

Facoltà di Ingegneria

Prova scritta di Fisica _____

Data: _____

Cognome: _____

Nome: _____

CdL/Matricola: _____ / _____

Aula: _____

Compito: _____

Per annullare la propria presenza a questa prova scrivere “RITIRATO” al rigo seguente:

.....

Modalità di svolgimento:

1. risolvere i problemi, il cui SVOLGIMENTO COMPLETO DEVE ESSERE RIPORTATO SUI FOGLI DI BELLA
2. successivamente, rispondere alle domande; alcune di esse si riferiscono ai problemi e prevedono 4 possibili risposte (tra le quali potrebbe anche non esserci quella giusta); altre domande sono in realtà affermazioni che possono essere vere o false.
3. alla fine, compilare il foglio a lettura ottica con i risultati di tutte le domande a cui si è riusciti a rispondere

Regole per lo svolgimento:

1. ***indicare subito*** su ogni foglio **Cognome, Nome , Data, CdL, Matricola, Aula e Compito.**
N.B.: Ad esempio, la matricola 06103/000527 corrisponde a C.d.L 6103 e Matr. 527 (sul foglio a lettura ottica annerire le caselle in successione, partendo dall’alto)
2. risolvere ciascun problema **COMMENTANDO OPPORTUNAMENTE I PASSAGGI.**
Soltanto dopo aver risolto gli esercizi, rispondere alle altre domande.
Se tra le risposte indicate non c’è quella che l’allievo ritiene corretta, le caselle relative sul foglio ottico non vanno annerite.
3. sforzarsi di risolvere almeno un problema prima di rispondere alle “altre domande”, di cui fornire, ai fini della valutazione, una breve spiegazione sul foglio di bella.

Elementi di valutazione:

1. **i compiti non corredati da calcoli numerici (ove richiesti) o costituiti da sole formule senza commenti o spiegazioni saranno penalizzati anche a fronte di risultati esatti.**
2. la mancata corrispondenza tra quanto scritto sulla bella e quanto riportato sul foglio a lettura ottica può dar luogo all’ annullamento delle risposte, ancorché giuste.

Consegna:

Inserire:

1. la traccia con tutte le altre fotocopie avute,
 2. il foglio a lettura ottica,
 3. la brutta copia dello svolgimento,
- nel foglio di bella e consegnare tutto in un unico plico.

Facoltà di Ingegneria
Prova scritta di Fisica II 19 luglio 2007 - Compito B

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N m}^2}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T m}}{\text{A}}$$

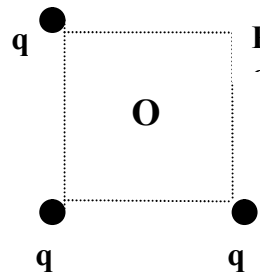
Esercizio n. 1

Tre particelle con la stessa carica $q = 10^{-9} \text{ C}$ si trovano in tre dei vertici di un quadrato di lato $L = 2 \text{ m}$. Calcolare il potenziale elettrico e il campo elettrostatico nel centro O del quadrato e nel vertice P.

Rispondere quindi alle seguenti domande:

1. Il modulo del campo elettrostatico E nel centro O del quadrato vale:

- A. $7.6 \cdot 10^{-5} \text{ V/m}$
- B. 4.5 V/m (*)
- C. $11.3 \cdot 10^2 \text{ V/m}$
- D. $6.2 \cdot 10^{-3} \text{ V/m}$



2. Il modulo del campo elettrostatico nel vertice P in cui la carica è assente vale:

- A. 107.2 V/m
- B. $8.4 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}$
- C. 4.3 V/m (*)
- D. 0.73 V/m

3. La differenza di potenziale tra O e P vale:

- A. 6.90 V (*)
- B. $3.5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$
- C. $7.3 \cdot 10^{-2} \text{ V}$
- D. 32.7 V

4. Il lavoro W che si deve compiere per allontanare le 3 cariche e disporle su tre vertici di un quadrato di lato 2L vale:

- A. $-5.28 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$
- B. $0.27 \text{ N} \cdot \text{m}$
- C. $7.65 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$
- D. $-2.91 \cdot 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$

Esercizio n. 2

Un filo rettilineo infinito diretto come l'asse y e' percorso da una corrente $i_1 = 5 \text{ A}$ diretta come in figura. Una spira circolare, giacente nel piano xy, di raggio $R = 3 \text{ m}$ il cui centro dista $D = 7 \text{ m}$ dal filo rettilineo, e' percorsa da una corrente antioraria $i_2 = 10 \text{ A}$. (Sia nel centro della spira l'origine degli assi).

