

Aufgabe 1

Der Betrag der Coulomb-Kraft ist gegeben durch

$$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi \cdot 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}} \left(\frac{1.60 \times 10^{-19} C}{0.53 \times 10^{-10} m} \right)^2 = 8.19 \times 10^{-8} N$$

Der Betrag der Gravitationskraft ist gegeben durch

$$F_G = \gamma \frac{m_e m_p}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{Kg \cdot s^2} \frac{9.11 \times 10^{-31} Kg \cdot 1.67 \times 10^{-27} Kg}{(0.53 \times 10^{-10} m)^2} = 3.61 \times 10^{-47} N$$

Aufgabe 2

i) Gemeinsamkeiten:

- wirkt ohne mechanischen Kontakt und materielles Medium
- zwei Wechselwirkungspartner (Ladung / Masse)
- Kraftrichtung parallel zur Verbindungsrichtung der Quellen
- Superpositionsprinzip und r^{-2} Abhängigkeit.

Unterschiede:

- Die Coulombkraft kann abgeschirmt werden, die Gravitationskraft nicht
- Gegenüber der Coulombkraft ist die Gravitationskraft klein
- Die Coulombkraft wirkt sowohl anziehend als auch abstoßend , während die Gravitationskraft nur anziehend wirkt

ii) Überprüft wird die Genauigkeit des Coulombgesetzes mittels der Einführung eines neuen Parameters δ durch

$$F_C \sim r^{-2+\delta}$$

Dieses Vorgehen ist auch bei der Überprüfung des Gravitationsgesetzes üblich. Dies führt auch die *modified newtonian theory (MOND)* .

Experimentator (Date)	Upper limit for δ
Robinson (1769)	0.06
Cavendish (1773)	0.02
Coulomb (1785)	0.04
Maxwell (1873)	0.00004
Plimpton and Lawton (1938)	2×10^{-9}
Cochran(1967)	9.2×10^{-12}
Bartlett (1970)	1.3×10^{-13}
Williams, Faller, Hill (1971)	$(2.7 \pm 3.1) \times 10^{-16}$

Genauere Informationen über den Aufbau des Experimentes und die historische Entwicklung findet man in *Lewis P. Fulcher , Physical Review A. 33, 760 ; A Improved results for the accuracy of Coulomb's law : A review of the Williams, Faller and Hill experiment* oder in *D.F. Bartlett, P.E. Goldhagen, E.A. Phillips , Physical Review D. 2 , 483 ; Experimental Test of Coulomb's law.*

iii) Für Elektronen gilt $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ und $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{Kg}$. Bildet man das Verhältnis
, so erhält man

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{ke^2}{Gm^2} = 4.16 \times 10^{42}$$

Aufgabe 3

Der Betrag der Kraft die das Elektron im Punkt A auf das Elektron im Punkt C ausübt ist gegeben durch

$$F_1 = \frac{kq^2e^2}{a^2}$$

Die Elektronen im Punkt A und B üben auch das Elektron im Punkt C die Kraft

$$F_2 = 2F_1 \cos(30^\circ) = \frac{kq^2e^2\sqrt{3}}{a^2}$$

aus. Der Betrag der Gesamtkraft auf das Elektron im Punkt C ist mit $r = \overline{KC} = \frac{a}{\sqrt{3}}$ gegeben durch

$$F_C = F_{Kern} - F_2 = \frac{ke^2}{a^2} (9 - \sqrt{3})$$

Wegen $F_A = F_B = F_C$ ist

$$\vec{F}_A = \frac{F_C}{2} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ 1 \end{pmatrix} \quad \vec{F}_B = \frac{F_C}{2} \begin{pmatrix} -\sqrt{3} \\ 1 \end{pmatrix} \quad \vec{F}_C = F_C \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 4

Um den Betrag der einer der Beiden Ionen zu berechnen, verwenden wir wieder das coulombsche Gesetz und formen es nach der Ladung um

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q}{r^2}$$

$$\Leftrightarrow q = r\sqrt{4\pi\epsilon_0 F} \approx 1,5 \cdot 10^{-18} \text{C}$$

Um die Anzahl der fehlenden Elektronen zu bestimmen, teilt man einfach die berechnete Ladung durch die Elementarladung

$$N = \frac{q}{e} \approx 9$$