

Corso di Laurea in Fisica

CAMPI ELETTROMAGNETICI STAZIONARI e ONDE
ELETTROMAGNETICHE

11 DICEMBRE 2006

Compito Generale - ~~25 Settembre 2006~~

PARTE I

Esercizio 1

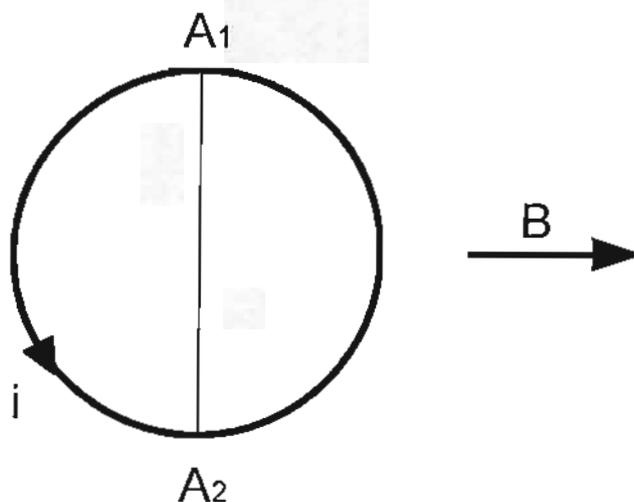
Una sfera metallica di raggio $R_1 = 1$ m e carica $Q = 1$ nC viene collegata con un filo conduttore ad una sfera, lontana dalla prima, di raggio $R_2 = 0.3$ m inizialmente scarica.

- Quali cariche q_1 e q_2 possiedono le due sfere a collegamento avvenuto? Si verifichi che le densità superficiali soddisfano la relazione $\sigma_1/\sigma_2 = R_2/R_1$.
- Quanto valgono l'energia elettrostatica iniziale U_1 della prima sfera e l'energia U del sistema a collegamento avvenuto? Come si è dissipata l'energia $U_1 - U$?

Esercizio 2

Una spira circolare di raggio $r = 10$ cm, percorsa da una corrente continua di intensità $i = 1.5$ A, si trova in un campo magnetico uniforme di induzione $B = 1$ kG; la direzione di B è parallela al piano della spira. Sia A_1A_2 il diametro della spira perpendicolare a B ; si calcoli:

- il modulo della risultante delle forze magnetiche agenti sopra metà della spira avente i punti A_1 e A_2 come estremi;
- il momento assiale rispetto alla retta A_1A_2 delle forze agenti sopra l'intera spira.



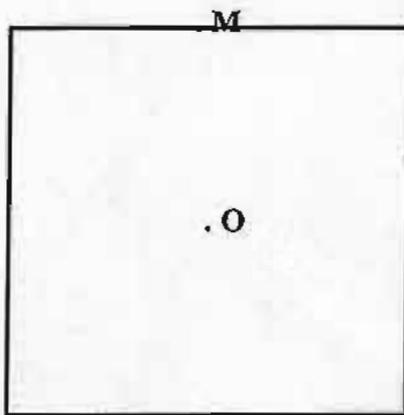
Campi Elettromagnetici Stazionari e Onde Elettromagnetiche aa 2006-07

Compito Generale - 8 Gennaio 2007 - Parte I

Esercizio 1

Quattro particelle con la stessa carica $q=10^{-9}$ C si trovano ai vertici di un quadrato di lato $L = 12$ cm. Si calcoli:

- l'intensita' E del campo elettrico nel centro O del quadrato e nel punto medio M di un lato;
- la d.d.p. ΔV tra i punti O e M ;
- il lavoro che si deve compiere per avvicinare le cariche e disporle ai vertici di un quadrato di lato $L/2$.



Esercizio 2

Un sottile nastro metallico, rettilineo, indefinito e di larghezza a , e' percorso secondo la sua lunghezza da una corrente continua, distribuita uniformemente, di intensita' totale i . Si calcoli l'induzione magnetica B :

- in un punto P_1 giacente nel piano del nastro e distante b della retta mediana del nastro;
- in un punto P_2 distante b dal piano del nastro e situato nel piano perpendicolare al nastro e passante per la sua retta mediana.
- A quale valore si puo' approssimare B quando $b \gg a$?

