

Facoltà di Ingegneria

Prova scritta di FISICA II

28-06-2002 compito C

Esercizio n.1

Nella figura accanto, i condensatori hanno capacità $C_1=1\mu\text{F}$, $C_2=3\mu\text{F}$, $C_3=4\mu\text{F}$ e $C_4=7\mu\text{F}$, la pila ha f.em. $\varepsilon=10\text{V}$ e l'interruttore T è aperto.

In questa situazione, si calcoli:

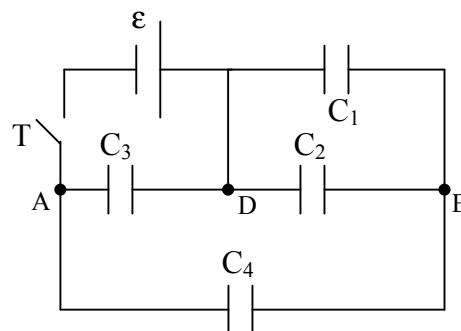
- la capacità totale tra i punti A e D
- la capacità totale tra i punti A e B

L'interruttore viene quindi chiuso.

Calcolare, in condizioni di regime,

- il valore assoluto della differenza di potenziale ai capi di ciascuno dei 4 condensatori
- la carica sul condensatore C_4
- l'energia elettrostatica accumulata nel condensatore C_3

Rispondere quindi alle seguenti domande

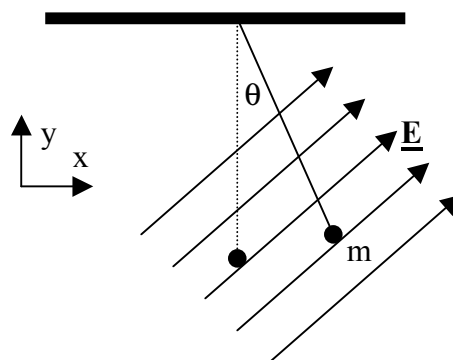


1. La capacità totale tra A e D è
 - A. $6.5 \mu\text{F}$ (*)
 - B. $13.1 \mu\text{F}$
 - C. $2.0 \mu\text{F}$
 - D. $87.2 \mu\text{F}$
2. La capacità totale tra A e B vale
 - A. $16.1 \mu\text{F}$
 - B. $34.0 \mu\text{F}$
 - C. $9.0 \mu\text{F}$ (*)
 - D. $1.5 \mu\text{F}$
3. Con T chiuso ed a regime, il modulo della ddp ai capi del condensatore C_1 vale
 - A. 10.3 V
 - B. 15.6 V
 - C. 6.4 V (*)
 - D. 0.45 V
4. Con T chiuso ed a regime, il modulo della ddp ai capi del condensatore C_3 vale
 - A. 10 V (*)
 - B. 15 V
 - C. 26 V
 - D. 7 V
5. Con T chiuso ed a regime, il modulo della ddp ai capi del condensatore C_4 vale
 - A. 10.3 V
 - B. 7.6 V
 - C. 3.6 V (*)
 - D. 0.45 V
6. Con T chiuso ed a regime, la carica del condensatore C_4 vale
 - A. $6.5 \mu\text{C}$
 - B. $25.4 \mu\text{C}$ (*)
 - C. $2.0 \mu\text{C}$
 - D. $87.2 \mu\text{C}$
7. L'energia elettrostatica accumulata nel condensatore C_3 vale
 - A. $981.5 \mu\text{J}$
 - B. $200.0 \mu\text{J}$ (*)
 - C. 89.3 mJ
 - D. 0.067 mJ

Esercizio n.2

Una pallina di sughero, carica positivamente e di massa $m=1.0 \text{ g}$, è sospesa verticalmente ad un filo di massa trascurabile e lunghezza 50 cm .

Viene quindi generato un campo elettrico uniforme (vedi figura), con direzione e verso fissati e modulo che cresce molto lentamente fino



ad un valore massimo, in corrispondenza del quale le componenti del campo sono $E_x = 3 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$ ed $E_y = 5 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$.

Col campo al valore massimo, la pallina è in equilibrio a $\theta=37^\circ$ (vedi figura).

