

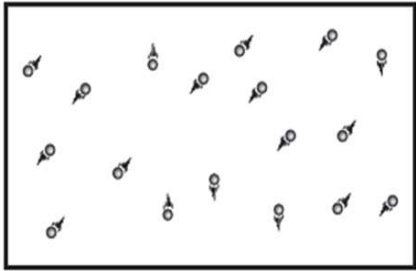
Transformações gasosas

Livro 4 / Capítulo 6 / Pg. 182

- SL 02 - Teoria
- SL 09 - Exercícios

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

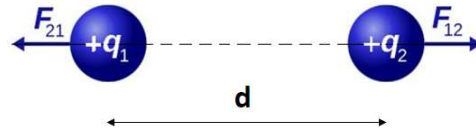
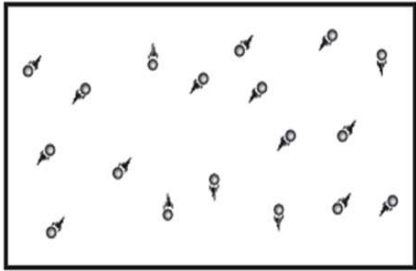
Gás perfeito ou ideal



Variáveis de Estado

- Pressão (P): Quantidade de choques entre as partículas e as paredes do recipiente.
- 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.

Gás perfeito ou ideal



$$F_{el} = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{d^2}$$

$$E_{pot\ el} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d}$$

Partículas constituintes dos 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.

Equação de Clapeyron

$$PV = nRT$$

Equação Geral do Gases

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

Para as duas equações você sempre deve usar a unidade Kelvin na medida da temperatura ($T_k = T_C + 273$)

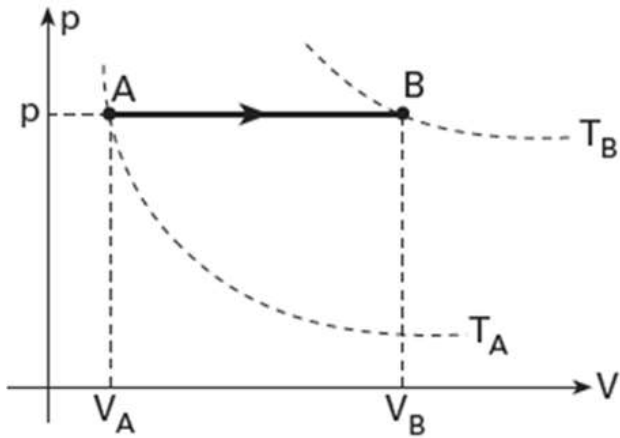
- S.I.
- P : $\frac{N}{m^2}$ ou Pa (Pascal) $\rightarrow 1 \frac{N}{m^2} = 1 \text{ Pa}$
 - V : m^3
 - n : mol
 - $R = J/mol.K$
 - T : K (Kelvin)

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

$$1 m^3 = 1000L$$

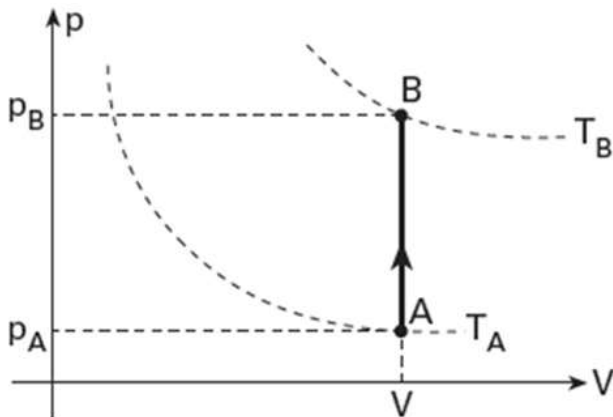
$$1 atm = 760 mmHg \cong 1,01 \cdot 10^5 Pa$$

Transformação Isobárica (P constante)



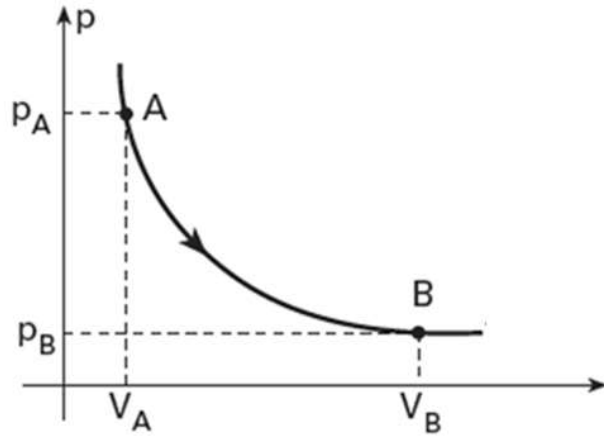
$$\frac{\cancel{P_f} V_f}{T_f} = \frac{\cancel{P_i} V_i}{T_i} \Rightarrow \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow V = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

