

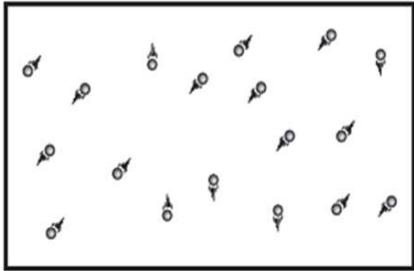
## Gás ideal e transformações gasosas

- Aulas 15 e 16 / Pg. 516 / Tetra 1
- Aula 8 / Pg. 417 / Hexa 1

- SL 02 - Teoria
- SL 10 - Exercícios

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

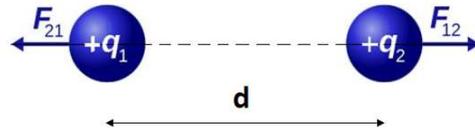
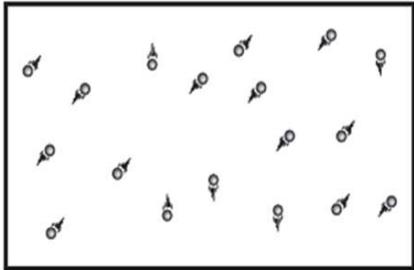
## Gás perfeito ou ideal



## 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 ( $T_k = T_C + 273$ )

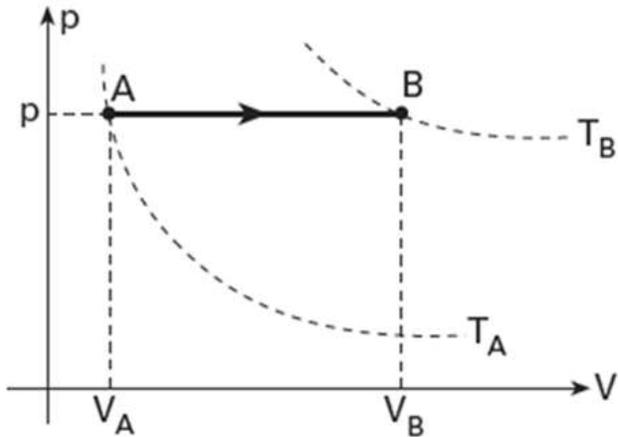
- S.I.
- P:  $\frac{N}{m^2}$  ou Pa (Pascal)  $\rightarrow 1 \frac{N}{m^2} = 1 \text{ Pa}$
  - V :  $m^3$
  - n: mol
  - R = J/mol.K
  - T : K (Kelvin)

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

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

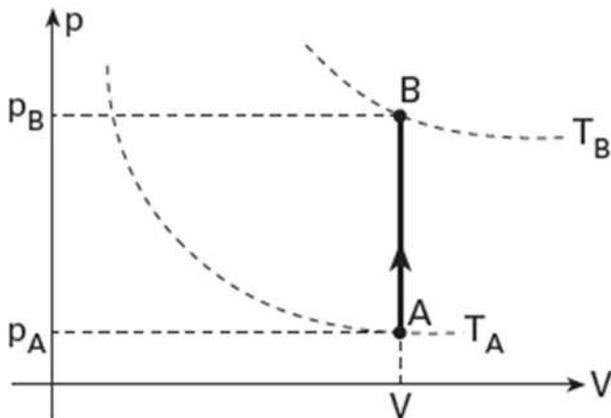
$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} \cong 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

