

*Errata Corrige*¹

Pagina 10

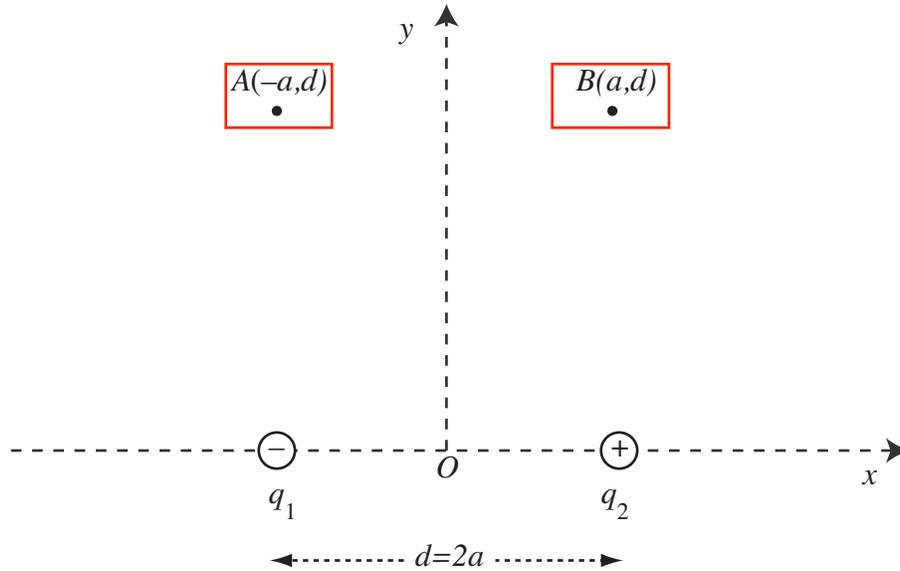
Problema 1.1 - domanda 2

$$F = eE_A = 2.76 \times 10^{-15} \text{ N}$$

Pagina 11

Problema 1.2 - testo domanda 3 + figura

- 3) il lavoro del campo elettrostatico per uno spostamento rigido del dipolo elettrico dal punto $A(-a,d)$ al punto $B(a,d)$ W



Problema 1.2 - domanda 2

$$\vec{F}(x) = -\frac{dU_e}{dx} \vec{u}_x = -\frac{d[-\vec{p} \cdot \vec{E}(x)]}{dx} = -\frac{2p}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{q_1}{(a+x)^3} + \frac{q_2}{(a-x)^3} \right] \vec{u}_x$$

Pagina 12

Problema 1.2 - domanda 2

$$\vec{F} = -\frac{2p(q_1 + q_2)}{4\pi\epsilon_0 a^3} \vec{u}_x = (3.6 \times 10^{-8} \text{ N}) \vec{u}_x$$

Pagina 14

Problema 1.3 - domanda 1

$$U_e = -p \vec{u}_x \cdot (E_x \vec{u}_x + E_y \vec{u}_y) = -pE_x \Rightarrow E_x = -\frac{U_e}{p} = 1.8 \text{ kV/m}$$

$$F = q_0 E \Rightarrow E = \frac{F}{q_0} = 2.55 \text{ kV/m} \Rightarrow E_y = \sqrt{E^2 - E_x^2} = 1.8 \text{ kV/m}$$

Problema 1.3 - domanda 3

$$V_P = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 a \sqrt{2}} = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 a \sqrt{2}} = 254 \text{ V}$$

¹In rosso le modifiche da apportare al testo stampato

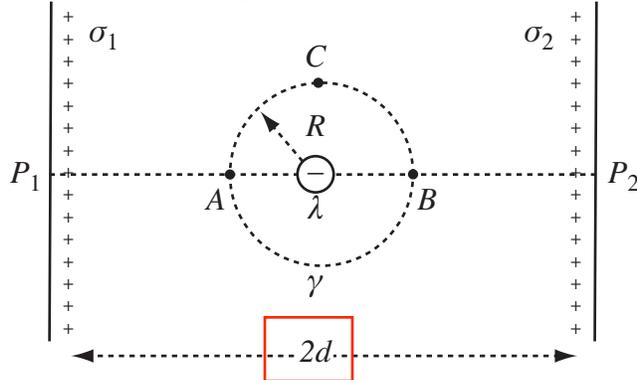
Pagina 15

Problema 1.3 - domanda 3

$$E_c^\infty (\text{eV}) = eV_p = 254 \text{ eV}$$

Pagina 19

Problema 2.1 - figura



Pagina 20

Problema 2.1 - domanda 3

$$W = -e(V_B - V_A) = -e(-E_{\text{piani}} d_{AB}) = e \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2\epsilon_0} 2R = 0.54 \times 10^{-17} \text{ J} = 33.8 \text{ eV}$$