PRIMA PARTE

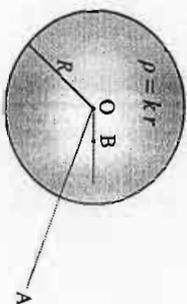
Esercizio 1

Una carica elettrica Q è distribuita nel volume di una sfera di raggio $R = 2$ cm con densità proporzionale alla distanza dal centro della sfera, $\rho = k r$, dove $k = 10^9$ C/m⁴.

a) Calcolare il campo elettrostatico generato da questa distribuzione di carica in un punto A a distanza $r_1 = 20$ cm dal centro e in un punto B a distanza $r_2 = 1$ cm dal centro.

b) Calcolare la differenza di potenziale fra i punti A e B.

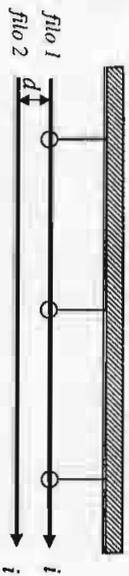
c) Una particella puntiforme di massa $m = 10$ g e dotata di carica $q = 10^{-6}$ C parte da grande distanza dalla sfera e procede con velocità $v = 0.01$ m/s verso il centro della sfera. Calcolare la distanza minima fra la particella e il centro della sfera.



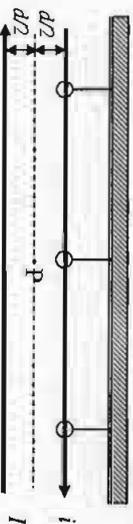
Esercizio 2

Un filo conduttore, mantenuto opportunamente in posizione orizzontale, è percorso da una corrente $i = 10$ A. Un secondo filo, parallelo al primo, percorso da uguale corrente e con stesso verso, è mantenuto nello stesso piano verticale del primo. Sia il secondo filo posto inferiormente al primo e libero di muoversi nel piano verticale comune dei due fili (si assumano i fili di lunghezza infinita).

a) Si determini il valore della distanza d fra i fili affinché il secondo sia in posizione di equilibrio se la sua densità di massa per unità di lunghezza è $\lambda = 1$ g/m.



b) Si assuma ora che il secondo filo sia percorso da una corrente stazionaria $I (\neq i)$ e di verso opposto a quella nel primo filo. Si determini il valore di I per il quale la distanza fra i fili viene mantenuta pari a $d = 5$ mm applicando al secondo filo una forza esterna per unità di lunghezza di modulo pari a $12 \cdot 10^{-3}$ N/m. Si determini il campo **B** (in modulo, direzione e verso) nel punto P appartenente al piano verticale dei due fili, e distante $d/2$ da entrambi.



SECONDA PARTE

Esercizio 1

Una carica positiva puntiforme $q = 3 \cdot 10^{-10}$ C è posta al centro di una sfera di raggio $R = 10$ cm costituita di materiale dielettrico lineare, omogeneo e isotropo di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 4$. All'esterno c'è il vuoto. Calcolare:

a) Il valore del campo elettrico nei punti A e B, distanti dal centro $a = R/2$ e $b = 2R$, rispettivamente.

b) La densità di carica di polarizzazione sulla superficie della sfera e la densità volumetrica di carica di polarizzazione nella sfera.

c) La capacità di un conduttore sferico di raggio $r = 1$ cm, circondato da un guscio di raggio esterno R come in precedenza e costituito dallo stesso materiale dielettrico di cui sopra. Sia il conduttore carico con la stessa carica q utilizzata in precedenza. Si determini infine l'energia elettrostatica totale del sistema.

Esercizio 2

Un campo di induzione magnetica è caratterizzato, in un opportuno sistema di riferimento $Oxyz$, da un'unica componente non nulla, B_z , che segue la legge $B_z = A x$, con A coefficiente costante positivo. Una spira quadrata di lato $a = 2$ cm, induttanza trascurabile e resistenza $R = 2.5 \Omega$ si muove nel piano $z = 0$ con velocità $\mathbf{v} = v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j}$, di modulo pari a 10 cm/s e con $v_x / v_y = 2$. Determinare:

a) Espressioni e valori delle componenti del **rotore di B**, se nella spira circola una corrente pari a 1 mA.

b) Il verso di circolazione della corrente, e modulo e verso della risultante delle forze orizzontali agenti sulla spira dovute a tale corrente.

