

Tentamen i Optik för F2 (FFY091)

Lärare: Bengt-Erik Mellander, tel. 772 3340

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

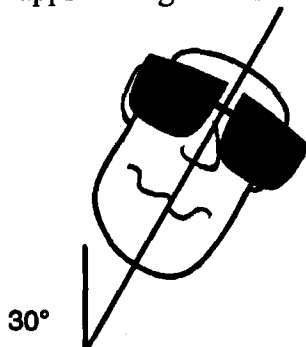
Poänggränser: Betyg 3: 8 p; Betyg 4: 12 p; Betyg 5: 16 p

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

Rättningsprotokollet anslås i Fysiks entré 2002-04-04 kl. 12.00.

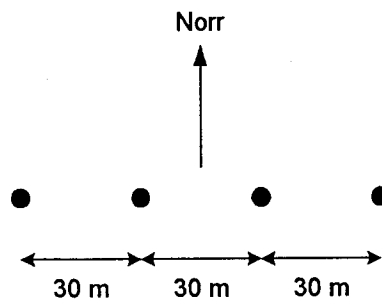
Granskning kan ske 2002-04-08 kl. 12.00-12.25 i sal FL11.

1. Beskriv kortfattat:
 - a) Hur skall man optimera hålets storlek i en hålkamera? Ange även lämpliga formler om man vill beräkna detta. (2 p)
 - b) Vad är astigmatism och hur kan man korrigera för den? (2 p)
2. En person sitter vid stranden av en sjö och tittar rakt mot solljuset som reflekteras av den spegelblanka vattenytan ($n = 1,33$). Solljusets infallsvinkel mot vattenytan är 70° . Personen, som använder solglasögon med polarisationsfilter, lutar huvudet 30° i förhållande till ljusets infallsplan. Hur många procent av den reflekterade intensiteten absorberas av glasögonen? Antag att absorptionen för ljus som är polariserat parallellt med solglasögonens genomsläppsriktning är försumbar. (4 p)



3. En elliptiskt polariserad ljusstråle passerar först genom en $\lambda/4$ -platta och sedan genom en linjärpolarisator. Om $\lambda/4$ -plattan roteras kan man konstatera att för två lägen blir strålen efter $\lambda/4$ -plattan planpolariserad. (Det är för att konstatera detta som polarisatorn finns med i strålgången.) Polariserationsplanet har vinkeln 24 respektive 80° mot vertikalkplanet i de två fallen. Beskriv den ursprungliga elliptiska polarisationen genom att ange storaxelns läge och förhållandet mellan storaxelns och lillaxelns längd. (4 p)

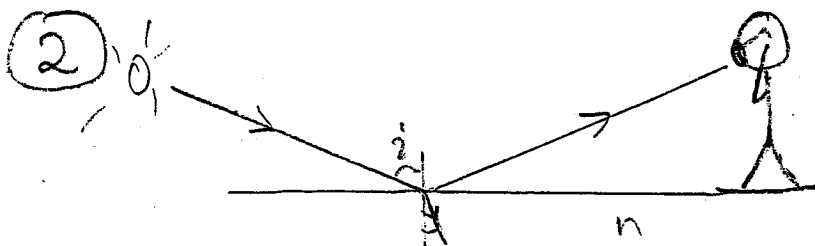
4. En radiostation som sänder med frekvensen 5,0 MHz använder fyra identiska rundstrålande antenner som sänder i fas. Antennerna är placerade utefter en rät linje i öst-västlig riktning där avståndet mellan antennerna är 30 m, se figuren nedan. I vilka riktningar är intensiteten för den utsända radiosignalen noll? I vilka riktningar har sändningen störst intensitet? Hur stor vinkel upptar huvudmaximum? Ange riktningar i grader där norr = 0° . (4 p)



5. En laserstråle från en argonjonlaser med våglängden 488 nm infaller vinkelrätt mot en skärm med ett litet hål. Om hålets storlek minskar kommer man att se omväxlande ljus och mörker i en punkt P som befinner sig på hålets axel, 2,00 mm från skärmen. Hur många gånger blir det ljus (max) om hålets diameter minskas successivt från 0,196 mm till 0,000 mm? (4 p)

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



$n = 1,33$

$i = 70^\circ$

$$r_{||} = \frac{\tan(i-b)}{\tan(i+b)}$$

Opol. ljus in: $I_i = I_{i||} + I_{i\perp}$
 där $I_{i||} = I_{i\perp}$

$$r_{\perp} = -\frac{\sin(i-b)}{\sin(i+b)}$$

(Alla solglasögon har vertikala genomsättningsriktning för att undvika reflexer.)

