

Løsning Øving 10

Løsning oppgave 1

a) Fra forelesningene ligning (4.9) har vi:

$$\sin \theta_c = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

Her er $n_1 = 1$, og θ_c skal være 45° som gir innsatt i (1):

$$n_2 = \frac{1}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx \underline{\underline{1.41}} \quad (2)$$

b) Skal prismekikkerten virke under vann, må vi der ha $\theta_c < 45^\circ$. Fra lign. (1) får vi:

$$\sin \theta_c = \frac{1.33}{1.50}$$

som gir:

$$\theta_c = 62.5^\circ \quad (3)$$

Dvs: Prismekikkerten virker ikke under vann.

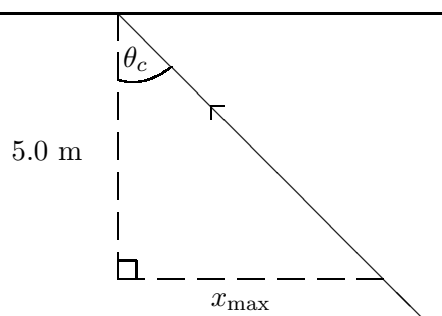
c) Minimalverdien for n_2 dersom prismekikkerten skal virke under vann er gitt ved:

$$\sin 45^\circ = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.33}{n_2}$$

som gir:

$$n_2 = \frac{1.33}{\sin 45^\circ} = \underline{\underline{1.88}} \quad (4)$$

Løsning oppgave 2



Vi kaller største horisontale avstand som sjøfuglen kan se haien for x_{\max} . Vi har da:

$$\sin \theta_c = \frac{1.00}{1.33} \Rightarrow \theta_c = 48.8^\circ$$

og

$$x_{\max} = 5.0 \text{ m} \cdot \tan \theta_c = \underline{\underline{5.7 \text{ m}}}$$

Løsning oppgave 3

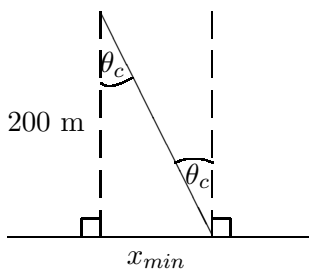
For alle typer bølger (også lydbølger) har vi fra lign (3.19a) i forelesningene:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (5)$$

For lyd får vi (på samme måte som for lys) totalrefleksjon når $\sin \theta_2 = 1$, dvs. når $\theta_1 = \theta_c$ er gitt ved:

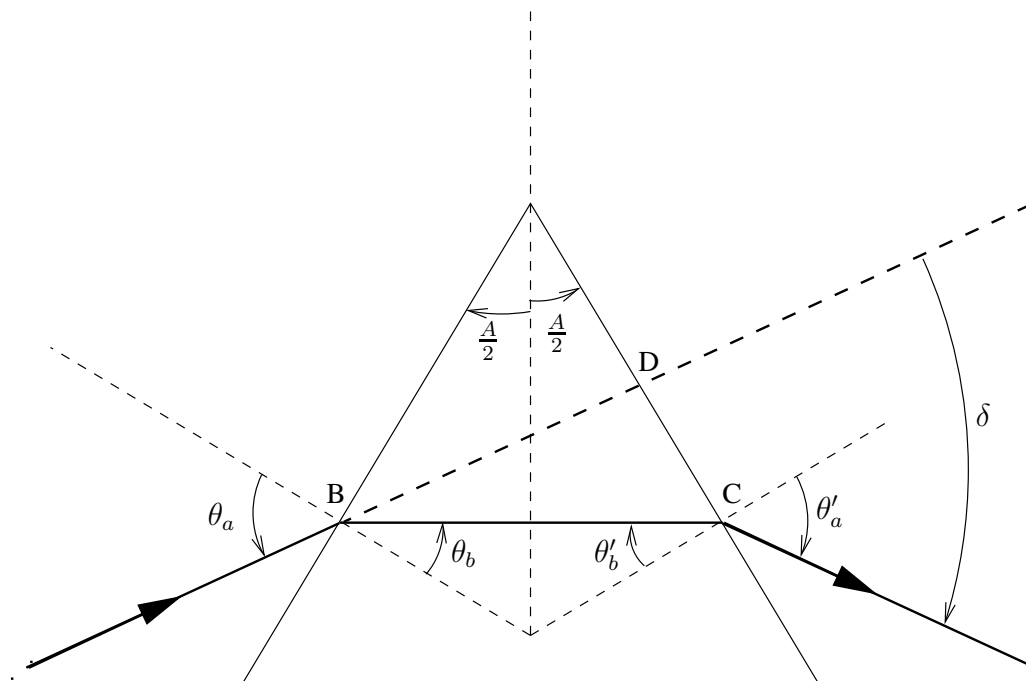
$$\begin{aligned} \sin \theta_c &= \frac{v_1}{v_2} = \frac{340}{1500} \\ \Rightarrow \theta_c &= 13.1^\circ \end{aligned} \quad (6)$$

