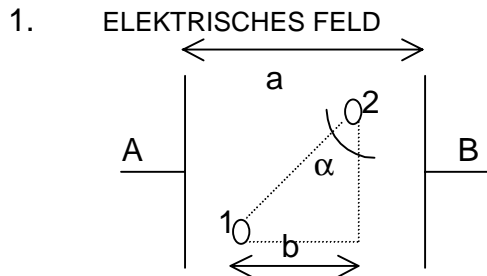


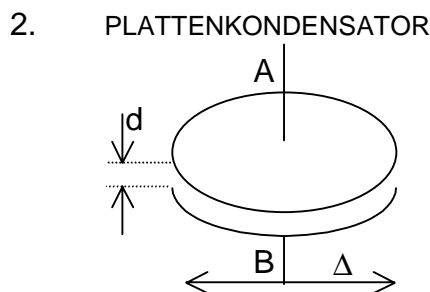
## 81 Übungen und Lösungen

### 81.1 Übungen



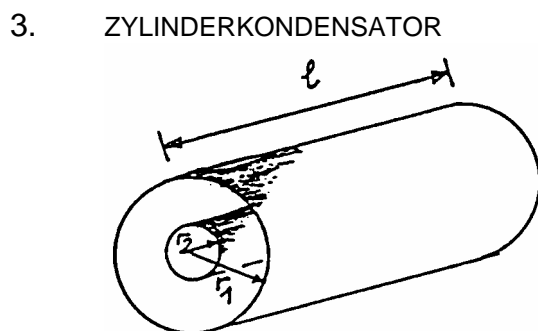
Zwischen zwei metallischen Platten mit dem Abstand  $a = 15 \text{ mm}$  herrsche eine elektrische Feldstärke von  $E = 500 \text{ kVm}^{-1}$ . Weiter sind  $\alpha = \pi/6$  und  $b = 3 \text{ mm}$ .

- Wie gross wird die Spannung  $U_{12}$  zwischen den zwei Punkten 1 und 2 ?
- Wie gross wird die Spannung zwischen den Klemmen A und B ?



Gegeben seien zwei kreisförmige metallische Platten im Abstand von  $d = 2 \text{ mm}$ . Plattendurchmesser  $\Delta = 400 \text{ mm}$ .

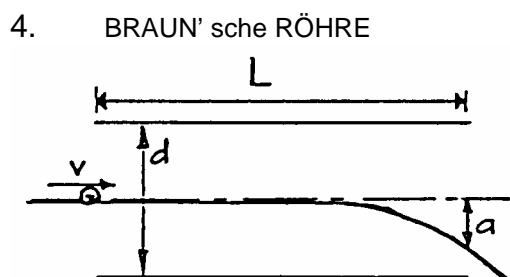
- Wie gross ist die Kapazität  $C$  dieser Anordnung in Luft ?
- Wie gross ist die gespeicherte Energie  $W$  bei  $U_{AB} = 1 \text{ kV}$  ?
- Wie gross wird die Anziehungskraft  $F$  zwischen den Platten ?
- Zwischen die Platten wird Pertinax gebracht. Wie gross werden so a) bis d) ?



Gegeben ist ein konzentrischer Zylinderkondensator mit dem Dielektrikum Luft.

$r_1 = 8 \text{ mm}$ ,  $r_2 = 1 \text{ mm}$ ,  $l = 30 \text{ cm}$ .

- Wie gross ist die Kapazität  $C$  ?
- $C$  pro Längeneinheit ?  $\text{Fm}^{-1}$  ?
- Was geschieht, wenn das Dielektrikum aus Teflon besteht ?

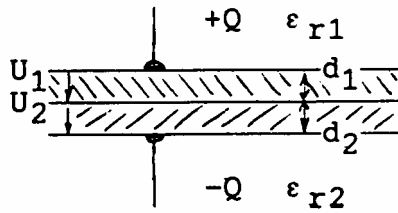


Zwischen die Platten eines Plattenkondensators mit  $d = 25 \text{ mm}$  und  $L = 60 \text{ mm}$  wird ein Elektron mit der Geschwindigkeit  $v = 0,1 c$  geschossen.  $c = 300'000 \text{ kms}^{-1}$ .

Dabei wird das Elektron  $e$  um  $a = 8 \text{ mm}$  abgelenkt.

Welche Spannung  $U$  liegt an den Platten des Kondensators ?

5.