Calcolare in questa situazione

- la carica sulla pallina
- la tensione del filo
- il lavoro fatto dal campo elettrico per spostare la pallina di sughero alla posizione di equilibrio $\theta=37^\circ$

Rispondere quindi alle seguenti domande:

8. all'equilibrio (posizione $\theta=37^\circ$)
 - A. la forza elettrica sulla pallina è uguale ed opposta al peso della pallina
 - B. la tensione del filo è uguale ed opposta al peso della pallina
 - C. la somma della forza elettrica sulla pallina e del peso della pallina è uguale ed opposta alla tensione del filo (*)
 - D. la tensione del filo è uguale ed opposta alla forza elettrica sulla pallina
9. la carica della pallina vale
 - A. $109 \mu C$ (*)
 - B. $540 \mu C$
 - C. $224 nC$
 - D. $867 nC$
10. all'equilibrio (posizione $\theta=37^\circ$), la tensione del filo vale
 - A. $11.3 N$
 - B. $5.4 \cdot 10^{-3} N$ (*)
 - C. $8.7 \cdot 10^{-5} N$
 - D. $1.6 \cdot 10^{-5} N$
11. il lavoro fatto dal campo elettrico per portare la pallina alla posizione di equilibrio $\theta=37^\circ$, vale
 - A. $5.62 J$
 - B. $0.99 mJ$ (*)
 - C. $56.38 mJ$
 - D. $981.54 \mu J$

Esercizio n.3

Nella spira mostrata in figura circola in senso antiorario una corrente $i=1A$.

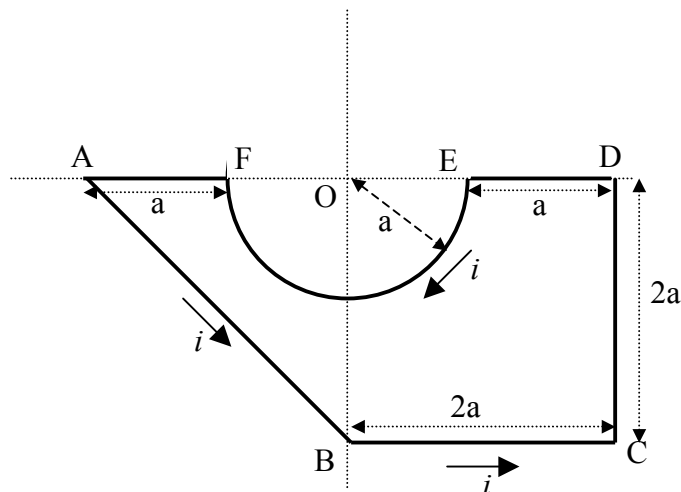
Calcolare:

- il campo magnetico \vec{B} nel punto O (centro della semicirconferenza, vedi figura)
- il momento magnetico \vec{m} della spira

($a=10cm$, $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)

Rispondere quindi alle seguenti domande:

12. il campo magnetico in O dovuto alla corrente nel filo FA ha modulo
 - A. $\frac{\mu_o i}{2\pi a}$
 - B. $\frac{\mu_o i}{2\pi a^2}$
 - C. $\frac{\mu_o i}{4\pi a}$
 - D. 0 (*)
13. il campo magnetico in O dovuto alla corrente nel filo CD ha modulo
 - A. $\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{\mu_o i}{\pi a}$



- B. $\frac{\mu_o i}{4 a}$
- C. $\frac{\sqrt{2}}{16} \frac{\mu_o i}{\pi a}$ (*)
- D. 0

14. il campo magnetico in O dovuto alla corrente nel filo AB ha modulo

- A. $\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{\mu_o i}{\pi a}$
- B. $\frac{\mu_o i}{4 \pi a}$ (*)
- C. $\frac{\sqrt{2}}{16} \frac{\mu_o i}{\pi a}$
- D. 0

15. il campo magnetico nel punto O dovuto alla corrente nella semicirconferenza di raggio a ha modulo

- A. $\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{\mu_o i}{a}$
- B. $\frac{\mu_o i}{4 \pi a}$
- C. $\frac{\sqrt{2}}{16} \frac{\mu_o i}{\pi a}$
- D. $\frac{\mu_o i}{4 a}$ (*)

16. il campo magnetico nel punto O dovuto alla corrente nella spira ha modulo

- A. 0.73 μT
- B. 1.43 μT (*)
- C. 85.32 μT
- D. 10.04 μT

17. il campo magnetico \vec{B} nel punto O dovuto alla corrente nella spira è

- A. ortogonale al foglio ed uscente
- B. ortogonale al foglio ed entrante (*)
- C. parallelo al foglio ed orientato verso destra
- D. parallelo al foglio ed orientato verso sinistra

