

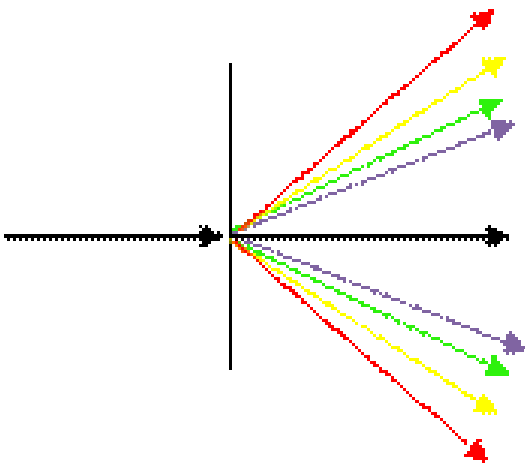
Indhold

Bølger.....	2
Det synlige spektrum.....	2
Interferens.....	4
Optisk gitter og gitterligning.....	5
Bølgeenergi.....	6
Brydningsindeks.....	6
Refleksionsloven.....	8
Total refleksion.....	9

Bølger

Det synlige spektrum

Når lys sendes gennem et optisk gitter, afbøjes det. Afbøjningen afhænger af lysets bølgelængde. Når hvidt lys (dvs. lys der indeholder hele det synlige spektrum) sendes gennem et optisk gitter, vil farvernes forskellige bølgelængder betyde, at lyset deles op i hele spektret.



Figur 1

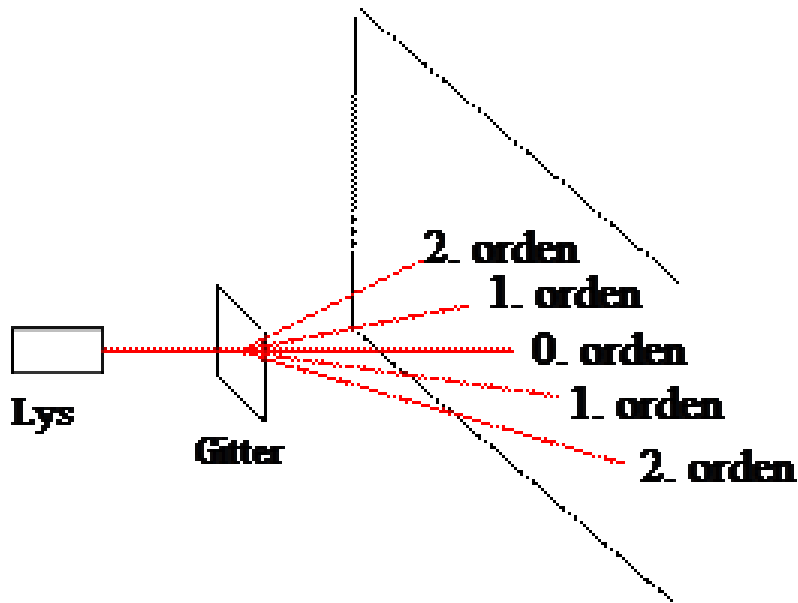
Hvidt lys

Optisk gitter

Når lys med bølgelængden λ passerer et optisk gitter med gitterkonstanten d (afstanden mellem to riller i gitteret), vil der efter gitteret observeres konstruktiv interferens af lyset i de retninger θ_n (afbøjningsvinklen), der er givet ved gitterligningen:

$$d \cdot \sin \theta_n = n \cdot \lambda \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

