

Denne fil er downloadet fra  
**Danmarks Tekniske Kulturarv**  
*www.tekniskkulturarv.dk*

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

### **Rettigheder**

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

INDUSTRI-  
FORENINGEN.

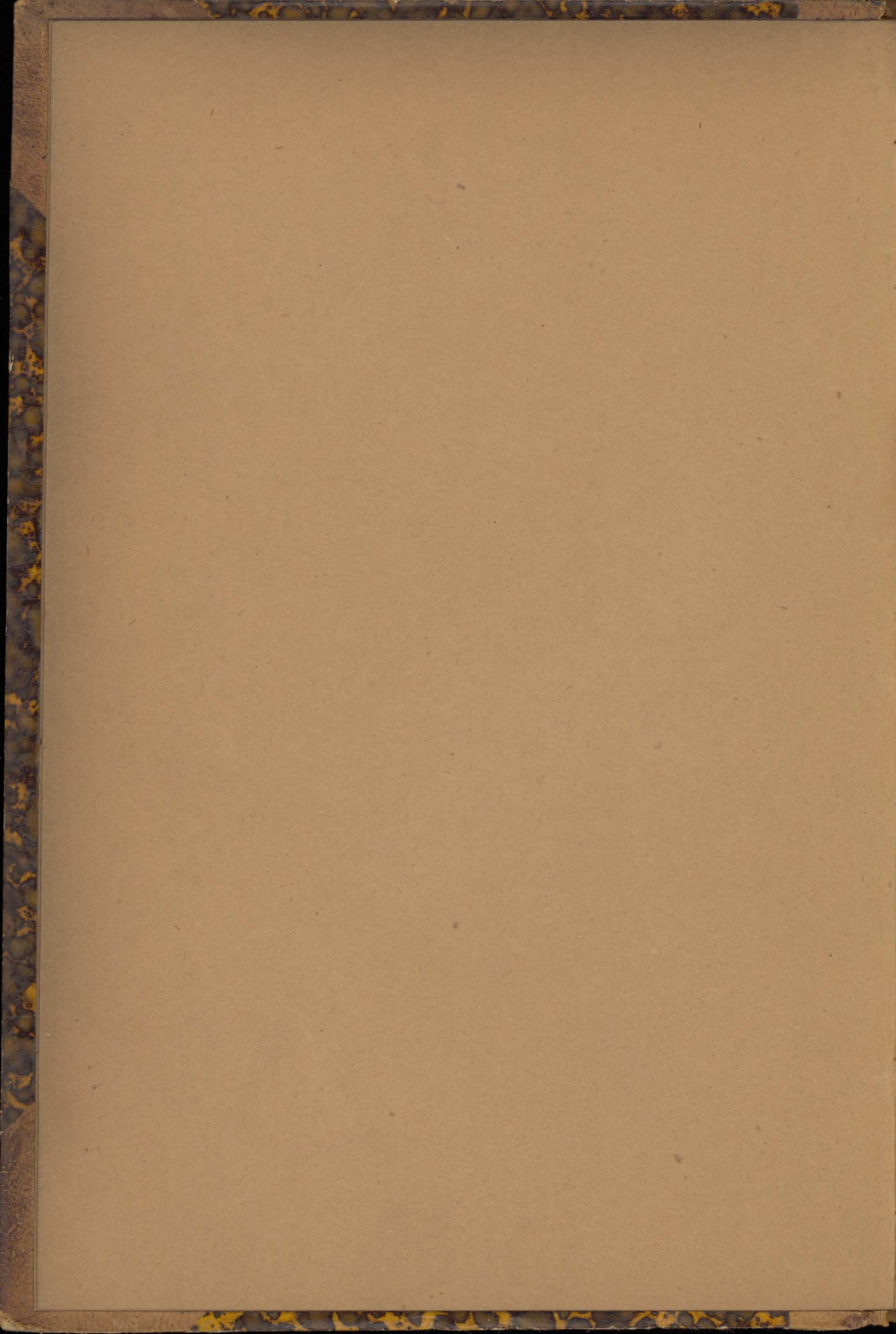
Høstnaa  
Lysløse

~~101~~

535

535





6-7.

# Fyslære,

oversat af

**C. L. Petersen,**  
Overlærer ved Metropolitanaskolen,

efter

Dr. Joh. Müllers Grundriß der Physik und Meteorologie.

---

Med 93 Afbildninger.

---



**Kjøbenhavn.**

Universitetsboghandler C. A. Reitzels Forlag.

Trykt i Thieles Bogtrykkeri.

1852.

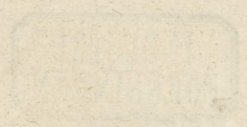
6-1

# Hygiene

von  
Dr. G. S. Hirsch  
Lehrer an der Universität

in der 2ten Auflage

Verlag von



Verlag  
Hirschfeldsche Buchhandlung  
in Leipzig

# Indhold.

	Side.
<b>Indledning.</b> § 1-4 . . . . .	1
<p>§ 1. Lyfende Legemer. § 2. Gjennemfigtige og uigjennemfigtige Legemer. § 3. Stygge og Halvstygge. § 4. Lyfstyrken svækkes i Forhold som Afstandenes Quadrater vore; Lyfstyrkens MaaLING.</p>	
<b>Første Affnit.</b> Lysets Tilbagekastning § 5-11 . . . . .	7
<p>§ 5 Lysets Tilbagekastning fra plane Flader. § 6. Vinkelspeile; Kalleidospøet. § 7. Tilbagekastning fra krumme Speile. § 8. Sphæriske Hualspeile; Brændpunktet. § 9. De ved Hualspeile frembragte Billeder. § 10 Convexe Speile. § 11. Brændlinier.</p>	
<b>Andet Affnit.</b> Lysets Brydning § 12-16 . . . . .	19
<p>§ 12. Brydningsloven; Brydningsforholdet. § 13. Lysets Brydning i Priismer; det farvede Solbillede; den selvstændige Tilbagekastning. § 14. Lysets Brydning gennem Linser; Samlelinser og Spredelinser; Brændvidden. § 15. Biarer. § 16. De ved Linser dannede Billeder.</p>	
<b>Tredie Affnit.</b> Lystraalernes ulige Brydbarhed § 17-23 . . . . .	35
<p>§ 17. Det hvide Sollys er sammensat af forskjelligt farvede Straaler; det prismatiske Solbillede; de syv Regnbuegrøer. § 18. De forskjelligt farvede Lystraaler have forskjellig Brydbarhed. § 19. Enhver Farve i det prismatiske Solbillede er enkelt. § 20. Af de enkelte Farver i det prismatiske Solbillede kan man igjen sammensætte det hvide Lys. § 21. Complementære og naturlige Farver. § 22. Forskjellige Stoffers farvespredende Evne. § 23. Achromatisme; achromatiske Priismer og Linser.</p>	
<b>Fjerde Affnit.</b> Diet og de optiske Instrumenter § 24-40 . . . . .	45
<p>§ 24. Sammensatte Dine og Dine med Samlelinser. § 25. Sammensatte Dine. § 26. Enkelte Dine med Samlelinser. § 27. Evne til at see tydeligt i forskjellige Afstande. § 28. Seevidden, Nærsynethed og Fjernsynethed. § 29. Diets Fornemmelser i Forhold til Opperbenen;</p>	



Synsvinklen. § 30. At see en Gjenstand enkelt eller dobbelt. § 31. Grænser for Gjenstandenes Synlighed. § 32. Lysindtrykrets Varighed. § 33. Farvede Efterbilleder; subjective Farver. § 34. Farvede Sygger. § 35. Camera obscura. § 36. Loupen eller det enkelte Mikroskop. § 37. Solmikroskopet; Tryllelampan. § 38. Det sammensatte Mikroskop. § 39. Speilteleskopet. § 40. Kikkerter; Galileis Kikkert; den astronomiske og terrestriske Kikkert; Forstørringen; Billedets Klarhed og Synsmarkens Størrelse.

**Femte Afsnit.** Interferensphenomener § 41-48 . . . . . 72

§ 41. Emanationstheorien og Bølge-theorien; Etheren. § 42. Grundtræk af Bølge-theorien; Bølgebredden. § 43. Lysstraalernes Interferens. § 44. Lysets Vøining. § 45. Lysbølgernes Brede. § 46. Lynde Lege-mers Farve; de Newtonske Ringe. § 47. Lysets Polarisation eller Plan-sætning; Polarisationvinklen; Evingtungsplanet. § 48. Dobbelbrydning; circular Polarisation.

**Sjette Afsnit.** Lysets kemiske Virkninger § 49-50 . . . . . 92

§ 49. Lysets Indflydelse til at frembringe kemiske forbindelser og Ad-sillelser. § 50. Photographie; Daguerres Lysbilleder; Roberts Lysbilleder.

## Indledning.

De allerfimpleste Hverdagsiagttagelser lære os, at et lysende Le- 1  
geme udsender sit Lys til alle Sider; et brændende Lys vil f. Ex.  
kunne sees fra ethvert Punkt i Overfladen af den Kugle, i hvis  
Midtpunkt det befinder sig; ligeledes forholder det sig med et phos-  
phorescerende Legeme, med en electrisk Gnist, o. s. v. Det som her  
viser sig i det Smaa ved vore dagligdags Erfaringer, finder ogsaa  
Sted i Himmelfrummets umaadelige Udstrækning. Solens Glans  
udbreder sig i alle Retninger i Rummet; dens Lys træffer samtidig  
Jorden, de andre Planeter, Cometerne og alle Himmellegerne,  
hvilket Sted de endog indtage paa Himmelfuglen.

Alle lysende Legemer bestaae i det Væsentlige af veielige Stoffer;  
det tomme Rum kan vel forplante, men ikke frembringe Lyset.  
Ethvert lysende Legeme kan deles i steds mindere og mindre Smaa-  
dele; de sidste af disse, som endnu physisk kunne iagttages, kaldes  
Lysende Punkter, saa at et lysende Legeme altsaa er en Forening  
af lysende Punkter.

Alle Legemer, som ikke ere selvlysende, deles i uigjennem- 2  
sigtige Legemer, som Træ, Stene og Metaller; gjennemsig-  
tige, som Luft, Vand og Glas, og gjennemskinnende, som  
tyndt Papir og matslebet Glas.

De uigjennemsigtige Legemer lade ikke Lyset gaae igjennem  
deres Masse; men Uigjennemsigtheden afhænger altid af Legemernes  
Tykkelse, thi ethvert Legeme lader steds noget Lys gaae igjennem  
sig, naar man kun kan gjøre det tyndt nok; saaledes kan man f. Ex.  
igjennem et tyndt Guldblod, der er sat fast paa en Glasplade, iagt-  
tage blaaliggvort Lys, naar man seer mod Flammen af et Lys eller  
mod Himlen.

Gjennemsigtige Legemer lade Lyset gaae igjennem sig, og man kan gjennem dem tydeligt skjælnes Gjenstandenes Former. Luftarter, Vædster og de fleste chrySTALLISEREDe Legemer synes at være fuldkommen gjennemsigtige, naar man har dem i smaa MÅSSER; thi i dette Tilfælde synes de aldeles usarvede, og man kan igjennem dem tydeligt iagttage ikke alene Legemernes Former, men ogsaa deres Farver; men de gjennemstigtigste Legemer vise sig dog sarvede, naar de have en tilstrækkelig Tykkelse, hvilket er et Tegn paa, at de indsuge en Deel af Lyset. En Vanddraabe f. Ex. synes at være fuldkommen farveløs, medens Bandet i større MÅSSER har en afgjort grøn Farve.

De gjennemskinnende Legemer lade vel noget Lys gaae igjennem sig, men uden at man igjennem dem er istand til at skjælnes Gjenstandens Form og Farve.

Enhver ret Linie, hvori der foregaaer Lysvirkning, kaldes en Lysstraale.

Saalange Lyset forbliver i det samme Legeme, forplantes dets Virkning i en ret Linie; men naar det træffer et andet Legeme, blive Lysstraalerne ved dets Overflade deels tilbagekastede, reflecterede, og deels, naar dette Legeme er gjennemstigtigt, trænge de med forandret Retning ind i det; de brydæs. Længer hen ville Lovene for Lysstraalernes Tilbagekastning og Brydning nærmere blive undersøgte.

Den Hastighed, hvormed Lyset forplantes, er saa stor, at alle Afstande paa Jordens Overflade gjennemløbes i umærkelig smaa Tidsdele. Ved at iagttage Jupitersdrabanternes Formørkelses have Astronomerne udfundet, at Lyset bevæger sig saa hurtigt, at det gjennemløber Veien fra Solen til Jorden i 8 Minuter og 13 Secunder, altsaa 42000 Mil i Secundet. En Kanomfugle, som gjennemløber 1200 Fod i Secundet, vilde bruge omtrent 14 Aar for at komme fra Solen til Jorden.

- 3 **Skygge og Halvskygge.** Af Lysets Bevægelse i den rette Linie følger, at et uigjennemstigtigt Legeme, som træffes af Lysstraaler, maa kaste Skygge. Naar det kun bliver oplyst af Lysstraaler fra et eneste lysende Punkt, er Skyggen let at bestemme; thi alle de Linier, som udgaae fra det lysende Punkt og berøre Legemet, danne

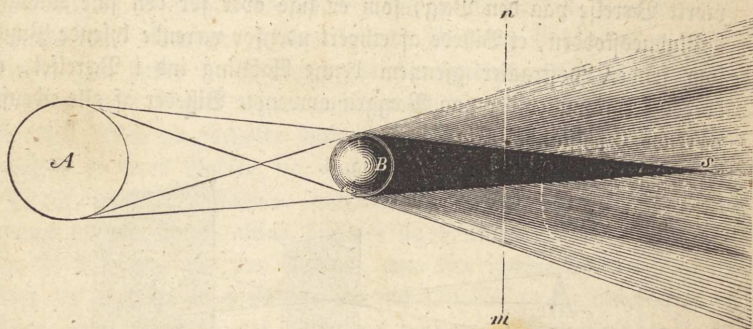
Fig. 1.



en Kegleflade, og de Dele af denne, som ligger paa den anden Side af det oplyste Legeme, danne Grændsen af Skyggen.

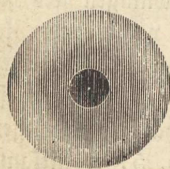
Men naar det lysende Legeme, Lysgiveren, har en vis Udstrækning, maa man foruden Skyggen ogsaa lægge Mærke til Halvskyggen. Skyggen, som i dette Tilfælde ogsaa kaldes Kjerne-skygge eller Fuldskygge, er det Rum, som slet ikke modtager noget Lys, hvorimod Halvskyggen er Indbegrebet af alle de Steder, som modtage Lys fra nogle Punkter af Lysgiveren, men ikke fra andre. I Fig. 2 forestiller *A* f. Ex. en stor lysende Kugle,

Fig. 2.



og *B* en mindre uigjennemsigtig, og man vil da af Figuren tydeligt kunne see, hvor langt Kjerne-skyggen, og hvor langt Halvskyggen

Fig. 3.



strækker sig. Naar Skyggen opfanges af en Skjærm i *mn*, vil den sees saaledes, som den er fremstillet i Fig. 3. Kjerne-skyggens Gjennemsnit af-tager med Afstanden fra Lysgiveren, hvorimod Halvskyggens vorer.

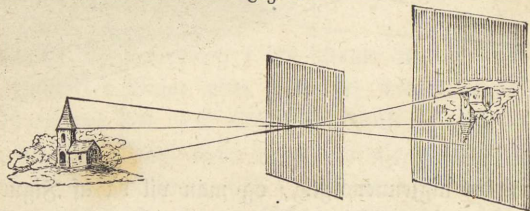
Tæt ved det skyggegivende Legeme er Kjerne-skyggen derfor kun omgivet af en smal Halvskygge og folgeligen temmelig skarpt afgrændset; i længere Afstand har Halvskyggen større Brede, Overgangen fra Kjerne-skyggen til fuldt Lys steer da mere umærkeligt, og Skyggen sees ikke mere saa skarpt afgrændset men forvifset. Paa den anden Side af Punktet *s* op-hører Kjerne-skyggen aldeles, og Halvskyggen, der stedse vorer i Bredden, bliver derfor ogsaa stedse mere ubestemt og svag.

Heraf kan man forklare sig, hvorfor Skyggen af et Legeme, der er udsat for Sollyset, er skarpt afgrændset, naar den opfanges tæt bag ved Legemet, men derimod i større Afstand er aldeles ubestemt. Saaledes kan man f. Ex. ikke mere med Sikkerhed paavise det Punkt paa Jorden, hvor Skyggen af en Taarnspids ender. Et

Haar, som i Sollyset holdes tæt ved et Stykke Papir, kaster en skarp Skygge; men holder man det kun to Tommer fra Papiret, kan man neppe længer iagttage nogen Skygge.

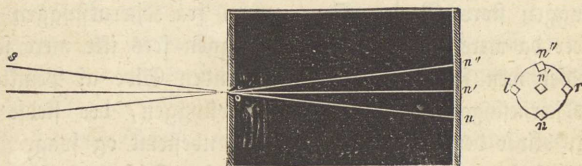
Naar man opfanger Lyset fra et lysende Punkt med en Skjærm, hvori der er gjort en ganske lille Abning, vil det gjennem Abningen gaaende Lys danne en skarpt afgrændset Lysstraale; lader man denne Straale falde paa en anden Skjærm, faaer man et lyst Punkt paa mørk Grund. Paa denne Maade faaer man i et aldeles mørkt Bærelse paa den Væg, som er lige over for den fine Abning i Binduesstodden, et Billede af ethvert udenfor værende lysende Punkt, som sender Lysstraaler gjennem denne Abning ind i Bærelset, og derved fremkommer der paa Væggen omvendte Billeder af alle udenfor værende Gjenstande, Fig. 4.

Fig. 4.



Naar man lader Sollyset falde gjennem en lille Abning, faaer man stedse et rundt Solbillede, hvad Form end Abningen selv har. Denne Kjendsgjerning, som i Forstningen synes paafaldende, kan paa en meget simpel Maade forklares. Hvis Solen var et eneste lysende Punkt, vilde der paa den Væg, som ligger lige over for Abningen, dannes en lys Plet, som ganske havde Abningens Form. Antager man nu, at Abningen  $o$ , Fig. 5, er firkantet,

Fig. 5.



vil det fra det øverste Punkt af Solstiven udgaaende Lys falde paa Skjærmen i Retningen  $son$ , og der vil fremkomme et firkantet Billede ved  $n$ . Det nederste Punkt af Solen frembringer et lignende ved  $n''$ , og det midterste Punkt af Solstiven Pletten ved  $n'$ ;

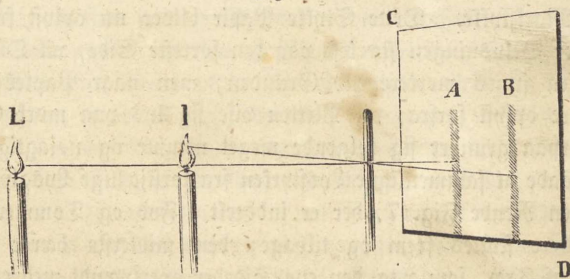
Billedet  $l$  hidrører fra det yderste Punkt ved den høire, og  $r$  fra det yderste Punkt ved den venstre Solstrand. Alle de øvrige Punkter af Solranden give firkantede Billeder, der falde i Omkredsen af Cirklen  $m''rn$ , medens de øvrige Punkter af Solen oplyse det Indre af denne Cirkel; følgerigen ville alle de enkelte lyse Billeder tilfammen danne en kredsformig lys Plet.

**Lysstyrken svækkes i Forhold som Afstandenes Qua-** 4  
**drater voxe.** Tænker man sig et lysende Punkt i Midten af en huul Kugle, vil dennes Overflade opfange alt det Lys, som udgaaer fra Punktet. Var det samme lysende Punkt i Midten af en huul Kugle, som havde 2, 3 Gange saa stor Radius, vilde Overfladerne af disse større Kugler ogsaa opfange alt det Lys, som udgaaer fra Punktet. Men nu forholde disse Kuglers Overflader sig som Quadraterne af deres Radier, og naar Radierne altsaa forholde sig som  $1:2:3$ , ville Overfladerne forholde sig som  $1:4:9$ . Naar det samme lysende Punkt altsaa befinder sig i Midten af en Kugle, der har 2, 3 Gange saa stor Radius, maa den samme Lysmængde udbrede sig over en 4, 9 Gange saa stor Overflade, og Belysningens Styrke maa altsaa blive 4, 9 Gange svagere, naar de oplyste Flader ere i 2, 3 Gange saa stor Afstand fra det lysende Punkt, eller i Almindelighed: Lysstyrken svækkes i Forhold som Afstandenes Quadrater vore.

Denne Sætning gjælder ikke mere i sin fulde Udstrækning om lysende Legemer med større Overflade; thi jo mindre den Afstand, i hvilken man opfanger Lyset, er i Forhold til Legemet's Størrelse, desto mindre rigtig bliver Loven.

Paa denne Sætning grunder sig Sammenligning af Lysstyrken fra forskjellige Lysgivere. I Fig. 6 forestiller  $CD$  en hvid Væg;

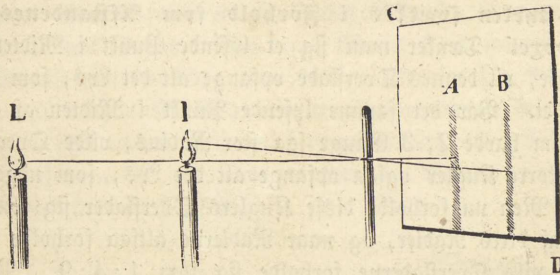
Fig. 6.



tæt foran den er opstillet en lille uigjennemsigtig Stift, lidt tykkere

end en Blyant; naar der nu befinder sig et Lys i *l* og et andet i *L*, vil der paa Bæggen fremkomme to Skygger af Stiften, den ene ved *A*, den anden ved *B*. Den Deel af Bæggen, hvor der ingen Skygge er, bliver bestimmet af begge Lysene; Skyggen *A* oplyses kun af Lysen *l*, Skyggen *B* af *L*. Hvis Lysen fra begge Lysgiverne

Fig. 6.



have ganske den samme Styrke, ville begge Skyggerne være lige mørke, saafremt Lysene ere i samme Afstand fra Skyggegiveren. Men naar i samme Afstand Lysgiveren *L* lyser stærkest, vil Skyggen *B* være lysere end *A*, og for atter at gjøre begge Skyggerne eens maatte man flytte *L* længer bort fra Skjærmen. Antager man, at *L* er rykket saa langt tilbage, at begge Skyggerne igjen ere eens, vil Lysstyrken af begge Flammerne forholde sig som Kvadratet af deres Afstand fra Skjærmen; hvis *L* altsaa var 2, 3 Gange saa langt borte fra Skjærmen som *l*, vilde Styrken af Lysen fra *L* være 4, 9 Gange saa stor, som den fra *l*.

Man kan let tage feil ved Bedømmelsen af Skyggerne, hvorimod følgende Fremgangsmaade giver langt nøiagtigere Resultater.

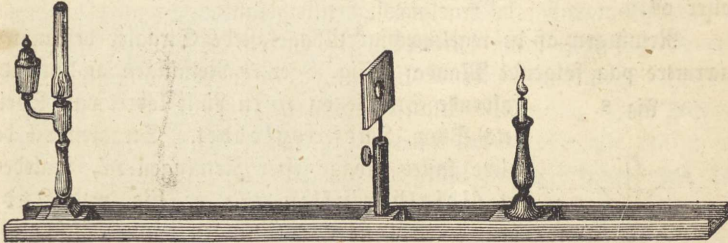
Paa Midten af en Papirsskjærm har man ved Olie eller Fedt frembragt en lille gennemskinnende Plet, omtrent af en Størrelse som et Markstykke. Dette Stykke Papir bliver nu oplyst fra begge Sider; er Belysningen stærkest paa den forreste Side, vil Oliepletten seet forfra synes mørkere end Grunden; men naar Papirsskjærmen er svagere oplyst forfra, vil Pletten vise sig lys paa mørk Grund.

