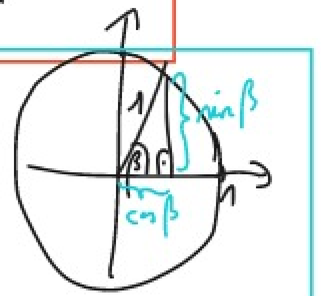
$$\frac{\sin(\beta)}{\cos(\beta)} = \frac{\frac{GK}{\cancel{HY}}}{\frac{AK}{\cancel{HY}}} = \frac{GK}{AK} = \tan(\beta)$$

$$\sin^2(\beta) + \cos^2(\beta) = 1$$

$$\cos(\beta) = \sqrt{1-\sin^2(\beta)}$$



$$\tan(\beta) = \frac{\sin(\beta)}{\sqrt{1-\sin^2(\beta)}} = \frac{x}{d}$$

$$\Rightarrow x = \frac{\sin(\beta)\cdot d}{\sqrt{1-\sin^2\beta}} =$$

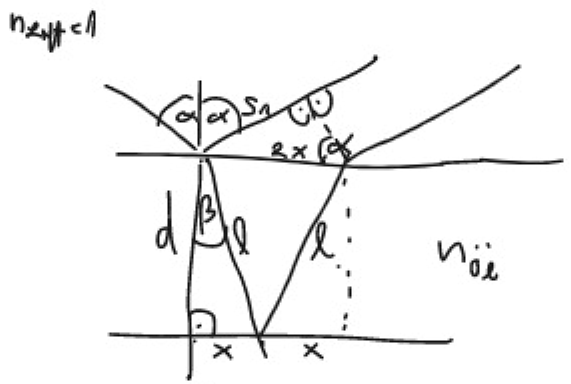
$$= \frac{\frac{\sin(\alpha)}{n}\cdot d}{\sqrt{1-\frac{\sin^2(\alpha)}{n^2}}} = \frac{\sin(\alpha)\cdot d}{n\cdot\sqrt{1-\frac{\sin^2(\alpha)}{n^2}}} = \frac{\sin(\alpha)\cdot d}{\sqrt{n^2\cdot\left(1-\frac{\sin^2(\alpha)}{n^2}\right)}} =$$

$$= \frac{\sin(\alpha)\cdot d}{\sqrt{n^2-\sin^2(\alpha)}}$$

$x \geq 0$:

$x = \sqrt{x^2}$

$$90° - \alpha + 90° + \alpha = 180°$$



$$\sin(\alpha) = \frac{s_1}{2x}$$

$$\Rightarrow s_1 = \sin(\alpha)\cdot x\cdot 2$$

$$\tan(\beta) = \frac{x}{d}$$

$$\Delta S = 2\cdot \ell \cdot n_{Öl} - s_1\cdot n_{Luft}$$

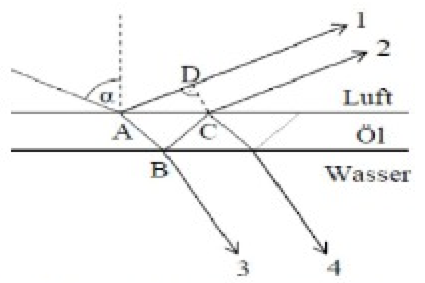
$$\sin\beta = \frac{x}{\ell} \Rightarrow \ell = \frac{x}{\sin\beta} = \frac{x\cdot n}{\sin(\alpha)}$$

$$\sin(\alpha)\cdot 1 = \sin(\beta)\cdot n$$

$$\sin\beta = \frac{\sin(\alpha)}{n}$$

2. Aufgabe: Farben dünner Schichten

Dünne Ölschichten auf Wasser schimmern bei Tageslicht in verschiedenen Farben. An Hand der folgenden Skizze betrachten wir Licht, das unter dem Einfallswinkel α auf eine Ölschicht der Dicke d fällt.



a) Erläutern Sie mit Hilfe der Skizze das Zustandekommen der Interferenz bei der Reflexion und geben Sie den optischen Gangunterschied der parallelen Strahlen 1 und 2 an.

