12. Elektrizität

15 Nov. 2019

Aufgaben

1.1 Dimensionsanalyse

1.2 Datenanalyse

Eingeschränkt Verfügbar ab **15. November 2019**

5.1 Strömungswiderstand

5.2 Bauaufzug

6.1 Elektrisches Feld zweier Punktladungen

Eingeschränkt Verfügbar ab **15. November 2019**

6.2 Die Bewegung eines Elektrons

Eingeschränkt Verfügbar ab **15. November 2019**

Benötigte Arbeit um ein Elektron zu bewegen

Welche Arbeit wird benötigt, um ein Elektron von der Position

$$\vec{r}_1 = 9\hat{x} + 6\hat{y} + 6\hat{z} \quad [\mathrm{m}]$$

zur Position

$$\vec{r}_2 = -6\hat{x} - 8\hat{y} + 3\hat{z} \quad [\mathrm{m}]$$

in einem elektrischen Feld

$$\vec{E} = -2x\hat{x} - 9\hat{y} - 3z^2\hat{z} \quad [\mathrm{V/m}] \text{ zu bewegen?}$$

Die Kraft auf das Elektron lautet $-e\vec{E}$, wobei $-e = -1.6022 \times 10^{-19}$ C die Ladung des Elektrons ist.

$W =$ [J] Submit

Punktmechanik

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \qquad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \qquad \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{r} \qquad \vec{v} \qquad \vec{a} \qquad \vec{F}$$

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

$$\vec{r}(t) = \int_{t_0}^{t} \vec{v}(t')dt' + \vec{r}(t_0) \qquad \vec{v}(t) = \int_{t_0}^{t} \vec{a}(t')dt' + \vec{v}(t_0)$$

Elektrostatik

$$\rho$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\rho(\vec{r}\,')}{\left|\vec{r}-\vec{r}\,'\right|^3}(\vec{r}-\vec{r}\,')d^3r'$$

$$\nabla\cdot\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

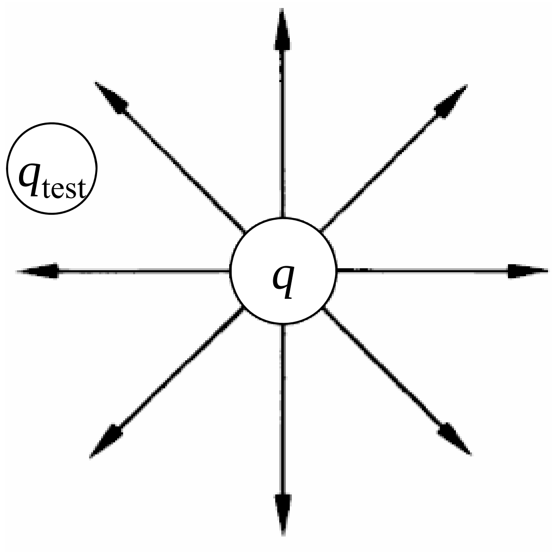
$$\vec{E}$$

$$\varphi = -\int \vec{E}\cdot d\vec{r} + \varphi_0$$

$$\vec{E} = -\nabla\varphi$$

$$\varphi$$

Elektrisches Feld



$$\vec{F} = \frac{q_{test}\, q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\hat{r}$$

$$\vec{E}\left(\vec{r}\right) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\hat{r}$$

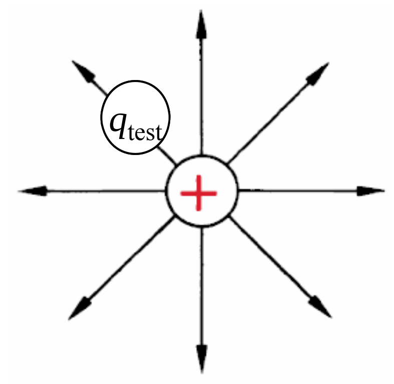
Vektorfeld

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{test}}$$

Elektrostatische Potential

Elektrisches Feld

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}}{q_{test}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$$



$$\vec{F} = -\nabla E_{pot}$$

$$\vec{E} = -\nabla \varphi$$

Elektrostatische Potential

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{E_{pot}}{q_{test}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$\varphi_b - \varphi_a = -\int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{r}$$

Punktladungsverteilung

Elektrisches Feld

$$\vec{E}(\vec{r}) = \sum_i \frac{q_i(\vec{r}-\vec{r}_i)}{4\pi\varepsilon_0 |\vec{r}-\vec{r}_i|^3}$$

