

Tentamen i Optik för F2 (FFY091)

Lärare: Bengt-Erik Mellander, tel. 772 3340

Hjälpmedel: Typgodkänd räknare, Physics Handbook, Mathematics Handbook.

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

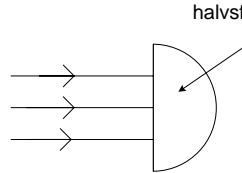
Förslag på lösningar anslås vid Fysiks entré efter skrivningstidens slut.

Rättningsprotokollet anslås vid Kansli Fysik 2008-09-10 kl. 12.00.

Granskning kan ske 2008-09-10 kl. 12.00-12.30 vid Kansli Fysik (Lärarservice bredvid Fysikbiblioteket) och därefter under lärarservice ordinarie öppettider.

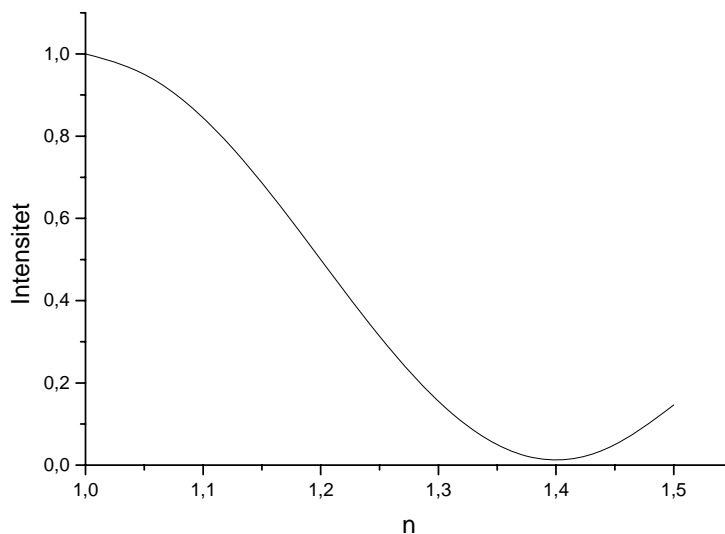
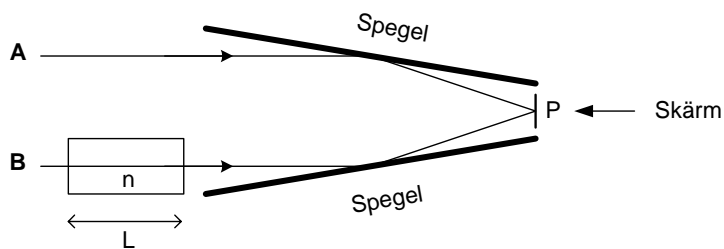
- a) En monokromatisk ljusstråle har ursprungligen intensiteten I_0 . Intensiteten halveras om strålen passerar en godtyckligt orienterad linjärpolarisator. Men, om en $\lambda/4$ -platta placeras framför polarisatorn med optiska axeln placerad i en viss vinkel relativt polarisatorns transmissionsriktning så blockeras ljuset helt. Allmänt kan man beskriva ljus som en blandning av opolariserat och polariserat ljus med intensiteterna I_{op} och I_p vardera. Beskriv det infallande ljusets polarisation och bestäm I_p/I_0 . Beskriv ditt resonemang. (1p)
 - b) Kan ljuset blockeras helt för samma stråle som i uppgift a) om komponenterna placeras i omvänd ordning, d.v.s. om polarisatorn sitter framför $\lambda/4$ -plattan? Motivera genom att skriva ner ditt resonemang. (1p)
 - c) Vad är optisk aktivitet? Beskriv kort hur det uppkommer, detekteras, och i vilka material det förekommer. (2p)
 - d) Beskriv i ord och exempel hur man kan använda Fouriertransformen för att beskriva diffraktionsmönster. (2p)
2. Det finns få lämpliga polarisatorer för infrarött ljus. I detta fall används reflektion mot en CdTe-platta ($n = 4,9$) för få planpolariserat IR-ljus. Hur stor är totala reflektansen när plattan är orienterad så att man får maximal polarisation för det reflekterade ljuset? Multipla reflektioner kan försummas. (4p)

