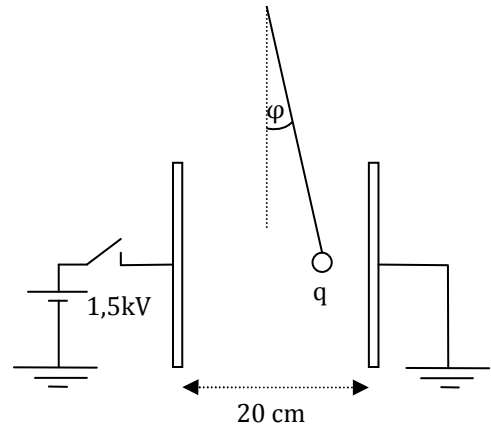


1. Klausur in Physik * O11 * 02.12.2009

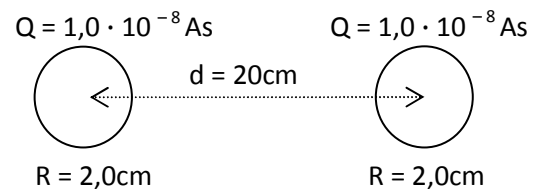
1. Ein Plattenkondensator (Plattenfläche $4,0 \text{ dm}^2$, Plattenabstand 20 cm) wird mit einer Spannung von $1,5 \text{ kV}$ aufgeladen und dann von der Stromquelle getrennt.

An einem langen Faden hängt eine metallisierte Kugel der Masse $2,0 \text{ g}$, welche die Ladung q trägt. Diese Kugel wird um den Winkel $\varphi = 0,85^\circ$ ausgelenkt (siehe Bild).

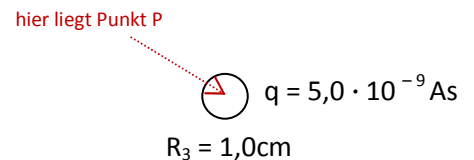


- Zeichnen Sie ein Kräftediagramm aller auf die Kugel wirkender Kräfte und tragen Sie auch die resultierende Kraft ein. Berechnen Sie dann die Ladung q auf der Kugel.
- Der Plattenabstand wird auf 30 cm vergrößert. Ändert sich dabei der Auslenkwinkel φ ? Begründen Sie Ihre Antwort genau!

2. Zwei gleich große Metallkugeln (Radius $R = 2,0 \text{ cm}$) sollen beide mit einer Spannung U so aufgeladen werden, dass sie die Ladung $Q = +1,0 \cdot 10^{-8} \text{ As}$ tragen. Der Abstand der beiden Kugelmittelpunkte beträgt 20 cm , und der Punkt P liegt so, dass die Kugelmittelpunkte mit P ein gleichseitiges Dreieck bilden.



- Wie hoch ist die zum Aufladen benötigte Spannung U ?
- Berechnen Sie das von den beiden Ladungen im Punkt P hervorgerufene elektrische Potential. (Ergebnis: $\varphi_p = 9,0 \cdot 10^2 \text{ V}$)



Nun wird eine kleinere, mit $q = +5,0 \cdot 10^{-9} \text{ As}$ aufgeladene Kugel (Radius $R_3 = 1,0 \text{ cm}$) aus sehr großer Entfernung zum Punkt P transportiert.

- Bestimmen Sie die dafür erforderliche Arbeit.

Schließlich bringt man die kleine Kugel mit einer der beiden großen in Kontakt.

- Begründen Sie, ob beim Berühren Ladungen von einer auf die andere Kugel fließen?

3. Lösen Sie diese Aufgabe auf dem Arbeitsblatt!

Angaben: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$; $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Aufgabe	1a	b	2a	b	c	d	3a	b	c	Summe
Punkte	8	4	3	3	3	3	4	4	4	36

Gutes Gelingen! G.R.

Name:

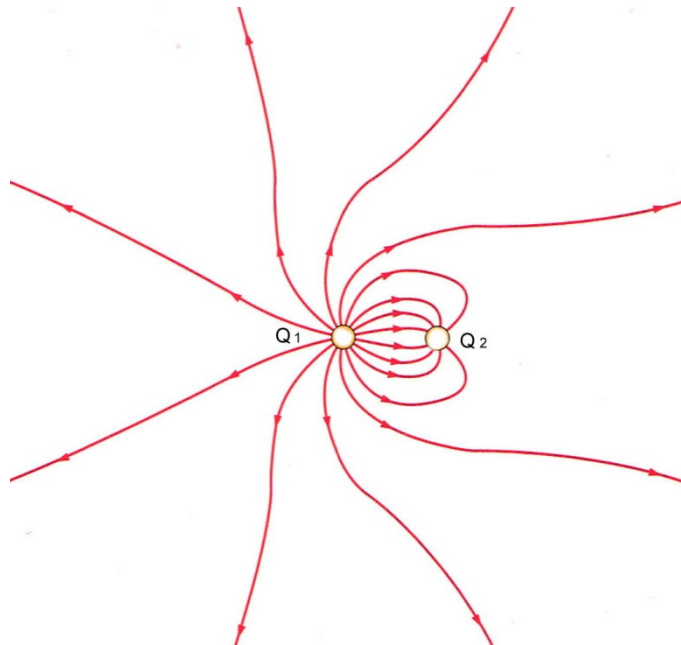
3. Das Bild zeigt wesentliche Feldlinien des von den beiden Ladungen Q_1 und Q_2 verursachten elektrischen Feldes.

a) Welches Vorzeichen haben die beiden elektrischen Ladungen? (Kurze Begründung!)
Welche der beiden Ladungen ist dem Betrag nach größer? (Kurze Begründung!)

b) Im Feld gibt es einen Punkt P, an dem die elektrische Feldstärke den Wert 0 V/m hat.
Zeichnen Sie diesen Punkt möglichst passend in das Feldlinienbild ein.

Welchen ungefähren Wert hat bei Ihrer Lage von P das Verhältnis $\left| \frac{Q_1}{Q_2} \right|$?

c) Tragen Sie in das Feldlinienbild einige wesentliche Äquipotentiallinien ein.



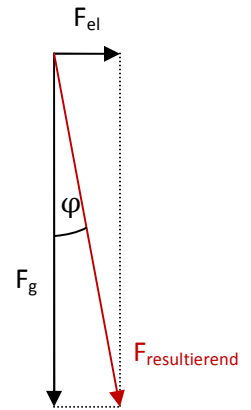
1. Klausur in Physik * O11 * 02.12.2009 * Lösung

1. a) $F_{el} = E \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q$ und $F_g = m \cdot g$

$$\tan \varphi = \frac{F_{el}}{F_g} \Rightarrow \frac{U}{d} \cdot q = m \cdot g \cdot \tan \varphi \Rightarrow$$

$$q = \frac{d \cdot m \cdot g \cdot \tan \varphi}{U} =$$

$$\frac{0,20 \text{ m} \cdot 0,0020 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \tan 0,85^\circ}{1500 \text{ V}} = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ As}$$



b) Ladung auf den Platten ändert sich nicht; Kapazität $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$ wird kleiner und damit muss die Spannung zwischen den Platten zunehmen

$$U_{neu} = \frac{Q}{C_{neu}} = U \cdot \frac{d_{neu}}{d} \Rightarrow E_{neu} = \frac{U_{neu}}{d_{neu}} = \frac{U}{d} = E$$

und die elektrische Kraft ändert sich daher nicht. Damit ändert sich auch φ nicht.

2. a) $U = \varphi(R) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} = \frac{1,0 \cdot 10^{-8} \text{ As}}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 0,020 \text{ m}} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ V}$

b) $\varphi_P = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d} \right) \cdot 2 = \frac{1,0 \cdot 10^{-8} \text{ As}}{2 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 0,20 \text{ m}} = 9,0 \cdot 10^2 \text{ V}$

c) $W = \varphi_P \cdot q = 900 \text{ V} \cdot 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ As} = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

d) Das Potential auf der Oberfläche der kleinen Kugel hat ebenfalls den Wert 4,5 kV, denn

$$\varphi(R_3) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R_3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot 2}{R_3 \cdot 2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Damit erfolgt kein Ladungsausgleich!

3. a) Aus der Richtung der Feldlinien folgt:
 $Q_1 > 0$ und $Q_2 < 0$
 $|Q_1| > |Q_2|$ weil von Q_2 mehr Feldlinien ausgehen.

b) $F_{el} \sim \frac{Q}{r^2}$ und $F_{el,1} = F_{el,2} \Rightarrow$

$$\left| \frac{Q_1}{r_1^2} \right| = \left| \frac{Q_2}{r_2^2} \right| \Rightarrow \left| \frac{Q_1}{Q_2} \right| = \frac{r_1^2}{r_2^2} \approx \frac{(2r_2)^2}{r_2^2} = 4 : 1$$

wobei r_1 der Abstand von P zu Q_1 und r_2 der Abstand von P zu Q_2 ist.

