

Übungsblatt 4

Liebe Studierende,

um die Qualität der Lehre zu verbessern und den Lehrenden Rückmeldung zu geben, gibt es eine Evaluation der Vorlesung und der Saalübung. Wir möchten Sie bitten, möglichst zahlreich an dieser Befragung teilzunehmen, und wir freuen uns über konstruktive Rückmeldungen. Hier die Links zur Evaluation (gültig bis zum 23.06.2023):

Vorlesung: <https://onlineumfrage.kit.edu/evasys/online.php?p=PMSFS>

Übung: <https://onlineumfrage.kit.edu/evasys/online.php?p=H7UNH>



(Vorlesung)



(Übung)

Vielen Dank!

Aufgabe 1: Photoelektrischer Effekt

Monochromatisches Licht der Wellenlänge $\lambda = 500 \text{ nm}$ fällt auf ein Stück Metall. Die emittierten Elektronen haben eine maximale Geschwindigkeit von $v = 2.6 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$.

- Wie groß ist die Austrittsarbeit der Elektronen?
- Wie groß ist die maximale Wellenlänge λ_{max} , mit der die Elektronenemission gerade noch möglich ist?

Aufgabe 2: Compton Effekt

Der Compton Effekt beschreibt den Verlust der Energie eines Photons, das an einem geladenen Teilchen gestreut wird. A.H. Compton hat für das Experiment Photonen der Wellenlänge $\lambda = 0.0711 \text{ nm}$ verwendet (Molybdän K_α -Linie).

- Wie groß ist die Energie der verwendeten Photonen?
- Berechnen Sie die Wellenlänge der Photonen, die unter einem Winkel von $\theta = 180^\circ$ (d.h. in Richtung der Quelle) an freien Elektronen gestreut werden.
- Wie groß ist die Energie dieser zurückgestreuten Photonen?

Aufgabe 3: Beugung von Elektronen: De Broglie Wellenlänge

In einer evakuierten Röhre (Hochvakuumkammer) werden Elektronen aus einer Heizkathode durch eine elektrische Spannung beschleunigt. Der dadurch entstehende Elektronenstrahl, dessen kinetische Energie durch den elektrischen Potentialunterschied bestimmt ist, wird durch eine polykristalline Graphitdünnschicht transmittiert. Anschließend treffen die Elektronen auf einen halbkugelförmigen Fluoreszenzschirm, dessen Radius $R = 6.5 \text{ cm}$ beträgt (siehe Abbildung 1a)). Die auftreffenden Elektronen regen den Schirm zu Leuchterscheinungen an. Es sind deutlich fluoreszierende Ringe zu sehen (Blickrichtung in Abbildung 1b) von rechts auf die Röhre).

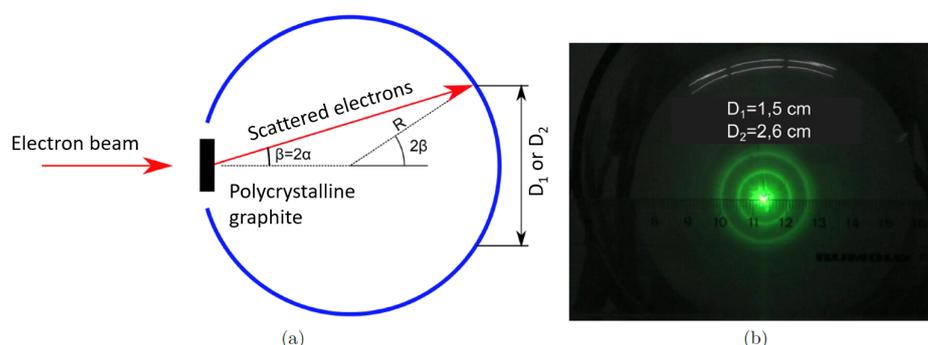


Abbildung 1: **a)**: Versuchsaufbau zur Bestimmung der *de Broglie* Wellenlänge. **b)**: Beugungsringe der auftreffenden Elektronen.

- Erklären Sie, warum Ringe zu sehen sind (siehe Abbildung 1b)).
- Berechnen Sie die *de Broglie* Wellenlänge der Elektronen, die durch eine Spannung von $U = 10 \text{ kV}$ beschleunigt wurden.
- Bestimmen Sie die Winkel, unter denen die Elektronen in die Ringe erster Beugungsordnung mit einem Durchmesser von $D_1 = 1.5 \text{ cm}$ und $D_2 = 2.6 \text{ cm}$ (siehe Abbildung 1b)) gestreut werden.
- Berechnen Sie die Abstände der Netzebenen in den Kristalliten der Graphitschicht, die den Beugungsringen entsprechen.

Aufgabe 4: Beugung von Elektronen am Doppelspalt

Der Versuchsaufbau aus Aufgabe 3 wird nun modifiziert. Die emittierten Elektronen werden durch einen Potentialunterschied von $U = 100 \text{ V}$ beschleunigt und durch eine Probe mit zwei vertikalen Spalten transmittiert. Die Spalte haben einen Abstand von $d = 1 \mu\text{m}$ zueinander und eine Breite von $a_1 = 0.5 \mu\text{m}$.

- Berechnen Sie die *de Broglie* Wellenlänge der Elektronen.

- b) Zeichnen Sie die erwartete Intensitätsverteilung, die an einem fluoreszenten Schirm beobachtet wird. Der Schirm befindet sich im Abstand von $l = 1$ m hinter dem Doppelspalt. Welchen Abstand haben die Beugungsordnungen unter der Annahme, dass die einfallenden Wellen ebene Wellen sind?
- c) Was passiert, wenn der Potentialunterschied halbiert wird? Welches Ergebnis wird erwartet, wenn die Probe den gleichen Spaltabstand hat, aber nun eine Spaltbreite von $a_2 = 0.25 \mu\text{m}$ besitzt?