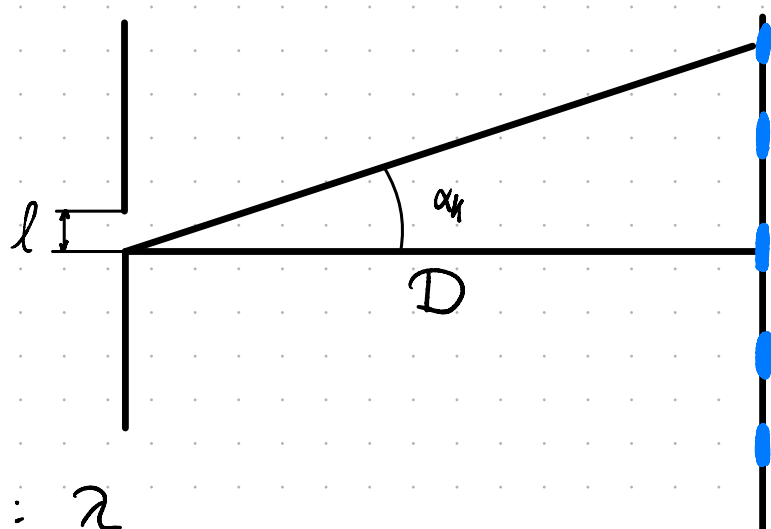


- 1) Ein Einfachspalt von 0,2 mm Breite wird mit parallelem und kohärentem Licht bestrahlt. Der Schirm steht in einer Entfernung von 4 m zum Spalt. Die beiden Intensitätsmaxima 2. Ordnung haben voneinander einen Abstand von 5,6 cm. Berechne die Wellenlänge des Lichts! [560 nm]



Spaltbreite l : 0,2 mm

Gesucht: λ

Für die Intensitätsmaxima gilt:

$$\sin(\alpha_k) = \frac{(2k+1)\lambda}{2l}, k \in \mathbb{N}$$

Hier $k=2$:

$$\text{und } d_k = \frac{5,6 \text{ cm}}{2} = 2,8 \text{ cm}$$

$$\text{und } \tan(\alpha_k) = \frac{d_k}{D}$$

$$\text{Kleinwinkelnäherung: } \sin(\alpha_k) = \tan(\alpha_k) \Leftrightarrow \frac{(2k+1)\lambda}{2l} = \frac{d_k}{D}$$

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{d_k}{D} \cdot \frac{2l}{2k+1}$$

$$= \frac{0,028 \text{ m}}{4 \text{ m}} \cdot \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2 \cdot 2 + 1}$$

$$= 560 \text{ nm}$$

- 2) Auf einen 0,4 mm breiten Einfachspalt fällt monochromatisches, paralleles Licht auf. Auf der anderen Seite des Spaltes steht in 3,20 m Abstand ein Schirm.

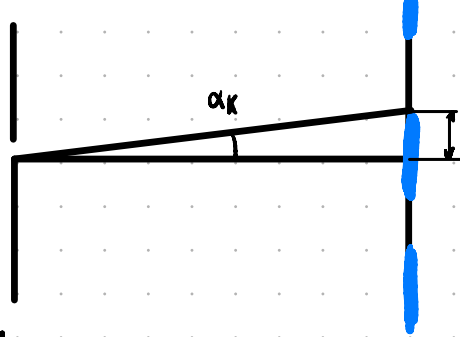
a) Berechne die Wellenlänge des Lichtes, wenn die beiden mittleren dunklen Streifen einen gegenseitigen Abstand von 8,6 mm aufweisen! [537,5 nm]

b) Wie wirkt sich bei dieser Wellenlänge eine Reduzierung der Spaltbreite auf 0,2 mm aus?

[Abstand der Intensitätsminima verdoppelt sich]

Einfachspalt: $D = 3,20 \text{ m}$

a) Gesucht: λ



$$k=1 \quad 2d_k = 8,6 \text{ mm}$$

destruktive Interferenz:

$$\sin(\alpha_k) = \frac{k \cdot \lambda}{l} \quad (k \in \mathbb{N}^*)$$

$$\text{und } \tan(\alpha_k) = \frac{d_k}{D}$$

Kleinwinkelnäherung: $\sin(\alpha_k) = \tan(\alpha_k) \Leftrightarrow \frac{k \cdot \lambda}{l} = \frac{d_k}{D}$

