Hinweis

Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:
https://www.physics-and-stuff.com/

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

Marvin Zanke

Physik III Blatt 9 (2 Blätter)

1/1 /1 Σ: 2 1

Nr. 30) a)

$$I_\Theta = \frac{I_0}{N^2} \frac{\sin^2\left(\frac{kb}{2}\sin\theta\right)}{\left(\frac{kb}{2}\right)^2 \sin^2\theta} \cdot \frac{\sin^2\left(N\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}{\sin^2\left(\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}$$

Für $\underline{b \ll a}$: $\sin\left(\frac{kb}{2}\sin\theta\right) \approx \frac{kb}{2}\sin\theta$

$$\Rightarrow I_\Theta = \frac{I_0}{N^2} \cdot \frac{\sin^2\left(N\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}{\sin^2\left(\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}$$

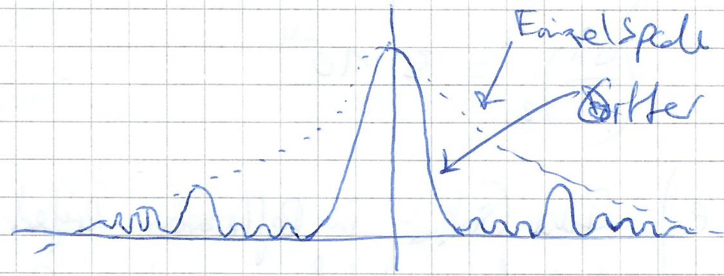
$\underline{N=3}$ $\Rightarrow I_\Theta = \frac{I_0}{9} \cdot \frac{\sin^2\left(3\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}{\sin^2\left(\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}$ 1 Nebenmaxima

$\underline{N=6}$ $\Rightarrow I_\Theta = \frac{I_0}{36} \cdot \frac{\sin^2\left(6\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}{\sin^2\left(\frac{ka}{2}\sin\theta\right)}$ 4 Nebenmaxima

Bei N=6 sind die Maxima schärfer abgetrennt als bei N=3. Außerdem gibt es mehr Nebenmaxima. (Gibt es gleich viele „Hauptminima“?)

Hauptmaxima werden enger mit zunehmendem N

$\underline{a=4b}$, N=6: Die Einzelspalte überlagern ihr Interferenzbild nun mit dem des Gitters. Es gibt Orte wo man beim Gitter ein Maximum erwarten würde, auf Grund der Interferenz am Einzelspalt allerdings ein Intensitäts-minimum erhält und dadurch „Dunkelheit“. ✓



b) $\Delta\Theta = 2m\cdot\pi$

$k d \cdot \sin\varphi = 2\pi \cdot m \iff \frac{2\pi}{\lambda} d \sin\varphi = 2\pi m$ <u>Gitter Maxima</u>

$\iff m\cdot\lambda = d\sin\varphi$

$m\cdot\lambda = d\cdot\sin\varphi$ <u>Einzelspalt Minima</u>

Gitter Maxima: 0: 0° ✓, 1: 4,78° ✓, 2: 9,594° ✓, 3: 14,475° ✓

Einzelspalt Minima: 1: 19,471°

c) $\Delta\theta = \frac{2\pi}{N}\cdot m \Leftrightarrow k\cdot d\cdot \sin\varphi = \frac{2\pi}{N}\cdot m \Leftrightarrow \frac{2\pi}{\lambda}\cdot d\sin\varphi = \frac{2\pi}{N}\cdot m$

$\Leftrightarrow d\sin\varphi = \frac{\lambda}{N}\cdot m \Leftrightarrow \varphi = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda\cdot m}{N\cdot d}\right)$

zwischen 0 und 1 Max: $4{,}77\cdot 10^{-3}$° und $4{,}775$°

für das erste „Nebenminimum" und letztes, da man $m = 999$ wählen muss für das letzte Nebenminimum im ersten Hauptminimum

zwischen 1 und 2 Max: $4{,}785$° und $9{,}589$°

zwischen 2 und 3 Max: $9{,}599$° und $14{,}473$°

d) $m\cdot\lambda = d\sin\varphi \Leftrightarrow \lambda = \frac{d\sin\varphi}{m}$ mit $m = 1, 2, 3$

$\Rightarrow \lambda_1 = 499{,}46\,nm$ für erstes Hauptmaximum nach links

$\lambda_1' = 5.005{,}02\,nm$ für " nach rechts

$\lambda_2 = 499{,}74\,nm$, $\lambda_2' = 500{,}25\,nm$

$\lambda_3 = 499{,}85\,nm$

$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_1 = 1{,}08\cdot 10^{-3}$

$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_1' = 1{,}004\cdot 10^{-3}$

$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_2 = 5{,}2\cdot 10^{-4}$

$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_2' = 5\cdot 10^{-4}$

$\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_3 = 3\cdot 10^{-4}$

e) Das Gitter in Reflexion liefert genau das gleiche Interferenzbild wie das Gitter im Durchstrahl.

