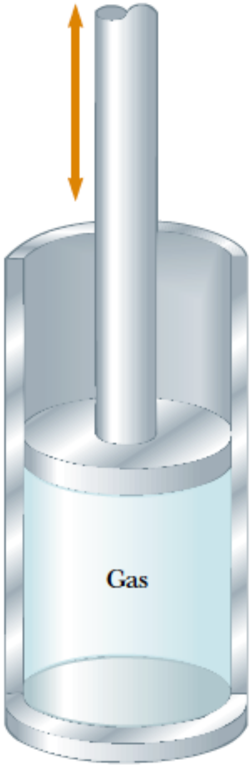
Gás Ideal:

Equação de Estado

Equações de Estado



Variáveis de Estado (ou Termodinâmicas): grandezas macroscópicas utilizadas para descrever gases (e outros sistemas) em termodinâmica: T, P, V, n (número de moles), etc.

Equações de Estado: Relações entre as variáveis macroscópicas que permitem caracterizar o estado de um sistema (em geral complicadas, a não ser para modelos simplificados).

Exemplos:

$$V = V_0 \left[\beta(T - T_0) - k(P - P_0) \right]$$

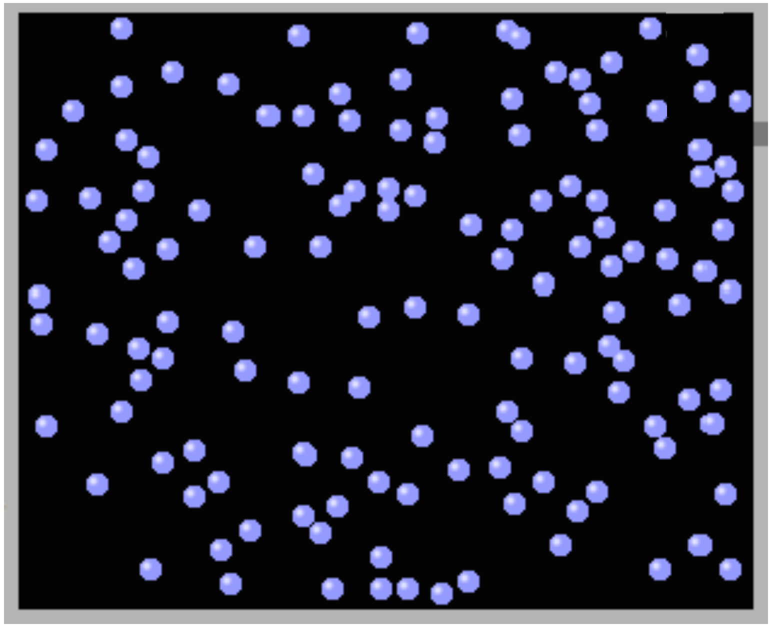
Equação de Estado de um Sólido

$$pV = nRT$$

Equação de Estado de um Gás Ideal

Pressão

A pressão do gás, resulta da força (média) exercida pelas partículas contra as paredes do recipiente (perpendicularmente). A pressão é uma grandeza macroscópica que corresponde a uma média sobre um grande número de colisões em escala microscópica.



https://phet.colorado.edu/pt/simulation/gas-properties

Gases Ideais

– Caso a densidade de um gás seja baixa, a distância média entre as partículas (átomos ou moléculas) será grande, tornando sua interação desprezível (a energia cinética das partículas excede largamente a energia potencial associada às interações).

– Podemos tomar o limite de partículas não interagentes (tendo apenas energia cinética), que constitui o modelo do *gás ideal*.

– Em geral, o modelo é favorecido por baixas pressões e altas temperaturas.

