

# Gases



Reis, Oswaldo Henrique Barolli.

R375g Gases / Oswaldo Henrique Barolli. – Varginha, 2015.  
21 slides : il.

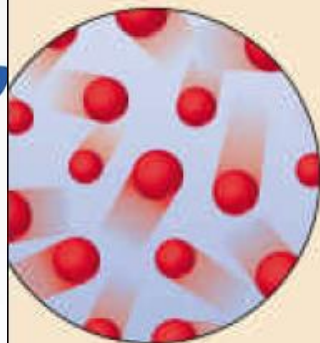
Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader  
Modo de Acesso: World Wide Web

1. Dinâmica dos gases. I. Título. II. Fundação de Ensino  
e Pesquisa – FEPESMIG

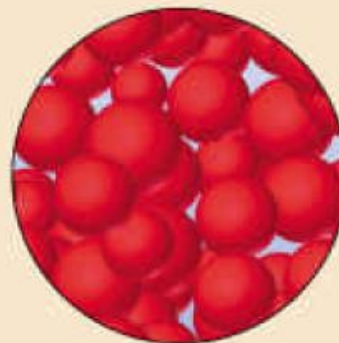
CDD:533.2  
AC: 115908



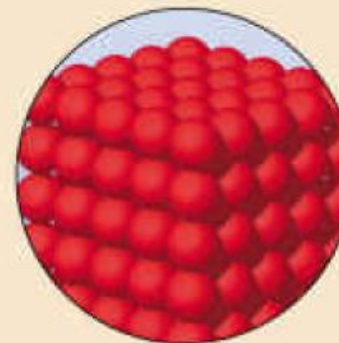
## Os Estados da Matéria



gás



líquido



sólido

<b>PROPRIEDADE</b>	<b>GÁS</b>	<b>LÍQUIDO</b>	<b>SÓLIDO</b>
Densidade	baixa	alta	alta
Coef.expansão térmica	alta	baixa	baixa
Tensão superficial	Zero~	média	Muito alta
Viscosidade	baixa	média	Muito alta
Energia ciética molecular	alta	baixa	baixíssima
Desordem	Muito alta	média	pequena
Compressibilidade	alta	Zero~	Zero~



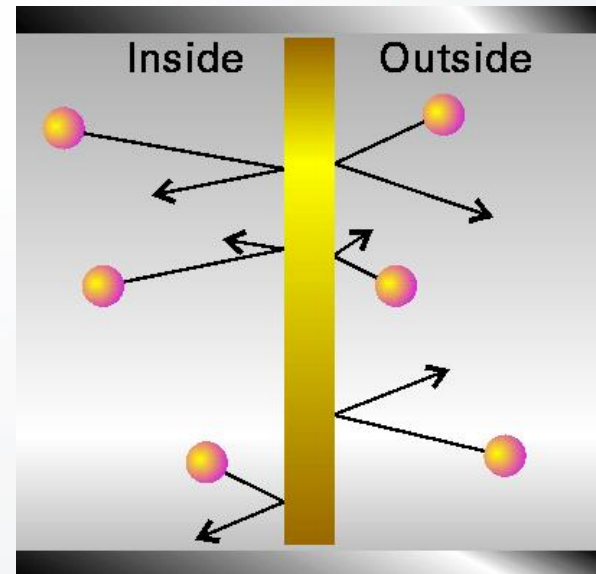
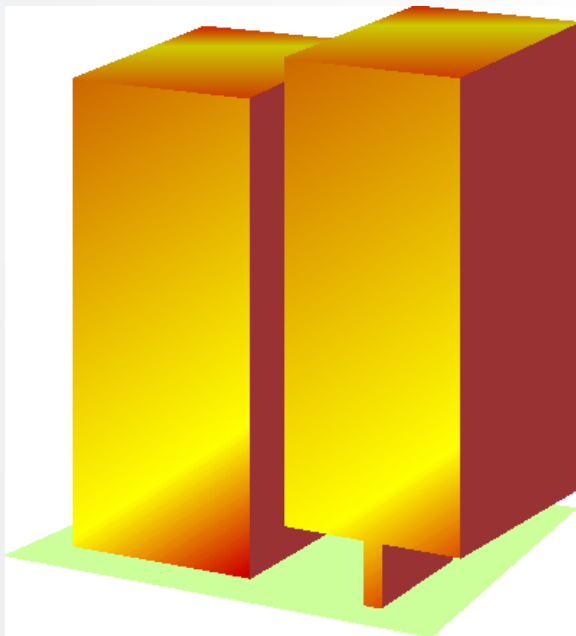
# 1. Estado Físico (gas, líquido e sólido)

- Volume; Pressão; Temperatura; quantidade de matéria
- Sistema internacional de medidas (SI)

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2} \quad \text{Pascal, Pa}$$

