

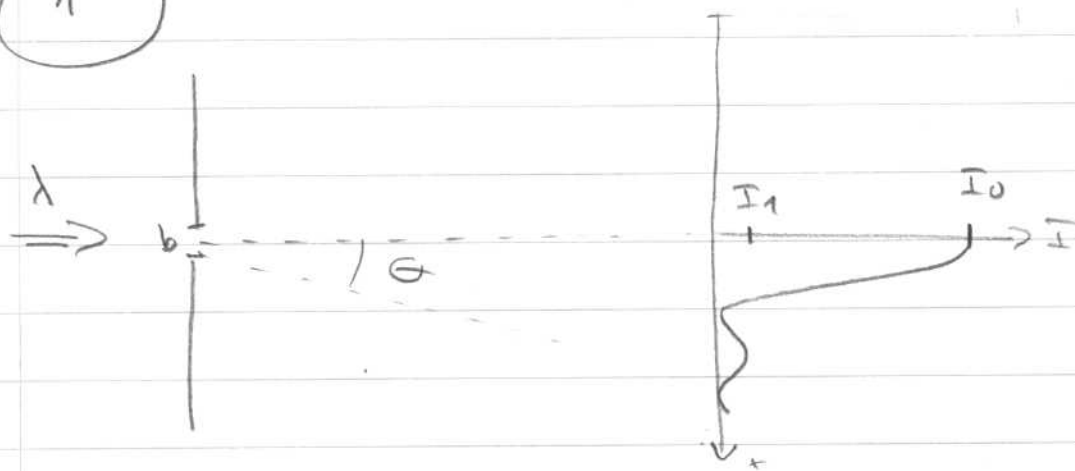
Tanta

040826

Vägfysik och optik

Ungestärkliga
lösningar

1



$$I_0 = 2 \text{ mW/cm}^2$$

Diff. i enkel spalt : $I = I_0 \frac{\sin^2 \beta/2}{\pi^2/2}$

$$\beta = kb \sin \theta$$

Första max ?

Hannan ungefär där $\beta/2 \approx \frac{3\pi}{2}$
(med ca. 5% noggrannhet)

$$\Rightarrow I_1 = I_0 \left(\frac{\sin \frac{3\pi}{2}}{\frac{3\pi}{2}} \right)^2 = \frac{4I_0}{9\pi^2} \approx 0.045 I_0 =$$

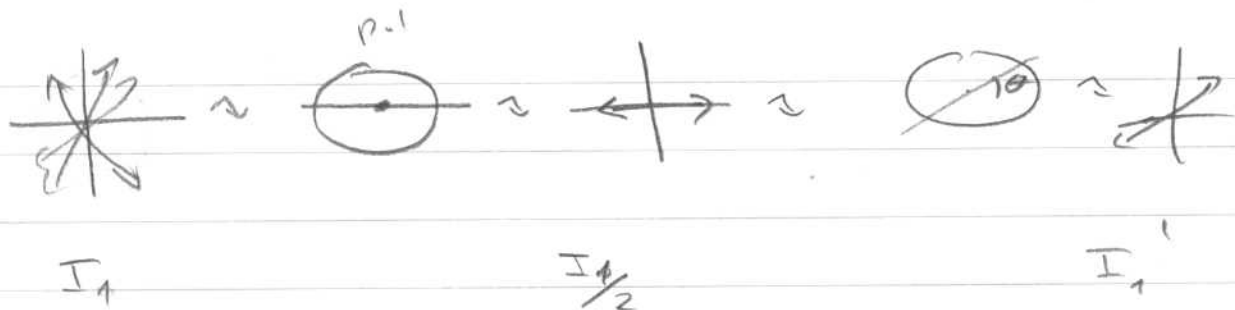
$$\approx 90 \text{ mW/cm}^2$$

I stället öskes intensitet $I_1' = 25 \text{ mW/cm}$
Med två polariserade dämpas allt litet
lika mycket

En pol : $I_0 \rightarrow I_0/2$

Nästa pol : Malus lag : $\rightarrow \frac{I_0}{2} \cos^2 \theta$

→



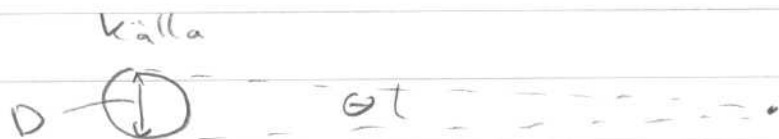
$$I_1' = \frac{I_1}{2} \cos^2 \theta$$

$$\cos^2 \theta = 2 \frac{I_1'}{I_{\phi}} = \frac{2 \cdot 25}{90} = \frac{5}{9} \approx 0,56$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\theta \approx 42^\circ}}$$

