

Facoltà di Ingegneria
Esame scritto di Fisica II – N.O. e V.O.
7-2-2002

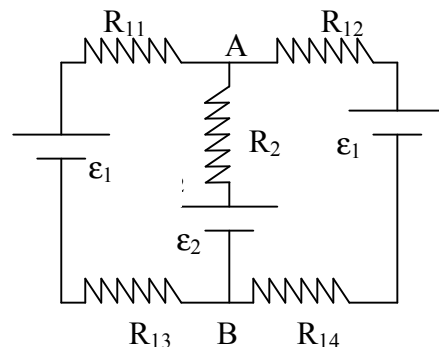
Esercizio n.1

Nel circuito in figura $\varepsilon_1 = 3V$, $\varepsilon_2 = 6V$, $R_{11} = R_{12} = R_{13} = R_{14} = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$. Calcolare:

- La corrente che percorre ciascun resistore
- La ddp tra i nodi A e B
- La potenza complessiva P_ε fornita dai tre generatori
- La potenza complessiva P_R dissipata nelle 5 resistenze

Rispondere quindi alle seguenti domande

1. Le due resistenze R_{11} ed R_{12} sono
 - A. In serie
 - B. In parallelo
 - C. Né in serie né in parallelo (*)
 - D. Sia in serie che in parallelo
2. Le due resistenze R_{11} ed R_2 sono
 - A. In serie
 - B. In parallelo
 - C. Né in serie né in parallelo (*)
 - D. Sia in serie che in parallelo
3. La corrente attraverso la resistenza R_{11} in alto a sinistra ha intensità
 - A. 0.75 A
 - B. 0.50 A
 - C. 0.25 A (*)
 - D. 0 A
4. La corrente attraverso la resistenza R_{14} in basso a destra ha intensità
 - A. 0.75 A
 - B. 0.50 A
 - C. 0.25 A (*)
 - D. 0 A
5. La corrente attraverso la resistenza R_2 ha intensità
 - A. 0.75 A
 - B. 0.50 A (*)
 - C. 0.25 A
 - D. 0 A
6. La ddp $V_A - V_B$ tra il nodo A ed il nodo B vale
 - A. 1 V
 - B. 25 V
 - C. 7 V
 - D. 4 V (*)
7. La potenza complessiva fornita dai 3 generatori vale
 - A. 2.4 W
 - B. 1.5 W (*)
 - C. 8.6 W
 - D. 0.5 W
8. La potenza complessiva dissipata nelle 5 resistenze vale
 - A. 2.4 W
 - B. 1.5 W (*)
 - C. 8.6 W
 - D. 0.5 W



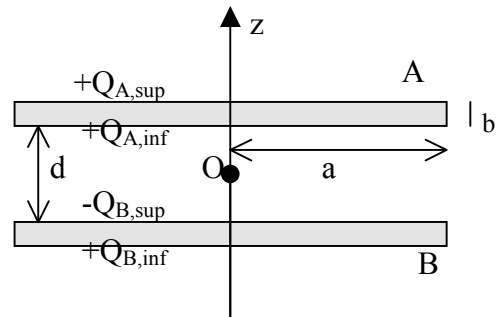
Esercizio n.2

Due piastre conduttrici di forma circolare (raggio a , spessore b) sono poste con i propri centri su uno stesso asse z perpendicolare ad entrambe a distanza d l'una dall'altra ($b, d \ll a$). Una sezione, non in scala, del sistema è riportata in figura. Le due piastre sono inizialmente scariche.

Ad un dato istante la piastra A viene caricata con una carica elettrica $+Q$ (una certa carica viene di conseguenza indotta sulla piastra B).

Assumendo che le cariche elettriche si distribuiscano uniformemente sulle superfici inferiore e superiore di ciascuna piastra, si calcoli

- le cariche $Q_{A,\text{sup}}$, $Q_{A,\text{inf}}$, $Q_{B,\text{sup}}$ e $Q_{B,\text{inf}}$ sulle superfici inferiore e superiore di ciascuna piastra
- il campo elettrico (modulo direzione e verso) nel punto O dell'asse z equidistante dalle due piastre
- la ddp V_{AB} tra le piastre
- la forza totale (direzione, verso e modulo) agente sulla piastra A



(Suggerimenti: Essendo $b, d \ll a$ le due piastre possono essere considerate di estensione infinita. Il campo elettrico all'interno di una qualsiasi delle due piastre conduttrici, ad esempio A, è 0.)

