UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche – 011SM Fisica

A.A. 2021/2022 Sessione Autunnale – II Prova Scritta – 29.09.2022

Tempo a disposizione: 2 h e 30’

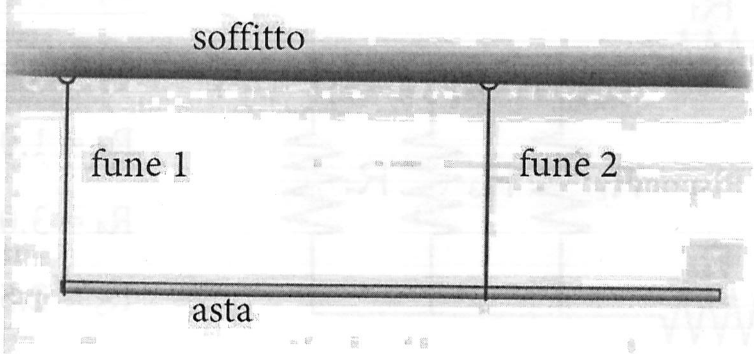
Cognome ......RIGON...... **Nome** ......LUIGI......

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) Un’asta cilindrica di massa $m = 1.8$ kg e lunghezza $l = 60$ cm viene mantenuta in posizione *orizzontale* da due funi di massa trascurabile, disposte *verticalmente* ed agganciate al soffitto (vedi figura). La prima fune (fune 1) è agganciata all’estremità sinistra dell’asta, mentre la seconda (fune 2) è agganciata ad una distsanza $d = 20$ cm dall’estremità destra. Calcolare:



a) La tensione T_1 sulla fune 1:

i) $T_1 = \frac{1}{4} mg$ ii) $T_1 =$ 4,4 N

b) La tensione T_2 sulla fune 2:

i) $T_2 = \frac{3}{4} mg$ ii) $T_2 =$ 13 N

2) Un oggetto di forma cilindrica ha un’altezza $h = 20$ cm ed un diametro incognito d. L’oggetto, appeso ad un dinamometro (ovvero ad una molla verticale tarata per misurare le forze) risulta pesare $P = 140$ N. Se lo stesso oggetto viene immerso completamente in acqua, risulta pesare $P' = 100$ N.

Determinare:

a) Il diametro del cilindro d:

i) $d = 2\sqrt{\frac{P-P'}{\pi \rho' g h}}$ con $\rho' = 1{,}0\ g/cm^3$ ii) $d =$ 16 cm

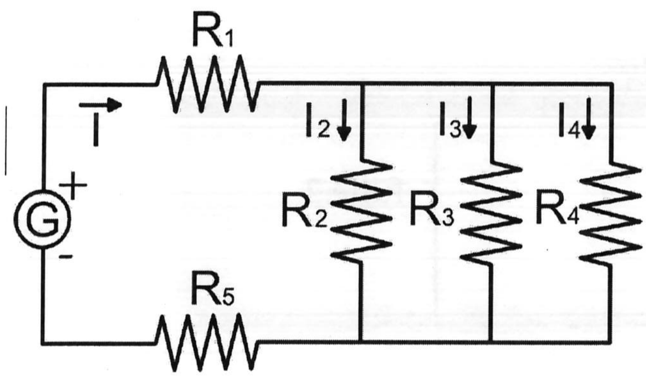
b) La densità del cilindro ρ:

i) $\rho = \frac{P-P'}{\rho' g}$ ii) $\rho =$ 3,5 g/cm^3

3) Giulia si siede al tavolo di un bar ed ordina un thè bollente, chiedendo che le vengano portati anche alcuni cubetti di ghiaccio, a parte. Una volta raggiunto il grado di infusione desiderato, Giulia ha quindi davanti a sè una tazza con $V_t = 200$ ml di thè (approssimabile ad acqua) ad una temperatura $T_t = 90$ °C, ed un cospicuo numero di cubetti di ghiaccio, ciascuno di lato $l = 2.0$ cm, alla temperatura $T_g = 0$ °C. A questo punto, Giulia mette nel proprio thè n cubetti di ghiaccio ed attende che si sciolgano completamente. Supponendo per semplicità che la densità del ghiaccio sia uguale alla densità dell'acqua ($\rho = 1.0$ g/cm³) e ricordando che il calore latente di fusione del ghiaccio vale $K = 330$ J/g e che il calore specifico dell'acqua vale $c = 4.19$ J/(g °C), calcolare quanti cubetti sono necessari affinchè la temperatura finale sia di circa $T_f = 45$ °C.

i) $n = \frac{Q_t}{Q_e^c + Q_s^c}$ (vedi sol. estesa) ii) $n =$ 9 cubetti

4) Nel circuito rappresentato in figura, il generatore di tensione ideale (G) fornisce una differenza di potenziale $\Delta V = 15$ V, mentre le resistenze valgono rispettivamente:



$R_1 = 2.0\ \Omega$

$R_2 = 1.5\ \Omega$

$R_3 = 1.0\ \Omega$

$R_4 = 3.0\ \Omega$

$R_5 = 2.5\ \Omega$

Calcolare:

a) La resistenza R_p equivalente alle resitenze in parallelo R_2, R_3 ed R_4

i) $R_p =$ R con R = 0,5 Ω ii) $R_p =$ 0,5 Ω

b) La resistenza R_{eq} equivalente all'intero sistema di resistenze del circuito

i) $R_{eq} =$ 10 R ii) $R_{eq} =$ 5,0 Ω

c) La corrente I che attraversa la resistenza R_1

i) $I = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$ ii) $I =$ 3,0 A

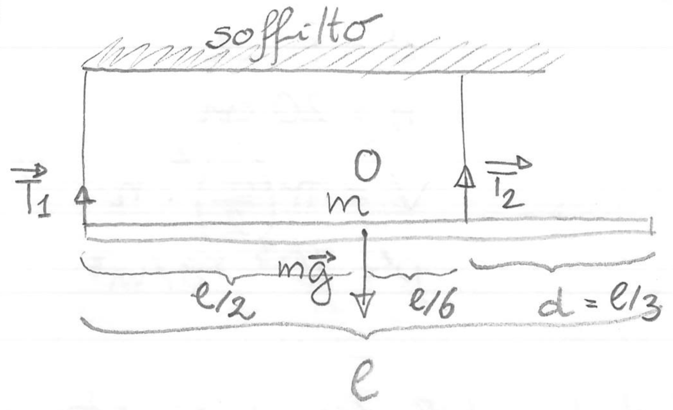
d) La differenza di potenziale ΔV_5 che si trova ai capi della resistenza R_5

i) $\Delta V_5 =$ $R_5 \cdot I$ ii) $\Delta V_5 =$ 7,5 V

e) La corrente I_3 che attraversa la resistenza R_3

i) $I_3 =$ $\Delta V_3 / R_3$ ii) $I_3 =$ 1,5 A

1



$m = 1{,}8\ kg$

$\ell = 60\ cm$

$d = 20\ cm = \ell/3$

- $\vec{T}_1$ e $\vec{T}_2$ sono disposte verticalmente verso l'alto.
- $m\vec{g}$ è diretta verticalmente verso il basso, e si può considerare applicata al centro geometrico (e baricentro) dell'asta, il punto O in figura
- Affinché vi sia equilibrio traslazionale, deve essere:

$$\Sigma \vec{F} = 0$$
$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + m\vec{g} = 0$$
$$T_1 + T_2 - mg = 0 \qquad (I)$$

- Affinché vi sia equilibrio rotazionale, invece:

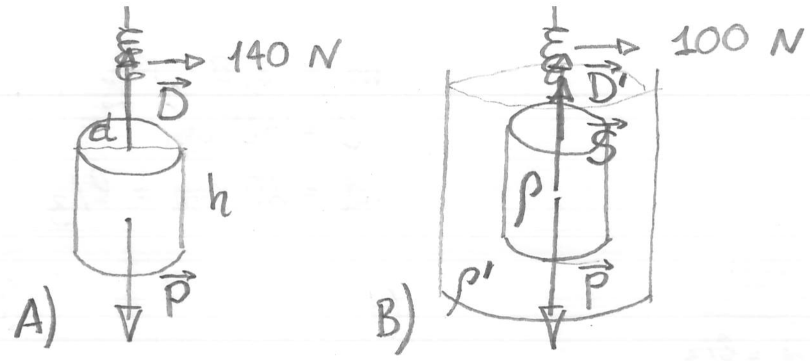
$$\Sigma \vec{M} = 0$$ (calcolo i momenti rispetto ad O, ma avrei potuto scegliere altri punti)

$$T_1 \frac{\cancel{\ell}}{2} = T_2 \cdot \frac{\cancel{\ell}}{6} \qquad (II)$$

- Quindi: $\begin{cases} T_1 + T_2 = mg \\ T_1 = \frac{1}{3} T_2 \end{cases}$ $\begin{cases} \frac{1}{3} T_2 + T_2 = mg \\ - \end{cases}$ $\begin{cases} \frac{4}{3} T_2 = mg \\ \end{cases}$

$$\begin{cases} T_2 = \frac{3}{4} mg = \frac{3}{4} \cdot 1{,}8\ kg \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} = 13{,}2\ N \\ T_1 = \frac{1}{4} mg = \frac{1}{4} \cdot 1{,}8\ kg \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} = 4{,}41\ N \end{cases}$$

