

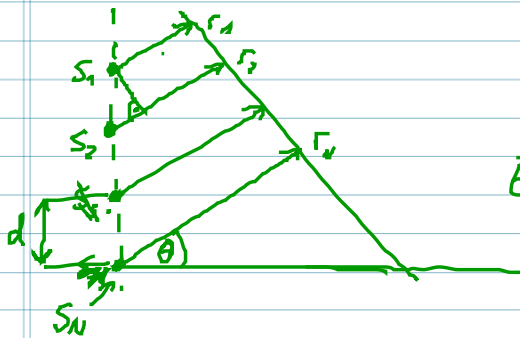
10.11.2016

→ Folien

Beugungsgitter

a) Intensitätsverteilung

N Quellen, feste Phasenbeziehung



$$\vec{E} = \vec{E} \cos(kr - \omega t)$$

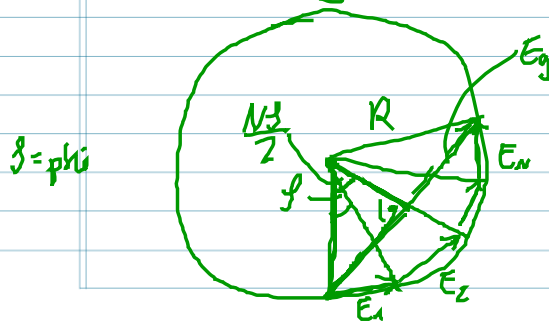
Phase

$$\sin \theta = \frac{(r_2 - r_1)}{d} \rightarrow \delta = k(r_2 - r_1) = kd \sin \theta$$

Phasendifferenz zwischen zwei benachbarten Quellen

$$\vec{E}_g = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_N$$

↳ Zeigerdiagramme



$$\rightarrow \sin\left(\frac{N\delta}{2}\right) = \frac{E_g/2}{R}$$

$$E_g = 2R \sin\left(\frac{N\delta}{2}\right)$$

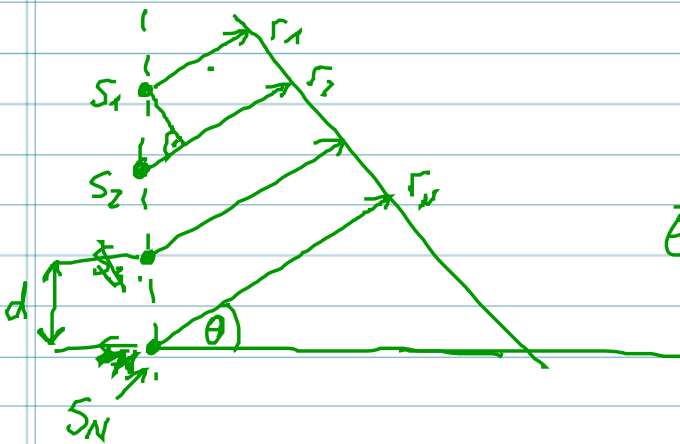
10.11.2016

→ Folien

Bewegungsgitter

a) Intensitätsverteilung

N Quellen, feste Phasenbeziehung



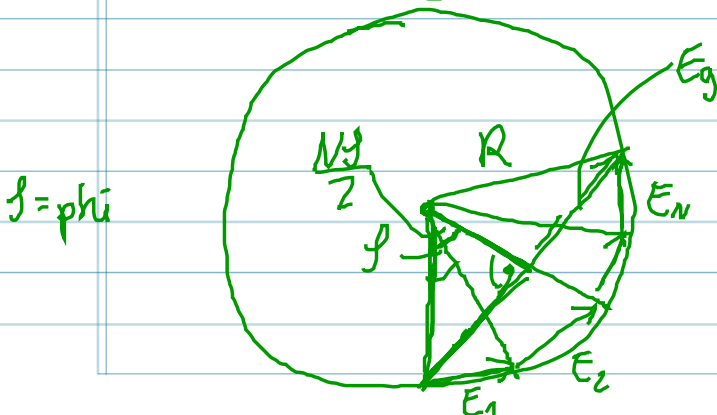
$$\vec{E} = \vec{E} \cos \underbrace{(kr - \omega t)}_{\text{Phase}}$$

$$\sin \theta = \frac{(r_2 - r_1)}{d} \rightarrow \underbrace{\delta = k(r_2 - r_1)}_{\text{Phasendifferenz zwischen zwei benachbarten Quellen}} = kd \sin \theta$$

