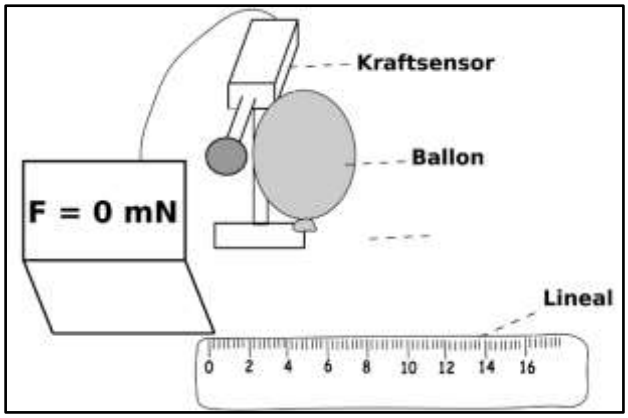
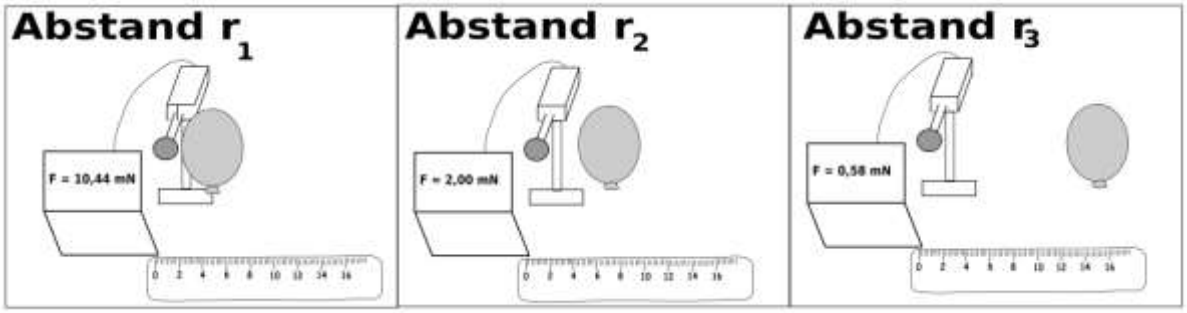
Versuch – Coulomb´sches Gesetz

Beim Versuch zum Coulomb´schen Gesetz wird folgender Versuchsaufbau verwendet:

Eine Metallkugel, die an einem Kraftsensor angebracht ist, wird mithilfe eines negativ geladenen PVC-Stabs negativ aufgeladen. Ein Ballon wird an den Haaren gerieben und somit ebenfalls negativ aufgeladen. Die abstoßende Kraft, die auf die Kugel am Kraftsensor wirkt, kann man am Laptop mit einem speziellen Programm ablesen.



Versuchsergebnis: Je weiter der Ballon von der Kugel am Kraftsensor entfernt wird, desto geringer ist die abstoßende Kraft.



Zu Beginn (ersten Zentimeter) verringert sich die Kraft jedoch viel schneller, als bei größerer Entfernung. Dieses findet man im Coulomb´schen Gesetz wieder:

$$F_{Cou} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = 8,988 \cdot 10^9 \, \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

(*ε_0 = elektrische Feldkonstante, Q_1: Ladung 1, Q_2: Ladung 2, r: Abstand der Ladungen*)

Zum Vergleich: Das Gravitationsgesetz lautet:

$$F_{Grav} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \, \frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

(*G: Gravitationskonstante, m_1: Masse 1 in kg, m_2: Masse 2 in kg, r: Abstand der Massen in Meter*)

Arbeitsaufträge

Mithilfe des Coulomb-Gesetzes kann man die Kraft F_{Cou} zwischen zwei Ladungen, die einen bestimmten Abstand r voneinander besitzen, berechnen.

$$F_{Cou} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Im Experiment wurde mithilfe einfacher Mittel versucht, die Abhängigkeit zwischen dem Abstand der Ladungen und der wirkenden Kraft, experimentell nachzuweisen. Notiere die Werte für den Abstand r und die angezeigte Kraft F aus dem Experiment. Berechne zudem die Werte von $1/r^2$ und die theoretischen Werte für die Kraft F (Ausgangswerte F = 10,44 mN und r = 1cm).

