

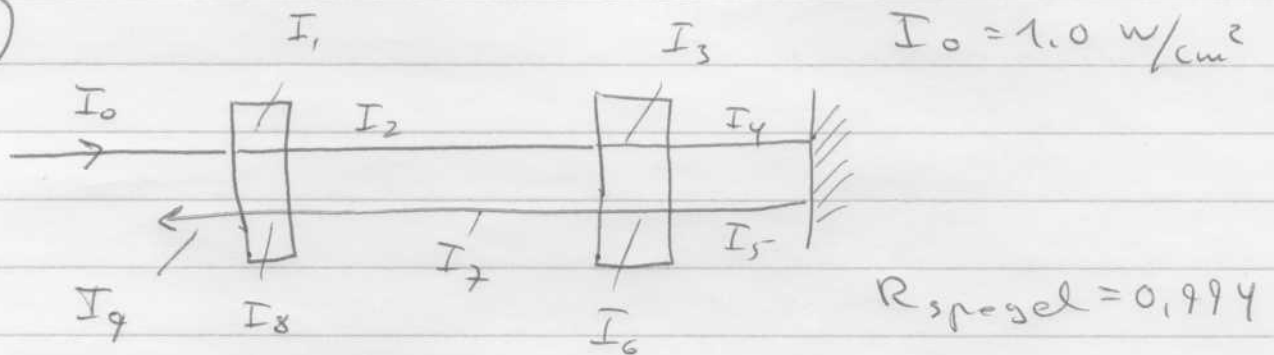
PRELIMINÄRA LÖSNINGAR

VÅGfysik och optik

2001-05-23

Anders Karlberg

1



a)

glasplatte: $n_g = 1.53$

$$I_1 = (1 - R_1) I_0, \quad R_1 = \left(\frac{n_g - 1}{n_g + 1} \right)^2 = 0.0439$$

$$R_2 = R_3 = R_4 = R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = R_1 \quad \text{---} \quad R_5$$

$$\Rightarrow I_9 = (1 - R_1)^8 \cdot R_{\text{spiegel}} \cdot I_0 =$$

$$= (0.956)^8 \cdot 0.994 \cdot I_0 = 0.694$$

$$\Rightarrow I = 0.694 \text{ W/cm}^2$$

b)

$\theta_i = 10^\circ$, polarization: $\perp$ zur Einfallsebene

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

$$\text{Extrema bei } \theta_{ie} = 1.53 \cdot \sin \theta_{te}$$

$$\Rightarrow \theta_{te} = 6.52^\circ$$

Internal buying angle: $\theta_{ii} = 6.52^\circ$

$$\Rightarrow \theta_{ti} = 10^\circ$$

$$\Rightarrow R_{te} = R_{ti} = R_t \approx 0.0457$$

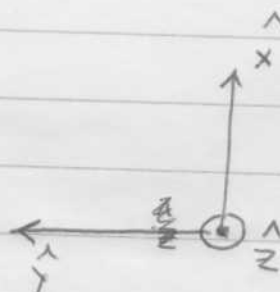
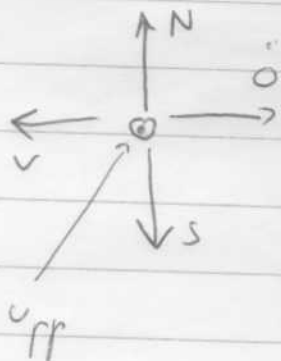
$$I_g = (1 - 0.0457)^8 \cdot 0.994 I_0 =$$

$$= 0.684 I_0$$

$$\Rightarrow I = 0.684 \text{ W/cm}^2$$

2

Koordinat system:



punkt källa: $\vec{E} = \frac{\vec{E}}{r} \cdot \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$

längs vertikallinjen: $\vec{E} = \frac{\vec{E}}{z} \cdot \sin(k \cdot z - \omega t)$

polarisation: nord-syd $\Rightarrow \vec{E} = \frac{E_0}{z} \hat{x} \cdot \sin(kz - \omega t)$

$\lambda = 852 \text{ nm}$

$\Rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} \approx 7370000 \text{ m}^{-1} = 7,37 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$

$\omega = k \cdot c = 2,21 \cdot 10^{15} \text{ rad/s}$

För $z = 1 \text{ dm}$ (på z-axeln): $I = 1,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2 = 12 \mu\text{W}/\text{m}^2$