②



$d = ?$

$h = 20\ cm$

$V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h$

$\rho' = 10^3\ kg/m^3$

- Nel caso A), la forza esercitata dal dinamometro ($\vec{D}$) è uguale in modulo e direzione a $\vec{P}$, ma con verso opposto.

$$\Rightarrow P = 140\ N$$

- Nel caso B), la forza esercitata dal dinamometro ($\vec{D'}$) è uguale in modulo e direzione a $\vec{P}'$, ma con verso opposto. A sua volta, $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{S}$ con $\vec{S}$ spinta di Archimede, diretta verso l'alto

$$\vec{S} = \vec{P}' - \vec{P}$$

$$S = |100 - 140|\ N = 40\ N$$

a) Il problema si riduce quindi a trovare d tale che $S = 40 N$

$$S = \rho' g V = \rho' g \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h = P - P'$$

$$\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{(P - P')}{\pi \rho' g h}$$

$$d = 2\sqrt{\frac{P - P'}{\pi \rho' g h}}$$

$$= 2\sqrt{\frac{40\ N}{\pi\ 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}20\ m}}$$

$$= 2m \cdot 0{,}081 = 16\ cm$$

b) Da $S = \rho' g V = P - P'$ si ha

$$V = \frac{P - P'}{\rho' g} \qquad (I)$$

Ma deve essere anche: $\rho V g = mg = P$

Da cui $V = \dfrac{P}{\rho g}$

Sostituendo nella (I):

$$\frac{P}{\rho g} = \frac{P-P'}{\rho' g}$$

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{P}{P-P'} = \frac{140\ N}{40\ N} = 3{,}5$$

$$\rho = 3{,}5 \cdot \rho' = 3{,}5\ g/cm^3$$

——— o ———

In alternativa, noto d si può trovare V:

$$V = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h = \pi(8\,cm)^2 \cdot 20\,cm \overset{!}{=} 4020\ cm^3$$

Da P si ricava m:

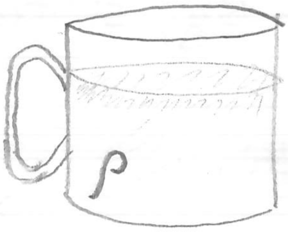
$$mg = P$$

$$m = \frac{P}{g} = \frac{140\ N}{9{,}8\ m/s^2} = 14{,}29\ Kg$$

Ed infine $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{14290\ g}{4020\ cm^3} \cong 3{,}5\ g/cm^3$

——— o ———

③



$\rho \quad V_t \quad + \quad n \times$

$\underbrace{}_{}$ $m_g = V_g \rho_g$

ℓ

ρ_g → sarebbe $\rho_g = 0{,}92\ g/cm^3$

ma approssimo $\rho_g = \rho$

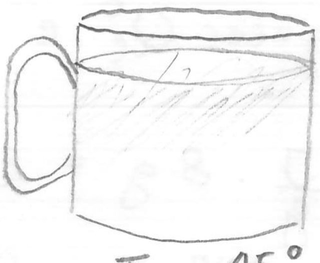
$T_t = 90°$ $\qquad$ $T_g = 0°$

$K = 330\ J/g$

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

(*) questo significa che V_g è anche il volume dell'acqua che si ottiene dalla fusione del ghiaccio

$c = 4{,}19\ \frac{J}{g\,°C}$



$V_f = V_t + V_g$

$T_f = 45°$

(*)

In un primo momento calcolo V_g, il volume del ghiaccio necessario a raffreddare il thè alla temperatura desiderata. Successivamente calcolerò quanti cubetti servono per ottenere V_g. Il calore ceduto dal thè (Q_t) deve essere tale da sciogliere (Q_ℓ) e scaldare (Q_s) il volume di ghiaccio V_g.

$$Q_t = c \cdot m_t \Delta T = c \rho V_t \cdot (T_t - T_f)$$

$$Q_\ell = K \cdot m_g \cong K \rho V_g$$

$$Q_s = c \rho V_g (T_f - T_g)$$

$$Q_t = Q_\ell + Q_s$$

$$c\cancel{\rho} V_t (T_t - T_f) = K \cancel{\rho} V_g + c \cancel{\rho} V_g (T_f - T_g)$$

$$V_g = \frac{c V_t (T_t - T_f)}{K + c(T_f - T_g)} = \frac{4{,}19 \frac{J}{g\,\cancel{°C}} \cdot 200g \cdot 45\cancel{°C}}{330 \frac{J}{g} + 4{,}19 \frac{J}{g\,\cancel{°C}} \cdot 45\cancel{°C}}$$

$$\stackrel{!}{=} \frac{37\,710\ J}{330 \frac{J}{g} + 189 \frac{J}{g}} = 73\ g$$

Considerando che ciascun cubetto ha un volume $V_c = \ell^3 = 8\ cm^3$ e quindi massa $m_c = 8g$, si trova:

$$n = \frac{V_g}{V_c} = \frac{73\ cm^3}{8\ cm^3} \cong 9 \text{ cubetti.}$$

Un approccio alternativo poteva essere: calcolare quanto calore serve per sciogliere Q_ℓ^c e scaldare Q_s^c un singolo cubetto

$$Q_\ell^c = K \cdot \rho V_c = 330 \frac{J}{g} \cdot 8\ g = 2640\ J$$

$$Q_s^c = c \rho V_c \cdot (T_f - T_g) = 4{,}19 \frac{J}{g\ {}^\circ C} \cdot 8g \cdot 45\ {}^\circ C = 1508\ J$$

