

TERMODINAMICA.

Nota. Le figure sono in un pdf separato. Il numero della figura corrisponde al numero del problema

N 1. Il ghiaccio ha calore latente di fusione $L = 333 \text{ kJ/kg}$ e ha (approssimativamente) calore specifico $c_g = 2220 \text{ J/kgK}$. l'acqua ha calore specifico (approssimativamente) $c_a = 4190 \text{ J/kgK}$.

Si ha una certa quantità di acqua (massa m_a) ad una certa temperatura iniziale $t_a = 50^\circ\text{C}$ e una certa massa di ghiaccio m_g a temperatura iniziale $t_g = -10^\circ\text{C}$. Il tutto viene posto in un contenitore termicamente isolato. Vogliamo calcolare la temperatura finale di equilibrio t_f . N.B. t minuscolo indica gradi centigradi. Possiamo avere tre casi possibili $t_f > 0$, $t_f < 0$ e $t_f = 0$.

- Quando si verificano questi tre casi in funzione di m_a/m_g e qual'è la temperatura finale t_f ?
- Se $t_f = 0$ quanto ghiaccio viene sciolto oppure quanta acqua viene congelata?
- Su un asse m_a/m_g si traccino gli intervalli ove le varie situazioni si realizzano.
- Eeguire il calcolo numerico usando le temperature del testo.

N 2. In un recipiente termicamente isolato vengono versati m_g Kg di ghiaccio ad una temperatura iniziale $t_g < 0$.

- Calcolare la minima massa d'acqua a temperatura iniziale $t_a > 0$ necessaria a sciogliere tutto il ghiaccio.
- eseguire il calcolo numerico per $t_g = -10^\circ\text{C}$, $t_a = 20^\circ\text{C}$ e $m_g = 0.5 \text{ Kg}$

N 3. In un recipiente termicamente isolato viene versata una massa m_a d'acqua a temperatura iniziale $t_a > 0$

- Calcolare la minima massa di ghiaccio a temperatura iniziale $t_g < 0$ necessaria a congelare tutta l'acqua.
- Eeguire il calcolo numerico per $m_a = 1 \text{ Kg}$ e $t_a = 20^\circ\text{C}$, $t_g = -10^\circ\text{C}$.

N.B. Si studi accuratamente il N 1 prima di N 2 e N 3. Tutte le temperature sono in gradi Celsius.

N 4. Sempre nel solito recipiente, m_g Kg di ghiaccio a $t_g < 0$ e m_a Kg d'acqua a $t_a > 0$. Quanto vale la massima quantità di ghiaccio in modo che tutta l'acqua resti allo stato liquido?

N 5. Sempre nel solito recipiente, m_g Kg di ghiaccio a $t_g < 0$ e m_a Kg d'acqua a $t_a > 0$. Quanto vale la massima quantità d'acqua in modo che tutto il ghiaccio resti allo stato solido?

N 6. Due moli di O_2 sono alla temperatura di 310°K e alla pressione di 1.2 atm.

- Quanto vale la massa del gas (in Kg)

- b. e la sua densita'
- c. quante molecole di O_2 ci sono ?

N 7. Alla pressione di 1 bar e $273^\circ K$ calcolare il numero di molecole per unit di volume di un gas perfetto. Date la risposta sia in m^{-3} che in cm^{-3} .

N 8. Una mole di gas perfetto monoatomico passa dallo stato dallo stato 1 allo stato 2 secondo due possibili trasformazioni come nelle fig. 8a e fig. 8b

a. Per I e II calcolare ΔU Q e L e commentare le differenze. r e s sono numeri maggiori di 1.

b. Eseguire il calcolo numerico per $p_1 = 1bar$, $V_1 = 1m^3$, $r = s = 2$.

N 9. una mole di gas ideale monoatomico compie il ciclo di fig. 9. La trasformazione da 2 a 3 e' adiabatica reversibile.

a. Noti (p_1, V_1) e r, per gli stati 2 e 3, dare le espresioni di (p, V, T) .

b. per le trasformazioni $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 1$ calcolare ΔU , Q, L (lavoro eseguito dal as).

c. Per l'intero ciclo calcolare Q e L.

