

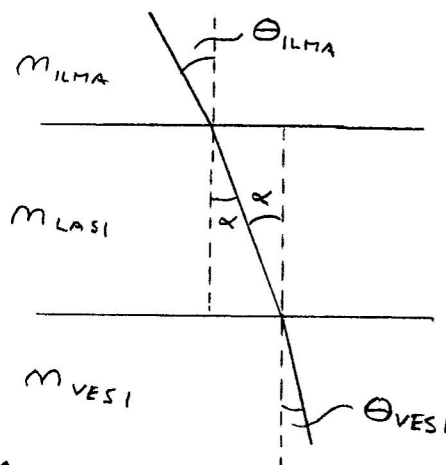
HARJOITUS 4

1. $m_{ILMA} \sin \theta_{ILMA} = m_{LASI} \sin \alpha$
 $= m_{VESI} \sin \theta_{VESI}$

ELI

$m_{ILMA} \sin \theta_{ILMA} = m_{VESI} \sin \theta_{VESI}$

LASIKAN SI (m_{LASI} , α) EI VAIKUTA
 LOPULLISEEN TAITEKULMAAN VETEEN θ_{VESI}



2. $\begin{cases} m_1 = 1,63461 \\ \lambda_1 = 656,3 \text{ mm} \end{cases} \quad \text{JA} \quad \begin{cases} m_2 = 1,64611 \\ \lambda_2 = 486,1 \text{ mm} \end{cases}$

a) $\begin{cases} m_1 = A + B/\lambda_1^2 \\ m_2 = A + B/\lambda_2^2 \end{cases} \Rightarrow m_1 - m_2 = B \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2} \right)$

$\Rightarrow B = \frac{m_1 - m_2}{\left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2} \right)} = \underline{6019,717918 \text{ (mm)}^2}$

JA

$A = m_1 - \frac{B}{\lambda_1^2} = \underline{1,620634372}$

VAST: $\begin{cases} A = 1,620634 \\ B = 6019,718 \text{ (mm)}^2 \end{cases}$

b) $\lambda_0 = 589,3 \text{ mm}$

$m_0 = A + \frac{B}{\lambda_0^2} = 1,637968$

$m_0 = \frac{\sin \frac{1}{2}(\delta + A)}{\sin \frac{1}{2}A} = \frac{\sin \frac{1}{2}(\delta + 60^\circ)}{\sin 30^\circ}$

$\Rightarrow \sin \frac{1}{2}(\delta + 60^\circ) = 0,8189840$

$\Rightarrow \delta_0 = 49,96643^\circ$

$(\delta = 2 \arcsin[m \sin \frac{1}{2}A] - A)$

TÄSSÄ $A = 60^\circ$, KOSKA
 PRISMA ON TASASIVUISEN
 (KAIKKI SIVUT YHTÄ PITKÄ)

C) KAIKKI AALLONPITUUDET F , D JA C LÄPÄISEVÄT PRISMAN "LÄHES" SYMMETRISESTI, JOTEN KAIKILLE PÄTEE

$$\delta = 2 \text{ARCSIN}[n \sin \frac{1}{2}A] - A \quad \text{NYT } A = 60^\circ$$

SAADAAN

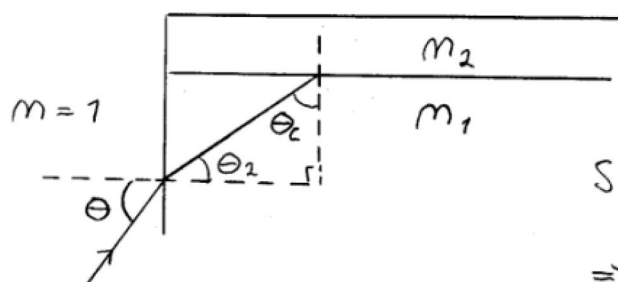
$$n_F = 1,64611 \Rightarrow \delta_F = 50,78358^\circ$$

$$n_D = 1,63796 \Rightarrow \delta_D = 49,96643^\circ$$

$$n_C = 1,63461 \Rightarrow \delta_C = 49,63183^\circ$$

$$\textcircled{D} = \delta_F - \delta_C = 1,15175^\circ \approx \underline{\underline{1,15^\circ}}$$

3.



