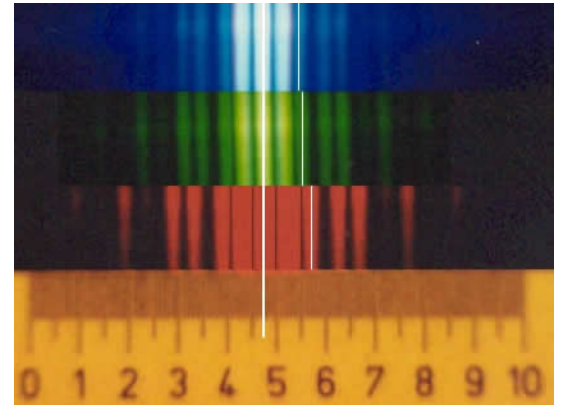


Doppelspalt mit farbigem Licht - Lösung

In das Bild ist mit einem dicken weißen Strich das Maximum nullter Ordnung für alle drei Farben markiert. Es liegt für alle drei Farben am gleichen Ort des Schirms.

Außerdem ist jeweils das rechtsliegende Maximum zweiter Ordnung für jede Farbe mit einem dünneren weißen Strich hervorgehoben.

Der Vergleich zeigt: Das 2. Maximum für das rote Licht liegt weiter vom 0. Maximum entfernt als das zweite Maximum für das grüne Licht und dieses wiederum ist weiter entfernt als das 2. Maximum des blauen Lichts.



Für das Maximum zweiter Ordnung am Doppelspalt gilt die Beziehung:

$$b \cdot \sin(\alpha_2) = 2 \cdot \lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{b \cdot \sin(\alpha_2)}{2} \quad (1)$$

Für die Ablenkungswinkel (in Bezug zur optischen Achse) gilt: $\alpha_{2,\text{rot}} > \alpha_{2,\text{grün}} > \alpha_{2,\text{blau}}$

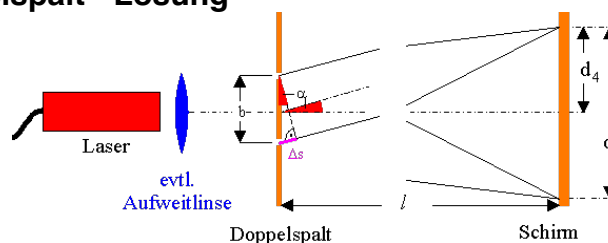
$$\sin(\alpha_{2,\text{rot}}) > \sin(\alpha_{2,\text{grün}}) > \sin(\alpha_{2,\text{blau}})$$

Daraus folgt auch:

$$\lambda_{\text{rot}} > \lambda_{\text{grün}} > \lambda_{\text{blau}}$$

Wegen (1) folgt dann:

Spaltabstand am Doppelspalt - Lösung



- a) Für den Gangunterschied beim 4. Maximum gilt: $\Delta s = 4\lambda \Rightarrow b \cdot \sin \alpha = 4\lambda$

Außerdem gilt: $\tan \alpha = \frac{d_4}{l}$. Mit der Kleinwinkelnäherung folgt: $b \cdot \frac{d_4}{l} = 4\lambda \Rightarrow b = \frac{l \cdot 4\lambda}{d_4}$.

Mit $d_4 = \frac{d}{2}$ ergibt sich $b = \frac{8 \cdot \lambda \cdot l}{d}$.

- Δs ist Teil eines rechtwinkligen Dreiecks, denn die Strahlen verlaufen aufgrund des sehr großen Schirmabstandes ($l = 1,7\text{m}$) im Vergleich zum Spaltabstand b parallel
- Die Kleinwinkelnäherung ist anwendbar, denn der Beobachtungswinkel α ist wegen des sehr großen Schirmabstandes l im Vergleich zur Lage des 4. Maximums d_4 klein.

- b) Berechnung des kleinstmöglichen Wertes für b :

$$b_{\min} = \frac{8 \cdot \lambda_{\min} \cdot l_{\min}}{d_{\max}} \Rightarrow b_{\min} = \frac{8 \cdot 632,5 \cdot 10^{-9} \cdot 1699,5}{26,5} \text{ m} = 325 \mu\text{m}$$

Berechnung des größtmöglichen Wertes für b :

$$b_{\max} = \frac{8 \cdot \lambda_{\max} \cdot l_{\max}}{d_{\min}} \Rightarrow b_{\max} = \frac{8 \cdot 633,5 \cdot 10^{-9} \cdot 1700,5}{25,5} \text{ m} = 338 \mu\text{m}$$

- c) Die Unsicherheit in der Spaltbreite beträgt ca. $13 \mu\text{m}$. Die Angabe $331,5 \mu\text{m}$ bedeutet eine Genauigkeit von etwa $1/10 \mu\text{m}$, was eine viel zu hohe Genauigkeit vortäuscht.