$I = \frac{1}{2} \epsilon c E_0^2 \Rightarrow E_0(z=1 \text{ dm}) = 95,1 \text{ mV/m}$

$$E_0(z) = \frac{E_0}{z}$$

$$\Rightarrow E_0 = 9,51 \text{ mV/m} \cdot 1 \text{ dm} = 9,51 \text{ mV}$$

$$\Rightarrow E(\vec{r}, t) = \frac{9,51}{z} \hat{x} \cdot \sin(7,37 \cdot 10^6 \cdot z - 2,21 \cdot 10^{11} \cdot t) \text{ mV}$$

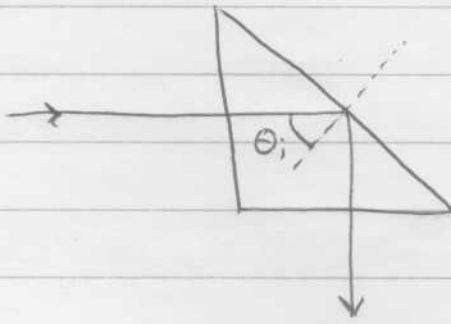
(med z i m och t i s)

$$B_0 = \frac{E_0}{c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{B}_0(\vec{r}) = \frac{|\vec{E}_0(\vec{r})|}{c} \cdot \hat{y} = \frac{E_0}{z \cdot c} \hat{y}$$

$$\Rightarrow \vec{B}(\vec{r}, t) = \frac{3,17 \cdot 10^{-11}}{z} \hat{y} \sin(\quad) \text{ T}$$

3



$$\lambda = 486 \text{ nm}$$

$$\text{CaF}_2 : n = 1.4770$$

normalt infall mot prismad $\Rightarrow \theta_i = 45^\circ$

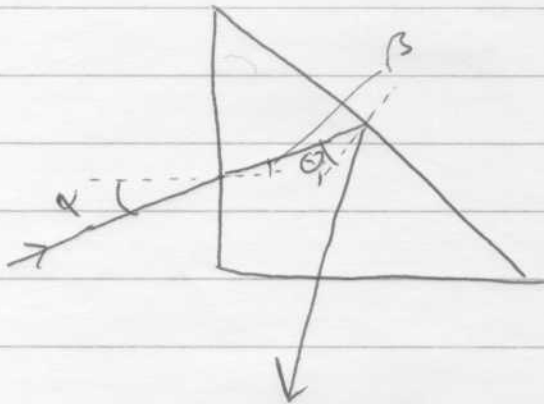
Kritisk vinkel för total reflektion:

$$n \cdot \sin \theta_c = 1 \cdot \sin 90^\circ = 1$$

$$\Rightarrow \theta_c = 42.61^\circ$$

$\therefore$ Total reflektion vid normalt infall (som önskat)

Om vinklarna nu ändras med α , enligt figur:



$$45^\circ + (90^\circ - \beta) + (90^\circ - \theta_i) = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \beta = 45^\circ - \theta_i$$