Phasendifferenz zwischen zwei benachbarten Quellen

$$\vec{E}_g = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_N$$

↳ Zeigerdiagramme



$$\rightarrow \sin\left(\frac{N\phi}{2}\right) = \frac{E_g/2}{R}$$

$$E_g = 2R \sin\left(\frac{N\phi}{2}\right)$$



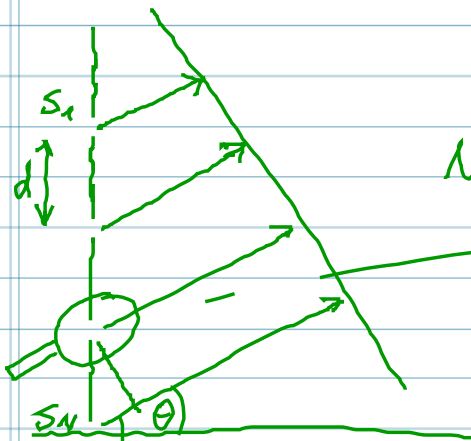
$$\rightarrow \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{E_z/2}{R}$$

$$E_z = 2R \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

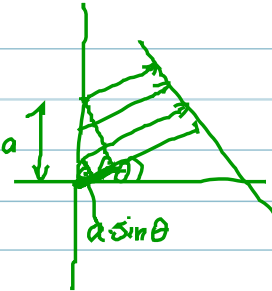
$$I = I_0 \frac{\sin^2\left(\frac{N\beta}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right)}$$

Intensitätsverteilung N Quellen

↑
Intensität einer einzelnen Quelle



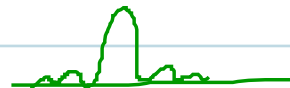
N Spalte



$$\phi = a k \sin \theta$$

Intensitätsverteilung vom Spalt:

$$I = I_0 \frac{\sin^2\left(\frac{N\phi}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\phi}{2}\right)}$$



für welche β Maxima?

$$\left. \begin{array}{l} \beta \rightarrow 0 \quad \sin \frac{N\beta}{2} \rightarrow \frac{N\beta}{2} \\ \sin \frac{\beta}{2} \rightarrow \frac{\beta}{2} \end{array} \right\} I = I_0 \cdot N^2$$

$$s_n = 2\pi n \quad s_n = k d \sin \theta_n$$

$$2\pi n = k d \sin \theta_n$$

$$2\pi n = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta_n \rightarrow \boxed{n \cdot \lambda = d \sin \theta} \quad \text{Gittergleichung}$$

↑
Beugungs-
ordnung

↑
Gitterkonstante

Exp Spektroskop

Na-D-Linie: 589.29 nm

↳ Gitterkonstante

0. Ordnung: $\theta_0 = 0^\circ$

1. Ordnung: $\theta_1 = 20.56^\circ$

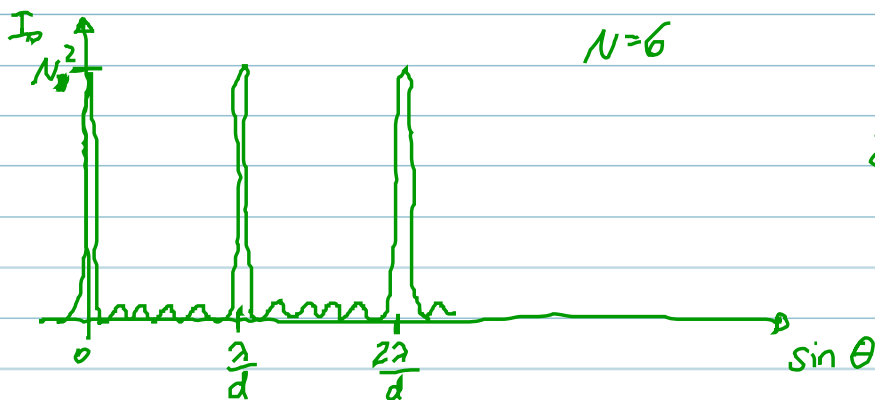
$$n\lambda = d \sin \theta \rightarrow d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} = \underline{1.67 \cdot 10^{-6} \text{ m}}$$

vgl. Spezifikation des Herstellers \leftarrow Linien $600 \text{ l/mm} \rightarrow d = \underline{1.67 \cdot 10^{-6} \text{ m}}$