3. a) En lens i form av en halvsfär är gjord av kronglas med $n=1,70$ och har radien $1,0\text{ cm}$. Parallella strålar infaller vinkelrätt mot den plana sidan. Följ strålar som passerar igenom linsen och ut på höger sida. Bestäm var sådana strålar korsar linsens symmetriaxel i två fall:
- för paraxiala strålar (1p)
 - för de strålar som går in i linsen på längst avstånd från linsens symmetriaxel (2p)



b) I bilagan till denna tentamen hittar du en ritning i skala 1:1 av ett optiskt system. Beräkna **systemets** fokallängd. Rita gärna direkt i figuren och lämna in med lösningarna. (1p)

4. De två strålarna i figuren nedan (A och B) är ursprungligen i fas och har samma våglängd i luft. Stråle B går genom ett material med längden L och brytningsindex n . De två strålarna reflekteras mot en gemensam punkt P på en skärm med hjälp av två speglar. Antag att man kan variera n från $n = 1$ till $n = 2,5$ och att intensiteten i P varierar som i figuren när n går från 1 till 1,5. Vid vilket värde på n (större än 1,5) kommer man att finna max och min intensitet? (3p)



5. En spionsatellit använder en stor konkav spegel för att ge en bild på en digitalkameradetektor. Hur långt isär kan två punkter på marken vara om de skall kunna upplösas på bilden? Antag att våglängden är 600 nm, spegeln är 2 m i diameter och att satelliten flyger 200 km ovanför jordytan (lågt för en satellit). (3p)

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	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$
-----------------------------	--

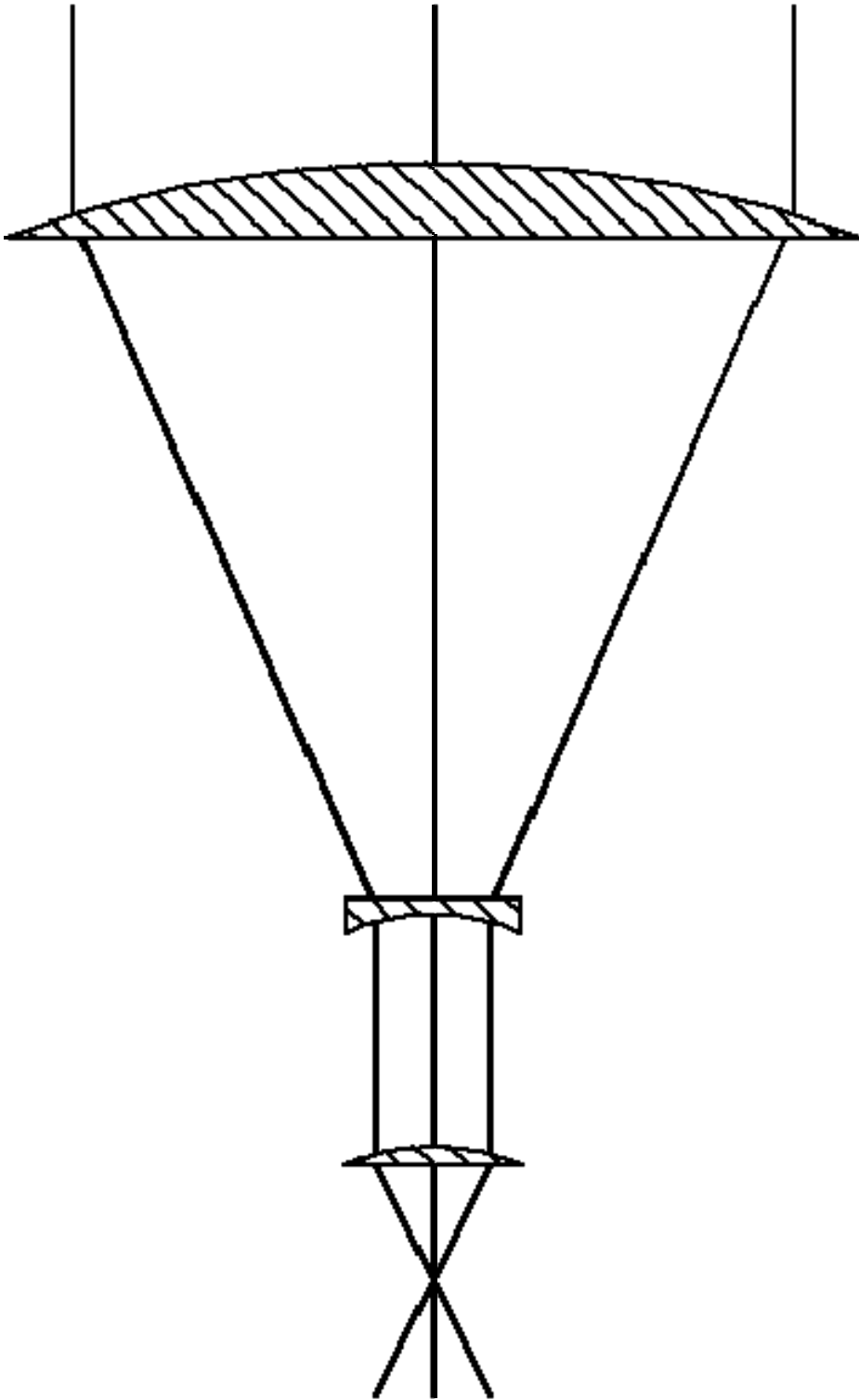
Planpolarisator vertikal	$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
--------------------------	--

