

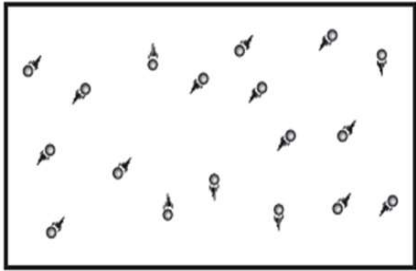
Gás ideal e transformações gasosas

Aulas 15 e 16 / Pg. 516 / Tetra 1

- SL 02 - Teoria
- SL 10 - Exercícios

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

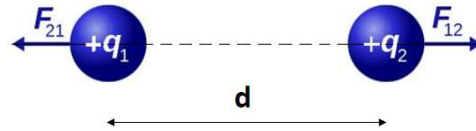
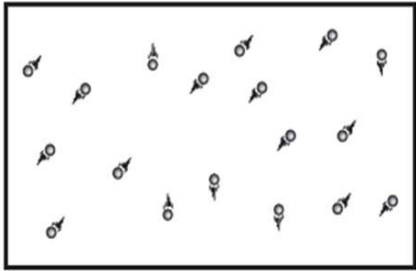
Gás perfeito ou ideal



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

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

Isovolúmetrica (V_{cte}) **Isotérmica** (T_{cte}) **Isobárica** (P_{cte})

Isocórica

Isométrica

$$\frac{P}{T} = cte$$

$$PV = cte$$

$$\frac{V}{T} = cte$$

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

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

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

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

Como indicar os menores valores?

Pressão

- $P = 0 \text{ atm}$
- $P = 0 \text{ mmHg}$
- $P = 0 \text{ N/m}^2$

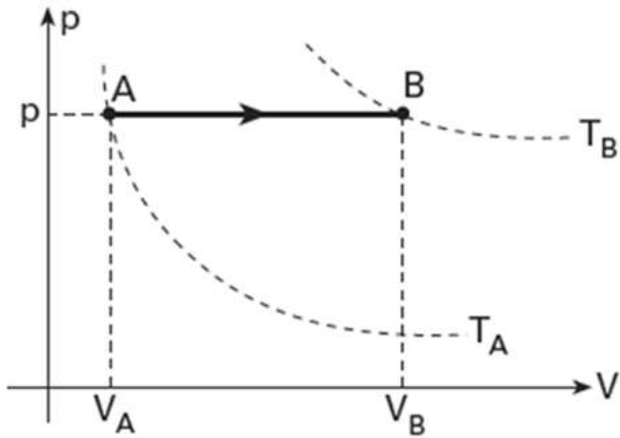
Volume

- $V = 0 \text{ L}$
- $V = 0 \text{ mL}$
- $V = 0 \text{ m}^3$

Temperatura

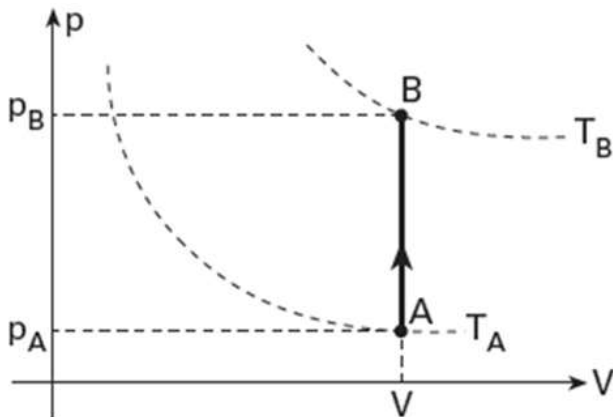
- $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ 
- $T = 0 \text{ K}$

Transformação Isobárica (P constante)



