



Übungen zur Kern- und Elementarteilchenphysik, SS 2008
[Nr. 7] Besprechung am 9./10.6.2008

Aufgabe 15:

In seinem Roman „*Lunatico*“ beschreibt Isaac Asimov ein Universum, in dem nicht ${}^{184}_{74}\text{W}$, sondern ${}^{184}_{94}\text{Pu}$ das stabilste Nuklid mit $A = 184$ ist, „weil dort das Verhältnis zwischen starker und elektromagnetischer Wechselwirkung anders ist, als bei uns“. Nehmen Sie an, daß nur die elektromagnetische Kopplungskonstante (Feinstrukturkonstante) α unterschiedlich ist, die starke Wechselwirkung und die Massen der Teilchen hingegen unverändert bleiben. Wie groß müsste α sein, damit ${}^{184}_{82}\text{Pb}$, ${}^{184}_{88}\text{Ra}$ bzw. ${}^{184}_{94}\text{Pu}$ stabil ist?

Die Konstante a_c in der Weizsäckerschen Massenformel ist: $a_c = \frac{3}{5} \cdot \frac{e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_0} \cdot \frac{1}{c^2}$

Aufgabe 16:

a) Zeigen Sie, daß das Quadrupolmoment einer Ladungsverteilung, die einem Rotationsellipsoid mit den Achsen a und b entspricht, beschrieben werden kann durch:

$$QM = \frac{2}{5} Ze(a^2 - b^2) \quad \text{oder} \quad QM = \frac{4}{5} Ze\bar{R}^2 \delta,$$

mit $a = \bar{R} + \frac{1}{2} \Delta R$, $b = \bar{R} - \frac{1}{2} \Delta R$, $\delta = \frac{\Delta R}{R}$, $\bar{R} = \frac{a+b}{2}$, $\Delta R = a - b$. (Gesamtladung ist Ze)

b) Welchen Kernspin hat ${}^{11}\text{B}$? Berechnen Sie das Kernquadrupolmoment von ${}^{11}\text{B}$ unter der Annahme, daß sich die Nukleonen in einem radialsymmetrischen Kastenpotential mit Radius $R = 10^{-15}$ m befinden und die Nukleonendichte im Innern des Kastens konstant ist. Verwenden Sie die Formel

$$Q(\text{Proton}) = -\frac{2I-1}{2(I+1)} \langle r^2 \rangle, \quad Q(\text{Neutron}) = \frac{Z}{A^2} Q(\text{Proton})$$

Vergleichen Sie diesen Wert mit dem Quadrupolmoment eines Rotationsellipsoids mit Deformationparameter $\delta = 0.1$.

Vortragsaufgabe 9: Nutzung der Kernspaltung

Wie funktioniert ein Kernkraftwerk? Erläutern Sie die induzierte Spaltung schwerer Kerne (z.B. von ${}^{235}\text{U}$) und wie es zur Kettenreaktion im Reaktor kommt. Welche Rolle spielt dabei der Moderator (Wasser, Schweres Wasser, Graphit)? Lebenszyklus von n Neutronen? Welche

Reaktortypen gibt es [1], [2]? Was sind die Risiken und die Belastung der Umwelt [3], [4]? Beschreiben Sie geplante Entsorgungskonzepte und Wiederaufbereitung [5].

Fassen Sie jeweils übersichtlich die Aspekte aus der angegebenen Literatur zusammen, die nur eine Auswahl aus den Titeln unter phy343 bis phy360 ist. Zusätzlich sei auf bio44 verwiesen.

- [1] Demtröder Bd.4, Kap. 6.5 und 8.3 (hier finden Sie eine kompakte und ausreichende Zusammenfassung aller angesprochener Fragen)
- [2] Nero, A guidbook to nuclear reactors, phy350,n27; enthält detaillierte Informationen über verschiedene Reaktorbauweisen und viele Grafiken
- [3] Kiefer, Kloezer; Strahlen und Strahlenschutz; phy360,k42a; Informationen zur Wirkung von Strahlung auf Mensch und Umwelt.
- [4] Rassow, Risiken der Kernenergie, phy360,r18;
- [5] Münch, Tatsachen über Kernenergie; phy343k,m92; Beschreibung von Endlagerung und Wiederaufbereitung