

Vorbemerkung

Dies ist ein abgegebener Übungszettel aus dem Modul physik211.

Dieser Übungszettel wurde nicht korrigiert. Es handelt sich lediglich um meine Abgabe und keine Musterlösung.

Alle Übungszettel zu diesem Modul können auf http://martin-ueding.de/de/university/bsc_physics/physik211/ gefunden werden.

Sofern im Dokuments nichts anderes angegeben ist: Dieses Werk von Martin Ueding ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

[disclaimer]

physik210 Übung 4

Gruppe 2
Tutor: Tobias Guttenberger

Martin Ueding
mu@uni-bonn.de

Christoph Hansen

1. Mai 2012

1 Entropieänderung 1

Hier fehlen noch Inhalte.

2 Entropieänderung 2

Hier fehlen noch Inhalte.

3 Carnot-Prozess

Hier fehlen noch Inhalte.

4 Entropieänderung 3

Hier fehlen noch Inhalte.

5 elektrostatische Kraft

5a Gleichgewicht

Die Gravitationskraft, die die beiden Teilchen zusammen zieht, ist gegeben durch:

$$F_G = G \frac{2m}{R^2}$$

Dabei ist die Masse m durch die Dichte gegeben:

$$m = 4\pi r^3 \rho$$

Den Radius bestimmen wir aus dem Durchmesser mit:

$$r = \frac{1}{2}d$$

Die elektrische Kraft, die die beiden Teilchen abstößt, ist gegeben durch:

$$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q}{R^2}$$

Die beiden Kräfte setzen wir gleich. Da es sich um Beträge handelt, müssen wir nicht sonderlich auf Vorzeichen achten.

$$G \frac{2m}{R^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q}{R^2}$$

Die kritische Ladung q ist also gegeben durch:

$$q = Gm4\pi\epsilon_0 = 14\pi^2\epsilon_0 Gr^3\rho \approx 2.91431 \cdot 10^{-35} \text{ C}$$

5b Elektronenanzahl

Das Staubteilchen besteht wahrscheinlich aus Kohlenwasserstoffen und Wasser. Im Durchschnitt sind vielleicht drei Elektronen und drei Nukleonen pro Atom des Staubteilchens. Somit ist die molare Masse von Staub:

$$m_{\text{mol}} = 3 \text{ g/mol}$$

Für ein Staubteilchen lässt sich mit der oben benutzten Formel für die Masse eben genau diese bestimmen. Mit der molaren Masse und der Avogadrokonstante folgt damit die Anzahl Atome in dem Staubteilchen. Die Anzahl der Atome mal drei ist dann die Anzahl der Elektronen, die das Staubteilchen insgesamt hat.

$$N = N_A \frac{m}{m_{\text{mol}}} \approx 7.88278 \cdot 10^{11}$$

Wenn wir die Elektronen alleine betrachten, ergibt dies eine Ladung von:

$$Q = 1.26834 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

Vergleichen mit der kritischen Ladung sind im Staubteilchen sehr viele Elektronen enthalten. Es ist also leicht, das Staubteilchen ausreichend stark zu laden, damit die Schwerkraft überwunden wird. Ein einzelnes Elektron trägt schon mehr als die kritische Ladung.

5c Wasserstoffmoleküle

Hier fehlen noch Inhalte.

5d Wolken

Hier fehlen noch Inhalte.

6 elektrisches Feld

Jedes Teilchen erzeugt ein elektrisches Feld:

$$E_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_i}{r_i^2}$$

6a x -Achse

Die Überlagerung der beiden Felder ist einfach die (vektorielle) Summe der beiden Einzelfelder:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q_1}{r_1^2} + \frac{Q_2}{r_2^2} \right)$$

Für einen beliebigen Punkt auf der x -Achse müssen wir noch r_1 und r_2 als Funktion von x bestimmen. Das erste Teilchen war allerdings gerade im Ursprung gelagert, somit gilt:

$$r_1(x) = x$$

Das andere Teilchen war im Abstand 0.4 m auf der x -Achse. Somit gilt für den zweiten Punkt:

