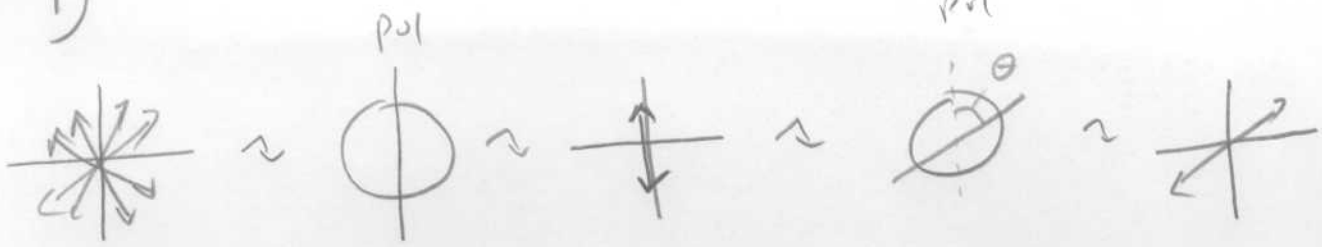
Preliminära lösningar

2002-01-12

(Vågfysik och optik)

Anders Karlsson

1)



I_0 I_1 I_2

Given: $I_2 = I_0/5$

$I_1 = \frac{I_0}{2}$

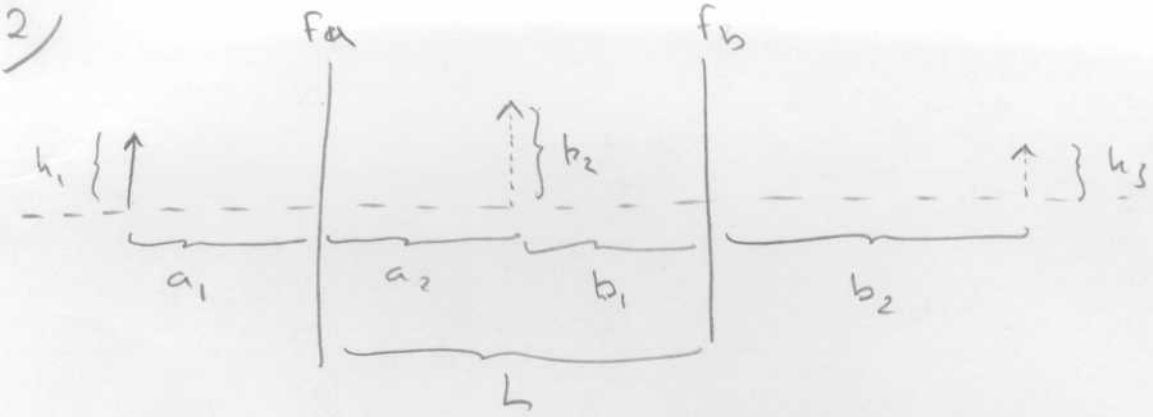
Malus => $I_2 = I_1 \cdot \cos^2\theta = \frac{I_0}{2}\cos^2\theta$

$\Rightarrow \frac{I_0}{5} = \frac{I_0}{2}\cos^2\theta$

$\cos\theta = \sqrt{\frac{2}{5}}$

$\rightarrow \theta \approx 51°$

2)



Given: $h_1 = 7\,mm$, $a_1 = 13\,cm$

$f_1 = +10\,cm$, $f_2 = +6\,cm$, $L = 70\,cm$

a)

Gauss: $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{Fa}$ $\Rightarrow$ $\frac{1}{a_2} = \frac{1}{Fa} - \frac{1}{a_1}$

$\Rightarrow a_2 = \frac{a_1 f_1}{a_1 - f_1} = 43.3\,cm$

$M_a = \frac{h_2}{h_1} = -\frac{a_2}{a_1} = -3.33$

$h_2 = -23.3\,mm$

b)

