

**FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2006/7**  
**PROVA SCRITTA del 17 LUGLIO 2007**

COGNOME \_\_\_\_\_ NOME \_\_\_\_\_

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

**Esercizio 1** Una sbarretta omogenea, di lunghezza  $L = 50\text{cm}$  e massa  $M = 2\text{ kg}$ , viene lasciata cadere da ferma in aria in posizione orizzontale al tempo  $t = 0$ . Si osserva che la sbarretta continua a restare orizzontale e che tenderebbe a raggiungere una velocita limite  $V_L = 30\text{m/s}$ .

- 1.1 Calcolare la velocita' della sbarretta in funzione del tempo  $t$ .
- 1.2 Calcolare lo spazio percorso dalla sbarretta in funzione del tempo  $t$ .

Una seconda sbarretta, del tutto identica alla precedente, e' stata invece fissata nel suo punto centrale su un asse collegato ad un motore. Il motore viene acceso e porta la sbarretta in rotazione con una frequenza costante  $f = 10\text{ Hz}$ .

- 1.3 Calcolare il lavoro che il motore deve compiere per portare in rotazione la sbarretta nell'ipotesi in cui si possa trascurare l'attrito dell'aria.
- 1.4 Calcolare la potenza che e' necessaria, una volta raggiunta la frequenza di  $10\text{ Hz}$ , per mantenere in rotazione la sbarretta nei casi: i) in cui si possa trascurare l'attrito dell'aria ii) [difficile] non si possa trascurare l'attrito dell'aria [Suggerimenti: utilizzare una informazione ricavabile dalla prime due domande e considerare che la sbarretta sia composta da tanti punti materiali di lunghezza  $dx$ ].

**Esercizio 2** Nel piano  $xy$  di un sistema di coordinate  $Oxyz$  sono fissati due fili rettilinei: il primo si trova in  $y = +D$ , ed il secondo il  $y = -D$ . Entrambi sono percorsi da una corrente  $I$  nel verso delle  $x$  positive. Un protone si trova in un punto  $P = (x, y, 0)$  della regione del piano  $xy$  compresa fra i due fili (quindi  $|y| < D$ ) con velocita'  $(V, 0, 0)$ .

- 2.1 Calcolare il campo magnetico  $(B_x, B_y, B_z)$  generato dai fili nel punto  $P$ .
- 2.2 Calcolare la forza magnetica  $(F_x, F_y, F_z)$  sul protone.
- 2.3 Calcolare il campo elettrico che dovrebbe essere applicato per fare effettuare al protone un moto rettilineo uniforme.
- 2.4 Indicare, anche in modo quantitativo, una distribuzione di carica che puo' generare il campo elettrico richiesto nella domanda precedente, nell'ipotesi in cui  $|y| \ll D$ , per cui  $D^2 - y^2 \cong D^2$ .

**FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2006/7**  
**PROVA SCRITTA del 17 LUGLIO 2007**  
**RISPOSTE**

**Esercizio 1**

1.1 La sbarretta e' soggetta alla gravita' ed alla forza di attrito viscoso:  $M\dot{V} = Mg - \beta V$ , da cui

$$V = V_L (1 - e^{-t/\tau}) \quad \text{con} \quad \beta = \frac{Mg}{V_L} = 0.65 \text{ kg/s} \quad \text{e} \quad \tau = \frac{M}{\beta} = \frac{V_L}{g} = 3.06 \text{ s}$$

$$1.2 \quad s(t) = \int_0^t V dt = \int_0^t V_L (1 - e^{-t/\tau}) dt = V_L t - \frac{V_L^2}{g} (1 - e^{-t/\tau})$$

1.3 Dal teorema delle forze vive il lavoro e' pari alla variazione di energia cinetica:

$$K_f - K_i = \frac{1}{2} I \omega^2 - 0 = \frac{1}{2} \frac{ML^2}{12} (2\pi f)^2 = \frac{\pi ML^2}{6} f^2 = 82 \text{ J}$$

1.4 Nel primo caso la potenza richiesta e' nulla. Nel secondo caso si nota che la potenza del motore deve avere lo stesso valore assoluto della potenza dissipata dall'attrito. Questa si puo' calcolare notando che un elemento di sbarra di lunghezza dx, posto in posizione x rispetto all'asse di rotazione, si muove con una velocita'  $V = 2\pi f x$  ed e' soggetto ad una forza di

attrito viscoso  $dF = -\beta V \frac{dx}{L}$ . La potenza infinitesima dissipata e'  $dP = V dF = -\beta V^2 \frac{dx}{L}$

$$\text{e sommando su tutti gli elementi: } P = \int_{-L/2}^{L/2} -\beta V^2 \frac{dx}{L} = -\frac{4\beta\pi^2 f^2}{L} \int_{-L/2}^{L/2} x^2 dx = -\frac{\beta}{3} \pi^2 f^2 L^2$$

e  $|P| = 53 \text{ W}$ .

**Esercizio 2**

$$2.1 \quad \text{Solo la componente } z \text{ e' diversa da zero: } B_z = -\frac{\mu_0 I}{\pi} \frac{y}{D^2 - y^2}$$

$$2.2 \quad \text{Solo la componente } y \text{ e' diversa da zero: } F_y = -qVB_z = +\frac{qV\mu_0 I}{\pi} \frac{y}{D^2 - y^2}$$

2.3 Occorre che la forza elettrostatica sia opposta alla forza di Lorenz e che quindi il campo elettrico abbia solo componente y:  $qE_y - qVB_z = 0$  da cui  $E_y = -\frac{V\mu_0 I}{\pi} \frac{y}{D^2 - y^2}$

2.4 Nell'approssimazione indicata si ha  $E_y = -\frac{V\mu_0 I}{\pi D^2} y$ , per cui una distribuzione di carica di volume negativa che riempia uniformemente lo spazio fra i piani  $y = +D$  e  $y = -D$  fornisce il campo elettrico necessario, purché si abbia:  $\rho = -\epsilon_0 \frac{V\mu_0 I}{\pi D^2}$