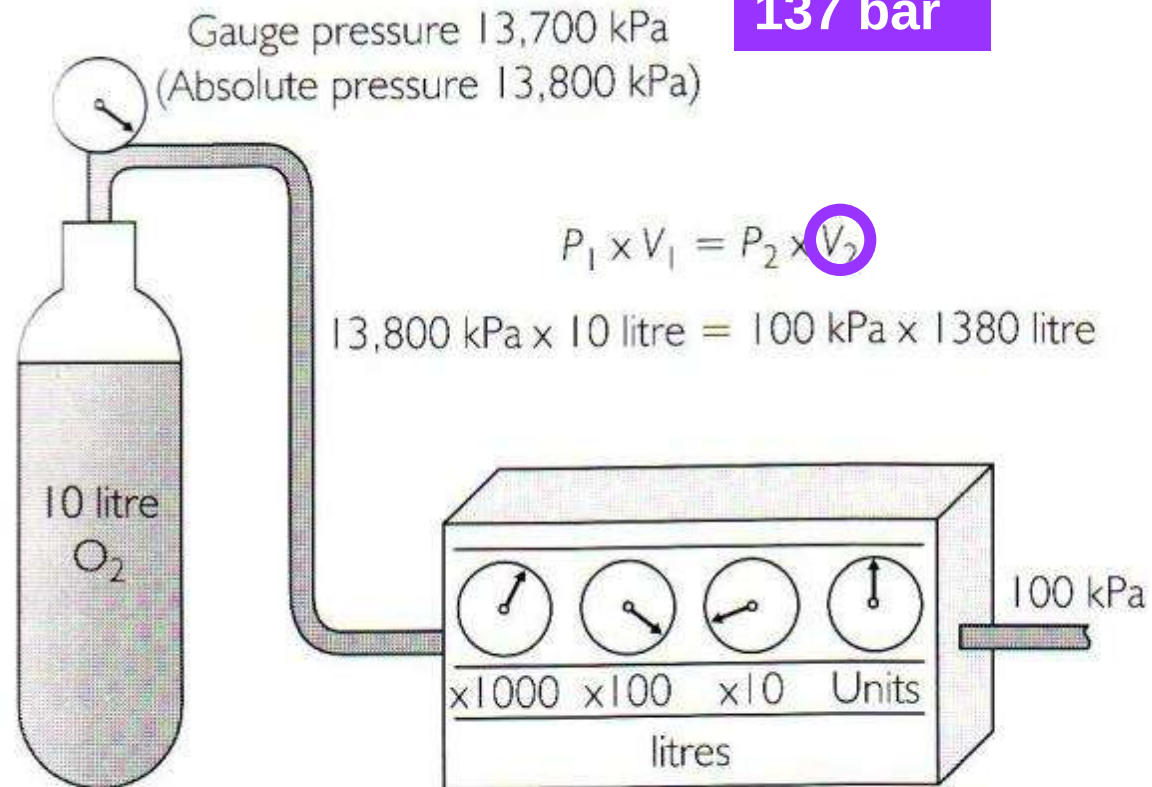
$$P \times V = ct \quad (K_1)$$

Transformare izotermă

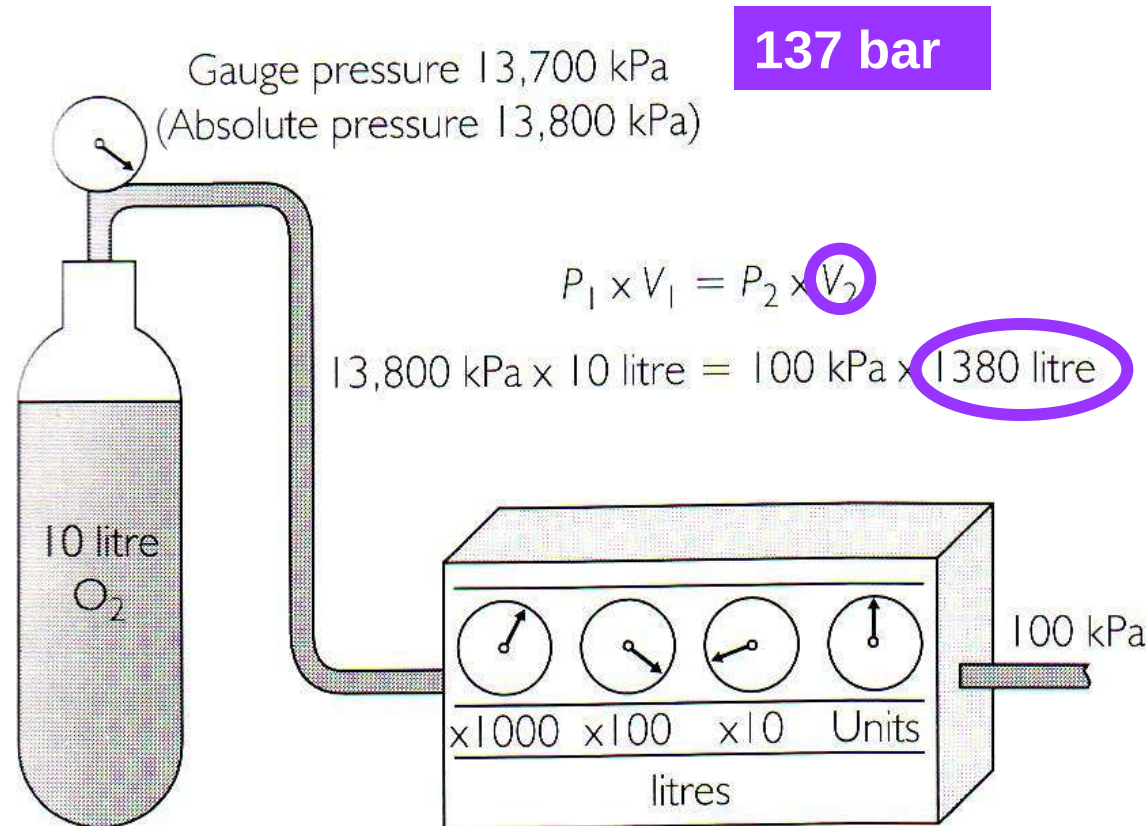


Use of Boyle's law to calculate the content of an oxygen cylinder

137 bar



Use of Boyle's law to calculate the content of an oxygen cylinder



Use of Boyle's law to calculate the content of an oxygen cylinder

+ Asistentul Robert Hook = pompă de aer

Știa că un gaz se destinde la încălzire, dar neexistând scală de temperatură, nu a putut determina relația dintre *încălzire* și *volum*.

Combustie, respirație, transmiterea sunetelor.

Guillaume Amontons 1663-1705

Construiește termometrul cu aer

1702 metodă de măsurare a variației temperaturii proporțional
cu variația de presiune

Încă nu există scală de temperatură!!!

Lucrările → conceptul de *zero absolut* în secolul al XIX-lea.