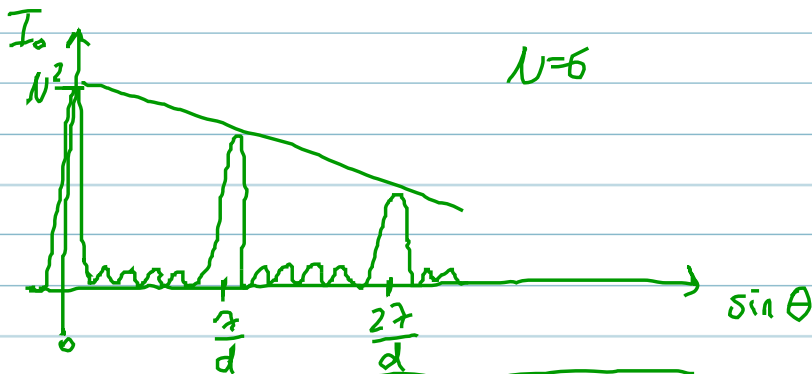
2. Ordnung: erwartet: $\theta_2 = \cancel{28.2}^\circ 44.2^\circ$

abgelesen: $\theta_2 = 44.56^\circ$

$$\hookrightarrow d = \underline{1.68 \cdot 10^{-6} \text{ m}}$$



Spalt nicht berücksichtigt



Spalt berücksichtigt

↳ nähere Beschreibung: Hecht "Optik"

$$I = I_0 \frac{\sin^2\left(\frac{\phi}{2}\right)}{\left(\frac{\phi}{2}\right)^2} \cdot \frac{\sin^2\left(\frac{N\phi}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\phi}{2}\right)}$$

Intensitätsverteilung

Beugungsgitter

Intensitätsverteilung
Einzelspalt
↳ Übung 4

b) Auflösungsvermögen

Rayleigh-Kriterium:

$$\Delta \theta_0 \rightarrow \Delta \lambda_0$$

Intensitätsverteilung λ_0

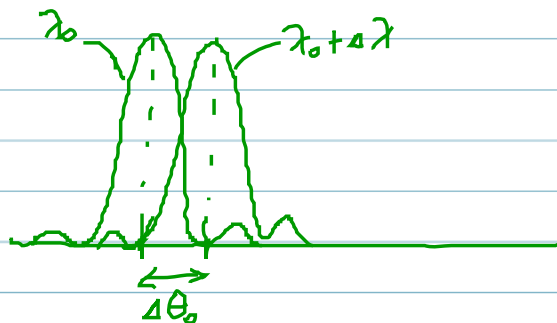


Max \rightarrow Min:

$$\frac{N \Delta \lambda_0}{2} = \pi$$

$$\Delta \lambda_0 = \frac{2\pi}{N}$$

↳ Anzahl Striche des Gitters



$$J_0 = k d \sin \theta_0$$

$$\frac{\Delta J_0}{\Delta \theta_0} = k d \cos \theta_0 \rightarrow \Delta \theta_0 = \frac{\Delta J_0}{k d \cos \theta_0} = \frac{2\pi/N}{k d \cos \theta_0}$$

$$= \frac{2\pi}{N \frac{2\pi}{\lambda_0} d \cos \theta_0} = \frac{\lambda_0}{N d \cos \theta_0}$$

wichtig für Auflösung

$$n \lambda_0 = d \sin \theta_0 \quad \lambda_0 = \frac{d}{n} \sin \theta_0$$

$$\frac{\Delta \lambda_0}{\Delta \theta_0} = \frac{d}{n} \cos \theta_0 \rightarrow \boxed{\Delta \theta_0 = \frac{n \Delta \lambda_0}{d \cos \theta_0}} \quad (2)$$

$$(1) = (2) \quad \frac{\lambda_0}{N d \cos \theta_0} = \frac{n \Delta \lambda_0}{d \cos \theta_0}$$

$$\boxed{\frac{\lambda_0}{\Delta \lambda_0} = n N}$$

Auflösungsvermögen

Biegungs-
ordnung

Anzahl Striche
im Gitter
(die beleuchtet werden)
durch

alternative Möglichkeit: Dispersion

$$\boxed{\frac{\Delta \theta_0}{\Delta \lambda_0} = D}$$

Winkeldispersion

$$\hookrightarrow D = \frac{n}{d \cdot \cos \theta_0}$$

Exp. Na-Dublett auflösbar?

$$\left. \begin{array}{l} 589.0 \text{ nm} \\ 589.6 \text{ nm} \end{array} \right\} \Delta\lambda = 0.6 \text{ nm}$$

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{589.3 \text{ nm}}{0.6 \text{ nm}} = \underline{982.2}$$

$n=1$: $N=982 \rightarrow 164 \text{ mm}$ Breite (muss durchleitet werden)

$n=2$: $N=491 \rightarrow 0.82 \text{ mm}$ Breite

