$$\vec{E}(\vec{r}) \equiv \frac{\vec{F}(\vec{r})}{Q}$$

Beispiele: Interplanetarischer Raum: $E \sim 10^{-3}\,\frac{V}{m}$

Zündung in trockener Luft bei $E \sim 3 \cdot 10^{6}\,\frac{V}{m}$

Van der Graaf-Generatoren: $\sim 10^{6}\,\frac{V}{m}$

Atome  $\sim 10^{9}\,\frac{V}{m}$

Atomkerne $5 \cdot 10^{20}\,\frac{V}{m}$

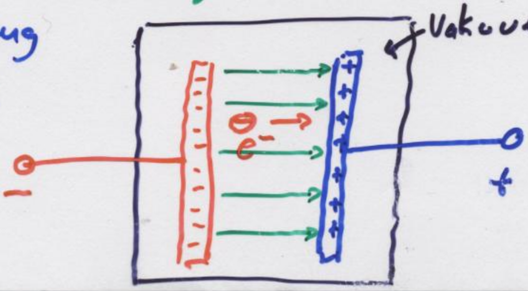
2.1.4 Bewegung von Ladungen im El. Felde

Newton $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

mit $\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

Beispiel: Beschleunigung eines e^- im homogenen Feld $\vec{E}$

a) Bewegung ∥ zu $\vec{E}$



$F = e\,E$

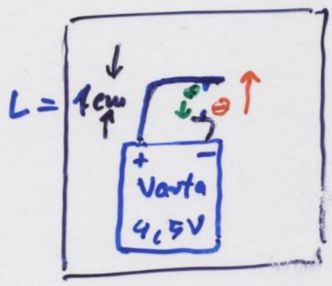
$= m_0 \cdot a$

$\Rightarrow a = \frac{e \cdot E}{m_0}$

$$x(t) = \frac{e \cdot E}{2 m_0} t^2 \quad (+ v_0 \cdot t + x_0)$$

$$v(t) = \frac{e \cdot E}{m_0} t \quad (+ v_0)$$

Beispiel: Beschleuniger mit Taschenlampenbatterie



$$E = \frac{4{,}5\,V}{1\,cm} = \frac{450\,V}{m}$$

Beschleunigung eines Protons:

$$v = \sqrt{2 \frac{e E}{m_0} \cdot L}$$

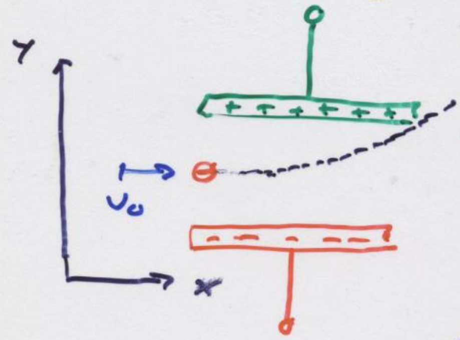
$$= 3 \cdot 10^4 \frac{m}{s}$$

Elektron

$$v \approx 1{,}3 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$

Prinzip eines Teilchenbeschleunigers

6. Bewegung $\perp$ $\vec{E}$:



$$\vec{a} = \frac{e\vec{E}}{m_0} = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{eE}{m_0} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \quad \vec{v}(t) = \begin{pmatrix} v_0 \\ \frac{eE}{m_0} t \\ 0 \end{pmatrix}$$

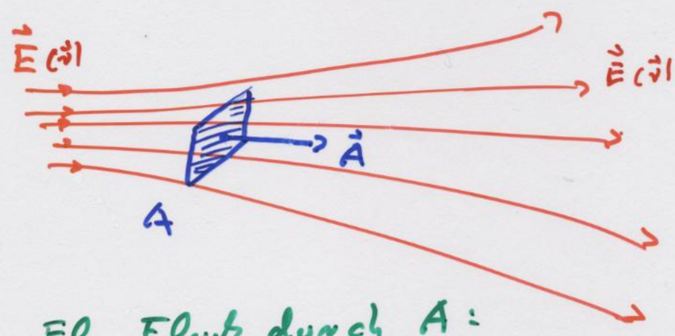
$$\Rightarrow \quad \vec{r}(t) = \begin{pmatrix} v_0 \cdot t \\ \frac{eE}{2m_0} t^2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Bahn ist Parabel: $y = \frac{eE}{2m_e v_0^2} x^2$

2.1.5 Der Gaußsche Satz

Vorstellung: „Felder entstehen durch Ausströmen einer Kraft"

E-Feld: Ausfluß von virtuellen Photonen



El. Fluß durch A:

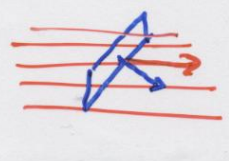
$$\phi \equiv \int_A \vec{E}\, d\vec{A}$$

Falls – $|\vec{E}| = const$, $\vec{E} \parallel \vec{A}$:

$$\vec{E}\,\vec{A} = E \cdot A \; (= \phi)$$

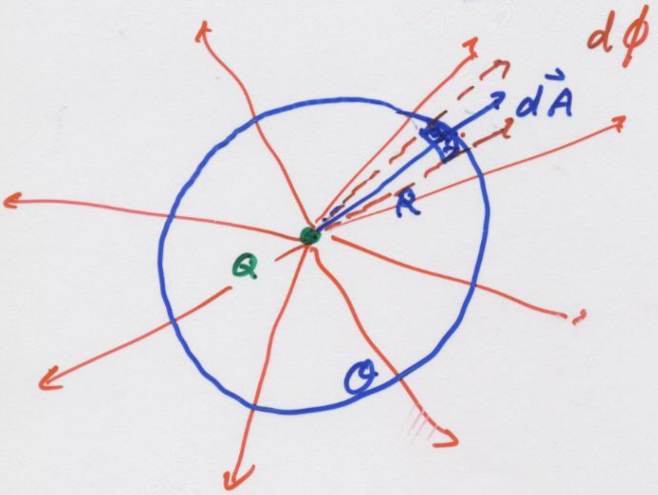
– $|\vec{E}| = const$, $\vec{E} \measuredangle \vec{A}$:

$$\phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = E \cdot A \cdot \cos \alpha_{\vec{E},\vec{A}}$$



; Insbesondere für $\vec{E} \perp \vec{A}$: $\phi = 0$

- Fluß durch Kugeloberfläche



$$\phi = \int d\phi$$

$$= \int_O \vec{E}(\vec{R})\, d\vec{A}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{R^2} \underbrace{\int_O \vec{e}_R \cdot d\vec{A}}_{4\pi R^2} \quad (\vec{e}_R \parallel d\vec{A})$$

$$= \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

unabhängig vom Abstand R