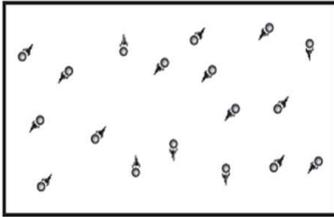


Aulas 11 e 12 – Estudo do gás ideal: transformações e energia interna

1. O modelo do gás ideal



Variáveis de Estado

- Pressão (P): força exercida pelas partículas durante os choques com as paredes do recipiente, por unidade de área.
- Volume (V): espaço ocupado pela amostra.
- Temperatura (T): medida do grau de agitação das partículas. A temperatura é proporcional à energia cinética média das partículas.

Partículas constituintes do gás ideal

- Puntiformes (não há rotação: a energia cinética se resume à energia de translação).
- Só trocam forças durante dos choques
- Não há força elétrica: o sistema não armazena $E_{pot\ el}$
- Realizam apenas choques do tipo perfeitamente elástico.
- Movimentam-se igualmente em todas as direções.
- O gás ideal é um modelo. Gases reais rarefeitos se comportam aproximadamente como um gás ideal.

2. Equações e unidades

Equação de Clapeyron Equação Geral do Gases

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i}$$

- S.I.
- P: $\frac{N}{m^2}$ ou Pa (Pascal) $\rightarrow 1 \frac{N}{m^2} = 1 \text{ Pa}$
 - V : m^3
 - n: mol
 - R = J/mol.K
 - T : K (Kelvin)

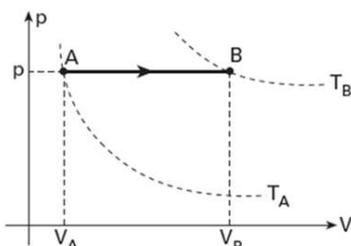
$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} \cong 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_k = T_c + 273$$

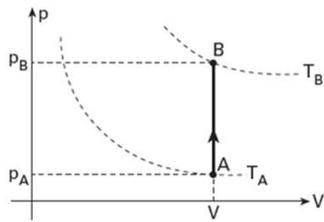
$$R = 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

3. Transformação Isobárica (P constante)



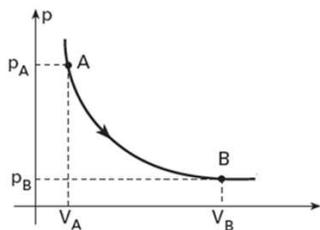
$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i} \Rightarrow \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow V = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

4. Transformação Isovolumétrica, isocórica ou isométrica (V constante)



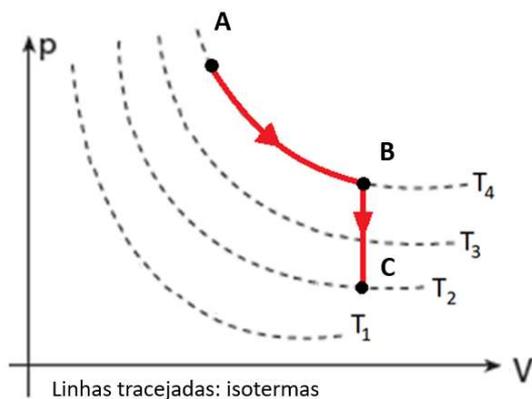
$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i} \Rightarrow \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow P = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

5. Transformação Isotérmica (T constante)



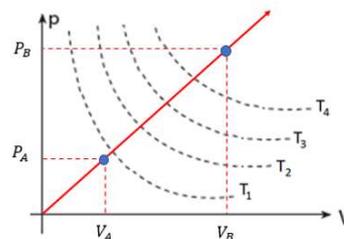
$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i} \Rightarrow P_A V_A = P_B V_B = \text{cte} \Rightarrow \downarrow P = \frac{\text{cte}}{V \uparrow}$$