Derpaa grunder sig følgende meget nemme og nøiagtige Fremgangsmaade at sammenligne Lysstyrken fra forskjellige Lysgivere paa.

I en Kende Fig. 7, der er inddeelt i Fod og Tommer, kunne tre Skydere flyttes frem og tilbage; den midterste bærer en lille Ramme af Træ, som paa den ene Side er overspændt med et Stykke Papir, der paa Midten har en Olieplet. Paa de to andre Skydere

kan man sætte de Lysgivere, f. Ex. Lampe eller Lys, som man vil sammenligne. Lader man de to Lysgivere blive staaende, kan man ved at flytte Skjærmen let finde en Stilling for denne, hvor Pletten slet ikke er synlig. I dette Tilfælde er Skjærmen lige stærkt oplyst fra begge Sider; men den ringeste Flytning til den ene eller anden Side bevirker, at den bliver lysere eller mørkere end Grunden.

Fig. 7.



Har man fundet det Sted, hvor Pletten bliver usynlig, forholder Lysstyrken fra de to Lysgivere sig som Kvadraterne af deres Afstande fra Skjærmen.

### Første Affnit.

#### Lysets Tilbagekastning.

**Lysets Tilbagekastning fra plane Glader.** Naar man lader 5 en Solstraale komme ind i et mørkt Værelse og falde paa en blank Metalplade, iagttager man i Almindelighed følgende to Phænomener: 1) seer man i en bestemt Retning en Lysstraale, som synes at komme fra Speilet, og som paa de Gjenstande, den træffer, frembringer et lille Solbillede ganske paa samme Maade, som om selve Solstraalen havde truffet dette Sted; disse Straaler ere regelmæssigt tilbagekastede, og deres Lysstyrke er desto større, jo bedre Speilet er poleret; 2) kan man fra de forskjællige Steder i det mørke Værelse skjælne den Deel af Speilet, som er truffen af den indfaldende Solstraale; det hidrører deraf, at en Deel af det indfaldende Lys bliver uregelmæssigt kastet tilbage fra det trufne Sted paa Speilet, d. v. s. det bliver adspredt til alle Sider. Styrken af det adspredte Lys er desto større, jo usuldkommenere Speilet er poleret.



Hvis der fandtes fuldkommen glatte speilende Overflader, vilde vi slet ikke kunne iagttage disse med vore Dine; thi det er kun ved de ved Overfladen adspredte Straaler, at Legemerne i Fraastand kunne bemærkes. De regelmæssigt tilbagekastede Straaler vise os Billedet af det lysende Punkt, hvorfra de ere udgaaede, men ingenlunde det tilbagekastende Legeme. Ved et meget godt Speil seer man neppe den speilende Flade, som befinder sig mellem os og de Billeder, den viser os.

Retningen af de regelmæssigt tilbagekastede Straaler bestemmes nærmere paa følgende Maade: i Fig. 8 er *ir* Retningen af den ind-

Fig. 8.

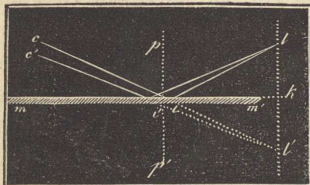


fallende Straale og *ip* en Linie lodret paa Speilets Plan, Indfaldslobbet. Straalen vil da blive kastet tilbage efter Retningen *id*, saaledes at Udfaldsvinklen *dip* er liig med Indfaldsvinklen *rip*; Straalen danner altsaa før og efter Speilingen den samme Vinkel med Indfaldslobbet; fremdeles ligge den indfaldende Straale, Indfaldslobbet og den tilbagekastede Straale i et og samme Plan.

Ved Hjælp af disse Sætninger kan man let indsee, att et Planspeil maa vise Billeder af de Gjenstande, der befinde sig fforan dets Plan, og at Billedet og Gjenstanden maae være symmetriske med Hensyn til Speilets Plan.

I Fig. 9 forestiller *mm'* et Planspeil, *l* et lysende Punkt foran dette, som sender en Straale *li* hen paa Speilet. Denne Straale bliver nu ifølge de omtalte Love kastet tilbage i Retningen *ic*, og

Fig. 9.

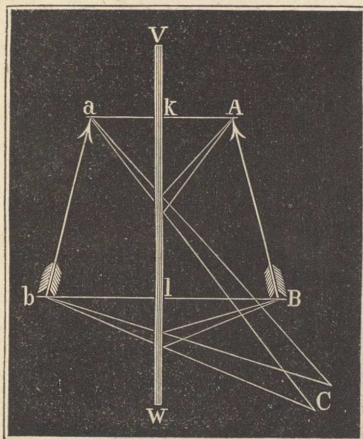


naar den tilbagekastede Straale træffer Diet, gjør den samme Indtryk paa dette, som om den kom fra et Punkt, der laae bag ved Speilet i Forlængelsen af *ic*, og hvis Afstand fra Diet var ligesaa stor som den *Bei*, Straalen virkelig maa gjenløbe for at komme fra *l* til *i* og derfra til Diet; man finder altsaa dette Punkt *l'*, naar man forlænger Linien *ic* og gjør Forlængelsen *il' = il*. Forbinder man *l* og *l'* ved en ret Linie, kan man let vise, at Trekantene *lik* og *l'ik* ere congruente, og deraf følger da igjen, at *ll'* staaer lodret paa *mm'*, og at *lk* er  $= l'k$ . For altsaa at finde Billedet af et lysende Punkt i et Planspeil, behøver man kun fra det lysende

Punkt at nedfælde en lodret Linie paa Speilet eller dets Forlængelse og derpaa forlænge denne bag ved Speilet lige saa langt, som det lysende Punkt ligger foran dette.

Da dette nu gælder for ethvert Legeme, som udsender Lysstraaler, hvad enten det er selvlysende eller oplyst, kan man let konstruere Billedet af en Gjenstand. I Fig. 10 er  $VW$  et Planspeil,

Fig. 10.



$AB$  en Piiil, som befinder sig foran dette. Man finder Billedet af Spidsen, naar man fra  $A$  nedfælder en lodret Linie  $Ak$  paa Speilets Plan og gjør Forlængelsen  $ak = Ak$ ; alle fra  $A$  udgaaende Straaler synes efter Tilbagekastningen at spredes, som om de kom fra  $a$ ,  $a$  er altsaa Billedet af  $A$ , og et Die i  $C$ , som modtager nogle af de utallige tilbagekastede Lysstraaler, der fra  $A$  udsendes til Speilet, vil følgelig se  $A$  i  $a$ ,  $B$  i  $b$  og paa samme Maade alle de mellemliggende

Punkter. Figuren viser tydeligt, at Billedet sees lige saa langt bag ved Speilet, som Gjenstanden er foran dette, og at Billedet og Gjenstanden ere symmetriske med Hensyn til Speilfladen; saaledes vil f. Ex. en staaende Gjenstand afbilde sig omvendt i et vandret Speil, og en Gjenstand, som danner en Vinkel af  $45^\circ$  med Speilet, vil danne en ret Vinkel med sit Billede deri.

De tilbagekastede Lysstraalers Retning lader sig altsaa bestemme med geometrisk Noiagtighed, men dette er ikke Tilfældet med Styrken af det tilbagekastede Lys. I Almindelighed gælder Følgende:

1) Styrken af det regelmæssigt tilbagekastede Lys vorer med Indfaldsvinklen uden dog derfor at være Nul, naar denne er det.

2) Den afhænger af Bestaffenheden af det Legeme, hvori Lysstraalerne bevæge sig, og af det, hvorfra det kastes tilbage.

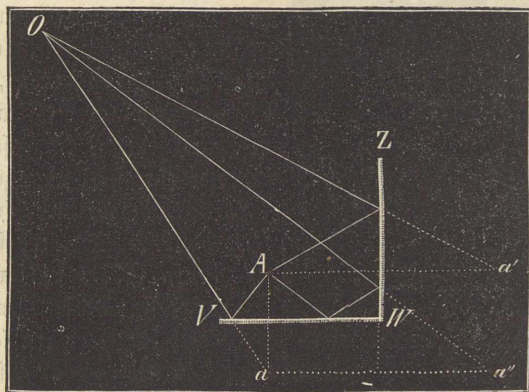
Vi ville kun anføre nogle Exempler for at gjøre dette tydeligere.

Naar Straalerne, som udgaae fra Flammen af et Lys, falde paa en matsleben Glasplade under en Vinkel, som næsten er ret, kan man ikke skjælnø noget Billede af Flammen; men man seer dette

meget godt, naar Straalerne falde meget skraat paa Pladen; under disse Omstændigheder kan man ogsaa iagttage Billedet paa poleret Træ, farvet Papir, som har Glæds, o. s. v.; heraf følger, at Mængden af det tilbagekastede Lys er desto større, jo mere skraat Straalerne falde ind.

- 6 **Vinkelspeile.** Naar to Speile danne en Vinkel med hinanden, seer man flere Billeder af de Gjenstande, der befinde sig imellem dem; Antallet af disse Billeder afhænger af den Vinkel, Speillene danne med hinanden. I Fig. 11 ere  $VW$  og  $ZW$  to Speile, som

Fig. 11.



støde sammen under en ret Vinkel,  $A$  er et lysende Punkt, der befinder sig i den af dem dannede Vinkel. For det Første vil man i hvert Speil see et Billede af  $A$ , ved det ene Speil i  $a$  og ved det andet i  $a'$ , et i  $O$  værende. De seer altsaa foruden Gjenstanden  $A$  selv tillige Billederne  $a$  og  $a'$  paa Grund af den enkelte Tilbagekastning fra hvert af Speillene. Men nu kunne de Straaler, som ere tilbagekastede fra det ene Speil, træffe det andet og atter blive kastede tilbage fra dette. Da alle de Straaler, som ere kastede tilbage fra det første Speil, have en Retning, som om de kom fra  $a$ , saa er  $a$  paa en Maade selv en Gjenstand, der udsender Lysstraaler til  $ZW$ , og man kan selvsagt let finde Billedet af Billedet  $a$  i Speilet  $ZW$ ; man nedfælder nemlig fra  $a$  en lodret Linie paa Forlængelsen af  $ZW$ , forlænger den paa den vel bekendte Maade og faaer derved Billedet  $a''$ , fra hvilket alle de Straaler synes at udgaae, som efterat være kastede tilbage fra Speilet  $VW$  ere faldne

paa Speilet  $ZW$  og derfra atter tilbagekastede; følgelig seer Diet i  $O$  paa Grund af denne gjentagne Speiling endnu et Billede i  $a''$ .

Men Billedet  $a'$  kan ogsaa betragtes som en Gjenstand med Hensyn til Speilet  $VW$ , og naar man vil bestemme Stedet for Billedet af  $a'$ , finder man, at det ligeledes er  $a''$ , det vil sige, at alle de fra  $ZW$  paa Speilet  $VW$  tilbagekastede Straaler have en Retning efter den anden Speiling, som om de kom fra  $a''$ .

De Straaler, som anden Gang ere tilbagekastede, træffe ikke mere noget af Speilene, eller med andre Ord: man seer ikke noget nyt Billede af Billedet  $a''$ , og i nærværende Tilfælde seer man altsaa foruden Gjenstanden  $A$  endnu tre Billeder af denne.

Hvis Speilene vare stillede under en Vinkel af  $60^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $36^\circ$ , o. s. v., det vil sige, hvis den Vinkel, de danne, var  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{5}$ , o. s. v., af hele Omkredsen, vilde man see 6, 8, 10, o. s. v. Billeder, Gjenstanden selv medregnet.

Fig. 12.

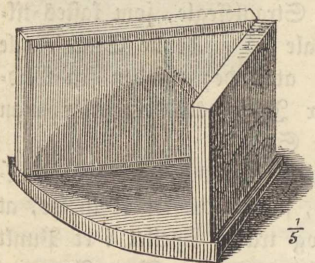


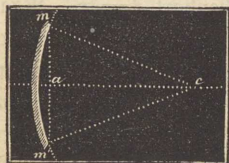
Fig. 12 viser Vinkelspeile, som danne en Vinkel af  $60^\circ$  med hinanden; Kaleidoskopet er en Anvendelse af Vinkelspeilene.

Man seer, at Antallet af Billederne forøges, naar Vinklen bliver mindre; det bliver uendelig stort, naar Vinklen mellem Speilene bliver Null, det vil sige, naar Speilene ere parallelle.

**Tilbagekastning fra krumme Speile.** Naar en Lysstraale 7 træffer en krum Overflade i et Punkt, kastes den tilbage, som om den havde truffet Berøringsplanet til dette Punkt. Et lysende Punkt, der befinder sig i Midpunktet af en Kugle, hvis Inderside er poleret, vil altsaa udsende Lysstraaler til alle Punkter af Kuglefladen, men disse ville alle kastes tilbage til Midpunktet.

Tænker man sig en hul Kugle, hvis indre Flade er godt poleret, vil et Stykke af denne Kugle, som affjæres ved et Plan, frembringe et sphærisk Huulspeil. Et conver eller ophøiet Kuglespeil er et Stykke af en udvendigt poleret Kugle.

Fig. 13.

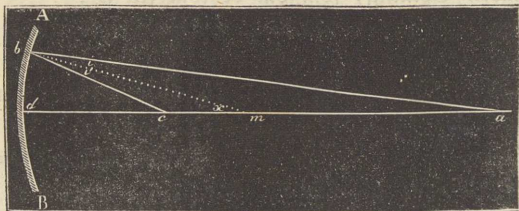


Kuglespeilets Gjennemsnit er Linien  $mm'$ , Fig. 13, som forbinder to modsatte Punkter af Randen; Linien  $ca$ , der forbinder Kuglens Midpunkt med Midten af Speilet,

kaldes dets Arc; den Vinkel, som Linierne  $cm$  og  $cm'$  danne med hinanden, kaldes dets Nabning. Midpunktet  $c$  af den Kugle, hvoraf Speilet er et Stykke, kaldes ogsaa Krumningens Midpunkt.

- 8 **Sphæriske Hulspeile.**  $AB$ , Fig. 14, er Gjennemsnittet af et sphærisk Hulspeil, hvis Midpunkt er  $m$ ; i  $a$  er der et lysende

Fig. 14.

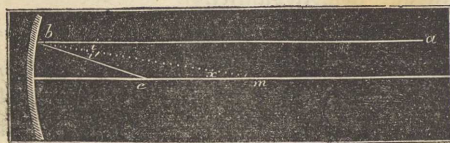


Punkt, som sender sine Straaler til Speilet. Trækker man fra det lysende Punkt  $a$  en ret Linie  $amd$  gennem Kuglens Midpunkt til Speilet, saa er denne Linie Arcen i den Straalekegle, som kastes tilbage fra Speilet. Hvorledes en Straale  $ab$  af denne Straalekegle bliver kastet tilbage fra Speilet, er let at finde; thi den fra Midpunktet  $m$  til  $b$  dragne rette Linie er Indfaldsloddet; gjør man  $\angle i = \angle i'$ , saa er  $bc$  den tilbagekastede Straale.

Tænker man sig paa Speilet tegnet en Kreds; hvori alle Punkterne have samme Afstand fra  $d$  som  $b$ , saa er det let at indsee, at alle de Straaler, som udgaae fra  $a$  og træffe Speilet i et Punkt af denne Ring, ville kastes tilbage saaledes, at de skjære Arcen  $ad$  i det samme Punkt  $c$ .

Naar det lysende Punkt er i en meget stor Afstand fra Speilet, kan man betragte alle de Straaler, det sender til Speilet, som indbyrdes parallelle. For at bestemme Beliggenheden af Punktet  $c$  for

Fig. 15.



dette Tilfælde tænker man sig  $ab$ , Fig. 15, at være en med Arcen parallelt indfaldende Lysstraale,  $bm$  Indfaldsloddet, saa er aabenbart  $i = x$ . Naar nu Vinklerne  $i$  og  $x$  ere

meget smaa, kan man i Trekanten  $bcm$  tilnærmelsesviis sætte Summen af Siderne  $bc$  og  $cm$  liig med Radius  $bm$ , og da  $bc = cm$ , saa er  $cm$  meget nær  $= \frac{1}{2} bm$ , d. v. s. meget nær liig med den

halve Radius; man kan altsaa uden mærkelig Feil antage, at alle de Straaler, som falde ind parallelt med Aksen og træffe Speilet i saadanne Punkter *b*, at Buen *bd* er meget lille, ville forenes i et Punkt af Aksen, der ligger midt imellem Speilet og dets Midtpunkt. Saadanne Straaler, som ligge saa nær ved Aksen, at Værdien af *mc* for dem ikke er mærkelig forskjellig fra  $\frac{1}{2} mb$ , kaldes centrale Straaler. Foreningspunktet for de med Aksen parallelt gaaende centrale Lysstraaler kaldes Hovedbrændpunktet eller blot Brændpunktet, Focus (det vil i de følgende Figurer blive betegnet ved *F*). Dette Hovedbrændpunkt ligger, som man har seet, i de parallelle Straalers Ase, midt imellem Speilet og dets Midtpunkt.

Fig. 16.

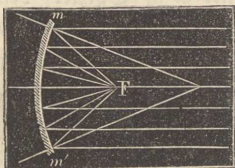
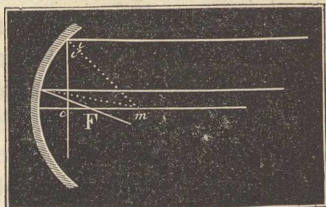


Fig. 17.



Jo mere *i* vorer, d. v. s. jo længere fra Aksen Straalerne falde paa Speilet, eller jo større den Bue er, som ligger mellem Indfaldspunktet og Midten af Speilet, desto nærmere henimod Speilet rykker Punktet *c*, hvori de tilbagekastede Straaler skjære Aksen. Foreningspunktet for de ikke centrale Straaler ligger altsaa nærmere ved Speilet end Hovedbrændpunktet, hvilket man ogsaa kan see af Fig. 17.

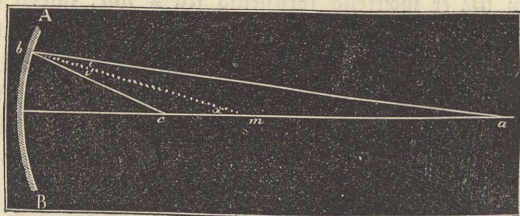
Naar et Hulspeil skal være brugbart til optiske Diemed, maa det saa nøiagtigt, som muligt, i eet Punkt kunne samle de Straaler, som udgaae fra eet Punkt. Men dette er kun da muligt, naar Speilets Abning ikke er meget stor, i det Høieste 8 til 10°; thi kun i dette Tilfælde kan man betragte alle de Straaler, der træffe Speilet, som centrale Straaler. I det Følgende ville vi ogsaa kun omhandle saadanne Speile, altsaa ogsaa kun centrale Straaler.

Den omtalte Feil, at ikke alle parallelt med Aksen indfaldende Straaler nøiagtigt samles i eet Punkt, kaldes den sphæriske Afvigning, Aberration.

Naar det lysende Punkt ikke er uendelig langt borte, men ligger i en saadan Afstand, at man ikke kan lade være at tage Hensyn til

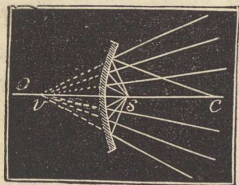
Spredningen af de Straaler, som træffe Speilet, forandrer Brændpunktet sin Stilling og rykker længer og længer bort fra Speilet, jo mere det lysende Punkt nærmer sig. At dette forholder sig saaledes, er let at see ved Fig. 18. Jo nærmere det lysende Punkt

Fig. 18.



er, desto mindre bliver  $i$  for det samme Punkt  $b$  a' Speilet, desto mindre bliver ogsaa  $i'$ , og desto nærmere rykker  $c$  altsaa henimod  $m$ . Naar man altsaa har et lysende Punkt, der er saa langt borte fra Speilet, at dets Straaler samles i Hovedbrændpunktet, og nærmer dette stedse meer og meer til Speilet, vil Brændpunktet stedse fjerne sig meer og meer fra Hovedbrændpunktet og rykke nærmere til Midpunktet, indtil endelig, naar det lysende Punkt er i Midpunktet, Brændpunktet falder sammen med dette. Kommer det lysende Punkt endnu nærmere til Speilet, falder Brændpunktet længere og længere fra Speilet, og naar det lysende Punkt er i selve Hovedbrændpunktet, blive dets Straaler kastede tilbage fra Speilet parallelt med Aksen.

Fig. 19.

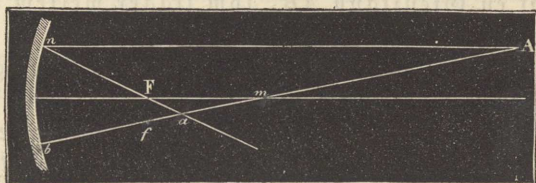


I Fig. 19 vises det næste Tilfælde, som endnu er tilbage, nemlig naar det lysende Punkt  $s$  ligger mellem Speilet og Hovedbrændpunktet. Her blive Straalerne kastede saaledes tilbage, at de efter Tilbagekastningen spredes, som om de udgik fra et Punkt  $v$ , der ligger bagved Speilet, og som man for ethvert enkelt Tilfælde let kan finde ved Construction.

Vi have hidtil kun omhandlet saadanne lysende Punkter, som laae i Speilets Ase, altsaa saadanne Punkter, for hvilke Aksen i den til Speilet sendte Straalekegle faldt sammen med Speilets Ase. Men alle de hidtil udviklede Love gjælde ogsaa for saadanne lysende Punkter, som ligge udenfor Speilets Ase;  $A$  i Fig. 20 være f. Ex. et saadant lysende Punkt. Drager man nu fra  $A$  igjennem  $m$  en

Linie hen til Speilet, saa er denne Areen i den fra *A* til Speilet udsendte Straalefegle, og i denne Aree maae alle de fra *A* udgaaende Straaler igjen samle sig. Naar et med *Amb* parallelt Straalebundt faldt paa Speilet, vilde Straalerne efter Tilbagekastningen samles i

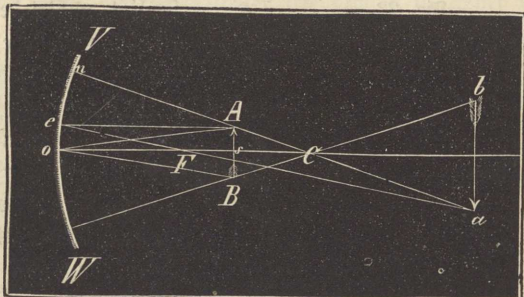
Fig. 20.



Punktet *f*, som ligger midt imellem *m* og *b*; men da de fra *A* udgaaende Straaler sprede sig, ligger deres Foreningspunkt længere borte fra Speilet end *f*. Man kan nu let finde dette Foreningspunkt ved følgende Construction; man drager fra *A* en Linie *An*, parallel med Speilets Aree; men en Straale, som træffer Speilet i denne Retning, vil kastes tilbage til Hovedbrændpunktet *F*; drager man nu fra *n* igjennem *F* en Linie, vil denne skjære Linien *Amb*, og Skjæringspunktet *a* er aabenbart det Punkt, hvori alle de fra *A* udgaaende Straaler ville samles, efter at være kastede tilbage fra Speilet; kort sagt *a* er Billedet af *A*.

