

Lösungen der Übungsprüfung Physik II FS 2019

1 Plattenkondensator (6 Punkte)

(a) Für die Kapazität des Kondensators gilt:

$$\begin{aligned} C &= \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{(1 \text{ m})^2}{1 \text{ cm}} \\ &= 8.85 \cdot 10^{-10} \text{ F} = 885 \text{ pF} \quad (1 \text{ Punkt}) \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(b) Für die Kapazität des Kondensators mit Dielektrium gilt:

$$\begin{aligned} C_{\text{Quarzglas}} &= \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 4 \cdot \frac{(1 \text{ m})^2}{1 \text{ cm}} \\ &= 3.54 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 3.54 \text{ nF} \quad (1 \text{ Punkt}) \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(c) Für die gespeicherte Energie gilt:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} C U^2 \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 885 \text{ pF} \cdot (12 \text{ V})^2 \\ &= 6.37 \cdot 10^{-8} \text{ J} \quad (1 \text{ Punkt}) \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

2 RLC-Kreis (12 Punkte)

(a) Die Resonanzfrequenz ω_0 berechnet sich durch:

$$\begin{aligned}\omega_0 &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1}{\sqrt{10 \text{ mH} \cdot 2.0 \mu\text{F}}} \\ &= 7.1 \cdot 10^3 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(b) Im Resonanzfall gilt für die Stromstärke:

$$\begin{aligned}I_{\text{eff,Res.}} &= \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2} \cdot R} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{100 \text{ V}}{\sqrt{2} \cdot 5.0 \Omega} \\ &= 14 \text{ A} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(c) Für den kapazitiven Blindwiderstand gilt:

$$\begin{aligned}Z_C &= \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1}{(8000 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1})(2.0 \mu\text{F})} \\ &= 62.5 \Omega \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

Für den induktiven Blindwiderstand gilt:

$$\begin{aligned}Z_L &= \omega \cdot L \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= (8000 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1})(10 \text{ mH}) \\ &= 80 \Omega \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 4 Punkte)

(d) Die Impedanz berechnet sich aus:

$$\begin{aligned}Z &= \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \sqrt{(5.0 \Omega)^2 + (80 \Omega - 62.5 \Omega)^2} \\ &= 18.2 \Omega \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

Die effektive Stromstärke berechnet sich aus:

$$\begin{aligned}I_{\text{eff}} &= \frac{U_{\text{eff}}}{Z} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2} \cdot Z} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{100 \text{ V}}{\sqrt{2} \cdot 18.2 \Omega} \\ &= 3.9 \text{ A} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 4 Punkte)

3 Zyklotron (5 Punkte)

- (a) Die Zyklotronfrequenz ω_Z ergibt sich durch Gleichsetzen von Zentripetal- und Lorentzkraft (s. Skript S. 307-5) zu:

$$\begin{aligned}\omega_Z &= \frac{eB}{m} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1.4 \text{ T}}{1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \\ &= 134.1 \text{ MHz} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

Alternativ gilt auch:

$$f_Z = \frac{\omega_Z}{2\pi} = 21.3 \text{ MHz}$$

(insgesamt 2 Punkte)

- (b) Für die max. kinetische Energie der Elektronen gilt:

$$E_{kin} = \frac{mv_{max}^2}{2} \quad (1 \text{ Punkt})$$

Für die Geschwindigkeit v_{max} gilt:

$$v = \omega \cdot r = \frac{eBr_{max}}{m}$$

Somit folgt:

$$\begin{aligned}E_{kin} &= \frac{(eBr_{max})^2}{2m} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{(1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1.4 \text{ T} \cdot 0.7 \text{ m})^2}{2 \cdot 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \\ &= 7.37 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 46 \text{ MeV} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 3 Punkte)

4 "Schwebender Draht" (3 Punkte)

Damit der Draht nicht herunterfällt, muss der Strom in beiden Drähten in die gleiche Richtung fließen, da parallele Ströme anziehend sind und somit die Gewichtskraft kompensieren.

Es muss ein Gleichgewicht eintreten:

$$\frac{F}{l} = m_l g \quad (1 \text{ Punkt})$$

Für die Kraft pro Länge eines stromdurchflossenen Drahtes gilt (siehe Skript 307-9):

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad (1 \text{ Punkt})$$

Daraus folgt:

$$\begin{aligned} \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} &= m_l g \\ \Rightarrow I_2 &= \frac{m_l g 2\pi d}{\mu_0 I_1} \\ &= \frac{1.2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2\pi \cdot 0.2 \text{ m}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 80 \text{ A}} \\ &= 14.72 \text{ A} \quad (1 \text{ Punkt}) \end{aligned}$$

(insgesamt 3 Punkte)