

Übung und Seminar zur Vorlesung „Grundlagen der Technischen Informatik 1“

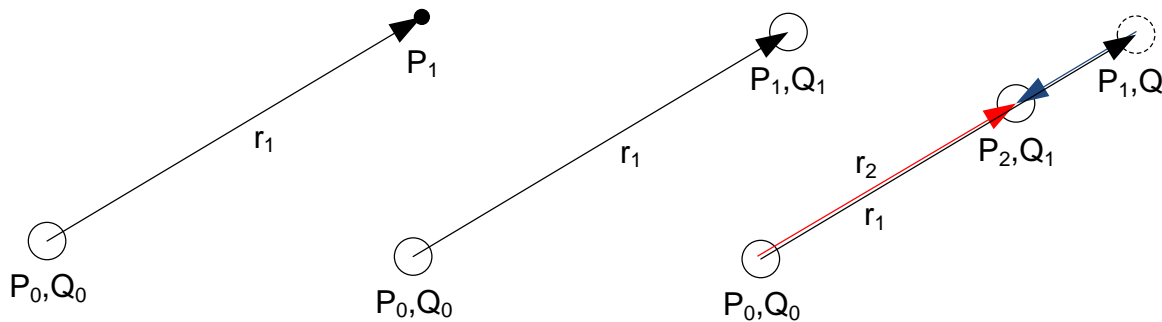
1. Aufgabenkomplex

1. Aufgabe

1. Aufgabe

Physikalische Eigenschaften von Ladungen

Gegeben sind zwei kugelförmige Ladungen Q_1 und Q_2 .

**Werte:**

$$Q_0 = -5 \mu\text{C}$$

$$Q_1 = -2 \mu\text{C}$$

$$r_1 = 3 \text{ m}$$

$$r_2 = 1 \text{ m}$$

$$\epsilon_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$$

$$\epsilon_{r\text{-Luft}} = 1$$

Medium = Luft

Bei homogener Verteilung kann man sich die kugelförmigen Ladungen als Punktladungen mit der Ladung im Mittelpunkt denken.

1. Aufgabe

1. Aufgabe

Physikalische Eigenschaften von Ladungen

- 1.1. Bestimmen Sie die Feldstärke E_1 am Punkt P_1 .
- 1.2. Bestimmen Sie die Kraft F_1 zwischen P_0 und P_1 , wenn sich im Punkt P_1 die Ladung Q_1 befindet.
- 1.3. Bestimmen Sie den Energieunterschied W_2 zwischen P_1 und P_2 , wenn sich Q_1 von P_1 auf r_2 nach P_2 bewegt.
- 1.4. Bestimmen Sie die Spannung U_2 zwischen P_1 und P_2 .
- 1.5. Bestimmen Sie die Feldstärke E_2 am Punkt P_2 .
- 1.6. Bestimmen Sie die Kraft F_2 zwischen P_0 und P_2 .
- 1.7. Bestimmen Sie die Anzahl n der Elektronen der Ladung Q_0 in P_0 .

Es sind nur die Beträge der physikalischen Größen zu berechnen.
Mit Vorzeichen aber ohne Vektor.

1. Aufgabe

Formeln und Maßeinheiten:

Formeln:

$$\vec{E}_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0}{r_1^2} \cdot \vec{r}_0$$

$$\vec{F}_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_1}{r_1^2} \cdot \vec{r}_0 = \vec{E}_1 \cdot Q_1$$

$$E_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0}{r_1^2}$$

$$F_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_1}{r_1^2} = E_1 \cdot Q_1$$

$$W_2 = W_{r_1, r_2} = \int_{r_1}^{r_2} F \cdot dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_1}{r^2} \cdot dr$$

$$= \frac{Q_0 \cdot Q_1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \left[-\frac{1}{r} \right]_{r_1}^{r_2} = \frac{-Q_0 \cdot Q_1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right]$$

