

OW_02_02	Optik und Wellen Interferenz von Licht	GK/LK
----------	---	-------

Unterrichtliche
Voraussetzungen: Interferenzerscheinungen
Gittergleichung
Auflösungsvermögen

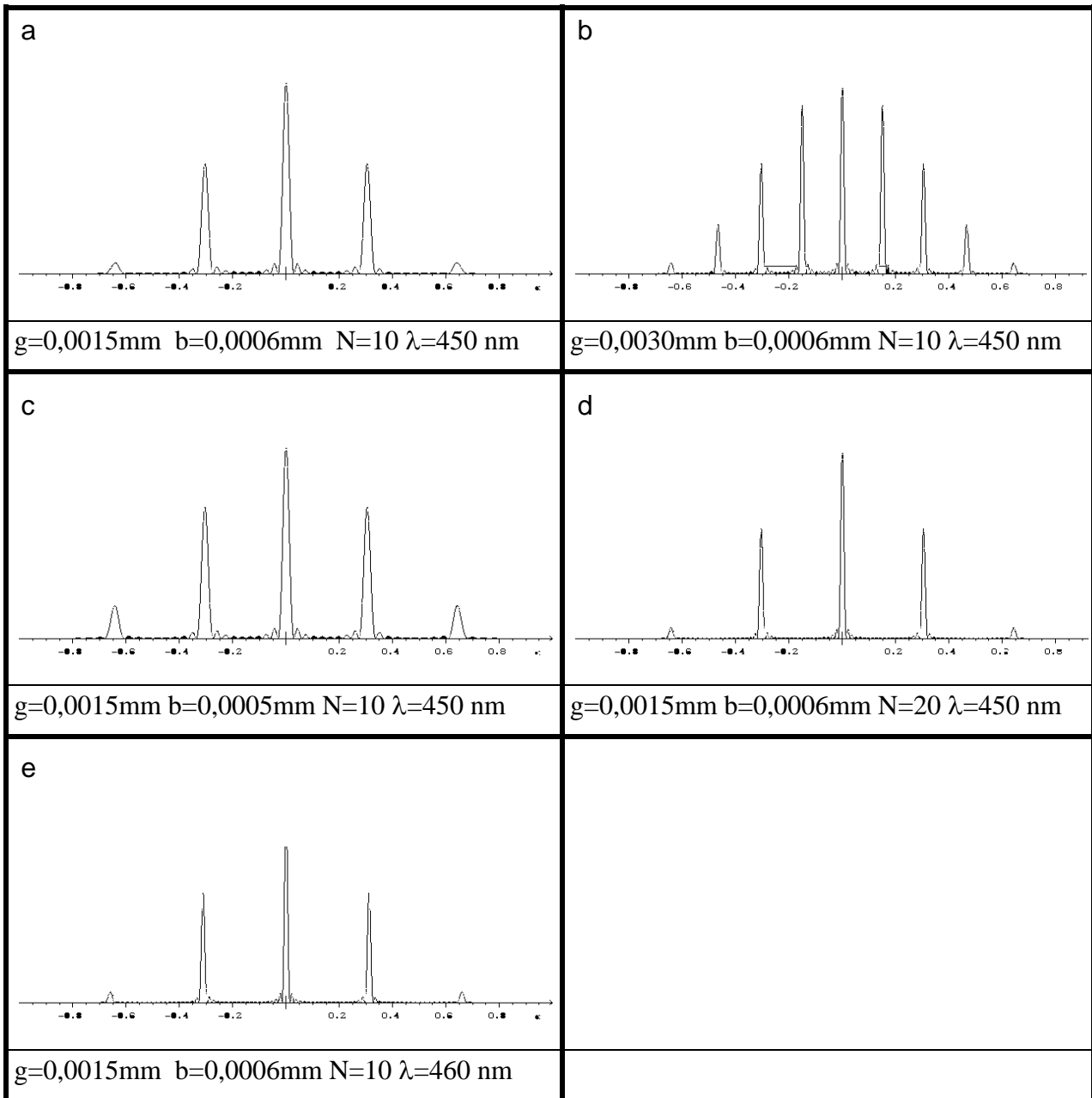
Literaturangaben: Simulationsprogram Simula; Compex Verlag, Düsseldorf