Si risponda quindi alle seguenti domande:

9. La carica $Q_{A,\text{sup}}$ vale
 - A. 0
 - B. Q
 - C. $\frac{Q}{2}$ (*)
 - D. $\frac{Q}{4}$
10. La carica $Q_{A,\text{inf}}$ vale
 - A. 0
 - B. Q
 - C. $\frac{Q}{2}$ (*)
 - D. $\frac{Q}{4}$
11. La carica $Q_{B,\text{sup}}$ vale
 - A. Q
 - B. $-Q$
 - C. $\frac{Q}{2}$
 - D. $-\frac{Q}{2}$ (*)
12. La carica $Q_{B,\text{inf}}$ vale
 - A. Q
 - B. $-Q$
 - C. $\frac{Q}{2}$ (*)
 - D. $-\frac{Q}{2}$
13. Il campo elettrico nel punto O dell'asse z equidistante dalle due piastre
 - A. ha direzione e verso dell'asse z
 - B. ha direzione dell'asse z e verso opposto ad esso (*)
 - C. ha direzione ortogonale a quella dell'asse z e verso uscente
 - D. ha direzione ortogonale a quella dell'asse z e verso entrante
14. Il campo elettrico nel punto O dell'asse z equidistante dalle due piastre ha modulo

A. 0

B. $\frac{Q}{2\epsilon_o\pi a^2}$ (*)

C. $\frac{Q}{\epsilon_o\pi a^2}$

D. $\frac{Q}{\epsilon_o\pi d^2}$

15. Il valore assoluto della ddp tra la piastra A e B vale

A. 0

B. $\frac{Qd}{2\epsilon_o\pi a^2}$ (*)

C. $\frac{Qd}{\epsilon_o\pi a^2}$

D. $\frac{Qb}{\epsilon_o\pi d^2}$

16. La forza risultante sulla piastra A ha

A. direzione e verso dell' asse z e modulo $\frac{Q^2 d}{2\epsilon_o\pi a^2}$

B. direzione e verso dell' asse z e modulo $\frac{Qd}{\epsilon_o\pi a^2}$

C. direzione dell' asse z, verso opposto ad esso e modulo $\frac{Qb}{\epsilon_o\pi d^2}$

D. modulo 0 (*)

Esercizio n.3

Un anello di alluminio (raggio $R=5.00$ cm e resistenza $3\cdot 10^{-4}\Omega$) circonda un solenoide ideale, vuoto, molto lungo costituito da $n=1000$ spire/m di raggio 3 cm, come mostrato in figura.

La corrente i nel solenoide aumenta con la rapidità di 270 A/s.

Trascurando il fenomeno della mutua induzione, calcolare:

- la fem indotta nell' anello
- la corrente indotta nell' anello
- il campo magnetico (modulo, direzione e verso) al centro dell' anello prodotto dalla corrente indotta nell' anello

Rispondere quindi alle seguenti domande:

17. il campo magnetico all' interno del solenoide ha modulo (A è l' area della sezione del solenoide)

A. $\mu_0 ni$ (*)

B. $\mu_0 n A i$

C. $\mu_0 n A i^2$

D. $\mu_0 n A$

18. il valore assoluto della fem indotta nell' anello è

A. $3.40\cdot 10^{-3}V$

B. $8.65\cdot 10^{-3}V$

C. $2.51\cdot 10^{-3}V$

D. $0.96\cdot 10^{-3}V$ (*)

19. la corrente indotta nell' anello vale

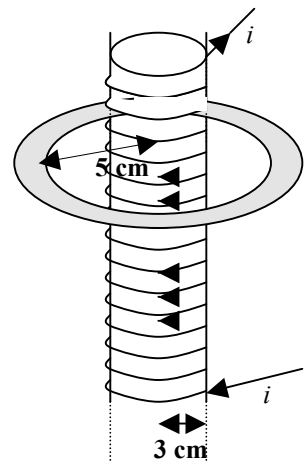
A. 57.30 A

B. 3.28 A (*)

C. 15.19 A

D. 280.40 A

20. l' espressione del campo magnetico al centro dell' anello prodotto dalla corrente indotta nell' anello è



