

Università degli Studi del Piemonte Orientale
“Amedeo Avogadro”
Sede di Alessandria

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

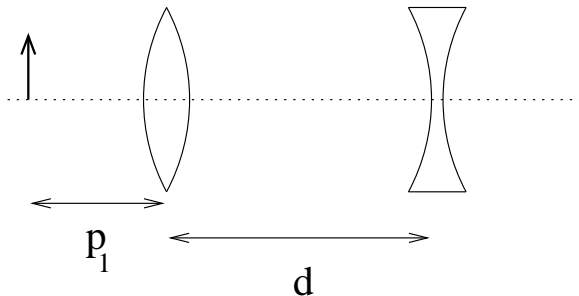
Prova scritta di Elettromagnetismo e Ottica - 28 Marzo 2003

1) Un condensatore in aria consiste di due piastre parallele di area $S = 0.5 \text{ m}^2$ poste ad una distanza di 5 mm . La carica su ciascuna piastra è $1 \text{ } \mu\text{C}$. Calcolare la capacità del condensatore e la differenza di potenziale tra le piastre.

Successivamente le piastre vengono collegate con una resistenza di $10 \text{ k}\Omega$. Quanto vale la carica sulle piastre dopo $15 \text{ } \mu\text{s}$?

2) Un elettrone avente energia cinetica $K = 10 \text{ eV}$ si muove su un'orbita piana circolare ortogonale alle linee di forza di un campo magnetico uniforme di modulo $B = 10^{-4} \text{ T}$. Calcolare la velocità dell'elettrone ($m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$), il raggio dell'orbita e il periodo di rivoluzione.

3) Due lenti sottili immerse in aria, una biconvessa ed una biconcava, hanno lo stesso asse, sono fatte dello stesso materiale (di indice di rifrazione $n = 1.75$) e sono poste a $d = 60 \text{ cm}$ una dall'altra. I raggi di curvatura sono tutti uguali in modulo a $R = 30 \text{ cm}$. Un oggetto è posto a 35 cm dalla lente biconvessa (v. Figura). Determinare la posizione dell'immagine prodotta dalla lente biconcava, la sua natura e l'ingrandimento trasverso.



1) La capacità è data da

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \simeq 8.84 \cdot 10^{-10} \text{ F} = 884 \text{ pF}$$

per cui la differenza di potenziale vale

$$\Delta V = \frac{Q}{C} \simeq 1131 \text{ V}$$

La costante di tempo del circuito RC risulta

$$\tau = RC = 8.84 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 8.84 \mu\text{s}$$

pertanto la carica dopo 15 μs vale

$$Q(t) = Q e^{-t/\tau} = 1 \cdot 10^{-6} e^{-15/8.84} \simeq 1.83 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

2) Dalla relazione

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = K$$

si ricava

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 1.6 \cdot 10^{-19}}{9.11 \cdot 10^{-31}}} \simeq 1.87 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Dall'uguaglianza dei moduli della forza centripeta e della forza di Lorentz si ricava poi il raggio dell'orbita

$$m_e \frac{v^2}{r} = qvB \quad \implies \quad r = \frac{m_e v}{qB}$$

numericamente

$$r = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} \times 1.87 \cdot 10^6}{1.6 \cdot 10^{-19} \times 10^{-4}} \simeq 0.11 \text{ m}$$

Infine il periodo di rotazione si ricava da

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m_e}{qB}$$

cioè

$$T = \frac{2\pi \times 9.11 \cdot 10^{-31}}{1.6 \cdot 10^{-19} \times 10^{-4}} \simeq 3.58 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

3) Il fuoco della lente biconvessa è dato da

$$\frac{1}{f_1} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_{1,1}} - \frac{1}{R_{1,2}} \right)$$

con $R_{1,1} > 0$ e $R_{1,2} < 0$, cioè

$$\frac{1}{f_1} = (1.75 - 1) \left(\frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.3} \right) \longrightarrow f_1 = 0.2 \text{ m}$$

Per la lente biconcava si ha invece

$$\frac{1}{f_2} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_{2,1}} - \frac{1}{R_{2,2}} \right)$$

con $R_{2,1} < 0$ e $R_{2,2} > 0$, cioè

$$\frac{1}{f_2} = (1.75 - 1) \left(-\frac{1}{0.3} - \frac{1}{0.3} \right) \longrightarrow f_2 = -0.2 \text{ m}$$

Per l'oggetto in $p_1 = 0.35 \text{ m}$ si ha

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f_1}$$

da cui

$$q_1 = \left(\frac{1}{f_1} - \frac{1}{p_1} \right)^{-1} = 0.47 \text{ m}$$

L'immagine di questo oggetto si trova a $p_2 = d - q_1 = 0.13 \text{ m}$ dalla lente biconcava, per la quale vale

$$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f_2}$$

da cui

$$q_2 = \left(\frac{1}{f_2} - \frac{1}{p_2} \right)^{-1} = -0.079 \text{ m}$$

Quindi l'immagine è virtuale. L'ingrandimento è dato da

$$G = G_1 G_2 = \left(-\frac{q_1}{p_1} \right) \left(-\frac{q_2}{p_2} \right) = \frac{q_1 q_2}{p_1 p_2} = -0.82$$

quindi l'immagine è capovolta e rimpicciolita.