## Transformação Isobárica (P constante)



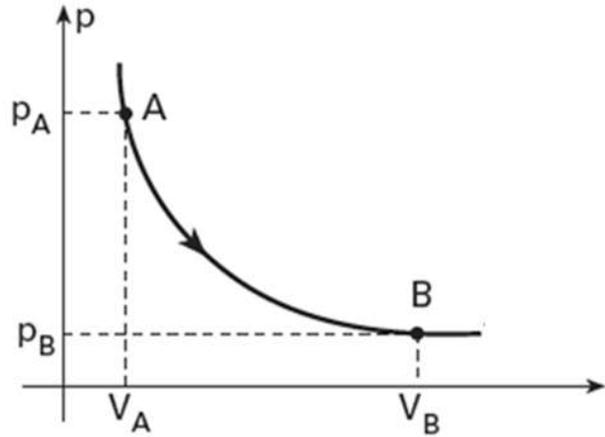
$$\frac{\cancel{P_f} V_f}{T_f} = \frac{\cancel{P_i} V_i}{T_i} \Rightarrow \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow V = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

## Transformação Isovolumétrica, isocórica ou isométrica (V constante)

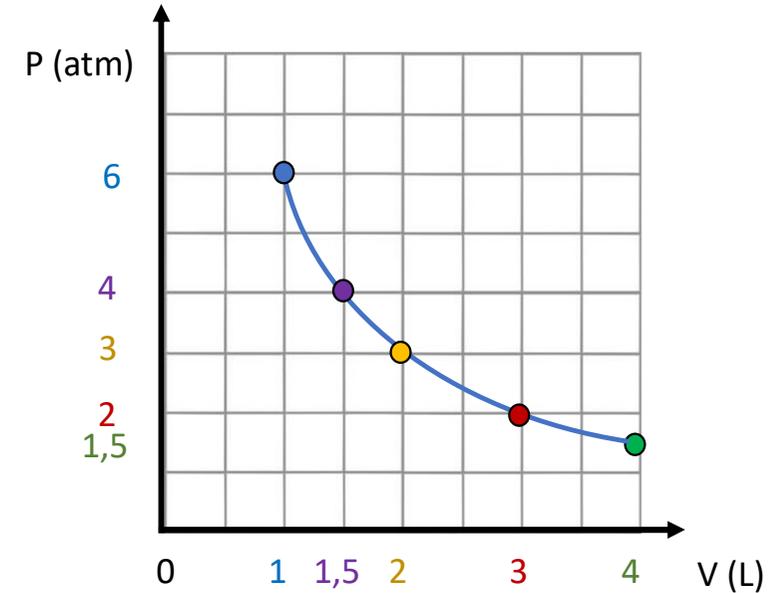


$$\frac{P_f \cancel{V_f}}{T_f} = \frac{P_i \cancel{V_i}}{T_i} \Rightarrow \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} = \text{cte} \Rightarrow \uparrow P = \text{cte} \cdot T \uparrow$$

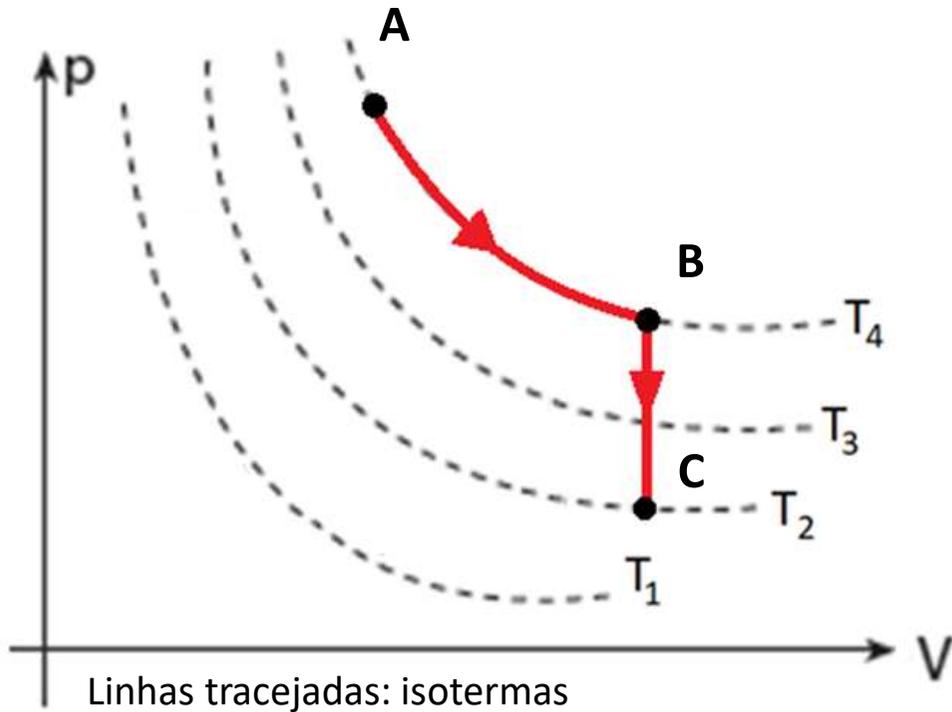
## Transformação Isotérmica (T constante)



