

Abitur 2009	Physik	1. Klausur	Hannover, 25.09.2007
© arei	LK	1. Semester	Bearbeitungszeit: 90 min

## Thema: Das elektrische Feld

Grundlage: 11 Unterrichtsstunden

### Aufgabe 1

Vor dir steht eine positiv geladene Metallkugel. Sie trägt die Ladungsmenge  $Q^+$ . Mit Hilfe eines Ladungsmessgerätes soll die Ladung der Metallkugel gemessen werden, ohne sie zu verändern.

- 1.1 Beschreibe und erläutere einen möglichen experimentellen Lösungsweg!
- 1.2 Ergänze deine Erläuterungen durch geeignete Zeichnungen!

### Aufgabe 2

Wir messen in der Mitte zwischen den Platten des großen Kondensators mit Hilfe des elektronischen Kraftsensors und CASSY die elektrische Kraft  $F_{el}$ , die auf das mit der Ladungsmenge  $q$  geladene Metallplättchen wirkt. Der Versuchsaufbau entspricht dem im Unterricht durchgeführten Experiment. Im Anhang findest du das Material zu drei durchgeführten Versuchsreihen.

- 2.1 Bestimme für jede Versuchsreihe den funktionalen Zusammenhang zwischen den dargestellten Größen! Formuliere deine Ergebnisse jeweils als physikalische Gleichung!
- 2.2 Fasse die drei gefundenen Ergebnisse in einer allgemeinen Formel zusammen!

### Aufgabe 3

3.1 Berechne den Ausschlag  $d$  einer Probekugel der Masse  $m=0,25\text{ g}$ , die an einem Faden der Länge  $l=1,5\text{ m}$  in einem elektrischen Feld der Stärke  $E=560\frac{\text{N}}{\text{C}}$  hängt, wenn sie die Ladung  $Q=60\text{ nC}$  trägt!

3.2 Zeichne zu deiner Lösung eine Planfigur und erläutere deine Überlegungen!

## Material zur Aufgabe 2

### Messungen

(1)  $d = 5 \text{ cm}$ ,  $U = 6,8 \text{ kV}$

$q \text{ in } 10^{-9} \text{ C}$	0,3	0,8	1,05	1,30	1,40	1,85
$F_{el} \text{ in } 10^{-5} \text{ N}$	4,0	11,0	14,0	17,0	18,5	24,5

(2)  $q = 1,05 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ,  $U = 6,8 \text{ kV}$

$d \text{ in cm}$	4,0	5	7	10	12
$F_{el} \text{ in } 10^{-5} \text{ N}$	18,0	14,0	10,1	7,25	6,0

(3)  $q = 1,05 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ,  $d = 5 \text{ cm}$

$U \text{ in kV}$	3,2	4,4	4,9	5,6	6,3	6,8
$F_{el} \text{ in } 10^{-5} \text{ N}$	6,5	9,1	10,25	11,75	13,25	14,0

## Lösungen

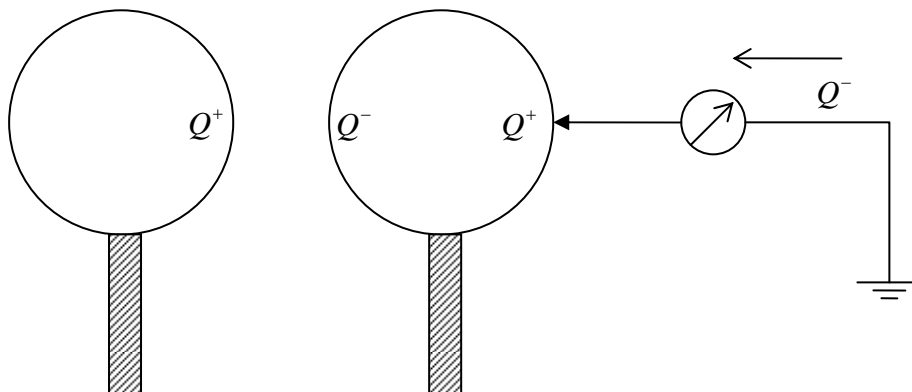
### Aufgabe 1

Vor dir steht eine positiv geladene Metallkugel. Sie trägt die Ladungsmenge  $Q^+$ . Mit Hilfe eines Ladungsmessgerätes soll die Ladung der Metallkugel gemessen werden, ohne sie zu verändern.

1.1 Beschreibe und erläutere einen möglichen experimentellen Lösungsweg!

Man stellt neben die mit  $Q^+$  geladene Kugel eine el. neutrale (aus Metall). Auf ihr trennen sich aufgrund el. Influenz die Ladungen in zwei gleichgroße Ladungsmengen  $Q^-$  und  $Q^+$ . Die negativen Ladungen sind in ihrer Wirkung durch die positiven Ladungen auf der zu messenden Kugel gebunden (neutralisiert), so dass die dazu gestellte Kugel jetzt positiv geladen erscheint mit der Ladungsmenge  $Q^+$ . Über ein Ladungsmessgerät kann man diese Ladung messen – die Kugel erhält aus der Erde so viele negative Ladungen wie positive auf der zu messenden Kugel sind.

1.2 Ergänze deine Erläuterungen durch geeignete Zeichnungen!



### Aufgabe 2

Wir messen in der Mitte zwischen den Platten des großen Kondensators mit Hilfe des elektronischen Kraftsensors und CASSY die elektrische Kraft  $F_{el}$ , die auf das mit der Ladungsmenge  $q$  geladene Metallplättchen wirkt. Der Versuchsaufbau entspricht dem im Unterricht durchgeführten Experiment. Im Anhang findest du das Material zu drei durchgeführten Versuchsreihen.

