

1. Determina il coefficiente di dilatazione lineare di una sostanza solida che, a $0,0^{\circ}\text{C}$, ha un volume di $1,00\text{ m}^3$ e alla temperatura di -200°C un volume di $0,9898\text{ m}^3$.

$$T_1 = 0,0^{\circ}\text{C} \quad V_1 = 1,00\text{ m}^3 \quad T_2 = -200^{\circ}\text{C} \quad V_2 = 0,9898\text{ m}^3 \quad \lambda?$$

Usiamo la formula per la dilatazione volumica di un solido:

$$\Delta V = 3\lambda V_1 \Delta T \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{\Delta V}{3V_1 \Delta T} = \frac{V_2 - V_1}{3V_1 (T_2 - T_1)} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

2. Sulla Terra arrivano degli invasori spaziali. Nella loro scala di temperatura, il punto di fusione del ghiaccio è 25°I (I = invasore) e il punto di evaporazione dell'acqua è 156°I ; un loro termometro segna sulla Terra un valore di 58°I . Esprimi questa temperatura in gradi Celsius.

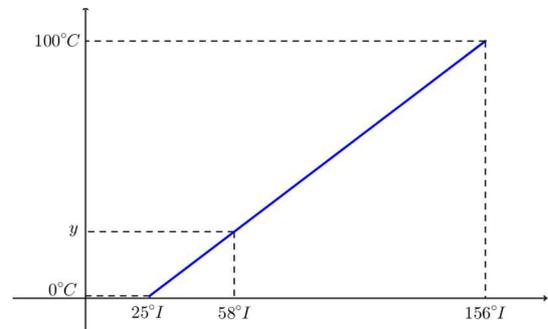
$$T_1 = 25^{\circ}\text{I} \quad T'_1 = 0^{\circ}\text{C} \quad T_2 = 156^{\circ}\text{I} \quad T'_2 = 100^{\circ}\text{C} \quad T = 58^{\circ}\text{I} \quad T'?$$

Usando la condizione di allineamento di tre punti, posso determinare la temperatura in gradi Celsius corrispondente a quella di 58°I :

$$\frac{y - 0}{100 - 0} = \frac{58 - 25}{156 - 25}$$

$$y = \frac{33}{131} \cdot 100 = 25$$

Alla temperatura di 58°I corrisponde una temperatura di 25°C .



3. Il bulbo di un termometro di vetro contiene 45 mm^3 di mercurio. Quando il mercurio si scalda, si dilata e risale lungo un capillare di raggio $1,7 \cdot 10^{-2}\text{ mm}$. La dilatazione termica del vetro è trascurabile. Calcola di quanti millimetri sale il mercurio nel capillare per una variazione di temperatura di 1°C .

$$V_1 = 45\text{ mm}^3 \quad r = 1,7 \cdot 10^{-2}\text{ mm} \quad \Delta T = 1^{\circ}\text{C} \quad \alpha = 182^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \Delta h?$$

Per la legge di dilatazione volumica del fluido:

$$\Delta V = \alpha V_1 \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta h \cdot \pi r^2 = \alpha V_1 \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta h = \frac{\alpha V_1 \Delta T}{\pi r^2} = 9,0\text{ mm}$$

4. Una certa quantità di gas perfetto si trova inizialmente in uno stato con pressione pari a 101 kPa , volume $24,0\text{ L}$ e temperatura 300 K . Poi subisce due trasformazioni successive, come mostrato nel grafico sul fondo del foglio: prima la temperatura aumenta a pressione costante fino al valore di 400 K , poi la temperatura rimane costante mentre il volume viene dimezzato. Determina i valori finali delle variabili che descrivono lo stato del gas.

$$P_o = 101\text{ kPa} \quad V_o = 24,0\text{ L} \quad T_o = 300\text{ K} \quad T_1 = 400\text{ K} \quad P_2, V_2, T_2?$$

$T_2 = T_1$ perché si tratta di una isoterma, perciò: $T_2 = 400\text{ K}$.