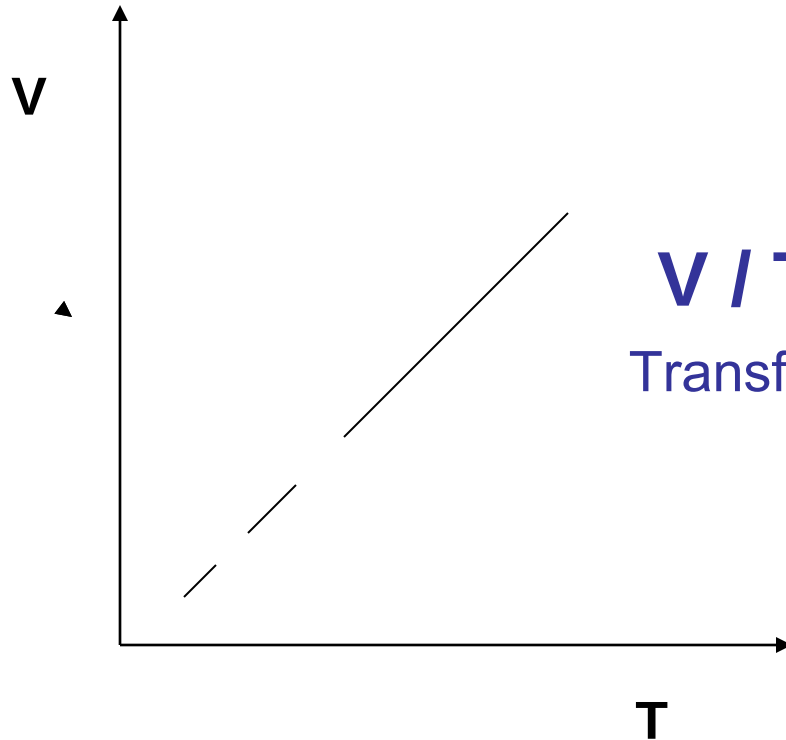
Jacques Charles 1746-1823

Joseph Gay-Lussac 1778-1850



Legea lui Charles 1784

A II-a lege a gazului perfect

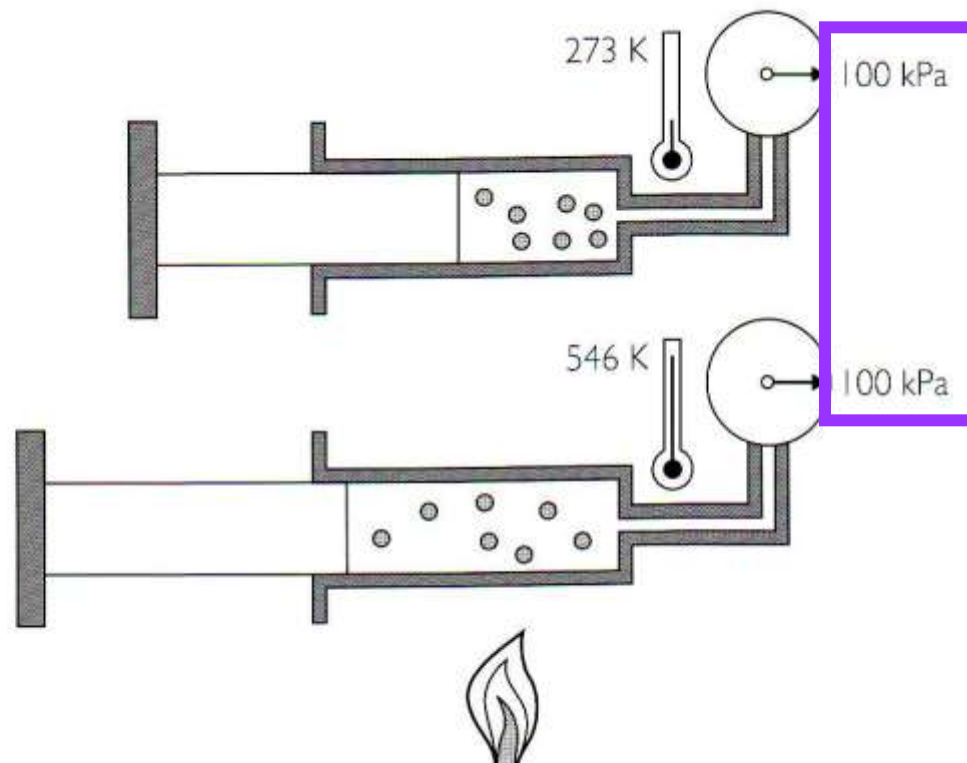


$$P = ct$$

$$V \propto T$$

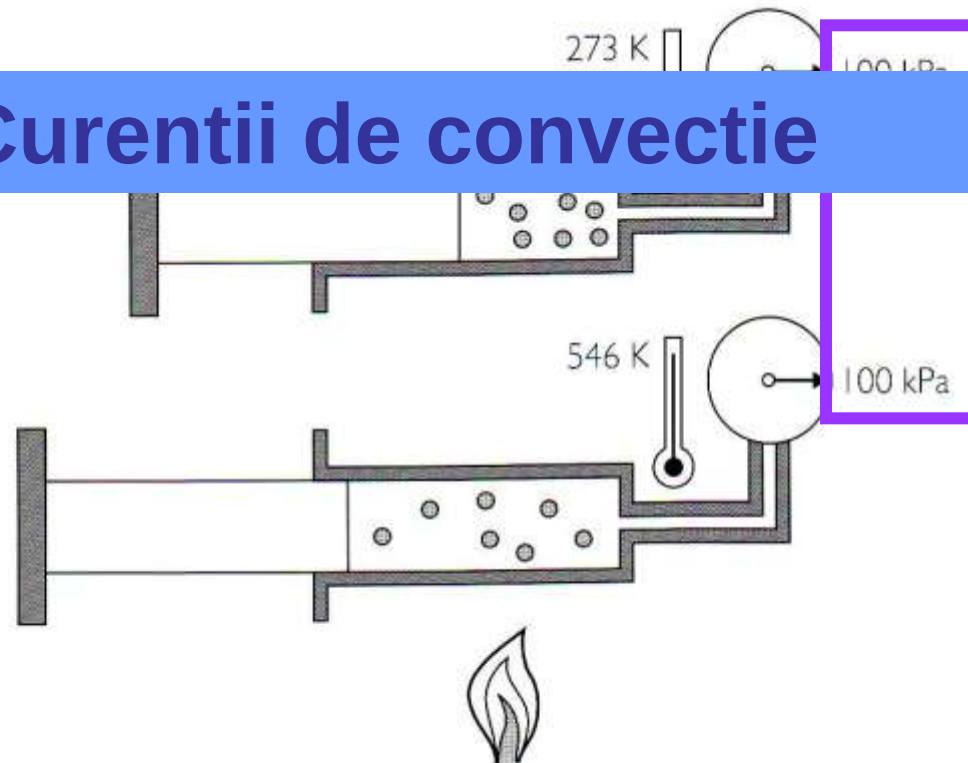
$$V / T = ct (K_2)$$

Transformare izobară



Effect of change of temperature at constant pressure

Curentii de convecție



Effect of change of temperature at constant pressure

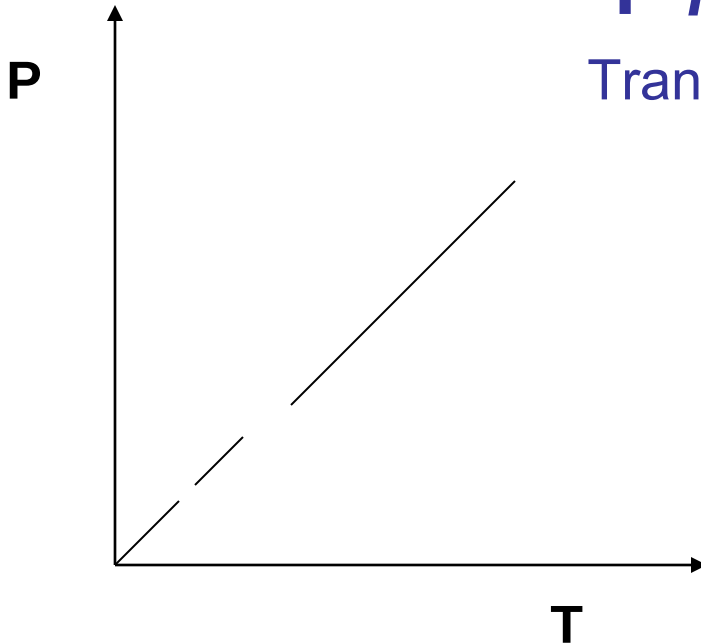
A III-a lege a gazelor perfecte Gay Lussac 1802

