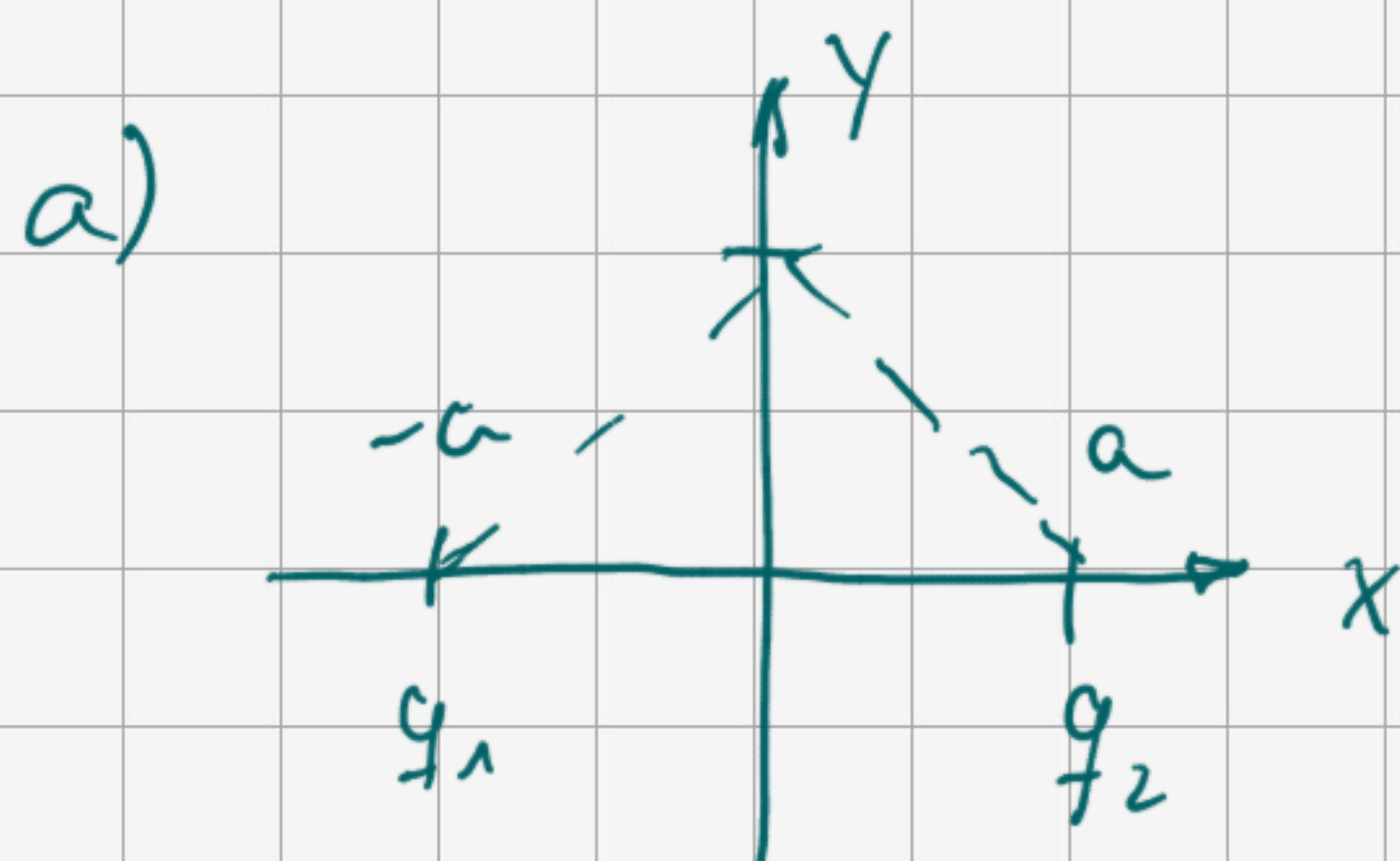


Experimentalphysik II - Übung 1

Name: Markus Pawellek
MN: 144645

Übung: Dienstag 10-12

Aufgabe 1



$$\begin{aligned} q_1 &= -q & \vec{r}_1 &= -a\vec{i} \\ q_2 &= q & \vec{r}_2 &= a\vec{i} \end{aligned}$$

