

Physik II

Georg-August-Universität Göttingen
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-2/06/

SS 2006



Abgabe: 15. 5. 2006

Übungsblatt 3

1. Aufgabe: Coulombenergie

- (a) (5 Pkt.)
Die 20 Protonen (Ladung $+e$) eines Calciumatoms haben im Atomkern nur einen Abstand von 10^{-15}m . Berechnen Sie die Coulombenergie, die nötig ist, um die Protonen aus dem Unendlichen bis zu diesem kleinen gegenseitigen Abstand zu bringen, und die von der Bindungsenergie der Kernkräfte kompensiert werden muß.
- (b) (2 Pkt.)
Zusatzaufgabe: Berechnen Sie das Verhältnis dieser Energie zur relativistischen Ruheenergie mc^2 des Kerns (Massenzahl 40).

2. Aufgabe: Ionentriebwerk

(5 Pkt.)

Für interplanetare Missionen werden Ionen- bzw. Plasmatriebwerke entwickelt, um Bahnkorrekturen vornehmen zu können. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Quellen für beschleunigte Ionen, die als (nach einem zusätzlichen "Elektronenspray" neutrales) Elektronen-Ionen-Gemisch abgegeben werden und damit das Raumschiff beschleunigen. Bestimmen Sie den notwendigen Ionenstrom, um einen Schub von 1N zu erzeugen, wenn als Antriebsmittel Cs^+ -Ionen (Masse $2.2 \times 10^{-25}\text{kg}$, Ladung $+e$) eine Potentialdifferenz von 20kV durchlaufen.

3. Aufgabe: Eine kurze Geschichte des Alters der Welt

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

Mit dem Gesetz des radioaktiven Zerfalls wird das Alter von Steinmeteoriten bestimmt. Dazu werden mit einem Massenspektrometer die Anzahlen A der "Mutteratome" (vor dem Zerfall) und B der "Tochteratome" (nach dem Zerfall) bestimmt.

- (a) Wie kann die Zeit t, die seit dem Beginn des radioaktiven Zerfalls verstrichen ist, aus der bekannten Halbwertszeit und A, B bestimmt werden?

Das Alter der ältesten Steinmeteorite ergibt sich zu 4.5×10^9 Jahren. Vor der Entdeckung der Radioaktivität hat man versucht, das Alter der Erde aus ihrer thermischen Abkühlung zu bestimmen.

- (b) Leclerc (1778) erhitzte Eisenkugeln unterschiedlicher Größe bis sie weißglühend waren, und maß die zur Abkühlung benötigte Zeit. Er fand eine lineare Abhängigkeit der Abkühlzeit vom Durchmesser der Eisenkugeln, welche er auf die Größe der Erde extrapolierte. Das Abkühlungsalter der Erde ergab sich zu 75000 Jahre. Hat Leclerc die Abkühlung richtig behandelt?
- (c) Thomson (1862) benutzte ein Modell von thermischer Diffusion mit bekannter Wärmeleitfähigkeit und einer Anfangstemperatur von 3870C. Er fand ein Abkühlungsalter von 100×10^6 Jahren. Welche physikalischen Prozesse waren Thomson nicht bekannt?
- (d) *Zusatzaufgabe:* Obwohl ihm später Ergebnisse radiometrischer Altersbestimmungen bekannt waren, blieb Thomson bis zu seinem Tod (1907) davon überzeugt, dass das Sonnensystem nicht älter als "einige hundert Millionen Jahre" sein kann. Verständlich, weil eine physikalische Energiequelle vor 1930 nicht bekannt war – welche?

4. Aufgabe: Auflösungsvermögen von Messgeräten

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

Als Auflösungsvermögen eines Analog/Digital-Wandlers sei das Verhältnis $U_{\max}/\Delta U$ von maximal messbarer Spannung zum "least count" ΔU definiert, bei dem der Zahlenwert am digitalen Ausgang um 1 erhöht wird. Bei einem analogen Spannungsmessgerät sei ΔU diejenige kleinste Spannungsänderung, die gerade noch abgelesen werden kann.

- (a) Schätzen Sie das Auflösungsvermögen eines einfachen analogen Voltmeters, bei dem ein 50mm langer Zeiger um einen zur angelegten Spannung proportionalen Winkel α ausschlägt, mit $\alpha_{\max} = 90^\circ$.
- (b) Wie groß ist das Auflösungsvermögen, wenn dieses Voltmeter 4 Messbereiche hat (z.B. $U_{\max} = 300\text{mV}, 3\text{V}, 30\text{V}, 300\text{V}$)?