

1. Il parabrezza di un'auto è coperto di ghiaccio a $-12,0^{\circ}\text{C}$. Il ghiaccio ha uno spessore di $4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ e il parabrezza ha una superficie di $1,25 \text{ m}^2$. La densità del ghiaccio è 917 kg/m^3 . Quanto calore occorre per fonderlo?

$$T_1 = -12,0^{\circ}\text{C} \quad T_2 = 0,0^{\circ}\text{C} \quad h = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m} \quad S = 1,25 \text{ m}^2 \quad d = 917 \text{ kg/m}^3 \quad Q?$$

Il calore necessario per fondere il ghiaccio è dato dalla somma del calore necessario per innalzare la temperatura del ghiaccio da -12°C a $0,0^{\circ}\text{C}$ (con calore specifico del ghiaccio $c = 2093 \text{ J/kg K}$) con il calore latente necessario per la fusione ($L_f = 334 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$):

$$Q = cm(T_2 - T_1) + mL_f = m[c(T_2 - T_1) + L_f]$$

Sapendo che la densità è definita come rapporto tra massa e volume, la massa è data dal rapporto tra densità e volume e, siccome il volume è dato dal prodotto tra spessore del ghiaccio e superficie del parabrezza (approssimando il volume a un parallelepipedo) otteniamo:

$$d = \frac{m}{V} \quad \Rightarrow \quad m = dV = dSh \quad \Rightarrow \quad Q = dSh [c(T_2 - T_1) + L_f] = \mathbf{1,85 \cdot 10^5 \text{ J}}$$

2. Su $0,180 \text{ kg}$ di rame fuso a 1083°C (temperatura di fusione del rame), viene spruzzata dell'acqua a $23,0^{\circ}\text{C}$. L'acqua comincia a bollire producendo vapore a $100,0^{\circ}\text{C}$ e lasciando il rame solido a 1083°C . Calcola la quantità minima di acqua da usare.

$$m_1 = 0,180 \text{ kg} \quad T_1 = 23,0^{\circ}\text{C} \quad T_2 = 100,0^{\circ}\text{C}$$

$$L_f = 205 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \quad c = 4186 \text{ J/kg K} \quad L_v = 2260 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \quad m_2?$$

Il rame, solidificandosi (calore latente di fusione), cede il proprio calore all'acqua che dapprima raggiunge la temperatura di ebollizione e poi evapora (calore latente di vaporizzazione):

$$Q_1 = Q_{temp} + Q_{vaporiz} \quad \Rightarrow \quad m_1 L_f = m_2 c (T_2 - T_1) + m_2 L_v$$

$$m_2 = m_1 \frac{L_f}{c(T_2 - T_1) + L_v} = \mathbf{1,43 \cdot 10^{-2} \text{ kg}}$$

3. Un proiettile di piombo ha un'energia cinetica uguale all'energia necessaria per fonderlo. La temperatura iniziale del proiettile è $30,0^{\circ}\text{C}$. Calcola la velocità del proiettile.

$$T_1 = 30,0^{\circ}\text{C} \quad T_2 = 328^{\circ}\text{C} \quad L_f = 22,9 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \quad c = 130 \text{ J/kg K} \quad v?$$

L'energia cinetica del proiettile serve per far raggiungere al piombo la temperatura di fusione e poi per fonderlo, perciò:

$$K = Q_{temp} + Q_{fus} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}mv^2 = mc(T_2 - T_1) + mL_f \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}v^2 = c(T_2 - T_1) + L_f$$

$$v = \sqrt{2(c(T_2 - T_1) + L_f)} = \mathbf{351 \text{ m/s}}$$

4. Un sistema subisce un processo in due tempi. Nel primo passaggio, il sistema aumenta la sua energia interna di 228 J quando su di esso è fatto un lavoro di 166 J . Nel secondo, il sistema aumenta la sua energia interna di 115 J quando su di esso è fatto un lavoro di 177 J . Calcola la quantità di calore totale scambiata durante il processo.

$$(\Delta U)_1 = 228 \text{ J} \quad W_1 = -166 \text{ J} \quad (\Delta U)_2 = 115 \text{ J} \quad W_2 = -177 \text{ J} \quad Q?$$

Il calore totale scambiato durante il processo è la somma dei calori dei due passaggi, ottenuti tramite il primo principio della termodinamica:

$$\Delta U = Q - W \quad \Rightarrow \quad Q = W + \Delta U$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = (\Delta U)_1 + W_1 + (\Delta U)_2 + W_2 = \mathbf{0 \text{ J}}$$

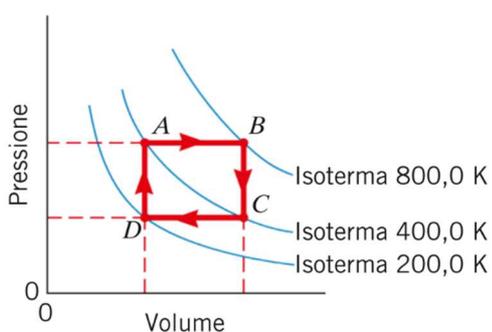
5. Un sistema assorbe una quantità di calore pari a 1500 J , mentre la sua energia interna aumenta di 4500 J , il suo volume diminuisce di $0,010\text{ m}^3$ e la pressione rimane costante. Calcola il valore della pressione.

$$Q = 1500\text{ J} \quad \Delta U = 4500\text{ J} \quad \Delta V = -0,010\text{ m}^3 \quad p?$$

Per il primo principio della termodinamica, nel caso di una trasformazione isobara:

$$\Delta U = Q - p\Delta V \quad \Rightarrow \quad p\Delta V = Q - \Delta U \quad \Rightarrow \quad p = \frac{Q - \Delta U}{\Delta V} = 3,0 \cdot 10^5\text{ Pa}$$

6. La figura rappresenta un ciclo di trasformazioni subito da una mole di un gas perfetto monoatomico. Completa la tabella a lato e svolgi i calcoli sul foglio protocollo.



Trasformazione	ΔU	W	Q
$A \rightarrow B$	$\frac{3}{2}nR(T_B - T_A)$		$\frac{5}{2}nR(T_B - T_A)$
$B \rightarrow C$	$\frac{3}{2}nR(T_C - T_B)$	0 J	
$C \rightarrow D$	$\frac{3}{2}nR(T_D - T_C)$		$\frac{5}{2}nR(T_D - T_C)$
$D \rightarrow A$	$\frac{3}{2}nR(T_A - T_D)$	0 J	

Ho riportato nella tabella la variazione di energia interna che, in ogni processo, dipende dalla variazione di temperatura. Inoltre, per quanto riguarda le due trasformazioni isocore ($B \rightarrow C$ e $D \rightarrow A$), il lavoro è nullo, perciò possiamo ricordare che, per il primo principio della termodinamica, il calore di quella trasformazione sarà uguale alla variazione di energia interna.

Per quanto riguarda le due trasformazioni isobare, il calore è comunque dipendente dalla variazione di temperatura e quindi possiamo determinare il lavoro dal primo principio della termodinamica, ovvero come differenza tra il calore e la variazione di energia interna.

Trasformazione	ΔU	W	Q
$A \rightarrow B$	4989 J	3326 J	8315 J
$B \rightarrow C$	-4989 J	0 J	-4989 J
$C \rightarrow D$	-2494 J	-1663 J	-4157 J
$D \rightarrow A$	2494 J	0 J	2494 J