$L = a_2 + b_1 \Rightarrow b_1 = 26.7\,cm$

Gauss: $\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_b}$

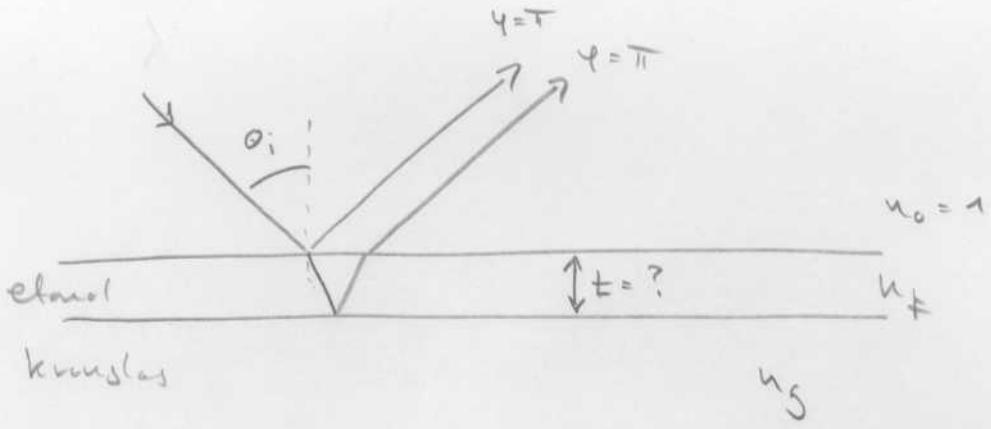
$\Rightarrow b_2 = \frac{b_1 f_b}{b_1 - f_b} = 7.7\,cm$

$$M_b = \frac{h_3}{h_2} = -\frac{b_2}{b_1} = -0{,}290$$

$h_3 = 6.8$ mm

SVAR: 7.2 cm bakom den andra linsen. 6.8 mm hög (vändvänd)

3)



$\Theta_i = 15°$, Max för $\lambda = 589\ nm$

tabell => $n_g = 1{,}51$, $n_f = 1{,}36$

två extrema refl. => ingen extra fasskift!

enl: PH: $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2t n_f \cos\Theta_t$

där Θ_t är brytningsvinkeln

Snell => $1 \cdot \sin\Theta_i = n_f \cdot \sin\Theta_t$

=> $\Theta_t = 11{,}0°$

Maximum för $\delta = m \cdot 2\pi$, $m = 0, 1, 2 \ldots$

=> $m = \frac{2n_f}{\lambda} \cdot t \cdot \cos\Theta_t$

=> $t = m \cdot 0.221\ \mu m$

Vitt ljus: $400\,nm < \lambda < 700\,nm$

$\Rightarrow \quad \Delta\lambda \approx 300\,nm$

Koherenslängd:

$$\ell = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda} \approx \frac{(550\,nm)^2}{300\,nm} \approx 1\,mm$$

$\Rightarrow \quad t < 1\,mm$

SVAR: Etanolskiktets tjocklek är mindre än

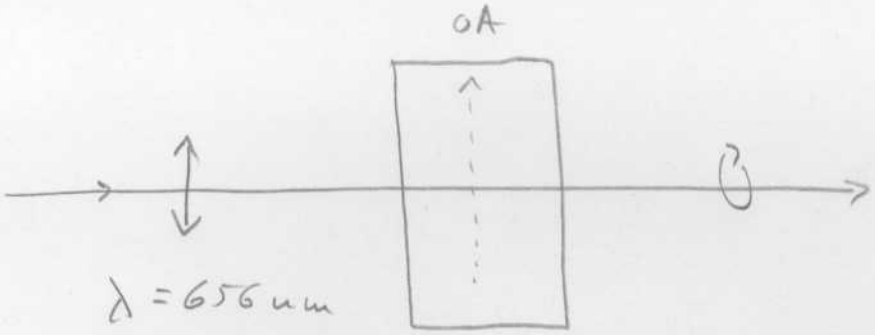
(m=1) $\quad t = 0,22\,\mu m$

(m=2) $\quad t = 0,44\,\mu m$

(m=3) $\quad t = 0,66\,\mu m$

(m=4) $\quad t = 0,88\,\mu m$

4)



polarisationen vrids 45°

Det krävs då att fasskiftet mellan två komponenter är "en kvarts vrid"