Elektrostatische Potential

$$\varphi(\vec{r}) = \sum_i \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0 |\vec{r}-\vec{r}_i|}$$

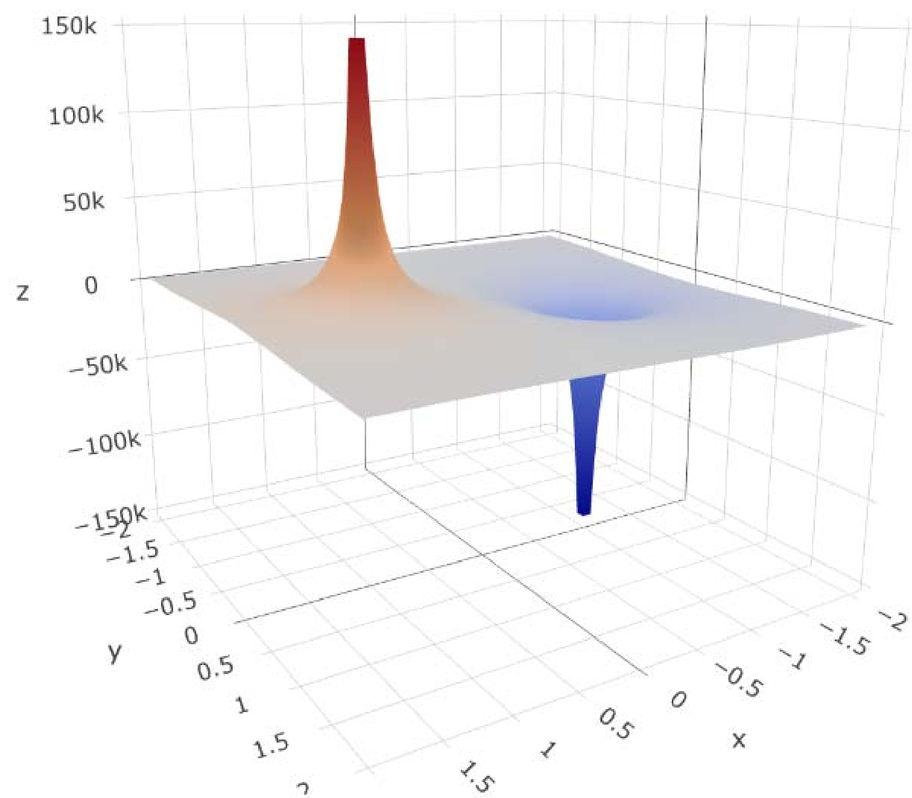
Kraft

$$\vec{F}(\vec{r}) = q_{test}\vec{E} = q_{test}\sum_i \frac{q_i(\vec{r}-\vec{r}_i)}{4\pi\varepsilon_0 |\vec{r}-\vec{r}_i|^3}$$

Elektrisches Feld einer Punktladungsverteilung

$$\varphi(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{N} \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}-\vec{r}_i|} \text{ [V].}$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{N} \frac{q_i(\vec{r}-\vec{r}_i)}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}-\vec{r}_i|^3} \text{ [V/m].}$$



http://lampx.tugraz.at/~hadley/physikm/apps/coulombE.de.php

Ladungsdichte

für viele elektrische Ladungen

$$\sum_i q_i \quad \Rightarrow \quad \rho(\vec{r})$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{N} \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0 \left|\vec{r} - \vec{r}_i\right|^3} (\vec{r} - \vec{r}_i)$$

$$\Downarrow$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \iiint_{vol} \frac{\rho(\vec{r}\,')}{\left|\vec{r} - \vec{r}\,'\right|^3} (\vec{r} - \vec{r}\,') dx' dy' dz'$$

