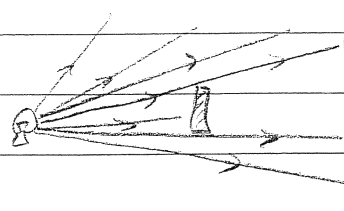


Geometrisk optik - stråloptik

Ljus behandlas som strålar som går i rätta linjer - bortse från vågegenskaper
Antag att $\lambda \approx 0$

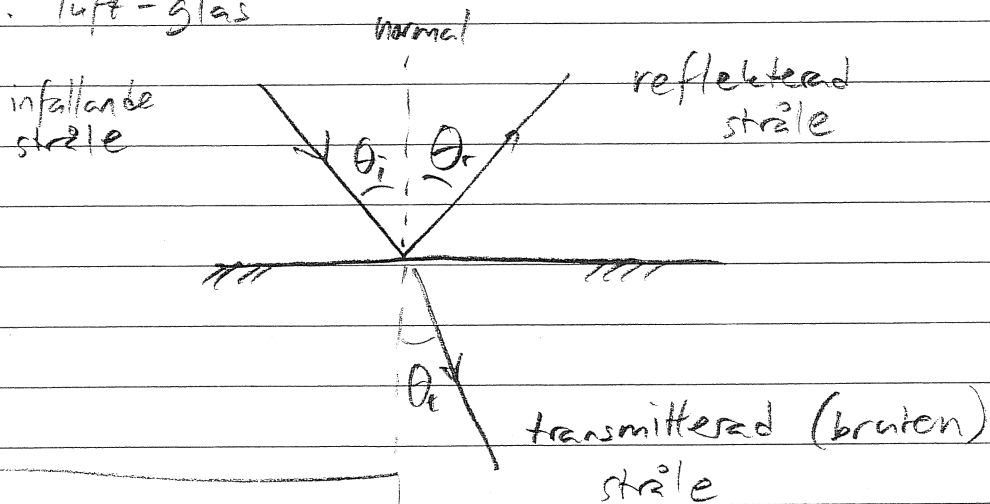


(Ljus: $\lambda \leq 1 \mu\text{m}$)

Användbart för att behandla avbildningar i optiska system.

Ljusbrytning och reflektion

Betrakta gränsyta mellan två medier (genomskinliga)
ex. luft-glas



Reflektionslagen:

$$\theta_r = \theta_i$$

Brytningslagen - Snells lag:

$$\sin \theta_i \propto \sin \theta_t$$

Benämna proportionalitetskonstanterna som:

$$n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t \quad \text{SNELLS LAG}$$

n_i, n_t kallas brytningsindex för de olika medierna.

Ju större skillnad, desto kraftigare brytning

Vakuum: $n = 1$ (definition)

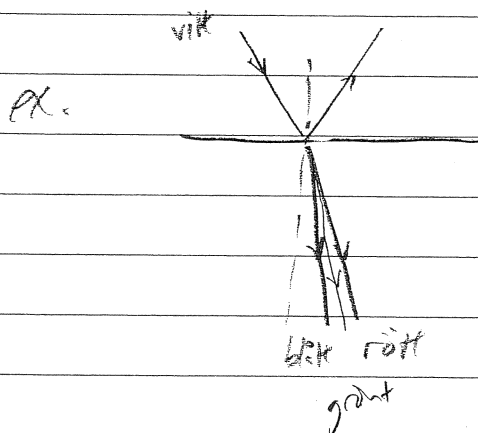
Luft: $n = 1,0003$

Vatten: $n = 1,33$

Glas: $n \approx 1,5$ beroende på typ

finns tabell i Ph. 466

Dispersion: Brytningsindex kan vara olika beroende på färg (= våglängd!) hos ljuset



Jfr. prisma, regnbågen

Brytningsindex hänger samman med ljushastigheten i mediet:

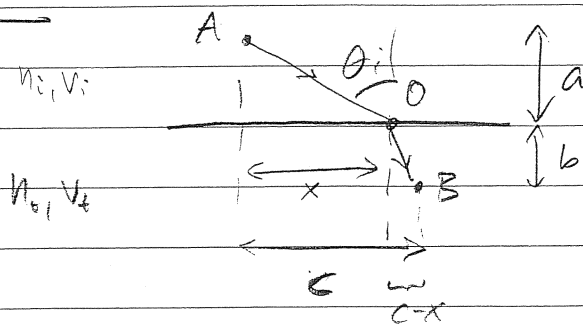
$$v = \frac{c}{n}$$

n = "hur mycket långsammare går ljus i mediet"

