UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche A.A. 2018/2019

Corso di Fisica - II Prova Scritta – Appello Invernale - 26.02.2019

Cognome ....RIGON.......... **Nome** ....LUIGI..........

Istruzioni: I problemi vanno dapprima svolti per esteso nei fogli protocollo a quadretti. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede si riportare negli appositi spazi su questo foglio:

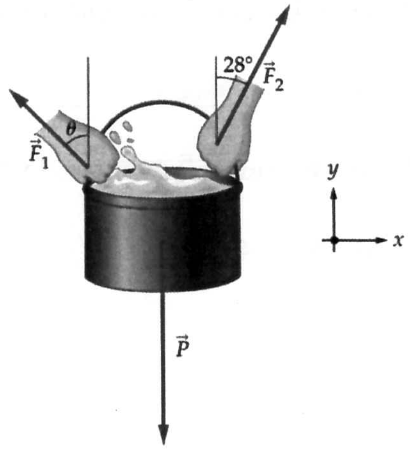
i) (ove possibile) la grandezza incognita richiesta espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e

ii) il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e le unità di misura appropriate

1) Giovanni ed Alice sollevano assieme un secchio pieno d'acqua di massa m = 6.5 kg, reggendolo come in figura.

Giovanni esercita una forza $\boldsymbol{F_1}$ di intensità F_1 = 35 N, inclinata di un angolo θ_1 rispetto alla verticale. Alice invece esercita una forza $\boldsymbol{F_2}$ di intensità F_2 = 55 N, inclinata di un angolo θ_2 = 28° rispetto alla verticale.

Sotto l'azione simultanea di queste forze (e della forza peso) il secchio accelera *dritto in verticale*, verso l'alto. Calcolare:



a) L'angolo θ_1 tra la direzione di $\boldsymbol{F_1}$ e la verticale

i) θ_1 = $\arcsin\left(\frac{F_2}{F_1} \cdot \sin\theta_2\right)$ ii) θ_1= 47,5°

b) L'accelerazione a con cui il secchio accelera verso l'alto.

i) a = $\frac{F_1 \cos\theta_1 + F_2 \cos\theta_2}{m} - g$ ii) a = 1,3 m/s²

2) Un recipiente *becher* contiene un abbondante strato di mercurio (ρ_{Hg} = 13.6 g/cm^3). Un piccolo oggetto di volume V e densità incognita ρ viene posto a galleggiare sullo strato di mercurio. All'equilibrio, l'oggetto risulta immerso per 1/3 del suo volume.

a) Calcolare la densità ρ dell'oggetto galleggiante

i) ρ = $\frac{1}{3}\rho_{Hg}$ ii) ρ = 4,53 g/cm³

b) Successivamente, sullo strato di mercurio viene fatta scivolare delicatamente dell'acqua, in modo da formare uno strato d'acqua sopra allo strato di mercurio, fino a sommergere completamente l'oggetto. Calcolare la frazione x del volume che risulta immersa nel mercurio in questa nuova configurazione.

i) x = $\frac{1/3\,\rho_{Hg} - \rho_{H_2O}}{\rho_{Hg} - \rho_{H_2O}}$ ii) x = 0,28

3) Una massa m_t = 1,00 kg di triclorometano (cloroformio), inizialmente a T_t = 35.0° C viene messa in contatto termico con una massa m_a = 1.75 kg di acqua distillata, inizialmente a T_a = 18.0° C. All'equilibrio termico, entrambe le sostanze si trovano alla temperatura T_e = 20.2° C.

Ricordando che 1 cal = 4. 186 J, calcolare:

a) il calore specifico c_t del triclorometano:

i) $c_t = \frac{m_a}{m_t} \cdot c_a \cdot \frac{(T_e - T_a)}{(T_t - T_e)}$ ii) $c_t = 0{,}26 \frac{cal}{g\,K} = 1{,}09 \frac{kJ}{kg\,K}$

b) la variazione di entropia ΔS_t del triclorometano:

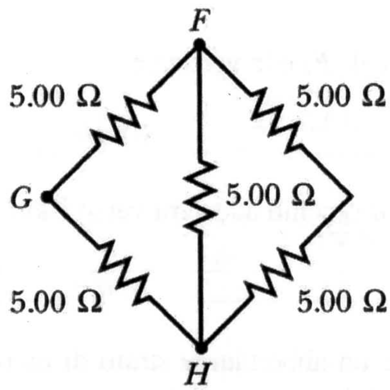
i) $\Delta S_t = m_t c_t \ln\left(\frac{T_e}{T_t}\right)$ ii) $\Delta S_t = -53{,}65$ J/K

c) la variazione di entropia ΔS_a dell'acqua:

i) $\Delta S_a = m_a c_a \ln\left(\frac{T_e}{T_a}\right)$ ii) $\Delta S_a = 55{,}15$ J/K

d) la variazione di entropia ΔS del sistema:

i) $\Delta S = \Delta S_t + \Delta S_a$ ii) $\Delta S = 1{,}50$ J/K



4) Dato il sistema di resistenze in figura, se ne calcoli la resistenza equivalente nei due casi distinti:

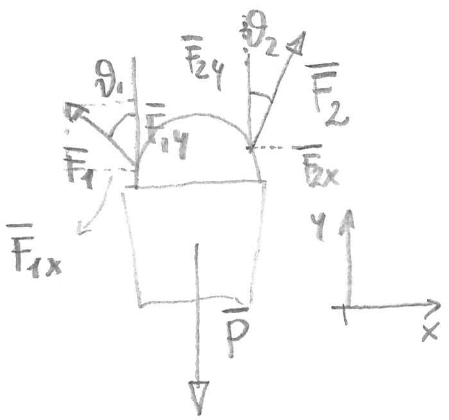
a) Supponendo di applicare una differenza di potenziale ai punti F ed H:

i) $R_{eq} = R/2$ ii) $R_{eq} = 2{,}50\ \Omega$

b) Supponendo di applicare una differenza di potenziale ai punti F e G:

i) $R'_{eq} = 5/8\ R$ ii) $R'_{eq} = 3{,}125\ \Omega$

(1)



$F_1 = 35\ N \qquad \vartheta_1 = ?$

$F_2 = 55\ N \qquad \vartheta_2 = 28°$

$P = mg = 6{,}5 \cdot 9{,}8\ \mathrm{kg}\frac{m}{s^2} = 63{,}7\ N$

a) Il secchio ha accelerazione nulla lungo l'asse x. Pertanto la risultante delle forze lungo x deve essere nulla. Visto che $\overline{P}$ non ha componente orizzontale, deve essere

$$\overline{F}_{1x} + \overline{F}_{2x} = 0 \qquad (*)$$

$$-F_1 \operatorname{sen}\vartheta_1 + F_2 \operatorname{sen}\vartheta_2 = 0$$

$$\operatorname{sen}\vartheta_1 = \frac{F_2}{F_1}\operatorname{sen}\vartheta_2 = \frac{55\ \cancel{N}}{35\ \cancel{N}} \operatorname{sen} 28° = 0{,}738$$

$$\vartheta_1 = \operatorname{arcsen}(0{,}738) = 47{,}5°$$

b) L'accelerazione a con cui il secchio accelera verso l'alto è data dalla seconda legge della dinamica

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\cancel{\overline{F}_{1x}} + \overline{F}_{1y} + \cancel{\overline{F}_{2x}} + \overline{F}_{2y} + \overline{P} = m\vec{a} \qquad (\text{per } *)$$

$$F_{1y} + F_{2y} - P = ma$$

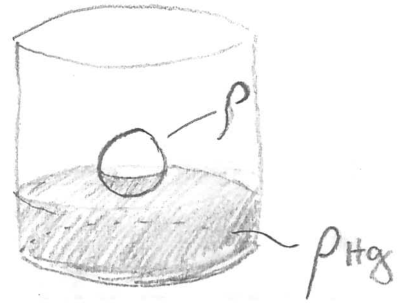
$$F_1\cos\vartheta_1 + F_2\cos\vartheta_2 - mg = ma$$

$$a = \frac{F_1\cos\vartheta_1 + F_2\cos\vartheta_2}{m} - g$$

$$= \frac{35\ N \cos 47{,}5° + 55\ N \cos 28°}{6{,}5\ \mathrm{kg}} - 9{,}8\ m/s^2$$

$$= (11{,}1 - 9{,}8)\ \frac{m}{s^2} = 1{,}3\ \frac{m}{s^2}$$

(2)



$\rho_{Hg} = 13{,}6 \ g/cm^3$

$V_{Hg} = \frac{1}{3} V$

volume del mercurio spostato

a) $\rho = ?$

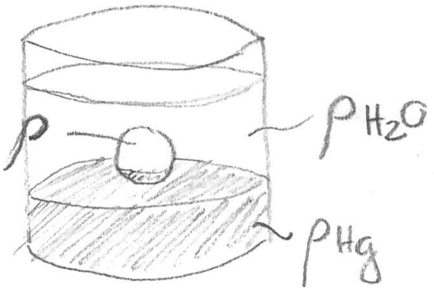
Trascurando la spinta di Archimede dovuta all'aria il peso dell'oggetto $P = \rho V$ è bilanciato dalla spinta di Archimede dovuta al mercurio $S = \rho_{Hg} V_{Hg}$

$$P = S$$

$$\rho \cancel{V} = \rho_{Hg} V_{Hg} = \rho_{Hg} \cdot \frac{1}{3} \cancel{V}$$

$$\rho = \frac{1}{3} \rho_{Hg} = \frac{13{,}6}{3} \ g/cm^3 = 4{,}53 \ g/cm^3$$

b)