Elektrostatik

$$\rho$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\rho(\vec{r}\,')}{\left|\vec{r}-\vec{r}\,'\right|^3}(\vec{r}-\vec{r}\,')\,d^3r'$$

$$\nabla\cdot\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

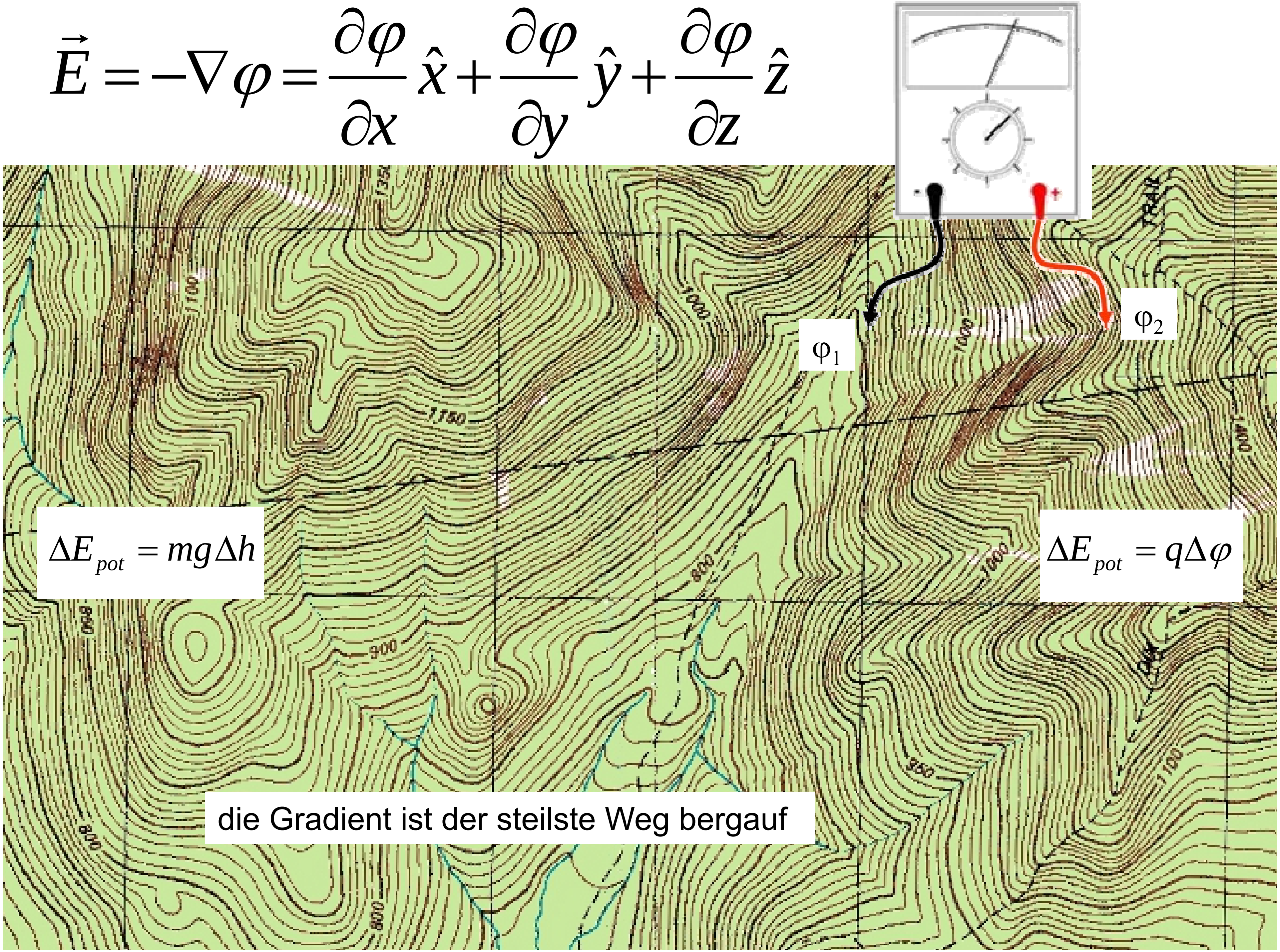
$$\vec{E}$$

$$\varphi = -\int \vec{E}\cdot d\vec{r} + \varphi_0$$

$$\vec{E} = -\nabla\varphi$$

$$\varphi$$

$$\vec{E} = -\nabla\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\hat{y} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\hat{z}$$



$$\Delta E_{pot} = mg\Delta h$$

$$\Delta E_{pot} = q\Delta\varphi$$

die Gradient ist der steilste Weg bergauf

Elektrostatik

$$\rho$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\rho(\vec{r}\,')}{\left|\vec{r}-\vec{r}\,'\right|^3}(\vec{r}-\vec{r}\,')d^3r'$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{E}$$