N 10. Si consideri il ciclo reversibile compiuto da una mole di gas ideale monoatomico come in fig. 10, con p_1, V_1, r, s noti (r e s sono numeri maggiori di 1).

a. per gli stati 1, 2, 3, 4 dare (p, V, T)

b. calcolare ΔU , Q, L per le trasformazioni $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 4$, $4 \rightarrow 1$

N 11. Nel problema 10 le adiabatiche vengono sostituite da isoterme. Ripetere a), b) del problema 10 (vedi fig. 11).

N 12. Si consideri la trasformazione di fig. 12 per n moli di gas ideale monoatomico. Calcolare ΔU , Q, L, ΔS

N 13. In un contenitore adiabatico solo parte del volume e' occupato da una mole di gas ideale monoatomico. Dopo l'apertura della valvola il gas si espande dal volume iniziale V_i sino ad occupare l'intero volume V_f . Calcolare la variazione di entropia ΔS

N 14. Una delle formulazioni del secondo principio della termodinamica dice in un sistema isolat o la variazione di entropia totale e' $\Delta S \geq 0$.

a. Si consideri ora un inestistente motore termico in cui in un ciclo una quantita' di calore $|Q_c|$ estratta da un termostato a temperatura T_c viene interamente trasformato in lavoro L (vedi fig. 14a). Calcolare la variazione di entropia ΔS in un ciclo e si mostri che $\Delta S \leq 0$.

b. Solo parte del calore estratto $|Q_c|$ puo' essere trasformato in lavoro. Parte va ceduto ad un termostato freddo (vedi schema di fig. 14b). Calcolare la variazione di entropia

totale dei termostati+gas e, imponendo che $\Delta S_{tot} \geq 0$ si ricavi il massimo lavoro ottenibile in un ciclo.

N 15. Sappiamo che il frigorifero ideale schematizzato in fig. 15a non esiste

- Calcolare la variazione totale di entropia e si mostri che contraddice il $\Delta S_{tot} \geq 0$.
- Per poter funzionare sulla macchina frigorifera va eseguito un lavoro dall'esterno L , come schematizzato in fig. 15b. Calcolare la variazione totale di entropia e imponendo che $\Delta S_{tot} \geq 0$ si calcoli il minimo lavoro da eseguire sul gas in un ciclo.

N16. Si consideri un corpo di capacità termica C a temperatura T_c . Esso viene posto a contatto termico con un termostato a temperatura T_0 .

- Quale è la temperatura all'equilibrio?
- Calcolare il calore assorbito dal corpo e quello assorbito dal termostato.
- Calcolare la variazione di entropia del corpo, del termostato e quella totale.
- Si mostri esplicitamente che $\Delta S_{tot} \geq 0$.

N 17. Un cubetto di ghiaccio di massa m a temperatura iniziale $T_g \leq 273K$ viene immerso in una vasca d'acqua a temperatura $T_v \geq 273K$. Ripetere i punti a, b, c, d del problema N 16.

18. I due contenitori di fig. 18 contengono due campioni di gas ideale. È noto il rapporto $r = V_b/V_a$ tra i volumi e il rapporto $s = T_b/T_a$ tra le temperature (in Kelvin). Sono altresì note le pressioni p_a e p_b dei contenitori. La valvola che collega i due contenitori viene aperta e le pressioni variano sino a che non si stabilisce uguale pressione p tra i gas. Le temperature dei contenitori vengono tenute costanti da due termostati. Si dimostri che la pressione p all'equilibrio è data dalla relazione $P(s+r) = P_a s + P_b r$.

N 19. Due recipienti di volumi V_1 e V_2 contengono due gas ideali di capacità termiche molarie a volume costante C_1 e C_2 a pressioni p_1 e p_2 e a temperature T_1 e T_2 rispettivamente. I due recipienti sono collegati da un rubinetto che viene aperto e i due gas si miscelano.

- Usando la conservazione della energia calcolare la temperatura finale di equilibrio.
- calcolare la pressione finale.

N 20. Per i 4 cicli di fig. 20 ($\gamma = 1.40$) si calcolino gli effettivi calori $Q_{assorbito}$, Q_{ceduto} e il lavoro eseguito in un ciclo L .