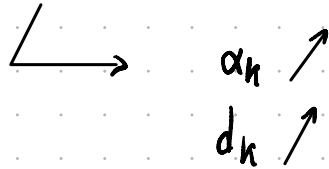
$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{l}{k} \cdot \frac{d_k}{D}$$

Für $k=1$:

$$\lambda = \frac{0,4 \cdot 10^{-3}}{1} \cdot \frac{8,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{3,2 \text{ m}}$$

$$= 537,5 \text{ nm}$$

b) Es gilt: $l' = 0,2 \text{ mm}$



$$\sin(\alpha_k) = \tan(\alpha_k) \Leftrightarrow \frac{k \cdot \lambda}{l'} = \frac{d'_k}{D} \quad \text{mit } k \in \mathbb{N}$$

$$\Leftrightarrow d'_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot D}{l'}$$

$$= \frac{1 \cdot 537,5 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 3,2 \text{ m}}{0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

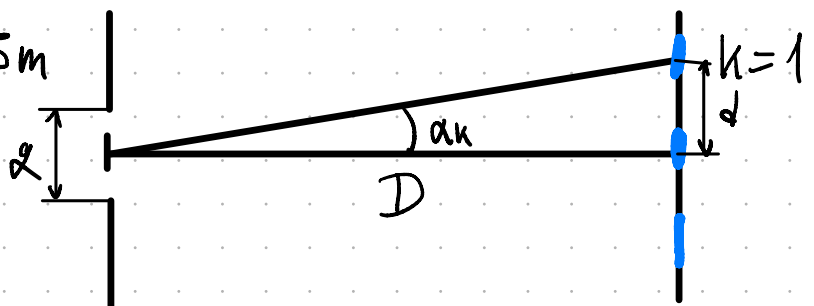
$$= 8,6 \text{ mm} \quad (= d_k)$$

$$2d_k = 17,2 \text{ mm}$$

- 3) Ebene Lichtwellen treffen auf einen Doppelspalt. Die Spaltöffnungen haben 0,1 mm Abstand. 5 m hinter dem Doppelspalt sind an einer Wand helle Interferenzstreifen zu sehen. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Streifen beträgt 3,25 cm. Berechne die Wellenlänge des Lichtes! [650 nm]

Gegeben: $g = 0,1 \text{ mm}$; $D = 5 \text{ m}$

$$d = 3,25 \text{ cm}$$



konstruktive Interferenz: mit $k \in \mathbb{N}$

$$\Delta s = g \cdot \sin(\alpha_k) = \lambda \cdot k$$

und $\tan(\alpha_k) = \frac{d}{D}$

Kleinwinkelnäherung: $\tan(\alpha_k) = \sin(\alpha_k) \Rightarrow \frac{\lambda \cdot k}{g} = \frac{d}{D}$

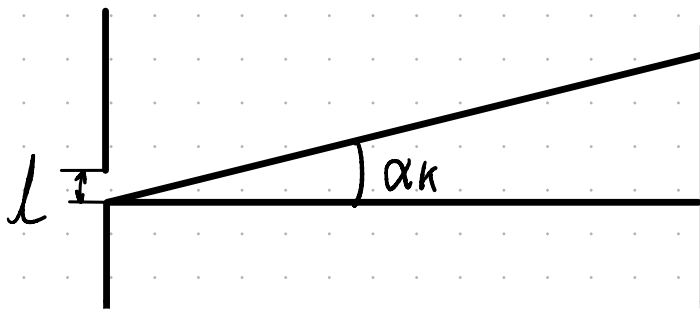
$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{d}{D} \cdot \frac{g}{k}$$

$$= \frac{3,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{5 \text{ m}} \cdot \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1} \\ = \underline{\underline{650 \text{ nm}}}$$

4) Auf einen 0,4 mm breiten Einfachspalt fällt Licht der Wellenlänge 600 nm auf.

a) Für welchen Winkel entsteht das erste seitliche Maximum?

