

1 Elektrisches Feld

Gegeben:

- $r = 1\mu m = 10^{-6}m$ - Abstand der Ladungen
- $Q_1 = 1,602 * 10^{-18}As$ - Ladung 1
- $Q_2 = -6,408 * 10^{-19}As$ - Ladung 2

Gesucht:

- F

Lösung:

$$F = \frac{Q_1 * Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$
$$F = \frac{1,602 * 10^{-18}As * (-6,408 * 10^{-19}As)}{4\pi * (-8,859 * 10^{-12} \frac{As^2}{Nm^2}) * (10^{-6}m)^2}$$
$$F \approx 9,22126 * 10^{-15}N$$

Die Kraft, mit der sich die beiden Ladungsträger anziehen beträgt $9,22126 * 10^{-15}N$.

2 Magnetfeld

Der in der Skizze angegebenen Ladungsträger Q würden eine Kraftwirkung nach hinten erfahren und sich dann folglich dort hinbewegen.

3 Elektronenstrom

Gegeben:

- $v_E = 3 \frac{mm}{s} = 0,003 \frac{m}{s}$ - Elektronenstromgeschwindigkeit
- $v_I \approx 3 * 10^8 \frac{m}{s}$ - Impulsgeschwindigkeit
- $s = 3km = 3000m$ - Strecke

Gesucht:

- t_E - Zeit des Elektronenstroms
- t_I - Zeit des Impulses

Lösung:

$$t_E = \frac{s}{v_E}$$
$$t_E = \frac{3000m}{0,003 \frac{m}{s}}$$
$$t_E = 10^6 s$$
$$t_I = \frac{s}{v_I}$$
$$t_I = \frac{3000m}{3 * 10^8 \frac{m}{s}}$$
$$t_I = 0,00001s$$

Der Impuls braucht nur $0,00001s$ für eine Strecke von $3km$, wohingegen ein Elektron 10^6s benötigt. Das entspricht 11 Tagen, 34 Minuten und ca. 27 Sekunden.

4 Leistung und Arbeit

Gegeben:

- $U = 1,5V$ - Spannung
- $Q = 800mAh = 0,8Ah$ - Kapazität bzw. Ladungsmenge
- $t = 6h$ - Zeit bis zur Entladung

Gesucht:

- R - Innenwiderstand
- P - Leistungsaufnahme

Lösung:

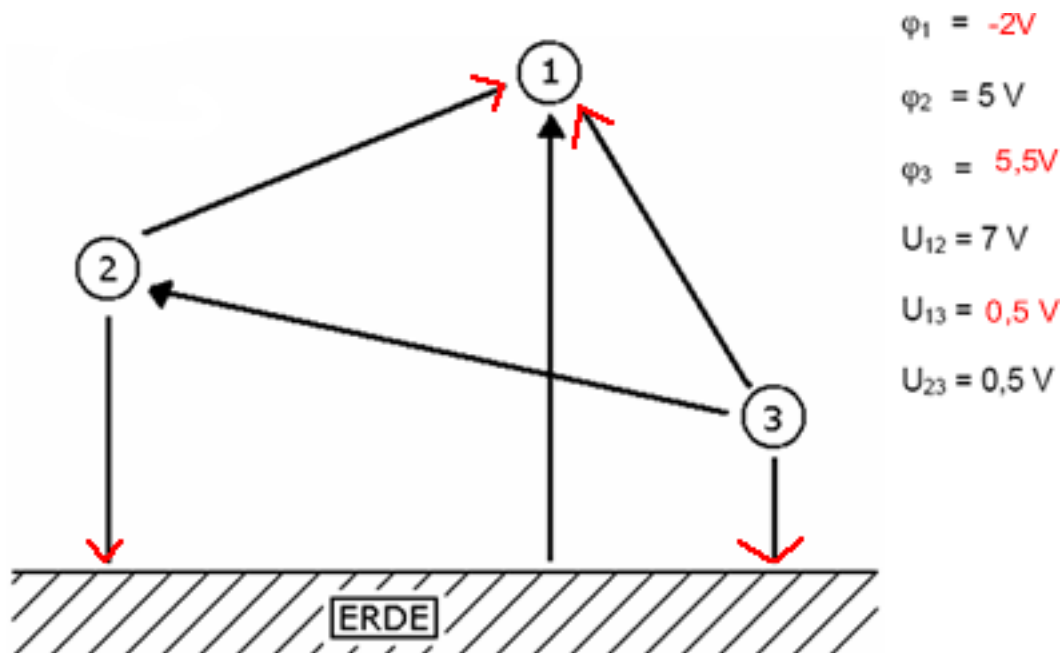
$$I = \frac{Q}{t}$$
$$I = \frac{0,8Ah}{6h}$$
$$I = 0,1\bar{3}A$$

$$R = \frac{U}{I}$$
$$R = \frac{1,5V}{0,1\bar{3}A}$$
$$R = 11,25\Omega$$

$$P = U * I$$
$$P = 1,5V * 0,1\bar{3}A$$
$$P = 0,2W$$

Die Leistungsaufnahme der Batterie beträgt $0,2W$, der Innenwiderstand ergibt sich als $11,25\Omega$.