Pagina 22

Problema 2.3 - domanda 2

$$V_2 - V_1 = -\int_{P_1}^{P_2} (\vec{E}_+ + \vec{E}_-) \cdot d\vec{s} =$$

$$= -\int_{d/\sqrt{2}}^{a\sqrt{2}} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr - \int_{d/2}^{d-a} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} dx = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{d}{2a} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(\frac{d}{2} - a \right) = 4.65 \text{ kV}$$

Pagina 27

Problema 2.7 - domanda 2

$$\Delta V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\int_0^{x_1} \left[\frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{|\lambda|}{2\pi\epsilon_0(d-x)} \right] dx = -\left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0} x_1 - \frac{|\lambda|}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{d-x_1}{d} \right) = -188 \text{ V}$$

Pagina 31

Problema 2.10 - domanda 1

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x_P} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{mg}{|q|} \tan \theta = 7.1 \text{ kV/m}$$

$$x_P = \frac{|q| \lambda \cos \theta}{\pi (2mg\epsilon_0 \sin \theta + |q| \sigma \cos \theta)} = 8 \text{ cm}$$

Problema 2.10 - domanda 3

$$\Delta V = V_P - V_{\text{piano}} = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} (d - x_P) - \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{x_P}{d} = 786 \text{ V}$$

$$\ell = \frac{d - x_P}{\sin \theta} = 44 \text{ cm}$$

$$v = \sqrt{-\frac{2q\Delta V}{m} - 2g\ell(1 - \cos\theta)} = 32.1 \text{ cm/s}$$

Pagina 33

Problema 2.11 - domanda 3

$$E_c = E_{c,0} - \frac{q\sigma z_0}{\epsilon_0} = 2.53 \times 10^{-15} \text{ J}$$

Pagina 35

Problema 2.13 - domanda 2

$$\begin{aligned} V_2 - V_1 &= -\int_{x_1}^{x_2} E dx = -\int_R^{a-R} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x} dx - \int_R^{a-R} \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0(a-x)} dx = \\ &= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left[-\int_R^{a-R} \frac{dx}{x} + \frac{1}{2} \int_R^{a-R} \frac{dx}{x-a} \right] = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left[\ln \frac{R}{a-R} + \frac{1}{2} \ln \frac{R}{a-R} \right] = -75 \text{ V} \end{aligned}$$

Problema 2.13 - domanda 3

$$v = \sqrt{-\frac{2q\Delta V}{m}} = 5.13 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Pagina 38

Problema 2.15 - domanda 2

$$v = \sqrt{-\frac{2q\kappa E_d x_0}{m} + v_0^2} = 1.48 \times 10^4 \text{ m/s}$$

Pagina 40

Problema 2.17 - domanda 2

$$E_d = \frac{q_1 + q_G}{4\pi\kappa\epsilon_0 r^2} = 183 \text{ V/m}$$

Problema 2.17 - domanda 3

3) La differenza di potenziale fra la superficie interna e il punto P è

$$\begin{aligned} V_{interna} - V_P &= -\int_{R_3}^{R_2} \vec{E}_0 \cdot d\vec{s} - \int_{R_2}^{R_1} \vec{E}_d \cdot d\vec{s} = -\int_{R_3}^{R_2} \frac{q_1 + q_d}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{q_1 + q_G}{4\pi\kappa\epsilon_0 r^2} dr = \\ &= -\int_{R_3}^{R_2} \frac{q_1 + q_d}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{q_1}{4\pi\kappa\epsilon_0 r^2} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{\rho \frac{4}{3}\pi(r^3 - R_1^3)}{4\pi\kappa\epsilon_0 r^2} dr = \\ &= -\int_{R_3}^{R_2} \frac{q_1 + q_d}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{q_1}{4\pi\kappa\epsilon_0 r^2} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{\rho r}{3\kappa\epsilon_0} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{\rho R_1^3}{3\kappa\epsilon_0 r^2} dr = \\ &= \frac{q_1 + q_d}{4\pi\epsilon_0} \frac{R_3 - R_2}{R_3 R_2} + \frac{q_1}{4\pi\kappa\epsilon_0} \frac{R_2 - R_1}{R_2 R_1} - \frac{\rho}{6\kappa\epsilon_0} (R_1^2 - R_2^2) + \frac{\rho R_1^2}{3\kappa\epsilon_0} \frac{R_2 - R_1}{R_2} = 17.27 \text{ V} \end{aligned}$$