Calcolare il campo magnetico totale nel centro della spira.

Rispondere alle seguenti domande:

5. Il modulo del campo magnetico B_1 prodotto dal filo rettilineo infinito nel punto P, centro della spira, vale:

- A. $1.43 \cdot 10^{-7} T$ (*)
- B. $0.15 T$
- C. $3.22 \cdot 10^{-4} T$
- D. $6.34 \cdot 10^2 T$

6. Il modulo del campo B_2 prodotto dalla spira nel suo centro vale:

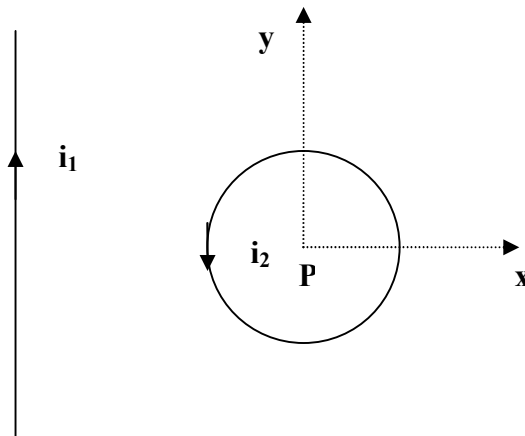
- A. $7.19 T$
- B. $4.45 \cdot 10^{-3} T$
- C. $2.09 \cdot 10^{-6} T$ (*)
- D. $8.12 \cdot 10^2 T$

7. Il modulo del campo magnetico totale nel centro P della spira vale:

- A. $5.43 \cdot 10^2 T$
- B. $2.15 \cdot 10^{-3} T$
- C. $1.95 \cdot 10^{-6} T$ (*)
- D. $6.18 \cdot 10^{-2} T$

8. La forza che si esercita tra la spira ed il filo è:

- A. Attrattiva
- B. Repulsiva (*)
- C. Nulla
- D. Infinita



Esercizio n. 3

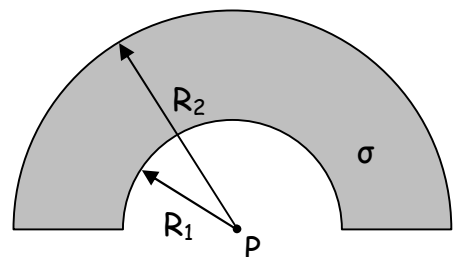
Una mezza corona circolare (di raggio interno $R_1 = 3m$ e esterno $R_2 = 5m$) possiede una densità di carica uniforme $\sigma = 2 \cdot 10^{-9} C/m^2$. Calcolare la carica totale, il vettore campo elettrostatico e il potenziale elettrostatico nel punto P, centro della corona circolare. Successivamente una carica $q = 3 \cdot 10^{-9} C$ puntiforme viene collocata nel punto P. Calcolare l'energia potenziale elettrostatica della carica puntiforme q.

(Suggerimento: l'elemento di superficie dS in coordinate polari vale $dS = r \cdot dr \cdot d\theta$).

Rispondere quindi alle seguenti domande.

9. La carica totale Q vale:

- A. $Q = 7.32 \cdot 10^{-9} C$



- B. $Q = 5.02 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ (*)
- C. $Q = 3.56 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
- D. $Q = 3.05 \text{ C}$

10. La componente orizzontale del vettore campo elettrico in P vale in valore assoluto:

- A. $E_x = 0$ (*)
- B. $E_x = 7.84 \cdot 10^{-3} \text{ V/m}$
- C. $E_x = 2.15 \cdot 10^{-7} \text{ V/m}$
- D. $E_x = 6.33 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}$

11. La componente verticale del vettore campo elettrico in P vale in valore assoluto:

- A. $E_y = 0$
- B. $E_y = 6.02 \cdot 10^{-5} \text{ V/m}$
- C. $E_y = 3.44 \cdot 10^{-7} \text{ V/m}$
- D. $E_y = 18.37 \text{ V/m}$ (*)

12. Il potenziale elettrico V nel punto P vale:

- A. $V_p = 7.45 \text{ V}$
- B. $V_p = 1.13 \cdot 10^2 \text{ V}$ (*)
- C. $V_p = 6.32 \cdot 10^3 \text{ V}$
- D. $V_p = 2.29 \cdot 10^{-4} \text{ V}$

13. L'energia potenziale elettrostatica della carica puntiforme q vale:

- A. $U = 3.40 \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$ (*)
- B. $U = 6.78 \text{ N} \cdot \text{m}$
- C. $U = 5.22 \cdot 10^2 \text{ N} \cdot \text{m}$
- D. $U = 4.51 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$

