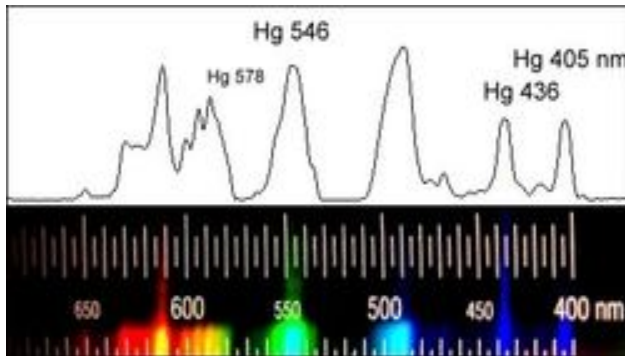


LÖSUNG zur Musteraufgabe zur Wellenoptik



$$f_1 = 6,88 \cdot 10^{-14} \text{ Hz}$$

$$f_2 = 5,19 \cdot 10^{-14} \text{ Hz}$$

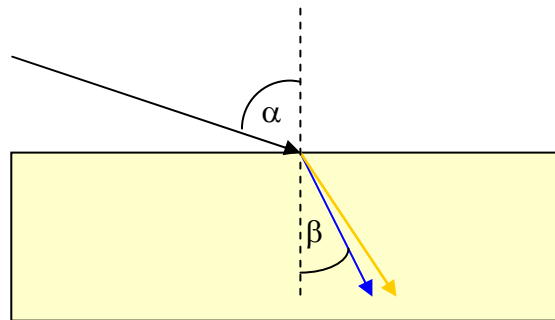
a) Lichtbrechung in Schwefelkohlenstoff CS₂ (I)

$$\alpha_{1/2} = 57,2^\circ$$

$$\beta_1 = 30,0^\circ \quad \beta_2 = 31,0^\circ$$

$$n_\alpha \approx 1,00 \text{ (Luft)}$$

$$c_\alpha \approx c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s (Luft)}$$



nach SNELLIUS: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_\beta}{n_\alpha} = \frac{c_\alpha}{c_\beta} \rightarrow n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

$$\rightarrow c = \frac{c_0}{n_\beta}$$

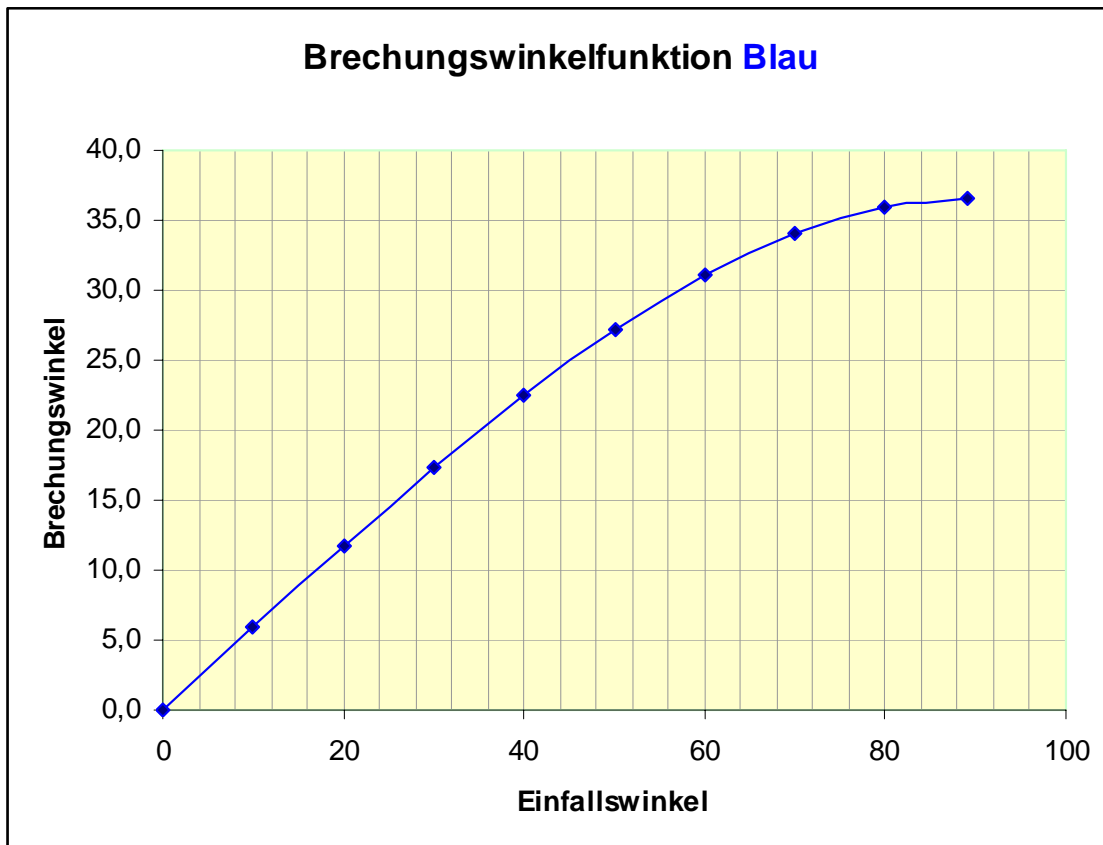
Grundgleichung der Wellenlehre: $c = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$

