
Probeklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. R. Kienberger

Sommersemester 2019

01.07.2019

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

Aufgabe 1 (8 Punkte)

Zwei leitende Kugeln mit den unterschiedlichen Radien R_1 und R_2 sind über einen dünnen Draht leitend miteinander verbunden. Insgesamt befindet sich die Ladung Q_{Ges} auf beiden Kugeln zusammen.

- (a) (i) Finden Sie einen Ausdruck, wie sich das Verhältnis der Ladungen Q_1 auf der Kugel 1 und Q_2 auf der Kugel 2 in Abhängigkeit der Kugelradien verhält.
Hinweis: Leiter sind Äquipotentialflächen.
- (ii) Geben Sie in Abhängigkeit der Kugelradien an, welcher Anteil der Gesamtladung Q_{Ges} sich auf Kugel 1 befindet.
- (b) Was bedeutet dies für die Verhältnisse der Ladungsdichten, d.h. für die Ladungen pro Fläche? Finden Sie einen Ausdruck, wie sich das Verhältnis der Flächenladungsdichte σ_1 auf Kugel 1 zur Flächenladungsdichte σ_2 auf Kugel 2 in Abhängigkeit der Kugelradien verhält.
- (c) Welche Auswirkung hat die Ladungsdifferenz auf das elektrische Feld der beiden Kugeln, falls $R_1 \ll R_2$? Warum können aus dünnen Spitzen manchmal Funken austreten?

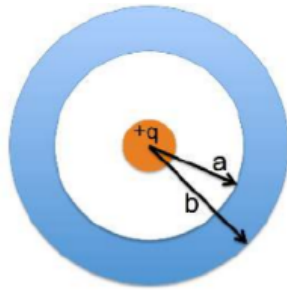
Hinweis: Das elektrische Feld ist proportional zur Flächenladungsdichte.

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Eine nichtleitende Kugelschale mit innerem Radius a und äußerem Radius b hat innerhalb ihrer Dicke (zwischen a und b) eine positive Ladungsdichte $\rho = A/r$, wobei r der Abstand vom Zentrum und A eine Konstante ist. Im Zentrum der Kugelschale befindet sich eine Punktladung $+q$.

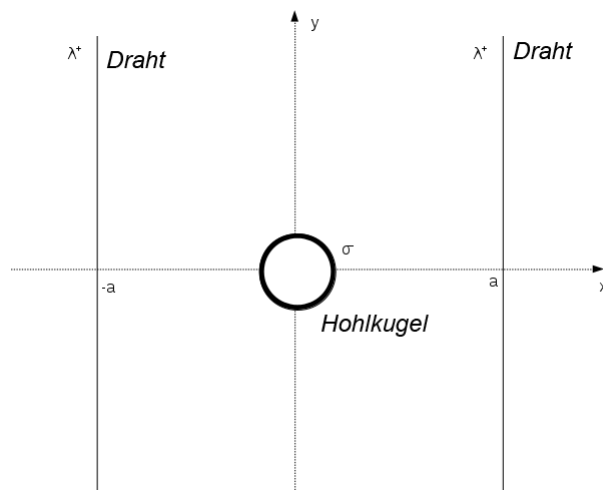
- (a) Was ist das Feld in der Region zwischen der Punktladung und der Kugelschale, d.h. für $r < a$?
- (b) Wie müssen Sie die Konstante A wählen, sodass das Feld innerhalb der Kugelschale (für $a < r < b$) homogen ist?

Hinweis: Die Konstante A hängt von a ab, jedoch nicht von b .



Aufgabe 3 (13 Punkte)

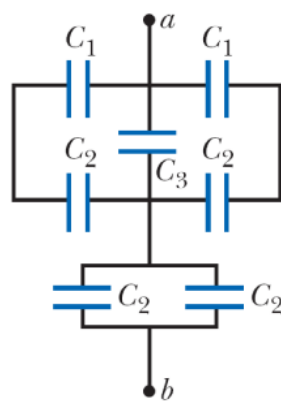
Eine nicht-leitende, negativ geladene Hohlkugel der Flächenladungsdichte σ^- befindet sich im Ursprung eines kartesischen Koordinatensystems. Bei $x = \pm a$ befindet sich jeweils ein positiv geladener, endlos langer Draht, welcher parallel zur y-Achse verläuft und eine positive Linienladungsdichte λ^+ besitzt.



- (a) Berechnen Sie das elektrische Feld in der x-y-Ebene ($E(x, y, 0)$). Unterscheiden Sie dabei die Fälle:
 - (i) innerhalb der Kugel
 - (ii) außerhalb der Kugel zwischen den Drähten
 - (iii) $|x| > a$
- (b) Wie verändert sich das Feld innerhalb der Kugel, wenn
 - (i) die Kugel entlang der y-Achse zwischen den Drähten verschoben wird?
 - (ii) die Kugel entlang der x-Achse zwischen den Drähten verschoben wird?
 - (iii) die Kugel leitend gemacht wird?