allgemein: $\vec{E} = A(-q) \frac{\vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} + Aq \frac{\vec{r} - \vec{r}_2}{|\vec{r} - \vec{r}_2|^3}$

mit $A := \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

für $\vec{r} = y\vec{j}$: $\vec{E} = Aq \left[\frac{y\vec{j} - a\vec{i}}{\sqrt{a^2 + y^2}^3} - \frac{y\vec{j} + a\vec{i}}{\sqrt{a^2 + y^2}^3} \right]$

$= Aq \frac{-2a\vec{i}}{\sqrt{a^2 + y^2}^3} \Rightarrow$ zeigt in negative x -Richtung auf y -Achse

für $y \gg a$: $\sqrt{a^2 + y^2} = y \sqrt{1 + \frac{a^2}{y^2}} \approx y$

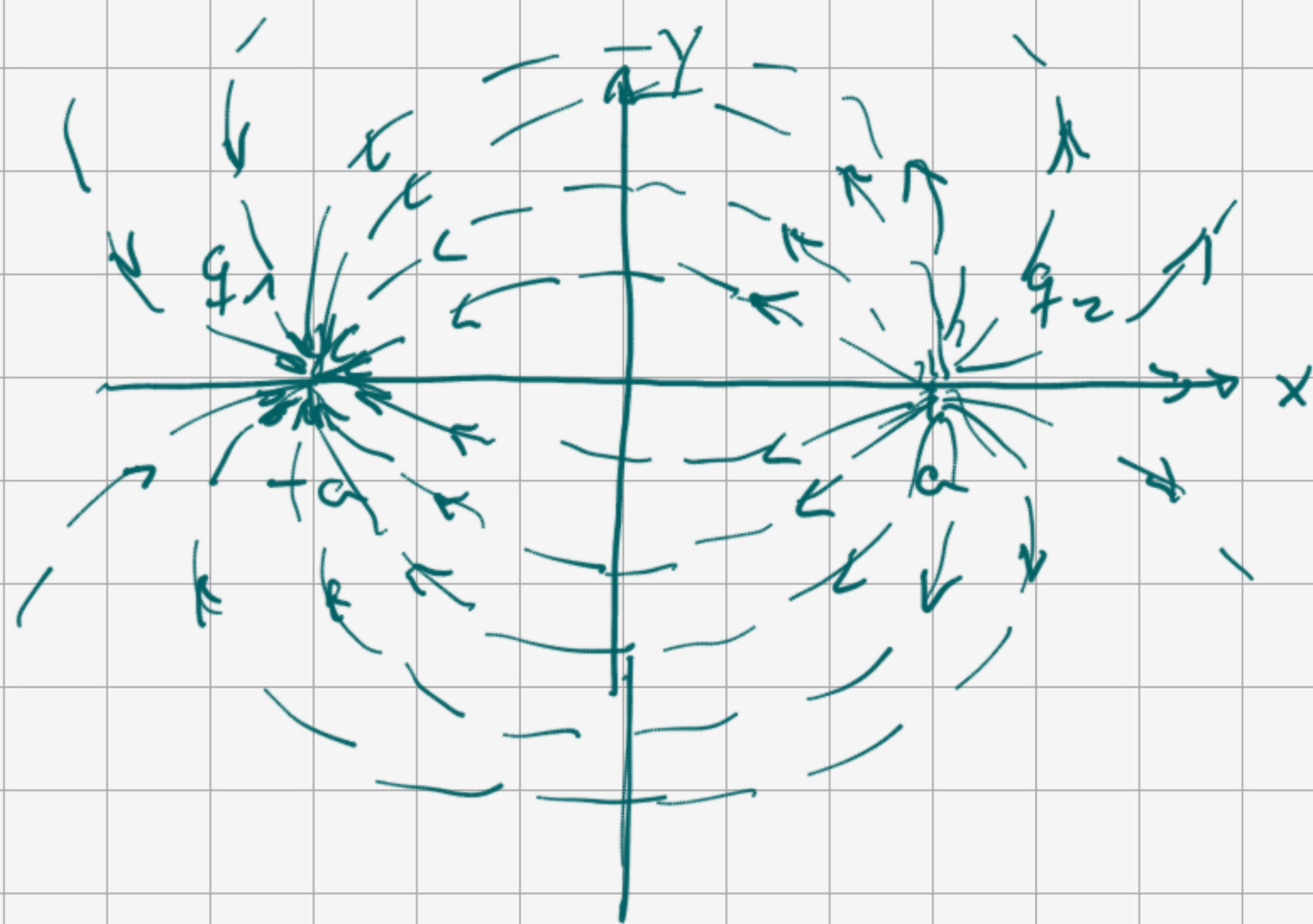
$\Rightarrow \vec{E} \approx \frac{-2Aqa\vec{i}}{y^3} \rightarrow 0, y \rightarrow \infty$