Transformação Isovolumétrica, isocórica ou isométrica (V constante)

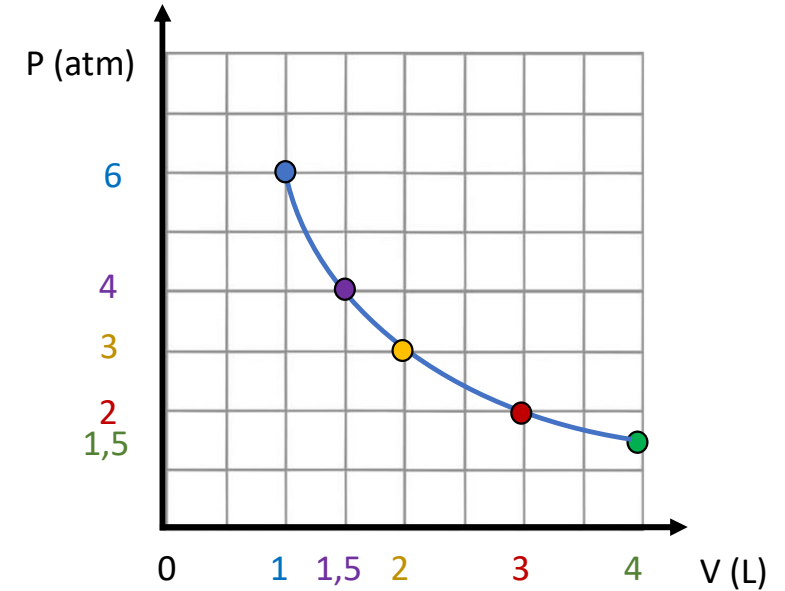


$$\frac{P_f \cancel{V_f}}{T_f} = \frac{P_i \cancel{V_i}}{T_i} \Rightarrow \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow P = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

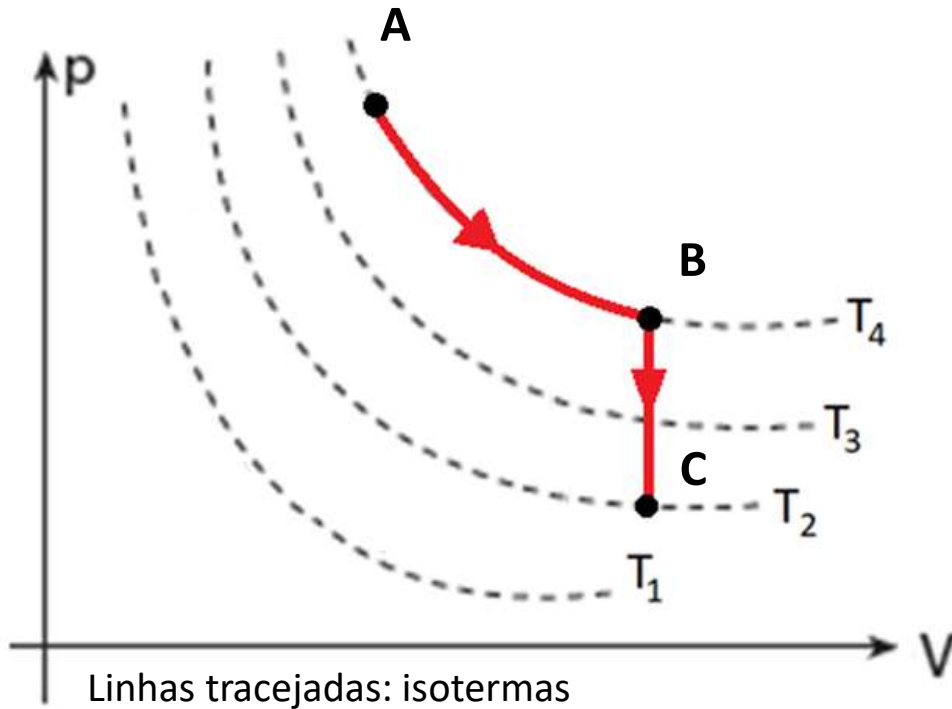
Transformação Isotérmica (T constante)