6. Linhas isotermas



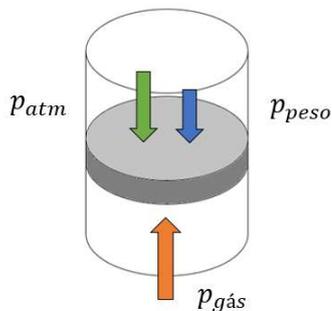
$$T_A = T_B > T_C$$

$$T_4 > T_3 > T_2 > T_1$$



- São linhas auxiliares e não indicam uma transformação.
- Os pontos que estiverem sobre a mesma linha isoterma apresentam mesma temperatura.
- Gráfico ou parte do gráfico sobre essa linha → transformação ou parte da transformação será isotérmica.
- Quanto mais distante da origem do gráfico, maior a temperatura da linha.

7. Exemplo de processo isobárico



Pressões

$$p_{\text{gás}} = p_{\text{atm}} + p_{\text{peso tampa}}$$

Constante
Constante
Constante

$$p_{\text{pressão}} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \quad \text{SI: } \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$$

Forças

$$F_{\text{gás}} = F_{\text{atm}} + F_{\text{peso tampa}}$$

$$R = 0 \begin{cases} \text{repouso} \\ \text{MRU (V cte)} \end{cases}$$

$$\text{Êmbolo} \begin{cases} \bullet \text{ V cte} \\ \bullet \text{ Movimenta lentamente} \\ \bullet \text{ Em equilíbrio} \end{cases}$$

Como identificar?

- Equilíbrio com a pressão atmosférica
- Êmbolo move com velocidade constante
- Aquecimento / resfriamento lento, no qual o êmbolo se movimenta lentamente

8.1 Energia interna de um gás ideal (U)

É a soma das energias cinéticas das partículas.

$$U = E_{c(1)} + E_{c(2)} + E_{c(3)} + \dots + E_{c(n)}$$

$$U = \sum E_{cinéticas} = E_{térmica}$$

No SI: U é medida em Joules (J)

Gás Monoatômico:

$$U = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} nRT$$

Gás Diatômico:

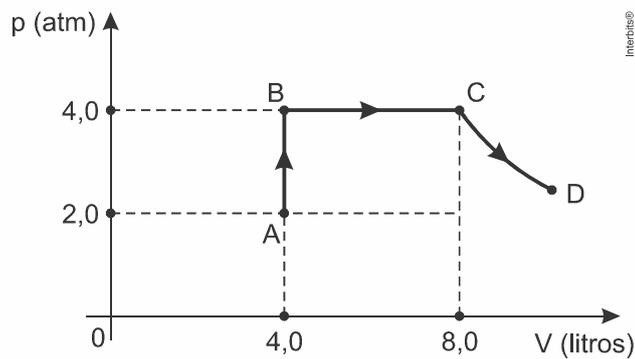
$$U = \frac{5}{2} PV = \frac{5}{2} nRT$$

8.2 Variação da energia interna ($\Delta U = U_f - U_i$)

- $\Delta U > 0$
- $\Delta U < 0$
- $\Delta U = 0$

9. Exercícios do Caio

1. (Epcar (Afa) 2015) Uma amostra de n mols de gás ideal sofre as transformações AB (isovolumétrica), BC (isobárica) e CD (isotérmica) conforme representação no diagrama pressão (p) \times volume (V), mostrado a seguir.



Sabendo-se que a temperatura do gás no estado A é 27°C , pode-se afirmar que a temperatura dele, em $^{\circ}\text{C}$, no estado D é

- a) 108
- b) 327
- c) 628
- d) 927

2. (Fuvest) Um extintor de incêndio cilíndrico, contendo CO_2 , possui um medidor de pressão interna que, inicialmente, indica 200 atm. Com o tempo, parte do gás escapa, o extintor perde pressão e precisa ser recarregado. Quando a pressão interna for igual a 160 atm, a porcentagem da massa inicial de gás que terá escapado corresponderá a:

- a) 10%
- b) 20%
- c) 40%
- d) 60%
- e) 75%

Obs: Considere que a temperatura permanece constante e o CO_2 , nessas condições, comporta-se como um gás perfeito

$$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

Bagarito

- 1. A
- 2. B