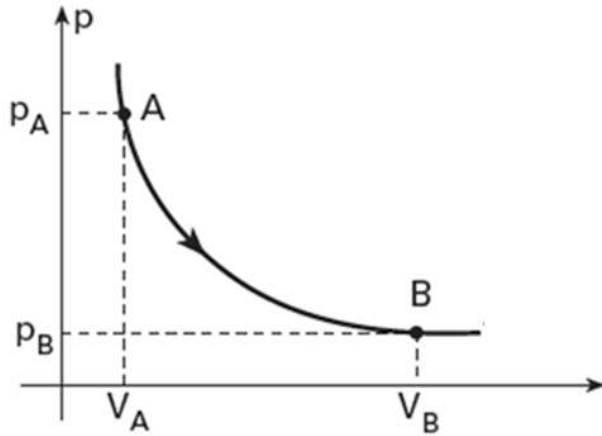
$$\frac{\cancel{P_f} V_f}{T_f} = \frac{\cancel{P_i} V_i}{T_i} \Rightarrow \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow V = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

Transformação Isovolumétrica, isocórica ou isométrica (V constante)



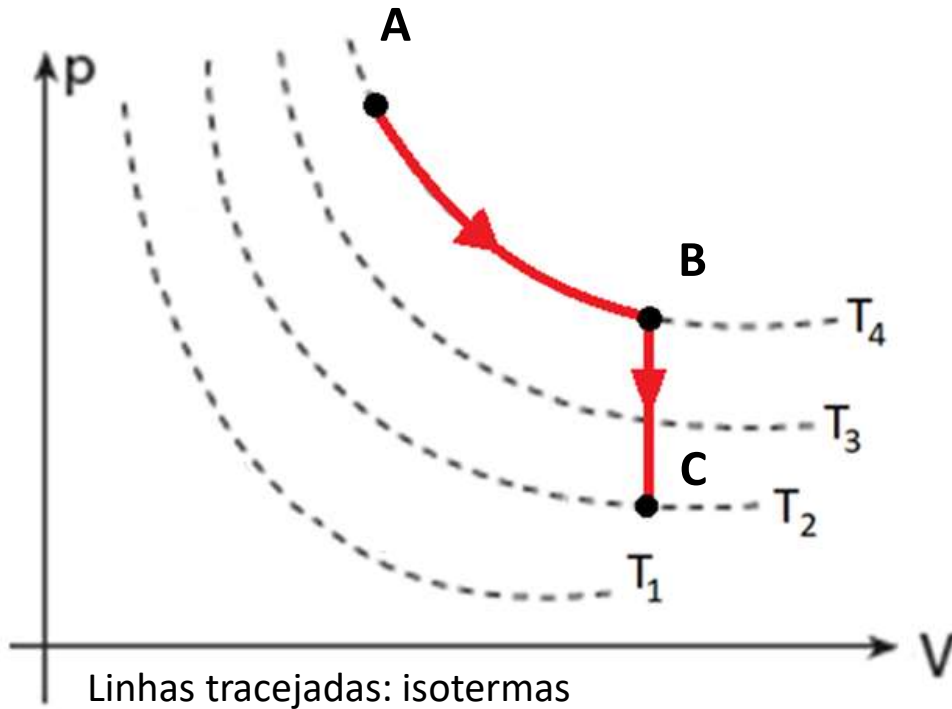
$$\frac{P_f \cancel{V_f}}{T_f} = \frac{P_i \cancel{V_i}}{T_i} \Rightarrow \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow P = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

Transformação Isotérmica (T constante)



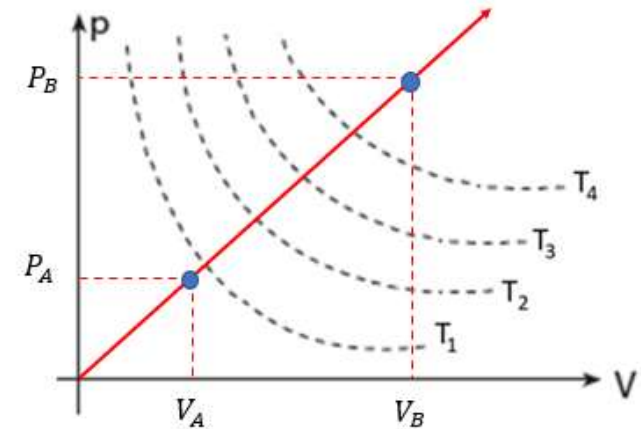
$$\frac{P_f V_f}{\cancel{T_f}} = \frac{P_i V_i}{\cancel{T_i}} \Rightarrow P_A V_A = P_B V_B = \text{cte} \Rightarrow \downarrow P = \frac{\text{cte}}{V \uparrow}$$

