

Opgave 8

Opgavedel: Lys sendes fra en ukendt væske til luft. Lysets frekvens i væsken er $5,09 \cdot 10^{14}$ Hz. Indfaldsvinklen er 30° og brydningsvinklen er 47° . Bestem lysets hastighed og bølgelængde i væsken, samt lysets bølgelængde og frekvens i luften. Hvad sker der, hvis indfaldsvinklen øges til 50° . Husk at forklare de fysiske størrelser, som indgår i beregningerne.

Øvelsesdel: Joules lov

Opgivet oplysninger.

Lysets frekvens i væske og luft $5,09 \cdot 10^{14}$ Hz	Sin $i = 30^\circ$
Sin $b = 47^\circ$	$v_2 = 3,00 \cdot 10^8$ m/s (lysets hastighed i luft)
Sin i ændres til 50°	

Først beregner vi lysets fart i det materiale lyset kommer fra.

Brydningsloven:

$$\frac{\sin i}{\sin b} = \frac{v_1}{v_2}$$

i = lysstrålens indfaldsvinkel (ift. planets normal),
 b = lysstrålens brydningsvinkel (ift. planets normal),
 v_1 = lysets fart i det materiale lysstrålen kommer fra
 v_2 = lysets fart i det materiale lysstrålen går over i

Sin i er 30°

$$\frac{\sin(i)}{\sin(b)} \cdot v_2 = v_1 = \frac{\sin(30)}{\sin(47)} \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 2,05 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Sin i ændres til $50^\circ \Rightarrow$ ny brydningsvinkel.

$$\frac{\sin(i)}{\sin(b)} \cdot v_2 = v_1 = \frac{\sin(50)}{\sin(47)} \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 3,142 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

over lysets hastighed i vakuum ... ikke godt. :)

Her efter beregner vi lysets bølgelængde.

$$v = \lambda \cdot f$$

v = udbredelsesfarten

λ = bølgelængden

f = frekvensen

Ved Sin i er 30°

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2,05 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{5,09 \cdot 10^{14}} = 402 \text{ nm}$$

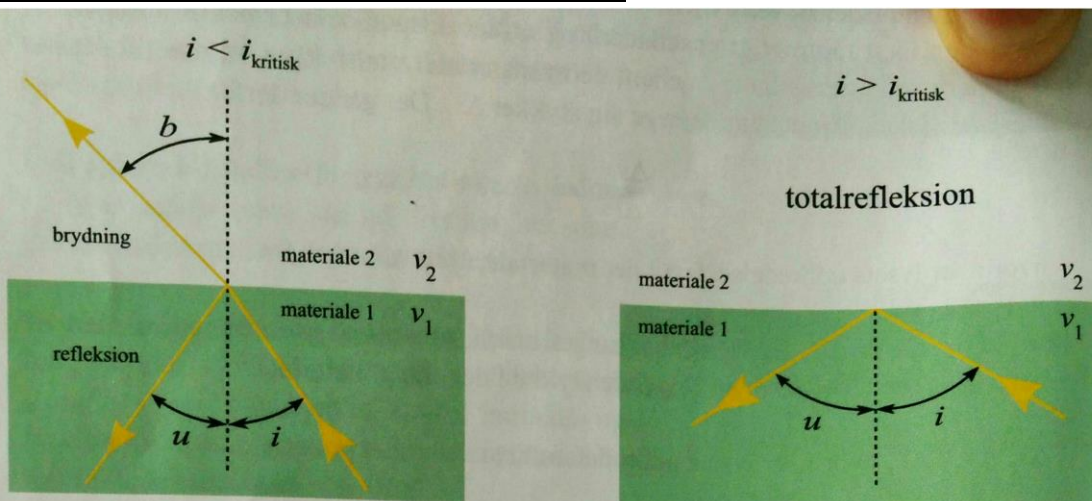
ved $i = 50^\circ$

total refleksion

Sin i ændres til 50°

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3,142 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{5,09 \cdot 10^{14}} = 6,168 \cdot 10^{-7} = 617 \text{ nm}$$

Bonus info: Frekvensen er altid den same uanset hvilket materiale lyset går fra og til, selv væske. Det skal ses lidt lige som vandbølger, bølge toppene "forsvinder" ikke bare.



Den kritiske vinkel kan bestemmes ved at sætte $\sin b = 1$, idet der, som nævnt, vil ske totalrefleksion i de tilfælde, hvor $\sin b$ ifølge brydningsloven ($\frac{\sin i}{\sin b} = \frac{v_1}{v_2}$) skulle være større end 1. Da $\sin i$ maksimalt kan have værdien 1, er der kun mulighed for totalrefleksion hvis $\frac{v_1}{v_2} < 1$. Derfor er der kun mulighed for totalrefleksion, hvis udbredelseshastigheden i det materiale lyset kommer fra (materiale 1), er mindre end i materiale 2.



