

Lösungen zum ersten Übungsblatt Physik für Biologen / Chemiker

Anmerkung

Die Lösung der Verständnisaufgaben sind keine Musterlösungen. Sie sollen nicht auswendig gelernt werden. Die Fragen in der Klausur werden von denen der Übungszettel abweichen.

Lösung der Fragen zum Verständnis:

Aufgabe 1

Vorher neutrale Körper (z. B. ein Stück Bernstein und etwas Wolle) üben keine sichtbare Kraft aufeinander aus. Reibt man die Körper aber aneinander (überträgt also Ladungen zwischen ihnen), beobachtet man eine Kraftwirkung zwischen ihnen (bspw. richten sich die Wollfäden in Richtung des Bernsteins aus). Dieser Vorgang beeinflusst die Massen der Körper nicht, kann also nicht auf gravitative Effekte zurückgeführt werden. Andere wichtige Versuche sind beispielsweise der Millikan-Versuch, Coulombwaage und das Elektrometer.

Aufgabe 2

Ladung aus verschiedenen Quellen (bspw. einmal vom Bernstein, das andere Mal von der Wolle aus Aufgabe 1) zeigt auf ein Elektrometer gebracht denselben Effekt (der Zeiger schlägt aus, die Stärke des Ausschlags hängt von der Menge der aufgebrachten Ladung ab). Der Effekt lässt sich aber (unabhängig von der Reihenfolge der Quellen) wieder rückgängig machen, indem die Ladung von dem jeweiligen Gegenspieler auf das (vorher aufgeladene) Elektrometer gebracht wird. Ein anderes Zeichen für unterschiedliche Ladungen ist die Kraftwirkung zwischen aufgeladenen Körpern: reibt man Bernstein an Wolle und Seide, so ziehen sich der (negative geladene) Bernstein und die Textilien (die positiv geladen werden) jeweils an, Wolle und Seide stoßen sich aber ab. Bei der Massenanziehung beobachtet man dagegen nur anziehende Wirkung, Antigravitation konnte bisher nicht nachgewiesen werden.

Aufgabe 3

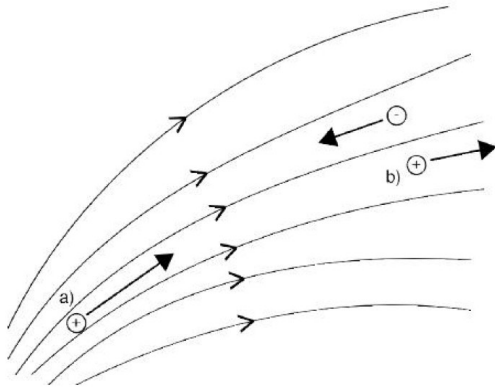
Da zwei gegensätzliche elektrische Ladungen existieren, können sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben bzw. ausgleichen. Für die Masse gilt dies nicht (es existiert keine positive und negative Masse), massereiche Körper ziehen sich immer gegenseitig an. Da im Universum gleich viel positive und negative Ladung existiert und Ladungen vergleichsweise

leicht beweglich sind, gleichen sich eventuelle Aufladungen auf längere Zeiten gesehen meist aus. Die allermeisten Körper sehen von weitem gesehen also elektrisch neutral aus, üben also auch keine elektrische Kraft aus. Die Massenanziehung bleibt aber erhalten und wirkt auch über große Entfernungen.

Aufgabe 4

Die Feldlinien visualisieren den Verlauf der elektrischen Kraft auf eine (im Vergleich zu den felderzeugenden Ladungen) kleinen Probeladung im Raum. Die Kraft auf eine positive Probeladung ist tangential zu den Feldlinien, zeigt in die gleiche Richtung und ist proportional zu der Dichte der Kraftlinien an dem jeweiligen Ort.

Aufgabe 5



Erinnerung: die Probeladungen sollen so klein sein, dass sie das zu testende elektrische Feld nicht wesentlich beeinflussen. Das heißt aber auch, dass sie sich gegenseitig nicht bemerken! Der Betrag der Kraft (Pfeillänge!) bei a) ist größer als bei b), da das Feld dort stärker ist (Feldlinien sind dichter).

Aufgabe 6

In elektrischen Leitern sind die Ladungen leicht beweglich, in Isolatoren können sie nur lokal (im Atom) verschoben werden. Dies führt dazu, dass in elektrischen Leitern nennenswerte Ströme fließen, in Isolatoren nicht. In einem elektrischen Leiter ist das elektrische Potential überall gleich, zwei Körper, die durch einen Leiter (bspw. ein Metalldraht) verbunden sind, haben auch das gleiche Potential.

Aufgabe 7

Gesetzt der Fall es existiert eine Situation, in der die elektrischen Feldlinien schräg auf der Oberfläche eines Leiters enden würden. Die Feldlinie (und damit die auf elektrische Ladungen wirkende Kraft) hätte dann auch eine Komponente parallel zur Leiteroberfläche. Da die Ladungen aber gut beweglich sind, würden sie dieser Kraft folgen, es fließt also ein

Strom. Dies geschieht so lange, bis durch die veränderte Ladungsverteilung und das dadurch erzeugte Feld der Anteil der Feldlinien parallel zur Oberfläche gerade ausgeglichen wird, die Feldlinien also wieder senkrecht zur Oberfläche stehen.

Aufgabe 8

Unabhängig von der Ladung, die der Käfig trägt, oder von äußeren elektrischen Feldern, bleibt das Innere feldfrei. Anschaulich lässt sich dies damit begründen, dass ein elektrisches Feld am Ort des Käfigs die Ladungen in der Käfigwand so verschieben würde, dass das erzeugende Feld von dem Feld der verschobenen Ladungen gerade ausgeglichen würde (Influenz).

Lösung der Rechenaufgaben:

Aufgabe 9

Allgemein gilt: $F = m \cdot a$ sowie $F_{el} = q \cdot E$. Gleichsetzen und auflösen nach a ergibt

$$a = \frac{q \cdot E}{m}.$$

Beschleunigung des Elektrons:

$$a_e = \frac{-e \cdot E}{m_e} = \frac{-1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \text{ V/m}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = -1.76 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$$

Beschleunigung des Protons:

$$a_p = \frac{e \cdot E}{m_p} = \frac{1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \text{ V/m}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 9.58 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$$

Aufgabe 10

Coulomb-Gesetz:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

hier: $Q_1 = Q_2 = N \cdot e$ mit $N = 2.676 \cdot 10^{26}$. Einsetzen der Werte:

$$F = \frac{1}{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2} \frac{(2.676 \cdot 10^{26} \cdot 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{(12756000 \text{ m})^2} = 1.01 \cdot 10^{11} \text{ N}$$