$\rho_{H_2O} = 1{,}0 \ g/cm^3$

$V_{Hg} = x V$

$V_{H_2O} = (1-x) V$

una frazione x del volume è immersa in Hg; il resto $(1-x)$ è immerso in H_2O

Ora il peso dell'oggetto $P = \rho V$ è bilanciato dalle spinte di Archimede dovute al mercurio $S_{Hg} = \rho_{Hg} V_{Hg}$ e all'acqua $S_{H_2O} = \rho_{H_2O} V_{H_2O}$

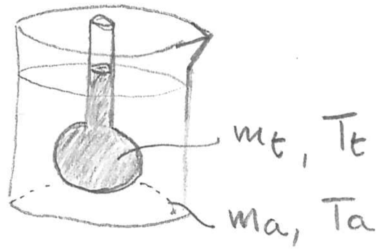
$$P = S_{Hg} + S_{H_2O}$$

$$\rho V = \frac{1}{3} \rho_{Hg} \cancel{V} = \rho_{Hg} \cdot x \cancel{V} + \rho_{H_2O} (1-x) \cancel{V}$$

$$\frac{1}{3} \rho_{Hg} = x (\rho_{Hg} - \rho_{H_2O}) + \rho_{H_2O}$$

$$x = \frac{\frac{1}{3}\rho_{Hg} - \rho_{H_2O}}{\rho_{Hg} - \rho_{H_2O}} = \frac{(4{,}53 - 1{,}0) \ \cancel{g/cm^3}}{(13{,}6 - 1{,}0) \ \cancel{g/cm^3}} = 0{,}28$$

③



$m_t = 1{,}0\ kg$ $\quad T_t = 35{,}0°C$

$m_a = 1{,}75\ kg$ $\quad T_a = 18{,}0°C$

$T_e = 20{,}2\ °C$

a) Il calore ceduto dal triclorometano deve essere pari a quello acquisito dall'acqua:

$$Q_t = m_t c_t (T_e - T_t)$$

$$Q_a = m_a c_a (T_e - T_a)$$

$$|Q_t| = |Q_a|$$

$$m_t c_t (T_t - T_e) = m_a c_a (T_e - T_a)$$

$$c_t = \frac{m_a}{m_t} \cdot c_a \frac{(T_e - T_a)}{(T_t - T_e)} = 1{,}75\ \frac{1\,kcal}{kg \cdot K} \cdot \frac{2{,}2\ \cancel{°C}}{14{,}8\ \cancel{°C}} = 0{,}26\ \frac{kcal}{kg\,K}$$

$$= 1{,}09\ \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

b) $$\Delta S_t = \int_{T_t}^{T_e} \frac{dQ}{T}\Big)_{rev} = \int_{T_t}^{T_e} m_t c_t \frac{dT}{T} = m_t c_t \ln\left(\frac{T_e}{T_t}\right) =$$

$$= 1{,}0\ \cancel{kg} \cdot 1{,}09\ \frac{kJ}{\cancel{kg}\,K} \cdot \ln\left(\frac{20{,}2 + 273{,}15}{35{,}0 + 273{,}15}\right) = -53{,}65\ \frac{J}{K}$$

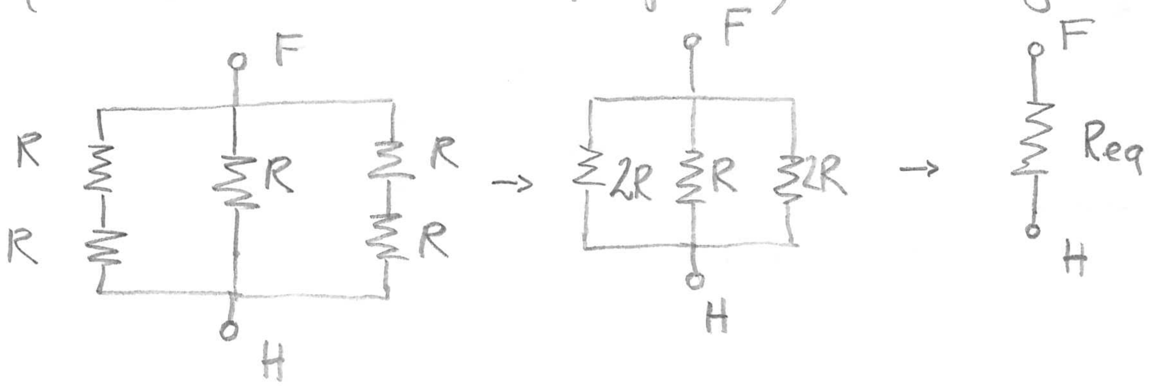
c) $$\Delta S_a = \int_{T_a}^{T_e} \frac{dQ}{T}\Big)_{rev} = \int_{T_a}^{T_e} m_a c_a \frac{dT}{T} = m_a c_a \ln\left(\frac{T_e}{T_a}\right) =$$