Linhas isotermas



$$T_A = T_B > T_C$$

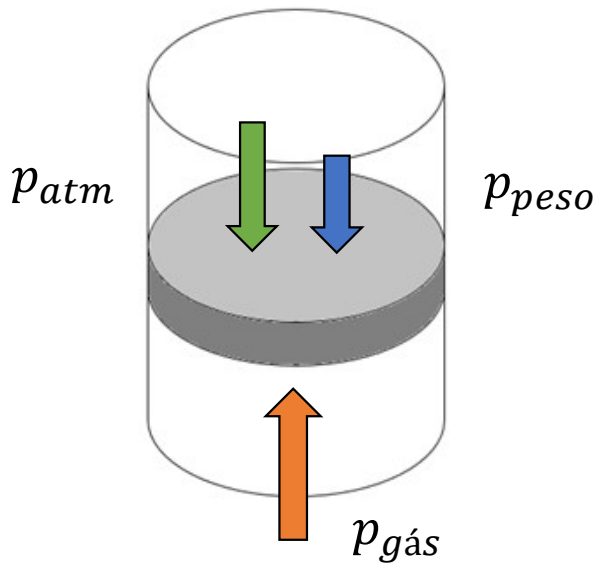
$$T_4 > T_3 > T_2 > T_1$$



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

- 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.

Exemplo de transformação isobárica



Pressões

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

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

Forças

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

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

Êmbolo $\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ V cte} \\ \bullet \text{ Movimenta lentamente} \\ \bullet \text{ Em equilíbrio} \end{array} \right.$

Como identificar?

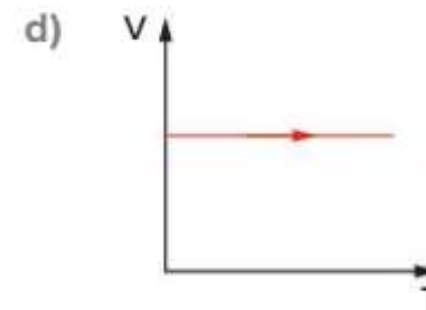
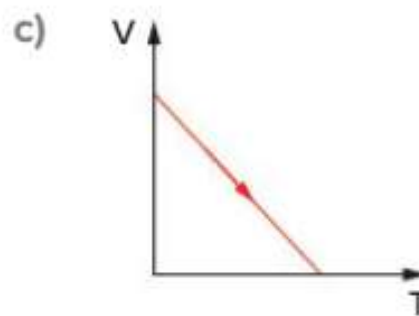
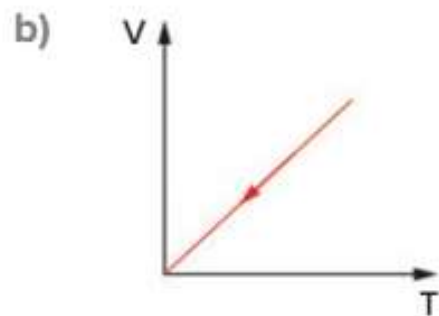
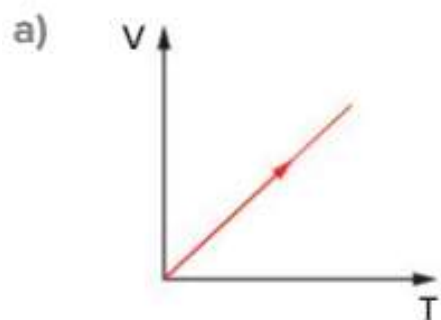
- Gás contido no interior de um recipiente fechado por um êmbolo móvel (tampa).
- O êmbolo se move livremente (sem atrito).
- Êmbolo em equilíbrio com a pressão atmosférica ou se movendo com velocidade constante.
- Aquecimento / resfriamento lento, no qual o êmbolo se movimentará lentamente.

Exercícios do Tetra

1. 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.

