

Lysforsøg

Kunstig solnedgang.....	2
Mål tykkelsen af et hår	5
Hvorfor blinker stjernerne?	7
Polarisering af lys.....	9
Beregning af lysets bølgelængde.....	10

Kunstig solnedgang

Forsøg nr.: 76

Formål: At demonstrere spredning af hvidt lys. At forstå mekanismen bag himlens farver.

Resume: Hvidt lys sendes igennem et vandkar, hvori der opblandes en lille smule urenheder (for eksempel mælk). Dette spreder lyset og laver en rød "solnedgang".

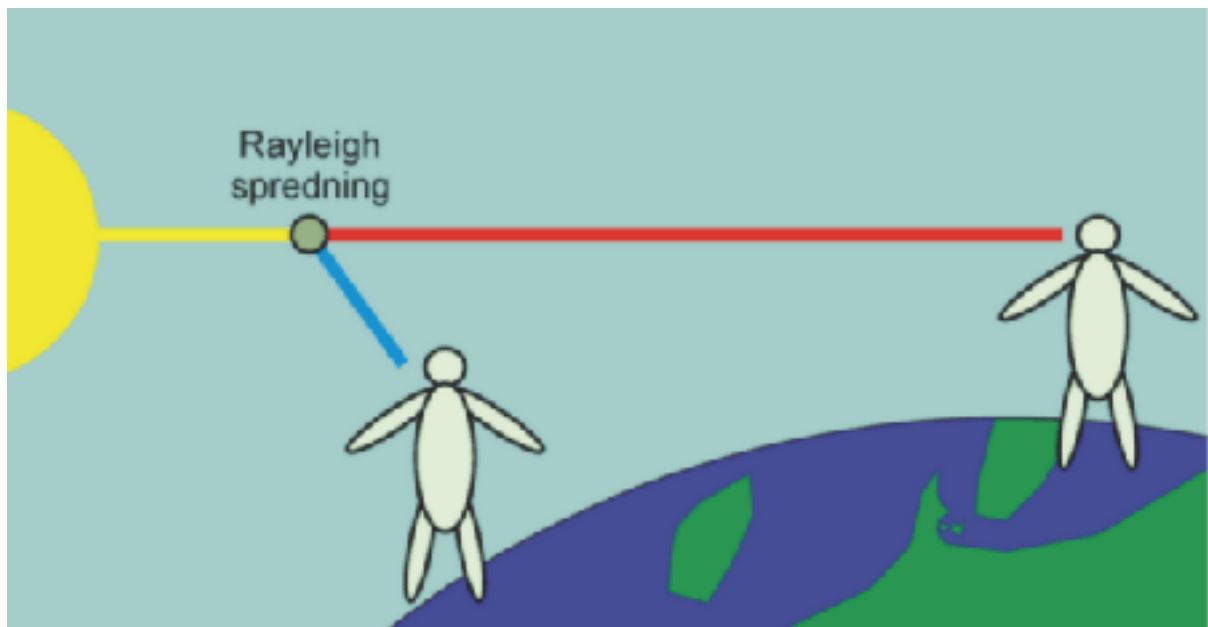
Nøgleord: Astronomi, elektromagnetisk stråling, spektralanalyse, brydning, farver, lys, polariseret lys.

Beskrivelse:

Hvorfor er himlen blå? Hvorfor er solnedgangen rød? To simple spørgsmål, som kan besvares ved hjælp af dette forsøg.

Hvidt lys består i virkeligheden af alle farver. Dette ses tydeligst ved at sende en lysstråle igennem et prisme, der som bekendt spreder lyset ud i en regnbue. Tilsvarende består lyset fra Solen af alle farver, og når Solens lys rammer Jordens atmosfære, vil lyset blive spredt på både luftens molekyler og på små støv- og smog-partikler, der befinder sig i atmosfæren.

Spredningsprocessen polariserer lyset, hvilket vil kunne ses med et polarisationsfilter. Når Jordens atmosfære er fyldt med ekstra meget skidt og støv, vil solopgang og solnedgang typisk virke endnu mere rød end normalt. Dette kan være tilfældet ved ekstra kraftig luftforurening, skovbrande og vulkanudbrud.