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

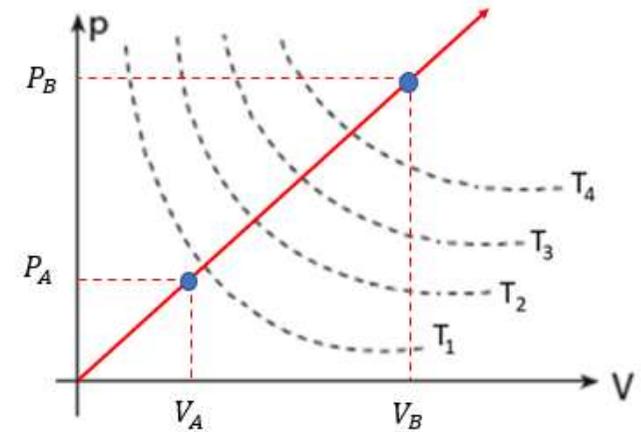


## Linhas isotermas



$$T_A = T_B > T_C$$

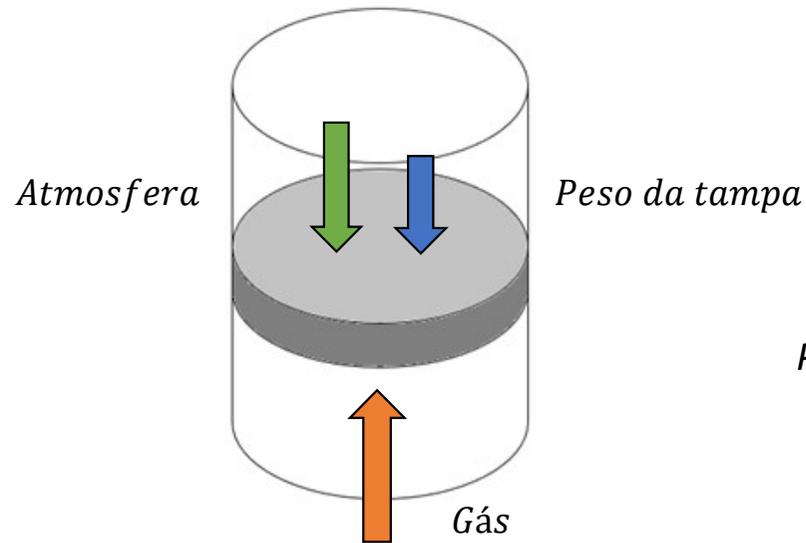
$$T_4 > T_3 > T_2 > T_1$$



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

- 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

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

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

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

Pressões

$$\underbrace{p_{gás}}_{\text{Constante}} = \underbrace{p_{atm}}_{\text{Constante}} + \underbrace{p_{\text{peso tampa}}}_{\text{Constante}} \quad p_{\text{pressão}} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \quad \text{SI: } \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

Como identificar?

