

Facoltà di Ingegneria
Esame scritto di Fisica II
20-9-2001

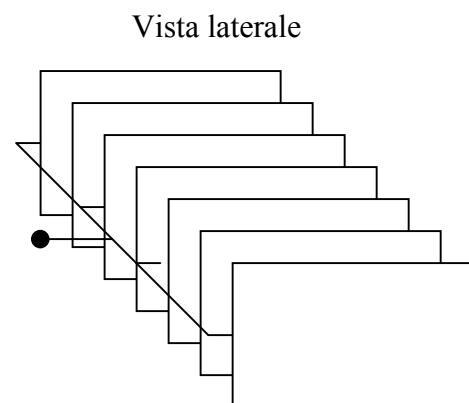
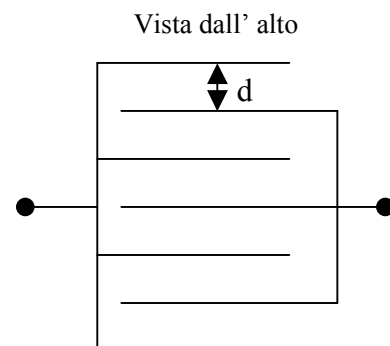
Esercizio n 1

Il condensatore C di un ricevitore radio ha la forma rappresentata in figura. Le lastre metalliche sono separate da aria, sono poste ad una distanza $d = 0.1 \text{ cm}$ ed hanno area $A = 2 \text{ cm}^2$.

Trascurando gli effetti ai bordi, si calcoli la capacità di tale condensatore. Supponendo inoltre che il condensatore sia caricato ad una ddp di 6V, si calcoli l'energia e la carica in esso accumulate.

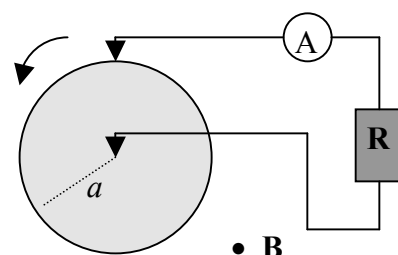
Si risponda quindi alle seguenti domande:

1. Il condensatore C è costituito da un insieme di
 - A. 3 condensatori piani in parallelo
 - B. 3 condensatori piani in serie
 - C. 6 condensatori piani in parallelo (*)
 - D. 6 condensatori piani in serie
2. La capacità di ciascun condensatore piano vale:
 - A. 1.77 pF (*)
 - B. 0.177 nF
 - C. 0.54 pF
 - D. 0.054 nF
3. La capacità del condensatore C vale:
 - A. 1.06 nF
 - B. 10.6 pF (*)
 - C. 3,24 pF
 - D. 0.324 nF
4. L'energia accumulata nel condensatore C vale:
 - A. 0.583 nJ
 - B. 58.3 pJ
 - C. 19.1 pJ
 - D. 0.191 nJ (*)
5. La carica accumulata sul condensatore C vale:
 - A. 63.6 pC (*)
 - B. 31.2 pC
 - C. 3,24 pC
 - D. 7.89 pC



Esercizio N.2

Un disco di rame di raggio $a = 10 \text{ cm}$ ruota in senso antiorario a 100 giri/s in un campo magnetico uniforme, avente direzione perpendicolare al piano della figura, verso uscente e modulo $B = 1 \text{ T}$. Il disco è connesso mediante due spazzole, una al centro ed una al bordo del disco, ad un circuito esterno formato da una resistenza $R = 10 \Omega$ ed un amperometro A di resistenza interna trascurabile. Dopo aver calcolato il valore della corrente misurata dall'amperometro, si risponda alle seguenti domande:



6. La forza di Lorentz su di un elettrone nel disco di rame è:
- radiale, parallela al piano del disco e diretta verso il bordo del disco
 - radiale, parallela al piano del disco e diretta verso il centro del disco (*)
 - ortogonale al disco ed uscente dal piano della figura
 - ortogonale al disco ed entrante nel piano della figura
7. All' inizio della rotazione, la forza di Lorentz sugli elettroni di conduzione del rame fa in modo che:
- metà disco si carichi positivamente e metà negativamente
 - la densità di carica superficiale del disco rimanga costante
 - il centro del disco si carichi positivamente ed il bordo negativamente
 - il centro del disco si carichi negativamente ed il bordo positivamente (*)
8. All' equilibrio, cioè dopo che il disco ha ruotato con frequenza angolare costante per un tempo sufficientemente lungo, il modulo del campo elettrico ad una distanza r dal centro del disco vale:
- $B\omega r$ (*)
 - $B\omega^2 r$
 - $B\omega^2 \frac{1}{r}$
 - $B\omega r^2$
9. La ddp tra il bordo ed il centro del disco vale:
- $B\omega a$
 - $B\omega^2 a$
 - $\frac{1}{2} B\omega^2 a$
 - $\frac{1}{2} Ba^2 \omega$ (*)
10. La corrente misurata dall' amperometro A vale:
- 0.314 A (*)
 - 0.723 A
 - 0 A
 - 9.56 A