## Equilíbrio mecânico



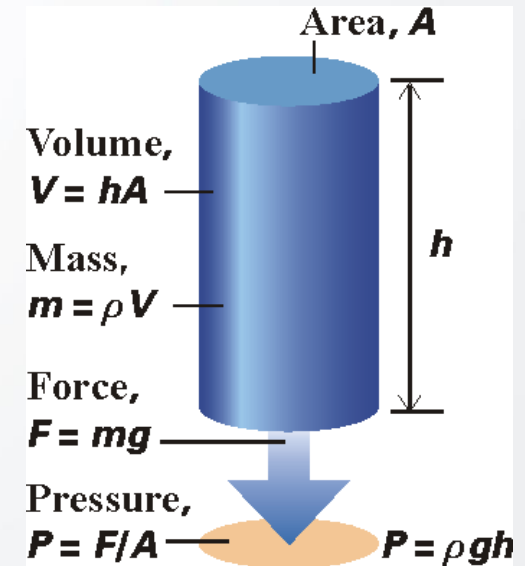
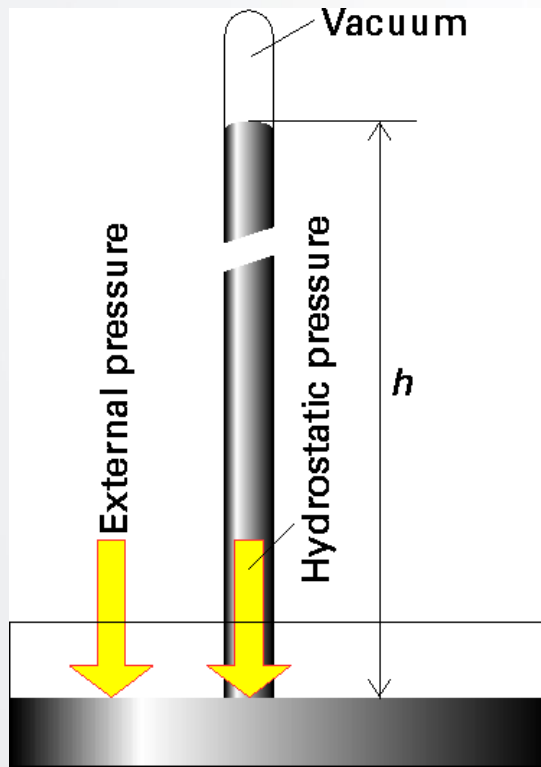


## Unidades de pressão

Pascal (Pa)	$1\text{Nm}^{-2}$
bar	$10^5\text{Pa}$
atmosfera (atm)	$101,325\text{kPa} = 1,01325\text{bar}$
torr (Torr)	$760\text{Torr} = 1\text{atm}$ $1\text{Torr} = 133,32\text{Pa}$
milímetros de mercúrio (mmHg)	$760\text{mmHg} = 1\text{atm}$

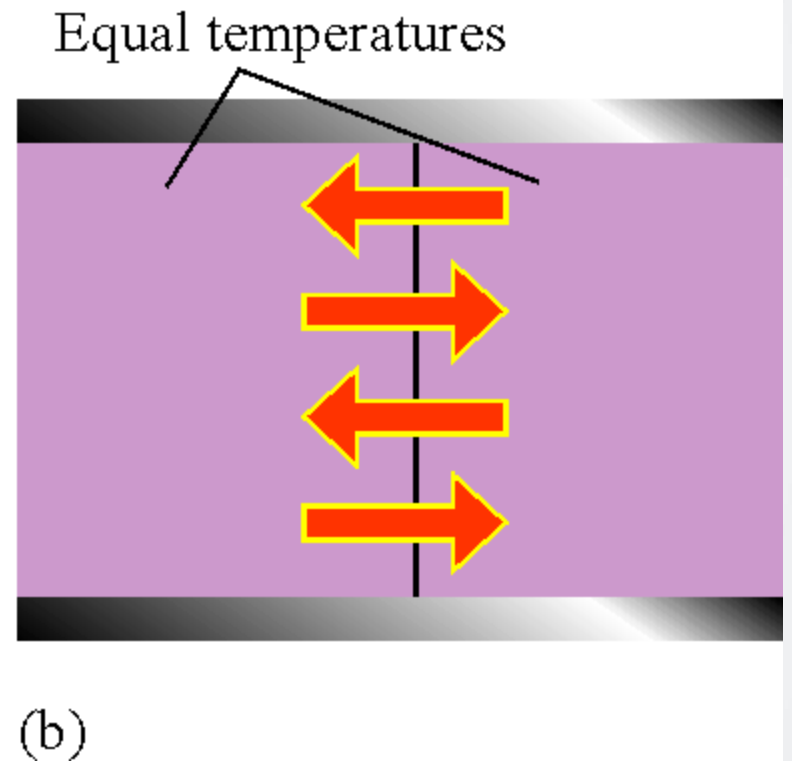
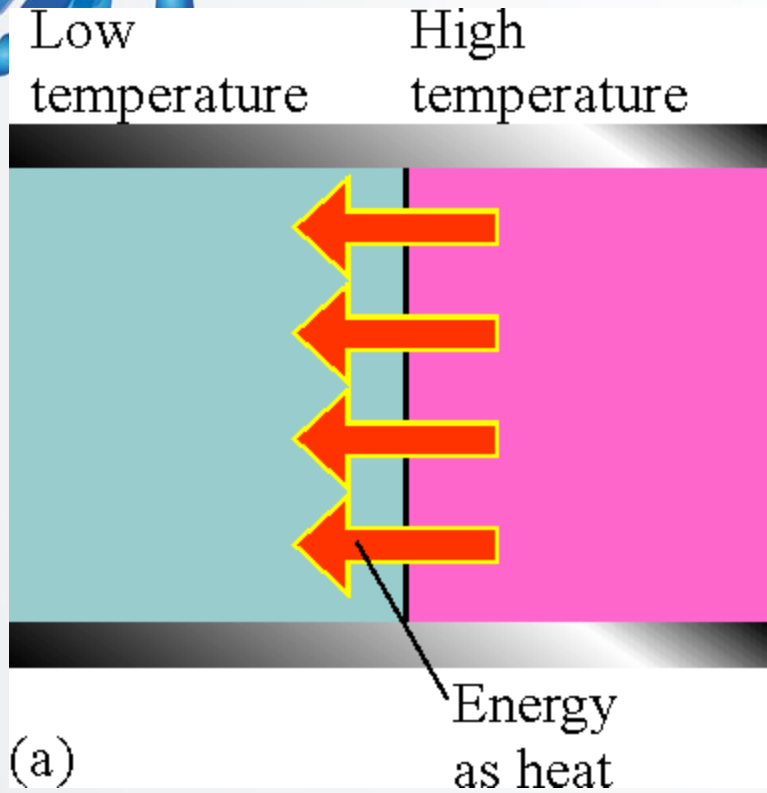
## Pressão hidrostática de uma coluna