$$V = ct$$

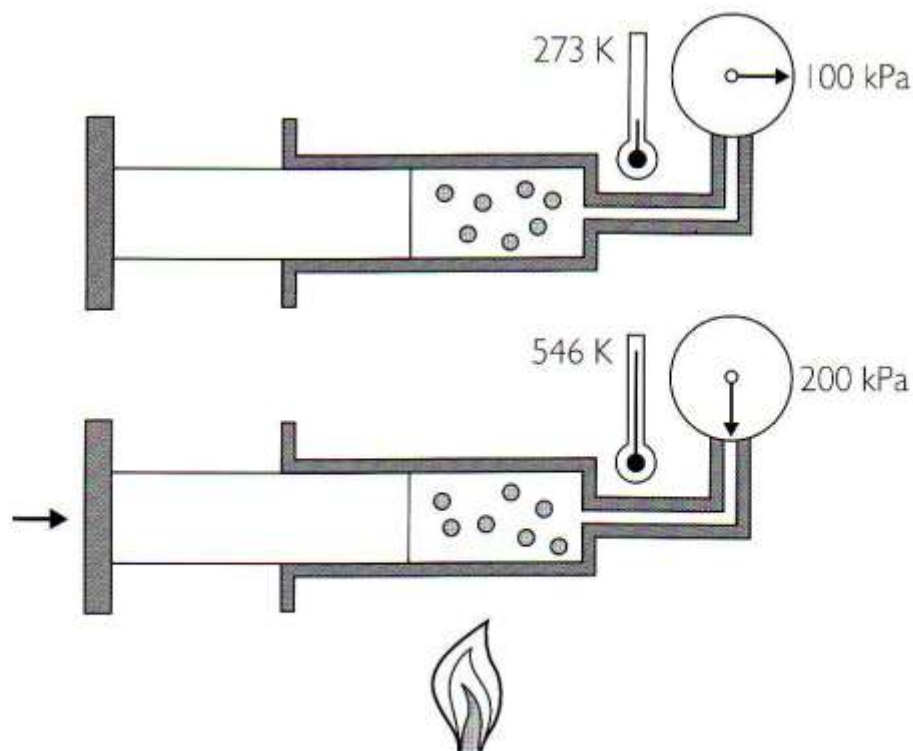
$$P \propto T$$

$$P / T = ct (K_3)$$

Transformare izocoră



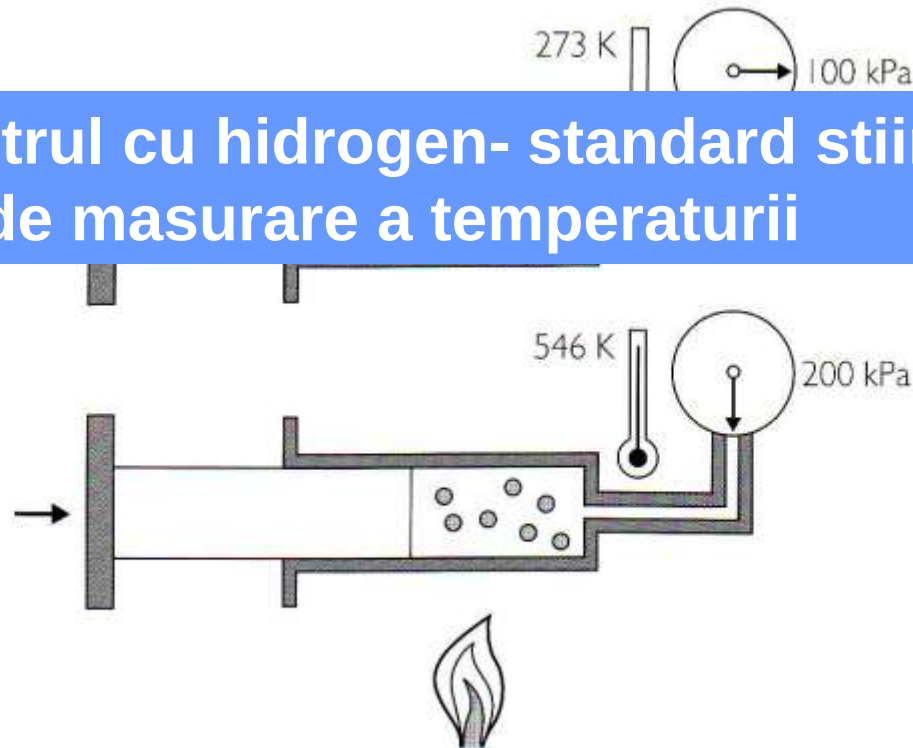
A III-a lege a gazelor perfecte



Effect of change of temperature at constant volume

A III-a lege a gazelor perfecte

**Termometrul cu hidrogen- standard stiintific
de masurare a temperaturii**



Effect of change of temperature at constant volume

Condițiile standard STP

$$T = 0^{\circ}\text{C} = 273,15^{\circ}\text{K}$$

$$P = 101,325 \text{ kPa} = 760\text{mmHg}$$

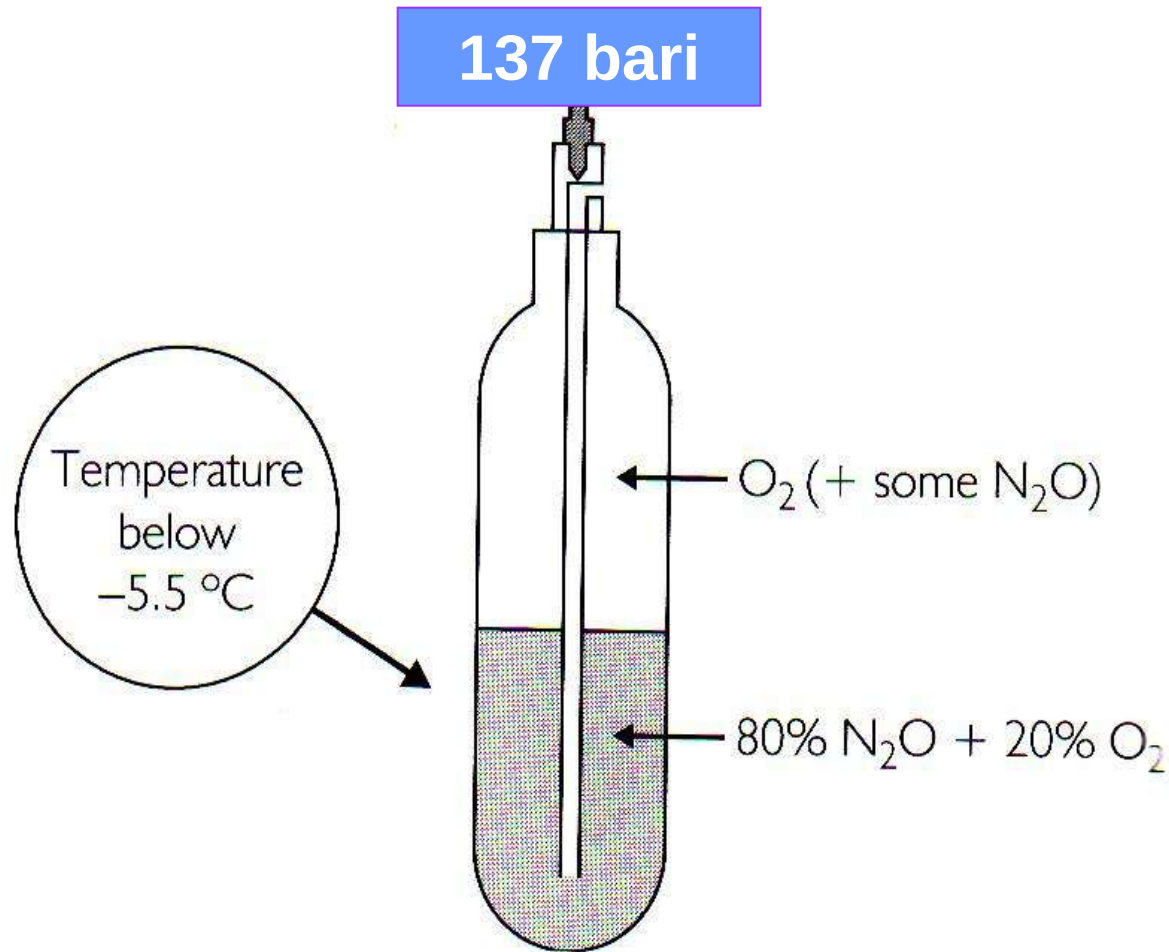
Modificări adiabatice

Aplicații practice

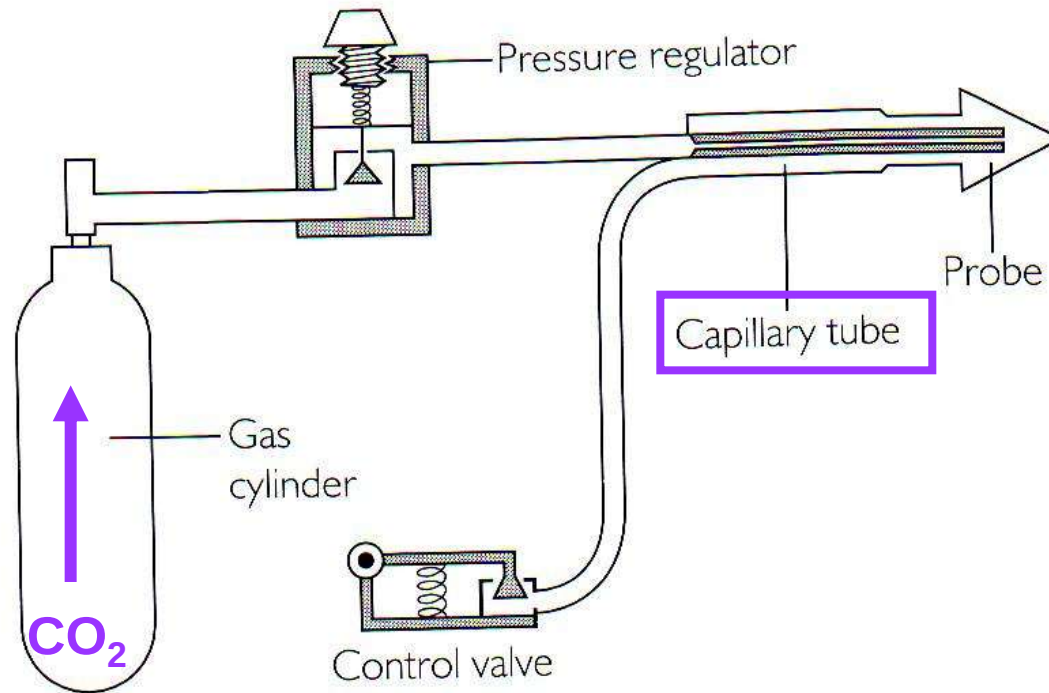
Schimburile de căldură cu mediul nu sunt permise.