für $\vec{r} = x\vec{i}$: $\vec{E} = Aq \left[\frac{(x-a)\vec{i}}{(x-a)^3} - \frac{(x+a)\vec{i}}{(x+a)^3} \right]$

$= Aq \left[\frac{(x+a)^2 - (x-a)^2}{(x^2 - a^2)^2} \right] \vec{i} = Aq \left[\frac{4xa}{(x^2 - a^2)^2} \right] \vec{i}$

für $x \gg a$: $x^2 - a^2 \approx x^2$

$$\Rightarrow \vec{E} \approx \vec{i} A_q \frac{4a}{x^3} \rightarrow 0, x \rightarrow \infty$$



b) allgemein: $\vec{E} = A_q \left[\frac{\vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} + \frac{\vec{r} - \vec{r}_2}{|\vec{r} - \vec{r}_2|^3} \right]$

für $\vec{r} = y\vec{j}$:

$$\vec{E} = A_q \left[\frac{y\vec{j} - a\vec{i}}{\sqrt{a^2 + y^2}^3} + \frac{y\vec{j} + a\vec{i}}{\sqrt{a^2 + y^2}^3} \right]$$

$$= \frac{2A_q y \vec{j}}{\sqrt{a^2 + y^2}^3} \approx \frac{2A_q y \vec{j}}{y^3} = \frac{2A_q \vec{j}}{y^2} \rightarrow 0, y \rightarrow \infty$$