per cui il lavoro è dato da

$$W = \Delta U = q_2 (V_{interna} - V_P) = -8.64 \times 10^{-10} \text{ J}$$

Pagina 41

Problema 2.18 - domanda 2

$$\begin{aligned}
 V_1 - V_2 &= - \int_{R_2}^{R_1} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} E dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left(r - \frac{R_1^3}{r^2} \right) dr = \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left[\int_{R_1}^{R_2} r dr - \int_{R_1}^{R_2} \frac{R_1^3}{r^2} dr \right] = \\
 &= \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left[\frac{(R_2^2 - R_1^2)}{2} + R_1^3 \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \right] = 2.54 \text{ kV}
 \end{aligned}$$

Pagina 45

Problema 3.1 - domanda 3

$$\begin{aligned}
 q'_1 &= 4\pi\epsilon_0 R_1 V = -5 \text{ nC} & \sigma'_1 &= \epsilon_0 E_1 = -159 \text{ nC/m}^2 \\
 q'_2 &= 4\pi\epsilon_0 R_2 V = -10 \text{ nC} & \sigma'_2 &= \epsilon_0 E_2 = -79 \text{ nC/m}^2 \\
 q'_3 &= 4\pi\epsilon_0 R_3 V = -20 \text{ nC} & \sigma'_3 &= \epsilon_0 E_3 = -40 \text{ nC/m}^2
 \end{aligned}$$

Pagina 48

Problema 3.3 - domanda 4

$$E_c \text{ (eV)} = \frac{1}{2} m v^2 = e \frac{q_3}{8\pi\epsilon_0 R} = 112 \text{ eV}$$

Pagina 52

Problema 3.6 - domanda 1

$$\begin{cases}
 \vec{E}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\kappa} \frac{q_1}{R_1^2} \vec{u}_r = (-90 \text{ V/m}) \vec{u}_r \\
 \vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{R_2^2} \vec{u}_r = (135 \text{ V/m}) \vec{u}_r
 \end{cases}$$

Problema 3.6 - domanda 2

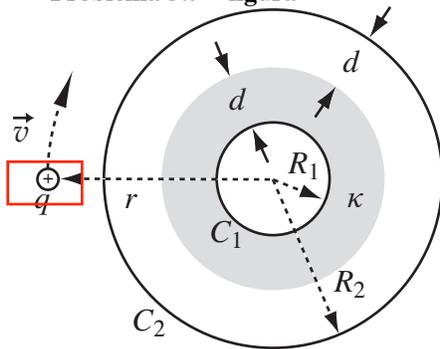
$$\begin{aligned}
 V_2 &= - \int \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = - \int_{\infty}^{R_2} \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 R_2} = 27 \text{ V} \\
 V_1 &= - \int \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} - \int \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} = - \int_{\infty}^{R_2} \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr - \int_{R_2}^{R_1} \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\kappa r^2} dr = \\
 &= \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\kappa} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = 22.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Problema 3.6 - domanda 3

$$E_c \text{ (eV)} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{2|q'q|}{8\pi\epsilon_0 (R_2 + d)} = 11.2 \text{ MeV}$$

Pagina 53

Problema 3.7 - figura



Pagina 58

Problema 3.10 - domanda 4

4) La carica ...

Pagina 61

Problema 3.13 - domanda 2

$$V_+ - V_- = V_1 - V_2 = \frac{q_1}{C} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0\kappa rL} dr = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0\kappa L} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\kappa L}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

Pagina 62

Problema 3.13 - domanda 3

$$V_P - V_2 = - \int_{R_2}^{R_P} \frac{q_1 + q_2}{2\pi\epsilon_0 rL} dr = - \frac{q_1 + q_2}{2\pi\epsilon_0 L} \ln \frac{R_P}{R_2} = -419 \text{ V}$$

e quindi

$$V_P - V_1 = V_P - V_2 + V_2 - V_1 = V_P - V_2 - (V_1 - V_2) = -1161 \text{ V}$$

Pagina 64

Problema 3.15 - domanda 2

2) La forza elettrostatica ...

