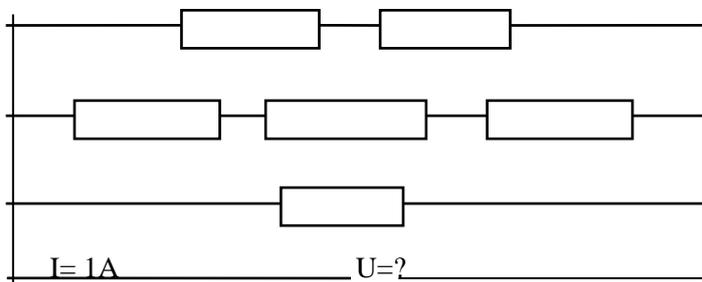


Name: _____

Aufgabe 1

Jeder Widerstand hat 10Ω . Welche Spannung muss angelegt werden, damit der Gesamtstrom gleich 1 A ist?



Einheiten nicht vergessen!
Auch beim Einsetzen!
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C/Vm}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Aufgabe 2

Zwei Ladungen von 1 mC und 2 mC haben einen Abstand von 10 cm . Welche Kraft üben sie aufeinander aus?
(4P)

Aufgabe 3

Die kreisförmigen, vertikalen Platten eines Kondensators haben einen Radius von $0,2 \text{ m}$ und einen Abstand von 12 cm . In der Mitte befindet sich ein Metallkugelchen mit der Masse $0,5 \text{ g}$. Es hängt an einem $\ell = 0,5 \text{ m}$ langen isolierenden Faden und trägt die Ladung 20 nC . An die Platten wird eine Spannung gelegt und das Kugelchen wird dadurch 2 cm horizontal ausgelenkt.

a) Welche Beziehung besteht zwischen der Kraft F und der Auslenkung s , wenn s klein gegenüber ℓ ist?

(6P) Begründung mit Skizze angeben!

b) Wie groß ist im obigen Fall die elektrische Kraft, die auf das geladene Metallkugelchen nach Anlegen der Spannung wirkt?

(5P) Spannung wirkt?

c) Wie groß ist die elektrische Feldstärke zwischen den Platten? Wie groß ist die angelegte Spannung?

(6P)

d) Wie viel Ladung ist pro cm^2 auf den Platten? Wie viel Ladung speichert jede Platte?

(6P)

Aufgabe 4

Ein Plattenkondensator hat einen Plattenabstand von $d = 5 \text{ mm}$ und eine Plattenfläche von $0,5 \text{ m}^2$.

a) Der Kondensator wird an eine Spannung von 1000 V gelegt. Welche Ladung (in nC) wird gespeichert?

(5P)

b) Nun wird eine Glasscheibe (Dicke 5 mm) mit $\epsilon_r = 6$ vollständig zwischen die Platten geschoben. Die Spannungsquelle bleibt dabei angeschlossen mit 1000 V . Welche Ladungsmenge muss nun auf die Platten fließen?

(5P)

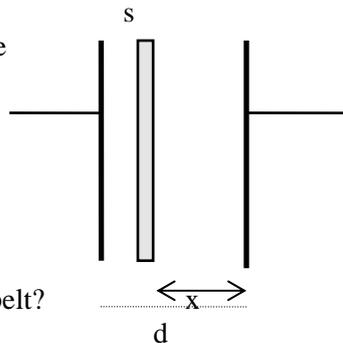
c) Der Kondensator mit Dielektrikum wird von der Spannungsquelle getrennt und gut isoliert. Ein Elektroskop mit der Kapazität von 500 pF wird nun parallel zum Kondensator geschaltet. Auf wie viel Volt sinkt die Spannung?

(7P)

d) Zwischen die leeren Platten wird nun eine dünne Scheibe gebracht (mit $s = 1 \text{ mm}$ und $\epsilon_r = 6$).

Der Abstand zu einer der Platten sei x . Berechne die Kapazität des entstehenden Kondensators und zeige, dass sie von x unabhängig ist. Hinweis: Betrachte den Kondensator als Reihenschaltung.

Wie dick muss die Scheibe ($\epsilon_r = 6$) sein, damit sich die Kapazität im Vergleich zum leeren Kondensator verdoppelt?