$$\theta_c = 42,61^\circ$$

$$\Rightarrow \beta_c = 45^\circ - \theta_c = 2,39^\circ$$

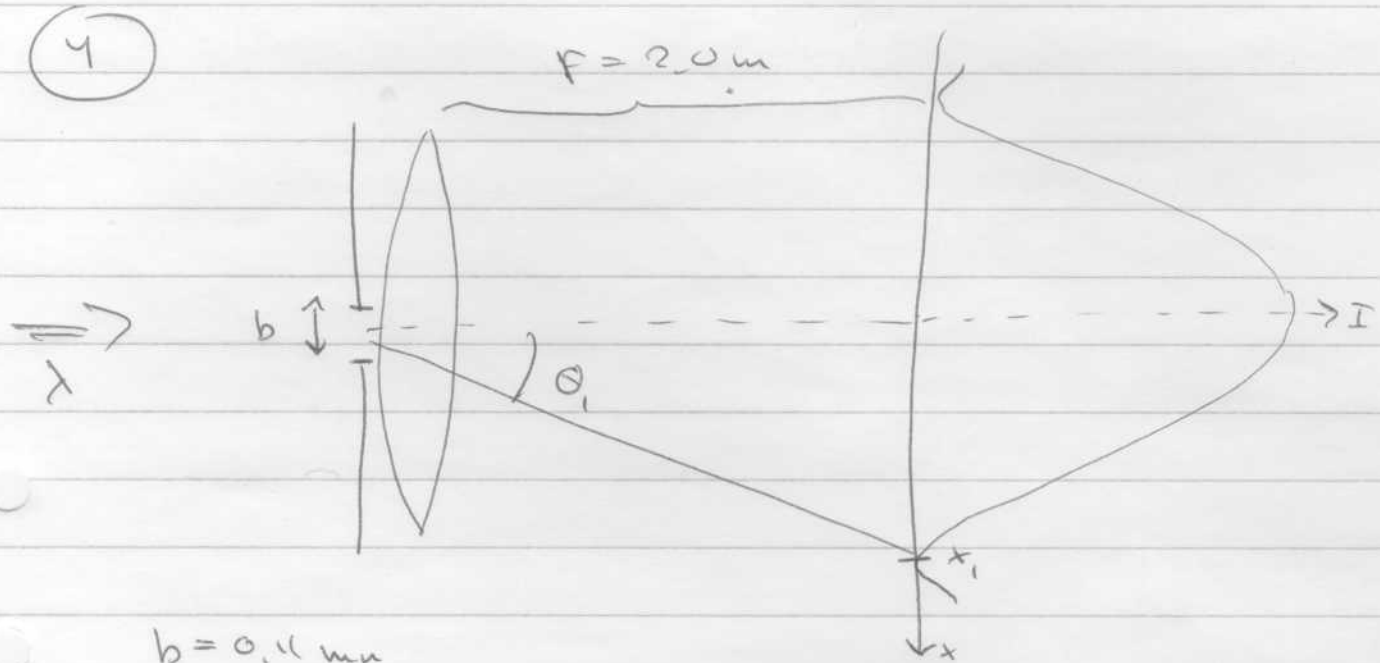
dvs: β får inte vara större än $2,39^\circ$

$$\text{Snell} = 1 \cdot \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

$$\Rightarrow \alpha_c = \arcsin(n \cdot \sin \beta_c) = 3,53^\circ$$

Svar: Vinkeln får vara högst $3,53^\circ$

"verifiera". "Uppifrån" finns det ingen begränsning, så länge infallande stråle träffar "hypotenusan"



$$b = 0.11 \text{ mm}$$

$$2x_1 = 23 \text{ mm}$$

Villkor för diff. min.: $b \sin \theta = m \lambda$, $m = 1, 2, \dots$

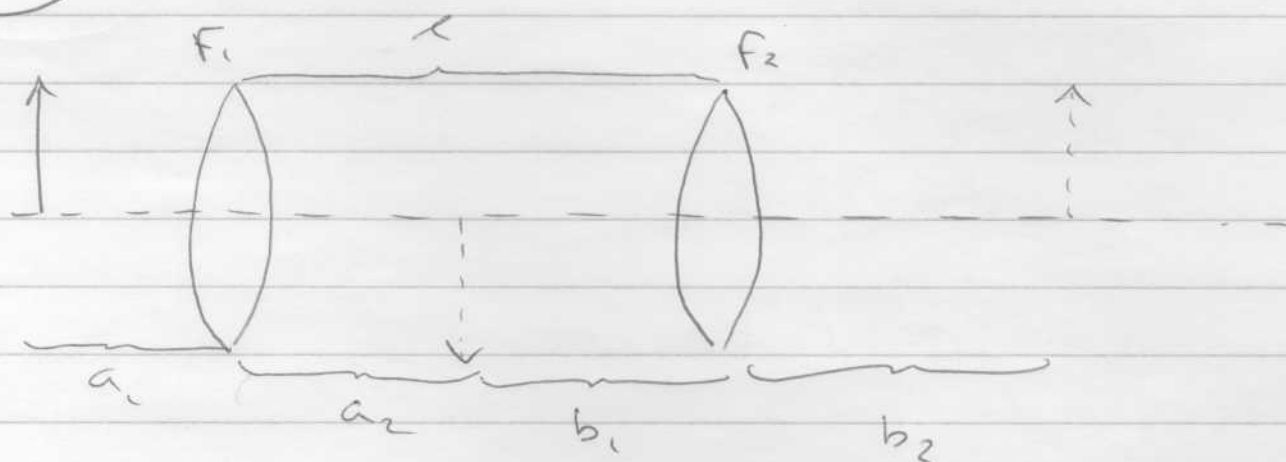
1:a min $\Rightarrow m = 1$

liten vinkel $\Rightarrow \theta \approx \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{x_1}{f}$

$$\Rightarrow b \cdot \frac{x_1}{f} = \lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = 632.5 \text{ nm}$$

