Seminar zur Vorlesung Physik II für Naturwissenschaftler

Sommersemester 2024 **Blatt 4** **06.05.2024**

Aufgabe 10 *Schwingende Ladung im elektrischen Potential (Zuletzt SoSe 2024)*

An den Punkten $\vec{x}_1 = (a, 0, 0)$ und $\vec{x}_2 = (-a, 0, 0)$ sind positive Ladungen $Q_1 = Q_2 = Q > 0$ angebracht. Zwischen diesen Feldladungen befindet sich am Ursprung $\vec{x} = (0, 0, 0)$ die Probeladung $q > 0$ mit der Masse m. Sie kann sich mit kleinen Auslenkungen x entlang der x-Achse bewegen, es gilt also $|x| \ll a$.

a) Erklären Sie zunächst qualitativ mithilfe der auf q wirkenden Coulomb-Kräfte, dass diese Probeladung nach einer Auslenkung eine Schwingungsbewegung macht. (1 Punkt)

b) Berechnen Sie jetzt das durch die beiden Feldladungen auf der x-Achse erzeugte elektrische Potential $\phi = \phi(x)$. Dieses Potential lässt sich für $|x| \ll a$ approximieren (siehe Hinweis). Berechnen Sie dieses approximierte Potential $\tilde{\phi} = \tilde{\phi}(x)$. (1 Punkt)

   Hinweis: $\dfrac{1}{1 \pm \xi} \simeq 1 \mp \xi + \xi^2$ (Taylor-Entwicklung)

   Ergebnis: $\tilde{\phi}(x) = \dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0 a} + \dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0 a^3} x^2$

c) Skizzieren Sie damit die potentielle Energie, in der sich die Probeladung q mit den kleinen Auslenkungen $|x| \ll a$ bewegt (vgl. Physik I, Aufgabe 32). (1 Punkt)

d) Mit welcher Frequenz ω schwingt folglich die Probeladung? (1 Punkt)

Aufgabe 11 *Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren*

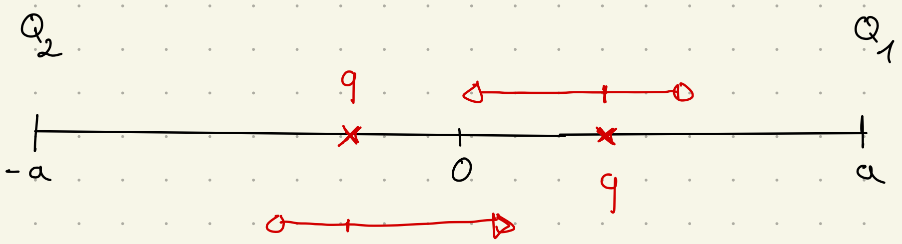
Wir betrachten zwei Kondensatoren mit den unbekannten Kapazitäten C_1 und C_2. Wenn man die Kondensatoren hintereinander schaltet und eine Spannung von 100 V anlegt, findet man auf den beiden positiv geladenen Platten insgesamt die Ladung $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ C. Wenn man die Kondensatoren parallel schaltet und wieder eine Spannung von 100 V anlegt, findet man auf den beiden positiv geladenen Platten insgesamt die Ladung $4 \cdot 10^{-4}$ C. Welche Kapazitäten haben die beiden Kondensatoren? (1 Punkt)

Aufgabe 10 – Schwingende Ladung im el. Potential

$\vec{x}_1 = (a, 0, 0) \quad \vec{x}_2 = (-a, 0, 0)\,; \qquad Q_1 = Q_2 = Q > 0$

$\vec{x} = (0, 0, 0) \qquad ; \qquad q > 0,\ m,\ |x| \ll a$

a)



b)

$$\tilde{\phi} = \phi(x) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{2} \frac{Q_i}{|\vec{x} - \vec{x}_i|} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \left[\frac{1}{|\vec{x} - \vec{x}_1|} + \frac{1}{|\vec{x} - \vec{x}_2|} \right]$$

$$|\vec{x} - \vec{x}_1| = \sqrt{(x-a)^2} = x - a$$

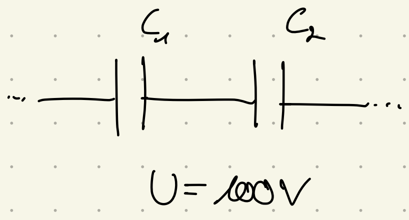
Wo Hinweis nutzen ?!

$$|\vec{x} - \vec{x}_2| = \sqrt{(x-(-a))^2} = x + a$$

$$\Rightarrow \tilde{\phi} = \phi(x) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{x-a} + \frac{1}{x+a} \right) = \underline{\underline{\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{2x}{x^2 - a^2}}}$$

Aufgabe 11 - Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren

Reihenschaltung:

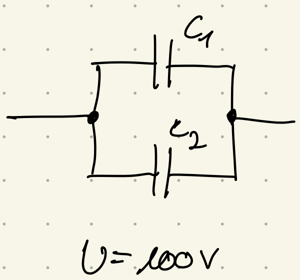


$C_{ges} = 1{,}5 \cdot 10^{-4}\,C \Rightarrow \frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Annahme: $C_1 = C_2$

$C_{ges} = \frac{C_{1/2}}{2} \rightsquigarrow C_1 = C_2 = 3 \cdot 10^{-4}\,C$

Parallelschaltung



$C_{ges} = 4 \cdot 10^{-4}\,C \Rightarrow C_{ges} = C_1 + C_2$

Annahme: $C_1 = C_2$

$C_{ges} = 2\,C_{1/2} \rightsquigarrow C_1 = C_2 = 2 \cdot 10^{-4}\,C$