$$U_2 = U_{r_1, r_2} = \frac{W_{r_1, r_2}}{Q_1}$$

$$= \int_{r_1}^{r_2} E \cdot dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0}{r^2} \cdot dr = \frac{-Q_0}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right]$$

$$= \phi_{r_2} - \phi_{r_1} = \int_{-\infty}^{r_2} E \cdot dr - \int_{-\infty}^{r_1} E \cdot dr$$

$$Q = n \cdot e_0$$

Maßeinheiten

$$[U] = V$$

$$[Q] = C = As$$

$$[r] = m$$

$$[\varepsilon_r] = \text{---}$$

$$[\varepsilon_0] = \frac{As}{Vm}$$

$$[E] = \frac{V}{m}$$

$$[F] = N = \frac{kgm}{s^2} = \frac{Ws}{m} = \frac{VAs}{m}$$

Dies erhält man über die Energie:

$$[W] = 1J = 1Ws = 1Nm = 1 \frac{kgm^2}{s^2}$$

2. Aufgabe

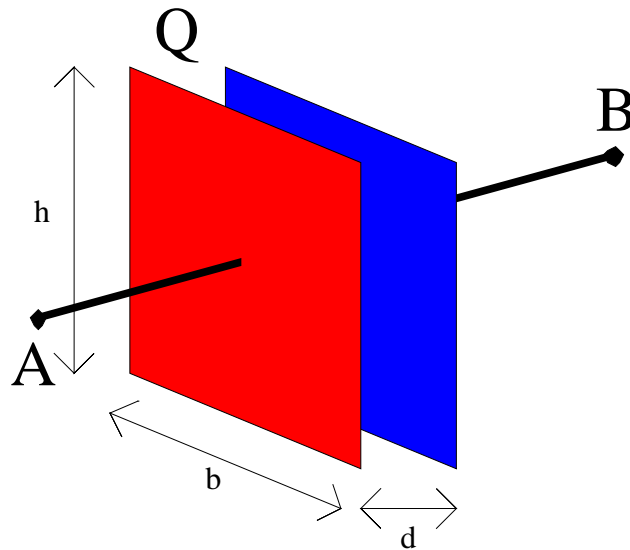
2. Aufgabe

Elektrische Kennwerte eines Kondensators

Gegeben ist ein Plattenkondensator

Nach dem Anlegen der Spannung ist die rote Seite (A) positiv und die blaue- (B) negativ geladen.

Plattenkondensator

**Werte:**

$$U_{AB} = 100V$$

$$b = 1m$$

$$h = 500mm$$

$$d = 1mm$$

$$\epsilon_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}C$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}As/Vm$$

$$\epsilon_{r-Luft} = 1$$

$$\epsilon_{r-Glimmer} = 8$$

2. Aufgabe

2. Aufgabe

Elektrische Kennwerte eines Kondensators

- 2.1. Bestimmen Sie die Kapazität C_L des Plattenkondensators.
- 2.2. Bestimmen Sie die Ladung Q_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 2.3. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 2.4. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_L .
- 2.5. Bestimmen Sie die Kraft F_{AB-L} zwischen den Platten.
- 2.6. Bestimmen Sie die Feldstärke E_{AB-L} zwischen den Platten.

Nun wird zwischen die Platten Glimmer gegeben. Die Ladung auf dem Kondensator ändert sich dabei nicht.

- 2.7. Bestimmen Sie die Kapazität C_G des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 2.8. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB-G} des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 2.9. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_G .