$$P = P_0 + \rho gh$$





## Temperatura e equilíbrio térmico



$$T \text{ (em kelvin)} = \theta \text{ (em graus Celcius)} + 273,15$$



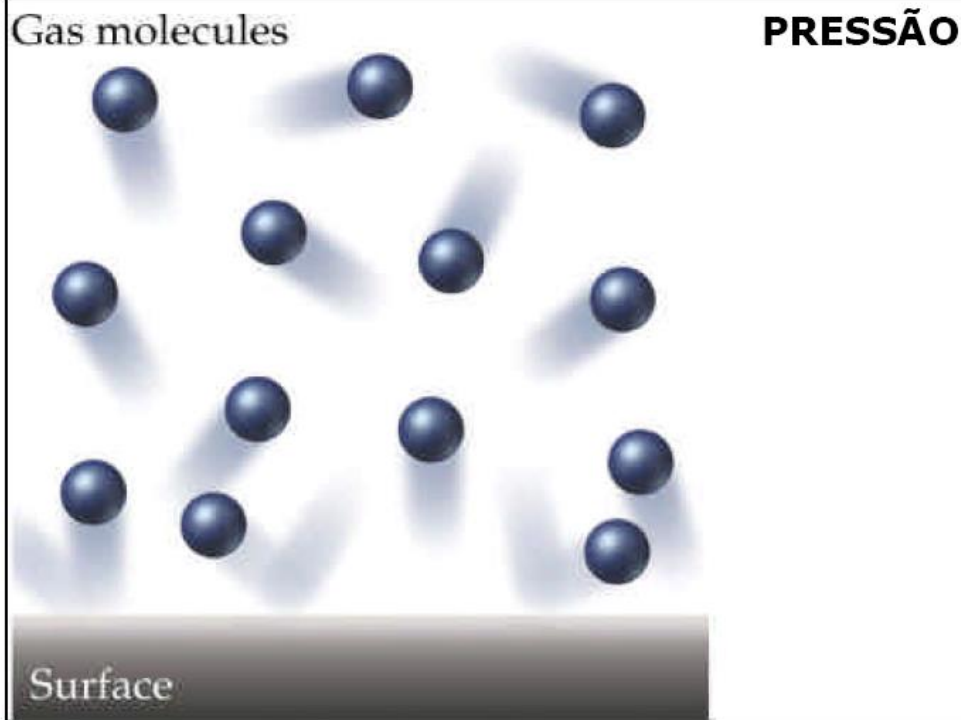
• Quantidade de um substância

1 mol de determinadas partículas é igual ao número de átomos contidos em exatamente 12g de carbono 12.

Constante de Avogadro  $N_A = 6,0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Resolver os exercícios da página 7 e 8.

# AS PROPRIEDADES DOS GASES



1. Coleção de partículas em constante movimento;
2. Forças atrativas e repulsivas nulas; choque são elásticos;
3. Espaço entre partículas muito maior do que tamanho das partículas;
4. A velocidade média das partículas aumenta com o aumento da temperatura;

Equações de estado:  $p = f(n, V, T)$

Suficiente para descrever o estado do sistema

## O GÁS IDEAL

Modelo idealizado, que parte do pressuposto de que as interações entre as moléculas são nulas e que obedece a equação de estado:

$$PV = nRT$$

**P** = pressão;

**V** = volume;

**n** = número de mol;

**T** = temperatura;

**R** = const. dos gases ( $8,314\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ;  $1,987\text{calK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ;  $0,082\text{atmLK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )

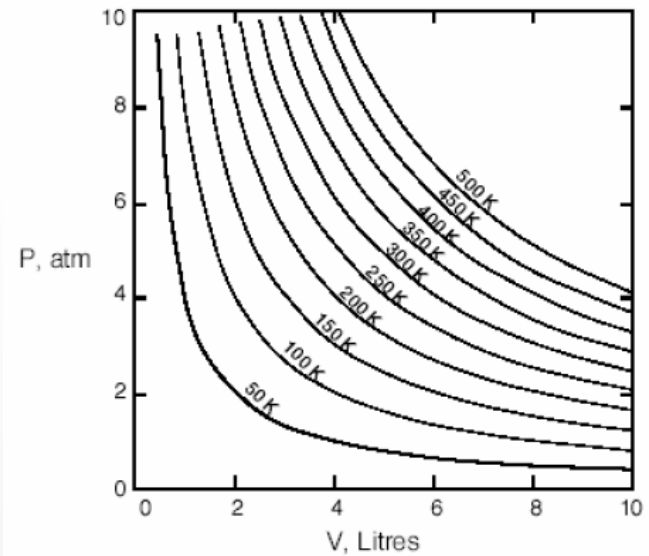
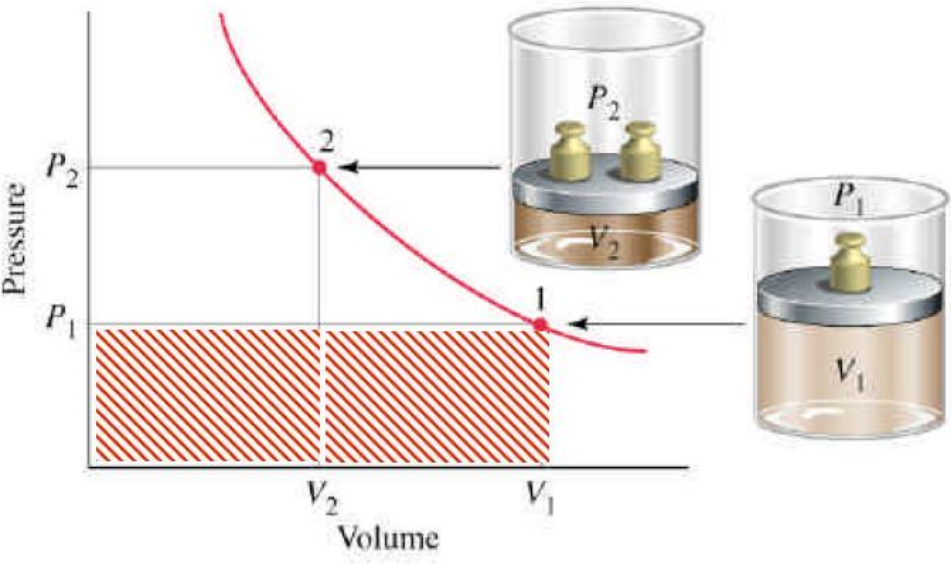
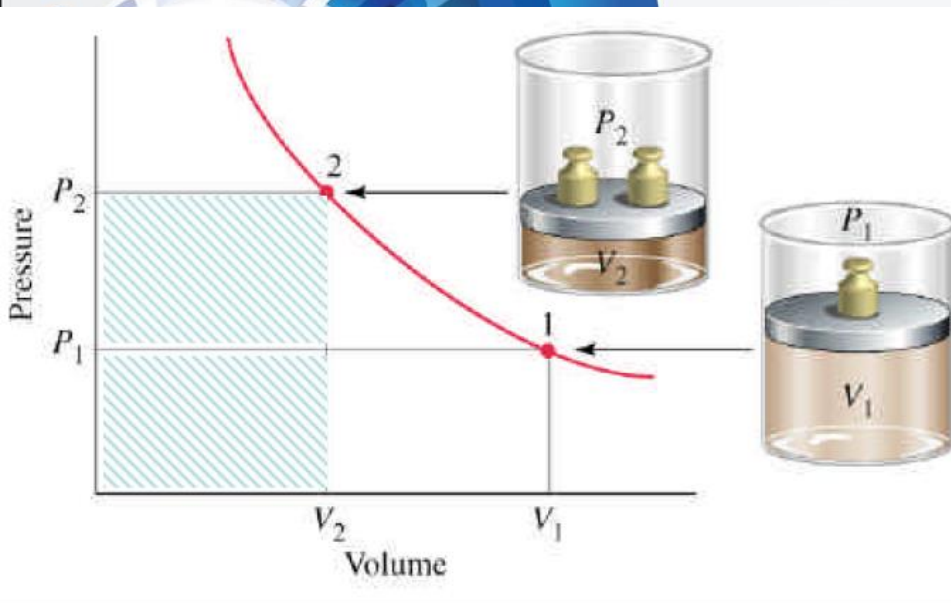


# A experiência de Boyle

- Condições isotérmicas  
 $PV = \text{constante}$ , ou seja

$$P \propto V^{-1}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



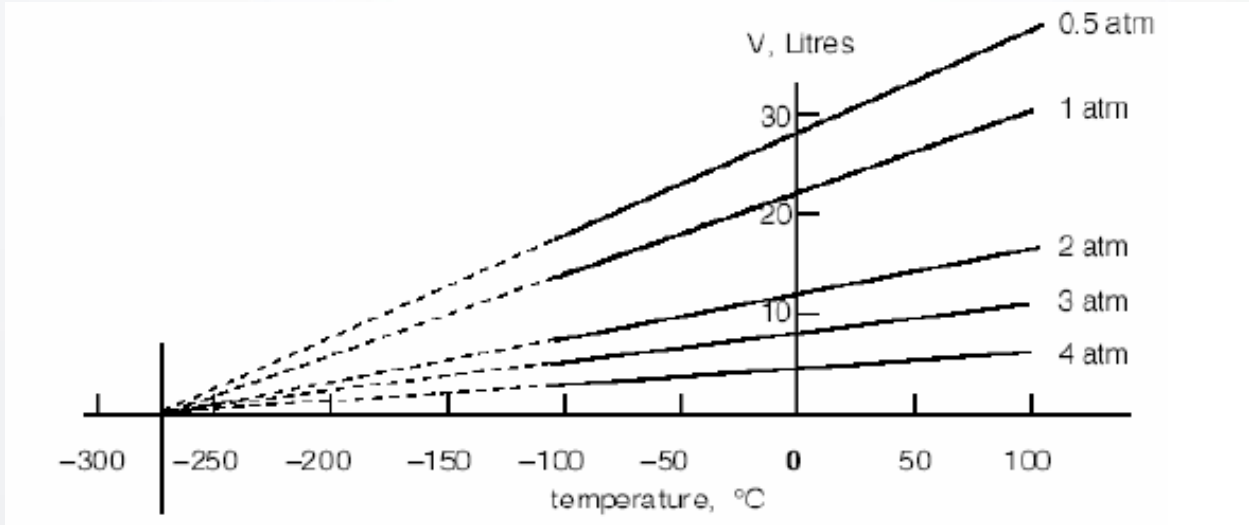


# Experiencia de Charles e Gay Lussac

- Condições isobáricas e isocóricas

$$V \propto T$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \qquad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$





## PRINCÍPIO DE AVOGADRO

Volumes iguais de qualquer gás nas mesmas condições de pressão (P) e temperatura (T) possuem o mesmo número de partículas.

- Esta condição independe do tipo de gás e sim do número de moles (gás ideal).
- Considera ausência de forças de interação e as colisões são elásticas (sem perda de energia).

1 mol de gás ideal ocupa um volume de 22,4L se nas mesmas T e P.