Pagina 67

Problema 4.1 - domanda 1

$$E = \frac{E_0}{\kappa} = \frac{\sigma}{\kappa\epsilon_0} = 9.04 \text{ kV/m}$$

Pagina 68

Problema 4.3 - testo

... di costante dielettrica relativa $\kappa = 2.5$...

Pagina 75

Problema 4.9 - testo

piano sottile isolante caricato con una densità di carica $\sigma = 0.8 \mu\text{C}/\text{m}^2$

Problema 4.9 - domanda 1

$$\vec{E}_1 = \left(E - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \right) \vec{u}_x = (-15 \text{ kV/m}) \vec{u}_x \quad \text{e} \quad \vec{E}_2 = \left(E + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \right) \vec{u}_x = (75.3 \text{ kV/m}) \vec{u}_x$$

Pagina 77

Problema 4.10 - domanda 1

$$C_i = C_1 + C_2 = \epsilon_0 \frac{\Sigma}{2d} (2\kappa + 1) = 247 \text{ pF}$$

Pagina 79

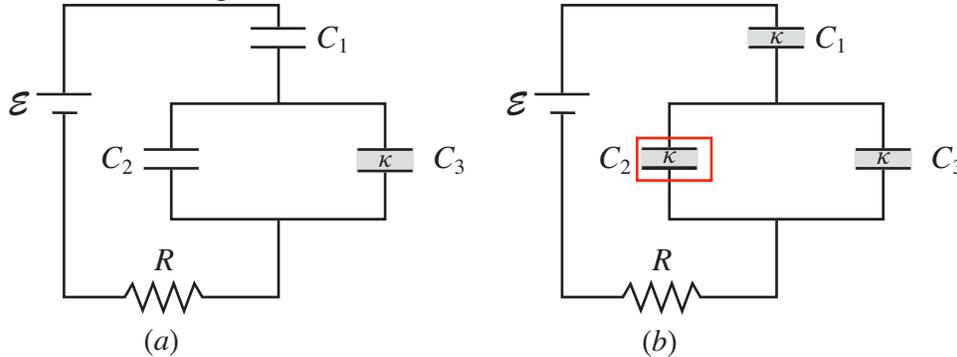
Problema 4.12 - domanda 3

3) La carica ai capi di C_1 prima e dopo il cortocircuito è data da

$$\begin{cases} q_i = C_1 V_1 = C_2 V_2 = \epsilon_0 E_2 \Sigma = 35.4 \text{ nC} \\ q_f = C_1 \mathcal{E} = \kappa \epsilon_0 \frac{\Sigma}{d} \mathcal{E} = 177 \text{ nC} \end{cases}$$

Pagina 81

Problema 4.14 - figura



Pagina 90

Problema 4.20 - domanda 4

$$\Delta U_e = U'_e - U_e = \frac{q^2}{2} \left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C'_s} \right) - \frac{q^2}{2} \left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \right) = 1.41 \times 10^{-9} \text{ J}$$

Pagina 96

Problema 5.4 - domanda 2

$$q = it \Rightarrow t = \frac{q}{i} = \frac{q}{j\Sigma} = \frac{q}{nev\Sigma} = 1.75 \text{ s}$$

Problema 5.4 - domanda 3

$$U = NE_c = n\tau E_C = n\Sigma vt E_C = C\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{n\Sigma vt E_C}{C} = 8 \times 10^{-4} \text{ K}$$

Pagina 101

Problema 5.9 - domanda 1

$$\begin{cases} V_C = \mathcal{E} - R_1 i \\ i = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} \end{cases} \Rightarrow V_C = \mathcal{E} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Pagina 107

Problema 6.3 - testo

Una particella positiva ferma ($m/q = 1.56 \times 10^{-9} \text{ kg/C}$) ...

