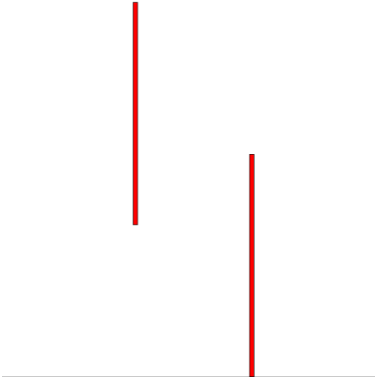


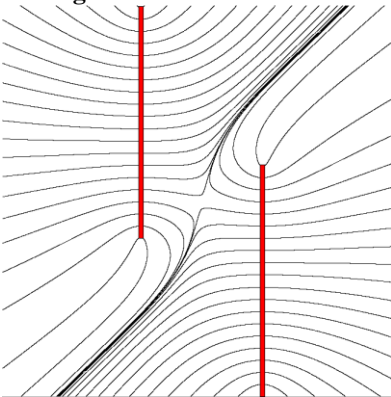
### 3.1. Prüfungsaufgaben zur Elektrostatik

#### Aufgabe 1a: Feldlinien

Zeichne die Feldlinien für zwei verschoben parallel angeordnete **gleichnamig** geladenen Platten:

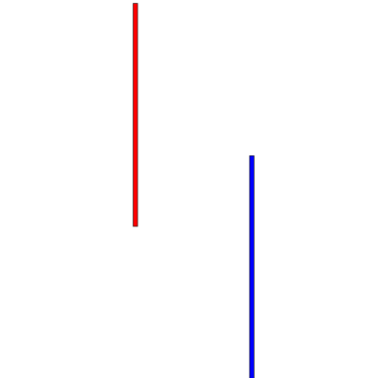


#### Lösung:

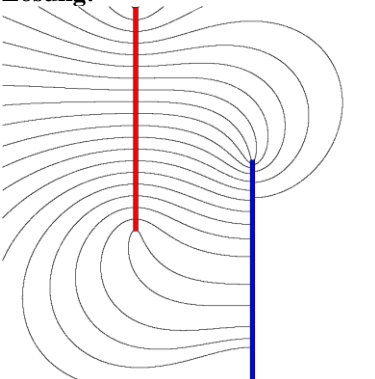


#### Aufgabe 1b: Feldlinien

Zeichne die Feldlinien für zwei verschoben parallel angeordnete **entgegengesetzt** geladenen Platten:

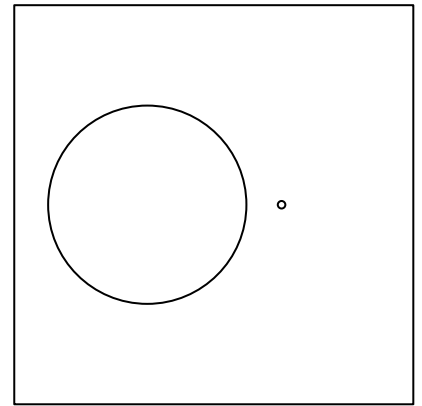
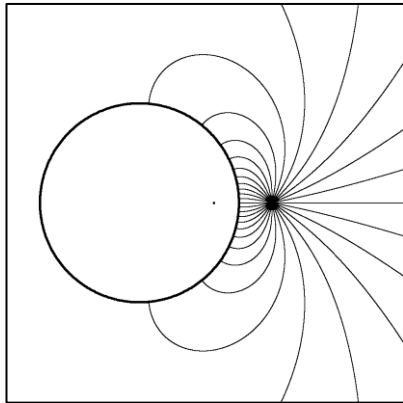


#### Lösung:

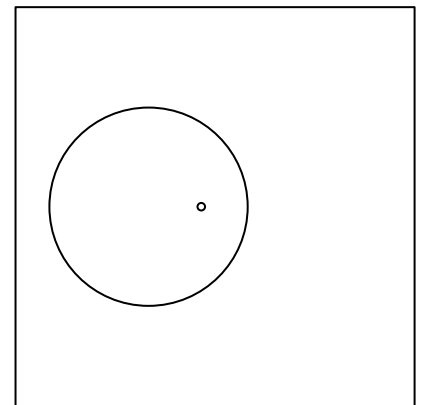
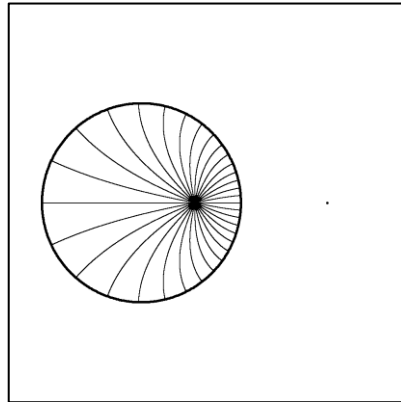


