

## ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 38/07

1. Un lungo solenoide, che ha raggio  $a$  e lunghezza  $h$  (con  $h \gg a$ ) è formato da  $N$  spire di filo conduttore. Il filo presenta una resistenza elettrica  $R$  al passaggio della corrente ed i suoi estremi sono collegati ad un generatore ideale di differenza di potenziale alternata  $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$ , con  $\omega$  “né troppo piccolo, né troppo grande” (vuol dire che la variazione temporale della differenza di potenziale non è trascurabile, ma non ci si trova nel regime delle onde elettromagnetiche). [Indicate con  $\epsilon_0$  e  $\mu_0$  la costante dielettrica e la permeabilità magnetica del mezzo, il vuoto, che si trova all’interno del solenoide]
  - a) Come si scrive, in modulo e direzione, il campo magnetico  $B(t)$  che interessa la regione interna al solenoide? [Usate le consuete approssimazioni del solenoide di lunghezza “infinita” e tenete conto del fatto che  $\omega$  è “ragionevolmente” piccola]
 

$B(t) = \dots\dots\dots$   
 Direzione:  $\dots\dots\dots$
  - b) Sapendo che la **densità di energia magnetica**, cioè l’energia (per unità di volume) dovuta alla presenza del campo magnetico, vale  $u_M = B^2/(2\mu_0)$ , come si scrive l’energia magnetica  $U_M(t)$  “immagazzinata” nel solenoide?
 

$U_M(t) = \dots\dots\dots$
  - c) Come si scrive il valore medio nel tempo dell’energia magnetica  $\langle U_M \rangle$ ?
 

$\langle U_M \rangle = \dots\dots\dots$
  - d) Sapendo che la definizione di **autoinduttanza** è  $L = \Phi_S(\mathbf{B})/I$ , dove il flusso è calcolato sulla sezione del solenoide e la corrente è quella che scorre nel solenoide, come si scrive l’autoinduttanza  $L$  del solenoide considerato? [Tenete conto del numero delle spire!]
 

$L = \dots\dots\dots$
  - e) Come si scrive la forza elettromotrice  $fem(t)$  che viene indotta sul filo che costituisce il solenoide?
 

$fem(t) = \dots\dots\dots$
  - f) Come si scrive l’“equazione del circuito” considerato? [Questa domanda richiede di scrivere un’equazione in termini “elettrotecnici”, in cui si considerano gli elementi del problema come componenti circuitali]
 

$V(t) = \dots\dots\dots$
  
2. Un circuito è costituito dal collegamento in serie di un solenoide, dotato di un’**autoinduttanza** con coefficiente  $L$  (vedi l’esercizio precedente per ulteriori dettagli), con un condensatore di capacità  $C$ .
  - a) Come si scrive l’“equazione del circuito”?
 

$\dots\dots\dots$
  - b) Supponendo che, per qualche motivo, all’istante  $t_0 = 0$  sulle armature del condensatore si trovi la carica  $Q_0$ , come si può dedurre l’andamento temporale della carica elettrica sulle stesse armature,  $Q(t)$ ? Commentate!  
 Commento:  $\dots\dots\dots$
  
3. Un’onda elettromagnetica monocromatica piana di lunghezza d’onda  $\lambda = 1.0 \times 10^{-6}$  m si propaga nel vuoto lungo il verso positivo dell’asse  $X$ . L’onda è polarizzata linearmente lungo  $Y$  (cioè il suo campo elettrico oscilla lungo  $Y$ ) ed è tale da avere ampiezza nulla sul piano  $x = 0$  all’istante  $t = 0$  (questa considerazione serve per aggiustare la fase costante della funzione d’onda).
  - a) Scrivete la funzione d’onda per il campo elettrico  $\mathbf{E}$  in termini dell’ampiezza  $E_0$ , del vettore d’onda  $\mathbf{k}$  e della pulsazione  $\omega$ . [Ricordate che si tratta di un vettore!]
 

$\mathbf{E} = \dots\dots\dots$
  - b) Come si scrive la funzione d’onda per il campo magnetico  $\mathbf{B}$  in termini dei dati del problema?
 

$\mathbf{B} = \dots\dots\dots$
  - c) Quanto vale la frequenza  $\nu$  dell’onda? [Ricordate che la velocità della luce vale  $c = 3.0 \times 10^8$  m/s]
 

$\nu = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  Hz

- d) Sul piano  $YZ$  è posta una spira conduttrice quadrata di lato  $l = 1.5 \times 10^{-6}$  m con un lato disposto lungo l'asse  $Y$  (vedi figura). La spira ha resistenza  $R = 1.0$  ohm. Per effetto della presenza dell'onda elettromagnetica, all'interno della spira, che funge da "antenna", scorre una corrente elettrica periodica che, al massimo, vale  $I_{MAX} = 3.0$  mA. Quanto vale l'ampiezza  $E_0$  dell'onda? [Date la risposta numerica usando l'unità di misura V/m]
- $E_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  V/m