Condição: CNTP ( $P = 1 \text{ atm}$  e  $T = 0^\circ\text{C}$ )

CNATP ( $P = 1 \text{ atm}$  e  $T = 25^\circ\text{C}$ )

### **Problema:**

A densidade de um gás é 2,00g/L, nas CNTP.

i) Qual é sua massa molar?

ii) O que aconteceria com um balão cheio deste gás, se solto na atmosfera ao nível do mar? Iria subir ou descer? Justifique.



# MISTURA GASOSA - PRESSÃO PARCIAL

Gás ideal - não há interações entre as moléculas, assim irá se comportar como se estivesse ocupando todo o recipiente sozinho.

## LEI DE DALTON

1. Em uma mistura de gases ideais, cada gás exerce uma pressão relativa equivalente à fração molar deste em relação à pressão total da mistura.
2. A pressão total de uma mistura é a soma das pressões individuais de cada componente.

$$\text{Fração molar : } x_i = \frac{n_i}{n_t}$$

pressão parcial ( $P_i$ )

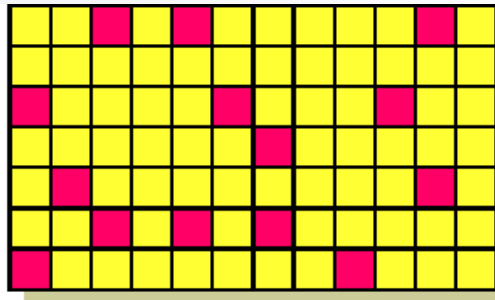
pressão total ( $P_t$ )