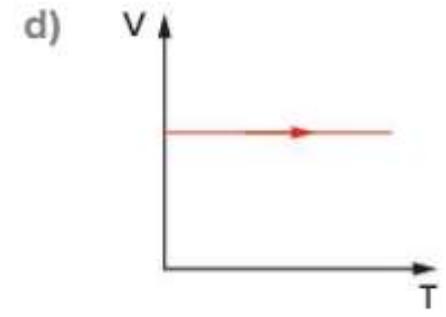
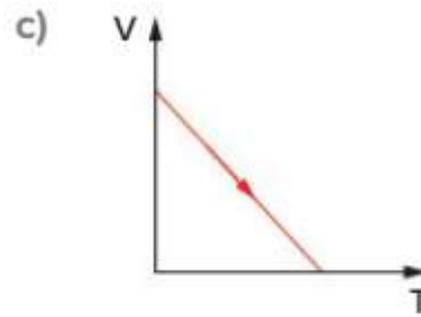
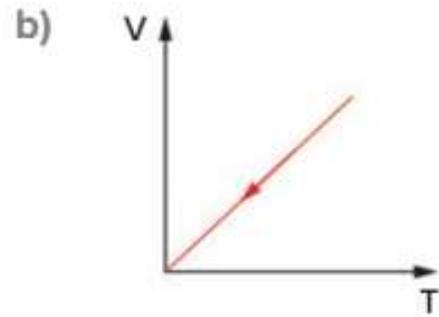
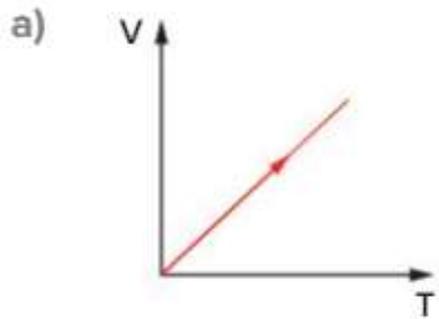
- Gás contido no interior de um recipiente fechado por um êmbolo móvel (tampa).
- O êmbolo se move livremente (sem atrito).
- Êmbolo em equilíbrio com a pressão atmosférica ou se movendo com velocidade constante.
- Aquecimento / resfriamento lento, no qual o êmbolo se movimentará lentamente.

# Exercícios

Hexa 1 / Tetra 1. EEaR-sP 2018 O gráfico que melhor representa a expansão de uma amostra de gás ideal a pressão constante é:

considere:

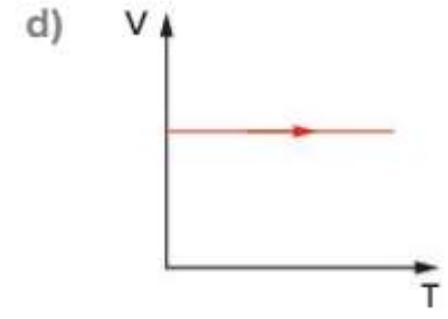
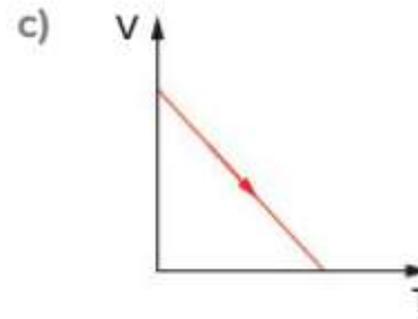
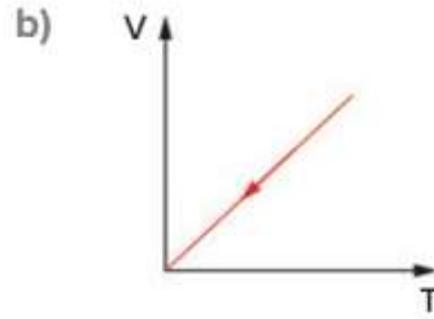
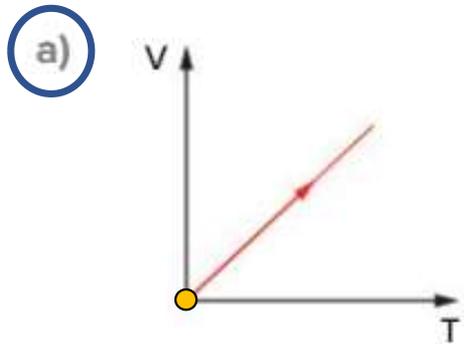
1. a temperatura (T) dada em kelvin (K) e
2. V = volume.