- A. $\frac{i}{2R}$
 B. $\frac{i}{2\mu_o R}$
 C. $\frac{\mu_o i_{ind}}{2\pi R}$
 D. $\frac{\mu_o i_{ind}}{2R} (*)$
21. il campo magnetico al centro dell' anello prodotto dalla corrente indotta nell' anello è
 A. diretto come l' asse del solenoide, verso l' alto
 B. diretto come l' asse del solenoide, verso il basso (*)
 C. radiale rispetto all' asse del solenoide ed uscente
 D. radiale rispetto all' asse del solenoide ed uscente
22. il campo magnetico al centro dell' anello prodotto dalla corrente indotta nell' anello ha modulo
 A. $11.72 \cdot 10^{-5} T$
 B. $0.18 \cdot 10^{-5} T$
 C. $4.03 \cdot 10^{-5} T (*)$
 D. $36.71 \cdot 10^{-5} T$

Altre domande

23. La (auto)induttanza di una bobina non dipende dalla corrente che circola in essa.
 a. vero (*)
 b. falso
24. Il campo magnetico al centro di una spira circolare percorsa da una corrente i costante è nullo
 a. vero
 b. falso (*)
25. 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 (*)
26. Due fili paralleli percorsi da correnti concordi si attraggono
 a. vero (*)
 b. falso
27. 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 $d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$ dove \vec{r} è il vettore che individua la posizione di P rispetto a $d\vec{l}$
 a. vero (*)
 b. falso
28. 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 (*)
29. Una particella neutra può decadere in due o più particelle aventi ciascuna carica positiva
 a. vero
 b. falso (*)
30. 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 (*)
31. Un oggetto di materiale diamagnetico avvicinato al polo nord di una calamita viene respinto
 a. vero (*)
 b. falso
32. 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 (*)
33. La polarizzazione di un materiale dielettrico aumenta il campo elettrostatico all' interno del materiale
a. vero
b. falso (*)
34. Per corrente di spostamento si intende un flusso di elettroni nello spazio tra le armature di un condensatore carico
a. vero
b. falso (*)
35. 1 Tesla (1T) è uguale ad $\frac{1Kg}{1C \cdot 1s}$
a. vero (*)
b. falso
36. 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 (*)
37. 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 (*)
38. Dalla 3^a equazione di Maxwell (legge di induzione di Faraday-Neumann-Lenz), $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$, segue che il campo elettrico è conservativo
a. vero
b. falso (*)
39. Al di sotto della temperatura di Curie, l' accoppiamento di scambio sparisce e i materiali ferromagnetici diventano paramagnetici
a. vero
b. falso (*)
40. Un elettrone che per effetto di una ddp si muove in un conduttore rettilineo percorre una traiettoria rettilinea.
a. vero
b. falso (*)

Soluzioni

Esercizio n1

Siano i_1 ed i_2 le correnti nelle due maglie come mostrato in figura.

Ponendo $R_1 = R_{11} = R_{12} = R_{13} = R_{14}$, la legge di Kirchhoff delle maglie dà:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 - R_1 i_2 - R_2 i_2 + R_2 i_1 - \varepsilon_2 - R_1 i_2 = 0 \\ \varepsilon_2 - R_2 i_1 + R_2 i_2 - R_1 i_1 - \varepsilon_1 - R_1 i_1 = 0 \end{cases}$$

Risolvendo il sistema si ottiene

$$\begin{cases} i_1 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2(R_1 + R_2)} = 0.25A \\ i_2 = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2(R_1 + R_2)} = -0.25A \end{cases}$$

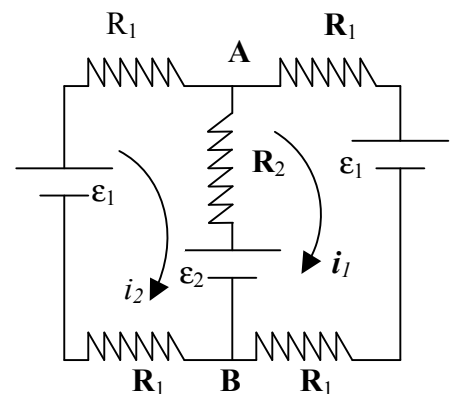
La corrente in ciascuno dei resistori R_{1x} ha la stessa intensità, 0.25A, mentre

la corrente nel resistore R_2 ha intensità $i_1 - i_2 = 0.5A$.

