
Klausur zur Experimentalphysik 2

Prof. Dr. F. Simmel
Sommersemester 2012
24. Juli 2012

Zugelassene Hilfsmittel:

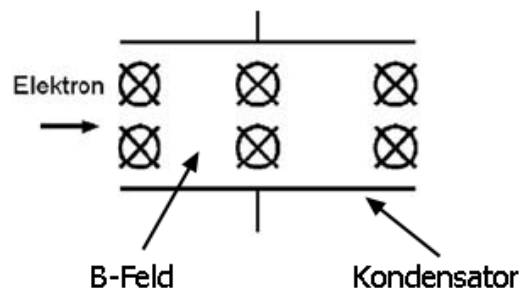
- 1 beidseitig hand- oder Computerbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (6 Punkte)

In einer Vakuumkammer werden Elektronen mit einer Spannung von $U = 100\text{V}$ beschleunigt und treten in ein magnetisches Feld ein. Das Magnetfeld steht senkrecht zur Geschwindigkeit der Elektronen und besitzt eine Stärke von $|\vec{B}| = 3\text{mT}$.

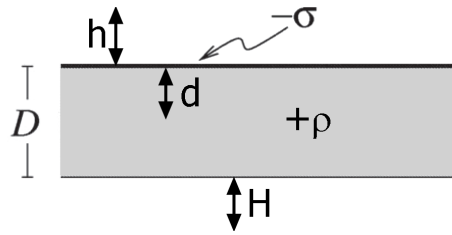
- Welche Geschwindigkeit besitzen die Elektronen vor dem Eintritt in das Magnetfeld?
- Wie groß ist der Kreisbahnradius, auf dem sich das Elektron bewegt?
- Nun sei zusätzlich ein Kondensator gemäß der Zeichnung eingebaut ($\vec{v} \perp \vec{B}$, $\vec{v} \perp \vec{E}$, $\vec{B} \perp \vec{E}$). Wie groß muss die elektrische Feldstärke sein, damit die Elektronen ohne Ablenkung durch die Apparatur hindurchfliegen?



Aufgabe 2 (6 Punkte)

Es sei wie in der obigen Abbildung eine nicht-leitende, unendlich ausgedehnte Fläche von vernachlässigbarer Dicke und mit einer gleichmäßigen Flächenladungsdichte $-\sigma$ gegeben. Direkt daran anschließend gibt es einen unendlich ausgedehnten Bereich der Dicke D mit gleichmäßiger Raumladungsdichte ρ . Alle Ladungen seien ortsfest. Berechnen Sie die Richtung und die Stärke des elektrischen Feldes

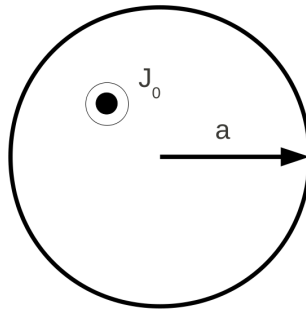
- für eine Höhe h über der negativ geladenen Fläche (oberhalb im Sinne der Zeichnung)



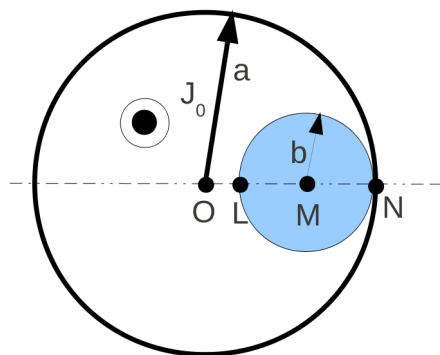
- (b) innerhalb des positiv geladenen Bereiches mit Abstand d von der negativ geladenen Fläche ($d < D$).
- (c) für einen Abstand H vom unteren Ende des positiv geladenen Bereichs

Aufgabe 3 (7 Punkte)

Strom fließt durch einen unendlich langen Draht mit Radius a . Dabei ist die elektrische Stromdichte j_0 konstant, homogen und zeigt aus der Abbildung hinaus:



- a) Berechnen Sie die Größe des Magnetfeldes $B(r)$ für einen Radius $r < a$ und einen Radius $r > a$. Geben Sie in beiden Fällen die Richtung des Magnetfeldes ein.
- b) Was passiert mit der Richtung des Magnetfeldes wenn die Richtung des Stroms umgekehrt wird, so dass er in die Zeichenebene hineinfließt?

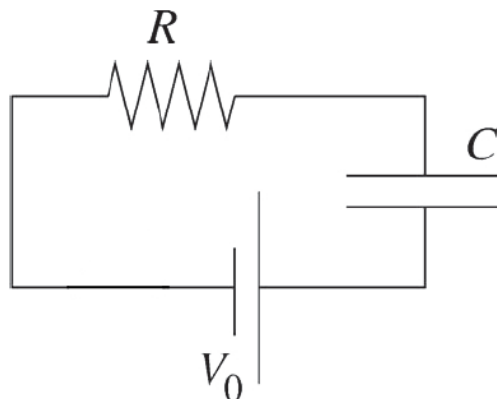


- c) Durch den Draht wird jetzt ein Loch gebohrt. Das Loch hat den Radius b (mit $2b < a$) und ist in der Abbildung gezeigt. Der Punkt O befindet sich in der Mitte des Drahtes und der Punkt M ist in der Mitte des Lochs. In diesem modifizierten Draht existiert eine Stromdichte und bleibt gleich j_0 über den verbleibenden Querschnitt des Drahtes. Berechnen Sie die Größe des Magnetfeldes bei M , bei L und bei N und begründen Sie Ihre Antworten.

