

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

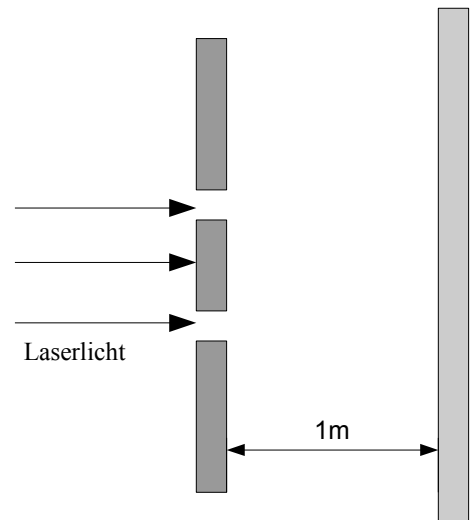


Abb. 1 Doppelspalt

Schirm

(6 VP)

- Was ist auf dem Schirm zu beobachten? Erläutern Sie, wie das Phänomen entsteht.
- Bestimmen Sie den Beugungswinkel, unter dem ein Maximum vierter Ordnung auf dem Schirm zu beobachten ist.
- Welchen Abstand haben benachbarte Maxima auf dem Schirm?

b) Von der Wellenlänge eines Stickstoff-Lasers ist bekannt, dass sie im ultravioletten Bereich liegt. Mithilfe eines optischen Gitters mit  $600$  Strichen pro Millimeter soll sie genauer bestimmt werden. Der Laserstrahl fällt senkrecht auf das Gitter, das sich in  $34,0\text{ cm}$  Entfernung vor einem  $30,0\text{ cm}$  breiten, ebenen, UV-empfindlichen Schirm befindet. Der Schirm ist parallel zum Gitter und symmetrisch zur optischen Achse ausgerichtet. Auf ihm sind fünf helle Punkte zu sehen.

- Warum ist es vorteilhaft die Wellenlänge mit einem Gitter statt mit einem Doppelspalt zu bestimmen?
- Leiten Sie anhand einer Skizze her, wie aus der Lage der Punkte die Wellenlänge des Laserlichts berechnet werden kann.
- Die äußeren Punkte liegen genau auf beiden Rändern des Schirms. Welche Wellenlänge hat das Laserlicht?

Das Gitter wird durch ein anderes mit unbekannter Gitterkonstante ersetzt. Laserlicht mit der Wellenlänge  $336\text{ nm}$  erzeugt in diesem Fall drei helle Punkte auf dem Schirm.

- In welchem Bereich kann diese Gitterkonstante liegen?

(10 VP)

c) Ein Einzelspalt der Breite  $0,17\text{ mm}$  wird mit Laserlicht der Wellenlänge  $633\text{ nm}$  beleuchtet (siehe Abbildung 2).

- Bestimmen Sie die Breite des Hauptmaximums.

Der Einzelspalt wird durch einen Mehrfachspalt ersetzt. Die Breite der Spalte beträgt wiederum  $0,17\text{ mm}$ . Man erhält den in Abbildung 3 dargestellten Intensitätsverlauf auf dem Schirm.

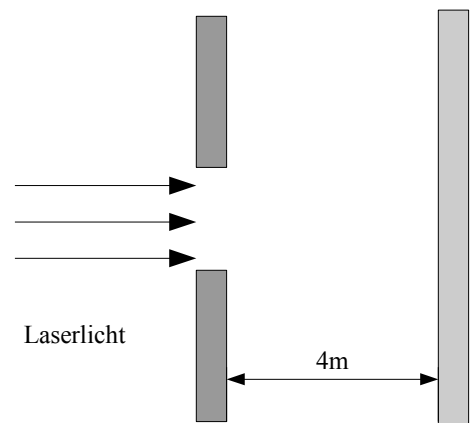


Abb. 1

Spalt

Schirm

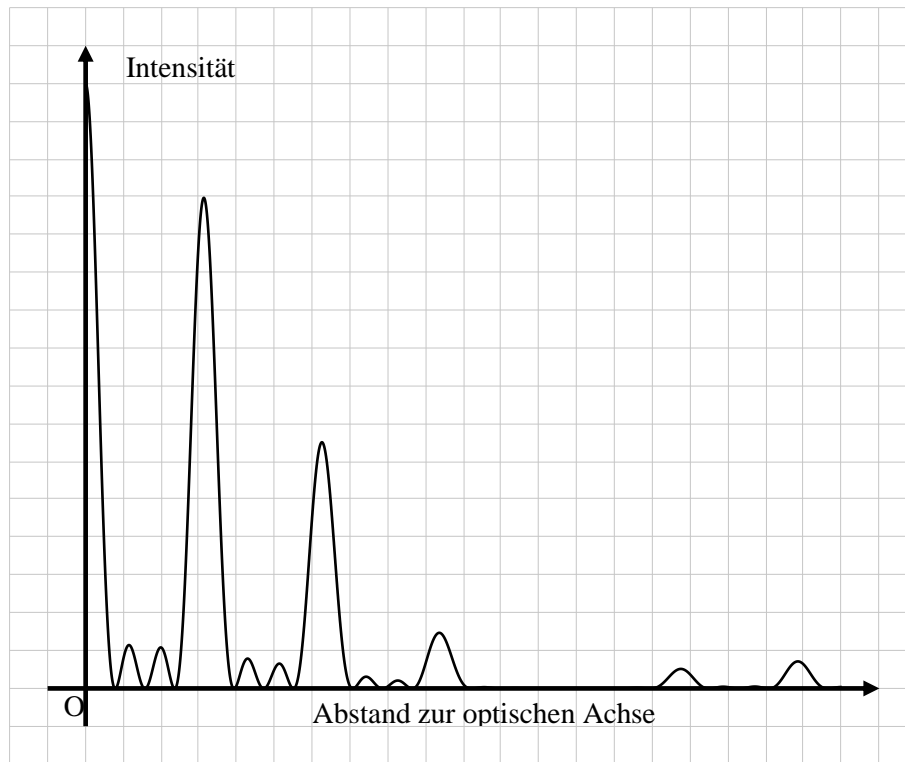


Abb. 3

- Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Anzahl der Spalte und begründen Sie ihre Antwort.
- Bestimmen Sie den Spaltmittenabstand. (7 VP)

d) Albert Einstein schreibt im Jahr 1905:

- 1 „Die [... Wellen]theorie des Lichts hat sich zur Darstellung der rein optischen
- 2 Phänomene vortrefflich bewährt und wird wohl nie durch eine andere Theorie
- 3 ersetzt werden. Es ist jedoch im Auge zu behalten, dass sich die optischen
- 4 Beobachtungen auf zeitliche Mittelwerte, nicht aber auf Momentanwerte beziehen, ...“

(Albert Einstein: „Über einen die Erzeugung von Verwendung des Lichts betreffenden heuristischen Gesichtspunkt“ in: *Annalen der Physik*, 1905, S. 132-148.)

- Erläutern Sie die Aussage Einsteins (Zeilen 3 und 4) mithilfe der Quantentheorie am Beispiel eines Doppelspaltexperimentes mit Licht.

In einer Experimentbeschreibung heißt es:

„Bei diesem Experiment wird monochromatisches Licht verwendet.“

- Übertragen Sie diese Aussage auf ein entsprechendes Experiment mit Elektronen. Begründen Sie Ihre Übertragung. (7 VP)