De ved Hulspeile frembragte Billeder. I Fig. 21 fore- 9  
stiller *AB* en Gjenstand, der befinder sig mellem Speilets Midtpunkt *C*

Fig. 21.



og Hovedbrændpunktet *F*. Efter det, der ovenfor er sagt, er det let at finde Billedet af Punktet *A*; thi det ligger i en Linie dragen gennem *C* og *A*, efterfom en Straale *An* kastes tilbage i Retningen *nA*. Men en Straale *Ae* fra *A*, som falder paa Speilet parallel

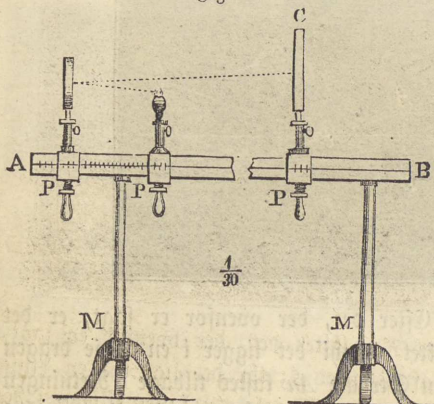


med Hovedaren, kastes tilbage til Hovedbrændpunktet  $F$ , og de i Retningerne  $nA$  og  $eF$  tilbagekastede Straaler skjære hinanden i  $a$ , der følgelig er Billedet af  $A$ . Ligeledes finder man  $b$ , som er Billedet af  $B$ , og heraf følger altsaa, at man ved et Hulspeil paa den anden Side af  $C$  faaer et omvendt, forstørret Billede af en Gjenstand  $AB$ , som ligger mellem Hovedbrændpunktet og Krumningens Midpunkt.

Da de fra  $A$  udgaaende Straaler samles i  $a$ , blive ogsaa omvendt, naar  $a$  er et lysende Punkt, de fra dette udgaaende Straaler ved Speilet samlede i  $A$ ; kort sagt,  $A$  er i dette Tilfælde Billedet af  $a$ ; ligeledes er  $B$  Billedet af  $b$ . Naar en Gjenstand  $ab$  altsaa befinder sig paa den anden Side af Midpunktet  $C$ , vil Hulspeilet give et omvendt, formindsket Billede af den mellem Midpunktet  $C$  og Hovedbrændpunktet  $F$ .

De Billeder, vi nu have omtalt, ere væsentlig forskjellige fra dem, der frembringes ved de plane Speile. Alle Straaler, som udgaae fra et lysende Punkt, blive ved et Planspeil kastede tilbage i en saadan Retning, som om de kom fra et Punkt bag ved Speilet; de spredes altsaa. I de ovenfor omtalte Tilfælde derimod blive de Straaler, som udgaae fra et Punkt i Gjenstanden, ved Speilet virkelig igjen samlede i et Punkt. Disse Billeder kan man opfange paa en Skjærm af hvidt Papir eller matslebet Glas og derved faae et Billede, der forholder sig ganske paa samme Maade som Gjenstanden selv, idet de ved Straalernes Samling stærkt oplyste Punkter af Skjærmen sprede Lyset til alle Sider, hvorved selve Billedet bliver

Fig. 22.



synligt, uagtet de fra Speilet tilbagekastede Straaler ikke ad lige Veie komme til Diet.

Fig. 22 forestiller et Apparat, som tjener til at vise Lovene for de ved Hulspeile dannede Billeder. Istedetfor den inddeelte Stang med skydelige Hylstre kan man ogsaa bruge en Rende med Skydere, som i Fig. 7.

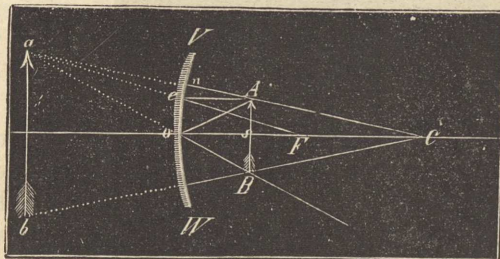
Jo mere Gjenstanden fjerner sig fra Hjulspeilet, desto mere maa naturligtviis Billedet nærme sig til Hovedbrændpunktet, og Billedet af Solen, der kan betragtes som værende uendelig langt borte, maa altsaa ligge i selve Hovedbrændpunktet, naar Speilets Axe er rettet mod Solen. Falde Straalerne sraat paa Speilet, altsaa ikke længer i Speilets Axe, ligger Billedet naturligtviis heller ikke længer i Axen, men til Siden; dog er dets Afstand fra Speilet stedse liig dets halve Krumningsradius. Da vi see Solen under en Vinkel af omtrent 30', maa Solbilledet altsaa, betragtet fra *C*, sees under den samme Vinkel, og dets virkelige Størrelse afhænger følgerigen af Speilets Krumningsradius. Hjulspeilet til Herschels store Teleskop har f. Ex. en Krumningsradius af 50 Fod og giver et Solbillede, hvis Gjennemsnit er 3 Tommer; Solbilledets Gjennemsnit er omtrent 5 Millimetre, naar Speilets Radius er 1 Meter.

For at finde Krumningsradien til et Hjulspeil behøver man altsaa kun at maale, hvor langt Solbilledet ligger fra Speilet, efterdi det Dobbelte af denne Afstand er liig Speilets Krumningsradius.

Billederne af Gjenstande, hvis Afstand fra Speilet er meer end 100 Gange saa stor som Krumningsradien, ere meget nær ved Brændpunktet.

Der staaer endnu tilbage at finde Beliggenheden af Billedet i det Tilfælde, at Gjenstanden er imellem Speilet og Brændpunktet. Man har seet, at alle Straaler, der udgaar fra et lysende Punkt, som ligger nærmere ved Hjulspeilet end Hovedbrændpunktet, kastes tilbage, som om de kom fra et Punkt bagved Speilet; de kunne altsaa i det oven omtalte Tilfælde ikke samles til noget Billede.

Fig. 23.



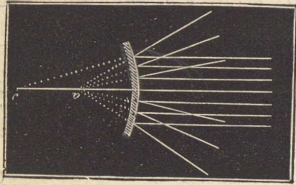
I Fig. 23 er *AB* Gjenstanden, hvis Billede vi ville søge; Straalen *An*, som falder lodret paa Speilet, bliver kastes tilbage i Retningen *nAC*, men Straalen *Ae*, som træffer Speilet pa-

rallel med dets Axe, kastes tilbage til Hovedbrændpunktet *F*. Straalerne *nAC* og *eF*, som spredes til den ene Side, ville, forlængede bag Speilet, skjære hinanden i *a*; dette Punkt *a* er altsaa Billedet

af *A*. Paa samme Maade finder man Billedet af Punktet *B* i *b*; naaar Gjenstanden altsaa ligger mellem Brændpunktet og Speilet, dannes dens Billede forstørret og opretstaaende bag Speilet; det forholder sig altsaa, paa Forstørrelsen nær, ligesom med Billeder fra Planspeile.

- 10 De **convege, udhvalvede Speile** have ikke noget virkeligt, men kun et indbildt Brændpunkt, det vil sige, de Straaler, som

Fig. 24.



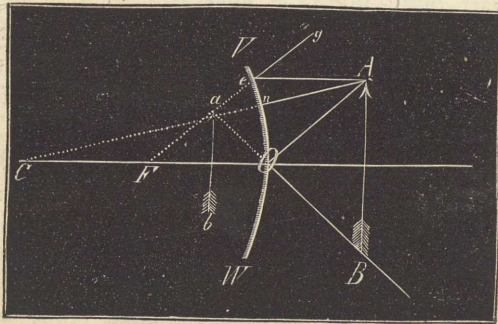
træffe dem, samles ikke i et Punkt, men spredes efter Speilingen, som om de kom fra et Punkt bag ved Speilet.

Naar et udhvalvet Speil træffes af Straaler, som ere parallelle med Aksen, ligger det indbildte Hovedbrændpunkt for disse midt imellem Speilet og Midtpunktet *c*; ifølge dette er det da

let at finde Stedet for de Billeder, man faaer ved saadanne Speile.

*VW*, Fig. 25, er et udhvalvet Speil, *AB* en Gjenstand foran samme; en Straale *An*, som falder lodret paa Speilet, kastes tilbage i Retningen *nA*, men Straalen *Ae*, som er parallel med Ho-

Fig. 25.

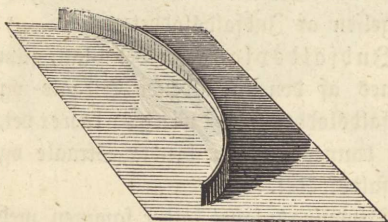


vedaren, bliver kastet tilbage i Retningen *eg*, som om den kom fra det indbildte Hovedbrændpunkt *F*. Forlænger man *eg* og *nA* bag ved Speilet, skjære de hinanden i *a*, som altsaa er Billedet af *A*, d. v. s. alle de Straaler, som udgaae fra *A*, kastes saaledes tilbage fra Speilet, som om de kom fra *a*.

Efterat man ogsaa har fundet Billedet af Punktet *B* i *b*, overtydes man let om, at man ved udhvalvede Speile faaer formindskede, opretstaaende Billeder bag ved Speilet.

**Brændlinier.** Naar de fra et lysende Punkt udgaaende Lys- 11  
 straaler efter deres Tilbagekastning fra en krum Overflade ikke noi-  
 agtigt samles i eet og samme Punkt, ville dog altid to af de i Nær-  
 heden af hinanden liggende tilbagekastede Straaler skjære hinanden;  
 alle Skjæringspunkterne af to og to nærliggende, i samme Plan  
 tilbagekastede, Straaler danne en krum Linie, som man kalder en  
 Brændlinie eller en kaustisk Linie, og hvis Bestaendighed af-

Fig. 26.



hænger af den speilende Fla-  
 des Figur. Alle de Brænd-  
 linier, som frembringes ved en  
 speilende krum Overflade, danne  
 tilsammen en krum Flade, som  
 kaldes en kaustisk Flade, **Brændflade.** I Nærheden af  
 denne er Lysstyrken størst, hvil-

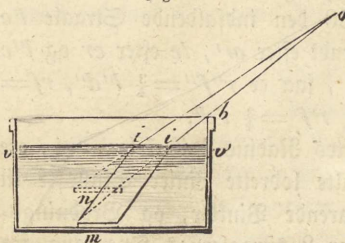
ket man kan iagttage ved den hjertesformede Linie, som dannes indeni  
 et cylindrisk Kar eller en Ring, naar den bestemmes af Sollyset eller  
 af Flammen af et Lys. Fig. 26 viser en saadan Brændlinie, som  
 er frembragt ved en speilende krum Metalstrimmel.

## Andet Uffnit.

### Lysets Brydning.

Ved Brydning forstaaes den Afvigelse eller Forandring af 12  
 Retning, som Lysstraalerne faae, naar de gaae over fra et Legeme  
 til et andet. At der overhovedet finder en saadan Forandring af  
 Retningen Sted, kan man let overtyde sig om ved følgende Forsøg.

Fig. 27.



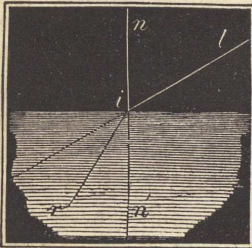
Paa Bunden af et Kar *vv'* Fig.  
 27, lægger man en Mont eller et  
 andet Stykke Metal *m* og holder  
 Diet *o* saaledes, at man netop seer  
 Randen af det, medens hele Stykket  
 forresten er skjult af Randen af Kar-  
 ret *b*. Naar man nu helder Vand  
 i Karret, synes Monten meer og  
 meer at hæve sig, medens Vandet

stiger i Karret, indtil endelig hele Monten er synlig og synes at  
 ligge ved *n*, omendstjondt hverken denne eller Diet i mindste Maade

have forandret deres Sted. Lyset gaaer nu ikke længer i en ret Linie fra *m* til *o*, men danner den brudte Linie *mio*.

Indfaldsvinklen er ved Brydningen, ligesom ved Tilbagekastningen, den Vinkel, som den indfaldende Straale *li*, Fig. 28, danner med den i Indfaldspunktet opreiste lodrette Linie, Indfaldslobbet *in*.

Fig. 28.



Brydningsvinklen er den, som den brudte Straale *io* danner med Forlængelsen af Indfaldslobbet *in'*.

Indfaldsplanet er det Plan, som dannes af den indfaldende Straale og Indfaldslobbet, Brydningsplanet det, som dannes af den brudte Straale og Indfaldslobbet.

Brydningsplanet falder sammen med Indfaldsplanet; men imellem Indfaldsvinklen og Brydningsvinklen finder følgende Forhold Sted.

I Fig. 29 er *lb* en Lystraale, som træffer en Vandflade, *bf* den tilsvarende brudte Straale. Tænkter man sig nu en Cirkel slaet om *b* som Centrum, vil den skjære den indfaldende Straale i *a*, og den brudte i *f*; nedfælder man dernæst paa Indfaldslobbet fra *a* og *f* de lodrette Linier *ad* og *fd'*, vil *fd'* være  $\frac{3}{4}$  af *ad*.

Fig. 29.

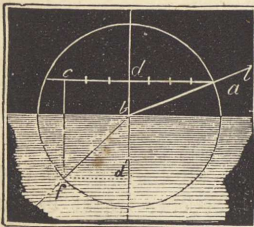
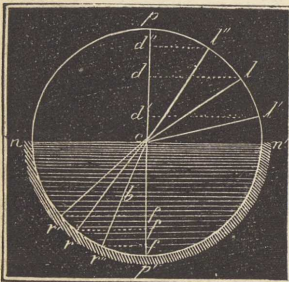


Fig. 30.

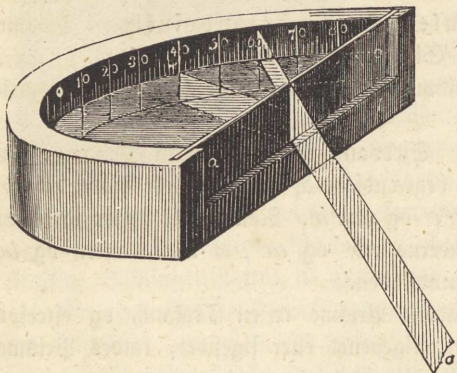


Ved en Lystraales Overgang fra Luft til Vand finder nu altid det samme Forhold Sted mellem Retningen af den indfaldende og den brudte Straale. Naar i Fig. 30 den indfaldende Straale *lc* bliver brudt efter *cr'*, *lc* efter *cr* og *l''c* efter *cr''*, saa er  $r''f'' = \frac{3}{4} l''d''$ ,  $rf = \frac{3}{4} ld$  og  $r'f' = \frac{3}{4} l'd'$ .

Sættes Radius i Cirkelen = 1, ere de omtalte lodrette Linier Sinusser til de tilsvarende Vinkler, og Brydningsloven for Lystraalernes Overgang fra Luft til Vand kan da udtrykkes paa følgende Maade:

Sinus til Brydningsvinklen er stedse  $\frac{2}{3}$  af Sinus til den tilsvarende Indfaldsvinkel.

Brydningsloven, saaledes som den ovenfor er udviklet, kan let vises ved Hjælp af Apparatet, Fig. 31. Karret er halvt fyldt med Vand, og en Lysstraale, som trænger ind i Karret gennem en Abning paa Midten af den uigjennemsigtige Rand *ab*, vil i den øverste Halvdeel gaae frem efter en ret Linie, men blive brudt i Vandet. Paa Inddelingen af den bageste halv-cirkelformige Rand kan man aflæse Størrelsen af Indfaldsvinklen og af



Brydningsvinklen. Det forstaaer sig af sig selv, at Abningen paa Midten af *ab* maa være luffet med Glas. Bedst er det at gjøre *ab* af Glas, som er overstrøget med en uigjennemsigtig Farve paa en smal Stribe nær i Midten.

Bed Overgangen fra Luft til visse Arter af Glas faae Lysstraalerne en stærkere Afvigelse; thi i dette Tilfælde er Sinus til Brydningsvinklen omtrent  $\frac{3}{4}$  af Sinus til Indfaldsvinklen.

Forholdet mellem Sinus til Indfaldsvinklen og Sinus til Brydningsvinklen er forskjælligt for de forskjællige Legemer, men vedbliver at være eens for hvert enkelt Legeme, hvor stor endogfaa Indfaldsvinklen er; dette Forhold kaldes Brydningsexponenten eller Brydningsforholdet. Værdien af Brydningsforholdet er ved Lysstraalernes Overgang fra Luft til

Vand . . . .	$\frac{4}{3}$
Glas . . . .	$\frac{3}{2}$
Diamant . . .	$\frac{5}{2}$ .

Bed Overgangen fra Luft til Diamant er Sinus til Indfaldsvinklen altsaa  $2\frac{1}{2}$  Gange saa stor som Sinus til Brydningsvinklen; i Diamant faae Lysstraalerne altsaa en meget stor Afvigelse, Diamanten er et stærkt lysbrydende Legeme.

**Lysets Brydning i Prismer.** Ved et Prisme forstaaer 13 man i Lyslæren et gjennemsigtigt Legeme, som er begrændset af to Flader, der danne en Vinkel med hinanden.

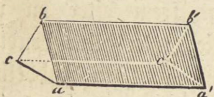
Prismets Kant er den Linie, hvori de to Flader skjære hinanden eller vilde skjære hinanden, naar de bleve tilstrækkeligt forlængede.

Prismets Grundflade, Basis, er den Flade, som ligger lige overfor Kanten, hvad enten en saadan Flade i Virkeligheden findes, eller kun tænkes.

Den brydende Vinkel eller Brydningsvinklen i Prismet er den Vinkel, som de to Sideflader danne med hinanden.

Et Snit gennem Prismet, lodret paa Kanten, kaldes Prismets Hovedsnit.

Fig. 32.



Sædvanligen bruger man Prismer, som ere begrændsede af tre retvinklede Flader  $aba'b'$ ,  $bc'b'e'$  og  $ca'c'a'$ . Naar Lyset gaaer igjennem Fladerne  $ab'$  og  $ac'$ , er  $aa'$  Kanten og  $bc'$  Grundfladen.

Hovedsnittet i et saadant Prisme er en Trekant, og efterfom denne Trekant er retvinklet, ligebenet eller ligesidet, kaldes Prismet selv retvinklet, ligebenet eller ligesidet.

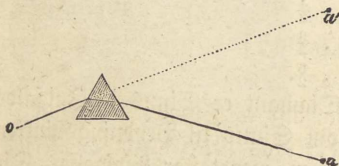
Fig. 33.



Sædvanligviis fastgjør man Prismerne paa en Mæsfingsfod, Fig. 33; ved at skyde Stangen  $t$  op og ned kan man stille Prismet høiere eller lavere, og ved at dreie det om Stiften  $g$  kan man give det en hvilken som helst Stilling.

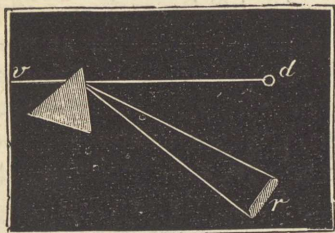
Holder man et Prisme saaledes, at Kanten er vendt opad, iagttager man ved at see igjennem det, to mærkværdige Omstændigheder: for det Første synes alle Gjenstande stærkt forflyttede fra det Sted, hvor de i Virkeligheden ere; Diet  $o$ , Fig. 34, vil igjennem Prismet see Gjenstanden  $a$  i  $a'$ ; for det Andet sees de med farvede Rande. Var Kanten vendt nedad, vilde alle Gjenstande,

Fig. 34.



sete gennem Prismet, blive flyttede nedefter. Et lodret staaende Prisme flytter Gjenstandene til Høire eller til Venstre, eftersom Kanten er til høire eller venstre Side. Naar man paa denne Maade afverler med Forsøgene, overtydes man let om, at alle Gjenstande, naar de betragtes gennem et Prisme, tilsyneladende flyttes til den Side, hvor Kanten er.

Naar en Solstraale gaaer igjennem et lille Hul ind i et for-  
morket Bærelse, og man opfanger den med et Prisme, iagttager  
Fig. 35.



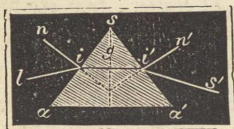
man ligeledes en Afsvigelse og en  
Farvning. Naar Prismet har en  
vandret Stilling, og Kanten er vendt  
opad, vil man istedetfor det hvide,  
runde Solbillede, som man uden  
Prismet vilde have faaet i *d*, see  
et aflangt Billede i *r*, farvet med  
Regnbuefarver, det farvede Sol-  
billede, Sol-spectrum. Hvis

Kanten var vendt nedad, vilde det farvede Solbillede vise sig ovenfor  
*d*; ved et lodret staaende Prisme vil Solbilledet efter Prismets for-  
sffjellige Stillinger flyttes til Hoire eller til Venstre.

De nys omtalte Farvephaenomenener ville vi senere undersøge og  
for Diebliffet kun dvæle ved Afsvigelsen.

Denne lader sig let forklare; i Fig. 36 er *as* den første og *a's*

Fig. 36.



den anden Sideslade af et Glasprisme; *li*  
er den indfaldende, *i'* den brudte og *i's* den  
af Prismet udtrædende Straale. Ved Over-  
gangen fra Luft til Glas vil den indfaldende  
Straale brydes til Indfaldsloppet *in*, og  
naar den er kommen til den anden Sideslade,

vil den atter brydes; men ved Overgangen fra Glas til Luft brydes  
den fra Indfaldsloppet *i'n*.

Lysstraalerne ville, under forresten lige Omstændigheder, i et  
Prisme faae en desto større Afsvigning, jo større Brydningsvinklen  
er. Naar denne Vinkel er  $60^\circ$ , er Afsvigningen større, end naar  
den kun er  $45^\circ$ .

Et Prisme af et stærkt brydende Stof giver Lysstraalerne en  
større Afsvigning end et dermed ligedannet af et svagere brydende  
Stof. I et Vandprisme er Afsvigningen mindre end i et Glasprisme.

I samme Prisme er Afsvigningens Størrelse tillige afhængig  
af den Vinkel, under hvilken Lysstraalerne træffe den første Flade.  
Naar man betragter en Gjenstand gjennem et Prisme, seer man,  
at Billedet snart fjerner sig mere fra Gjenstandens Sted, snart igjen  
nærmer sig dertil, idet man dreier Prismet om dets Ase. Den  
mindste Afsvigning finder Sted, naar Lysstraalerne, som i Fig. 36,  
gennemløbe Prismet symmetrisk, saaledes at den brudte Straale er



parallel med Grundfladen. Naar man forandrede Retningen af den indfaldende Straale enten til den ene, eller til den anden Side, vilde Afsvigningen blive større.

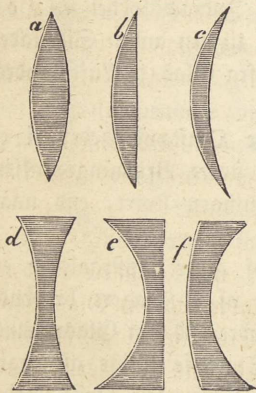
Iffe alle de Straaler, som komme ind i Prismet, komme atter ud igjen, men tilbagekastes fra den anden Sideslade, saa at man seer Gjenstandene spejle sig i Prismet. Dersom nemlig de Straaler, som skulle gaae ud af Prismet, have en saa stor Indfaldsvinkel, at Sinus til Brydningsvinklen, beregnet efter den ovenfor fremsatte Lov, vilde blive større end 1, kunne de aldeles ikke gaae ud, men tilbagekastes indeni Prismet; dette kaldes den fuldstændige Tilbagekastning, totale Reflexion.

14 **Vysets Brydning gjennem Linser.** Linser kaldes gjennemfigtige Legemer, som have den Egenkab at faae de gjennemgaaende Straaler til at samles eller spredes meer eller mindre stærkt.