②

Spaltlikt kohärent Förs från
utsträckt källa:



$$\text{Spalt. koh. längd} : l_s = \frac{\lambda}{\theta}$$

Spaltlikt ljus! vi tar utgående våglängd mitt
i det synliga intervallet och riktar med
en siffers noggrannhet: $\lambda \approx 550 \text{ nm}$

$$\text{Siffras vinkel diameter} = \theta = 0.5^\circ$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\pi}{360} \approx \frac{1}{100}$$

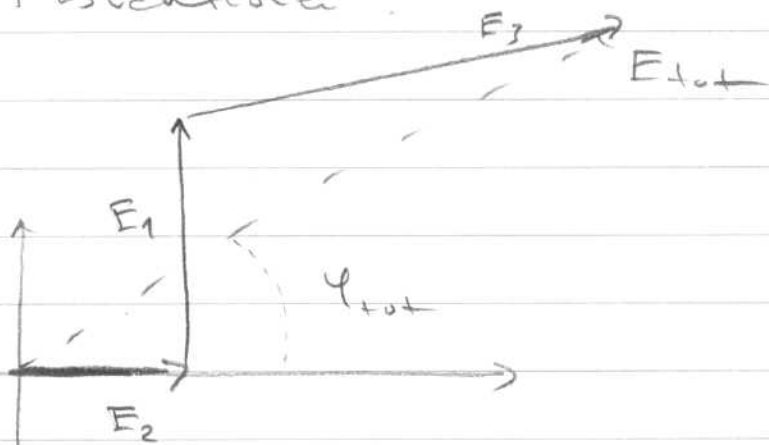
$$\Rightarrow l_s \approx 550 \cdot 100 \text{ nm} = 55 \text{ } \mu\text{m}$$

3

The voltage:

$$\begin{cases} E_1 = 5 \cos \omega t = 5 \sin(\omega t + 90^\circ) \\ E_2 = 3 \sin \omega t \\ E_3 = 7 \sin(\omega t + 10^\circ) \end{cases}$$

Phasor diagram!



$$E_{tot-x} = 3 + 0 + 7 \cdot \cos 10^\circ \approx 9.89$$

$$E_{tot-y} = 0 + 5 + 7 \cdot \sin 10^\circ \approx 6.22$$

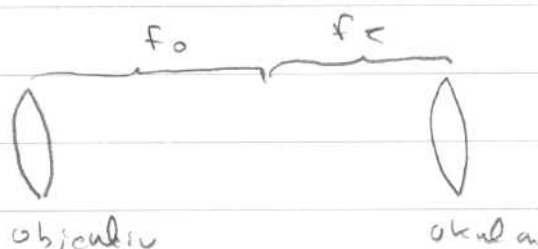
$$\Rightarrow |E_{tot}| = \sqrt{E_{tot-x}^2 + E_{tot-y}^2} \approx 12$$

$$\varphi_{tot} = \arctan \left(\frac{E_{tot-y}}{E_{tot-x}} \right) \approx 32^\circ$$

$$\Rightarrow E_{tot} = 12 \sin(\omega t + 32^\circ)$$

4

Teleskop



Vinkel först : $M_v = -\frac{f_o}{f_e} = -40$

$\Rightarrow f_o > f_e$

För önskat har fokal (ä-d) $f_e = 10 \text{ mm}$
 Veta rimligt att använda denna
 som okulär (10 mm är ganska lite)

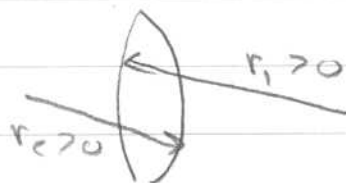
$f_e = 10 \text{ mm} \Rightarrow f_o = 400 \text{ mm}$

Avståndet mellan lensarna ska då vara
 $l = f_o + f_e = 410 \text{ mm}$

Material; glas, $n = 1.5$

Linsmaker formeln :

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$



en enkel variant är att slipa ena sidan
 och ha den andra plan.

$$r_2 = \infty \Rightarrow \frac{1}{r_2} = 0$$

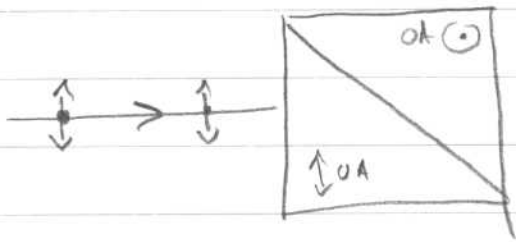
$$\Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \frac{1}{r_1}$$

$$\underline{r_1 = (n-1) f = 200 \text{ mm}}$$

Okular ist gleich, es wäre auch egal.

