INGEGNERIA ELETTRONICA e delle TELECOMUNICAZIONI
FISICA GENERALE 1 - Prova scritta del 16 giugno 2015

COGNOME ____________________ **NOME** ____________________________
NOTA: questo foglio deve essere restituito NOTA: è obbligatorio giustificare brevemente ma in modo esauriente e comprensibile le risposte.

Esercizio 1 Due cubi omogenei sono vincolati a muoversi su una retta orizzontale (asse *x*); vi è attrito sul piano di appoggio. Il primo cubo è inizialmente fermo ed ha massa $2m$. Il secondo è in moto nel verso positivo dell'asse x , ha massa m e la sua velocità subito prima di urtare il primo cubo (in $x=0$ al tempo $t = 0^-$) ha modulo V_0 . L'urto fra i due blocchi al tempo $t=0$ è istantaneo ed elastico.

1.1 Si calcolino le due velocità dei cubi subito dopo l'urto (tempo $t = 0^+$).

1.2 Ipotizzando la presenza del solo attrito dinamico (μ_D) si calcoli la distanza fra i due blocchi dopo che si essi si saranno fermati.

1.3 Si determini la condizioni sul coefficiente di attrito dinamico in modo che i cubi non si ribaltino durante il moto successivo all'urto. Nota: si ipotizzi che subito dopo l'urto i due cubi abbiano un moto di pura traslazione.

1.4 Calcolare nuovamente la distanza fra i due blocchi dopo che si essi si saranno fermati, nell'ipotesi, diversa da quella della domanda 1.2, in cui l'attrito sia viscoso con coefficiente β e non dinamico.

Esercizio 2 In un sistema di coordinate sferico su di una sfera metallica di raggio $a=1cm$ è depositata una carica $Q_0 = 20pC$.

2.1 Calcolare la componente radiale del campo elettrico in ogni punto dello spazio e la pressione elettrostatica (valore numerico) sulla superficie sferica.

2.2 Calcolare il potenziale elettrico in ogni punto dello spazio, imponendo che sia nullo a distanza infinita, e riportarlo in un grafico in funzione di R; calcolare il valore numerico del potenziale elettrico in $R=a$.

2.3 A partire dal tempo $t = 0$ il raggio r della sfera si espande con la legge $r = a + Vt$ con $V=10\ cm/s$. Si calcoli in funzione di t la corrente attraverso un piano $(x=a)$ posto a distanza a dal centro della sfera ed il valore numerico di tale corrente al tempo $t=0.1s$.

2.4 Per $t > 0$ il campo magnetico è nullo in ogni punto dello spazio? In caso affermativo si effetui una dimostrazione utilizzando la II legge di Laplace, in caso negativo si calcoli il modulo del campo magnetico in ogni punto dello spazio utilizzando la legge di Ampère.

INGEGNERIA ELETTRONICA e delle TELECOMUNICAZIONI

FISICA GENERALE 1 - Prova scritta del 16 giugno 2015

RISPOSTE

Esercizio 1.

1.1 Nell'urto si conservano la quantità di moto (unica componente x) e l'energia.

Indicando con V_1 e V_2 le velocità dopo l'urto, si ha: $\begin{cases} mV_0 = mV_2 + 2mV_1 \\ \frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}mV_2^2 + \frac{1}{2}2mV_1^2 \end{cases}$

da cui $\begin{cases} V_1 = \frac{2}{3}V_0 \\ V_2 = -\frac{1}{3}V_0 \end{cases}$.

1.2 Utilizziamo il teorema dell'energia cinetica da subito dopo l'urto fino al raggiungimento delle posizioni finali dei due corpi, x_1 e x_2 , che si urtano in $x=0$.

$$\begin{cases} 0 - \frac{1}{2}mV_2^2 = +\mu_D mgx_2 \\ 0 - \frac{1}{2}2mV_1^2 = -\mu_D 2mgx_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_2 = -\frac{1}{18}\frac{V_0^2}{\mu_D g} \\ x_1 = +\frac{2}{9}\frac{V_0^2}{\mu_D g} \end{cases} \Rightarrow \Delta x = x_1 - x_2 = \frac{5}{18}\frac{V_0^2}{\mu_D g} .$$

1.3 Ogni blocco, nel suo sistema di riferimento (accelerato con accelerazione di modulo $\mu_D g$) è soggetto a 4 forze: *i)* la forza peso, di modulo $m_i g$ (m_i e' la massa), applicata nel suo centro; *ii)* la forza di attrito dinamico applicata sulla base, di modulo $m_i \mu_D g$ e parallela al suolo; *iii)* la forza vincolare normale opposta alla forza peso che si puo' considerare come applicata in un punto della base in modo da impedire il ribaltamento; *iv)* la forza apparente opposta alla forza peso, applicata nel centro.