5



$$f_1 = 30 \text{ cm}, \quad f_2 = 20 \text{ cm}, \quad a_1 = 40 \text{ cm}$$

a) $l = 150 \text{ cm}$

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow a_2 = 120 \text{ cm}$$

Förstoring: $M_1 = -\frac{a_2}{a_1} = -3$

$$l = a_2 + b_1 \Rightarrow b_1 = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \underline{\underline{b_2 = 60 \text{ cm}}} \quad (\underline{\underline{\text{Reell}}})$$

$$M_2 = -\frac{b_2}{b_1} = -2$$

$$M_{\text{tot}} = M_2 \cdot M_1 = \underline{\underline{+6}} \quad (\text{Rättvänd})$$

b)

$$l = 130 \text{ cm}$$

Första avbildningen o förändrad!

$$b_1 = l - a_2 = 10 \text{ cm}$$

$$b_2 = \left(\frac{1}{f_2} - \frac{1}{b_1} \right)^{-1} = \underline{\underline{-20 \text{ cm}}} \quad (\underline{\underline{\text{virtuell}}})$$

$$M_2 = -\frac{b_2}{b_1} = +2$$

$$M_{\text{tot}} = M_2 \cdot M_1 = \underline{\underline{-6}} \quad (\text{Inverterad})$$

c)

$$l = 110 \text{ cm}$$

$$b_1 = l - a_2 = -10 \text{ cm}$$

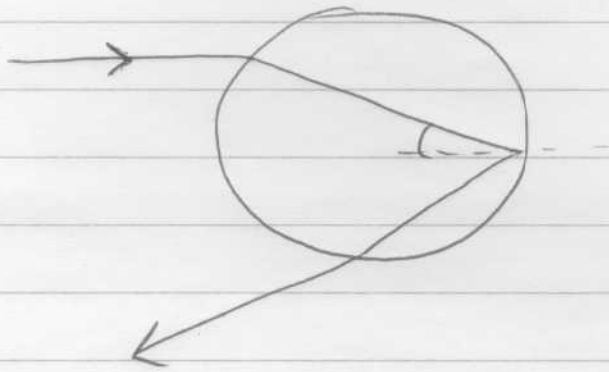
$$b_2 = \left(\frac{1}{f_2} - \frac{1}{b_1} \right)^{-1} = \underline{\underline{6.7 \text{ cm}}} \quad (\underline{\underline{\text{Reell}}})$$

$$M_2 = -\frac{b_2}{b_1} = \underline{\underline{0.67}} = 0.67$$

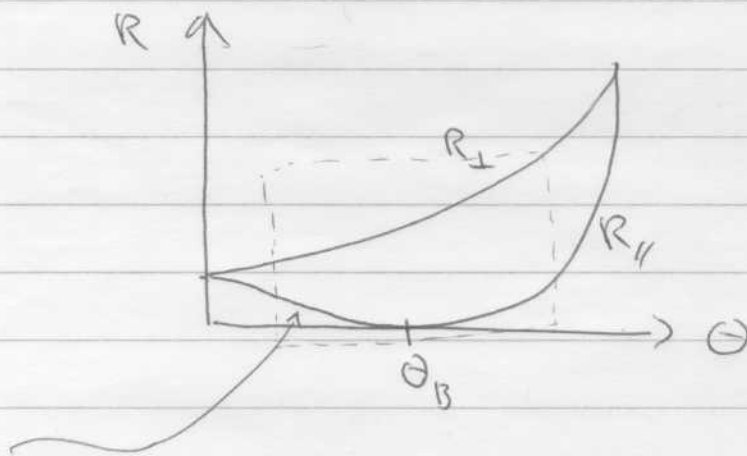
$$M_{\text{tot}} = M_2 \cdot M_1 = \underline{\underline{-2}} \quad (\underline{\underline{\text{Inverterad}}})$$

6

Regnbågen uppkomma genom
reflektion i en vatten dropp:



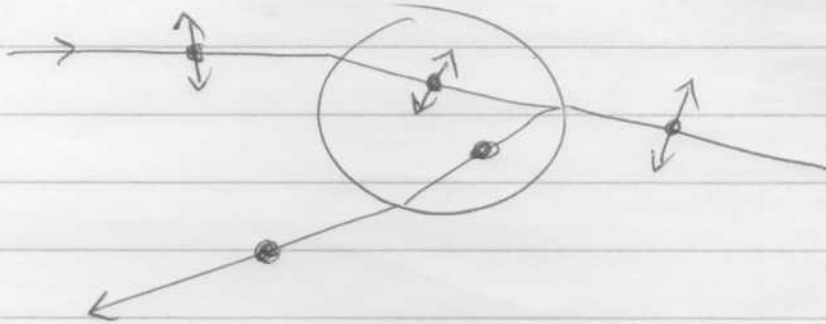
Reflektionen ligger näst intill nära Brewster-
vinkeln. Toleransen för detta är ganska
stora:



I hela detta intervall är det reflekterande
ljuset i stort sett linjärt polariserat
ortogonalt mot infallsplanet.