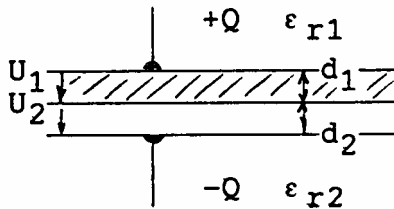


$d_1 = 300 \mu\text{m}$ ,  $d_2 = 500 \mu\text{m}$ ,  $\epsilon_{r1} = 3,8$ ,  $\epsilon_{r2} = 4,7$ ;  $Q = 2,5 \mu\text{C}$ , Plattenfläche  $A = 900 \text{ cm}^2$

## GESCHICHTETER KONDENSATOR

- Wie gross sind die Verschiebungsdichten (Flussdichten)  $D_1$  und  $D_2$ , sowie die Feldstärken  $E_1$  und  $E_2$  in den beiden Dielektrika (Isolierstoffschichten) ?
- Welchen Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  liegen über den beiden Isolierschichten ?
- Wie gross wird die Kapazität  $C$  der Anordnung ?

6.



$d_1 = 500 \mu\text{m}$ ,  $d_2 = 1 \text{ mm}$ ,  $\epsilon_{r1} = 3,8$ ,  $\epsilon_{r2} = 1$   
 $U_1 = 100 \text{ V}$ , Plattenfläche  $A = 100 \text{ cm}^2$

## GESCHICHTETER KONDENSATOR

- Wie gross sind die Verschiebungsdichten (Flussdichten)  $D_1$  und  $D_2$ , sowie die Feldstärken  $E_1$  und  $E_2$  in den beiden Dielektrika (Isolierstoffschichten) ?
- Wie gross sind  $U_2$  und die Gesamtspannung  $U$  ?
- Wie gross wird die Kapazität  $C$  der Anordnung ?

7.

Polystyrol  
Aluminium  
Polystyrol  
Aluminium

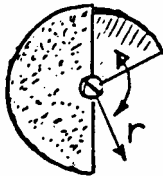
Der Isolierstoff Polystyrol ist  $\delta_{\text{Pol}} = 20 \mu\text{m}$  und das Al  $\delta_{\text{Al}} = 50 \mu\text{m}$  dick.  $\epsilon_{\text{Pol}} = 2,7$

## GESCHICHTETER ROLLKONDENSATOR

Je zwei Aluminium- und Polystyrolstreifen von  $l = 10 \text{ m}$  Länge und  $b = 3 \text{ cm}$  Breite werden gemäss der nebenstehenden Figur übereinandergelegt und anschliessend zusammengerollt.

Wie gross wird die Kapazität  $C$  zwischen den beiden Anschlussdrähten, die je mit einem der Aluminiumstreifen verbunden sind ?

8.



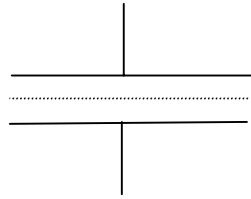
$r = 3 \text{ cm}$

## DREHKONDENSATOR IN LUFT

Stator und Rotor eines Luftdrehkondensators sind aus halbkreisförmigen Aluminiumplatten-Platten gebildet. Der Abstand zwischen den Platten betrage  $\delta_{\text{Luft}} = 600 \mu\text{m}$ .

Mit wie vielen Platten kann eine Kapazität von  $C = 250 \text{ pF}$  erreicht werden ?  $n = ?$

## 9. PLATTENKONDENSATOR

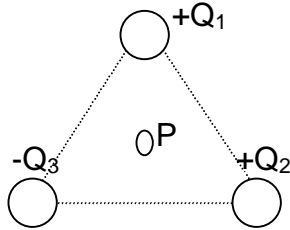


Gegeben sei ein Plattenkondensator mit dem Plattenabstand  $d = 1 \text{ mm}$ , angeschlossen an eine Spannung von  $U = 500 \text{ V}$ .

In den Plattenraum wird eine Teflonplatte mit  $d_1 = 600 \mu\text{m}$  gebracht.

Welche Spannung  $U_1$  liegt an der Teflonplatte ?

## 10. LADUNG UND KRAFT

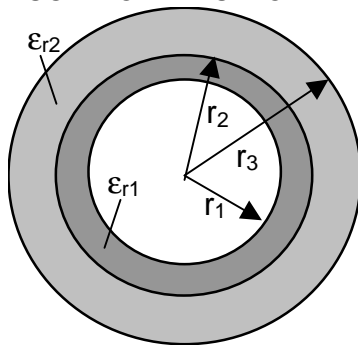


Die Punktladungen  $Q_1 = 25 \text{ nAs}$ ,  $Q_2 = 15 \text{ nAs}$  und  $Q_3 = -20 \text{ nAs}$  bilden die Eckpunkte eines gleichseitigen Dreieckes mit der Seitenlänge  $a = 10 \text{ cm}$ .