2.1 Bestimme für jede Versuchsreihe den funktionalen Zusammenhang zwischen den dargestellten Größen! Formuliere deine Ergebnisse jeweils als physikalische Gleichung!

$$(1) \quad y = 130971,897 \cdot x + 2,0813817 \cdot 10^{-6}$$

$$\Rightarrow F_{el} = 130971,897 \frac{N}{C} \cdot q + 0 \quad (\text{Nullpunktsfehler})$$

$$(2) \quad y = 7,4172992 \cdot 10^{-6} \cdot x^{-0,9858505759}$$

$$\Rightarrow F_{el} = 7,4172992 \cdot 10^{-6} \cdot Nm \cdot \frac{1}{d}$$

$$(3) \quad y = 2,1154734 \cdot 10^{-8} \cdot x - 1,921286 \cdot 10^{-6}$$

$$\Rightarrow F_{el} = 2,1154734 \cdot 10^{-8} \frac{N}{V} \cdot U - 0 \quad (\text{Nullpunktsfehler})$$

2.2 Fasse die drei gefundenen Ergebnisse in einer allgemeinen Formel zusammen!

$$(1) F_{el} \sim q$$

$$(2) F_{el} \sim \frac{1}{d}$$

$$(3) F_{el} \sim U$$

$$\Rightarrow F_{el} = k \cdot \frac{q \cdot U}{d} \Rightarrow \frac{F_{el}}{q} = E = k \cdot \frac{U}{d}$$

Aus allen drei Beziehungen lässt sich  $k$  bestimmen:

$$\text{zu (1)} \quad E = 130971,897 \frac{N}{C}; \quad \frac{U}{d} = \frac{6,8 \cdot 10^3 V}{5 \cdot 10^{-2} m} \approx 136000 \frac{N}{C} \Rightarrow k = 1.$$

$$\text{zu (2)} \quad a = 7,4172992 \cdot 10^{-6} \frac{N}{m}; \quad q \cdot U = 1,05 \cdot 10^{-9} C \cdot 6,8 \cdot 10^3 V \approx 7,14 \cdot 10^{-6} V \cdot C \Rightarrow k = 1.$$

$$\text{zu (3)} \quad a = 2,1154734 \cdot 10^{-8} \frac{N}{V}; \quad \frac{q}{d} = \frac{1,05 \cdot 10^{-9} C}{5 \cdot 10^{-2} m} \approx 2,1 \cdot 10^{-8} \frac{C}{m} \Rightarrow k = 1.$$

### Aufgabe 3

3.1 Berechne den Ausschlag  $d$  einer Probekugel der Masse  $m=0,25 \text{ g}$ , die an einem Faden der Länge  $l=1,5 \text{ m}$  in einem elektrischen Feld der Stärke  $E=560 \frac{N}{C}$  hängt, wenn sie die Ladung  $Q=60 \text{ nC}$  trägt!

siehe Planfigur in 3.2

$$\text{Im Dreieck ABC gilt: } \sin(\alpha) = \frac{d}{l} \Rightarrow d = l \cdot \sin(\alpha).$$

An der Masse  $m$  zieht die Gewichtskraft  $G = m \cdot g$  nach unten und die elektrische Kraft  $F_{el} = Q \cdot E$  nach rechts.

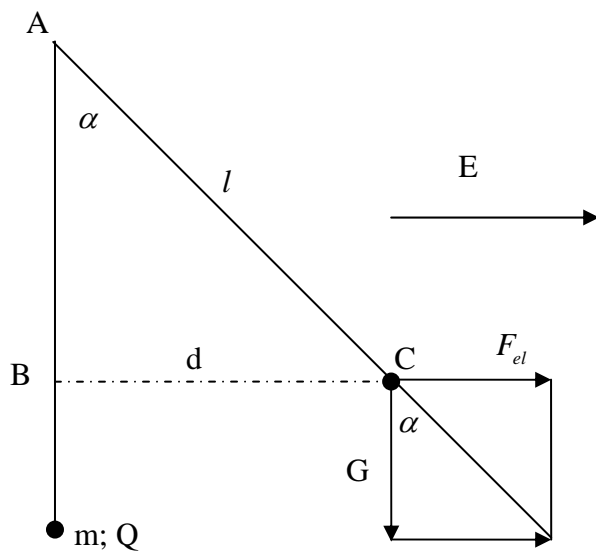
Im Kräfteparallelogramm kommt  $\alpha$  als Stufenwinkel wieder vor,  $\vec{F}_{el}$  und  $\vec{G}$  stehen senkrecht aufeinander und

$$\text{es gilt: } \tan(\alpha) = \frac{F_{el}}{G} = \frac{Q \cdot E}{m \cdot g} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{Q \cdot E}{m \cdot g}\right).$$

$$\text{Also folgt für } d: \quad d = 1,5 \text{ m} \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{60 \cdot 10^{-9} \cdot 560}{0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81}\right)\right) \approx 0,021 \text{ m}.$$

Die Kugel wird also um ca. 2,1 cm ausgelenkt.

3.2 Zeichne zu deiner Lösung eine Planfigur und erläutere deine Überlegungen!



<b>Abitur 2009</b>	<b>Physik</b>	<b>1. Klausur</b>	<b>Hannover, 25.09.2007</b>
<b>© arei</b>	<b>LK</b>	<b>1. Semester</b>	<b>Bearbeitungszeit: 90 min</b>