$\lambda/4$ -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**



Bilaga till tentamen i Optik FFY091: Uppgift 3b)

Förslag till lösningar

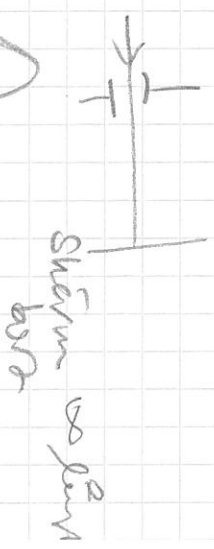
- 1) a) Från den tillgängliga informationen skulle det kunna vara cirkulärpolariserat lys in. Detta stämmer med att lysat kan strålas ut med Δ platta + polariserare eftersom $\frac{\Delta}{4}$ plattan gör lysat planpolariserat. Kan lysat vara delvis opolariserat från början? Nej, eftersom $\frac{\Delta}{4}$ plattan ej polariserar sådant lys skulle det aldrig utstrålas av polarisatorn.
- Alltså, lysat är cirkulärpolariserat om $I_p/I_0 = 1$.
- b) Nej. Efter att lys passerat en linjärpolariserare är det helt linjärpolariserat om lysat går igenom $\frac{\Delta}{4}$ plattan.
- c) Opåsk albrikt - medför att polarisationsplanet på en planpolariserad våg vrids vid passage genom vissa material. Vridningen kan vara vänster (ℓ) eller höger (d)
- Den beror på molekylernas (spiral)-struktur i materialet.
- Exempel: Socker, de flesta aminosyror S.D. Rivis genom att mäta vridningen med polarisatorn.

5) forts: använd en öppning där plan pol.
 Lys går in mot provet och polarisations-
 planets vridning bestäms med en
 analysator (vridningen skall vara prop.
 mot snickan i provet).
 Notera och se att λ och β cirkulär pol. lys
 har olika brytningsindex i optiskt
 aktiva material.

6) Difraktion:

Fouriertransformen av aperturfunktionen
 ger amplitud fördelningen, kvadraten
 och vi får intensitetsfördelningen
 i transformplanet (∞ -längt bort
 utan lins eller i focalplanet
 för lins)

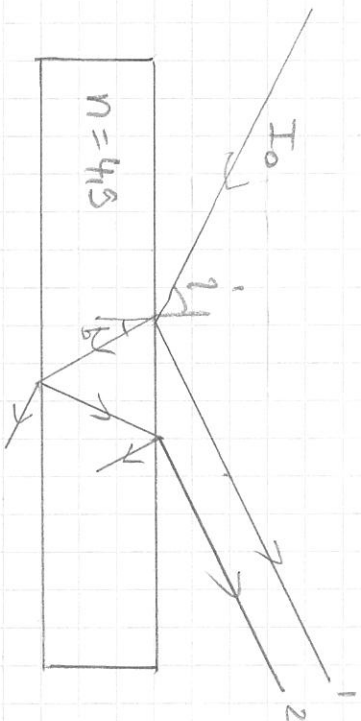
ex. enkel spalt \rightarrow



kretsorna \rightarrow



2



Reflektion i Brewsterwinkel:

$$\tan i = 4,9 \Rightarrow i = 78,46^\circ$$

$$\text{Brynningsloven} \Rightarrow \sin i = 4,9 \sin b \Rightarrow b = 11,53^\circ$$