$$P_i = x_i P_t$$

$$P_t = P_1 + P_2 + \dots = \sum_{i=1}^n P_i$$

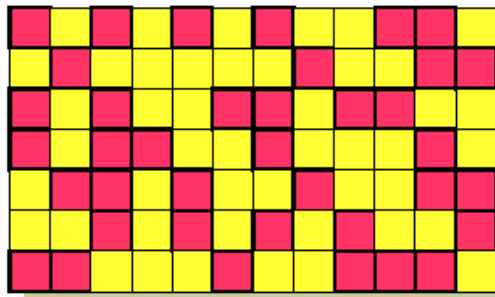
## Fração molar

■ A    ■ B



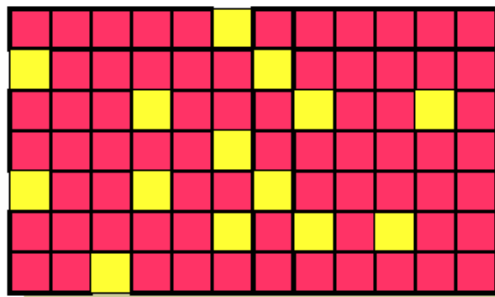
$$x_A = 0.167$$

$$x_B = 0.833$$



$$x_A = 0.452$$

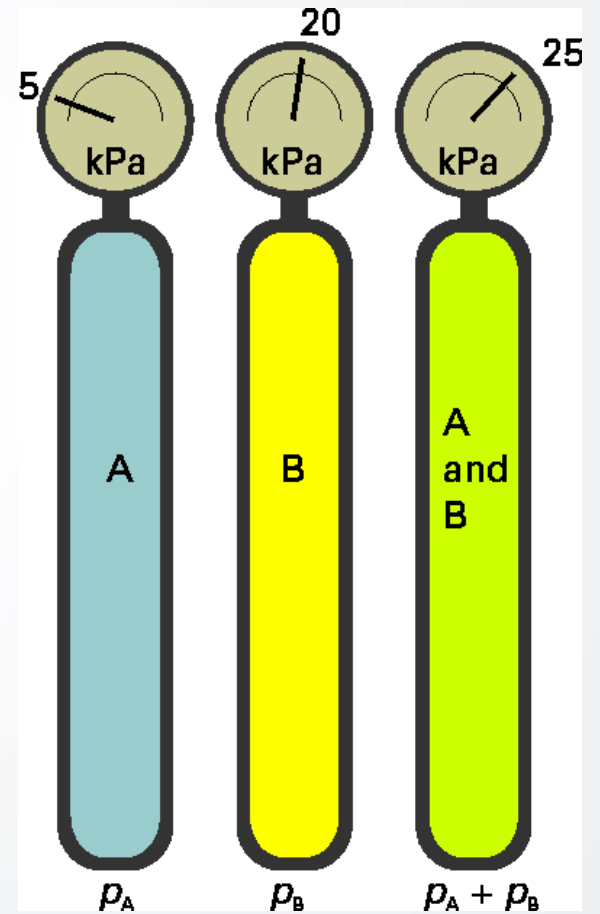
$$x_B = 0.548$$



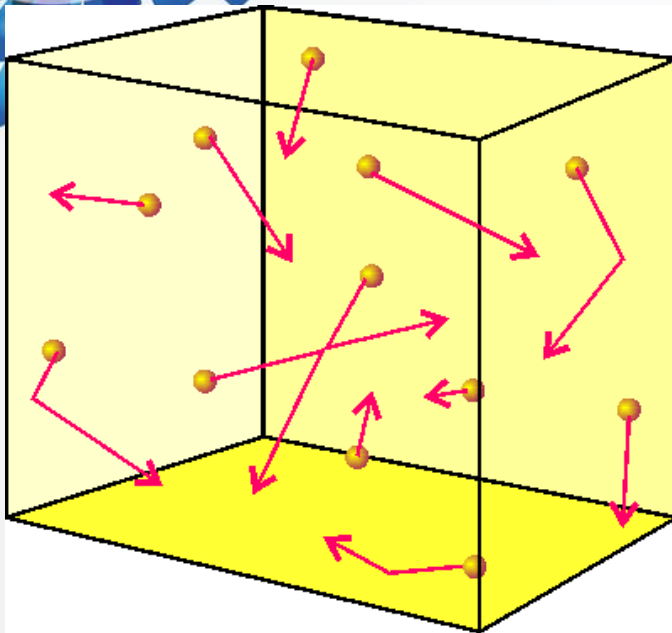
$$x_A = 0.833$$

$$x_B = 0.167$$

## Pressão total



## O Modelo Cinético dos Gases



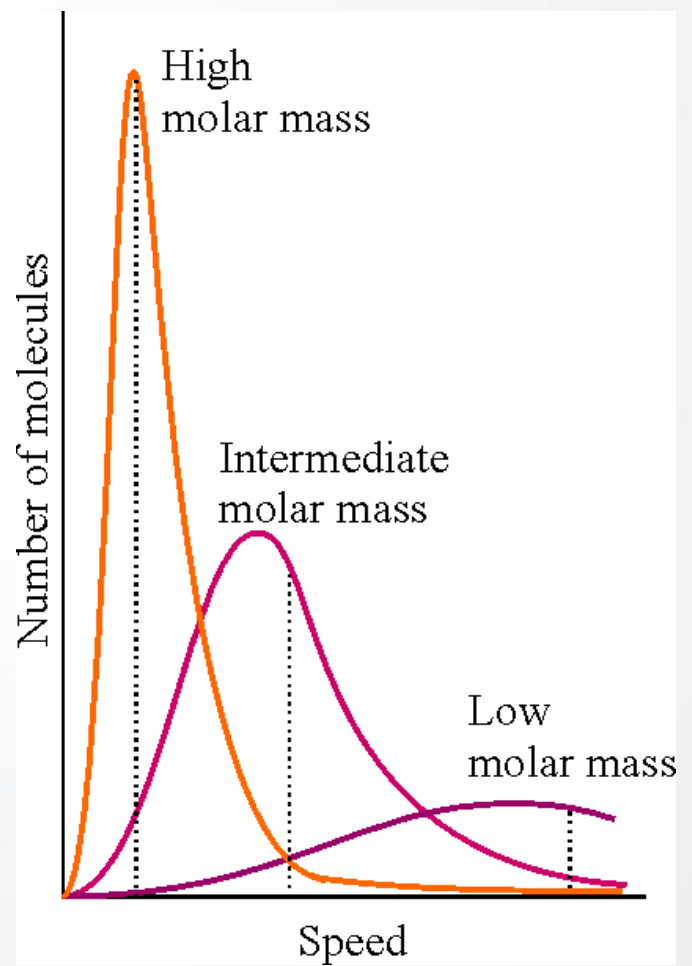
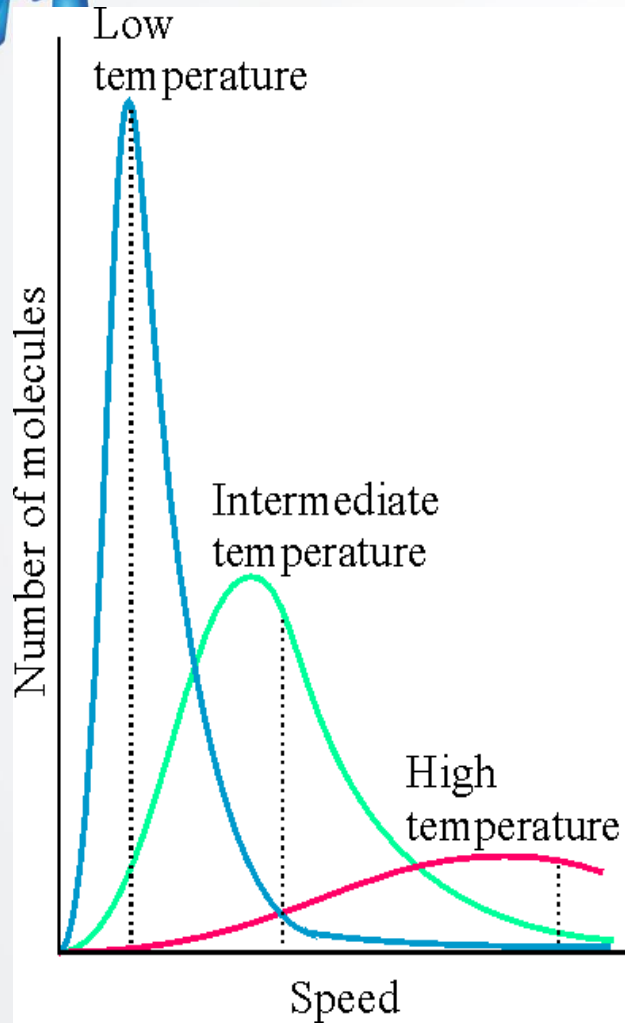
1. Movimento aleatório incessante;
2. O tamanho é desprezível comparada com a distância média percorrida pelas moléculas entre duas colisões sucessivas;
3. Não há interações, somente colidem.