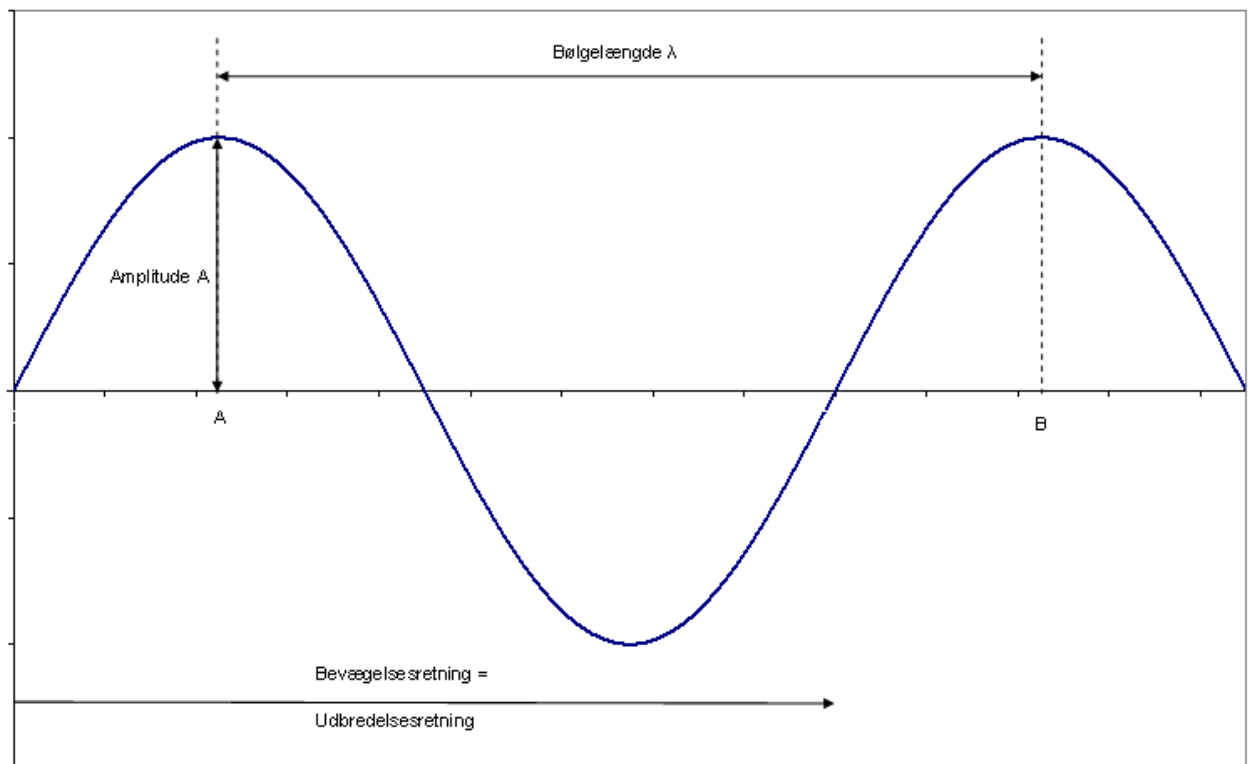
hvor n kaldes afbøjningens orden.



Figur 2

På gitteret oplyses ofte antallet af linjer pr. (f.eks.) mm. Et typisk gitter kan f.eks. have 100 linjer/mm (betegnes d^{-1}). Afstanden mellem midten af to nabospalter kan da beregnes som $d = 1/100$ mm.

Ex. Lys og lyd
Lys: bølge, foton



F = Frekvens, [f] = s⁻¹ = Hz (svingninger pr. tid)

T = svingningstiden(periode), [T] = s

$$F = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{F}$$

λ : bølglængde [λ] = m (måler fra bølgetop til bølgetop)

A : Amplitude, det største udsving fra ligevægt (forskellen på højeste og laveste divideret med 2)

v = $\lambda/T = \lambda \cdot f$: bølgeligning

[v]=m/s

En bøge er en forstyrrelse

Længdebølger (lyd)

- Svinger i samme retning som udbredelsesretningen
- Tværbølger (Lys - kan både være en bølge og en foton - kan danne farver - farvespektrum)
- Svinger på tværs ad udbredelsesretningen

