

## Tentamen i Optik för F2 (FFY091)

**Lärare:** Bengt-Erik Mellander, tel. 772 3209, 772 3340

**Hjälpmedel:** Typgodkänd räknare, Tefyma, Physics Handbook, Mathematics Handbook.

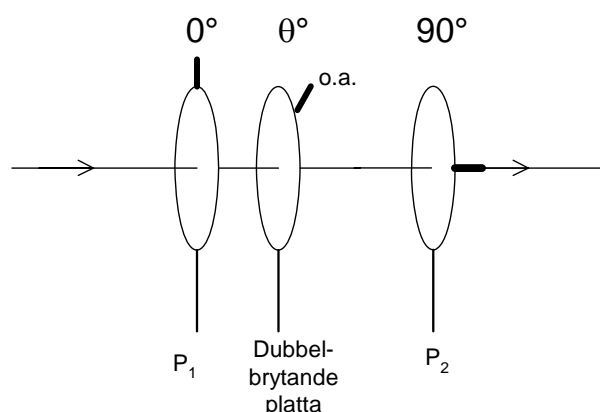
**Poänggränser:** Betyg 3: 8 p; Betyg 4: 12 p; Betyg 5: 16 p

Förslag på lösningar till tentan anslås vid Fysiks entré efter skrivningstidens slut.

Rättningsprotokollet anslås i Fysiks entré 2006-03-24 kl. 12.00.

Granskning kan ske 2006-03-24 kl. 12.00-12.30 i Kansli Fysik (Lärarservice bredvid Fysikbiblioteket)

1. På ett fotografiskt negativ finns en serie oönskade parallella vertikala linjer på regelbundet avstånd. Förklara hur linjerna kan elimineras genom att använda ett filter i transformplanet. Beskriv i detalj uppställningen, diffraktionsmönstret som linjerna ger och filtrets form och läge. (4p)
2. En dubbelbrytande platta placeras mellan två korsade polarisatorer. Rita diagram över intensiteten hos det transmitterade ljuset (relativt det infallande ljuset) mot vridningsvinkeln  $\theta$  för följande tre fall: plattan är en  $\lambda/4$ -platta, en  $\lambda/2$ -platta eller en  $\lambda$ -platta. I samtliga fall är optiska axeln vinkelrät mot strålens utbredningsriktning. Ange tydligt intensitet och läge för max och min. (4p)



3. En halvsfär av glas ( $n=1,60$ ) har radien 75 mm och är försilvrad på den sfäriska ytan. En liten sfärisk luftbubbla med diametern 1,0 mm ligger inuti glaset, på symmetriaxeln och på avståndet 30 mm från den plana ytan. Om man tittar in mot den plana ytan nära symmetriaxeln kan man se två bilder av luftbubblan. Var ligger bilderna och hur stora är de? (4p)

4. En plan monokromatisk våg infaller vinkelrätt mot en skärm med ett antal smala parallella spalter. Interferensmönstret observeras på långt avstånd från spalterna. Hur varierar intensiteten (jämfört med intensiteten i principalmax) som funktion av antalet spalter mitt emellan två principalmax? (4p)
5. En glasyta ( $n=1,79$ ) har en antireflexbehandling i form av ett tunt skikt med brytningsindex 1,36. Skiktets tjocklek  $d$  är avpassad för det monokromatiska infallande ljusets våglängd, dvs  $d$  är en fjärdedel av våglängden i skiktet. Hur stor blir reflektansen för en ljusstråle i luft som infaller vinkelrätt mot den antireflexbehandlade ytan? Försumma INTE multipla reflektioner. (4p)

**Jonesvektorer/matriser:**

Horisontell  $\mathcal{P}$   $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$       Vertikal  $\mathcal{P}$   $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

Vänstercirkulärpolarisation  $\mathcal{L}$   $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix}$

Högercirkulärpolarisation  $\mathcal{R}$   $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix}$

Planpolarisator horisontell  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$

Planpolarisator vertikal  $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

Planpolarisator, vinkeln  $\alpha$   $\begin{bmatrix} \cos^2 \alpha & \cos \alpha \sin \alpha \\ \cos \alpha \sin \alpha & \sin^2 \alpha \end{bmatrix}$

mot horisontalplanet

$\lambda/4$ -platta, snabba axeln vertikal  $e^{i\pi/4} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{bmatrix}$

$\lambda/4$ -platta, snabba axeln horisontell  $e^{i\pi/4} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{bmatrix}$

---

**Formella regler:** För att få full poäng på tentamensproblem krävs:

att uppställda samband motiveras så att lösningsgången lätt kan följas

att samtliga införda symboler definieras

att rätt svar med rätt enhet avges.

