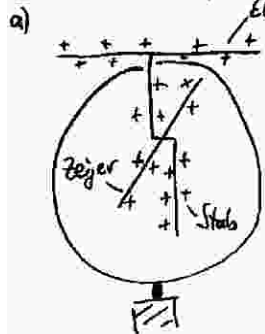


1. Das Elektroskop



Mit einem Elektroskop kann man Ladungen nachweisen.

b) Berührt man die Elektroskopplatte mit einem geladenen Gegenstand, so verteilen sich die Ladungen auf alle Teile des Elektroskops, die leitend mit der Platte verbunden sind. Dazu gehören Elektroskopstab und -zeiger. Der Zeiger ist drehbar gelagert. Da er durch die Ladungsverteilung die gleiche Ladung erhält, wie der Elektroskopstab, stößt sich der Zeiger von diesem ab, weil sich gleichnamige Ladungen abstoßen. Dadurch schlägt der Zeiger aus.

D2

2. Die bemerkenswerten Kugeln

a) Linke Kugel: Negativ Rechte Kugel: Positiv

b) Die negativen Ladungen in den beiden Metallkugeln sind beweglich, die positiven sind fest. Nähert man die positiv geladene Folie den beiden Kugeln an, so werden die negativen Ladungen in beiden Kugeln von der Folie angezogen und sammeln sich in der linken Kugel. Da die Kugeln vorher neutral waren, bilden die positiven Ladungen auf der rechten Seite wegen der Kugeln an negativen Ladungen einen Überschuss. Werden die Kugeln nun im von der Folie verursachten elektrischen Feld getrennt, können wegen der fehlenden Berührung die Ladungen nicht mehr auf die andere Kugel zufließen und die Ladungstrennung bleibt erhalten.

D1

D2

Z05

1

2. Merkwürdiges Wasser

Bei Wasser molekülen handelt es sich um elektrische Dipole. Das heißt, sie sind insgesamt elektrisch neutral, haben allerdings eine Ladungsverteilung, bei der die eine Seite eines Moleküls positiv und die andere Seite eines Moleküls negativ geladen ist.

Nähert man eine positiv geladene Folie einem Wasserstrahl, so drehen sich die Moleküle so, dass deren negativer Pol zur Folie hin zeigt. Der Strahl wird angezogen. Nähert man dagegen eine negativ geladene Folie, so drehen sich die Moleküle so, dass deren positiver Pol zur Folie zeigt. Dadurch wird der Strahl auch in diesem Fall angezogen.

D3

3. Der Faraday'sche Käfig

Durch das starke äußere Feld kommt es zur Ladungsverchiebung im Metallkäfig: Die Elektronen wandern aufgrund der Feldkräfte nach unten, während im unteren Teil des Käfigs die positiven Ladungen "übrig" bleiben. Durch diese Ladungsverchiebung baut sich im Käfiginneren ein Gegenfeld auf, das von der unteren positiven Überschussladung zur oberen negativen Überschussladung zeigt, und welches das äußere Feld im Käfiginneren zunehmend aufhebt. Die Ladungswanderung aufgrund von Feldkräften hält so lange an, bis das äußere Feld im Inneren vollständig aufgehoben ist. Das Käfiginnere ist dann feldfrei.

D1

Z2

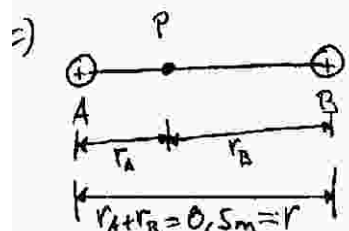
4. Ladungen auf Kugeln

a) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} = 3996,36 \frac{V}{m}$

D1

b) $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQ}{r^2} \quad | \cdot 4\pi\epsilon_0 r^2 | : Q$
 $\Rightarrow q = \frac{F \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot r^2}{Q} = 1,955 \cdot 10^{-7} C$

D2



Felder im Punkt P:

$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_A}{r_A^2}$

$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_B}{r_B^2}$

Die Felder E_A und E_B sind im Punkt P einander entgegen gerichtet.

2

4.d) Fortsetzung
Damit die Felder sich gegenseitig aufheben, müssen sie im Punkt P gleich stark sein:

$$E_A = E_B \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A}{r_A^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_B}{r_B^2} \quad | \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot r_A^2 \cdot r_B^2$$

$$Q_A r_B^2 = Q_B r_A^2 \quad | \text{mit } r_B = r - r_A \quad (r = 0,5 \text{m})$$

$$Q_A \cdot (r - r_A)^2 = Q_B \cdot r_A^2 \quad | \text{Bin. Formel } | - Q_B r_A^2$$

$$Q_A \cdot (r^2 - 2r \cdot r_A + r_A^2) - Q_B r_A^2 = 0$$

$$Q_A r^2 - 2Q_A r \cdot r_A + Q_A r_A^2 - Q_B r_A^2 = 0$$

$$(Q_A - Q_B) \cdot r_A^2 - 2Q_A r \cdot r_A + Q_A r^2 = 0 \quad | : (Q_A - Q_B)$$

$$r_A^2 - \frac{2Q_A r}{Q_A - Q_B} \cdot r_A + \frac{Q_A r^2}{Q_A - Q_B} = 0 \quad | \text{PQ-Formel}$$

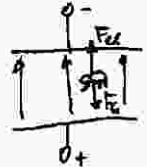
$$\Rightarrow r_{A_{1,2}} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} = \frac{Q_A r}{Q_A - Q_B} \pm \sqrt{\left(\frac{Q_A r}{Q_A - Q_B}\right)^2 - \frac{Q_A r^2}{Q_A - Q_B}}$$

Einsetzen der in der Aufgabenstellung gegebenen Werte:
 $r_{A1} = \underline{0,2 \text{m}}$ $r_{A2} = -1 \text{m}$ ← r_{A2} passt nicht zur Aufg.stellung E5

5. Ladungen im homogenen Feld

a) $F = q \cdot E = -20 \cdot 10^{-9} \text{C} \cdot 3000 \frac{\text{V}}{\text{m}} = \underline{-6 \cdot 10^{-5} \text{N}}$ D1

b) $W_{el} = q \cdot E \cdot d, U = \frac{W_{el}}{q} = E \cdot d = 3000 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 0,03 \text{m} = \underline{90 \text{V}}$ 21

c)  Schwebesatzung bei:
 $F_{el} = F_g \Rightarrow q \cdot E = m \cdot g \Rightarrow E = \frac{m \cdot g}{q} = \underline{35240 \frac{\text{V}}{\text{m}}}$ Z2

Notenschlüssel:

Note	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
min.	0	20	27	34	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
max. Bsp.	0	5,5	7	9	10,5	12	13	14,5	17	18,5	21	22	23,5	24,5		

D 15 63,5% 2 5,5 18,5 E 5 18% Σ 25,5 13