

Untersuchung der Kraftwirkung zwischen zwei elektrisch geladenen Kugeln

Daniel Renschler

1 Ziel des Versuchs

Beantworten Der Forschungsfrage:

Forschungsfrage

Gilt für die Konstante ϵ_0 in der Gleichung

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (1)$$

der Zusammenhang

$$c^2 = \frac{1}{\epsilon_0 \cdot \mu_0} ? \quad (2)$$

2 Thematischer Kontext und ggf. die zu überprüfenden Behauptungen

Im Rahmen dieses Versuchs soll die Forschungsfrage überprüft werden, ob der Zusammenhang $c^2 = \frac{1}{\epsilon_0 \cdot \mu_0}$ gilt, wobei ϵ_0 die elektrische Feldkonstante und μ_0 die magnetische Feldkonstante darstellen. Dies wird mithilfe der Coulombschen Kraft, die in Gleichung (1) beschrieben wird, untersucht. Der Versuch zielt darauf ab, die Beziehung zwischen den Konstanten ϵ_0 und μ_0 zu untersuchen und somit grundlegende Kenntnisse der Elektromagnetismus-Theorie zu vertiefen.

3 Ort und Zeit der Durchführung, Namen der Experimentatoren

Der Versuch wurde in Raum 349 der Rolf Benz Schule in Nagold am Freitag, dem 10. Februar durchgeführt. Experimentator war Daniel Renschler.

4 Beschreibung und ggf. Abbildung des Versuchsaufbau

Der Versuch wurde in einer Simulation durchgeführt die uns bereitgestellt wurde ¹. Bei dem Versuch sind zwei Geladene Teilchen, die einen Abstand voneinander haben. In der Simulation kann man den Abstand einstellen und welche Ladung sie haben sollen. Für den

¹<https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law-en.html>

Veruch wurde folgendes Verwendet: Ladung 1 = 7 μC , Ladung 2 = 5 μC und einen Abstand von 3cm. Daraus Resultierte eine Kraft von 349,516N mit der Sich die Teilchen beeinflussen.

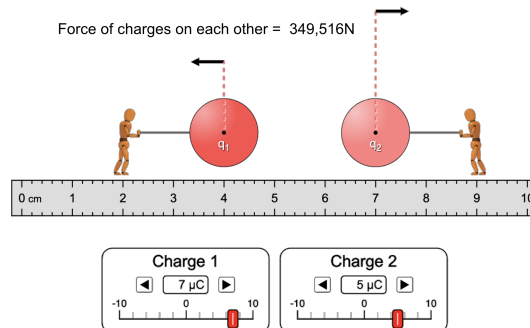


Abbildung 1: Simulation-coloumb

5 Beschreibung der Versuchsdurchführung

Die Versuchsdurchführung wurde schon größtenteils erläutert, Werte wurden in der Simulation eingestellt und eine Kraft ist daraus resultiert, mit dieser kann man dann weiterrechnen.

6 Messergebnisse und Auswertung

6.1 Versuch 1

In der Ersten Tabelle, dem ersten Versuch sind die gegebenen Bedingungen Abstand r der Mittelpunkte 3cm, $q_2 = 5,0\mu\text{C}$ & Ladung q_1 wird wie in Tabelle 1 von 0 bis 7,0 geändert.

q_1 in μC	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
F_{el} in 10^2	0,0	0,499	0,999	1,5	2,00	2,50	3,00	3,50
Auswertung für proportionalität ($\frac{q_1}{F_{\text{el}}}$)		2	2	2	2	2	2	2

Tabelle 1: Wie hängt der Betrag f_{el} der elektrischen Kraft von der Ladung q_1 ab?

Auswertung ergibt $q_1 \propto F_{\text{el}}$.