Fresnels formler:

$$\text{skrå: } r_{\perp} = -\frac{\sin(i-b)}{\sin(i+b)} = -0,9200 \quad R_{\perp} = 0,8464$$

$$r_{\parallel} = 0$$

skrå 2: (vedrør Brewstervinkelen) $i = 11,53^\circ$ $b = 78,46^\circ$

$$r_{\perp} = -\frac{\sin(i-b)}{1} = 0,9200$$

$$\text{fortvælt } R_{\perp} + (1-R_{\perp})^2 R_{\perp} = 0,8664$$

$$R_{\text{tot}} = 0,4332 \quad \text{om } I_{i\perp} = I_{i\parallel} = I_0$$

$$\text{Svar } R = 0,43$$

(3 a) b)

Paraxiala strålar:

$$\frac{n}{\infty} + \frac{1}{b} = \frac{1-n}{-r} \Rightarrow b = \frac{-r}{1-n} = 1,43 \text{ cm}$$

Nest perifer stråle:

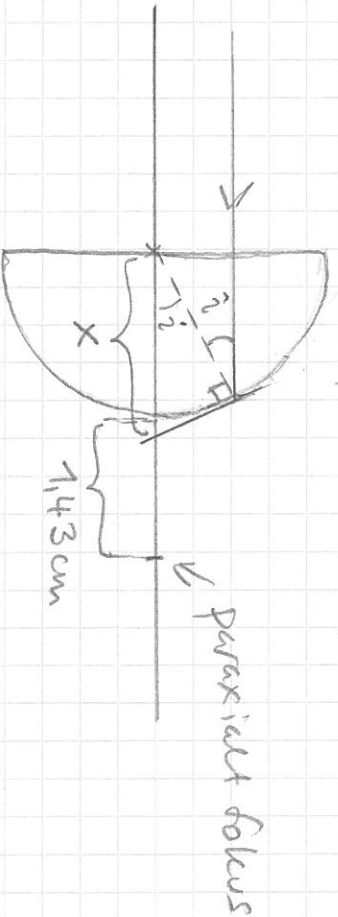
Strålar långt ut totalreflekteras vid andra ytan,

Totalreflektion om $\sin i = \frac{1}{n} \Rightarrow i \geq 36,0^\circ$

de blir brytningsvinkeln 90°

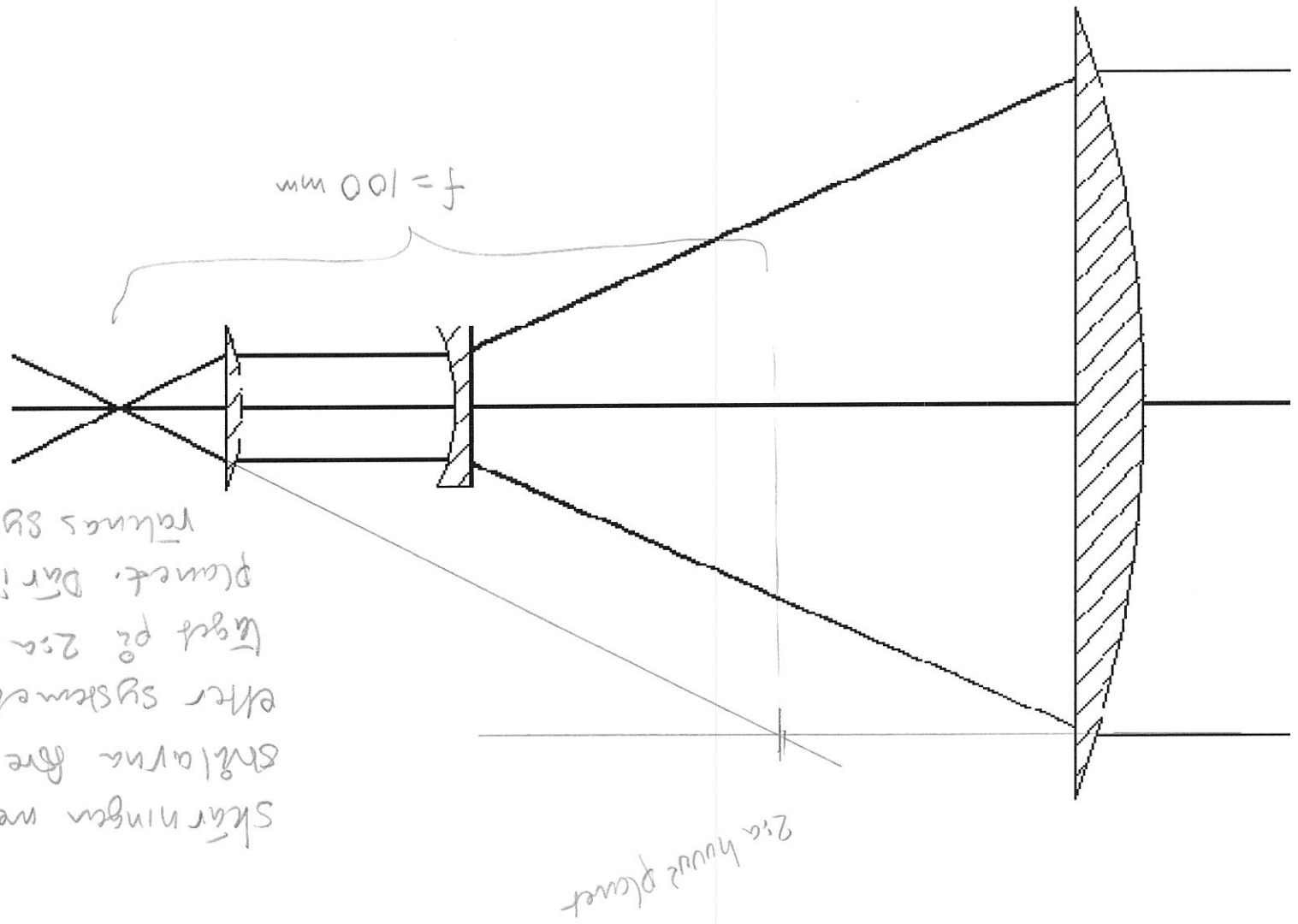
$$\cos i = \frac{1}{n} \quad \therefore X = \frac{1}{\cos 36,0^\circ} = 1,24 \text{ cm}$$

