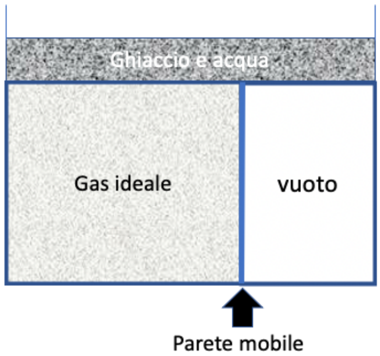
Esercizio 1

Nella parte superiore del recipiente mostrato in figura è posta una miscela di 10 kg di acqua e ghiaccio, di cui 2kg allo stato liquido. La parte inferiore è divisa in due camere ed è separata dalla parte superiore da una parete conduttrice di calore. Una mole di un gas ideale è confinata nella camera a sinistra ed occupa un volume V_0 = 13 litri. La camera a destra è vuota. Le due camere sono separate da una parete adiabatica mantenuta in posizione da un blocco meccanico. Quando viene rimosso improvvisamente il blocco, la parete si muove senza attrito e il gas si espande rapidamente fino ad occupare un volume totale pari a V = 1.5 V_0. Si noti che in questa fase l'espansione del gas avviene molto più rapidamente dei tempi tipici con cui il calore viene scambiato tra il gas e la miscela di acqua e ghiaccio. Una volta raggiunto il nuovo stato di equilibrio, si riporta lentamente la parete mobile nella posizione iniziale.

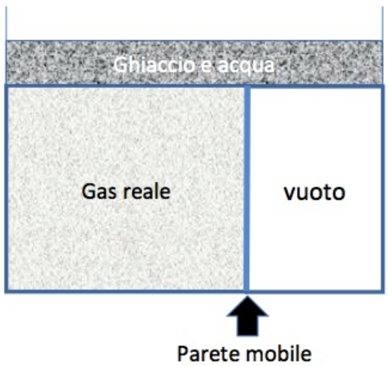


Determinare
a) il calore ceduto dal gas e la massa di ghiaccio che viene sciolta durante il ciclo descritto.
b) il numero massimo di cicli che si possono effettuare prima che il ghiaccio sia totalmente fuso,
c) la variazione di entropia dell'universo nel singolo ciclo.
d) il grafico del ciclo nel piano (T,S)

NB *Si assuma come valore del calore latente di fusione del ghiaccio* λ_f *= 333.5 kJ/kg*

Esercizio 2

Si consideri ora lo stesso sistema dell'esercizio precedente dove però il gas ideale è stato sostituito da un gas reale descritto dall'equazione di stato $[P + (a\, n^2/V^2)](V - nb) = nRT$, energia interna $U = n\, c_V T - a\, n^2/V$ ($a = 0{,}4$ Jm^3/mol^2 , $b = 5 \times 10^{-5}$ m^3/mol) e calore specifico a volume costante c_V = 2.5 R. Ripetendo le stesse trasformazioni descritte nel caso precedente si determini ora
a) la temperatura del gas immediatamente dopo l'espansione,
b) il calore scambiato con la miscela di acqua e ghiaccio dopo l'espansione e prima della lenta compressione,
c) la quantità di ghiaccio sciolta in un ciclo,
d) la rappresentazione del ciclo nel piano (P,V)



Esercizio 3

Un gas perfetto monoatomico inizialmente in equilibrio in un contenitore adiabatico nello stato A (P_A=1.71 atm, V_A=1.8 L e T_A = 300 K) viene fatto espandere in un altro contenitore adiabatico rigido di volume pari V_A dove preventivamente era stato praticato il vuoto. Ad equilibrio raggiunto (stato B), il gas subisce una compressione adiabatica reversibile fino a raggiungere lo stato di equilibrio C dove la pressione uguaglia la pressione ambiente (P_0=1 atm). Infine, mediante equilibrio meccanico con l'ambiente, il gas ritorna con scambi termici reversibili alla temperatura (T_A).
Si chiede di
a) stabilire le coordinate di tutti gli stati di equilibrio,
b) rappresentare le trasformazioni nei piani (P,V) e (T,S),
c) calcolare il lavoro prodotto e l'efficienza del ciclo,
d) stabilire la variazione totale di entropia dell'ambiente e dell'universo,
e) determinare l'efficienza del ciclo quando la trasformazione AB venga sostituita da una isoterma reversibile.

Esercizio 4

Una pompa di calore lavora su un ciclo di Carnot operante tra due sorgenti di cui una alla temperatura del ghiaccio fondente e l'altra a 60°C. La pompa sfrutta una parte del lavoro prodotto da una macchina reversibile che utilizza una sorgente calda a 727°C e la stessa sorgente a 60°C della pompa di calore. L'altra parte del lavoro, pari a 30 kJ, è utilizzata per far funzionare un altro dispositivo. Sapendo che il calore estratto dalla sorgente con il ghiaccio fondente è pari a 17 kJ, determinare:
a) le efficienze della pompa di calore e della macchina reversibile,
b) il lavoro utilizzato dalla pompa e il lavoro totale prodotto dalla macchina reversibile,
c) il calore assorbito dalla macchina reversibile,
d) il calore totale trasferito alla sorgente a 60°C.

Esercizio 5

Un lingotto di oro ad alta purezza è costruito mediante un processo in cui dell'oro liquido puro scambia calore con l'ambiente ($T_a = 298\ K$). Nel processo, il liquido è versato a temperature $T_l = 1600\ K$ in un crogiolo a forma di lingotto. Una volta formato il solido, il raffreddamento del lingotto avviene in maniera controllata, sottraendo una quantità di calore per unità di tempo proporzionale alla temperatura istantanea dell'oro solido: $\frac{dQ}{dt} = \Gamma T$, dove $\Gamma = 3\ W/K$.
Assumendo che la differenza tra la densità dell'oro solido e liquido è trascurabile e sapendo che per l'oro la temperatura di fusione è 1064 ^oC, il calore specifico medio del liquido vale $c_l = 0.150\ kJ/(kg\ K)$, il calore specifico medio del solido è $c_s = 0.128\ kJ/(kg\ K)$ e il calore latente di fusione è $\lambda_f = 15.4\ kcal/kg$, si chiede di calcolare:

a) il calore totale scambiato dall'oro nell'intero processo di produzione del lingotto da $T_l = 1600\ K$ sino a temperatura ambiente,
b) il tempo impiegato per raffreddare il lingotto solido sino a temperatura ambiente,
c) la variazione di entropia dell'oro associata al processo di solidificazione del lingotto,
d) la variazione di entropia dell'universo causata dall'intero processo di formazione del lingotto sino a temperatura ambiente.