

1. Una pentola che contiene 2,0 L d'acqua alla temperatura di 20°C viene posta su un fornello elettrico, di potenza 600 W. Ipotizzando, per semplicità, che tutta la quantità di calore fornita dal fornello sia assorbita dall'acqua, dopo quanto tempo essa raggiunge la temperatura di 100°C?

$$m = 2,0 \text{ kg} \quad T_1 = 20^\circ\text{C} \quad T_2 = 100^\circ\text{C} \quad P = 600 \text{ W} \quad \Delta t?$$

Per la definizione di potenza:  $P = \frac{E}{\Delta t}$  e l'energia in questione è il calore assorbito dall'acqua nell'aumento di temperatura, cioè:

$$P = \frac{mc(T_2 - T_1)}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{mc(T_2 - T_1)}{P} = \mathbf{19 \text{ min}}$$

2. Un pezzo di metallo di massa 100 g ha una temperatura di 150°C. Dopo essere stato immerso in 50 g di acqua, che si trovava inizialmente alla temperatura di 20°C, il metallo e l'acqua raggiungono una temperatura di equilibrio di 40°C. Qual è il calore specifico del metallo?

$$m_1 = 100 \text{ g} \quad T_1 = 150^\circ\text{C} \quad m_2 = 50 \text{ g} \quad T_2 = 20^\circ\text{C} \quad T_e = 40^\circ\text{C} \quad c_1?$$

Nell'ipotesi che non avvengano scambi di calore con l'esterno, tutto il calore ceduto dal metallo è uguale, in valore assoluto, al calore ricevuto dall'acqua, ovvero, in formule:

$$Q_1 = -Q_2$$

$$m_1 c_1 (T_1 - T_e) = -m_2 c_2 (T_2 - T_e)$$

$$c_1 = \frac{-m_2 c_2 (T_2 - T_e)}{m_1 (T_1 - T_e)} = \mathbf{3,8 \cdot 10^2 \frac{J}{kg K}}$$

3. In un bicchiere da 200 mL di acqua a 18°C vengono aggiunti 25 g di ghiaccio a 0,0°C. Qual è la temperatura finale della bibita?

$$m_1 = 200 \text{ g} \quad T_1 = 18^\circ\text{C} \quad m_2 = 25 \text{ g} \quad T_2 = 0^\circ\text{C} \quad L_f = 334 \text{ kJ/kg} \quad T_e = ?$$

Nel considerare il passaggio di calore, bisogna considerare che il ghiaccio si deve prima trasformare in acqua:

$$Q_1 = -Q_2 \quad c m_1 (T_1 - T_e) = m_2 L_f + c m_2 (T_e - T_2)$$

$$c m_1 T_1 - c m_1 T_e = m_2 L_f + c m_2 T_e - c m_2 T_2$$

$$T_e = \frac{c m_1 T_1 + c m_2 T_2 - m_2 L_f}{c (m_1 + m_2)} = \mathbf{7,1^\circ\text{C}}$$

4. Una pallina di ferro da 30 g viene lasciata cadere da un'altezza di 35 m sulla superficie ghiacciata di un lago, a 0,0°C. Supponi che non vi siano dispersioni di energia durante la caduta. Calcola quanto ghiaccio fonde per effetto dell'impatto.

$$m_1 = 30 \text{ g} \quad h = 35 \text{ m} \quad T = 0,0^\circ\text{C} \quad L_f = 334 \text{ kJ/kg} \quad m_2?$$

Devo porre l'energia potenziale della pallina, che si è trasformata completamente in energia cinetica all'arrivo a terra, uguale al calore fornito al ghiaccio:

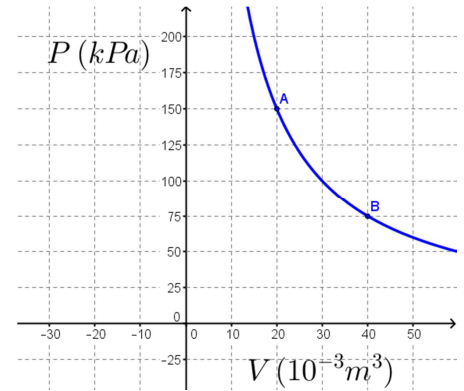
$$m_1 g h = m_2 L_f \quad \Rightarrow \quad m_2 = \frac{m_1 g h}{L_f} = \mathbf{0,031 \text{ g}}$$

5. Un cilindro chiuso da un pistone mobile contiene del gas perfetto alla temperatura di 273 K, alla pressione di 150 kPa e con un volume di  $20,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . Il pistone si solleva e il volume del gas raddoppia, mentre la temperatura rimane costante. Quale valore assume la pressione? Rappresenta in un grafico pressione-volume i due punti che rappresentano lo stato iniziale e quello finale del sistema in esame.

$$V_A = 20,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad P_A = 150 \text{ kPa} \quad V_B = 2V_A \quad P_B?$$

Trattandosi di una trasformazione isoterma, vale la legge di Boyle:

$$P_A V_A = P_B V_B \quad \Rightarrow \quad P_B = P_A \frac{V_A}{V_B} = P_A \frac{V_A}{2V_A} = \frac{P_A}{2} = \mathbf{75,0 \text{ kPa}}$$



6. Un gas è sottoposto a una trasformazione ciclica ABCD di cui sono noti i seguenti valori:  $V_A = V_D = 13 \text{ dm}^3$ ,  $V_C = V_B = 40 \text{ dm}^3$ ,  $P_A = P_B = 70 \text{ kPa}$  e  $P_C = P_D = 30 \text{ kPa}$ . Dopo aver rappresentato la trasformazione in un grafico PV, calcola il lavoro compiuto in un ciclo completo ABCD. Come cambia il lavoro se il ciclo viene percorso in senso inverso?