b) Zeigen Sie, dass der Gangunterschied vom Einfallswinkel a abhängig ist und wie folgt berechnet werden kann:

$$\Delta s = 2d\cdot\sqrt{n^2-(\sin\alpha)^2}$$

c) Erläutern Sie warum die Ölschicht bei Tageslicht farbig schimmert.

d) Auf der Wasserschicht hat sich Öl mit der Brechzahl n=1,20 in einer 560nm dicken Schicht ausgebreitet. Für welche Einfallswinkel wird grünes Licht der Wellenlänge 510 nm unterdrückt?

$$\Delta S = 2\cdot\frac{x\cdot n}{\sin(\alpha)}\cdot n - \sin(\alpha)\cdot 2\cdot x$$

$$= 2\cdot x\cdot\left(\frac{n^2}{\sin(\alpha)} - \sin(\alpha)\right)$$

$$= \frac{2\cdot x}{\sin(\alpha)}\cdot\left(n^2 - \sin^2(\alpha)\right)$$

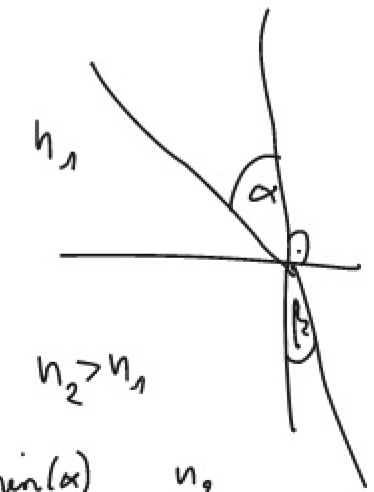
$$= 2\cdot\frac{\frac{\cancel{\sin(\alpha)}\cdot d}{\sqrt{n^2-\sin^2(\alpha)}}}{\cancel{\sin(\alpha)}}\cdot\left(n^2-\sin^2(\alpha)\right) =$$

$$= 2\cdot d\cdot\frac{n^2-\sin^2(\alpha)}{\sqrt{n^2-\sin^2(\alpha)}} = 2\cdot d\,\frac{\sqrt{n^2-\sin^2(\alpha)}^{\cancel{2}}}{\cancel{\sqrt{n^2-\sin^2(\alpha)}}}$$

$$\sqrt{x^2} = x$$

c) Bedingung für konstruktive Interferez

$$\Delta S = k\cdot\lambda$$



$n_2 > n_1$

$$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin(\alpha)\cdot n_1 = \sin(\beta)\cdot n_2$$

Snelliusches Brech

Aufgabe 3.