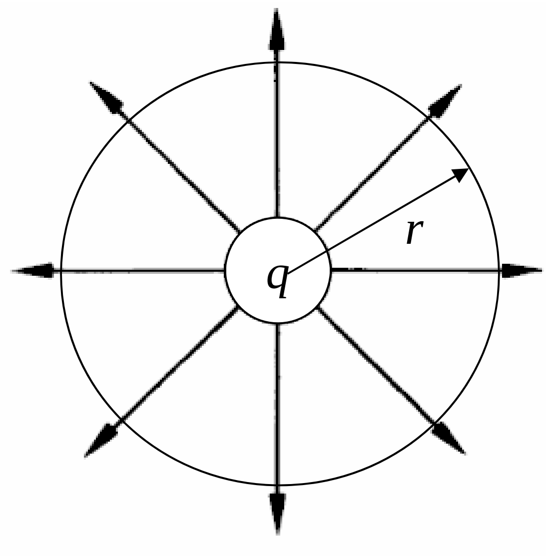
$$\varphi = -\int \vec{E}\cdot d\vec{r} + \varphi_0$$

$$\vec{E} = -\nabla\varphi$$

$$\varphi$$

Gaußsches Gesetz

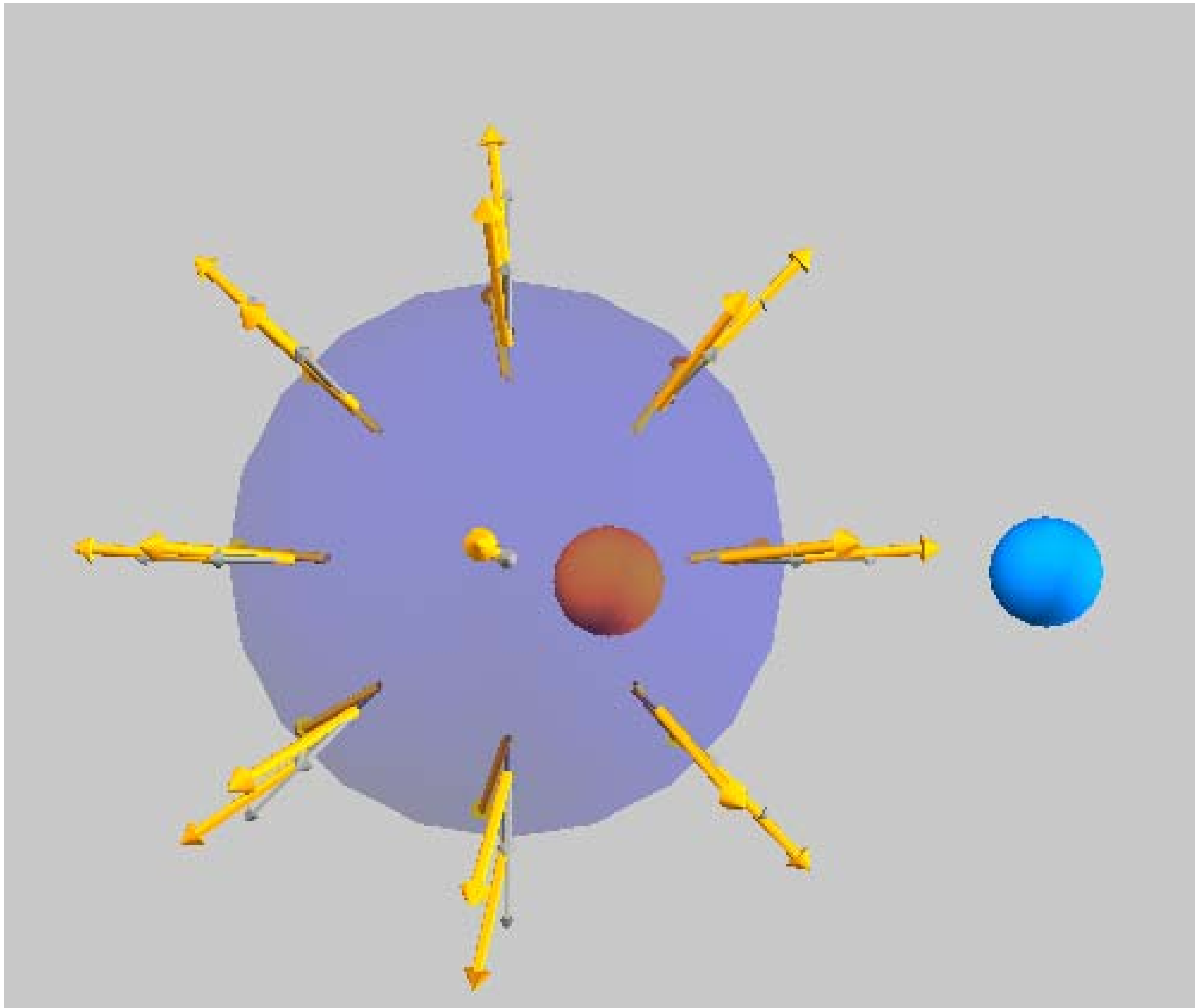
$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$$



