

Name: Julian Bergmann

Matrikelnummer: 1012877

Klausur Experimentalphysik II – SS 10

BSc. Physik / BSc. Materialwissenschaften / BSc. Mathematik und L3 Physik

Für die Bearbeitung der Klausur haben Sie 90 Minuten Zeit. Es werden die sechs Aufgaben mit der höchsten erreichten Punktzahl gewertet. Pro Aufgabe können dabei 4 Punkte erzielt werden.

Bitte verwenden Sie für die Lösung jeder Aufgabe extra Blätter und beschriften Sie jedes mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer.

Erlaubte Hilfsmittel: ausgeteilter Formelzettel, einfacher Taschenrechner (nicht programmierbar)

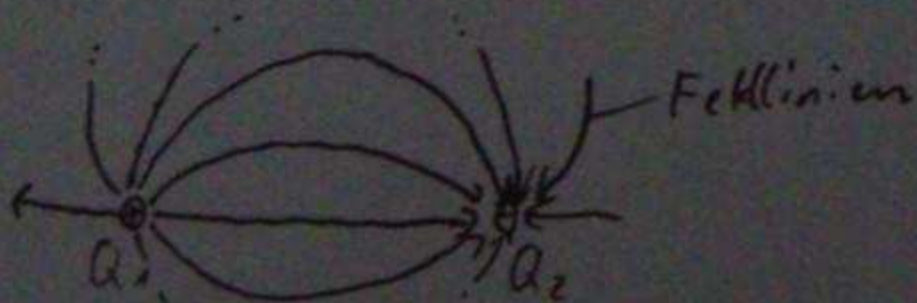
Aufgabe 1

Die elektrische Feldstärke in der Mitte zwischen 2 Punktladungen entgegengesetzter Vorzeichen beträgt 845 N/C . Der Abstand der Ladungen ist 16 cm . Wie groß sind die beiden Ladungen? Fertigen Sie eine Skizze an!

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 E}} \quad Q = E \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot r^2$$

$$\Rightarrow Q = 845 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot (0,16\text{m})^2 = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Da beide Ladungen Elektrisches Feld erzeugen, teilen sie sich diese Ladung*, sodass $Q_1 = Q \cdot \frac{1}{2} = -Q_2$
 $\Rightarrow Q_1 = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}, \quad Q_2 = -1,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$



* Sonst würden beide Ladungen mit ihrer gesamten Ladung ein E-Feld erzeugen, was dann doppelt so hoch wäre

Name: Julian Bergmann

Matrkelnummer: 101 28 77

Aufgabe 2

Eine nicht leitende Kugel mit einem Durchmesser von 15 cm trägt eine Gesamtladung von $12 \mu\text{C}$, die homogen über ihr Volumen verteilt ist. Stellen Sie das elektrische Feld E im Bereich $r = 0$ bis $r = 30$ cm als Funktion der Entfernung r vom Mittelpunkt der Kugel grafisch dar.

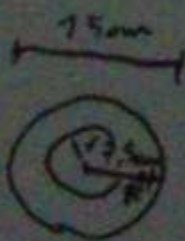
E wird nur von der Teilkugel ^{der messbar ist} erzeugt, die Radius r hat (in Pkt entfernt v. Mittelpunkt, da die restliche Kugelschale/Hohlkugel ein E -Feld erzeugt, das sich im Inneren der Hohlkugel gegenseitig aufhebt. Außerhalb von einer geladenen Kugel lässt sich deren E -Feld wie das einer Punktmasse im Mittelpunkt der Kugel ausdrücken. Daher:

$$E(r) = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} & \text{mit } Q = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho \text{ und } \rho = \frac{Q_0}{V} = \frac{Q_0}{\frac{4}{3}\pi R^3} \text{ für } 0 \leq r \leq R \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_0}{r^2} & \text{für } r > R \end{cases}$$