Ein Tanker am Pe

n=1,20), das eine

(Brechungsindex

Ölfleck, wobei di

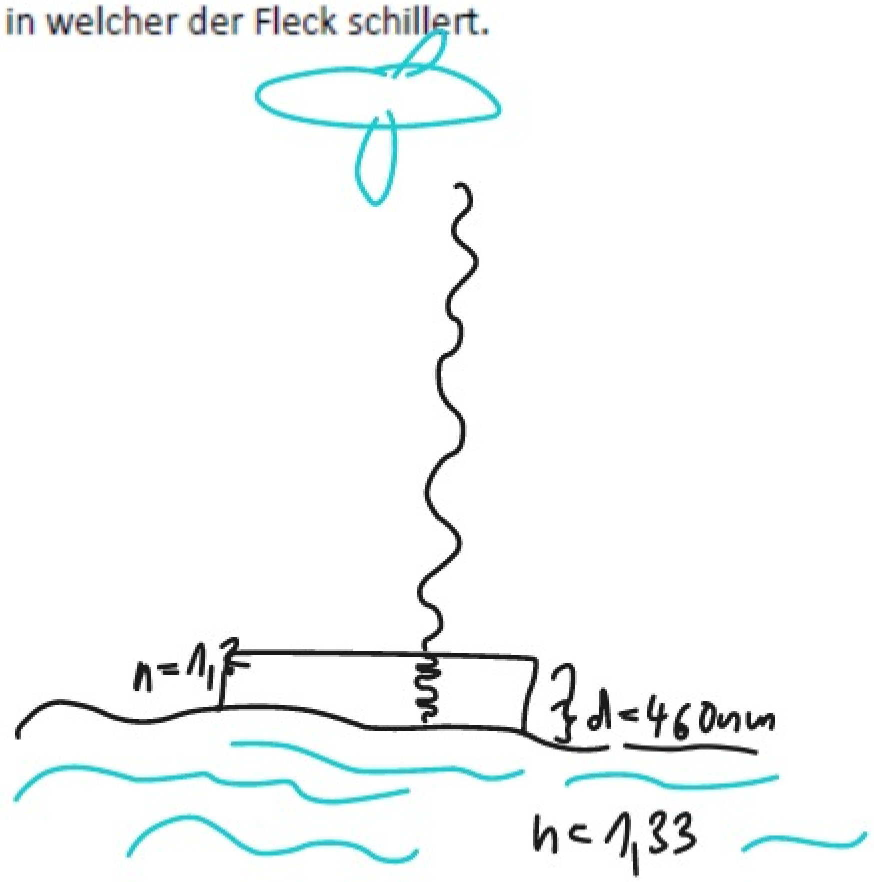
Farbe, in welcher

$$d = N \cdot \lambda = 500 \cdot 690 \cdot 10^{-9}\,m = 3{,}45 \cdot 10^{-4}\,m$$
$$= 0{,}345\,mm > 0{,}23\,mm \checkmark$$

$n_1 < n_3 < n_2$

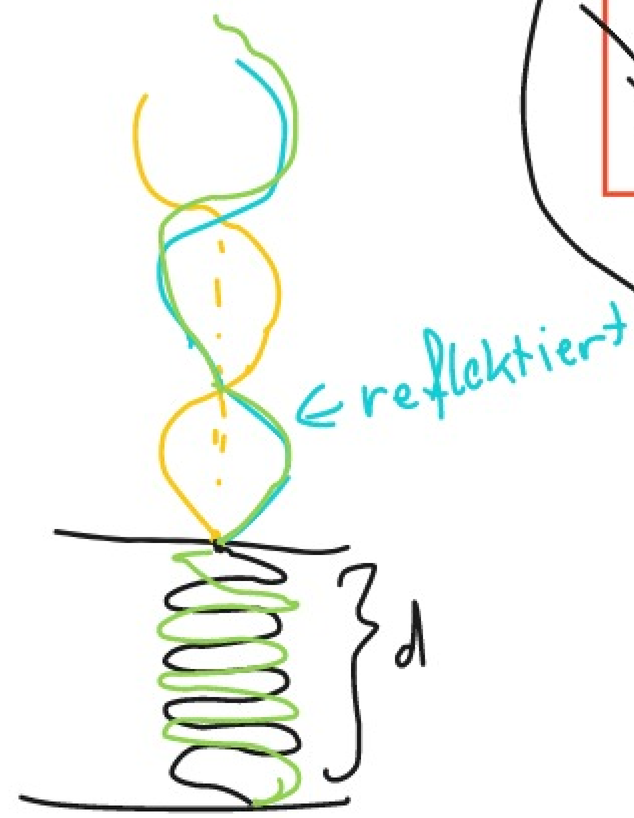
optische Weglänge = $n_1 \cdot L_1 + n_2 \cdot L_2 + n_3 \cdot L_3$

abe 3.
nker am Persischen Golf hat Kerosin verloren (Brechungsindex
0), das eine Schicht der Dicke 460nm auf dem Wasser
hungsindex n=1,33) bildet. Ein Flugzeug fliegt direkt über dem
k, wobei die Sonne genau von oben kommt. Bestimmen Sie die
, in welcher der Fleck schillert.



