

Bewegung am Gitter

Die Lage der Intensitätsmaxima berechnet man durch $\sin \Theta = \pm n \frac{\lambda}{b}$

$$\tan \Theta = \frac{x}{\ell} \Rightarrow \Theta = \arctan \left(\frac{x}{\ell} \right)$$

Der Fehler s_Θ berechnet sich wie folgt:

$$s_\Theta = \sqrt{\left(\frac{\partial \Theta}{\partial \ell} s_\ell \right)^2 + \left(\frac{\partial \Theta}{\partial x} s_x \right)^2}$$

Mit den Fehlern $s_\ell = s_{\text{Lupster}} = \sqrt{s_a^2 + s_r^2} = 0,78102497 \text{ mm} = 0,781 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
 $s_x = \text{Ablesefehler}$

Durch die erste Formel folgt:

$$b = \frac{n \lambda}{\sin \Theta}$$

mit der Näherung ergibt sich daraus die Gitterkonstante b , die durch das berechnete Θ , der Wellenlänge und n , der Nummer des Maximums (vom Hauptmaximum gerechnet) bestimmt wird.

$$b_n = \frac{n \lambda}{\sin(\Theta)} = \frac{n \lambda}{\sin(\arctan \Theta)}$$

\uparrow
 b_n ist der zum n -ten Maximum gehörige Spurabstand

$$\lambda = 632,8 \text{ nm}$$

Der Fehler von b_n ist:

$$s_b = \sqrt{\left(\frac{\partial b}{\partial \Theta} s_\Theta \right)^2} = \frac{n \lambda}{\cos \Theta^2} \cdot s_\Theta$$

Um die Gitterkonstante b zu bestimmen, nutzt man den Mittelwert der verschiedenen b_n :

$$b = \frac{1}{6} \left[\sum_{n=1}^3 b_{n(\text{links})} + \sum_{n=1}^3 b_{n(\text{rechts})} \right] = 0,019144701 \text{ mm}$$

Der Fehler $s_{b\text{gemitt}}$ wird aufaddiert.

$$s_{b\text{gemitt.}} = \frac{1}{6} \sqrt{s_{b_1}^2 + s_{b_2}^2 + \dots + s_{b_6}^2} = 4,74606 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow b = (1,914 \pm 0,005) \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{0,019144701 \text{ mm}} = 52,23377 \frac{1}{\text{mm}}$$

$$s_{\frac{1}{b}} = \sqrt{\left(-\frac{1}{b^2} s_b \right)^2} = \frac{1}{b^2} \cdot s_b = 0,129402674 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Gitterkonstante } \frac{1}{b} = (52,23 \pm 0,13)$$

Was wird beobachtet, wenn ein Mehrfachspalt mit N Spalten mit einem Laserstrahl beleuchtet wird, dessen Durchmesser kleiner als der N-fache Spaltabstand ist? Wie können Sie also aus Ihrer Messung die Anzahl der durch den Laser beleuchteten Spalte abschätzen? Stimmt das Ergebnis mit Ihrer Erwartung überein? Wie müssten Sie die Anordnung ändern, um die Breite der Maxima weiter zu verringern?

Mit $N = \frac{d}{b}$ lässt sich die Anzahl der beleuchteten Spalten abschätzen.

b ist die Gitterkonstante, d=0,5mm die Breite des Lasers.

$$\Rightarrow N = \frac{d}{b} = \frac{1}{0,5} \cdot 0,5\text{mm} = 52,23 \cdot 0,5\text{mm} \approx 26 \text{ Spalte}$$

Je größer N, also je mehr Spalten beleuchtet werden, desto dünner werden die Maxima. Wenn der Laserstrahl dünner ist, als das Gitter werden nicht alle Spalte beleuchtet. Dadurch wird N kleiner und die Maxima werden breiter.

Ein zusätzliches Problem ist der Intensitätsverlust durch die geringere Größe der Lochblende.

Das Gitter besitzt so schmale Spalte, dass man sie mit dem bloßen Auge nicht erkennen, geschweige denn zählen kann. Daher muss die Anzahl deutlich höher als der fünf-fach-Spalt sein.

$$\Rightarrow N \gg 5$$

\Rightarrow Also sind 25 Spalte schon zu erwarten.