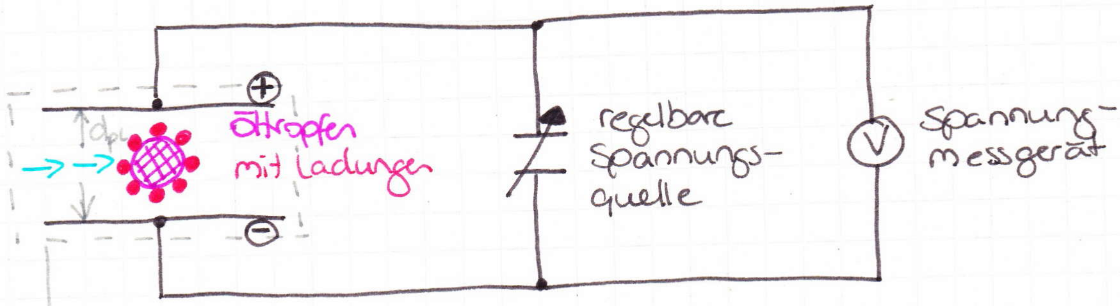
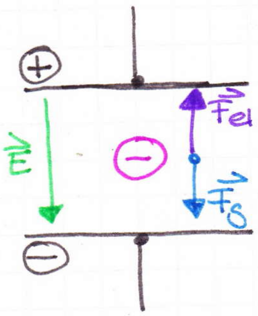
Nr. 2.1

- Skizzen der beschriebenen Situation:




- Wie muß die Polung aussehen?

i: Gewichtskraft zeigt nach unten ⇒ $\vec{F_G}$




ii: Feldlinien verlaufen von ⊕ nach ⊖ ⇒ $\vec{E}$

iii: Es liegt eine negative Ladung vor

⇒ die Richtung der elektrischen Kraft ist den Feldlinien entgegengesetzt. ⇒ $\vec{F_{el}}$

geg: $g = 9{,}81\ m/s^2$ ⇒ Erdbeschleunigung

$\rho_{Öl} = 0{,}001\ kg/cm^3$ ⇒ Dichte des Öls

$= 1000\ kg/m^3$

$d_{Tr} = 25\mu m$ ⇒ Tropfendurchmesser

$= 25 \times 10^{-6} m$

$d_{Pl} = 0{,}01 m$ ⇒ Plattenabstand des Kondensators

$Q_{Tr} = -1000 \cdot e$

neg. da Elektronen

Anzahl Elektronen

Elementarladung $e = 1{,}602 \times 10^{-19} C$

ges: $U$ ⇒ Spannung, bei der Öltropfen in Ruhelage schwebt

⇒ dies ist der Fall, wenn die elektrische Kraft $\vec{F_{el}}$ gleich groß ist, wie die Gewichtskraft $\vec{F_g}$ des Tropfens ⇒ es muss ein Kräftegleichgewicht vorliegen.

## Nr. 2.1 $_{II}$

$$F_g = m \cdot g$$

$$F_{el} = q \cdot E$$

→ Ist die Testladung q negativ, dann ist die auf sie wirkende Kraft der Richtung des $\vec{E}$-Feldes entgegengesetzt.

$$\Rightarrow \vec{F}_{el} = -(q \cdot E)$$

aus Vorlesung bekannt:

$$U = E \cdot d \Leftrightarrow E = \frac{U}{d}$$

es gilt:

$$F_g = F_{el}$$

$$\Leftrightarrow m \cdot g = (-1000) \cdot e \left( - \frac{U}{d} \right)$$

↳ q = −1000 (da Elektronen)

$$\Leftrightarrow U = \frac{m \cdot g \cdot d_{PL}}{1000 \cdot e} \; ; \text{ mit } m = \rho_{Öl} \cdot V_{Öl} = \rho_{Öl} \cdot \underbrace{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{d_{Tr}}{2}\right)^3}_{\text{Volumen einer Kugel}}$$

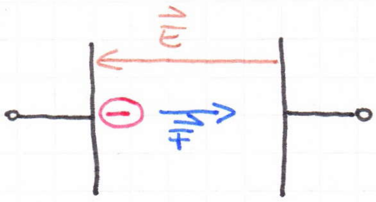
$$= \frac{\cancel{1000}\,\frac{kg}{m^3} \cdot \frac{4}{3}\pi \left(\frac{25 \times 10^{-6} m}{2}\right)^3 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}01 m}{\cancel{1000} \cdot 1{,}602 \times 10^{-19} C}$$

$$= 5009{,}85 \left[ \frac{kg \cdot m^2}{C \cdot s^2} = \frac{kg \cdot m^2}{A \cdot s^3} = V \right] \approx \underline{\underline{5 kV}}$$

Der Öltropfen befindet sich bei ca. 5kV in Ruhelage.

Nr. 2.2 I

Skizze




a) Das Elektron ist negativ geladen. Es wird von der negativen Platte abgestoßen. Es muss somit nicht weiter "gespannt" werden, um zur positiven Platte zu gelangen.

$\Rightarrow$ Es wird Arbeit abgegeben.