Her have vi kun at gjøre med sphæriske Linser, der ere saadanne, hvis begrænsende Flader ere Stykker af Kugleflader og Planer. Man har desuden ogsaa elliptiske, paraboliske, cylindriske Linser o. s. v., som have lignende Egenkaber som de sphæriske.

Man skjelner mellem 6 forskjellige Arter af Linser, som ere afbilledede i Gjennemsnit i Fig. 37; *a* forestiller en biconvex, tvæ-

Fig. 37.



hvalvet Linse, *b* v. s. en saadan, som er begrændset ved to udhvalvede Kugleflader. Den planconvexe, planhvalvede Linse *b* er begrændset af en plan og en udhvalvet Flade; de concavconvexe Linser, som *c* og *f*, kaldes ogsaa Menisker; man skjelner mellem to Arter af dem, eftersom den hule Flades Krumning er mindre, som ved *c*, eller større, som ved *f*, end den udhvalvede Flades; *d* forestiller en biconcav, *e* en planconcav Linse.

De tre første *a*, *b* og *c* ere tykkere i Midten end ved Randen og kaldes Samlelinser.

De tre sidste *d*, *e* og *f*, som ere tyndere i Midten end ved Randen, kaldes Spredelinser.

En Linses Axe er den rette Linie, som forbinder Midtpunkterne af de to Kugleflader, hvoraf Linserne ere dannede. Ved de plan-

convere og planconcave Linser er Aren den lodrette Linie, som fra Krumningens Midtpunkt sælbes paa Planet.

For at kunne udvikle de vigtigste Sætninger om Lysets Brydning gennem Linser maae vi endnu engang vende tilbage til Prismerne og nærmere undersøge det Tilfælde, hvor Prismets brydende Vinkel er meget lille.

I et Prisme med en lille Brydningsvinkel, som Fig. 38, vil nemlig Afsvigningen uden mærkelig Feil være proportional med Brydningsvinklen. Et Prisme, hvis Brydningsvinkel er dobbelt saa stor som den i Fig. 38, vilde frembringe en dobbelt saa stor Afsvigning, og hvis Brydningsvinklen kun var halv saa stor som i Fig. 38,

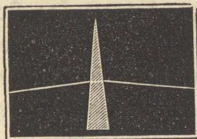


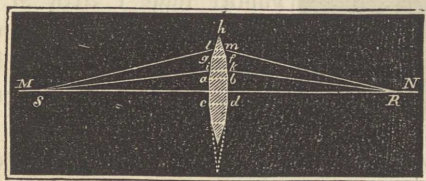
Fig. 38.

vilde Afsvigningen ogsaa kun være halv saa stor.

I Fig. 39 er *abcd* et langagtigt Rectangel, paa hvilket der

foroven er sat et Paralleltrapezium *abfg*, og forneden et, som er ligestort med dette; oven paa dette er der

Fig. 39.



paa sat en Trekant *fgh*, og en ligesaa stor forneden. De to ikke parallelle Sider i Trapeziet danne, naar de

forlænges, en ligebenet Trekant, hvori Vinklen ved Toppunktet er spids og halv saa stor som den spidse Vinkel ved *h* i den øverste Trekant.

Tænker man sig hele Figuren dreiet om Aren *MN*, fremkommer et af flere Belter dannet linsformigt Legeme, hvis Midte er en Skive med plane Sider.

Naar nu Lysstraaler, som udgaae fra et Punkt i Aren *MN*, træffe dette System af Belter, kan man ifølge Lovene for deres Brydning i Prismers bestemme den Afsvigning, de faae i hvert Belte.

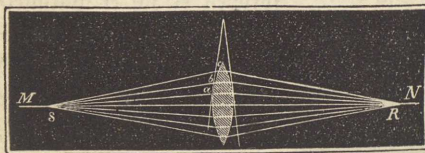
Punktet *S* tænkes at ligge saaledes, at en derfra udgaaende Lysstraale, som træffer Fladen *ag* i *i*, ved Gjennemgangen gennem *abfg* faaer den mindste Afsvigning, den udtrædende Straale vil da være aldeles symmetrisk med den indfaldende og skjære Aren i et Punkt *R*, der ligger lige saa langt borte fra Linsen som *S*.

En Lysstraale, som i Trekanten *fgh* faaer den mindste Afsvigning, vil afvige dobbelt saa meget fra sin oprindelige Retning som

i *fyab*, fordi Brydningsvinklen i det øveste Prisme er dobbelt saa stor som i det nederste. En saadan Lysstraale, som i den øverste Trekant faaer den mindste Afvigning, vil altsaa gaae igjennem denne Trekant i en Retning *lm*, der er parallel med Aksen *MN*, og den indfaldende Straale, saavelsom den udrædende, maa nødvendigviis med denne vandrette Linie danne en Vinkel, der er dobbelt saa stor som den, der dannes af den indfaldende og udrædende Straale, som svarer til den mindste Afvigning i *abfy*. Naar der altsaa fra *S* udgaaer en Straale *Sl*, der med *MN* danner en dobbelt saa stor Vinkel som *Si*, saa vil den i *fgh* faae den mindste Afvigning, og naar den gaaer ud paa den anden Side, brydes til *R*. Straalen *SlmR* gaaer igjennem Linsen i en dobbelt saa stor Afstand fra Aksen som Straalen *SikR*, der kun har en halv saa stor Afvigning.

Tænker man sig nu, at der istedetfor de brækkede Linier *dbfh*

Fig. 40.



og *cagh* i den forrige Figur sættes Cirkelbuer, hvis Midpunkter ligge i Aksen *MN*, faaer man istedetfor det linseformige Legeme en virkelig Linse, Fig. 40, og en Lysstraale, som træffer Linsen et

eller andet Sted, f. Ex. i *a*, vil brydes, ganste som om den var falden paa et Prisme, hvis Gjennemsnit man faaer ved at drage Tangenter til *a* og det lige overfor liggende Punkt.

Drog man nu lignende Tangenter paa begge Sider til et andet Punkt *b*, der er dobbelt saa langt borte fra Aksen som *a*, vilde disse Tangenter skjære hinanden under en Vinkel, der er dobbelt saa stor som den, der dannes af de til *a* dragne Tangenter.

Naar nu en Lysstraale ved *a* gaaer igjennem Linsen parallelt med Aksen, vil den, førend den kommer ind, og efterat den er gaaet ud af den, danne ligestore Vinkler med Aksen og skjære denne i Punkterne *S* og *R*, som til begge Sider ere i ligestor Afstand fra Linsen. Og naar en anden Lysstraale, som udgaaer fra *S*, træffer Linsen i *b*, vil den faae en dobbelt saa stor Afvigning som ved *a* og derfor ligeledes blive brudt hen til *R*. En Lysstraale, som udgaaer fra *S* og træffer Linsen i et Punkt *c*, som ligger tre Gange saa langt fra Aksen som *a*, vil faae en tre Gange saa stor Afvigning som de, der falde ind ved *a*, og derfor ogsaa brydes hen til det samme Punkt *R*.

Hvad der er sagt om Punkterne  $a$ ,  $b$  og  $c$ , gjælder ogsaa om de mellemliggende Punkter; for en saadan Linse, som den i Fig. 40, gives der altsaa i Aen et Punkt  $S$ , der har den Egenstaa, at alle de Straaler, som udgaae fra det og træffe Linsen, blive samlede i det samme Punkt  $R$ , der ligger paa den anden Side af Linsen i samme Afstand som  $S$ .

Disse Slutninger ere dog kun rigtige, saalænge Linsens Krumning fra Midten til Randen ikke er meget stor; thi kun i det Tilfælde forandres Tangenternes Vinkel i samme Forhold som Beroingspunkternes Afstand fra Aen.

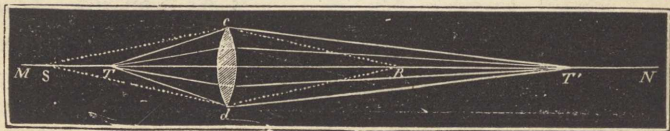
I det nærmest Følgende afhandles kun saadanne Linser, i hvilke Krumningen fra Midten til Randen ikke er meget stor.

Naar den Vinkel, hvorunder de indfaldende Straaler træffe et Prisme med en lille Brydningsvinkel, ikke afviger meget fra en ret, og Straalerne altsaa meget nær træffe Prismet omtrent i den Retning, som svarer til den mindste Afvigning, vil den ved Prismet frembragte Afvigning heller ikke være meget forskjællig fra den mindste.

Det Samme gjælder ogsaa om Linser; naar Linsen, Fig. 40, i  $c$  træffes af en Lysstraale, hvis Retning ikke er meget forskjællig fra Retningen af  $Sc$ , vil Afvigningen, som den faaer ved Brydningen i Linsen, omtrent være den samme som Afvigningen af Straalen  $Sc$ .

I Fig. 41 være  $S$  det Punkt i Aen  $MN$ , der ligger saaledes, at de Straaler, som udgaae deraf og træffe Linsen, gaae symmetrisk

Fig. 41.

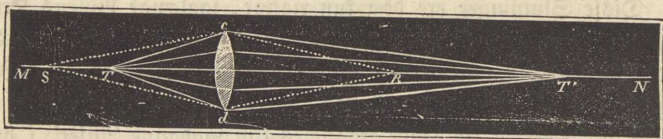


gjennem den og samles paa den anden Side i et Punkt  $R$ , der ligger lige saa langt fra Linsen som  $S$ . Straalen  $Sc$ , som træffer Linsen nær ved Randen, brydes til  $cR$ , og den indfaldende og den brudte Straale danne med hinanden en Vinkel  $ScR$ . Naar nu en Lysstraale, som ikke udgik fra  $S$ , men fra  $T$ , traf Linsen, vilde efter det, som ovenfor er udviklet, Straalen  $Tc$  faae en lige saa stor Afvigning som  $Sc$ ; man vil altsaa faae Straalens Retning, efterat den er traadt ud af Linsen, naar man drager Linien  $cT'$  saaledes, at Vinklen  $TcT'$  er lige saa stor som Vinklen  $ScR$ , eller med andre

Ord, naar man fra  $c$  drager en Linie, der med  $cR$  foroven danmer en Vinkel  $ReT'$ , der er lige saa stor som den,  $Te$  danmer forneden med  $Se$ .

Til Punktet  $T'$  brydes ligeledes Straalen  $Td$ , der udgaaer fra  $T$  og træffer Linsens nederste Rand  $d$ , ja alle de Straaler, som

Fig. 41.

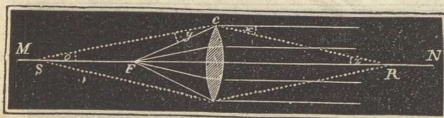


udgaae fra  $T$  og træffe Linsen, ville amles i  $T'$ ; thi i samme Forhold som de indfaldende Straaler ligge nærmere ved Aksen, faae de ogsaa en mindre Afvigning og blive derfor samtlige forenede i  $T'$ ; idetmindste saalænge den Vinkel, de ydrt indfaldende Straaler danne med Aksen, ikke overstiger en vis Grænse (ikke bliver saa stor, at man endnu uden mærkelig Feil kan antage Vinklerne proportionale med deres Tangenter).

Naar det lysende Punkt altsaa fra  $S$  nærmer sig Linsen, vil Straalernes Foreningspunkt paa den anden Side af Linsen fjerne sig fra denne; jo mere  $T$  nærmer sig, desto længere rykker  $T'$  bort, men i et langt stærkere Forhold end det, hvori  $T$  nærmer sig.

Vi ville nu undersøge, hvorledes de Straaler brydes ved Linsen, der udgaae fra et Punkt  $F$  i Aksen, Fig. 42, der ligger saaledes,

Fig. 42.



at  $Fc = FS$ . I dette Tilfælde er Vinklen  $o = y = z$ ; men nu bliver Straalen  $Fc$  brudt saaledes i Linsen, at den Vinkel  $x$ , som den udtrædende Straale danmer med  $cR$ , er lig med  $y$ , altsaa er  $x = z$ , og deraf følger ogsaa, at Straalen  $Fc$  bliver brudt saaledes i Linsen, at den gaaer parallel med Aksen.

Det Samme gælder ogsaa om alle de andre Straaler, som udgaae fra  $F$  og træffe Linsen; de danne altsaa ved deres Udtrædelse et med Aksen parallelt Straalebundt.

Naar man, som vel i de fleste Tilfælde kan være tilladt, ikke tager Hensyn til Linsens Tykkelse i Sammenligning med de Af-

stande, hvori Punkterne  $S$  og  $F$  ere fra den, kan man sige, at Punktet  $F$  ligger midt imellem  $S$  og Linsen.

Naar altsaa et lysende Punkt fra  $S$  nærmes til Linsen, rykker Samlingspunktet paa den anden Side bort fra Linsen, og naar det lysende Punkt er kommet til  $F$ , vil Samlingspunktet være rykket bort i det Uendelige, Straalerne træde ud parallelle med Axen.

Men naar omvendt Straalerne fra et i Axen liggende Punkt, der er uendelig langt borte, falde paa Linsen, eller med andre Ord, naar et Bundt Straaler, parallelle med Axen, træffer Linsen, vil de ved Linsen samles i  $F$ . Dette Punkt  $F$ , der er Samlingspunktet for de parallelle med Axen indfaldende Straaler, kaldes Hovedbrændpunktet.

Er det lysende Punkt ikke mere uendelig langt borte, fjerner Samlingspunktet sig paa den anden Side af Linsen; er det lysende Punkt i  $T$ , saa er Samlingspunktet i  $T'$ , Fig. 41; kommer det lysende Punkt endnu nærmere, i  $R$ , vil Samlingspunktet være i  $S$ ; nærmer det sig Linsen saa meget, at det er midt imellem den og  $R$ , er det altsaa i en Afstand, der er lig Brændvidden, vilde Straalerne efter deres Gjemmegang gennem Linsen være parallelle med Axen.

Brændvidden, d. e. Afstanden mellem Brændpunktet  $F$  og Linsen, afhænger ikke alene af dennes Form, men ogsaa af Brydningsforholdet for det Stof, hvoraf den er forfærdiget.

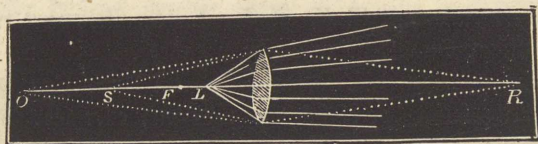
Bed en tvehvælvet Glaslinse, hvis Flader have samme Radius, falde Brændpunkterne til begge Sider sammen med Midpunkterne af Kuglesegmenterne, forudsat at Brydningsforholdet for den brugte Glasart netop er  $\frac{3}{2}$ .

Er Linsens Brydningsforhold større, ligger Brændpunktet nærmere ved Linsen, og omvendt.

Hvad der er sagt om tvehvælvede Linser, gælder ogsaa om udhvælvede Menisker og planhvælvede Glas, d. v. s. de have et Hovedbrændpunkt, hvori alle de Straaler samles, som komme fra den anden Side parallelle med Axen; de Straaler, som udgaae fra et i Axen liggende Punkt, der er i en Afstand fra Glasset lig den dobbelte Brændvidde, vilde paa den anden Side samles i et Punkt, som ligeledes ligger i den dobbelte Brændviddes Afstand fra Glasset.

For en planhvælvet Linse, hvis Brydningsforhold er  $\frac{3}{2}$ , er Brændpunktets Afstand lig den dobbelte Radius til Linsens krumme Flade.

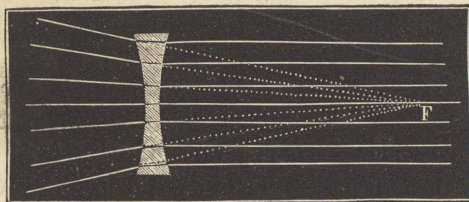
Naar det lysende Punkt *L*, Fig. 43, rykkes saa nær til Linsen, at det ligger indenfor Brændvidden, saa vil den Straalefegle, som træffer Linsen, sprede sig saa stærkt, at Linsen ikke mere er istand til Fig. 43.



at faae Straalerne til at løbe sammen, eller blot til at være parallelle; men de spredes efter deres Gjennemgang gjennem Linsen mindre end før og udbrede sig, som om de kom fra et Punkt *O*, der laae længere borte fra Glasjet end det lysende Punkt.

Eignende Undersøgelser kunne gjøres med Huulglas; naar de indfaldende Straaler ere parallelle, spredes Straderne, som om de kom fra et Hovedudgangspunkt *F*, Fig. 44; mer naar det lysende

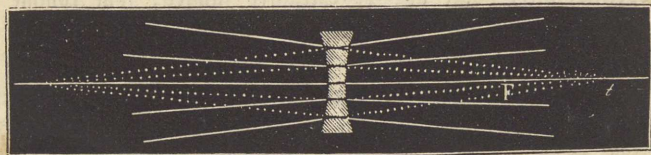
Fig. 44.



Punkt rykker nærmere, ville de indfaldende Straaler efter Gjennemgangen gjennem Glasjet spredes endnu stærkere, end Tilfældet var med de parallelle indfaldende Straaler, og det Punkt, hvorfra

de synes at udgaae, rykker altsaa nærmere til Glasjet, jo nærmere det lysende Punkt kommer. Der staaer endnu tilbage at betragte det Tilfælde, naar de indfaldende Straaler ere sammenløbende. Naar de indfaldende Straaler løbe sammen til Punktet *F* paa den anden Side af Glasjet,

Fig. 45.



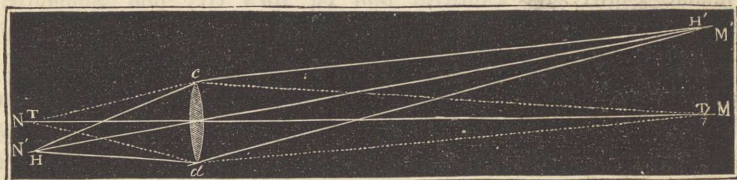
maa de brudte Straaler nødvendigviis træde ud parallelt med hinanden, da dette er dette Omvendte af det i Fig. 44 fremsatte Til-

fælde. Ere de indfaldende Straaler stærkere sammenløbende, ville de ogsaa løbe sammen efter Brydningen, men hvis de derimod løbe mindre stærkt sammen, s. Er. til et Punkt  $t$ , Fig. 45, der ligger længer borte fra Glasjet end  $F$ , saa spredes de, som om de kom fra et Punkt foran Glasjet, saaledes som Figuren viser. Det er vigtigt at lægge Mærke til dette Tilfælde for at kunne forstaae Galilæis Riffert, som snart vil blive omtalt.

**Biager.** Hidtil have vi kun undersøgt saadanne lysende Punkter, som ligge i Aksen af selve Linsen; der skal nu vises, at det, der er sagt om disse Punkter, ogsaa gjælder om saadanne, som ikke ligge i Hovedaksen, forudsat at Biagerne kun danne en meget lille Vinkel med Hovedaksen. Ved en Biage forstaaer man en Linie, som man kan tænke sig dragen gennem Midten af Linsen fra et Punkt, der ikke ligger i Hovedaksen.

I Fig. 46 er  $H$  et Punkt, der ikke ligger i Hovedaksen; alle de derfra udgaaende Lysstraaler ville blive forenede i et Punkt  $H'$ ,

Fig. 46.



der ligger i Biaren  $M'N'$  og er ligesaa langt borte fra Linsen som  $T'$ , der er Foreningspunktet for de Straaler, som udgaae fra et Punkt  $T$ , der ligger i Hovedaksen og er ligesaa langt borte fra Linsen som  $H$ .

Den midterste Straale  $HM'$  gaaer nemlig gennem Linsen uden at brydes; fremdeles er  $Hc = Tc$  og Vinkel  $cTT' = cHH'$  (om end ikke ganske nøiagtigt, saa dog næsten); da Straalen  $Tc$  i  $c$  bliver brudt ligesaa meget som  $Hc$ , saa er Vinklen  $HcH' = TcT'$  og følgende Trekanten  $HcH' = TcT'$  og  $TT' = HH'$ ; altsaa er  $H'$  ligesaa langt fra Linsen som  $T'$ .

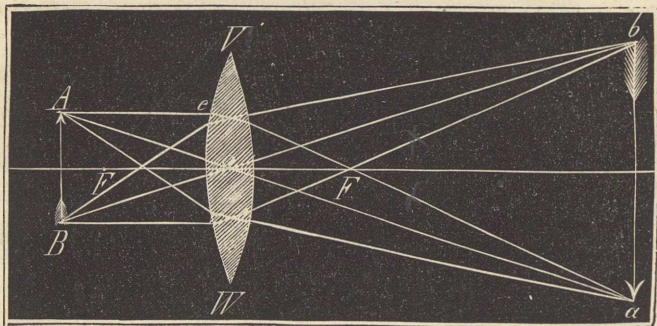
Det Samme kommer ogsaa ud ved Betragtning af Trekanterne  $TdT'$  og  $HdH'$ .

**De ved Linser dannede Billeder.** I Fig. 47 er  $AB$  en 16 Gjenstand, der befinder sig paa den ene Side af en Linse  $VW$ , men i længere Afstand fra den end Brændpunktet  $F$ . De fra  $A$  udgaaende Straaler forenes i et Punkt  $a$  i den Biare, som drages



fra  $A$  gennem Midpunktet af Linsen  $o$ ; altsaa er  $a$  Billedet af  $A$ ; ligeledes er  $b$  Billedet af  $B$ , og  $ab$  er følgelig Billedet af Gjenstanden  $AB$ ; Billedet er i dette Tilfælde omvendt.

Fig. 47.



Fra Midpunktet af Linsen sees Gjenstanden og Billedet under samme Vinkel, thi Vinklerne  $boa$  og  $BoA$  ere, som Topvinkler, ligestore; om nu Gjenstanden eller Billedet er størst, afhænger af, om Gjenstanden eller Billedet er længst borte fra Linsen. Tænker man sig, at Gjenstanden er i en Afstand fra Linsen, der er liig den dobbelte Brændvidde, vil Billedet paa den anden Side dannes i en ligesaa stor Afstand, og Gjenstanden og Billedet ville altsaa i dette Tilfælde være ligestore. Rykker Gjenstanden nærmere til Linsen, saa fjerner Billedet sig og bliver altsaa større. Saadanne Gjenstande, som have en Afstand fra Linsen, der er større end Brændvidden, men mindre end den dobbelte Brændvidde, frembringe altsaa omvendte og forstørrede Billeder; saaledes er i Figuren Billedet  $ab$  større end Gjenstanden  $AB$ .

Naar Gjenstanden er længere borte fra Linsen end den dobbelte Brændvidde, ligger Billedet nærmere; af fjerne Gjenstande saaar man altsaa omvendte formindskede Billeder. Hvis  $ab$ , Fig. 47, var en saadan Gjenstand, der er i større Afstand fra Linsen end den dobbelte Brændvidde, vilde man have det formindskede Billede  $AB$ .

Kalder man Gjenstandens Størrelse  $g$ , Billedets  $g'$ , Gjenstandens Afstand fra Linsen  $b$  og Billedets Afstand  $b'$ , saa vil man have

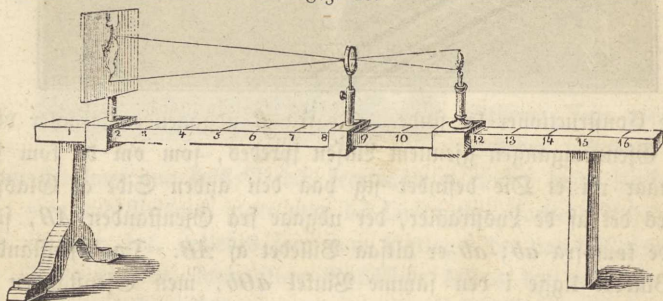
$$g : g' = b : b',$$

d. e. Størrelserne af Gjenstanden og Billedet forholde sig som deres Afstande fra Linsen.