Aplicații practice

a. efectul răcirii asupra cilindrului de Entonox



Destindere adiabatică



Principle of the cryoprobe

John Dalton 1766-1844



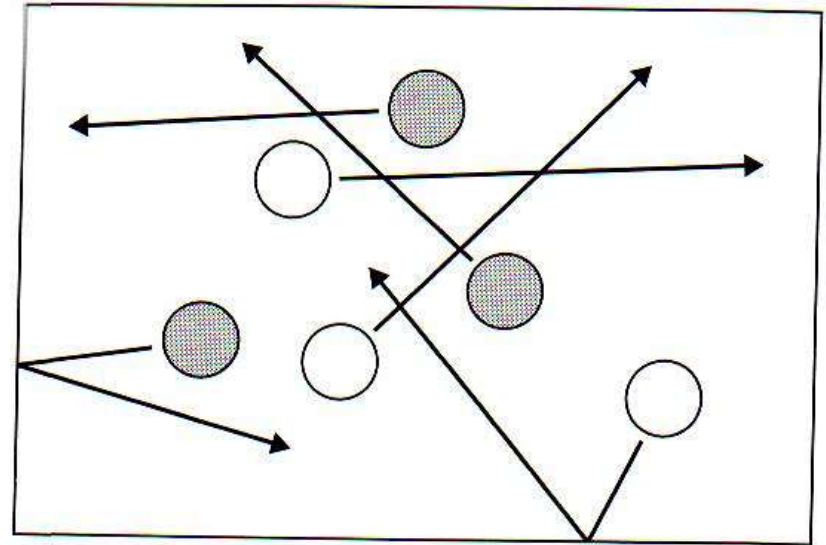
$P_{\text{He}} = 1 \text{ atm}$
$P_{\text{Ne}} = 2 \text{ atm}$
$P_{\text{Ar}} = 3 \text{ atm}$

$$P_{\text{T}} = 6 \text{ atm}$$

Legea presiunilor parțiale ale gazelor

Legea lui Dalton

Într-un amestec de gaze, presiunea exercitată de fiecare gaz în parte este egală cu cea pe care ar exercita-o dacă ar ocupa singur containerul.

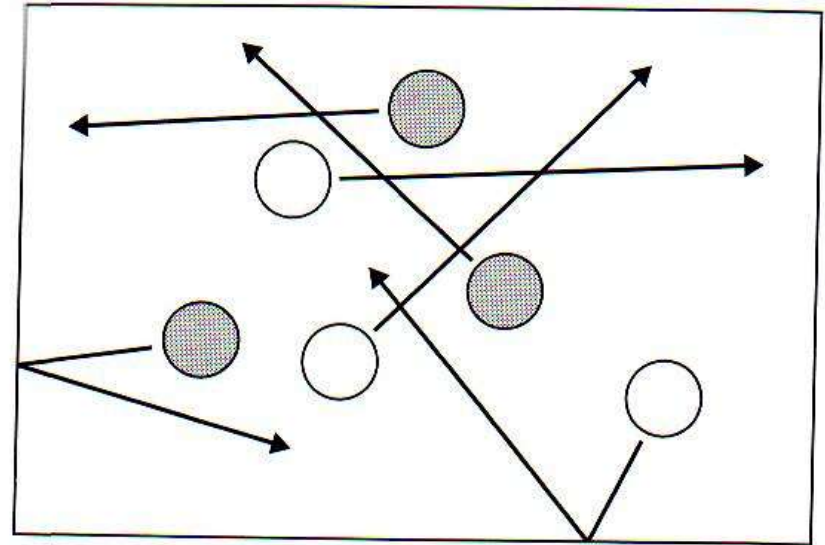


Legea presiunilor parțiale ale gazelor

Legea lui Dalton

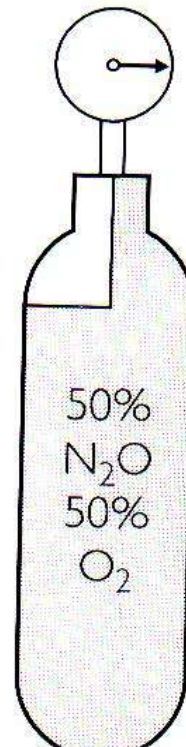
Într-un amestec de gaze, presiunea exercitată de fiecare gaz în parte este egală cu cea pe care ar exercita-o dacă ar ocupa singur containerul.

Condiție: Ø reacții chimice



Cilindrul de Entonox

Absolute pressure
100 kPa



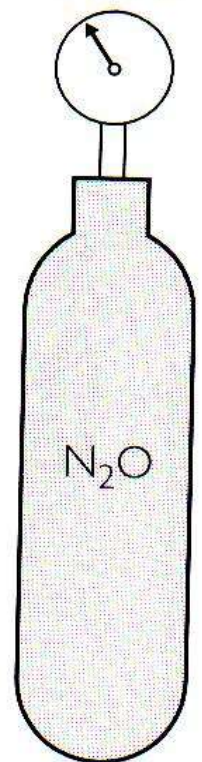
≡

50 kPa



+

50 kPa



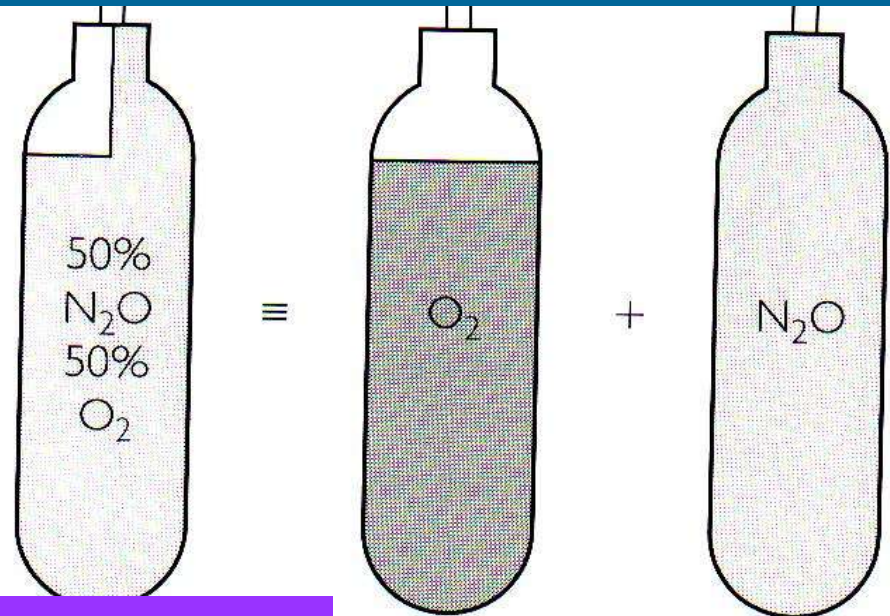
Golit la 100kPa

Absolute pressure

Boyle & Dalton

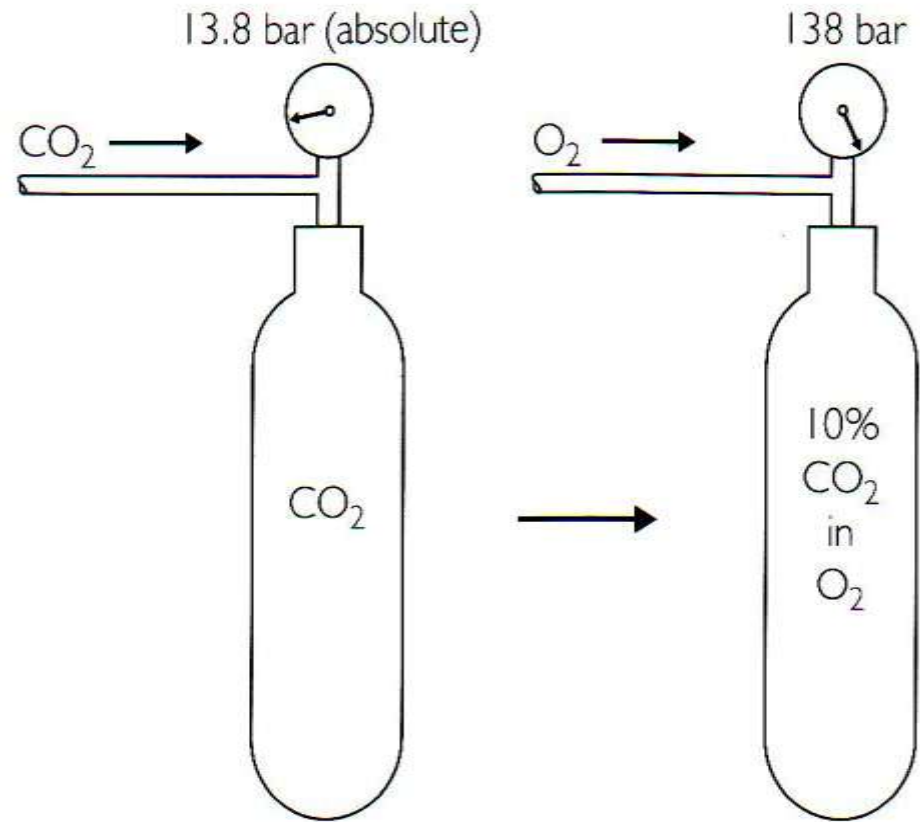
$$P_{\text{gaz in amestec}} = P_{\text{tot}} \times C_{\text{gaz}}$$