**Aufgabe 1c (2)**

Zeichne das Feldlinienbild für den Fall, dass die beiden Leiter **entgegengesetzt** geladen sind:

**Lösung****Aufgabe 1d (2)**

Zeichne das Feldlinienbild für den Fall, dass die beiden Leiter **entgegengesetzt** geladen sind:

**Lösung****Aufgabe 2a: Elektrischer Fluss und Feldstärke (4)**

Zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Platten herrscht eine Feldstärke von  $E = 20\,000\text{ N/C}$ .

- Wie groß ist die Kraft auf eine Ladung von  $Q = 4 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ ? (1)
- Wie groß ist der Fluss zwischen den Platten, wenn die Platten einen Flächeninhalt von  $400\text{ cm}^2$  besitzen? (1)
- Wie groß ist die Ladung einer Platte, wenn man annimmt, dass die Feldstärke außerhalb der Platten vernachlässigbar gering ist? (1)
- Wie viele Elektronen sind auf der negativ geladenen Platte zuviel und wie viele sind auf der positiv geladenen Platte zuwenig? (1)

**Aufgabe 2a: Elektrischer Fluss und Feldstärke (4)**

- $F = E \cdot Q = 0,08\text{ N}$ . (1)
- $\Phi = E \cdot A = 800\text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \cdot \text{m}^2$ . (1)
- $Q = \epsilon_0 \cdot \Phi \approx 7,1 \cdot 10^{-9}\text{ C}$  (1)
- Es sind  $\frac{7,1 \cdot 10^{-9}\text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}} \approx 44,3$  Milliarden Stück. (1)

**Aufgabe 3a: Coulomb-Gesetz (6)**

Berechne jeweils die elektrische Feldstärke und den elektrischen Fluss:

- In einer Entfernung  $r = 5\text{ m}$  von einer Punktladung mit  $Q = 2 \cdot 10^{-5}\text{ C}$  (2)
- An der Oberfläche einer Metallkugel mit dem Radius  $r = 10\text{ cm}$  und der Ladung  $Q = 3 \cdot 10^{-10}\text{ C}$  (2)
- In einem Abstand  $d = 20\text{ cm}$  von der Oberfläche der Kugel aus b) (2)

### Aufgabe 3a: Coulomb-Gesetz (6)

$$\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} \text{ und } E = \frac{\Phi}{A} = \frac{\Phi}{4\pi r^2} \Rightarrow$$

- a)  $\Phi \approx 2,25 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-1}$  und  $E \approx 7,19 \cdot 10^3 \text{ N/C}$  (2)
- b)  $\Phi \approx 33,9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-1}$  und  $E \approx 269,4 \text{ N/C}$  (2)
- c)  $\Phi \approx 33,9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-1}$  und  $E \approx 29,9 \text{ N/C}$  (2)

### Aufgabe 4a: Coulomb-Gesetz (2)

- a) Wie groß ist die Abstoßung zweier Kugeln mit den Ladungen  $Q_1 = 5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  und  $Q_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , die sich im Abstand  $r = 5 \text{ mm}$  zueinander befinden? (1)
- b) Zwei entgegengesetzt gleich geladene Kugeln ziehen sich in  $5 \text{ cm}$  Abstand mit  $100 \text{ N}$  an. Wie groß sind die Ladungen der Kugeln? (1)

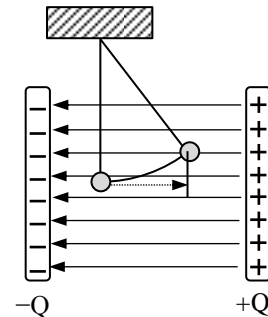
### Aufgabe 4a: Coulomb-Gesetz (2)

- a)  $F_C = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{\epsilon_0 \cdot 4\pi r^2} \approx 359,3 \text{ N}$ . (1)
- b)  $Q_1 = Q_2 = \sqrt{F_C \cdot \epsilon_0 \cdot 4\pi r^2} \approx 5,3 \cdot 10^6 \text{ C}$ . (1)

### Aufgabe 5a: Kondensatoren (7)

Zwei Kondensatorplatten von je  $500 \text{ cm}^2$  Fläche stehen sich im Abstand von  $5 \text{ mm}$  gegenüber. Nun wird eine Spannung von  $200 \text{ V}$  angelegt.