18. il momento magnetico della spira vale

- A. 0.0443 Am^2 (*)
- B. 56.041 Am^2
- C. 13.008 Am^2
- D. 35.771 Am^2

19. il momento magnetico \vec{m} della spira è

- A. ortogonale al foglio ed uscente (*)
- B. ortogonale al foglio ed entrante
- C. parallelo al foglio ed orientato verso destra
- D. parallelo al foglio ed orientato verso sinistra

Altre domande

20. Il campo elettrico non può cambiare il modulo della velocità di una particella carica, ma soltanto la direzione
- A. Vero
- B. Falso (*)
21. La resistività di un metallo aumenta con l'aumentare della temperatura perché il moto degli elettroni è maggiormente ostacolato dall'agitazione termica degli ioni del reticolo cristallino
- A. Vero (*)
- B. Falso

22. Il momento di un dipolo ha intensità $p=3 \text{ Cm}$ e direzione e verso del campo \vec{E} . Quando l'intensità del campo vale 2 V/m , l'energia potenziale del dipolo è maggiore di quella che si ha quando il campo vale 5 V/m (supponendo che la disposizione sia identica nei due casi).
- A. Vero (*)
B. Falso
23. Il campo elettrico all'interno di un dielettrico aumenta a causa della polarizzazione indotta
- A. Vero
B. Falso (*)
24. Il campo elettrostatico di un conduttore carico isolato, al suo interno, è ortogonale alla superficie del conduttore
- A. Vero
B. Falso (*)
25. Il campo elettrostatico di un conduttore carico isolato, all'esterno di esso e nelle immediate vicinanze della sua superficie, è ortogonale alla superficie del conduttore
- A. Vero (*)
B. Falso
26. Le linee di forza del campo elettrico possono incrociarsi in un punto.
- A. Vero
B. Falso (*)
27. Il diodo, che è un dispositivo elettronico in cui la corrente i ed il potenziale V sono legati dalla relazione
- $$i = i_s \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right), \text{ soddisfa la legge di Ohm.}$$
- A. Vero
B. Falso (*)
28. Una particella neutra può decadere in due o più particelle aventi ciascuna carica positiva
- A. Vero
B. Falso (*)
29. All'interno di un guscio sferico di materiale isolante, immerso in un campo elettrostatico esterno, il campo elettrostatico è sempre nullo (il guscio sferico isolante agisce da schermo per il campo).
- A. Vero
B. Falso (*)
30. Il lavoro del campo elettrostatico su una carica unitaria, quando questa si sposta dal punto A al punto B dipende dal percorso effettuato e dalla velocità con cui la carica si sposta.
- A. Vero
B. Falso (*)
31. All'esterno di una sfera uniformemente carica, il campo elettrico è uguale a quello di una carica puntiforme posta nel centro della sfera ed avente intensità pari alla metà della carica totale della sfera.
- A. Vero
B. Falso (*)
32. La forza di interazione per unità di lunghezza tra due fili rettilinei, indefiniti e paralleli, distanti d , percorsi da correnti i_1 e i_2 rispettivamente, ha intensità: $\frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_1 i_2}{d}$.
- A. Vero(*)
B. Falso
33. Una particella carica si muove con velocità v parallelamente ad un filo rettilineo indefinito percorso da corrente. La forza di Lorentz agente su di essa è nulla.
- A. Vero
B. Falso(*)
34. Una spira rettangolare percorsa da corrente in un campo magnetico uniforme \mathbf{B} si orienta in modo che il piano da essa definito sia ortogonale alle linee di forza del campo
- A. Vero (*)
B. Falso
35. Un pezzo di ferro non magnetizzato viene immerso in una bobina. Il campo magnetico B_0 della bobina, inizialmente nullo, viene fatto aumentare fino a raggiungere il valore di 10 T e poi viene di nuovo riportato al valore iniziale (nullo). La magnetizzazione del pezzo di ferro viene quindi misurata e risulta nulla.
- A. Vero
B. Falso (*)
36. L'induttanza di un cavo coassiale aumenta se si aumenta il raggio del conduttore esterno lasciando invariato il raggio del conduttore interno.

