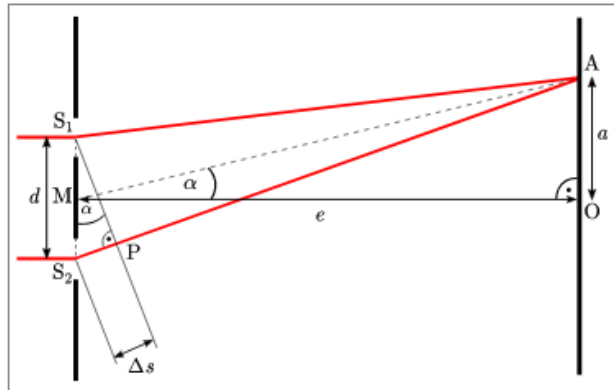


Übungsbetreuung: Seraina Glaus (seraina.glaus@kit.edu) (Raum 12/08 - Geb. 30.23)

Aufgabe 1: Doppelspalt



- Leite mit Hilfe der Skizze die Formel $\Delta s = a \frac{d}{e}$ für den Doppelspalt her.
- Begründe, dass für $\Delta s = n\lambda$, ($n = 0, 1, 2, \dots$) am Punkt A Intensitätsmaxima und für $\Delta s = (n - \frac{1}{2})\lambda$, ($n = 1, 2, 3, \dots$) am Punkt A Intensitätsminima auftreten.
- Ein Doppelspalt mit dem Spaltmittenabstand $d = 4.91 \cdot 10^{-4}$ m wird von parallelem monochromatischem Licht beleuchtet. Auf einem Schirm im Abstand $e = 2.00$ m zum Spalt ist das erste Nebenmaximum im Abstand $a_1 = 1.70$ mm zum Hauptmaximum zu beobachten. Berechne die Wellenlänge λ des Lichts.

Aufgabe 2: Kommutatoren

Der Kommutator zweier Operatoren A und B sei definiert als

$$[A, B] = AB - BA.$$

Zeigen Sie folgende Eigenschaften des Kommutators der Operatoren A, B, C :

- Antisymmetrie:

$$[A, B] = -[B, A],$$

- (Bi-)Linearität:

$$[\lambda A + B, C] = \lambda[A, C] + [B, C],$$

(c) Jacobi-Identität:

$$[A, [B, C]] + [B, [C, A]] + [C, [A, B]] = 0,$$

(d) Produktregel:

$$[A, BC] = [A, B]C + B[A, C].$$

Aufgabe 3: Quantentheorie

- (a) Eine Lichtquelle der Leistung 100 W sendet monochromatisches Licht der Wellenlänge $\lambda = 6,63 \times 10^{-5}$ cm aus. Bestimmen Sie die Anzahl der Lichtquanten, die in einer Sekunde emittiert werden. Benutzen Sie für die Energie eines Lichtquants $E_\gamma = \hbar\omega = 2\pi\hbar c/\lambda = hc/\lambda$, mit $c = 2,9979 \cdot 10^8$ m/s und $h = 6,6261 \cdot 10^{-34}$ Js, um schließlich die Leistung $P_\gamma = E_\gamma/t$ pro $t = 1$ s zu bestimmen. Rechnen Sie dies in die Einheit W um und vergleichen Sie dann mit der Gesamtleistung der Lichtquelle um die Anzahl der Lichtquanten zu bestimmen.
- (b) Strahlung der Wellenlänge $\lambda = 290$ nm trifft auf eine Metalloberfläche mit der Austrittsarbeit $W = 4,05$ eV. Welches Potential ist erforderlich, um die energiereichsten Photoelektronen zu stoppen? Benutzen Sie die Formel für den Photoelektrischen Effekt $E_e = \hbar\omega - W = hc/\lambda - W$, um die kinetische Energie E_e der austretenden Elektronen in der Einheit eV zu berechnen, mit $h = 6,6261 \cdot 10^{-34}$ Js $\hat{=} 4,1357 \cdot 10^{-15}$ eVs.
- (c) Wie groß ist die deBroglie-Wellenlänge eines Elektrons mit einer Energie von 6 eV (nichtrelativistisch) bzw. mit einer Energie von 200 MeV (hochrelativistisch)? Für die deBroglie-Wellenlänge gilt $p = h/\lambda$. Bezüglich der Energien gilt nichtrelativistisch $E_{kin} = p^2/2m$ und hochrelativistisch $E_{kin} = pc$.