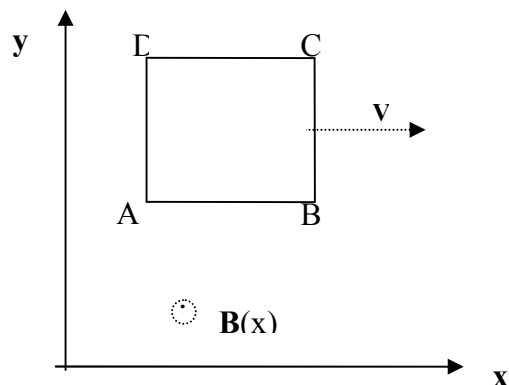
Esercizio n. 4

Una spira quadrata di lato L giacente nel piano xy si sposta in direzione x con velocità v come in figura, in un campo magnetico diretto come l'asse z e con verso uscente. Il modulo del campo magnetico varia nello spazio secondo l'espressione $B(x) = ax$.

Rispondere alle seguenti domande:

14. Calcolare il modulo della forza di Lorentz su una carica q del lato BC quando il vertice A della spira si trova a distanza x dall'asse y:

- A. aLx^2
- B. $\frac{\mu_0 q^2}{vax}$
- C. $qva(x + L)$ (*)
- D. $\frac{a(x + L)}{qv}$



15. La direzione e il verso della forza di Lorentz su una carica q del lato BC quando il vertice A della spira si trova a distanza x dall'asse y :
- A. diretta parallelamente all'asse y e con verso opposto (*)
 - B. diretta parallelamente all'asse z e con verso uguale
 - C. diretta parallelamente all'asse y e con verso uguale
 - D. diretta parallelamente all'asse x e con verso opposto
16. Il flusso del campo magnetico B concatenato alla spira, quando il suo vertice A si trova a distanza x dall'asse y , vale:
- A. aL^2
 - B. $\frac{a(L^3 + 2xL^2)}{2}$ (*)
 - C. $\sqrt{axL^3}$
 - D. $\frac{aL^2 x^2}{2}$
17. La forza elettromotrice indotta nella spira, nella stessa situazione della domanda precedente, vale:
- A. $a^2 L^2$
 - B. $-axL(1 + \sqrt{2})^2$
 - C. $\frac{\sqrt{2}L}{av^2}$
 - D. $-avL^2$ (*)

Altre domande

18. Un campo vettoriale \vec{E} è conservativo se e solo se
- A. $\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$ (*)
 - B. $\vec{\nabla} E = 0$
 - C. $\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) = 0$
 - D. $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0$
19. Un campo vettoriale \vec{B} è solenoidale in tutti i punti dello spazio se risulta che:
- A. $\oint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, con Γ linea chiusa qualsiasi
 - B. $\vec{\nabla} \wedge \vec{B} = 0$
 - C. $\vec{\nabla} B = 0$
 - D. $\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$, con A superficie chiusa qualsiasi (*)
20. All'interno di un mezzo dielettrico, immerso in un campo elettrostatico esterno, a causa della polarizzazione indotta, il valore del campo elettrostatico interno, rispetto a quello esterno, risulta
- A. Maggiore
 - B. Minore (*)
 - C. Identico

