

Lichttechnisches Institut

Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Dr. rer. nat. Uli Lemmer

M. Sc. Benjamin Fritz

M. Sc. Henning Mescher

Engesserstraße 13

76131 Karlsruhe

Optik und Festkörperelektronik

2. Übungsblatt

Besprechung: 14. Mai 2020

1. Unschärferelation

- a) Erläutern Sie den Begriff der *Unschärferelation*.
- b) Mit Hilfe einer neuen Torlinientechnik können beim Fußball die Geschwindigkeit und Position des Balls gleichzeitig gemessen werden. Die Geschwindigkeit des Balls ($m = 0,5 \text{ kg}$) kann dabei sogar auf $0,001 \frac{m}{s}$ genau bestimmt werden. Führt die Unschärferelation zu einer Einschränkung der Messgenauigkeit bei der Ortsbestimmung des Balls?

2. Photoeffekt

- a) In welchem Wellenlängenbereich liegt der sichtbare Teil des Spektrums elektromagnetischer Strahlung?
- b) Wie groß sind die Frequenzen (in Hertz) und Energiequanten (in Elektronenvolt bzw. Joule) einer Rundfunkwelle ($\lambda = 1000 \text{ m}$), einer UKW-Welle ($\lambda = 3 \text{ m}$) und weicher Röntgenstrahlung ($\lambda = 10^{-8} \text{ m}$)?
- c) Eine Photozelle enthält eine Kaliumkathode ($W_a = 2,25 \text{ eV}$). Berechnen Sie die Grenzfrequenz für das Auftreten des Photoeffekts. Welche Geschwindigkeit haben die schnellsten Elektronen bei Beleuchtung mit UV-Licht ($\lambda = 100 \text{ nm}$)? Wird die Geschwindigkeit bei Strahlung mit halber Wellenlänge doppelt so groß?
- d) Wie groß muss die angelegte Spannung U sein, damit die aus einer Magnesium-Kathode ($W_a = 3,7 \text{ eV}$) durch Licht mit der Wellenlänge $\lambda = 302 \text{ nm}$ herausgeschlagenen Elektronen gerade nicht die Anode erreichen?
- e) Zur richtigen Belichtung eines Films mit Silberkörnern benötigt man bei $\lambda = 550 \text{ nm}$ etwa 10^{-6} J/m^2 . Wie viele Photonen sind für 1 mm^2 lichtempfindliche Fläche nötig?

3. Doppelspalt-Experiment

Laserlicht der Wellenlänge 633 nm fällt senkrecht auf einen Doppelspalt mit dem Spaltmittenabstand von $d = 0,30 \text{ mm}$ (siehe Abb. ??). Der Einfluss der Einzelspalte ist vernachlässigbar. Parallel zum Doppelspalt befindet sich im Abstand $L = 1,00 \text{ m}$ ein ebener Schirm.

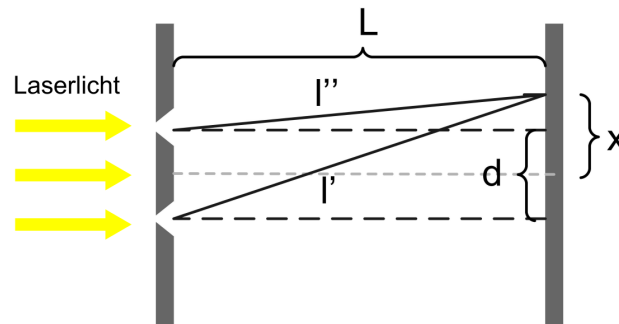


Abb. 1: Skizze zum Doppelspalt-Experiment

- Was ist auf dem Schirm zu beobachten? Erläutern Sie, wie das Phänomen entsteht.
- Welchen Abstand x haben benachbarte Maxima auf dem Schirm?
- Nun fällt Licht eines anderen Lasers auf die gleiche Anordnung, wobei die beiden Maxima 2. Ordnung einen Abstand von $6,8 \text{ mm}$ besitzen. Berechnen Sie die Wellenlänge des einfallenden Lichtes.

4. SCHRÖDINGERGleichung, Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdichte

- Vergleichen Sie die SCHRÖDINGERGleichung für $V(x, t) = 0$ mit der Wellengleichung des elektrischen Feldes. Welches sind die wichtigsten Gemeinsamkeiten, wo unterscheiden sich die beiden?
- Zeigen Sie, dass ebene Wellen Lösungen der SCHRÖDINGERGleichung für ein zeitlich konstantes Potential sind.
- Zeigen Sie, dass eine Überlagerung mehrerer ebener Wellen, die Lösungen der SCHRÖDINGERGleichung sind, diese ebenfalls löst.