

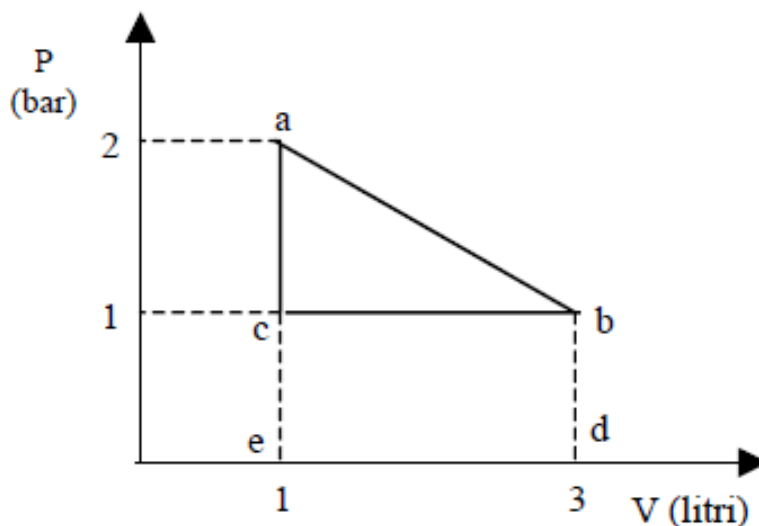
**Esercitazione 2 sul Primo Principio della Termodinamica****Esercizio n.1**

Una gas perfetto compie il ciclo termodinamico quello indicato in figura. Determinare, per ognuna delle trasformazioni e per l'intero ciclo:

- il lavoro scambiato  $L$
  - la variazione di energia interna  $\Delta U$
- sapendo che il calore introdotto nel ciclo  $Q$  è il seguente:

- tratto a-b      800    J
- tratto c-b      -950   J
- tratto c-a      250    J

Determinare la variazione di entalpia nella trasformazione ab. Quanto vale la variazione di entalpia nella e nella trasformazione bc.

**Esercizio n.2**

Un serbatoio rigido contiene un liquido caldo che viene agitato da un agitatore a palette. L'energia interna del liquido è inizialmente 800kJ. Durante il raffreddamento il liquido cede 500 kJ di calore e l'agitatore compie 100 kJ di lavoro sul liquido. Qual è l'energia interna finale del liquido?

Nell'ipotesi in cui, cessato il funzionamento dell'agitatore, il liquido torni al valore iniziale di energia interna, quanto calore deve assorbire? Si trascuri l'energia immagazzinata dall'agitatore.

**Esercizio n.3**

Un sistema chiuso compie un ciclo costituito da due trasformazioni. Durante la prima trasformazione il sistema assorbe 100 kJ sotto forma di calore e compie lavoro pari a 60 kJ. Durante la seconda trasformazione sul sistema si compie lavoro pari -71 kJ. Calcolare:

- Il calore trasferito durante la seconda trasformazione.
- Il lavoro netto del ciclo
- Il trasferimento netto di calore del ciclo.

**Esercizio n.4**

Un sistema chiuso compie un ciclo costituito da due trasformazioni. Durante la prima trasformazione il sistema assorbe 40 kJ sotto forma di calore e compie lavoro pari a 60 kJ. Durante la seconda trasformazione sul sistema si compie lavoro pari 45 kJ. Calcolare:

1. Il calore trasferito durante la seconda trasformazione.
2. Il lavoro netto del ciclo
3. Il trasferimento netto di calore del ciclo.

**Esercizio n.5**

Un recipiente chiuso a pareti rigide e fisse contiene 1500 l di acqua allo stato liquido alla temperatura di 60°C. Nel recipiente viene successivamente immerso un corpo cilindrico di metallo (diametro  $D = 49$  cm e altezza  $H = 60$  cm) alla temperatura di 97°C, avente densità  $5500 \text{ kg/m}^3$  e calore specifico  $950 \text{ J/kgK}$ . Determinare la temperatura dell'acqua e del metallo all'equilibrio, nell'ipotesi di trascurare il calore disperso verso l'ambiente esterno.

Si ricorda che per l'acqua la densità è  $1000 \text{ kg/m}^3$  e il calore specifico è  $4,2 \text{ kJ/kgK}$ .

**Esercizio 6**

Una massa di 7,2 kg di gas perfetto (aria secca  $c_v = 717 \text{ J/kgK}$ ;  $c_p = 1005 \text{ J/kgK}$ ;  $R = 288 \text{ J/kgK}$ ) passa dallo stato 1 allo stato 2 lungo la trasformazione isoterma 1-2, passando dal volume  $V_1 = 100$  litri a  $V_2 = 300$  litri. Se la pressione iniziale è  $p_1 = 60 \text{ atm}$ , calcolare per la trasformazione 1-2:

- 1)  $p_2$  e  $T_1$ .
- 2) Il lavoro  $L_{1,2}$ , specificando se esso è di espansione o di compressione, e il lavoro specifico.
- 3) La variazione di energia interna e il calore assorbito.