I momenti delle 4 forze rispetto ad uno spigolo del cubo poggiato sulla base, se L e' il lato del cubo, sono: *i)* $m_i gL/2$; *ii)* *zero*; *iii)* $-m_i gD$ dove D e' la distanza del punto di applicazione dallo spigolo; *iv)* $-m_i \mu_D gL/2$.

Poiche' $0<D<L$ il blocco trasla senza ruotare se $\mu_D < 1$.

1.4 In questo caso l'equazione del moto per un blocco e' $m_i \dot{V}_i = -\beta V_i$. Con le condizioni iniziali $V_i(0) = V_i$ si ha $V_i(t) = V_i e^{-\frac{\beta}{m_i}t}$. Allora $x_i = \int_0^\infty V_i e^{-\frac{\beta}{m_i}t} dt = \frac{m_i}{\beta}V_i$ e

$$\Delta x = x_1 - x_2 = \frac{4}{3}\frac{m}{\beta}V_0 - \left(-\frac{1}{3}\frac{m}{\beta}V_0\right) = \frac{5}{3}\frac{m}{\beta}V_0 .$$

Esercizio 2

2.1 $E_R = \begin{cases} 0 & per \quad R < a \\ \dfrac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 R^2} & \quad R > a \end{cases}$, $P(R=a) = \dfrac{Q_0^2}{32\pi^2\varepsilon_0 a^4} = 1.4x10^{-5}\,Pa$

2.2 $V = \begin{cases} \dfrac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 a} & per \quad R < a \\ \dfrac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 R} & \quad R > a \end{cases}$ da cui $V(a) = 18V$.

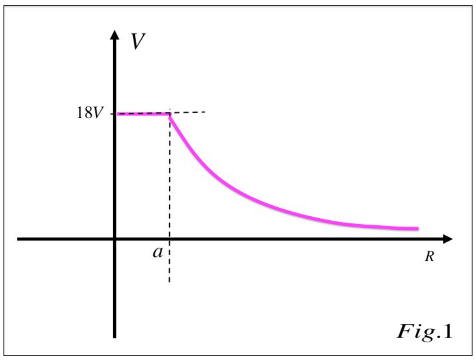

Fig.1

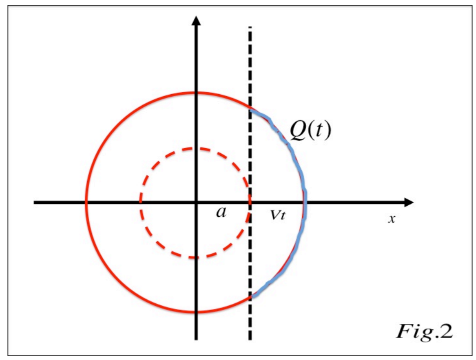

Fig.2

2.3 La carica Q che al tempo t ha attraversato il piano $x=a$ (tratteggiato in *fig.2*) è quella contenuta nella calotta sferica celeste: $Q = Q_0 \dfrac{2\pi r V t}{4\pi r^2} = Q_0 \dfrac{Vt}{2(a+Vt)}$. La corrente attraverso il piano è $i = \dfrac{dQ}{dt} = Q_0 \dfrac{Va}{2(a+Vt)^2}$, da cui $i(0.1s) = 250nA$.

2.4 Il campo magnetico è nullo in ogni punto dello spazio. Infatti (*figura 3*) le cariche in moto lungo il piccolo percorso radiale $d\vec{\ell}_1$ generano in un punto generico P un campo magnetico $d\vec{B}_1 = \dfrac{dQ}{dt} d\vec{\ell}_1 \wedge d\vec{r}_1$: questo campo campo è esattamente uguale ed opposto a quello generato dalle cariche che si muovono sul percorso simmetrico lungo $d\vec{\ell}_2$. Sommando a due a due tutti i contributi delle cariche in moto, si ottiene sempre un camp nullo.

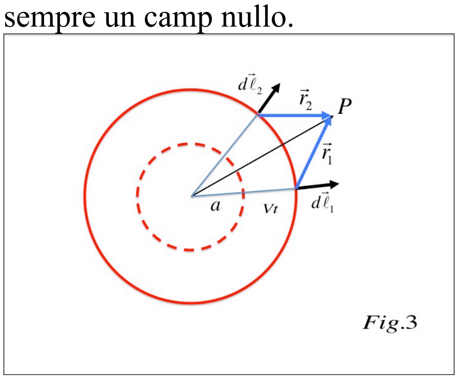

Fig.3