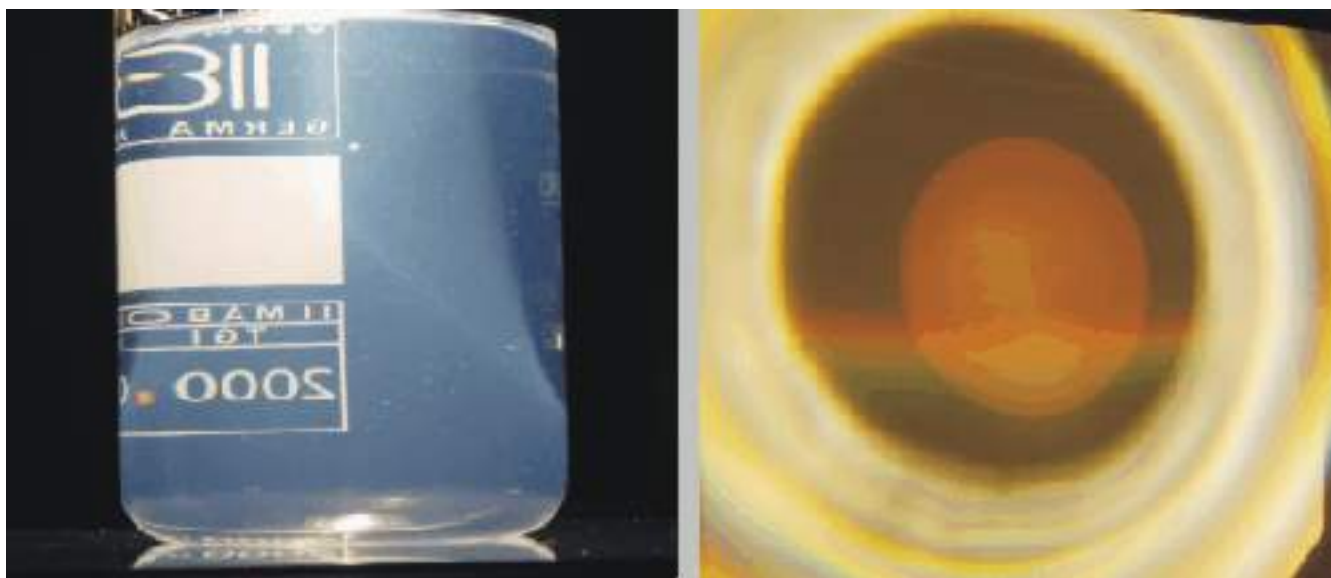


Solens lys spredes på luftmolekyler og støvpartikler, hvorved det blå og det røde lys spredes forskelligt. Manden til højre ser en rød sol stå lavt over horisonten, mens manden til venstre ser en blå himmel.

På ovenstående tegning ser man situationen, hvor en person oplever en rød solnedgang. Man kan dog spekulere på, hvorfor Solen først bliver rød, når den er ved at gå ned. Når Solen står højt på himlen, bliver det blå lys jo *også* spredt mere end det røde...

Svaret er, at sollyset skal igennem meget mere af Jordens atmosfære, når Solen står lavt på himlen, og derfor spredes ekstra meget af det blå lys. Når Solen står højt på himlen, skal lyset kun gennem et relativt tyndt lag atmosfære, og lyset når ikke at blive rødt.

Denne spredning kaldes *Rayleigh spredning*, og den kan demonstreres i praksis ved at sende en kraftig lyskilde igennem et glas med vand, hvori der hældes små partikler, der kan sprede lyset. I praksis kan man bruge et bægerglas med vand der bliver belyst med en kraftig lampe. Ved bagsiden placeres en hvidt stykke papir eller en hvid væg. Der opløses lidt natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) i vandet. I vandet hældes nu en lille smule svovlsyreopløsning. Denne blanding vil lige så langsomt (afhængig af koncentrationerne!) danne små krystaller, der vil virke som spredningskerner. På denne måde går forsøget meget langsommere, end hvis man hælder mælk direkte i.



