

## 1. Übungsblatt Struktur der Materie (Kernphysik)

### Einfache Fragen

Frage 1:

Was versteht man unter dem Wirkungsquerschnitt einer Reaktion? Welche Größenordnung besitzt der Wirkungsquerschnitt für eine typische kernphysikalische Reaktion? Wie viele  $\text{m}^2$  bzw.  $\text{cm}^2$  sind ein barn bzw. ein mikrobarn  $\mu\text{b}$ ? Wofür wurde diese Einheit eingeführt?

Frage 2:

Was versteht man unter Isotopen, Isotonen und Isobaren?

Frage 3:

Beschreiben Sie kurz das Rutherford'sche Streuexperiment. Welche Eigenschaft von Atomen konnte aus diesem Experiment abgeleitet werden?

Frage 4:

Was beschreibt der Formfaktor  $F(q)$ ? Wie lässt sich aus einer Messung des Formfaktors eines Atomkerns auf dessen Ladungsverteilung schließen?

Frage 5:

Wie sehen die Ladungsdichte  $\rho(r)$  und der Formfaktor  $F(q)$  eines Positrons  $e^+$ , eines  ${}^9\text{Be}$ - und eines  ${}^{90}\text{Zr}$ -Atomkerns aus?

### Übung

#### Aufgabe I:

Um die Struktur von Atomkernen zu untersuchen, werden Teilchen meist auf sehr hohe Energien beschleunigt. Aktuelle Teilchenbeschleuniger liefern unter anderem folgende Energien:

- TANDEM-Beschleuniger (IKP Köln): Protonen mit 20 MeV
- CEBAF (Jefferson Lab): Elektronen mit 12 GeV
- LHC (Cern): Protonen mit  $E_{\text{cm}} = 14 \text{ TeV}$

Wie groß ist die de Broglie-Wellenlänge der entsprechenden Teilchen? Welche Strukturen können Sie damit auflösen?

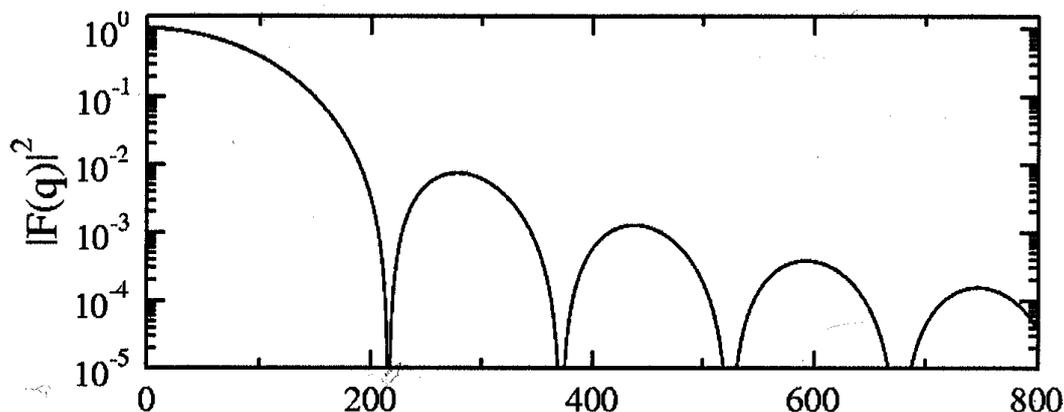
#### Aufgabe II:

Die Wechselwirkung von Neutrinos mit Materie ist äußerst schwach. Der Wirkungsquerschnitt liegt in der Größenordnung von  $10^{-20} \text{ b}$ . Schätzen Sie ab, wie dick ein Absorber

aus Eisen ( $\rho = 7874 \text{ kg/m}^3$ ) mit einer Eintrittsfläche von  $1 \text{ m}^2$  sein müßte, um die Intensität eines Neutrinostrahls um den Faktor 2 zu reduzieren.

### Aufgabe III:

Bei einem Streuexperiment mit Elektronen der Energie  $E_0 = 450 \text{ MeV}$  an einem Atomkern wurde der folgende Formfaktor  $|F(q)|^2$  gemessen:



- Unter welchem Streuwinkel besitzt der Formfaktor sein erstes Minimum?
- Wie groß ist der maximale Impulsübertrag des Elektrons an den Atomkern?
- Welche Energie  $E_0$  müssen die einfallenden Elektronen mindestens besitzen, damit man das erste Minimum noch vermessen kann?
- Der dargestellte Formfaktor hat die Form

$$F(q) = \frac{3(\sin x - x \cos x)}{x^3}$$

mit  $x = qR/\hbar$ .  $R$  ist ein Maß für die Größe des Streuzentrums. Bestimmen Sie  $R$  anhand der Nullstelle des Diagramms und schätzen Sie die Massenzahl des Targetkerns ab. (Tipp: Bestimmen Sie die Nullstelle von  $F(q)$  numerisch bzw. graphisch mit Hilfe eines geeigneten Computerprogramms).

- Skizzieren Sie die Ladungsverteilung des betreffenden Atomkerns.
- Wie würde sich der gemessene Formfaktor qualitativ verändern, wenn anstatt des vermessenen Atomkerns (i) ein Isotop schwererer Masse, (ii) ein Isoton schwererer Masse, (iii) ein Isobar schwererer Masse vermessen wird?

### Aufgabe IV:

Mit welcher Energie muss ein  $^{16}\text{O}$ -Teilchen auf einen Silberkern ( $A=107$ ) geschossen werden, damit sich beide Kerne berühren?