Aufgabe 4 (7 Punkte)

Ein Widerstand R , ein Kondensator C und eine Batterie mit Startspannung U_0 seien wie in der Skizze in Reihe geschaltet.

- Geben Sie die Differentialgleichung für die Ladung Q auf der unteren Kondensatorplatte an.
- Zeigen Sie durch Einsetzen in die Gleichung aus a), dass $Q = CU_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ eine Lösung ist mit der richtigen Wahl von τ . Bestimmen Sie τ .
- Was ist der Strom zum Zeitpunkt t_1 ($t_1 > 0$)?
- Wieviel Energie ist im Kondensator zum Zeitpunkt t_1 gespeichert?
- Wieviel Wärme ist zwischen $t = 0$ und t_1 im Widerstand entstanden?



Aufgabe 5 (7 Punkte)

Ein Gas der Temperatur T enthalte n Moleküle pro Volumeneinheit. Die Moleküle werden kugelförmig angenommen, ihr Radius sei r , ihre Masse m . Sie bewegen sich mit der quadratisch gemittelte Geschwindigkeit $\sqrt{\bar{v}^2}$.

- Wie groß ist die Teilchenzahldichte n bei einem Druck von $0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ und einer Temperatur von 300 K ?
- Wie groß ist die quadratisch gemittelte Geschwindigkeit $\sqrt{\bar{v}^2}$, wenn es sich um N_2 -Moleküle handelt? (Verwenden Sie das Gleichverteilungssatz.)

- (c) Wie weit fliegt das Molekül im Mittel zwischen zwei Zusammenstößen (mittlere freie Weglänge)? (Ersatzlösung: $1,7 \cdot 10^{-7}\text{m}$)
- (d) Schätzen Sie die Zahl der Zusammenstöße pro Sekunde eines Moleküls mit anderen Molekülen ab. (Nehmen Sie an, nur dieses Molekül bewege sich mit der Geschwindigkeit \bar{v} und die anderen seien in Ruhe.)

$$(m_{\text{N}_2} = 28 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27}\text{kg}, r = 2 \cdot 10^{-10}\text{m}, T = 300\text{K}, p = 0,5 \cdot 10^5\text{Pa})$$

Aufgabe 6 (4 Punkte)

Zu Silvester haben Sie eine unbekannte Menge Blei auf einem Löffel zum Schmelzen gebracht. Die Temperatur des Bleis beträgt 400°C , die Schmelztemperatur des Bleis beträgt 327°C . Sie gießen das Blei in ein Wassergefäß mit 250g Wasser (spezifische Wärmekapazität $4,2\text{kJ}/(\text{kgK})$), welches seine Temperatur von 20°C auf $21,5^\circ\text{C}$ erhöht.

Die spezifische Wärmekapazität von Blei (unabhängig vom Aggregatzustand) beträgt $0,13\text{kJ}/(\text{kgK})$, die spezifische Schmelzwärme ist $25\text{kJ}/\text{kg}$. Vernachlässigen Sie sämtliche Wärmeverluste an die Umgebung.

- (a) Welche Wärmemenge hat das Wasser aufgenommen? (Ersatzlösung: 1500J)
- (b) Beschreiben Sie Schritt für Schritt, welche Prozesse nach dem Hereinfließen des flüssigen Bleis in das Wasser ablaufen.
- (c) Welche Masse Blei ist in das Wassergefäß gegeben worden?

Aufgabe 7 (8 Punkte)

In einem durch einen Kolben abgeschlossenen Zylinder ist die Stoffmenge $\nu = 1\text{Mol}$ eines idealen zweiatomigen Gases eingeschlossen. Die Zustandsgrößen im Anfangszustand 1 sind: Druck $p_1 = 1,0\text{bar}$; Volumen $V_1 = 25\text{dm}^3$; Temperatur T_1 .

- (a) Welche mittlere kinetische Energie E_{kin} der Translation hat ein Molekül des Gases im Anfangszustand 1?

Anschließend wird das Gas in zwei aufeinanderfolgenden Prozessen erwärmt; dies geschieht unter den folgenden Versuchsbedingungen:

- Von einem Zustand 1 in einen Zustand 2 - bei festgehaltenem Kolben - auf den Druck $p_2 = \frac{7}{5}p_1$.
- Von einem Zustand 2 in einen Zustand 3 - bei konstantem Druck p_2 - auf das Volumen $V_3 = \frac{3}{2}V_1$

- (b) Skizzieren Sie qualitativ diese beiden Prozesse in einem p, V -Diagramm.
- (c) Bestimmen Sie die Temperaturen T_2 und T_3 .