Cilindrul de Entonox

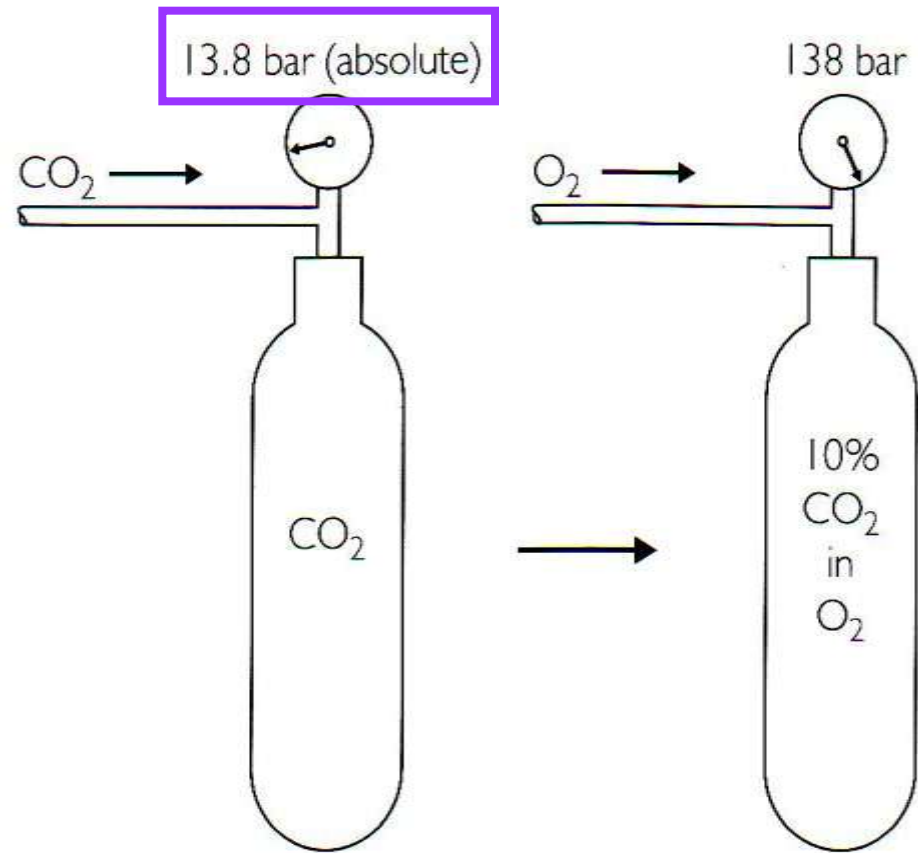


Golit la 100kPa

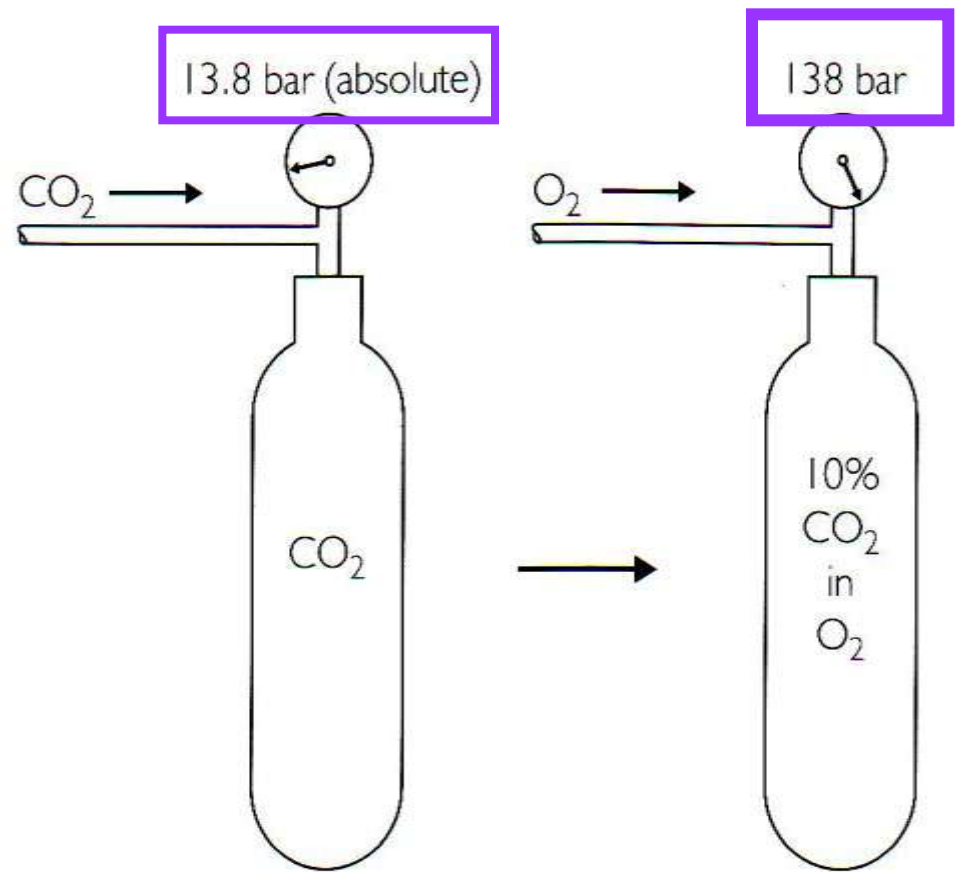
Umplerea unui cilindru cu 10% CO₂ în O₂



Umplerea unui cilindru cu
10% CO_2 în O_2



Umplerea unui cilindru cu
10% CO₂ în O₂



Volumul unui amestec gazos este egal cu suma volumelor tuturor componentelor aflate la aceeași presiune și temperatură în amestecul gazos.

Emile Hilaire Amagat 1841-1915

- Izoterme / CO_2
- Coeficientul de compresibilitate al fluidelor
↓ odata cu ↑ presiunii
- Volum – cantitate extensiva
- Manometrul hidraulic –
suporta 3200atm



Aplicația pentru corecția gazului uscat

$$\begin{aligned} p\text{CO}_2 \text{ alv} &= p\text{CO}_2 \text{ uscat} (p_{\text{atm}} - p_{\text{H}_2\text{O}}) / p_{\text{atm}} = \\ &= p\text{CO}_2 \text{ uscat} (1 - p_{\text{H}_2\text{O}} / p_{\text{atm}}) \end{aligned}$$

Ipoteza lui Avogadro 1811

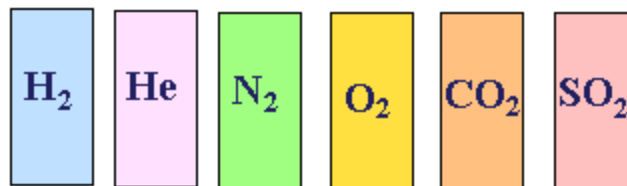
Volume egale de gaze menținute la aceeași presiune și temperatură conțin un număr egal de molecule.

