Università degli Studi di Trieste, A.A. 2021/2022
Laurea triennale in Ingegneria
Fisica generale II – Appello 25.01.2022

Cognome ______________________ Nome ______________________

Problema 1

Una molecola non polare di polarizzabilità α=50 Å^3 è posta a grande distanza (l=10 nm) da una molecola polare di momento di dipolo p=6*10^{-30} Cm.

1) Calcolare il potenziale elettrostatico dovuto alla molecola polare nel punto in cui si trova la molecola non polare nel caso in cui il vettore **p** sia parallello alla retta congiungente le due molecole e nel caso in cui sia perpendicolare.

$$V = \frac{\vec{p}\cdot\hat{\ell}}{4\pi\varepsilon_0 \ell} \qquad \vec{p} \perp \hat{\ell} \quad V = 0$$

$$\vec{p} \parallel \hat{\ell} \quad V = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0 \ell^2} = 5.4\times 10^{-4}\ V$$

2) Calcolare il campo elettrostatico dovuto alla molecola polare nel punto in cui si trova la molecola non polare nel caso in cui il vettore **p** sia parallello alla retta congiungente le due molecole e nel caso in cui sia perpendicolare.

$$\vec{E} = \frac{p3[(\hat{p}\cdot\hat{r})\hat{r} - \hat{p}]}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad \vec{p} \perp \hat{r} \quad \vec{E} = -\hat{p}\times 5.4\times 10^{4}\ V/m$$

$$\vec{p} \parallel \hat{r} \quad \vec{E} = \hat{p}\times 10.8\times 10^{4}\ V/m$$

3) Supponendo che il dipolo indotto sulla molecola non polare rimanga costante, calcolare l'energia necessaria a ruotare la molecola in modo da orientare il vettore **p** con verso discorde rispetto al campo di stimolo dovuto alla molecola polare nei due casi.

$$\vec{p}_{ind} = \alpha\varepsilon_0\vec{E}_{est} \qquad U = -\vec{p}\cdot\vec{E} \qquad \Delta U = 2pE = 2\varepsilon_0\alpha E^2$$

$$\vec{p} \perp \hat{r} \quad \Delta U = 6.4\times 10^{-27}\ J \qquad \vec{p} \parallel \hat{r} \quad \Delta U = 2.6\times 10^{-26}\ J$$

Problema 2

Un tratto di filo di tungsteno (ρ_W = 5.6 × 10^{-8} Ωm) di lunghezza l = 1 cm ha un diametro che varia linearmente con la lunghezza, da un minimo di d_1 = 2 mm ad un massimo di d_2 = 3 mm.

1) Si calcoli la resistenza totale del filo.

$$R = \int_0^{\ell} \frac{\rho\, dx}{\pi r^2} \qquad r(x) = \frac{d_1}{2} + \frac{(d_2 - d_1)}{2}\frac{x}{\ell}$$

$$R = \frac{\rho \ell}{\pi d_1 d_2} = 1.2\times 10^{-4}\ \Omega$$

2) Si calcolino i moduli del campo elettrico massimo e minimo all'interno del conduttore quando attraverso di esso scorre una corrente I = 6 A.

$$\vec{E} = \rho \vec{J}$$

$$E_{max} = \rho J_{max} = \rho \frac{I}{\pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2} = 0.1\ V/m$$

$$E_{min} = \rho J_{min} = \rho \frac{I}{\pi \left(\frac{d_2}{2}\right)^2} = 0.05\ V/m$$

3) Se la massima potenza per unità di volume che il materiale può sopportare è di 250 mW/cm3, qual è la massima corrente che può attraversarlo?

Densità di potenza dissipata $\quad \vec{J} \cdot \vec{E} = \rho J^2 = \frac{P_{max}}{V}$

$$I_{max} = \pi (d_1/2)^2 J_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}/V}{\rho}}\ \pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 = 6.6\ A$$

Problema 3

Un solenoide di raggio 6 mm e 1200 spire è immerso in un campo magnetico uniforme con modulo B = 0.3 T ed inizialmente diretto lungo l'asse del solenoide. Il solenoide può ruotare liberamente attorno ad un asse perpendicolare al suo asse di simmetria e passante per il suo centro. Il circuito si chiude su di una resistenza R = 12 Ω.

1) Trovare la velocità angolare necessaria per generare una f.e.m. con Veff = 60 V.

$$\omega = \frac{V_{eff}\sqrt{2}}{N B \pi r^2} \qquad 2 \times 10^3\ rad/s$$

2) Il solenoide può essere compresso e dilatato mantenendo costante la sua sezione ed il suo numero di spire. Calcolare la lunghezza tale per cui la potenza dissipata nel circuito sia P = 100 W.

$$P_{eff} = I_{eff}^2 R = \frac{V_{eff}^2 R}{Z^2} \qquad Z^2 = R^2 + \omega^2 L^2 = \frac{V_{eff}^2}{P_{eff}} R$$

$$L = \frac{1}{\omega}\sqrt{\frac{V_{eff}^2}{P_{eff}} R - R^2} = 8.1\ mH \qquad \ell = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{L} = 2.5\ cm$$

3) Calcolare lo sfasamento fra tensione e corrente nelle condizioni del punto precedente.

$$|Z| = \sqrt{\frac{V_{eff}^2}{P_{eff}} R} = 21\ \Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \varphi = 55^\circ$$