Avsluta alla beräkningsproblem med ett tydligt, inramat **Svar**

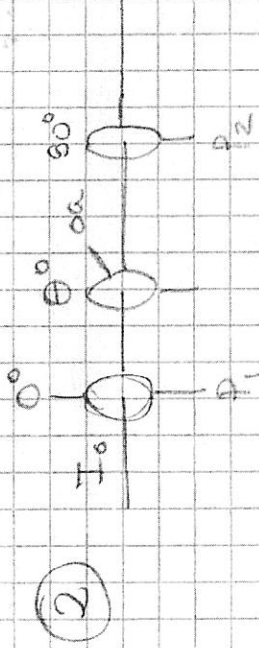
# OPTIK FOR F2

2006-03-09

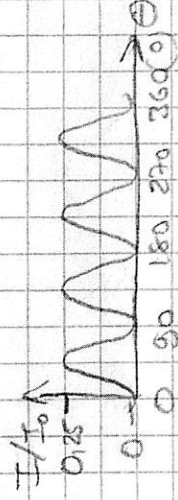
Föreläsning om polarisering

- 1) Som i Fig 13:34 i Hecht s. 616  
men linjerna är vertikala

Första uppställning som i Fig. 13:31 s. 612



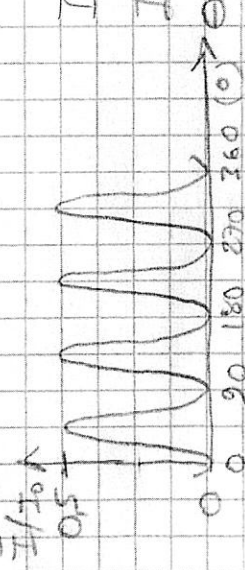
a)  $\lambda/4$  platta



$I = 0$  för  $\theta = 0, 90, 180, 270, \dots$

$I_{max} = 0,25 I_0$  för  $\theta = 45, 135, 225, 315, \dots$

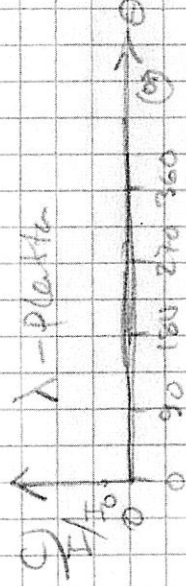
b)  $\lambda/2$  platta



$I = 0$  för  $\theta = 0, 90, 180, 270, 360, \dots$

$I_{max} = 0,50 I_0$  för  $\theta = 45, 135, 225, 315, \dots$

c)  $\lambda$ -platta



$I = 0$  för alla värden

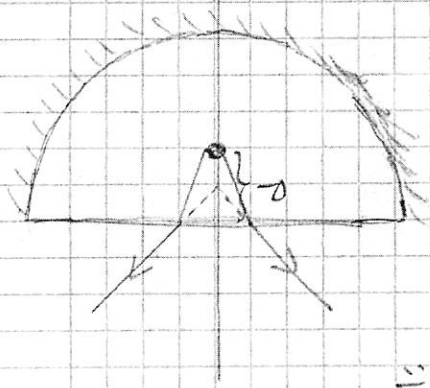
Vi ser med resonans eller med Jonesmatriser

t.ex. för  $\lambda$ -platta:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Ingen ändring av polarisations- tillståndet

3



$$n = 1,60$$

$$R = 75 \text{ mm}$$

$$r = 1,0 \text{ mm}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

Fall 1:

Strålar från bubblan åt vänster

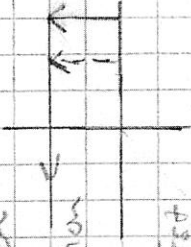
Brytning i plan yta

$$\frac{n}{30} + \frac{1}{x} = \frac{-n}{\infty}$$

$$\Rightarrow x = -\frac{30}{1,6} = -18,7 \text{ mm}$$

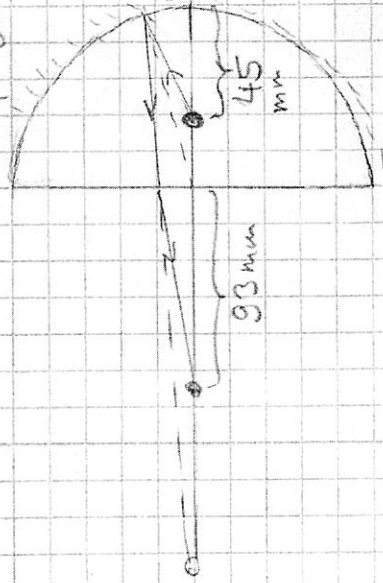
Virtuell bild 18,7 mm in i klotlinsen

Förstoring = 1 inses ur en strålkonstruktions



Fall 2: Strålar från bubblan reflekteras först

i spegeln:



Reflexion i stråle yta:

$$\frac{1}{45} + \frac{1}{y} = +\frac{2}{R} = +\frac{2}{75}$$

$$\Rightarrow y = 225 \text{ mm}$$

Brytning i plan yta:

$$\frac{1,6}{225-75} + \frac{1}{z} = 0$$

$$\Rightarrow z = 93,75 \text{ mm}$$

Förstoring i spegeln:  $M = -\frac{225}{45} = -5$

plan yta

$M = 1$  enl. ovan

totalt:  $M_{\text{tot}} = -5$

Svar: Ena bilden hamnar inuti klotlinsen, 19 mm från

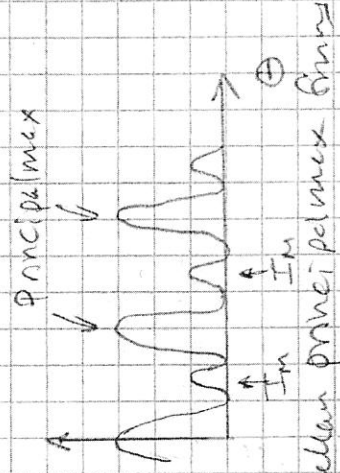
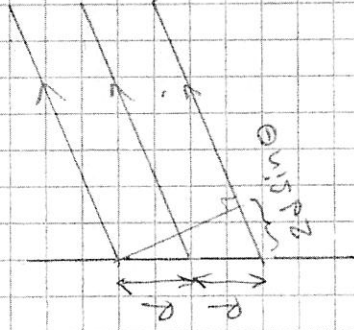
plan ytan, förstoring = 1. Andra bilden hamnar 94 mm

åt vänster om plan ytan. Förstoring = -5

4

N spalter

ex. 3 spalter



Mitt emellan principalmex finns

ett sekundärmex

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

Principalmex  
 $d \sin \theta = m \lambda$

Resonering: Mitt emellan ger de yttre

svårlarna destruktiv interferens

Mittstället ger  $I = I_0$  (int för

en spalt - Principalmex;  $I_p = N^2 I_0$

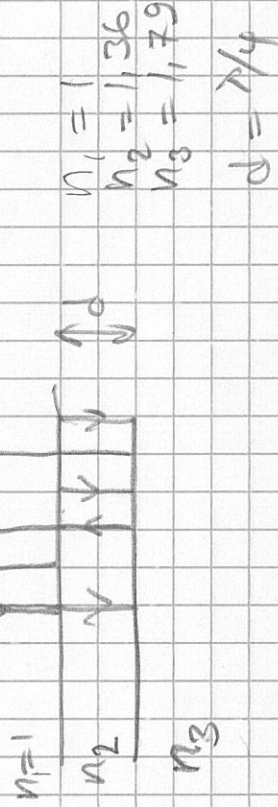
Alltså  $I_m = \frac{1}{N^2} I_p$ . Samma för fler spalter om  $N = 1000$ ,

För jämnt antal spalter är  $I_m = 0$  (destruktiv

interferens)

$$I_{\text{var}} = I_{\text{mitt}} = \begin{cases} 0 & \text{om } N = \text{jämnt tal} \\ \frac{1}{N^2} I_p & \text{om } N = \text{udda tal} \end{cases}$$

(5)



$$r_1 = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} = 0,1525$$

$$r_2 = \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3} = 0,1365$$

reflektions

$$t_1 = \frac{2n_1}{n_1 + n_2} = 0,8475$$

höchstwert

$$t_2 = \frac{2n_2}{n_1 + n_2} = 1,1525$$

$$\text{Strahl 1: } E_1 = r_1 E_0$$

$$\text{Strahl 2: } E_2 = t_1 r_2 t_2 E_0$$

$$\text{Strahl 3: } E_3 = t_1 r_2^2 r_1 t_2 E_0$$

$$\text{Total: } E_r = E_1 - (E_2 + E_3 + E_4 + \dots) =$$

$r$  destruktive Interferenzen

$$= E_0 (r_1 - t_1 t_2 r_2 (1 + r_1 r_2 + (r_1 r_2)^2 + \dots))$$

$$= E_0 (r_1 - t_1 t_2 r_2 \underbrace{\frac{1}{1 - r_1 r_2}}_{\text{geo. Serie}}) =$$

$$= E_0 (0,1525 - 0,8475 \cdot 1,1525 \cdot 0,1365 \frac{1}{1 - 0,0208})$$

$$= E_0 (0,1525 - 0,1362) = 0,01634 E_0$$

$$R = \frac{I_r}{I_i} = (0,01634)^2 = 2,7 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{oder } R = \left( \frac{n_3 - n_2}{n_3 + n_2} \right)^2$$

ent. Heder

Swan 0,03%