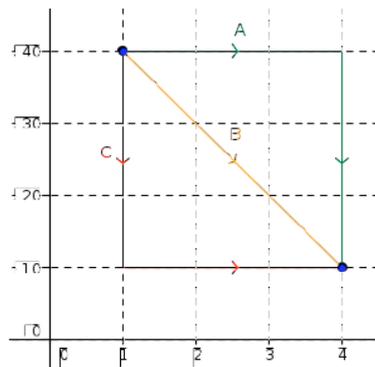


EXERCISE 51. Un campione di un gas si espande da  $1.0$  a  $4.0\text{ m}^3$  mentre la sua pressione diminuisce da  $40$  a  $10\text{ Pa}$ . Trovare il lavoro compiuto dal gas se la sua pressione varia con il volume seguendo ciascuno dei tre percorsi nel grafico  $p - V$  della figura.



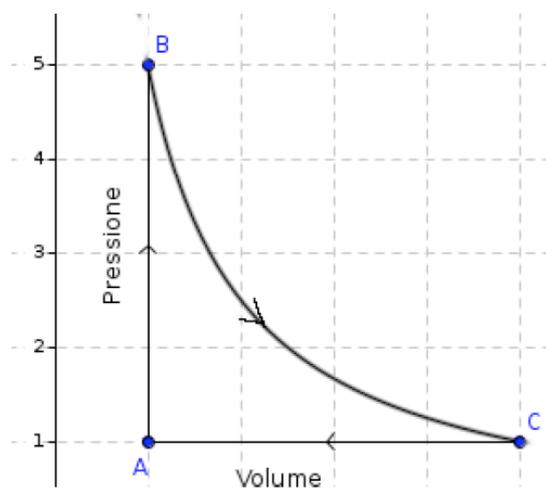
**Soluzione:** Percorso A: Il primo tratto indica una trasformazione a pressione costante con una espansione del volume: il lavoro compiuto è quindi  $W = p\Delta V = 40\text{ pa} \times 3\text{ m}^3 = 120\text{ J}$ ; nel secondo tratto diminuisce la pressione ma a volume costante e quindi il gas non compie alcun lavoro. Il lavoro totale è quindi  $120\text{ J}$

Percorso B: mentre il volume si espande, la pressione diminuisce: il lavoro è uguale all'area sottesa dal segmento delimitata dall'asse  $V$  e dalle rette  $V = 1$  e  $V = 3$ , cioè l'area del trapezio rettangolo

$$W = \frac{(40 + 10) \times 3}{2} = 75\text{ J}$$

Percorso C: il primo tratto mostra una trasformazione a volume costante, senza nessuna espansione e quindi con lavoro nullo; nel secondo tratta si ha una espansione a parità di pressione e il lavoro è  $W = 10\text{ pa} \times 3\text{ m}^3 = 30\text{ J}$

EXERCISE 53. Un gas all'interno di una camera percorre il ciclo mostrato in figura. Determinare il calore totale fornito al sistema durante la trasformazione CA se il calore  $Q_{AB}$  fornito durante la trasformazione AB è  $20.0 J$ , se durante la trasformazione BC non si ha alcun trasferimento di calore, e se il lavoro totale compiuto durante il ciclo è di  $15.0 J$ .



**Soluzione:** La trasformazione AB mostra un aumento di pressione senza variazione di volume, quindi con lavoro nullo, e in questo caso al sistema viene fornito una  $Q_{AB} = 20.0 J$ ; la trasformazione BC descrive una espansione del gas con diminuzione di pressione senza alcun trasferimento di calore; la trasformazione CA è una compressione a pressione costante, quindi con un lavoro compiuto sul sistema. Il lavoro totale è pari a  $W_{tot} = 15.0 J$ . Essendo la trasformazione ciclica, la variazione dell'energia interna è nulla e quindi il calore scambiato è pari al lavoro totale.

- Trasformazione AB:  $Q_{AB} = 20.0 J$  e  $W = 0$
- Trasformazione BC:  $Q_{BC} = 0$
- Trasformazione CA:  $Q_{CA}$  da determinare  
Se  $W_{tot} = 15.0 J$ , allora  $Q_{tot} = 15.0 J$  e quindi  $Q_{CA} = -5 J$

EXERCISE 65. Un pezzo di metallo di massa  $m_1 = 500\text{ g}$ , inizialmente alla temperatura di  $100^\circ\text{C}$ , viene posto in un recipiente, fatto dello stesso metallo, di massa  $m_2 = 200\text{ g}$ , che contiene  $300\text{ g}$  di acqua a  $20^\circ\text{C}$ . Determinare il calore specifico del metallo nell'ipotesi che ogni scambio di calore avvenga solo tra i corpi considerati e che la temperatura finale di equilibrio sia di  $30^\circ\text{C}$ .