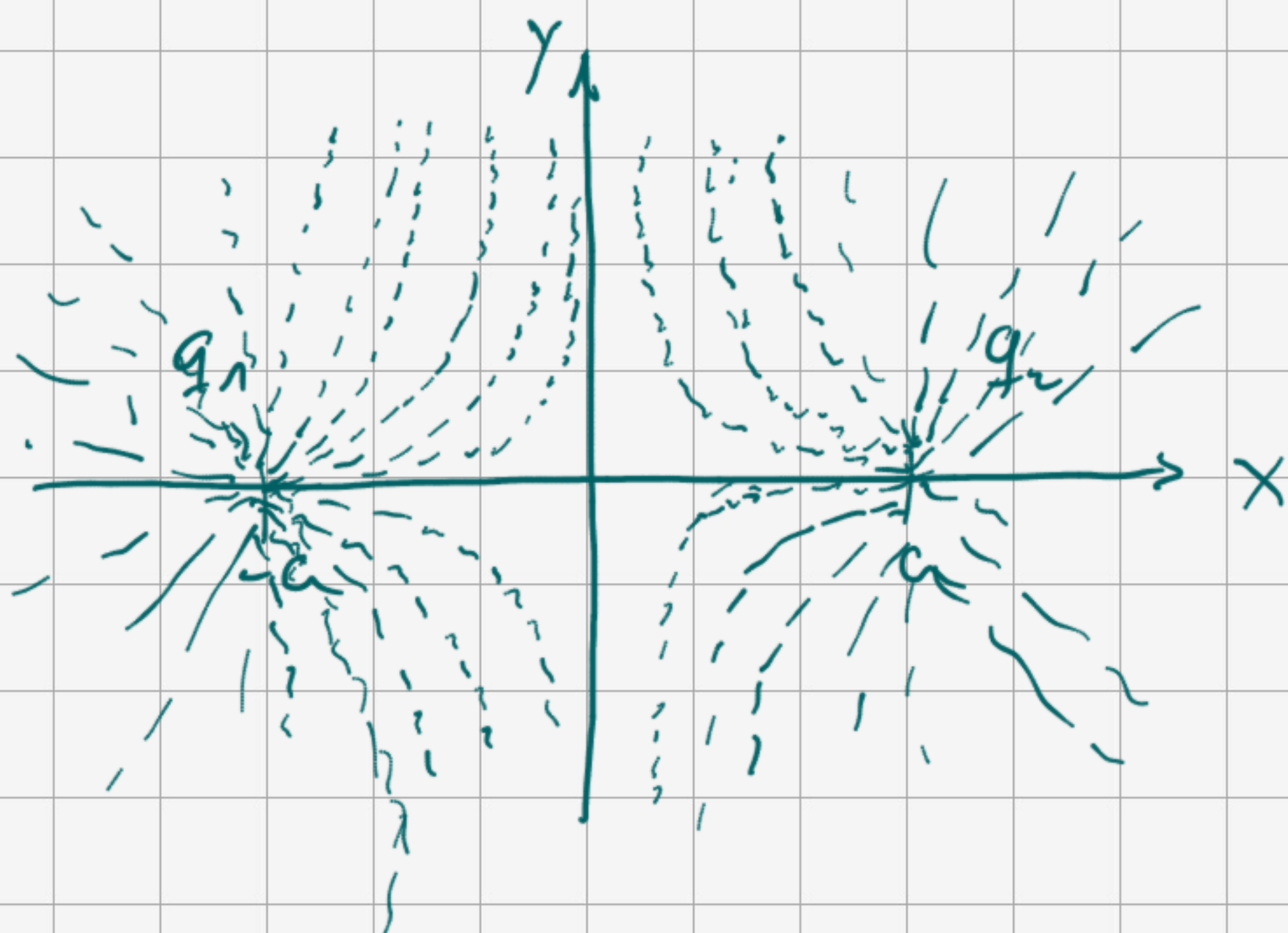
→ nähert Coulombgesetz an

für $\vec{r} = x\vec{i}$

$$\vec{E} = A_q \left[\frac{(x-a)\vec{i}}{(x-a)^3} + \frac{(x+a)\vec{i}}{(x+a)^3} \right] = A_q \vec{i} \left[\frac{(x+a)^2 + (x-a)^2}{(x^2 - a^2)^2} \right]$$

$$= A_q \vec{i} \left[\frac{x^2 + a^2}{(x^2 - a^2)^2} \right] \approx \frac{A_q \vec{i}}{x^2} \rightarrow 0, x \rightarrow \infty$$

→ nähert sich Coulombgesetz an.



Aufgabe 3

Längenladungsdichte: $\sigma = \frac{Q}{L} = \frac{Q}{\pi R} = \frac{dq}{dL}$

$$d\vec{E} = \frac{-\vec{r}}{|\vec{r}|^3} \frac{dq}{4\pi\epsilon_0} = \frac{-\vec{r}}{|\vec{r}|^3} \frac{\sigma dL}{4\pi\epsilon_0}$$

$$= \frac{-\vec{r}}{|\vec{r}|^3} \frac{\sigma R}{4\pi\epsilon_0} d\varphi$$

$$\vec{E} = - \int_0^\pi \frac{\vec{i} \cos \varphi + \vec{j} \sin \varphi}{R^2} \frac{\sigma R}{4\pi\epsilon_0} d\varphi$$

$$= \frac{-\sigma}{4\pi R \epsilon_0} \int_0^\pi \vec{i} \cos \varphi + \vec{j} \sin \varphi d\varphi$$

$$= \frac{-\sigma}{4\pi R \epsilon_0} \left(\vec{i} \sin \varphi - \vec{j} \cos \varphi \right) \Big|_0^\pi$$

$$= \frac{-\sigma}{2\pi R \epsilon_0} \vec{j} = \frac{-Q}{2\pi^2 R^2 \epsilon_0} \vec{j}$$

