Departement Physik
Universität Basel
Prof. E. Meyer / PD. T. Glatzel
Contact person: Miguel J. Carballido
miguel.carballido@unibas.ch
Office: 1.12
Tel.: +41 (0)61 207 36 91
http://adam.unibas.ch

Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik II

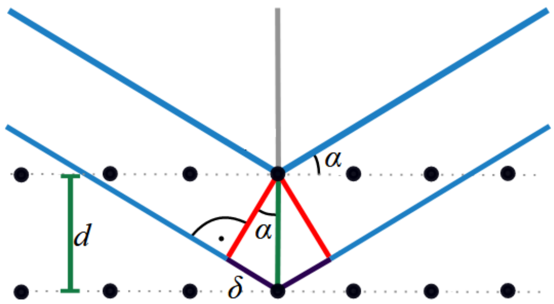
für Studierende

der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 9 / 29.04.2021 **Lösungen**

Aufgabe 33.

Zur Berechnung des Netzebenenabstands d wird die sog. Bragg-Bedingung verwendet, die hnlich wie die Interferenz an dnnen Schichten (Skript S. 503-2) hergeleitet werden kann.



Die Maxima in dem gemessenen Spektrum entstehen, wenn die Maxima der (an verschiedenen Ebenen) reflektierten Lichtwellen bereinander liegen. Dies ist z.B. bei $\alpha \approx 7.5°$. Also muss hier der Gangunterschied 2δ genau der Wellenlnge λ entsprechen:

$$2\delta = \lambda \quad \text{bzw.} \quad \delta = \frac{\lambda}{2}$$

Zwischen einer Netzebene gilt gemss Skizze:

$$\sin\alpha = \frac{\delta}{d}$$

Damit folgt fr den gesuchten Netzebenenabstand d:

$$d = \frac{\delta}{\sin\alpha} = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin\alpha} = \frac{7.0 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m}}{2 \cdot \sin 7.5°} = 2.7 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{m}$$

Aufgabe 34.

(a) Fr die theoretische Vergrsserung gilt (vgl. S. 404-10):

$$\Gamma = \frac{s \cdot s_0}{f_1 \cdot f_2}$$

Fr die Tubuslnge s gilt:

$$s = a - f_1 - f_2 = 0.168 \text{ m}$$

Demnach folgt:

$$\Gamma = \frac{0.168 \text{ m} \cdot s_0}{f_1 \cdot f_2} = \frac{0.168 \text{ m} \cdot 0.25 \text{ m}}{0.012 \text{ m} \cdot 0.02 \text{ m}} = 175$$

(b) Fr die Brennweite des Okulars folgt:

$$\Gamma = \frac{s \cdot s_0}{f_1 \cdot f_2}$$

$$\frac{\Gamma \cdot f_2}{s_0} = \frac{a - f_1 - f_2}{f_1}$$

$$\frac{\Gamma \cdot f_2}{s_0} + 1 = \frac{a - f_2}{f_1}$$

$$f_1 = \frac{s_0(a - f_2)}{\Gamma \cdot f_2 + s_0}$$

$$f_1 = \frac{0.25 \text{ m} \cdot (0.2 \text{ m} - 0.012 \text{ m})}{100 \cdot 0.012 \text{ m} + 0.25 \text{ m}} = 3.2 \text{ cm}$$

(c) Fr die Vergrsserung gilt demnach:

$$\Gamma = \frac{B}{G} = \frac{18.75 \text{ mm}}{2.5 \text{ mm}} = 7.5$$

Fr die Brennweite des Objektivs folgt analog zu (b):

$$f_2 = \frac{s_0(a - f_1)}{\Gamma \cdot f_1 + s_0} f_2 = \frac{0.25 \text{ m} \cdot (0.2 \text{ m} - 0.02 \text{ m})}{7.5 \cdot 0.02 \text{ m} + 0.25 \text{ m}} = 11.3 \text{ cm}$$

Aufgabe 35.