D. Nessuna delle precedenti risposte

21. Due condensatori, rispettivamente di capacità $C_1 = 3 \text{ F}$ e $C_2 = 5 \text{ F}$, collegati in serie, sono equivalenti ad un singolo condensatore di capacità
- A. 8 F
 - B. 2 F
 - C. 1.87 F (*)
 - D. 7.50 F
30. Calcolare il flusso Φ del campo elettrostatico E uscente da una superficie gaussiana sferica A , avente raggio $R = 10 \text{ cm}$ e centro O nella posizione occupata dalla carica positiva, $q = 1 \text{ nC}$, costituente un dipolo elettrostatico di momento di dipolo P , $P = 10^{-15} \text{ C} \cdot \text{m}$:
- A. $\Phi = 0$ (*).
 - B. $\Phi = 1.4 \cdot 10^{-12} \text{ V} \cdot \text{m}$
 - C. $\Phi = 3.7 \cdot 10^{-15} \text{ V} \cdot \text{m}$
 - D. $\Phi = 4.8 \cdot 10^{-13} \text{ V} \cdot \text{m}$
31. Calcolare il flusso Φ del campo magnetico B , uscente da una superficie chiusa cilindrica A , di raggio di base $R = 5 \text{ cm}$, altezza $L = 10 \text{ cm}$, e coassiale con un filo conduttore rettilineo di lunghezza L , percorso dalla corrente $I = 10 \text{ nA}$.
- A. $\Phi = 1.4 \cdot 10^{-12} \text{ V} \cdot \text{m}$
 - B. $\Phi = 3.7 \cdot 10^{-15} \text{ V} \cdot \text{m}$
 - C. $\Phi = 4.8 \cdot 10^{-13} \text{ V} \cdot \text{m}$
 - D. $\Phi = 0$ (*).
32. All'interno di un condensatore, vuoto, con armature piane e parallele, collegato ad una batteria erogante una tensione V costante, il campo elettrostatico vale:
- A. $E = 0$
 - B. $E = V/d$, dove d è la distanza fra le armature (*)
 - C. $E = Vd$, dove d è la distanza fra le armature
 - D. $E = \varepsilon_0 A/d$, dove d è la distanza fra le armature ed A la loro area.
25. Per un conduttore, in condizioni di equilibrio elettrostatico, all'esterno il campo elettrostatico in un punto molto vicino alla sua superficie, caratterizzata dalla densità di carica superficiale σ , risulta :
- A. ortogonale alla superficie del conduttore ed ha modulo pari a $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ (*)
 - B. ortogonale alla superficie del conduttore ed ha modulo pari a $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$
 - C. parallelo alla superficie del conduttore ed ha modulo pari a $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$
 - D. parallelo alla superficie del conduttore ed ha modulo pari a $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$
 - E.
26. Due fili rettilinei paralleli, infinitamente lunghi, sono percorsi da correnti stazionarie discordi. Tra i due fili si manifesta una azione meccanica reciproca:
- A. nulla
 - B. di tipo attrattivo
 - C. di tipo repulsivo (*)

D. parallela alla loro direzione

27. Un magnete è fermo all'interno di un solenoide. Il solenoide

- A. è percorso da una corrente indotta
- B. non è percorso da una corrente indotta (*)
- C. è percorso da una corrente di spostamento
- D. è percorso da una corrente indotta ed una corrente di spostamento

28. Una spira rigida di forma quadrata di lato L, massa M e resistenza R, viene fatta cadere dalla quota H, secondo la direzione dell'accelerazione di gravità. Se nello spazio esiste un campo magnetico uniforme diretto orizzontalmente, ovvero perpendicolarmente al piano individuato dalla spira, avviene che:

- A. La spira è percorsa da una corrente indotta
- B. La spira non è percorsa da una corrente indotta (*)
- C. La spira è percorsa da una corrente di spostamento
- D. La spira è percorsa da una corrente indotta ed una corrente di spostamento

29. Nel caso del quesito precedente:

- A. La corrente indotta vale: $I_{indotta} = \frac{BL^2}{RT}$, con T tempo di caduta.
- B. La corrente indotta vale: $I_{indotta} = 0$ (*)
- C. La corrente indotta vale: $I_{indotta} = \frac{TBL^2}{R}$, con T tempo di caduta.
- D. La corrente indotta vale: $I_{indotta} = \frac{RBL^2}{T}$, con T tempo di caduta

30. Uno studente, imprigionato nella cavità interna di un conduttore, segnala la propria presenza all'esterno agitando una bacchetta isolante carica. Il campo elettrico all'esterno del conduttore

- A. varia in funzione della posizione della bacchetta, rivelando la presenza dello studente.
- B. rimane costante e non rivela quindi la presenza dello studente (*)
- C. varia se la bacchetta viene agitata orizzontalmente e solo in questo caso rivela la presenza dello studente.
- D. varia se la bacchetta viene agitata verticalmente e solo in questo caso rivela la presenza dello studente.

Soluzioni Esercizio 1

In P:

Il campo elettrico totale in P è la somma vettoriale dei campi elettrici prodotti in P dalle tre cariche. La somma di vettori in notazione cartesiana ha per componenti cartesiane la somma delle componenti omonime. Quindi dobbiamo calcolare prima le componenti cartesiane dei tre campi,

$$E_{1X} = E_1, \quad E_{2X} = E_2 \cos(45), \quad E_{3X} = 0,$$

$$E_{1Y} = 0, \quad E_{2Y} = E_2 \sin(45), \quad E_{3Y} = E_3,$$

poi sommare

$$E_{TX}(P) = E_{1X} + E_{2X} + E_{3X}$$

$$E_{TY}(P) = E_{1Y} + E_{2Y} + E_{3Y}$$

Il modulo infine vale $E_T(P) = \sqrt{E_{TX}^2 + E_{TY}^2} = (q / 4\pi\epsilon_0 L^2)(1/2 + \sqrt{2})$. La direzione del campo è quella della diagonale.