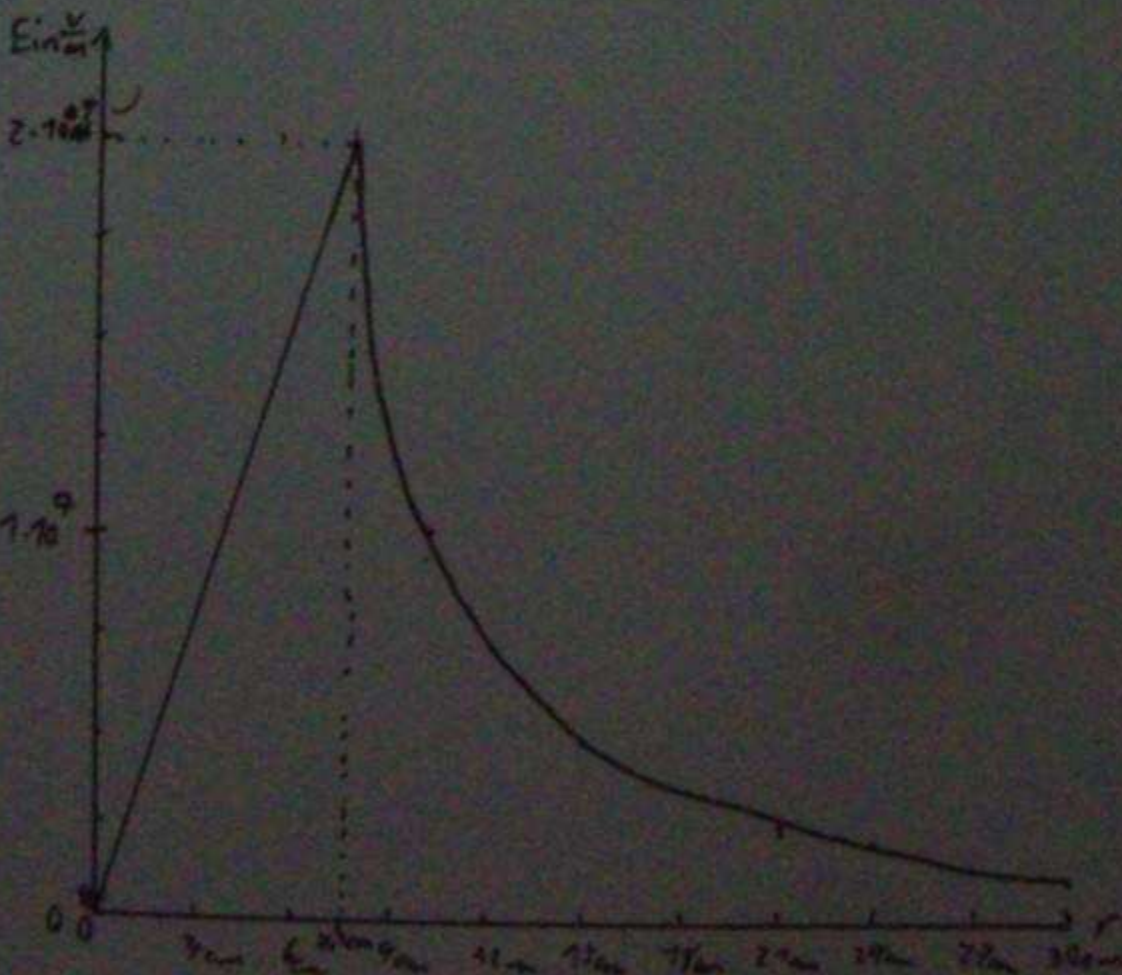
Also im Ersten Fall: $E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{r \cdot Q_0}{R^3}$

Ergibt eingesetzt: $E(r) = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(7,5 \text{ cm})^3} \cdot r, & 0 \leq r \leq 7,5 \text{ cm} \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{r^2}, & 7,5 \text{ cm} < r \leq 30 \text{ cm} \end{cases}$

$$= \begin{cases} (255,6 \cdot 10^9 \frac{\text{V}}{\text{m}}) \cdot r, & 0 \leq r \leq 7,5 \text{ cm} \\ (107,85 \cdot 10^9 \frac{\text{V}}{\text{m}^2}) \cdot \frac{1}{r^2}, & 7,5 \text{ cm} < r \leq 30 \text{ cm} \end{cases}$$