Messwerttabelle

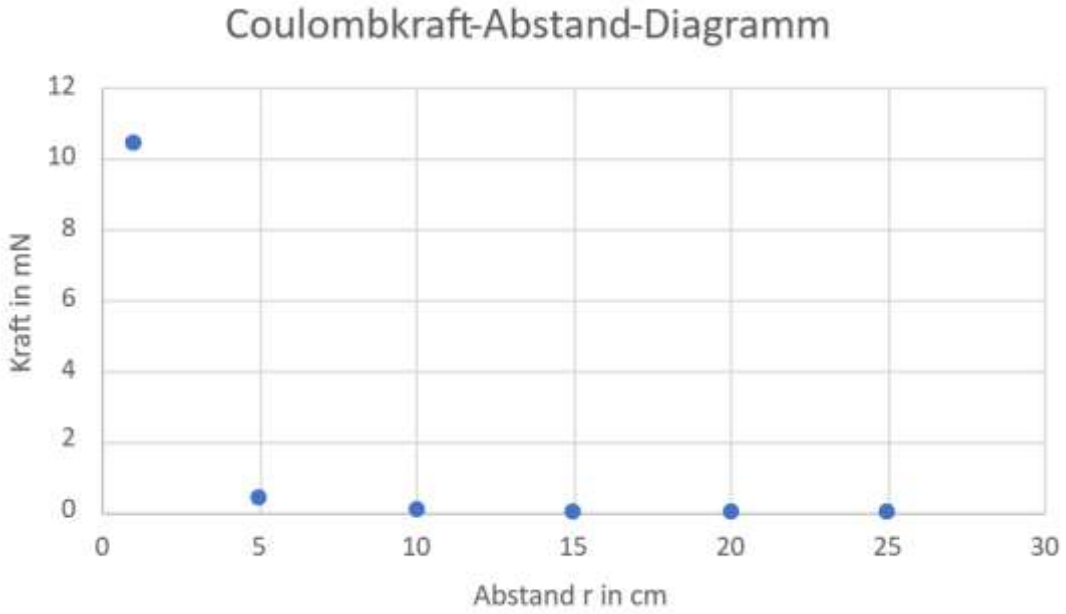
Abstand r in cm	**1**	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**
1/r^2						
Kraft in mN (experimentell)	**10,44**	**2**	**0,84**	**0,58**	**0,54**	**0,49**
Kraft in mN (theoretisch)	**10,44**	**0,42**	**0,10**	**0,05**	**0,03**	**0,02**

Wie kommt es zu dem Unterschied zwischen den experimentell ermittelten Messwerten und den theoretisch berechneten?

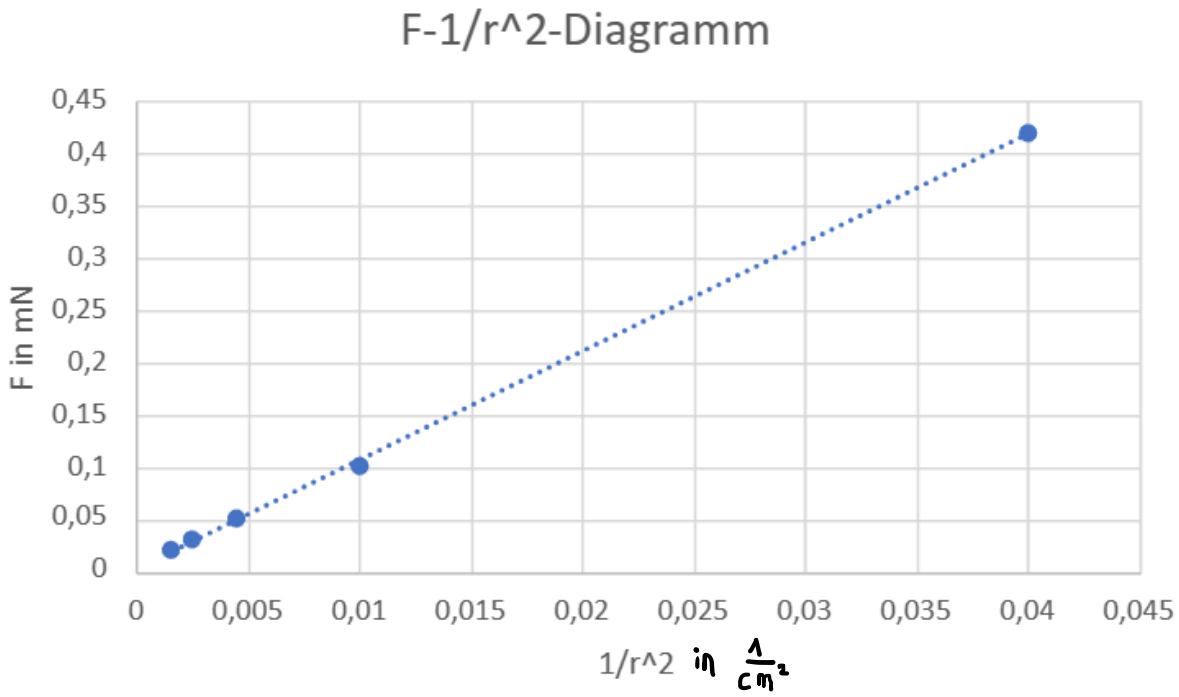
Das Coulomb'sche Gesetz gilt streng genommen nur für punktförmige Ladungen. Die verwendete Kugel und der Ballon haben jedoch einen Durchmesser von vielen Zentimetern.

Zeichne ein „Coulombkraft-Abstand-Diagramm“ mit den berechneten theoretischen Werten.

Coulombkraft-Abstand-Diagramm (theoretisch)



Zeichne ein „F-1/r^2-Diagramm“ mit den berechneten theoretischen Werten. Verzichte dabei auf den ersten Kraftwert bei r = 1 cm.



Ergebnis:

<u>Das Diagramm zeigt eine Gerade durch den Ursprung verläuft. Die Kraft F zwischen zwei Ladungen ist somit proportional zu 1/r^2.</u>