Velocidade Média de um gás

$$c = \left( \frac{3RT}{M} \right)^{\frac{1}{2}} \quad M = \text{massa molar}$$

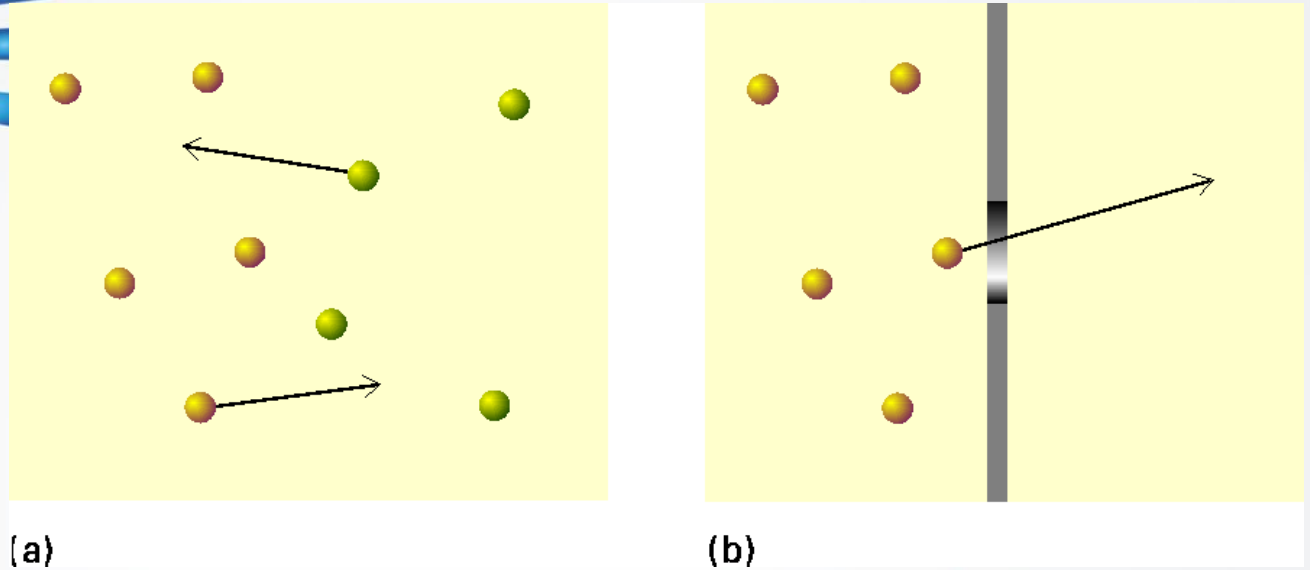


# Distribuição de Maxwell





## Difusão e Efusão



Difusão - processo de mistura entre moléculas diferentes.

Efusão - passagem (fuga) do gás através de um pequeno orifício.

Lei de Graham:

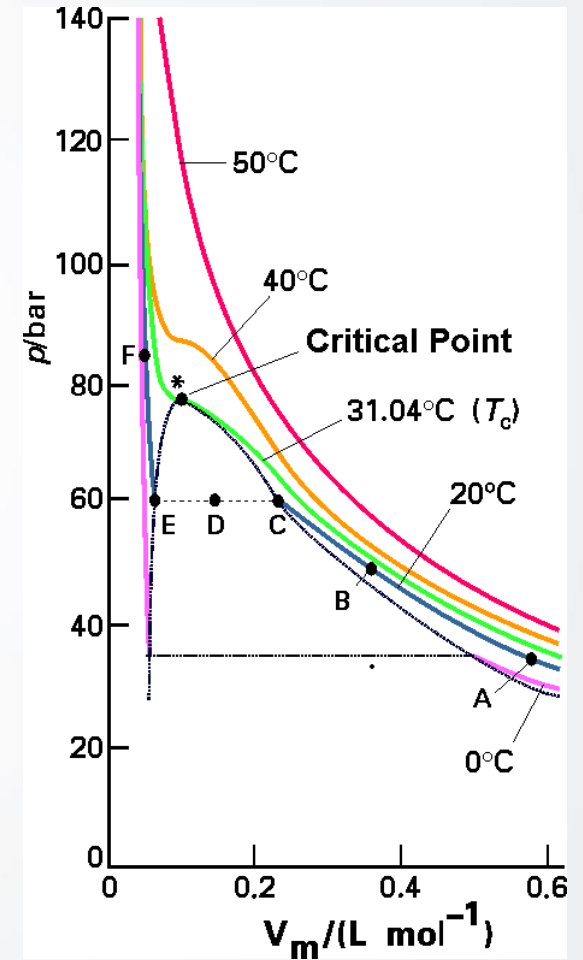
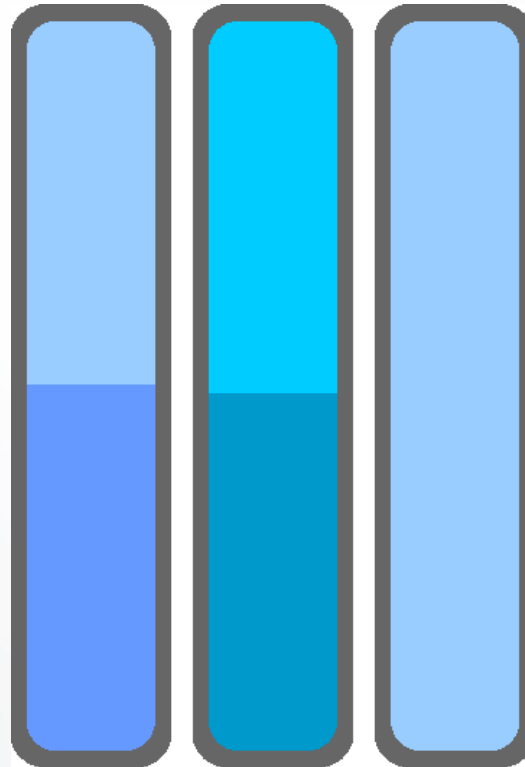
$$\text{velocidade de efusão} \propto M^{-1/2}$$



