Il verso del campo magnetico in C sarà concorde con quello del contributo della spira con il raggio minore, determinato secondo la regola della mano destra.

b) Quanto vale il modulo del campo magnetico in C?

$$B(C) = B_1(C) + B_2(C) = \frac{\mu_0 I_1}{2R_1} - \frac{\mu_0 I_2}{2R_2} = \frac{\mu_0 I_1}{2R_1} - \frac{\mu_0 I_1}{4R_1} =$$

$$= \frac{\mu_0 (3-1.5)}{4R_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7}\, TmA^{-1} \cdot 1.5A}{4 \cdot 0.1m} = 4.71\,\mu T$$

c) Come è diretto e orientato il vettore campo magnetico nel punto P posto a distanza 10 cm da C lungo l'asse z, perpendicolare al piano delle spire e passante per C? Quanto vale in modulo?

$$B(P) = B_1(P) + B_2(P) = \frac{\mu_0 I_1 R_1^2}{2(R_1^2+z^2)^{3/2}} - \frac{\mu_0 I_2 R_2^2}{2(R_2^2+z^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I_1}{2} \cdot \frac{R_1^2}{(R_1^2+z^2)^{3/2}} - \frac{R_2^2}{(R_2^2+z^2)^{3/2}} =$$

$$= (2\pi \times 10^{-7} TmA^{-1})\, 1.5A \cdot \left(\frac{(0.1)^2}{((0.1)^2+(0.1)^2)^{3/2}} - \frac{(0.2)^2}{(0.2^2+0.1^2)^{3/2}}\right) m^{-1} =$$

$$= 2\pi \times 10^{-7}\, TmA^{-1} \cdot 1.5A \left(\frac{0.01}{0.00283} - \frac{0.04}{0.01118}\right) m^{-1} =$$

$$= 2\pi \times 10^{-7}\, T \cdot 1.5(3.53 - 3.58) = 4.71 \cdot 10^{-7}\, T$$

Il campo è diretto verso il basso, con i versi assunti qui per le correnti.

d) Dare un'espressione per il campo magnetico a grande distanza lungo l'asse z.

Per $z \gg R_2$ vale $B(z) = \frac{\mu_0 i r^2}{2z^3} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{\mu}{z^3}$

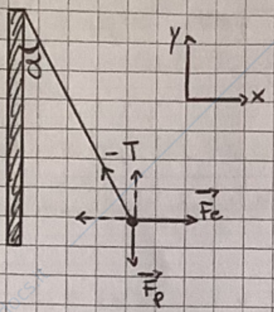
$$B(z) = B_1(z) + B_2(z) \approx \frac{\mu_0 I_1 R_1^2}{2z^3} - \frac{\mu_0 I_2 R_2^2}{2z^3} = \frac{\mu_0 I}{2z^3}(R_1^2 - R_2^2) = \frac{\mu_0 I}{2z^3} \cdot R_1^2 (1-4)$$

A grande distanza diventa dominante il contributo della spira più grande e il campo è orientato verso il basso

A piccole distanze domina invece il contributo della spira piccola

FISICA 2

26 luglio 2019



piano conduttore infinito

$\sigma = 3.65 \cdot 10^{-2}\ Cm^{-2}$ densità superficiale

$q = +e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$

$m = 1.16 \cdot 10^{-10}$ kg

① carica in quiete $\Rightarrow \theta = ?$

② $\vec{T}$ del filo = ? (modulo, direzione e verso)

③ Se tagliamo il filo, che moto farà la carica q=? Equazione oraria.

① $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{3.65 \cdot 10^{-2}\ Cm^{-2}}{2 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}\ C^2/Nm^2} = 2.06 \cdot 10^{9}\ N/C$

$\vec{F_e} = q \cdot \vec{E} = 1.6 \cdot 10^{-19}\ \cancel{C} \cdot 2.06 \cdot 10^{9}\ \frac{N}{\cancel{C}} = 3.3 \cdot 10^{-10}\ N$

$\begin{cases} \vec{F_e} - T_x = 0 \\ \vec{F_p} - T_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3.3 \cdot 10^{-10} - T\cos(90° - \theta) = 0 \\ 1.16 \cdot 10^{-10} kg \cdot 9.8 m/s^2 - T\,\text{sen}(90° - \theta) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3.3 \cdot 10^{-10} = T\cos(90° - \theta) \\ 1.0 \times 10^{-9} = T\,\text{sen}(90° - \theta) \end{cases}$

