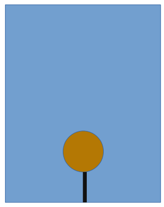
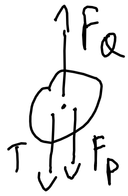
Esercizio 1

una sfera di legno di volume V=3 cm^3 è immersa in acqua e collegata da fune al fondo del contenitore come in figura.



2 a) Disegnare il diagramma a corpo libero



4 b) Sapendo che la densità dell'acqua e del legno sono rispettivamente ρ_{acqua}=1 g/cm^3 e ρ_{legno}=0.6 g/cm^3, calcolare la tensione della fune

$$-mg - T + \rho_a V g = 0$$

$$\Rightarrow T = (\rho_a V g - \rho_e V g) \Rightarrow T = Vg(\rho_a - \rho_e) \simeq 11{,}8\,N$$

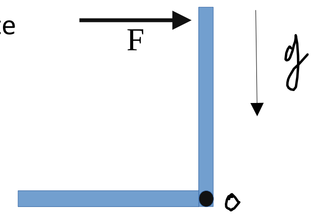
4 c) All'istante t=0s si taglia la fune e la sfera risale in superficie con velocità iniziale nulla. Trascurando gli effetti dell'attrito viscoso, calcolare la velocità della sferetta quando questa è risalita di un tratto Δh=2 cm.

$$1 \quad -mg + \rho_a V g = ma \Rightarrow a = -g + \frac{\rho_a \cancel{V} g}{\rho_e \cancel{V}} = 6{,}54\,m/s$$

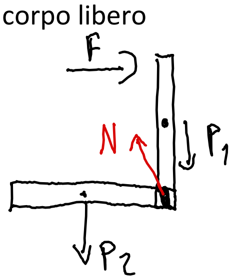
$$2 \quad \Delta h = \frac{1}{2} a \tau_h^2 \Rightarrow \tau_h = \sqrt{\frac{2\Delta h}{a}} \quad ; \quad 3 \quad \boxed{V = a\tau_h = 0{,}5\,m/s}$$

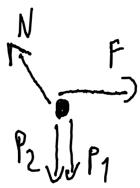
Esercizio 2

Due aste omogenee uguali, ciascuna di massa m= 2kg e lunghezza l=0.6 m, sono fissate tra loro come mostrato in figura. Il sistema composto dalle due aste può ruotare attorno ad un punto O. Il sistema, su un piano verticale, è tenuto in equilibrio da una forza F applicata nel punto A.



2 a)Disegnare il diagramma a corpo libero





6 b) Calcolare i moduli della forza F e della reazione del vincolo O all'equilibrio.

$$P_2 \frac{\cancel{l}}{2} - F\cancel{l} = 0 \Rightarrow F = \frac{P_2}{2} = \frac{mg}{2} = 9{,}81\,N$$

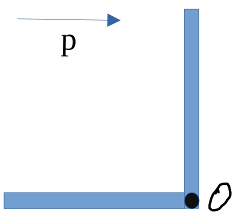
$$N_y - P_1 - P_2 = 0 \Rightarrow N_y = P_1 + P_2 = 2mg = 39{,}24\,N$$

$$-N_x + F = 0 \Rightarrow N_x = 9{,}81 \Rightarrow |N| = \sqrt{N_x^2 + N_y^2} = 40{,}4\,N$$

2 c) Sapendo che il momento d'inerzia di una singola asta rispetto al suo centro di massa è $I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot l^2$, calcolare il momento d'inerzia delle singole aste rispetto al punto O.

$$I = \frac{1}{12} m l^2 + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{3} m l^2 = 0,24\ kg\ m^2$$

d) (OPZIONALE) Si pone lo stesso sistema composto dalle due aste in un piano orizzontale. Anche in questo caso il sistema è libero di ruotare attorno al punto O. Un proiettile con quantità di moto p = 5.2 N s colpisce l'estremo A e vi resta conficcato. Supponendo che la massa del proiettile sia trascurabile, calcolare il momento angolare del proiettile prima dell'urto e la velocità angolare del sistema dopo l'urto. (N.B: Il momento d'inerzia del sistema composto dalle due aste è dato dalla somma dei due momenti d'inerzia calcolati al punto c)



Conservazione del momento angolare: $L_i = p l$

$L_f = I' \omega$ con $I' = 2I \Rightarrow \omega = \frac{pl}{2I} = 6,5\ \frac{rad}{s}$

Esercizio 3

Due corpi con la stessa capacità termica C= 500 J/K si trovano inizialmente in un contenitore adiabatico, separati da una parete adiabatica. Le temperature dei due corpi sono T1= 0 °C e T2=100 °C. Dopo aver rimosso la parete adiabatica i due corpi vengono messi a contatto e possono scambiare calore.