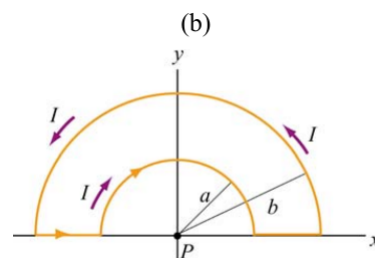
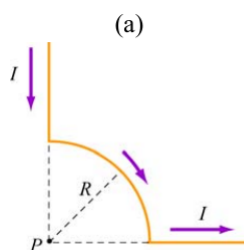
Aufgabe 4 (10 Punkte)

- (a) Die Platten eines luftgefüllten Plattenkondensators haben jeweils eine Fläche von $5,0 \text{ cm}^2$ und sind durch ein $0,30 \text{ mm}$ breites Dielektrikum ($\epsilon_r = 3,4$) voneinander getrennt. Der Kondensator ist an eine $3,0 \text{ V}$ -Batterie angeschlossen.
- Bestimmen Sie die Kapazität der Anordnung.
 - Bestimmen Sie die maximal mögliche Ladung auf dem Kondensator.
 - Bestimmen Sie die potentielle Energie, die im vollständig aufgeladenen Kondensator gespeichert ist.
- (b) Bestimmen Sie jetzt die Kapazität zwischen den Punkten a und b, die der Anordnung aus den einzelnen Kondensatoren äquivalent ist. Verwenden Sie: $C_1 = 5,00 \mu\text{F}$, $C_2 = 10,00 \mu\text{F}$ und $C_3 = 2,00 \mu\text{F}$.



Aufgabe 5 (12 Punkte)

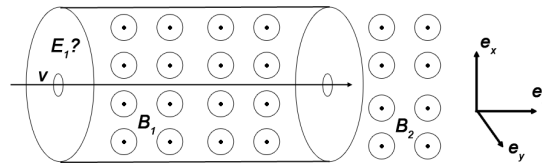
Bestimmen Sie das magnetische Feld am Punkt P für die folgenden beiden Stromverteilungen:



Aufgabe 6 (8 Punkte)

Kosmische Strahlung erzeugt beim Auftreffen auf die Atmosphäre einen Schauer von geladenen Teilchen mit hoher kinetischer Energie. Darunter befinden sich Elektronen, Positronen, Myonen und Anti-Myonen. Diese vier Teilchenarten sollen in einem Messgerät voneinander unterschieden werden, wobei nur die unterschiedlichen (nichtrelativistischen) Geschwindigkeiten von Interesse sind.

Das Messgerät besteht aus einem Zylinder entlang der z-Achse mit einem punktförmigen Einlass am linken Ende und einem Loch zum Auslass am rechten Ende. Im Zylinder wird ein homogenes E-Feld und ein homogenes B-Feld erzeugt, wobei für das B-Feld gilt $\vec{B}_1 = B_1 \vec{e}_y$.



- (a) Berechnen Sie welche Richtung und welchen Betrag das elektrische Feld im Zylinder (bei bekanntem B_1) haben muss, damit nur Teilchen der gewünschten Geschwindigkeit v das Loch am rechten Ende erreichen?

Am rechten Ende treten die Teilchen nun mit bekannter Geschwindigkeit v aus. Dort wird ein homogenes Magnetfeld $\vec{B}_2 = B_2 \vec{e}_y$ erzeugt, aber kein elektrisches Feld.

- (b) Wie können die vier Teilchenarten rechts vom Zylinder voneinander unterschieden werden? Geben Sie eine Formel zur Bestimmung der Masse der Teilchen anhand der beobachtbaren Teilchenbahn und der bekannten Größen B_1, E_1, B_2 und dem Ladungsbetrag $|q|$ an.

Hinweis: Elektronen und Myonen sind einfach negativ geladen, Positronen und Anti-Myonen einfach positiv. Elektronen und Positronen besitzen dieselbe Masse, Myonen und Anti-Myonen ebenfalls. Myonen sind deutlich schwerer als Elektronen.

Aufgabe 7 (4 Punkte)

Wie schnell muss ein Raumfahrer mit konstanter Geschwindigkeit fliegen, um die Strecke von der Erde bis zum nächsten Fixstern Proximus Centaurus (Entfernung 4.3 Lichtjahre) in einer Zeitspanne zurückzulegen, während der er selber um fünf Jahre altert?

Konstanten

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{mkg s}^{-2} \text{A}^{-2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$$

$$m_U = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$$