# Experimental Physik II
# FSU Jena - SS 2007
# Serie 04 - Lösungen

Stilianos Louca

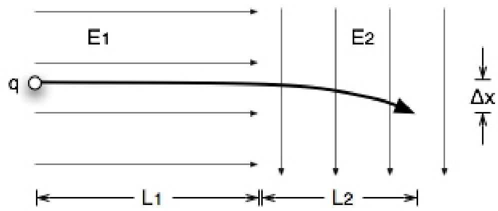
9. Mai 2007

---

## Aufgabe 10

**Ohne Beschränkung der Allgemeinheit nehmen wir an dass $q > 0$. Ist dies nicht der Fall so erfolgen alle Beschleunigungen bzw. Bewegungen, abgesehen von der Erdbeschleunigung, einfach in die entgegengesetzte Richtunge**.

Im Feld $\vec{E}_1$ wirkt auf die Ladung eine konstante Kraft die ihrerseits das Teilchen mit einer Beschleunigung $\vec{a}_1 = \frac{q\vec{E}_1}{m}$ auf eine Endgeschwindigkeit $\vec{v} = \sqrt{\frac{2qE_1L_1}{m}}$ in Richtung $\vec{E}_1$ bringt, wobei $m$ die Masse des Teilchens sei. Tritt das Teilchen nun in das Feld $\vec{E}_2$ ein, so wirkt auf dies eine neue Kraft so dass es diesmal in Richtung $\vec{E}_2$ mit eine konstanten Beschleunigung $\vec{a}_2 = \frac{q\vec{E}_2}{m}$ beschleunigt wird. Unter der Annahme dass $\Delta z << L_2$ können wir annehmen dass $L_2 = v \cdot T_2$ wobei $T_2$ die im $\vec{E}_2$ verlaufene Zeit sei.




Demzufolge gilt

$$\vec{\Delta z} = \frac{T_2^2 \cdot \vec{a}_2}{2} = \frac{L_2^2 \cdot q\vec{E}_2}{2v^2} = \frac{qm\vec{E}_2 L_2^2}{4mqE_1L_1} = \frac{L_2^2}{4E_1L_1} \cdot \vec{E}_2$$

Betrachten wir auch die Erdbeschleunigung so gilt einfach

$$\vec{\Delta z} = \frac{L_2^2}{4E_1L_1} \cdot \vec{E}_2 - \frac{(T_1+T_2)^2}{2}\vec{g}$$

wobei $T_1 = \sqrt{\frac{2mL_1}{qE_1}}$ die in $\vec{E}_1$ verbrachte Zeit sei. Folglich

$$\vec{\Delta z} = \frac{L_2^2}{4E_1L_1} \cdot \vec{E}_2 - \frac{(T_1+T_2)^2}{2}\vec{g} = \frac{L_2^2}{4E_1L_1} \cdot \vec{E}_2 - \left[\frac{2mL_1}{qE_1} + \frac{mL_2^2}{2qE_1L_1} + \frac{2mL_2}{qE_1}\right] \cdot \vec{g}$$

$$= \frac{L_2^2}{4E_1L_1} \cdot \vec{E}_2 - \frac{m}{2qL_1E_1} \cdot \left[4L_1^2 + L_2^2 + 4L_1L_2\right] \cdot \vec{g} = \frac{L_2^2}{4E_1L_1} \cdot \vec{E}_2 - \frac{m(2L_1+L_2)^2}{2qL_1E_1} \cdot \vec{g}$$

Für $m$ groß genug, also vergleichbar mit $\frac{L_2^2E_2q}{2(2L_1+L_2)^2g}$ spielt auch die Erdbeschleunigung eine entsprechende Rolle.

## Aufgabe 11

Sei $A = 10^{-3}m^2$ die Fläche der Platten und $d_0 = 10^{-4}m$ der Abstand zwischen ihnen. Dann stellen diese Platten einen Kondensator der Kapazität $C_0 = \frac{A\varepsilon_0}{d_0}$ dar, der bei Ansetzen der Spannung $U_0 = 300V$ um die Ladung $Q = C_0 \cdot U_0$ aufgeladen wird. Die harmonische Bewegung der Platte, also die periodische Änderung des Plattenabstandes $d(t) = d_0 + x(t) = d_0 + x_0 \cos(\omega t)$, verursacht die periodische Änderung der Kondensatorkapazität $C(t) = \frac{A\varepsilon_0}{d(t)}$ und dementsprechend auch der zwischen den Platten existierenden Spannung $U(t) = \frac{Q}{C(t)} = U_0 + U_0 \frac{x_0}{d_0} \cdot \cos(\omega t)$. Man würde also eine (um $U_0$ versetzte) harmonische Oszillation der Kondensator-Spannung, der Amplitude $U_0 x_0 / d_0 = 3V$, messen.
Technische Anwendungen wären u.a

- Gerät zur Messung mechanischer Oszillationen bzw. Bewegungen
- Präzisions-Druck- bzw. Kraft-messer (sehr kleiner Abstand $d_0$, rücktreibende Feder).

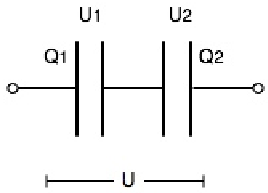
## Aufgabe 12

Sind $A_i$ und $d_i$ die jeweiligen Plattenflächen bzw. Abstände, $i = 1, 2$, dann sind die Kapazitäten gegeben durch $C_i = \frac{A_i \varepsilon_0}{d_i}$

a) **Reihenschaltung:** Betrachten wir den neuen *Meta-Kondensator* der Kapazität $C$. Setzen wir eine Spannung $U$ an seine beiden Platten an, so ist die Ladung $Q$ an seinen beiden Platten gleich (betragsmäßig), das heißt $Q = Q_i = C_i U_i$ wobei $U_i$ jeweils die Spannung zwischen den Platten eines einzelnen Kondensators ist. Da $U = U_1 + U_2$ gilt

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{U_1 C_1}{U_1 + U_2} = \frac{U_1 C_1}{U_1 + \frac{U_1 C_1}{C_2}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

*Sind $C_1 = C_2 =: C_0$ so ist $C = C_0/2$.




b) **Parallelschaltung:** Bei einer Parallelschaltung, liegt unter Ansetzung eine Spannung $U$ an den neuen Kondensator, an beiden Kondensatorplatten die gleiche Spannung $U_i = U$ an. Die jeweilige Ladung $Q_i$ an den Platten ist also gegeben durch $Q_i = U_i C_i = U C_i$, also die gesamte Ladung an den Platten des *zusammengesetzten* Kondensatoren $Q = Q_1 + Q_2 = U(C_1 + C_2)$. Per Definition ist also seine Kapazität gegeben durch $C = \frac{Q}{U} = C_1 + C_2$.
*Für $Ci = C_0$ offensichtlich $C = 2C_0$.