

FISICA 2 per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2015-16
PROVA SCRITTA del 1 luglio 2016

COGNOME _____ NOME _____

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

Esercizio 1 Un filo conduttore ha forma semicircolare, centro nel punto O , estremità nei punti H e K , e raggio a . Il punto H è connesso al punto O da un filo rettilineo di resistenza R . Il circuito è chiuso da una sbarretta conduttrice di lunghezza a , vincolata a ruotare attorno ad una sua estremità posta in O con velocità angolare costante ω_0 ; al tempo $t=0$ la seconda estremità della sbarretta si trova in K . In tutto lo spazio è presente un campo magnetico uniforme e costante, di modulo B_0 e diretto perpendicolarmente al piano del circuito.

1.1 Si calcoli la corrente indotta nel circuito.

1.2 Si calcoli il momento magnetico del circuito in funzione del tempo t .

1.3 Si calcoli la forza magnetica sulla *sola* sbarretta in moto e la forza magnetica su *tutto* il circuito.

1.4 Si calcoli il momento delle forze magnetiche sulla *sola* sbarretta in moto ed il momento delle forze magnetiche su *tutto* il circuito.

Esercizio 2 *Nota: sono importanti le valutazioni numeriche*

In un sistema di coordinate $Oxyz$, il campo elettrico di un'onda elettromagnetica piana e

monocromatica di frequenza $f=100\text{MHz}$ vale $\vec{E} = \left(E_0 \cos(kz - \omega t), 0, 0 \right)$, con $E_0=30\text{mV/m}$.

2.1 Si scriva l'espressione delle tre componenti del vettore d'onda.

2.2 Si scriva l'espressione delle tre componenti del campo magnetico in ogni punto dello spazio in funzione di x, y, z, t .

2.3 Si calcolino il valore *medio* della forza elettromagnetica che l'onda esercita su una superficie quadrata, di lato pari ad una lunghezza d'onda, perfettamente assorbente, disposta nel piano xy con i lati paralleli agli assi.

2.4 Si calcoli la forza elettromagnetica *istantanea* che l'onda eserciterebbe su una superficie nella stessa posizione e delle stesse dimensioni della precedente, se tale superficie fosse composta da un materiale sottile, perfettamente isolante, con una carica fissa (rigorosamente non spostabile) di 1pC/m^2 . In queste ipotesi il materiale sarebbe: *a*) assorbente; *b*) riflettente; *c*) trasparente ?

FISICA 2 per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2015-16
PROVA SCRITTA del 1 luglio 2016
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 L'area del circuito vale $S = (\pi - \omega_o t) \frac{a^2}{2}$, per cui utilizzando la legge di Faraday la corrente indotta

nel circuito e' $i = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = \frac{B_o \omega_o a^2}{2R}$

1.2 Definendo un sistema di coordinate polari cilindriche con l'asse z perpendicolare al piano del circuito, il momento magnetico ha solo componente z : $\mu_z = iS = B_o \omega_o (\pi - \omega_o t) \frac{a^4}{4R}$.

1.3 La forza magnetica su *tutto* il circuito e' nulla, perche' e' immerso in un campo magnetico uniforme. La forza magnetica sulla *sola* sbarretta in moto ha solo componente tangenziale:

$$dF_\theta = -B_o i dr = -\frac{B_o^2 \omega_o a^2}{2R} dr, \text{ da cui } F_\theta = -\frac{B_o^2 \omega_o a^3}{2R}.$$

1.4 Il momento delle forze magnetiche su *tutto* il circuito e' nullo perche' momento magnetico e campo magnetico sono paralleli. Il momento delle forze magnetiche su un tratto infinitesimo della sbarretta in moto vale $d\tau_z = r dF_\theta = -\frac{B_o^2 \omega_o a^2}{2R} r dr$ e quello sulla *sola* sbarretta e'

$$\tau_z = -\frac{B_o^2 \omega_o a^4}{4R}.$$

Esercizio 2

2.1 $\vec{k} = (0, 0, k)$ con $k = \frac{2\pi f}{c} = 2.09 m^{-1}$. Si noti che la lunghezza d'onda vale $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{c}{f} = 3m$.

2.2 $\vec{B} = (0, B_o \cos(kz - \omega t), 0)$ con $B_o = \frac{E_o}{c} = 10^{-10} T$.

2.3 La forza elettromagnetica *media* che l'onda esercita sulla superficie e' $\langle \vec{F} \rangle = (0, 0, \langle F_z \rangle)$,

$$\text{con } \langle F_z \rangle = \frac{\langle S_z \rangle}{c} \lambda^2 = \langle u \rangle \lambda^2 = \frac{\epsilon_o E_o^2}{2} \lambda^2 = 3.6 \times 10^{-14} N$$

2.4 La forza elettromagnetica *istantanea* che l'onda eserciterebbe sulla superficie e'

$$\vec{F} = (F_x, 0, 0), \text{ con } F_x = \sigma_c \lambda^2 E_o \cos(\omega t) = F_o \cos(\omega t) \text{ e } F_o = \sigma_c \lambda^2 E_o = 27 \times 10^{-14} N.$$

In queste ipotesi il materiale sarebbe (c) trasparente.