

# Klassische Physik 2

# Elektrodynamik

SS2013

Johannes Blümer

V03 23. April

KIT-Centrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik KCETA



# Semesterkalender

		KW	Di	Mi	Do
	April	15	<b>16</b>		<b>18</b>
	April	16	<b>23</b>	<b>Ü</b>	<b>25</b>
	April/Mai	17	<b>30</b>	<b>Ü</b>	<b>2</b>
	Mai	18	<i>7</i>	<b>Ü</b>	<i>9 F</i>
	Mai	19	<b>14</b>	<b>Ü</b>	<b>16</b>
	Mai	20	<i>21</i>	<b>Ü</b>	<i>23</i>
	Mai/Juni	21	<b>28</b>	<b>Ü</b>	<i>30 F</i>
	Juni	22	<b>4</b>	<b>Ü</b>	<b>6</b>
	Juni	23	<b>11v</b>	<b>Ü</b>	<i>13</i>
	Juni	24	<i>18</i>	<b>Ü</b>	<b>20</b>
	Juni	25	<b>25</b>	<b>Ü</b>	<b>27</b>
	Juli	26	<b>2</b>	<b>Ü</b>	<b>4</b>
	Juli	27	<b>9</b>	<b>Ü</b>	<b>11</b>
	Juli	28	<b>16</b>	<b>Ü</b>	<b>18</b>

# Grundkonzepte der Elektrostatik

(punktförmige) Ladungen und Kräfte; Coulombgesetz;

elektrisches Feld, Feldlinien, Probeladung: Demonstrationen;

Coulombkräfte und Lorentzkräfte;

el. Feldstärke, el. Fluss, "Flussregel";

Spannung und Potential

Ladungsverteilungen

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

hängt von den  $\sqrt{2}$  der Ladungen ab!

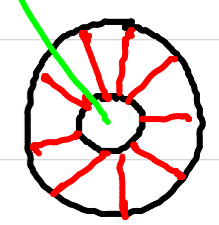
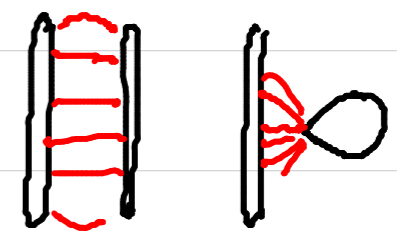
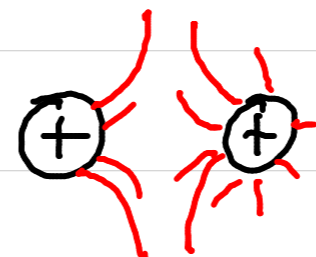
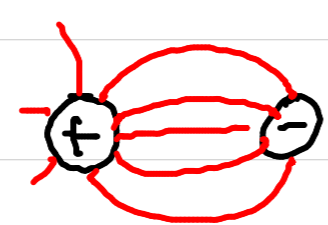
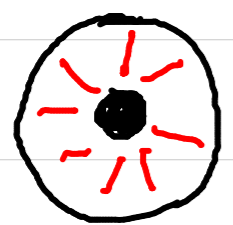
el. (+ magn.)  
Felder leucht  
manipulierbar

el. Felder werden durch Ladungen erzeugt

Visualisierung v. el. Feldern: "fries in Öl"

Platten-Kondensator

feldfrei



Definition der el. Feldstärke über die Kraft auf eine  
 Probeladung  $q$   $\vec{E}$   $\vec{F}$

$$\vec{E} = \vec{F}/q$$

vgl. Gravitation  
 $\vec{F} \rightarrow \vec{G}$

$q \rightarrow m$

Vgl. Gravitation - el. Kraft:

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}}{G \frac{m_1 m_2}{r^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 G} \frac{q_1 q_2}{m_1 m_2}$$

