

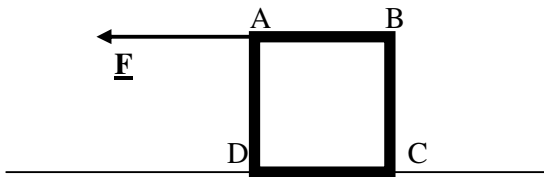
FISICA GENERALE 1 per INGEGNERIA ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI
PROVA SCRITTA del 21 settembre 2009

COGNOME _____ NOME _____

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

Esercizio 1.

Dodici sbarre di acciaio, ognuna omogenea di massa M e di lato L , sono saldate rigidamente in modo da formare un cubo (sempre di lato L) di cui esse compongono gli spigoli. Il cubo e' incernierato (= vincolato a ruotare) senza attrito attorno ad un asse perpendicolare al piano del disegno e passante per il punto D . Al tempo $t = 0$ il cubo e' fermo, appoggiato sul piano orizzontale. Viene poi applicata per un tempo Δt molto breve un forza di modulo F parallela al suolo, applicata e diretta come in figura, su uno degli spigoli superiori. Si osserva che al tempo Δt il cubo ha iniziato a ruotare senza essersi mosso apprezzabilmente.



- 1.1 Calcolare il momento di inerzia per il moto attorno all'asse di rotazione (passante nel punto D).
- 1.2 Calcolare la velocita' angolare del cubo al tempo Δt e le componenti orizzontale e verticale della velocita' del centro di massa del cubo al tempo Δt .
- 1.3 Calcolare l'energia cinetica del cubo al tempo Δt e dire sotto quali condizioni il cubo si potra' ribaltare (= il punto A arriva a toccare il piano).
- 1.4 Calcolare al tempo Δt le componenti orizzontale e verticale della forza vincolare sull'asse di rotazione.

Esercizio 2 Si consideri un solenoide di altezza infinita, raggio R e sia D ($D \ll R$) il passo delle spire. In esso scorre una corrente continua di intensita' I che scorre in senso antiorario rispetto all'asse z , coincidente con l'asse del solenoide, di un sistema di coordinate polari cilindriche da utilizzare per fornire le risposte al problema.

- 2.1 Calcolare le tre componenti del campo magnetico all'interno del solenoide.
- 2.2 Scegliere ed indicare chiaramente una linea chiusa orientata sulla quale la circuitazione del campo magnetico valga $+3\mu_0 I$.
- 2.3 Scegliere e indicare chiaramente una superficie piana aperta e orientata sulla quale il flusso del campo magnetico valga $+5\mu_0 I D$.
- 2.4 Calcolare le tre componenti della forza magnetica su un tratto di lunghezza $\frac{D}{10}$ di una spira.

FISICA GENERALE 1 per INGEGNERIA ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI
PROVA SCRITTA del 27 luglio 2009
RISPOSTE

Esercizio 1.

Le altre forze che agiscono sul cubo sono:

- la forza di gravità, che è finita ed il cui impulso è quindi trascurabile rispetto all'impulso della forza \vec{F} , che tende all'infinito per $\Delta t \rightarrow 0$;
- la forza vincolare sull'asse di rotazione, applicata nel punto D, con componenti verticale ed orizzontale, di modulo incognito.

Notiamo anche che la massa totale del cubo vale $12M$.

- 1.1) Rispetto ad un asse passante per il centro di massa il momento di inerzia è la somma delle otto sbarre parallele al piano del disegno e delle quattro sbarre ad esso perpendicolari:

$$I_{cm} = 8\left(\frac{ML^2}{12} + \frac{ML^2}{4}\right) + 4\frac{ML^2}{2} = \frac{14}{3}ML^2. \quad \text{Si ha poi } I_D = I_{cm} + (12M)\frac{L^2}{2} = \frac{32}{3}ML^2.$$

- 1.2) Per le ragioni esposte all'inizio per $0 < t < \Delta t$ si può scrivere la seconda equazione cardinale della meccanica con polo in D utilizzando solo il momento della forza \vec{F} : $\tau_D = I_D \alpha_D$, da

$$\text{cui } \omega = \alpha_D \Delta t = \frac{\tau_D}{I_D} \Delta t = \frac{3}{32} \frac{F \Delta t}{ML}.$$

Il modulo della velocità del centro di massa vale

$$V_{cm} = \omega \frac{L}{\sqrt{2}} = \frac{3}{32\sqrt{2}} \frac{F \Delta t}{M}, \text{ per cui, inserendo un asse } x \text{ orizzontale e diretto verso sinistra ed}$$

$$\text{un asse } y \text{ diretto verso l'altro, si ha: } V_x = V_y = \frac{V_{cm}}{\sqrt{2}} = \omega \frac{L}{2} = \frac{3}{64} \frac{F \Delta t}{M}.$$

- 1.3) $K = \frac{1}{2} I_D \omega^2 = \frac{3}{64} \frac{(F \Delta t)^2}{M}$. Il punto A può toccare il suolo se l'energia cinetica è sufficiente a portare il punto B sulla verticale del punto D; quindi se il centro di massa del cubo, che effettua un moto circolare non uniforme, si solleva di una quota $\Delta h = \frac{L}{\sqrt{2}} - \frac{L}{2}$. La

$$\text{condizione è: } K > (12M)g\Delta h \Rightarrow F \Delta t > 16M \sqrt{gL \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right)}.$$

- 1.4) Applico il teorema dell'impulso, trascurando la forza di gravità come discusso precedentemente.