Farbe	n	c in 10 ⁸ m/s	λ _{CS₂} in nm	λ _{Luft} in nm
Gelb	1,63	1,84	355	578
Blau	1,68	1,79	260	437

b) Zeichne $\beta(\alpha)$ -Diagramm mit $1\text{cm} = 10^\circ$ & $0^\circ \leq \alpha < 90$ (II)

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right) \quad \text{für } n = 1,68 \text{ (Blau)}$$

α	0°	10	20	30	40	50	60	70	80	89
β	0°	5,9	11,7	17,3	22,5	27,1	31,0	34,0	35,9	36,5

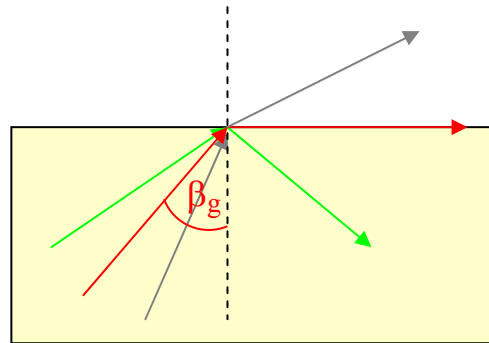


Bei der Brechung kommt es zu einer farbabhängigen Ablenkung des Lichtes (Dispersion). Im Falle des Quecksilberdampfes entsteht ein Linienspektrum. Dabei wird das energiereichere Licht (größere Frequenz) stärker gebrochen, da es zu einer stärkeren Wechselwirkung der elektrischen Felder zwischen Lichtwelle und Stoff kommt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des blauen Lichts verringert sich so deutlicher als beim gelben Licht, deshalb wird es stärker ins optisch dichtere Medium hinein gebrochen.

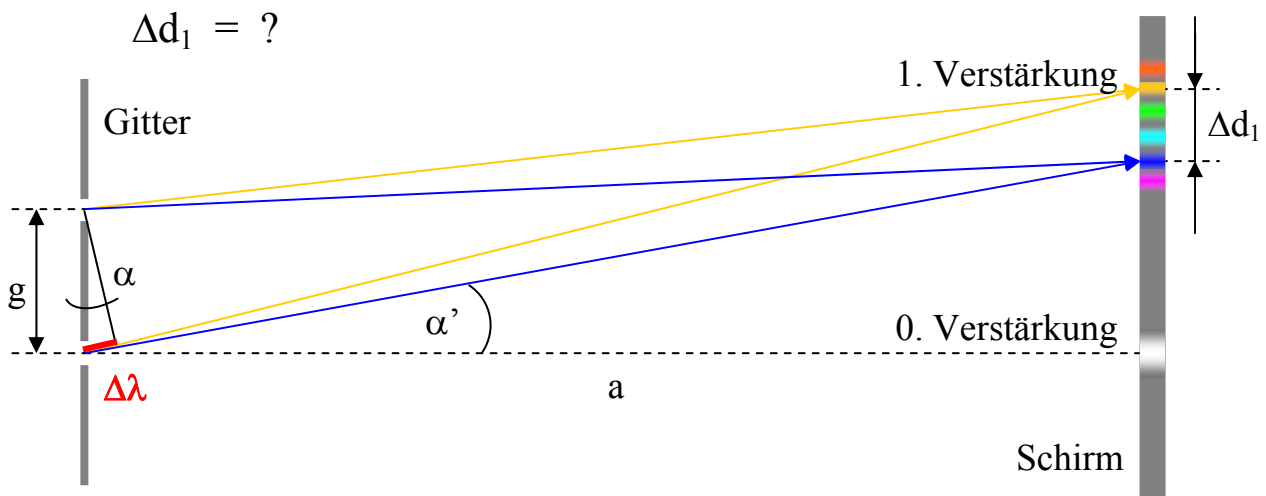
Für das Zustandekommen von Totalreflexion muss das Licht in Umkehrung des Lichtweges von CS₂ in Luft übertreten und es muss unter einem **größeren Winkel** als dem Grenzwinkel der Totalreflexion die Grenzfläche zur Luft berühren.

Der **Grenzwinkel** der Totalreflexion ergibt sich dann mit $\alpha = 90^\circ$ aus $\beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right) \rightarrow \beta_g = \arcsin\left(\frac{1}{1,68}\right) = 36,55^\circ$

Totalreflexion $\forall \beta: 90^\circ \geq \beta \geq 36,55^\circ$



c) Gitterbeugung des Quecksilberdampflichtes (II)



$g = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 $a = 0,800 \text{ m}$
 $\lambda_b = 0,436 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 $\lambda_g = 0,578 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 $\Delta\lambda_{1V} = \lambda$

FRAUNHOFERsche Näherung ?