2. Aufgabe

Formeln und Maßeinheiten:

Formeln:

$$Q = C \cdot U$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{2 \cdot F}{Q}$$

$$Q_A = Q = Q_1 \quad Q_B = -Q = Q_2 \quad Q_A = -Q_B$$

$$W = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \Rightarrow F = \frac{C \cdot U^2}{2 \cdot s}$$

$$F = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{2s^2} \cdot U^2 \quad \text{mit } s = d$$

$$Q_A = n \cdot e_0 \quad Q_B = -n \cdot e_0$$

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d}$$

$$A = b \cdot h$$

Maßeinheiten:

$$[U] = V$$

$$[Q] = C = As$$

$$[C] = F = \frac{As}{V}$$

$$[d] = [l] = [h] = m$$

$$[\epsilon_r] = \text{---}$$

$$[\epsilon_0] = \frac{As}{Vm}$$

$$[F] = N = \frac{kgm}{s^2} = \frac{Ws}{m}$$

Dies erhält man über die Energie:

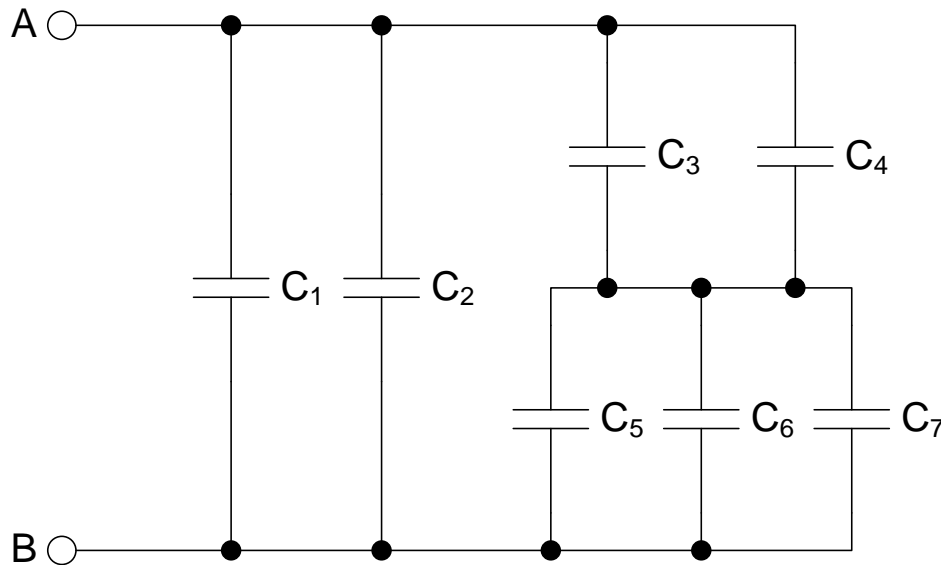
$$[W] = 1J = 1Ws = 1Nm = 1 \frac{kgm^2}{s^2}$$

3. Aufgabe

3. Aufgabe

Serienschaltung von Kondensatoren

Gegeben ist folgende Schaltung:

**Werte:**

$$C_1 = 150\text{nF}$$

$$C_2 = 200\text{nF}$$

$$C_3 = 80\text{nF}$$

$$C_4 = 20\text{nF}$$

$$C_5 = 30\text{nF}$$

$$C_6 = 60\text{nF}$$

$$C_7 = 10\text{nF}$$

Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{AB} zwischen den Punkten A und B

3. Aufgabe

3. Aufgabe

Serienschaltung von Kondensatoren

- 3.1. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{34} der Kondensatoren C_3 bis C_4 .
- 3.2. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{567} der Kondensatoren C_5 bis C_7 .
- 3.3. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{3-7} der Kondensatoren C_3 bis C_7 .
- 3.4. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität $C_{AB} = C_{1-7}$ der Kondensatoren C_1 bis C_7 .