Hexa 1 / 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.



Expansão isobárica

- V: aumenta
- P: constante

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

cte                      cte

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

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

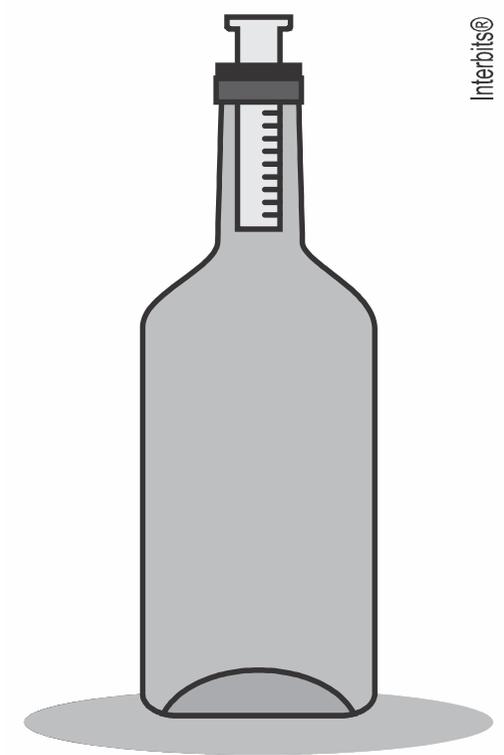


Hexa 2 / Tetra 2. (Fuvest 2016) Uma garrafa tem um cilindro afixado em sua boca, no qual um êmbolo pode se movimentar sem atrito, mantendo constante a massa de ar dentro da garrafa, como ilustra a figura. Inicialmente, o sistema está em equilíbrio à temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ . O volume de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

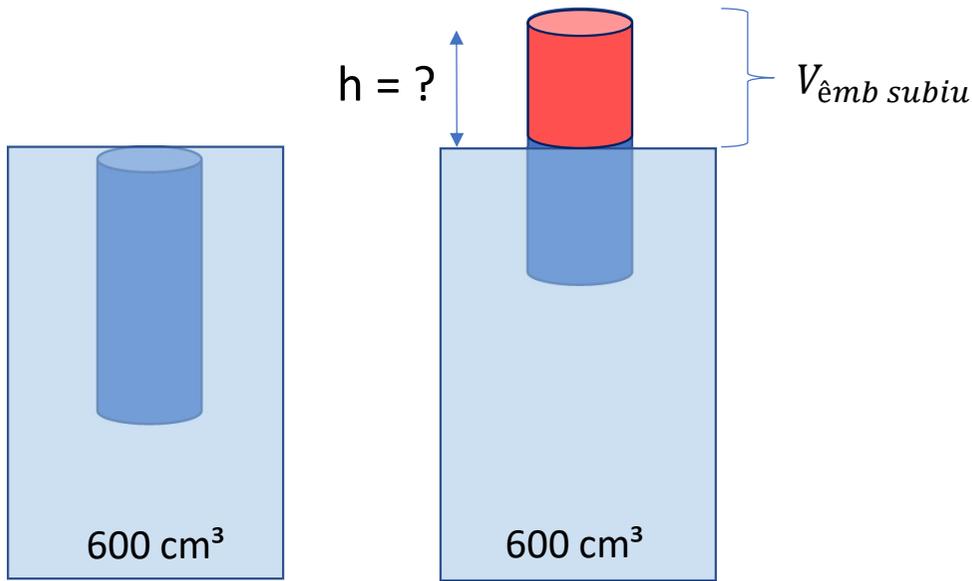
Note e adote:

- $0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$
- 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 cm<sup>3</sup>** e o êmbolo tem uma área transversal igual a 3 cm<sup>2</sup>. **Na condição de equilíbrio, com a pressão atmosférica constante**, para cada 1°C de aumento da temperatura do sistema, o êmbolo subirá aproximadamente



$V_i = 600 \text{ cm}^3$   
 $T_i = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$   
 $P_i = P_{atm}$

$V_f = 600 + V_{\text{êmb subiu}}$   
 $T_f = 28^\circ\text{C} = 301\text{K}$   
 $P_f = P_{atm}$

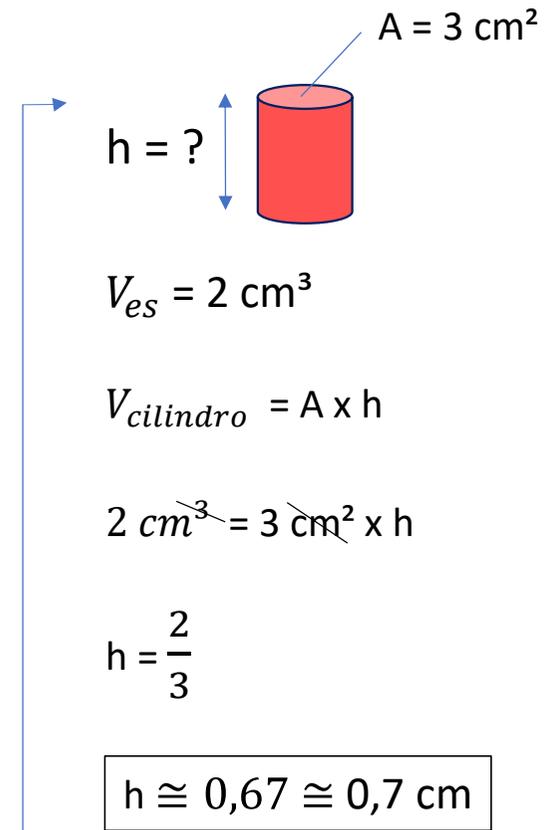
$$\frac{P_f V_f}{T_f} = \frac{P_i V_i}{T_i}$$

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

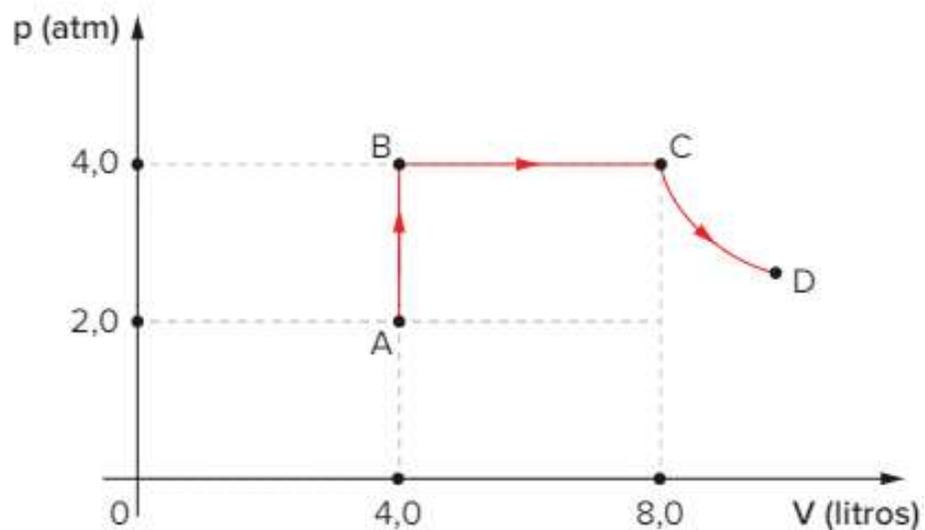
$$V_{es} + 600 = 602$$

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

$V_{cilindro} = A \times h$



Hexa extra 1 / Tetra 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.

