

---

# FISICA

## Serie 5: Termodinamica V

II liceo

---

### Esercizio 1 *Primo principio*

Un cilindro contiene 4 mol di un gas (= sistema) monoatomico a temperatura iniziale di 27 °C. Il gas viene compresso effettuando su di lui un lavoro pari a 560 J. La sua temperatura aumenta di 130 °C. Determina:

1. il valore dell'energia interna iniziale,
2. il calore scambiato dal gas con l'esterno,
3. il calore scambiato dall'esterno con il gas.

Fai le ipotesi necessarie.

### Esercizio 2 *Trasformazione isobara*

Un sistema formato da un gas ideale monoatomico (= sistema) alla *pressione costante* di 110 kPa acquista 820 J di energia nella modalità calore.

1. Determina la pressione nel processo.
2. Trova la variazione del volume di questo sistema se l'energia interna del gas aumenta di 820 J oppure se invece aumenta di soli 360 J. Senza fare calcoli potevi prevedere il segno di  $\Delta V$  nel secondo caso?
3. Rappresenta su un diagramma  $pV$  il processo del secondo punto se il volume iniziale vale  $8,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .
4. Che relazione c'è tra l'area sotto la curva ed il lavoro?

### Esercizio 3 *Trasformazione isobara*

Un gas ideale (= sistema) di volume 3 L si trova alla pressione di 2 atm, esso viene riscaldato in modo da espandersi a *pressione costante* fino al volume di 5 L.

1. Disegna il grafico  $p(V)$  per questo processo.
2. Calcola il lavoro compiuto dal sistema durante la sua espansione, come si può esprimere il lavoro in termini di area nel grafico  $p(V)$ ?

#### **Esercizio 4** *Compressione isoterma di un gas ideale*

Considera un cilindro di volume totale  $V$  contenente un gas ideale composto da  $N$  particelle e a contatto con un *bagno termico* di temperatura  $T$ . All'istante  $t_0$  si comincia a comprimere il gas.

1. Se la compressione del gas avviene *molto lentamente*, come puoi caratterizzare la pressione del gas in termine dell'azione del pistone?
2. Considera una *piccolissima* compressione,  $V \rightarrow V - dV$ , come puoi caratterizzare il lavoro svolto dal pistone sul sistema?
3. Utilizzando la legge dei gas ideali mostra che il lavoro in una *piccolissima* compressione si scrive

$$\delta W = -pdV = -\frac{Nk_B T}{V}dV$$

4. Utilizzando il risultato seguente: se  $T = \text{cost}$  allora per un processo *quasi-statico*

$$W = -Nk_B T \ln \frac{V_f}{V_i}$$

determina il lavoro svolto sul sistema corrispondente ad una compressione da  $V$  a  $V/2$ .

5. Determina il calore  $Q$  fornito dal sistema sull'esterno durante il processo considerato nel punto precedente.

#### **Esercizio 5** *Trasformazione isoterma*

Considera una trasformazione isoterma in cui un gas ideale biatomico si espande triplicando il volume.

1. Determina il lavoro effettuato dal gas se si espande liberamente.
2. Determina il lavoro effettuato dal gas se si espande spingendo un pistone in modo tale da essere sempre vicino ad un'equilibrio termodinamico, trova poi il calore.
3. Se ora il pistone comprime il gas lentamente quanto vale il lavoro?

#### **Esercizio 6** *Calore da fornire*

Un cilindro contiene 0,5 mol di un gas ideale alla temperatura di 310 K.

1. Determina la quantità di calore che deve essere fornita al gas per mantenere costante la temperatura, se il gas si espande isotermicamente (sempre alla temperatura di 310 K) da un volume iniziale di  $0,31 \text{ m}^3$  ad un volume finale di  $0,45 \text{ m}^3$ .

2. Rappresenta su un diagramma  $pV$  questa trasformazione, a cosa corrisponde il lavoro?

### Esercizio 7 $W$ , $\Delta U$ e $Q$

Una certa quantità di un gas ideale monoatomico (= sistema) è sottoposta ad una trasformazione nella quale la pressione raddoppia ed il volume triplica. Determina, in funzione della pressione iniziale  $p_i$  e del volume iniziale  $V_i$ :

1. rappresenta su un diagramma  $pV$  questa trasformazione,
2. l'energia scambiata nella modalità lavoro  $W$ ,
3. la variazione di energia interna  $\Delta U$ ,
4. l'energia scambiata nella modalità calore  $Q$ , il sistema riceve o cede energia in questa modalità?

### Esercizio 8 *Trasformazione isobara + isocora*

Considera un gas che subisce la seguente trasformazione:

- espansione isobara a  $p_2$  da  $V_1$  a  $V_2 > V_1$ ,
  - compressione isocora a  $V_2$  da  $p_2$  a  $p_1 < p_2$ ,
  - compressione isobara a  $p_1$  da  $V_2$  a  $V_1$ ,
  - espansione isocora a  $V_1$  da  $p_1$  a  $p_2$ .
1. Disegna il grafico  $p(V)$  per questo processo.
  2. Calcola il lavoro compiuto dal sistema durante questa trasformazione, come si può esprimere il lavoro in termini di area nel grafico  $p(V)$ ?
  3. Determina il calore scambiato dal gas nel ciclo.

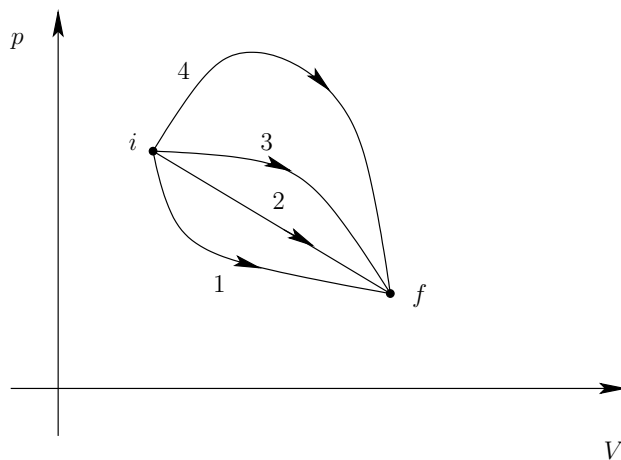
### Esercizio 9 *Trasformazione isocora*

Considera una trasformazione di un gas ideale monoatomico in cui il volume resta costante  $V = 1 \text{ L}$  e la pressione aumenta lentamente da  $p_i = 101 \text{ kPa}$  a  $p_f = 2p_i$  in modo da poterla definire in ogni istante.

1. Rappresenta questa trasformazione su un diagramma  $pV$ .
2. Determina il lavoro di questa trasformazione.
3. Determina il calore di questa trasformazione.

## Esercizio 10 *Ordina*

La figura qui sotto mostra quattro percorsi su un diagramma  $pV$  che un gas può percorrere per subire una trasformazione dallo stato iniziale allo stato finale.



Metti in ordine i percorsi secondo i valori decrescenti di:

1. valore assoluto del lavoro  $|W|$ ,
2. valore di  $\Delta U$ ,
3. valore assoluto del calore  $|Q|$ .

## Esercizio 11 *Trova $\Delta T$*

Un gas ideale monoatomico (= sistema) composto da 2 mol si espande alla pressione costante di 101 kPa, da un volume iniziale di 2,15 L a uno finale di 3,30 L.

1. Il calore scambiato in questo processo è positivo o negativo (dal punto di vista del sistema). Giustifica la tua risposta.
2. Trova la variazione di temperatura durante il processo.
3. Determina il calore.