Protokoll des Physikunterrichts am 18.10.2001 in der fünften und sechsten Stunde

Zu Beginn der Doppelstunde wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, am Dienstag den 23.10. an einem Besuch des Kraftwerkes Mainz-Wiesbaden teilzunehmen, welcher als Studienveranstaltung gelten sollte.

Eigentlich Kerninhalt des Unterrichts war die gründliche Besprechung der Hausaufgaben, welche in der Bearbeitung von Aufgabe 1 auf Seite 33 sowie Aufgabe 6 auf Seite 34 des Physikbuches bestanden.

<u>Aufgabe 1, S. 33:</u>

Gegebene Werte:	a)	Q_1	= 1µC		Gesucht:	a) k, F
		Q_2	= 1µC			b) Q
		d	= 1m			c) F_{El}, F_G, F_G/F_{El}
	b)	d	= 10 cm	(= 0,1m)		
		F	= 2cN	$(=2\cdot 10^{-2}N)$		
	c)	Q	$= 1{,}6\cdot 10^{-19}C$			
		d	$= 5{,}3\cdot 10^{-11}m$			

<u>1) Berechnung des Faktors k im Coulombgesetz für radiale elektrische Felder:</u>

Die im Buch vorgegebene Formel lautete:

$$k = \frac{1}{4pe_0}$$

und hatte den ungefähren Rechenwert 910^9 zum Ergebnis (genauer Wert: $8{,}9875\cdot 10^9$). Als interessanter erwies sich die genauere Betrachtung der zu diesem Wert gehörenden Einheit: Da in der Formel als einzige mit einer Einheit behaftete Zahl die Konstante e_0 auftrat (als Quotient von Farad durch Meter) und ihr Kehrwert gebildet werden sollte, musste die resultierend Einheit Meter pro Farad lauten. Es wurde nun versucht, dies mit der Formel

$$k = \frac{F \cdot r^2}{Q \cdot q}$$

in Einklang zu bringen, was über eine Umformung der zu den enthaltenen Größen gehörenden Maßeinheiten unter Zuhilfenahme der Energiebetrachtung zu bewerkstelligen war:

$$\begin{aligned} k = \frac{F \cdot r^2}{Q \cdot q} &= \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2}\right] \\ &= \left[m \cdot \frac{A \cdot V \cdot s}{C^2}\right] \\ &= \left[m \cdot \frac{1 \cdot C}{F \cdot C}\right] \\ &= \left[\frac{m}{F}\right] \end{aligned}$$

Generell ist es immer von Vorteil, zur Umrechung von Einheiten die Energiebetrachtung durchzuführen, da die Energie in allen Bereichen der Physik (wenn auch mit jeweils anderen Maßeinheiten) vorzufinden ist.

2) Berechnung der Kraft, mit der sich zwei gleichnamige Ladungen von 1µC bei der Distanz von einem Meter abstoßen:

Nach der Formel $F = k \cdot \frac{Q^2}{d^2}$

War diese Kraft leicht auf 9mN zu berechnen.

3) Berechnung der Größe zweier gleicher Ladungen, die sich bei 10cm Abstand voneinander mit einer Kraft von 2cN abstoßen:

Durch Umformung und Auflösung obiger Formel nach Q konnte die Größe der Ladung berechnet werden. Sie lautete: 149nC.

4) Berechnung der elektrischen Anziehungskraft im H-Atom:

Durch selbige Formel war der Wert $8 \cdot 10^{-8}$ N zu erhalten.

5) Berechung der Gravitationskraft auf das Atom:

Hierzu wurde das Gravitationsgesetz

$$F_G = g \frac{M \cdot m}{r^2}$$

angewandt. Der Faktor ? (auch G* genannt) ist die Gravitationskonstante $6{,}67 \cdot 10^{-11}$ m^3 kg^{-1} s^{-2}. Der erhaltene Wert ist $3{,}63 \cdot 10^{-47}$N.