3. Aufgabe

Formeln und Maßeinheiten:

*Formel:**Reihenschaltung von 2 Kondensatoren:*

$$C_{ers} = \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right]^{-1} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Parallelschaltung von Kondensatoren:

$$C_{ers} = \sum_{k=1}^n C_k$$

Reihenschaltung von Kondensatoren:

$$\frac{1}{C_{ers}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k}$$

mit: $C_{ers}^* = \frac{1}{C_{ers}}$ und $C_k^* = \frac{1}{C_k}$ folgt

$$C_{ers}^* = \sum_{k=1}^n C_k^*$$

Maßeinheit:

$$[U] = V$$

$$[I] = A$$

$$[C] = F = \frac{C}{V} = \frac{As}{V}$$

$$[C^*] = F^{-1} = \frac{V}{C} = \frac{V}{As}$$

Punkteverteilung:

Gesamtpunktzahl: 30 Punkte

Aufgabe 1.1-1.3 je 2 Punkte

Aufgabe 1.4-1.7 je 1 Punkte

Aufgabe 2.1-2.3 je 2 Punkte

Aufgabe 2.4-2.9 je 1 Punkte

Aufgabe 3.1-3.4 je 2 Punkte

Bemerkung:

- In allen Formeln mit Zahlen sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.
- Bei den Endergebnissen sind die Maßeinheiten zu verwenden, die, wenn vorhanden, aus einem Buchstaben bestehen. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.
- Bei den Endergebnissen sind die $10^{\pm 3}$ Präfixe konsequent zu verwenden. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren. Präfixe nur verwenden, wenn eine Maßeinheit dahinter ist.
- Alle Aufgaben auf eine Mantissengenauigkeit von 4 Stellen genau berechnen, wenn in der Aufgabe nicht anders angegeben (Siehe Beispiele Präfixe).
- Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.
- Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.
- Jedes Blatt ist wie folgt zu nummerieren Seite/Gesamtzahl der Seiten (z.B. Seite 6/8)

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal):

Präfix	Faktor	Bezeichnung	Präfix	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta	m	10^{-3}	Milli
Z	10^{21}	Zetta	μ	10^{-6}	Mikro
E	10^{18}	Exa	n	10^{-9}	Nano
P	10^{15}	Peta	p	10^{-12}	Piko
T	10^{12}	Tera	f	10^{-15}	Femto
G	10^9	Giga	a	10^{-18}	Atto
M	10^6	Mega	z	10^{-21}	Zepto
k	10^3	Kilo	y	10^{-24}	Yokto

Umgang mit den Präfixen am Beispiel der Mantissengenauigkeit von 4 Stellen:

---,- Präfix Maßeinheit

--,-- Präfix Maßeinheit

-,--- Präfix Maßeinheit

Beispiele:

216,4 μ F; 33,45kHz; 2,456M Ω ; 7,482A

1. Aufgabe Lösung

Physikalische Eigenschaften von Ladungen

- 1.1. Bestimmen Sie die Feldstärke E_1 am Punkt P_1 .
- 1.2. Bestimmen Sie die Kraft F_1 zwischen P_0 und P_1 , wenn sich im Punkt P_1 die Ladung Q_1 befindet.
- 1.3. Bestimmen Sie den Energieunterschied W_2 zwischen P_1 und P_2 , wenn sich Q_1 von P_1 auf r_2 nach P_2 bewegt.
- 1.4. Bestimmen Sie die Spannung U_2 zwischen P_1 und P_2 .
- 1.5. Bestimmen Sie die Feldstärke E_2 am Punkt P_2 .
- 1.6. Bestimmen Sie die Kraft F_2 zwischen P_0 und P_2 .
- 1.7. Bestimmen Sie die Anzahl n der Elektronen der Ladung Q_0 in P_0 .

Es sind nur die Beträge der physikalischen Größen zu berechnen.
Mit Vorzeichen aber ohne Vektor.