Numărul lui Avogadro = $6,022 \times 10^{23}$

Amedeo Avogadro 1776-1856

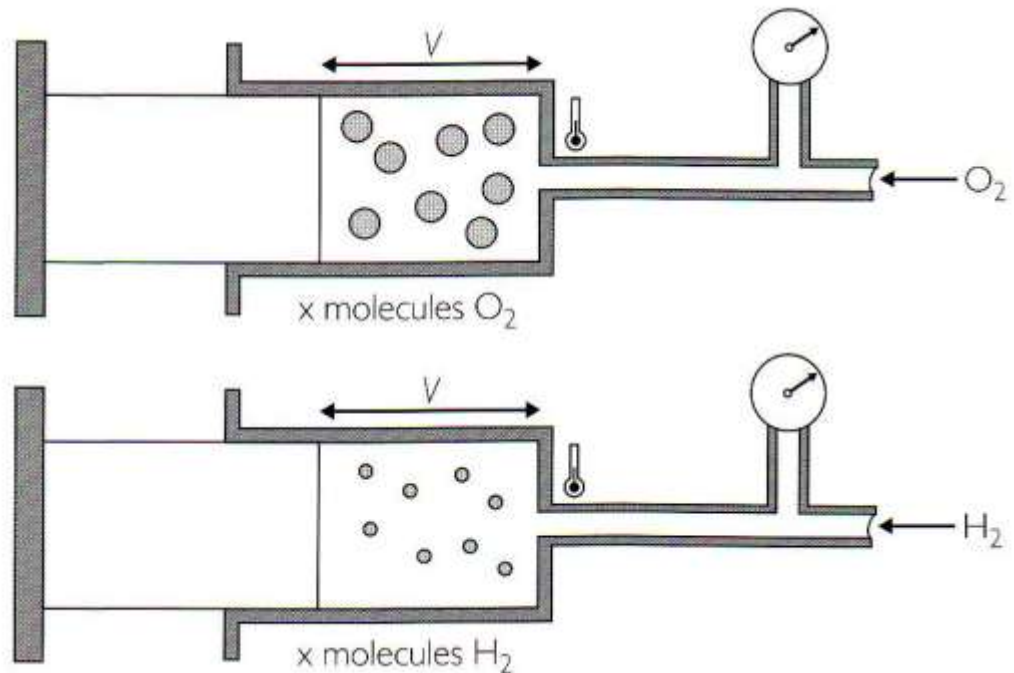


**At 0°C and 1 atm, 22.4 L
contain 1 mol of any gas**

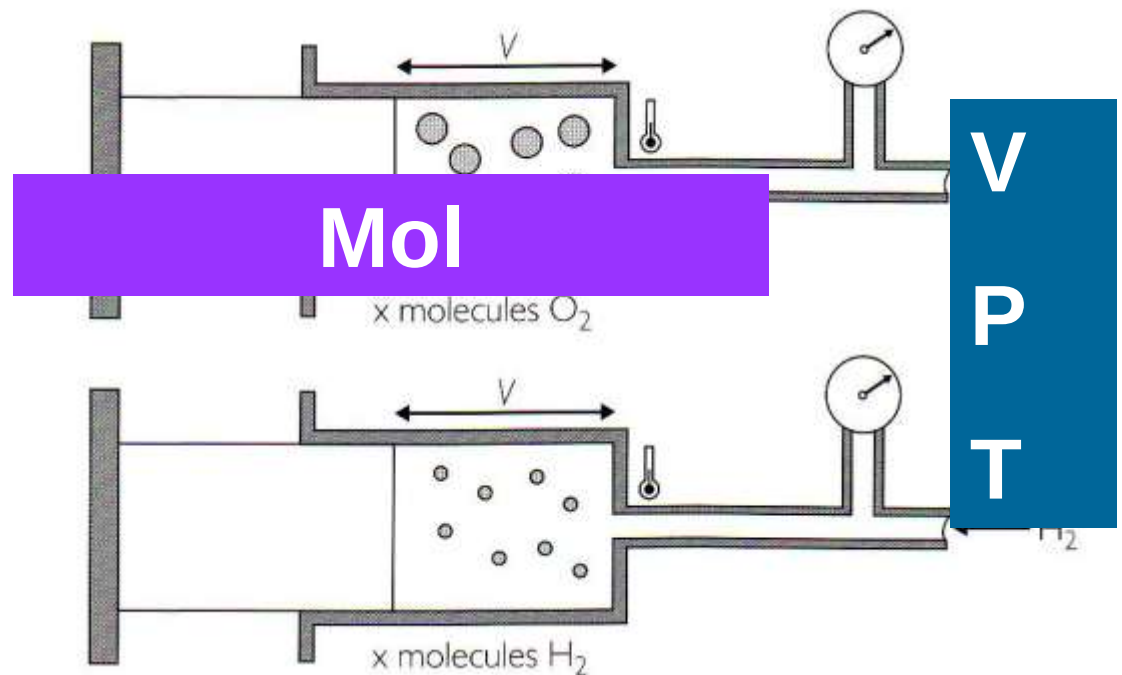


Ipoteza lui Avogadro

Gaze diferite, în condiții identice de volum, presiune și temperatură conțin același număr de molecule.

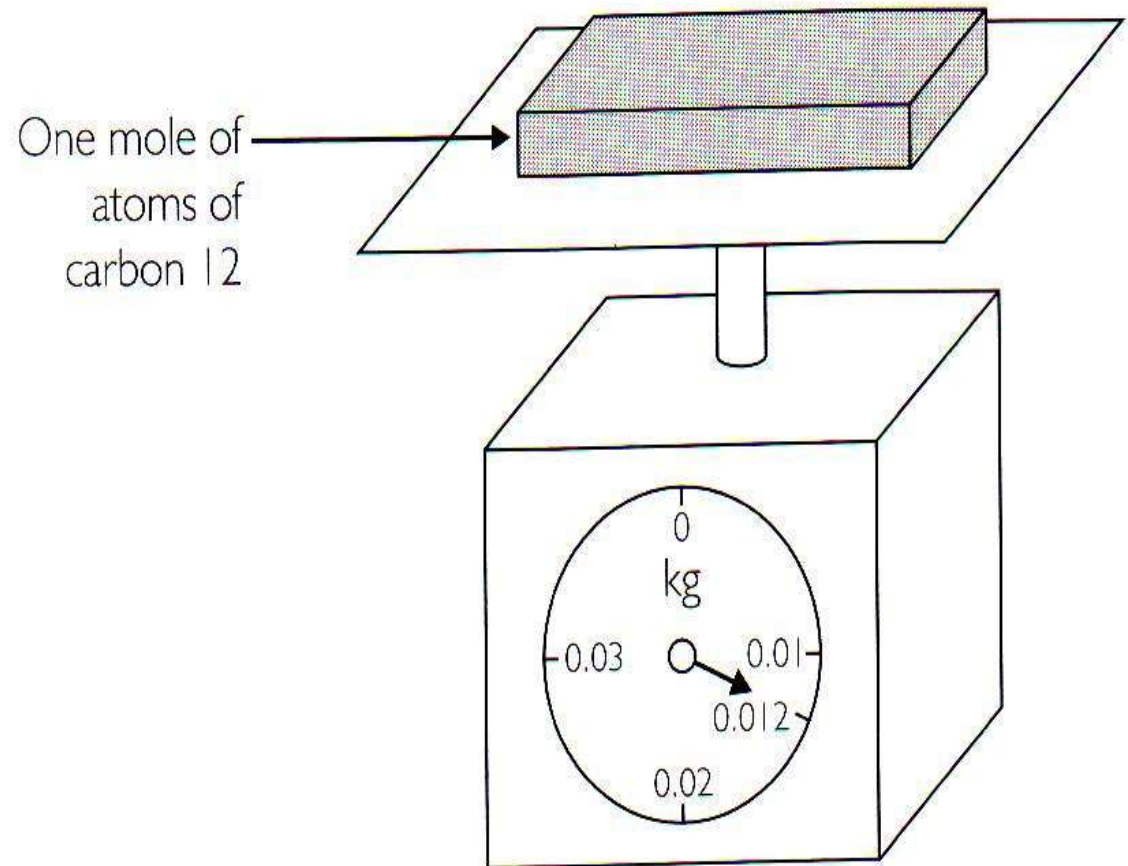


Gaze diferite, în condiții identice de volum, presiune și temperatură conțin același număr de molecule.



Molul

1mol = cantitatea de substanță ce conține un număr de particule egal cu numărul de atomi cuprins în 0,012kg de carbon 12.



I mol

**I mol = masa în grame a substanței vizate a cărei valoare
cifrică**

= nr atomic de masă

**Orice 1 mol de substanță care se gazeifică produce 22,4l
gaz = volumul molar**

Aplicații practice

a. Calibrarea unui vaporizor

Vaporizarea completă a 18,45g
Izofluran într-un vol de 224l

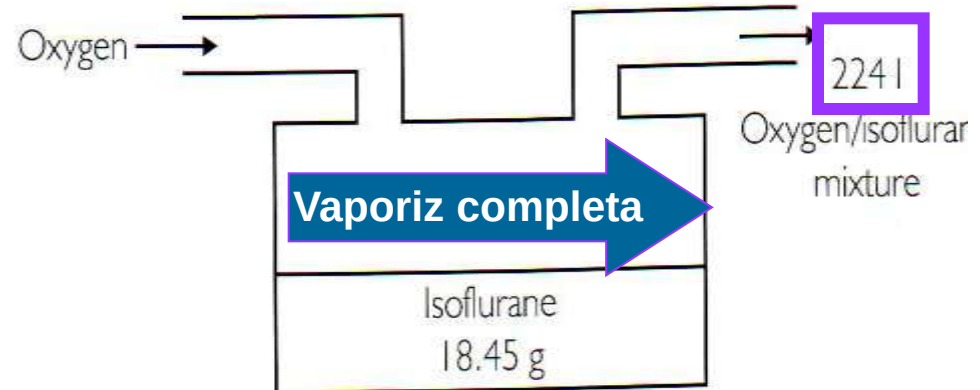
Dar

G molec Izo = 184,5

1 mol Izo = 184,5g = 22,4l

18,45g Izo = 0,1mol = 2,24l

$2,24 / 224 = 1\%$



Aplicații practice cont

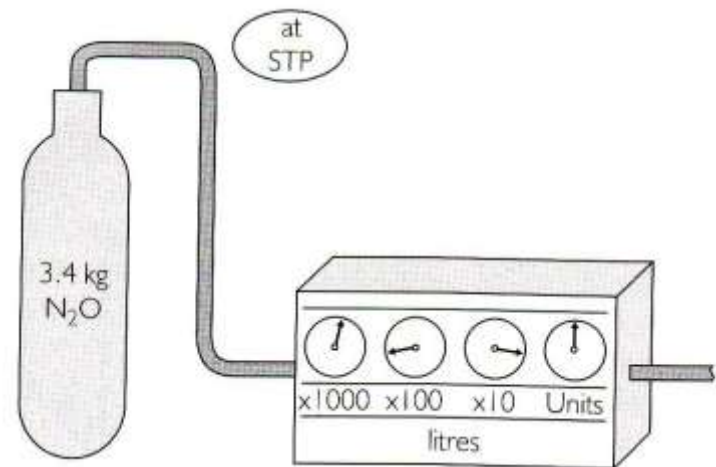
b. Calcularea volumului de N_2O dintr-o butelie

1 mol N_2O = 44g ~ 22,4l la STP

Tara = greutatea buteliei golită

G = greutatea actuală (g)

