

**FISICA GENERALE 1 per INGEGNERIA ELETTRONICA e  
TELECOMUNICAZIONI  
PROVA SCRITTA del 20 settembre 2010**

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  $m = 80$  kg spinge un carrello di massa  $M = 120$  kg in salita su un piano inclinato di un angolo  $\theta = 100$  mrad rispetto ad un piano orizzontale. L'uomo ed il carrello procedono con velocità costante di modulo  $V_o = 0.5$  m/s. L'uomo cammina sul piano senza scivolare, mentre il carrello si muove con attrito trascurabile.

**1.1** Calcolare il modulo della forza che l'uomo esercita sul carrello ed il modulo della forza di attrito statico fra uomo e piano.

**1.2** Calcolare il valore minimo del coefficiente di attrito statico fra uomo e piano.

**1.3** Calcolare la potenza esercitata dalla forza di gravità sul sistema uomo+carrello e calcolare la potenza sviluppata dai muscoli dell'uomo sul sistema.

**1.4** Da un certo istante in poi l'uomo ed il carrello procedono con velocità

$V(t) = V_o + V_1 \sin \omega t$  con  $V_1 = 0.1$  m/s e  $\omega = 2$  rad / s . Calcolare il nuovo valore minimo del coefficiente di attrito statico fra uomo e piano e la potenza sviluppata dai muscoli dell'uomo sul sistema in funzione del tempo t.

**Esercizio 2** In un sistema di coordinate Oxyz il piano  $z = d > 0$  contiene una distribuzione di  $n_s$  cariche positive per unità di superficie in moto con velocità  $V$  lungo la direzione  $+x$  ; ogni singola carica elettrica ha un valore  $q$ . Inoltre il piano  $z = 0$  contiene una identica distribuzione di  $n_s$  cariche positive per unità di superficie, anch'esse in moto con velocità  $V$ , ma lungo la direzione  $-x$ .

**2.1** Calcolare le componenti del campo elettrico  $(E_x, E_y, E_z)$  in ogni punto dello spazio e le componenti della forza elettrostatica su una singola carica che si trovi nel piano  $z = d$ .

**2.2** Individuare una superficie cubica attraverso cui il flusso del campo elettrico vale

$$\frac{8n_s q d^2}{\epsilon_o}, \text{ disegnarla e calcolarne il lato.}$$

**2.3** Calcolare le tre componenti del campo di induzione magnetica  $(B_x, B_y, B_z)$  in ogni punto dello spazio.

**2.4** Calcolare le componenti della forza totale elettromagnetica su una singola carica che si trovi nel piano  $z = d$  in moto come descritto nel testo.

**FISICA GENERALE 1 per INGEGNERIA ELETTRONICA e  
TELECOMUNICAZIONI  
PROVA SCRITTA del 20 settembre 2010  
RISPOSTE**

**Esercizio 1**

**1.1** La forza che l'uomo esercita sul carrello è uguale ed opposta alla componente lungo il piano inclinato della forza di gravità sul carrello stesso

$|\vec{F}_u| = Mg \sin \vartheta = 117.6N$  . La forza di attrito statico fra uomo e piano è uguale ed opposta alla componente lungo il piano inclinato della forza di gravità sul sistema  $|\vec{F}_{AS}| = (M + m)g \sin \vartheta = 196N$  .

**1.2**  $|\vec{F}_{AS}| = (M + m)g \sin \vartheta \leq \mu_s mg \cos \vartheta$  da cui

$$\mu_s \geq \left(1 + \frac{M}{m}\right) \tan \vartheta = 0.25$$

**1.3** Si può scrivere il teorema dell'energia cinetica:  $L_u + L_G = \Delta K = 0 \Rightarrow$

$$L_u - \Delta U_G = 0 \Rightarrow L_u - (m + M)g\Delta h = 0 \Rightarrow$$

$L_u - (m + M)g \sin \vartheta \Delta x = 0$  dove l'asse x è diretto in salita lungo il piano inclinato. Derivando rispetto al tempo si ottiene

$$P_u = -P_G = (m + M)g \sin \vartheta \frac{dx}{dt} = (m + M)gV_o \sin \vartheta = 98W$$