3 a) calcolare la temperatura di equilibrio

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \cancel{C}(T_f - T_1) + \cancel{C}(T_f - T_2) = 0$$

$$T_f = \frac{T_1 + T_2}{2} = 50\ °C = 323,15\ K$$

3 b) Calcolare la variazione di entropia del sistema

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \int_{T_1}^{T_f} C \frac{dT}{T} + \int_{T_2}^{T_f} C \frac{dT}{T} = C\left(\log\frac{T_f}{T_1} + \log\frac{T_f}{T_2}\right) = 12,11\ \frac{J}{K}$$

2 c) Dire se il processo è reversibile o irreversibile

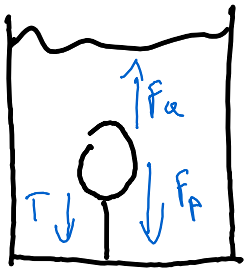
Il processo di scambio di calore tra 2 corpi è irreversibile, come conseguenza lo stato finale del sistema isolato ha entropia maggiore dello stato iniziale

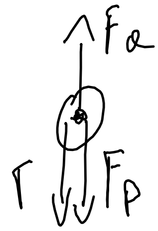
2 d) I due blocchi a temperatura T1= 0 °C e T2=100 °C non vengono messi a contatto, ma vengono usati come sorgente fredda e calda di una macchina termica reversibile. Calcolare il rendimento della macchina termica.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{273,15}{373,15} \simeq 26,8\%$$

Ex 1

a)





b) $\rho_{acq} = 1\ g/cm^3$ $\quad \rho_l = 0{,}6\ g/cm^3$

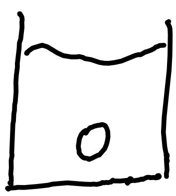
$$\sum F = m \underset{0}{\underset{\parallel}{a}}$$

$$F_a - T - F_p = 0$$

$$\rho_a V g - T - \rho_l V g = 0$$

$$T = Vg(\rho_a - \rho_l) = \quad N$$

c)



$$F_a - P_p = m a \Rightarrow \rho_a \cancel{V} g - \rho_l \cancel{V} g = \rho_l \cancel{V} a$$

$$a = \frac{(\rho_a - \rho_l)}{\rho_l} g$$

$$^{*}\, y(\tau) = \frac{1}{2} a \tau^2 + \cancel{v_0 \tau} + y_0 \Rightarrow \frac{y(t) - y_0}{\Delta h} = \frac{1}{2} a \tau^2$$

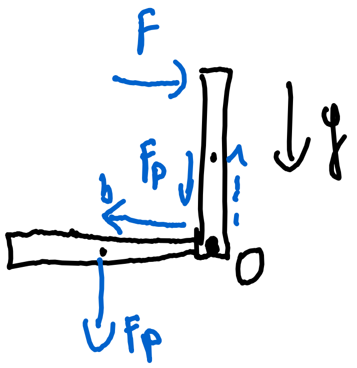
$$v_y(\tau) = a\tau + \cancel{v_0}$$

da * calcolo il τ

$$\frac{1}{2} a \tau^2 = \Delta h \Rightarrow \tau^* = \sqrt{\frac{2\Delta h}{a}}$$

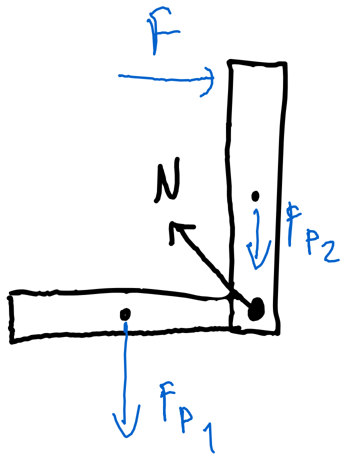
$$v(\tau^*) = a \sqrt{\frac{2\Delta h}{a}} = \sqrt{2 \Delta h\, a}$$