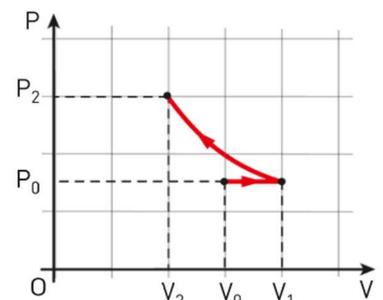
Il primo passaggio è una trasformazione isobara, perciò, partendo dalla legge del gas perfetto e ricordando che la pressione è costante:

$$\frac{P_o V_o}{T_o} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \quad \Rightarrow \quad V_1 = V_o \frac{T_1}{T_o} = 32,0\text{ L}$$

Siccome nella trasformazione isoterma il volume dimezza: $V_2 = \frac{1}{2} V_1 = 16,0\text{ L}$.

Posso quindi determinare il valore della pressione finale:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad P_1 V_1 = P_2 \frac{1}{2} V_1 \quad \Rightarrow \quad P_1 = \frac{1}{2} P_2 \quad \Rightarrow \quad P_2 = 2P_1 = 2P_o = 202\text{ kPa}$$



5. Il numero di molecole per unità di volume nell'atmosfera del pianeta Marte è $3,0 \cdot 10^{23}$ molecole/m³. La pressione atmosferica media vale $0,92 \text{ kPa}$. Qual è la temperatura media su Marte? Considera l'atmosfera un gas perfetto.

$$\frac{N}{V} = 3,0 \cdot 10^{23} \text{ molecole/m}^3 \quad p = 0,92 \text{ kPa} \quad T?$$

Per l'equazione di stato del gas perfetto: $pV = nRT$ e sapendo che $N = n N_A$, otteniamo:

$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{pV}{\frac{N}{N_A}R} = \frac{pN_A}{N}R = 222 \text{ K} = -51^\circ\text{C}$$

6. Un gas rarefatto viene compresso, a temperatura costante, fino a che la sua pressione aumenta del 20,0 %. Calcola di quanto è diminuito in percentuale il volume.

$$T_1 = T_2 \quad p_2 = \frac{120}{100} p_1 \quad \frac{V_2 - V_1}{V_1}?$$

Per la legge di Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1 \frac{p_1}{p_2} = V_1 \frac{p_1}{\frac{120}{100} p_1} = \frac{100}{120} V_1$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{\frac{100}{120} V_1 - V_1}{V_1} = -\frac{20}{120} = -\frac{1}{6} = -16,7\%$$

7. In una vasca da bagno vuoi miscelare acqua a $49,0^\circ\text{C}$ con acqua a $13,0^\circ\text{C}$ per portare la massa complessiva dell'acqua a una temperatura di equilibrio di $36,0^\circ\text{C}$. La massa totale dell'acqua è 191 kg . Trascurando la dispersione di calore tra l'acqua e l'ambiente circostante, quanti chilogrammi di acqua a $49,0^\circ\text{C}$ e a $13,0^\circ\text{C}$ devi miscelare?

$$m_1 + m_2 = m = 191 \text{ kg} \quad T_1 = 49,0^\circ\text{C} \quad T_2 = 13,0^\circ\text{C} \quad T_e = 36,0^\circ\text{C} \quad c_1 = c_2 = c \quad m_1, m_2?$$

Il calore ceduto dall'acqua più calda all'acqua più fredda è uguale al calore che riceve l'acqua più fredda, perciò:

$$Q_1 = -Q_2$$

$$m_1 c (T_e - T_1) = -m_2 c (T_e - T_2) \quad m_1 = m_2 \frac{T_e - T_2}{T_1 - T_e}$$

$$m_1 + m_2 = m \quad \Rightarrow \quad m_2 \frac{T_e - T_2}{T_1 - T_e} + m_2 = m \quad \Rightarrow \quad m_2 \frac{T_e - T_2 + T_1 - T_e}{T_1 - T_e} = m \quad \Rightarrow \quad m_2 = m \frac{T_1 - T_e}{T_1 - T_2} = 69,0 \text{ kg}$$

$$m_1 = 122 \text{ kg}$$