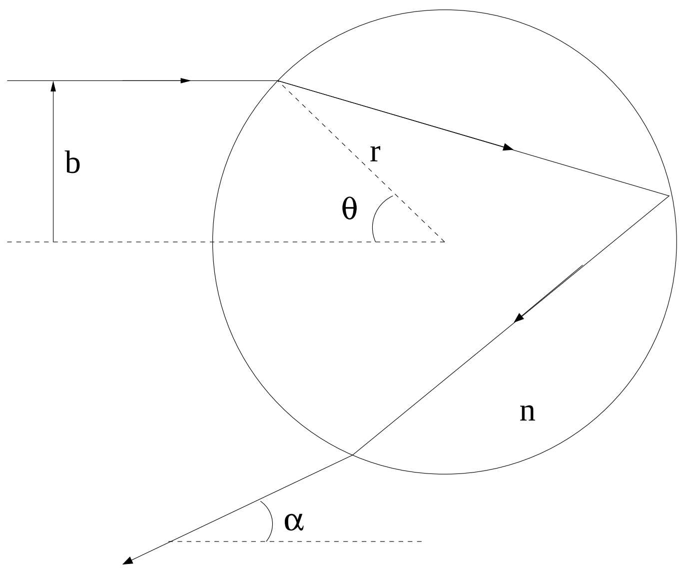
FY1002/TFY4160 Bølgefysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2010.
Veiledning: Tirsdag 2. november og onsdag 3. november. Innleveringsfrist: Mandag 8. november kl 12:00.

Øving 10

Oppgave 1 *Lysgang i dielektrisk kule*

Figuren viser lysgangen gjennom ei dielektrisk kule med radius r og brytningsindeks n (f.eks. en vanndråpe) for en lysstråle som treffer kula i avstand b over senterlinjen. Denne avstanden opptrer forresten ofte i *spredningseksperimenter*, der et eller annet "prosjektil" skytes inn mot et objekt (her hhv lysstrålen og kula). Den kalles da gjerne *støtparameteren* (*impact parameter*).



Vis at støtparameteren for lyset med minst avbøyningsvinkel (og dermed maksimal verdi for vinkelen α) er

$$b = r\sqrt{(4-n^2)/3}$$

Vi ser her på lys som gjennomgår *en* refleksjon, dvs den primære regnbuen.

Oppgitt:

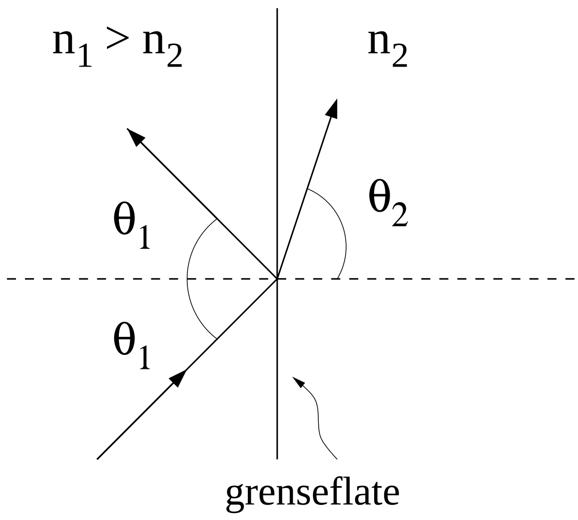
$$\alpha = 4\arcsin\left(\frac{1}{n}\sin\theta\right) - 2\theta$$

(Dvs: Det omgivende mediet er luft med brytningsindeks 1.)

$$\frac{d}{dx}\arcsin x = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

Oppgave 2 *Total indre refleksjon*

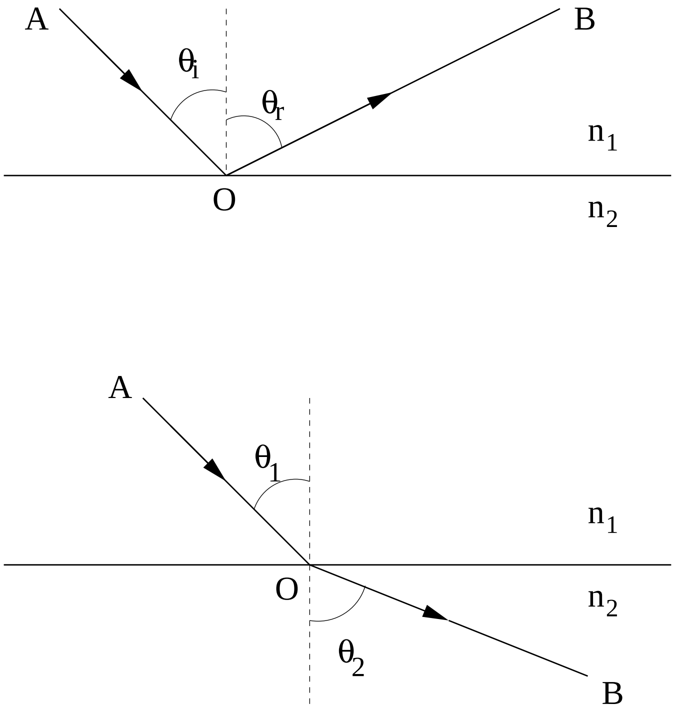
Snells lov setter en øvre begrensning på innfallsvinkelen θ_1 for at en lysstråle i det hele tatt skal kunne transmitteres inn i et medium med lavere brytningsindeks n_2. Bestem denne øvre grensen θ_1^{max}.