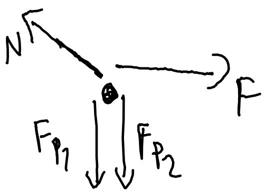
Ex 2



$m,\ l$

a)





b)

F

$$\sum \tau = I \underset{0}{\underset{\shortparallel}{\alpha}} \quad \Big| \quad \sum F = m a$$

$$\sum \tau = 0$$

$$F_{P_1} \cdot \frac{\cancel{\ell}}{2} - F \cancel{\ell} = 0$$

$$F = \frac{mg}{2} = 9{,}81 \, N$$

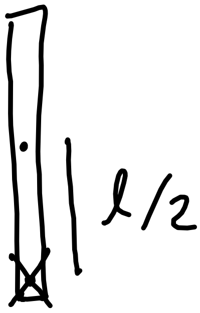
Modulo di N

$$-F_{P_1} - F_{P_2} + N_y = 0 \Rightarrow N_y = F_{P_1} + F_{P_2} = 2mg$$

$$F - N_x = 0 \Rightarrow N_x = F$$

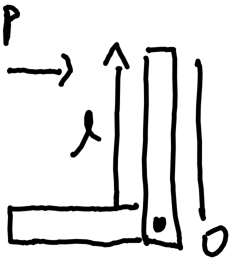
$$|N| = \sqrt{N_x^2 + N_y^2}$$

c) $I_0 = \frac{1}{12} m l^2$



$$I' = I_0 + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{12} m l^2 + \frac{m l^2}{4} = \frac{1}{3} m l^2$$

d)



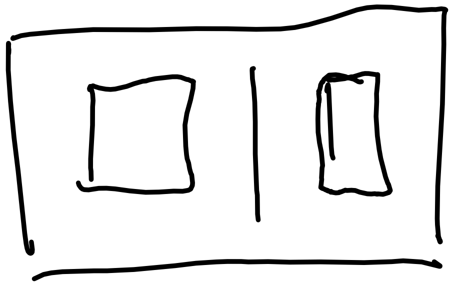
$P = 5{,}2\ Ns$

$L_i = P l$

$I_{Tot} = 2 I' = \frac{2}{3} m l^2$

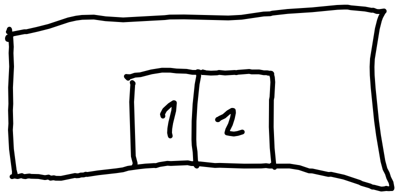
$L_f = I_{Tot}\, \omega$

$$P l = I_{Tot}\, \omega \Rightarrow \omega = \frac{P l}{I_{Tot}}$$



$T_1 = 0\,°C$

$T_2 = 100\,°C$



$$\boxed{Q = c\,\Delta T}$$

a)

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\cancel{c}(T_f - T_1) + \cancel{c}(T_f - T_2) = 0$$

$$T_f = \frac{T_1 + T_2}{2} = 50\,°C \rightarrow 323{,}15\,K$$

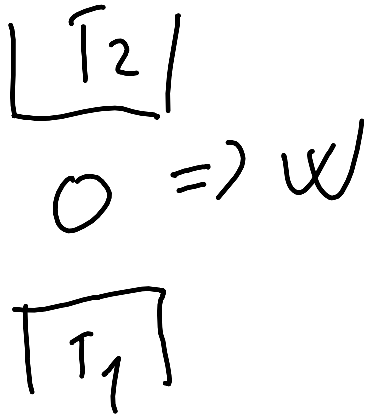
b)

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} \qquad dQ = c\,dT$$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \int_{T_1}^{T_f} \frac{c\,dT}{T} + \int_{T_2}^{T_f} \frac{c\,dT}{T} =$$

$$= c\left[\log\frac{T_f}{T_1} + \log\frac{T_f}{T_2}\right]$$

d)



$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

$$\eta' \leq \eta$$