$\frac{\cancel{T}\cos(90° - \theta)}{\cancel{T}\,\text{sen}(90° - \theta)} = \frac{3.3 \cdot 10^{-10}}{1.0 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow tg\theta = 0.33 \Rightarrow \theta = arctg\, 0.33 = 18.26°$

② $3.3 \cdot 10^{-10} - T\cos(90° - 18.26°) = 0 \Rightarrow 3.3 \cdot 10^{-10} - T\cos(71.74°) \Rightarrow$

$T = \frac{3.3 \cdot 10^{-10}}{0.31} = 1.0 \times 10^{-9} N$

③ Se tagliamo il filo la tensione scompare e quindi il corpo sarà soggetto alla forza elettrica e alla forza peso, quindi descriverà un moto rettilineo uniformemente accelerato lungo la diagonale del rettangolo formato da $\vec{F_e}$ e $\vec{F_p}$.

$\begin{cases} x = \frac{1}{2} a_x t^2 \\ y = \frac{1}{2} a_y t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t^2 = \frac{2x}{a_x} \\ y = \frac{1}{2} a_y \cdot \frac{2x}{a_x} \end{cases}$

dove $a_x = \frac{\vec{F_e}}{m} = \frac{3.3 \cdot 10^{-10}}{1.16 \cdot 10^{-10}} = 2.84 m/s$

$a_y = \frac{\vec{F_p}}{m} = \frac{1.0 \cdot 10^{-9}}{1.6 \cdot 10^{-10}} = 6.25 m/s$

② $W_p = 1.3 \times 10^{30}\, W$

$r = 431$ a.l. dalla terra $= 431 \cdot 365 \cdot 3 \cdot 10^8 = 4.72 \cdot 10^{13}\, m^2$

valori quadratici medi di campo elettrico e magnetico dovuti a questa sorgente dalla superficie terrestre = ?

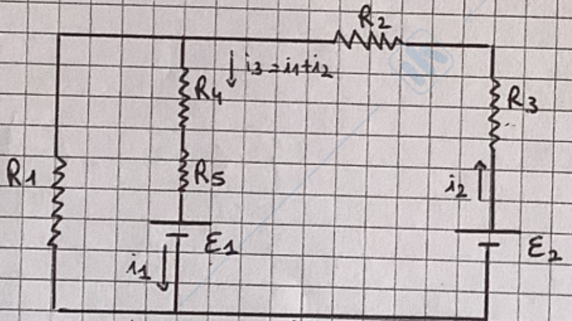
$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{1.3 \times 10^{30}\, W}{4 \cdot 3.14 \cdot 2.23 \cdot 10^{27}\, m^2} = 46.43\, W/m^2$

$I = \frac{cB^2}{2\mu_0} = \frac{cB^2}{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{I \cdot 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{c}} = \sqrt{\frac{46.43 \cdot 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{3 \cdot 10^8}} =$

$= 6.24 \cdot 10^{-7}$

$E = c \cdot B = 3 \cdot 10^8\, m/s \cdot 6.24 \cdot 10^{-7} = 187.2$

③ $t = 2\,min = 120\,sec$



$R_1 = 8.00\, \Omega$
$R_2 = 3.00\, \Omega$
$R_3 = 1.00\, \Omega$
$R_4 = 5.00\, \Omega$
$R_5 = 1.00\, \Omega$
$\mathcal{E}_1 = 4.00\, \Omega$
$\mathcal{E}_2 = 12.00\, \Omega$

la corrente ha sempre verso opposto rispetto ad R

① Determinare corrente (modulo e verso) in ciascun ramo del circuito.

$$\begin{cases} -\mathcal{E}_1 - R_1 i_1 + R_4 i_3 + R_5 i_3 = 0 \\ \mathcal{E}_2 - R_3 i_2 - R_2 i_2 + R_4 i_3 + R_5 i_3 - \mathcal{E}_1 = 0 \\ i_3 = i_1 + i_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -\mathcal{E}_1 - R_1 i_1 + R_4 i_1 + R_4 i_2 + R_5 i_1 + R_5 i_2 = 0 \\ \mathcal{E}_2 - R_3 i_2 - R_2 i_2 + R_4 i_1 + R_4 i_2 + R_5 i_1 + R_5 i_2 - \mathcal{E}_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -4.00V - 8.00\Omega \cdot i_1 + 5.00\Omega \cdot i_1 + 5.00\Omega\, i_2 + i_1 + i_2 = 0 \\ 12.00V - i_2 - 3.00\, i_2 + 5.00\, i_1 + 5.00\, i_2 + i_1 + i_2 - 4.00\Omega = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -4.00V - 2.00\Omega \cdot i_1 + 6.00\Omega \cdot i_2 = 0 \\ 8.00V + 2.00\Omega \cdot i_2 + 6.00\Omega \cdot i_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_2 = \frac{4.00V + 2.00\Omega\, i_1}{6.00\Omega} \\ 8.00V + 2.00\cancel{\Omega} \cdot \frac{4.00V + 2.00\Omega}{6.00\cancel{\Omega}} + 6.00\Omega\, i_1^{\,0} \end{cases}$$