Compito di Campi Elettromagnetici Stazionari e Onde Elettromagnetiche

I appello estivo - 29 Giugno 2007

Parte I

Esercizio 1

Tre particelle di carica $q_1 = q_2 = 10^{-9} \text{ C}$ e $q_3 = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$ sono disposte ai vertici di un triangolo equilatero di lato $L = 10 \text{ cm}$. Si calcoli:

- L'intensità del campo elettrico nel centro O del triangolo e nel punto medio M del lato opposto alla carica q_3 .
- La d.d.p. tra O e M
- Il momento di dipolo del sistema

Esercizio 2

Un filo di rame di lunghezza $L=0.5 \text{ m}$ con sezione trasversale rettangolare di lati $a = 3 \text{ mm}$ e $b = 6 \text{ mm}$, e' percorso da una corrente di intensità costante $i = 10 \text{ A}$ distribuita uniformemente sulla sezione.

- Si calcoli la velocità di insieme degli elettroni di conduzione ammettendo che la densità di questi nel rame abbia il valore $n = 10^{29} \text{ m}^{-3}$.

Si applica un campo magnetico, perpendicolare al filo ed al lato b , di induzione magnetica $B = 0.4 \text{ Wb/m}^2$.

- Qual'è la forza magnetica risentita dagli elettroni subito dopo l'applicazione del campo magnetico?
- Sopra una faccia del filo si osserva un accumulo di elettroni di conduzione: l'accumulo di elettroni aumenta col passare del tempo o tende ad un valore limite?

PARTE I

1) Due sfere metalliche di raggio $R = 1.5 \text{ cm}$ sono poste ad una distanza $D = 100 R$ nel vuoto, ~~queste~~ isolate, e con una carica Q uguale

a) Tra le due sfere, nelle condizioni descritte, si esercita una forza $F_1 = 10^{-5} \text{ N}$. Si determini la carica Q

b) Una delle due sfere viene collegata a terra ($V=0$) mediante un sottile filo conduttore. Si calcoli la carica presente adesso sulla sfera e la forza F_2 che si esercita tra le sfere nella nuova situazione

2) Un anello circolare di raggio interno a , raggio esterno b , e dimensioni trasversali trascurabili, ruota intorno al suo asse con velocità angolare ω . Se nell'anello è uniformemente distribuita una carica Q si trovi

a) qual'è il ~~campo~~ campo magnetico al centro dell'anello

b) qual'è il momento magnetico dell'anello

Compito di Campi Elettromagnetici Stazionari e Onde Elettromagnetiche

3 Settembre 2007

Parte I

Esercizio 1

Una distribuzione uniforme di carica e' è disposta sulla semiretta $x > 0, y=z=0$, con una densità lineare λ . Si determini il campo elettrico nei punti:

- $x=-a, y=z=0$;
- $x=z=0, y=b$.
- Si risponda al punto b) nel caso in cui la densità di carica si estende su tutto l'asse x , utilizzando il teorema di Gauss. Il risultato è consistente con quanto ci si aspetta da quello ottenuto al punto b)?

Esercizio 2

Nel modello di Bohr dell'atomo di idrogeno, l'elettrone si muove intorno al protone su una traiettoria di raggio $r = 5.3 \times 10^{-11}$ m alla velocità $v = 2.2 \times 10^6$ m/s.

- A quale corrente su una spira circolare corrisponde il moto dell'elettrone?
- Qual'è il momento magnetico?
- Si determini modulo e direzione della forza che agisce sull'atomo di idrogeno se si trova in un campo $\mathbf{B}(z) = k B_0 (1+z^2/a^2)^{-3/2}$, ad una distanza $d = a/2$ dall'origine. Si assuma il momento magnetico allineato con il campo, $B_0 = 10$ G e $a = 5$ cm.