FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA appello 5 del 25 giugno 2003

COGNOME ____________________ NOME ____________________________
NOTA: questo foglio deve essere restituito NOTA: e' obbligatorio giustificare brevemente ma in modo esauriente e comprensibile le risposte.
Volete prenotare l'orale? _______ Per quando? _____________________

Esercizio 1 Un blocco di massa $M = 10$kg e' vincolato a muoversi senza attrito su un asse (asse X orientato in salita) inclinato di $\theta = 30$ gradi rispetto ad un piano orizzontale. Sull'asse X e' posta una molla, di costante elastica $k = 200$N/m e lunghezza a riposo $L = 2$m, un'estremita' della quale e' fissata in $X = 0$, mentre il secondo estremo e' libero di muoversi nella regione $X > 0$. Al tempo $t = 0$ il blocco e' lasciato libero da fermo in $X = D + L$ ($D > 0$): si osserva che il blocco raggiunge la molla, la comprime parzialmente fino a raggiungere l'ascissa minima $X = L/2$ e ritorna nella posizione iniziale. Per i calcoli numerici si assuma $g = 10\text{m/s}^2$.
1.1 Quanto vale D?
1.2 Si calcoli e si riporti in un grafico la funzione $U(X)$, energia potenziale del sistema.
1.3 Si calcoli la velocita' del blocco quando raggiunge la molla.
1.4 Si calcoli il tempo in cui il blocco ritorna nella posizione iniziale.

Esercizio 2 Su una superficie cilindrica di raggio a ed altezza infinita e' distribuita uniformemente una densita' di carica superficiale $\sigma > 0$. Si utilizzi un sistema di coordinate cilindriche (r,ϕ,z) con l'asse z coincidente con l'asse del cilindro. La carica superficiale e' in moto rettilineo uniforme lungo l'asse z con velocita' V_z.
2.1 Quanto vale il campo elettrico (E_r, E_ϕ, E_z) a distanza r $(0 < r < \infty)$ dall'asse z?
2.2 Si calcoli il potenziale elettrico $V(r)$ a distanza r $(0 < r < \infty)$ dall'asse z, imponendo la condizione $V(0) = 0$.
2.3 Si calcoli il campo di induzione magnetica (B_r, B_ϕ, B_z) a distanza r $(0 < r < \infty)$ dall'asse z.
2.4 In $r = 2a$ si trova una carica elettrica $q > 0$ in moto con velocita' V_z lungo l'asse z (velocita' uguale a quella della carica sulla superficie cilindrica). Dimostrare che la forza totale sulla carica e' radiale, calcolarne il modulo e dimostrare che e' sempre repulsiva qualunque sia il valore di V_z.

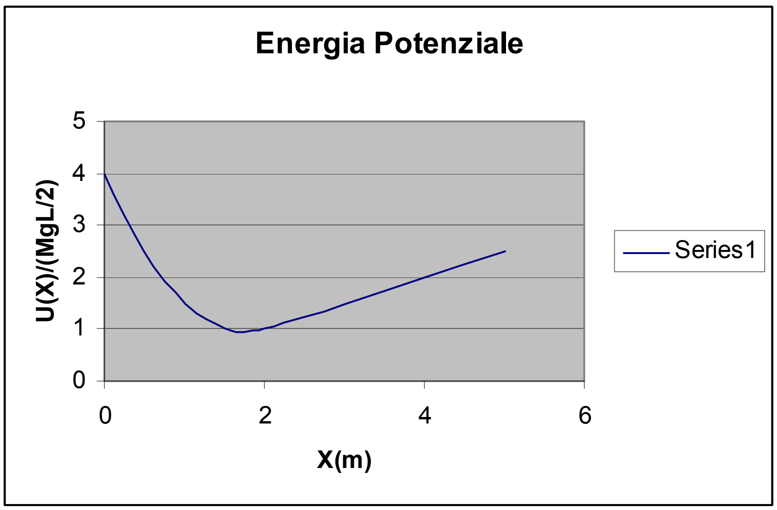
Esercizio 3 Si dica, per ciascuna delle proposizioni seguenti, se e' vera o falsa. Se e' falsa, si modifichi solo la parte in **grassetto** in modo da renderla vera.
3.1 Un sasso cade in aria partendo da fermo al tempo $t = 0$: la sua velocita' e' sempre **discorde** all'accelerazione.
3.2 Un sasso cade in aria partendo da fermo al tempo $t = 0$: il modulo della sua accelerazione **decresce esponenzialmente** al variare di t.
3.3 Una porta ruota con velocita' angolare costante attorno ai suoi cardini: la risultante delle forze sulla porta e' **nulla**.
3.4 Una porta ruota con velocita' angolare costante attorno ai suoi cardini: la risultante dei momenti delle forze sulla porta e' **diretta lungo l'asse e diversa da zero**.
3.5 Il coefficiente di mutua induzione fra due spire circolare coplanari, aventi lo stesso centro e lo stesso verso di percorrenza convenzionale, e' **nullo**.
3.6 Un filo rettilineo e' percorso da una corrente alternata: il campo elettrico indotto nei dintorni del filo e' **radiale**.
3.7 Un solenoide di altezza infinita e' percorso da una corrente variabile: il campo elettrico indotto **non puo' mai essere** uniforme nello spazio all'interno del solenoide.
3.8 Un solenoide di altezza infinita e' percorso da una corrente variabile: il campo elettrico indotto all'interno del solenoide **non puo' mai essere** costante nel tempo.