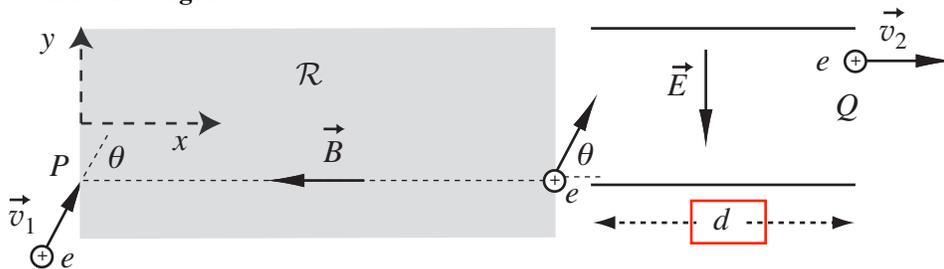
Pagina 110

Problema 6.5 - domanda 2

$$\begin{cases} x_P = L = v_0 t_P \\ y_P = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t_P^2 \end{cases} \Rightarrow y(x) = \frac{1}{2} \frac{eE}{mv_0^2} x^2$$

Pagina 116

Problema 6.10 - figura



Pagina 124

Problema 7.2 - domanda 1

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{2}{d\sqrt{3}} \vec{u}_x = \frac{\mu_0 i}{\pi d\sqrt{3}} \vec{u}_x = (0.15 \mu\text{T}) \vec{u}_x$$

$$\vec{B}_2 = \vec{B}_3 = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{2}{d} \vec{u}_y = \frac{\mu_0 i}{\pi d} \vec{u}_y = (0.26 \mu\text{T}) \vec{u}_y$$

Pagina 130

Problema 7.6 - domanda 3

$$\begin{cases} B_1 = \frac{W_1}{2m \cos \theta} = 40 \mu\text{T} \\ B_2 = \frac{W_2}{2m \cos \theta} = 20 \mu\text{T} \end{cases}$$

Pagina 132

Problema 7.8 - domanda 1

alla corrente che circola sulla semiretta y $\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \vec{u}_x$

alla corrente che circola sulla semiretta x $\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \vec{u}_y$

alla corrente che circola sulla spira $\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 i}{2R} \vec{u}_x$

Pagina 133

Problema 7.9 - domanda 1

$$\begin{cases} B_x = -\frac{\mu_0 i_1}{2\pi R_1} - \frac{\mu_0 i_2}{2\pi R_2} = -7.87 \mu\text{T} \\ B_y = 0 \\ B_z = \frac{\mu_0 i_1}{2R_1} + \frac{\mu_0 i_2}{2R_2} = 24.7 \mu\text{T} \end{cases}$$

Pagina 139

Problema 7.13 - domanda 2

2) La forza è **repulsiva** fra conduttore cavo e filo 2 e **attrattiva** fra i due fili, quindi

Pagina 141

Problema 7.15 - domanda 3

$$W = |\Delta U_m| = |-mB_O \cos(\pi) + mB_O \cos 0| = 2mB = 2N_b i_b \Sigma_b B_O = 45 \times 10^{-9} \text{ J}$$

Pagina 149

Problema 8.1 - testo

Una bobina quadrata composta da $N = 12$ spire di lato $d = 20$ cm ruota attorno ad un lato con velocità angolare ω costante in una regione di spazio in cui c'è un campo magnetico uniforme $B = 2$ T. La resistenza della bobina è $R = 2.5 \Omega$ e la potenza media dissipata nella bobina in un periodo è $\mathcal{P}_{R,med} = 0.4$ W. Calcolare

Pagina 151

Problema 8.3 - testo

3) l'energia dissipata nella spira per effetto Joule fra l'istante t_0 e l'istante t

W_R

Pagina 157

Problema 8.8 - domanda 4

$$\mathcal{P}_R = \mathcal{P}_m = \frac{W_m}{t} = \frac{Fx}{t} = Fv = 0.39 \text{ mW}$$