$$n_1 = 1,66$$

$$n_2 = 1,52$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = 0,915663$$

$$\Rightarrow \theta_c = 66,30^\circ$$

KUVASSA KRIITTINEN TULOKULMA $\theta_c = 66,30^\circ$
 TAITEKULMA $\theta_2 = 90^\circ - \theta_c = 23,70^\circ$, JOTEN
 TULOKULMALLE θ LASKEMME

$$\sin \theta = n_1 \sin \theta_2 = 1,66 \cdot \sin 23,70^\circ = 0,667233$$

JOSTA

$$\theta = \text{ARCSIN}(0,667233) = \underline{\underline{41,85^\circ}}$$

KUN KULMA $\theta \leq 41,85^\circ$ ON $\theta_c \geq 66,30^\circ$ JA
 SÄDE ETENEE KUIDUSSA KOKONAISHEIJASTUMALLA

b) KUVASTA KRIITTISELLE KULMALLE

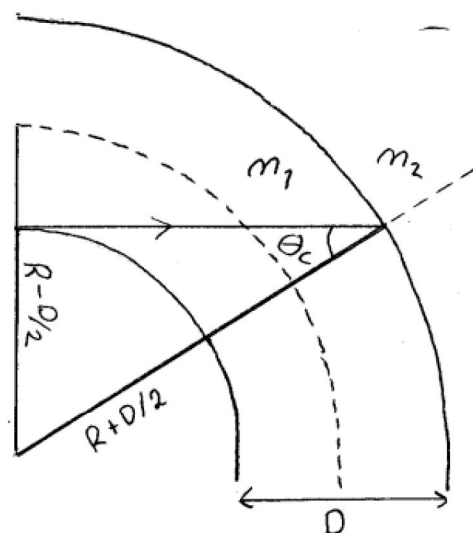
$$\sin \theta_c = \frac{R - D/2}{R + D/2}$$

TOISAALTA

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

JOTEN

$$\frac{R - D/2}{R + D/2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{R/D - \frac{1}{2}}{R/D + \frac{1}{2}} = \frac{n_2}{n_1}$$



JA LOPULTA $\frac{R}{D} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} = 11,357$

SÄDE ETENEE KOKONAISHEIJASTUEN, JOS

$R \geq 11,36D$

4

YKSI LISÄPOLARISAATTORI

$$I = I_1 \cos^2 45^\circ \cos^2 45^\circ = I_1 \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{2} \right) \right]^2$$

KAKSI LISÄPOLARISAATTORIA

$$I = I_1 \cos^2 30^\circ \cos^2 30^\circ \cos^2 30^\circ = I_1 \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{3} \right) \right]^3$$

$\vdots$
(SELVÄSTI)

N LISÄPOLARISAATTORIA

$$I = I_1 \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{N+1} \right) \right]^{N+1}$$

LASKETAAN :

$$N=1 \quad I = I_1 \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{2} \right) \right]^2 = 0,25 I_1$$

$$N=2 \quad I = I_1 \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{3} \right) \right]^3 = 0,42 I_1$$

$$N=5 \quad I = I_1 \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{6} \right) \right]^6 = 0,66 I_1$$

$\vdots$

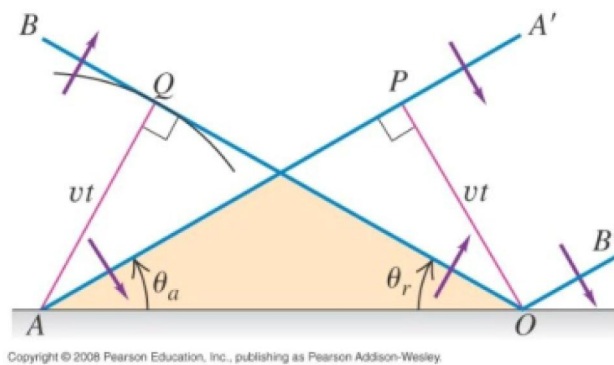
$$N = \infty \quad I = I_1 [\cos^2 0]^\infty = I_1 [1]^\infty = I_1$$

HAVAINTO

MITÄ ENEMMÄN LISÄPOLARISAATTOREITA
SITÄ ENEMMÄN VALOA PÄÄSEE LÄPI

5. Ensin P1:n TA (transmissioakseli) on pystysuunnassa, jolloin siroonneen valon polarisaation suunta on pystysuunnassa. Mieti tämä selväksi. Pohdi selväksi myös se, että vaikka P1 poistettaisiin kokonaan, niin P2:n suuntaan siroonnut valo on pystysuunnassa polarisoitunut. Näin ollessa, jos P2:n TA käännetään vaakasuuntaan, niin intensiteetti heikkenee. Jos edelleen P1 käännetään vaakasuuntaan, niin P2:n suuntaan ei siroa valoa ollenkaan. Tässäpä sinulle miettimistä. P2:n läpi menevä intensiteetti (jota ei ole) ei siis voi voimistua P1:n kääntyessä.

6



AALTORINTAMAN AP PISTEESTÄ A HEIJASTUNUT SÄDE
KULKEE MATKAN AQ SAMASSA AJASSA KUIN VIELÄ
HEIJASTUMATON SÄDE PISTEESSÄ P KULKEE MATKAN PO.
MOLEMPIEN SÄTEIDEN NOPEUS ON SAMA (ON SAMA VÄLIALINE),
JOTEN MYÖS MATKAT AQ JA PO OVAT YHTÄ PITKÄT.

KULMIOISTA:

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_r} = \frac{PO/AO}{AQ/AO} = \frac{PO}{AQ} = 1 \Rightarrow \theta_a = \theta_r$$

KULMISTA:

