

0.1 16. Hausaufgabe

0.1.1 Buch Seite 187, Aufgabe 5

Ein Elektron werde mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v = 3000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ in Richtung eines homogenen elektrischen Feldes mit der Feldstärke $\mathcal{E} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$ geschossen. Wie weit bewegt sich das Elektron, bevor es vollständig abgebremst ist und ruht ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)?

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = q_e \mathcal{E} s; \Rightarrow s = \frac{m_e v^2}{q_e \mathcal{E}} = 5 \text{ cm};$$

0.1.2 Buch Seite 201, Aufgabe 1

Welche Energie speichert ein Plattenkondensator ($A = 314 \text{ cm}^2$, $d = 0,5 \text{ mm}$, Dielektrikum mit $\epsilon_r = 7$) bei einer Spannung von $U = 220 \text{ V}$?

$$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d} U^2 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ J};$$

0.1.3 Buch Seite 201, Aufgabe 2

Zeigen Sie, dass im radialsymmetrischen Feld die Energiedichte mit der 4. Potenz des Abstandes abnimmt.

$$\varrho_{\text{el}} = \frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 \mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \right)^2 = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 Q^2}{2 \cdot 16\pi^2 \epsilon_0^2 r^4} = \frac{\epsilon_r Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0 r^4};$$

$$\Rightarrow \varrho_{\text{el}} \sim \frac{1}{r^4};$$

0.1.4 Buch Seite 201, Aufgabe 3

Welche Energiedichte kann ein elektrisches Feld in feuchter Luft höchstens haben, wenn es bei einer Feldstärke von $\mathcal{E} = 2 \frac{\text{MV}}{\text{m}}$ zum Funkenüberschlag kommt? Berechnen Sie die Spannung, die man unter dieser Voraussetzung an einen luftgefüllten Plattenkondensator mit einem Plattenabstand von $d = 4 \text{ mm}$ höchstens legen kann.

$$\varrho_{\text{el,max}} = \frac{1}{2} \epsilon_{r,\text{Luft}} \epsilon_0 \mathcal{E}^2 = 2 \cdot 10^1 \frac{\text{J}}{\text{m}^3};$$

$$\mathcal{E} = \frac{U}{d}; \Rightarrow U = \mathcal{E} d = 8 \text{ kV};$$

0.1.5 Buch Seite 201, Aufgabe 4

Wie groß müsste die Plattenfläche eines luftgefüllten Plattenkondensators sein, der bei einem Plattenabstand von $d = 1 \text{ mm}$ und einer Spannung von $U_{\text{Kond.}} = 220 \text{ V}$ die gleiche Energie speichert wie eine Bat. von $U_{\text{Bat.}} = 12 \text{ V}$ und $Q_{\text{Bat.}} = 88 \text{ Ah}$?

$$W_{\text{Kond.}} = W_{\text{Bat.}}; \Rightarrow \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\varepsilon_0 \frac{A}{d}U_{\text{Kond.}}^2 = U_{\text{Bat.}}Q_{\text{Bat.}};$$

$$\Rightarrow A = \frac{2U_{\text{Bat.}}Q_{\text{Bat.}}d}{\varepsilon_0 U_{\text{Kond.}}^2} = 2 \cdot 10^{10} \text{ m}^2;$$

(Benötigte Zeit: 47 min)