Her udføres forsøget med svovlsyre og natriumthiosulfat. Efter lidt tid ses et blåt skær ud af glassets side (venstre). Lidt senere spredes så meget blå lys fra, at lyset der fortsætter igennem vandet og op på lærredet bliver rødt (højre).

Spørgsmål og svar:

Hvorfor er himlen ikke violet?

Hvis himlens farve skyldes, at lys med lave bølgelængder (violet og blå) spredes mere end lys med lange bølgelængder (rød), så bør himlen vel være violet? I princippet ja, men Solens spektrum er stærkere i det blå end i det violette, og menneskets øje er samtidigt mere følsomt i blå end i violet. Disse to faktorer gør, at vi opfatter himlen som blå og ikke violet.

Udstyr og materialer:

- ▶ Vand
- ▶ Lysboks
- ▶ Hvidt papir eller hvid væg
- ▶ Bægerglas
- ▶ Fiksersalt (Natriumthiosulfat)
- ▶ Svovlsyre

Mål tykkelsen af et hår

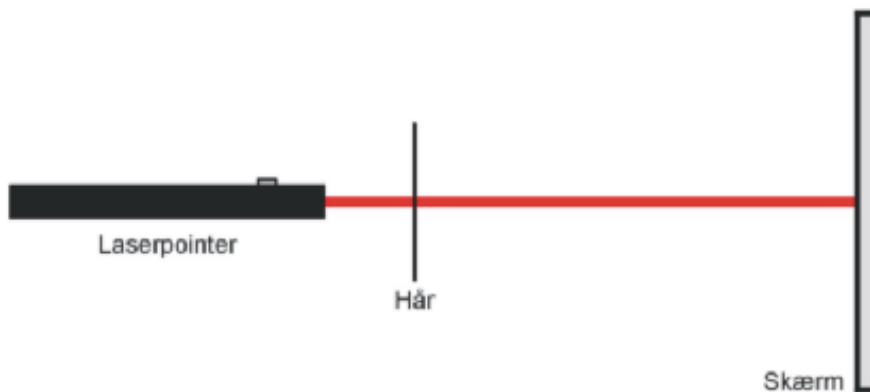
Formål: At måle tykkelsen af et hår ved hjælp af en laserstråle.

Resume: En laserstråle (for eksempel fra en laserpointer) sendes ind på et hår. Dette skaber et diffraktionsmønster, som man nemt kan bruge til at finde tykkelsen af håret.

Nøgleord: Elektromagnetisk stråling, brydning, diffraktion, interferens, lys, optik.

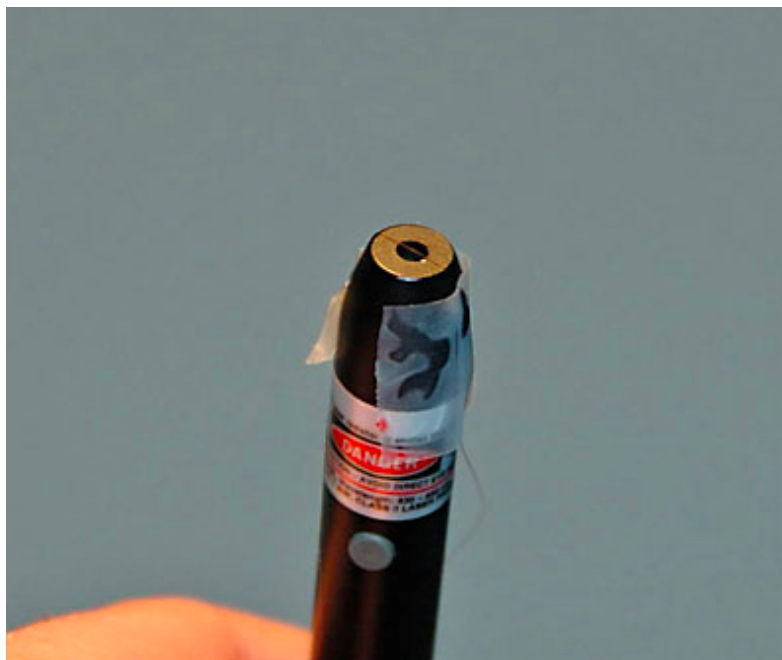
Beskrivelse:

Tykkelsen af et hår (eller en tynd snor eller ledning) kan måles ved at sende laserlys ind på håret. Derved skabes nemlig et diffraktionsmønster bestående af en lysende streg med mørke striber (se billeder længere nede på siden).



