UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche

A.A. 2017/2018 – Corso di Fisica

VI Prova Scritta – Sessione Autunnale – II Appello - 21.09.2018

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) In un'eruzione vulcanica, un frammento di roccia lavica porosa, di densità media $\rho = 2.8$ g/cm^3, viene lanciato in verticale verso l'alto con una velocità iniziale $v_i = 38$ m/s. Il frammento, approssimabile ad una sfera di diametro $d = 5{,}2$ cm, percorre all'insù un tratto $h = 50$ m prima di fermarsi e ricadere. Calcolare:

a) L'energia cinetica iniziale K_i del frammento di roccia:

i) $K_i = \frac{1}{2} m v_i^2$, con $m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$ ii) $K_i =$ 149 J

b) Il lavoro L_a compiuto dall'attrito dell'aria sul frammento di roccia durante la fase ascendente del moto:

i) $L_a = mgh - K_i$ ii) $L_a =$ − 47,9 J

c) La velocità finale v_f del frammento di roccia quando esso ritorna alla quota iniziale, supponendo che il lavoro compiuto dall'attrito dell'aria sul frammento di roccia durante la fase discendente del moto sia pari all'80% di L_a:

i) $v_f = \sqrt{\frac{2K_f}{m}}$ ii) $v_f =$ 24,7 m/s

2) Alcune gocce di sangue, immesse in una miscela ai 2/3 in volume di xilene ed a 1/3 di bromobenzene, vi rimangono immerse in equilibrio. Sapendo che la densità dello xilene è pari a $\rho_x = 0.86$ g/cm^3 e quella del bromobenzene è pari a $\rho_b = 1.47$ g/cm^3, determinare la densità ρ delle gocce di sangue

i) $\rho = \frac{2}{3}\rho_x + \frac{1}{3}\rho_b$ ii) $\rho =$ 1,063 g/cm^3

3) $V = 2\ l$ d'acqua, inizialmente alla temperatura $T_i = 20$ °C, vengono scaldati su un fornello elettrico, raggiungendo la temperatura $T_f = 75$ °C in un tempo $\Delta t = 12$ min. Si stima che la quantità di calore ceduta al contenitore ed all'ambiente esterno nel processo sia pari a $Q_{amb} = 8.0 \cdot 10^4$ J. Calcolare:

a) la variazione di energia interna dell'acqua

i) $\Delta E_{int} =$ $Q = mc\Delta T$ ii) $\Delta E_{int} =$ $4{,}6 \cdot 10^5$ J

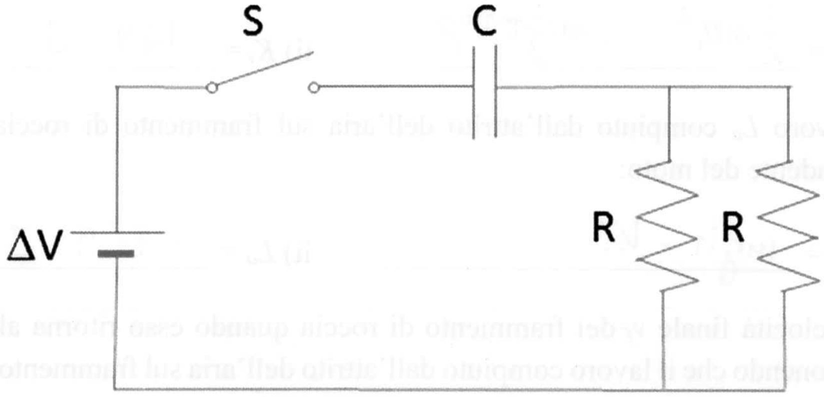
b) la potenza erogata dal fornello

i) $P =$ $\frac{Q + Q_{amb}}{\Delta t}$ ii) $P =$ 750 W

c) la variazione di entropia dell'acqua

i) $\Delta S =$ $\int_{T_i}^{T_f} \frac{dQ}{T} = mC \ln \frac{T_f}{T_i}$ ii) $\Delta S =$ $1{,}44 \cdot 10^3$ J/K

4) Due resistori identici da $R = 6.00$ MΩ sono collegati in parallelo con una batteria da $\Delta V = 75.0$ V attraverso un condensatore da $C = 0.350$ μF, come in figura. Inizialmente, il condensatore è scarico e l'interruttore S aperto. L'interruttore S viene chiuso all'istante $t_0 = 0$. Calcolare:



a) La carica q_1 e q_2 sulle armature del condensatore rispettivamente a $t_1 = 0.50$ s e $t_2 = 5.00$ s:

i) $q_1 =$ $C\Delta V \left(1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}\right)$ con $\tau = \frac{RC}{2}$ ii) $q_1 =$ 10 μC

