

Experimentalphysik III

Optik und Quantenphysik

Übungsblatt 12

Zur Abgabe über *moodle* bis 16.1.2024 24:00 Uhr!

● **Aufgabe 1:** (10 Punkte) **Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons im H-Atom**

Die Wellenfunktion des Elektrons im Grundzustand des Wasserstoffatoms lautet

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$$

Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons ist gegeben durch

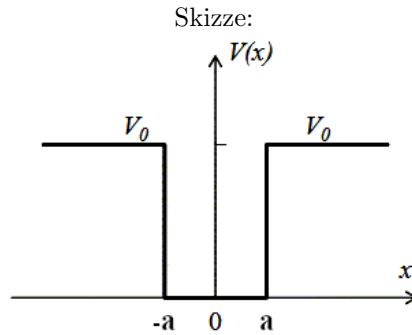
$$P(r) = 4\pi r^2 |\psi(r)|^2$$

Wie groß ist der wahrscheinlichste Abstand des Elektrons vom Kern?

●● **Aufgabe 2:** (10 Punkte) **Endlicher Potentialtopf**

Ein endlicher Potentialtopf sei gegeben über

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x \in [-a, a] \\ V_0 & \text{sonst} \end{cases}, \quad \text{mit } V_0 > 0$$



Bestimmen Sie die allgemeine Lösung der stationären Schrödingergleichung für ein Teilchen mit der Energie E mit $0 < E < V_0$ im Potential $V(x)$. Benutzen Sie als Lösungsansatz

$$\begin{aligned}\Phi^I(x) &= \alpha^I e^{\kappa x} + \beta^I e^{-\kappa x}, \quad \text{für } x < -a \\ \Phi^{II}(x) &= A^{II} e^{ikx} + B^{II} e^{-ikx}, \quad \text{für } -a < x < a \\ \Phi^{III}(x) &= \alpha^{III} e^{\kappa x} + \beta^{III} e^{-\kappa x}, \quad \text{für } a < x\end{aligned}$$

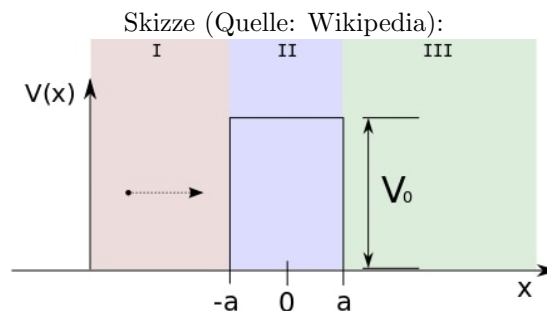
$$\text{mit } k = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} E}, \quad \text{und } \kappa = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (V_0 - E)}.$$

Benutzen Sie zunächst die Bedingung, dass die Wellenfunktion für ein physikalisches Problem endlich bleiben muss. Wenden Sie anschließend die aus der Vorlesung bekannten Stetigkeitsbedingungen an.

●●● Aufgabe 3: (10 Punkte) Tunneleffekt

Gegeben sei eine eindimensionale Potentialwand mit

$$V(x) = \begin{cases} V_0 & \text{für } x \in [-a, a] \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$



Ein von links ($-\infty$) einlaufendes Teilchen habe eine Energie E mit $0 < E < V_0$. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit $P_t(E)$ das Teilchen auf der rechten Seite ($a < x$) der Potentialwand zu finden!