

# Fisica Generale T2 - Prof. Mauro Villa

CdL in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni

14 Gennaio 2019

## Scritto - Elettromagnetismo

### Esercizi:

- 1) Tre cariche elettriche positive di valore  $Q = 0.6 \mu\text{C}$  possono essere disposte nello spazio in due configurazioni: A - ai vertici di un triangolo equilatero di lato  $L = 2 \text{ cm}$  e B - lungo una retta, dove le cariche contigue sono separate di  $L$ .
  - a) Senza svolgere i conti, individuare quale configurazione (A o B) ha la maggiore energia elettrostatica e spiegarne il motivo;
  - b) Calcolare la differenza di energia elettrostatica  $|\Delta U| = |U_A - U_B|$  tra le due configurazioni.
  
- 2) Un cannone di un tubo catodico, funzionante con un fascio di elettroni, è costituito da una prima regione di accelerazione, ad opera di un campo elettrico di modulo  $E = 15 \text{ kV/m}$  e diretto parallelamente al fascio, e da una seconda regione di deviazione del fascio, ad opera di un campo magnetico di modulo  $B = 1 \text{ mT}$  e diretto perpendicolarmente al fascio. Sapendo che gli elettroni, di massa  $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  e carica elettrica  $q = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , partono da fermi, attraversano la regione di accelerazione in un tempo di  $t_a = 3 \text{ ns}$  e quella di deviazione in un tempo di  $t_d = 2 \text{ ns}$ , calcolare:
  - a) la velocità degli elettroni al termine della zona di accelerazione;
  - b) il modulo della forza che agisce nella regione di deviazione;
  - c) l'angolo di deviazione del fascio, cioè l'angolo formato tra le direzioni del fascio prima e dopo la regione di campo magnetico.

### Domande:

- 1) Discutere la legge di Ampère-Maxwell..
- 2) Spiegare la pressione magnetostatica.
- 3) Spiegare l'origine della resistenza elettrica dei materiali.

*Avvertenze: non è consentito consultare libri, appunti, compagni né avere in aula cellulari accesi o spenti. Le risposte e le soluzioni devono essere espresse in termini dei simboli e dei dati specificati nel testo. Negli esercizi occorre spiegare i passi principali che conducono alle soluzioni.*

*Nel caso servano, si usino i valori  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$  e  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Ns}^2/\text{C}^2$ .*

**Svolgimenti e soluzioni:**

- 1) a. Se indichiamo con gli indici 1, 2 e 3 le tre cariche che sono poste progressivamente sulla retta, si nota che il contributo all'energia tra le cariche 1+2 e le cariche 2+3 sono uguali a quelle della disposizione a triangolo, essendo sempre a distanza  $L$ . Le cariche 1 e 3, invece, sono a distanza  $2L$  nella configurazione B, e a distanza  $L$  nella configurazione A. La configurazione A avrà, quindi, un'energia maggiore.

$$b. \Delta U = U_A - U_B = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 L} - \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 2L} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 L} = 0.24 \text{ J} .$$

- 2) a. La forza che agisce sugli elettroni nella regione di accelerazione è

$$\vec{F} = m\vec{a} = q\vec{E}$$

quindi l'accelerazione sarà

$$a = \frac{|q| \cdot |E|}{m} = 2.63 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2 .$$

Dall'accelerazione ricaviamo facilmente la velocità:

$$v = a \cdot t_a = 7.9 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

- b. La forza che agisce sugli elettroni nella regione di deviazione è

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\text{quindi: } |\vec{F}| = |q|vB = 1.26 \cdot 10^{-15} \text{ N} .$$

- c. Il raggio di curvatura nella regione di deviazione è

$$R = \frac{mv}{qB} = 4.5 \text{ cm}$$

Quindi l'angolo di deviazione del fascio sarà:

$$\theta = \frac{v t_d}{m} = \frac{qB t_d}{m} = 0.351 \text{ rad} = 20.1^\circ .$$