Verfasser: Peter Bastgen
Gymn. Erfstadt Lechenich
Dr. Jos. Fieger Straße
50374 Erfstadt

LK	Physik	Jgst:	Klausur-Nr.	Datum:
----	--------	-------	-------------	--------

Aufgabe

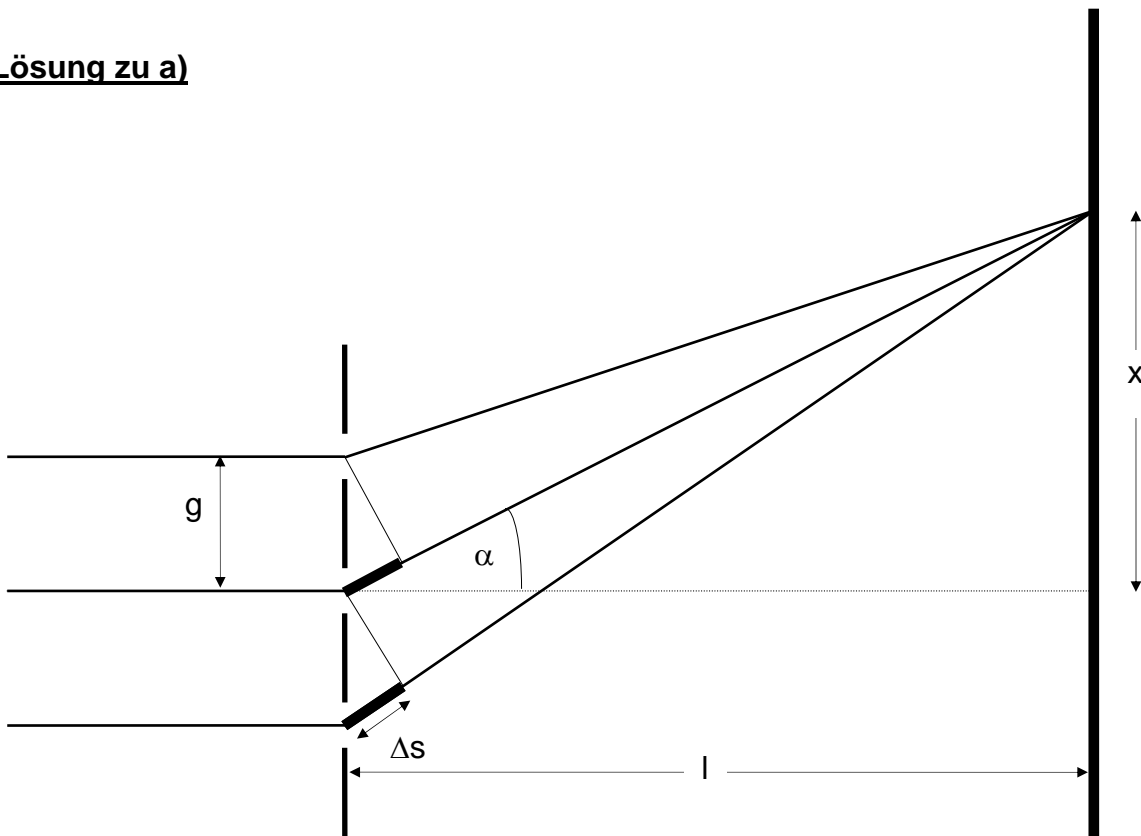
- Notieren Sie die Gittergleichung und leiten Sie sie her.
- Diskutieren Sie den Einfluß der Strichdichte, Strichbreite und Anzahl der Striche auf einem Gitter hinsichtlich Auflösungsvermögen, Lage und Anzahl der Helligkeitsmaxima bei gegebener Wellenlänge



LK	Physik	Jgst:	Klausur-Nr.	Datum:
----	--------	-------	-------------	--------

- c) Auf ein Strichgitter mit 500 Strichen/cm fällt Licht der Wellenlänge 633 nm und 634 nm.
- i) Welche Ordnung z fällt noch in den Beobachtungsbereich bis 60° ?
 - ii) Beantworte Frage i) für ein Rowland Gitter mit 5700 Spalten pro cm.
 - iii) Kann man bei gleichzeitiger Betrachtung obiger Wellenlängen diese noch auflösen, falls beim Rowlandgitter die Halbwertsbreite der Linie im 2. Maximum $0,5^\circ$ beträgt?

