UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2015/2016 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Estiva - II Appello - 15.07.2016

Cognome ......RIGON...... **Nome** ......LUIGI......
A.A. d'iscrizione .... **N Matricola** ....

Istruzioni: I problemi vanno svolti per esteso nei fogli protocollo. 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) Una massa m = 0.50 kg è appesa all'estremità inferiore di una molla di costante elastica k = 50 N/m, ma inizialmente viene sorretta con la mano, in modo che la molla non venga allungata dal peso della massa, ma conservi la sua lunghezza di riposo L_0. Se poi la massa è lasciata libera di muoversi:

a) Quale sarà l'estensione massima L della molla rispetto alla sua lunghezza a riposo? $L = L_0 + \Delta L$

i) ΔL = $\frac{2mg}{k}$ ii) $\cancel{L}$ = 19,6 cm

b) Quale sarà il periodo T delle oscillazioni?

i) T = $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ii) T = 0,628 s

2) Un condotto si suddivide per un tratto in 5 condotti identici più piccoli, ciascuno con un diametro d = 2.0 mm. Il sistema è percorso da un fluido viscoso (η = 1.5 Pa s) e incomprimibile in moto stazionario, laminare e non turbolento.

a) Dette Q la portata del condotto grande e q la portata di ciascuno dei condotti piccoli, si dica quanto vale q rispetto a Q.

i) q = Q/5

b) Si supponga che la lunghezza di ciascun condotto piccolo sia l = 20 cm e che la differenza di pressione tra l'ingresso e l'uscita di ciascun condotto piccolo sia pari a Δp = 800 Pa. Quanto valgono q e Q?

i) q = $\frac{\pi}{8}\frac{(d/2)^4}{\eta l}\Delta p$ ii) q = $1,05 \cdot 10^{-3}$ cm³/s

ii) Q = 5q ii) Q = $5,24 \cdot 10^{-3}$ cm³/s

3) Alcune gocce di sangue, lasciate cadere delicatamente in una miscela al 69% *in volume* di xilene e al 31% di bromobenzene, vi rimangono immerse in equilibrio. Determinare la densità del sangue ρ_s sapendo che alla temperatura di esperienza (37 °C) la densità di xilene e di bromobenzene valgono rispettivamente $\rho_x = 0.86$ g/cm^3 e $\rho_b = 1.47$ g/cm^3.

i) $\rho_s = 0,69\,\rho_x + 0,31\,\rho_b$ ii) $\rho_s = 1,05\ g/cm^3$

4) Una quantità $n = 0.100$ mol di un gas ideale *monoatomico* è contenuta in un cilindro verticale di raggio $r = 2.00$ cm, chiuso superiormente da un pistone scorrevole senza attrito, di massa $M = 10.0$ kg. La pressione *esterna* è $p_0 = 1.00$ atm (1.01×10^5 Pa) e la temperatura iniziale è $T = 293$ K.

a) Calcolare la pressione p e il volume V iniziali del gas:

i) $p = p_0 + \frac{Mg}{\pi r^2}$ ii) $p = 1,794 \cdot 10^5$ Pa

i) $V = \frac{nRT}{p}$ ii) $V = 1,357\ \ell$

b) Al gas viene fornita, in modo reversibile, una quantità di calore $Q = 200$ J. Ricordando che per il gas in questione $E_{int}=nC_VT$, $C_V=3R/2$, $C_P=5R/2$ ed $R = 8.31$ J/(mol K), si calcolino la temperatura finale T_f e il lavoro L compiuto *sul* gas durante la trasformazione:

i) $T_f = T + \frac{Q}{nC_p}$ ii) $T_f = 389,3$ K

i) $L = n(C_v - C_p)\Delta T$ ii) $L = -80$ J

5) La quantità di carica q (espressa in Coulomb) che ha attraversato una superficie di area $A = 1.5$ cm^2 varia nel tempo secondo l'equazione $q(t) = 3t^3+2t^2+6t$. Si calcoli:

a) la corrente istantanea I che fluisce attraverso la superficie A nell'istante $t = 0.5$ s:

i) $I = \frac{dq}{dt}$ ii) $I = 10,25$ A

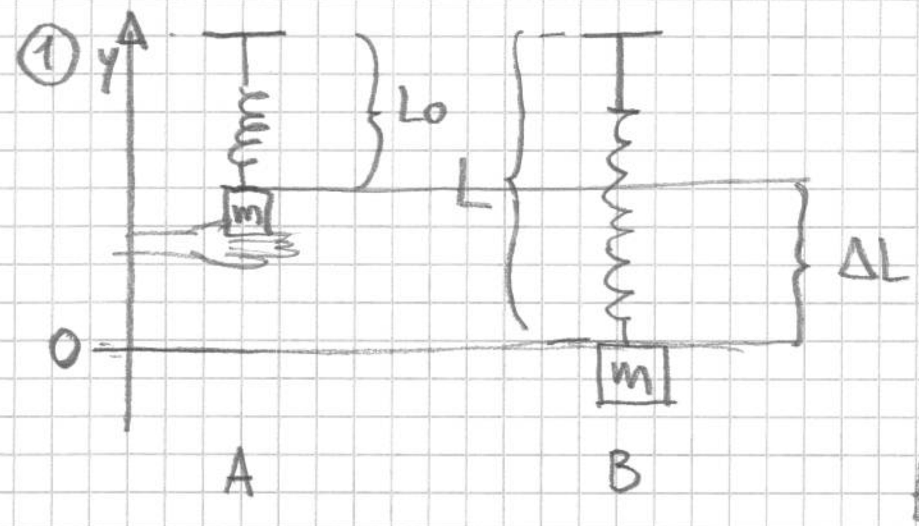
b) la corrispondente densità di corrente J, sempre nell'istante $t = 0.5$ s:

i) $J = \frac{I}{A}$ ii) $J = 6.83 \cdot 10^4$ A/m^2

PROVA SCRITTA - II APPELLO

Soluzione

(1)



$$L = L_0 + \Delta L$$

forza gravitazionale ed elastica

a) Tra A e B agiscono solo forze conservative, quindi

$$E_A = E_B$$

In particolare, fissato un asse y verticale con origine in corrispondenza del massimo allungamento (vedi fig.):

$$E_A = mg\,y_A = mg\,\Delta L$$

$$E_B = \frac{1}{2} k\,\Delta L^2$$

$$mg\,\cancel{\Delta L} = \frac{1}{2} k\,\Delta L^{\cancel{2}}$$

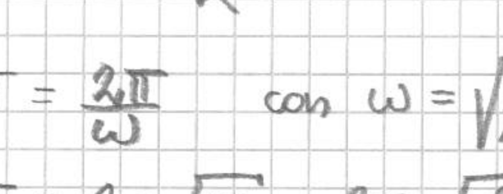
$$\Delta L = \frac{2mg}{K} = \frac{2 \cdot 0{,}50\,Kg \cdot 9{,}8\,m\,s^{-2}}{50\,N m^{-1}} = 0{,}196\,m = 19{,}6\,cm$$

b) $T = \frac{2\pi}{\omega}$ con $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}50\,\cancel{kg}}{50\,\cancel{kg}\,\cancel{m}\,s^{-2}\,\cancel{m^{-1}}}} = 2\pi\sqrt{10^{-2}s^2} = 2\pi\,10^{-1}\,s = 0.628\,s$$

(2)

$Q \longrightarrow 5q$



Flusso stazionario $q = \frac{Q}{5}$

Su ciascun condotto piccolo vale la legge di Poiseuille

$$q = \frac{\pi}{8}\frac{(d/2)^4}{\eta \ell}\Delta p = \frac{\pi}{8}\frac{(10^{-3}m)^4\,800\,Pa}{1{,}5\,Pa\cdot s\;0{,}2\,m} = \frac{\pi}{3}\,10^{-9}\,\frac{m^3}{s}$$

$q = 1,047 \cdot 10^{-9} \frac{m^3}{s} = 1,05 \cdot 10^{-3} \frac{cm^3}{s}$

$Q = 5q = 5,24 \cdot 10^{-3} \frac{cm^3}{s}$

③ V_M = volume miscela

V_x = volume xilene

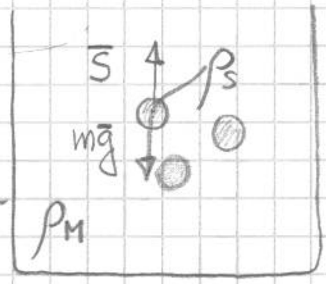
V_b = volume bromobenzene

$V_x = 0,69\, V_M$

$V_b = 0,31\, V_M$

$V_x + V_b = V_M$

Affinché le gocce siano in equilibrio:



$S = mg$

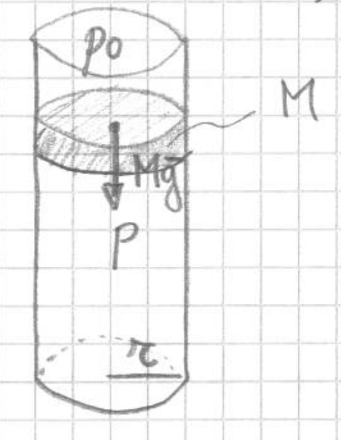
$\rho_M \cancel{V} g = \rho_s \cancel{V} g$ con V volume di una goccia

$\rho_M = \rho_s$ (condizione di equilibrio)

$\rho_s \overset{!}{=} \rho_M = \frac{m_M}{V_M} = \frac{m_x + m_b}{V_M} = \frac{\rho_x V_x + \rho_b V_b}{V_M} = \rho_x \frac{V_x}{V_M} + \rho_b \frac{V_b}{V_M} =$