② $\omega_p = 1.3 \times 10^{30}\ W$

$r = 431$ a.l. dalla terra $= 431 \cdot 365 \cdot 3 \cdot 10^8 = 4.72 \cdot 10^{13}\ m^2$

valori quadratici medi di campo elettrico e magnetico dovuti a questa sorgente dalla superficie terrestre = ?

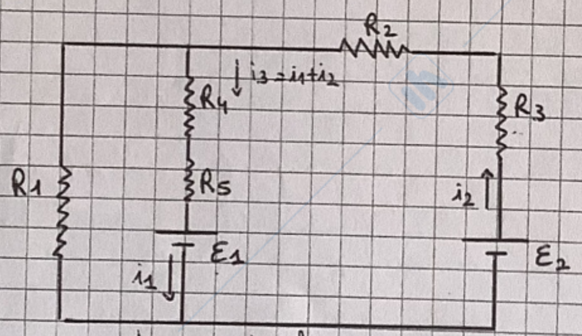
$$I = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{1.3 \times 10^{30}\ W}{4 \cdot 3.14 \cdot 2.23 \cdot 10^{27}\ m^2} = 46.43\ W/m^2$$

$$I = \frac{cB^2}{2\mu_0} = \frac{cB^2}{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{I \cdot 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{c}} = \sqrt{\frac{46.43 \cdot 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{3 \cdot 10^8}} =$$

$$= 6.24 \cdot 10^{-7}$$

$$E = c \cdot B = 3 \cdot 10^8\ m/s \cdot 6.24 \cdot 10^{-7} = 187.2$$

③ $t = 2\,min = 120\,sec$



$R_1 = 8.00\ \Omega$
$R_2 = 3.00\ \Omega$
$R_3 = 1.00\ \Omega$
$R_4 = 5.00\ \Omega$
$R_5 = 1.00\ \Omega$
$\mathcal{E}_1 = 4.00\ \Omega$
$\mathcal{E}_2 = 12.00\ \Omega$

la corrente ha sempre verso opposto rispetto ad R

① Determinare corrente (modulo e verso) in ciascun ramo del circuito.

$$\begin{cases} -\mathcal{E}_1 - R_1 i_1 + R_4 i_3 + R_5 i_3 = 0 \\ \mathcal{E}_2 - R_3 i_2 - R_2 i_2 + R_4 i_3 + R_5 i_3 - \mathcal{E}_1 = 0 \\ i_3 = i_1 + i_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -\mathcal{E}_1 - R_1 i_1 + R_4 i_1 + R_4 i_2 + R_5 i_1 + R_5 i_2 = 0 \\ \mathcal{E}_2 - R_3 i_2 - R_2 i_2 + R_4 i_1 + R_4 i_2 + R_5 i_1 + R_5 i_2 - \mathcal{E}_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -4.00V - 8.00\Omega \cdot i_1 + 5.00\Omega \cdot i_1 + 5.00\Omega\, i_2 + i_1 + i_2 = 0 \\ 12.00V - i_2 - 3.00\, i_2 + 5.00\, i_1 + 5.00\, i_2 + i_1 + i_2 - 4.00\Omega = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -4.00V - 2.00\Omega \cdot i_1 + 6.00\Omega \cdot i_2 = 0 \\ 8.00V + 2.00\Omega \cdot i_2 + 6.00\Omega \cdot i_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_2 = \frac{4.00V + 2.00\Omega\, i_1}{6.00\Omega} \\ 8.00V + 2.00\cancel{\Omega} \cdot \frac{4.00V + 2.00\Omega}{6.00\cancel{\Omega}} + 6.00\Omega \cdot i_1 \end{cases}$$

25 giugno 2019

① $Q = 150\ pC$

$V = 750\ V$

a) $R = ?$ della goccia

$C = \frac{Q}{\Delta V}$

Capacità di una sfera conduttrice di raggio R: $C = 4\pi\varepsilon_0 R$

$$\frac{Q}{V} = 4\pi\varepsilon_0 R \Rightarrow R = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 V} = \frac{150\ pC}{4 \cdot 3.14 \cdot 8.99 \cdot 10^9\ Nm^2 C^{-2} \cdot 750V} =$$

$$= 1.77 \times 10^{-12} = 17.7\ mm$$

b) Dopo aver unito due gocce avremo:

$Q \Rightarrow 2Q$

$V \Rightarrow 2\ Volume$

$R^3 \Rightarrow 2R^3 \Rightarrow R = \sqrt[3]{2R} = R\sqrt[3]{2} = 1.26R$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{2Q}{1.26R} = 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{300\ pC}{22.302} = 1.190 \times 10^{-10}\ pV = 1190\ V$$

② spire complanari e concentriche

$R_1 = 10\ cm$
$R_2 = 20\ cm$
$I_1 = I_2 = 1.5$ ma versi opposti

a) Come è diretto ed orientato il campo magnetico nel punto C, centro comune delle due spire?

Per il PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE, il campo magnetico sarà in ogni posizione $\vec{r}$ dello spazio dato dalla somma vettoriale dei contributi $\vec{B}_1(\vec{r})$ e $\vec{B}_2(\vec{r})$ delle due spire: $\vec{B}(\vec{r}) = \vec{B}_1(\vec{r}) + \vec{B}_2(\vec{r})$. In tutte le posizioni sull'asse verticale passante per C, $\vec{B}$ sarà diretto lungo l'asse stesso. Le due spire, percorse da correnti in versi opposti, daranno contributi a $\vec{B}$ anch'essi diretti uno opposto all'altro, e ciascuno dipendente dal verso della corrente nella spira secondo la regola della mano destra. Il modulo del campo magnetico sull'asse di una spira percorsa da corrente, a distanza z dal piano contenente la spira vale:

$B(z) = \mu_0 i R^2 / 2(R^2 + z^2)^{3/2}$ e per $z = 0 \Rightarrow B(0) = \mu_0 i R^2 / 2(R^2)^{2/3} \Rightarrow B(0) = \mu_0 i / 2R$

4) $R = 8\,\Omega$

$L = 0.04\,H$ $\Rightarrow$ CIRCUITO RLC in serie a un alimentatore di tensione alternata con frequenza variabile

$C = 3 \cdot 10^{-4}\,F$

$f_{e.m.} = 15V \Rightarrow P_{diss} = ?$

$\nu = ? \Rightarrow Q_{max}$

$i(t) = \frac{\mathcal{E}_0}{Z} \operatorname{sen}(\omega t - \phi)$ per avere la corrente massima $\operatorname{sen}(\omega t - \phi)$ deve essere uguale a 1, quindi

$$i(t) = \frac{\mathcal{E}_0}{i_0}$$

$$Z_{min} \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} = \frac{1}{0.04H \cdot 3 \cdot 10^{-4}F} = \frac{1}{1.2 \cdot 10^{-5}\,rad \cdot s} \Rightarrow$$

$$\omega = 288.68\ rad/s$$

$$\omega = 2\pi\nu \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{288.68}{2 \cdot 3.14} = 45.97\ Hz$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{64\,\Omega^2 + \left(288.68\,rad/s \cdot 0.04H - \frac{1}{288.68\,rad/s \cdot 3 \cdot 10^{-4}F}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{64\,\Omega^2 + \left(11.\cancel{55}\,rad/s \cdot H - 11.\cancel{55}\,s/rad \cdot \frac{1}{F}\right)^2} = 8\,\Omega$$

$$i(t) = \frac{\mathcal{E}_0}{Z} = \frac{15V}{8\,\Omega} = 1.875\,A$$

$$W_{diss} = V \cdot i = 15V \cdot 1.875A = 28.125\,W$$

$48.00V + 12.0(4.00V + 2.00\Omega \cdot i_1) + 36.00\Omega \cdot i_1 = 0 \Rightarrow$

$48.00V + 48.00V + 24.00\Omega \cdot i_1 + 36.00\Omega \cdot i_1 = 0 \Rightarrow$

$96.00V = -60.00\Omega \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = -\frac{96.00V}{60.00\Omega} = -1.6A$

$8.00V + 2.00\Omega \cdot i_2 + 6.00\Omega \cdot (-1.6A) = 0 \Rightarrow$

$8.00V + 2.00\Omega \cdot i_2 - 9.6V = 0 \Rightarrow 1.6V = 2.00\Omega \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{1.6V}{2.00\Omega} = 0.8A$

$i_3 = i_1 + i_2 = -1.6 + 0.8 = -0.8A$

② Energia fornita da ciascuna batteria.

Batteria 1: $E_1 = \frac{\Delta V^2}{R} \cdot t = \frac{(\mathcal{E}_1)^2}{R_4 + R_5} \cdot t = \frac{16.00V^2}{6.00\Omega} \cdot 120\,sec = 320\,Js$

quando ci sono più resistenze all'interno della stessa batteria si sommano

Quando il ΔV è erogato dalla batteria corrisponde ad $\mathcal{E}$.

Batteria 2: $E_2 = \frac{\Delta V^2}{R} t = \frac{(\mathcal{E}_2)^2}{R_2 + R_3} \cdot t = \frac{144V^2}{4.00\Omega} \cdot 120\,s = 4320\,Js$

③ Energia fornita a ciascun resistore.

$E_1 = R_1 \cdot i_1^2 \cdot t = 8.00\Omega \cdot (-1.6A)^2 \cdot 120\,s = 2457.6\,Js$

$E_2 = R_2 \cdot i_2^2 \cdot t = 3.00\Omega \cdot (0.8A)^2 \cdot 120\,s = 230.4\,Js$

$E_3 = R_3 \cdot i_2^2 \cdot t = 1.00\Omega \cdot (0.8A)^2 \cdot 120\,s = 76.8\,Js$

$E_4 = R_4 \cdot i_3^2 \cdot t = 5.00\Omega \cdot (0.8A)^2 \cdot 120\,s = 384\,Js$

$E_5 = R_5 \cdot i_3^2 \cdot t = 1.00\Omega \cdot (-0.8A)^2 \cdot 120\,s = 76.8\,Js$

Il verso del campo magnetico in C sarà concorde con quello del contributo della spira con il raggio minore, determinato secondo la regola della mano destra.

b) Quanto vale il modulo del campo magnetico in C?

$$B(C) = B_1(C) + B_2(C) = \frac{\mu_0 I_1}{2R_1} - \frac{\mu_0 I_2}{2R_2} = \frac{\mu_0 I_1}{2R_1} - \frac{\mu_0 I_1}{4R_1} =$$

$$= \frac{\mu_0 (3-1.5)}{4R_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7}\,TmA^{-1} \cdot 1.5A}{4 \cdot 0.1m} = 4.71\,\mu T$$

c) Come è diretto e orientato il vettore campo magnetico nel punto P posto a distanza 10 cm da C lungo l'asse z, perpendicolare al piano delle spire e passante per C? Quanto vale in modulo?

$$B(P) = B_1(P) + B_2(P) = \frac{\mu_0 I_1 R_1^2}{2(R_1^2+z^2)^{3/2}} - \frac{\mu_0 I_2 R_2^2}{2(R_2^2+z^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I_1}{2} \cdot \frac{R_1^2}{(R_1^2+z^2)^{3/2}} - \frac{R_2^2}{(R_2^2+z^2)^{3/2}} =$$

$$= (2\pi \times 10^{-7}\,TmA^{-1})\, 1.5A \cdot \left(\frac{(0.1)^2}{((0.1)^2+(0.1)^2)^{3/2}} - \frac{(0.2)^2}{(0.2^2+0.1^2)^{3/2}}\right) m^{-1} =$$

$$= 2\pi \times 10^{-7}\,T\cancel{m}A^{-1} \cdot 1.5\cancel{A}\left(\frac{0.01}{0.00283} - \frac{0.04}{0.01118}\right)\cancel{m^{-1}} =$$

$$= 2\pi \times 10^{-7}\,T \cdot 1.5(3.53 - 3.58) = 4.71 \cdot 10^{-7}\,T$$

Il campo è diretto verso il basso, con i versi assunti qui per le correnti.

d) Dare un'espressione per il campo magnetico a grande distanza lungo l'asse z.

Per $z \gg R_2$ vale $B(z) = \frac{\mu_0 i r^2}{2z^3} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{\mu}{z^3}$

$$B(z) = B_1(z) + B_2(z) \approx \frac{\mu_0 I_1 R_1^2}{2z^3} - \frac{\mu_0 I_2 R_2^2}{2z^3} = \frac{\mu_0 I}{2z^3}(R_1^2 - R_2^2) = \frac{\mu_0 I}{2z^3} \cdot R_1^2 (1-4)$$

A grande distanza diventa dominante il contributo della spira più grande e il campo è orientato verso il basso.

A piccole distanze domina invece il contributo della spira piccola.

Il momento magnetico della bobina è $\vec{\mu} = N I A \hat{n}$ → versore

A → superficie; N → n. di spire; I → corrente che ci fluisce

$\tau = 100 \cdot 2 \times 10^{-4}\, m^2 \cdot 1A \cdot 0.5T = 10^{-2}\, N \cdot m$

c) Variazione di energia potenziale rispetto alla posizione iniziale?

$\Delta U = U_{fin} - U_{ini}$

$U_{fin} = 0$

$U_{in} = -\mu B$ $\Rightarrow \Delta U = 0 - (-\mu B) = \mu B = 100 \cdot 2 \cdot 10^{-4}\, m^2 \cdot 1A \cdot 0.5T = 10^{-2} J$

L'incremento di energia è dovuto al lavoro della forza esterna (non c'è variazione di energia cinetica in quanto in entrambe le posizioni la bobina è ferma).

Batteria
f.e.m $\mathcal{E} = 12V$
$r = 10\Omega$
maglia singola $R = 990\ \Omega$ CIRCUITO RC
$C = 100\ \mu F = 10^{-4} F$

a) Carica massima Q_{max} che si accumulerà nel sistema quando la corrente di carica smette di fluire!

Quando si annulla la corrente, si annullano anche la d.d.p. ai capi di r ed R quindi $V = \mathcal{E}$ ai capi del condensatore.

$$Q = CV \Rightarrow Q = C \cdot \mathcal{E} = 10^{-4} F \cdot 12V = 1.2 \times 10^{-3} C$$

b) Energia immagazzinata nel condensatore?

$$E_C = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} F \cdot (12V)^2 = 0.72 \cdot 10^{-2} J$$

c) Dopo quanto tempo $\Delta t = \bar{t} - t_0$ dalla chiusura del circuito la carica $Q(t)$ sulle piastre del condensatore prende il valore $Q(\bar{t}) = Q_{max} \cdot (1 - e^{-3})$?

circuito RC con tempo caratteristico capacitivo $\tau_C = R'C$ dove $R' = r + R = 1k\Omega$

$$Q(t) = Q_{max}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$-\frac{t}{RC} = -3 \Rightarrow \frac{t}{RC} = 3$$

$$R' = r + R = 10 + 990 = 1000\ \Omega = 1k\Omega$$

$$\tau_C = R'C \Rightarrow \tau_C = 1000\ \Omega \cdot 10^{-4} F = 0.1 s$$

$$\Delta t = 3 \cdot \tau_C = 3 \cdot 0.1 s = 0.3 s$$

) Quanto vale, al medesimo istante $\bar{t}$, la d.d.p. ai capi del resistore R?

$$i(t) = \frac{Q_{max}}{R'C} \cdot e^{-\frac{t}{R'C}} \rightarrow Q_{max} = C\mathcal{E}$$

$$i(t) = \frac{1.2 \times 10^{-3} C}{0.1 s} \cdot e^{-3} =$$

$$= 0.012 \cdot (2.7^{-3}) = 0.59\ V$$

17 settembre 2018

4) puntatore laser giallo - arancio
$\lambda = 693.5\ nm = 0.6935 \times 10^{-6} m$
$P = 3 mW = 3 \cdot 10^{-3} W$
$\alpha = 45°$

a) Energia in eV = ? J = ? ν = ?

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}\ m/s}{0.6935 \times 10^{-6}\ m} = 4.32 \times 10^{14}\ Hz$$

$$E = h \cdot \nu = 6.626 \cdot 10^{-34}\ Js \cdot 4.32 \cdot 10^{14}\ Hz = 2.86 \times 10^{-19}\ J$$

$$eV = \frac{2.86 \cdot 10^{-19}}{1.602 \cdot 10^{-19}} = 1.78\ eV$$

b) fotoni ogni secondo nel puntatore = ? $t = 1s$

$$N_{fotoni} = \frac{W \cdot t}{E} = \frac{3 \cdot 10^{-3}\ W \cdot 1s}{2.86 \cdot 10^{-19}\ J} = 1.04 \cdot 10^{16}$$

c) Forza esercitata dal fascio luminoso sullo schermo, in modulo, direzione e verso.

$F = \frac{W}{c}$ se il fascio è completamente assorbito

$F = \frac{2W}{c}$ se è completamente riflesso

$F_\perp = F \cos\alpha$

modulo : $F_\perp = \frac{2 \cdot 3 \times 10^{-3}\ W \cdot \cos 45°}{3 \cdot 10^{8}\ ms^{-1} \cdot \cos 45°} = 1.41 \cdot 10^{-11}\ N$

direzione: la direzione del vettore forza è normale al piano e il verso sarà opposto alla sua faccia illuminata.

d) Pressione esercitata sullo specchio se il fascio laser ha sezione circolare con diametro $d = 2mm = 0.002m$

$P = \frac{F_\perp}{A}$ $\qquad A = \frac{\pi r^2}{\cos\alpha}$ $\qquad r = \frac{d}{2} = \frac{0.002}{2} = 0.001 m$

$$\Downarrow$$

$$\frac{3.14 \cdot 1 \cdot 10^{-6} m^2}{0.71} = 4.42 \cdot 10^{-6} m^2$$

$$P = \frac{1.41 \cdot 10^{-11} N}{4.42 \cdot 10^{-6} m^2} = 0.32 \cdot 10^{-5}\ Pa$$

③ Bobina circolare

Area : $A = 2 cm^2$

100 avvolgimenti di conduttore

campo magnetico uniforme $\vec{B}$, costante nel tempo diretto verticalmente verso l'alto

modulo c.m. => $B = 0.5 T$

La bobina è percorsa da una corrente continua di intensità $I = 1A$

Inizialmente l'asse della spira è diretto nello spazio come B.

Applicando un piccolo momento torcente alla spira, si verifica che questa compie piccole oscillazioni attorno alla posizione di partenza.

a) Cosa si può dire del verso della corrente?

A un certo punto, una forza esterna applica alla spira un momento torcente ~~...~~ tale da portarla in equilibrio in una posizione con l'asse ortogonale rispetto alla direzione di B

- Le piccole oscillazioni sono tipiche di moto attorno a una posizione di equilibrio stabile, caratterizzata da un minimo di energia potenziale. Per un dipolo magnetico in un campo magnetico uniforme l'energia potenziale vale: $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

il minimo si ha per $\vec{\mu}$ orientato concordemente a $\vec{B}$.

Per la regola della mano destra, la corrente deve fluire in senso antiorario in modo che il momento di dipolo magnetico sia orientato verso l'alto come il campo magnetico esterno.

b) Quanto vale il momento torcente applicato alla forza esterna, quando la spira è ferma nella nuova posizione?

momento torcente di un campo magnetico uniforme su un dipolo magnetico vale $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$

Se la bobina è ferma nella nuova posizione vuol dire che la risultante dei momenti applicati è nulla. La forza esterna applica un momento orientato come quello del campo magnetico, con verso opposto, e modulo $\mu B \sin\vartheta$ ($= \mu B$ per $\vartheta = \frac{\pi}{2}$) tale da equilibrarla

22 giugno 2017

5) laser rosso

$\lambda = 650\ nm = 0.65 \times 10^{-6} m$

$P = 5 mW = 5 \cdot 10^{-3} W$

schermo assorbe il 30% delle rad. incidente, riflette specularmente il resto

① Energia dei fotoni associati a questa lunghezza d'onda, in eV? in J? $\nu = ?$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}\ m/s}{0.65 \times 10^{-6}\ m} = 4.61 \times 10^{14}\ Hz$$

equazione di Einstein: $E = h\nu \Rightarrow E = 6.626 \cdot 10^{-34}\ Js \cdot 4.61 \cdot 10^{14}\ Hz =$

$= 3.06 \times 10^{-19}\ J$

$1 eV = 1.602 \times 10^{-19}\ J \Rightarrow E = \frac{3.06 \times 10^{-19}}{1.602 \cdot 10^{-19}} = 1.91\ eV$

② Fotoni emessi ogni secondo dal puntatore.

$$N_{fotoni} = \frac{W \cdot t}{E} = \frac{5 \cdot 10^{-3} W \cdot 1s}{3.06 \times 10^{-19} J} = 1.63 \cdot 10^{16}$$

③ Calcolare la forza esercitata dal fascio luminoso sullo schermo.

$F = \frac{W}{c}$ se il fascio è completamente assorbito

$F = \frac{2W}{c}$ se il fascio è completamente riflesso all'indietro

In questo caso: $F = \frac{W}{c} + \frac{2W}{c} \Rightarrow 30\% \cdot \frac{W}{c} + 70\% \cdot \frac{2W}{c} =$

$$= 0.3 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3} W}{3 \cdot 10^{8} m/s} + 0.7 \cdot \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} W}{3 \cdot 10^{8} m/s} =$$

$$= 5 \cdot 10^{-12}\ W/m \cdot s^{-1} + 2.33 \cdot 10^{-11}\ W/ms^{-1} =$$

$$= 2.83 \cdot 10^{-11} N$$

④ Se l'area illuminata (uniformemente) è un cerchietto con diametro 2mm, che pressione esercita il fascio?

$P = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \pi r^2 \qquad r = \frac{d}{2} = \frac{2mm}{2} = 1mm = 0.001 m$

$A = \pi \cdot (0.001)^2 = 3.14 \cdot 10^{-6}\ m^2$

$$P = \frac{2.83 \cdot 10^{-11} N}{3.14 \cdot 10^{-6} m^2} = 0.9 \times 10^{-5}\ Pa$$

22 giugno 2017

① Tre cariche elettriche puntiformi uguali $+q$ sono poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato ℓ.

a) Quanto vale il campo elettrico nel punto C, intersezione delle altezze condotte dai vertici del triangolo ai lati opposti?

Per simmetria il punto C (centro del cerchio circoscritto) è equidistante dalle tre cariche poste nei vertici. Il campo in C sarà la somma di tre contributi di ugual modulo, orientati radialmente e separati da 120°. La loro somma con la regola dei parallelogrammi è il vettore nullo. Il campo elettrico in ogni punto è un vettore determinato univocamente dalla distribuzione delle cariche e non può avere contemporaneamente tre orientazioni. Deve annullarsi.

b) Quanto vale il potenziale elettrico nel punto C?

carica q

distanza $= \frac{\ell}{\sqrt{3}}$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$$

$$V(C) = 3 \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{\ell/\sqrt{3}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{3\sqrt{3}Q}{\ell}$$

① c) Come è diretto e quanto vale il campo elettrico a distanza $r \gg \ell$ da C? E quanto vale il potenziale elettrico alla medesima distanza?

$$\vec{E}(r) = \sum_{i=1}^{i=3} \vec{E}_i = \sum_{i=1}^{i=3} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^2} \cdot \hat{r}_i' \qquad \vec{r}_i' = \vec{r} - \vec{r}_i$$

Al limite per $|r| \to \infty$ i tre versori tendono a diventare paralleli e i moduli quadri della distanza a denominatore a differire di poco.

Teorema di Carnot: $|\vec{r} - \vec{r}_i|^2 = r^2 + r_i^2 - 2 r r_i \cos\vartheta_i = r^2\left(1 + \frac{r_i^2}{r^2} - 2\frac{r_i}{r}\cos\vartheta_i\right)$

Il campo tende a $\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{3q}{r^2} \cdot \hat{r}$

Per il potenziale elettrico si procede allo stesso modo.

③ Una spira circolare di raggio r è posta all'interno di un solenoide, realizzato con un conduttore avvolto in spire di raggio $R > r$. Il solenoide di lunghezza l (con $l \gg R$) ed ha n spire per unità di lunghezza. La spira piccola è fissa, in una posizione tale che il suo asse forma con l'asse del solenoide un angolo di $30° = \frac{\pi}{6}$. Una corrente alternata $i(t) = I_0 \operatorname{sen}(\omega t)$ fluisce nel solenoide.

a) Quanto vale, in funzione del tempo, la forza elettromotrice indotta nella spira piccola?

Per la legge di Faraday: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi(B)}{dt}$

il flusso del campo magnetico B è $A = \pi r^2$ (prodotto del modulo per la superficie della spira)

Le variazioni temporali del flusso sono dovute solo alla variazione del modulo di B nel solenoide, dovute all'applicazione di una corrente alternata:

$$B(t) = \mu_0 n i(t)$$

forza elett. indotta $A = \pi r^2$

$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}\Phi(B) = -\frac{d}{dt}\underbrace{B \cdot S\cos\alpha}_{\text{flusso magnetico}} = -\frac{d}{dt}\mu_0 n I(t)\cdot \pi r^2 \cdot \cos\alpha =$$

$$= -\frac{d}{dt}\mu_0 n I_0 \operatorname{sen}(\omega t)\cdot \pi r^2 \cdot \cos 30° =$$

$$= -\omega \mu_0 n I_0 \cos\omega t \cdot \cos 30° \cdot \pi r^2 = -\omega \mu_0 n I_0 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right)\cdot \cos 30° \cdot \pi r^2 =$$

$$= \omega \mu_0 n I_0 \cdot \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\cdot \cos 30° \cdot \pi r^2$$

b) Si sostituisce l'alimentazione alternata con un generatore di corrente continua, che fa fluire nel solenoide la corrente I_0. La spira piccola viene fatta ruotare, mediante una manovella, attorno ad un suo diametro, orientato perpendicolarmente rispetto all'asse del solenoide, con velocità angolare costante ω'. Calcolare f.e.m. indotta nella spira piccola.

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d}{dt}\Phi(B) = -\frac{d}{dt}\mu_0 n I_0 \operatorname{sen}(\omega' t)\cdot \pi r^2 = \mu_0 n I_0 \cos(\omega' t)\cdot \pi r^2 =$$

$$= \mu_0 n I_0 \cdot \omega' \operatorname{sen}(\omega' t)\,\pi r^2$$