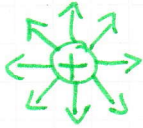


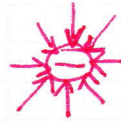
Nr. 1.1

Vorlesung: Feldlinien im elektrischen Feld (\vec{E} -Feld):
immer von \oplus nach (\rightarrow) \ominus

- für Einzelladungen bedeutet das:

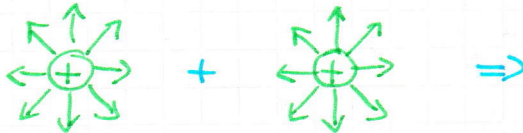


bzw.

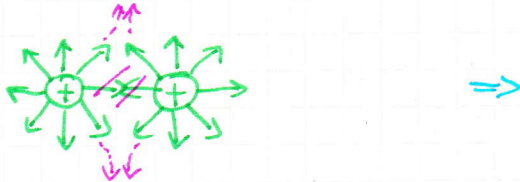


- für zwei \oplus Ladungen gehen wir so vor:

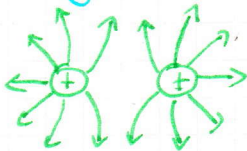
- Einzelbetrachtung:



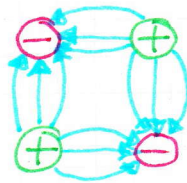
- Vektoraddition:



- Ergebnis:



- für Quadrupol



- Feldlinien von $\oplus \rightarrow \ominus$
- gerade Direktverbindung
- in der Mitte befinden sich keine Feldlinien
- Feldlinien schneiden sich nicht

Nr. 102

geg: Zylindrischer Silberdraht:

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

$$d = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

$$n_e = 5,9 \times 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3} \rightarrow \text{Elektronendichte}$$

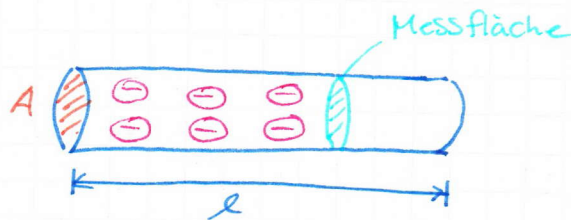
a)

ges: Stromdichte S

$$S = \frac{\text{Strom}}{\text{Messfläche}} = \frac{I}{\pi r^2} = \frac{I}{\pi (d/2)^2} = \frac{10 \text{ A}}{\pi (0,0005 \text{ m})^2} = 1,273 \times 10^7 \text{ A/m}^2$$
$$= 12,7 \text{ A/mm}^2$$

Hinweis: bei zu großer Stromdichte S schmilzt der Draht

b) ges: Geschwindigkeit der Elektronen



$$I = 10 \text{ A} \Rightarrow \text{bedeutet, dass } 10 \times \frac{6,242 \times 10^{18} \text{ g/s}}{\text{werden}} \text{ gequetscht werden}$$

Anzahl der Elektronen,
die bei $I=1 \text{ A}$ verschoben
werden

Überlegung: Wie lang muss ein Silberdraht sein, der die gleiche Anzahl an Ladungen ($62,42 \times 10^{18} \text{ g}$) aufweist?

$$\rightarrow \Delta Q = 62,42 \times 10^{18}$$

$$\Delta Q = n_e \cdot V, \text{ mit } n_e = \text{Dichte der Silberdrahtelektronen des verwendeten Drahtes (Aufgabenstellung)}$$

$V = \text{Volumen des Silberdrahtes}$

$$\Delta Q = n_e \cdot A \cdot l, \quad \text{mit } A = \text{Drahtquerschnitt}$$

$$\Leftrightarrow l = \frac{\Delta Q}{n_e \cdot A} = \frac{62,42 \times 10^{18}}{5,9 \times 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3} \cdot \pi \cdot (0,05 \text{ cm})^2} = \underline{\underline{0,13 \text{ cm}}}$$

→ ~~gesuchte~~ Anzahl der Elektronen sind in 0,13 cm langem Draht enthalten

→ bei einem Strom von 10 A wird diese Anzahl an Elektronen in $t = 1 \text{ s}$ verschoben

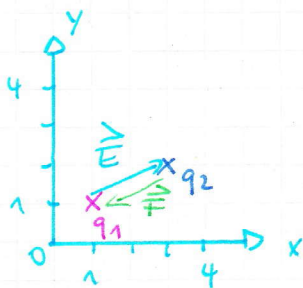
→ Geschwindigkeit ist Weg / Zeit

$$\Rightarrow \underline{\underline{v = \frac{0,13 \text{ cm}}{\text{s}}}}$$

Anmerkung: Der Strom pflanzt sich mit Lichtgeschwindigkeit fort, obwohl die Elektronen sich nur langsam bewegen. Man kann das mit einem mit Kugeln gefülltem Rohr vergleichen: Man schlägt vorne drauf und sofort fällt hinten eine Kugel raus, obwohl sich die Kugeln selbst kaum bewegen.

Nr. 1.3

Situation:



geg: $q_1 = 1,5 \mu\text{C}; (1, 1)$
 $\hookrightarrow 1,5 \times 10^{-6} \text{C}$

$q_2 = -0,5 \text{nC}; (3, 2)$
 $\hookrightarrow -0,5 \times 10^{-9} \text{C}$

ges: $\vec{E}(q_2)$

a) das \vec{E} -Feld ist definiert als:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

Richtung des \vec{E} -Feldes:

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Vektorlänge

$$|\vec{r}| = \sqrt{5} \rightarrow r = \sqrt{5}$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|} = \frac{1,5 \times 10^{-6} \text{C}}{4\pi \cdot 8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 5 \text{m}^2} \begin{pmatrix} 2/\sqrt{5} \\ 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}$$

elektrische Feldkonstante = $2696 \begin{pmatrix} 2/\sqrt{5} \\ 1/\sqrt{5} \end{pmatrix} \left[\frac{\text{C}}{\frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{As}}{\text{As} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$

b) Um die Kraft \vec{F} zu berechnen, muss $\vec{E}(\vec{r})$ mit q_2 multipliziert werden

$$\vec{F}(\vec{r}) = q_2 \cdot \vec{E}(\vec{r}) = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0 \cdot r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$= \frac{1,5 \times 10^{-6} \text{C} \cdot (-0,5 \times 10^{-9} \text{C})}{4\pi \cdot 5 \text{m}^2 \cdot 8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}} \begin{pmatrix} 2/\sqrt{5} \\ 1/\sqrt{5} \end{pmatrix} = -1,35 \times 10^{-6} \text{N} \begin{pmatrix} 2/\sqrt{5} \\ 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}$$

SI - Basis-Einheiten: $\text{V} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$

$$\text{N} = \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}$$

$$\text{C} = \text{A} \cdot \text{s}$$