[Fysikalisk process: atomerna i mediet absorberar + återutsänder fotonerna $\rightsquigarrow$ $\rightsquigarrow$]

Fermats Princip

Ljuset tar den väg från A till B som tar minst tid



$$\underline{\text{Tid:}} \quad t = \frac{AO}{v_i} + \frac{OB}{v_t}$$

$$= \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{v_i} + \frac{\sqrt{b^2 + (c-x)^2}}{v_t}$$

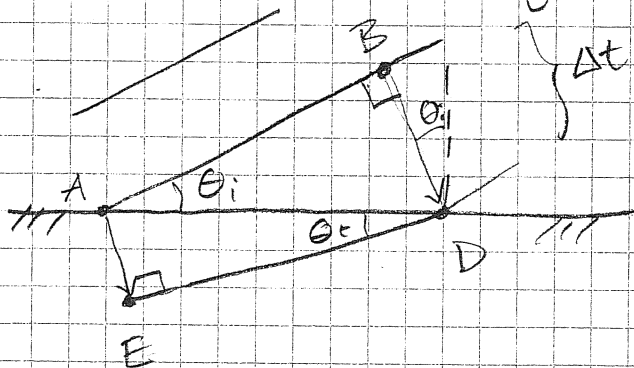
x skall vara sådant att t är minimum

$$0 = \frac{dt}{dx} = \frac{x}{v_i \sqrt{a^2 + x^2}} - \frac{c-x}{v_t \sqrt{b^2 + (c-x)^2}}$$

$$= \frac{\sin \theta_i}{v_i} - \frac{\sin \theta_t}{v_t}$$

$$\Rightarrow n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t \quad \text{som utlovat}$$

Brytning: betrakta en vågfront vid två tidpunkter



$$\sin \theta_i = \frac{BD}{AD}$$

$$\sin \theta_t = \frac{AE}{AD}$$

$$\frac{\sin \theta_i}{BD} = \frac{\sin \theta_t}{AE}$$

men $BD = v_i \Delta t$

$AE = v_t \Delta t$

$$\frac{\sin \theta_i}{v_i} = \frac{\sin \theta_t}{v_t} \Rightarrow$$

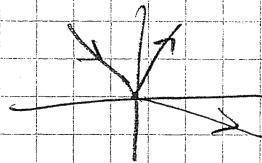
$$n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t$$

SNELLS LAG.

$n_i < n_t$ (från tunnare till tätare medium) ^{Extern refl -}

→ ljus bryts mot normalen.

$n_i > n_t$ (tätare → tunnare) ^{Intern refl -}: bryts från normalen

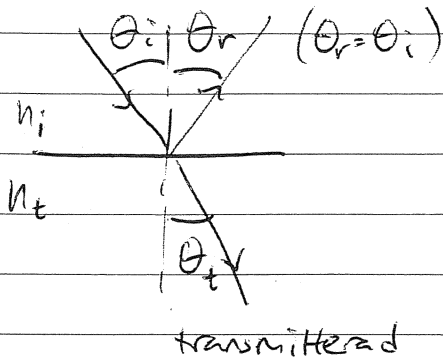


Sammanfattning:

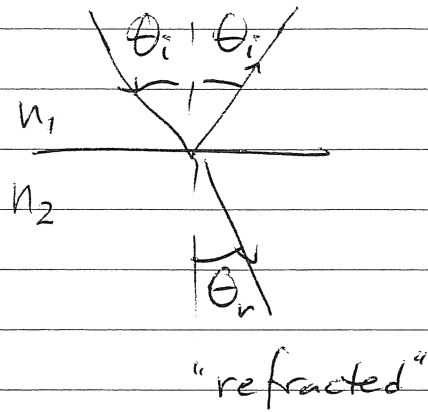
- inkommande, reflekterad och transmitterad väg ligger i samma plan
- $\theta_i = \theta_r$
- Snell $n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t$

Obs! Physics Handbook

PPP



Ph



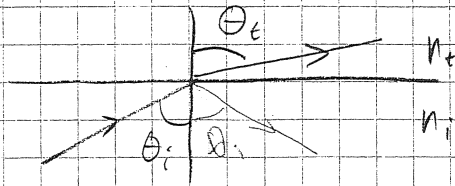
(I praktiken får vi inga problem eftersom
vi kommer att gnugga snells lag så vi
kan den utantill.)

