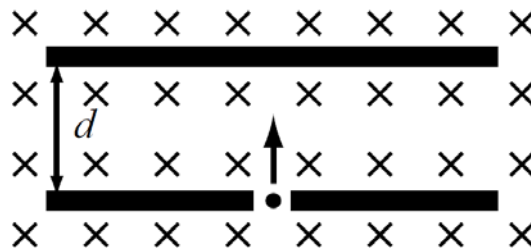


Aufgabe 34 (schriftlich): Bewegung im elektromagnetischen Feld (5 Punkte)

An den abgebildeten Kondensatorplatten mit Abstand d liegt eine Spannung U an. Ein ruhendes Elektron befindet sich zunächst an der negativ geladenen Platte und wird dann durch das elektrische Feld des Kondensators beschleunigt. Der Aufbau befindet sich in einem homogenen Magnetfeld B , das senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Welcher minimale Wert für B ist nötig, damit das Elektron die positiv geladene Platte nicht berührt?



Aufgabe 35 (schriftlich): Inhomogene, kugelsymmetrische Ladungsverteilung (9 Punkte)

- a) Zeigen Sie mit Hilfe des Gaußschen Gesetzes: Eine beliebige kugelsymmetrische Ladungsverteilung $\rho(r)$ erzeugt am Ort \vec{r} dasselbe elektrische Feld wie eine Punktladung q im Ursprung, wobei q die in einer Kugel mit Radius r eingeschlossene Gesamtladung ist.
- b) Gegeben sei eine homogen geladene Kugel mit Radius R , die von einer positiven, schnell abfallenden, radialsymmetrischen Ladungsdichte

$$\rho(r) = \frac{qR}{4\pi} \frac{1}{r^4} \text{ für } r > R$$

umgeben ist. Die Kugel trage die Ladung $-q$. Berechnen Sie mit Hilfe des Gaußschen Gesetzes das elektrische Feld im gesamten Raum.

- c) Bestimmen Sie das zugehörige Potential $\phi(r)$ mit $\phi(\infty) = 0$. Hinweis: Das Potential muss überall, insbesondere auch bei $r = R$ stetig sein.

Aufgabe 36 (schriftlich): Multipolmomente (9 Punkte)

- a) Wasser (H_2O) ist ein gewinkeltes Molekül. Das Sauerstoffatom befinde sich im Koordinatenursprung und die beiden Wasserstoffatome bei $(-a, b, 0)$ und $(a, b, 0)$. Der Sauerstoff trage die negative Ladung $-2q_0$, die beiden Wasserstoffatome jeweils die positive Ladung $+q_0$. Berechnen Sie die niedrigsten Multipolmomente dieses Moleküls bis hin zum Quadrupolmoment. Die Atome sollen dabei als Punktladungen idealisiert werden.
- b) Ammoniak (NH_3) ist ein pyramidal aufgebautes Molekül. Die drei Wasserstoffatome bilden ein gleichseitiges Dreieck in der xy -Ebene mit den Koordinaten $\left(-\frac{a}{2}, -\frac{a}{6}\sqrt{3}, 0\right)$, $\left(\frac{a}{2}, -\frac{a}{6}\sqrt{3}, 0\right)$, $\left(0, \frac{a}{3}\sqrt{3}, 0\right)$ und das Stickstoffatom befinde sich auf der z -Achse bei $(0, 0, b)$. Die Wasserstoffatome tragen jeweils die positive Ladung $+q_0$, das Stickstoffatom die negative Ladung $-3q_0$. Berechnen Sie die niedrigsten Multipolmomente dieses Moleküls bis hin zum Quadrupolmoment.
- c) Gegeben sei ein homogen geladenes Rotationsellipsoid

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} \leq 1$$

mit der Ladungsdichte $\rho = \rho_0 = \text{const.}$ als Modell für einen Atomkern.

Berechnen Sie die niedrigsten Multipolmomente bis zum Quadrupolmoment für diese Ladungsverteilung.

Hinweis: Durch eine geeignete Variablentransformation können Sie den Integrationsbereich in eine Kugel überführen.

Aufgabe 37 (schriftlich): Wheatstonesche Brücke

(8 Punkte)

Betrachten Sie die abgebildete Schaltung ("Wheatstonesche Brückenschaltung").

- a) Um einen unbekanntem Widerstand R_x zu ermitteln, wird der veränderliche Widerstand R_s so abgestimmt, dass die Punkte a und b auf dem gleichen Potential liegen. Zeigen Sie, dass dann gilt:

$$R_x = R_s \frac{R_2}{R_1}$$

- b) Betrachten Sie nun eine leicht veränderte Schaltung, bei der die Punkte a und b über einen Widerstand der Größe r verbunden sind. Außerdem sei $R = R_1 = R_2$. Zeigen Sie, dass über den Widerstand r folgender Strom fließt:

$$i = \frac{U(R_s - R_x)}{(R + 2r)(R_s + R_x) + 2R_s R_x}$$