Ved en Linse med kort Brændvidde ligge Billederne af fjerne Gjenstande nærmere ved Glasjet end ved en Linse med større Brændvidde; af fjerne Gjenstande give Linsene altsaa desto mindre Billeder, jo kortere deres Brændvidde er. Forholdet er derimod omvendt i det Tilfælde, hvor Linsen giver forstørrede Billeder af smaa Gjenstande, som befinde sig i Nærheden af dens Brændpunkt; thi naar Billederne ere i lige Afstande fra Linsen, ville de være størst ved de Lins, som have en mindre Brændvidde, fordi Gjenstanden ved disse rykker nærmere til Linsen.

Fig. 48 viser, hvorledes man ved Forsøg kan stadfæste Rigtigheden af de ovenfor omtalte Love for de ved Linsjer dannede Billeder.

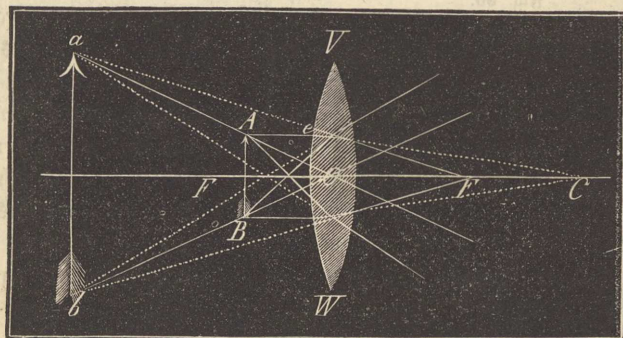
Fig. 48.



Naar Gjenstanden endnu befinder sig indenfor Linsens Brændvidde, kan der ikke dannes noget Billede af den, fordi de Straaler, som udgaae fra et lysende Punkt, der ligger nærmere ved Linsen end Brændpunktet, vedblive at sprede sig efter deres Gjennemgang gjennem Glasjet.

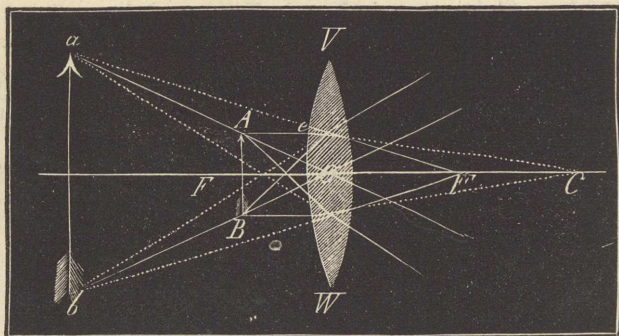
I Fig. 49 være  $AB$  en saadan Gjenstand, der befinder sig in-

Fig. 49.



denfor Brændvidden; de fra  $A$  udgaaende Straaler ville da efter deres Gjennemgang gennem Glasset sprede sig, som om de kom fra  $a$ . Afstanden af Punktet  $a$  fra Linsen kan man ifølge de ovenfor an-

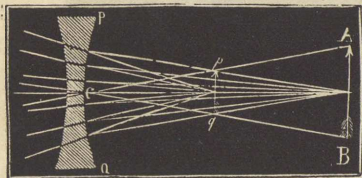
Fig. 49.



givne Constructioner let finde. De fra  $B$  udgaaende Straaler ville efter Gjennemgangen gennem Linsen spredes, som om de kom fra  $b$ ; naar nu et Die befinder sig paa den anden Side af Glasset, træffes det af de Lysstraaler, der udgaae fra Gjenstanden  $AB$ , som om de kom fra  $ab$ ;  $ab$  er altsaa Billedet af  $AB$ . Da Gjenstanden og Billedet ligge i den samme Vinkel  $aOb$ , men Gjenstanden er nærmere ved Linsen, maa Billedet i dette Tilfælde aabenbart være større end Gjenstanden. Naar man bruger en Linse som Loupe for dermed at betragte smaa Gjenstande, er det dt paa denne Maade forstørrede Billeder, man seer. Vi ville senæe komme tilbage til denne Gjenstand.

Huulglassene eller de concave Glas samle ikke Straalerne til Billeder, men give kun Billeder af den Art, som fremkomme ved de

Fig. 50.

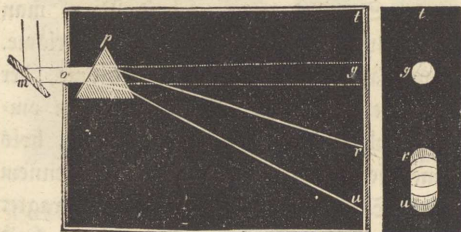


udhvalvede Glas, naar Gjenstanden befinder sig indenfor Brændvidden. De nu et Huulglas bevirker, at de Straaler, som udgaae fra et Punkt, spredes endnu mere, som om de kom fra et nærmere ved Glasset liggende Punkt, saa er det klart, at Huulglassene maae vise formindskede Billeder af Gjenstandene, som man let kan oversee ved at betragte Fig. 50, hvor  $AB$  er Gjenstanden og  $pq$  Billedet.

## Tredie Afsnit.

## Lysstraalernes ulige Brydbarhed.

Det hvide Sollys er sammensat af forskjelligt farvede 17  
 Straaler. For at godtgjøre dette behøver man kun at danne et  
 Solbillede paa den ovenfor angivne Maade. I Fig. 51 er *m* et  
 Fig. 51. Fig. 52. Speil, der er anbragt



foran Vindueskoddens til et formørket Værelse og som kaster Solstraalerne ind i Værelset gennem Abningen *o*; *p* er det brydende Prisme, *t* en Skjærm, som opfanger Billedet. Først sætter Prismet paa dets Plads, seer man et rundt, hvidt Solbillede i *g*; men ved Prismet faaer man det langagtige, farvede Billede *ru*.

Fig. 52 viser det, saaledes som man iagttager det paa Skjærmen *t*. Dette farvede, langagtige Solbillede kaldes det prismatiske Solbillede, Spectrum.

Det prismatiske Solbilledes Længde er under forresten lige Omstændigheder desto større, jo større Prismets brydende Vinkel er. Længden afhænger ogsaa af Beskaffenheden af det Stof, hvoraf Prismet bestaaer.

Ved det i Fig. 51 angivne Forsøg vil man snart see, at der dannes sig en hvid Stribe i Midten af det prismatiske Billede, naar dets Længde ikke idetmindste er dobbelt saa stor som dets Brede; men naar dets Længde er tilstrækkelig stor, forsvinder det Hvide aldeles, og man skjælnes nu i Solbilledet syv Hovedfarver i følgende Orden: Rødt, Orange, Gult, Grønt, Blaat, Indigo, Violet.

Disse Farver kaldes Regnbuefarverne, de prismatiske Farver eller ogsaa enkelte Farver. Vi ville snart faae at see, at der egentlig findes uendelig mange forskjellige Farver i det prismatiske Solbillede, men at Diet mellem dem kun skjælnes disse syv Hovedfarver.

Den røde Deel af det prismatiske Solbillede vender altid mod den Side, hvor det runde hvide Solbillede *g*, Fig. 52, vilde have

viist sig, hvis Prismet ikke havde været der; de røde Straaler ere altsaa mindst brudte.

Naar Abningen i Vinduesfodden er en Ribse af  $\frac{1}{2}$  til 1 Linies Brede, som er parallel med Prismets Arc, naar Prismets brydende Vinkel er  $60^\circ$ , og man opfanger Solbilledet i en Afstand af 6 til 10 Fod, faaer man en fulbstændig Adskillelse af Farverne, d. v. s. Solbilledet vil overalt vise sig med livlige Farver, og der vil ikke længer sees noget Hvidt i Midten.

For at see det prismatiske Farvebillede er det ikke nødvendigt ved et Prisme at frembringe et Solbillede paa en hvid Væg, man behøver kun at betragte en smal lys Gjenstand gjennem et Prisme. Seer man f. Ex. paa Flammen af et Lys gjennem et Prisme, der holdes lodret, viser den sig meget bredere og farvet paa den omtalte Maade. Skjærer man i Vinduesfodden en lille Abning, hvis Ivermaal omtrent er 5 Tommer, seer man den klare Himmel gjennem denne Abning, altsaa en lys Skive paa mørk Grund. Betragter man nu denne Skive gjennem Prismet, seer man istedetfor en hvid Kreds et langagtigt, farvet Billede, om hvilket det Samme gjaelder, som ovenfor er sagt om det paa Skjærmen opfangede prismatiske Solbillede.

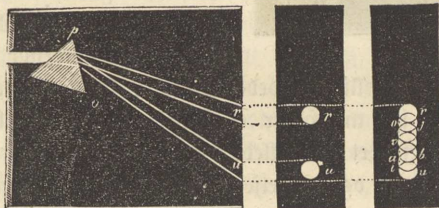
18 **De forskjælligt farvede Lysstraaler have forskjællig Brydbarhed.** Dette fremgaaer allerede deraf, at det hvide Lys ved et Prisme adskilles i forskjælligt farvede Lysstraaler; efter Gjennemgangen gjennem Prismet danne de røde Straaler en Vinkel med de violette, de spredes, og de violette Straaler afvige mere fra deres oprindelige Retning end de røde. De violette Straaler ere de meest brydbare, de røde de mindst brydbare. De grønne Straaler ere mere brydbare end de røde, og mindre end de violette, fordi Grønt i det prismatiske Solbillede ligger mellem Rødt og Violet.

Tænker man sig for et Dieblik, at det hvide Lys kun indeholdt røde og violette Straaler, er det klart, at man istedetfor det prismatiske Solbillede kun vilde faae to runde, fra hinanden adskilte Solbilleder, af hvilke det ene var rødt og det andet violet. Man kan i Virkeligheden frembringe slige adskilte Billeder; mange Legemer have nemlig den Egenkab ikke lige godt at lade alle farvede Straaler gaae igjennem sig, altsaa at indsuge visse Straaler; herhen høre f. Ex. farvede Glas og farvede Vædster. Helder man f. Ex. en Oplosning af svovlsuur Indigo mellem to parallelle Glasplader og

seer gjennem denne Oplosning og et Prisme paa Abningen i Bindueskoddens, seer man to adskilte Billeder af Abningen, nemlig et rodt og et blaåt. Den samme Virkning faaer man, naar man istedetfor Indigooplosningen anvender et Stykke mørkeblaat Glas.

Det hele prismatiske Solbillede bestaaer altsaa af en Række af paa hinanden følgende Billeder, som tilbeels dække hinanden. Jo

Fig. 53.



mindre den Abning er, hvorigjennem de hvide Straaler falde paa Prismet, desto skarpere blive de enkelte Billeder begrænsede, hvorimod Midpunkterne af de enkelte farvede Billeder ikke rykke hinanden nærmere, og de for-

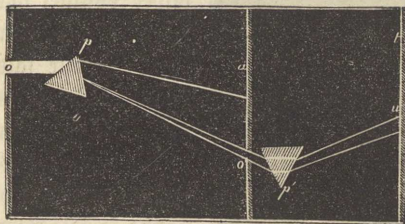
skjællige Farver altsaa falde mindre over hinanden; jo mindre Abningen er, desto renere ville altsaa ogsaa de enkelte Farver vise sig.

**Enhver Farve i det prismatiske Solbillede er enkelt.** 19

Enhver Farve er enkelt, naar den ikke paa nogen Maade mere lader sig adskille i andre Farver; man vil nu faae at see, at de prismatiske Farver virkelig have denne Egenstaa.

Naar man opfanger det prismatiske Solbillede paa en Skjærm

Fig. 54.



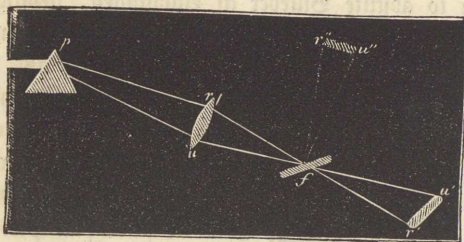
og gjør et Hul etsteds paa denne, f. Ex. der hvor de violette Straaler falde, opfanges alle Farverne, og kun en farvet Straale gaaer igjennem Abningen; denne Straale kan man nu paa ingen Maade adskille mere, og Farven bliver usforandret,

om man end atter lader den gaae igjennem et Prisme.

Det enkelte Lys kaldes efter Newton ogsaa homogent Lys.

**Af de enkelte Farver i det prismatiske Solbillede kan** 20  
man igjen sammensætte det hvide Lys. Naar man opfanger det prismatiske Solbillede med en Linse *l*, blive de forskjælligt farvede Straaler ved denne forenede i et Punkt *f*, og naar man her opfanger Solbilledet paa et matslebet Glas eller en Papirskjærm, viser

Fig. 55.

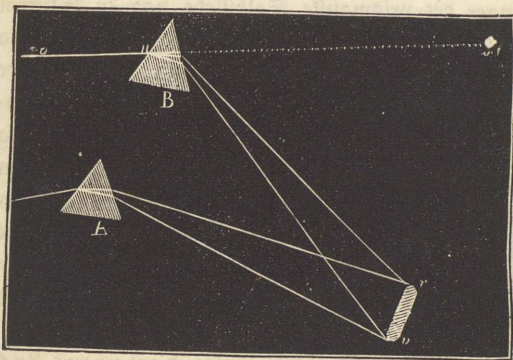


det sig igjen blendende hvidt, uagtet forskjælligt farvede Straaler falbt paa Linsen. Holder man ikke Skjærmen i Punktet  $f$ , men noget længer borte fra Linsen, faaer man igjen det prismatiske Solbillede omvendt i  $r''w'$ , et Beviis for, at de forskjælligt farvede Straaler have krydset hinanden i  $f$ ; og naar man i  $f$  anbringer et Speil, danne de tilbagefaste Straaler igjen et farvet Solbillede  $r'''w''$ .

Til disse Forsøg kan man ogsaa betjene sig af et Huulspeil istedetfor en Linse.

At de prismatiske Farver tilsammen give Hvidt, sees ogsaa af det af Newton angivne Forsøg, at det aflange prismatiske Farvebillede, seet igjennem et andet Prisme, under gunstige Omstændigheder igjen viser sig som en fuldkommen hvid rund Skive. I Fig. 56 er *vr* et prismatisk Solbillede, frembragt ved Prismet  $A$  og op-

Fig. 56.



fanger paa en hvid Skjærm. Naar nu et andet Prisme  $B$  bliver opstillet saaledes, at det, naar en Solstraale falbt paa det i Retningen *on*, vilde frembringe det samme prismatiske Solbillede *vr* paa samme Sted, saa er det klart, at ogsaa de Straaler, som fra Solbilledet falbt paa dette Prisme  $B$ , vilde træde ud i Retningen *no*; et Die, som befinder sig i  $o$ , maa altsaa i Retningen *ons* see et rundt hvidt Billede af det farvede Solbillede. Den Stilling, man maa give Prismet  $B$ , kan let findes ved Forsøg.

Naar man deler en kredsformig Skive i syv Sectorer og maler disse med Farver, der saameget, som muligt, ligne de prismatiske,

vil Skiven ved en hurtig Omdreining ikke mere vise sig farvet, men hvidlig; den vilde vise sig fuldkommen hvid, hvis Sectorerne kunde blive malede med rene prismatiske Farver, og naar Bredden af de enkelte farvede Sectorer noigtigt stod i samme Forhold til hinanden, som Bredderne af de tilsvarende Dele af det prismatiske Solbillede. For at kunne arbejde efter samme Princip med de rene prismatiske Farver, kan man bringe Prismet i Forbindelse med et Uhrværk, som sætter det i en hurtig op- og nedadgaaende Bevægelse. Paa Grund af denne Bevægelse af Prismet løber det paa Skærmen opfangede Solbillede hurtigt frem og tilbage, og istedetfor det farvede Solbillede seer man da en hvid Lysstrib, der kun ved Guderne endnu er noget farvet. Diet modtager nemlig ved ethvert Punkt af Skærmen hurtigt efter hinanden Indtrykkene af alle de enkelte Farver, og alle disse Indtryk tilsammentagne frembringe Fornemmelsen af Hvidt.

**Complementære og naturlige Farver.** Da alle enkelte 21  
Farver, forenede i det rette Forhold (nemlig efter det prismatiske Solbillede), frembringe hvidt Lys, saa er det tilstrækkeligt at udelade een eller flere af de enkelte Farver, eller kun at forandre deres Forhold, for istedetfor det Hvide at frembringe en hvilken som helst Farvetone. Udelader man f. Ex. af det hvide Lys de røde Straaler i det prismatiske Solbillede, medens alle andre Farver blive usforandrede, saaer man en blaalig Farve, til hvilken man kun behøver at tilføie Rødt for atter at frembringe Hvidt. To Farver, som opfylde denne Betingelse, d. v. s. som tilfammen give Hvidt, kaldes complementære Farver. Enhver Farve har sin complementære Farve; thi hvis den ikke er hvid, mangler der den visse Straaler for at danne Hvidt, og disse manglende Straaler tilsammentagne udgjøre den complementære Farve. Violet, som meer eller mindre gaaer over i det Røde, er den complementære Farve til de forskjellige grønne Farver. Vi have ovenfor seet, at en Opløsning af svovlsuur Indigo, bragt i et Prisme, giver et rødt og et blaat Billede af en hvid Gjenstand. Det røde Billede er meget skarpt afgrændset, det blaae derimod ikke, det gaaer noget over i Violet og tillige lidt i Grønt; i det Lys, som er gaaet gennem Indigoopløsningen, mangler altsaa aldeles Gult og Orange, og desuden næsten alt Grønt og noget Violet. Men disse manglende Farver give tilsammentagne aabenbart en Blanding, hvori Gult er stærkt fremherskende; Gult er altsaa complementær til Indigoopløsningens



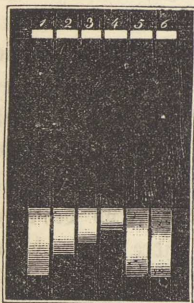
Blaa, ligesom overhovedet de gule Farvetoner ere complementære til de blaae. Jo mere det Blaae gaaer over til Grønt, desto mere vil det complementære Gule gaae over til Rødt.

Vi ville senere oftere faae Leilighed til at tale om de complementære Farver.

Prismet, som har tjent til at adskille Sollyset, kan ogsaa bruges til at undersøge Legemernes naturlige Farver; man behøver nemlig kun at affjære smalle Strimler af det farvede Legeme, som skal undersøges, og betragte disse gjennem Prismet.

Man klæber paa et Stykke sort Papir en Række farvede Papirstrimler, der omtrent ere  $\frac{1}{2}$  Linie brede, omtrent saaledes som man seer i Fig. 57; 1 er hvid, 2 gul, 3 orange, 4 hvirod, 5 grøn og 6 blaa; man kan hertil tage saadanne farvede Papirer, som Bogbinderne bruge til Titler paa Ryggen af Bøger, fordi disse Papirer have meget smukke fede Farver. Betragter man nu disse Strimler i en Afstand af nogle Fod med et Prisme, hvis Axe er parallel med Strimlernes Længderetning, sees de naturligtvis flyttede fra deres Plads, og tillige blive alle Farverne adskilte i de enkelte Farver, hvoraf de bestaae. Det hvide Papir giver et fuldstændigt prismatisk Farvebillede med alle Farverne fra det yderste Røde til det yderste Violette. Det

Fig. 57.



Farvebillede, som hidrører fra det gule Papir, ligner meest det fuldstændige prismatiske Farvebillede; der findes Rødt, Orange, Gult og Grønt, kun den nederste blaae og violette Ende mangler; det gule Papirs Farve mangler altsaa kun Blaat og Violet for at danne Hvidt. Farvebilledet af Papirstrimlen 3 (orange) er allerede langt mindre fuldstændig; her mangle foruden de blaae og violette Straaler tillige de grønne. Den mindste Udstrækning her Farvebilledet af den røde Papirstrimmel 4, det viser foruden Rødt kun lidt Orange; det Røde i dette Papir er altsaa næsten reent prismatisk Rødt. I Farverne af de hidtil betragtede Papirstrimler fra 1 til 4 indeholdtes Rødt; Grændserne for disse 4 Farvebilleder falde altsaa sammen foroven og danne en ret Linie, hvorimod de forneden ere trappemæssigt ordnede. Men Farverne i Papirstrimlerne 5 og 6 (grønt og blaat) indeholde kun meget lidt Rødt, og derfor mangler næsten ganske den røde Ende af deres Farvebillede.

Naar man igjennem et Prisme betragter et Stykke hvidt Papir, som har en større Brede, seer man det hvidt i Midten og kun farvet ved Kanterne. Betragter man saaledes den hvide Papirstrimmel *ab*,

Fig. 58.



gjennem et Prisme, hvis Axe staaer lodret paa Papirets Længderetning, ville de forskjelligt farvede Billeder af Papirstrimlen tildeels falde over hinanden. Det røde Billede af den vil f. Ex. strække sig fra *r* til *r'*, det orange fra *o* til *o'*, det gule fra *g* til *g'* o. s. v., det violette endelig fra *v* til *v'*, og det er nu klart, at imellem *v* og *r'* ville Billederne af alle de prismatiske Farver falde sammen, og hele Rummet mellem *v* og *r'* maa altsaa vise sig hvidt. Mellem *r* og *o* er der kun rødt Lys, mellem *o* og *g* Rødt og Orange, mellem *g* og *g'* Rødt, Orange og Guult; den røde Ende af Billedet vil altsaa gaae over i en gul Farvetone. Til de omtalte tre Farver kommer dernæst i det nedensfor værende Rum endnu Grønt, derpaa Blaåt o. s. v. Den øverste Ende af Billedet er rød og gaaer efterhaanden gennem Guult over til Hvidt.

Den anden Ende af Billedet er violet og gaaer gennem Blaåt over til Hvidt.

Hvad der her er sagt om den hvide Papirstrimmel, gjælder om enhver hvid Gjenstand af større Udstrækning, som man seer paa gjennem et Prisme, den viser sig kun farvet ved Kanterne.

En bred sort Strimmel paa hvid Grund viser, naar den sees gjennem et Prisme, netop de omvendte Phænomener; det prismatiske Billede sees nemlig ved den Ende, som er mindst forflyttet, med en violet og blaa Rand, men ved den anden Ende med en rød og gul. For at forklare denne Forandring i Forholdene behøver man kun at erindre, at Farverne ikke hidrøre fra den sorte Strimmel selv, men fra de hvide Rande, som afgrændse den. Naar den sorte Strimmel selv er meget smal, forsvinder det Sorte i Midten af Billedet aldeles.

**Forforskjellige Stoffers farvespredende Evne.** Den Abspredelse af de forskjelligt farvede Lysstraaler, som frembringes ved et Prisme, faaer Navn af Farveadspredelse eller Dispersion. Et Legemes farvespredende Kraft er desto større, jo større Forforskjellen er mellem Brydningsforholdene for de røde og violette Straaler.

For Vand er de røde Straalers Brydningsforhold 1,330, men

de violette Straalers er 1,344, Forskjællen mellem disse to Brydningsforhold er altsaa 0,014.

For Flintglas ere Brydningsforholdene for de røde og violette Straaler 1,628 og 1,671, Forskjællen er altsaa 0,043; den er selvgelig tre Gange saa stor som ved Vandet.

Naar man altsaa danner et Vandprisme, som efter at være opstillet paa rette Maade frembringer en ligesaa stor Afvigelse af de røde Straaler, som et Flintglasprisme, vil dog det prismatiske Farvebillede fra Flintglasprismet være tre Gange saa langt som det fra Vandprismet; Flintglasets farvespredende Kraft er tre Gange saa stor som Vandets.

