

FISICA per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2007/8
PROVA SCRITTA del 22 settembre 2008

COGNOME _____ NOME _____

NOTA: questo foglio deve essere restituito **NOTA: e' obbligatorio giustificare brevemente ma in modo esauriente e comprensibile le risposte. Per i punti 2.1 e 2.2 e' importante effettuare i calcoli numerici, che non sono richiesti per le altre domande.**

Esercizio 1 Un cilindro omogeneo, di massa M e raggio R , puo' ruotare attorno ad un asse verticale. In un primo esperimento, al tempo $t = 0$ si osserva che la velocita' angolare del cilindro e' ω_0 e che per $t > 0$ la velocita' angolare decresce secondo la legge: $\omega = \omega_0 e^{-\gamma t}$.

1.1 Calcolare il momento totale delle forze agenti sul cilindro in funzione della velocita' angolare del cilindro.

1.2 Calcolare l'energia totale dissipata fra il tempo 0 ed il tempo t .

1.3 Dire quale forza fra le seguenti potrebbe avere un momento con le caratteristiche trovate nel punto 1: i) forza di gravita' ii) forza di attrito dell'aria sulla superficie laterale del cilindro iii) forza di attrito dell'aria sulle basi del cilindro iv) reazione vincolare dell'asse

1.4 Supponiamo che si ripeta l'esperimento, imprimendo al cilindro al tempo $t = 0$ la stessa velocita' angolare iniziale ω_0 . In questo secondo esperimento, oltre alle forze che hanno dato origine al momento calcolato al punto 1, un operatore esercita sul bordo del cilindro una forza di modulo F , tangenziale ed opposta alla velocita' del punto di contatto. La forza vale zero se la velocita' si annulla: si calcoli l'istante in cui il cilindro si ferma.

Esercizio 2 Un filo a sezione circolare di raggio $R_0 = 0.5\text{mm}$ e' percorso da una corrente continua $I = 2\text{A}$. Il filo, elettricamente neutro, e' composto da un materiale in cui i portatori di carica sono elettroni, con mobilita' $\mu = 100 \text{ m}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ e concentrazione $n = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$. Si ipotizzi che i portatori siano uniformemente distribuiti all'interno del filo. Si calcoli:

2.1 il campo elettrico (modulo, direzione e verso) all'interno del filo e la velocita' dei portatori;

2.2 la potenza sviluppata dalle forze elettriche per unita' di volume;

2.3 il campo di induzione magnetica (modulo, direzione e verso) in un punto P posto a distanza R ($< R_0$) dall'asse del filo;

2.4 la forza di Lorentz (modulo, direzione e verso) su un portatore di carica si trovi nel punto P .

FISICA per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2007/8
PROVA SCRITTA del 22 settembre 2008 - RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 Indicando con τ_z il momento totale richiesto lungo l'asse del cilindro, si ha:

$$\tau_z = I\dot{\omega} = -\gamma\omega_o \frac{MR^2}{2} e^{-\gamma t} = -\gamma \frac{MR^2}{2} \omega .$$

1.2 $E_{diss} = K(t) - K(0) = \frac{MR^2}{4} \omega_o^2 (e^{-2\gamma t} - 1)$

1.3 La forza puo' essere sia la (ii) [forza di attrito dell'aria sulla superficie laterale del cilindro], sia la (iii) [forza di attrito dell'aria sulle basi del cilindro].

1.4 Al momento calcolato nel punto 1, si somma il momento -FR della forza applicata

dall'operatore, per cui si ha: $\frac{MR^2}{2} \dot{\omega} = -\gamma \frac{MR^2}{2} \omega - FR$. Imponendo la condizione

$\omega(0) = \omega_o$ si trova $\omega = \left(\omega_o + \frac{2F}{MR\gamma} \right) e^{-\gamma t} - \frac{2F}{MR\gamma}$. Questa soluzione vale finche'

il cilindro non si ferma, cosa che avviene al tempo $t = \frac{1}{\gamma} \ln \left(\frac{MR\gamma\omega_o}{2F} + 1 \right)$.

Esercizio 2

2.1 La densita' di corrente elettrica vale $|\vec{J}| = \frac{I}{\pi R_o^2} = 2.55 \times 10^6 \text{ A/m}^2$, la velocita' dei

portatori vale $|\vec{V}| = \frac{|\vec{J}|}{nq} = 0.16 \text{ mm/s}$, il campo elettrico e' assiale di modulo

$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{V}|}{\mu} = 1.6 \times 10^{-6} \text{ V/m}$$

2.2 La potenza sviluppata dalle forze elettriche per unita' di volume e' $|\vec{E}||\vec{J}| = 4.1 \text{ W/m}^3$.

2.3 Il campo di induzione magnetica all'interno del filo ha solo componente tangenziale e

modulo $|\vec{B}| = \frac{\mu_o R}{2} |\vec{J}|$.

2.4 La forza di Lorentz su un elettrone ha direzione radiale, e' diretta verso l'interno ed ha

modulo: $|\vec{F}| = q|\vec{V}||\vec{B}| = \frac{\mu_o R}{2n} |\vec{J}|^2$.

