

Übung Nr. 2

Diskussionsthema: Klassische Streutheorie & Rutherfordsches Streuexperiment

Aufgabe 2. Nuklidkarte

Entnehmen Sie einer Nuklidkarte¹ die Antworten zu den folgenden Fragen.

- i. Wie viele Isotope von Sauerstoff (O) sind bekannt? Welche davon sind stabil und mit welcher Häufigkeit treten sie auf?
Wie viele stabile Isotope hat Zinn (Sn)? Und seine Nachbarkerne (Indium: In und Antimon: Sb)?
- ii. Wie viele stabile Isotone mit $N = 10$ gibt es? Gleiche Frage für $N = 19, 20, 21$.
- iii. Betrachten Sie die Nuklide mit Massenzahl A zwischen 1 und 50. Wie viele stabile Isobare gibt es für die Mehrheit dieser Werte? Bei welchen Massenzahlen treten Ausnahmen auf?

Aufgabe 3. Raumwinkelement

Wie lautet die Definition des Raumwinkelements $d^2\Omega$? Veranschaulichen Sie diese mittels einer geeigneten Skizze. Integrieren Sie für festes θ über φ um einen Ausdruck für die Ringzone, definiert durch das Intervall $[\theta, \theta + d\theta]$, zu erhalten.

Aufgabe 4. Klassische Streutheorie

Im Folgenden wird die Streuung an einem kugelsymmetrischen Target betrachtet, so dass die Streuintensität nicht vom Azimutwinkel φ abhängt.

- i. **Wirkungsquerschnitt.** Was ist die Bedeutung des totalen Wirkungsquerschnitts σ und des differentiellen Wirkungsquerschnitts $d^2\sigma/d^2\Omega$?
- ii. **Streuung an einer harten Kugel.** Berechnen Sie den differentiellen und den totalen Wirkungsquerschnitt für elastische Streuung an einer harten Kugel, ausgehend von der Gleichung

$$\frac{d^2\sigma}{d^2\Omega} = -\frac{b}{\sin\theta} \frac{db}{d\theta},$$

indem Sie auch den Stoßparameter b durch den Streuwinkel ausdrücken. Welche Besonderheit tritt für den differentiellen Wirkungsquerschnitt auf?

- iii. **Typische Einheit des Wirkungsquerschnitts.** Was ist im Harte-Kugeln-Modell der Wert des totalen Wirkungsquerschnitts eines $^{208}_{82}\text{Pb}$ -Kerns (Blei)? Benutzen Sie hierbei für den Kernradius $R = 1,3A^{1/3}$ fm.
- iv. **Wirkungsquerschnitt und mittlere freie Weglänge.** Die *mittlere freie Weglänge* ℓ ist die durchschnittliche Weglänge, die ein (Projektil)Teilchen in einem Medium zwischen zwei sukzessiven Stößen zurücklegt. Sei σ der totale Wirkungsquerschnitt für solche Stöße an (Target)Teilchen eines festen Mediums, und n die Teilchendichte dieser Targetteilchen. Warum besteht der Zusammenhang $\ell = \frac{1}{n\sigma}$?

¹Z.B. <http://www.nndc.bnl.gov/nudat3/> oder <https://www-nds.iaea.org/livechart/>.