- a) Welche Feldstärke wirkt auf eine Ladung, die sich **zwischen** den Platten befindet? (1)
- b) Um wie viele mm wird eine  $2 \text{ g}$  schwere mit  $q = 10^{-8} \text{ C}$  geladene Kugel ausgelenkt, die an einem  $20 \text{ cm}$  langen Faden zwischen die Kondensatorplatten gebracht wird? (2)
- c) Ist die Kugel positiv oder negativ geladen? (1)
- d) Welcher Ladungsbetrag  $Q$  liegt auf jeder Platte vor? (1)
- e) Wie gross ist die Feldstärke einer **einzelnen** Platte? (1)
- f) Mit welcher Kraft  $F$  zieht die eine Platte an der anderen Platte (und umgekehrt)? (1)



### Aufgabe 5a: Kondensatoren (7)

- a)  $E = \frac{U}{d} = 40\,000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ . (1)
- b) Mit  $F_C = E \cdot q = 4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$  und  $F_g = m \cdot g = 2 \cdot 10^{-2} \text{ N}$  ist die Auslenkung  $x \approx 200 \text{ mm} \cdot \frac{F_C}{F_g} \approx 4 \text{ mm}$ . (2)
- c) Die Kugel wird von  $-$  nach  $+$  gezogen und ist daher negativ geladen. (1)
- d)  $Q = \epsilon_0 \cdot E \cdot A \approx 1,77 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  (1)
- e)  $\frac{1}{2} E = 20\,000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ . (1)
- f)  $F = \frac{1}{2} E \cdot Q = 3,54 \cdot 10^{-4} \text{ N}$  (1)

### Aufgabe 6a: Kondensatoren (4)

An einen Plattenkondensator mit dem Flächeninhalt  $A = 600 \text{ cm}^2$  je Platte und dem Plattenabstand  $d = 8 \text{ mm}$  wird die Spannung  $U = 400 \text{ V}$  abgelegt. Nach dem Ladevorgang wird die Spannungsquelle vom Kondensator getrennt.

- a) Welche Feldstärke herrscht zwischen den Platten? (1)
- b) Welche Ladung  $Q$  nimmt der Kondensator auf? (1)
- c) Wie ändern sich die Feldstärke und die Spannung, wenn der Abstand der Platten nach der Trennung von der Spannungsquelle verdoppelt wird? (2)

### Aufgabe 6a: Kondensatoren (4)

- a)  $E = \frac{U}{d} \approx 50\,000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ . (1)
- b)  $Q = \epsilon_0 \cdot E \cdot A \approx 2,66 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  (1)
- c) Die Feldstärke bleibt gleich und die Spannung erhöht sich auf  $800 \text{ V}$ . (2)

**Aufgabe 7a: Kondensatoren (17)**

An einen Plattenkondensator mit der Kapazität  $3 \cdot 10^{-10}$  F und 2 mm Plattenabstand wird eine Spannung von 300 V gelegt. Dann wird die Spannungsquelle entfernt.

- a) Berechne die Feldstärke und die Ladung des Kondensators. (2)
- b) Welchen Durchmesser haben die kreisförmigen Platten des Kondensators? (2)
- c) Welche Energie ist jetzt in dem Kondensator gespeichert? (1)
- d) Wie ändern sich Ladung, Spannung, Feldstärke und Energie, wenn eine Plexiglasplatte mit  $\epsilon_r = 3$  **nach** der Trennung von der Spannungsquelle zwischen die Kondensatorplatten geschoben wird? (3)
- e) Wie ändern sich Ladung, Spannung, Feldstärke und Energie, wenn eine Plexiglasplatte mit  $\epsilon_r = 3$  **vor** der Trennung von der Spannungsquelle zwischen die Kondensatorplatten geschoben wird? (3)
- f) Wie ändern sich die Ladung, Spannung, Feldstärke und Energie, wenn der Abstand der Platten **nach** der Trennung von der Spannungsquelle verdoppelt wird? (3)
- g) Wie ändern sich die Ladung, Spannung, Feldstärke und Energie, wenn der Abstand der Platten **vor** der Trennung von der Spannungsquelle verdoppelt wird? (3)

Alles in SI!