1. $\sin \alpha \approx \tan \alpha'$ - nein, da $\alpha \approx 20^\circ > 5^\circ$
2. $\alpha \approx \alpha'$ - ja, da $a \gg g$

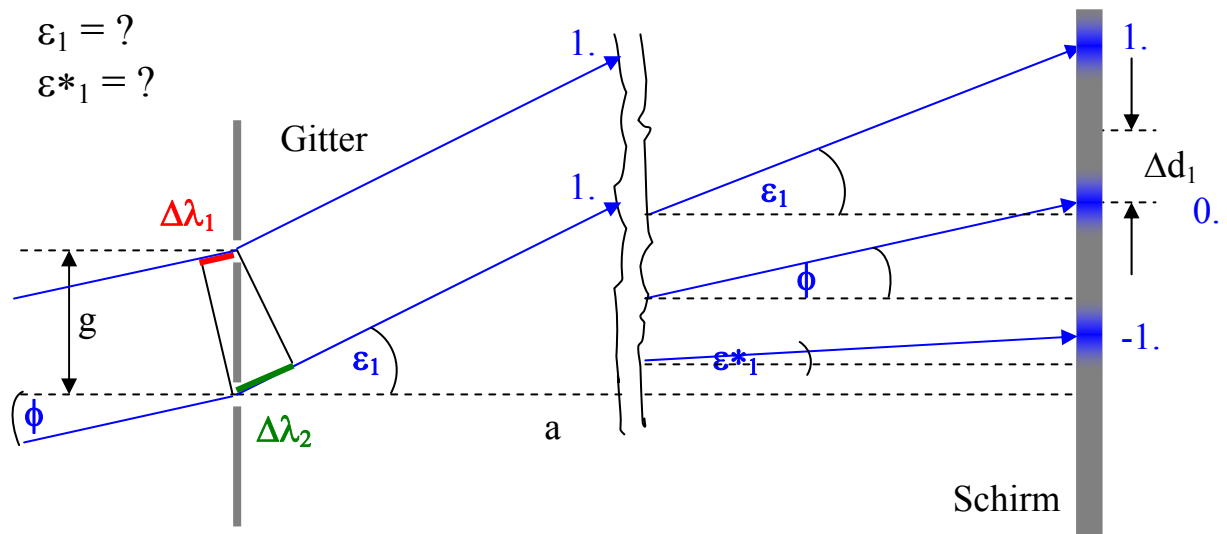
$\alpha = \arcsin\left(\frac{\lambda}{g}\right)$

$d = \tan \alpha \cdot a$

$\Delta d_1 = d_{1g} - d_{1b}$

Farbe	α	d	$\Delta d =$
Gelb	23,5°	34,8 cm	<u>9,6cm</u>
Blau	17,5°	25,2 cm	

d) Schräglichtgitter (III)



$$\epsilon_1 = ?$$

$$\epsilon^*_1 = ?$$

$$\phi = 20^\circ$$

$$g = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$a = 0,800 \text{ m}$$

$$\lambda_b = 0,436 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\Delta\lambda_1 = g \cdot \sin \phi$$

$$\Delta\lambda_1 = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \sin 20^\circ = \underline{0,496 \cdot 10^{-6} \text{ m}}$$

$$= 1,14 \cdot \lambda_{\text{blau}}$$

$$\Delta\lambda_2 = g \cdot \sin \epsilon$$

$$\Delta\lambda_2(\epsilon_1) = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \sin \epsilon_1$$

$$\Delta\lambda_2(\epsilon^*_1) = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \sin \epsilon^*_1$$

Gesamtgangunterschied: $\Delta\lambda = \Delta\lambda_2 - \Delta\lambda_1$

Verstärkung 1. Ordnung: $\Delta\lambda(\epsilon_1) = \Delta\lambda_2(\epsilon_1) - \Delta\lambda_1$

$$1 \cdot \lambda_{\text{blau}} = g \cdot \sin \epsilon_1 - 1,14 \cdot \lambda_{\text{blau}}$$

$$\rightarrow \epsilon_1 = \arcsin \left(\frac{2,14 \lambda_{\text{blau}}}{g} \right) = \underline{40,0^\circ}$$

Verstärkung -1. Ordnung: $\Delta\lambda(\epsilon^*_1) = \Delta\lambda_2(\epsilon^*_1) - \Delta\lambda_1$

$$-1 \cdot \lambda_{\text{blau}} = g \cdot \sin \epsilon^*_1 - 1,14 \cdot \lambda_{\text{blau}}$$

$$\rightarrow \epsilon^*_1 = \arcsin \left(\frac{0,14 \lambda_{\text{blau}}}{g} \right) = \underline{2,4^\circ}$$

