

Das Licht eines He-Ne-Lasers hat die Wellenlänge 633 nm.

a) In den Strahlengang werden folgende Beugungsobjekte senkrecht zur Strahlrichtung gestellt:

- ein Einzelspalt
- ein Vierfachspalt
- ein Gitter.

In einer Entfernung von 8,0 m hinter dem jeweiligen Beugungsobjekt registriert man in der Ebene senkrecht zur Strahlrichtung die drei abgebildeten Intensitätsverteilungen.

- Ordnen Sie die Abbildungen den drei Beugungsobjekten zu und begründen Sie Ihre Zuordnung.
- Bestimmen Sie mit Hilfe der Schaubilder die Breite des Einzelspalt, den Abstand benachbarter Spaltmitten des Vierfachspaltes sowie die Gitterkonstante. (6 VP)

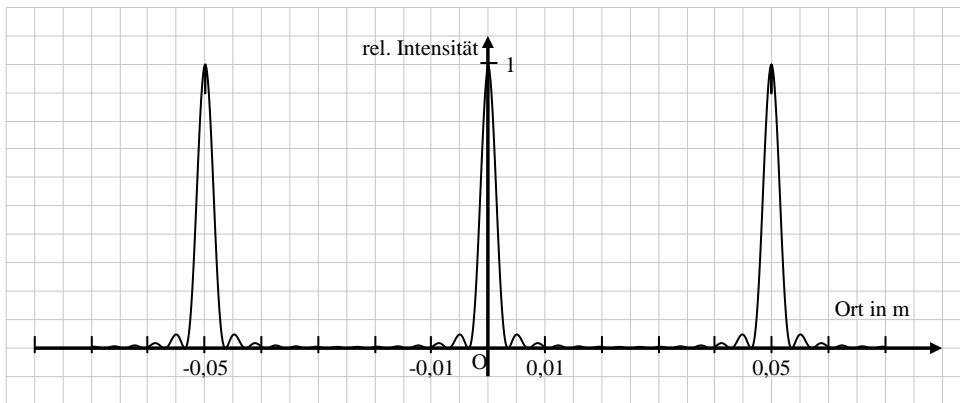


Abb.1

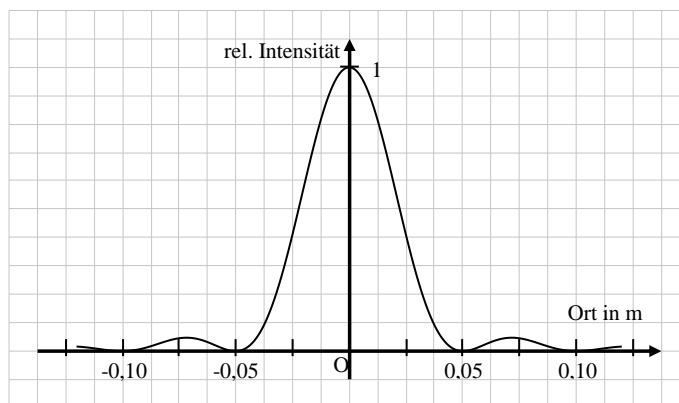


Abb.2

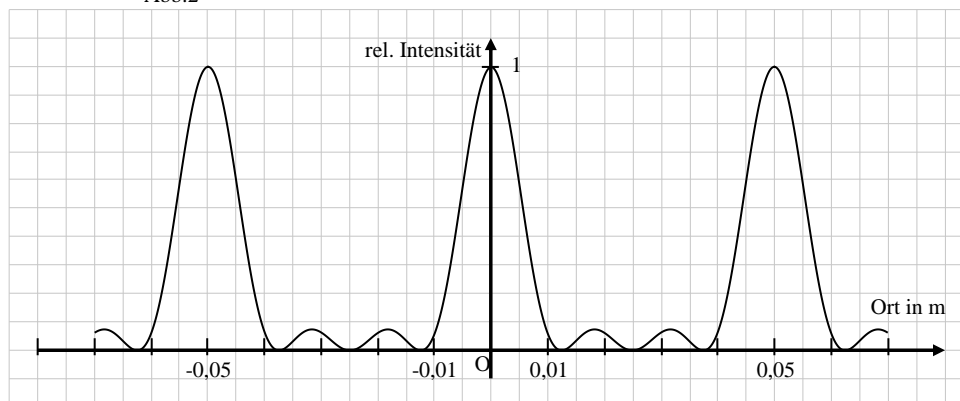


Abb.3

b) In einem neuen Versuch trifft das Laserlicht senkrecht auf einen Doppelspalt mit Spaltmittenabstand $20\ \mu\text{m}$. Auf einem im Abstand von $80\ \text{cm}$ parallel zur Doppelspaltebene angebrachten Schirm ist ein Interferenzmuster beobachtbar.

- Welchen Abstand haben die beiden Maxima 1. Ordnung voneinander auf dem Schirm? Leiten Sie die erforderlichen Gleichungen anhand einer Skizze her.

Bei der Durchführung des Experiments stellt man fest, dass die erwarteten Maxima 3. Ordnung nicht auftreten.

- Erläutern Sie diesen Sachverhalt.
- Zeigen Sie, dass weitere Maxima ausfallen. (8 VP)

c) In einer Versuchsapparatur treffen Elektronen mit der Geschwindigkeit $1,00 \cdot 10^8\ \text{ms}^{-1}$ auf den Doppelspalt aus Teilaufgabe b). Dahinter werden sie auf einem geeigneten Schirm registriert.

- Welche de-Broglie-Wellenlänge ist den Elektronen zuzuordnen?
- Warum ist der verwendete Doppelspalt für ein Interferenz-Experiment mit diesen Elektronen nicht gut geeignet?
- Welche experimentellen Abwandlungsmöglichkeiten gibt es, so dass die Interferenz beobachtbar wird?

Nun befindet sich in einer entsprechend verbesserten Versuchsanordnung immer nur ein Elektron.

- Beschreiben Sie, welche Versuchsergebnisse bei kurzer bzw. bei langer Beobachtungsdauer zu erwarten sind.
- Erläutern Sie die Versuchsergebnisse aus quantenphysikalischer Sicht. (9 VP)

d) Ein Foto-Blitzgerät hat während einer Blitzdauer von $\frac{1}{30}$ Sekunde eine Durchschnittsleistung von $300\ \text{W}$. Die mittlere Energie der Photonen entspricht der von blau-grünem Licht der Wellenlänge $500\ \text{nm}$.

- Bestimmen Sie die Anzahl der Photonen, die bei einem Blitz frei werden.

Mit einem Lichtblitz soll eine chemische Reaktion, die eine hohe Aktivierungsenergie benötigt, ausgelöst werden. Der Versuch wird in drei Varianten ausgeführt:

- A: Blitzgerät ohne Filter
- B: Blitzgerät mit Rotfilter
- C: Blitzgerät mit Blaufilter

Nur in zwei der drei Fälle ist eine Reaktion zu beobachten.

- Erläutern Sie dies.

Die nicht funktionierende Versuchsvariante wird nun abgewandelt, indem ein zweites, gleichartiges Blitzgerät gleichzeitig ausgelöst wird.

- Inwiefern eignet sich dieser Versuch dazu, die Grenzen der klassischen Wellentheorie aufzuzeigen? (7 VP)

Elektronenmasse: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$
Lichtgeschwindigkeit in Luft: $c = 3,00 \cdot 10^8\ \text{ms}^{-1}$
Planck'sches Wirkungsquantum $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\ \text{Js}$