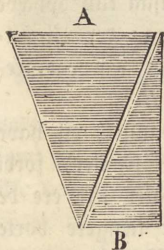
For Crownglas er Forskjællen mellem de røde og violette Straalers Brydningsforhold omtrent kun halv saa stor som for Flintglas; Flintglasets farvespredende Kraft er altsaa dobbelt saa stor som Crownglasets, omendstjondt begge Glasarternes Brydningsforhold næsten ere ligestore.

- 23 Prismes kaldes achromatiske, naar de have den Egenstabs at give Lysstraalerne en Afvigelse, uden tillige at adskille dem i Farver; achromatiske Linser ere saadanne, for hvilke Brændpunkterne af de forskjelligt farvede Straaler noigtigt falde sammen, og som vise Gjenstandene frie for alle farvede Rande. Man troede i lang Tid, at Achromatismen var umulig, d. v. s. man troede, at man ikke kunde ophæve Farveadspredelsen uden tillige at ophæve Brydningen. Newton selv havde denne Anskuelse, fordi han troede; at Farveadspredelsen stedske var proportional med Legemernes brydende Kraft. Achromatismens Mulighed eller Umulighed var i lang Tid Gjenstand for Undersøgelser af de meest udmærkede Lærde, som Euler, Clairaut og d'Alembert. I Virkeligheden havde Hæll allerede i Aaret 1733 forfærdiget achromatiske Kikkertes, men han offentliggjorde ikke sin Opfindelse; Dollond gjorde den samme Opfindelse i Aaret 1757 og offentliggjorde den. Dollonds Opdagelse var uden Tvivl af største Vigtighed for Astronomien; men for at give den dens fulde Betydning maatte Achromatismens mathematiske Theori først udvikles, da de nødvendige Forbedringer i Udførelsen uden den ikke vare mulige. For nærværende Tid, efterat der er gjort saa store Fremfærd i Lyslæren og i Glasets Forarbeidning, og med alle de Hjælpemidler, Mathematiken kan forskaffe Physikerne, hører dog Achromatismen endnu, saavel i theoretisk som praktisk Henseende til de vanskeligste

Opgaver. Her kunne vi naturligtviis kun udvilde de Grundsætninger, paa hvilke Forfærdigelsen af achromatiske Prismes og Linser beroer.

Naar man sætter to Prismes *A* og *B* saaledes sammen, at de brydende Kanter vende til modsatte Sider, vil det ene meer eller mindre fuldstændigt hæve Virkningen af det andet. Den ved *A* frembragte Farveadspre-

Fig. 59.



delse vil aabenbart hæves ved Prismet *B*, naar under forresten lige Omstændigheder ethvert af Prismerne for sig frembringer et ligestort prismatist Farvebillede; thi i dette Tilfælde er Virkningen af Prismet *B*, med Hensyn til Farveadsspredelsen, nœiagtigt liig og modsat Virkningen af Prismet *A*.

Hvis Farvespredningen var proportional med Brydningsænnen, som Newton meente, kunde to Prismes af forskjællige Stoffer kun da give ligestore Farvebilleder, naar den ved det ene frembragte Afsvigning ogsaa var liig den, som frembringes ved det andet; naaar altsaa to saadanne Prismes bleve sammenstillede paa den Maade, som Fig. 59 viser, vilde derved rigtignok Farvespredningen ophæves, men tillige med den ogsaa Afsvigningen.

Men nu have, som allerede er omtalt, senere nœiagtige Forsøg viist, at Newtons Mening i denne Henseende var urigtig; saaledes er f. Ex. Farveadsspredelsen ved Flintglas meget større end ved Crown-glas, hvorimod Middelsværdierne af Brydningsforholdene for begge Glasarterne ikke ere meget forskjællige; ved samme Afsvigning er nemlig Farvebilledet ved et Flintglasprisme omtrent to Gange saa stort som ved et Crownglasprisme.

Naar Prismets brydende Vinkel ikke er altfor stor, kan man uden mærkelig Feil antage, at Farvebilledets Længde er proportional med den brydende Vinkel; antager man nu, at man har et Crown-glasprisme af  $25^\circ$ , kan man let beregne Vinklen af et Flintglasprisme, som giver den samme Farveadspre-delse. Da nemlig den hele Farvespredning ved Flintglasset er to Gange saa stor som ved Crownglasset, maa Flintglasprismets brydende Vinkel ogsaa være to Gange mindre, altsaa omtrent  $12\frac{1}{2}^\circ$ . Farvespredningen ved et Flintglasprisme af  $12\frac{1}{2}^\circ$  er ligesaa stor som ved et Crownglasprisme af  $25^\circ$ , og to saadanne Prismes ville altsaa, naar de sammensættes paa den Maade, som er viist i Fig. 59, ikke længer frembringe nogen Farveadspre-delse.

Men da Brydningsforholdene for begge Arter af Glas i Almindelighed næsten ere ligestore, ville de Afsvigninger, som frembringes ved Prismerne *A* og *B*, forholde sig som disses brydende Vinkler, den Afsvigning, *A* frembringer, er omtrent dobbelt saa stor som den, der frembringes ved *B*, Prismet *B* kan altsaa kun ophave omtrent det Halve af den ved *A* frembragte Afsvigning; der vil selvfølgelig vel frembringes en Afsvigning, men ikke nogen Farveadspreddelse ved denne Sammenstilling af Prismerne *A* og *B*.

Enhver enkelt Linse, af hvad Stof den end er dannet, vil have et andet Brændpunkt for hver forskjellig Art af Straaler, fordi Brydningsforholdene for de forskjelligt farvede Straaler ikke ere de samme. Brændpunktet for de røde Straaler ligger længere borte fra Linsen end Brændpunktet for de violette. Men Brændpunkterne for de røde og violette Straaler falde ikke ved alle Linser lige langt fra hinanden; dette afhænger nemlig deels af Linsernes Krumning, deels af den farvespredende Egne ved det Stof, hvoraf de ere. Naar Linsens Krumning er ringe, falde ogsaa Brændpunkterne for de forskjelligt farvede Straaler nærmere ved hinanden.

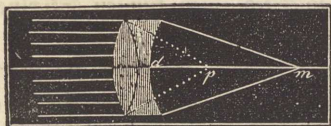
Den nys omtalte Omstændighed har til Folge, at Billederne ved saadanne Linser blive meer eller mindre uklare, og at de meer eller mindre omgives med farvede Rande. Man kan let overtydes herom, naar man gjennem en stærkt hvælvet Linse betragter Bogstaverne i en Bog, eller ved en saadan Linse frembringer et Billede af fjerne Gjenstande paa en matsleben Glasplade; man vil da see Alt omgivet af farvede Rande. Men da nu Skarpheden af Billederne saavel i Mikroskopene som i Kikkerterne lider overmaade meget herved, saa var Opfindelsen af achromatiske Linser af største Vigtighed for den anvendte Lyklære.

Linsernes Achromatisme støtter sig paa de samme Grundsaetninger som Prismernes; achromatiske Linser sammensættes af enkelte Linser af forskjelligte Slags Glas; sædvanlig er det en Sammen-sætning af en Crownglaslinse og en Flintglaslinse.

Virkingen af Linserne paa de forskjelligt farvede Straaler bestaaer deri, at et Samleglas faaer de violette Straaler til at samle sig stærkere end de røde, hvorimod et Hjulglas faaer dem til at sprede sig stærkere; og man indseer nu vel, hvorledes en Sammen-sætning af et Hjulglas og et Samleglas, som i Fig. 60, ganske kan have Farveadspredelsen; naar kun de to Linser ere af forskjelligte

Slags Glas, er det muligt at hæve Farveadspredelsen, uden at derfor Brydningen ophører.

Fig. 60.



Naar en Samlelinse af Crown-glas og en Huullinse af Flintglas frembringe ligestor Farveadspredelse, vil en Forbindelse af dem begge slet ikke frembringe nogen Farveadspredelse; men da Flintglasset overhovedet virker stærkere farvespredende, vil en Huullinse af Flintglas, som hæver Farveadspredelsen ved en Samlelinse af Crownglas, dog ikke være istand til ogsaa at hæve den ved Samlelinsen frembragte Samling af Straalerne; begge Linserne tilsammen ville altsaa virke som een Samlelinse, hvor Farveadspredelsen er hævet, de danne altsaa en achromatisk Linse.

#### Fjerde Afsnit.

#### Diet og de optiske Instrumenter.

Lys- og Farveførmelser hidrøre fra Indtryk paa særegne 24 Nerver, hvis fine Gænder udbrede sig som en Nervehinde; Førmelser af Mørke hidrøre fra denne Nervehindes fuldkomne Hvile, thi ethvert Indtryk paa den frembringer en Førmelse af Klarhed og Lys; disse Indtryk frembringes ved de Lysstraaler, som lysende Legemer sende gjennem Diet til Nervehinden, Nethinden; dog er Lys- og Farveførmelser ogsaa mulige ved andre Aarsager uden Medvirkning af de udenfra kommende Lysstraaler f. Ex. ved Blodets Tryk (Glimren for luffede Dine). Et ydre Tryk paa det luffede Die, en electrisk Ubladning ere ligeledes istand til at frembringe Lysførmelser.

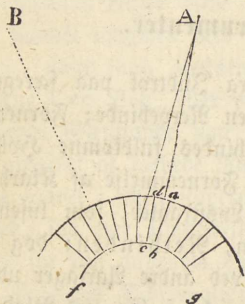
Til at kunne skjælné ydre Gjenstande ved Hjælp af Synet er det ikke tilstrækkeligt, at de fra et Legeme udsendte Lysstraaler falde paa Nethinden, der udfordres tillige særegne Redskaber, som forårsage, at de fra et lysende Punkt udgaaende Straaler kun træffe et vist Sted paa Nethinden, og at de fra andre Punkter kommende Lysstraaler holdes borte fra dette Sted; paa denne Maade

modtage de forskjellige Steder paa Nethinden forskjellige Indtryk, og derved bliver en Skjalnen mulig. Hvor saadanne lysbrydende Redstaber fattes, som Tilfældet er i nange af de lavere Dyreflaser, kan der ikke finde nogen egentlig Sær Sted, men kun en Skjalnen mellem Lys og Mørke, mellem Dag og Nat.

Ikke hos alle Dyreflaser, som i egentlig Forstand ere istand til at see, ere de til Sondring af Lysindtrykkene bestemte Redstaber indrettede paa samme Maade; man skjalner mellem to væsentlig forskjellige Arter af Dine, nemlig 1) de musivisk sammensatte Dine hos Insecter og Krebsdyr og 2) de med Samlelinser forsynede Dine hos Hvirveldyrene.

25 **Sammensatte Dine.** Ved de musivisk sammensatte Dine findes en overordentlig stor Mængde gjennemsgtige smaa Kegler, som staae lodret paa den hvælvede Nethinde, og kun de Straaler kunne naae en saadan Kegles Grundflade paa Nethinden, som falde ind i Retningen af denne Kegles Ase; alt det Lys, som falder ind i en anden Retning, bliver indsuget, fordi det træffer Kegleens Sidevægge, som ere beklædte med et mørktfarvet Farvestof. I Fig. 61

Fig. 61.



er *sebg* et Gjennemsnit af den udhvælvede Nethinde med de derpaa siddende gjennemsgtige Kegler, og det er nu klart, at de fra det lysende Punkt *A* udgaaende Straaler kun i *cb*, som er Grundfladen for den afstumpede Kegel *abcd*, kunne træffe Nethinden; allerede Grundfladerne af de to ved Siden af *abcd* liggende Kegler træffes ikke af de fra *A* udgaaende Straaler; et lysende Punkt *B* sender atter sine Straaler til et andet Sted paa Nethinden o. s. v. Paa Grundfladen af en saadan gjennemsgtig

Kegle vil naturligviis alt det Lys virke, der kommer fra Punkter, som ligge i Forlængelsen af Keglen, og Lysindtrykkene fra alle de Punkter, der sende Lys til Grundfladen af den samme Kegle, ville sammenblandes, og man indseer saaledes let, at Billedets Tydelighed paa Nethinden vil være desto større, jo større Antallet af Keglerne er.

Størrelsen af Synskrebsen for saadanne Dine afhænger naturligviis af den Vinkel, som Aserne af de yderste Kegler danne med

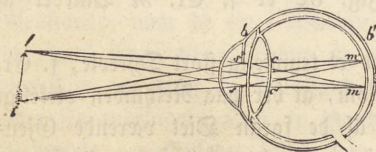
hinanden, altsaa af Dieneses Hvalving. Den gjennemfigtige Hud, som dækker hele Diet uidentil, Hornhinden, er sædvanligviis inddeelt i Facetter, og enhver enkelt Facette svarer til en af de ovenfor omtalte gjennemfigtige Regler. Antallet af Facetterne ved et saadant Die er i Reglen meget stort; et eneste Die indeholder ofte 12 til 20 Tusind.

Ikke alle Insecter have saadanne mustvisst sammensatte Dine, Edderkopperne f. Ex. have enkelte Dine med Linser, der ere dannede ganske paa samme Maade som Hvirvelbyrenes Dine; ja der findes mange Insecter, som foruden de mustvisst sammensatte Dine ogsaa have enkelte Dine med Linser, dog maa man af disses Bygning formode, at de kun ere bestemte til at see de allernærmeste Gjenstande med.

#### Enkelte Dine med Samlelinser. Paa Nethinden af de med 26

Samlelinser forsynede Dine opstaaer Billedet ganske paa samme Maade som ved sædvanlige Linser; de fra et Punkt af en Gjenstand udgaaende Straaler, som træffe den forreste Deel af Diet, blive nemlig brudte ved de gjennemfigtige Dele af Diet og samlede til et Punkt paa Nethinden. Fig. 62

Fig. 62.



forestiller et Gjennemsnit af det menneskelige Die. Hele Dieæblet er omgivet af en fast haard Hud, som kun er gjennemfigtig paa den forreste Side; denne gjennemfigtige Deel kaldes Hornhinden (cornea), den hvide uigjennemfigtige Deel den haar-

de Hud, Senehinden (tunica sclerotica); den gjennemfigtige Hornhinde er stærkere hvalvet end den øvrige Deel af Dieæblet. Bagved Hornhinden ligger den farvede Regnbuehinde (iris), der er plan og ligesom afstjærer Hvalvingen af den gjennemfigtige Hornhinde fra de øvrige Dele af Diet. I Midten af Regnbuehinden ved *ss'* er der en kredsdannet Abning, som seet forfra synes at være fuldkommen sort (det Sorte i Diet); denne Abning kaldes Pupillen. Bagved Iris og Pupillen ligger Chrystallinsen *cc'*, den befinder sig i en gjennemfigtig Kapsel, som er fæstet til den ydre Væg, der omgiver Diet. Mellem Hornhinden og Linsen er der en klar noget saltagtig Vædske, Vandvædsken (humor aqueus), og hele Rummet bagved Linsen er fyldt med et gjennem-



figtigt geleeagtigt Legeme, Glasvædskan eller Glaslegemet (corpus vitreum). Chryskallinsen er fortil noget fladere end bagtil.

Indenfor Senehinden udbreder sig i det Indre af Diet Nærehinden (tunica choroidea), og over denne ligger endelig Nethinden (retina), i hvilken Seenerven straaleformigt udbreder sig. Nærehinden, som beklæder hele den indre Hjulning af Diet, er overtrukket med et sort Farvestof; denne Sværtning er nødvendig, forat Billedernes Reenhed ikke skal forstyrres ved Tilbagekastninger i det Indre af Diet; af samme Grund sværtes Kifkerterne indeni.

De Lystraaler, som falde paa Diet, træffe enten den forreste Deel af Senehinden, det Hvide i Diet, og blive uregelmæssigt kastede tilbage og spredte til alle Sider, eller de trænge gjennem Hornhinden ind i Diet; de yderste af de Straaler, som ere trængte gjennem Hornhinden, falde paa Regnbuehinden og blive uregelmæssigt tilbagekastede til alle Sider, hvorved Regnbuehindens Farve bliver synlig. De midterste Straaler gaae endelig gjennem Pupillen til Linsen og brydes gjennem den og Glasvædskan til Nethinden, og det saaledes, at de fra et Punkt i en Gjenstand udsendte Straaler, som gaae igjennem Pupillen, atter samles i et Punkt paa Nethinden. Saaledes dannes der altsaa paa Nethinden et Billede af de foran Diet værende Gjenstande. I Fig. 62 er f. Gr. *m* Billedet af Punktet *l*, og *m'* Billedet af *l'*.

Man kan set ved Forsøg med et temmelig stort Dyrevie, f. Gr. et Ko- eller Hestevie, overtøide sig om, at der paa Nethinden virkelig dannes et lidet omvendt Billede af de foran Diet værende Gjenstande; man behøver kun forsigtigt at aabne det foroven, for at kunne see gjennem Glasvædskan ind paa Nethinden, og rettes Diet da mod en lys Gjenstand, f. Gr. mod et Vindue, vil man tydeligt kunne see et lidet omvendt Billede deraf paa Nethinden. Lettest kan man see Billedet paa Nethinden af visse Dyr (Albinoer), f. Gr. hvide Kaniner, da det sorte Overtræk paa Nærehinden hos dem mangler, og tillige den bageste Deel af Senehinden er gennemfigtig. Ved saadanne Dine kan man vise Billederne paa Nethinden uden videre Forberedelse.

27

**Evne til at see tydeligt i forskjællige Afstande.** Vi have allerede ovenfor seet, at Billedet ved en Linse forandrer sin Plads, naar Gjenstanden nærmes eller fjernes; Billedet fjerner sig nemlig desto mere fra Glasset, jo nærmere Gjenstanden kommer. Da Diet nu virker ganske som en Linse, og vi kun da kunne see Gjenstandene

skarpt og tydeligt, naar Foreningspunkterne af de brudte Straaler uviagtigt falde i Nethinden, altsaa naar der paa Nethinden dannes et skarpt begrændset Billede, saa skulde man troe, at vi kun i en bestemt Afstand vare istand til at see Gjenstandene tydeligt; inidlertid viser Erfaringen det Modsatte, idet et sundt Die tydeligt kan see alle Gjenstande, der ere i meer end 8 Tommers Afstand; Diet maa altsaa aabenbart have den Evne at kunne lempe sig efter de forskjællige Afstande.

Man kan ogsaa vise dette ved et ganske simpelt Forsøg: man sætter en lille sort Plet paa en gjennemsigtig Glasplade og holder Pladen 10 til 12 Tommer fra Diet, og man vil da efter Behag tydeligt kunne see enten Pletten eller de længere bortffjernede Gjenstande gjennem Glaspladen. Seer man de fjernere Gjenstande tydeligt, saa viser Pletten sig taaget og ubestemt; men omvendt synes de fjerne Gjenstande forvistede, naar man seer Pletten tydeligt; naar man altsaa seer de fjerne Gjenstande tydeligt, blive de fra den sorte Plet udgaaende Straaler ikke samlede paa Nethinden og omvendt; Diet har altsaa den Evne at kunne indrette sig selv paa at see tydeligt nærved og langtfra.

Naar de fra et lysende Punkt udgaaende Straaler forenes enten foran eller bagved Nethinden, dannes der paa denne en lille Kreds istedetfor et Punkt, og dette er Grunden til, at man utydeligt seer Gjenstande, naar de ere i Afstande, for hvilke Diet ikke er indrettet; thi Diets Evne til at lempe sig efter forskjællige Afstande har sine Grændser, og naar en Gjenstand bringes altsor nær til det, ere de indre Forandringer, Diet er istand til, ikke længer tilstrækkelige til at bevirke, at Billedet falder paa Nethinden, og i dette Tilfælde ligge Foreningspunkterne bagved Nethinden, og istedetfor et skarpt Billede dannes der smaa Kredse af de enkelte lysende Punkter. Saaledes kan man f. Ex. ikke tydeligt see et Knappenaalsshoved, som holdes 1 til 2 Tommer fra Diet.

Da Straalernes Foreningspunkt fjerner sig fra Linsen, naar Gjenstanden rykker nærmere, kunde man forklare Evnen til at see i forskjællige Afstande ved den Antagelse, at man vilkaarligt kan forstørre og formindste Længden af Diearen; for nære Gjenstande maatte Diearen da være længer end for fjerne, eller med andre Ord, for nære Gjenstande maatte Nethinden være længere borte fra Hornhinden.

Andre søge at forklare Diets Evne til at see tydeligt i forskjællige Afstande ved at antage en Forandring i Krumningen af Hornhinden.

28 **Seevidden, Nærsynethed og Fjernsynethed.** Det er allerede ovenfor blevet omtalt, at man ikke længer tydeligt kan see Gjenstande, som bringes altsfor nær til Diet. Der er for ethvert Die en bestemt Afstand, indenfor hvilken man ikke maa bringe Gjenstanden nærmere til Diet, naar man uden Anstrengelse skal kunne see tydeligt; i denne Afstand, hvor man tydeligt kan see, og som ogsaa kaldes Seevidden, holder man uvilkaarligt, naar man læser, en Bog, som er trykt med Bogstaver af sædvanlig Størrelse. Bringes man Gjenstandene nærmere, kan man kun med Nød og neppe see tydeligt, og ved endnu større Nærhed er det endelig slet ikke muligt at see tydeligt. For et fuldkommen sundt Die er Afstanden, hvori man seer tydeligt, 8 til 10 Tommer; et Die, hvis Seevidde er mindre, kaldes nærsynet; er den derimod større, kaldes det fjernsynet.

Alt man ikke tydeligt kan see meget nære Gjenstande, hidrører, som allerede er sagt, derfra, at de Straaler, som udgaae fra et Punkt i en meget nær Gjenstand, sprede sig saa stærkt, at de brydende Stoffer i Diet ikke ere istand til at faae dem til at løbe saa meget sammen, at deres Forening finder Sted paa Netthinden, og da Foreningspunktet i dette Tilfælde ligger bag ved Netthinden, danne de smaa Kredse paa denne. Men naar man kan forhindre Dannelsen af disse Kredse, kan man ogsaa tydeligt see Gjenstande, som ere meget nær ved Diet.

Naar man med en Naal stikker et lille firt Hul i et Kortblad og holder det tæt foran Diet, vil man igjennem det meget tydeligt og tillige forstørret kunne see Bogstaverne i et Bog, som holdes meget nær til Diet, hvorimod man, naar man tager Kortbladet bort, aldeles ikke er istand til at kunne kjende et Bogstav. Grunden dertil er, at der fra Punkter i den meget nærliggende Gjenstand kun kunne trænge Straaler ind i Diet i en eneste Retning, nemlig igjennem den fine Abning, og disse ville da ogsaa kun træffe et eneste Sted paa Netthinden, hvorimod der, naar Kortbladet ikke holder de andre Straaler borte, fra ethvert Punkt i Gjenstanden kommer et heelt Straalebundt gennem Pupillen ind i Diet, som frembringer en lille Kreds paa Netthinden.

Herhen hører ogsaa følgende mærkelige og lærerige Forsøg: naar man i et Kortblad med en Naal stikker to fine Huller, hvis Afstand fra hinanden maa være mindre end Pupillens Tvermaal, og holder Abningerne tæt foran Diet, vil en lille Gjenstand, f. Ex. et Knappenaalshoved, som indenfor Seevidden holdes foran Hullerne,

sees dobbelt. Fra den lille Gjenstand kommer der nemlig kun to meget fine Straalebundter gjennem begge Hullerne ind i Diet; men disse to Straalebundter løbe sammen til et Punkt, som ligger bag Nethinden, og træffe altsaa denne i to forskjellige Punkter; disse to Punkter høre begge til den lille Kreds, som vilde være fremkommet paa Nethinden, hvis de øvrige Straaler ikke vare blevne standsede ved Kortbladet.