Welche Feldstärke  $\vec{E}$  herrscht im Mittelpunkt  $P$  des Dreiecks ?

Welcher Winkel liegt zwischen  $E$  und der Verbindungslinie von  $Q_1$  und  $Q_3$  ?

## 11. KUGELKONDENSATOR



Zwischen zwei konzentrisch angeordneten, dünnwandigen Metall – Hohlkugeln befinden sich zwei Isolationsschichten mit  $\epsilon_{r1} = 5$  und  $\epsilon_{r2} = 3$ . Die Radien betragen  $r_1 = 9 \text{ cm}$ ,  $r_2 = 11 \text{ cm}$  und  $r_3 = 12 \text{ cm}$ .

- Wie gross ist die Kapazität  $C$  des Kondensators ?
- Welche Spannung  $U_{\text{Max}}$  darf höchstens zwischen den Elektroden herrschen, wenn die Feldstärke im Kondensator an keiner Stelle  $E_{\text{Max}} = 3 \text{ MVm}^{-1}$  überschreiten darf ?

## 12. STROMDICHTHE

An einem stromführenden Kupferdraht wird zwischen zwei  $\ell = 5 \text{ m}$  auseinanderliegenden Punkten die Spannung  $U = 450 \text{ mV}$  gemessen. Der Drahtdurchmesser beträgt  $\delta = 700 \mu\text{m}$ .  $\rho_{\text{Cu}} = 17,5 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$

- Welche Stromdichte  $J$  herrscht im Leiter ?
- Welcher Strom  $I$  fließt im Leiter ?

## 13. ZYLINDRISCHES FELD

Zwischen zwei dünnwandigen, koaxial angeordneten Metallrohren der Länge  $L = 2$  m mit den Radien  $r_1 = 1$  cm und  $r_2 = 2$  cm befindet sich ein Medium mit  $\rho = 50$   $M\Omega \cdot m$ .

Die elektrische Feldstärke soll an keiner Stelle den Wert  $E = 2$   $MVm^{-1}$  übersteigen.

- a) Welche Spannung  $U$  darf maximal zwischen den beiden Rohren herrschen?
  - b) Welcher Widerstand  $R$  besteht zwischen den beiden Rohren?
- 

## 14. FELD AN KUGEL

Zwischen zwei dünnwandigen Metall – Hohlkugeln mit  $r_1 = 4$  cm und  $r_2 = 1$  dm, die konzentrisch angeordnet sind, befindet sich ein Medium mit  $\rho = 100$   $M\Omega \cdot m$ .

- a) Welcher Widerstand  $R$  besteht zwischen den beiden Metallkugeln?
  - b) Wie gross ist die maximal auftretenden Feldstärke  $E$ , wenn zwischen den Kugeln die Spannung  $U = 25$  kV herrscht?
- 

## 15. ZYLINDRISCHES FELD

Zwischen zwei dünnwandigen, koaxial angeordneten Metallrohren der Länge  $L = 4$  m mit den Radien  $r_1 = 1$  cm und  $r_2 = 4$  m befindet sich ein Medium mit  $\rho = 150$   $\Omega \cdot m$ . Der Strom im inneren Rohr betrage  $I = 50$  kA.

- a) Welcher Widerstand  $R$  besteht zwischen den beiden Rohren?
  - b) Wie gross ist die maximal auftretende Feldstärke  $E$ ?
  - c) Wie gross ist die Spannung  $U$  zwischen den Rohren?
- 

## 16. FELD AN HALBKUGEL

Zwischen zwei dünnwandigen Metall – Hohl - Halbkugeln mit  $r_1 = 10$  m und  $r_2 = 100$  m, die konzentrisch angeordnet sind, befindet sich ein Medium mit  $\rho = 100$   $\Omega \cdot m$ . Randeffekte sollen unberücksichtigt bleiben.