Infallsplanet: papprets ~~pa~~ plan, så som
den övre figuren ritats.

Seft runda sidan:



polarisation "ut ur pappiets plan"

Regnbågen sedd Framifrån:



Svar: linset är nästan enjär polariserat
i en riktning som ligger tangentiellt
med själva regnbågen

7

Michelsoninterferometer:

För flyttning av en spegel med 17 cm
 $\Rightarrow$ optiska vägar ändras med 34 cm

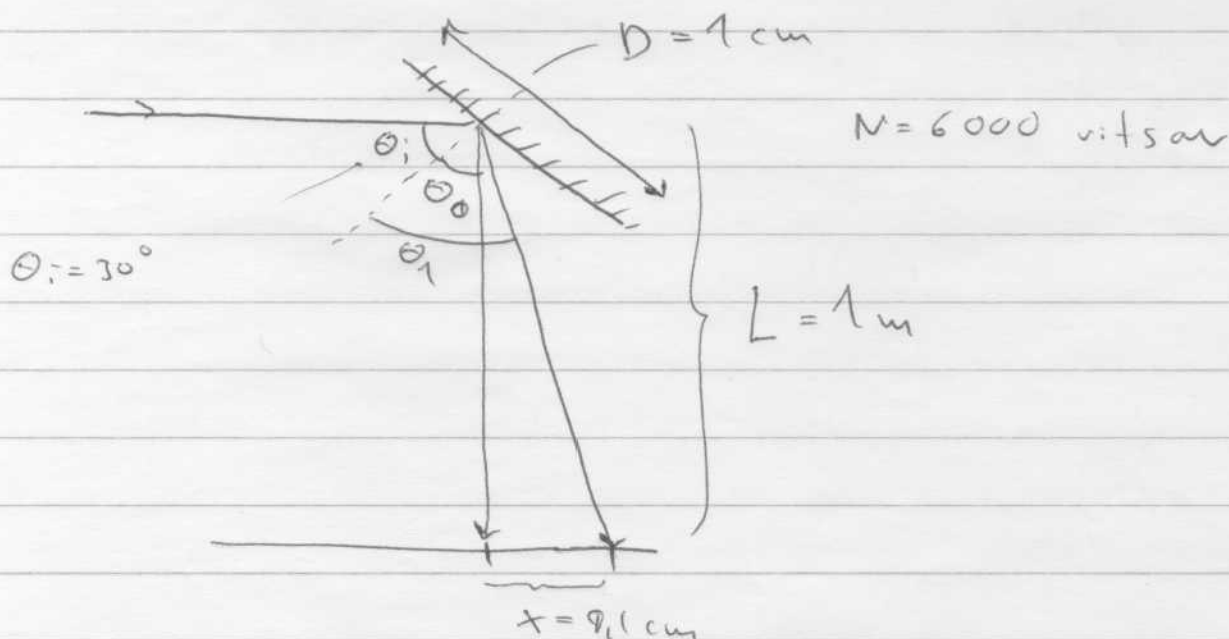
En sådan förändring leder till att
interferensriktningarna försvinner

$\Rightarrow$ kohärelängd: $l_k = 34$ cm

$$\tau = \frac{l}{c} = 1,13 \text{ ns}$$

$$\Rightarrow \Delta\nu = \frac{1}{\tau} = 880 \text{ MHz}$$

b) Studie med refl. gitter:



~~1.67~~

$$d = \frac{1 \text{ cm}}{6000} = 1,67 \text{ nm}$$

$$d (\sin \theta_m - \sin \theta_i) = m \lambda$$

nullte ordnung, $m=0$: $\theta_0 = \theta_i = 30^\circ$

$$\Delta \theta = \theta_1 - \theta_0$$

~~1.67~~

$$\tan \Delta \theta = \frac{\lambda}{L} \Rightarrow \Delta \theta = 5,2^\circ$$

$$\Rightarrow \theta_1 = 35,2^\circ$$

$$d (\sin \theta_1 - \sin \theta_i) = 1 \cdot \lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = 127 \text{ nm}$$