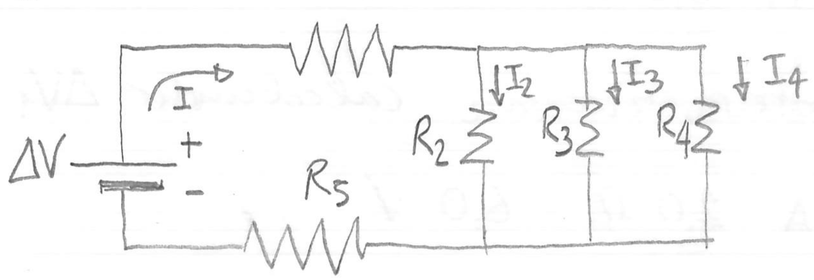
Considerando che il thē, per raffreddarsi, deve cedere:

$$Q_t = c\, m_t (T_t - T_f) = 4{,}19 \frac{J}{g\ {}^\circ C} \cdot 200\ g \cdot 45\ {}^\circ C = 37710\ J$$

Allora $n = \dfrac{Q_t}{Q_\ell^c + Q_s^c} = \dfrac{37710\ J}{(2640 + 1508)\ J} \cong 9$ cubetti

---

4



$\Delta V = 15\ V$

$R_1 = 2{,}0\ \Omega = 4R$

$R_2 = 1{,}5\ \Omega = 3R$

$R_3 = 1{,}0\ \Omega = 2R$

$R_4 = 3{,}0\ \Omega = 6R$

$R_5 = 2{,}5\ \Omega = 5R$

con $R = 0{,}5\ \Omega$

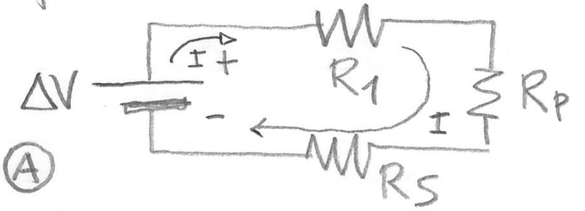
a) $$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{6R} = \frac{2+3+1}{6R} = \frac{1}{R}$$

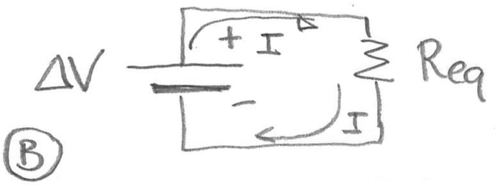
$R_p = R = 0{,}5\ \Omega$

b) $R_{eq} = R_1 + R_p + R_5 = 4R + R + 5R = 10R = 5{,}0\ \Omega$

Infatti R_1, R_p ed R_5 sono in serie:



$\Rightarrow$



c) I è la stessa che circola nel circuito equivalente B in cui è presente solo R_{eq}, quindi:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{15\ V}{5{,}0\ \Omega} = 3{,}0\ A$$

d) Anche R_5 è attraversato dalla stessa I, per cui vale:

$$\Delta V_5 = R_5 \cdot I = 2{,}5\ \Omega \cdot 3{,}0\ A = 7{,}5\ V$$

e) Conviene prima calcolare ΔV_3, ovvero la d.d.p ai capi di R_3. Questa è la stessa che si trova ai capi di R_p nel circuito equivalente A:

$$\Delta V_3 = I \cdot R_p = 3,0\ A \cdot 0,5\ \Omega = 1,5\ V$$

In alternativa, ΔV_3 si poteva ricavare calcolando ΔV_1

$$\Delta V_1 = I \cdot R_1 = 3,0\ A \cdot 2,0\ \Omega = 6,0\ V$$

e ricordando che $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_3 + \Delta V_5$

ovvero $\Delta V_3 = \Delta V - \Delta V_1 - \Delta V_5$

$$\overset{!}{=} (15,0 - 6,0 - 7,5)\ V = 1,5\ V$$

Una volta trovato ΔV_3 si applica ancora una volta la legge di Ohm:

$$I_3 = \frac{\Delta V_3}{R_3} = \frac{1,5\ V}{1,0\ \Omega} = 1,5\ A$$