→ Protonen:  $10^{36}$   
 Elektronen:  $4 \cdot 10^{42}$

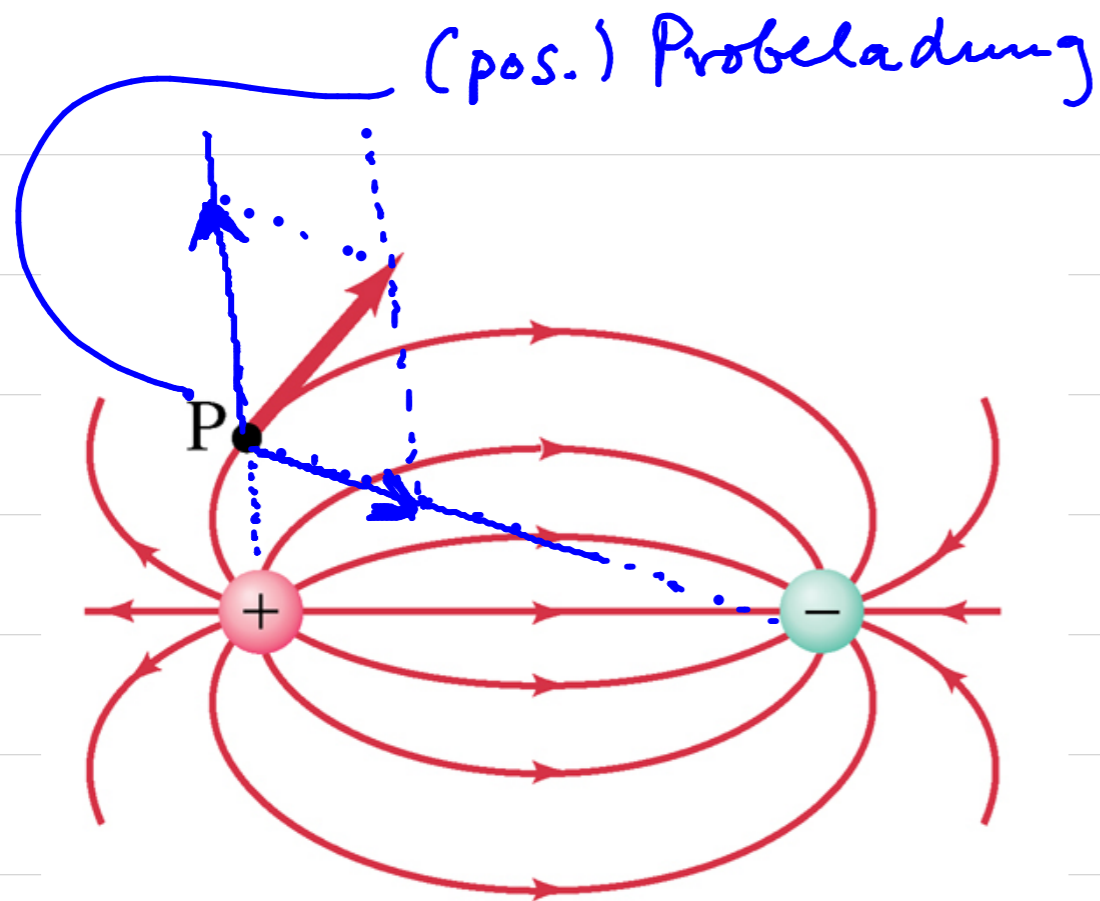
Messe  $\vec{F}$  im el. Feld  $\rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$   $[E] = \frac{N}{C} = \frac{V}{m}$

Vektoraddition der Kräfte

mit „Volt“:  $1V = \frac{Nm}{C}$



Einheit der el. Spannung  
 „Energie / Ladung“



feldfreier Innenraum  
eines Leiters: „Faraday-  
Käfig“

Def:  $\exists$  Raumgebiete, in denen elektr. geladene Körper  
Kräfte erfahren, die nicht als Nahwirkung oder  
Gravitation zu erklären sind: Coulombkräfte treten  
auch bei ruhenden gel. Körpern auf  $\rightarrow \exists$  elektr. Feld  
Lorentzkräfte treten nur bei bewegten gel. Körpern auf  
 $\rightarrow \exists$  Magnetfeld

el. Felder werden durch Ladungen erzeugt

Def. „elektrischer Fluss“ durch eine Fläche  $A$ .

$$\phi = \int_{(A)} \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Anteil  $\perp \vec{E}$

L Normalevektor  $d\vec{A} \perp A$

Einfache Fälle:  $\vec{E}$  homogen,  $\perp A$

$$\vec{E} \cdot d\vec{A} = E \cdot dA \quad \rightarrow \quad \phi = E \cdot A$$

$\vec{E}$  schräg zur Fläche:  $\phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos \alpha$

Beispiel: Feld einer Punktladung:  $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \vec{r}$

$Q$       Probelad.  $\rightarrow$   $q$

„radiales  $\frac{1}{r^2}$  Vektorfeld“      el. Fluss durch Kugelfläche  
nur die Ladung  $Q$  herum:  $\phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = E \cdot A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$

↳ Verallgemeinerung :  $\Phi = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot Q$  Der el. Fluss, der

aus einer beliebigen geschlossenen Fläche hervorgeht,  
ist proportional zur darin eingeschlossenen Ladung

Flussregel von Gauß - Ostrogradski