Esercizio N. 3

Un lungo filo di rame, di sezione circolare, contiene $n=8.5 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$ elettroni di conduzione per unità di volume. Sia $v=9.4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ la velocità di deriva degli elettroni e $a=0.5 \text{ mm}$ il raggio del filo. Ricordando che la carica dell' elettrone è $e=-1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e la resistività del rame è $\rho=1.68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, determinare

- il valore della corrente I all' interno del filo
- la potenza dissipata su un metro di filo
- il modulo, la direzione ed il verso della forza di Lorentz su un elettrone di conduzione sulla superficie del filo.

Rispondere quindi alle seguenti domande:

11. La corrente all' interno del filo vale:
- 10 A (*)
 - 0.73 A
 - 24 mA
 - 9.5 mA
12. La potenza dissipata in 1 m di filo vale
- 1.76 W
 - 4.28 W (*)

- C. 3.91 mW
- D. 0.65 mW

13. Il modulo del campo magnetico sulla superficie del filo vale:

- A. 0
- B. $\frac{\mu_o I}{2\pi} a$
- C. $\frac{\mu_o I}{2\pi a}$
- D. $\frac{\mu_o I}{2\pi} a^2$

14. La forza di Lorentz su un elettrone di conduzione è:

- A. parallela al filo
- B. radiale e diretta verso l'esterno del filo
- C. radiale e diretta verso l'interno del filo (*)
- D. nulla perchè il campo magnetico all'interno del filo è nullo

15. Il modulo della forza di Lorentz su un elettrone di conduzione sulla superficie del conduttore vale

- A. $3.0 \cdot 10^{-6}$ N
- B. $2.7 \cdot 10^{-12}$ N
- C. $6.0 \cdot 10^{-25}$ N
- D. $1.8 \cdot 10^{-15}$ N (*)

Altre domande

16. Il campo magnetico al centro di una spira circolare percorsa da una corrente i costante è nullo

- a. vero
- b. falso (*)

17. Un elettrone attraversa una regione con campo magnetico B . Il campo compie lavoro sull'elettrone, quindi l'energia cinetica dell'elettrone aumenta.

- a. vero
- b. falso (*)

18. Due fili paralleli percorsi da correnti concordi si attraggono

- a. vero (*)
- b. falso

19. Il campo di induzione magnetica $d\vec{B}$ prodotto in un punto P dalla corrente i passante nell'elemento $d\vec{l}$ di un filo di forma qualsiasi è dato da $d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{\vec{r} \times d\vec{l}}{r^3}$ dove \vec{r} è il vettore che individua la posizione di P rispetto a $d\vec{l}$

- a. Vero
- b. falso (*)

20. Il diodo, che è un dispositivo elettronico in cui la corrente i ed il potenziale V sono legati

dalla relazione $i = i_s \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right)$, soddisfa la legge di Ohm.

- a. Vero
- b. Falso (*)

21. Una particella neutra può decadere in due o più particelle aventi ciascuna carica positiva

- a. Vero

- b. Falso (*)
22. Una spira di rame rigida si muove ortogonalmente alle linee di forza di un campo magnetico uniforme e costante; su di essa è indotta una forza elettromotrice.
- a. Vero
b. Falso (*)
23. Un oggetto di materiale diamagnetico avvicinato al polo nord di una viene respinto
- a. Vero (*)
b. Falso
24. La carica del condensatore (inizialmente scarico) di un circuito RC aumenta linearmente col tempo dall'istante in cui il circuito viene collegato ad una batteria
- a. Vero
b. Falso (*)
25. La polarizzazione di un materiale dielettrico aumenta il campo elettrostatico all'interno del materiale
- a. Vero
b. Falso (*)
26. Per corrente di spostamento si intende un flusso di elettroni nello spazio tra le armature di un condensatore carico
- a. Vero
b. Falso (*)
27. 1 Tesla (1T) è uguale ad $\frac{1Kg}{1C \cdot 1s}$
- a. Vero (*)
b. Falso
28. L'induttanza per unità di lunghezza L di una solenoide ideale di sezione A è pari a $L = \frac{\mu_o n^2}{A}$ dove n è la densità lineare di spire
- a. Vero
b. Falso (*)
29. 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 (*)
30. 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 è conservativo
- a. Vero
b. Falso (*)