Pagina 163

Problema 8.13 - testo

3) la carica che fluisce nel circuito per una rotazione $\theta_2 = \pi/4$

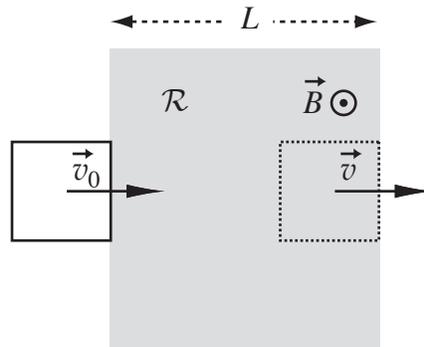
q

Pagina 166-167

Problema 8.16 -

Un spira conduttrice quadrata di lato $a = 10$ cm, massa $m = 20$ g e resistenza complessiva $R = 0.2 \Omega$ si trova all'istante $t = 0$ appena al di fuori di una zona \mathcal{R} , di larghezza $L = 30$ cm, in cui agisce un campo magnetico uniforme d'intensità $B = 0.3$ T perpendicolare al circuito stesso. Tramite un impulso ad un certo istante la spira comincia a penetrare in \mathcal{R} con velocità iniziale $v_0 = 6$ cm/s. Sapendo che l'energia dissipata nella spira fra il tempo $t = 0$ e l'istante t_1 in cui comincia ad uscire dalla regione \mathcal{R} è $W_R = 2.2 \times 10^{-5}$ J, calcolare:

- 1) la carica che ha attraversato la spira in questo tempo q
- 2) la velocità della spira all'istante t_1 v
- 3) il tempo impiegato dalla spira a fare il suo percorso t_1



Soluzione

1) La variazione del flusso del campo magnetico attraverso la spira è nullo una volta che quest'ultima è completamente entrata in \mathcal{R} : da quel momento, mentre si muove completamente immersa nella regione, non circola corrente nella spira e quindi la sua velocità rimane costante. La carica si ottiene dalla legge di Faraday ricordando che il flusso iniziale è nullo

$$q = \frac{Ba^2}{R} = 15 \text{ mC}$$

2) L'energia dissipata è pari alla diminuzione di energia cinetica della spira

$$W_R = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2W_R}{m}} = 3.74 \text{ cm/s}$$

3) Su ciascun lato della spira agisce la forza data dalla II legge elementare di Laplace. Le forze agenti sui lati orizzontali si compensano, mentre la forza agente sul lato verticale all'interno della regione \mathcal{R} non è compensata da un'analogha forza sul lato opposto finché anche quest'ultimo non entra. Quindi mentre sta entrando l'equazione del moto della spira e la sua soluzione sono

$$m \frac{dv}{dt} = iaB = -\frac{B^2 a^2}{R} v \Rightarrow \ln \frac{v}{v_0} = -\frac{B^2 a^2}{mR} t = -\frac{t}{\tau} \quad \text{con} \quad \tau = \frac{mR}{B^2 a^2} = 4.44 \text{ s}$$

e il tempo per entrare è quindi

$$t_A = -\tau \ln \frac{v}{v_0} = 2.1 \text{ s}$$

Il tempo per attraversare la spira a velocità costante è

$$t_B = \frac{L-a}{v} = 5.3 \text{ s}$$

e infine

$$t_1 = t_A + t_B = -\tau \ln \frac{v}{v_0} + \frac{L-a}{v} = 7.4 \text{ s}$$

Pagina 169

Problema 8.18 - testo

... \mathcal{R} con velocità iniziale v_0 ; il tempo impiegato...

.....

- 3) la velocità iniziale della spira v_0
- 4) l'energia dissipata nella spira fra gli istanti t_0 e t_2 W_R

Problema 8.18 - domanda 1

$$v_1 = v_2 = \frac{L-a}{\Delta t} = 2 \text{ cm/s}$$

Pagina 170

Problema 8.18 - domande 3 e 4

3) Ricordiamo dal problema 8.17 che la velocità del circuito mentre entra od esce da una regione a campo magnetico costante varia con la distanza x secondo la legge

$$v(x) = v_0 - \frac{B^2 a^2}{mR} x$$

La velocità iniziale determinata dall'impulso è quella per cui $v(a) = v_1$ e quindi

$$v_0 = v_1 + \frac{B^2 a^3}{mR} = 4.25 \text{ cm/s}$$

4) L'energia dissipata è pari all'energia cinetica persa

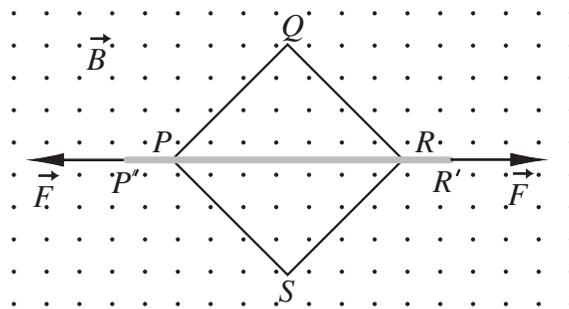
$$W_R = \left| \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v_2^2 \right| = 1.4 \times 10^{-5} \text{ J}$$