(a) Siehe Skript 504-9.

$$d = \text{Gitterkonstante} = \frac{1}{1000} \text{ cm} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

Intensitätsmaxima beim Gitter mit konstantem Abstand d:

$$\sin\theta_m = m\frac{\lambda}{d} \quad \Rightarrow \quad \theta_1 = \arcsin\frac{\lambda}{d} = 3.73°$$

(b) Der grösste Wert für m in der Gleichung für die Intensitätsmaxima tritt dann auf, wenn $\sin\theta_m$ maximal (d.h. $= 1$) ist.

$$m_{max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{1 \cdot 10^{-5} \text{ m}}{650 \text{ nm}} = 15.38 \quad \Rightarrow \quad \text{Grösstmögliche Beugungsordnung} = 15$$

(c) Die Gleichung aus Aufgabe (a) muss hier fr $m = 1$ umgestellt werden:

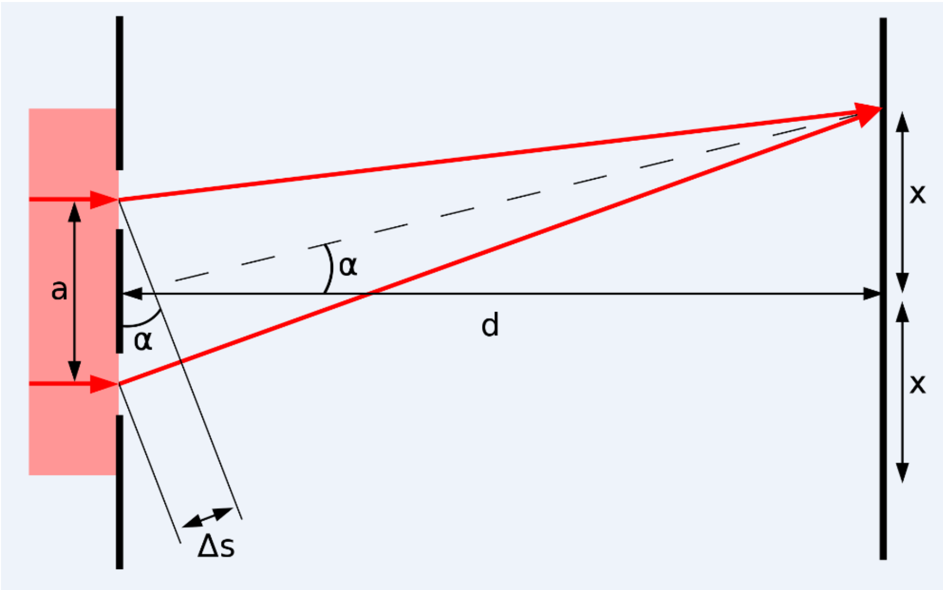
$$\lambda = d \cdot \sin\theta$$

Also folgt:

$$\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-5} \ \ \text{m} \cdot \sin 2.46^\circ = 429.2 \text{ nm} \quad \text{und} \quad \lambda_2 = 1 \cdot 10^{-5} \ \ \text{m} \cdot \sin 3.15^\circ = 549.5 \text{ nm}$$

Aufgabe 36.

In der folgenden Skizze sind alle wichtigen Zusammenhnge abgebildet:



Fr den Spaltabstand kann nun mithilfe des Gangunterschieds Δs und des Winkels α die folgende Beziehung aufgestellt werden:

$$\sin\alpha = \frac{\Delta s}{a} \quad \text{bzw.} \quad a = \frac{\Delta s}{\sin\alpha}$$

Fr den Gangunterschied beim 4. Maximum gilt:

$$\Delta s = 4 \cdot \lambda$$

Ausserdem gilt fr den gesamten Versuchsaufbau mithilfe der Kleinwinkelnherung:

$$\sin\alpha = \tan\alpha = \frac{x}{d}$$

Da der Abstand zwischen beiden Maxima 4. Ordnung $2x = 26$ mm ist, folgt x = 13 mm. Somit gilt fr a:

$$a = \frac{\Delta s}{\sin\alpha} = \frac{4 \cdot \lambda \cdot d}{x} = \frac{4 \cdot 633 \text{ nm} \cdot 1700 \text{ mm}}{13 \text{ mm}} = 331.1\ \mu\text{m}$$