Esercizio 1

Un pezzetto di ghiaccio di massa m e alla temperatura di T_1=250K viene immerso in m_2=60g di acqua a temperatura di T_2= 330K. Se il sistema e contenuto in un recipiente a pareti adiabatiche,

a) si determini per quali valori della massa m il pezzetto di ghiaccio fonde completamente.
b) calcolare la temperatura di equilibrio del sistema se la massa del cubetto di ghiaccio vale 35g.
Il calore specifico del ghiaccio vale c_g=2051 J/KgK, il calore specifico dell'acqua vale c_a=4186,8 J/KgK ed il calore latente di fusione del ghiaccio e pari a λ_f=3,3 10^5 J/KgK.

Per fondere, il pezzo di ghiaccio deve ricevere energia:

$$Q_1 = c_g m (T_0 - T_1)$$

$$Q_2 = m \lambda_f$$

Il calore che può essere ricevuto dalla massa m_2 vale

$$Q_3 = c_a m_2 (T_2 - T_0)$$

$\Rightarrow$ Affinché tutto il ghiaccio fonda deve essere

$$Q_3 \geq Q_1 + Q_2$$

$$c_a m_2 (T_2 - T_0) \geq c_g m (T_0 - T_1) + m \lambda_f$$

$$\Rightarrow m \leq \frac{c_a m_2 (T_2 - T_0)}{\lambda_f + c_g m (T_0 - T_1)} = 37,83 g$$

b) $m = 35g$

Per trovare la temperatura di equilibrio devo dire che

$$m c_g (T_0 - T_1) + m \lambda_f + m c_{H_2O} (T_e - T_0) = m_2 c_{H_2O} (T_1 - T_e)$$

$$\Rightarrow T_e (m c_{H_2O} + m_2 c_{H_2O}) = m_2 c_{H_2O} T_1 - m \lambda_f - m c_g (T_0 - T_1)$$

$$\Rightarrow T_e = \frac{m_2 c_{H_2O} T_1 - m \lambda_f - m c_g (T_0 - T_1)}{c_{H_2O}(m + m_2)} = 309,1 K$$

Esercizio 2

Una persona mangia a cena una quantità di cibo pari a 2000 Calorie di energia. Vuole fare un lavoro equivalente in palestra sollevando un oggetto di 50.0 kg. Quante volte deve sollevare il peso per spendere tutta questa energia ?
Supporre che l'oggetto venga alzato di h=2 m ogni volta.

L'energia deve essere trasformata in calore

il calore per sollevare un oggetto di massa m ad un'altezza h vale

$\mathcal{L} = mgh \Rightarrow Q = \mathcal{L} = m \cdot mgh \Rightarrow m = \dfrac{\mathcal{L}}{mgh} = 8{,}54 \cdot 10^3$

Esercizio 3

Un proiettile di piombo, avente velocità v=200 m/s, penetra in un blocco di legno e si ferma. La temperatura iniziale del proiettile vale 200 °C. Ammettendo che l'energia persa dal proiettile provochi un aumento di temperatura del proiettile, quanto vale la temperatura finale? Quale dovrebbe essere la velocità del proiettile per aumentare la sua temperatura fino a raggiungere la temperatura di fusione del piombo (ossia 326,85 °C) ? Il calore specifico del piombo vale cp=129,8 J/KgK.

Il calore assorbito dal proiettile è pari all'energia cinetica persa

$Q = \cancel{m} c_p (T_f - T_i) = \frac{1}{2} \cancel{m} v^2 = K$

$\Rightarrow T_f = T_i + \dfrac{v^2}{2c_p} = 354{,}08\ °C$

- Dalla relazione precedente posso scrivere

$\cancel{m} c_p \Delta T = \frac{1}{2} \cancel{m} v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2 c_p \Delta T} = 283{,}2\ m/s$

Esercizio 4

Un pendolo semplice costruito con un filo di ferro subisce una variazione di temperatura di 10°C. Determinare la variazione percentuale del periodo del pendolo. Il coefficiente di dilatazione lineare del ferro vale $\lambda=(9,1)10^{-6}K^{-1}$.

