

Seminar zur Vorlesung Physik II für Naturwissenschaftler

Sommersemester 2024

Blatt 3

29.04.2024

Aufgabe 6 *Elektrisches Potential I*

Eine positive Ladung Q befindet sich vor einer geerdeten Metallplatte.

- a) Welches Potential hat die Metallplatte? Skizzieren Sie die Äquipotentialflächen. (1 Punkt)
- b) Skizzieren Sie den Verlauf des Potentials entlang einer Geraden, die die Platte mit der Ladung verbindet. (1 Punkt)

Aufgabe 7 *Elektrische Felder und Potentiale I*

Am Punkt $(-a, 0, 0)$ befinden sich zwei Protonen, am Punkt $(a, 0, 0)$ ein Elektron. Der Abstand zwischen den beiden Protonen und dem Elektron beträgt 2 \AA . In den nachfolgenden Rechnungen müssen nur dort Zahlenwerte angeben, wo dies explizit verlangt wird.

- a) Berechnen Sie das elektrische Feld im Punkt $(0, a, 0)$. (1 Punkt)
- b) Welchen Betrag (in V/m) hat das elektrische Feld im Punkt $(0, a, 0)$? Welchen Winkel schließt es mit der x -Achse ein? (1 Punkt)
- c) Wie sieht das elektrische Potential an einem beliebigen Punkt (x, y, z) aus? (1 Punkt)
- d) Berechnen Sie aus diesem Potential das elektrische Feld am Punkt $(0, a, 0)$. (1 Punkt)
- e) Welche Arbeit (in eV) muss geleistet werden, um ein zusätzliches Elektron vom Punkt $(0, 0, 0)$ zum Punkt $(0, a, 0)$ zu bringen? (1 Punkt)

Aufgabe 8 *Elektrisches Potential II*

Wir betrachten zunächst die beiden leitenden Kugeln K_1 und K_2 aus Abb. 1a mit den Radien $R_1 = 1 \text{ cm}$ und $R_2 = 2 \text{ cm}$. Die Kugel K_1 hat das feste elektrische Potential $\phi_1 = -500 \text{ V}$; K_2 ist geerdet.

- a) Drücken Sie 1 V in SI-Basiseinheiten aus. (1 Punkt)
- b) Skizzieren Sie die elektrischen Feldlinien und die zugehörigen Äquipotentialflächen im Bereich zwischen den beiden Kugeln und die auf den Kugeln sitzenden Ladungen. (1 Punkt)

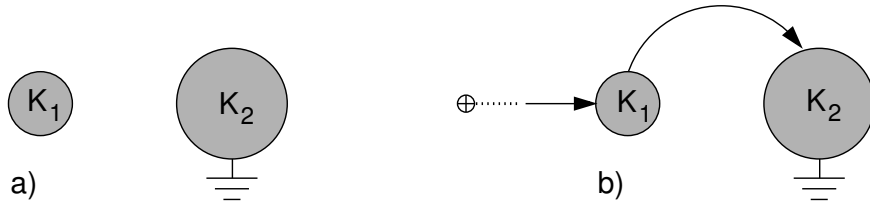


Abb. 1: Zwei leitende Kugeln K_1 und K_2 .

- c) Im „Unendlichen“ wird nun ein Proton mit der Masse $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ und der Ladung $q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ohne Anfangsgeschwindigkeit losgelassen und bewegt sich auf K_1 zu, siehe Abb. 1b. Mit welcher Geschwindigkeit erreicht das Proton diese Kugel? (1 Punkt)
- d) Ein zweites Proton wird wieder aus der Ruhe entlang des in Abb. 1b skizzierten Wegs von K_1 auf K_2 gebracht. Bestimmen Sie die Arbeit, die dabei am Proton mindestens geleistet werden muss. (1 Punkt)

