

EP III - Seminar

Struktur der Atome - Streuversuche (Kap.1.3.1-1.3.2)

Streuung Streuung lässt sich allgemein gut als elastischer Stoß zweier Teilchen beschreiben. Die Trajektorie des gestreuten Teilchens hängt stark vom Wechselwirkungspotential zwischen den Stoßpartnern ab. Solche Stöße lassen sich gut im *Schwerpunktsystem* darstellen:

Erinnerung: Schwerpunktsystem

Betrachte zwei Massen m_1 und m_2 mit den Geschwindigkeiten $\vec{v}_1$ und $\vec{v}_2$ an den Orten $\vec{r}_1$ bzw. $\vec{r}_2$. Dieses System lässt sich effizient durch Einführung neuer Koordinaten beschreiben:

- **Relativkoordinate:** $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$; zugehörige Masse: $\mu := \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$
 μ heißt *reduzierte Masse*.
- **Schwerpunktkoordinate:** $\vec{R} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$; $\vec{R}$ wird die Gesamtmasse $M = m_1 + m_2$ zugeordnet.

Die Geschwindigkeit des Schwerpunkts ist allgemein: $\dot{\vec{R}} := v_C = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$

- Die (vektorielle) Summe der Impulse im Schwerpunktsystem ist null: $\sum_i p_i = 0$

Zu beachten: Im Schwerpunktsystem genügt ein Winkel (Θ) um die Streuung zu beschreiben. Möchte man, dass sich der Schwerpunkt in Ruhe befindet, so muss $\vec{v}_C$ von allen Geschwindigkeiten abgezogen werden.

Minimaler Abstand r_{min} der Stoßpartner kann berechnet werden aus der Beziehung:

$$\frac{1}{r_{min}} = \frac{1}{b} \cdot \left(1 - \frac{V(r_{min})}{E_0} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Sind der Stoßparameter b und das Potential $V(r)$ bekannt, so kann der Ablenkwinkel Θ mit dem **Stoßintegral** berechnet werden:

$$\Theta = \pi - 2b \cdot \int_{r_{min}}^{\infty} \frac{dr}{r^2 \left[1 - \frac{V(r)}{E_0} - \frac{b^2}{r^2} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Differentieller Wirkungsquerschnitt beschreibt Streuung in einen bestimmten Raumwinkel.

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{b}{\sin(\Theta)} \frac{db}{d\Theta}$$

Spezialfall: "Rutherford-Streuung" am Coulombpotential:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \propto \frac{1}{E_0^2} \frac{1}{\sin^4\left(\frac{\Theta}{2}\right)}$$