5

Wollaston-prisma, dubbelbrytelse
mekanism



krav:

$$\begin{cases} n_o = 1.54424 \\ n_{eo} = 1.55335 \end{cases}$$

Första ytan: ingen brytning för orden
pol-komponent

Diagonala ytan:

↑-komp: $n_1 = n_{eo}$, $n_2 = n_o$, $\theta_i = 45^\circ$

Snell: $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$

$$\Rightarrow \theta_{t\uparrow} = 45.3390^\circ$$

⊙-komp: $n_1 = n_o$, $n_2 = n_{eo}$, $\theta_i = 45^\circ$

$$\Rightarrow \theta_{t\odot} = 44.6650^\circ$$

Sista ytan

↑-komp: $n_1 = n_o$, $n_2 = 1$, $\theta_i = \theta_{t\uparrow} - 45^\circ$

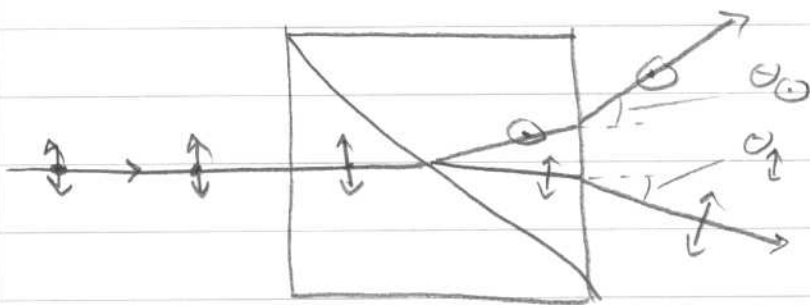
Snell: $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$

$$\Rightarrow \Theta_{\uparrow} = 0,524^{\circ}$$

Q-komp, $n_1 = n_{eo}$, $n_2 = 1$, $\Theta_i = 45^{\circ} - \Theta_{eo}$

$$\Rightarrow \Theta_{eo} = 0,520^{\circ}$$

Alltså:

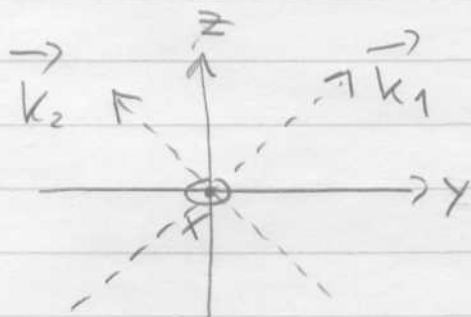


Prisval separerar de olika pol-kompl.
och kan alltid fungera som
en polarisator



6

två vågor korsas! Enklare är att
välja koordinatsystem enligt figuren:



$$E_i = E_0 \cdot \hat{x} \cdot \sin(\vec{k}_i \cdot \vec{r} - \omega t)$$

$$\vec{k}_i = \frac{2\pi}{\lambda} (k_x \hat{x} + k_y \hat{y} + k_z \hat{z}) = \frac{2\pi}{\lambda} (k_x, k_y, k_z)$$

$$\vec{k}_1 = \frac{2\pi}{\lambda} \left(0, +\frac{1}{\sqrt{2}}, +\frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\vec{k}_2 = \frac{2\pi}{\lambda} \left(0, -\frac{1}{\sqrt{2}}, +\frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\vec{E}_{tot} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad (\text{enl. superpositionsprincipen})$$

$$\left\{ \sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \right\}$$

$$\vec{E}_{tot} = 2E_0 \hat{x} \cdot \left\{ \sin\left(\frac{1}{\sqrt{2}} k_z z - \omega t\right) \cdot \cos\left(\frac{1}{\sqrt{2}} k_y y\right) \right\}$$

