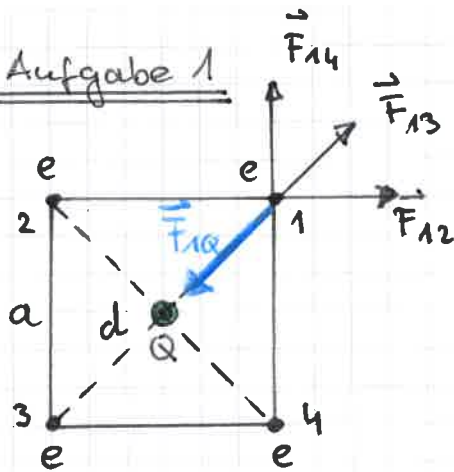


Aufgabe 1



Diagonale: $d^2 = a^2 + a^2$

$$\frac{d}{2} = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

Coulombkraft: $|\vec{F}_c| = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

$$\vec{F}_{14} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{a^2} \hat{e}_y \quad ; \quad \vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{a^2} \hat{e}_x$$

$$\vec{F}_{13} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{a^2 2\sqrt{2}} (\hat{e}_x + \hat{e}_y)$$

$$\vec{F}_{1\text{ges}} = \vec{F}_{14} + \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13}$$

$$\vec{F}_{1Q} \stackrel{!}{=} -\vec{F}_{1\text{ges}}$$

$$\vec{F}_{1Q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qe}{a^2/2 \cdot \sqrt{2}} (\hat{e}_x + \hat{e}_y) \stackrel{!}{=} - \frac{e^2 (1 + \frac{1}{2\sqrt{2}})}{4\pi\epsilon_0 a^2} (\hat{e}_x + \hat{e}_y)$$

$$\frac{Q \cdot 2}{\sqrt{2}} = -e \frac{1}{2\sqrt{2}} (1 + 2\sqrt{2})$$

$$\underline{\underline{Q = -\frac{e}{4} (1 + 2\sqrt{2})}}$$

Aufgabe 2

a) $r < r_1 : Q = 0$

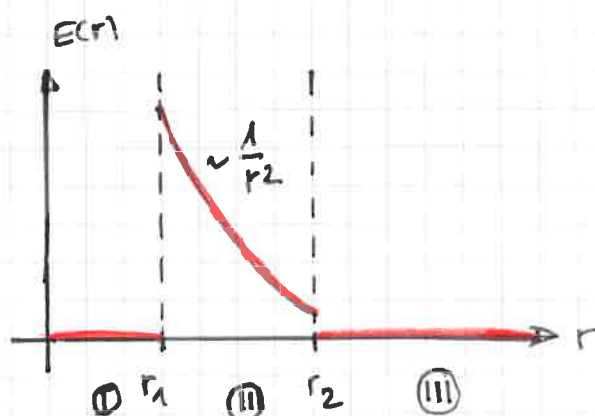
$$\oint \vec{E}_A d\vec{A} = \sigma \leadsto \vec{E}_0 = \sigma$$

$r_1 < r < r_2 : Q \neq 0$

$$E(r) \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

$$E_{II}(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{1}{r^2}$$

$r > r_2 : Q = \sigma \leadsto \vec{E}_{III} = \sigma$



b) $U(r) = \varphi_{III}(r) - \varphi_{II}(r) = - \int_{\infty}^{r_2} E_{III} d\tilde{r} - \int_r^{r_2} E_{II} d\tilde{r}$

$$= \text{const.} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$U = U(r_1) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad *$$

c) auf der Oberfläche der inneren Kugel (r_1), da dort die Oberfläche konstanten Potentials auskleidet.

$$E(r_1) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r \cdot r_1^2} \stackrel{*}{=} \frac{U(r_1) \cdot r_2}{r_1 r_2 - r_1^2}$$

d) $\left. \frac{dE(r_1)}{dr_1} \right|_{U=\text{const.}} \stackrel{!}{=} 0$

$$\Leftrightarrow - \frac{U r_2}{(r_2 r_1 - r_1^2)^2} (r_2 - 2r_1) \stackrel{!}{=} 0 \Leftrightarrow (r_2 - 2r_1) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Rightarrow r_1 = \frac{r_2}{2} \quad \Delta$$

$$\leadsto C = \frac{Q}{U} \stackrel{*}{=} 4\pi\epsilon_0\epsilon_r \frac{r_2 r_1}{r_2 - r_1}$$

$$C \stackrel{\Delta}{=} 4\pi\epsilon_0\epsilon_r r_2$$

Aufgabe 3

Biot - Savart : $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3}$

$$B = \int dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{r \cdot \sin \varphi}{r^3} ds$$

$$ds \rightarrow d\varphi$$

$$\tan \varphi = \frac{l/2}{l/2 - s} \Leftrightarrow s = \frac{l}{2} - \frac{l}{2} \cot \varphi$$

