

Problemi di Termodinamica

Federico Grasselli, FIM-UniMoRe

11 gennaio 2016

Problemi

1. Morte Nera

Si consideri una stazione spaziale di forma sferica la cui superficie può esser trattata in approssimazione di corpo nero. A causa dei dispositivi che consumano energia in essa presenti, tale superficie assume la temperatura di equilibrio (dinamico) $T = 500$ K. Si determini la nuova temperatura della superficie della stazione, T_x , nel caso in cui essa si circonda di uno scudo sferico di raggio sostanzialmente eguale ad essa. Si tratti anche tale scudo come un corpo nero.

2. Pressione di vapore di una soluzione

È noto come la pressione di vapore saturo al di sopra di una soluzione di zucchero sia minore rispetto a quella p_{sat} al di sopra di acqua distillata di una quantità $\Delta p = 0,05p_{sat}c$, ove c è la concentrazione molare della soluzione zuccherina. Un recipiente cilindrico riempito per un'altezza $h_1 = 10$ cm con una soluzione zuccherina di concentrazione $c_1 = 2 \times 10^{-3}$ M è posto al di sotto d'una campana di vetro. Una soluzione, sempre zuccherina, ma di concentrazione $c_2 = 10^{-3}$ M bagna la base della campana fino ad un'altezza $h_2 \ll h_1$. Si determini il livello h della soluzione nel cilindro dopo il raggiungimento dell'equilibrio. Si supponga che c_2 si mantenga costante, come pure la temperatura $T = 20^\circ$ C, e che il vapore al di sopra della superficie contenga solo molecole d'acqua (massa molare 18 g/mol).

3. Bolla di sapone in ambiente compresso

Un cilindro con pistone mobile contiene aria alla pressione iniziale p_1 ed una bolla di sapone di raggio iniziale $r_1 = r$. Detta σ la tensione superficiale, la temperatura T è mantenuta costante. Si determini la pressione p_2 cui si deve portare l'aria comprimendola (lentamente) tramite il pistone, affinché il raggio della bolla di sapone diventi $r_2 = r/2$.

4. Miscela acqua e ghiaccio

Un catino contiene una miscela di acqua e ghiaccio, per una massa complessiva di 10 Kg. Tale catino viene posto in una stanza e si mantiene sotto osservazione la temperatura della miscela. Per i primi 50 minuti la temperatura rimane fissa a zero gradi Celsius, poi nei successivi 10 minuti sale linearmente fino a 2 gradi. Il calore specifico dell'acqua vale $c_a = 4,2$ KJ/(Kg K), mentre il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda = 340$ KJ/Kg. Si determini la massa m_g di ghiaccio nel momento in cui il catino è stato portato nella stanza, trascurando la capacità termica del catino.

5. Il punto triplo

Il punto triplo è il punto, nel piano (T, p) , cui s'ha la coesistenza -all'equilibrio- delle tre fasi, solida, liquida e gassosa. Trovare il calore latente di sublimazione, ν , dell'acqua al punto triplo

($T_{p.t.} = 0,0075^\circ\text{C}$, $p_{p.t.} = 4,58\text{mmHg}$), noti il calore latente di vaporizzazione, $q = 2,48 \times 10^3$ KJ/Kg e di fusione $\lambda = 0,34 \times 10^3$ KJ/Kg.

6. Condensazione in sistema accelerato

Un recipiente cilindrico chiuso di area di base S contiene una sostanza allo stato gassoso, quando tale cilindro è in quiete. La massa del gas è M e la sua pressione è $p \ll p_{sat}$, ove p_{sat} è la pressione di vapore saturo a una data temperatura, la quale viene mantenuta costante. Il cilindro viene posto in moto ad un'accelerazione a parallela all'asse del cilindro. Si determini la massa m_{liq} del liquido che condensa in seguito al moto del recipiente.

7. Un capillare

L'estremo inferiore d'un capillare di raggio $r = 0,2$ mm e lunghezza $l = 8$ cm è immerso in abbondante acqua fredda la cui temperatura è $T_f = 0^\circ\text{C}$. L'estremo superiore è invece posto ad una temperatura T_c di 100 gradi. Si determini l'altezza h raggiunta dall'acqua nel capillare, assumendo trascurabile lo scambio di calore con l'esterno. Si sfrutti il dato noto che la tensione superficiale σ dell'acqua cala linearmente con la temperatura da 76 a 60 mN/m tra 0 e 90 gradi.

8. Fusione del ghiaccio in seguito ad un aumento di pressione

Si consideri una miscela composta da 1 kg di acqua e 1 kg ghiaccio contenuta in un cilindro termicamente isolato avente un pistone di massa trascurabile, anch'esso isolante. La pressione sul pistone viene aumentata da $p_0 = 10^5$ Pa a $p_1 = 2,5 \times 10^6$ Pa. Detti $c_a = 4,2$ kJ/(kg K) e $c_g = 2,1$ kJ/(kg K) i calori specifici rispettivamente di acqua e ghiaccio, $\lambda = 340$ kJ/kg il calore latente di fusione del ghiaccio e $\rho_g = 0,9\rho_a = 0,9$ kg/dm³ la densità del ghiaccio ($\rho_a = 1$ kg/dm³ è quella dell'acqua), determinare la massa Δm di ghiaccio che si scioglie nel processo e il lavoro A compiuto dalla forza esterna, (1) approssimando acqua e ghiaccio come incomprimibili e (2) considerando anche la compressibilità di acqua e ghiaccio (quella dell'acqua è il doppio di quella del ghiaccio), se la pressione necessaria per abbassare la temperatura di fusione di 1 grado è $p = 14 \times 10^6$ Pa e la pressione per ridurre il volume di una certa massa d'acqua dell'1% è $p' = 20 \times 10^6$ Pa.