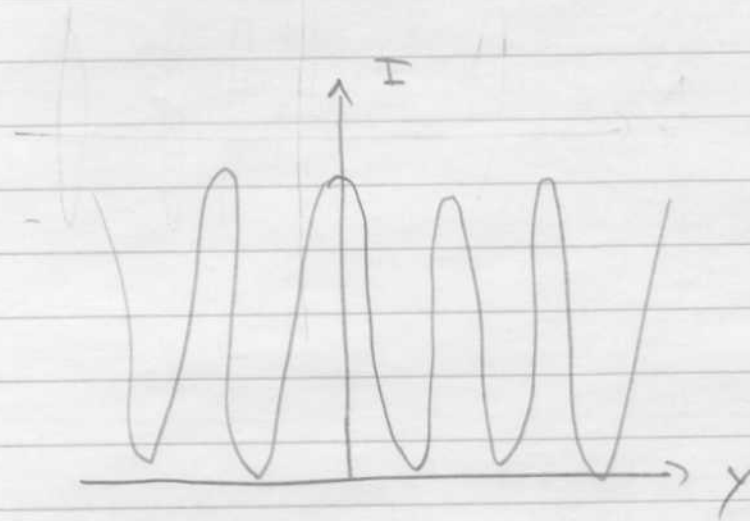
=> noder och bukarna längs $\hat{y}$

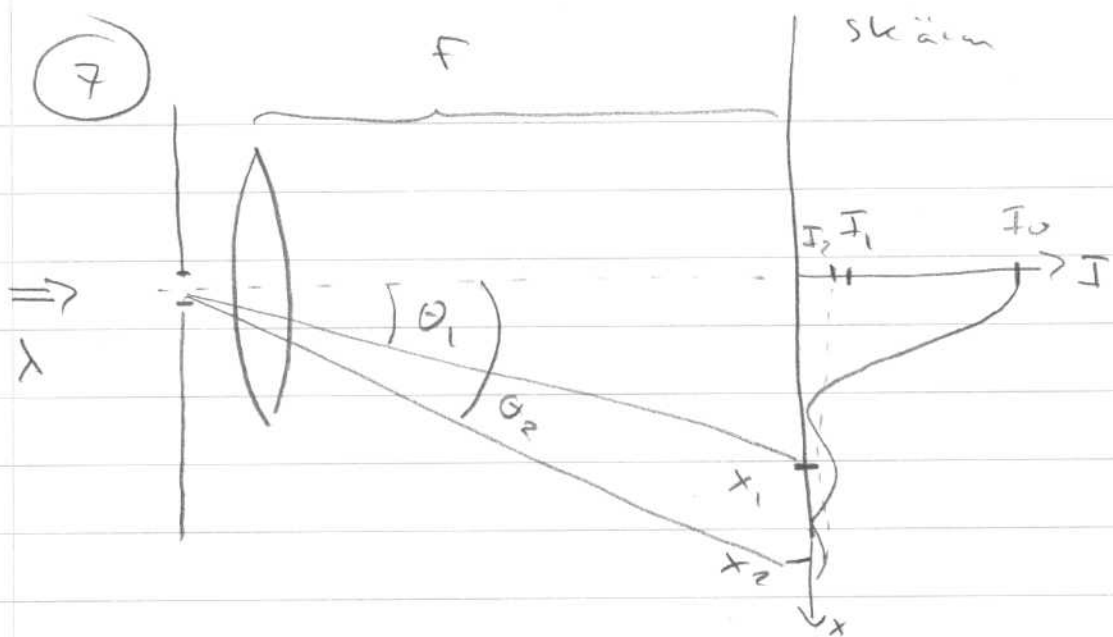
propagerings riktning $\hat{z}$

Alltså

Det blir en stående våg i y -led,
och en propagerande våg - z -led

Längs y -axeln finns ett
interferensmönster





Skärma : Fokal plan
 $\Rightarrow$ Fraunhofer diffraction.

$$I_2 = 37 \text{ nW/cm}^2, I_0 = 0$$

f, λ och x_2 är stort men dessa
 parameterna är irrelevanta.

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

1:a sidan var ungefär för $\beta/2 = \frac{3\pi}{2}$

2:a ————— " ————— $\beta/2 = \frac{5\pi}{2}$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_0} = \left(\frac{\sin \frac{5\pi}{2}}{\frac{5\pi}{2}} \right)^2 = \frac{4}{25\pi^2} \approx 0.0162$$

$$\Rightarrow I_0 = 2.3 \text{ nW/cm}^2$$