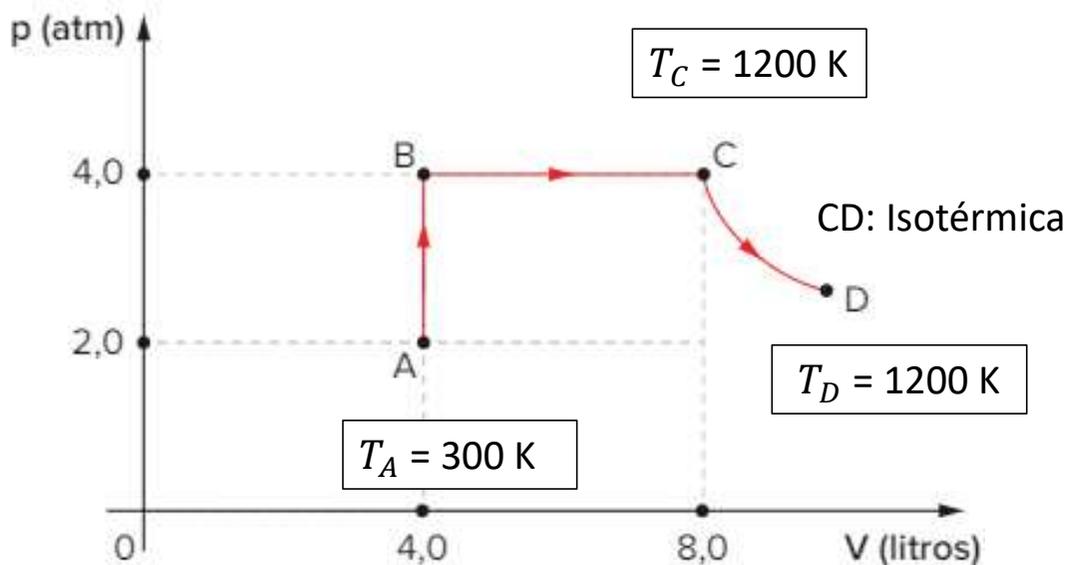


Sabendo-se que a temperatura do gás no estado A é  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pode-se afirmar que a temperatura dele, em  $^{\circ}\text{C}$ , no estado D é

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

Hexa extra 1 / Tetra 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  $27^\circ\text{C}$ , 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**

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

$$T_D = 1200 - 273$$

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

Hexa 3 / Tetra 6. (UNICAMP). O CO<sub>2</sub> 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  $2,8 \times 10^5$  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  $T$  (K) = (°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)  $3,0 \times 10^{-3}$

Hexa 3 / Tetra 6. (UNICAMP). O CO<sub>2</sub> 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 x 10<sup>5</sup> 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 (K) = (°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*

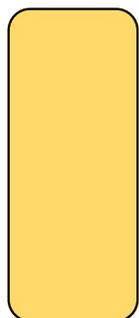
Hexa extra 2 / Tetra extra 1. (UFPR 2016 - Adaptada) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui 2 mols de um gás ideal sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 327 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até o gás parasse de vazar. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura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

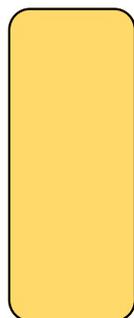
Hexa extra 2 / Tetra extra 1. (UFPR 2016 - Adaptada) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui 2 mols de um gás ideal sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 327 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até o gás parasse de vazar. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura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



Depois



No interior do cilindro

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

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

No interior do cilindro

$$P.V = n.R.T \rightarrow \frac{P}{nT} = \frac{R}{V}$$

cte      cte      cte

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

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

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

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