

FISICA GENERALE E STRUTTURA DELLA MATERIA

MODULO DI ELETTROMAGNETISMO

Esame del 17 Settembre 2009

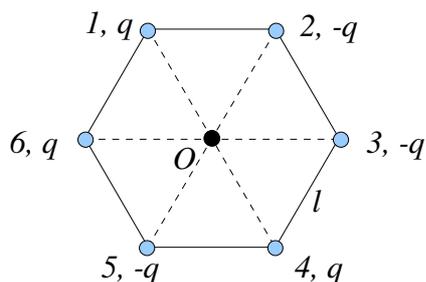
A.A. 2008-2009

Scelta	Tipo di esame	Esercizi	Punteggio in 30-esimi
	FG completo	2,6	Fino a 16
	Recupero 3 moduli	2, 6, 8	Fino a 10
	Recupero 2 moduli	2, 4, 6, 8	Fino a 8
	Recupero 1 modulo	1 → 8	Fino a 4

COGNOME: _____ **NOME:** _____ **MATR:** _____

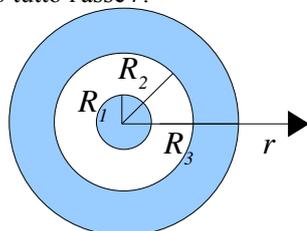
1. Legge di Coulomb

Calcolare il campo elettrostatico nel punto O generato dalle sei cariche di intensità $|q|=1 \mu\text{C}$, e la forza di Coulomb che esse esercitano su una carica $Q=1 \mu\text{C}$ posta nel punto O . La figura su cui sono disposte le cariche è un esagono regolare di lato $l=1 \text{ cm}$.



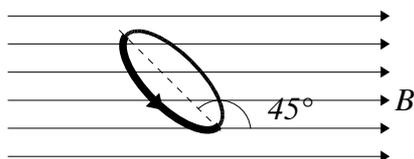
3. Proprietà elettriche della materia

La sfera interna di raggio R_1 è di materiale isolante e contiene una carica totale $Q>0$. Il guscio sferico esterno è di materiale conduttore e delimitato dai due raggi $R_1<R_2$. Determinare il campo elettrostatico lungo tutto l'asse r .



5. Momento di dipolo magnetico

La spira di figura è percorsa da una piccola corrente $I=25 \mu\text{A}$ e possiede un'area $A=20 \text{ mm}^2$. Essa è immersa in un forte campo magnetico $B=1 \text{ T}$. Determinare il momento delle forze magnetiche agente sulla spira, la sua posizione di equilibrio ed il suo moto, se essa si trova nel vuoto, quindi in assenza di attriti.

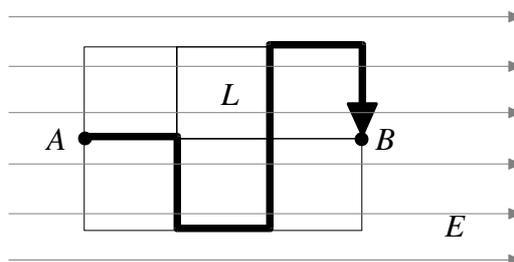


7. Legge di Ampere-Maxwell

Esporre e spiegare gli effetti della legge di Ampere Maxwell.

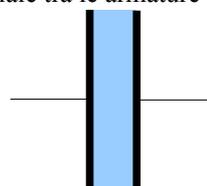
2. Potenziale elettrostatico

Una particella puntiforme di carica $q=1 \text{ nC}$ si muove lungo il cammino L di figura, nel campo elettrostatico $E=5000 \text{ V/m}$. Il lato di ogni quadrato della griglia ha lunghezza $l=1 \text{ mm}$. Determinare la differenza di potenziale $V_{BA}=V_B-V_A$ e il lavoro svolto dal campo elettrico per portare la particella di carica q dal punto A al punto B .



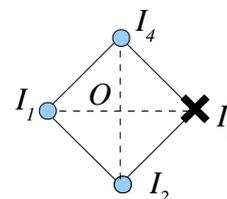
4. Capacità elettrica

Sul condensatore di figura è accumulata un'energia $U=1.25 \cdot 10^{-6} \text{ J}$. Ogni armatura possiede un'area $S=1 \text{ cm}^2$ ed esse sono poste ad una distanza $d=0.885 \text{ mm}$. Sapendo che al suo interno vi è un dielettrico con costante dielettrica relativa $\epsilon_r=10^3$, determinare la differenza di potenziale tra le armature del condensatore.



6. Sorgenti di campo magnetico

I quattro conduttori di figura sono disposti sui vertici di un quadrato di 1 cm di lato. Si sa che $I_1=I_3=1 \text{ A}$ e che $I_2=I_4=2 \text{ A}$. Determinare il campo magnetico nel punto O , posto al centro del quadrato.