(10P)

Lösungsvorschlag:

$$1. \text{ Gesamtwiderstand } \frac{1}{R} = \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{30\Omega} + \frac{1}{10\Omega} = \frac{3+2+6}{60\Omega} = \frac{11}{60\Omega} \Rightarrow R = \frac{60}{11}\Omega$$

$$U = RI = \frac{60}{11}\Omega \cdot 1A = \frac{60}{11}V \approx 5,5V$$

$$2. F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} = \frac{1}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm}} \frac{10^{-3}C \cdot 2 \cdot 10^{-3}C}{(0,1m)^2} = \frac{200 \cdot 10^{-6}}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} N$$

$$\approx \frac{200 \cdot 10^{-6}}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} N = 1798kN !!!$$

$$3. \text{ a) Skizze: Es gilt } \tan \alpha = \frac{F}{G} \text{ und } \sin \alpha = \frac{s}{l}.$$

Wegen des kleinen Winkels, kann man die beiden Brüche gleichsetzen. Also gilt: $\frac{F}{G} = \frac{s}{l}$

$$b) F = \frac{Gs}{l} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} kg \cdot 9,81 m/s^2 \cdot 0,02m}{0,5m} = \frac{0,5 \cdot 9,81 \cdot 0,02}{0,5} mN = 0,196mN$$

$$c) E = \frac{F}{q} = \frac{0,196N}{20 \cdot 10^{-9}C} = 9810 \frac{N}{C} \quad \text{Die Spannung beträgt } U = Ed = 9810 \frac{V}{m} \cdot 0,12m = 1177V$$

d) Flächenladungsdichte

$$\sigma = \epsilon_0 E = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm} \cdot 9810 \frac{V}{m} = 8,68 \cdot 10^{-8} \frac{C}{m^2} = 8,68 \cdot 10^{-8} \frac{C}{10^4 cm^2} = 8,68 \frac{pC}{cm^2}$$

Auf einer Platte ist die Ladung von

$$Q = \sigma A = 8,68 \cdot 10^{-12} \frac{C}{cm^2} \cdot \pi \cdot (20cm)^2 = 10,9 \cdot 10^{-9} C = 10,9nC \text{ gespeichert.}$$

$$4. \text{ a) Die Kapazität ist } C = \epsilon_0 \frac{A}{d}. \text{ Die gespeicherte Ladung ist}$$

$$Q = CU = \epsilon_0 \frac{A}{d} U = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm} \cdot \frac{0,5m^2}{5 \cdot 10^{-3}m} \cdot 1000V \quad Q = 885nC$$

b) Die Kapazität steigt auf $C' = \epsilon_r C = 6C = 5,31nF$. Die gespeicherte Ladung beträgt nun

$$Q' = 5,31nF \cdot 1000V = 5310nC. \text{ Auf die Kondensatorplatten muss die Ladung}$$

$$Q' - Q = 4425nC \text{ fließen.}$$

c) Der Kondensator ist von der Spannungsquelle getrennt. An den Kondensator wird das Elektroskop parallel angeschlossen. Die gespeicherte Ladung von $5310nC$ verteilt sich auf den Kondensator und das Elektroskop.

$$\text{Die Gesamtkapazität beträgt } C_{\text{Elektroskop}} + C_{\text{Plattenkond.}} = 0,5nF + 5,31nF = 5,81nF.$$

$$\text{Die Spannung beträgt nun } U = \frac{Q'}{C_{\text{gesamt}}} = \frac{5310nC}{8,81nF} = 914V$$

d) Der Kondensator kann als Reihenschaltung von drei Kondensatoren aufgefasst werden. Es gilt dann:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{\epsilon_0 \cdot \frac{A}{d-x-s}} + \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{s}} + \frac{1}{\epsilon_0 \cdot \frac{A}{x}} = \frac{d-x-s}{\epsilon_0 \cdot A} + \frac{s}{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot A} + \frac{x}{\epsilon_0 \cdot A}$$

$$\frac{(d-x-s) \cdot \epsilon_r + s + x\epsilon_r}{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot A} = \frac{(d-s) \cdot \epsilon_r + s}{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot A}. \text{ Also ist } C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot A}{(d-s) \cdot \epsilon_r + s}. \text{ Die Kapazität hängt also nicht}$$

davon ab, wo sich die Scheibe zwischen den Platten befindet. $C = 1,06 nF$

$$\text{Es soll } C = 2 \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} \text{ sein. Also gilt: } \frac{2}{d} = \frac{\epsilon_r}{(d-s) \cdot \epsilon_r + s}. \text{ Daraus folgt } 2(d-s) \cdot \epsilon_r + 2s = \epsilon_r d$$

$$d\epsilon_r = 2s\epsilon_r - 2s. \text{ Also } d\epsilon_r = s(2\epsilon_r - 2). \text{ Also } s = \frac{d\epsilon_r}{2\epsilon_r - 2} = \frac{5mm \cdot 6}{12 - 2} = 3mm$$