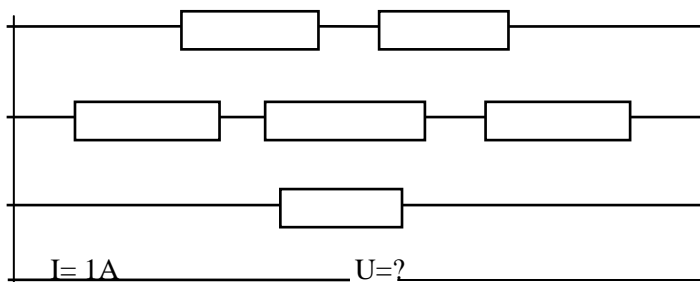


Name: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 1**

Jeder Widerstand hat  $10 \Omega$ . Welche Spannung muss angelegt werden, damit der Gesamtstrom gleich  $1 \text{ A}$  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  $1 \text{ mC}$  und  $2 \text{ mC}$  haben einen Abstand von  $10 \text{ cm}$ . Welche Kraft üben sie aufeinander aus?  
(4P)

**Aufgabe 3**

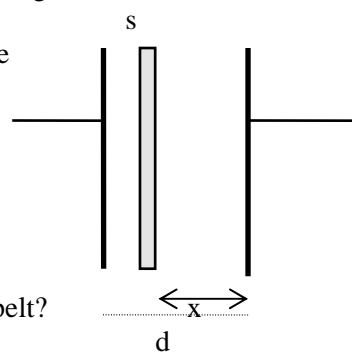
Die kreisförmigen, vertikalen Platten eines Kondensators haben einen Radius von  $0,2 \text{ m}$  und einen Abstand von  $12 \text{ cm}$ . In der Mitte befindet sich ein Metallkugelchen mit der Masse  $0,5 \text{ g}$ . Es hängt an einem  $\ell = 0,5 \text{ m}$  langen isolierenden Faden und trägt die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

- a) Welche Beziehung besteht zwischen der Kraft  $F$  und der Auslenkung  $s$ , wenn  $s$  klein gegenüber  $\ell$  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)
- c) Wie groß ist die elektrische Feldstärke zwischen den Platten? Wie groß ist die angelegte Spannung?  
(6P)
- d) Wie viel Ladung ist pro  $\text{cm}^2$  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  $1000 \text{ V}$  gelegt. Welche Ladung (in  $\text{nC}$ ) wird gespeichert?  
(5P)
- b) Nun wird eine Glasscheibe (Dicke  $5 \text{ mm}$ ) mit  $\epsilon_r = 6$  vollständig zwischen die Platten geschoben. Die Spannungsquelle bleibt dabei angeschlossen mit  $1000 \text{ V}$ . 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  $500 \text{ pF}$  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)

Punkte: \_\_\_\_\_ Note: \_\_\_\_\_

## Lösungsvorschlag:

1. 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. a) Skizze: Es gilt  $\tan \alpha = \frac{F}{G}$  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)  $E = \frac{F}{q} = \frac{0,196N}{20 \cdot 10^{-9}C} = 9810 \frac{N}{C}$  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. a) Die Kapazität ist  $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ . 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.  $C = 1,06 nF$

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

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