

FISICA 2 per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2015-16
PROVA SCRITTA del 19 febbraio 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 solenoide di raggio a ed altezza $h \gg a$ e' composto da N spire.

- 1.1 Si calcoli il valore della auto-induttanza del solenoide
- 1.2 Si calcoli il valore della mutua induttanza fra il solenoide ed una spira quadrata di lato a posta interamente dentro il solenoide in un piano perpendicolare all'asse del solenoide.
- 1.3 Fornire un limite inferiore sulla auto-induttanza della spira quadrata.
- 1.4 Un generatore di corrente impone nel solenoide una corrente $i_{sol} = i_o \sin \omega t$. Calcolare la corrente nella spira quadrata, supponendo che essa sia superconduttrice e che la sua auto-induttanza sia pari al valore limite calcolato nella domanda precedente.

Esercizio 2 Un piccolo condensatore piano ha le due armature in $z=0$ e $z=\delta=2\mu m$. Ogni armatura ha una superficie $A=1mm^2$; lo spazio fra le due armature e' riempito di un dielettrico isolante uniformemente carico con una concentrazione $n=5 \times 10^{12} cm^{-3}$ di cariche unitarie positive ($e=1.6 \times 10^{-19} C$).

- 2.1 Si calcolino le cariche libere sulle due armature se esse sono cortocircuitate e poste a massa.
- 2.2 Si calcoli il campo elettrico all'interno del condensatore in funzione di z , se le armature sono cortocircuitate a massa e se il materiale ha una costante dielettrica $\epsilon_r = 1$.
- 2.3 Si calcolino le cariche libere sulle due armature ed il campo elettrico all'interno del condensatore in funzione di z , se l'armatura in $z=\delta$ e' posta a massa, quella in $z=0$ e' posta ad una d.d.p. $V_o=0.5V$ e se il materiale ha una costante dielettrica $\epsilon_r = 1$.
- 2.4 Si calcolino le cariche libere sulle due armature ed il campo elettrico all'interno del condensatore in funzione di z , se l'armatura in $z=\delta$ e' posta a massa, quella in $z=0$ e' posta ad una d.d.p. $V_o=0.5V$ e se il materiale ha una costante dielettrica $\epsilon_r = 5$.

FISICA 2 per ELETTRONICA e TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2015-16
PROVA SCRITTA del 19 febbraio 2016
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 $L_{sol} = \frac{\mu_o \pi a^2}{h} N^2$.

1.2 $M = \frac{\mu_o a^2}{h} N$

1.3 Il limite si ottiene da $L_{sol} L_{spira} \geq M^2$, da cui $L_{spira} \geq \frac{\mu_o a^2}{\pi h}$.

1.4 L'equazione per la corrente nella spira è $L_{spira} \frac{di_{spira}}{dt} + M \frac{di_{sol}}{dt} = 0$ con la condizione iniziale $i(0)=0$,

per cui $i_{spira} = \frac{M}{L_{spira}} i_{sol} = \pi N i_{sol} = \pi N i_o \sin \omega t$.

Esercizio 2

2.1 All'equilibrio il campo elettrico all'esterno è nullo, quindi $Q(0) = Q(\delta) = -\frac{neA\delta}{2} = -0.8pC$.

2.2 $E_z = \frac{ne}{\epsilon_o} \left(z - \frac{\delta}{2} \right)$, utilizzando la legge di Gauss.

2.3 Si deve richiedere che la carica totale sia nulla $Q(0) + Q(\delta) + neA\delta = 0$, la legge di Gauss per il

campo elettrico $AE_z = \frac{neAz + Q(0)}{\epsilon_o}$, e che $V_o = \int_0^\delta E_z dz$. Da queste condizioni si trova

$$Q(0) = \epsilon_o V_o \frac{A}{\delta} - \frac{ne\delta A}{2} = 1.4pC, \quad Q(\delta) = -\epsilon_o V_o \frac{A}{\delta} - \frac{ne\delta A}{2} = -3.0pC \quad \text{e} \quad E_z = \frac{V_o}{\delta} + \frac{ne}{\epsilon_o} \left(z - \frac{\delta}{2} \right).$$

2.4 Simile a quanto appena fatto: carica totale nulla $Q(0) + Q(\delta) + neA\delta = 0$, legge di Gauss per il campo

di induzione elettrica $AD_z = neAz + Q(0)$, $V_o = \int_0^\delta E_z dz$. Da queste condizioni si trova

$$Q(0) = \epsilon_o \epsilon_o V_o \frac{A}{\delta} - \frac{ne\delta A}{2} = 10.7pC, \quad Q(\delta) = -\epsilon_o \epsilon_o V_o \frac{A}{\delta} - \frac{ne\delta A}{2} = -12.3pC \quad \text{e} \quad E_z = \frac{V_o}{\delta} + \frac{ne}{\epsilon_o \epsilon_o} \left(z - \frac{\delta}{2} \right).$$