

**FISICA GENERALE 1 per INGEGNERIA ELETTRONICA e  
TELECOMUNICAZIONI  
PROVA SCRITTA del 18 settembre 2012**

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

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

**Esercizio 1** Un uomo di massa  $M = 80kg$  è in piedi su un piano inclinato di un angolo  $\theta = 5^\circ$  e sta tirando in salita lungo il piano, tramite una fune inestensibile di massa trascurabile, un carrello di massa  $m = 60kg$ . Fra le soles dell'uomo ed il piano c'è attrito; l'uomo può eventualmente solo scivolare traslando lungo il piano e si trascuri quindi la possibilità che l'uomo cada facendo perno sulle sue scarpe. Non c'è attrito fra carrello e piano.

- 1.1** Si calcoli il minimo coefficiente di attrito statico affinché l'uomo ed il carrello restino fermi sul piano.
- 1.2** Si calcoli il minimo coefficiente di attrito statico affinché l'uomo resti fermo sul piano ed il carrello si muova in salita con una accelerazione di modulo  $a = 0.5m/s^2$
- 1.3** Si calcoli il minimo coefficiente di attrito statico affinché l'uomo ed il carrello si muovano in salita con una accelerazione di modulo  $a = 0.5m/s^2$
- 1.4** Si calcoli la potenza che i muscoli dell'uomo devono erogare nelle tre diverse situazioni descritte nelle domande precedenti, in funzione del tempo  $t$  (misurato dal momento in cui il carrello è fermo). Si dica dopo quanto tempo tale potenza assume il valore di  $50W$ .

**Esercizio 2** Un cilindro, di raggio  $a = 2mm$  ed altezza molto grande (praticamente infinita), è composto da un ipotetico materiale resistivo in cui i portatori di carica sono sia positivi che negativi con uguali concentrazioni ( $n = 10^{18} cm^{-3}$ ), uguali mobilità ( $\mu = 300m^2/Vs$ ) ed uguale modulo della carica elettrica, pari alla carica elettrica elementare. Si utilizzi un sistema di coordinate cilindriche in cui l'asse  $z$  coincida con l'asse del cilindro. Nel cilindro scorre una corrente elettrica assiale  $I = 80nA$ ; si ipotizzi che i portatori di carica siano uniformemente distribuiti nel volume del cilindro.

- 2.1** Si calcolino le tre componenti del campo elettrico ( $E_r, E_\vartheta, E_z$ ) all'interno del cilindro.
- 2.2** Si calcolino le tre componenti del campo di induzione magnetica ( $B_r, B_\vartheta, B_z$ ) all'interno del cilindro.
- 2.3** Si calcolino le tre componenti della sola forza elettromagnetica ( $f_r, f_\vartheta, f_z$ ) su un portatore di carica che si trovi a distanza  $r = a$  dall'asse del cilindro. Le componenti della forza dipendono dal segno del portatore di carica?
- 2.4** Si individui un rettangolo attraverso il quale non vi sia flusso di campo elettrico ed attraverso il quale il flusso del campo magnetico valga  $\Phi(B) = 10^{-15} T \cdot m^2$ . Si disegni il rettangolo scelto e se ne calcolino base ed altezza.

**FISICA GENERALE 1 per INGEGNERIA ELETTRONICA e  
TELECOMUNICAZIONI**

**PROVA SCRITTA del 18 settembre 2012 - RISPOSTE**

**Esercizio 1**

**1.1** I moduli delle forze vincolari normali su uomo e carrello sono, rispettivamente

$$|\vec{N}_{uomo}| = Mg \cos \vartheta \quad \text{e} \quad |\vec{N}_{carrello}| = mg \cos \vartheta . \quad \text{Indichiamo con } T \text{ il modulo}$$

della tensione della fune e con  $F_s$  il modulo della forza di attrito statico fra uomo e piano. Scriviamo la legge di Newton per l'uomo e per il carrello: proiettando lungo il piano inclinato (direzione positiva in salita) si hanno le seguenti due

$$\text{equazioni: } \begin{cases} T - mg \sin \vartheta = 0 \\ F_s - T - Mg \sin \vartheta = 0 \end{cases} . \quad \text{Poichè } F_s \leq \mu_s N_{uomo} \quad \text{si ha}$$

$$\mu_s \geq \frac{(m+M)}{M} \tan \vartheta = 0.153$$

**1.2** Rispetto alla domanda precedente l'unica differenza è l'accelerazione del carrello: :

$$\begin{cases} T - mg \sin \vartheta = ma \\ F_s - T - Mg \sin \vartheta = 0 \end{cases} \quad \text{e in questo caso } \mu_s \geq \frac{(m+M)}{M} \tan \vartheta + \frac{ma}{Mg \cos \vartheta} = 0.191 .$$

**1.3** Rispetto alla domanda precedente l'unica differenza è l'accelerazione dell'uomo:

$$\begin{cases} T - mg \sin \vartheta = ma \\ F_s - T - Mg \sin \vartheta = Ma \end{cases} \quad \text{e in questo caso}$$

$$\mu_s \geq \frac{(m+M)}{M} \tan \vartheta + \frac{(m+M)a}{Mg \cos \vartheta} = 0.243 .$$

**1.4** Nella prima domanda la potenza è sempre nulla e quindi non si raggiunge mai il valore di 50W. Nella situazione della seconda domanda la potenza in funzione del

tempo vale  $P \equiv \frac{dL}{dt} = \frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} mV^2 + mg\Delta h \right) = ma(a + g \sin \vartheta)t$ , per cui

$$t = \frac{P}{ma(a + g \sin \vartheta)} = 1.23s . \quad \text{Nella situazione della terza domanda}$$

$$P = (m+M)a(a + g \sin \vartheta)t \Rightarrow t = \frac{P}{(m+M)a(a + g \sin \vartheta)} = 0.53s .$$

**Esercizio 2**

**2.1** La densità di corrente è assiale:  $J_z = \frac{I}{\pi a^2} = 6.37 \times 10^{-3} \text{ A/m}^2 = 2n e \mu E_z$ , da cui

$$E_z = \frac{J_z}{2n e \mu} = 66.3 \text{ pV/m} . \quad \text{Le altre componenti del campo elettrico sono nulle.}$$

**2.2**  $B_\vartheta = \frac{\mu_o J_z r}{2}$ . Le altre componenti del campo magnetico sono nulle.

**2.3** La forza elettrica è assiale e dipende dal segno dei portatori di carica:

$f_z = \pm e E_z = 1.06 \times 10^{-29} N$ . La forza magnetica è radiale e non dipende dal segno dei portatori di carica:  $f_r = -e V_z B_\vartheta = -e \mu E_z B_\vartheta = -2.55 \times 10^{-38} N$ .

**2.4** Vi sono infiniti rettangoli che verificano le condizioni richieste. Possiamo utilizzarne uno di altezza  $h$  disposta sull'asse  $z$  e base  $a$  (pari al raggio del cilindro). Il flusso è

$$\Phi = \int_0^a B_\vartheta h dr = \int_0^a \frac{\mu_o J_z r}{2} h dr = \frac{\mu_o J_z a^2}{4} h = \frac{\mu_o I}{4\pi} h, \text{ per cui l'altezza del rettangolo è}$$

$$h = \frac{4\pi\Phi}{\mu_o I} = 12.5 \text{ cm}.$$