[0,129°]



Gegeben:

$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

$$L = 0,4 \text{ mm}$$

a) konstruktive Interferenz: mit $k \in \mathbb{N}$

$$\Delta s = \underline{\underline{L \cdot \sin(\alpha_k) = (2k+1) \frac{\lambda}{2}}}$$

$$\tan(\alpha_k) = \frac{d}{D}$$

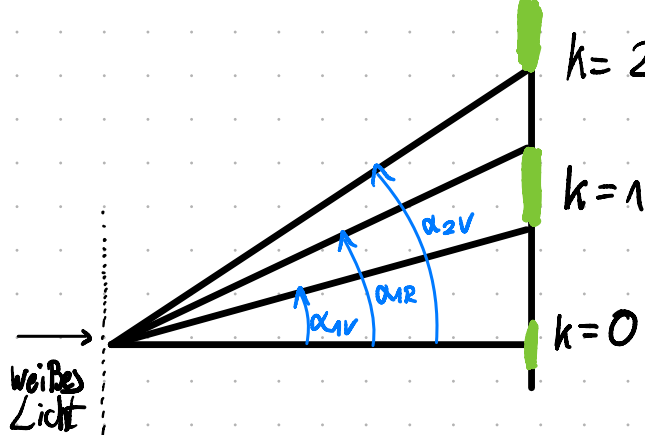
Formel: $\sin(\alpha) = \frac{(2k+1)\lambda}{2 \cdot L} \Leftrightarrow \alpha_k = \sin^{-1} \left(\frac{(2 \cdot 1 + 1) \cdot 600 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{2 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \right) \\ = \underline{\underline{0,1289^\circ}}$

5) Ebene Lichtwellen treffen auf ein Gitter (Gitterkonstante $g = 0,01 \text{ mm}$).

a) Wie groß ist, für das Beugungsmaximum 1. Ordnung, der Beugungswinkel für rotes Licht ($\lambda = 700 \text{ nm}$) und für violettes Licht ($\lambda = 400 \text{ nm}$)? [4° für rot; 2,3° für violett]

b) Kann sich irgendeine Farbe des Spektrums 1. Ordnung mit irgendeiner Farbe des Spektrums 2. Ordnung überdecken? Begründe deine Antwort!

[Spektren berühren sich: $\alpha(760 \text{ nm}, 1. \text{ Ordnung}) = \alpha(380 \text{ nm}, 2. \text{ Ordnung})$]



$k=2$ Gegeben: Gitterkonstante: $g = 0,01 \text{ mm}$

Wellenlänge: $\lambda_{\text{rot}} = 700 \text{ nm}$

Wellenlänge: $\lambda_{\text{violett}} = 400 \text{ nm}$

a) konstruktive Interferenz:

Formel: $\sin(\alpha_k) = \frac{\lambda \cdot k}{g}$ mit $k \in \mathbb{N}$

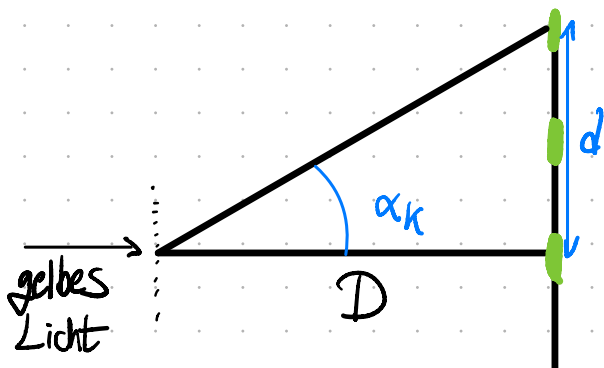
$$\begin{aligned} \alpha_{1R} &= \sin^{-1}\left(\frac{\lambda \cdot k}{g}\right) & \alpha_{1V} &= \sin^{-1}\left(\frac{\lambda \cdot k}{g}\right) \\ &= \sin^{-1}\left(\frac{700 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 1}{0,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}}\right) & &= \sin^{-1}\left(\frac{400 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 1}{0,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}}\right) \\ &= \underline{\underline{4,014^\circ}} & &= \underline{\underline{2,292^\circ}} \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} \alpha_{2V} &= \sin^{-1}\left(\frac{\lambda \cdot k}{g}\right) \\ &= \sin^{-1}\left(\frac{400 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 2}{0,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}}\right) \\ &= \underline{\underline{4,589^\circ}} \end{aligned}$$

Feststellung: $\alpha_{2V} > \alpha_{1R}$
keine Überlappung möglich!