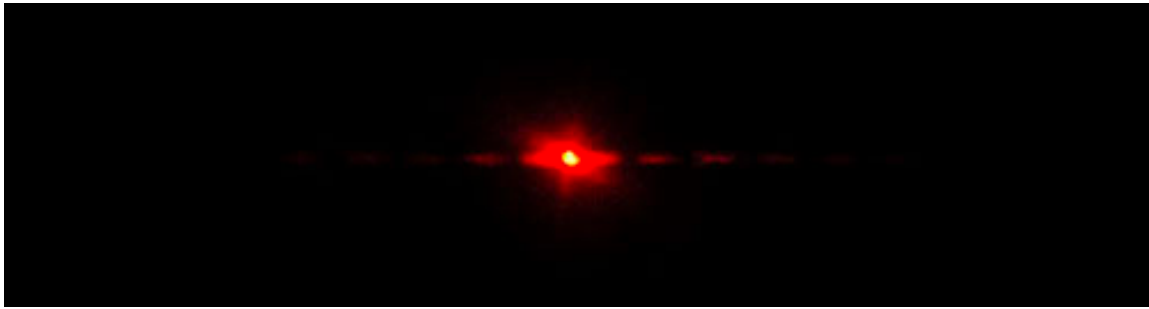
Sendes laserlys ind på et hår, skabes der et diffraktionsmønster, der kan bruges til at bestemme hårets tykkelse.

Hvis man ganske enkelt måler afstanden fra håret til projektionsskærmen samt afstanden fra centrum til en af de mørke striber, kan man udregne hårets tykkelse.



Et hår er sat fast med tape hen over åbningen på en laserpointer.

Ifølge "Babinet's Princip" vil diffraktionsmønsteret fra en smal spalte være det samme som for en smal skærm af samme tykkelse som spalten. Når man skal finde diffraktionsmønsteret fra et hår, kan man altså anvende de samme ligninger, som man udleder for diffraktionsmønsteret fra en smal spalte, der har samme tykkelse som håret.



Diffraktionsmønster fra rødt laserlys, der spredes på et hår. Ved at måle afstanden fra centrum til et af de mørke bånd kan man bestemme tykkelsen af håret.

Betragter man bare den første, mørke stribe, så skal man først udregne vinklen ud til striben set fra håret. Mål afstanden fra håret til projektionsskærmen (l) samt fra centrum af diffraktionsmønsteret og ud til første mørke stribe (x). Vinklen kan nu findes ud fra denne formel:

$$\tan\theta = \frac{x}{l}$$

Ligning til at finde vinklen ud til de mørke riller i diffraktionsmønsteret.

Når vinklen theta kendes, kan man finde hårets tykkelse (w) ud fra laserlysets bølgelængde lambda:

Lasers bølgelængde (λ):

Grøn: 532 nm

Violet: 405 nm

Rød: 670 nm

$$w = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

Ligning til at finde tykkelsen af et hår.

Hvordan fordeler hårtykkelserne i klassen, og er der forskel mellem mørkt hår og lyst hår?

For at teste, at metoden rent faktisk virker, kan man starte med at måle på tynde ledninger eller metaltråd, der har en kendt tykkelse (for eksempel en 0,1 mm metaltråd). Dermed kan man kontrollere, at udføre målingen korrekt og først derefter begynde at måle på hår og lignende af ukendt størrelse.

Forsøget bør også udføres på henholdsvis glat og krøllet hår. Her bør man lave flere målinger, hvor laserlyset sendes ind fra forskellige sider på håret. Dermed vil man nemlig opdage, at krøllet hår har en oval tværsnitsform, mens glat hår er mere rundt!

