

Coulomb'sches Gesetz mit Drehwaage

Durch die Verwendung zweier geladener (deren Ladung das gleiche Vorzeichen aufweist) Kugeln, die auf einer Drehwaage angebracht sind, kann das Coulomb'sche Gesetz qualitative verifiziert werden.

A) Beschreibung des Experiments

Bekanntlicherweise stossen sich Körper mit gleicher Ladung gegenseitig ab. Die eine Kugel ist auf einer sogenannten Drehwaage angebracht. Wird der Draht durch die Abstossung der Kugel verdreht, wehrt sich das System (Draht als homogenes Medium) gegen die Verdrillung und es entsteht ein Kräftegleichgewicht.

B) Physikalische Grundlagen

Das erste zu beachtende Prinzip ist das dritte Newton'sche Axiom *actio = reactio*: Auf beide Kugel wirkt eine betragsmässig gleich grosse jedoch entgegengerichtete Kraft. Dabei wird der Draht so stark verdreht, dass die daraus resultierende Kraft gleich gross ist und somit das System bestehend aus den zwei Kugeln und der Drehwaage im Gleichgewicht ist.

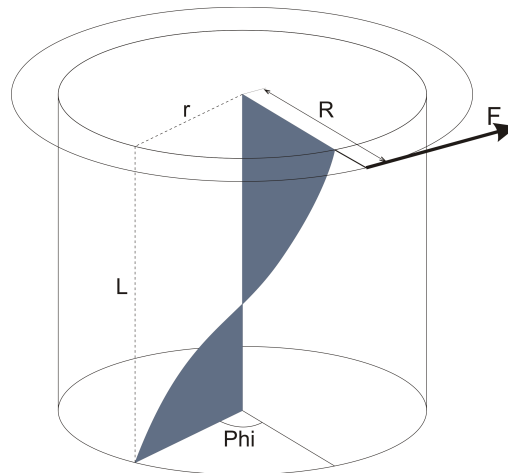


Abbildung 1: Draht als homogener Körper

Der Zusammenhang zwischen dem resultierenden Drehmoment (verursacht durch die an der Drehwaage befestigten bewegte Kugel) und der Verdrillung ist gegeben durch

$$M = R \cdot F = \frac{\varphi \cdot \pi}{L} \mu r^4 \quad \implies \quad F \propto \varphi, \quad (1)$$

wobei μ dem Schermodul entspricht. Die obige Gleichung (1) lässt sich im Formalismus der Kontinuumsmechanik herleiten. Wichtig ist hier, dass der

Auslenkwinkel φ proportional zur zurücktreibenden Kraft F ist.

Sind nun beide Kugel mit dem gleichen Vorzeichen geladen, so stoßen sich die Kugel ab. Eine Vergrößerung der Distanz zwischen den Kugeln führt zu einer Verringerung der Coulombkraft und damit zu einer simultanen Änderung der rücktreibenden Kraft. Diese kann mittels des Diodenlaser und der Skala an der Wand abgelesen werden.

Leider ist es mit dem gezeigten Messverfahren nicht möglich quantitative Aussagen zum Coulomb'schen Gesetz zu machen, denn am Anfang ist keine Eichung des System erkennbar und zudem ist nicht klar wie viel Ladung sich auf den Kugeln befindet. Jedoch ist es möglich zu ergründen, wie die Coulombkraft F_C vom Abstand d abhängt, nämlich

$$F_C \propto \frac{1}{d^2} \quad (2)$$

Weitere Experimente mit den den Ladungen q_1 und q_2 als Variablen führen zur bekannten Form des Coulomb'schen Gesetz

$$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{d^2} . \quad (3)$$