dvs $\varphi = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$

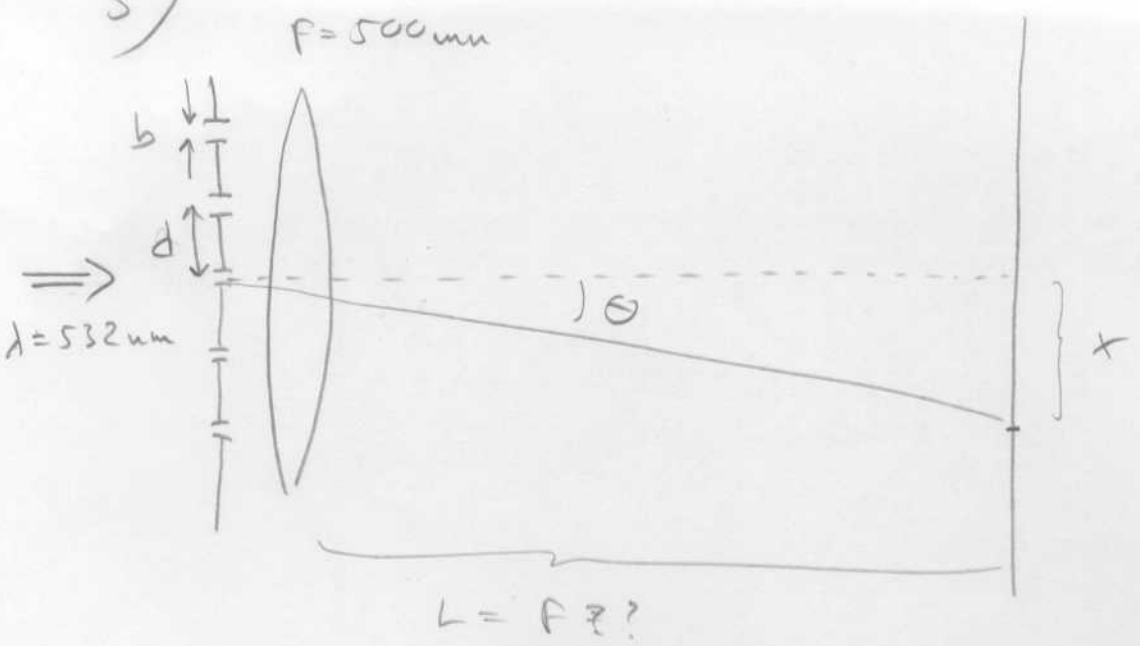
kvarts $\Rightarrow \begin{cases} n_o = 1.5419 \\ n_{eo} = 1.5509 \end{cases}$

PH: $\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_o - n_{eo}|$

$\Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} |n_o - n_{eo}| \cdot d = \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow d = \frac{\lambda}{|n_o - n_{eo}| \cdot 4} = 18.2 \ \mu m$

5)



$b = 15.0$ mm, $d = 50.0$ mm

i uppg. saknas info om VAR mönstret ska observeras. Vi antar att det ska i enkelspaltens fokalplan

Interferens och diffraktion!

Interferensmönstret: $I = I_0 \left(\frac{\sin(N\delta/2)}{\sin(\delta/2)} \right)^2$

$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta$

Minima för: $Nd \sin\theta = m\lambda$, m = heltal
$m \neq 0, \pm N, \pm 2N \ldots$

$N = 5 \Rightarrow 5d \sin\theta = m\lambda$, $m = 1, 2, 3, 4, 6, 7 \ldots$

eftersom vinkel $\Rightarrow \theta \approx \sin\theta \approx \tan\theta = \frac{x}{f}$

$\Rightarrow 5d \frac{x}{f} = m\lambda$

De fem första int. min:

$m = 1 \Rightarrow x_1 = 1{,}06$ mm

$= 2 \Rightarrow x_2 = 2{,}13$ mm

$= 3 \Rightarrow x_3 = 3{,}19$ mm

$= 4 \Rightarrow x_4 = 4{,}26$ mm

$= 5 \Rightarrow x_5 = 5{,}32$ mm

Diffraktionsmönstret:

$$I = I_0 \left(\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2} \right)^2, \quad \beta = \frac{2\pi}{\lambda} b \sin\theta$$

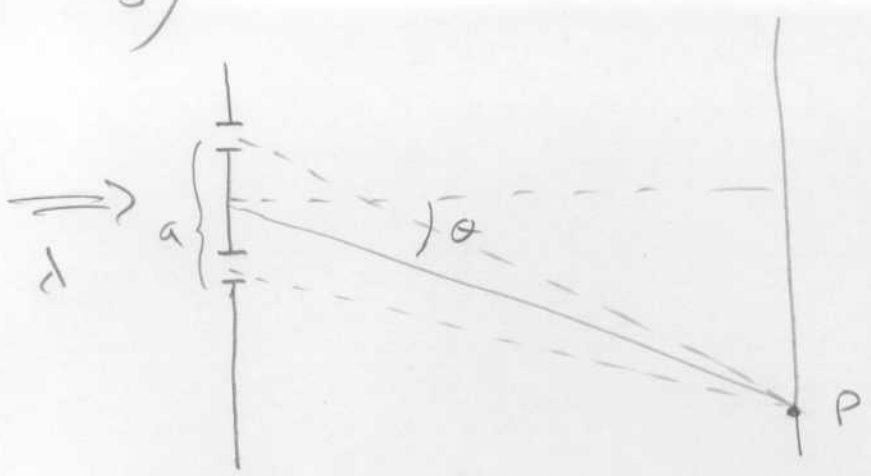
min för: $b \sin\theta = m'\lambda$

$$b \frac{x}{f} = m'\lambda$$

$m' = 1 \Rightarrow x_{d1} = 17{,}7$ mm

$\Rightarrow$ De fem första int. min ÄR de fem första min

6)



ault ejus => $\lambda \approx 580$ nm , $\Delta\lambda = ?$, $\Delta\nu = ?$

$a = 0{,}33$ mm , $\theta = 20°$

Vägskillnad i punkten P: $d = a \sin\theta$

$\Rightarrow d \approx 0{,}11$ mm

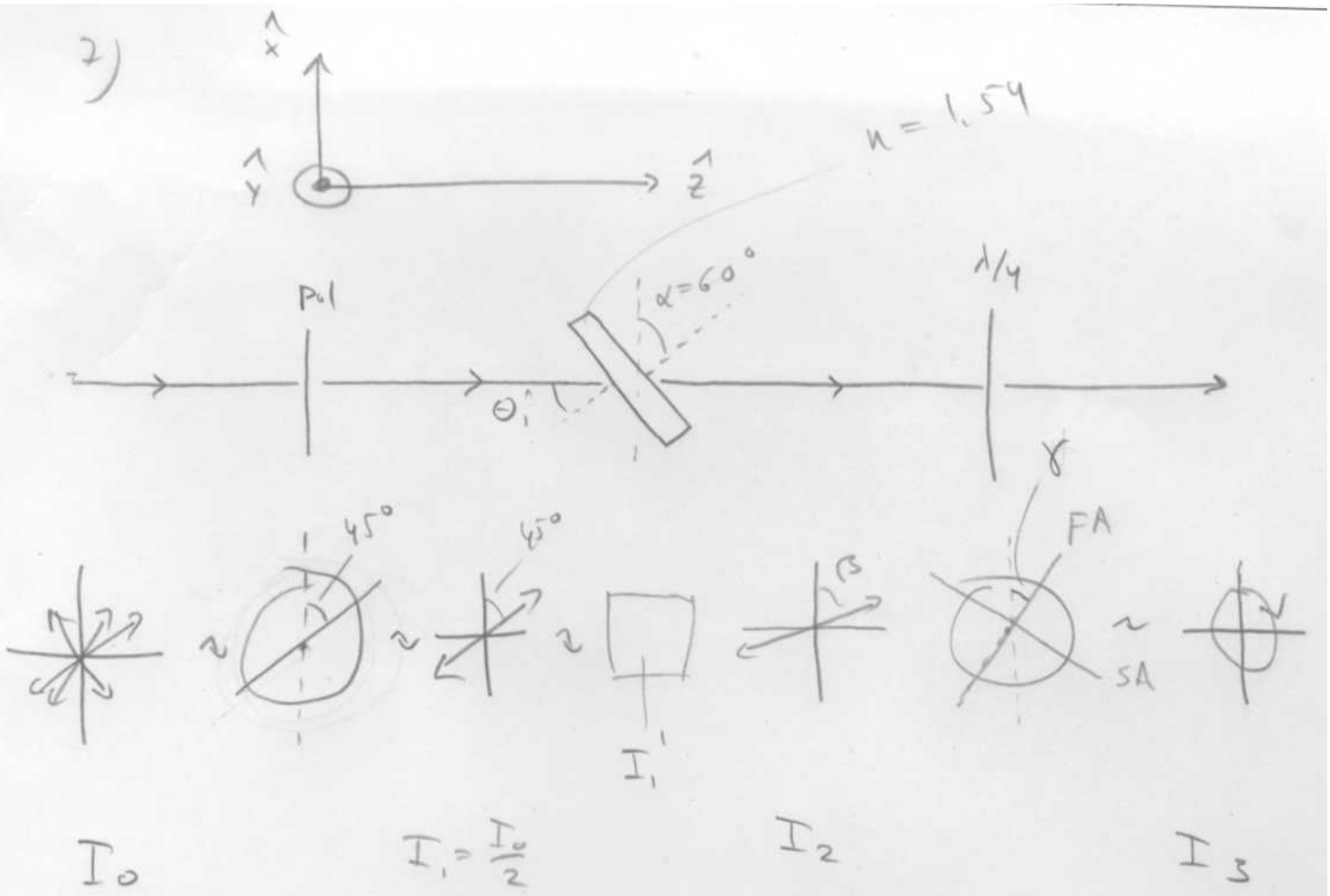
koherenslängden, ℓ, måste vara större än d