Grösse	vorher	Plexiglasplatte mit $\epsilon_r = 3$ <b>nach</b> der Trennung von der Spannungsquelle	Plexiglasplatte mit $\epsilon_r = 3$ <b>vor</b> der Trennung von der Spannungsquelle	Verdopplung des Abstandes <b>nach</b> der Trennung von der Spannungsquelle	Verdopplung des Abstandes <b>vor</b> der Trennung von der Spannungsquelle
Kapazität	$3 \cdot 10^{-10}$				
Ladung					
Spannung	300				
Feldstärke					
Energie					

**Aufgabe 7a: Kondensatoren (17)**

- a)  $E = \frac{U}{d} = 150\,000 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$  und  $Q = C \cdot U = 9 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  (2)
- b)  $C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} = \frac{\epsilon_0 \cdot \pi r^2}{d} \Rightarrow \text{Durchmesser } d = 2r = 2 \sqrt{\frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \cdot \pi}} \approx 29,4 \text{ cm}$  (2)
- c) Energie  $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2 = 1,35 \cdot 10^{-5} \text{ J}$  (1)
- d) Die Kapazität  $C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A}{d}$  verdreifacht sich. Bei gleicher Ladung  $Q$  sinken die Spannung  $U = \frac{Q}{C}$ , Energie  $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$  und Feldstärke  $E = \frac{U}{d}$  daher auf ein Drittel. (3)
- e) Die Kapazität  $C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A}{d}$  verdreifacht sich. Bei gleicher Spannung  $U$  steigen die Ladung  $Q = C \cdot U$  und die Energie  $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$  auf das Dreifache aber die Feldstärke  $E = \frac{U}{d}$  bleibt gleich. (3)
- f) Die Kapazität  $C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A}{d}$  halbiert sich. Bei gleicher Ladung  $Q$  steigen die Spannung  $U = \frac{Q}{C}$  und die Energie  $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$  auf das Doppelte aber die Feldstärke  $E = \frac{U}{d}$  bleibt gleich. (3)
- g) Die Kapazität  $C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A}{d}$  halbiert sich. Bei gleicher Spannung  $U$  sinken die Ladung  $Q = C \cdot U$ , die Energie  $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$  und Feldstärke  $E = \frac{U}{d}$  daher auf die Hälfte. (3)

Alles in SI!

Grösse	vorher	Plexiglasplatte mit $\epsilon_r = 3$ <b>nach</b> der Trennung von der Spannungsquelle	Plexiglasplatte mit $\epsilon_r = 3$ <b>vor</b> der Trennung von der Spannungsquelle	Verdopplung des Abstandes <b>nach</b> der Trennung von der Spannungsquelle	Verdopplung des Abstandes <b>vor</b> der Trennung von der Spannungsquelle
Kapazität	$3 \cdot 10^{-10}$	$9 \cdot 10^{-10}$	$9 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$
Ladung	$9 \cdot 10^{-8}$	$9 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
Spannung	300	100	300	600	300
Feldstärke	$1,5 \cdot 10^5$	$7,5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$7,5 \cdot 10^4$
Energie	$1,35 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$4,05 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	$6,75 \cdot 10^{-6}$

#### Aufgabe 8a: Energie des elektrischen Feldes (2)

Ein Plattenkondensator mit kreisförmigen, 30 cm großen Platten mit einem Abstand von  $d = 3$  mm wird mit 400 V aufgeladen und dann von der Spannungsquelle getrennt. Welche Energie ist in dem Kondensator gespeichert?

#### Aufgabe 8a: Energie des elektrischen Feldes (2)

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} = \frac{\epsilon_0 \cdot \pi r^2}{d} \approx 2,09 \cdot 10^{-10} \frac{C}{V} \Rightarrow W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ J.} \quad (2)$$

#### Aufgabe 9a: Energie des elektrischen Feldes (4)

Ein Plattenkondensator mit der Fläche  $A = 0,5 \text{ m}^2$  und dem Plattenabstand  $d = 5$  mm wird mit 300 V aufgeladen und dann von der Spannungsquelle getrennt.

