FISICA 1 per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2014-15
PROVA SCRITTA del 13 gennaio 2016

COGNOME ____________________ NOME ____________________________

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

Esercizio 1 Su una retta orizzontale (asse x), un blocco di massa $M=2kg$ si muove senza attrito. Il blocco è collegato ad una molla di costante elastica $K=8N/m$ e lunghezza a riposo $L_o=2m$, l'altra estremità della molla si trova in $x=0$. Al tempo $t=0$ il blocco è in $x= L_o$ con velocità diretta nel verso positivo dell'asse x e di modulo V_o.

1.1 Si calcoli il valore di V_o per cui il blocco arriverà in $x=0$ con velocità nulla.
1.2 Si calcoli la massima distanza dal punto x=0 che il sistema puo' raggiungere.
1.3 Si determini la legge oraria del sistema per $t>0$.
1.4 Si risponda nuovamente alla prima domanda nel caso in cui vi sia un attrito dinamico con coefficiente $\mu_D=0.2$ nella regione $x<L_o$ (nessun attrito per $x>L_o$).

Esercizio 2 Una resistenza cilindrica di raggio a ed altezza $h>>a$ è composta da un materiale di resistività ρ. Si utilizzi un sistema di coordinate cilindriche $rz\phi$ in cui l'asse z coincide con l'asse della resistenza. La superficie della resistenza posta in $z=0$ si trova ad un potenzale V_o mentre la superficie posta in $z=h$ si trova ad un potenziale nullo.

2.1 Si calcoli la densità di corrente (J_r, J_ϕ, J_z).
2.2 Si calcoli il campo di induzione magnetica (B_r, B_ϕ, B_z) a distanza r dall'asse della resistenza per $r<a$.
2.3 Si calcoli il rapporto fra densità di energia immagazzinata nel compo elettrico e densità di potenza dissipata per effetto Joule, verificando che il risultato ottenuto abbia effettivamente le dimensioni di un tempo.
2.4 Si calcolino $\vec{E} \bullet \vec{B}$ e $\vec{E} \wedge \vec{B}$ a distanza r dall'asse della resistenza per $r<a$.

FISICA 1 per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2014-15
PROVA SCRITTA del 13 gennaio 2016
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 Utilizzando la legge di conservazione dell'energia $\frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}KL_0^2$ si ha: $V_0 = \omega L_0 = 4\frac{m}{s}$ con $\omega = \sqrt{\frac{K}{M}} = 2\frac{rad}{s}$.

1.2 Ancora utilizzando la legge di conservazione dell'energia e chiamando L la massima ascissa raggiunta $\frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}K\left(L - L_0\right)^2$ si ha $L = L_0 \pm \sqrt{\frac{M}{K}}V_0 = \begin{cases} 0 \\ 2L_0 \end{cases}$ ($2L_o$=$4m$ è la risposta).

1.3 L'equazione del moto, nell'istante t in cui il sistema si trova nella posizione x, è $M\ddot{x} = -k\left(x - L_o\right)$. Risolvendo con le condizioni iniziali $x(0)= L_o$ ed $\dot{x}(0) = V_0$ si ottiene la legge oraria: $x(t) = L_o + L_o \sin\left(\omega t\right)$.

1.4 Il blocco inizia a muoversi nel verso positivo dell'asse x e ripassa in $x= L_o$ con componente x della velocità pari a $-V_o$.. Utilizzando il teorema dellèenergia cinetica fra questo punto ed il punto $x=0$ si ha $K_f - K_i = 0 - \frac{1}{2}MV_0^2 = -\frac{1}{2}KL_0^2 - \mu_D MgL_0$, da cui $V_0 = \sqrt{\omega^2 L_0^2 + 2\mu_D gL_0} = 4.9\frac{m}{s}$.

Esercizio 2

2.1 Il campo elettrico all'interno del resistore è solo assiale: $E_r = 0,\ E_\phi = 0$, $E_z = \left(V(0) - V(h)\right)/h = V_o/h$. Poichè $\vec{J} = \vec{E}/\rho$, l'unica componente non nulla della densità di corrente è quella assiale: $J_z = E_z/\rho = \frac{V_o}{h\rho}$.

2.2 L'unica componente non nulla del campo di induzione magnetica è quella tangenziale. Utilizzando la legge di Ampere si ottiene, per $r<a$, $B_\varphi = \frac{\mu_o Jr}{2} = \frac{\mu_o V_o r}{2h\rho}$.

2.3 Poichè $u_{el} = \frac{\varepsilon_o\left|\vec{E}\right|^2}{2} = \frac{\varepsilon_o V_o^2}{2h^2}$ e $\frac{du}{dt} = \vec{J}\cdot\vec{E} = \frac{V_o^2}{\rho h^2}$, il rapporto richiesto vale $\frac{u_{el}}{du/dt} = \frac{\rho\varepsilon_o}{2}$ che effettivamente ha le dimensioni di un tempo.

2.4 Poichè il campo elettrico ed il campo magnetico sono perpendicolari, il prodotto scalare $\vec{E} \bullet \vec{B}$ è nullo. Per $r<a$ l'unica componente non nulla del prodotto $\vec{E} \wedge \vec{B}$ è quella radiale: $\left(\vec{E} \wedge \vec{B}\right)_r = -\left|\vec{E}\right|\left|\vec{B}\right| = -\frac{\mu_o V_o^2}{2\rho h^2}r$.