

Lösungen des Übungsexamens Physik II FS 2020

1 Plattenkondensator (10 Punkte)

(a)

$$\begin{aligned}C &= \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 3 \cdot \frac{0.01 \text{ m}^2}{0.005 \text{ m}} \\ &= 53.1 \text{ pF} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(b)

$$\begin{aligned}Q &= C \cdot U \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= 53.1 \text{ pF} \cdot 100 \text{ V} \\ &= 5.31 \text{ nC} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(c)

$$\begin{aligned}E &= \frac{1}{2} C U^2 \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 53.1 \text{ pF} \cdot (100 \text{ V})^2 \\ &= 2.66 \cdot 10^{-7} \text{ J} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(d)

$$\begin{aligned}\tau &= RC \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= 2000 \Omega \cdot 53.1 \text{ pF} \\ &= 1.062 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}U(0.1 \mu\text{s}) &= U_0 \cdot e^{-\frac{0.1 \mu\text{s}}{RC}} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= 100 \text{ V} \cdot e^{-\frac{0.1 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{1.062 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}}} \\ &= 39.0 \text{ V} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 4 Punkte)

2 RFID (10 Punkte)

(a)

$$\begin{aligned}\Phi_M &= \frac{I \cdot L}{N} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{0.001 \text{ A} \cdot 400 \mu\text{H}}{90} \\ &= 4.44 \text{ nWb oder nAH} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(b)

$$\begin{aligned}U_{\text{ind}} &= -L \cdot I \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= -400 \mu\text{H} \cdot 200 \frac{\text{A}}{\text{s}} \\ &= 0.08 \text{ V} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(c)

$$\begin{aligned}E_{\text{mag}} &= \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_{\text{max}}^2 \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 400 \mu\text{H} \cdot (0.001 \text{ A})^2 \\ &= 2.0 \cdot 10^{-10} \text{ J} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(d)

$$\begin{aligned}\Phi_M &= B \cdot A \\ B &= \frac{\Phi_M}{A} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{4.44 \text{ nWb}}{0.0006 \text{ m}^2} \\ &= 7.41 \mu\text{T} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(e)

$$\begin{aligned}w_M &= \frac{1}{2} \cdot \frac{B^2}{\mu_0} \quad (1 \text{ Punkt}) \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{(7.41 \mu\text{T})^2}{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1}\text{m}^{-1}} \\ &= 21.8 \frac{\mu\text{J}}{\text{m}^3} \quad (1 \text{ Punkt})\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

3 Elektrische Schaltungen (10 Punkte)

- (a) Die Skizze kann wie eine gesamte Parallelschaltung aufgefasst werden.
Für Parallelschaltungen gilt allgemein:

$$R_{\text{ges}} = \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} \right)^{-1} \quad (1 \text{ Punkt})$$

Alternativ kann jede Parallelschaltung auch einzeln berechnet werden. Daraus folgt:

$$R_{2,3} = 15 \Omega \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

$$R_{1,2,3} = 10 \Omega \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

$$R_{AB} = 5 \Omega \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

Die Spannung beträgt aufgrund der Parallelschaltung an allen Punkten 60 V. Daher gilt:

$$U_{AB} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 60 \text{ V} \quad (1 \text{ Punkt})$$

Die jeweiligen Stromstärken können gemäss dem Ohmschen Gesetz berechnet werden. Es gilt:

$$I = \frac{U}{R} \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

Daraus folgt:

$$I_{AB} = 12 \text{ A} \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

$$I_1 = 2 \text{ A} \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

$$I_2 = 3 \text{ A} \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

$$I_3 = 1 \text{ A} \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

$$I_4 = 6 \text{ A} \quad (0.5 \text{ Punkte})$$

(insgesamt 7 Punkte)

- (b) Zunächst wird die Gesamtkapazität der Kondensatoren C_3 und C_4 berechnet.

$$C_{3,4} = \left(\frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \right)^{-1} = 4 \text{ nF} \quad (1 \text{ Punkt})$$

Anschliessend wird die Gesamtkapazität aus C_3 , C_4 und C_5 berechnet:

$$C_{3,4,5} = C_{3,4} + C_5 = 40 \text{ nF} \quad (1 \text{ Punkt})$$

Zum Schluss kann die Kapazität der Reihenschaltung aus C_1 , C_2 und $C_{3,4,5}$ bestimmt werden:

$$C_{1,2,3,4,5} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{3,4,5}} \right)^{-1} = 10 \text{ nF} \quad (1 \text{ Punkt})$$

(insgesamt 3 Punkte)

4 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)

5 "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. **(0.5 Punkte)**

Es muss eine Gleichgewicht eintreten (m_l bezeichnet hier die Masse pro Länge):

$$\frac{F}{l} = m_l g \quad \text{(0.5 Punkte)}$$

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

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

Daraus folgt:

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

(insgesamt 3 Punkte)