

TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

## Elektrische Kraft zwischen zwei Punktladungen: Das Coulomb-Gesetz



Wovon hängt der Betrag der elektrischen Kraft zwischen den Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$  ab?

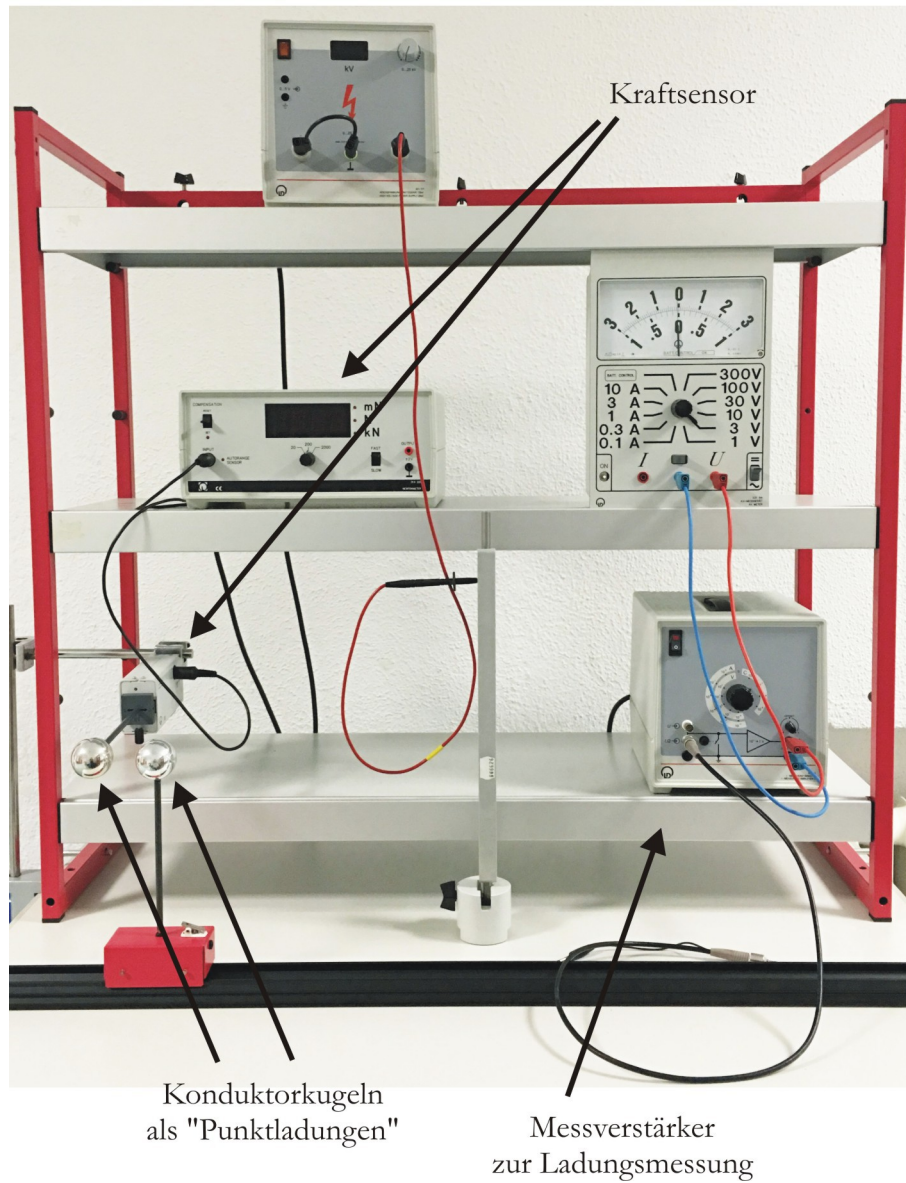
- 
- 
- 

Experimentelle Schwierigkeiten:

TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

### Versuchsaufbau:

Hochspannungsnetzgerät  
zum Laden der Kugeln



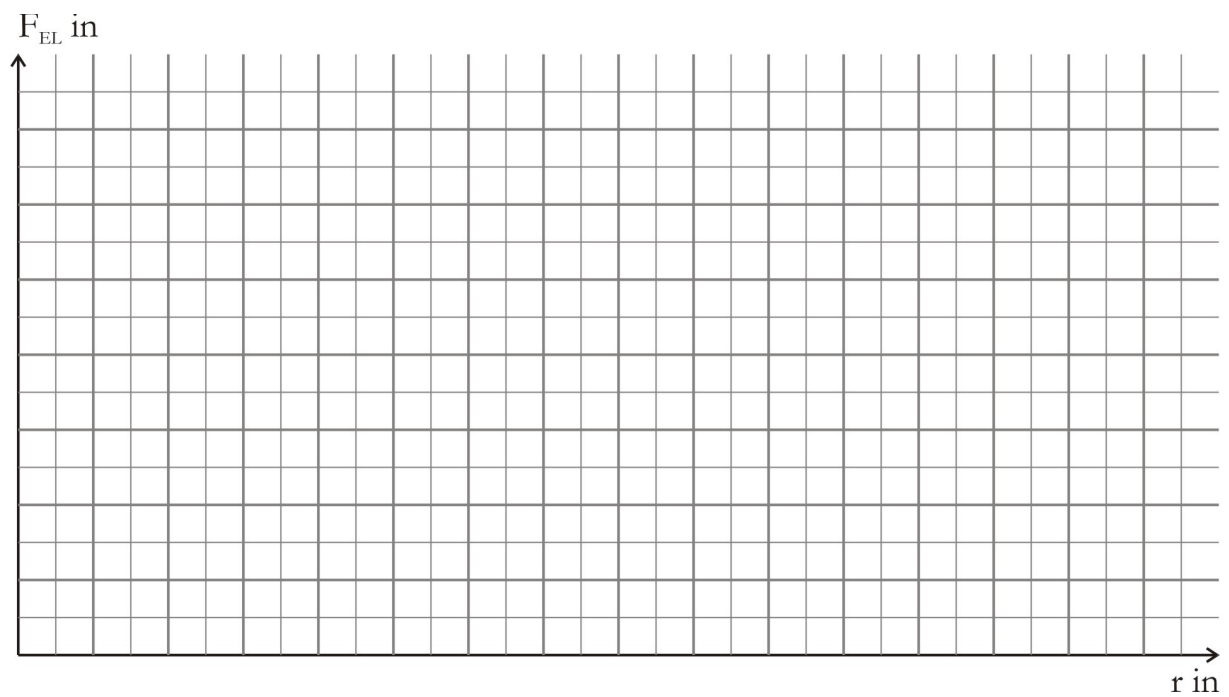
TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

### Teilversuch 1: Abhängigkeit der elektrischen Kraft vom Kugelabstand r

Messwerte:

r in cm	$\infty$	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
$F_{EL}$ in mN																
$F_{EL}$ in mN																

Auswertung:



Ergebnis:

TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

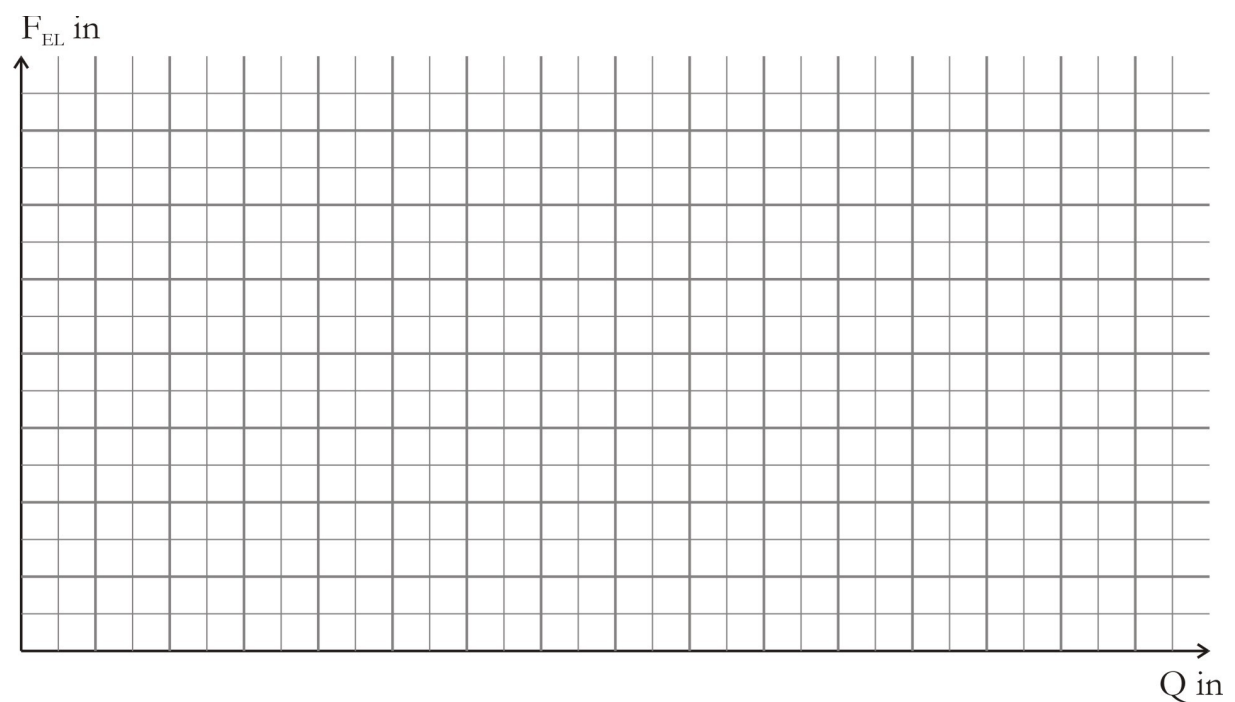
### Teilversuch 2:

Abhängigkeit der elektrischen Kraft von der Ladung  $Q_1 = Q_2 = Q$  im Abstand  $r =$

Messwerte:

U in kV	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Q in nC									
Q in nC									
Q in nC									
F <sub>EL</sub> in mN									

Auswertung:



Ergebnis:

Bei zwei unterschiedlichen Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$ :

TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

Zusammenfassung der Ergebnisse:

$$F_{\text{EL}} \sim 1/r^2$$

$$F_{\text{EL}} \sim Q_1$$

$$F_{\text{EL}} \sim Q_2$$

Die Proportionalitätskonstante bestimmen wir ausnahmsweise nicht sofort, sondern in einem späteren (messtechnisch weniger empfindlichen) Versuch.

## Coulomb-Gesetz

Die Kraft zwischen zwei Punktladungen  $Q_1$  und  $Q_2$ , die sich im Vakuum im Abstand  $r$  voneinander befinden, ist

$$F_{\text{EL}} =$$

Dabei ist \_\_\_\_ die \_\_\_\_\_ oder auch die \_\_\_\_\_, ihr Literaturwert lautet:

TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

## Übungen zum Coulomb-Gesetz

Quelle: Metzler Physik, S. 197

- 1 Berechnen Sie die Kraft, mit der sich zwei gleich geladene Körper mit der Ladung **a)**  $Q = 35 \mu\text{C}$  im Abstand  $r = 12 \text{ cm}$ , **b)**  $Q = 1 \text{ C}$  im Abstand  $r = 1 \text{ m}$  abstoßen.
- 2 Der Abstand zwischen Proton und Elektron im Wasserstoffatom sei  $d = 10^{-10} \text{ m}$ . Das Proton trägt die Ladung  $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , das Elektron eine gleich große negative.
  - a)** Wie groß ist die Coulomb-Kraft, mit der sich die beiden Teilchen anziehen?
  - b)** Wie groß ist die Gravitationskraft zwischen den beiden Teilchen? ( $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ )
  - c)** In welchem Verhältnis stehen elektrostatische Anziehungskraft und Gravitationskraft? Hängt das Verhältnis vom Abstand der Teilchen ab?

TG J1	AB Nr.	Datum:	Rieck	Physik
-------	--------	--------	-------	--------

## Übungen zum Coulomb-Gesetz – Lösungen

Quelle: Metzler Physik, S. 197

- 1 Berechnen Sie die Kraft, mit der sich zwei gleich geladene Körper mit der Ladung **a)**  $Q = 35 \mu\text{C}$  im Abstand  $r = 12 \text{ cm}$ , **b)**  $Q = 1 \text{ C}$  im Abstand  $r = 1 \text{ m}$  abstoßen.

**Lösung:**

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2};$$

- a)**  $F = 7,6 \cdot 10^2 \text{ N} = 760 \text{ N};$   
**b)**  $F = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} = 9,0 \text{ GN}$
- 2 Der Abstand zwischen Proton und Elektron im Wasserstoffatom sei  $d = 10^{-10} \text{ m}$ . Das Proton trägt die Ladung  $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , das Elektron eine gleich große negative.

- a)** Wie groß ist die Coulomb-Kraft, mit der sich die beiden Teilchen anziehen?  
**b)** Wie groß ist die Gravitationskraft zwischen den beiden Teilchen? ( $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ )  
**c)** In welchem Verhältnis stehen elektrostatische Anziehungskraft und Gravitationskraft? Hängt das Verhältnis vom Abstand der Teilchen ab?

**Lösung:**

- a)**  $F_{\text{el}} = Q^2 / (4\pi\epsilon_0 r^2) = 2,3 \cdot 10^{-8} \text{ N},$  *f*  
**b)**  $F_G = \gamma m_p m_e / r^2 = 1,0 \cdot 10^{-47} \text{ N},$   
**c)**  $F_{\text{el}} / F_G = Q^2 / (4\pi\epsilon_0 \gamma m_p m_e) = 2,3 \cdot 10^{39};$  das Verhältnis ist vom Abstand der Teilchen unabhängig.