Fullständig reflektion

Intern refl

Tätare $\rightarrow$ tunnare

$$n_i > n_t$$



$$\text{Snell: } \sin \theta_t = \frac{n_i}{n_t} \sin \theta_i$$

$\uparrow$
 > 1

$\therefore$ Det finns en vinkel $\theta_i = \theta_c$ som ger $HL = 1$
 $\Rightarrow \underline{\theta_t = 90^\circ}$

Kritiska vinkeln.

För $\theta_i \geq \theta_c$ är $HL \geq 1$ - ingen genomsläppt stråle.

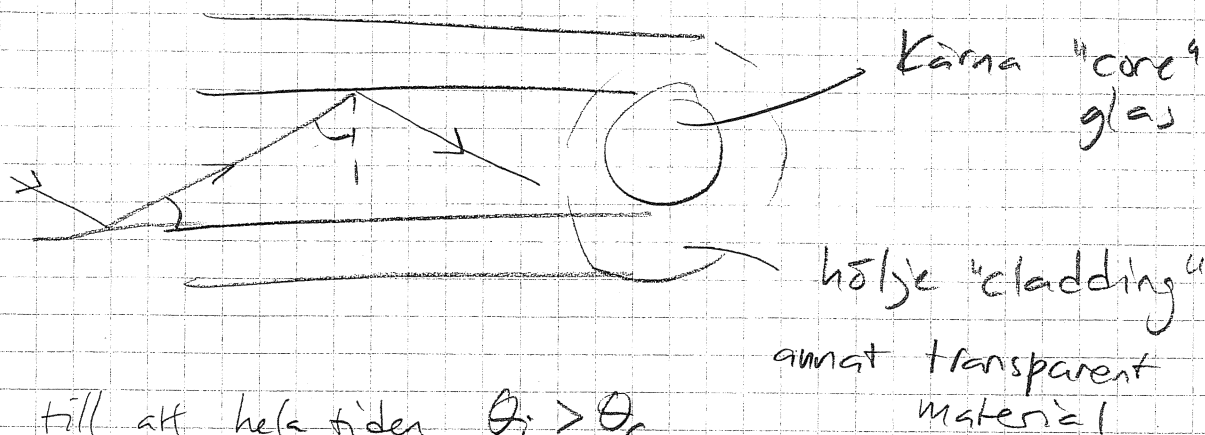
Fullständig reflektion.

Glas-luft:

$$1 = \frac{n_i}{n_t} \sin \theta_c$$

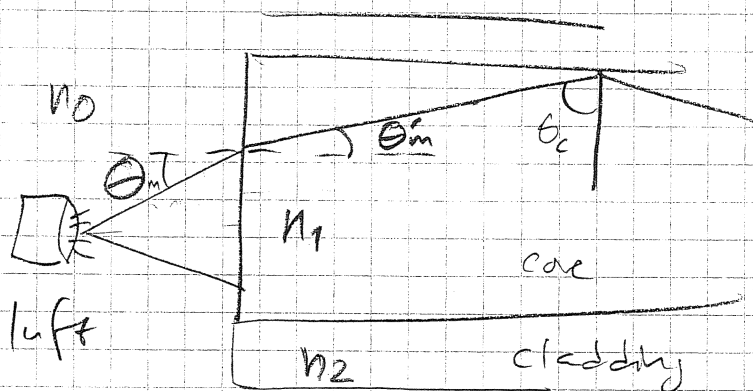
$$1 = 1,5 \sin \theta_c \Rightarrow \theta_c \approx 42^\circ$$

Utnyttjas i fiberoptik.



Se till att hela tiden $\theta_i > \theta_c$

När ljuset skall in i fibern:



$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{krit. vinkel}$$

$$\theta_c = 90^\circ - \theta'_m \Rightarrow \cos \theta'_m = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{1 - \sin^2 \theta'_m}$$

Gör om till sin så kan vi använda snell

Inkommande ljusstrålar får inte ha större vinkel än

$$n_0 \sin \theta_m = n_1 \sin \theta'_m = n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

= N.A. Numeriska aperturen.

(Ju större desto bättre.)