5 Potential



6 Kondensator

a) Gegeben:

- $C = 1nF = 10^{-9}F$
- $U = 9V$
- $A = 0,45m^2$
- $\epsilon_r = 1,00392$
- $\epsilon_0 = 8,8542 * 10^{-12} \frac{As}{Vm}$

Gesucht:

- s

Lösung:

$$C = \epsilon_0 * \epsilon_r * \frac{A}{s}$$
$$\Rightarrow s = \epsilon_0 * \epsilon_r * \frac{A}{C}$$
$$s = 8,8542 * 10^{-12} \frac{As}{Vm} * 1,00392 * \frac{0,45m^2}{10^{-9}F}$$
$$s = 4,0 * 10^{-3}m$$

Um bei dem gegebenen Kondensator eine Kapazität von $1nF$ zu bekommen, muss man einen Abstand der Platten von gut $4mm$ wählen.

b)

1. Es geht in die Formel zur Berechnung der Kapazität nur die Fläche ein, nicht die Dicke der Platten.
2. Die Ladungen würden sich ganz vorne an den Platten sammeln auf Grund der wirkenden Kräfte, sodass auch hier die Dicke der Platten bedeutungslos wäre.

c) Gegeben:

- $C_1 = 1nF = 10^{-9}F$
- $C_2 = 1pF/1nF/1\mu F/1mF$

Gesucht:

- C_{ges} der Reihenschaltung

Lösung:

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$
$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{C_2 + C_1}{C_1 * C_2}$$
$$C_{ges} = \frac{C_1 * C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_{ges} = \frac{10^{-9}F * 10^{-12}F}{10^{-9}F + 10^{-12}F}$$
$$C_{ges} = 9,99 * 10^{-13}F$$
$$C_{ges} = 0,999pF \quad | \quad C_{ges} < C_2$$

$$C_{ges} = \frac{10^{-9}F * 10^{-9}F}{10^{-9}F + 10^{-9}F}$$
$$C_{ges} = 5 * 10^{-10}F$$
$$C_{ges} = 0,5nF \quad | \quad C_{ges} < C_2$$

$$C_{ges} = \frac{10^{-9}F * 10^{-6}F}{10^{-9}F + 10^{-6}F}$$
$$C_{ges} = 9,99 * 10^{-10}F$$
$$C_{ges} = 0,999nF \quad | \quad C_{ges} < C_1$$

$$C_{ges} = \frac{10^{-9}F * 10^{-3}F}{10^{-9}F + 10^{-3}F}$$
$$C_{ges} = \frac{10^{-9}F * 10^{-3}F}{10^{-9}F + 10^{-3}F}$$
$$C_{ges} = 0,9999nF \quad | \quad C_{ges} < C_1$$

Wenn der von der Kapazität kleinste Kondensator geladen ist, fließt kein Strom mehr, sodass die Ladungsträger nicht weiter wandern um den anderen Kondensator zu laden.

d) Gegeben:

- $U_{AB} = 1,5V$
- $C_1 = 10mF = 10 * 10^{-3}F$
- $C_2 = 20mF = 20 * 10^{-3}F$
- $C_3 = 10mF = 10 * 10^{-3}F$

Gesucht:

- C_{ges}
- U_1, U_2, U_3
- Q_{ges}
- W_{ges}

Lösung:

1. Berechnung der Kapazität der Reihenschaltung

$$\begin{aligned}\frac{1}{C_{Reihe}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ \frac{1}{C_{Reihe}} &= \frac{C_2 + C_1}{C_1 * C_2} \\ C_{Reihe} &= \frac{C_1 * C_2}{C_1 + C_2} \\ C_{Reihe} &= \frac{10 * 10^{-3} F * 20 * 10^{-3} F}{10 * 10^{-3} F + 20 * 10^{-3} F} \\ C_{Reihe} &= 6,666 * 10^{-3} F\end{aligned}$$

2. Berechnung der Gesamtkapazität

$$\begin{aligned}C_{ges} &= C_{Reihe} + C_3 \\ C_{ges} &= 6,666 * 10^{-3} F + 10 * 10^{-3} F \\ C_{ges} &= 1,666 * 10^{-2} F\end{aligned}$$

Die Gesamtkapazität beträgt 16,6 mF.

3. Berechnung der Ladungsmenge

$$\begin{aligned}Q &= U * C_{ges} \\ Q &= 1,5 V * 1,666 * 10^{-2} F \\ Q &= 2,5 * 10^{-2} C\end{aligned}$$

Die Schaltung kann 25 mC an Ladung speichern.

