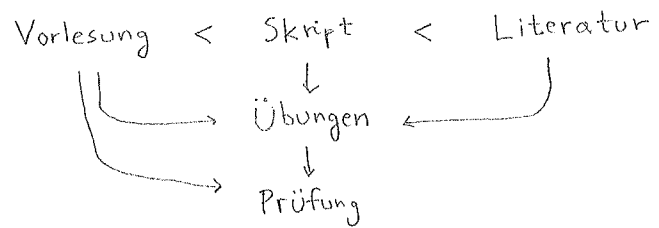


Quantentheorie I

(M. Laine, ExWi - 117)

* Ablauf:



* Vorlesung:

Fragen sehr willkommen!

* Skript:

durch ILIAS

* Literatur:

T. Fließbach, Quantenmechanik
D.J. Griffiths, Quantenmechanik

* Übungen:

• durch ILIAS

• Fragen stellen im Tutorium

• Musterlösungen später durch ILIAS

* Prüfung:

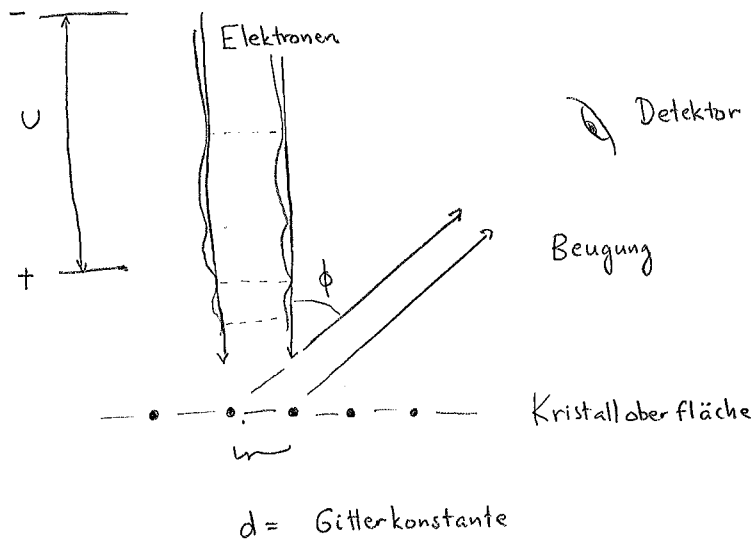
Anmeldung durch KSL

Betrachten wir z.B. Elektronen, die durch eine Spannung U beschleunigt worden sind:

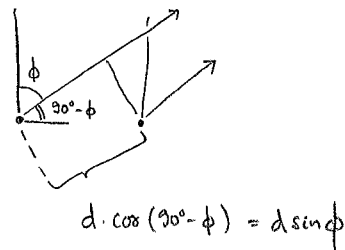
$$E_{\text{kin}} = \frac{p^2}{2m_e} = eU$$

$$p = \sqrt{2m_e e U} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e e U}}$$

Experimentelle Verifizierung der de Broglie-Hypothese [Davisson, Germer 1927; Thomson 1928]:



Der Unterschied in Wegstrecken :

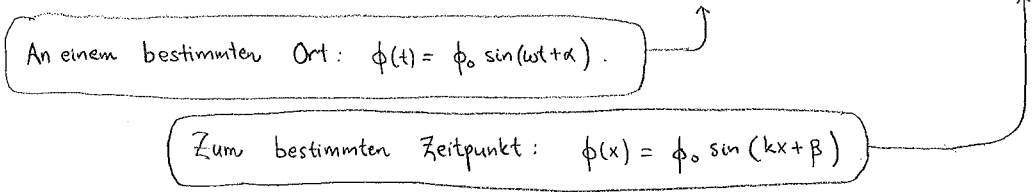


Wir erwarten ein Maximum in der Intensität, falls eine konstruktive Interferenz stattfindet

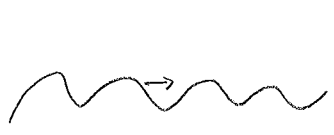
$$\Rightarrow d \sin \phi = n \cdot \lambda, \quad n = 1, 2, \dots$$

Dies wurde in der Tat beobachtet! \Rightarrow Nobel-Preis für de Broglie 1929.

Mathematisch funktioniert Quantenmechanik also mit Wellen, wie Hydrodynamik oder klassische Elektrodynamik, aber die Kreisfrequenz ω und Wellenzahl k



können auch als die Energie $E = \hbar\omega$ und der Impuls $p = \hbar k$ eines Teilchens interpretiert werden: "Welle-Teilchen-Dualismus".



Ebene Welle



Wellenpaket

- * Eine Welle hat keinen bestimmten Ortsvektor x .
Aber sie könnte einen Mittelwert $\langle x \rangle(t)$ besitzen.
- * Eine allgemeine Welle ist eine Linearkombination ebener Wellen. Damit hat sie keinen bestimmten Wellenvektor k bzw. Impulsvektor $p = \hbar k$. Aber sie könnte einen Mittelwert $\langle p \rangle(t)$ besitzen.
- * Dispersionsrelation für eine ebene Welle: $\omega = \omega(k)$, z.B. $\omega = ck$
 \Leftrightarrow
Energie-Impuls-Beziehung für Teilchen: $E = g(p)$, z.B. $E = \frac{p^2}{2m}$
 oder $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$
- * Gruppengeschwindigkeit:

$$v_g = \frac{d\omega}{dk} = \frac{dE}{dp} \quad ; \quad E = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow v_g = \frac{p}{m} \quad !$$
- * Eine Welle kann auch aus mehreren reellen Funktionen (\vec{E}, \vec{B}) bzw. einer komplexen Funktion bestehen.