Situasjonen i oppgaven er (med minimum avstand fra båten for totalrefleksjon kalt x_{\min}) som illustrert nedenfor:



som gir:

$$x_{\min} = 200 \text{ m} \cdot \tan 13.1^\circ \approx \underline{\underline{47 \text{ m}}} \quad (7)$$

Løsning oppgave 4

a) Ved figurbetraktning ser vi

$$\theta_b = A/2 \quad (8)$$

(Vinklenes høyre bein står normalt hverandre og også vinklenes venstre)

$$\angle CBD = \frac{\delta}{2} \quad (9)$$

(Symmetrisk gjennomgang og derfor like stor brytning gjennom begge flater.) Dermed:

$$\theta_a = \frac{\delta}{2} + \theta_b \stackrel{(8)}{=} \frac{\delta}{2} + \frac{A}{2} \quad (10)$$

Ved Snells brytningslov:

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n}{1} = n \quad (11)$$

(8) og (9) i (10) gir:

$$\underline{\underline{\sin \frac{\delta + A}{2}}} = \underline{\underline{n \sin \frac{A}{2}}} \quad \text{q.e.d} \quad (12)$$

b) $n = 1.62$ og $A = 60^\circ$

$$\sin \frac{\delta + A}{2} = n \sin \frac{A}{2} = 1.62 \cdot \frac{1}{2} = 0.81 \quad (13)$$

$$\Rightarrow \frac{\delta + A}{2} = 54.1^\circ$$

og

$$\delta = 2 \cdot 54.1^\circ - 60.0^\circ = 48.2^\circ \approx \underline{\underline{48^\circ}} \quad (14)$$

c)

$$\sin \frac{\delta_{\text{rød}} + A}{2} = n_{\text{rød}} \sin \frac{A}{2} = \frac{n_{\text{rød}}}{2} \quad (15)$$

$$\sin \frac{\delta_{\text{fiolett}} + A}{2} = n_{\text{fiolett}} \sin \frac{A}{2} = \frac{n_{\text{fiolett}}}{2} \quad (16)$$

 \Rightarrow

$$\sin \frac{\delta_{\text{fiolett}} + A}{2} - \sin \frac{\delta_{\text{rød}} + A}{2} = \frac{n_{\text{fiolett}} - n_{\text{rød}}}{2} \quad (17)$$

Rottmann s.42:

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

gir:

$$2 \cos \left(\frac{\delta_{\text{fiolett}} + \delta_{\text{rød}}}{4} + \frac{A}{2} \right) \sin \left(\frac{\delta_{\text{fiolett}} - \delta_{\text{rød}}}{4} \right) = \frac{n_{\text{fiolett}} - n_{\text{rød}}}{2} = 0.02 \quad (18)$$

$$\frac{\delta_{\text{fiolett}} + \delta_{\text{rød}}}{2} \approx \delta_{\text{med } n=1.62}$$

gir innsatt i (18):

$$2 \cos \left(\frac{48.2^\circ + 60.0^\circ}{2} \right) \sin \left(\frac{\delta_{\text{diff}}}{4} \right) = 0.02 \quad (19)$$

der $\delta_{\text{diff}} \equiv \delta_{\text{fiolett}} - \delta_{\text{rød}}$ og videre:

$$\sin \frac{\delta_{\text{diff}}}{4} = \frac{0.02}{1.173} \approx 0.0171$$

som gir:

$$\delta_{\text{diff}} = 3.91^\circ \approx \underline{\underline{3.9^\circ}} \quad (20)$$

Merknad:

Bare det som er dekket av denne oppgaven er pensum av A&F kap 33.6.