Udstyr og materialer:

- Laser
- Lineal / målebånd

Hvorfor blinker stjernerne?

Formål: At demonstrere hvordan lys brydes i urolig luft, hvilket forklarer, hvorfor stjernerne på himlen ser ud til at blinke.

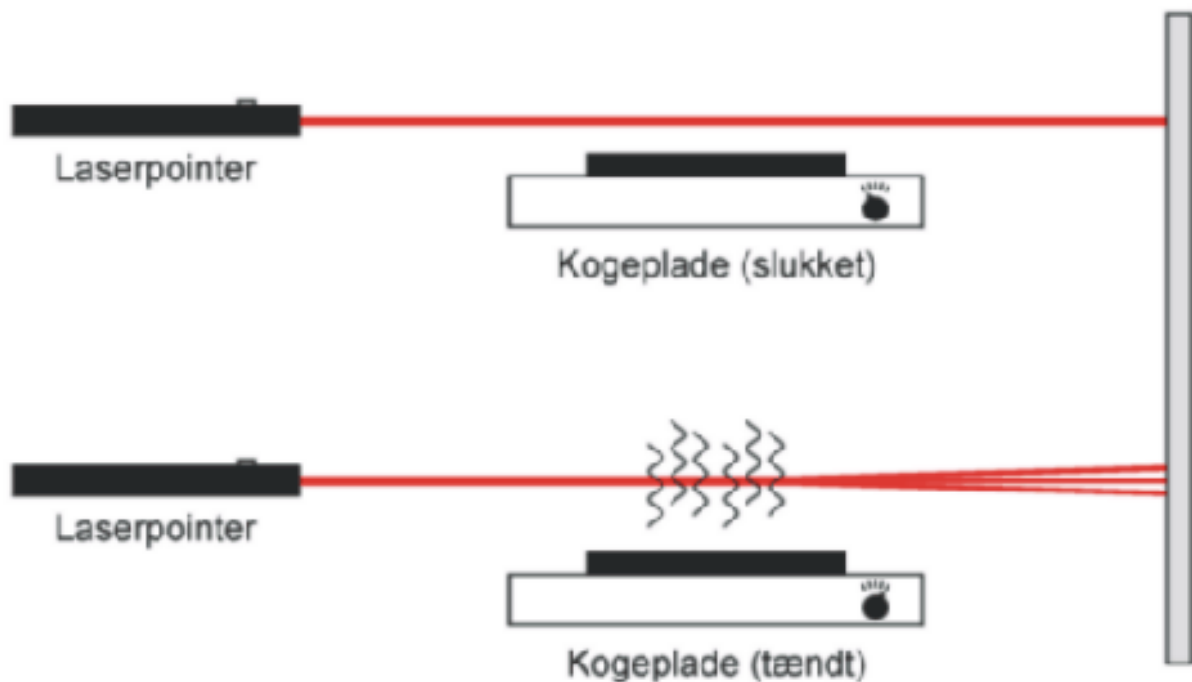
Resume: En laserstråle sendes op på væggen, hvor der dannes en klart aftegnet lille lysprik. Herefter holdes en varmekilde ind under laserstrålen, og lysprikken begynder at bevæge sig uroligt rundt på væggen.

Nøgleord: Astronomi, stjerner, brydning, brydningsindeks, lys, termodynamik, varme.

Beskrivelse:

Går man ud og kigger på stjernehimlen en skyfri nat, vil man opleve, at stjernerne ser ud til at "blinke"; lyset fra stjernerne står uroligt og bølgjer en anelse frem og tilbage. Hvordan kan det være?

