

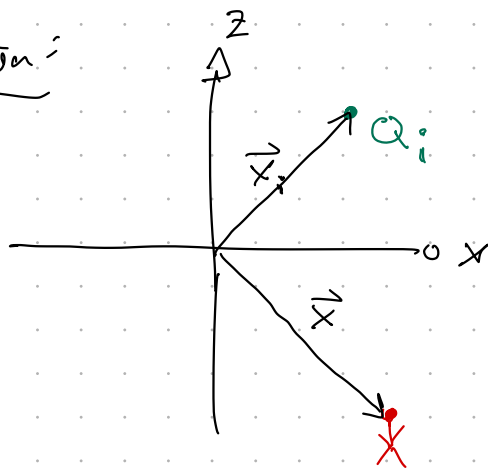
[...]

↳ Das Coulomb-Potential einer Ladung Q :

$$\| \phi_{el}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} ; [\phi_{el}] = 1V$$

→ Q befindet sich im Koordinatenursprung

Situation:



↳ allg. Coulomb-Potential:

$$\| \phi_{el}(\vec{x}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_i}{|\vec{x} - \vec{x}_i|}$$

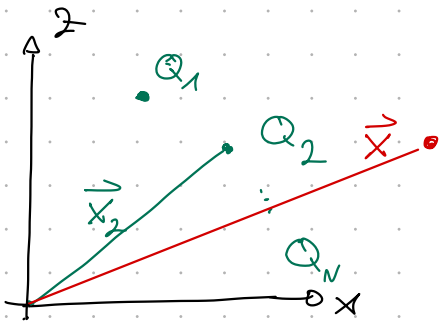
Bem: Einheiten

zerlegen

$$[\phi_{el}] = 1 \frac{J}{C} = 1V$$

$$\| [\vec{E}] = 1 \frac{V}{m} = 1 \frac{N}{C}$$

3.3.2 Das el. Potential einer beliebigen Ladungsverteilung



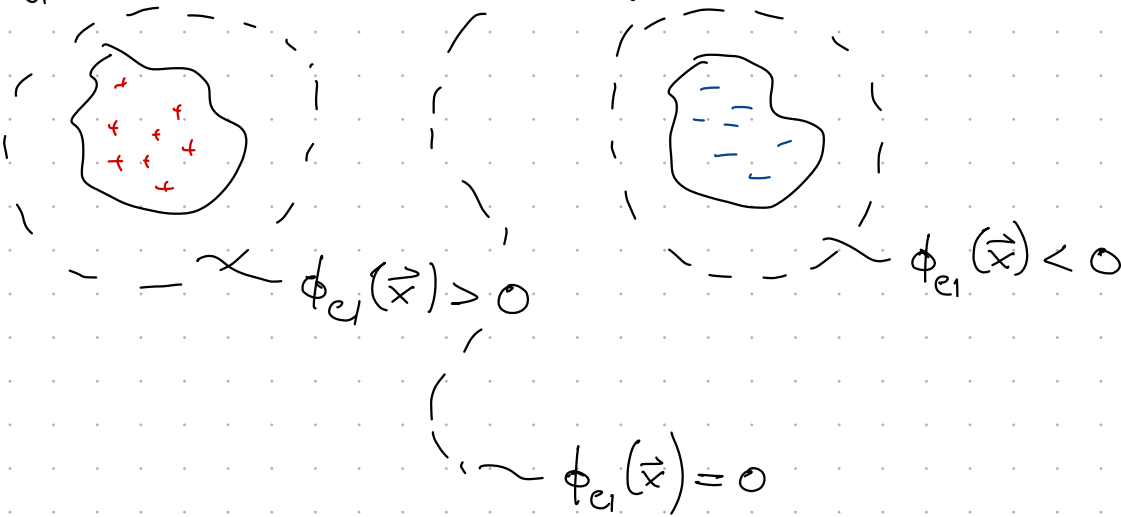
Superposition:

$$\phi_{el}(\vec{x}) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_i}{|\vec{x} - \vec{x}_i|}$$

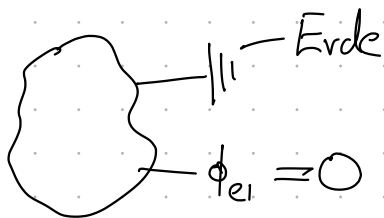
mit $|\vec{x} - \vec{x}_i| = \sqrt{(x - x_i)^2 + \dots + (z - z_i)^2}$

Bem:

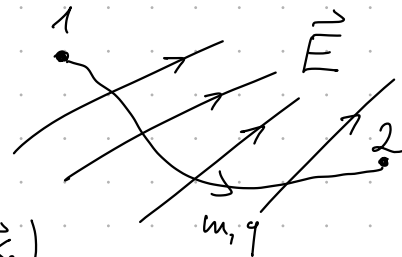
① $\phi_{el}(\vec{x})$ hat ein Vorzeichen!