8. Legge di Faraday Henry

Esporre e spiegare gli effetti della legge di Faraday-Henry

SOLUZIONI

Es. 1

Le coppie di cariche (1,4) e (2,5) generano, per il principio della sovrapposizione degli effetti, un campo elettrostatico di valore nullo. Questo perché si trovano in posizioni l'una opposta all'altra relativamente alla coordinata del punto O , e poiché possiedono lo stesso valore, sia in modulo sia in segno. Quindi il campo elettrostatico netto nel punto O è dato dalle cariche 1 e 6:

$$\vec{E}(O) = k_e \left(\frac{q}{l^2} \hat{i} - \frac{q}{l^2} (-\hat{i}) \right) = 2k_e \frac{q}{l^2} \hat{i} = 1.8 \cdot 10^8 \hat{i} \text{ V/m.}$$

La forza esercitata sulla carica elettrica Q è il prodotto tra la carica ed il campo elettrico $\vec{F}(O) = Q \vec{E}(O) = 10^{-6} \cdot 1.8 \cdot 10^8 \hat{i} = 1.8 \cdot 10^2 \hat{i} \text{ N.}$

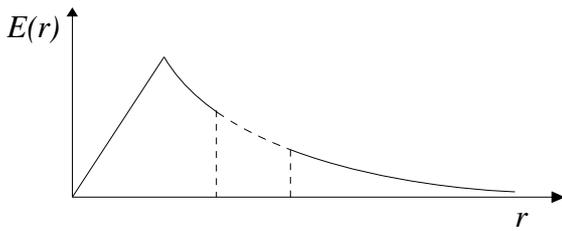
Es. 2

Essendo il campo elettrostatico conservativo, il potenziale ed il lavoro tra i punti A e B si possono calcolare lungo il segmento AB , con lo stesso risultato che si avrebbe usando il cammino L . Il potenziale, nel caso di campo elettrostatico omogeneo ed uniforme, si calcola come $\Delta V = -\vec{E} \cdot \vec{d} = -5000 \hat{i} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \hat{i} = -15 \text{ V}$. La differenza di potenziale è negativa in quanto stiamo riscendendo una linea di campo. Il lavoro svolto dal campo elettrico è $W = -q \Delta V = 1.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$.

Es. 3

Il campo elettrico all'interno di un materiale isolante sferico cresce linearmente tra zero ed il valore che esso assume appena fuori dalla sua superficie. Questo si ricava tramite il teorema di Gauss ed è uguale al campo elettrico generato da una uguale carica posta nel centro della sfera a distanza R_1 : $E(R_1) = k_e \frac{Q}{R_1^2}$. Tra la sfera ed il conduttore il campo decresce secondo la legge

$E(r) = k_e \frac{Q}{r^2}$ mentre all'interno del guscio conduttore stesso esso è nullo. All'esterno assume nuovamente andamento decrescente, come in figura.



Es. 4

Il teorema dell'impulso afferma che la forza media esercitata su una particella durante un urto è uguale alla sua variazione di quantità

di moto divisa per la durata dell'urto stesso: $F = \frac{m(v_o - v_i)}{\Delta t} = 6000 \text{ N}$.

Es. 4

Il condensatore possiede capacità $C = \epsilon_0 \epsilon_r S/d = 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} / 8.85 \cdot 10^{-4} = 1 \text{ nF}$. Dalla relazione $U = 1/2 C \Delta V^2$ ricaviamo $\Delta V = 50 \text{ V}$.

Es. 5

La spira possiede un momento di dipolo magnetico $m = IA = 5 \cdot 10^{-10} \text{ Cm}^2/\text{s}$ che giace sull'asse della spira e, per la regola della vite destrorsa, è uscente dalla faccia superiore di essa, e quindi inclinato di 45° rispetto all'orizzontale. Il momento meccanico ha modulo $M = mB \sin 45^\circ = 3.54 \text{ Nm}$. Il momento meccanico M è un vettore entrante nel piano del foglio. La spira inizierà a ruotare in senso orario fino a quando il suo momento magnetico non sarà allineato al campo magnetico. Quindi proseguirà fino a raggiungere la posizione simmetrica rispetto a quella iniziale, per poi tornare nuovamente indietro, in un moto oscillatorio.

Es. 6

Il campo magnetico generato da un conduttore percorso da corrente a distanza r dal conduttore stesso ha modulo $B(r) = \mu_0 I / 2 \pi r$. Il suo verso è tangente alla circonferenza centrata sull'asse del conduttore e segue la regola della vite destrorsa. Per questa ragione, i conduttori 2 e 4 generano due campi magnetici uguali ma opposti, i cui effetti si annullano a vicenda. Al contrario, i conduttori 1 e 3 sommano i loro effetti, generando il campo magnetico di valore $B(r) = \mu_0 I / \pi r = 5.63 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ nella direzione \hat{j} .