**1.4** Lungo l'asse x si può scrivere  $|\vec{F}_{AS}| - (M + m)g \sin \vartheta = (M + m)a$  da cui

$$|\vec{F}_{AS}| = (M + m)g \sin \vartheta + (M + m)\frac{dV}{dt} = (M + m)(g \sin \vartheta + \omega V_1 \cos \omega t)$$

Quindi  $|\vec{F}_{AS}| \leq (M + m)(g \sin \vartheta + \omega V_1) \leq \mu_s mg \cos \vartheta$  e

$$\mu_s \geq \left(1 + \frac{M}{m}\right) \left(\tan \vartheta + \frac{\omega V_1}{g}\right) = 0.30 .$$

Inoltre si può scrivere di nuovo il teorema dell'energia cinetica

$$L_u - (m + M)g \sin \vartheta \Delta x = \Delta K \text{ e derivando rispetto al tempo:}$$

$$P_u = (m + M)g \sin \vartheta V(t) + (m + M)V(t)a(t) =$$

$$= (m + M)(V_o + V_1 \sin \omega t)(g \sin \vartheta + V_1 \omega \cos \omega t)$$

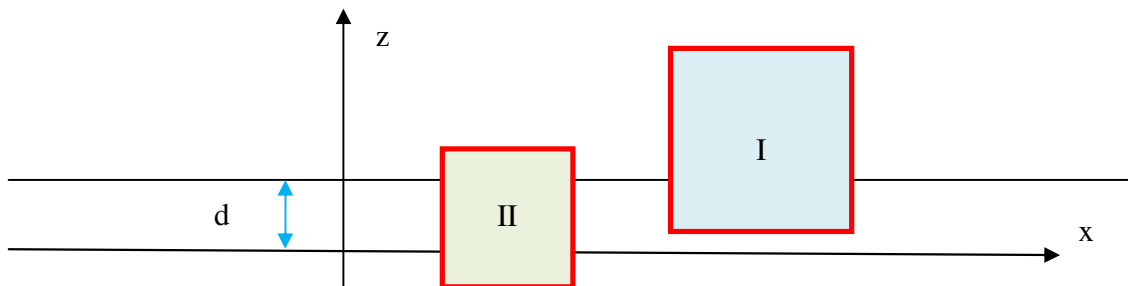
## Esercizio 2

2.1 Solo la componente  $z$  e' diversa da zero:  $E_z = \begin{cases} n_s q / \epsilon_o & x > d \\ 0 & 0 < x < d \\ -n_s q / \epsilon_o & x < 0 \end{cases}$ . La forza

su una carica situata nel piano  $z = d$  è pari alla carica per il campo elettrico. Poichè in questo piano il campo elettrico è discontinuo, si può utilizzare il valore medio del

campo, ottenendo:  $\vec{F}_{el} = \left( 0, 0, \frac{n_s q^2}{2\epsilon_o} \right)$ .

2.2 Esistono infinite superfici cubiche che verificano la proprietà richiesta, ed è più naturale considerare quelle con i lati paralleli agli assi  $xyz$ . Due esempi sono riportati in figura: la superficie I ha un lato pari a  $2d\sqrt{2}$ , la seconda ha un lato  $2d$ .



2.3 Solo la componente  $y$  e' diversa da zero:  $B_y = \begin{cases} 0 & x > d \\ \mu_o n_s q V & 0 < x < d \\ 0 & x < 0 \end{cases}$ .

2.4 Anche per il calcolo della forza magnetica si deve considerare il valor medio del

campo magnetico, ottenendo:  $\vec{F}_{em} = \vec{F}_{el} + \vec{F}_{mag} = \left( 0, 0, \frac{n_s q^2}{2\epsilon_o} \left( 1 + \frac{V^2}{c^2} \right) \right)$