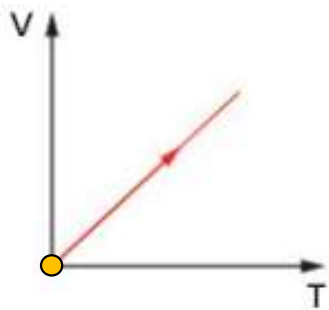


1. EEAR-sP 2018 O gráfico que melhor representa a **expansão** de uma amostra de gás ideal a **pressão constante** é:

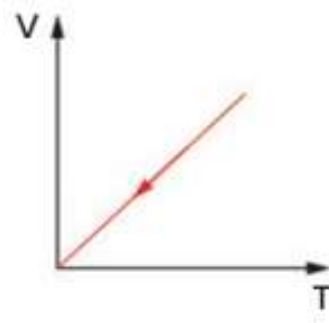
considere:

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

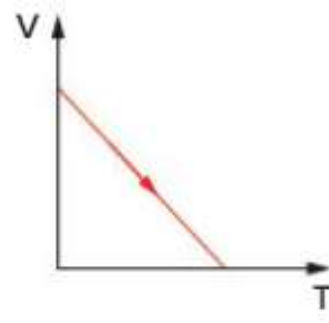
a)



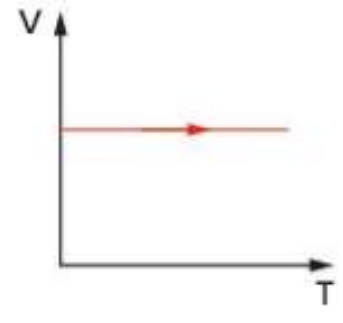
b)



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.

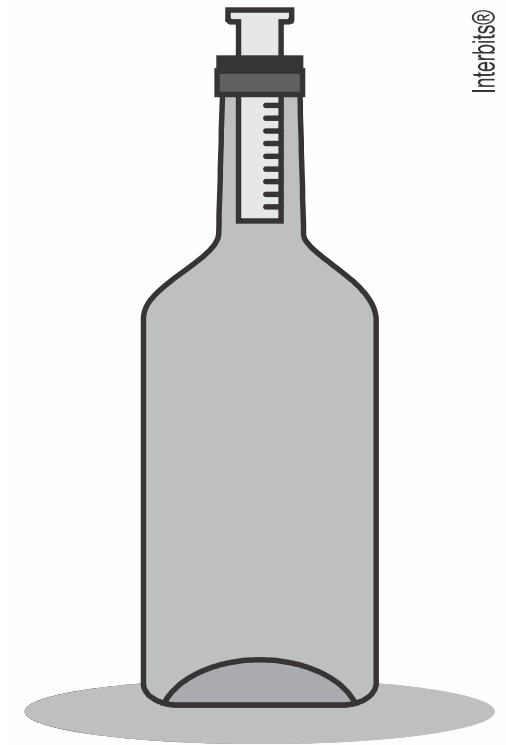


2. (Fuvest 2016) Uma garrafa tem um cilindro afixado em sua boca, no qual um êmbolo pode se movimentar sem atrito, mantendo constante a massa de ar dentro da garrafa, como ilustra a figura. Inicialmente, o sistema está em equilíbrio à temperatura de 27°C . O volume de ar na garrafa é igual a 600 cm^3 e o êmbolo tem uma área transversal igual a 3 cm^2 . Na condição de equilíbrio, com a pressão atmosférica constante, para cada 1°C de aumento da temperatura do sistema, o êmbolo subirá aproximadamente