Interferenzmaximum

optische Länge

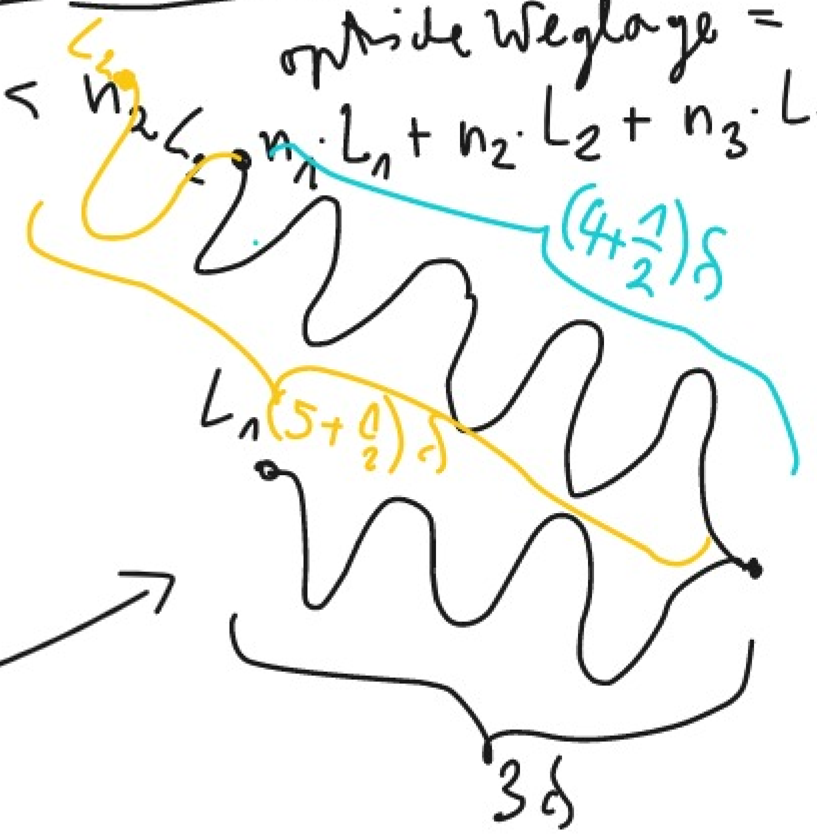


Konstruktive Inter

$\Delta s = 2 \cdot d \cdot n = k \cdot \lambda \quad , k \in \mathbb{N}_0$

Destruktive Interferenz

$\Delta s = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \, , k \in \mathbb{N}_0$



$\Delta s = 6\lambda - 4\lambda = 2\lambda$
$\qquad\qquad\qquad\quad \overset{\shortparallel}{k}$

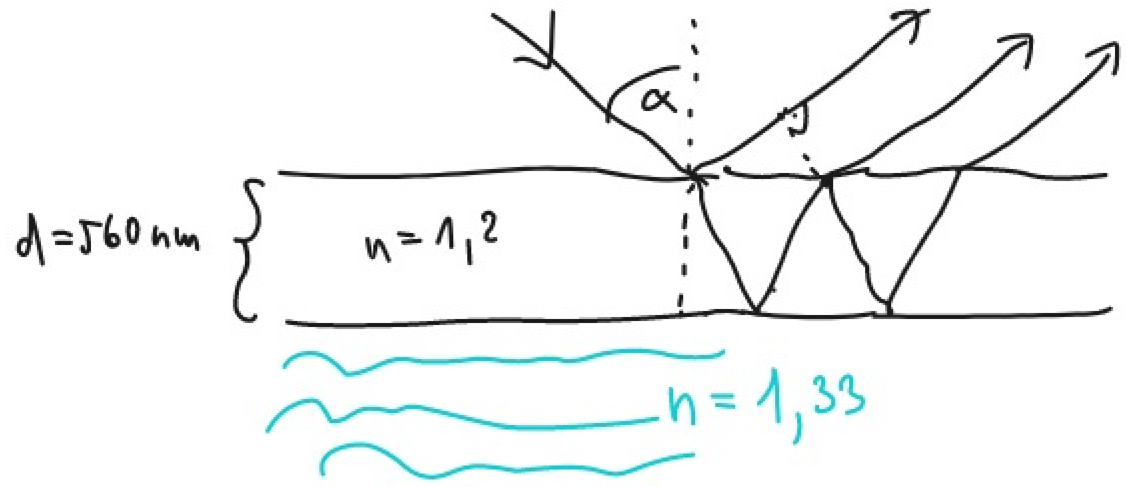
$\Delta s = 2 \cdot d \cdot n = k \cdot \lambda$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\Delta s}{k} = \frac{2 \cdot d \cdot n}{k} = \begin{cases} 2 \cdot 460nm \cdot 1{,}2 = 1104nm & \text{für } k=1 \\ 460nm \cdot 1{,}2 = 552nm = \text{grün} & \text{für } k=2 \\ 306nm \cdot 1{,}2 = 376{,}2nm & \text{für } k=3 \end{cases}$$