Interferens

- Bølger der "rammer" hinanden
- => Ny bølge → Den resulterende bølge

Konstruktive - 2 bølger " går sammen" og bliver større

Konstruktiv interferens

$$\Delta x = n \cdot \lambda, n=0,1,2,3\dots$$

Destruktive - 2 bølger " går sammen" og bliver mindre(evt. udslukker)

Destruktiv interferens

$$\Delta x = n \cdot \lambda + \frac{1}{2} \cdot \lambda, n=0,1,2,3\dots$$

lagttagelseslinjer

Vandbølger

Høj-lav-høj-lav

Lydbølger

Kraftig-svag-kraftig-svag

Lysbølger

Lys-mørke-lys-mørke

Hvis afstanden mellem højtalerne øges vil antallet af linjer med konstruktiv/destruktiv interferens også øges.

Optisk gitter og gitterligning

Optisk gitter

-glas/plastik

Parallele streger/linjer

d: gitterkonstant afstanden mellem 2 linjer = gitterkonstanten

eksempel:

300 linjer pr. mm

$$d = \frac{1\text{mm}}{300} = 0.003\text{ mm}$$

Eksempel:

333 linjer pr. mm

$$d = 1\text{mm}/333 = 10^{-3}\text{m}/333 = 3 \cdot 10^{-6}\text{m}$$

Gitterligning

$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin(\theta_n)$$

N = orden og er lysstråle "nummer" i forhold til den ikke afbøjede stråle

λ = lysets bølgelængde

d = afstanden mellem spalterne = gitterkonstanten

θ_n = vinklen hørende til ordenen n (teta N)

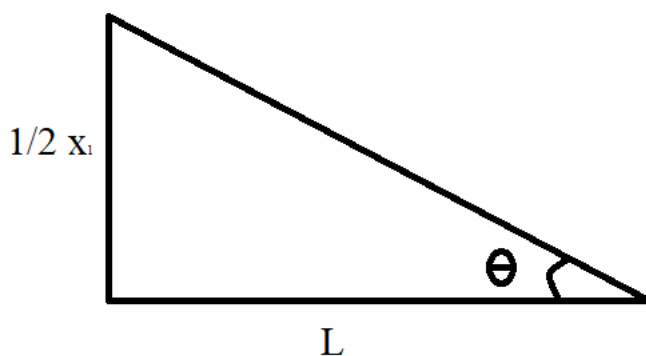
$$d = \frac{n \cdot \lambda}{\sin(\theta_n)}$$

Hvis du gerne vil finde vinklen, kan du bruge følgende ligninger:

$$\tan(\theta_n) = \frac{x_n}{L} \text{ (Hvis du kender afstanden L, altså afstanden fra gitter til væg)}$$

$$\theta_n = \tan^{-1}\left(\frac{x_n}{L}\right) \text{ (Hvis du kender afstanden L, altså afstanden fra gitter til væg)}$$

$$\sin\theta_n = \frac{\mu \cdot n}{d} \text{ (Kan du bruge hvis du kun kender gitterkonstanten)}$$



Bølgeenergi

$$E_{\text{foton}} = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

c = Lysets hastighed

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = \text{Planck konstant} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

gravitationsloven

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

R = afstand mellem de 2 objekter

$$F_t = F_g$$

$$M_1 \cdot g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$M \cdot g = G \frac{m_2}{r^2} m$$

$$G = G \frac{m_2}{r^2}$$

Brydningsindeks

Kun for lys = Beskrivelse af lysets brydning fra VACUUM til STOF

$$n = \frac{c}{v} \leq 1$$

c: lysets hastighed i vacuum/luft =

$$c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

v = hastigheden i stoffet

n = tal, fortæller hvor let en lysstyrke kan bevæge sig gennem et stof.