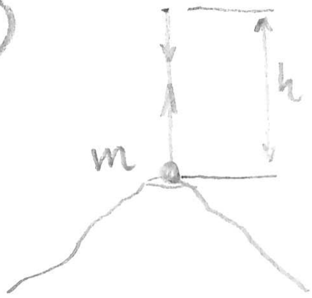
i) $q_2 =$ $C\Delta V \left(1 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}\right)$ ii) $q_2 =$ 26 μC

b) La corrente i_1 e i_2 che attraversa ciascun resistore rispettivamente a $t_1 = 0.50$ s e $t_2 = 5.00$ s:

i) $i_1 =$ $\frac{1}{2} \frac{\Delta V}{R} e^{-\frac{t_1}{\tau}}$ ii) $i_1 =$ 9,0 μA

i) $i_2 =$ $\frac{\Delta V}{R} e^{-\frac{t_2}{\tau}}$ ii) $i_2 =$ 1,25 μA

(1)



$\rho = 2{,}8\ \frac{g}{cm^3}$ $h = 50\ m$

$v_i = 38\ m/s$

$d = 5{,}2\ cm$

$r = \frac{d}{2} = 2{,}6\ cm$

$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 73{,}6\ cm^3$

$m = \rho V = 206\ g = 0{,}206\ Kg$

a) L'energia cinetica iniziale K_i è data da:

$$K_i = \frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{1}{2}\rho \frac{4}{3}\pi r^3 v_i^2 = 149\ J$$

b) Dal teorema lavoro - energia, applicato alla traiettoria ascendente

$$\mathcal{L} = \Delta K$$

lavoro della forza di gravità

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_a + \mathcal{L}_g = \Delta K$$

$$\mathcal{L}_a - mgh = -K_i$$

$$\mathcal{L}_a = mgh - K_i = mgh - \frac{1}{2}mv_i^2 = m\left(gh - \frac{1}{2}v_i^2\right)$$

$$= 0{,}206\,Kg \cdot 9.8\,\frac{m}{s^2} \cdot 50\,m - 149\ J$$

$$= -47{,}9\ J$$

c) Sempre per il teorema lavoro - energia, stavolta applicato all'intero percorso (ascendente e discendente)*

$$K_f - K_i = \mathcal{L}_a + 0{,}8\,\mathcal{L}_a = 1{,}8\,\mathcal{L}_a$$

$$K_f = K_i + 1{,}8\,\mathcal{L}_a = 149\,J - 86.2\,J = 62{,}8\ J$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2K_f}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 62{,}8\ J}{0{,}206\ kg}} = 24{,}7\ \frac{m}{s}$$

---

* Si noti che $\mathcal{L}_g$ sull'intero percorso è nullo, in quanto il percorso è chiuso e la forza peso è conservativa.

(2) Le gocce di sangue rimangono in equilibrio; pertanto la forza peso $\rho V g$ è perfettamente bilanciata dalla spinta di Archimede $\rho_m V g$, con ρ_m densità della miscela. Quindi

$$\rho \cancel{V}\cancel{g} = \rho_m \cancel{V}\cancel{g}$$
$$\rho = \rho_m$$

ovvero la densità del sangue è uguale a quella della miscela.

Per trovare ρ_m consideriamo un volume di miscela V

$\frac{2}{3}V \rightarrow$ xilene

$\frac{1}{3}V \rightarrow$ bromobenzene

Massa del volume di miscela V:

$$m = \rho_x \frac{2}{3}V + \rho_b \frac{1}{3}V$$

Quindi

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{\rho_x \frac{2}{3}\cancel{V} + \rho_b \frac{1}{3}\cancel{V}}{\cancel{V}} = \frac{2}{3}\rho_x + \frac{1}{3}\rho_b$$

$$= \frac{2}{3}\, 0.86 \frac{g}{cm^3} + \frac{1}{3}\, 1,47 \frac{g}{cm^3}$$

$$= 0.573 \frac{g}{cm^3} + 0,49 \frac{g}{cm^3} = 1,063 \frac{g}{cm^3}$$

③ $V = 2\,l$ di H_2O $\qquad C = 4{,}185\ \frac{kJ}{kg\,K}$

$T_i = 20\ °C = 293\ K$

$T_f = 75\ °C = 348\ K$

$\Delta T = T_f - T_i = 55\ °C$ (o $55\ K$) $\qquad Q_{amb} = 8{,}0 \cdot 10^4\ J$