- Berechne die Feldstärke und die Ladung des Kondensators (2)
- Welche Arbeit ist erforderlich, wenn man nun die Platten auf einen Abstand von 8 mm auseinanderzieht? (2)

#### Aufgabe 9a: Energie des elektrischen Feldes (4)

$$a) E = \frac{U}{d} = 60\,000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \text{ und } Q = \epsilon_0 \cdot E \cdot A \approx 2,66 \cdot 10^{-7} \text{ C} \quad (2)$$

$$b) W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot \Delta U = \frac{1}{2} \cdot E \cdot Q \cdot \Delta d = 2,39 \cdot 10^{-5} \text{ J.} \quad (2)$$

#### Aufgabe 10a: Teilchenbeschleuniger (3)

Berechne die kinetische Energie  $E_{\text{kin}}$  und die Teilchengeschwindigkeit  $v$  bei einer Beschleunigungsspannung von 20 kV für

- Elektronen mit der Ruhemasse  $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  (1)
- Protonen mit der Ruhemasse  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  (1)
- $\alpha$ -Teilchen (Helium-Kerne  ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) (1)

#### Aufgabe 10a: Teilchenbeschleuniger (3)

$$a) E_{\text{kin}} = 20 \text{ keV} \approx 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ J und } v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} \approx 5,93 \cdot 10^7 \text{ m/s} \quad (1)$$

$$b) E_{\text{kin}} = 20 \text{ keV} \approx 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ J und } v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} \approx 8,39 \cdot 10^7 \text{ m/s} \quad (1)$$

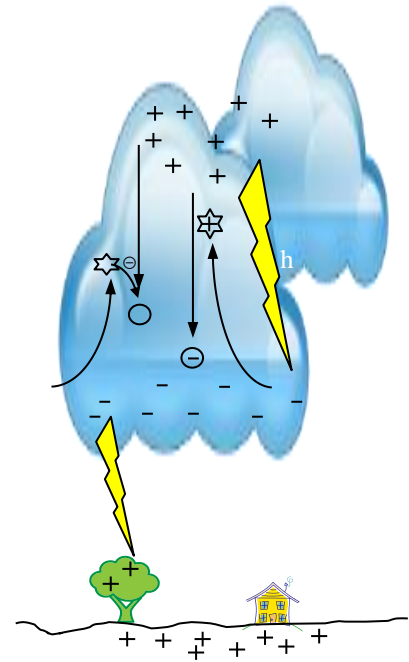
$$c) E_{\text{kin}} = 40 \text{ keV} \approx 6,4 \cdot 10^{-15} \text{ J und } v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} \approx 1,38 \cdot 10^6 \text{ m/s} \quad (1)$$

### Aufgabe 11a (3)

Erkläre mit Hilfe einer Skizze die Entstehung von Blitzen innerhalb einer Wolke sowie zwischen Wolke und Erde. Verwende Fachbegriffe.

### Aufgabe 11a (3)

In der viele km hohen **Cumulus-Wolke** steigen leichte Eiskristalle nach oben und schwererer Graupelteilchen sinken nach unten. Infolge Reibung entreißen diese den Eisteilchen Elektronen und führen diese mit nach unten, so dass die Wolke unten negativ und oben positiv geladen wird. Durch Influenz lädt sich die Erdoberfläche unter der Wolke negativ auf. Dabei entstehen durch die riesige Zahl der beteiligten Teilchen starke elektrische Kräfte, welche sehr kleine und leichte Ionen so stark beschleunigen, dass diese bei der Kollision auch neutrale Luftmoleküle ionisieren können. Es kommt zu einer Kettenreaktion und kurzzeitig fließt ein sehr hoher **Strom** mit großer **Hitzeentwicklung**. Die umgebende Luft **dehnt** sich schlagartig **aus** und es entsteht ein **Donnerknall**. Skizze siehe rechts



### Aufgabe 11b (3)

Erkläre mit Hilfe einer (Schalt-)skizze die Funktion eines Geigerzählers.

### Aufgabe 11b (3)

Ein Geigerzähler besteht aus zwei geladenen (Kondensator-)Platten, die über ein Ampèremeter mit einer Spannungsquelle verbunden sind. Trifft radioaktive Strahlung auf ein Teilchen zwischen den Platten, so wird ein Elektron aus dem Teilchen geschlagen und fliegt zur positiv geladenen Platte. Das positive Ion fliegt zur negativen Platte und nimmt ein neues Elektron auf. Kurzzeitig fließt ein Strom und das Ampèremeter schlägt aus. (siehe rechts)