Lösung - 1. Aufgabe

1.1. Bestimmen Sie die Feldstärke E_1 am Punkt P_1 .

$$E_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_0}{r_1^2}$$

$$\pi = 3,1415 \quad \bullet \quad \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \quad \bullet \quad \epsilon_r = 1 \quad \bullet \quad Q_0 = -5 \mu C \quad \bullet \quad r_1 = 3m$$

$$E_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \frac{-5 \mu C}{(3m)^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \frac{-5 \mu As}{(3m)^2} = \frac{1}{111,3 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \frac{-5 \cdot 10^{-6} As}{9m^2}$$

$$= \frac{1}{111,3 \cdot 10^{-12} \frac{1}{V} \cdot 1} \cdot \frac{-5 \cdot 10^{-6}}{9m} = 8,987 \cdot 10^9 \cdot (-0,5556 \cdot 10^{-6}) = -4,993 \cdot 10^3 \frac{V}{m} = -4,993 \frac{kV}{m}$$

1.2. Bestimmen Sie die Kraft F_1 zwischen P_0 und P_1 , wenn sich im Punkt P_1 die Ladung Q_1 befindet.

$$F_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_1}{r_1^2} = E_1 \cdot Q_1$$

$$E_1 = -4,993 \frac{kV}{m} \quad \bullet \quad Q_1 = -2 \mu C$$

$$F_1 = -4,993 \frac{kV}{m} \cdot (-2 \mu C) = 9,986 \cdot 10^{-3} \frac{VAs}{m} = 9,986 mN$$

Lösung - 1. Aufgabe

1.3. Bestimmen Sie den Energieunterschied W_2 zwischen P_1 und P_2 , wenn sich Q_1 von P_1 auf r_2 nach P_2 bewegt.

$$W_2 = W_{r_1, r_2} = \int_{r_1}^{r_2} F \cdot dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_1}{r^2} \cdot dr = \frac{Q_0 \cdot Q_1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \left[-\frac{1}{r} \right]_{r_1}^{r_2} = \frac{-Q_0 \cdot Q_1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right]$$

$$\pi = 3,1415 \quad \bullet \quad \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \quad \bullet \quad \epsilon_r = 1 \quad \bullet \quad Q_0 = -5 \mu C \quad \bullet \quad Q_1 = -2 \mu C \quad \bullet \quad r_1 = 3m \quad \bullet \quad r_2 = 1m$$

$$W_2 = W_{r_1, r_2} = \frac{-(-5 \mu C) \cdot (-2 \mu C)}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \left[\frac{1}{1m} - \frac{1}{3m} \right] = \frac{-5 \cdot 10^{-6} As \cdot 2 \cdot 10^{-6} As}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot [1m^{-1} - 0,3333m^{-1}] = \frac{-10 \cdot 10^{-12} VAsm}{1,113 \cdot 10^{-10}} \cdot 0,6667m^{-1}$$

$$= \frac{-10 \cdot 10^{-12} Ws}{1,113 \cdot 10^{-10}} \cdot 0,6667 = 89,84 \cdot 10^{-3} Ws \cdot 0,6667 = -59,90 \cdot 10^{-3} J$$

Lösung - 1. Aufgabe

1.4. Bestimmen Sie die Spannung U_2 zwischen P_1 und P_2 .

$$U_2 = U_{r_1, r_2} = \frac{W_{r_1, r_2}}{Q_1}$$

$$W_{r_1, r_2} = -59,90 \cdot 10^{-3} \text{ J} \quad \bullet \quad Q_1 = -2 \mu\text{C}$$

$$U_2 = U_{r_1, r_2} = \frac{-59,90 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{-2 \mu\text{C}} = \frac{59,90 \cdot 10^{-3} \text{ VA s}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ As}} = \frac{59,90 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{2 \cdot 10^{-6}} = 29,95 \text{ kV}$$

oder

$$U_2 = U_{r_1, r_2} = \int_{r_1}^{r_2} E \cdot dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_0}{r^2} \cdot dr = \frac{Q_0}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \left[-\frac{1}{r} \right]_{r_1}^{r_2} = \frac{-Q_0}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right]$$

$$\pi = 3,1415 \quad \bullet \quad \varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \quad \bullet \quad \varepsilon_r = 1 \quad \bullet \quad Q_0 = -5 \mu\text{C} \quad \bullet \quad r_1 = 3 \text{ m} \quad \bullet \quad r_2 = 1 \text{ m}$$