a) Per il primo principio $\Delta E_{int} = \mathcal{L} + Q$

Poiché però l'acqua liquida non si espande apprezzabilmente, $\mathcal{L} = 0$; quindi:

$$\Delta E_{int} = Q = mC\Delta T = 2\,kg \cdot 4{,}185\ \frac{kJ}{kg \cdot \cancel{K}} \cdot 55\ \cancel{K}$$

$$= 460\ kJ = 4{,}6 \cdot 10^5\ J$$

b) Il fornello deve fornire $Q + Q_{amb}$ in $12\ min = 720\ s$

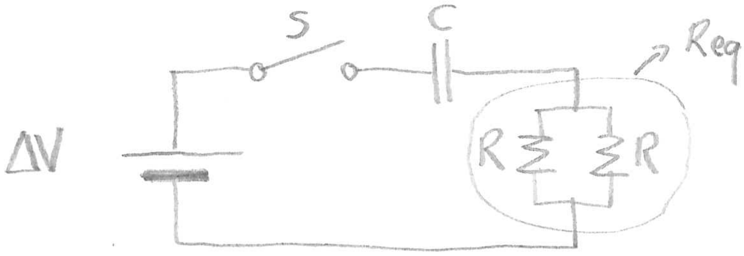
$$P = \frac{\mathcal{L}}{\Delta t} = \frac{Q + Q_{amb}}{\Delta t} = \frac{4.6 \cdot 10^5 + 0{,}8 \cdot 10^5\ J}{7.2 \cdot 10^2\ s} = 0{,}75 \cdot 10^3\ W$$

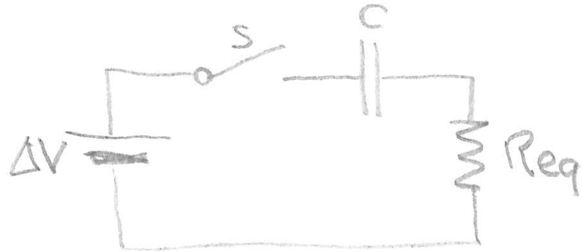
c) La variazione di entropia ΔS è data da:

$$\Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{dQ}{T} = mC\int_{T_i}^{T_f} \frac{dT}{T} = mC \ln \frac{T_f}{T_i} = 2\,\cancel{kg}\ 4{,}185\ \frac{kJ}{\cancel{kg} \cdot K} \ln \frac{348}{293}$$

$$= 1{,}44\ \frac{kJ}{K}$$

4





Si tratta di un circuito RC con $(R_{eq})^{-1} = R^{-1} + R^{-1} = 2R^{-1}$

$$R_{eq} = \frac{1}{2} R = 3{,}00\ M\Omega$$

$$C = 0{,}350\ \mu F$$

$$\tau = R_{eq} \cdot C = 3{,}00\ \cancel{M}\Omega \cdot 0{,}350\ \cancel{\mu}F = 1{,}05\ s$$

a) $q(t) = (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})Q$ con $Q = C\Delta V = 0{,}350 \cdot 10^{-6}\ F \cdot 75\ V$
$= 26{,}25 \cdot 10^{-6}\ C$

$$q_1 = q(t_1) = (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}})Q = 0{,}38\ Q = 10^{-5}\ C = 10\ \mu C$$
$$q_2 = q(t_2) = (1 - e^{-\frac{t_2}{\tau}})Q = 0{,}99\ Q = 26 \cdot 10^{-6} C = 26\ \mu C$$

b) La corrente che attraversa il condensatore vale:

$$i'(t) = e^{-\frac{t}{\tau}} I \quad \text{con} \quad I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{75\ V}{3{,}0\ M\Omega} = 25\ \mu A$$

Tuttavia, la corrente che attraversa ciascun resistore è esattamente metà di questa, ovvero:

$$i_1 = i(t_1) = \frac{1}{2} I e^{-\frac{t_1}{\tau}} = 12{,}5\ \mu A \cdot 0.72 = 9{,}0\ \mu A$$
$$i_2 = i(t_2) = \frac{1}{2} I e^{-\frac{t_2}{\tau}} = 12{,}5\ \mu A \cdot 0{,}01 = 1{,}25\ \mu A$$