$$= 1{,}75\ \cancel{kg} \cdot 4{,}186\ \frac{kJ}{\cancel{kg}\,K} \ln\left(\frac{20{,}2 + 273{,}15}{18{,}0 + 273{,}15}\right) = 55{,}15\ \frac{J}{K}$$

d) $$\Delta S = \Delta S_t + \Delta S_a = (-53{,}65 + 55{,}15)\frac{J}{K} = 1{,}50\ \frac{J}{K}$$

(4)

a) Il sistema di resistenze tra F ed H può essere rappresentato (e successivamente semplificato) come segue:

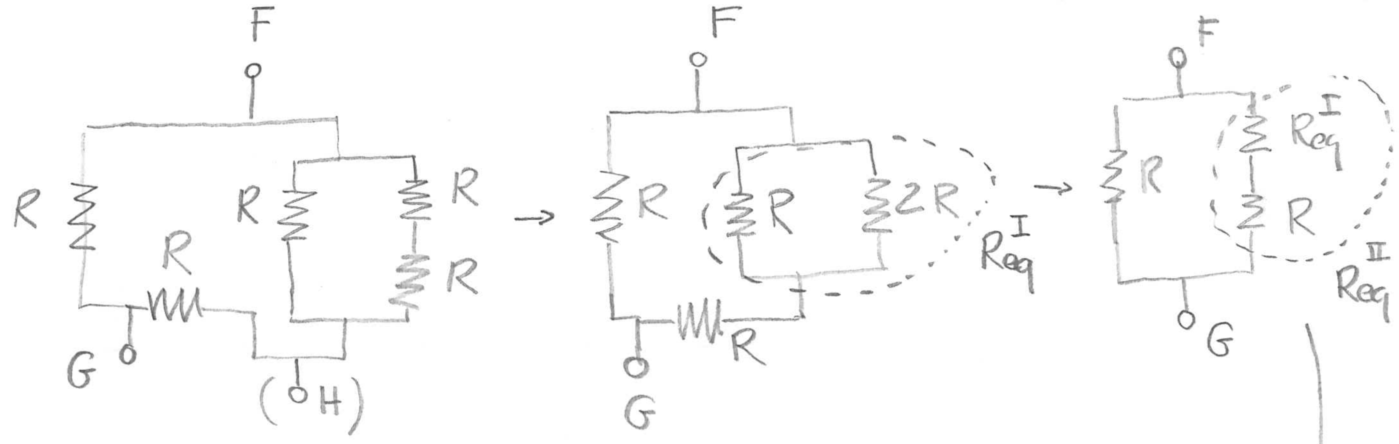


($R = 5{,}00\ \Omega$)

con $\dfrac{1}{R_{eq}} = \dfrac{1}{2R} + \dfrac{1}{2R} + \dfrac{1}{R} = \dfrac{1+1+2}{2R} = \dfrac{2}{R}$

$R_{eq} = \dfrac{R}{2} = 2{,}50\ \Omega$

b) Il sistema di resistenze tra F e G può essere rappresentato (e successivamente semplificato) come segue:



$\dfrac{1}{R_{eq}^{I}} = \dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{2R} = \dfrac{2+1}{2R} = \dfrac{3}{2R}$ $\qquad R_{eq}^{I} = \dfrac{2}{3} R$

$R_{eq}^{II} = R + \dfrac{2}{3} R = \dfrac{5}{3} R$

$\dfrac{1}{R_{eq}'} = \dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{R_{eq}^{II}} = \dfrac{1}{R} + \dfrac{3}{5R} = \dfrac{5+3}{5R} = \dfrac{8}{5R}$

$R_{eq}' = \dfrac{5}{8} R = \dfrac{5}{8} \cdot 5{,}00\ \Omega = 3{,}125\ \Omega$