Il periodo del pendolo vale

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Nel nostro caso abbiamo $l' = l(1+\lambda\Delta T)$

$$\Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l(1+\lambda\Delta T)}{g}} = T\sqrt{1+\lambda\Delta T}$$

Per piccole variazioni (nostro caso) posso applicare l'approssimazione di Taylor

$$\sqrt{1+x} \simeq 1+\frac{x}{2}+\dots \quad \text{con } x=\lambda\Delta T \Rightarrow \sqrt{1+\lambda\Delta T} = 1+\frac{\lambda\Delta T}{2}+\dots$$

$$\Rightarrow T' = T\left(1+\frac{\lambda\Delta T}{2}\right)$$

- la variazione percentuale del periodo vale $\frac{T'-T}{T} = \frac{T+T\frac{\lambda\Delta T}{2}-T}{T} = \frac{\lambda\Delta T}{2}\cdot 100 = 4{,}55\cdot 10^{-3}$

Esercizio 5

La massa totale di un pallone aerostatico e del suo carico (esclusa l'aria all'interno) è m_p=200kg. Il volume del pallone è V_p=400 m3. L'aria esterna ha una temperatura T = 10.0°C e pressione p=1atm. Determinare a quale temperatura deve essere scaldata l'aria nel pallone affinché possa decollare. [densità dell'aria a 10.0°Cpari a 1.25 kg/m^3 composizione aria secca nel pallone: 20 % O_2 e 80% N_2].

Perchè il pallone decolli deve esserci equilibrio tra le forze

$\vec{P}_{aria} + \vec{P}_{pallone} + \vec{F}_A = 0$

$F_A - P_{aria} - P_{pallone} = 0$

$\rho_{aria}(10°C)\, V \cancel{g} - m_{aria} \cancel{g} - m_p \cancel{g} = 0$

$\Rightarrow m_{aria} = \rho_{aria}(10°C)\, V - m_p = 300\ kg$

N.B.: m_{aria} è la massa d'aria scaldata che avrà densità diversa dalla massa d'aria a 10°C

- Calcolo il numero di moli dell'aria dentro il pallone

$n = \frac{m_{aria}}{M_{aria}} = \frac{300\ kg}{0{,}2 \cdot 32\ g/mol + 0{,}8 \cdot 28\ g/mol} = 1{,}04 \cdot 10^4\ mol$

Applico l'equazione di stato dei gas perfetti

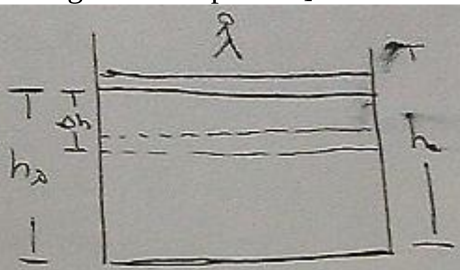
$pV = nRT \Rightarrow T = \frac{pV}{nR} = 470\ K$

Esercizio 6

Un cilindro di raggio R=40.0 cm e profondo h_0=50.0 cm è riempito d'aria a T=20.0°C e p_0=1atm. Un pistone di 20.0 kg viene abbassato nel cilindro, comprimendo l'aria intrappolata all'interno. Infine, un uomo di 75.0 kg sale sul pistone comprimendo ulteriormente l'aria che rimane a 20.0°C.

a) di quanto si abbassa (Δh) il pistone quando l'uomo sale su di esso?

b) a quale temperatura si deve riscaldare il gas perché sollevi il pistone e l'uomo di nuovo alla quota h_i?[quota originaria del pistone]



a) Nel caso del solo pistone h_0: trasformazione isoterma

$p_i V_i = p_f V_f$ con $p_i = p_0$

$p_f = p_0 + \Delta p = p_0 + m_p \frac{g}{A}$

$\Rightarrow p_0 A h_0 = p_f A h_i = p_0 h_i + m_p \frac{g}{A} h_i$

$\Rightarrow h_i = \frac{p_0 A h_0}{p_0 + m_p \frac{g}{A}} = 49{,}81$ cm

Quando sale anche l'uomo uso la stessa equazione sostituendo m_p con $M + m_p$

$\Rightarrow h' = \frac{p_0 A_0 h_0}{p_0 + (M+m_p)\frac{g}{A}} = 49{,}10$ cm

$\Rightarrow \Delta h = h' - h_i = 7{,}01 \cdot 10^{-1}$ cm

b) Ho un processo a pressione costante

$\Rightarrow \frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f} \Rightarrow \frac{A h'}{T_i} = \frac{A h_i}{T_f}$

$\Rightarrow T_f = \frac{h_i}{h'} T_i = 297 K$