In O:

Si può fare la somma vettoriale in notazione cartesiana dei campi prodotti in O dalle tre cariche. Alternativamente si può notare, da considerazioni geometriche, che il campo prodotto dalle due cariche uguali ai vertici di una diagonale si annulla, per cui è sufficiente calcolare il campo prodotto dalla terza carica. Questo è pari a $q / (4\pi\epsilon_0 (L^2/2))$.

Dal principio di sovrapposizione, il potenziale in O è pari a $3q / 4\pi\epsilon_0 (L/\sqrt{2})$. Quello in P è pari a $(q / 4\pi\epsilon_0 L)(2 + 1/\sqrt{2})$.

Il lavoro W è uguale alla corrispondente variazione dell'energia potenziale del sistema :

$$W = U_f - U_i$$

$$\text{Dove } U = \frac{1}{2} \sum_{i,j} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_{ij}} = \sum_{i < j} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_{ij}} \quad \text{per cui } U_i = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}L}$$

$$U_f = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 2L} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 2L} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 2\sqrt{2}L}$$

Il lavoro viene ovviamente negativo perché le cariche si respingono e quindi si muovono in verso opposto a quello della forze che occorre applicare per tenere unito il sistema.

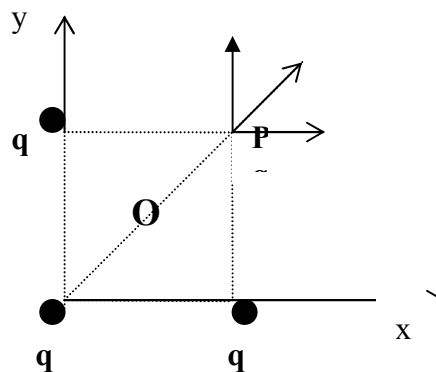
Esercizio 2

Il campo magnetico totale al centro della spira è dato dalla somma del campo magnetico prodotto dal filo rettilineo indefinito, e quello prodotto dalla spira stessa.

Il primo ha modulo pari a $B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi D}$, ed è diretto nel verso entrante nel piano xy. Il secondo ha

modulo $B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2R}$, ed ha invece verso uscente. Il modulo del campo magnetico totale è dato

quindi da $B_{TOT} = \left| \frac{\mu_0 i_2}{2R} - \frac{\mu_0 i_1}{2\pi D} \right|$. Poiché la metà della spira più vicina al filo rettilineo ha verso della



corrente discorde (forza repulsiva), mentre la metà più lontana ha verso concorde (forza attrattiva), la forza risultante tra la spira e il filo rettilineo risulta repulsiva.

Esercizio 3

Essendo la densità di carica uniforme, la carica totale è data da σ per l'area della mezza corona,

ovvero $Q = \sigma \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \int_{R_1}^{R_2} r dr = \frac{\sigma\pi}{2} (R_2^2 - R_1^2)$. Nel punto P, per considerazioni di simmetria, il campo

elettrostatico ha soltanto la componente verticale, che possiamo calcolare come

$$E_y(P) = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} d\phi \cos\phi \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right). \text{ Il potenziale elettrostatico infine è dato da}$$

$$V(P) = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} d\phi \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} (R_2 - R_1). \text{ L'energia potenziale elettrostatica di una carica } q \text{ posta in}$$

P è data da $qV(P)$.

Esercizio 4

Quando il vertice A della spira si trova a distanza x dall'asse y , il campo magnetico sul lato BC della spira vale $B = a(x + L)$, ed è diretto come l'asse z con verso uscente. La forza di Lorentz agente su una carica q del lato BC vale quindi $F_L = qva(x + L)$.

Essendo la velocità della carica diretta come l'asse x , e il campo magnetico come l'asse z , la forza di Lorentz è diretta parallelamente all'asse y e con verso opposto.

Il flusso $\Phi(B)$ del campo magnetico attraverso la spira, quando il vertice A si trova a distanza x

$$\text{dall'asse } y, \text{ è dato da } \Phi(B) = L \int_x^{x+L} dx B(x) = \frac{aL}{2} [(x+L)^2 - x^2] = \frac{aL^2}{2} (L + 2x).$$

La forza elettromotrice indotta nella spira infine è data da $F_{em} = -\frac{d\Phi(B)}{dt} = -aL^2 \frac{dx}{dt} = -avL^2$.