Bestemmelse af i_{kritisk}

Beregn den kritiske vinkel for en lysstråle, der bevæger sig i rudeglas mod en grænseflade til luft. Dette kan gøres på følgende vis:

$$\frac{\sin i}{\sin b} = \frac{v_1}{v_2} \text{ og } \sin b = 1 \Rightarrow \sin i_{\text{kritisk}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1,99 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 0,6633$$
$$\Downarrow$$
$$i_{\text{kritisk}} = \sin^{-1}(0,6633) = 41,6^\circ$$

Dette resultat betyder:

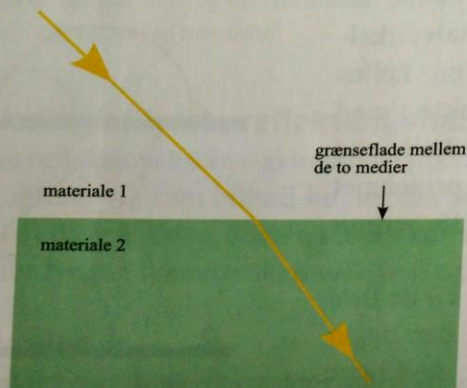
Hvis indfaldsvinklen er mindre end $41,6^\circ$, vil der ske brydning og refleksion.

Hvis indfaldsvinklen er større end $41,6^\circ$, vil der ske totalrefleksion.

9.7. Lysets brydning mellem to materialer

En lysstråle, der passerer en grænseflade mellem fx luft og glas, kan brydes, sådan at lysstrålen fortsætter i en anden retning, end den lysstrålen havde før den passerede grænsefladen.

Betragter man passagen fra det ene materiale (fx luft) til det andet (fx glas) fra siden, kan det skitseres som på figuren nedenfor.



Teori

Ved dette forsøg vil vi eftervise Joules lov, det vil blive nærmere beskrevet i dette afsnit.

Vi forventer at der er en sammenhæng imellem måleserie 1 og 2. Hvor vi har en fast strøm og fast tidsrum. Vi håber på at se nogle sammenhænge imellem nogle konstanter og se sammenhæng imellem tidsrum, temperaturstigning og strømstyrke.

I vores forsøg havde vi to måleserier, hvor vi ved den første måleserie, skal bevise en sammenhæng mellem temperaturstigning $\Delta temp$ og tidsrummet Δtid . Vi havde en strømstyrke på 3 A, som var en fast strømstyrke igennem første måleserie, hvor vi forhøjede tidsrummet med 60 sek. pr måling.

For at beskrive den første måleserie i joules lov vil vi sætte den ind i en graf, og herefter se sammenhængen, ud fra vores målinger.

I den anden måleserie havde vi derimod et fast tidsrum på 120 sek., hvor vi ændrede strømstyrken (A)

Joules lov: $P = R * I^2$	Q=Størrelsen af vinkelret ladning
P= Effekten – omsat energi	R= Resistansen
I = Strømstyrke	E = omsat energi
K = Konstant	U= Spændingsforskellen

For at eftervise joules lov omskriver vi formelen, så vi kan komme vores målinger ind i en graf, ud fra Joules lov.

Joules lov: $P = R * I^2 \rightarrow$ Kan følgende omskrives:

$$\rightarrow \frac{E}{\Delta t} = R * I^2$$

$$\rightarrow E = R * I^2 * \Delta t$$

Denne formel kan vi omskrive videre, hvor $Q=E$, størrelsen af vinkelret ladning = omsat energi

$$Q = m * c * \Delta t$$

$$m * c * \Delta temp = R * I^2 * \Delta t$$

$$\Delta temp = \frac{R * I^2 * \Delta t}{m * c}$$

Nu hvor vi har omskrevet denne formel, har vi (isoleret) nogle konstanter i vores formel, som vi kan viderefører over i vores ligning, så vi kan putte vores målinger ind i et koordinatsystem.

Vi kan nu følgende vise at vores hældning ser følgende ud i vores 2 målsierier.

$$\text{Målserie 1: } a1 = \frac{R \cdot I2}{m \cdot c}$$

$$\text{Målserie 2: } a2 = \frac{R \cdot \Delta tid}{m \cdot c}$$

Dette efterviser vi i afsnittet databehandling.