② $\phi_{el}(\vec{x})$ für $|\vec{x}| \rightarrow \infty$: $\phi_{el}(|\vec{x}| \rightarrow \infty) = 0$



③ EES geschrieben mit $\phi_{el}(\vec{x})$:



Energieerhaltungssatz

$$\frac{1}{2} m \vec{v}_1^2 + q \cdot \phi_{el}(\vec{x}_1) = \frac{1}{2} m \vec{v}_2^2 + q \cdot \phi_{el}(\vec{x}_2)$$

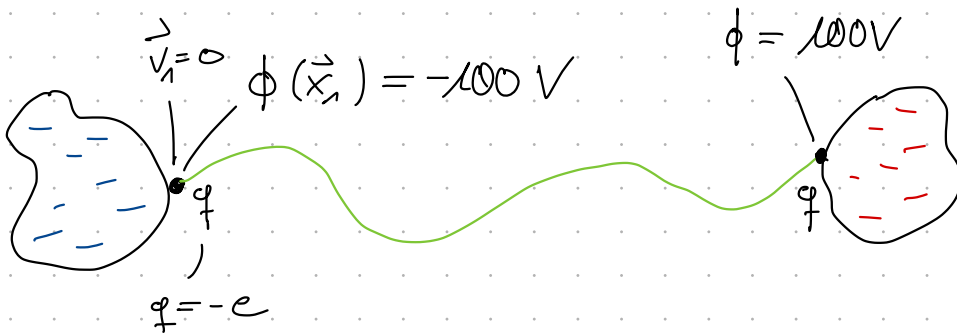
oder

$$\frac{1}{2} m \vec{v}_1^2 + \underbrace{q (\phi_{el}(\vec{x}_1) - \phi_{el}(\vec{x}_2))}_{\text{el. Arbeit}} = \frac{1}{2} m \vec{v}_2^2$$

el. Arbeit: $W_{el}(\vec{x}_1, \vec{x}_2) = q (\phi_{el}(\vec{x}_1) - \phi_{el}(\vec{x}_2))$
 ↳ geleistet vom el. Feld

$$\boxed{\phi = \phi_{el}}$$

Bsp:



EES:

$$0 + (-e)\phi(\vec{x}_1) = \frac{1}{2} m \vec{v}_2^2 + (-e)\phi(\vec{x}_2)$$

$$\hookrightarrow \frac{1}{2} m \vec{v}_2^2 = (-e)(\phi(\vec{x}_1) - \phi(\vec{x}_2))$$

m_e Elektronen-
volt

$$= 200 \text{ eV}$$

$$= 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

[...]

3.3.3 | Visualisierung des el. Potentials

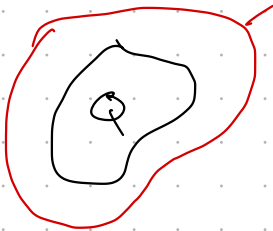
↳ Äquipotentialflächen/-linien

a) Definition:

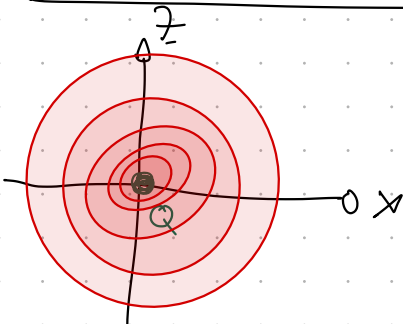
$$\phi = \text{const.}$$

Analogie:

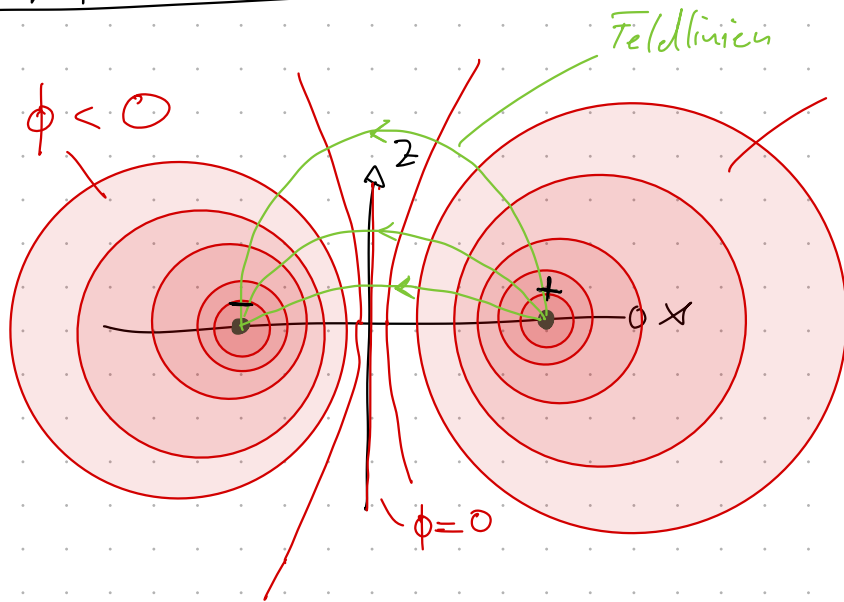
Höhenlinien einer topographischen Karte.



