

**Aufgabe 1: Thermalisierung von Neutronen**

In dieser Aufgabe soll die Dynamik bei der Abbremsung von Neutronen in Materie untersucht werden.

- a) Zeigen Sie, dass beim elastischen Stoß eines Neutrons mit der kinetischen Energie $E_0 = 1$ MeV an einem Kern der Massenzahl A für die Energie E' des Neutrons nach dem Stoß gilt:

$$\left(\frac{A-1}{A+1}\right)^2 \cdot E_0 \leq E' \leq E_0.$$

Wie groß ist der maximale Energieverlust des Neutrons beim Stoß mit einem H_2O -Molekül bzw. einem ^{238}U -Kern in einem Reaktor?

- b) Weshalb ist die Winkelverteilung $d\sigma/d\Omega^*$ der gestreuten Neutronen im Schwerpunktsystem isotrop? Schätzen Sie dazu den Drehimpuls relativ zum Kern ab. Zeigen Sie damit, dass für die Energieverteilung des gestreuten Neutrons im Laborsystem des in (a) gegebenen Bereichs $d\sigma/dE' = \text{const.}$ gilt.
- c) Die *Lethargie* ist definiert als $u = \ln(E_0/E')$. Berechnen Sie deren Mittelwert

$$\xi = \langle u \rangle = \left\langle \ln \frac{E_0}{E'} \right\rangle$$

für den elastischen Stoß des Neutrons. Wie groß ist ξ für die Massenzahlen $A = 1, 2, 12$ und 238 im Reaktor?

- d) Zeigen, dass für die kinetische Energie nach n Stößen gilt

$$\langle \ln E_n \rangle = \ln E_0 - n \xi,$$

wobei E_n die kinetische Energie des Neutrons nach n Stößen ist. Die Temperatur eines Moderators beträgt typischerweise 300°C . Nach wievielen Stößen wird die thermische Energie erreicht? Ist dann diese Gleichung noch anwendbar? Begründen Sie Ihre Antwort.