Brytningslagen: $\sin i = n \sin b \Rightarrow b = 44,9^\circ$

Sätt in:

$$R_{||} = r_{||}^2 = 0,2174^2 = 0,04726 = \frac{I_{r||}}{I_{i||}}$$

$$R_{\perp} = r_{\perp}^2 = 0,4665^2 = 0,2180 = \frac{I_{r\perp}}{I_{i\perp}}$$

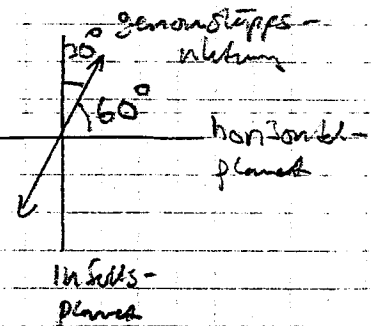
Alltså får vi delvis polariserat ljus som faller in

mot solglasögonen (polariserat)

Malus lag: $I = I_0 \cos^2 \theta$

$$I_{||} = I_{r||} \cos^2 30^\circ = R_{||} \underbrace{I_{i||}}_{I_i/2} \cos^2 30^\circ$$

$$I_{\perp} = I_{r\perp} \cos^2 60^\circ = R_{\perp} \underbrace{I_{i\perp}}_{I_i/2} \cos^2 60^\circ$$



Sätt in:

$$\Rightarrow I_{||} = 0,04726 \cdot \frac{1}{2} I_i \cdot \cos^2 30^\circ = 0,0177 I_i$$

$$I_{\perp} = 0,2180 \cdot \frac{1}{2} I_i \cdot \cos^2 60^\circ = 0,02725 I_i$$

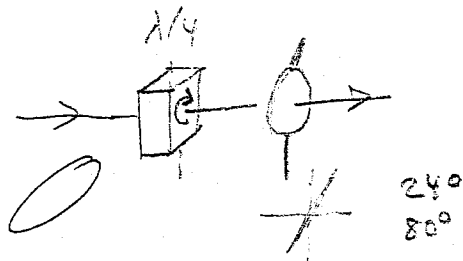
Intensitet före solglasögon: $I_{||} + I_{\perp} = (0,04726 + 0,2180) \frac{I_i}{2} = 0,1326 I_i$

Intensitet efter solglasögon: $(0,0177 + 0,02725) I_i = 0,0450 I_i$

Absorberas: $0,1326 I_i - 0,0450 I_i = 0,0876 I_i$

Förhållandet: $\frac{0,0876}{0,1326} = 0,66$ Svar 66%

3



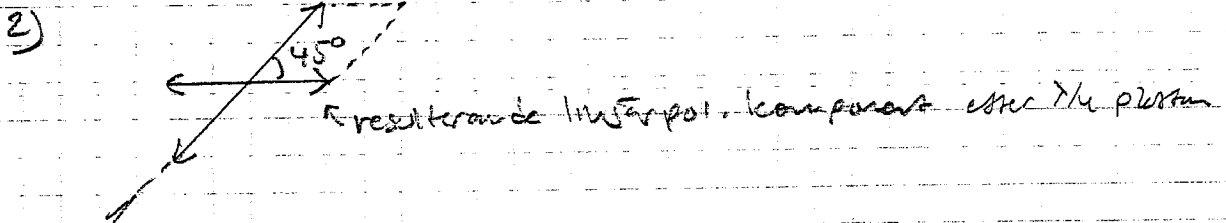
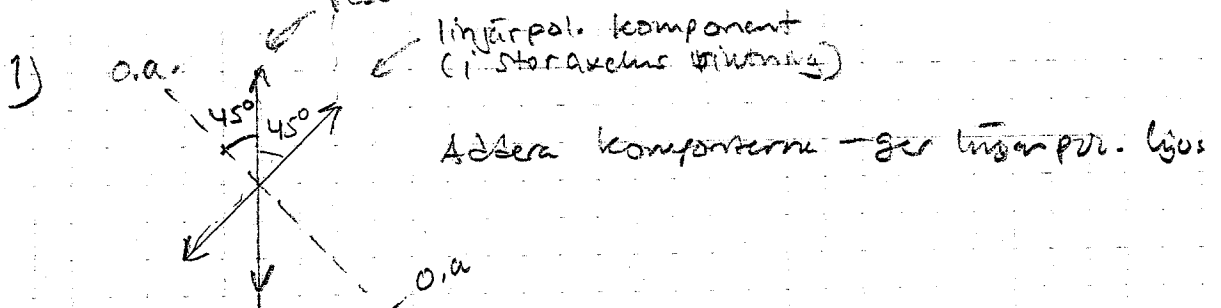
Elliptisk polarisation kan beskrivas som

1 plan pol och 1 cirkulär pol, v.g.
(Den cirkulär pol kan bli plan pol efter $\lambda/4$ plattan)

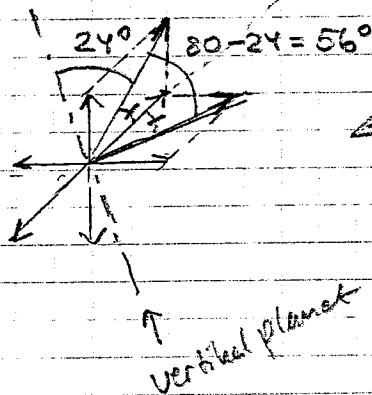
För att få plan polariserat ljus ut ur

$\lambda/4$ plattan måste den vara orienterad

så här: resulterande linjär pol. komponent (cirkulär pol \rightarrow linj. pol.)