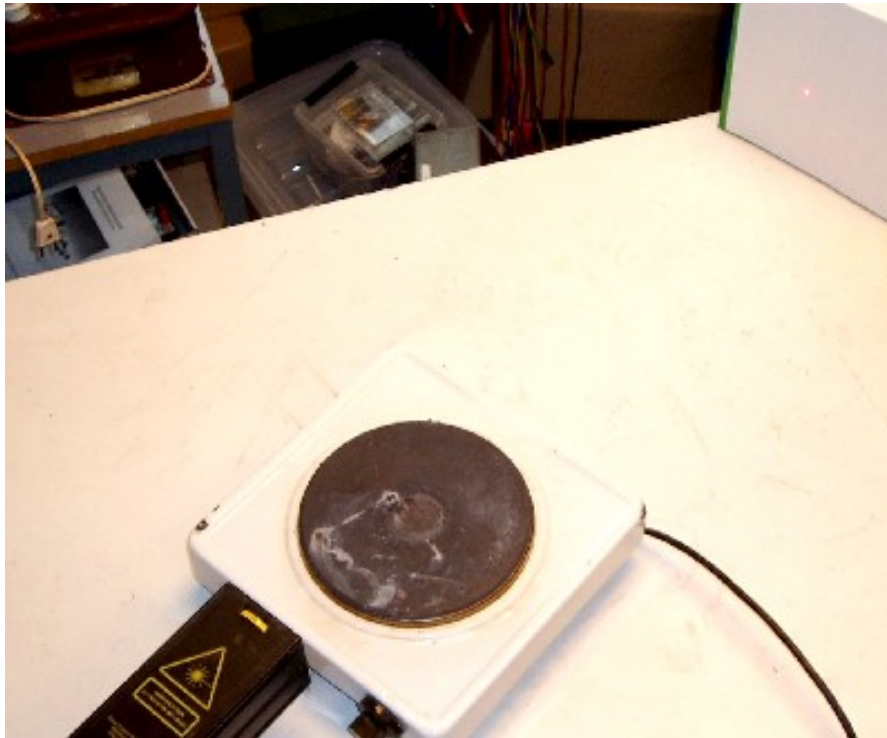
Fænomenet skyldes, at luftens brydningsindeks afhænger af temperatur og tæthed. Afhængigheden af temperaturen er dog ikke stor, men da lyset fra stjernerne skal igennem et meget tykt luftlag (atmosfæren), før det når frem til os, så vil vores urolige atmosfære bryde lyset så meget, at det ser ud som om, stjernen blinker.



Laserlys sendes gennem varm, urolig luft, hvilket får lyset til at "blinke" på samme måde, som stjerner på nattehimlen.

Dette kan demonstreres med et meget simpelt forsøg, hvor lyset fra en laser sendes op på en projektionsskærm. Laseren repræsenterer dermed en stjerne, mens den lille lysplet på skærmen forestiller det billede af stjernen, som vi ser på himlen.

Nu kan man sende stjernelyset (laseren) igennem en urolig atmosfære. Dette kan gøres ved at placere en varmekilde (for eksempel en kogeplade eller en metalplade opvarmet af bunsenbrænder) lige under laserstrålen. Dermed opvarmes luften, som stiger op igennem lyset. Det ses tydeligt, at lyspletten på skærmen begynder at blinke og sitre som en stjerne (se filmen i referencerne).



Laserlys sendes gennem varm luft, hvilket får lyset til at blinke som stjernerne på himlen. I praksis kan det være en fordel at have større afstand fra kogepladen til skærmen, at lyspletternes bevægelser dermed bliver større.

Forsøget kan også udføres med en overheadprojektor eller et lysbilledeapparat, der viser et billede af en stjerne eller et velkendt stjernebillede. Man kan også prikke lidt små huller i et stykke aluminiumsfolie, som placeres oven på en overheadprojektor. Hullerne kan laves med en knappenål, og de kan for eksempel placeres på samme måde som stjernerne i Karlsvognen.

Forsøget lægger op til en diskussion af, hvorfor man har brug for at lave astronomiske teleskoper uden for atmosfæren (for eksempel Hubble Teleskopet). Forsøget kan desuden bruges til at fortælle om et fatamorgana, hvor lys brydes i meget varm luft for eksempel i en ørken eller over en hed asfaltvej på en sommerdag.