$E(0) = 0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(7,5 \text{ cm}) = 1,9 \cdot 10^9 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(8 \text{ cm}) = 1,6 \cdot 10^9 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(10 \text{ cm}) = 1 \cdot 10^9 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(15 \text{ cm}) = 4,7 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(21 \text{ cm}) = 2,4 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(25 \text{ cm}) = 1,7 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 $E(30 \text{ cm}) = 1,1 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

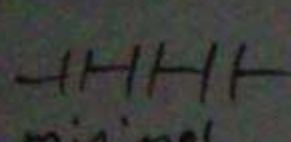


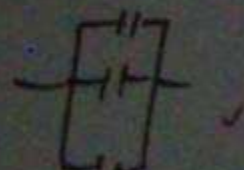
Name: Julian Bergmann

Matrikelnummer: 1012877

Aufgabe 3

Betrachten Sie drei Kondensatoren mit einer Kapazität von 3000 pF, 5000 pF und 0,01 μ F. Wie groß sind die maximale und die minimale Kapazität, die sich mit diesen 3 Kondensatoren bilden lässt? Wie müssen die Kondensatoren dazu angeordnet werden?

 minimal ✓ :
$$\frac{1}{C_G} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3000 \cdot 10^{-12} \text{ F}} + \frac{1}{5000 \cdot 10^{-12} \text{ F}} + \frac{1}{0,01 \cdot 10^{-6} \text{ F}}$$
$$= 1,579 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 1,579 \text{ nF} ✓$$

 maximal ✓ :
$$C_G = C_1 + C_2 + C_3 = 3000 \cdot 10^{-12} \text{ F} + 5000 \cdot 10^{-12} \text{ F} + 0,01 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$
$$= 7,8 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 7,8 \text{ nF} ✓$$

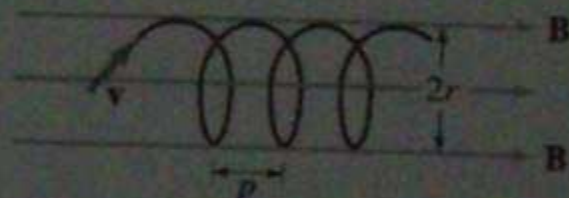
Name Julian Bergmann

Matrikelnummer: 1012877

Aufgabe 4

Ein Elektron tritt in ein homogenes Magnetfeld mit $B = 0,23 \text{ T}$ ($1 \text{ T} = 1 \text{ Vs/m}^2$) ein, wobei es mit \vec{B} einen Winkel von 45° bildet. Bestimmen Sie den Radius r und den Abstand p zwischen den einzelnen Schleifen der spiralförmigen Bahn des Elektrons (siehe Skizze) unter der Annahme, dass seine Geschwindigkeit $3,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ beträgt.

($m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)



$$F_z = \frac{m_e v_z^2}{r}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_z = \vec{v} \cdot \cos(45^\circ) = \frac{\vec{v}}{\sqrt{2}}$$

$$\vec{v}_x = \vec{v} \cdot \cos(45^\circ) = \frac{\vec{v}}{\sqrt{2}}$$

$$F_z \stackrel{!}{=} F_L \Rightarrow \frac{m_e v^2}{r \cdot 2} = e \frac{v}{\sqrt{2}} \times B \Rightarrow \frac{m_e v^2}{r \cdot 2} = e \frac{v}{\sqrt{2}} B \Rightarrow r = \frac{m_e v \sqrt{2}}{2B}$$

$$\Rightarrow r = \frac{m_e}{e} \cdot \frac{3,0 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 0,23 \text{ T}} = 5,24 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

Zeit für Umlauf eines Kreises mit Radius r mittels v_z gleich Zeit für Zurücklegen von p mittels v_x .