31) a) $d = 250\mu m$ Zeichnung? ②

$$\cos\left(\cancel{\frac{\theta}{2}}\right) = \left(\frac{d}{\frac{\Delta s}{2}}\right) \Longleftrightarrow \frac{\Delta s}{2}\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = d$$

Folgefehler! ...

$$\Delta s = m\cdot\lambda \Rightarrow \frac{m\cdot\lambda}{2}\cos(\theta/2) = d$$

mein Fehler! Das ist richtig

$$\Longleftrightarrow \frac{2d}{m\lambda} = \cos(\theta/2) \Longleftrightarrow \theta/2 = \cos^{-1}\left(\frac{2d}{m\lambda}\right)$$

$$\Longleftrightarrow \theta = 2\arccos\left(\frac{2d}{m\lambda}\right)$$

„Lage" der Beugungsmaxima

$$\Delta s = (m+1/2)\lambda \Rightarrow (m+1/2)\lambda\cos(\theta/2) = 2d$$

$$\Longleftrightarrow \frac{2d}{(m+1/2)\lambda} = \cos(\theta/2)$$

$$\Longleftrightarrow \theta = 2\arccos\left(\frac{2d}{(m+1/2)\lambda}\right)$$

„Lage" der Minima - Ist Lage hier nicht unglücklich gewählt, da es für einen Winkel nur Maximum oder Minimum gibt und nicht wie beim Spalt bei verschiedenen Winkel Interferenz?

b) $\lambda = 500nm$

Das Nullte Maximum ist bei $\theta = 0$ rad

$$\Rightarrow \theta = 2\arccos\left(\frac{2d}{(m+1/2)\lambda}\right) \Longleftrightarrow \frac{2d}{m\lambda} = 1$$

$$\Longleftrightarrow 2d = m\lambda \Longleftrightarrow m = \frac{2d}{\lambda} = 1000$$

500 Maximum: $m = 1500 \Rightarrow \theta = 96{,}38°$

Wir suchen die Minima für 1499 und 1500

$$\Rightarrow \theta = 2\arccos\left(\frac{2d}{(m+1/2)\lambda}\right) = 96{,}345° \text{ für } m = 1499$$

$$= 96{,}4135° \text{ für } m = 1500$$

$$\Theta = 2\arccos\left(\frac{2d}{(m\lambda)}\right)$$ mit $\Theta_1 = 96{,}345°$ für $m = 1499$

mit $\Theta_2 = 96{,}4135°$ für $m = 1500$

$$\Leftrightarrow \cos(\Theta/2) = \frac{2d}{m\lambda}$$

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{2d}{m\cos(\Theta/2)} \Rightarrow \lambda_1 = \cancel{499{,}83\,nm}\ 499{,}5 \text{ für Beugung nach links}$$

$$\lambda_2 = \cancel{500{,}167\,nm}\ 500{,}5\,nm \text{ für Beugung nach rechts}$$

mit Winkeln vertan??

f

c) $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_1 = 3{,}4 \cdot 10^{-4}$ $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)_2 = 3{,}34 \cdot 10^{-4}$

Etwa die gleiche Größenordnung. Etwas kleiner. (f)

$2 \cdot 10^{-3}$

32) $\Phi_1 = A_1 e^{i(kr-\omega t)}$ $\Phi_2 = A_2 e^{i(kr-\omega t+\varphi)}$ mit $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot b\Theta$

und $A_1 = A_2$ da $g = b\Theta$

$$\Rightarrow I \propto |\Phi_1 + \Phi_2|^2 = |A_1(e^{i(kr-\omega t)} + e^{i(kr-\omega t+\varphi)})|^2$$

$$= (A_1 e^{i(kr-\omega t)})^2 \,|1 + e^{i\frac{2\pi}{\lambda}b\Theta}|^2$$

$$\Rightarrow I = I_0 \underbrace{|1 + e^{i\frac{2\pi}{\lambda}b\Theta}|}^2$$

ist 0 gdw. $e^{i\frac{2\pi}{\lambda}b\Theta} = -1$ (MIN)

$$\Leftrightarrow \frac{2\pi}{\lambda}b\Theta = \pi \cdot m \Leftrightarrow \Theta = \frac{\lambda}{2b} \cdot m$$

ist 2 gdw. $e^{i\frac{2\pi}{\lambda}b\Theta} = 1$ (MAX)

$$\Leftrightarrow \frac{2\pi}{\lambda}b\Theta = 2\pi \cdot m \Leftrightarrow \Theta = \frac{\lambda}{b} \cdot m$$

Licht von Stern 1 und Stern 2 interferieren sehr wahrscheinlich nicht (ich glaube kaum, dass man dies ausschließen kann), da sie inkohärent sind.

$\lambda = 500\,nm$. $h \to 0 \Rightarrow$ Interferenzbild aufeinander

$h = 5\,m \Rightarrow$ kein Interferenzmuster

Kein Interferenzmuster bedeutet, dass die Maxima der einen in den Minima der anderen liegen. Das ist der Fall gdw. $h\phi = m \cdot \frac{\lambda}{2}$ und mit $m = 1$ für das erste Auftreten folgt: $\phi = \frac{\lambda}{2h} = 50 \cdot 10^{-9}$ rad