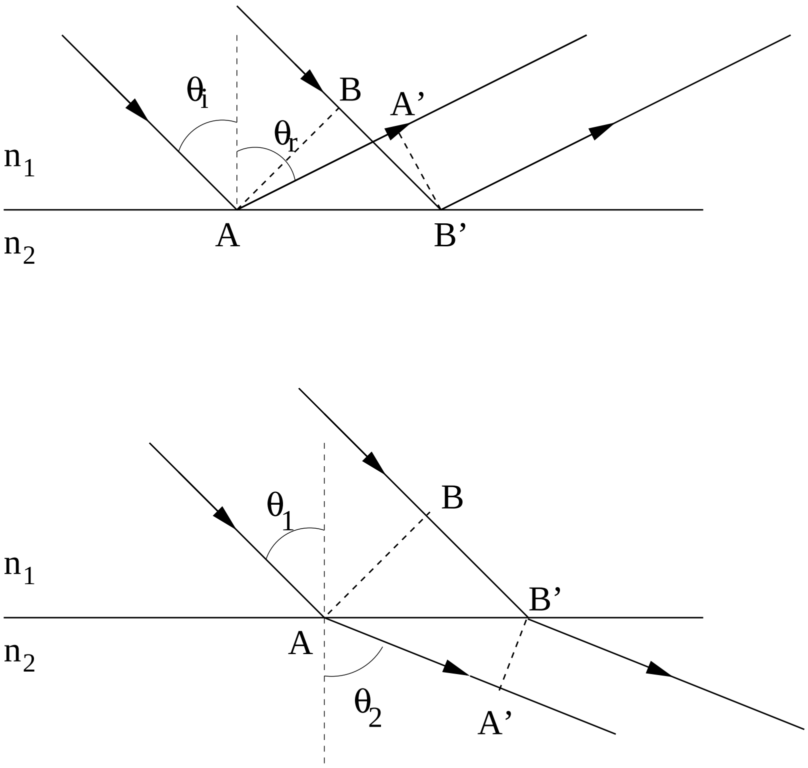
Dersom θ_1 er større enn θ_1^{max}, blir lyset fullstendig reflektert i grenseflaten. Dette fenomenet kalles *total indre refleksjon* og utnyttes blant annet i optiske fibre.

Oppgave 3 *Fermats og Huygens' prinsipp*

Utled refleksjonsloven og brytningsloven ved hjelp av Fermats prinsipp og Huygens' prinsipp. Hvis du synes det blir mye på en gang: Gjennomfør f.eks. to av de i alt fire utledningene nå og ta de to siste når du leser til eksamen, eller en dag du kjeder deg. Ta utgangspunkt i Figur 1 og Figur 2 nedenfor. I Figur 1 betrakter vi en lysstråle som går fra posisjon A til posisjon B via en posisjon O i grenseflaten mellom de to mediene. I Figur 2 angir de stiplede linjene AB og A'B' plane bølgefronter.

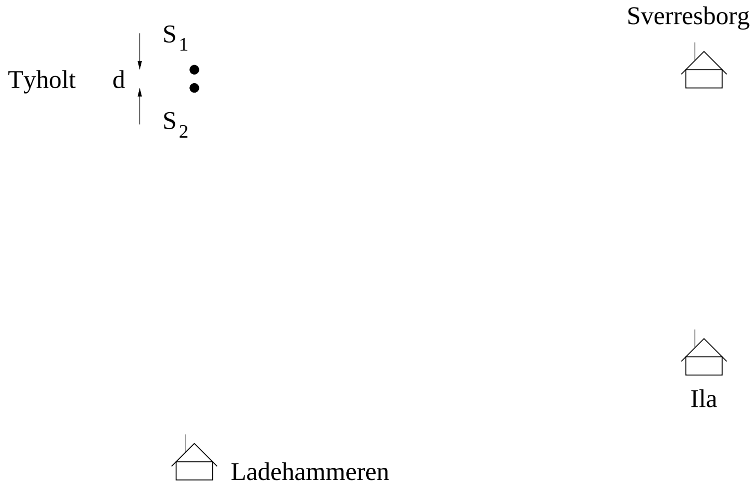


Figur 1. Fermats prinsipp



Figur 2. Huygens’ prinsipp

Oppgave 4 *Interferens med dipolantenner*



En radiostasjon sender fra Tyholt på frekvensen 92.3 MHz med to vertikale dipolantenner S_1 og S_2 som oscillerer i fase og som er plassert med en innbyrdes avstand $d = 3.25$ m, som vist i figuren. Vertikalt betyr her normalt papirplanet. Avstanden fra Tyholt til de tre inntegnede boligene er stor i forhold til d, og betydelig større enn det figuren gir inntrykk av.
Hvor ville du bosette deg hvis dette var din favoritt-radiostasjon? Foreslå et eller flere tiltak som vil gjøre det mulig å lytte til denne stasjonen både på Sverresborg, i Ila og på Ladehammeren. (Vi tar det for gitt at det er nødvendig med minst to antenner for å oppnå tilstrekkelig effekt.)

Oppgave 5 *Youngs tospalteeksperiment*

Hva skjer med intensitetsfordelingen i Youngs tospalteeksperiment dersom hele apparaturen senkes ned i vann ($n = 1.33$)?