- A. Vero (*)
B. Falso
37. Un campo elettrico variabile nel tempo induce un campo magnetico solenoidale
A. Vero (*)
B. Falso
38. La corrente di spostamento ha origine atomica, essendo dovuta al moto degli elettroni intorno al nucleo
A. Vero
B. Falso (*)
39. L'induttanza per unità di lunghezza L di una solenoide ideale di sezione A è pari a $L = \frac{\mu_0 n^2}{A}$ dove n è la densità lineare di spire
A. Vero
B. Falso (*)
40. La 3^a equazione di Maxwell (legge di induzione di Faraday-Neumann-Lenz) dice che $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$ e quindi conferma che il campo elettrico non è in generale conservativo
A. Vero (*)
B. Falso
41. La differenza di potenziale alle estremità di una batteria può essere maggiore della forza elettromotrice della batteria
A. Vero
B. Falso (*)

Soluzioni:

Esercizio n.1

La capacità tra i punti A e D si ottiene considerando C_3 in parallelo con la serie di C_4 ed il parallelo C_1 - C_2 :

$$C_{AD} = C_3 + \frac{C_4(C_1 \parallel C_2)}{C_4 + (C_1 \parallel C_2)} = C_3 + \frac{C_4(C_1 + C_2)}{C_4 + (C_1 + C_2)} = 6.5 \mu F$$

La capacità tra i punti A e B si ottiene considerando il parallelo di C_4 con la serie di C_3 ed il parallelo C_1 - C_2 :

$$C_{AB} = C_4 + \frac{C_3(C_1 \parallel C_2)}{C_3 + (C_1 \parallel C_2)} = C_4 + \frac{C_3(C_1 + C_2)}{C_3 + (C_1 + C_2)} = 9 \mu F$$

Indicando con V_1 , V_2 , V_3 e V_4 i valori assoluti delle differenze di potenziale e con Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 le cariche dei condensatori, quando tra A e D è collegata la pila di 10 V, risulta

$$V_3 = 10V$$

$$V_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 + C_2 + C_4} \varepsilon = 3.64 V$$

$$V_1 = V_2 = \frac{Q_{C_1 \parallel C_2}}{C_1 \parallel C_2} = \frac{C_4}{C_1 + C_2 + C_4} \varepsilon = 6.36 V$$

essendo

$$Q_4 = Q_{C_1 \parallel C_2} = \frac{C_4(C_1 + C_2)}{C_1 + C_2 + C_4} \varepsilon = 25.45 \mu C$$

L'energia elettrostatica accumulata nel condensatore C_3 vale

$$U_3 = \frac{1}{2} C_3 \varepsilon^2 = \frac{1}{2} 4 \mu C (10V)^2 = 200 \mu J$$

Esercizio n.2

Poiché la pallina è in equilibrio statico, la somma delle forze agenti su di essa è nulla:

$$\sum F_x = q E_x - T \sin \theta = 0$$

$$\sum F_y = q E_y + T \cos \theta - mg = 0$$

Risolvendo queste due equazioni nelle incognite q e T si ottiene:

$$q = \frac{mg}{\left(E_y + \frac{E_x}{\tan \theta}\right)} = 109 \mu C$$

$$T = \frac{qE_x}{\sin \theta} = 5.44 \cdot 10^{-3} N$$

Il lavoro del campo elettrico è uguale all' aumento di energia potenziale gravitazionale della pallina

$$W_E = mgl(1 - \cos \theta) = 0.987 mJ$$

Esercizio n.3

Il campo dovuto alla corrente nella spira, nel punto O, è ortogonale al foglio; le parti rettilinee della spira generano un campo uscente, la semicirconferenza invece produce un campo entrante. Il modulo del campo della spira si ottiene sommando algebricamente i moduli dei campi dovuti alla corrente nei fili AB, BC, CD, DE, EF, FA:

$$\begin{aligned} B(O) &= B_{AB} + B_{BC} + B_{CD} + B_{DE} + B_{EF} + B_{FA} = \\ &= \frac{\mu_o i}{4\pi(\sqrt{2}a)} \frac{2\sqrt{2}a}{\sqrt{(\sqrt{2}a)^2 + (\sqrt{2}a)^2}} + \frac{\mu_o i}{4\pi(2a)} \frac{2a}{\sqrt{(2a)^2 + (2a)^2}} + \frac{\mu_o i}{4\pi(2a)} \frac{2a}{\sqrt{(2a)^2 + (2a)^2}} + 0 - \frac{\mu_o i}{4\pi a} \pi + 0 = -1.43 \mu T \end{aligned}$$

Il campo magnetico in O ha quindi verso entrante.

Il momento magnetico della spira è

$$\vec{m} = iA\hat{n}$$

dove A è l'area della superficie delimitata dalla spira ed \hat{n} è un versore ortogonale al piano della spira, cioè al foglio, e con verso uscente. Il modulo di \vec{m} vale quindi

$$m = 4a^2 + 2a^2 - \frac{\pi}{2}a^2 = 0.0443 Am^2$$