$$ds = \frac{l}{2} \frac{1}{\sin^2 \varphi} d\varphi$$

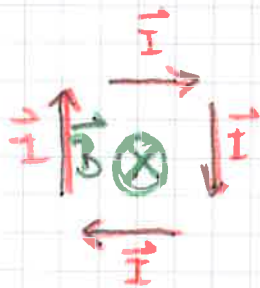
$$\sin \varphi = \frac{l}{2r} \Leftrightarrow r = \frac{l}{2 \cdot \sin \varphi}$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\varphi=\pi/4}^{\varphi=3/4\pi} \frac{\sin \varphi \cdot l d\varphi}{2 \cdot \sin^2 \varphi l^2} 4 \cdot \sin^2 \varphi$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\pi/4}^{3/4\pi} \frac{2}{l} \sin \varphi d\varphi = \frac{\mu_0 I}{2\pi l} [-\cos \varphi]_{\pi/4}^{3/4\pi}$$

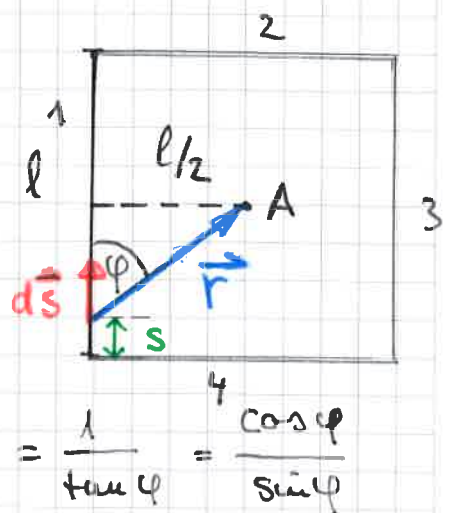
$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi l} \sqrt{2}$$

$$B_{\text{ges}} = 4 \cdot B_1 = 2\sqrt{2} \frac{\mu_0 I}{\pi l}$$



rechte Hand Regel

$\vec{B}$ zeigt in Zeichenebene hinein



Aufgabe 4

a) Lorentzkraft $\leftrightarrow$ elektrische Kraft wg. "Hall-Effekt"

$$\begin{aligned} * \vec{F}_L &= -e \vec{v} \times \vec{B} & \text{mit } \vec{B} &= \mu_0 \vec{H} \\ \vec{F}_{el} &= e \cdot \vec{E}_{\text{Hall}} \end{aligned}$$

* linke Hand Regel: e^- drehen sich mit Stab nach links $\hat{=} \vec{v}$
 $\leadsto \vec{v}$ erfahren in gezeichneter Stabposition Kraft nach "links"
 $\hat{=}$ zur Drehachse / nach Innen $\Rightarrow$ Innen + / Außen -

$$b) -U_{\text{ind}} = \frac{d\Phi}{dt} = \int_0^L E_{\text{Hall}} dr = \int_0^L \vec{v}(r) \times \vec{B}(r) dr$$

$$\vec{v}(r) = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

$$\vec{\omega} \perp \vec{r} ; \vec{v} \perp \vec{B}$$

$$-U_{\text{ind}} = \int_0^L \omega_z r B_z dr$$

$$\underline{\underline{|U_{\text{ind}}| = \frac{1}{2} \omega_z B_z L^2}}$$

Aufgabe 5

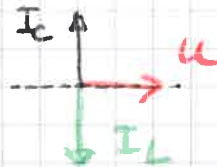
a) $|I_L| \stackrel{!}{=} |I_C|$; Parallelschaltung $U = U_C = U_L$

$$\Rightarrow \frac{U_L}{I_L} = X_L \stackrel{!}{=} \frac{U_C}{I_C} = X_C$$

$$\Leftrightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Leftrightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

Wenn $U_C = U_L$ sind die Phasen von I_C und I_L um 180° gegeneinander verschoben

$$\Rightarrow I_G = 0$$



b) $U_C = U_L \rightarrow \frac{Q(t)}{C} + L \frac{dI(t)}{dt} = 0$ mit $I(t) = \dot{Q}(t)$

$$\frac{1}{C} Q(t) + L \ddot{Q}(t) = 0 \quad \text{DGL}$$

Ausatz: $Q(t) = Q_0 e^{i\omega t}$; $\ddot{Q}(t) = -\omega^2 Q(t)$

Einsetzen in DGL: $\frac{1}{C} Q(t) - \omega^2 L Q(t) = 0$

$$\Rightarrow \omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{wenn das gilt ist der Ansatz}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Lsg der DGL

c) Eisenkern $\mu_r > 1$

$L \sim \mu_r$ wird größer

$X_L \sim L$ wird größer

$I_L \sim 1/L$ wird kleiner

U_L konstant (von außen vorgegeben)

$I_G \neq 0$ da $|I_L| \neq |I_C|$

$f_0 \sim \frac{1}{\sqrt{L}}$ wird kleiner