

11. Übungsblatt

Besprechung: 16.01.2012

1. Elektrizität

Ein Mensch hat gegenüber seiner Umgebung eine Kapazität von $2 \cdot 10^{-10}$ F (= 200 pF). Durch Reibung seiner Schuhe auf einem Teppich lädt er sich auf eine negative Spannung von 350 V gegenüber der Unterlage auf. Welche Ladung hat er aufgenommen? Wie viele Elektronen sind das?

(Lösungswerte: $70 \cdot 10^{-9}$ C, $44 \cdot 10^{10}$ Elektronen)

Lösung:

Lösungsansatz: "physikalisches Phänomen: Kapazität"

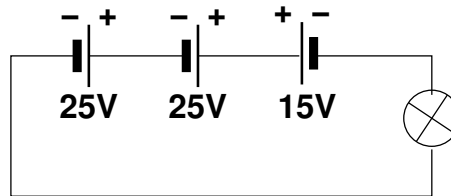
Es gilt: $Q = C \cdot U$. Also $Q = 2 \cdot 10^{-10}$ F \cdot 350 V = $70 \cdot 10^{-9}$ C

Die Zahl der Elektronen, die jeweils eine Elementarladung von $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C tragen ist damit

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{70 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 43.75 \cdot 10^{10} \text{ Elektronen}$$

2. Kirchhoffsche Gesetze, Widerstände

Welche Spannung liegt in folgender Schaltung an der Glühbirne ($R = 200\Omega$) und welche Leistung verbraucht sie?



(Lösungswert: 35 V, 6.1 W)

Lösung:

Es gilt die "Maschenregel": $U_{\text{Glühbirne}} = U_1 + U_2 + U_3 = 25 \text{ V} + 25 \text{ V} - 15 \text{ V} = 35 \text{ V}$

Die Leistung ist $P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} = \frac{(35 \text{ V})^2}{200\Omega} = 6.125 \text{ W}$.

3. Selbstinduktion

Bei einem elektrischen Weidezaun wird mittels Selbstinduktion ein Hochspannungspuls von 3 kV erzeugt. Dazu wird ein Strom $I = 10$ A, der durch eine Spule mit einer Induktivität von $L = 30$ mH fließt, schnell abgeschaltet.

- (a) Wie schnell muss man den Strom abschalten, um die Induktionsspannung von 3 kV zu erreichen?
- (b) Wie viele Windungen muss die Spule bei 12.5 cm Länge und 30 cm^2 Querschnittsfläche für die Induktivität von 30 mH haben?

(Hinweis: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$)

(Lösungswerte: 0.1 ms, ca. 1000)

Lösung:

(a) Es gilt: $U_{\text{ind}} = -L \cdot \dot{I} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{L \Delta I}{-U_{\text{ind}}} = \frac{0.03 \text{ H} \cdot 10 \text{ A}}{3000 \text{ V}} = 0.0001 \text{ s} = 0.1 \text{ ms}$
 (1 H = $1 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$)

(b) Es gilt: $L = \mu_0 \cdot N^2 \cdot \frac{A}{l} \rightarrow N^2 = \frac{l \cdot L}{\mu_0 \cdot A} = \frac{0.125 \text{ m} \cdot 0.03 \text{ H}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 0.0030 \text{ m}^2} \approx 995000$
 $\rightarrow N \approx 997$

4. Elektromagnetismus

Ergänzen Sie folgende Aussagen physikalisch korrekt:

- (a) Es gilt Ladung Q ist gleich Spannung U Kapazität C .
- (b) Es gilt Widerstand R ist gleich Spannung U Strom I .
- (c) Es gilt Leistung P ist gleich geteilt durch Widerstand R .
- (d) Eine Änderung des magnetischen Flusses erzeugt
- (e) Eine bewegte Ladung in einem Magnetfeld erfährt eine Kraft senkrecht zu
- (f) Beim Wechselstrom ist die effektive Spannung $U_{\text{eff}} =$

(Lösungswerte: (a) mal, (b) geteilt durch, (c) Spannungsquadrat U^2 , (d) eine Induktionsspannung U_{ind} , (e) Bewegungsrichtung und Magnetfeldrichtung, (f) $U_0/\sqrt{2}$.)

Lösung:

- (a) $Q = C \cdot U$.
- (b) $R = \frac{U}{I}$.
- (c) $P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$.
- (d) $U_{\text{ind}} = -\dot{\Phi} = -\frac{d\Phi}{dt}$.
- (e) Lorentzkraft $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$
- (f) Die zeitgemittelte Leistung beim Wechselstrom ist $\bar{P} = \frac{1}{2}U_0 \cdot I_0$. Man definiert daher die Effektivwerte von Spannung und Strom als $U_{\text{eff}} = U_0/\sqrt{2}$ und $I_{\text{eff}} = I_0/\sqrt{2}$ mit U_0 und I_0 als Spitzenwerte.