Naar man meer og meer fjerner den lille Gjenstand, nærme Billedeerne sig, fordi de Straaler, som gjennem begge Hullerne falde ind i Diet, nu spredes mindre og altsaa blive brudte til et Punkt, som ligger nærmere ved Nethinden. Har man bragt Gjenstanden i den Afstand fra Diet, hvor man seer tydeligt, falde begge Billedeerne aldeles sammen, efterdi alle de Straaler, der udgaae fra et Punkt, som er i den tydelige Seeviddes Afstand, samles i et Punkt paa Nethinden.

Gjennem en fin Abning i et Kortblad, der holdes tæt foran Diet, seer man naturligviis baade nære og fjerne Gjenstande lige skarpt, uden at Diet har nodigt at lempe sig efter Afstandene, eftersom nu de fra et Punkt i en Gjenstand udgaaende Straaler ogsaa kun træffe Nethinden i et Punkt; gjennem en saadan Abning kan man derfor ogsaa paa samme Tid tydeligt see baade nære og fjerne Gjenstande. Diet vil altsaa, naar det seer gjennem en fin Abning, aabenbart være i sin naturlige Tilstand, til hvis Vedligeholdelse der ikke udfordres nogen Anstrengelse; det er i samme Tilstand, som naar det betragter Gjenstande, der ere i den tydelige Seeviddes Afstand.

Naar en fjern Gjenstand betragtes gjennem Kortbladet med de to smaa Abninger, maae aabenbart de Straaler, som udgaae fra denne og gjennem de to Huller falde ind i Diet, træffe sammen i et Punkt, der ligger foran Nethinden, eftersom Diet nu ikke lemper sig efter Afstanden; men bag Skæringspunktet spredes Straalerne atter og træffe Nethinden i to forskjellige Punkter, man vil altsaa ogsaa see fjerne Gjenstande dobbelt. Gjennem de to smaa Abninger sees altsaa en fin Gjenstand kun da enkelt, naar den er i den tydelige Seeviddes Afstand.

Paa dette Forsøg grunder sig Indretningen af Instrumenter, som skulle tjene til at finde Størrelsen af Seevidden og kaldes Dytometre, Synsmaalere.

Nærsynethed (Myopie) og Fjernsynethed (Presbyopie) ere Feil, hvis Aarsag man vel rigtigst maa søge i en ufuldkommen Ævne til at lempe Diet efter Afstandene, hvilket især fremgaaer deraf, at Banen udøver saa stor Indflydelse paa disse Feil; Nærsynethed fremkommer ofte derved, at man forsømmer at betragte fjerne Gjenstande, og Børn, som ved at læse og skrive holde Dinene for nær ved Papiret, blive som Folge deraf nærsynede. Ogsaa derved at man i længere Tid seer gjennem et Mikroskop, bliver et Æie, som ellers er godt, for en kort Tid nærsynet, og denne Tilstand vedvarer ofte flere Timer.

Det simpleste Middel til at raade Bod paa Nærsynethed og Fjernsynethed bestaaer, som allerede er blevet omtalt, deri, at man holder et Kortblad med en fin Abning tæt foran Diet. Ved dette Middel, som i det Foregaaende er blevet forklaret, frembringes rigtigst Billedets Tydelighed paa Klarhedens Beføstning.

Et andet Middel er Brillerglassene, og da bruger man for nærsynede Dine Huulglas og for fjernsynede Samleglas. Ved et nærsynet Æie falde Billederne af fjerne Gjenstande foran Nethinden, og Diet har ikke Ævne til at indrette sig saaledes, at de kunne bringes til at falde paa selve Nethinden; ved at sætte Huulglas foran forandrer man derfor Diets Brydningsævne paa en saadan Maade, at de til Diet kommende Straaler samle sig mindre stærkt, hvorved man gjør deres Forening paa Nethinden mulig.

Ved fjernsynede Dine falder Billedet af nære Gjenstande bag Nethinden, uden at Diet er istand til at tillemppe sin Brydningsævne, og man anvender derfor Samleglas for at faae Straalerne til at være mere sammenløbende og derved bringe deres Foreningspunkt paa Nethinden.

Alt eftersom et Æie er meer eller mindre nærsynet eller fjernsynet, maa man anvende stærkere eller svagere Glas; man vælger Glasene saaledes, at Seeridden ved Hjælp af Glasene bliver 8 til 10 Tommer, altsaa netop ligesaa stor som ved et godt Æie.

Nærsynethed forekommer hyppigst hos midaldbrende Mennesker, Fjernsynethed derimod i en høiere Alder.

29

**Diets Fornemmelser i Forhold til Yderverdenen.** Synshandlingen beroer derpaa, at Indtrykkene paa Nethinden paa en for os usforklarlig Maade komme til vor Bevidsthed; egentlig iagttage vi altsaa kun en vis Tilstand, et vist Indtryk paa Nethinden; men at vi paa en Maade forandre disse Billeder paa Nethinden til

Anstuelser af Inderverdenen er Virkningen af et umiddelbart Omdømme, og vi have ved vedvarende overensstemmende Erfaringer opnaaet en saadan Sikkerhed i dette Omdømme, at vi aldeles ikke mærke Nethinden som iagttagende Organ, men forverle de umiddelbare Fornemmelser med det, som efter vort Omdømme er Aarsagen til dem. Denne Forverling af Fornemmelse og Omdømme steer aldeles uvilkaarligt og er saa at sige bleven os til en anden Natur.

Ligesom vi overhovedet sætte en Forestilling om Inderverdenen istedetfor Indtrykket paa Nethinden, saaledes forestille vi os ogsaa istedetfor ethvert Billede paa Nethinden en Gjenstand uden for os. At vi i en bestemt Retning søge den Gjenstand, som svarer til et Billede paa Nethinden, er sikkert ligeledes en Følge af en fortsat sig gjentagende Erfaring; tænke vi os Gjenstanden og dens Billede paa Nethinden forbundne ved en ret Linie, saa er det den Retning, hvori vi projicere Billederne udefter.

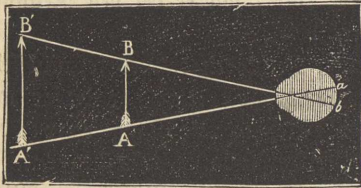
Det er ovenfor viist, at der paa Nethinden dannes formindskede og omvendte Billeder af ydre Gjenstande, og man har derfor opkastet det Spørgsmaal, hvorfor vi ikke see alle Ting omvendt. Dette Spørgsmaal finder nu et tilfredsstillende Svar i den ovenfor fremsatte Udvikling, at der overhovedet dannes et Billede paa Nethinden; om dette Billede ligger paa den øverste eller nederste Deel, paa højre eller venstre Side af Nethinden, lære vi først ved optiske Undersøgelser; Fornemmelsen paa Nervehinden kommer ikke som saadan til Bevidstheden, men bliver uvilkaarligt projiceret udad efter i en bestemt Retning, og navnlig i den Retning, hvori de Gjenstande befinde sig, som foraarsage Billederne paa Nethinden. Men i denne Retning finde vi ogsaa Gjenstandene ved andre Sandse-Iagttagelser f. Ex. ved Følelsen; der er altsaa den fuldkomneste Overensstemmelse mellem de forskjellige Sandse-Iagttagelser med Hensyn til Stedbestemmelser; vi vilde see Gjenstandene omvendt, hvis denne Overensstemmelse ikke fandt Sted.

Med den Forestilling, vi ved Synsorganet faae om de udenfor os værende Ting, forbinde vi ogsaa en Forestilling om deres Størrelse og Afstand. Billederne paa Nethinden ligge ved Siden af hinanden, og naar vi nu ere istand til at erkjende, at de tilsvarende Gjenstande ikke ligge umiddelbart ved Siden af hinanden, men ogsaa bag ved hinanden, kort naar vi fra denne fladeagtige Iagttagelse kunne komme til en Forestilling om Rummet's Dybde, er dette en Virkning af Forstanden og ikke af Sandse-Indtrykket. Barnet har

endnu ikke nogen Forestilling om Afstandene; det griber efter Maanen, ligesaa vel som efter Ting i dets Omgivelse. Forestillingen om Dyden af det Rum, vi see igjennem, faae vi først derved, at vi bevæge os i Rummet, og at Billederne ved denne Bevægelse forandre deres Plads, saa at vi ved vor egen Stedforandring faae en Forestilling om Gjenstandenes Afstande.

Gjenstandenes tilsyneladende Størrelse afhænger af Størrelsen af Billedet paa Netthinden. Tænkter man sig fra Endepunkterne af et Billede paa Netthinden Linier dragne til de tilsvarende Endepunkter af Gjenstanden, skjære disse Linier hinanden under en Vinkel  $x$ , som man kalder Synsvinklen; men Størrelsen af denne Vinkel er proportional med Størrelsen af Billedet paa Netthinden, og man kan derfor

Fig. 63.



ogsaa sige, at Gjenstandens tilsyneladende Størrelse afhænger af Størrelsen af den Synsvinkel, hvunder den sees. To Gjenstande af forskjellig Størrelse, som  $AB$  og  $A'B'$ , kunne have samme tilsyneladende Størrelse, naar deres Størrelse er

proportional med Afstanden fra Diet; forskjellige Gjenstande, hvis Størrelser forholde sig til hinanden, som  $1:2:3$  o. s. v., ville altsaa i den enkelte, dobbelte, tredobbelte, o. s. v. Afstand sees under samme Synsvinkel.

Det er først ved gjentagne Jagtagelser, at vi ere istand til at fælde en Dom om Gjenstandenes sande Størrelse og Afstand, og heri kan man ved Øvelse opnaae en vidunderlig Grad af Sikkerhed.

30 Naar vi rette begge Øinene paa en Gjenstand, og Diet er indrettet til at see i den Afstand, hvori den er, see vi den enkelt; naar Diet derimod er indrettet til en større eller mindre Afstand, see vi den altid dobbelt; vi see Gjenstanden skævt og tydeligt, naar vi see den enkelt, utydeligt og forvifet, naar den viser sig dobbelt.

Man kan efter Behag see en Gjenstand enkelt eller dobbelt; naar man f. Ex. holder to Fingre foran Ansigtet, saaledes at den ene er i en Afstand af omtrent 1 Fod, og den anden af 2 Fod, seer man den bageste dobbelt, naar man retter Øieaxerne paa den forreste, men den forreste, naar man fæster Blikket paa den bageste.

I Fig. 64 ere  $L$  og  $R$  de to Øine,  $A$  og  $B$  to Gjenstande, som ere i forskjellige Afstande fra Øinene. Naar man seer paa

Gjenstanden *A*, ere Aere i begge Dinene rettede mod *A* (Diearen er den rette Linie, som forbinder Midten af Nethinden med Midpunktet af Linsen og Pupillen); de danne altsaa en temmelig stor Vinkel med hinanden, men Billedet af *A* vil i hvert Die vise sig paa Midten af Nethinden; betragter man den fjernere Gjenstand *B*, som i Fig. 65, bliver Vinklen mellem Diearene mindre, og Billedet af *B* viser sig nu i hvert paa Midten af Nethinden.

Fig. 64.

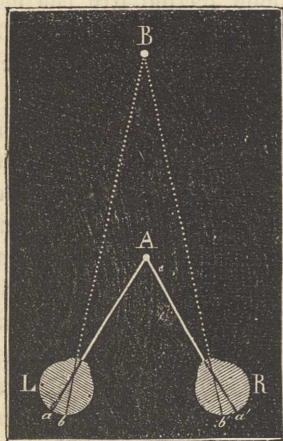
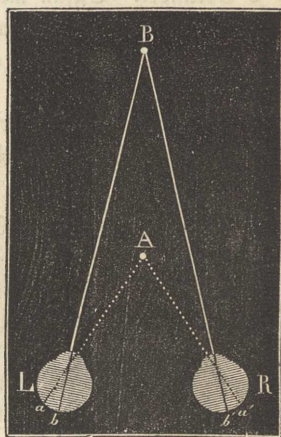


Fig. 65.



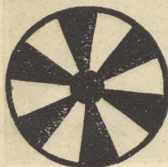
Naar man seer paa *A*, Fig. 64, ligger Billedet af *B* i det venstre Die til Høire, men i det høire Die til Venstre for Midten af Nethinden; Billederne *b* og *b'* ligge altsaa i begge Dinene ikke paa tilsvarende Steder af Nethinden, og deri maa man vel søge Grunden til, at Gjenstanden *B* her bliver seet dobbelt. Da Billedet *b* i det venstre Die ligger til Høire for *a*, synes *B* os at ligge til Venstre for *A*, hvorimod det høire Die seer Gjenstanden *B* til Høire for *A*, fordi Billedet *b'* ligger til Venstre for *a'*. Betragter man Gjenstanden *A* med begge Dinene saaledes, at man kun seer den enkelt, men *B* dobbelt, kan man faae det venstre eller høire Billede af *B* til at forsvinde, eftersom man opfanger de fra *B* paa det venstre eller høire Die falvende Straaler. Betragter man derimod den fjernere Gjenstand *B*, saaledes at *A* sees dobbelt, Fig. 65, forsvinder det Billede af *A*, som viser sig til Høire, naar man dækker det venstre Die.



31 **Grændser for Gjenstandenes Synlighed.** Naar en Gjenstand skal kunne sees, maa den Synsvinkel, hvorunder den sees, ikke være under en vis Størrelse, hvis Værdi meget afhænger af Gjenstandens Belysning og Farve, Baggrundens Natur og Dinens særegne Betskaffenhed. For et sædvanligt Die vil en Gjenstand med en maadelig Belysning endnu være synlig under en Synsvinkel af 30 Secunder, men en meget lys Gjenstand, som en glindsende Solstraa, vil paa mørk Grund endnu kunne sees under en Synsvinkel af 2 Secunder. Ogsaa mørke Legemer kunne tydeligt sees paa hvid Grund, selv naar de ere meget fine, saaledes kan et almindeligt Die tydeligt skjæln et Haar i en Afstand af 4 til 6 Fod mod en sædvanlig klar Himmel.

32 **Lysindtrykkets Varighed.** Naar man hurtigt beskriver en Kreds med et Stykke gloende Kul, kan man ikke skjæln selve Kullet, men man seer en Ildkreds. Grunden hertil ligger deri, at det Sted paa Netthinden, som har modtaget et Lysindtryk, ikke øjeblikkeligt kommer

Fig. 66.



til Ro, naar selve Lysindtrykket er ophørt; af samme Grund kan man ikke skjæln Egern i et hurtigt løbende Hjul, og den øverste Flade af en Snurre, der er malet med afvejlende hvide og sorte Sectorer, som Fig. 66, viser sig ved hurtig Omdrejning som eensformig graa. Men naar Snurren omdreies i Mørke og kun i et Dieblis bliver oplyst, s. Ex. ved et Lynglint eller en electrisf Gnist, kan man tydeligt skjæln de enkelte Sectorer.

Naar man i en Papstive af 2 til 3 Tommers Dvermaal gjør to Huller, som staae diametralt ligeover for hinanden, og trækker Traade igjennem dem, Fig. 67 og 68, kan man ved Hjælp af disse

Fig. 67.

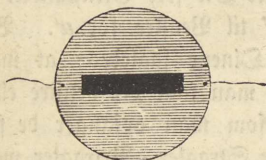
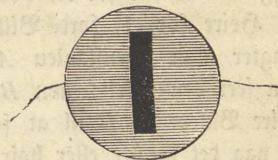


Fig. 68.

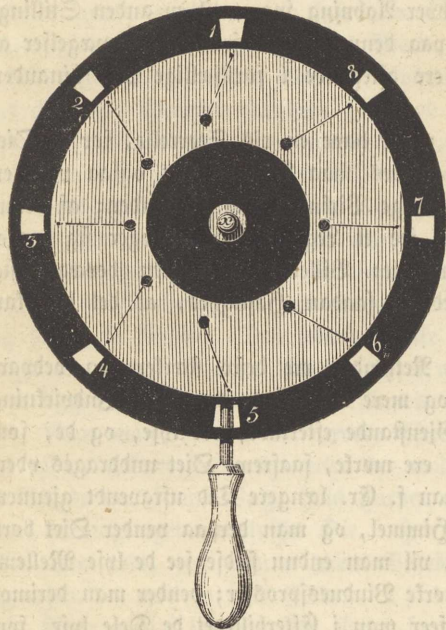


Traade hurtigt dreie Skiven rundt, saaledes at man afvejlende seer snart den ene og snart den anden Side. Maler man nu paa den ene Side en sort Stribe i Retningen af de to smaa Huller, og paa den anden Side en Stribe, som staaer lodret paa denne Retning,

vil man ved hurtig Omdreining see et Kors, fordi Indtrykket af den vandrette Stribe i Diet endnu ikke er forbi, naar den lodrette Stribe bliver synlig. Er der paa den ene Side tegnet et Buur, og paa den anden Side en Fugl, seer man ved hurtig Omdreining Fuglen i Buret o. s. v.

Et andet ret findrigt Apparat, som ligeledes grunder sig paa Varigheden af Vidsindtrykket, er den saakaldte vidunderlige Skive, Phenakistoskop eller Thaumatrop. En Skive af 7 til 10 Tommers Ivermaal kan sættes i en hurtig omdreieude Bevægelse om en vandret Axe; paa Randen af denne Skive er der en Række

Fig. 69.



af Abninger, som følge paa hinanden med ligestore Afstande; i den Fig. 69 afbildede Skive er der 8 saadanne Huller. Indenfor den af disse 8 Huller dannede Ring er der fastgjort en mindre Skive, paa hvilken een og samme Gjenstand er aftegnet i 8 paa hinanden følgende Stillinger, saaledes at hvert Hul svarer til en forskjellig Stilling. I Fig. 69 er valgt en meget simpel Gjenstand, nemlig et Pendul. Under den med 1 betegnede Abning er Pendulet afbildet, som det netop har naaet sin yderste Stilling til Venstre; under Abningen 2 seer man Pendulet at have nærmet sig noget mere til sin Ligevægtsstilling; under 3 har det naaet Ligevægtsstillingen o. s. v. Dette Apparat bliver holdt foran et Speil, saaledes at den malede Flade er vendt mod Speilet, og man gennem en Abning, s. Er. den øverste, seer Billedet af den malede Skive i Speilet. Naar Skiven nu dreies rundt, gaaer den ene Abning efter den anden forbi Diet, men medens Mellemrummene gaae forbi Diet, seer man Intet. Antager man, at Abningen 1 i et bestemt Dieblik gaaer forbi Diet,

seer man i dette Dieblif Pendulet med dets største Fjerningsvinkel; det Lysindtryk, som i dette Dieblif er frembragt i Diet, vedbliver nu, indtil den anden Abning kommer foran Diet, og paa samme Sted, hvor man først saae Pendulet i dets største Udsyng, viser det sig nu noget nærmere ved Ligevægtsstillingen; Billedet af den anden Stilling bliver i Diet, indtil den tredie Abning kommer foran det, og nu seer man Pendulet i dets Ligevægtsstilling o. s. v.; de paa denne Maade efterhaanden foran Diet bragte Stillinger af Pendulet gjøre nu det stuffende Indtryk, som om man saae det svinge. Istedetfor Pendulet kan man ogsaa vælge andre Gjenstande, som man efter hinanden har afbildet i saa mange forskjellige Stillinger, som der er Abninger, saa at hver Abning svarer til en anden Stilling. Meget stuffende kan man paa denne Maade fremstille Bevægelser af Mennesker og Dyr, som ere aftegnede i forskjellige paa hinanden følgende Stillinger.

Ligesom Gjenstandene maae have en vis Størrelse, for at Diet skal kunne iagttage dem, saaledes maa Lysindtrykket ogsaa vare en vis Tid, forat kunne frembringe Virkning paa Nethinden; af denne Grund vil man ikke kunne see et Legeme, der bevæger sig meget hurtigt, f. Ex. en Kanonkugle; Billedet af Kuglen bevæger sig nemlig paa Nethinden med en saadan Hastighed, at det ikke kan iagttages paa noget Sted.

Eftervirkningerne paa Nethinden ere desto stærkere og vedvare desto længere, jo stærkere og mere vedvarende den første Indvirkning var. De Billeder, lyse Gjenstande efterlade, ere lyse, og de, som mørke Gjenstande efterlade, ere mørke, saafremt Diet undrages yderligere Lysindtryk. Seer man f. Ex. længere Tid usfravendt gjennem et Vindue mod den klare Himmel, og man derpaa vender Diet bort, idet man tillige lukker det, vil man endnu stedse see de lyse Mellemrum, begrænsede af de mørke Vinduessprosser; vender man derimod Diet mod en hvid Væg, seer man i Efterbilledet de Dele lyse, som i det oprindelige vare mørke, og omvendt; man seer f. Ex. Vinduessprosserne lyse og Mellemrummene mørke. Dette omvendte Forhold er let at forklare; thi retter man det blændede Die mod den hvide Væg, saa ere de Steder af Nethinden, som tidligere ere paavirkede, af det klare Lys, mindre følsomme for det hvide Lys fra den hvide Væg end de, paa hvilke Billedet af de mørke Vinduessprosser faldt.

**Farvede Efterbilleder.** Bort Synsredskab fornemmer ofte Farveindtryk, som ikke umiddelbart ere frembragte ved ydre Gjenstande,

men have deres Grund i, at Nethinden paa en eiendommelig Maade er bleven stærkt paavirket. Saadanne Farver kaldes subjective eller physiologiske. Herhen høre de farvede Efterbilleder saavelsom de Farver, der frembringes ved Modfætninger.

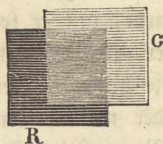
De Efterbilleder, som bleve omtalte i forrige Paragraph, ere stedse meer eller mindre farvede, og denne Farvning er desto mere bestemt, jo stærkere det oprindelige Lysindtryk var, som frembragte Efterbillederne. Naar man f. Ex. en Tidlang meget skarpt betragter Flammen af et Lys, derpaa lukker Dinene og vender sig mod en mørk Deel af Værelset, vil man endnu stedse troe at have Flammen for Dinene, men den forandrer efterhaanden sin Farve; den er først aldeles guul, gaaer derpaa igjennem Orange over til Rødt, fra Rødt gjennem Violet til grønligt Blaat, som stedse bliver mørkere, indtil Efterbilledet tilsidst aldeles forsvinder. Vender man derimod det af Lysets Flamme blændede Die mod en hvid Bæg, følge Farverne af Efterbilledet efter hinanden i en næsten omvendt Orden: man seer først et aldeles mørkt Billede paa lys Grund, derpaa bliver det blaat, grønt og guult, og det kan endelig ikke mere skjælnes fra den hvide Grund, naar Efterbilledet aldeles er forsvundet, d. v. s. naar Nethinden fuldstændigt har forvundet Indtrykket. Overgangen fra den ene Farve til den anden begynder ved Randen og udbreder sig derfra til Midten. Den samme Række af Farvephænomener iagttager man, naar Diet er blevet blændet ved at see paa hvidt Papir, som ligger paa sort Grund og befinnes af Solen, o. s. v.

Naar man, medens det farvede Efterbillede endnu er i det lukkede Die, aabner dette og retter det mod en hvid Bæg, seer man et Billede paa denne Bæg, hvis Farver ere complementære til dem, man har iagttaget med lukket Die. Har Efterbilledet i det lukkede Die været rødt, seer man et grønt Billede, naar man aabner Diet og retter det mod en hvid Flade.

Naar man i længere Tid skarpt har stirret paa en farvet Plet paa hvid Grund, og derpaa vender Diet til Siden mod den hvide Flade, seer man et complementært farvet Efterbillede; er Pletten blaa, vil Efterbilledet være guult; er den rød, vil dette være grønt o. s. v. Denne Virkning forklares derved, at Nethinden bliver sløv for Gjenstandens Farve og altsaa desto mere følsom for de i det hvide Lys indeholdte Farver, der ikke findes i den Farvetone i Gjenstanden, som frembragte Blendingen.