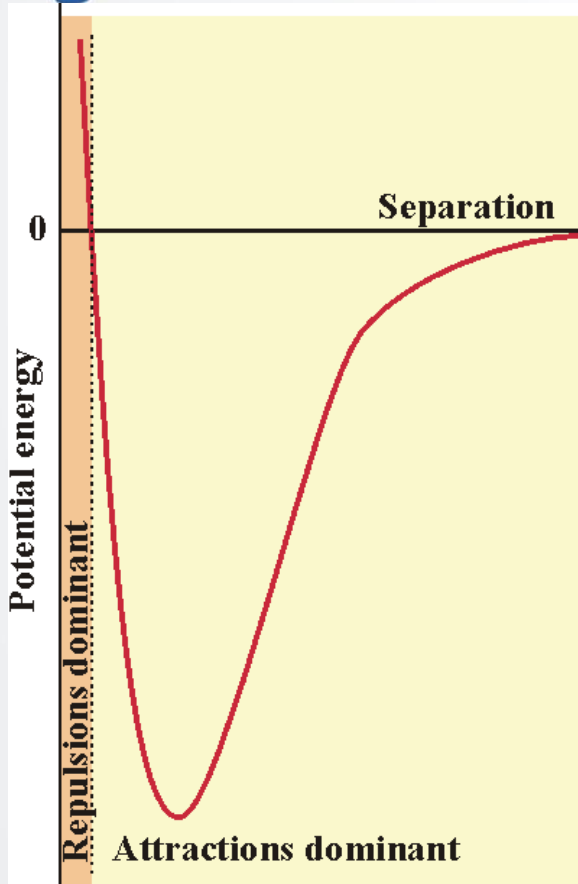


- Falha no modelo do gás ideal - Em um processo isobárico podemos chegar a  $V = 0$ . (ABSURDO)

## Temperatura crítica



Isotérmicas experimentais para o CO<sub>2</sub>





# GASES REAIS

1. Considera as interações e a natureza dos gases.
2. Um gás real caracteriza-se por um parâmetro de dependência com a temperatura, da pressão e da natureza do gás, chamada de fator de compressibilidade  $z$ .

$z$  = mede o desvio da idealidade

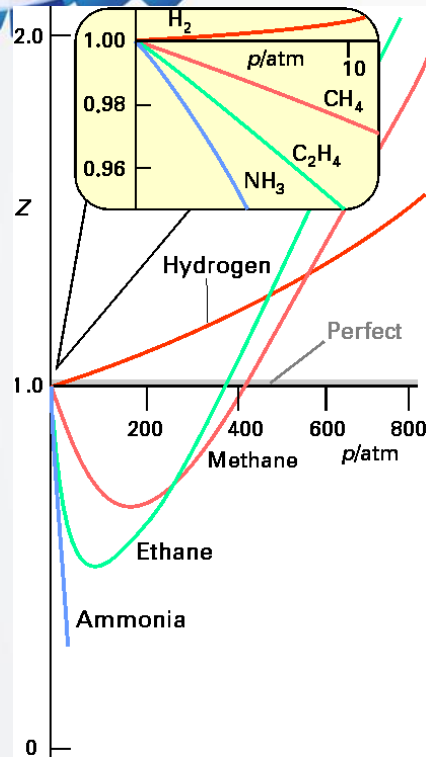
$$z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} = \frac{V}{\frac{nRT}{P}} = \frac{PV_{\text{real}}}{nRT} \quad \therefore$$

$z = 1$ , para gás ideal

$z \neq 1$ , para gas real

$z > 1 \Rightarrow$  o volume ocupado é maior que o previsto  
então as forças de **repulsão** são mais  
pronunciadas do que as forças de atração.

$z < 1 \Rightarrow$  o volume ocupado é menor que o previsto  
então as forças de **atração** são mais  
pronunciadas do que as forças de repulsão.



## Equação de van der Waals

$$\left[ P + a \left( \frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - nb) = nRT$$

$b$  = medida das interações repulsivas;

$a$  = considera as interações atrativas.

se  $n = 1 \text{ mol}$ ,  $V = \bar{V}$

$$z = 1 + \frac{1}{\bar{V}} \left( b - \frac{a}{RT} \right) + \frac{1}{\bar{V}^2} \left( \frac{ab}{RT} \right)$$

De modo aproximado pode-se dizer que quanto maior a depressão da curva, maiores são as interações intermoleculares atrativas e consequentemente maior facilidade de liquefação do gás.

Se  $\bar{V}$  for muito grande  $\left\{ \begin{array}{l} P = \text{muito baixa ou rarefeito} \\ \frac{ab}{RT\bar{V}^2} \text{ é muito pequeno} \end{array} \right.$

O limite de  $z$  é uma linha reta que depende do valor de :

$\left( b - \frac{a}{RT} \right) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{se } T \text{ for muito baixa } \frac{a}{RT} > b \therefore \left( \begin{array}{l} \text{predomina as interações atrativas} \\ \text{e a inclinação da reta será negativa} \end{array} \right) \\ \text{se } T \text{ for elevada } b > \frac{a}{RT} \therefore \left( \begin{array}{l} \text{predomina as interações repulsivas} \\ \text{e a inclinação da reta será positiva} \end{array} \right) \\ \text{se } \frac{a}{RT} = b \text{ a inclinação da reta será nula } z \cong 1, \text{ o gás se comporta} \\ \text{como gás ideal e as atrações repulsivas e atrativas se compensam.} \\ \text{A esta temperatura dá - se o mome de temperatura de Boyle } (T_B). \end{array} \right.$



Gas	a (Pa m <sup>3</sup> )	b(m <sup>3</sup> /mol)
He	$3.46 \times 10^{-3}$	$23.71 \times 10^{-6}$
Ne	$2.12 \times 10^{-2}$	$17.10 \times 10^{-6}$
H <sub>2</sub>	$2.45 \times 10^{-2}$	$26.61 \times 10^{-6}$
CO <sub>2</sub>	$3.96 \times 10^{-1}$	$42.69 \times 10^{-6}$
H <sub>2</sub> O	$5.47 \times 10^{-1}$	$30.52 \times 10^{-6}$