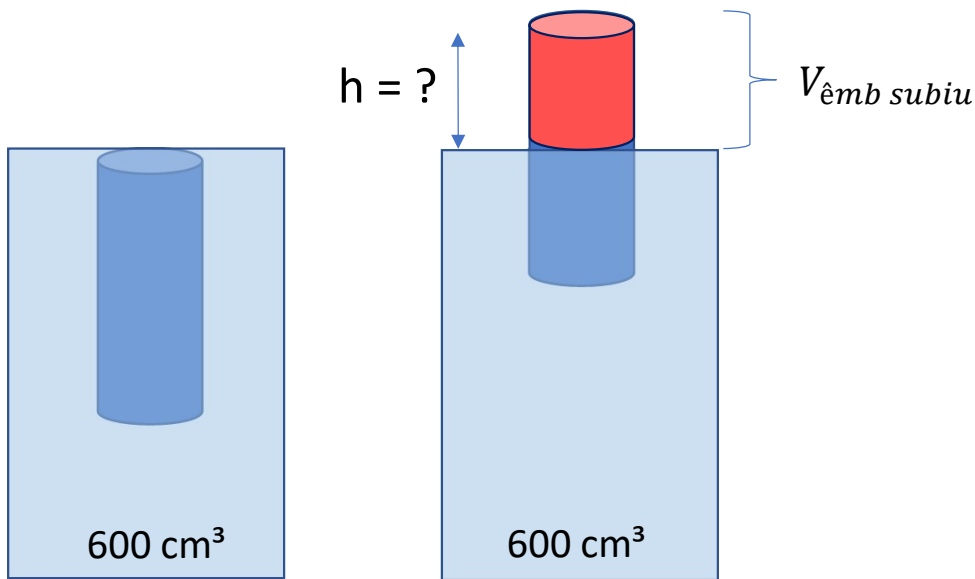
Note e adote:

- $0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$
- Considere o ar da garrafa como um gás ideal.

- a) $0,7\text{ cm}$
- b) $1,4\text{ cm}$
- c) $2,1\text{ cm}$
- d) $3,0\text{ cm}$
- e) $6,0\text{ cm}$



Uma garrafa tem um cilindro afixado em sua boca, no qual um êmbolo pode se movimentar sem atrito, mantendo constante a massa de ar dentro da garrafa, como ilustra a figura. Inicialmente, o sistema está em equilíbrio à temperatura de 27°C. O volume de ar na garrafa é igual a 600 cm³ e o êmbolo tem uma área transversal igual a 3 cm². Na condição de equilíbrio, com a pressão atmosférica constante, para cada 1°C de aumento da temperatura do sistema, o êmbolo subirá aproximadamente



$$V_i = 600 \text{ cm}^3$$

$$T_i = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$P_i = P_{atm}$$

$$V_f = 600 + V_{emb \text{ subiu}}$$

$$T_f = 28^\circ\text{C} = 301\text{K}$$

$$P_f = P_{atm}$$

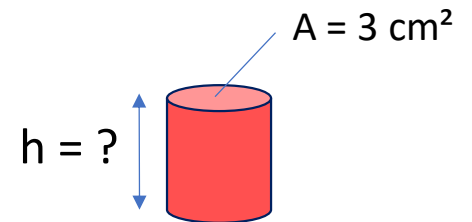
$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i}$$

$$\frac{V_{es} + 600}{301} = \frac{600}{300} = 2$$

$$V_{es} + 600 = 602$$

$$V_{es} = 2 \text{ cm}^3$$

$$V_{cilindro} = A \times h$$



$$V_{es} = 2 \text{ cm}^3$$

$$V_{cilindro} = A \times h$$

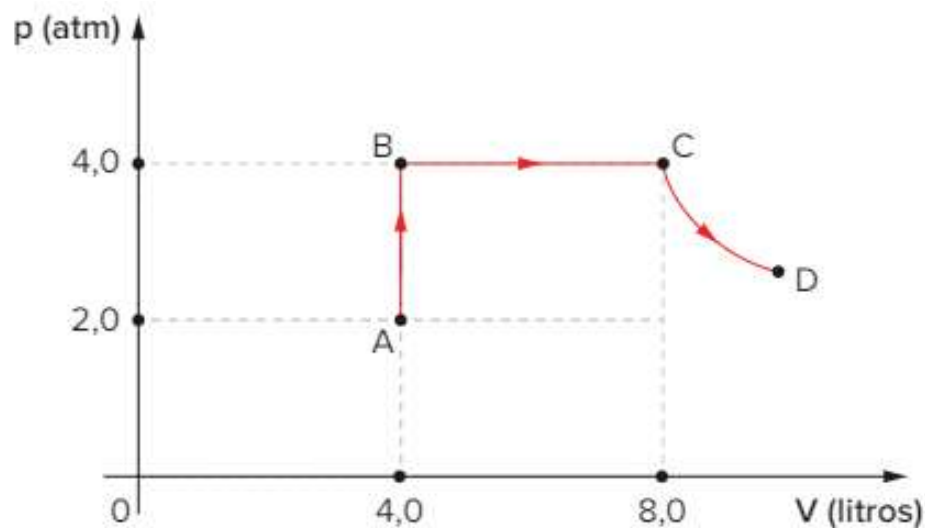
$$2 \text{ cm}^3 = 3 \text{ cm}^2 \times h$$