$$U_2 = U_{r_1, r_2} = \frac{-(-5 \mu\text{C})}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 1} \cdot \left[\frac{1}{1 \text{ m}} - \frac{1}{3 \text{ m}} \right] = \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ As}}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 1} \cdot \left[1 \text{ m}^{-1} - 0,3333 \text{ m}^{-1} \right] = \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ Vm}}{1,113 \cdot 10^{-10}} \cdot 0,6667 \text{ m}^{-1}$$

$$= 8,987 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot 0,6667 = 44,94 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 0,6667 = 29,96 \cdot 10^3 \text{ V} = 29,96 \text{ kV}$$

es gilt auch:

$$U_2 = U_{r_1, r_2} = \phi_{r_2} - \phi_{r_1} = \int_{-\infty}^{r_2} E \cdot dr - \int_{-\infty}^{r_1} E \cdot dr = 44,94 \cdot 10^3 \text{ Vm} \frac{1}{1 \text{ m}} - 44,94 \cdot 10^3 \text{ Vm} \frac{1}{3 \text{ m}} = 44,94 \cdot 10^3 \text{ V} - 14,98 \cdot 10^3 \text{ V} = 29,96 \text{ kV}$$

Lösung - 1. Aufgabe

1.5. Bestimmen Sie die Feldstärke E_2 am Punkt P_2 .

$$E_2 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_0}{r_2^2}$$

$$\pi = 3,1415 \quad \bullet \quad \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \quad \bullet \quad \epsilon_r = 1 \quad \bullet \quad Q_0 = -5\mu C \quad \bullet \quad r_2 = 1m$$

$$E_2 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \frac{-5\mu C}{(1m)^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \frac{-5\mu As}{(1m)^2} = \frac{1}{111,3 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 1} \cdot \frac{-5 \cdot 10^{-6} As}{1m^2}$$

$$= \frac{1}{111,3 \cdot 10^{-12} \frac{1}{V} \cdot 1} \cdot \frac{-5 \cdot 10^{-6}}{1m} = 8,987 \cdot 10^9 \cdot (-5 \cdot 10^{-6}) = -44,94 \cdot 10^3 \frac{V}{m} = -44,94 \frac{kV}{m}$$

1.6. Bestimmen Sie die Kraft F_2 zwischen P_0 und P_2 .

$$F_2 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_1}{r_1^2} = E_2 \cdot Q_1$$

$$E_2 = -44,94 \frac{kV}{m} \quad \bullet \quad Q_1 = -2\mu C$$

$$F_2 = -44,94 \frac{kV}{m} \cdot (-2\mu C) = 89,88 \cdot 10^{-3} \frac{VAs}{m} = 89,88mN$$

Lösung - 1. Aufgabe

1.7. Bestimmen Sie die Anzahl n der Elektronen der Ladung Q_0 in P_0 .

$$n = \frac{Q_0}{e_0}$$

$$Q_0 = -5\mu\text{C} \quad \bullet \quad e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$n = \frac{-5\mu\text{C}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}} = \frac{-5 \cdot 10^{-6} \text{C}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}} = -3,121 \cdot 10^{13} = -31,21 \cdot 10^{12}$$

2. Aufgabe Lösung

Elektrische Kennwerte eines Kondensators

- 2.1. Bestimmen Sie die Kapazität C_L des Plattenkondensators.
- 2.2. Bestimmen Sie die Ladung Q_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 2.3. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 2.4. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_L .
- 2.5. Bestimmen Sie die Kraft F_{AB-L} zwischen den Platten.
- 2.6. Bestimmen Sie die Feldstärke E_{AB-L} zwischen den Platten.

Nun wird zwischen die Platten Glimmer gegeben. Die Ladung auf dem Kondensator ändert sich dabei nicht.

- 2.7. Bestimmen Sie die Kapazität C_G des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 2.8. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB-G} des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 2.9. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_G .