Vol N_2O (l) = (G-tara) x 22,4/44



Legea gazului ideal

Constanta universală a gazelor

Combinarea legii gazelor perfecte cu ipoteza lui Avogadro

Dacă

$$P \times V = K_1 (L_I), \quad V/T = K_2 (L_{II}), \quad P/T = K_3 (L_{III})$$

Atunci

$$P \times V/T = \text{ct} = R = \text{constanta universală a gazelor pt 1 mol}$$

$$P \times V = nRT, \text{ unde } n = \text{nr moli de gaz}$$

Ec Clapeyron - Mendeleev

Constanta universală a gazelor

Aplicație practică

Presiunea de pe manometrul unei butelii de gaz exprimă cantitatea gazului, pentru că

$$V = \text{ct}, R = \text{ct}, T = \text{ct}$$

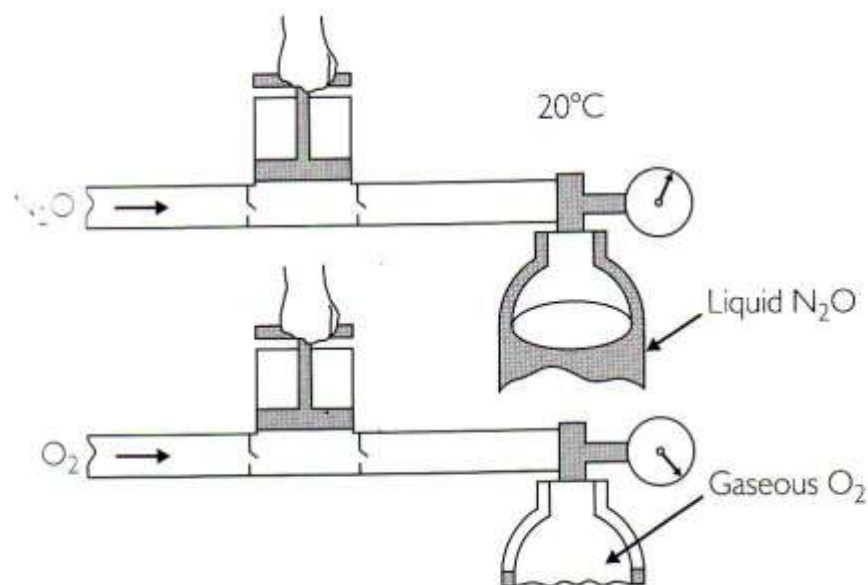
$$PV = nRT$$



$$P \sim n$$

Temperatura peste care o substanță nu mai poate fi lichefiată oricât ar crește presiunea = temperatura critică

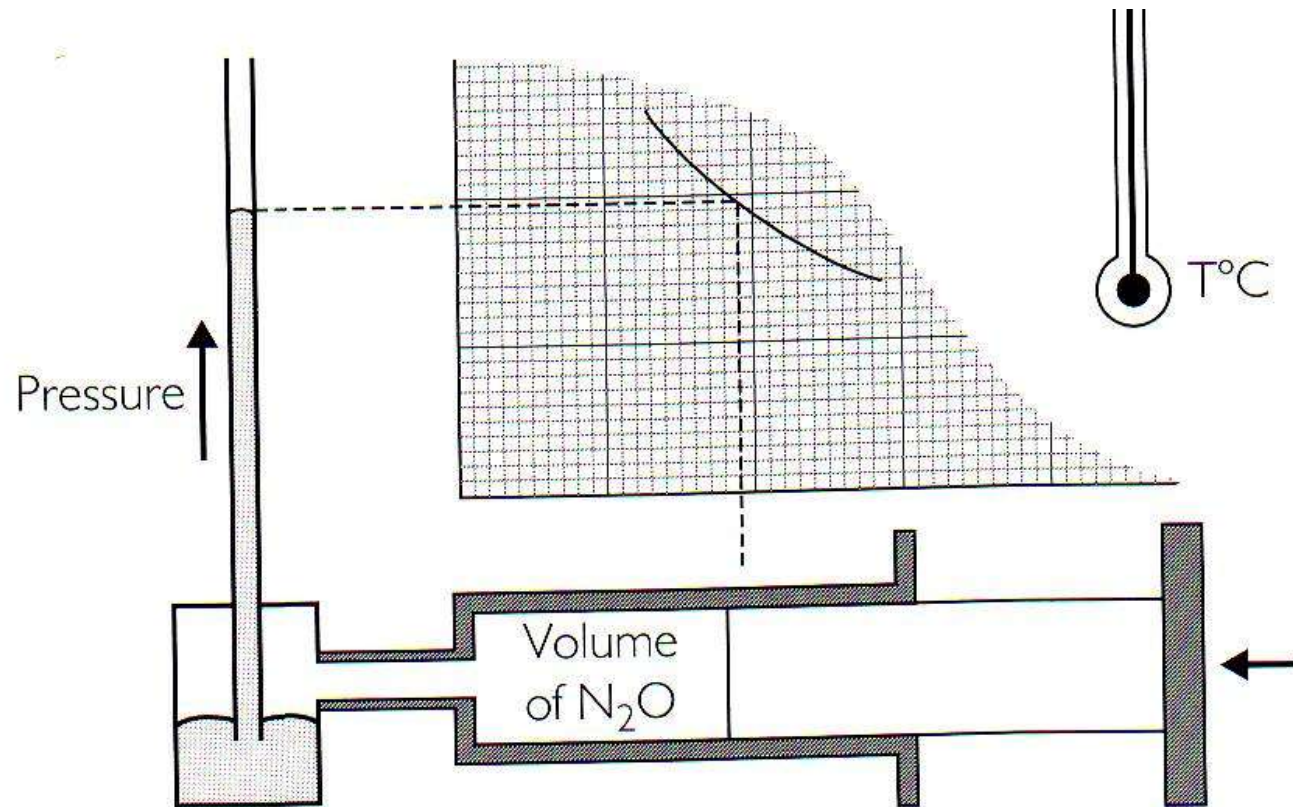
Pentru $O_2 = -119^{\circ}C$



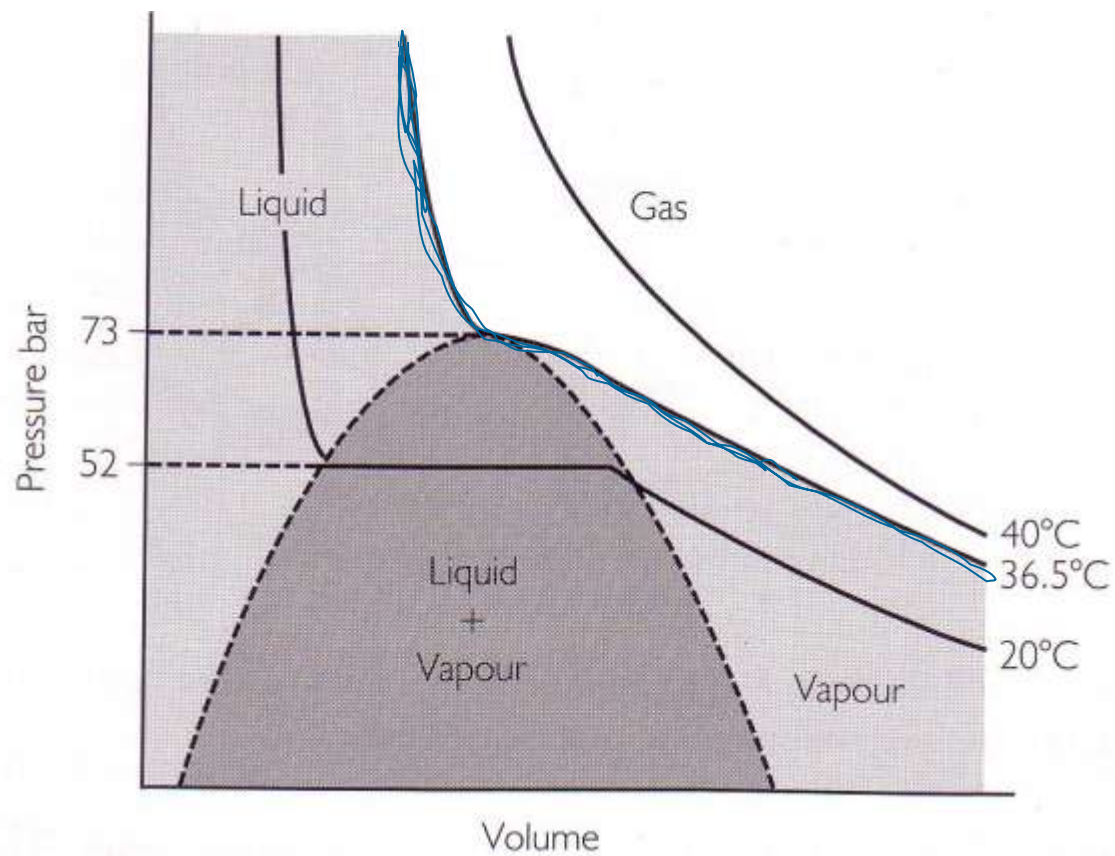
**Presiunea vaporilor unei substanțe la temperatura critică
= presiune critică**