Das Elektron musste durch Aufbringen von Arbeit zur negativen Platte transportiert werden ($\rightarrow$ potentielle Energie). Beim Transport zur positiven Platte wird diese Arbeit ($E_{pot}$) frei. Somit wird Arbeit abgegeben.

b) geg: $D = 1\,m$ Durchmesser der Platten

$d = 30\,mm$ Abstand der Platten

$= 30 \times 10^{-3}\,m$

$U = 30\,kV$ angelegte Spannung

$= 30 \times 10^{3}\,V$

ges: $W$: Arbeit

$W = U \cdot I \cdot t$, mit $I = \frac{Q}{t}$

$= U \cdot \frac{Q}{\cancel{t}} \cdot \cancel{t} = U \cdot Q$

$= 30 \times 10^{3}\,V \cdot 1{,}602 \times 10^{-19}\,C = \underline{\underline{4{,}806 \times 10^{-15}}}\ [V \cdot As = Ws = J]$

↳ Elementarladung, da 1 Elektron

Die Arbeit beträgt $\underline{\underline{4{,}8 \times 10^{-15}\,J}}$

Nr. 2.2 II

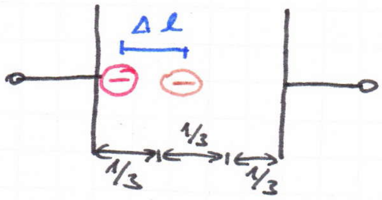
Bei skalarer Betrachtung wird i.d.R. auf das Vorzeichen der Ladung (Elektron → ⊖) verzichtet.
Die Richtung wurde bereits in 2.2a) berücksichtigt.
Bei vektorieller Betrachtung ergibt sich für die Arbeit
$W = -4{,}8 \times 10^{-15}\,J$

↳ neg. Arbeit bedeutet: das System gibt Arbeit ab.

c) Skizze:


Bezüglich der verrichteten Arbeit W ändert sich nichts. Elektrische Energie ist eine potentielle Energie. Das bedeutet, dass der tatsächliche, gewählte Weg keinen Einfluss hat. Entscheidend ist allein die Differenz der Potentiale zwischen Anfangs- und Endpunkt.

d) Wie groß ist die Arbeit, wenn das Teilchen nur um $\Delta l = 10\,mm$ in Richtung der positiven Platte verschoben wird?




1/3 des Weges ⇒ 1/3 der Arbeit!

$W = U \cdot I \cdot t$ Keine Wegabhängigkeit? Doch!

U ist abhängig vom Weg!

homogenes $\vec{E}$-Feld: $E = \frac{U}{d} = \frac{3000\,V}{0{,}03\,m} = 1\,\frac{MV}{m}$

$W_{10mm} = U \cdot Q = E \cdot l \cdot Q = 1\,\frac{MV}{m} \cdot 0{,}01\,m \cdot 1{,}602 \times 10^{-19}\,C = \underline{\underline{1{,}602 \times 10^{-15}\,J}}$

Nr. 2.3$_I$

ges: Leistung des Blinkers:

$P = 21\,W \cdot 4 \cdot 1/2 = 42\,W$

4 Lampen — Hälfte der Zeit an/aus

$U_{Bat} = 12\,V$

$Q_{Bat} = 36\,Ah \rightarrow 36\,Ah \cdot 3600 = 129.600\,As = 129.600\,C$

↳ Ladung der Batterie

a) ges: Zeit t, bis Blinker nicht mehr blinkt

$I = \frac{Q}{t}$

$\Leftrightarrow \quad t = \frac{Q}{I}$

$I = ? \quad \Rightarrow P = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U}$

$\Rightarrow \quad t = \frac{Q_{Bat} \cdot U_{Bat}}{P} = \frac{36\,Ah \cdot 12\,V}{42\,W} \approx \underline{\underline{10{,}3\,h}}$

Man kann den Warnblinker 10,3h betreiben.

b) → Hier müssen Energien gleichgesetzt werden:

Die elektrische Energie wird vollständig in potentielle umgesetzt.

$E_{Bat} = E_{pot}$

$\underline{U \cdot Q} = m \cdot g \cdot h$

↳ vgl. 2.2b

$\Leftrightarrow \quad h = \frac{U \cdot Q}{m \cdot g} = \frac{12\,V \cdot 129600\,C}{1000\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2} \approx \underline{\underline{158{,}5}} \left[ \frac{\overset{V}{\boxed{W/A}} \cdot \overset{C}{As}}{kg \cdot m/s^2} = \frac{\overset{W}{\frac{m^2 \cdot \cancel{kg}}{\cancel{s^3}}} \cdot \cancel{s^3}}{\cancel{kg} \cdot \cancel{m}} = m \right]$

Man kann den Wagen 158,5m hochheben.

## Nr. 2.3 II

c) An der verrichteten Arbeit ändert sich nichts.

Aber die Leistung ändert sich entsprechend.

Vgl. Fahrradtour: 200 km in 2 Tagen → ok
in 8 h → tolle Leistung
in 5 h → Doping?

d) geg: $t_1 = 2 min = 120 s$

$t_2 = 4 min = 240 s$

ges: P : Leistung

$$P = \frac{Arbeit}{Zeit} = \frac{W}{t}$$

$$W_{pot} = m \cdot g \cdot h = 1000 kg \cdot 9{,}81 m/s^2 \cdot 158{,}5 m$$
$$= 1.554.885 J$$

$$P_1 = \frac{W_{pot}}{t_1} = \frac{1.554.885 J}{120 s} \approx \underline{\underline{12957}} \left[\frac{J}{s} = W\right]$$

$$P_2 = \frac{W_{pot}}{t_2} \approx \underline{\underline{6479 W}}$$

Bei $t_2 = 240 s$ wird nur die Hälfte der Leistung benötigt.

Hinweis: Arbeit $W \hat{=}$ Energie E

Die beiden Größen werden oft vermischt. Dies ist nicht wirklich schlimm, denn Arbeit bezeichnet eine <u>Änderung</u> des Energiezustandes.