

T 5.2. Stern-Gerlach Experiment

(Siehe E 36.4)

- Strahl von Silberatomen durch Magneten
- magn. Dipolmoment \vec{m} \rightarrow Verbreiterung des Strahls erwartet (klassisch)
- Aufteilung in 2 Strahlen, d.h. nur diskrete (quantisierte) Werte von \vec{m} existieren
 - \rightarrow damit auch Drehmoment des e^- quantisiert
 - \rightarrow innerer Drehimpuls "Spin" des Elektrons
- Spin eigentlich relativist. qm. Phänomen, spielt aber in nichtrelativ. QM große Rolle
 - \rightarrow muss postuliert werden \rightarrow Pauli Postulate (Ausschlussprinzip)
 - \rightarrow E 36.5

Von der Klass. Physik zur
T 5.3 Heisenbergschen Unschärferelation

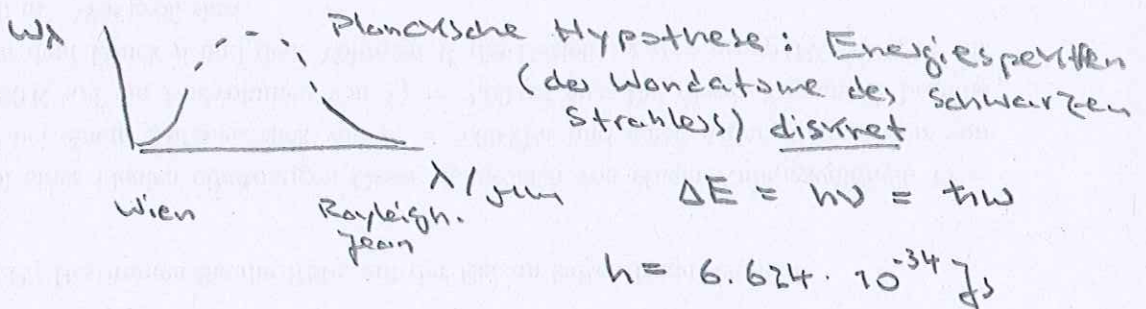
(Vgl. E 35.7)

Klass. Physik

- Bewegung materieller Körper (Punktteilchen, starre Körper) in Raum und Zeit unter Einfluss von Kräften (Galilei, Newton)
- Geom. / Wellenoptik + klass. Elektrodyn. (Huygens, Kirchhoff, Maxwell)
→ Licht = Welle
- charakteristische Merkmale
 - Eindeutigkeit, gleichzeitige Messbarkeit aller Größen
 - Kausalität → Determinismus (Laplacescher Dämon)

Grenzen der Klass. Physik

- Thermodynamik: Wärmestrahlung (1900)



Franck Hertz Versuch: Anregung von Ne-Atomen durch e^-

- Photoeffekt } Licht hat
Compton effekt } Teilchen eigenschaften

⇒ Welle-Teilchen Dualismus

=> Teilchen = Gaußsches Wellenpaket



→ zugeordnetes Impuls $\vec{v} = \frac{\vec{p}}{\hbar}$ (*)

- makroskop. Körper (schwarzer Körper, Supraleitung, Suprafluidität)
- Atomphysik, Kernphysik, Teilchenphysik

Nicht-klassische Theorien

- Relativitätstheorie: Verknüpfung von Raum und Zeit (Einstein 1905)

$$v \leq c = 2,9979 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

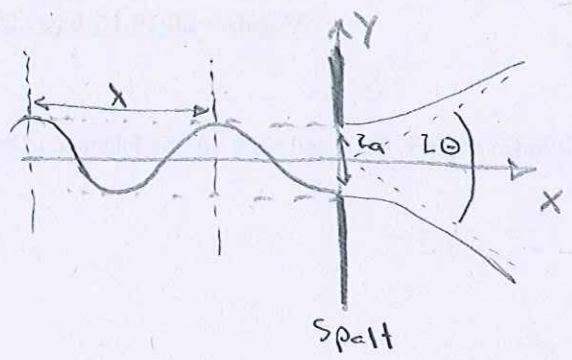
[Phy 1 Kap. ; Theo. Erg. Phy. 3]

- Quantenmechanik Welle ↔ Teilchen
 $(\Delta E)(\Delta t) \geq \hbar$ (Heisenberg, Schrödinger)

Quantenfeldtheorie (QFT)

Heisenbergsche Unschärferelation

- Beugung am Spalt: Welle mit Wellenlänge λ



$$\sin \theta \approx \frac{\lambda}{a}$$

- λ klein: unsichtbar
- λ groß: Spalt = Punktquelle

- monochromatische einlaufende Welle:

$$Ae^{i(k_x x - \omega t)} \stackrel{(*)}{=} Ae^{i\left(\frac{p_x}{\hbar} x - \omega t\right)}$$

Ablenkung in y -Richtung

$$\Delta k_y = k \sin \theta = \frac{2\pi}{\lambda} \sin \theta = \frac{2\pi}{a}$$

Impulsunschärfe in y -Richtung

$$\Delta p_y = \hbar \Delta k_y = \frac{h}{a}$$

Ortsunschärfe in y -Richtung $\Delta y = a$

$$\Rightarrow \text{Produkt } \Delta y \cdot \Delta p_y = a \frac{h}{a} = h$$

- genau und allgemein

$$\boxed{\Delta x_i \Delta p_i \geq \frac{\hbar}{2}}$$

Heisenbergsche Unschärferelation

- Ort und Impuls nicht mehr gleichzeitig scharf messbar
- Ende des Determinismus (Anfangs. bed. nicht mehr genau bekannt)
- ? Was kann man noch wissen?