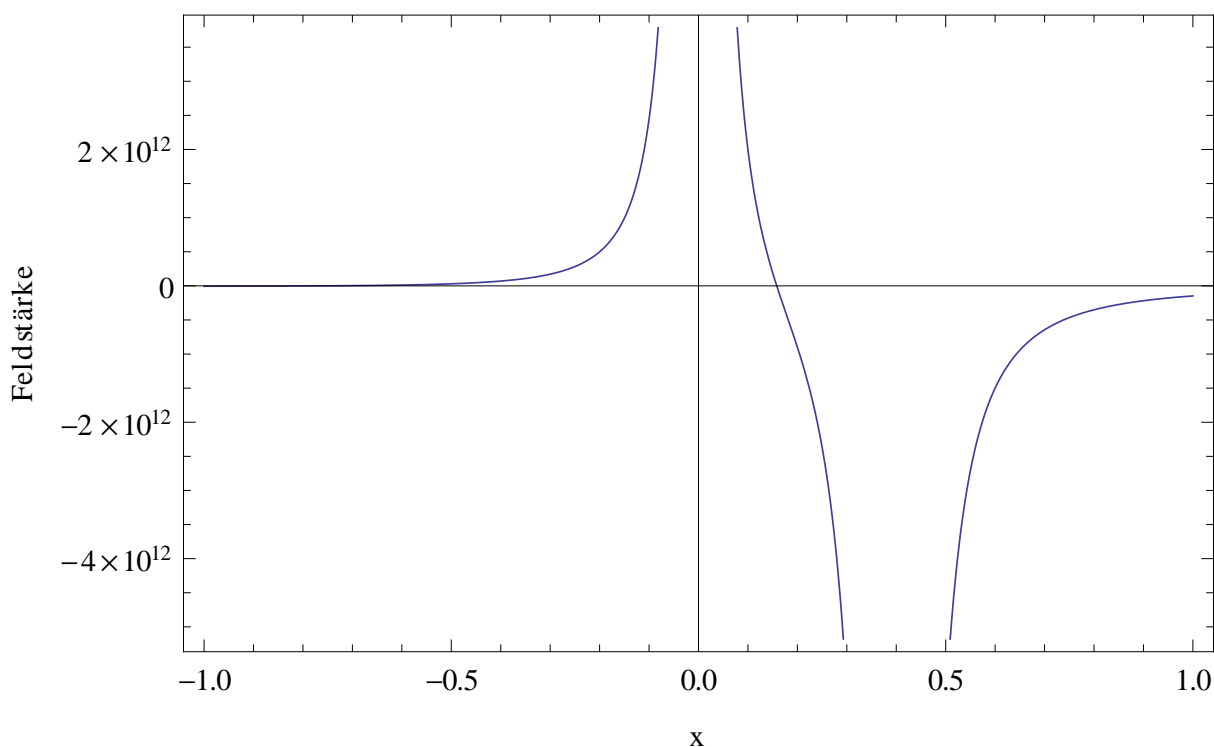
$$r_2(x) = x - 0.4 \text{ m}$$

Wir setzen nun die gegebenen Werte für Q_1 und Q_2 sowie die beiden Abstände ein und erhalten für das Feld:

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3 \mu\text{C}}{x^2} + \frac{-7 \mu\text{C}}{(x - 0.4 \text{ m})^2} \right)$$

6b Graph

Wir sind uns nicht sicher, ob $x < 0$ heißen soll, dass nur negative x -Werte eingesetzt werden sollen. Da allerdings Q_2 links oder rechts von Q_1 liegen könnte, und der Abstand mit x bezeichnet worden ist, könnte es auch zwischen den beiden Ladungen heißen. Daher haben wir einen größeren Bereich dargestellt, in dem beide Bereiche enthalten sind.

**6c Nullstellen**

Die Nullstellen des Feldes können wir durch Nullsetzen der Formel aus §6a bestimmen. Dazu muss die Klammer null werden. Das Feld wird bei $x = -0.758258 \text{ m}$ und bei $x = 0.158258 \text{ m}$ Null.