miro

d) Auf der Wasserschicht hat sich Öl mit der Brechzahl n=1,20 in einer 560nm dicken Schicht ausgebreitet. Für welche Einfallswinkel wird grünes Licht der Wellenlänge 510 nm unterdrückt?

$\Delta s = (k + \frac{1}{2}) \cdot \lambda$



ges.: α

$2 \cdot d \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2(\alpha)} = (k + \frac{1}{2}) \cdot \lambda \quad | \, (\;)^2$

$4 \cdot d^2 \cdot (n^2 - \sin^2(\alpha)) = (k + \frac{1}{2})^2 \cdot \lambda^2 \quad | :(4d^2)$

$x^2 = 4 \quad | \sqrt{\;}$

$\sqrt{x} = 4 \quad | \, (\;)^2$

$x = 16$

$n^2 - \sin^2(\alpha) = \frac{(k + \frac{1}{2})^2 \cdot \lambda^2}{4d^2}$

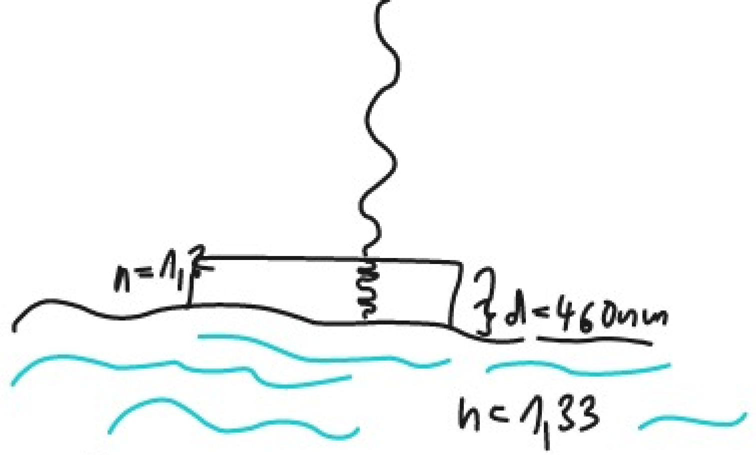
$-\sin^2(\alpha) = \frac{(k + \frac{1}{2})^2 \cdot \lambda^2}{4d^2} - n^2 \quad | \cdot (-1)$

$\sin^2(\alpha) = n^2 - \frac{(k + \frac{1}{2})^2 \cdot \lambda^2}{4d^2}$

$\sin(\alpha) = \sqrt{n^2 - \frac{(k + \frac{1}{2})^2 \cdot \lambda^2}{4d^2}}$

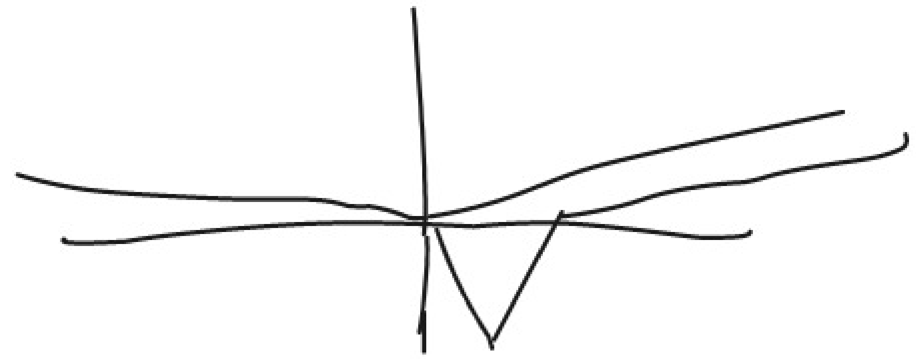
$\Rightarrow \underset{k=1}{\alpha_1} = \sin^{-1}\left(\sqrt{(1,2)^2 - \frac{(1+\frac{1}{2})^2 \cdot (510nm)^2}{4 \cdot (560nm)^2}}\right) \approx 80,6°$