b) Äquipotentialflächen/-linien des Coulomb-Potentials



c) Äquipotentiallinien des Dipols

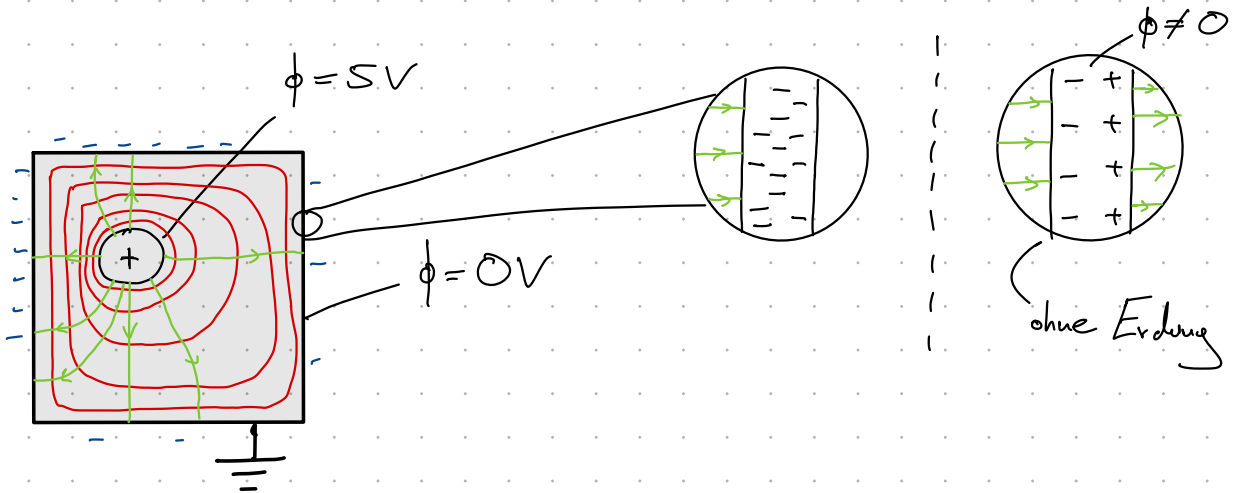
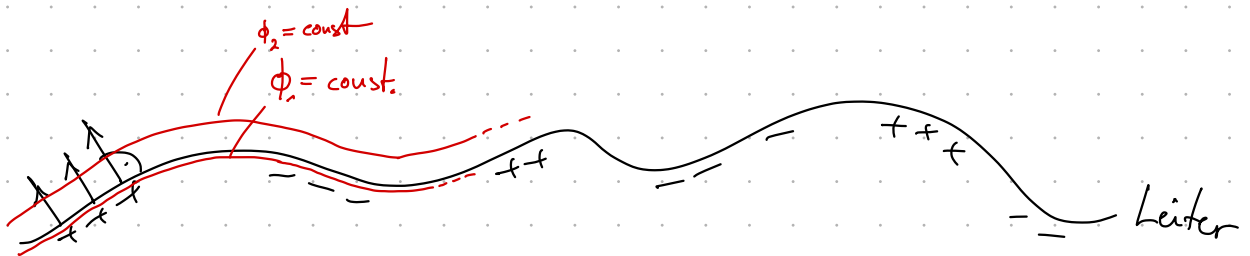


\Rightarrow Feldlinien verlaufen senkrecht durch Äquipotentiallinien!

