1 Coloumbsches Gesetz

1. Experimentell ermittelt
2. Eine elektrische Ladung Q_2 übt auf jede andere Ladung Q_1 eine Kraft $\vec{F}$
   (a) proportional zu den Ladungen Q_1 und Q_2 aus
   (b) umgekehrt proportional r^2 aus, wenn r der Abstand zwischen den beiden Ladungen ist.
   (c) aus, die die Richtung der Verbindungslinie zwischen Q_1 und Q_2 hat.
3. Ladungen unterschiedlichen Vorzeichens ziehen sich an; Ladungen gleichen Vorzeichens stoßen sich ab.

$$\Rightarrow \vec{F}_{12} = k\frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$\rightarrow$ Faktor k muss materialabhängig sein.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon}; \epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

ϵ: Dielektizitätskonstane (Permitivität)

$$\Rightarrow \vec{F_{12}} = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon r^2}\vec{e_r}$$

$_1$: Ort der "Wirkung"
$_2$: Ort der "Ursache"

2 Übung A.2

Die Beiträge der zwei abstoßenden Kräfte sind gleich groß, da sowohl die Ladungen, als auch die Abstände gleich sind:

$$\Rightarrow \vec{F_{23}} = \vec{F_{21}} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_o l^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Außerdem:} \quad \vec{F_{24}} &= \tfrac{Q^2}{4\pi\epsilon_0(l\sqrt{2})^2} = \tfrac{Q^2}{e\pi\epsilon_0 2l^2} \\ \text{mit:} \quad \vec{F_n} &= \vec{F_{21}} = \vec{F_{23}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow F_g =& 2\vec{F_n}\cos 45\deg \\ =& \sqrt{2}\vec{F_n} \\ =& \sqrt{2}\frac{Q^2}{\pi 4\epsilon_0 l^2} \end{aligned}$$

F_g ist aufgrund der geometrischen Anordnungen der Ladungen Q_1 und Q_2 und Q_3 diagonal nach Außen gerichtet, da sich die Ladungen abstoßen und gleich groß sind. Die anziehend wirkende Kraft $\vec{F_{24}}$ ist $\vec{F_g}$ gleichgerichtet, aber mit umgekehrtem Vorzeichen.

$$\Rightarrow \vec{F_{ges}} = \vec{F_g} - \vec{F_{24}} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 l^2}(\sqrt{2} - \frac{1}{2}) \approx 0,914\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 l^2}$$

3 Übung A.1

Alle 3 Ladungen sind gleich weit vom Mittelpunkt entfernt.

$$
\begin{aligned}
a: \text{gegeben; } \Rightarrow b =& \frac{\frac{a}{2}}{\cos 30 \deg} = \frac{5 \cdot 10^{-2} m}{\cos 30 \deg} \approx 5,77 \cdot 10^{-2} m \\
\Rightarrow E =& \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b^2} \\
\Rightarrow E_1 =& \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 b^2} = \frac{2,5 \cdot 10^{-8} AsVm}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} As \cdot (5,77)^2 \cdot 10^{-4} m^2} \approx 6.75 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
E_2 =& \frac{Q_2}{Q_1} E_1 \approx 4,05 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
E_3 =& \frac{Q_3}{Q_1} E_1 \approx 5,4 \cdot 10^4 \frac{V}{m}
\end{aligned}
$$

Um den Betrag der resultierenden Feldstärke zu bestimmen, müssen die drei Feldstärken in ihre Komponenten zerlegt werden:

$$
\begin{aligned}
E_{1,x} &= E_1 \cos 30 \deg \approx 5,85 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
E_{1,y} &= E_1 \cos 60 \deg \approx 3,375 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
E_{2,x} &= 0 \\
E_{2,y} &= -E_2 = -4,05 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
E_{3,x} &= E_3 \cos 30 \deg \approx 4,676 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
E_{3,y} &= -E_3 \cos 60 \deg \approx -2,7 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
\Rightarrow \vec{E} &= \vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3} \text{ (Überlagerung)} \\
\Rightarrow E &:= \left[\begin{pmatrix} 5,85 \\ 3,375 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -4,05 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4,676 \\ -2,7 \end{pmatrix} \right] \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
= \begin{pmatrix} 10,52 \\ -3,375 \end{pmatrix} \cdot 10^4 \frac{V}{m} \Rightarrow |\vec{E}| &= \sqrt{(10,52)^2 + (-3,375)^2} \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
&\approx 11,05 \cdot 10^4 \frac{V}{m} \\
\cos\alpha &= \frac{E_x}{|\vec{E}|} = \frac{10,52}{11,05} = 0,952 \Rightarrow \alpha \approx 18 \deg
\end{aligned}
$$

4 Übung A.3

3 seperate Kapazitäten mit μF

1. 1Kap. in Reihe $C_{ges} = 1 \mu F$
2. 2Kap. in Reihe $C_{ges} = 0,5 |mu F$

3. 3Kap. in Reihe $C_{ges} = \frac{1}{3}\mu F$
4. 2Kap. parallel $C_{ges} = 2\mu F$
5. 3Kap. parallel $C_{ges} = 3\mu F$
6. 2Kap in Reihe parallel zu 1 Kap. $C_{ges} = (1 + \frac{1}{2})\mu F = \frac{3}{2}\mu F$
7. 2Kap parallel in Reihe zu 1Kap. $C_{ges} = \frac{1}{(1+\frac{1}{2})\mu F} = \frac{2}{3}\mu F$