Soluzioni

Esercizio N. 1

Il condensatore è costituito da 6 condensatori piani in parallelo; la sua capacità è quindi

$$C = 6 \frac{\epsilon_o A}{d} = 6 \cdot 1.77 pF = 10.6 pF$$

La carica e l'energia in esso accumulate sono rispettivamente

$$Q = CV = 63.6 pC$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = 190.8 pJ$$

Esercizio N.2

Si consideri il disco di rame come formato da un numero infinito di raggi (dal centro del disco al bordo di esso). Ciascuno di questi raggi ruota all'interno del campo magnetico ed ha quindi una ddp tra i suoi estremi (fenomeno dell'induzione con flusso tagliato); questa ddp è uguale a quella tra il centro ed il bordo del disco.

Ciascun raggio ruota con velocità angolare $\omega = \frac{d\theta}{dt} = 2\pi\nu$ e in un tempo dt spazza un'area

$dA = \frac{1}{2}a \cdot a d\theta = \frac{1}{2}a^2 \omega dt$. Il flusso tagliato nel tempo dt è quindi $d\Phi = dA \cdot B = \frac{1}{2}a^2 \omega dt \cdot B$ e la ddp

tra gli estremi del raggio risulta $ddp = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{1}{2}a^2 \omega \cdot B$.

La corrente segnata dall'amperometro vale dunque

$$i = \frac{ddp}{R} = \frac{1}{2} \frac{a^2 \omega \cdot B}{R} = \frac{1}{2} (10^{-1} m)^2 2\pi \frac{100}{s} \frac{1T}{10\Omega} = 0.314 A$$

Metodo alternativo per ricavare la ddp tra il centro ed il bordo del disco:

La forza di Lorentz spinge gli elettroni di conduzione del rame verso il centro del disco, che di conseguenza si carica negativamente a spese del bordo del disco che si carica positivamente. Tra bordo e centro del disco vi è una separazione di carica e quindi una ddp ed un campo elettrico. Il campo elettrico, essendo diretto dal bordo verso il centro del disco, spinge gli elettroni di conduzione verso il bordo. In condizioni di equilibrio, la forza del campo elettrico e la forza di Lorentz si bilanciano e gli elettroni di conduzione non vanno né verso il centro né verso il bordo, ma descrivono delle traiettorie circolari (a causa della rotazione del disco). In realtà, i moduli della forza del campo elettrico e della forza di Lorentz non sono esattamente uguali, essendo la loro differenza uguale alla forza centripeta $f_c = m\omega^2 r$ necessaria a tenere l'elettrone sulla sua traiettoria circolare; tuttavia, siccome $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, f_c può essere trascurata.

La condizione di equilibrio quindi permette di calcolare il modulo del campo elettrico:

$$eE = evB = e\omega rB \Rightarrow E = \omega rB$$

con r distanza dal centro del disco (si noti che il modulo del campo elettrico varia proporzionalmente ad r).

Noto il campo elettrico, la ddp risulta:

$$\Delta V = V_a - V_0 = - \int_0^a \vec{E} \cdot d\vec{r} = - \int_0^a E dr \cos \pi = \int_0^a E dr = \int_0^a \frac{evB}{e} dr = \int_0^a \omega rB dr = \frac{\omega a^2 B}{2}$$

Esercizio N.3

La corrente nel filo vale $I = nevA = nev\pi a^2 = 10 A$.

La potenza dissipata in 1 m di filo risulta $P = RI^2 = \rho \frac{l}{A} I^2 = 4.28 W$.

Il modulo del campo magnetico sulla superficie del conduttore vale $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$. La forza di Lorentz,

$\vec{f} = -e\vec{v} \times \vec{B}$, è radiale, diretta verso l'interno del filo ed ha modulo $f = evB = ev \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = 6 \cdot 10^{-25} N$.