- a) Welcher Widerstand  $R$  besteht zwischen den beiden Metall - Halbkugeln?
  - b) Wie gross ist die maximal auftretenden Feldstärke  $E$ , wenn zwischen den Kugeln ein Strom von  $I = 30$  kA fliesst?
-

## 81.2 Lösungen

### 1. ELEKTRISCHES FELD

a)  $U_{12} = 1,5 \text{ kV}$       b)  $U = 7,5 \text{ kV}$

### 2. PLATTENKONDENSATOR

a)  $C = 556,33 \text{ pF}$       b)  $W = 278,16 \text{ } \mu\text{J}$       c)  $F = 139,1 \text{ mN}$   
 da)  $C = 2,67 \text{ nF}$       db)  $W = 1,34 \text{ mJ}$       dc)  $F = 667,6 \text{ mN}$

### 3. ZYLINDERKONDENSATOR

a)  $C = 8,03 \text{ pF}$       b)  $C' = 26,754 \text{ pFm}^{-1}$   
 ca)  $C = 16,86 \text{ pF}$       cb)  $C' = 56,182 \text{ pFm}^{-1}$

### 4. BRAUN' sche RÖHRE

$$U = \frac{2 \cdot a \cdot m \cdot d}{e} \cdot \left( \frac{0,1 \cdot c}{L} \right)^2 ; m = 9,108 \cdot 10^{-28} \text{ g} \quad U = 568,54 \text{ V}$$

### 5. GESCHICHTETER KONDENSATOR

a)  $D_1 = 27,78 \text{ } \mu\text{Asm}^{-2}$        $D_2 = 27,78 \text{ } \mu\text{Asm}^{-2}$   
 $E_1 = 825,6 \text{ kVm}^{-1}$        $E_2 = 667,5 \text{ kVm}^{-1}$   
 b)  $U_1 = 247,68 \text{ V}$        $U_2 = 333,75 \text{ V}$   
 c)  $C = 5,75 \text{ nF}$       ( $C_1 = 10,094 \text{ nF}$        $C_2 = 13,35 \text{ nF}$ )

### 6. GESCHICHTETER KONDENSATOR

a)  $D_1 = 6,73 \text{ } \mu\text{Asm}^{-2}$        $D_2 = 6,73 \text{ } \mu\text{Asm}^{-2}$   
 $E_1 = 200 \text{ kVm}^{-1}$        $E_2 = 760 \text{ kVm}^{-1}$   
 b)  $U = 860 \text{ V}$        $U_2 = 760 \text{ V}$   
 c)  $C = 78,24 \text{ pF}$       ( $C_1 = 672,9 \text{ pF}$        $C_2 = 88,54 \text{ pF}$ )

### 7. GESCHICHTETER ROLLKONDENSATOR

$C = 717,19 \text{ nF}$

### 8. DREHKONDENSATOR IN LUFT

$n = 13 \text{ Platten}$

## 9. PLATTENKONDENSATOR

$$U_1 = 208,33 \text{ V} \quad (U_2 = 291,67 \text{ V})$$

$$(U = U_1 + U_2 = E_1 \cdot d_1 + E_2 \cdot d_2 = D \cdot \left( \frac{d_1}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r1}} + \frac{d_2}{\epsilon_0} \right))$$

## 10. LADUNG UND KRAFT

$$E = 110,35 \text{ kVm}^{-1} \quad \delta = 17,78^\circ, 0,3104 \text{ rad}$$

$$(E_1 = 67,407 \text{ kVm}^{-1}, \quad E_2 = 40,444 \text{ kVm}^{-1}, \quad E_3 = 53,925 \text{ kVm}^{-1})$$

## 11. KUGELKONDENSATOR

$$\text{a) } C = 169,46 \text{ pF} \quad (C_1 = 275,38 \text{ pF} \quad C_2 = 440,6 \text{ pF})$$

$$\text{b) } U_{\text{Max}} = 71,5 \text{ kV} \quad (U_1 = 44 \text{ kV} \quad U_2 = 27,5 \text{ kV})$$

## 12. STROMDICHTHE

$$\text{a) } I = 1,979 \text{ A}$$

$$\text{b) } J = 5,143 \text{ Amm}^{-2}$$

## 13. ZYLINDRISCHES FELD

$$\text{a) } U = 13,863 \text{ kV}$$

$$\text{b) } R = 2,758 \text{ M}\Omega$$

## 14. FELD AN KUGEL

$$\text{a) } R = 119,37 \text{ M}\Omega$$

$$\text{b) } E = 1,042 \text{ MVm}^{-1}$$

## 15. ZYLINDRISCHES FELD

$$\text{a) } R = 35,76 \text{ }\Omega$$

$$\text{b) } E = 29,842 \text{ MVm}^{-1}$$

$$\text{c) } U = 1,788 \text{ MV}$$

## 16. FELD AN HALBKUGEL

$$\text{a) } R = 2,865 \text{ }\Omega$$

$$\text{b) } E = 4,775 \text{ kVm}^{-1}$$