Lösung zu a)



Beträgt der Gangunterschied zwischen zwei benachbarten ein Vielfaches der Wellenlänge, kommt es zu konstruktiver Interferenz.

Die Lage der Hauptmaxima ergibt sich gemäß

Gangunterschied = Vielfaches der Wellenlänge

$$\Delta s = k \cdot \lambda$$

$$g \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda$$

Mit

$$\tan \alpha = \frac{x}{l}$$

erhält man

$$g \cdot \sin \left(\arctan \frac{x}{l} \right) = k \cdot \lambda$$

und in der Näherung mit

$$\sin x \approx \tan x$$

$$g \cdot \frac{x}{l} = k \cdot \lambda$$

Womit man eine Gleichung für die Wellenlänge erhält, die außer λ nur makroskopische Größen enthält.

$$\lambda = g \cdot \frac{x}{l} \cdot \frac{1}{k}$$

Lösung zu b)

Strichdichte

Ein Vergleich von a) und b) zeigt, daß bei kleinerem Abstand g der Striche (a) die Maxima bei gleicher Interferenzstruktur weiter auseinanderliegen. Die Intensität nimmt mit zunehmender Ordnung deutlich ab.

Die Lage der Maxima ändert sich. Das Maximum 2. Ordnung bei $g=0,0015$ mm fällt mit dem Maximum 4. Ordnung bei $g=0,0030$ mm zusammen (vgl. Gittergleichung).

Die Anzahl der zu beobachtenden Maxima nimmt mit zunehmendem Gitterabstand g zu.

Strichbreite

Ein Vergleich von a) und c) zeigt, daß bei kleinerer Spaltbreite b die Intensitätsunterschiede zwischen den Maxima geringer ist.

Das Auflösungsvermögen verbessert sich bei abnehmender Strichbreite.

Die Lage der Maxima ändert sich nicht.

Die Anzahl der zu beobachtenden Hauptmaxima ändert sich nicht.

Anzahl der Striche

Ein Vergleich von a) und d) zeigt, daß bei zunehmender Strichanzahl N die Halbwertsbreite der Maxima geringer ist. Dadurch ergibt sich ein höheres Auflösungsvermögen. Die Anzahl der Nebenmaxima nimmt mit $N-2$ zu, deren Intensität verglichen mit der der Hauptmaxima jedoch deutlich ab.

Die Lage der Maxima ändert sich nicht.

Die Anzahl der zu beobachtenden Hauptmaxima ändert sich nicht.

Wellenlänge

Ein Vergleich von a) und e) zeigt, daß die Grobstruktur und die Helligkeitsverteilung des Spektrums von der Wellenlänge nicht abhängt. Jedoch ändert sich die Lage der Maxima. Mit zunehmender Wellenlänge liegen die Maxima weiter weg von der optischen Achse (vgl. Gittergleichung).

Lösung zu c)

i) Für die Ordnung gilt:

$$k \cdot \lambda = g \cdot \sin \alpha$$

$$k = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\lambda}$$

$$= \frac{1/50000 \text{ m} \cdot \sin(60^\circ)}{633 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 27,4$$

Somit sind 27 Maxima zu beobachten.

ii) Durch Einsetzen von $g=1/570000 \text{ m}$ ergibt sich $k=2,4$; d.h. es sind nur zwei Maxima zu beobachten.

iii) Für das zweite Maximum ergeben sich folgende Winkel:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{k \cdot \lambda}{g}\right)$$

$$\alpha_1 = \arcsin\left(\frac{2 \cdot 633 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1/570000 \text{ m}}\right) = 46,19^\circ$$

$$\alpha_2 = \arcsin\left(\frac{2 \cdot 634 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1/570000 \text{ m}}\right) = 46,28^\circ$$

Damit sind die beiden Linien nicht mehr aufzulösen, da die Winkeldifferenz mit $0,09^\circ$ deutlich unter der Halbwertsbreite der Linien liegt.