La ddp $V_A - V_B = \varepsilon_2 - R_2(i_1 - i_2) = (6 - 4 \cdot 0.5)V = 4V$

La potenza P_ε fornita dai generatori è

$$P_\varepsilon = \varepsilon_1 i_2 + \varepsilon_2 (i_1 - i_2) + \varepsilon_1 i_2 = 1.5W$$



La potenza dissipata nelle 5 resistenze è uguale a quella fornita dai generatori

$$P_R = P_\varepsilon = 1.5W$$

come si può verificare calcolandola direttamente

$$P_R = 4R_1 i_1^2 + R_2 (i_1 - i_2)^2 = 1.5W$$

Esercizio n.2

Poiché $b, d \ll a$, le piastre possono essere considerate come di estensione infinita e ci si trova in condizioni di induzione completa.

Valgono le seguenti relazioni:

$$Q_{A,\text{inf}} = -Q_{B,\text{sup}} \quad (\text{induzione elettrostatica})$$

$$Q_{A,\text{sup}} + Q_{A,\text{inf}} = Q$$

$$Q_{B,\text{sup}} + Q_{B,\text{inf}} = 0$$

La quarta equazione necessaria per determinare $Q_{A,\text{sup}}$, $Q_{A,\text{inf}}$, $Q_{B,\text{sup}}$ e $Q_{B,\text{inf}}$ si ottiene imponendo che il campo elettrico all'interno di una qualsiasi delle due piastre conduttrici, ad esempio A, è 0. Tale campo è la somma dei campi generati dalle distribuzioni piane $Q_{A,\text{sup}}$, $Q_{A,\text{inf}}$, $Q_{B,\text{sup}}$ e $Q_{B,\text{inf}}$, che generano campi uniformi diretti lungo l'asse z. Il campo risultante lungo l'asse z all'interno del conduttore A è

$$E_A = \frac{1}{\pi \cdot a^2} \left[\frac{Q_{A,\text{sup}}}{2\varepsilon_0} + \frac{Q_{A,\text{inf}}}{2\varepsilon_0} + \frac{Q_{B,\text{sup}}}{2\varepsilon_0} + \frac{Q_{B,\text{inf}}}{2\varepsilon_0} \right] = 0$$

Dalle 4 equazioni di scritte si ricava

$$\begin{cases} Q_{A,\text{sup}} = \frac{Q}{2} \\ Q_{A,\text{inf}} = \frac{Q}{2} \\ Q_{B,\text{sup}} = -\frac{Q}{2} \\ Q_{B,\text{inf}} = \frac{Q}{2} \end{cases}$$

Per calcolare la ddp tra A e B occorre calcolare il campo elettrico tra le due piastre. Tale campo è diretto come l'asse z, ha verso opposto ad esso e ha modulo:

$$E_z = \frac{Q_{A,\text{inf}}}{\varepsilon_0 \pi a^2} = \frac{Q}{2\varepsilon_0 \pi a^2} \quad (\text{Teorema di Coulomb})$$

Di conseguenza

$$V_{AB} = -(-E_z d) = -\left(-\frac{Q}{2\varepsilon_0 \pi a^2} d \right) = \frac{Qd}{2\varepsilon_0 \pi a^2}$$

La forza risultante sulla piastra A è la somma delle forze agenti su ciascuna superficie (entrambe sono dirette in senso uscente dalle superfici):

$$F_A = \frac{Q_{A,\text{sup}}^2}{2\varepsilon_0 \pi a^2} - \frac{Q_{A,\text{inf}}^2}{2\varepsilon_0 \pi a^2} = 0$$

Esercizio n.3

La f.e.m. indotta nell'anello è

$$f_{em} = -\frac{d}{dt}(BA \cos \theta) = -\frac{d}{dt}(\mu_0 n A \cos 0) = -\mu_0 n A \frac{di}{dt}$$

dove A si deve interpretare come l'area del solenoide (parte dell'area dell'anello dove il campo è forte). Quindi

$$f_{em} = -\mu_0 n A \frac{di}{dt} = -\left(4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A} \right) \left(1000 \frac{1}{m} \right) \left[\pi (0.03m)^2 \right] \left(270 \frac{A}{s} \right) = -0.96 \cdot 10^{-3} V$$

Quindi la corrente indotta nell'anello vale

$$i_{ind} = \frac{|f_{em}|}{R} = \frac{0.96 \cdot 10^{-3}}{0.0003} A = 3.2 A$$

Il campo magnetico al centro dell'anello prodotto dalla corrente indotta nell'anello ha modulo

$$B_{anella} = \frac{\mu_o i_{ind}}{2R} = 4.03 \cdot 10^{-5} T$$

Il campo del solenoide (non nullo solo al suo interno) punta verso il basso ed è in aumento, quindi B_{anella} , punta verso l'alto (legge di Lenz)