Lösung - 2. Aufgabe

2.1. Bestimmen Sie die Kapazität C_L des Plattenkondensators.

$$C_L = \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

$$A = b \cdot h$$

$$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \quad \bullet \quad \varepsilon_{r-Luft} = 1 \quad \bullet \quad b = 1m \quad \bullet \quad h = 500mm \quad \bullet \quad d = 1mm$$

$$A = 1m \cdot 500mm = 500000mm^2 = 0,5m^2$$

$$C_L = 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot \frac{0,5m^2}{1mm} = 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot \frac{0,5m^2}{1 \cdot 10^{-3}m} =$$

$$= 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{V} \cdot 500 = 4,427 \cdot 10^{-9} F = 4,427nF$$

2.2. Bestimmen Sie die Ladung Q_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.

$$Q_{B-L} = C_L \cdot U_{AB-L}$$

$$C_L = 4,427nF \quad \bullet \quad U_{AB-L} = 100V$$

$$Q_{B-L} = -4,427nF \cdot 100V = -4,427 \cdot 10^{-9} \frac{As}{V} \cdot 100V$$

$$= -442,7 \cdot 10^{-9} As = -442,7 \cdot 10^{-9} C = -442,7nC$$

Lösung - 2. Aufgabe

2.3. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.

$$Q_{B-L} = n \cdot e_0 \Rightarrow n = \frac{Q_{B-L}}{e_0}$$

$$Q_{B-L} = 442,7 \text{ nC} \quad \bullet \quad e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$n_{B-L} = \frac{442,7 \text{ nC}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \frac{442,7 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \frac{442,7 \cdot 10^{10}}{1,602}$$

$$= 276,3 \cdot 10^{10} = 2,763 \cdot 10^{12}$$

2.4. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_L .

$$W_L = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot C_L \cdot U_{AB}^2$$

$$C_L = 4,427 \text{ nF} \quad \bullet \quad U_{AB} = 100 \text{ V}$$

$$W_L = \frac{1}{2} \cdot 4,427 \text{ nF} \cdot [100 \text{ V}]^2 = \frac{1}{2} \cdot 4,427 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot 10^4 \text{ V}^2$$

$$= 2,214 \cdot 10^{-5} \text{ Ws} = 22,14 \cdot 10^{-6} \text{ Ws}$$

$$= 22,14 \mu\text{J}$$

Lösung - 2. Aufgabe

2.5. Bestimmen Sie die Kraft F_{AB-L} zwischen den Platten.

$$F_{AB} = \frac{C_L \cdot U_{AB}^2}{2d}$$

$$C_L = 4,427 \text{ nF} \quad \bullet \quad U_{AB} = 100 \text{ V} \quad \bullet \quad d = 1 \text{ mm}$$

$$F_{AB-L} = \frac{4,427 \text{ nF} \cdot (100 \text{ V})^2}{2 \text{ mm}} = \frac{4,427 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot \text{V}^2}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 2,214 \cdot 10^{-2} \frac{\text{VA s}}{\text{m}} = 22,14 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Ws}}{\text{m}} = 22,14 \text{ mN}$$

2.6. Bestimmen Sie die Feldstärke E_{AB-L} zwischen den Platten.

$$E_{AB} = \frac{U_{AB}}{d} \left[= \frac{2 \cdot F_{AB}}{Q} \right]$$

$$U_{AB} = 100 \text{ V} \quad \bullet \quad d = 1 \text{ mm}$$

$$E_{AB-L} = \frac{100 \text{ V}}{1 \text{ mm}} = \frac{100 \text{ V}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 100 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 100 \frac{\text{kV}}{\text{m}} = 100 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$$

Lösung - 2. Aufgabe

Nun wird zwischen die Platten Glimmer gegeben. Die Ladung auf dem Kondensator ändert sich dabei nicht.