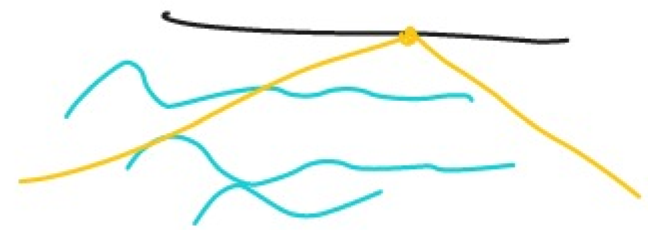
$\underset{k=2}{\alpha_2} = \sin^{-1}\left(\sqrt{1,2^2 - \frac{2,5^2 \cdot (510nm)^2}{4 \cdot (560nm)^2}}\right) \approx 22°$



$\Delta s = 2 \cdot d \cdot n = k \cdot \lambda$

$\Rightarrow \lambda = \frac{\Delta s}{k} = \frac{2 \cdot d \cdot n}{k} = \begin{cases} 2 \cdot 46\ldots \\ 46\ldots \\ 30\ldots \end{cases}$

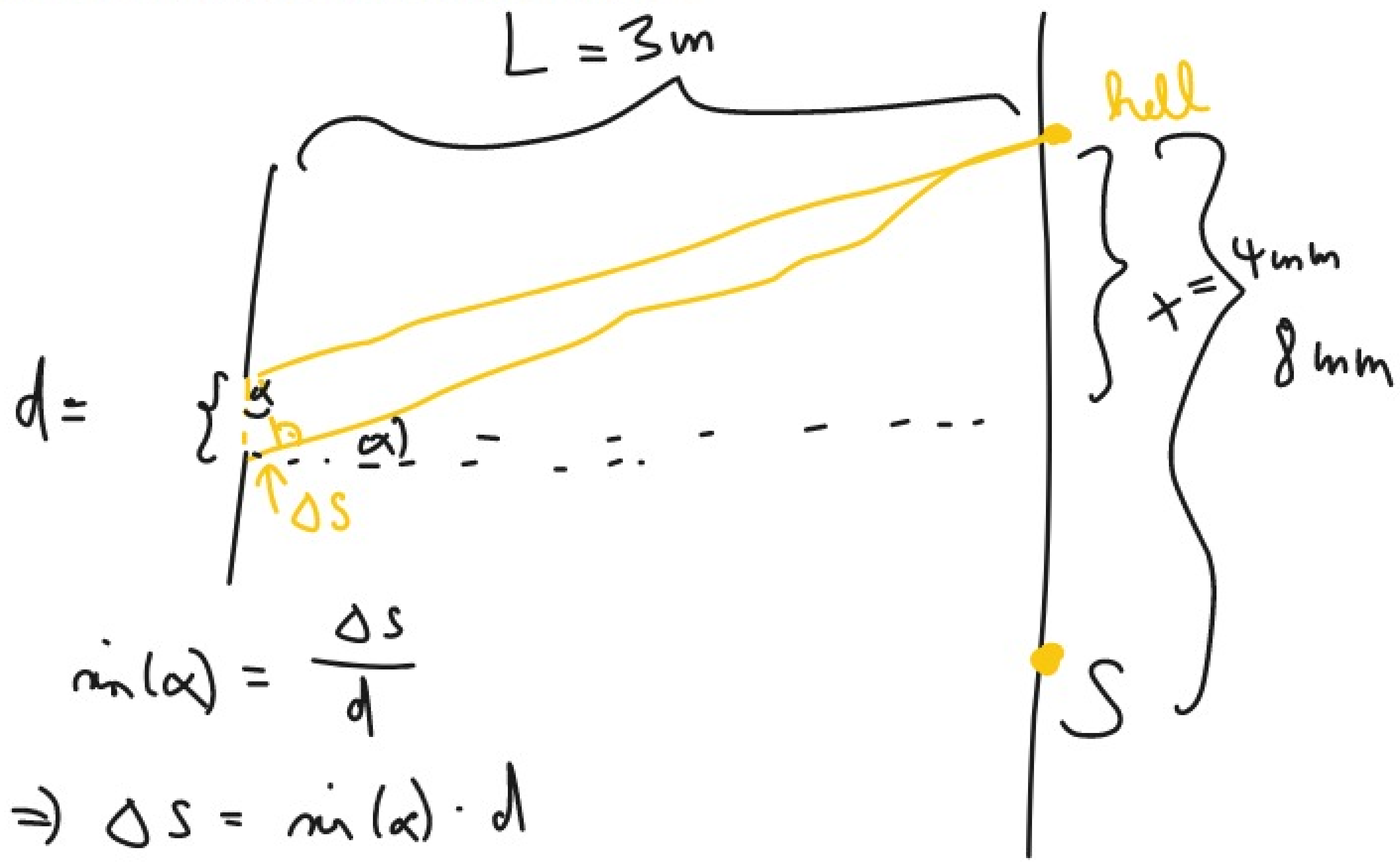


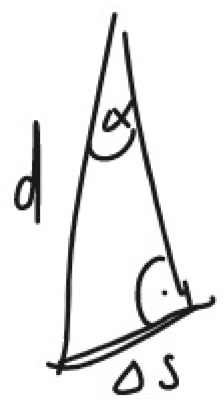


3. Aufgabe: Dicke eine dünnen Drahtes

Die Dicke eines Drahtes lässt sich mit Hilfe der Interferenz bestimmen. Bestrahlt man einen Draht senkrecht mit Laserlicht der Wellenlänge 638nm, so entsteht auf einer 3m weit entfernten Wand ein Interferenzmuster. Die Maxima zweiter Ordnung liegen dabei 8mm auseinander.

