Übungen zur Physik II - SS 2016

4. Übungsblatt

Abzugeben in der Vorlesung um 14:00 Uhr am Dienstag, den 03.05.2016

Aufgabe 1: Plattenkondensator mit Dielektrikum (7 Punkte)

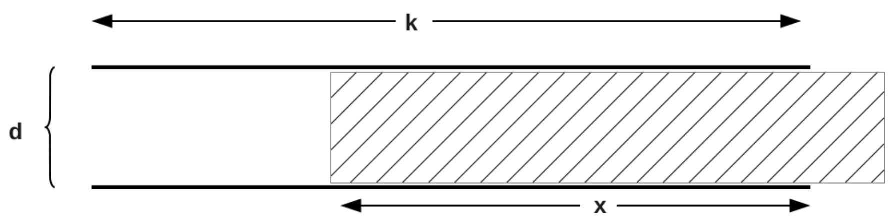
Zwischen den Platten eines quadratischen Plattenkondensators (Kantenlänge k, Plattenabstand d) ist ein Quader (Dielektrizitätskonstante ϵ_r) teilweise eingeschoben. Die Spannung am Kondensator wird von einer Spannungsquelle auf dem Wert U_0 gehalten. Berechnen Sie als Funktion von x

a) die Kapazität des Systems. Zeigen Sie erst, dass sich die Kapazitäten von zwei parallel geschalteten Kondensatoren addieren. (**2 Punkte, A**)

b) die Energie des elektrischen Feldes im Kondensator. (**1 Punkt, B**)

c) die von der Spannungsquelle zur Aufrechterhaltung der Spannung U_0 aufzubringende Energie. (**1 Punkt, B**)

d) die Kraft auf den Quader, indem Sie erst die Gesamtenergie des Systems bestimmen. (**3 Punkte, C**)



Aufgabe 2: Elektrostatisches Pendel (5 Punkte)

a) Zeigen Sie, dass die Kapazität einer Vollkugel $C_K = 4\pi\epsilon_0 R_k$ ist. Berechnen Sie hierzu den Potentialunterschied auf der Oberfläche einer geladenen Kugel und einem Punkt im Unendlichen. (**2 Punkte, A**)

b) Eine elektrisch leitende Kugel mit dem Radius $R_k = 1\,cm$ und der Masse $m = 10\,g$ befinde sich zwischen zwei Platten eines Kondensators mit dem Plattenabstand $d = 10\,cm$. Nehmen Sie an, dass die Kugel frei beweglich ist. Der Plattenkondensator ist an eine Spannungsquelle $U_0 = 100\,kV$ angeschlossen.

Die Kugel wird nun in Kontakt mit einer der Platten gebracht. Welche Ladung Q nimmt sie auf? (**1 Punkt, A**)

c) Nachdem die Kugel geladen wurde, fängt sie an, zwischen den Platten zu schwingen. Berechnen Sie die Zeit t, die die Kugel braucht, um von einer Seite des Plattenkondensators zu der anderen Seite zu kommen. Welchem Strom entspricht dies? (**2 Punkte, B**)

Aufgabe 3: Elektrisches Feld und Potential (4 Punkte)

Bestimmen Sie die dazugehörige Ladungsdichte für

a) das elektrisches Feld

$$\vec{E}(x,y,z) = \begin{pmatrix} a_0\, e^{-(2x-4y)^2} \\ b_0\, e^{-(x^2-y)^2} \\ 0 \end{pmatrix}$$

mithilfe des Gauß'schen Satz in differentieller Form. Skizzieren Sie das E-Feld in der x-y Ebene. (**2 Punkte, A**)

b) das elektrostatische Potential

$$\varphi(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \begin{cases} \frac{1}{r} & \text{für } r > R \\ \frac{1}{2R^3}(3R^2 - r^2) & \text{für } r \leq R \end{cases}$$

mit $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ und $R = const.$ Verwenden Sie den Laplace-Operator in kartesischen Koordinaten. (**2 Punkte, B**)

Aufgabe 4: Fluß durch eine Fläche (5 Punkte)

Gegeben ist das Vektorfeld

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} xz \\ yz \\ -z^2 \end{pmatrix}$$

.

a) Bestimmen Sie die Oberflächenelemente $d\vec{A}$ der Seitenflächen eines Kubus (Kantenlänge a,Mittelpunkt (0,0,0)). Fertigen Sie eine Skizze an. (**1 Punkte, A**)

b) Berechnen Sie den Fluss von $\vec{E}$ durch die Flächen des Kubus. (**2 Punkte, B**)

c) Berechnen Sie das Volumenintegral über $\vec{\nabla}\vec{E}$. Ist der Satz von Gauß erfüllt? (**2 Punkte, B**)

Aufgabe 5: Satz von Stokes (4 Punkte)

Gegeben ist das Vektorfeld

$$\vec{V} = \left(\frac{1}{2}yz^2, -\frac{1}{2}xz^2, 0\right)^T$$

.

a) Handelt es sich bei dem Vektorfeld V um ein Wirbel oder ein Gradientenfeld? (**2 Punkte, A**)

b) Verfizieren Sie den Satz von Stokes, indem Sie den Fluss für ein beliebiges Quadrat mit der Seitenlänge a einmal direkt und einmal mithilfe des Linienintegrals über dessen Rand berechnen. Verwenden Sie das Vektorfeld aus Teilaufgabe a.) und $z \neq 0$. (**2 Punkte, B**)