4. Berechnung der gespeicherten Energie

$$\begin{aligned}W &= \frac{1}{2} * C_{ges} * U^2 \\ W &= \frac{1}{2} * 1,666 * 10^{-2} F * (1,5 V)^2 \\ W &= 1,875 * 10^{-2} W_s\end{aligned}$$

Die Schaltung kann 18,75 mWs an Energie speichern.

5. Berechnung der abfallenden Spannungen

$$U_{\text{Reihe}} = (U_1 + U_2) = 1,5V$$

$$U_3 = 1,5V$$

e) Gegeben:

- $U = 5V$
- $R = 1,8k\Omega = 1,8 * 10^3\Omega$
- $C = 2nF = 2 * 10^{-9}F$
- $t = 10ms = 10 * 10^{-3}s$

Gesucht:

- t_L - Zeit bis zur vollständigen Ladung
- I_C
- U_C
- R_C

Lösung:

1. Berechnung von I_{Cmax}

$$I_{Cmax} = \frac{U}{R}$$

$$I_{Cmax} = \frac{5V}{1,8 * 10^3\Omega}$$

$$I_{Cmax} = 2,777 * 10^{-3}A$$

2. Berechnung von I_C nach 10ms

$$I_C = I_{Cmax} * e^{-\frac{t}{R*C}}$$

$$I_C = 2,777 * 10^{-3}A * e^{-\left(\frac{10*10^{-3}s}{1,8*10^3\Omega*2*10^{-9}F}\right)}$$

$$I_C = 0A$$

Nach 10ms beträgt die Stromstärke am Kondensator 0 A.

3. Berechnung von U_C

$$U_C = U * \left(1 - e^{-\frac{t}{R*C}}\right)$$

$$U_C = 5V * \left(1 - e^{-\left(\frac{10*10^{-3}s}{1,8*10^3\Omega*2*10^{-9}F}\right)}\right)$$

$$U_C = 5V$$

Nach 10ms beträgt die Spannung am Kondensator 5 V.

4. Berechnung von R_C

$$R_C = \frac{U_C}{I_C}$$

$$R_C = \frac{5V}{0A} \quad \text{nicht lösbar, deshalb über Grenzwert}$$

$$R_C = \lim_{I_C \rightarrow 0} \frac{5V}{I_C}$$

$$R_C = \infty$$

Der Widerstand am Kondensator wächst ins Unermessliche.

5. Berechnung von t_L

$$0 = e^{-\frac{t}{R * C}}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \ln x = -\frac{t}{R * C}$$

$$t = -\lim_{x \rightarrow 0} \ln x * R * C$$

$$t = -\lim_{x \rightarrow 0} \ln x * 1,8 * 10^3 \Omega * 2 * 10^{-9} F$$

7 Widerstand

Gegeben:

- $l = 50cm = 0,5m$
- $q = 1,5mm^2\Omega$
- $R_{20} = 9,5m\Omega = 9,5 * 10^{-3}\Omega$ - bei $20^\circ C$
- $R_{16} = 9,348m\Omega = 9,348 * 10^{-3}\Omega$ - bei $16^\circ C$

Gesucht:

- ϑ für $10m\Omega$
- ρ
- α

Lösung:

1. Berechnung von ρ

$$\rho = \frac{R * q}{l}$$

$$\rho = \frac{9,5 * 10^{-3}\Omega * 1,5mm^2}{l}$$

$$\rho = 0,0285 \frac{\Omega * mm^2}{m}$$

Der spezifische Widerstand beträgt $0,0285 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

2. Berechnung von α

$$\begin{aligned}\Delta\vartheta &= \frac{R_{20} - R_{16}}{\alpha * R_{20}} \\ \alpha &= \frac{R_{20} - R_{16}}{\Delta\vartheta * R_{20}} \\ \alpha &= \frac{9,5 * 10^{-3}\Omega - 9,348 * 10^{-3}\Omega}{4K * 9,5 * 10^{-3}\Omega} \\ \alpha &= 4 * 10^{-3} \frac{1}{K}\end{aligned}$$

Der Temperaturkoeffizient beträgt $4 * 10^{-3} \frac{1}{K}$.

3. Berechnung von ϑ für $10m\Omega$

$$\begin{aligned}\Delta\vartheta &= \frac{R_w - R_{20}}{\alpha * R_{20}} \\ \Delta\vartheta &= \frac{10 * 10^{-3}\Omega - 9,5 * 10^{-3}\Omega}{4 * 10^{-3} \frac{1}{K} * 9,5 * 10^{-3}\Omega} \\ \Delta\vartheta &= 13,158K\end{aligned}$$

Die Temperatur des Leiters, bei der der Widerstand $10m\Omega$ beträgt, liegt bei $33,158^\circ\text{C}$