Pagina 171-172

Problema 8.20 -

Una spira conduttrice quadrata $PQRS$ di lato $\ell = 1.5 \text{ m}$, realizzata con filo di rame, di sezione $\Sigma = 1 \text{ mm}^2$ e resistività $\rho = 1.67 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, si trova in una regione in cui agisce un campo $B = 0.3 \text{ T}$ uniforme e perpendicolare al piano della spira stessa. Come mostrato in figura, la spira viene deformata completamente tirando i due estremi della diagonale PR tramite due forze \vec{F} , eguali e opposte, parallele alla diagonale fintanto che essa assume il suo valore massimo $P'R' = 2\ell$. Sapendo che la velocità della spira, che si mantiene costante durante la deformazione, è $v = 0.15 \text{ m/s}$ e che l'energia dissipata sulla spira durante il processo è $W_R = 0.5 \text{ W}$, calcolare:

- 1) la carica che percorre la bobina dall'istante iniziale a quello finale q
- 2) la corrente media che percorre la spira durante il processo i_{med}
- 3) l'intensità media delle forze agenti sulla spira F_{med}



Soluzione

1) L'area della figura alla fine del processo diventa nulla, per cui la variazione di flusso del campo magnetico è $\Delta\Phi = B \ell^2 = 0.675 \text{ Tm}^2$

La resistenza del circuito è

$$R_S = \rho \frac{4\ell}{\Sigma} = 0.1 \Omega$$

per cui, utilizzando la legge di Felici, si ha

$$q = \frac{\Phi_i - \Phi_f}{R_S} = \frac{B(\Sigma_i - \Sigma_f)}{R_S} = \frac{B\ell^2}{R_S} = 6.75 \text{ C}$$

2) L'estremo P della spira si sposta dalla posizione P alla posizione P' percorrendo il tratto d con velocità costante per cui l'intervallo di tempo in cui avviene lo spostamento è dato da

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{\ell - \frac{\ell}{2}\sqrt{2}}{v} = \frac{\ell}{v} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 2.9 \text{ s}$$

L'intensità media di corrente durante il processo è quindi

$$i_{med} = \frac{q}{\Delta t} = 2.3 \text{ A}$$

3) L'energia meccanica utilizzata per la deformazione viene completamente dissipata in calore per effetto Joule. Il lavoro meccanico fatto per deformare la spira è pertanto

$$W_R = 2F_{med}d = 2F_{med}v\Delta t$$

e quindi la forza agente è

$$F_{med} = \frac{W_R}{2v\Delta t} = 0.57 \text{ N}$$

Pagina 188

Problema 9.13 . Soluzione

1) L'autoflusso del toroide è

$$\Phi(t) = Li(t) = N \int_{\Sigma} \vec{B} \cdot \vec{u}_N d\Sigma = N \int_r^{r+b} \frac{\mu_0 N}{2\pi r} i(t) a dr = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} a \ln \frac{r+b}{r} i(t)$$

per cui l'energia potenziale immagazzinata all'istante iniziale è

$$U_m = \frac{1}{2} Li_0^2 = \frac{\mu_0 N^2 a}{4\pi} \ln \frac{r+b}{r} i_0^2 = 20 \text{ mJ} \quad \left(L = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} a \ln \frac{r+b}{r} = 0.4 \text{ mH} \right)$$

2) Osservando che il campo magnetico è confinato nel volume del toroide, il flusso del campo magnetico attraverso la bobina è dato da

$$\Phi_b(t) = N_b \int_{\Sigma} \vec{B} \cdot \vec{u}_N d\Sigma = N_b \int_r^{r+b} \frac{\mu_0 N}{2\pi r} i(t) a dr = \frac{\mu_0 NN_b}{2\pi} a \ln \frac{r+b}{r} i(t) = \frac{L}{N} N_b i_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

per cui la forza elettromotrice indotta è

$$\mathcal{E}_i(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{LN_b}{N\tau} i_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = 0.16 e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ V}$$