Link:

<http://www.fysikbasen.dk/Referencemateriale/Film/hvorforBlinkerStjerner.mov>, ca. 14 sekunder
heller fjernes varmekilden.

Udstyr og materialer:

- ☒ Laser
- ☒ Kogeplade

Polarisering af lys

Formål

At undersøge hvordan et polarisationsfilter virker

At påvise at lys er tværbølger

Teori

Naturligt lys består af bølger i alle retninger på tværs af lysstrålerne.

Polariseret lys har kun bølger i én bestemt retning (fig. 1).

Et polarisationsfilter er et filter, der kun lader tværbølger passere, hvis deres amplitude har en bestemt retning.

Vi siger, at tværbølgerne bliver polariseret. Længdebølger kan derimod ikke polariseres.

Et pol-filter er en glasplade med et tyndt lag svovlsur jodkinin. Laget er kun 0,3 mm tykt.

Materialer

- 2 stk polarisationsfiltre
- Lyskilde/projektør

Fremgangsmåde

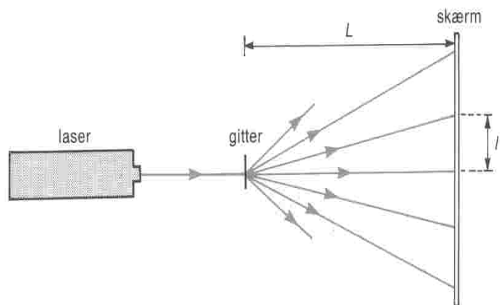
- Se på lyset fra en projektør gennem et polarisationsfilter (fig 2). Hvad sker der med lyset?
- Se derefter lyset gennem to polarisationsfiltre. Prøv at dreje det ene.
- Hvordan skal det stå, for at der sker noget usædvanligt?
- Er lys tvær- eller længdebølger?

Beregning af lysets bølgelængde

Beregning af lysets bølgelængde

Man kan beregne lysets bølgelængde vha. formlen hvor:

$$\lambda = \frac{x \cdot d}{L}$$



Figur 6.4 Afbøjning af laserlys i et gitter.

x er afstanden mellem 2 lysprikker der ligger ved siden af hinanden.

d er spalteaafstanden

L er afstanden mellem gitteret og tavlen.

Husk at alle målene skal være i mm.

Materialer:

- ▲ Laser
- ▲ Gitter
- ▲ Lineal

Det hvide lys er kun en meget lille del af det elektromagnetiske spektrum, som indeholder alt fra radioaktiv stråling til radiobølger – se tabel nedenfor.

Frekvens ν /Hz	Foton-energi		Strålingstype	Bølgelængde λ /m
	E /J	E /eV		
10^{23}	10^{-10}	10^9	γ-stråling	10^{-15}
10^{22}	10^{-11}	10^8		10^{-14}
10^{21}	10^{-12}	10^7		10^{-13}
10^{20}	10^{-13}	10^6	røntgenstråling	10^{-12}
10^{19}	10^{-14}	10^5		10^{-11}
10^{18}	10^{-15}	10^4	ultraviolet	10^{-10} (1 Å)
10^{17}	10^{-16}	10^3		10^{-9} (1 nm)
10^{16}	10^{-17}	10^2	synligt lys	10^{-8}
10^{15}	10^{-18}	10		10^{-7}
10^{14}	10^{-19}	1	infrarød	10^{-6}
10^{13}	10^{-20}	10^{-1}		10^{-5}
10^{12}	10^{-21}	10^{-2}	mikrobølger	10^{-4}
10^{11}	10^{-22}	10^{-3}		10^{-3}
10^{10}	10^{-23}	10^{-4}	radio	10^{-2} (1 cm)
10^9	10^{-24}	10^{-5}		10^{-1}
10^8	10^{-25}	10^{-6}	TV, FM-radio	1 (1 m)
10^7	10^{-26}	10^{-7}		10^0
10^6	10^{-27}	10^{-8}	radiobølger	10^1
10^5	10^{-28}	10^{-9}		10^2
10^4	10^{-29}	10^{-10}	AM-radio	10^3
10^3	10^{-30}	10^{-11}		10^4