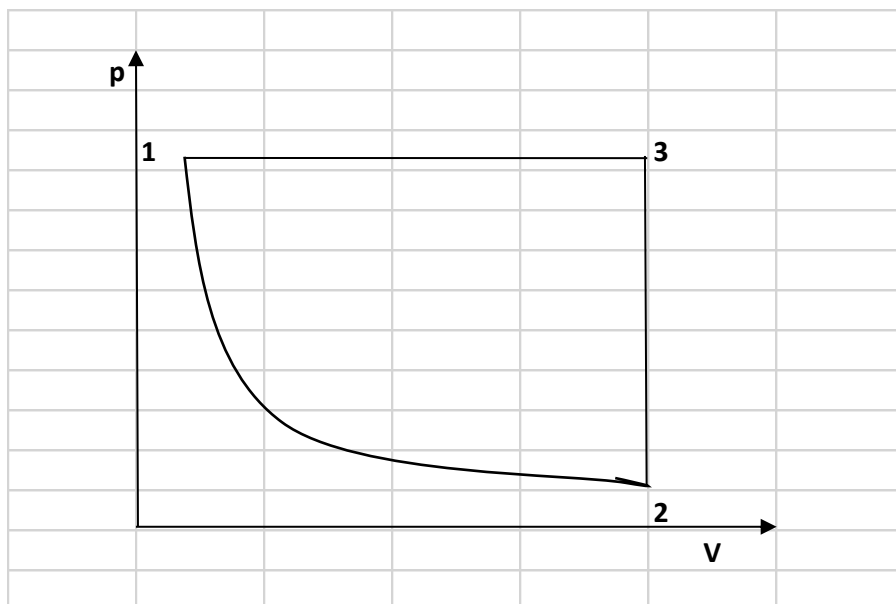
Raggiunto lo stato termodinamico 2 il gas subisce una trasformazione che lo porta, a volume costante, alla pressione  $p_3 = p_1$ . Calcolare:

- 4) Il calore scambiato e la variazione di energia interna, specificando se il sistema si riscalda o si raffredda.

Nella trasformazione 3-1, il sistema torna nello stato iniziale 1 a pressione costante. Calcolare il lavoro e il calore scambiati.

Inoltre:

- 5) Quanto valgono: il lavoro del ciclo, il calore scambiato e la variazione di energia interna?
- 6) Specificare se il sistema complessivamente si espande o si comprime e se si riscalda o si raffredda, spiegandone le motivazioni.



**Esercizio 7**

In un cilindro orizzontale si trova aria alle condizioni iniziali di  $T_1 = 20\text{ °C}$  e  $p_1 = 58\text{ atm}$ . Il volume iniziale del cilindro sia  $V_1 = 0,1\text{ m}^3$ . Si ipotizzi che il sistema passi dallo stato 1 allo stato 2 attraverso una trasformazione isobara. Il volume finale  $V_2$  è  $0,3\text{ m}^3$ . Calcolare: le proprietà termodinamiche finali ( $p_2, T_2$ ), il calore scambiato, la variazione di entalpia, la variazione di energia interna ed il lavoro scambiato. Considerare l'aria come gas perfetto ( $R = 287\text{ J/kg K}$ ,  $c_v = 0.717\text{ kJ/kg K}$ ,  $c_p = 1.005\text{ kJ/kg K}$ ).

**Esercizio 8**

Dell'aria compie una trasformazione isocora ( $V_1 = V_2 = 0,3\text{ m}^3$ ), mentre la pressione passa dal valore iniziale  $p_1 = 40\text{ atm}$  ad un valore finale  $p_2 = 70\text{ atm}$ . La temperatura iniziale è  $T_1 = 15\text{ °C}$ .

Ipotizzando l'aria come un gas perfetto (costante del gas  $R_{\text{aria}} = 288\text{ J/kg K}$ ), determinare:

- il lavoro compiuto  $L$  lungo la trasformazione
- il calore scambiato  $Q$  lungo la trasformazione
- la variazione di energia interna  $\Delta U$  dallo stato iniziale 1 allo stato finale 2.

Dati:

- $T_1 = 15\text{ °C}$
- $p_1 = 40\text{ atm}$
- $p_2 = 70\text{ atm}$
- $V_1 = V_2 = 0,3\text{ m}^3$
- Il calore specifico a pressione costante è  $c_v = 5/2 R$ .