- 6) Auf ein Beugungsgitter fällt gelbes Licht der Wellenlänge $\lambda = 600 \text{ nm}$. 2 m hinter dem Gitter steht ein Schirm, auf dem das Interferenzmuster zu sehen ist. Das Beugungsmaximum 2. Ordnung hat vom Beugungsmaximum 0. Ordnung einen Abstand von 24 cm. Wie groß ist die Gitterkonstante? [0,01 mm]



Gegeben: Wellenlänge: $\lambda = 600 \text{ nm}$

Abstand Schirm - Gitter: $D = 2 \text{ m}$

Abstand der Ordnungen: $d = 24 \text{ cm}$

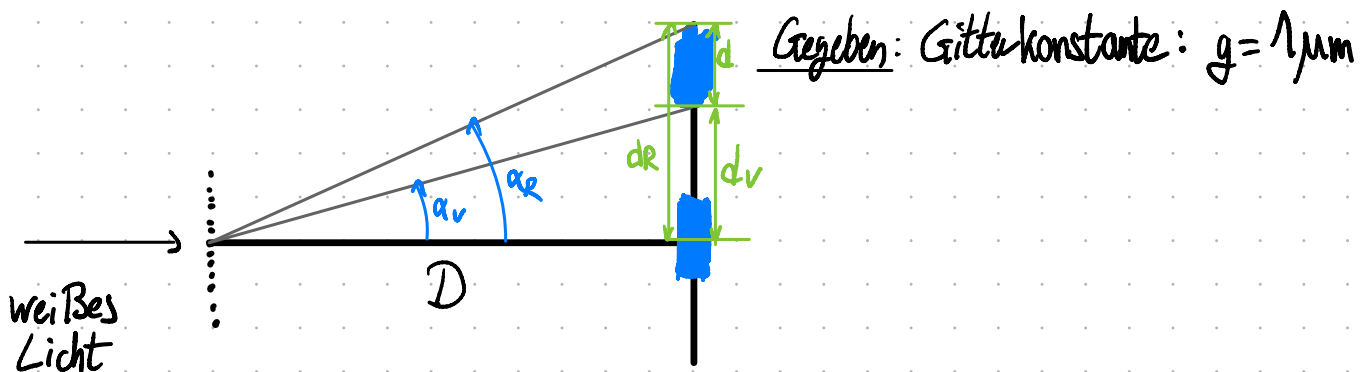
Formel: $\sin(\alpha_k) = \frac{\lambda \cdot k}{g} \Leftrightarrow g = \frac{\lambda \cdot k}{\sin(\alpha_k)} \quad ①$

Aus der Figur: $\tan(\alpha_k) = \frac{d}{D}$

Winkel: $\alpha_k = \tan^{-1}\left(\frac{0,24\text{m}}{2\text{m}}\right) = \underline{6,843^\circ}$

In ①: $g = \frac{600 \cdot 10^{-9} \cdot 2}{\sin(6,843^\circ)} = \underline{1,007 \cdot 10^{-2} \text{ mm}}$

- 7) Das kontinuierliche Spektrum 1. Ordnung des sichtbaren Lichtes einer Bogenlampe erstreckt sich von 380 nm bis 780 nm. Das Spektrum wird von einem Gitter der Gitterkonstante $1 \mu\text{m}$ abgebildet. Welchen Abstand muss der Schirm haben, damit dieses Spektrum auf 50 cm auseinandergezogen ist? [60 cm]



Gesucht: D

Aus der Figur: $d = d_R - d_v = 50 \text{ cm} \quad ①$

Formel: $\sin(\alpha_k) = \frac{\lambda \cdot k}{g}$

$$\begin{aligned} \alpha_R &= \sin^{-1}\left(\frac{\lambda_R}{g}\right) \\ &= \sin^{-1}\left(\frac{780 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-6} \text{ m}}\right) \\ &= \underline{51,26^\circ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_v &= \sin^{-1}\left(\frac{\lambda_v}{g}\right) \\ &= \sin^{-1}\left(\frac{380 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-6} \text{ m}}\right) \\ &= \underline{22,33^\circ} \end{aligned}$$

und: $\tan(\alpha_v) = \frac{d_v}{D} \Leftrightarrow d_v = D \cdot \tan(\alpha_v) \quad ②$

$\tan(\alpha_R) = \frac{d_R}{D} \Leftrightarrow d_R = D \cdot \tan(\alpha_R) \quad ③$

also $d = d_R - d_v \Leftrightarrow d = D (\tan(\alpha_R) - \tan(\alpha_v))$

$$\Rightarrow D = \frac{d}{\tan(\alpha_p) - \tan(\alpha_r)}$$

$$= \frac{0,50\text{m}}{\tan(51,26^\circ) - \tan(22,33^\circ)}$$

$$= 0,60\text{m}$$