**Soluzione::** Utilizzando anche qui la relazione fondamentale della calorimetria, si ha

$$500 \cdot c_s \cdot (100 - 30)^\circ\text{C} = 200 \cdot c_s \cdot (30^\circ - 20^\circ) + 300 \cdot 1 \cdot (30^\circ - 20^\circ)$$

il calore specifico dell'acqua vale 1, mentre il calore specifico del metallo e del contenitore è lo stesso avendo questi la medesima composizione. Il calore ceduto si distribuirà tra il contenitore e l'acqua, supposti in condizione di equilibrio termico

$$33000c_s = 3000 \quad c_s = 0,091 \frac{\text{g}}{\text{cal}^\circ\text{C}}$$

EXERCISE 82. Un gas, alla temperatura iniziale di  $0^\circ\text{C}$ , viene riscaldato a pressione costante in modo che il suo volume diventi il triplo. Calcolare la temperatura a cui è stato riscaldato il gas.

**Soluzione::** ricordando la legge di Boyle, per la quale il prodotto  $pV = \text{cost}$ , si ha

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

nel nostro caso  $p_1 = p_2$ , per cui

$$T_2(K) = \frac{T_1 V_2}{V_1} = \frac{273\text{ K} \cdot 3V_1}{V_1} = 819\text{ K}$$

EXERCISE 98. Un paziente deve respirare  $1\text{ l}$  di ossigeno al minuto alla pressione di  $1\text{ atm}$  da una bombola che contiene  $20\text{ l}$  di ossigeno alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$  e alla pressione di  $20\text{ atm}$ . Poiché la bombola possiede un riduttore di pressione che mantenendo la temperatura a  $25^\circ\text{C}$  riduce la pressione a  $1\text{ atm}$ , per quanto tempo il paziente potrà utilizzare la bombola?

**Soluzione::** Applichiamo la legge di Boyle a temperatura costante,  $p_1 V_1 = p_2 V_2$  per calcolare il volume dell'ossigeno dopo la riduzione di pressione attraverso il riduttore

$$V_2 = \frac{p_1}{p_2} V_1 = \frac{20\text{ atm}}{1\text{ atm}} \cdot 20\text{ l} = 400\text{ l}$$

poiché il paziente respira  $1\text{ l}$  al minuto, la bombola avrà una durata di

$$t = \frac{400\text{ l}}{1 \frac{\text{l}}{\text{min}}} = 400\text{ min} \simeq 10\text{ h}$$

EXERCISE 150. Una macchina termica ideale assorbe  $52 \text{ kJ}$  di calore e ne scarica  $36 \text{ kJ}$  ogni ciclo. Calcolare il rendimento e il lavoro compiuto in  $\text{kJ}$  per ogni ciclo.

**Soluzione:** Il rendimento può essere calcolato da

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{52 - 36}{52} = 0.31$$

e il lavoro compiuto per ogni ciclo è quindi, dalla relazione sopra

$$W = Q_1 \eta = 52 \times 0.31 = 16 \text{ kJ}$$

EXERCISE 151. Calcolare il rendimento di un impianto di potenza a combustibile fossile che ogni ora consuma  $380 \text{ ton}$  di carbone per produrre lavoro utile alla potenza di  $750 \text{ MW}$ . Il calore di combustione di  $1.0 \text{ kg}$  di carbone è  $28 \text{ MJ}$ .

**Soluzione:** Se  $1.0 \text{ kg}$  di carbone produce  $28 \text{ MJ}$ , la quantità totale di calore consumata ogni ora sarà di

$$Q = 2.8 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times 3.80 \cdot 10^5 \text{ kg} = 1.06 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

La potenza è data dal rapporto tra il lavoro e il tempo; ciò consente di ottenere il lavoro utile, pari a

$$W = P \Delta t = 7.50 \cdot 10^8 \frac{\text{J}}{\text{s}} \times 3600 \text{ s} = 2.7 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

Il rendimento è pertanto

$$\eta = \frac{W}{Q} = \frac{2.7 \cdot 10^{12} \text{ J}}{1.06 \cdot 10^{13} \text{ J}} = 0.25 = 25\%$$