(hvis andet ikke er oplyst $n_{\text{luft}} = 1,0$)

v vil altid være mindre end c

Alle bølger

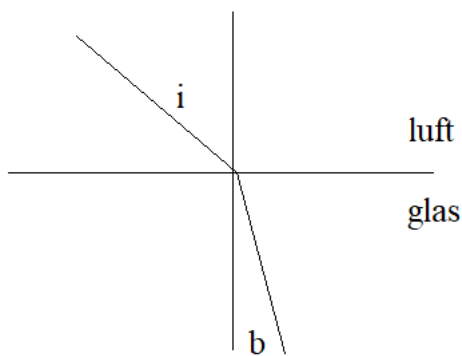
Brydning sker ved en overgang mellem to forskellige materialer.

Ved overgangen ændres retningen, hastighed, bølgelængden, men frekvensen er konstant.

$$\frac{\sin(i)}{\sin(b)} = \frac{v_1(\text{indgangsvinklen})}{v_2(\text{udgangsvinklen})}$$

$$= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{nb}{ni}$$

Noget af det bliver brudt mens andet bliver reflekteret - den bliver reflekteret i samme vinkel som indfaldsvinklen.



Anden formulering:

$$n_{stof} = \frac{v_{vac}}{v_{stof}} = c(v_{stof}) > 1$$

n_{stof} er stoffets absolutte brydningsindeks

n_{stof} er karakteristisk for stoffet

$$v_{luft} \approx v_{vac} \text{ så } n_{luft} \approx 1$$

Brydningsloven for overgangen VACUUM \rightarrow STOF

$$\frac{\sin(i_{vac})}{\sin(b_{stof})} = \frac{\lambda_{vac}}{\lambda_{stof}} = \frac{c}{v_{stof}} = n_{stof}$$

Lysets brydning fra stof1 til stof2

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} = \frac{c}{v_2} \cdot \frac{v_1}{c} = \frac{c \cdot v_1}{c \cdot v_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin(i_1)}{\sin(b_2)} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \sin(i_g)$$

i_g = grænsevinklen (den vinkel hvor alt lyset reflekteres)

$0^\circ \leq i \leq 90^\circ$: refleksion

$i_g \leq i \leq 90^\circ$: total refleksion

$0 \leq i \leq i_g$: brydning

Ved overgang fra stof1 til stof2 kan der forekomme totalrefleksion

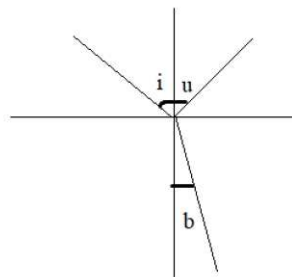
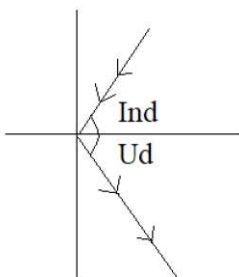
Refleksionsloven

$$l = u$$

$$v(\text{hastighed}) = \lambda \cdot f$$

f: konstant

$$f = v/(\lambda)$$



Brydningsloven:

$$\left(\frac{\sin(i)}{\sin(b)} \right) = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \text{konstant}$$

i = indfaldsvinklen

b = brydningsvinklen

(u / r = refleksionsvinklen)

$i > b$ og $i < b$

$v_1 > v_2$ og $v_1 < v_2$

$\lambda_1 > \lambda_2$ og $\lambda_1 < \lambda_2$

Total refleksion

$\sin(i) = \frac{n_b}{n_i}$ Hvor

(da $\sin b$ er 90° , er det 1)

i_g er grænsevinklen

n_i er brydningsindekset for det stof, lyset kommer fra
 n_b er brydningsindekset for et stof, lyset passerer ind i.

$I < i_g$ $i = i_g \Rightarrow b = 90^\circ$

$i > i_g$: Totalrefleksion

$I_g =$

$n_1 > n_2$

$I > i_g$

Alle vinkler er større, ellers kan der ikke opstå totalrefleksion