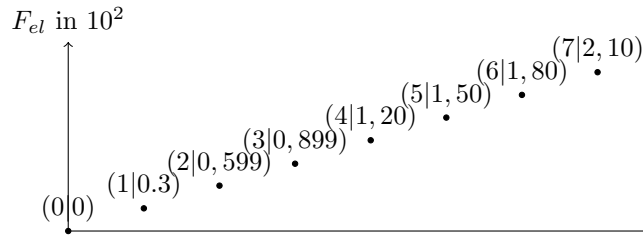
6.2 Versuch 2

Gegebene Bedingungen für die Simulation:

- Abstand r der Mittelpunkte auf 3,0cm
- q_1 auf 3,0 μC
- q_2 ändern wie in der Tabelle, von 0,0 bis 7,0 μ

q_2 in μC	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
F_{el} in 10^2	0,0	0,300	0,599	0,899	1,20	1,50	1,80	2,10

Tabelle 2: Wie hängt der Betrag f_{el} der elektrischen Kraft von der Ladung q_2 ab?



Hier sieht man nun im $q_2 - F_{el}$ -Diagramm, den Zusammenhang zwischen F_{el} und q_2 , sie sind, erkennbar durch die Ursprungsgerade welche eine Regresstion ergeben würde Proportional zueinander. Also sie hängen streng von einander ab, und dies Linear.

6.3 Versuch 3

Gegebene Versuchsbedingungen:

- Ladungen q_1 und q_2 auf dem Wert $6,0 \mu\text{C}$ festhalten.
- Abstand r der Mittelpunkte wie in der Tabelle von 2,0 bis 9,0 verändern und Wert von F_{el} notieren.

r in $10^{(-2)}\text{m}$	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
F_{el} in 10^2N	8,09	3,60	2,02	1,29	0,899	0,66	0,506	0,399
$F_{el} \cdot r^2$ in $\text{N} \cdot \text{m}^2$	0,3236	0,324	0,3232	0,3225	0,32364	0,3234	0,32384	0,32319

Tabelle 3: Wie hängt der Betrag F_{el} der elektrischen Kraft vom Mittelpunktsabstand r der Kugeln ab?

Zwischen F_{el} und r besteht der Zusammenhang, das die elektrische Kraft F_{el} proportional zum Abstand zwischen zwei geladenen Kugeln ist, die Kraft hängt von r ab, je größer der Abstand, desto kleiner wird die elektrische Kraft der Kugeln aufeinander.

7 Antwort auf die Forschungsfrage

Man kann sich ϵ_0 herleiten durch Werte bekommen in Versuch 1 und Umstellung von Gleichung 1, das waren $q_1 = 7\mu\text{C}$, $q_2 = \mu\text{C}$, $F_{el} = 349,516\text{N}^2$ und $r = 3\text{cm}$.

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{F_{el} \cdot r^2} \quad (3)$$

$$= \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{(7 \cdot 10^{-6} \text{ C}) \cdot (5 \cdot 10^{-6} \text{ C})}{(349,516 \text{ N}) \cdot (0,03 \text{ m})^2} \quad (4)$$

$$= 8,854185356 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \quad (5)$$

² F_{el} ist aus Simulation

Ergebnis 5 ist sehr wahrscheinlich automatisch vom Taschenrechner gerundet, wenn man es vergleicht mit der definierten Feldstärke ($8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$), es gibt zwischen meinem Ausgerechneten zum Gegebenen eine Varianz von $0,000000278\%$ ³.

Das Kann man dann einsetzen in Gleichung 2, mit gegebenen Werten: $\epsilon_0 = 8,854185356 \cdot 10^{-12}$, $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6}$.

$$c^2 = \frac{1}{(8,854185356 \cdot 10^{-12}) \cdot (1,2566 \cdot 10^{-6})} \quad (6)$$

$$c^2 = 8,98781936 \cdot 10^{16} \quad (7)$$

$$c = 299796920,6 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad (8)$$

Die definierte Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist $299792458 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$, damit hat das definierte zu meinem c nur einen Abstand von $0,000014885\%$.

Antwort: Damit kann man sagen die Konstante ϵ_0 hat in der Gleichung 1 einen zusammenhang zu Gleichung 2.

8 Fehlerbetrachtung

Fehler kann ich nicht gut beurteilen, wenn man davon ausgeht das die Simulation keine fehler hat, dann der Rest auch keine Fehler, außer evtl. Rundung vom Taschenrechner, der auf neun Nachkommastellen rundet.

9 Interpretation und Schlussfolgerung

In diesem Versuch konnte man ϵ_0 und c bestimmen ohne einen signifikanten Fehler.

³Nicht signifikant, weitergerechnet wurde mit „eigenem“ ϵ_0 .