6) Quotientenbildung zum Vergleich der beiden Kräfte:

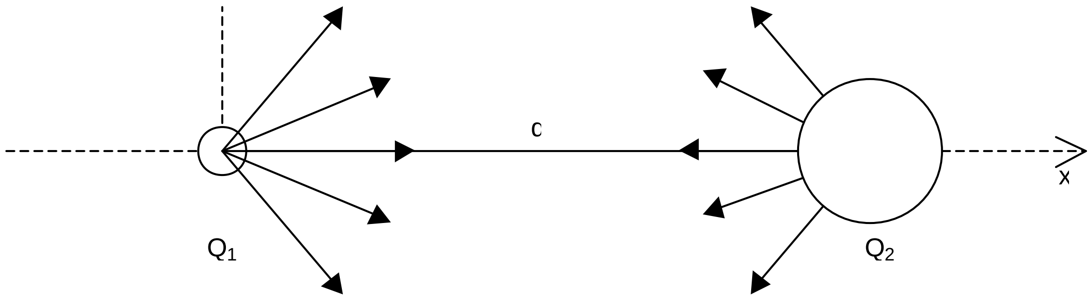
Für den Quotienten aus F_G durch F_{El} ergibt sich der Wert $2{,}203 \cdot 10^{-55}$ N, Die Gravitationskraft ist also wesentliche kleiner als die elektrische Feldkraft. An dieser Stelle wurde darauf hingewiesen, dass noch weitere Kräfte für den Zusammenhalt des Atoms eine Rolle spielen, in einem Maß, dass auch F_{El} unbedeutend klein wird.

Damit war die Behandlung dieser Aufgabe abgeschlossen, es folgte Aufgabe 6 auf Seite 34:

Gegebene Werte: a) Q_1 = 10nC (=$10 \cdot 10^{-9}$C)
Q_2 = $4 \cdot Q_1$
d = 0,5m

b) Q_2 = $-4 \cdot Q_1$

1) Anfertigung einer schematischen Darstellung zur besseren Übersicht:



In dieser Darstellung sind die Feldlinien als Pfeile zu erkennen. Sie verlaufen immer in die Richtung, in welche eine positive Probeladung befördert würde.

2) Ermittlung des Punktes der Verbindungslinie von Q_1 und Q_2, an dem die resultierende Feldstärke gleich Null ist:

Dort muss gelten: $E_1 = E_2$, also

$$k \cdot \frac{Q_1}{|x|^2} = k \cdot \frac{Q_2}{|d-x|^2}$$

und weiterhin, da sich die Feldstärken nur im Zwischenraum zwischen beiden Ladungsträgern gegenseitig neutralisieren können:

$0<x<d$

Somit erhält man nach wenigen Rechenschritten das Ergebnis x = 16,6cm. Der Punkt, an dem sich die Feldstärken gegenseitig neutralisieren, liegt also 16,6cm von Q_1 in Richtung Q_2 entfernt.

3) Ermittlung des Punktes, an dem beide Feldstärken gleich groß und gleich gerichtet sind:

Auch hier muss gelten: $E_1 = E_2$ und somit auch wieder

$$k \cdot \frac{Q_1}{|x|^2} = k \cdot \frac{Q_2}{|d-x|^2}$$

Da die Feldstärken aber nun gleich gerichtet sein sollen und Q_2 viermal stärker als Q_1 ist, muss der gesuchte Punkt in der schematischen Darstellung links von Q_1 liegen. Somit gilt:

$x<0$

Die Betragsgleichung hat nun x= -d zum Ergebnis, d. h. also, dass der gesuchte Punkt 50 cm entfernt von Q_1 in von Q_2 abgewandter Richtung liegt.

Als Hausaufgabe wurde die Bearbeitung der restlichen Aufgabe 6 genannt, zudem das wahlweise computer- oder taschenrechnergestützte Anlegen einer Tabelle mit einer Spalte für t und einer für Q(t), wobei für t Zeitintervalle von 0,5 Sekunden über einem Gesamtzeitraum von 10 Sekunden abgetragen werden sollten und Q(t) nach Physikbuch, S. 43, Nummer 3 zu berechnen war. Umseitig folgende Werte waren gegeben:

U = 10 V
C = 100 µF
R = 100 kO

Diese Tabelle sollte auch grafisch dargestellt werden.

Mit der Ansage der Hausaufgaben endete die Stunde

Protokoll von A. Hümmerich