(mätt från plana ytan)



Svar värdet från plana sidor: 2,43 cm för paraxiala strålar, 1,24 cm för de strålar som går längst från axeln.

3c



Skärningen mellan
strålarne före och
efter systemet ger
läget på 2:a huvud-
planet. Därifrån
räknas systemets f .

Bilaga till tentamen i Optik FFY091: Uppgift 3c)

Svar: 100 mm

4

Skiluma har ulike optisk vglængd.

Bulvnd i optisk vglængd: $(n \cdot L - L)$

Interferens der skilum mæts

$$\text{max de } nL - L = m \cdot \lambda \quad m = 0, \dots$$

$$\text{min de } nL - L = (m' + \frac{1}{2}) \lambda \quad m' = 0, 1, \dots$$

$$\text{1'ra min de } n_1 = 1,4 : (n_1 - 1)L = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{1'ra max de } (n_2 - 1)L = \lambda$$

$$\text{2'ra min de } (n_3 - 1)L = \frac{3}{2}\lambda$$

$$\therefore \frac{L(n_1 - 1)}{L(n_2 - 1)} = \frac{\lambda/2}{\lambda} \Rightarrow 2(n_1 - 1) = (n_2 - 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_2 = 1,8 \quad (\text{max})$$

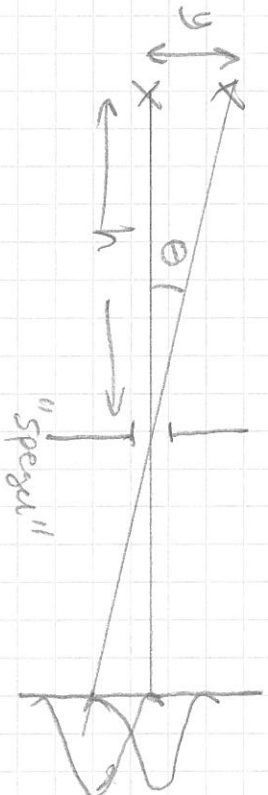
$$\frac{L(n_1 - 1)}{L(n_3 - 1)} = \frac{\lambda/2}{3\lambda/2} \Rightarrow 3(n_1 - 1) = (n_3 - 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_3 = 2,2 \quad \text{min}$$

<u>Svar:</u>	$n = 1,8$ for max
	$n = 2,2$ for min

5

Følgende er oppløsningsgrens:



$$D \sin \theta = 1,22 \lambda$$

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{h}$$

$$y = h \sin \theta = h \cdot 1,22 \lambda / D$$

$$y = 200\,000 \cdot 1,22 \cdot 600 \cdot 10^{-9} / 2 = 73,8 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{dvs: } y = 7 \text{ cm}$$

Svar: Punkter 7 cm især hvis man oppfører
(I forholdstallet blir oppløsningen
-belyst (lyst sånnre p.g.a. atmosfærens
innverkan))