Elektrisches Feld × Oberfläche = $$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \times 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

Gaußsches Gesetz



http://public.mitx.mit.edu/gwt-teal/GaussLawFlux.html

Gaußsches Gesetz

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

Divergenz

elektrische Feldkonstante

$8.854187817 \times 10^{-12} \ \frac{\mathrm{A\,s^4}}{\mathrm{kg\,m^3}}$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \mathrm{div}\,\vec{E} = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$$

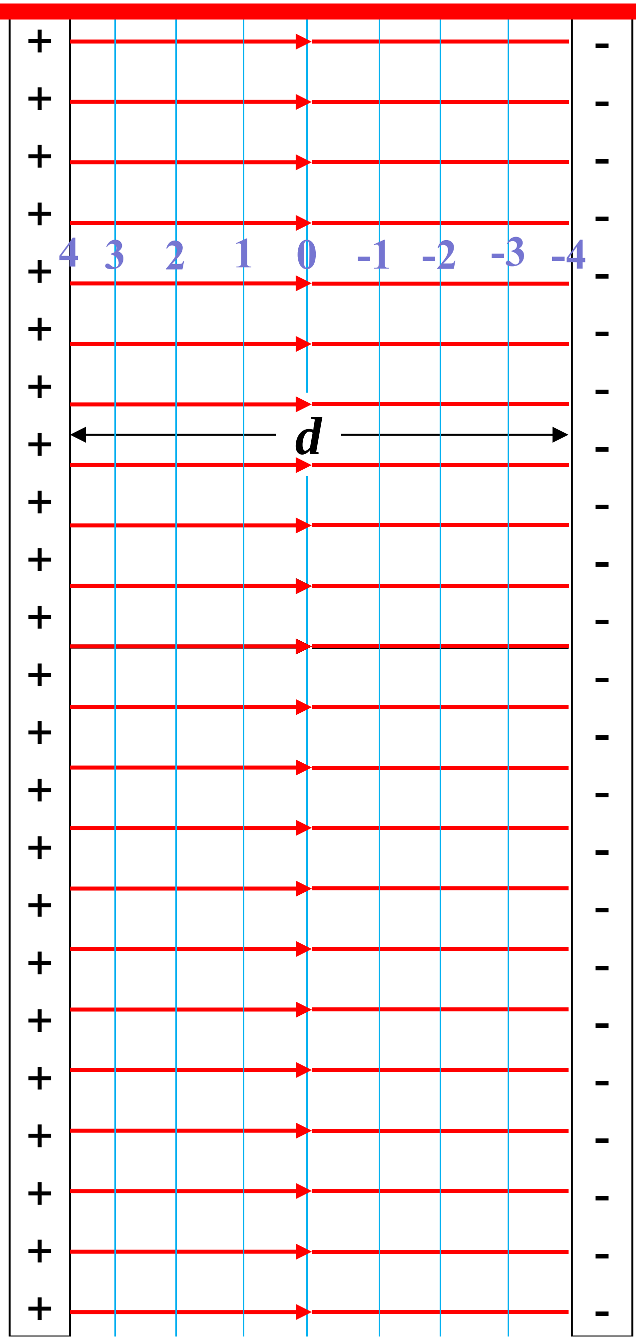
$$\boxed{\iiint_{vol} \nabla \cdot \vec{E}\; dxdydz = \iint_{A} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}}$$

Gaußsches Gesetz

parallen Platten

$$\varphi_{links} = 4\ [\mathrm{V}]$$

$$\varphi_{rechts} = -4\ [\mathrm{V}]$$



$$V = \varphi_{links} - \varphi_{rechts}$$
$$= 8\ [\mathrm{V}]$$

$$\vec{E} = -\nabla\varphi$$
$$= -\frac{\partial\varphi}{\partial x}\hat{x}$$
$$= \frac{V}{d}\ \hat{\mathrm{x}}\ [\mathrm{V/m}]$$