Bestimme aus diesen Daten die Dicke des Drahtes!





$\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{d}$

$\Rightarrow \Delta s = \sin(\alpha) \cdot d$

$k \cdot \lambda = \sin(\alpha) \cdot d$ ⇐ Kleinwinkelnäherung

$k \cdot \lambda = \tan(\alpha) \cdot d$

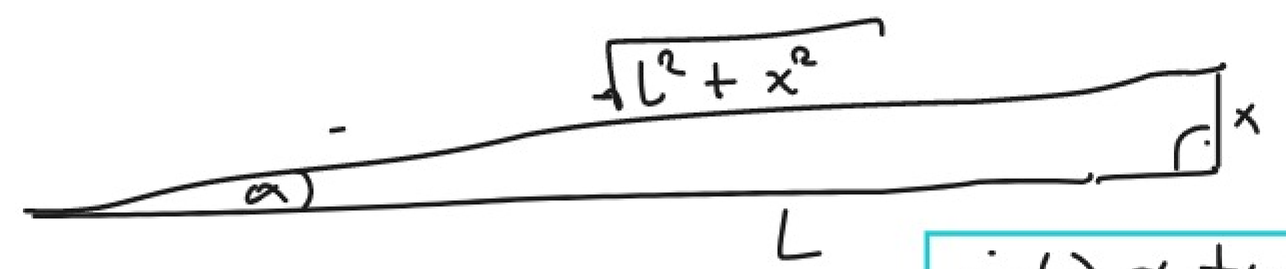
$2 \cdot \lambda = \frac{x}{L} \cdot d$

$d = 2 \cdot \lambda \cdot \frac{L}{x} = 2 \cdot 638 \cdot 10^{-9} m \cdot \frac{3m}{4 \cdot 10^{-3} m} =$

$= 9{,}57 \cdot 10^{-4} m =$

$= 9{,}57 \cdot 10^{-1} mm = 0{,}957 mm$

Kleinwinkelnäherung



$\boxed{\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha) \text{ für kleine Winkel}}$

$\tan(\alpha) = \frac{x}{L}$

$\sin(\alpha) = \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}} \approx \frac{x}{L} = \tan(\alpha)$