$= \rho_x\, 0,69 + \rho_b\, 0,31 = 0,69 \cdot 0,86 \frac{g}{cm^3} + 0,31 \cdot 1,47 \frac{g}{cm^3} = 1,05 \frac{g}{cm^3}$

④



$n = 0,100$ mol

$r = 2,00$ cm

$p_0 = 1,00$ atm $= 1,013 \cdot 10^5$ Pa

$T = 293$ K

a) La pressione p è la somma della pressione esterna p_0 e della pressione p' dovuta al peso del pistone:

$p' = \frac{Mg}{\pi r^2} = \frac{10,0\ kg \cdot 9,81\ m s^{-2}}{\pi\ (2 \cdot 10^{-2}\ m)^2} = 0,781 \cdot 10^5$ Pa

$p = p_0 + p' = (1,013 + 0,781) \cdot 10^5\ Pa = 1,794 \cdot 10^5$ Pa

Il volume V si può ricavare da $pV = nRT$

$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,100\ \cancel{mol} \cdot 8,31\ J\ \cancel{mol^{-1}}\ \cancel{K^{-1}} \cdot 293\ \cancel{K}}{1,794 \cdot 10^5\ N\ m^{-2}} =$

$= 135,7 \cdot 10^{-5}\ m^3 = 1,357 \cdot 10^{-3}\ m^3 = 1,357\ \ell = 1,357 \cdot 10^3\ cm^3$

b) $Q = 200\,J$

$E_{int} = nC_vT \quad , \quad C_v = \frac{3}{2}R \quad , \quad C_p = \frac{5}{2}R$

Inoltre vale il primo principio: $\underset{\substack{\text{calore ceduto} \\ \text{AL sistema}}}{Q} + \underset{\substack{\text{lavoro fatto} \\ \text{SUL sistema}}}{L} = \Delta E_{int}$

Infine, la trasformazione avviene a p cost, perché il pistone è libero di muoversi, per cui vale: $Q = nC_p\Delta T$.

Da qui ricavo $\Delta T = \frac{Q}{nC_p} = \frac{Q}{n\frac{5}{2}R} = \frac{2}{5}\frac{Q}{nR} =$

$$= \frac{2}{5}\frac{200\,\cancel{J}}{0{,}100\,\cancel{mol}\cdot 8{,}31\,\cancel{J}\,\cancel{mol^{-1}}\,K^{-1}}$$

$$= 96.3\ K$$

Quindi $T_f = \Delta T + T = (96.3 + 293)\,K = 389.3\,K$

Ritornando infine al I principio:

$$Q + L = \Delta E_{int} = nC_v\Delta T$$

$$nC_p\Delta T + L = nC_v\Delta T$$

$$L = n(C_v - C_p)\Delta T = -\cancel{n}R\,\frac{2}{5}\frac{Q}{\cancel{nR}} = -\frac{2}{5}200\,J = -80\,J$$

questo segno − significa che il sistema compie lavoro sull'ambiente, non viceversa.

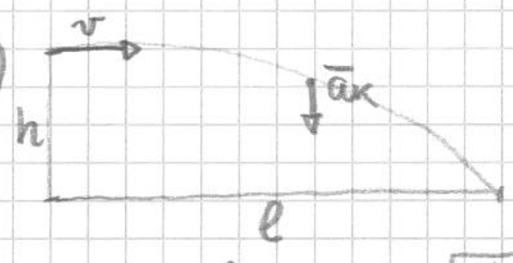
(5) $q(t) = 3t^3 + 2t^2 + 6t$ (in C)

$I(t) = \frac{dq}{dt} = 9t^2 + 4t + 6$ (in $\frac{C}{s} = A$)

a) $I(t = 0{,}5\,s) = 9(0.5)^2 + 4\cdot(0{,}5) + 6 = 10{,}25\ A$

b) $J = \frac{I}{A} = \frac{10{,}25\,A}{1{,}5\cdot(10^{-2}\,m)^2} = 6{,}83\cdot 10^4\,\frac{A}{m^2}$

(5FC)



tempo di volo del sasso $= t$

$h = \frac{1}{2}a_x t^2 \qquad t = \sqrt{\frac{2h}{a_x}}$ moto verticale

moto orizzontale: $v = \frac{l}{t} = l\cdot\left(\frac{2h}{a_x}\right)^{-1/2}$

$$v^2 = \ell^2 \left(\frac{2h}{a_K}\right)^{-1} = \ell^2 \frac{a_K}{2h}$$

$$a_K = \left(\frac{v}{\ell}\right)^2 \cdot 2h = \left(\frac{8{,}95\ \cancel{m}s^{-1}}{6{,}75\ \cancel{m}}\right)^2 \cdot 2 \cdot 1{,}50\ m = 5{,}27\ \frac{m}{s^2}$$

NOTA: si noti che $a_K \cong 0{,}54\, g \simeq \frac{1}{2} g$. Chi ha visto Star Wars Episodio III poteva attendersi che $a_K < g$ visto l'aspetto particolarmente alto e slanciato degli abitanti di Kamino.