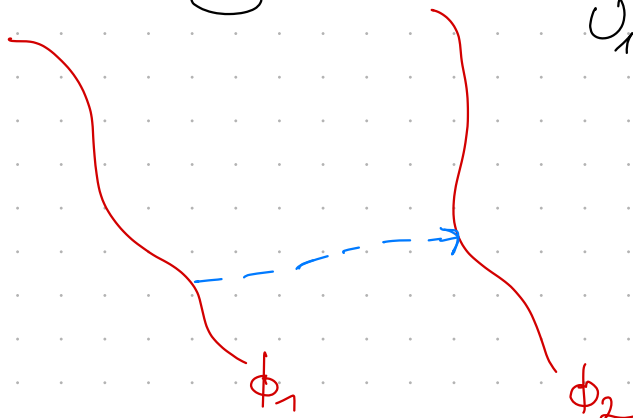
d) Äquipotentiallinien an Leiteroberflächen

26.04.24

Exp:



e) El. Spannung U



$$U_{1,2} = U = \phi_2 - \phi_1$$

Bem: Im EES

$$\frac{1}{2} m \vec{v}_1^2 - qU = \frac{1}{2} m \vec{v}_2^2$$

3.3.4 Zusammenhang zw. ϕ und \vec{E}

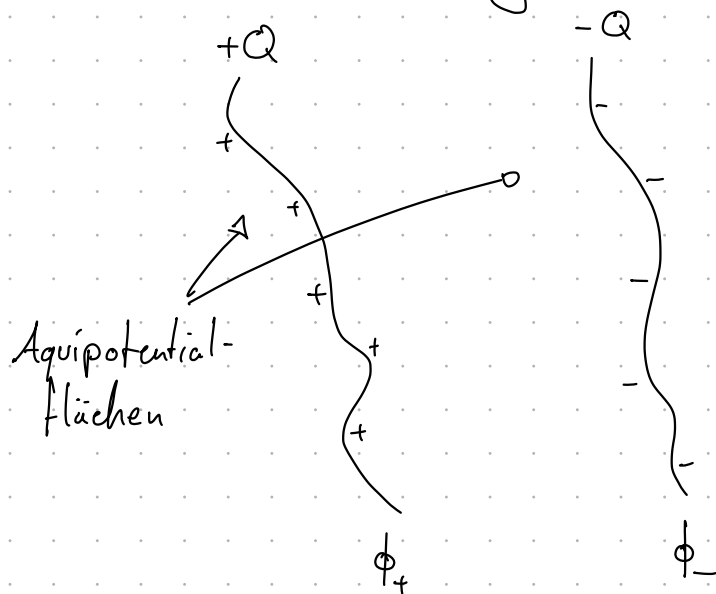


↪ Gradient von $\phi(x, y, z) = \phi(\vec{x})$ bestimmt \vec{E} -Feld:

$$\underline{\underline{\vec{E}}} = -\text{grad } \phi(x, y, z) = - \begin{pmatrix} \frac{\partial \phi}{\partial x} \\ \frac{\partial \phi}{\partial y} \\ \frac{\partial \phi}{\partial z} \end{pmatrix}$$

3.4 | Anwendung: Kapazität, Kondensator

3.4.1 // Kapazität: allgemein



zwei Elektroden

$$U = \phi_+ - \phi_- \quad \text{Konvention}$$

$$\underline{U \sim Q; Q = |+Q| = |-Q|}$$

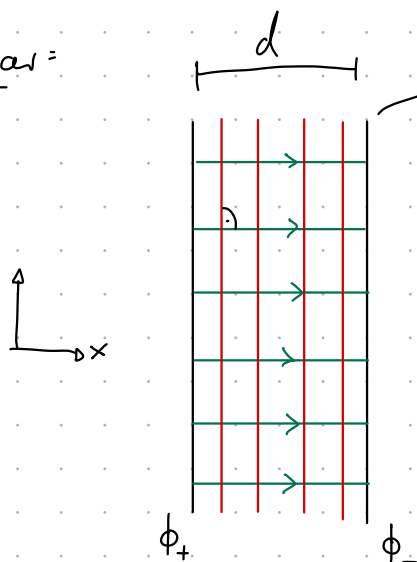
$$\Rightarrow \underline{Q = C \cdot U}$$

C : Kapazität ("Ladungsfassungsvermögen")
der Elektrodenanordnung

$$[C] = \left[\frac{Q}{U} \right] = 1 \frac{C}{V} = 1 F \text{ (Farad)}$$

3.4.2 // Kapazität des Plattenkondensator

Aufbau:



A : Fläche

$$\text{Idee } C = C(A, d)$$

$$U = \phi_+ - \phi_- \quad \text{s. Physik I}$$

$$\Rightarrow |\vec{E}| = E = \frac{U}{d} = \epsilon_0 \frac{Q}{A}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{A}{d} \cdot U$$

$$\Rightarrow \underline{C_{\text{Platte}} = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{A}{d}}$$

Bem:

1) C ist eine geometrische Größe.

2) Typ. techn. Werte:

$$C = 1 \text{ pF} \dots 1 \mu\text{F} \dots 1 \text{ F}$$