

**Università degli Studi di Trieste, A.A. 2020/2021**  
**Laurea triennale in Ingegneria**  
**Fisica generale II – Appello 07.06.2021 – Compito A**

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_ C.d.S. \_\_\_\_\_

**Problema 1**

Tre lamine metalliche quadrate parallele (lato  $L = 140$  cm) sono poste a distanza  $h = 1.2$  cm l'una dall'altra. Tra le lamine vi sono due sostanze dielettriche con costanti dielettriche relative  $k_1 = 1.7$  e  $k_2 = 2.2$ . Le due lamine esterne sono collegate a un generatore che le mantiene a una tensione  $V_0 = 120$  V, la lamina centrale è complessivamente scarica. Trascurando gli effetti di bordo:

1. Si determini la capacità totale del sistema e la carica totale distribuita su ciascuna superficie delle lamine, i campi elettrici e la differenza di potenziale tra ciascuna lamina.

$$C_1 = C_0 k_1 = \frac{S \epsilon_0 k_1}{d} = 2.5 \text{ mF} \quad C_2 = C_0 k_2 = 3.3 \text{ mF} \quad \epsilon_{\text{TOT}} = C_0 \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \quad C_0 = 1.5 \text{ mF}$$

$$Q = C_{\text{TOT}} V_0 = 1.7 \times 10^{-7} \text{ C} \quad V_1 = 68 \text{ V} \quad V_2 = 52 \text{ V}$$

$$E_1 = 5.7 \times 10^3 \text{ V/m} \quad E_2 = 4.3 \times 10^3 \text{ V/m}$$

2. I dielettrici vengono estratti, si determini la capacità totale del sistema e la carica totale distribuita su ciascuna superficie delle lamine i campi elettrici e la differenza di potenziale tra ciascuna lamina.

$$C_{\text{TOT}} = \frac{C_0}{2} = 0.7 \text{ mF}$$

$$Q = 8.7 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$E_1 = E_2 = 5 \times 10^3 \text{ V/m}$$

3. Si determini la variazione di energia elettrostatica dovuta all'estrazione dei dielettrici

$$\Delta U = \frac{1}{2} (C_{\text{TOT}} \text{ die} - C_{\text{TOT}} \text{ vuoto}) V_0^2 = 5 \times 10^{-6} \text{ J}$$

**Problema 2**

Una sbarretta di materiale con permeabilità magnetica  $\mu_r = 300$  e sezione  $S = 3$  cm<sup>2</sup> è parzialmente inserita per un tratto  $x = 20$  cm all'interno di un solenoide rettilineo lungo  $L = 60$  cm, avente la stessa sezione della sbarretta e formato da 1500 spire. Il solenoide è percorso da una corrente  $I = 500$  mA.

1. Trascurando gli effetti di bordo, calcolare le componenti dei campi  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{H}$  e  $\mathbf{M}$  all'interno del solenoide, nella regione in cui è presente la sbarretta e nella regione in aria.

$$H = \frac{I N}{L} = 1250 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$B = \mu_0 \frac{I N}{L} = 1.6 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$M = 0$$

$$H = \frac{I N}{L} = 1250 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{I N}{L} = 0.47 \text{ T}$$

$$M = 3.7 \times 10^5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

2. Calcolare il coefficiente di autoinduzione del solenoide

$$L_{TOT} = L_{vuoto} + L_{magnete}$$

$$L_{vuoto} = \mu_0 S N_{vuoto}^2 (L-x) = \mu_0 S \left(\frac{N}{L}\right)^2 (L-x)$$

$$L_{magnete} = \mu_r \mu_0 S N_{mag}^2 / x = \mu_r \mu_0 S \left(\frac{N}{L}\right)^2 x$$

$$L_{TOT} = 0.24 \text{ H}$$

3. Calcolare la forza che agisce sulla sbarretta e specificare se questa tende ad attirarla all'interno del solenoide o a respingerla all'esterno.

$$U_m = \frac{1}{2} L_{TOT} I^2$$

$$F = -\frac{dU_m}{dx} = -\frac{1}{2} \frac{d}{dx} \mu_0 S \left(\frac{N}{L}\right)^2 (\mu_r - 1) I^2 = 8.8 \times 10^{-2} \text{ N}$$

Il magnete è attratto all'interno del solenoide

### Problema 3

Supponiamo che un campo magnetico B sia diverso da zero solo all'interno di una regione cilindrica di raggio  $r=5.0$  cm e lunghezza infinita. Il campo magnetico è uniforme e parallelo all'asse del cilindro, e varia nel tempo con la legge  $B(t) = \alpha t^2 - \beta t$ , dove  $\alpha=0.05 \text{ T/s}^2$  e  $\beta=0.2 \text{ T/s}$ . Due cariche elettriche puntiformi  $q=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  sono tenute ferme rispettivamente alla distanza  $d_1=3.0$  cm e  $d_2=4.0$  cm dall'asse.

1. Calcolare le forze  $f_1$  e  $f_2$  agenti sulle due cariche all'istante  $t_0=4.0$  s. Supporre che l'interazione tra le due cariche sia trascurabile.

$$E(d_1) = E_1 = \frac{dB}{dt} \frac{d_1}{2}$$

$$E(d_2) = E_2 = \frac{dB}{dt} \frac{d_2}{2} = (2\alpha t - \beta) \frac{d_2}{2}$$

$$f_1 = 4.8 \times 10^{-22} \text{ N}$$

$$f_2 = 6.4 \times 10^{-22} \text{ N}$$

la direzione del campo E è per. all'asse e alla direzione radiale rispetto all'asse. Il verso, dato che B aumenta, è indicato in fig.

2. Calcolare le forze  $f_1$  e  $f_2$  quando le cariche sono a poste alle distanze  $d_1=3.5$  cm e  $d_2=6.0$  cm.

$$E_1 = \frac{dB}{dt} \frac{d_1}{2} \quad f_1 = 5.6 \times 10^{-22} \text{ N}$$

$$E_2 = \frac{dB}{dt} \frac{d_2}{2} \quad f_2 = 6.4 \times 10^{-22} \text{ N}$$

3. Calcolare le forze  $f_1$  e  $f_2$  quando le cariche sono a poste alle distanze  $d_1=6.5$  cm e  $d_2=8.0$  cm.

$$E_1 = \frac{dB}{dt} \frac{d_1}{2} \quad f_1 = 6.2 \times 10^{-22} \text{ N}$$

$$E_2 = \frac{dB}{dt} \frac{d_2}{2} \quad f_2 = 5 \times 10^{-22} \text{ N}$$