$$\ell = c_0 \tau = \frac{c_0}{\Delta\nu} = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

$$\ell > d \Rightarrow \Delta\lambda < \frac{\lambda^2}{d} \approx 3 \text{ nm}$$

$$\ell > d \Rightarrow \Delta\nu < \frac{c_0}{d} \approx 3 \text{ THz}$$

2)



I_0 $\quad I_1 = \frac{I_0}{2}$ $\quad I_2$ $\quad I_3$

plattan

infallsplanet : xz-planet

45° -> 1-2 likadana komp. $\begin{cases} I_{1\perp} = \frac{I_0}{4} \\ I_{1\parallel} = \frac{I_0}{4} \end{cases}$

infallsvinkel: $\theta_i = 90° - \alpha = 30°$

Snell -> $1 \cdot \sin\theta_i = 1.54 \cdot \sin\theta_t \Rightarrow \theta_t = 18,9°$

$\perp$-komp, första ytan

$$R_{\perp 1} = \left(\frac{\sin(\theta_i - \theta_t)}{\sin(\theta_i + \theta_t)}\right)^2 = 0,0646$$

$$\Rightarrow I'_{\perp 1} = (1 - R_\perp) I_{1\perp} = 0,234\, I_0$$

andra ytan

$$R_{\perp 2} = R_{\perp 1} \Rightarrow I_{2\perp} = (1 - R_\perp) I'_{\perp 1} = 0,219\, I_0$$

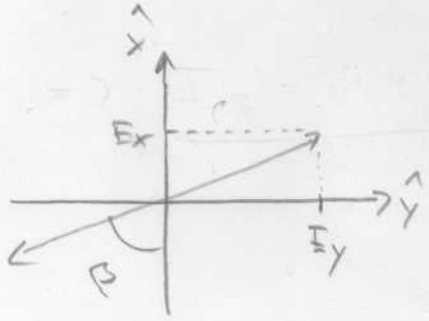
// -komp, första ytan

$$R_{//} = \left(\frac{\tan(\theta_i - \theta_t)}{\tan(\theta_i + \theta_t)} \right)^2 = 0,0290$$

$$\Rightarrow I_{2//} = (1 - R_{//})^2 \cdot I_{1//} = 0,236\, I_0$$

$$I_{2//} = I_{2x}, \quad I_{2\perp} = I_{2y}$$

$$I_2 = I_{2x} + I_{2y} = 0,454\, I_0$$



$$\tan\beta = \frac{E_y}{E_x} = \frac{\sqrt{I_{2y}}}{\sqrt{I_{2x}}} = 0,963$$

$$\Rightarrow \beta = 43,9^\circ$$

$\lambda/4$-plattan

För perfekt cirk. pol. ska vinkeln mellan λ-plattans axlar och infallande pol vara 45°

$$\Rightarrow |\gamma - \beta| = 45^\circ$$

$\Rightarrow$ t.ex. $\gamma = -1,07^\circ$ eller $\gamma = 88,9^\circ$

och

$$I_3 = I_2 = 0,454\, I_0$$