Gases Ideais: Relações Empíricas

– Boyle(1662) e Mariotte (1679): para uma dada temperatura e massa de gás, a pressão é inversamente proporcional ao volume:

$$pV = k_1(m, T)$$

– Charles (1780's) e Dalton (1801): para uma dada pressão e massa de gás, o volume é diretamente proporcional à temperatura:

$$\frac{V}{T} = k_2(m, p)$$

– Gay-Lussac (1802): para um dado volume e massa de gás, a pressão é diretamente proporcional à temperatura:

$$\frac{P}{T} = k_3(m, V)$$

Gases Ideais: Relações Empíricas

– Combinando as relações:

$$\frac{pV}{T} = \frac{1}{T}k_1(m,T) = pk_2(m,p) = Vk_3(m,V)$$

– Portanto:

$$\frac{1}{T}k_1(m,T) = pk_2(m,p) \equiv k(m)$$

(o lado esquerdo é função de T e o lado direito é função de p)

$$pk_2(m,p) = Vk_3(m,V) \equiv k(m)$$

(o lado esquerdo é função de p e o lado direito é função de V)

$$\boxed{\frac{pV}{T} = k(m)}$$

– Avogadro (1810): a uma dada pressão e temperatura, o volume de um gás é proporcional ao número de moléculas (N):

$$\frac{pV}{T} = c\,N = c'\,m$$

(sendo a massa m do gás proporcional ao número N de moléculas, PV/T também será proporcional a m)

Constante de Avogadro

– Modernamente, escrevemos a relação entre P, V e T para gases ideais na forma

$$\boxed{\frac{pV}{T} = nR}$$

– n é o número de mols, definido pela razão entre o número de moléculas e a constante de Avogadro, $N_A = 6.02214\times10^{23}$ mol^{-1}.

$$n = \frac{N}{N_A}$$

– $R = 8.314472$ J/mol.K é a constante dos gases ideais.

– O *mol* é uma das unidades básica do SI, e a constante de Avogadro corresponde ao número de moléculas (átomos) que constituem um mol de uma dada substância.

Constante de Avogadro

– *Massa molar* (M) é a massa de um mol de moléculas (átomos) de uma substância:

$$M = \frac{m_{\mathrm{tot}}}{n} = \frac{Nm}{n} = N_A m$$

– Na expressão acima, m é a massa de uma molécula, enquanto m_{tot} é a massa da substância (soma das massas das moléculas)

P1) A massa molar do hidrogênio (H) é 1.008 g/mol, enquanto a do oxigênio (O) é 16.0 g/mol. Qual a massa de um átomo de hidrogênio? E de uma molécula de O_2?

$$m_{\mathrm{H}} = \frac{1.008\ \mathrm{g/mol}}{6.022 \times 10^{23}\ \text{átomos/mol}} = 1.674 \times 10^{-24}\ \text{g/átomo}$$

$$m_{\mathrm{O_2}} = \frac{32.0\ \mathrm{g/mol}}{6.022 \times 10^{23}\ \text{moléculas/mol}} = 53.1 \times 10^{-24}\ \text{g/molécula}$$

P2) Suponha que 1 mol de reais sejam depositados em sua conta bancária. Caso você gastasse essa quantia à taxa de 1000 reais por segundo, quantos séculos decorreriam até que o saldo da conta estivesse zerado?

Havendo 3600 s/hora, 24 horas/dia, 365 dias/ano, e 100 anos/sec, o número de segundos por século será:

$$3600 \times 24 \times 365 \times 100 \ = \ 3.1536 \times 10^9 \, \mathrm{s/sec}$$

À taxa de 1000 reais gastos por segundo, o total gasto em um século será:

$$1000 \times 3.1536 \times 10^9 \ = \ 3.1536 \times 10^{12} \, \mathrm{reais/sec}$$

O número de séculos necessários para gastar 1 mol de reais à taxa de 1000 reais por segundo será, portanto:

$$\tfrac{6.02214 \times 10^{23}}{3.1536 \times 10^{12}} \ = \ 1.9096 \times 10^{11} \, \mathrm{sec}$$

OBS: a idade estimada para o universo é 1.4×10^7 séculos.