

Physik II

Übungsaufgaben, Blatt 1

1. Eine Hohlkugel aus Metall habe einen Radius von $R=10\text{cm}$ und werde mit einer elektrischen Ladung von $Q=10^{-9}\text{C}$ aufgeladen.
 - (a) Wie groß ist die elektrische Feldstärke direkt an der Kugeloberfläche?
 - (b) Wie groß ist die elektrische Feldstärke im Abstand von 40cm zur Kugeloberfläche?
 - (c) Zeichnen Sie den Verlauf der elektrischen Feldstärke als Funktion des Abstandes d vom Kugelmittelpunkt bis zu einem Abstand von $d=50\text{cm}$.
 - (d) Zeichnen Sie den Verlauf des elektrischen Potentials als Funktion des Abstandes d vom Kugelmittelpunkt bis zu einem Abstand von $d=50\text{cm}$.
 - (e) Wie groß ist die Flächenladungsdichte auf der Kugeloberfläche?
2. Ein Wassertröpfchen (0.2mm Durchmesser, näherungsweise eine Kugel) werde soweit elektrisch aufgeladen, wie die Durchschlagfeldstärke der umgebenden Luft es erlaubt (Setzen Sie diese Durchschlagfeldstärke mit $|E_{max}|=30\frac{\text{kV}}{\text{cm}}$ an)
 - (a) Wieviel Ladung und Elektronen kann der Wassertropfen maximal aufnehmen? Wievielen Elementarladungen entspricht das?
 - (b) Wie groß muß ein von außen angelegtes elektrisches Feld sein, um diesen Tropfen gegen die Schwerkraft in Schwebe zu halten?
 - (c) Wie beurteilen Sie die Möglichkeit, mit dieser Anordnung die Elementarladung zu bestimmen?
3. Zwei elektrische Punktladungen Q_1 und Q_2 sollen sich auf der x-Achse befinden, der Koordinatenursprung halbiert die Verbindungslinie zwischen den beiden Ladungen.
 - (a) Finden Sie einen mathematischen Ausdruck, der das elektrische Feld für jeden beliebigen Punkt (x, y, z) im Raum angibt. (Hinweis: Gefragt ist nicht der Betrag des elektrischen Felds, sondern das Vektorfeld).
 - (b) Finden Sie einen mathematischen Ausdruck, der das Potential zu dem elektrischen Feld für jeden beliebigen Punkt (x, y, z) im Raum angibt. (Hinweis: Die Ergebnisse der Aufgabenteile (a) und (b) können längliche mathematische Ausdrücke sein, auf deren algebraische Vereinfachung verzichtet werden darf).
 - (c) Betrachten wir ein numerisches Beispiel: $Q_1=0,5\text{C}$ sei bei $(-1\text{cm}, 0, 0)$ und $Q_2=0,2\text{C}$ bei $(+1\text{cm}, 0, 0)$. Wieviel Arbeit ist zu verrichten, wenn ein Elektron vom Punkt $P_A=(0, 0, 0)$ zum Punkt $P_B=(1\text{cm}, 2\text{cm}, 3\text{cm})$ bewegt wird?

4. Bei klassischen Oszillographen wird ein Elektronenstrahl vom elektrostatischen Feld eines Plattenkondensators ausgelenkt. Betrachtet man einen solchen Elektronenstrahl, der in x-Richtung in den Plattenkondensator einlaufen soll. Die Elektronen werden in der Elektronenquelle aus dem Stillstand mit einer Spannung von $U=1000\text{ V}$ beschleunigt, und fliegen dann mit konstanter Geschwindigkeit in den Ablenk Kondensator. Die Länge der Kondensatorplatten in x-Richtung sei $s=5\text{ cm}$. Wenn nun die elektrische Spannung zwischen den Platten $U_p=50\text{ V}$ beträgt, und der Plattenabstand $d=2\text{ cm}$ ist – um welches Stück Δy bewegen sich die Elektronen auf ihrem Weg durch den Kondensator in negative y-Richtung?

5. Gegeben seien nachfolgend drei Potentiale, deren Gradienten berechnet werden sollen.

(a) $V(x, y, z) = x \cdot y \cdot z + x^2 \cdot e^y$

(b) $V(r, \vartheta, \varphi) = \frac{1}{r} \cdot e^{-r} \cdot \sin^2(\vartheta)$

(c) $V(r, \varphi, z) = \frac{\sin(\varphi)}{r} \cdot e^{-z}$

Anmerkungen zu den Koordinatenaufgaben: x, y, z gehören zu kartesischen Koordinaten; r, φ, z zu Zylinderkoordinaten und r, ϑ, φ zu Kugelkoordinaten.