$$\Rightarrow t_s = \frac{U}{v_z} = \frac{2\pi r \cdot \sqrt{2}}{v} = \frac{2\pi \cdot (5,24 \cdot 10^{-5} \text{ m}) \cdot \sqrt{2}}{3 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,55 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

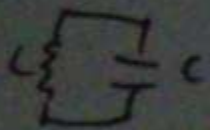
$$\Rightarrow p = v_x \cdot t_s = \frac{v}{\sqrt{2}} \cdot t_s = \frac{3 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\sqrt{2}} \cdot 1,55 \cdot 10^{-10} \text{ s} = 2\pi r = 3,29 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Name: Julian Bergmann

Matrikelnummer: 2012877

Aufgabe 5

Zum Zeitpunkt $t = 0$ gilt in einem LC-Stromkreis $Q = Q_0$ und $I = 0$. (a) Wie groß ist die Ladung auf dem Kondensator in dem Moment, in dem die Energie zu gleichen Teilen auf die Induktionsspule und den Kondensator verteilt ist? (b) Wie viel Zeit ist bis dahin vergangen (in Abhängigkeit von der Schwingungsdauer T)?



$$a) \quad E = \frac{1}{2} C U^2 + \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} Q^2 \cdot \frac{1}{C} + \frac{1}{2} \frac{\Phi_m}{l} I^2$$

$$= \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} + \frac{1}{2} \frac{\Phi_m}{l} I^2 \quad , \quad Q = I t$$

$$I = I_0 \cos(\omega t) \quad , \quad U = U_0 \sin(\omega t)$$

ist Ladung gleich verteilt gilt

$$\frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \frac{\Phi_m}{l} I^2 = \frac{1}{2} E$$

0/4

Name: Julian Bergmann

Matrikelnummer: 7012877

Aufgabe 6

Ein Amateurfunker möchte einen Empfänger für den Bereich zwischen 14 und 15 MHz bauen. Er benutzt einen veränderlichen Kondensator mit einer minimalen Kapazität von 92 pF. (a) Welcher Wert der Induktivität ist erforderlich? (b) Wie groß ist das Maximum der Kapazität, das mit Hilfe des veränderlichen Kondensators erreicht werden kann?

a) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, minimale Kapazität erreicht größte Resonanzfrequenz $\Rightarrow \omega_0 = 15 \text{ MHz}$

$\Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_0^2} = \frac{1}{92 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot (15 \cdot 10^6 \text{ Hz})^2} = 4,83 \cdot 10^{-5} \text{ H}$

b) Wenn Empfänger ganze Frequenz erreicht: $\omega_0 = 14 \text{ MHz}$

$\Rightarrow C = \frac{1}{L\omega_0^2} = 1,056 \cdot 10^{-10} \text{ F} = 105,6 \text{ pF}$

Name: Julian Beegmann

Matrikelnummer: 1012877

Aufgabe 7

Das magnetische Feld einer sich ausbreitenden elektromagnetischen Welle hat eine Effektivstärke von 32,5 nT. Wie lange dauert es, eine Energie von 335 J zu einer Mauerfläche von 1 cm² zu transportieren, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht?

$$B_{\text{eff}}^2 \Rightarrow P = \frac{W}{t}, \quad I = \frac{f}{A} = \frac{E_{\text{eff}} \cdot c_{\text{eff}}}{\mu_0} = \frac{B_{\text{eff}}^2 c}{\mu_0} \quad P_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot f$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{W}{IA} = \frac{W}{\frac{B_{\text{eff}}^2 c}{\mu_0} \cdot A}$$

$$W = 335 \text{ J}, \quad A = 1 \text{ cm}^2, \quad B_{\text{eff}} = 32,5 \text{ nT}$$

$$t = \frac{335}{\frac{(32,5 \cdot 10^{-9} \text{ T})^2 \cdot c}{\mu_0} \cdot (1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)} = 12,3 \cdot 10^8 \text{ s}$$

12/14