Aufgabe 9 *Elektrische Felder und Potentiale II*

Gegeben sind die beiden elektrischen Potentiale

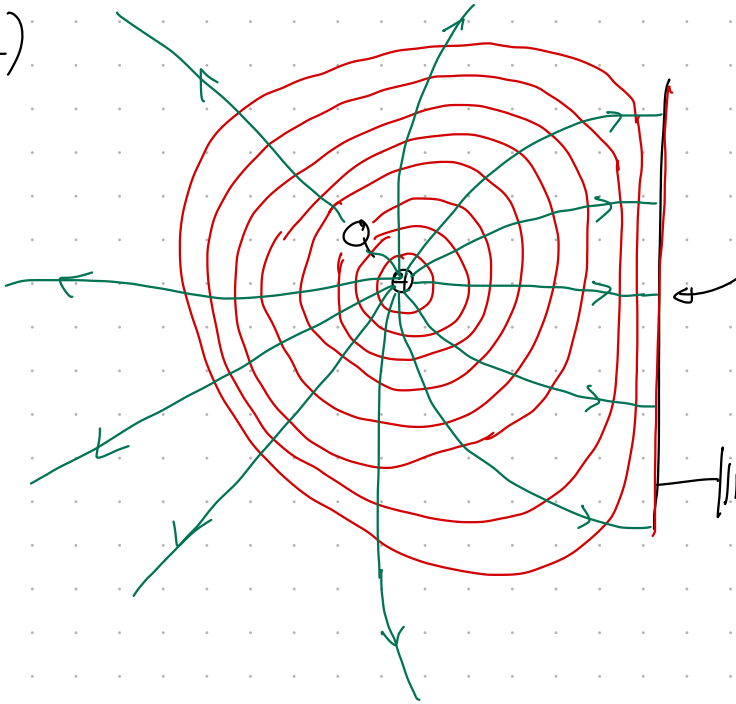
$$\phi_M(x, y, z) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \quad \text{und} \quad \phi_D(x, y, z) = \frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}^3}.$$

- a) Berechnen Sie die zugehörigen elektrischen Felder. (1 Punkt)
- b) Wie sieht das Feld im Fall des Potentials $\phi_D(x, y, z)$ entlang der z -Achse aus? Um welche Ladungsverteilung könnte es sich handeln? (1 Punkt)

Aufgabe 6 - Elektrisches Potential I

a)

b)



gleichzeitig Potentialverlauf

Aufgabe 7 - Elektrische Felder und Potentiale I

$$P_1 = (-a, 0, 0) \rightarrow \text{Protonen} \times 2$$

$$P_2 = (a, 0, 0) \rightarrow \text{Elektronen} \times 1$$

$$d = 2 \text{ \AA}$$

a)

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{x}) &= \sum_{i=1}^2 \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{x} - \vec{P}_i}{|\vec{x} - \vec{P}_i|^3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{2q_p \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}}{\underbrace{\left| \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right|^3}_{2\sqrt{2}a^3}} + \frac{q_e \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}}{\underbrace{\left| \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right|^3}_{2\sqrt{2}a^3}} \right] \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{2q_p \begin{pmatrix} a \\ a \\ 0 \end{pmatrix}}{2\sqrt{2}a^3} + \frac{q_e \begin{pmatrix} -a \\ a \\ 0 \end{pmatrix}}{2\sqrt{2}a^3} \right] \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{8\pi \epsilon_0 \cdot \sqrt{2}a^3} \cdot \left[2q_p \begin{pmatrix} a \\ a \\ 0 \end{pmatrix} + q_e \begin{pmatrix} -a \\ a \\ 0 \end{pmatrix} \right]$$

ooo

$$b) |\vec{E}| = \left| \uparrow \right| =$$

ooo

$$c) \vec{x} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \phi(\vec{x}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^2 \frac{Q_i}{|\vec{x} - \vec{p}_i|}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2q_p}{\underbrace{|\vec{x} - \vec{p}_1|}_{\sqrt{(x+a)^2 + y^2 + z^2}}} + \frac{q_e}{\underbrace{|\vec{x} - \vec{p}_2|}_{\sqrt{(x-a)^2 + y^2 + z^2}}} \right) = \frac{q_p}{2\pi\epsilon_0 \sqrt{(x+a)^2 + y^2 + z^2}} + \frac{q_e}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(x-a)^2 + y^2 + z^2}}$$

Aufgabe 8 - Elektrisches Potential II

a)

$$[U] = 1V = 1 \frac{J}{C} = 1 \frac{kg m^2}{C s^2} = 1 \frac{kg m^2}{A s^3}$$

b)