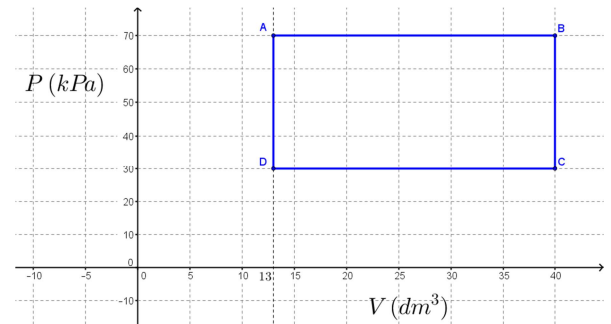
$$V_A = V_D = 13 \text{ dm}^3 \quad V_C = V_B = 40 \text{ dm}^3 \\ P_A = P_B = 70 \text{ kPa} \quad P_C = P_D = 30 \text{ kPa} \quad L?$$

Il lavoro è rappresentato, nel grafico PV a lato, dall'area racchiusa dalla trasformazione:

$$L = (V_B - V_A)(P_A - P_D) = \mathbf{1,1 \text{ kJ}}$$

Nel caso in cui il percorso venga svolto in senso inverso, il lavoro sarebbe negativo:

$$L = \mathbf{-1,1 \text{ kJ}}$$



7. Un veicolo di massa  $1,2 \cdot 10^3 \text{ kg}$  si muove con una velocità di 25 m/s su un tragitto orizzontale. Durante il suo moto compie un lavoro di  $3,0 \cdot 10^4 \text{ J}$ . Supponi che tutta l'energia cinetica del veicolo si trasformi in calore. Calcola in kcal la quantità di calore che si sviluppa per attrito quando il veicolo frena fino al suo arresto completo. Di quanto varia la sua energia interna?

$$m = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg} \quad v = 25 \text{ m/s} \quad L = 3,0 \cdot 10^4 \text{ J} \quad K = Q \quad Q? \quad \Delta U?$$

Calcolo il calore, sapendo che è uguale all'energia cinetica

$$Q = \frac{1}{2} m v^2 = \mathbf{90 \text{ kcal}}$$

Per il primo principio della termodinamica:

$$\Delta U = Q - L = \mathbf{3,5 \cdot 10^2 \text{ kJ}}$$

8. Un gas perfetto è inizialmente a 100 kPa di pressione e ha un volume di 20,0 L. Il gas è compresso isotermicamente in un nuovo stato in cui pressione e volume sono rispettivamente 200 kPa e 10,0 L. Quanto lavoro è necessario per compiere questa trasformazione?

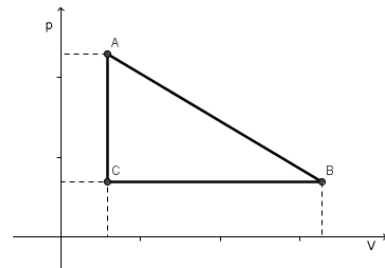
$$V_A = 20,0 \text{ L} \quad P_A = 100 \text{ kPa} \quad V_B = 10,0 \text{ L} \quad P_B = 200 \text{ kPa} \quad L?$$

Il lavoro in una trasformazione isoterma è dato da:

$$L = nRT \ln \frac{V_B}{V_A} = P_A V_A \ln \frac{V_B}{V_A} = -1,39 \text{ kJ}$$

9. Un gas ideale è sottoposto alle tre trasformazioni mostrate nella figura. Completa la tabella calcolando le grandezze incognite in ogni trasformazione.

	Q	L	$\Delta U$
A $\rightarrow$ B	61 J	32 J	29 J
B $\rightarrow$ C	-31 J	-22 J	-9 J
C $\rightarrow$ A	-20 J	0 J	-20 J



Il lavoro di una trasformazione isocora è nullo, perciò conosco il lavoro della trasformazione C  $\rightarrow$  A e, con il primo principio della termodinamica ricavo  $\Delta U$ . Con il primo principio della termodinamica, ricavo  $\Delta U$  nella trasformazione B  $\rightarrow$  C.

Infine, sapendo che in una trasformazione ciclica la variazione di energia interna è nulla, ricavo  $\Delta U$  nella trasformazione A  $\rightarrow$  B e, applicando il primo principio della termodinamica, ricavo il calore.