

Aufgabenblatt 2

2.1 Gaußsches Wellenpaket

Ein Teilchen sei durch die folgende Wellenfunktion beschrieben:

$$\phi(\vec{x}) = \exp \left\{ -\frac{(\vec{x} - \vec{r})^2}{2a} + i\vec{k} \cdot \vec{x} \right\} . \quad (1)$$

Dabei sind $a > 0$, \vec{r} und \vec{k} beliebige, aber feste Parameter.

- Normieren Sie die Wellenfunktion.
- Berechnen Sie den mittleren Ort $\langle \vec{x} \rangle$.
- Berechnen Sie den mittleren Impuls $\langle \vec{p} \rangle$.
- Berechnen Sie die Ausdehnung $R = \sqrt{\langle \vec{x}^2 \rangle - \langle \vec{x} \rangle^2}$.

2.2 Eindimensionales Schalenmodell

Selbstverständlich sind Atomkerne dreidimensionale Objekte. Der Einfachheit halber betrachten wir im Folgenden aber einen eindimensionalen Kern. Die vier eindimensionalen Nukleonen werden durch einen simplen Produktzustand beschrieben und befinden sich je zu zweit in den untersten beiden Niveaus eines harmonischen Oszillatorpotentials, für das $\hbar\omega = 16$ MeV ist. Die Masse der Nukleonen sei $m = 939$ MeV/ c^2 .

Sie können zur Auswertung z.B. ein Programm wie Mathematica benutzen.

- Stellen Sie die Dichte als Funktion von x dar.
- Berechnen Sie die Ausdehnung

$$R_{\text{rms}}^2 = \left\langle \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left(x_k - R_{\text{cm}} \right)^2 \right\rangle . \quad (2)$$

- Berechnen Sie die kinetische Energie.