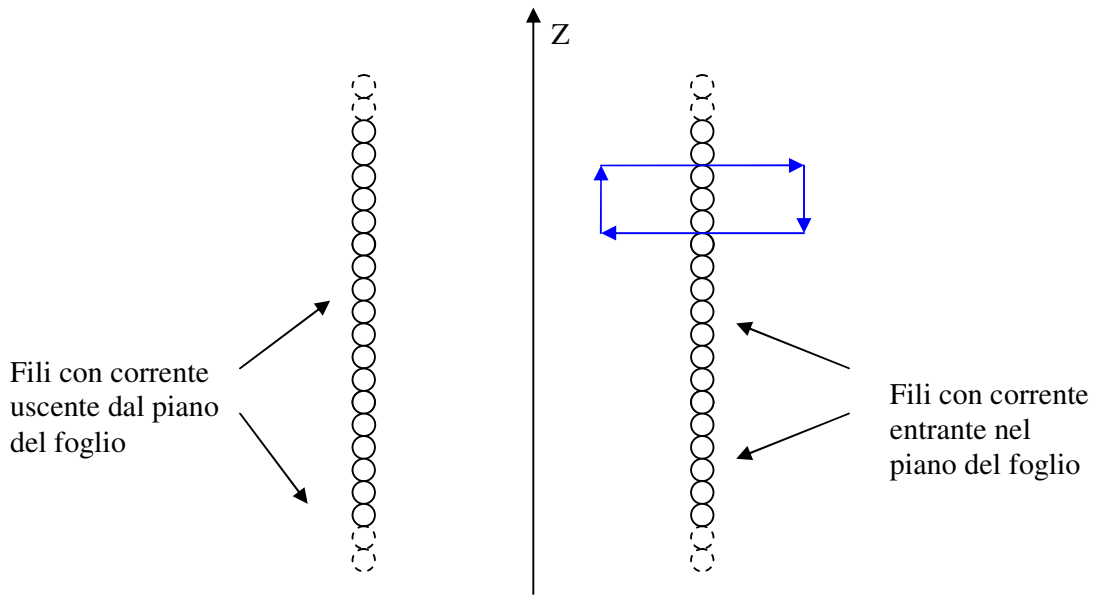
$$\text{Sull'asse } x: \int_0^{\Delta t} (F + N_x) dt = 12M V_x = \frac{9}{16} F \Delta t \text{ da cui } N_x = -\frac{7}{16} F \text{ (diretta verso destra);}$$

$$\text{sull'asse } y: \int_0^{\Delta t} N_y dt = 12M V_y = \frac{9}{16} F \Delta t \text{ da cui } N_x = +\frac{9}{16} F \text{ (diretta verso l'alto).}$$

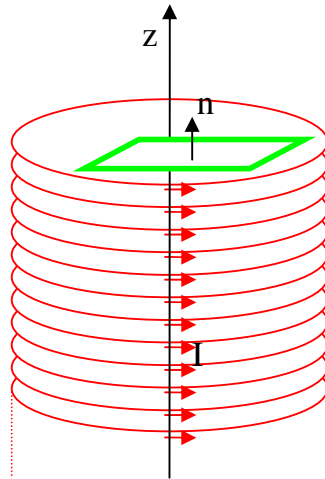
Esercizio 2.

- 2.1) L'unica componente non nulla del campo magnetico è assiale e si ottiene applicando la legge di ampere: $B_z = \frac{\mu_0 I}{D}$, in quanto la densità di spire è proprio $1/D$.

2.2) Una linea e' quella indicata in blu in figura, in cui ogni cerchietto rappresenta l'intersezione di una spira con il piano del foglio.



2.3) Una superficie puo' essere il rettangolo perpendicolare all'asse Z e completamente compreso all'interno del solenoide indicato in verde in in figura, di lati 5D e D.



2.4) La forza ha solo componente radiale $F_r = I \frac{D}{10} B_z$. Come valore del campo, poiche' esso ha una discontinuita' passando dal valore calcolato in 2.1 (interno al solenoide) al valore zero (all'esterno), occorre effettuare una media, da cui: $F_r = B_z = \frac{\mu_0 I^2}{20}$.