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA appello 5 del 25 giugno 2003
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 Il sistema e' conservativo, per cui possiamo applicare la legge di conservazione dell'energia meccanica. Nell'istante $t = 0$ e nell'istante di massima compressione della molla l'energia e' solo potenziale e vale rispettivamente $\left(Mg(L + D)\sin\theta\right)$ e $\left(MgL/2\ \sin\theta + (k/2)\, L^2/4\right)$, da cui si ricava $D = \left(kL^2\right)/\left(4Mg\right) - L/2 \approx 1\,\text{m}$.

1.2 Per $X > L$ la massa e' soggetta solo alla gravita', mentre per $X < L$ e' soggetta sia alla gravita' che alla forza elastica della molla. L'energia potenziale vale quindi: $MgX\sin\ \theta$ per $X > L$ e $MgX\ \sin\theta + (k/2)\,(X - L)^2$ per $X < L$. Il minimo si ha per $X = L - (Mg)/(2k) \approx 7L/8$; il grafico e' mostrato assumendo come suggerito $g = 10\,\text{m/s}^2$.



1.3 La velocita' per $X = L$ si ottiene nuovamente dalla conservazione dell'energia meccanica: $1/2\, MV^2 + MgL\sin\theta = Mg(L + D)\sin\theta$ da cui $V = \sqrt{gD} \approx 3.1\,\text{m/s}$.

1.4 Il tempo cercato e' pari alla somma del tempo necessario a raggiungere la molla scendendo lungo il piano inclinato, del tempo necessario per tornare nella posizione iniziale a partire dall'estremo della molla risalendo il piano inclinato (eguale al precedente) e del tempo necessario alla molla per compiere una semi-oscillazione, cioe' meta' del suo periodo. Il tempo totale e' quindi: $t = 2\,t_{discesa} + T/2 = 4\sqrt{D/g} + \pi\sqrt{M/k} \approx 1.97\,\text{s}$.

Esercizio 2

2.1 Osservando che per simmetria il campo ha solo la componente radiale ed applicando la legge di Gauss si ottiene $\vec{E} = \hat{r}E_r$ con $E_r = 0$ per $r < a$ e $E_r = (\sigma a)/(\varepsilon_0 r)$ per $r > a$.

2.2 Il potenziale elettrico all'interno del cilindro coincide con quello al centro, in quanto il campo e' nullo; pertanto $V(r) = 0$ per $r < a$. All'esterno del cilindro ($r > a$) il potenziale si ricava integrando il campo elettrico fra a e r (il contributo fra 0 e a e' nullo), ottenendo $V(r) = -(\sigma a/\varepsilon_0)\ln(r/a)$.

2.3 Il campo di induzione magnetica per simmetria ha solo la componente tangenziale B_ϕ. Applicando la legge di Ampere e notando che $I = dQ/dt = \sigma 2\pi a V_z$ si ricava $B_\phi = \mu_0 \sigma a V_z / r$ per $r > a$ e $B_\phi = 0$ per $r < a$.

2.4 La forza totale agente sulla carica vale $\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B}\right)$. Dalle regole del prodotto vettoriale per le coordinate cilindriche si ricava che $\left(\vec{V} \times \vec{B}\right)$ e' diretto come $-\hat{r}$, per cui la forza risultante e' radiale. Ricordando che $\mu_0 \varepsilon_0 = 1/c^2$ si ottiene $\vec{F} = \hat{r}\,(qa\sigma)/(r\varepsilon_0)\left(1 - V_Z^2/c^2\right) =$ $= \hat{r}\,(q\sigma)/(2\varepsilon_0)\left(1 - V_Z^2/c^2\right)$ in $r = 2a$. Poiche' V_Z e' sempre minore di c, la forza e' sempre diretta nel verso positivo di $\hat{r}$, per cui e' repulsiva.

Esercizio 3

3.1 FALSO → **concorde**
3.2 VERO
3.3 FALSO → **radiale (centripeta, non nulla ...)**
3.4 FALSO → **zero**
3.5 FALSO → **positivo (non nullo ...)**
3.6 FALSO → **parallelo al filo**
3.7 VERO
3.8 FALSO → **puo' essere**