26/3/2021

1 ★★★ Tre moli di gas perfetto biatomico, inizialmente a volume $V_A = 20$ litri sono in equilibrio a contatto con una sorgente di calore a temperatura $T_A = 400$ K. Mantenendo costante la pressione, la sorgente viene poi sostituita con un'altra a temperatura $T_B = 300$ K.

▶ Calcolare le coordinate termodinamiche mancanti degli stati di equilibrio A e B.

(*Esame di Fisica, Corso di laurea in Scienze biologiche, Università di Genova*, 2002/2003)

[4,9 atm; 15×10^{-3} m³]

$$pV = nRT$$

$$n = 3 \text{ mol}$$

STATO A

$$1 \text{ atm} = 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_A = 400 \text{ K}$$

$$V_A = 20 \text{ L} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_A = \frac{(3 \text{ mol})\left(8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)(400 \text{ K})}{20 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 498\,600 \text{ Pa} =$$

$$= \frac{498600}{1{,}013 \times 10^5} \text{ atm}$$

$$\simeq \boxed{4{,}9 \text{ atm}}$$

STATO B

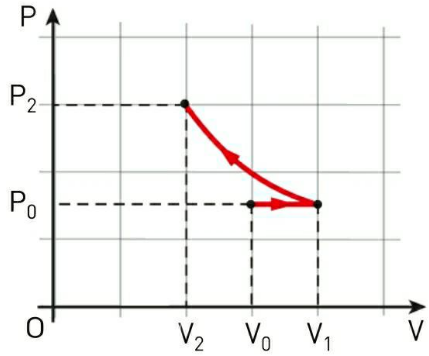
$$T_B = 300 \text{ K}$$

$$P_B = 498600 \text{ Pa}$$

$$V_B = \frac{(3 \text{ mol})\left(8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)(300 \text{ K})}{498600 \text{ Pa}} =$$

$$= 0{,}015 \text{ m}^3 = \boxed{1{,}5 \times 10^{-2} \text{ m}^3}$$

3 ★★★ Una certa quantità di gas perfetto si trova inizialmente in uno stato con pressione pari a 101 kPa, volume 25,0 L e temperatura 300 K. Poi subisce due trasformazioni successive, come mostrato nel grafico:



- prima la temperatura aumenta a pressione costante fino al valore di 400 K;
- poi, la temperatura rimane costante mentre il volume è dimezzato.

▶ Determina i valori finali delle variabili che descrivono lo stato del gas.

[202 kPa; 16,7 L; 400 K]

$P_0 = 101 \text{ kPa}$

$V_0 = 25{,}0 \text{ L}$

$T_0 = 300 \text{ K}$

$\downarrow$

$P_1 = 101 \text{ kPa}$

$V_1 = ?$

$T_1 = 400 \text{ K}$

$\downarrow$

$T_2 = 400 \text{ K}$

$V_2 = \frac{1}{2} V_1$

$P_2 = ?$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$\Downarrow$$

$$V_1 = \frac{P_0 V_0}{T_0} \cdot \frac{T_1}{P_1} = \frac{(\cancel{101 \text{ kPa}})(25{,}0 \text{ L})}{300 \text{ K}} \cdot \frac{400 \text{ K}}{\cancel{101 \text{ kPa}}} = 33{,}\bar{3} \text{ L}$$

$$V_2 = \frac{1}{2} V_1 = \frac{1}{2}(33{,}\bar{3} \text{ L}) = 16{,}\bar{6} \text{ L} \simeq \boxed{16{,}7 \text{ L}}$$

LEGGE DI BOYLE

$$P_2 V_2 = P_1 V_1 \qquad P_2 \frac{1}{2} \cancel{V_1} = P_1 \cancel{V_1}$$

$$P_2 = 2 P_1 = 2(101 \text{ kPa}) = \boxed{202 \text{ kPa}}$$

4 ★★★

Una palla di rame di massa $m = 0{,}1$ kg viene scaldata da una temperatura iniziale $t_1 = 20$ °C fino alla temperatura $t_2 = 100$ °C. Si calcoli l'aumento di volume della palla di rame (si assuma il coefficiente di dilatazione volumetrica del rame pari a 3λ).
Densità del rame: $\rho = 8{,}96 \times 10^3$ kg/m^3
Coefficiente di dilatazione lineare del rame:
$\lambda = 17 \times 10^{-6}$ °C^{-1}

(*Esame di Fisica, Corso di laurea in Scienze Biologiche, Università di Genova*, 2000/2001)

[$4{,}6 \times 10^{-8}$ m^3]

$$V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}1\ \text{kg}}{8{,}96 \times 10^3\ \text{kg/m}^3} = 0{,}0111607\ldots \times 10^{-3}\ \text{m}^3$$

$$\Delta V = V_{FIN.} - V_0 = V_0\,(3\lambda)\,\Delta T =$$

$$= (1{,}11607\ldots \times 10^{-5}\ \text{m}^3)(3 \cdot 17 \times 10^{-6}\ °\text{C}^{-1})(80\ °\text{C}) =$$

$$= 4553{,}5\ldots \times 10^{-11}\ \text{m}^3 \simeq \boxed{4{,}6 \times 10^{-8}\ \text{m}^3}$$

8 ★★★ **CUCINA** In un vaso cilindrico per conserve da 0,50 L, di diametro 70 mm, viene versata della marmellata appena cotta a una temperatura di 90 °C; la marmellata riempie il vaso fino all'altezza di 11 cm. Il vaso viene quindi chiuso ermeticamente e si raffredda fino a temperatura ambiente (20 °C). L'aria, inizialmente, si trovava alla pressione standard di $1{,}0 \times 10^5$ Pa.

- Calcola la pressione dell'aria rimasta all'interno del vaso (trascura in questa fase la deformazione del coperchio, e considera la trasformazione a volume costante).
- Calcola il numero di moli di aria rimaste all'interno del barattolo.

Suggerimento: il volume occupato dall'aria dopo il riempimento del barattolo è dato dalla differenza tra la capacità del barattolo e il volume della marmellata.

[$8{,}1 \times 10^4$ Pa; 3×10^{-3} mol]

$$V_{ARIA} = 0{,}50 \times 10^{-3}\,m^3 - \pi\,(35 \times 10^{-3}\,m)^2 \cdot (0{,}11\,m) =$$

$$= 0{,}50 \times 10^{-3}\,m^3 - 423{,}329\ldots \times 10^{-6}\,m^3 =$$

$$= 0{,}50 \times 10^{-3}\,m^3 - 0{,}423329\ldots \times 10^{-3}\,m^3 =$$

$$= 0{,}07667\ldots \times 10^{-3}\,m^3$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$ V_{ARIA} costante

$$P_2 = \frac{P_1}{T_1} \cdot T_2 = \frac{1{,}0 \times 10^5\,Pa}{363\,K} \cdot 293\,K = 0{,}8071\ldots \times 10^5\,Pa \simeq \boxed{8{,}1 \times 10^4\,Pa}$$

$$n = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{(1{,}0 \times 10^5\,Pa)(0{,}07667\ldots \times 10^{-3}\,m^3)}{\left(8{,}31\,\frac{J}{K \cdot mol}\right)(363\,K)} = 0{,}00254\ldots\,mol \simeq \boxed{2{,}5 \times 10^{-3}\,mol}$$