2.7. Bestimmen Sie die Kapazität C_G des Plattenkondensators mit dem Glimmer.

$$C_G = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

$$A = b \cdot h$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \quad \bullet \quad \epsilon_{r-Glimmer} = 8 \quad \bullet \quad b = 1m \quad \bullet \quad h = 500mm \quad \bullet \quad d = 1mm$$

$$A = 1m \cdot 500mm = 500000mm^2 = 0,5m^2$$

$$C_G = 8 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot \frac{0,5m^2}{1mm} = 8 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot \frac{0,5m^2}{1 \cdot 10^{-3}m} =$$

$$= 8 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{V} \cdot 500 = 8 \cdot 4.427 \cdot 10^{-9} F = 35,42 \cdot 10^{-9} F = 35,42nF$$

2.8. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB-G} des Plattenkondensators mit dem Glimmer.

$$Q_{B-G} = C_G \cdot U_{AB-G} \Rightarrow U_{AB-G} = \frac{Q_{B-G}}{C_G}$$

$$Q_{B-G} = Q_{B-L} = -442,7nC \quad \bullet \quad C_G = 35,42nF$$

$$U_{AB-G} = \frac{-442,7nC}{35,42nF} = \frac{-442,7 \cdot 10^{-9} As}{35,42 \cdot 10^{-9} \frac{As}{V}} = -12,5V$$

2.9. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_G .

$$W_G = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot C_G \cdot U_{AB-G}^2$$

$$C_G = 35,42nF \quad \bullet \quad U_{AB-G} = 12,5V$$

$$W_L = \frac{1}{2} \cdot 35,42nF \cdot [12,5V]^2 = \frac{1}{2} \cdot 35,42 \cdot 10^{-9} \frac{As}{V} \cdot 156,3V^2 \\ = 2,767 \cdot 10^{-6}Ws = 2,767 \mu J$$

3. Aufgabe Lösung

Serienschaltung von Kondensatoren

- 3.1. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{34} der Kondensatoren C_3 bis C_4 .
- 3.2. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{567} der Kondensatoren C_5 bis C_7 .
- 3.3. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{3-7} der Kondensatoren C_3 bis C_7 .
- 3.4. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität $C_{AB} = C_{1-7}$ der Kondensatoren C_1 bis C_7 .

Lösung - 3. Aufgabe

3.1. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{34} der Kondensatoren C_3 bis C_4 .

$$C_{34} = C_3 + C_4$$

$$C_3 = 80nF \quad \bullet \quad C_4 = 20nF$$

$$C_{34} = 80nF + 20nF = 100nF$$

3.2. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{567} der Kondensatoren C_5 bis C_7 .

$$C_{567} = C_5 + C_6 + C_7$$

$$C_5 = 30nF \quad \bullet \quad C_6 = 60nF \quad \bullet \quad C_7 = 10nF$$

$$C_{567} = 30nF + 60nF + 10nF = 100nF$$

3.3. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{3-7} der Kondensatoren C_3 bis C_7 .

$$\frac{1}{C_{3-7}} = \frac{1}{C_{34}} + \frac{1}{C_{567}}$$
$$C_{34} = 100nF \quad \bullet \quad C_{567} = 100nF$$
$$\frac{1}{C_{3-7}} = \frac{1}{100nF} + \frac{1}{100nF} = 10 \cdot 10^6 F^{-1} + 10 \cdot 10^6 F^{-1} = 20 \cdot 10^6 F^{-1} = \frac{1}{20 \cdot 10^6 F^{-1}} = 50nF$$

3.4. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität $C_{AB} = C_{1-7}$ der Kondensatoren C_1 bis C_7 .

$$C_{AB} = C_{1-7} = C_{3-7} + C_1 + C_2$$
$$C_{3-7} = 50nF \quad \bullet \quad C_1 = 150nF \quad \bullet \quad C_2 = 200nF$$
$$C_{AB} = 50nF + 150nF + 200nF = 400nF$$