3) Il lavoro è dato dall'energia dissipata per effetto Joule sulla resistenza della bobina nel periodo in cui vi circola corrente

$$W_R = \int_0^{\infty} \frac{\mathcal{E}_i^2(t)}{R_b} dt = \int_0^{\infty} \frac{1}{R_b} \left(\frac{LN_b i_0}{N\tau} \right)^2 e^{-2\frac{t}{\tau}} dt = \frac{(LN_b i_0)^2}{2R_b N^2 \tau} = 3.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$

4) Utilizzando la legge di Felici e osservando che il flusso finale è nullo si ha

$$q = \frac{Mi_0}{R_b} = \frac{LN_b i_0}{NR_b} = 40 \mu\text{C}$$

Pagina 201

Problema 10.2 - domanda 3

$$I_t = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \kappa v E_t^2 = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \kappa \frac{c}{n} E_t^2 = \frac{1}{2} c \varepsilon_0 n E_t^2 = \frac{n}{2Z_0} E_t^2$$

$$E_t = \sqrt{\frac{2Z_0}{n} I_t} = \sqrt{\frac{2Z_0}{n} \frac{\mathcal{P}_t}{\Sigma_t}} = \sqrt{\frac{2Z_0}{n} \frac{\mathcal{P}_i - \mathcal{P}_r}{\Sigma_i} \cos \theta_i} = 550 \text{ V/m}$$

Pagina 203

Problema 10.3 - domanda 1

$$I_r = RI_i = 12 \text{ W/m}^2$$

Problema 10.4 - domande 1 e 2

$$\theta_i = 53.06^\circ \quad \text{e} \quad \theta_t = 36.94^\circ$$

$$\mathcal{P}_r = \frac{\mathcal{P}_i}{2} R_\sigma = \frac{\mathcal{P}_i \sin^2(\theta_i - \theta_t)}{2 \sin^2(\theta_i + \theta_t)} = 0.39 \text{ mW}$$

$$I_r = \frac{\mathcal{P}_r}{\Sigma_i} = \frac{1}{2Z_0} E_r^2 = 77 \text{ W/m}^2$$

$$E_r = \sqrt{2Z_0 I_r} = 238 \text{ V/m} \quad \text{e} \quad B_r = \frac{E_r}{c} = 0.8 \mu\text{T}$$

$$\mathcal{P}_i = \mathcal{P}_r + \mathcal{P}_t \Rightarrow \mathcal{P}_t = \mathcal{P}_i - \mathcal{P}_r = 9.61 \text{ mW}$$

Pagina 207

Problema 10.8 - testo

L'ampiezza del campo magnetico della luce uscente da P_3 è $B_3 = 333 \text{ nT}$.

Pagina 217

Problema 11.4 - domanda 1

$$\delta = (k_n - k_0) \ell_A = k_0 (n - 1) \ell_A = \frac{2\pi}{\lambda_0} \ell_A (n - 1) = 98.133 \text{ rad}$$

Pagina 220

Problema 11.8 - testo

Il coefficiente di riflessione è $R = 0.28$ su ...

Pagina 222

Problema 11.8 - domanda 3

$$n = \frac{\sqrt{R} + 1}{1 - \sqrt{R}} = 3.24$$

$$d_{\max} = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{n} = 38 \text{ nm}$$

Problema 11.8 - domanda 3

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2n} = 76 \text{ nm}$$

Pagina 229

Problema 12.1 - domanda 3

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{\left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\phi_A}{2}\right)}{\frac{\phi_A}{2}} \right]^2}{\left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\phi_B}{2}\right)}{\frac{\phi_B}{2}} \right]^2} = \left[\frac{\phi_B}{\phi_A} \frac{\text{sen}\left(\frac{\phi_A}{2}\right)}{\text{sen}\left(\frac{\phi_B}{2}\right)} \right]^2 = \left[\frac{\lambda_A \text{sen}\left(\frac{\pi}{\lambda_A} b \text{sen } \theta\right)}{\lambda_B \text{sen}\left(\frac{\pi}{\lambda_B} b \text{sen } \theta\right)} \right]^2 = 20.2$$

Pagina 232

Problema 12.4 - testo

b) tale massimo principale è appena separato secondo Rayleigh dal massimo principale dello stesso ordine di una lunghezza d'onda che differisce da λ_1 di $\Delta\lambda = 0.075 \mu\text{m}$

Pagina 236

Problema 12.1 - domanda 4

$$Na \frac{2\pi}{\lambda} \text{sen } \theta_{\min} = 2m'\pi \quad \text{con } m' = 1, 2$$