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

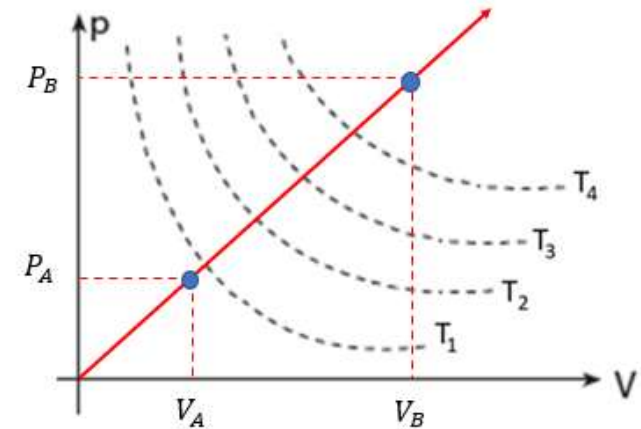


Linhas isotermas



$$T_A = T_B > T_C$$

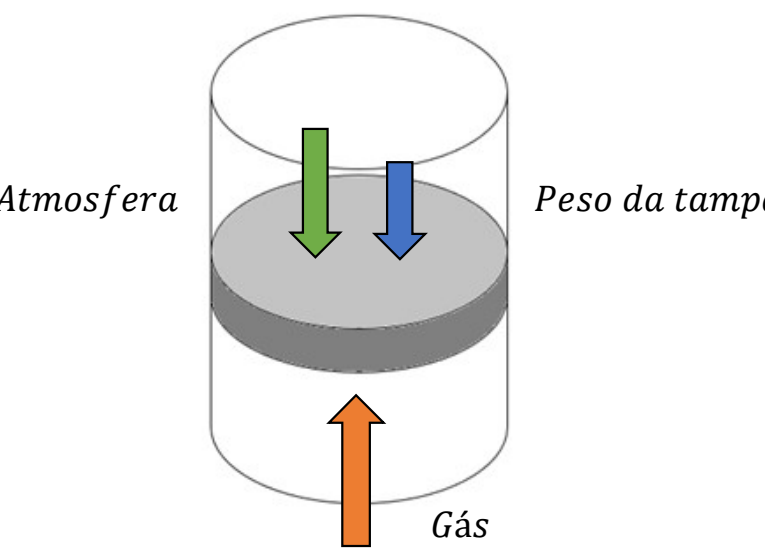
$$T_4 > T_3 > T_2 > T_1$$



$$PV = nRT \rightarrow \uparrow T = \frac{\boxed{PV}}{\boxed{nR}} \uparrow \text{cte}$$

- 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.

Exemplos de transformações isobáricas



Forças

$R = 0$

- ↗ repouso
- ↘ MRU (V cte)

$F_{gás} = F_{atm} + P_{peso\ tampa}$

Pressões

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

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

Êmbolo {

- V cte
- Movimenta lentamente
- Em equilíbrio

Como identificar?

- Gás contido no interior de um recipiente fechado por um êmbolo móvel (tampa).
- O êmbolo se move livremente (sem atrito).
- Êmbolo em equilíbrio com a pressão atmosférica ou se movendo com velocidade constante.
- Aquecimento / resfriamento lento, no qual o êmbolo se movimentará lentamente.

Exercícios

1. (UNICAMP). O CO_2 dissolvido em bebidas carbonatadas, como refrigerantes e cervejas, é o responsável pela formação da espuma nessas bebidas e pelo aumento da pressão interna das garrafas, tornando-a superior à pressão atmosférica. O volume de gás no “pescoço” de uma garrafa com uma bebida carbonatada a 7°C é igual a 24 ml, e a pressão no interior da garrafa é de $2,8 \times 10^5 \text{ Pa}$. Trate o gás do “pescoço” da garrafa como um gás perfeito. Considere que a constante universal dos gases é de aproximadamente $8,0 \text{ J/mol.K}$ e que as temperaturas nas escalas Kelvin e Celsius relacionam-se da forma $T (\text{K}) = (^\circ\text{C}) + 273$. O número de moles de gás no “pescoço” da garrafa é igual a

