1. Sulla superficie di Venere esposta al Sole, la pressione atmosferica è $9{,}0 \cdot 10^6\ Pa$ e la temperatura $740\ K$. Sulla superficie della Terra, invece, la pressione vale $1{,}0 \cdot 10^5\ Pa$, mentre la temperatura superficiale può raggiungere $320\ K$. Questi dati implicano che Venere ha un'atmosfera superficiale «più densa» di quella della Terra e, quindi, che il numero di molecole per unità di volume (N/V) è più grande sulla superficie venusiana che non su quella terrestre. Calcola il rapporto $(N/V)_{Venere}/(N/V)_{Terra}$.

$p_V = 9{,}0 \cdot 10^6\ Pa \qquad T_V = 740\ K \qquad p_T = 1{,}0 \cdot 10^5\ Pa \qquad T_T = 320\ K \qquad (N/V)_{Venere}/(N/V)_{Terra}?$

Per l'equazione di stato del gas perfetto:

$$pV = nRT$$

dove n è il numero di moli, perciò il numero di molecole è dato da: $N = nN_A$, quindi:

$$\frac{N}{V} = \frac{nN_A}{V} = N_A \frac{n}{V} = N_A \frac{p}{RT}$$

Il rapporto che dobbiamo determinare è dato da:

$$\frac{\left(\frac{N}{V}\right)_{Venere}}{\left(\frac{N}{V}\right)_{Terra}} = \frac{N_A \frac{p_V}{RT_V}}{N_A \frac{p_T}{RT_T}} = \frac{p_V T_T}{p_T T_V} = \mathbf{39}$$

2. Un cilindro, privo di attriti e riempito di gas, è corredato da un pistone mobile. La pressione è costante e l'altezza del pistone è $0{,}120\ m$ quando la temperatura è di $273\ K$ e aumenta con l'aumentare della temperatura. Quanto vale l'altezza quando la temperatura raggiunge il valore di $318\ K$?

$h_1 = 0{,}120\ m \qquad T_1 = 273\ K \qquad T_2 = 318\ K \qquad h_2?$

Per la prima legge di Gay-Lussac espressa in funzione della temperatura assoluta:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Il volume, trattandosi di un cilindro, è dato dal prodotto tra superficie di base e altezza:

$$\frac{h_1 S}{h_2 S} = \frac{T_1}{T_2} \qquad h_2 = h_1 \frac{T_2}{T_1} = \mathbf{0,140\ m}$$

3. Un maschio adulto giovane in un respiro normale inala $5{,}0 \cdot 10^{-4}\ m^3$ di aria fresca, che contiene circa il 21% di ossigeno. Assumi che la pressione interna ai polmoni sia $1{,}0 \cdot 10^5\ Pa$ e che l'aria sia un gas ideale a $310\ K$. Calcola il numero di molecole di ossigeno in ogni respiro.

$V = 5{,}0 \cdot 10^{-4}\ m^3 \qquad 21\ \% \qquad p = 1{,}0 \cdot 10^5\ Pa \qquad T = 310\ K \qquad N?$

Per l'equazione di stato del gas perfetto:

$$pV = nRT \qquad n = \frac{pV}{RT}$$

dove n è il numero di moli, perciò il numero di molecole è dato da: $N = nN_A$ e devo tener conto anche del fatto che l'ossigeno è il 21% dell'aria quindi:

$$N = nN_A \cdot \frac{21}{100} = \frac{pV}{RT} \cdot N_A \cdot \frac{21}{100} = \mathbf{2,5 \cdot 10^{21}}$$

4. Un blocco di rame di massa $5\ g$ si trova a una temperatura iniziale di $25°C$. Al blocco viene fornito un calore di $120\ J$. Determina la temperatura finale del blocco.

$$m = 5\ g \qquad T_1 = 25°C \qquad Q = 120\ J \qquad c = 385\frac{J}{kg\ \ K} \qquad T_2?$$

Per la legge della termologia:

$$Q = mc\,(T_2 - T_1) \qquad T_2 = \frac{Q}{mc} + T_1 = \mathbf{87°C}$$

5. Un blocco di rame di massa $300\ g$ si trova alla temperatura iniziale di $90{,}0°C$. Un blocco di alluminio di massa $700\ g$ si trova invece alla temperatura iniziale di $43{,}0°C$. Essi vengono posti a contatto. Calcola la temperatura di equilibrio del sistema.

$$m_1 = 300\ g \qquad T_1 = 90{,}0°C \qquad m_2 = 700\ g \qquad T_2 = 43{,}0°C \qquad c_1 = 385\frac{J}{kg\ \ K} \qquad c_2 = 897\frac{J}{kg\ \ K} \qquad T_e?$$

Il calore ceduto dal rame (che si trova a temperatura maggiore) all'alluminio è uguale al calore che riceve l'alluminio, perciò:

$$Q_1 = -Q_2$$

$$m_1c_1\,(T_e - T_1) = -m_2c_2\,(T_e - T_2) \qquad m_1c_1T_e - m_1c_1T_1 = -m_2c_2T_e + m_2c_2T_2$$

$$m_1c_1T_e + m_2c_2T_e = m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2 \qquad T_e = \frac{m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2}{m_1c_1 + m_2c_2} = \mathbf{50,3°C}$$

6. Quando $4200\ J$ di calore sono aggiunti a una barra di argento di $0{,}15\ m$, la sua lunghezza aumenta di $4{,}3 \cdot 10^{-3}\ m$. Qual è la massa della barra?

$$Q = 4200\ J \qquad L_1 = 0{,}15\ m \qquad \Delta L = 4{,}3 \cdot 10^{-3}\ m \qquad c = 235\frac{J}{kg\ \ K} \qquad \lambda = 1{,}9 \cdot 10^{-5}\ K^{-1} \qquad m?$$

Ci sono due leggi da tenere presente: la legge fondamentale della termologia e la dilatazione lineare. Da entrambe ricavo la variazione di temperatura e la pongo uguale:

$$Q = cm\,\Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{Q}{cm} \qquad\qquad \Delta L = L_1\lambda\Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{\Delta L}{L_1\lambda}$$

$$\frac{Q}{cm} = \frac{\Delta L}{L_1\lambda} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{QL_1\lambda}{c\Delta L} = \mathbf{1,2\ \cdot 10^{-2}\ kg}$$

7. Una certa quantità di gas, inizialmente alla temperatura di $20°C$, è sottoposta alla trasformazione ABC rappresentata in figura. Calcola il numero di moli di gas e le temperature degli stati B e C.

$$T_A = 20°C \qquad n? \qquad T_B? \qquad T_C?$$

Applicando l'equazione di stato dei gas perfetti, determino le quantità richieste:

$$pV = nRT \quad \Rightarrow \quad n = \frac{p_AV_A}{RT_A} = \mathbf{0,82\ mol}$$

$$\frac{p_AV_A}{T_A} = \frac{p_BV_B}{T_B} \quad \Rightarrow \quad T_B = T_A\frac{p_BV_B}{p_AV_A} = \mathbf{293\ K}$$

$$\frac{p_AV_A}{T_A} = \frac{p_CV_C}{T_C} \quad \Rightarrow \quad T_C = T_A\frac{p_CV_C}{p_AV_A} = \mathbf{293\ K}$$