Allt i en figur



↙ båda vinklarna = $\frac{56}{2} = 28^\circ$
p.g.a. symmetri

Storaxelns riktning mot

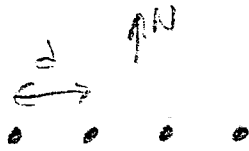
vertikal planet: $24 + 28 = 52^\circ$

Förhållandet storaxel: litenaxel

$\cos 28^\circ = 1,88$

Svar 52° , Förhållandet = 1,88

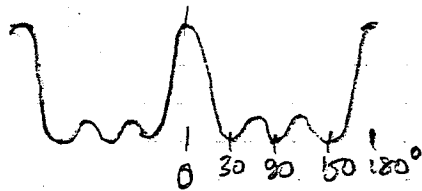
4



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

$$V = 5,0 \text{ MHz} \rightarrow \lambda = 60 \text{ m}$$

Interferens - flera
källor



Huvudmax: $d \sin \theta = m \lambda$

$$\sin \theta = m \frac{\lambda}{d}$$

$$\therefore m=0 \Rightarrow \theta = 0^\circ, 180^\circ$$

↑ ↑
Norr Söder

Minima: $N d \sin \theta = m' \lambda$

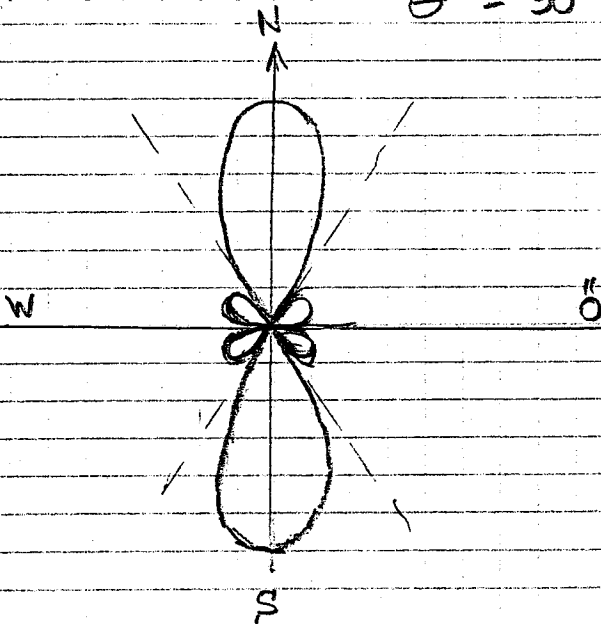
$$m' = \text{hel tal} \neq 0, \pm 1, \dots$$

$$N = 4$$

$$\sin \theta = \frac{m' \lambda}{N d} = m' \cdot \frac{60}{4 \cdot 30} = m' \cdot \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \theta = \pm 30^\circ, \pm 150^\circ \text{ för } m' = \pm 1$$

$$\theta = 90^\circ, 270^\circ \text{ för } m' = \pm 2$$



Svar:

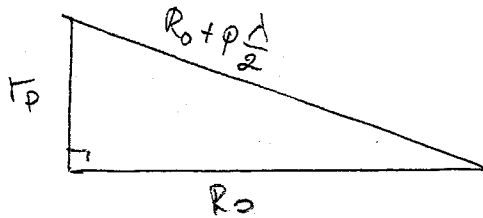
Huvudmax: 0° NORR
 180° SÖDER

Minima: 30°
 90°
 150°
 210°
 270°
 330°

Bredast huvudmax: 60°

5

Fresnel diffraction



$$\lambda = 488 \text{ nm}$$

$$R_0 = 2,0 \text{ mm}$$

$$r_p^2 + R_0^2 = \left(R_0 + p \frac{\lambda}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow r_p^2 = \frac{p^2 \lambda^2}{4} + p \lambda R_0$$

(Formeln i FH är en ganska grov approximation)

Subst in!

$$p=1 \Rightarrow r_1 = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{ljus}$$

$$p=2 \Rightarrow r_2 = 4,1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{mörkt}$$

$$p=3 \Rightarrow r_3 = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{ljus}$$

$$p=4 \Rightarrow r_4 = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{mörkt}$$

$$p=5 \Rightarrow r_5 = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{ljus}$$

$$p=6 \Rightarrow r_6 = 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{mörkt}$$

$$p=7 \Rightarrow r_7 = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{ljus}$$

$$p=8 \Rightarrow r_8 = 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{mörkt}$$

$$p=9 \Rightarrow r_9 = 9,4 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{ljus}$$

$$p=10 \Rightarrow r_{10} = 9,88 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad \text{mörkt}$$

$$p=11 \Rightarrow r_{11} = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ m} \quad \text{ljus}$$

I vårt fall är diametern $\leq 0,198 \text{ mm} \rightarrow r = 0,099 \text{ mm}$

d.v.s. nära minimum för $p=10$.

Om hål diametern minskas blir det ljus 5 ggr.

Gäller Fresnel diffraction? Ja, utom för mycket

små hål diametrar - men då är det ju ljus alltid.

Svar: 5 ggr