a) $1,2 \times 10^5$

b) $3,0 \times 10^3$

c) $1,2 \times 10^{-1}$

d) $3,0 \times 10^{-3}$

1. (UNICAMP). O CO₂ dissolvido em bebidas carbonatadas, como refrigerantes e cervejas, é o responsável pela formação da espuma nessas bebidas e pelo aumento da pressão interna das garrafas, tornando-a superior à pressão atmosférica. O volume de gás no “pescoço” de uma garrafa com uma bebida carbonatada a 7°C é igual a 24 ml, e a pressão no interior da garrafa é de $2,8 \times 10^5 \text{ Pa}$. Trate o gás do “pescoço” da garrafa como um gás perfeito. Considere que a constante universal dos gases é de aproximadamente 8,0 J/mol.K e que as temperaturas nas escalas Kelvin e Celsius relacionam-se da forma $T (\text{K}) = (^\circ\text{C}) + 273$. O número de moles de gás no “pescoço” da garrafa é igual a

- $P = 2,8 \times 10^5 \text{ Pa} = 2,8 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

- $V = 24 \text{ mL} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ L} =$
 $= (24 \cdot 10^{-3}) \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- $n = ?$

- $R = 8,0 \text{ J/mol.K}$

- $T = 7^\circ\text{C} = 7 + 273 = 280 \text{ K}$

$$PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{2,8 \cdot 10^5 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 280}$$

$$n = \frac{3 \cdot 10^{-1}}{100} = \frac{3 \cdot 10^{-1}}{10^2}$$

$$n = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

S.I. • $P: \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ou Pa (Pascal)} \rightarrow 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$

• $V: \text{m}^3$

• $n: \text{mol}$

• $R = \text{J/mol.K}$

• $T: \text{K (Kelvin)}$

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

$$\begin{array}{c} \times 10^3 \\ \curvearrowright \\ 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} \end{array}$$

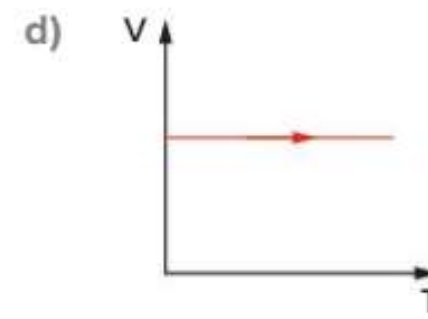
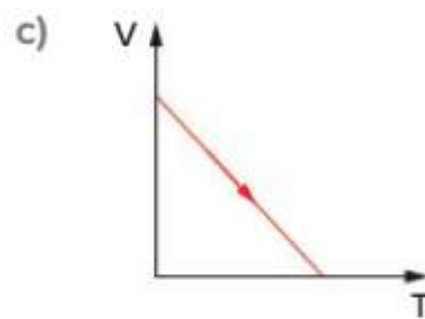
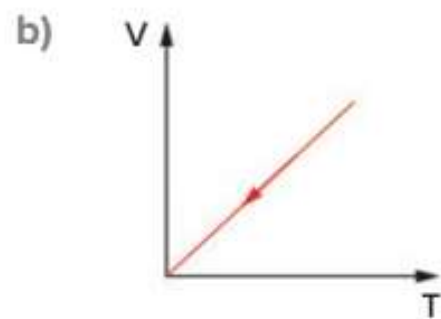
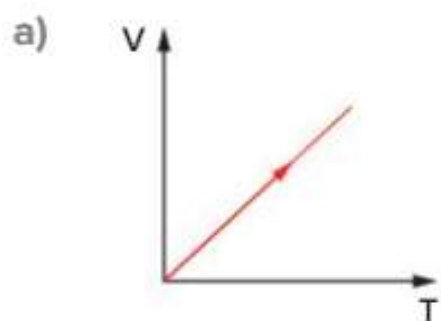
$$\begin{array}{c} \curvearrowleft \\ \times 10^{-3} \end{array}$$

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

2. EEaR-sP 2018 O gráfico que melhor representa a expansão de uma amostra de gás ideal a pressão constante é:

considere:

1. a temperatura (T) dada em kelvin (K) e
2. V = volume.