$$h = \frac{2}{3}$$

$$h \cong 0,67 \cong 0,7 \text{ cm}$$



5. 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.

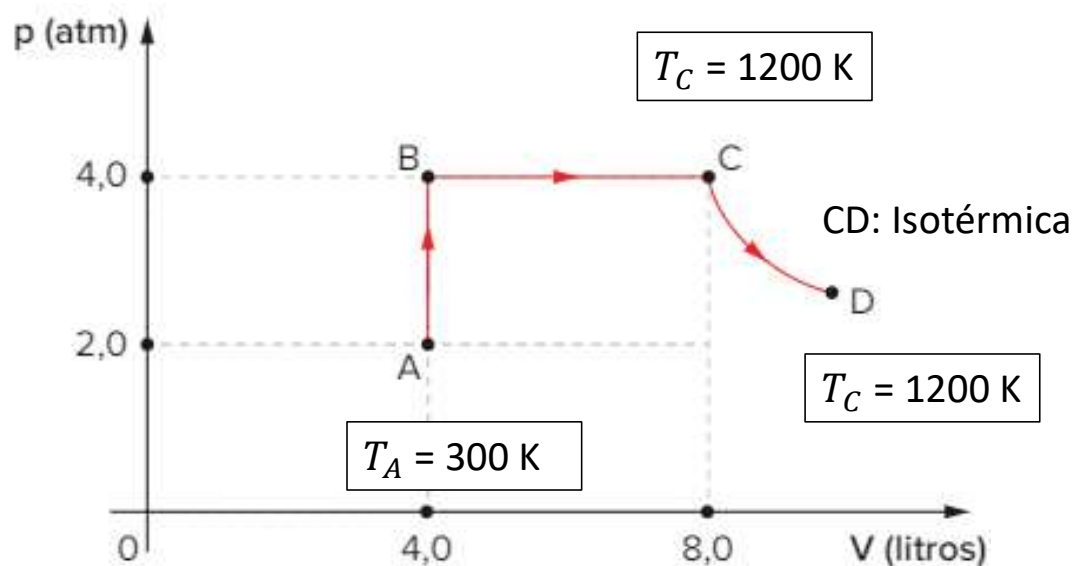


Sabendo-se que a temperatura do gás no estado A é 27°C , pode-se afirmar que a temperatura dele, em $^{\circ}\text{C}$, no estado D é

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

5. 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



AC

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

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

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

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

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

D

$$T_D = 1200 - 273 = 927^\circ\text{C}$$

6. (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) $3,0 \times 10^{-3}$

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

• $V: \text{m}^3$

• $n: \text{mol}$

• $R = \text{J/mol.K}$

• $T: \text{K (Kelvin)}$

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

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

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

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

Exercícios extras

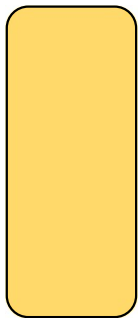
Extra 1. (UFPR 2016 - Adaptada) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui 2 mols de um gás ideal sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 327 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até o gás parasse de vazar. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura do gás e do 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.

Extra 1. (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



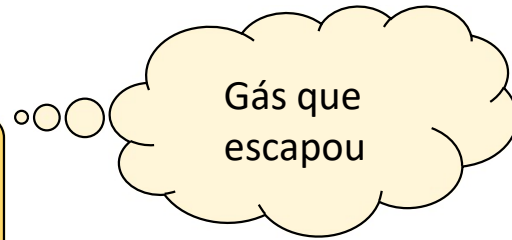
No interior do cilindro

- $P_i = 4 \text{ atm}$
- 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

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

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

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

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

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