Temp critică a N_2O = 36,5°C

Relația presiune/volum pentru o cantitate ct de N_2O la o T ct $> 36,5^{\circ}C$



Izotermele protoxidului de azot



Temperatura pseudocritică

Amestecuri de gaze

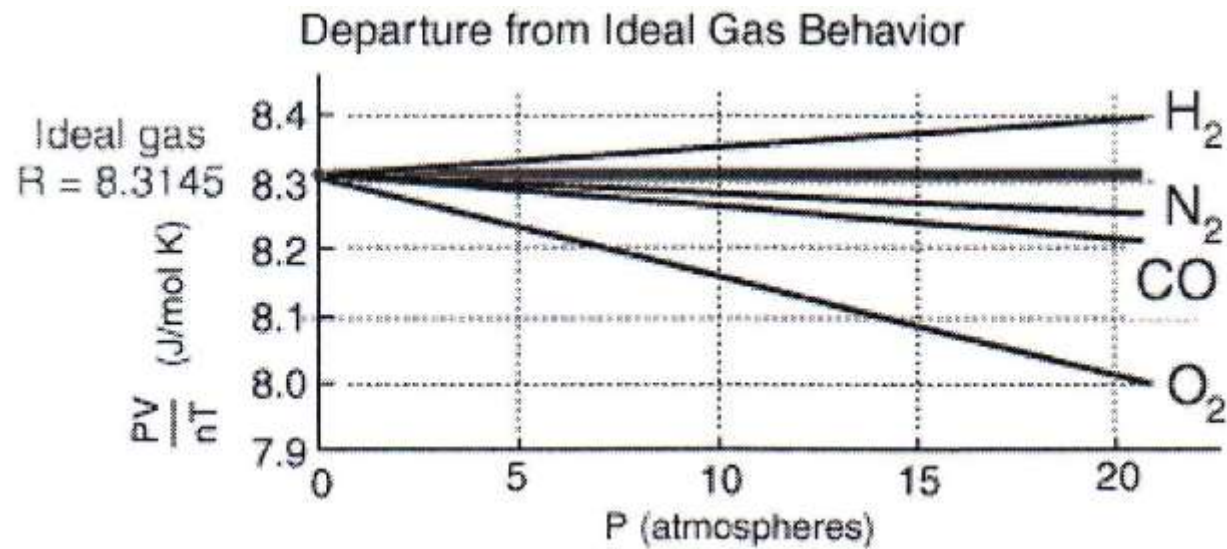
T pseudocritică = temp la care amestecurile de gaze se separă în componente

Entonox

T psc = $-5,5^{\circ}\text{C}$

Condensarea N_2O !!!

Abaterile gazelor de la comportamentul gazului ideal





"Next?"

Memento legile gazelor
When it comes for gases...

I. Boyle & Mariotte $P_1 V_1 = P_2 V_2$ $T_1 = T_2$ 1st Boyle doesn't boil	II. Charles $V_1/T_1 = V_2/T_2$ $P_1 = P_2$ IInd Charles is under constant pressure
III. Gay-Lussac & Amonton $P_1/T_1 = P_2/T_2$ $V_1 = V_2$ I (T) & II (P) = sunt direct proporționale Un vol constant pour des relations directes	Avogadro $V_1/n_1 = V_2/n_2$ $T_1 = T_2 = 273^0K$ $P_1 = P_2$ În condițiile I +II se aplică A!

Ultima lege (cronologic) este Legea gazului ideal

Toate legile gazelor pot fi derivate din legea gazului ideal

$$PV = nRT$$

$$R = 0,0821 \text{ latm/mol}^{\circ}\text{K}$$

$$T = ^{\circ}\text{C} + 273 = ^{\circ}\text{K}$$

1 mol din orice gaz în condiții STP = 22,4l

O altă formulă a legii gazului ideal
explică legile gazelor prin mișcarea moleculelor
individuale

$$PV = nRT = NkT$$

Unde

n = nr de moli

$R = 8,3145 \text{ J/molK}$

N = nr de molecule

K = ct lui Boltzmann = $1,38066 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

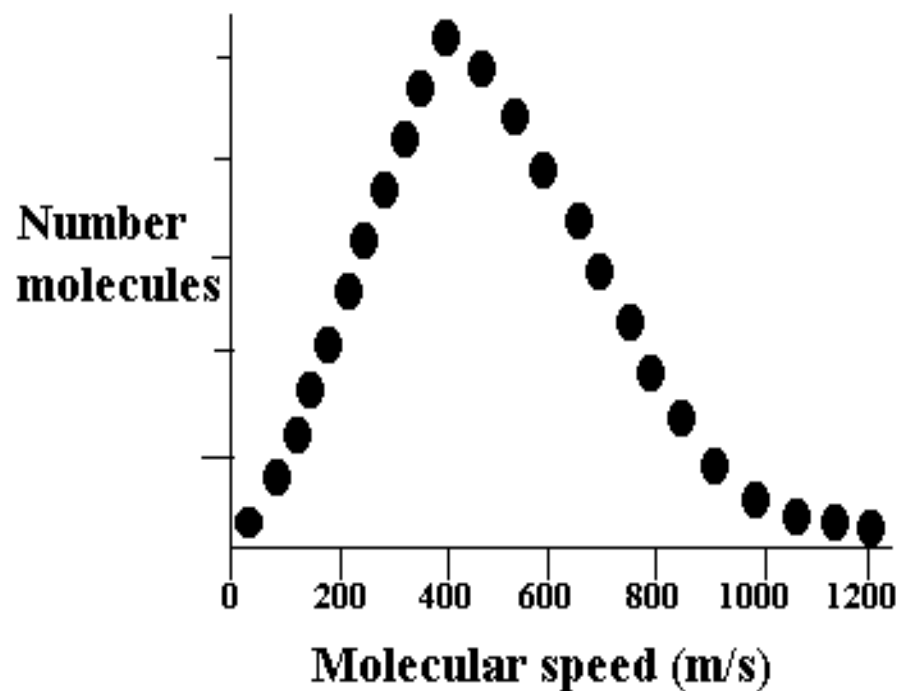
$K = R / N_A = 6.0221 \times 10^{23} \text{ /mol}$

Distribuția vitezelor moleculelor unui gaz

Abord statistic



O₂ Distribution at 25°C



Legea combinată a gazelor

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$$

Aceeași Mărie, altă pălărie...

Același gaz, două condiții diferite

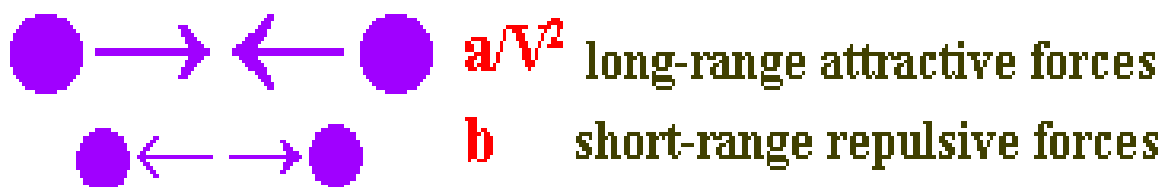
Condiția 1 = $P_1V_1 = n_1RT_1$

Condiția 2 = $P_2V_2 = n_2RT_2$

Dar R e ct și pentru același gaz, $n_1=n_2$

$$P_1V_1/P_2V_2 = T_1/T_2$$

Van der Waals Premiul Nobel 1910



$$(P + a/V^2)(V - b) = RT$$

Unde

a/V^2 = forțele de atracție de la distanță

a = corecția pentru forțele intermoleculare

b = forțe de respingere la apropiere = corecție pentru dimensiunile finite ale moleculelor : ca valoare = volumul unui mol de atomi sau molecule

Pentru $a = b = 0$

$$PV = RT$$

van der Waals Coefficients		
Gas	a (Pa m ³)	b (m ³ /mol)
Helium	3.46×10^{-3}	23.71×10^{-6}
Neon	2.12×10^{-2}	17.10×10^{-6}
Hydrogen	2.45×10^{-2}	26.61×10^{-6}
Carbon dioxide	3.96×10^{-1}	42.69×10^{-6}
Water vapor	5.47×10^{-1}	30.52×10^{-6}

Data from Fishbane, et al.

Legi derivate utile Legea scufundătorului

**Cantitatea unui gaz și presiunea pe care o exercită
acesta sunt invers proporționale la temp ct.**

$$P/n = k$$

$$P_1/n_1 = P_2/n_2$$

<http://dbhs.wvusd.k12.ca.us>

Nu a fost descoperită

Dă relații între cantitate (moli) și T când $P, V = \text{ct}$

Cantitatea și temperatura sunt în relații invers proporționale

$$nT = K$$

Pentru 2 stări diferite, $n_1T_1 = k$ și $n_2T_2 = k$

$$n_1T_1 = n_2T_2$$

Legea lui Graham

$$T = ct$$

$$E_1 = E_2$$

$$m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$$

$$v_1 / v_2 = \sqrt{m_2} / \sqrt{m_1}$$

Multumiri tuturor celor care au descriis legile & le-au publicat: Davis PD, Kenny GNC, Ward

Basic Physics and Measurements in Anaesthesia,
Physics for the Anaesthetists, Ward's Equipment



"Research and development."