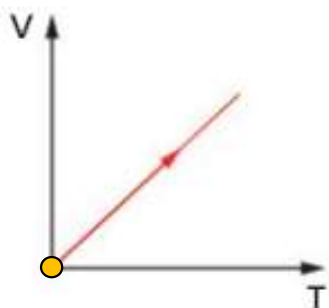


2. EEaR-sP 2018 O gráfico que melhor representa a **expansão** de uma amostra de gás ideal a **pressão constante** é:

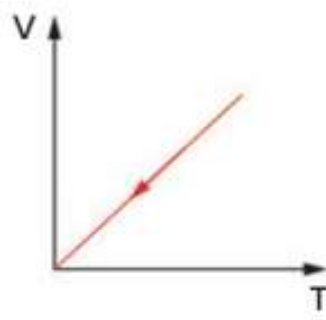
considere:

1. a temperatura (T) dada em kelvin (K) e
2. V = volume.

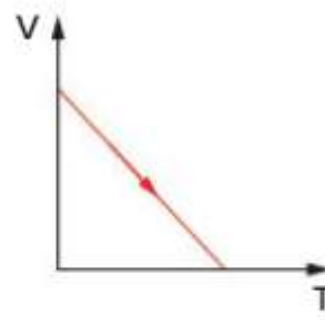
a)



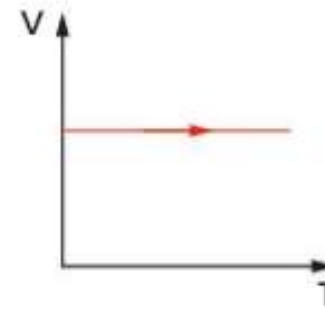
b)



c)



d)



Expansão isobárica

- V: aumenta
- P: constante

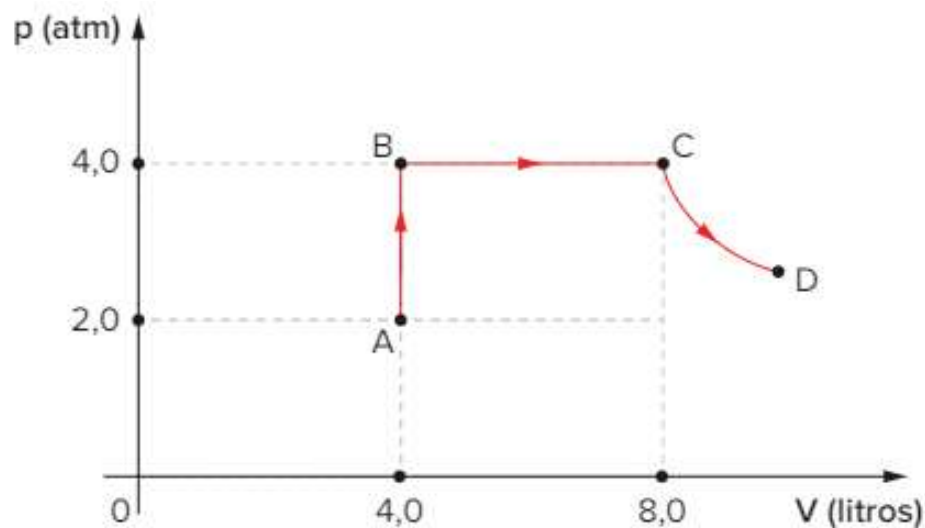
$$\boxed{P}_{cte} \cdot \boxed{V} \uparrow = \boxed{n \cdot R}_{cte} \cdot \boxed{T} \uparrow$$

$$T = 0 \rightarrow P = 0$$

Se duas grandezas são diretamente proporcionais, o gráfico (ou prolongamento do gráfico) é uma reta que passa pela origem do plano cartesiano.



3. AFA-SP 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) x volume (V), mostrado a seguir.

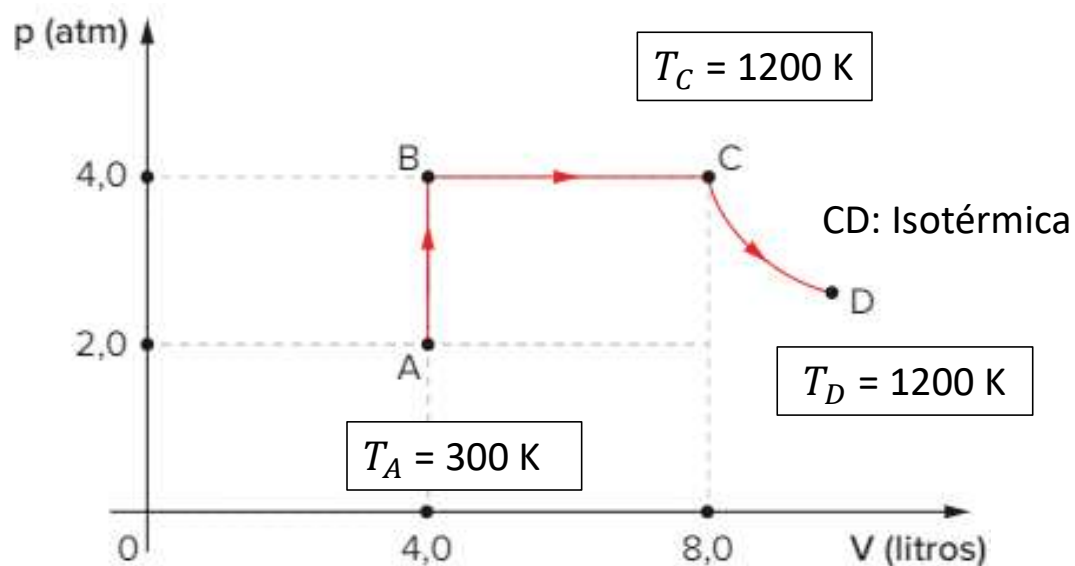


Sabendo-se que a temperatura do gás no estado A é 27°C , pode-se afirmar que a temperatura dele, em $^{\circ}\text{C}$, no estado D é

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

3. AFA-SP 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) x 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

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_C V_C}{T_C}$$

$$\frac{2\text{ atm} \cdot 4\text{ L}}{300\text{ K}} = \frac{4\text{ atm} \cdot 8\text{ L}}{T_C}$$

$$\frac{2 \cdot 4}{300\text{ K}} = \frac{4 \cdot 8}{T_C}$$

$$T_C = \frac{300 \cdot 4 \cdot 8}{2 \cdot 4}$$

$$T_C = 1200\text{ K}$$

D

$$T_D = T_C = 1200\text{ K}$$

$$T_D = 1200 - 273$$

$$T_D = 927^\circ\text{C}$$

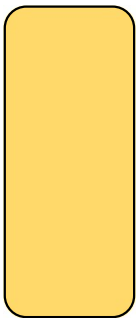
4. (UFPR 2016 - Adaptada) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui 2 mols de um gás ideal sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 327 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até o gás parasse de vazar. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura do gás e do cilindro era a ambiente e igual a 27 °C. (Considere que a temperatura de 0 °C corresponde a 273 K e que a pressão atmosférica é de 1 atm).

Calcule a quantidade de matéria, em mols, que permaneceu no interior do cilindro.

4. (UFPR 2016 - Adaptada) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui 2 mols de um gás ideal sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 327 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até o gás parasse de vazar. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura do gás e do cilindro era a ambiente e igual a 27 °C. (Considere que a temperatura de 0 °C corresponde a 273 K e que a pressão atmosférica é de 1 atm).

Calcule a quantidade de matéria, em mols, que permaneceu no interior do cilindro.

Antes



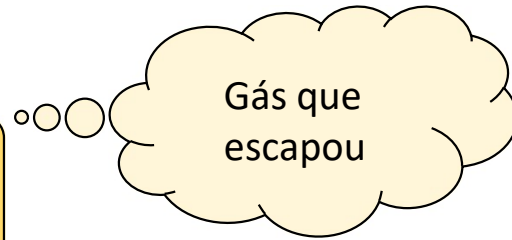
No interior do cilindro

- $P_i = 4 \text{ atm}$
- V_i
- $n_i = 2 \text{ mols}$
- $T_i = 227^\circ\text{C} + 273 = 600\text{K}$

Depois



- $P_f = 1 \text{ atm}$
- $V_f = V_i$
- $n_f = ?$
- $T_f = 27^\circ\text{C} + 273 = 300\text{K}$



No interior do cilindro

$$\underset{\text{cte}}{P} \cdot \underset{\text{cte}}{V} = n \cdot R \cdot T \rightarrow \frac{P}{nT} = \boxed{\frac{R}{V}}_{\text{cte}}$$

$$\frac{P_i}{n_i \cdot T_i} = \frac{P_f}{n_f \cdot T_f}$$

$$\frac{4}{2 \cdot 600} = \frac{1}{n_f \cdot 300}$$

$$n_f = \frac{2 \cdot 600}{4 \cdot 300}$$

$$\boxed{n_f = 1 \text{ mol}}$$