At Nethinden ved en længere Betragtning af en stærkt oplyst farvet Gjenstand bliver sløv for denne Farve, fremgaaer ogsaa deraf, at den efterhaanden bliver mere og mere mat og utydelig. Man kan lettest overtyde sig herom paa følgende Maade. Man betragte i længere Tid et farvet Kvadrat, f. Ex. et rødt, som ligger paa en hvid Grund, og vende derpaa Diet noget til Siden, saaledes at det complementære Efterbillede tilbeels falder paa det farvede Kvadrat Fig. 70, den frie Deel af Efterbilledet vil da være grøn,

Fig. 70.



og den friblevne Deel af det oprindelige Billede, det vil sige den Deel, der nu sender sine Straaler til Steder paa Nethinden, som før ikke bleve truffet af det røde Lys, vil vise sig livlig rød; men der, hvor de to Kvadrater dække hinanden, seer man et langt mattere Rødt, fordi de fra denne Deel af det røde Kvadrat udgaaende Straaler endnu stedse

træffe saadanne Steder paa Nethinden, som allerede ere mere sløvede mod Paavirkningen af det røde Lys.

- 34 En graa Plet synes mørkere paa en hvid Flade og lysere paa en sort, end naar hele Fladen var overtrukket med den samme graa Farve. Følgende Forsøg viser dette ret tydeligt; man bringer et smalt uigjennemstigt Legeme, f. Ex. en Blyant, mellem Flammen af et Lys og en hvid Flade, og man vil da see en mørk Skygge paa lys Grund; men bringer man nu en anden Lysflamme ved Siden af den første, seer man to mørke Skygger paa den lyse Grund, uagtet hver af disse Skygger nu er ligesaa stærkt oplyst af det ene Lys, som før hele Fladen var; og dog fandt man før Fladen lys og nu Skyggen mørk; dette Forsøg viser den stærke Indflydelse, Modfætningen har.

Endnu mere paafaldende ere de Virkninger, der frembringes ved Betragtning af farvede Gjenstande, hvorved man ofte seer complementære Farver, som i Virkeligheden aldeles ikke ere tilstede.

Lægger man en smal graa Papirstrimmel paa et lysegrønt Papir, synes den at være rødlig; lægges den paa blaåt Papir, synes den at være gul; kort, den synes altid at være complementær til den Farve, Grunden har. Meget tydeligt iagttager man denne Virkning, naar man paa en Plade af farvet Glas klæber en Strimmel hvidt Papir af omtrent  $\frac{1}{2}$  Linies Brede, og derpaa seer igjennem den paa en hvid Flade, f. Ex. paa et Stykke hvidt Papir, eller ogsaa naar man aldeles dækker den ene Side af Glasjet med

tyndt Papir, fastgjør den smalle Strimmel paa den anden Side og derpaa holder Glasfædet foran Flammen af et Lys; Strimlen sees da med en Farve, der er complementær til Glasfædet, altsaa rød paa grønt Glas, blaa paa guult o. s. v.

Herunder henhøre ogsaa de saakaldte farvede Skygger, som vise sig, naar et smalt Legeme i farvet Lys kaster Skygge, og denne Skygge oplyses af hvidt Lys. Saadanne farvede Skygger faaer man lettest paa følgende Maade: gennem et farvet Glas lader man Lysstraaalerne falde paa en hvid Flade, f. Ex. paa hvidt Papir, som nu viser sig farvet; opfanger man nu paa et eller andet Sted med et smalt Legeme de farvede Straaler, som falde paa Papiret, faaer man en smal Skygge, som er oplyst af det rundtombredte hvide Dagslys; denne Skygge viser sig nu complementær til Grunden; tager man rødt Glas, viser Skyggen sig grøn; den er blaa, naar man bruger guult Glas o. s. v. Farverne af disse Skygger ere reent subjective.

Man iagttager ogsaa ofte farvede Skygger, som i Virkeligheden have forskjellig Farve; de fremkomme, naar et Legeme ved dobbelt Belysning kaster to Skygger, og Lyskilderne have forskjellig Farve; thi da er den ene Skygge kun oplyst med Lys af den ene Farve, den anden Skygge med Lys af den anden Farve. Saadanne farvede Skygger fremkomme f. Ex., naar i Tusmørket Lys fra den blaa Himmel falder ind i et Bærelse, hvori der er tændt Lys; holder man en lille Stift saaledes, at den paa en hvid Flade kaster een Skygge ind i det af Lysflammen oplyste Rum og en anden i det af Dagslyset, viser den ene Skygge sig blaa og den anden guul, fordi den ene kun oplyses af det blaalige Dagslys, den anden kun af det guulagtige Flammelys; dog kunde maastee ogsaa Modsetningen udøve en stor Virkning paa Styrken af Farverne, og Phænomenet saaledes have deels en objectiv, deels en subjectiv Grund.

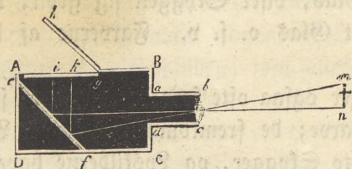
Enhver Sammenstilling af Farver, der ere complementære til hinanden, gjør et behageligt Indtryk paa Diet, hvilket er let at fatte, naar man lægger Mærke til, at en hvilkensomhelst Deel af Netshinden, som paavirktes stærkt af en Farve, arbejder selv paa at fremkalde dens Modsetning paa de tilgrændsende Steder. Enhver Sammenstilling af ikke complementære Farver er derfor ikke sammenstemmende og gjør et desto ubehageligere Indtryk, jo stærkere Farverne ere; saadanne Sammenstillinger kaldes affikkende eller strigende. Saaledes vil f. Ex. en grøn Uniform med carmoisirøde Opflag

gjøre et behageligt Indtryk, hvorimod Enhver vil finde en rød Uuiform med gule Dpflag smagløs.

- 35 **Camera obscura.** Det i Midten af det 17de Aarhundrede opfundne camera obscura bestaaer i det Væsentlige af et Samleglas med en temmelig stor Brændvidde, hvorved der frembringes et Billede af fjernere Gjenstande, f. Ex. af et Landskab; for at fremhæve Virkningen af dette Billede saameget som muligt, maa man omhyggeligt udelukke alt Sidelys, som ikke hører dertil, fra den Flade, hvorpaa det opfanges, eller med andre Ord, det maa opfanges i et formørket Rum.

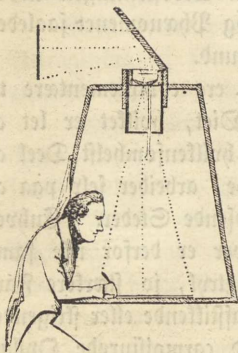
De Former af camera obscura, som hidtil meest ere brugte, ere fremstillede i Fig. 71 og Fig. 72. Fig. 71 forestiller en Kasse med en

Fig. 71.



Hals *abcd*, hvori der er anbragt et Samleglas *bc*; de gennem denne Linse i den mørke Kasse indtrængende Straaler træffe et Planspeil, der danner en Vinkel af  $45^\circ$  med Linsens Ase, og kastes derfra tilbage opad, saa at Billedet af en fjern Gjenstand ved *ik* kan opfanges paa en matsleben Glasplade. Laaget *gh* tjener til saameget som muligt at afholde fremmed Lys fra Billedet. Naar den matslebne Side af Glasset er vendt opad, kan man med en Blyant

Fig. 72.



følge Omridset af det ved *ik* fremkomne Billede og saaledes faae en naturtro Tegning af Gjenstanden.

Fig. 72 forestiller en temmelig hoi Kasse, paa hvis Bund der lægges hidt Papir; gennem den øverste Deel af Kassen gaaer der et Rør, som indeholder Linsen, og over hvilket der er et Planspeil, som danner en Vinkel af  $45^\circ$  med den lodrette Linie. De fra Gjenstandene kommende Staaer blive kastede tilbage fra Speilet nedad, hvorved Billedet dannes paa Papirets flade; dette

Billede er meget levende, fordi alt Sidelys bliver ubeluffet ved Kåffens Bægge, og man kan derfor let følge Omridsene af dette Billede med en Blyant.

Skjønheden af de i et camera obscura dannede Billeder har vel ofte vaft Duffet om at kunne gjøre disse Billeder vedvarende, og det har ikke manglet paa dem, som søgte at virkeliggjøre dette Duffe; da Lyset frembringer chemiske Virkninger, f. Ex. sværter Chlorfølv, forelaae idetmindste Muligheden af at frembringe blivende Indtryk ved Billedet i camera obscura. Senere vil Daguerre blive omtalt, der som bekjendt opfandt en saadan Fremgangsmaade, hvorved Billederne i et camera obscura paa en i Sandhed beundringsværdig Maade gøres vedvarende.

**Loupen eller det enkelte Mikroskop.** Det er ovenfor viist, 36 at en Gjenstands tilsyneladende Størrelse afhænger af Størrelsen af den Synsvinkel, hvorunder den sees; men Synsvinklen bliver desto større, jo nærmere Gjenstanden kommer til Diet; men nu kan man, saafremt det skal være muligt skarpt at skjæln Grændserne og de enkelte Dele af den, ikke bringe Gjenstanden nærmere til det ubevæbnede Øine end i den Afstand, hvor man tydeligt kan see, og derved er der altsaa ogsaa sat en Grændse for en yderligere Forstørrelse af Synsvinklen. Ethvert Instrument, som gjør, at Synsvinklen for smaa nære Gjenstande bliver større, end den er ved det ubevæbnede Øie, kaldes et Mikroskop. Ifølge denne Forklaring vilde den lille Abning i Kortbladet, som ovenfor blev omtalt, ogsaa være et Mikroskop og navnlig et enkelt; dog betegnes i Reglen kun Samleglas af ringe Brændvidde med Navn af enkelt Mikroskop.

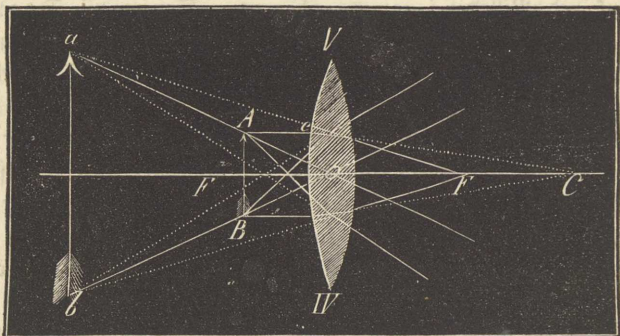
For at kunne forstaae, hvorledes et enkelt Samleglas kan tjene til Mikroskop, behøver man kun at kaste et Blik paa Fig. 73. *VV* er et Samleglas, *AB* er en Gjenstand, der befinder sig indenfor Glasets Brændvidde; alle de Straaler, som udgaae fra et Punkt i Gjenstanden *AB*, ville efter deres Gjennemgang gennem Linsen spredes, som om de kom fra det tilsvarende Punkt i *ab*, som allerede ovenfor er viist; et Øie, der befinder sig bag Linsen, vil tydeligt igjennem denne kunne see Gjenstanden, naar Billedet *ab* er i Seeviddens Afstand; men i dette Tilfælde ligger Gjenstanden selv langt nærmere ved Diet, og uden Linsen vilde man altsaa ikke mere tydeligt kunne see den. Linsens Øyne til at forstørre maa man altsaa i det Væsentlige søge deri, at den gjør det muligt at bringe



Gjenstanden meget nær til Diet, hvorved naturlighviis ogsaa Synsvinklen bliver større.

For at bestemme den ved en Loupe frembragte Forstørring maa man sammenligne Størrelsen af den Synsvinkel, hvorunder Diet seer Billedet  $ab$ , naar det er i den tydelige Seeviddes Afstand, med Størrelsen af den Synsvinkel, hvorunder Gjenstanden selv vilde sees, naar den var ligesaa langt fra Diet.

Fig. 73.



Men den Vinkel, hvorunder Billedet  $ab$  sees, kan kun da nøjagtigt bestemmes, naar man kender Linsens Afstand fra Skæringspunktet i Diet; men da man holder Diet tæt bagved Glasøet, og Linsens Tykkelse selv er ringe, kan man uden mærkelig Feil antage, at Skæringspunktet falder sammen med Midtpunktet af Linsen  $O$ ; under denne Forudsætning er Forstørringen let at beregne.

Fra  $O$  sees Gjenstanden  $AB$  og Billedet  $ab$  under samme Synsvinkel, og man finder altsaa Forstørringen, naar man sammenligner den Synsvinkel, hvorunder  $AB$  sees, med den, hvorunder den samme Gjenstand vilde sees, naar den blev bragt i en Afstand fra  $O$ , der var liig den tydelige Seevidde, altsaa naar den blev sat paa det Steed, hvor Billedet  $ab$  er. Da Gjenstandens tilsyneladende Størrelse er omvendt proportional med dens Afstand fra Diet, forholder Synsvinklen  $AOB$  sig til den Vinkel, hvorunder  $AB$ , betragtet fra  $O$ , vilde sees, naar denne Gjenstand blev flyttet til  $ab$ , omvendt som de Afstande, hvori Gjenstanden  $AB$  og Billedet  $ab$  ere fra  $O$ . Kalder man Billedets Afstand fra  $O$   $d$  og Afstanden af Gjenstanden  $AB$  fra  $O$   $x$ , saa er Forstørringen  $\frac{d}{x}$ , hvor man istedetfor  $d$  maa sætte den tydelige Seeviddes Størrelse.

Antager man nu, hvad der rigtignok ikke er Tilfældet, at Billedet befinder sig i den tydelige Seeviddes Afstand, og Gjenstanden i Linsens Brændpunkt, vil Forstørringen være  $\frac{d}{f}$ , idet  $f$  er Linsens Brændvidde. Dette Udtryk  $\frac{d}{f}$  giver nu vel ikke Forstørringens sande Værdi, men den gjør det dog muligt at faae en tilnærmelsesviis rigtig Forestilling om Linsens Forstørning.

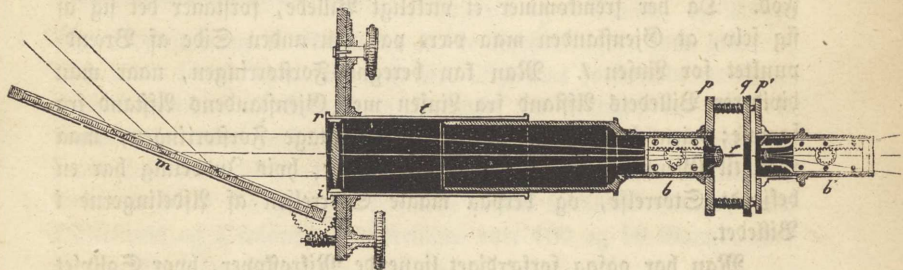
Naar Billedet  $ab$  skal dannes i Afstanden  $d$ , maa Gjenstanden være indenfor Brændvidden,  $x$  er altsaa i ethvert Tilfælde lidt større end  $\frac{d}{f}$ .

Naar f. Ex. den tydelige Seevidde er 10 Tommer, Linsens Brændvidde 2 Tommer, vil Forstørringen være lidt mere end  $\frac{10}{2}$ , d. v. s. lidt mere end 5 Gange.

Jo mindre Værdien af  $f$  bliver, d. v. s. jo mindre Brændvidde Linsen har, desto mindre bliver ogsaa Værdien af  $x$ , desto større bliver Værdien af  $\frac{d}{x}$ , desto stærkere er altsaa Forstørningen.

**Solmikroskopet.** Dette Instrument, hvis Virkninger høre til 37 de mærkeligste og meest oplysende, bliver struet ind i Vindueskoddens til et formørket Bærelse, saaledes at Speilet  $m$  udenfor dette kaster Solstraalerne gennem Røret  $t$  ind i det mørke Rum.

Fig. 74.

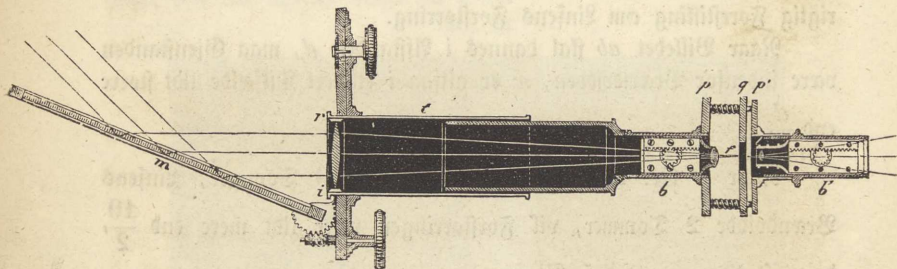


Linsen  $i$  gjør Straalerne noget sammenløbende, og dette forøges endnu ved en anden Linse  $f$ , saa at Straalerne samles i et Brændpunkt, der ligger meget nær ved den Gjenstand, hvormed man vil gjøre Forsøg. Men for at dette altid kan være muligt, maa Linsen kunne flyttes, hvilket bevirkes ved et Drev, som kan dreies

ved en Knap, der er udenfor Røret, og som griber ind i en lille Landstang, der er fastgjort til Indfatningen af Linsen *f*.

Gjenstandene lægges nu mellem Glasplader eller paa Glasplader og bringes mellem Metalpladerne *p'* og *q*; da Pladen *q* ved Hjælp trykkes mod *p'*, fastholdes Glaspladerne ved dette Tryk, saa at de ikke kunne falde ned.

Fig. 74.



Naar Gjenstanden nu saaledes er rigtigt anbragt og belyst, er det let at faae et forstørret Billede af den. Dertil tjener nemlig den achromatiske Linse *l*, som i Virkeligheden er Objectivglasstet; ved denne Linses Indfatning er der fastgjort en Landstang, hvori et Drev griber ind, saa at man efter Behag kan flytte Linsen *l*. Man nærmer eller fjerner nu Linsen fra Gjenstanden, indtil man endelig kan opfange et skarpt klart Billede paa en hvid Bæg, et Stykke Lærred eller en Papirskjærm i en Afstand af 10, 15 til 20 Fod. Da her fremkommer et virkeligt Billede, forstaaer det sig af sig selv, at Gjenstanden maa være paa den anden Side af Brændpunktet for Linsen *l*. Man kan beregne Forstørringen, naar man dividerer Billebets Afstand fra Linsen med Gjenstandens Afstand fra samme; men hvis man ligesvem vil iagttage Forstørringen, maa man til Gjenstand bruge et Glasmikrometer, hvis Inddeling har en bekendt Størrelse, og derpaa maale Størrelsen af Afdelingerne i Billebet.

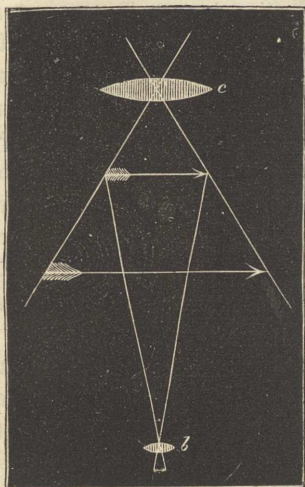
Man har ogsaa forfærdiget lignende Mikroskoper, hvor Sollyset erstattes ved kunstigt Lys, s. Ex. Lyset af et Stykke Kalk, der gjøres glødende i en Knaldluftflamme (det Drummondske Lys), eller det electriske Lys, eller ogsaa kun ved Lyset af en stærkt lysende Lampe. Forstørringen maa være desto ringere, jo mindre Styrke det Lys har, der bruges til Belysningen.

Tryllemøllen, *laterna magica*, beroer paa de samme Grund-  
sætninger; kun ere Gjenstandene i en større Maalestof malede paa  
Glas og oplyses ved Lyset af en Lampe, der i det Høieste tillader  
en Forstørrelse af 15 til 20 Gange.

**Det sammensatte Mikroskop.** De Grundsaetninger, hvorpaa 38  
Indretningen af alle Mikroskoper, hvor forskjellige de forresten kunne  
være, beroer, ere følgende:

1) De Gjenstande, hvormed man vil gjøre Forsøg, lægges tæt  
ved et Samleglas *b* af meget kort Brændvidde og lidt paa den

Fig. 75.



anden Side af Brændpunktet. Linsen,  
hvad enten den er enkelt eller sam-  
mensat, achromatist eller ikke, kaldes  
Objectivlinsen eller Mikroskopets  
Objectiv.

2) De virkelige og forstørrede Bil-  
leder, som ved Objectivet dannes af  
Gjenstandene, betragtes gennem et  
Samleglas *c*, der her tjener som  
Loupe; denne anden Linse, som lige-  
ledes kan være enkelt eller sammensat,  
achromatist eller ikke achromatist, kal-  
des Ocularglaset eller Mikrosko-  
pets Ocular.

Saaledes er altsaa ethvert Mikro-  
skop i det Væsentlige sammensat af  
et Objectiv og et Ocular, og Mikro-

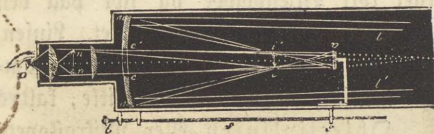
skopets Forstørrelse er Resultatet af de Forstørrelser, som hvert af  
disse Glas frembringer. Naar f. Ex. Objectivet forstørrede en Gjen-  
stands Tvermaal 5 Gange og Ocularet 10 Gange, saa vilde et  
saadant Mikroskop forstørre Gjenstandenes Tvermaal 50 Gange, og  
deres Overflader altsaa 2500 Gange. Man vilde faae Tvermaalet  
forstørret 1000 Gange og Overfladen altsaa 1000000 Gange, naar  
Objectivets og Ocularets Forstørrelser vare 100 og 10 Gange, eller  
50 og 20, eller 40 og 25, o. s. v.

**Speilteleskopet.** Alle Instrumenter, som tjene til at vise fjerne 39  
Gjenstande forstørrede, kaldes Teleskoper. De bestaae af et Hjul-  
speil eller et Samleglas, hvorved der dannes et Billede af de fjerne  
Gjenstande, som bliver betragtet gennem et enkelt eller sammensat  
Ocular. Bliwer Billedet frembragt ved et Hjuulspeil, kaldes Instru-

mentet et Speilteleskop; det væsentligste Stykke deri er et Hulspeil af Metal, som vendes mod Gjenstanden, hvoraf der altsaa ifølge de ovenfor fremsatte Love dannes et omvendt Billede. De forskellige Speilteleskoper skjælnes kun fra hinanden ved den Maade, hvorpaa dette Billede betragtes.

Den sædvanligste Indretning af Speilteleskopet er fremstillet i Fig. 76; Hulspeilet  $mm'$  har i Midten en kredsformig Abning  $cc'$ ;

Fig. 76.



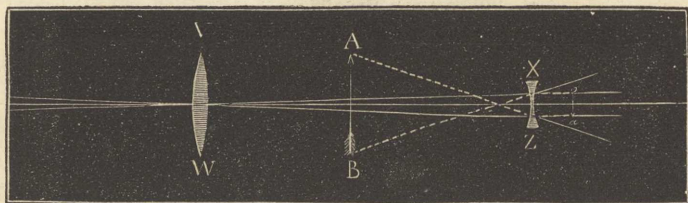
de indfaldende Straaler tilbagekastes saaledes, at der i  $ii'$  fremkommer et virkeligt omvendt Billede af den fjerne Gjenstand; dette Billede befinder sig nu tæt udenfor Brændvidden af det lille Hulspeil  $v$ , hvorved der foran Ocularret dannes et opretstaaende Billede af det omvendte Billede  $ii'$ . Ocularret er her, som ved Mikroskopet, sædvanligviis sammensat af to Linser; den første gjør de fra Speilet  $v$  kommende Straaler noget mere sammenløbende og rykker altsaa Billedet  $nn'$  noget nærmere til Speilet  $v$ , end det uden denne Linse vilde være Tilfældet; Billedet  $nn'$  betragtes nu endelig gjennem den umiddelbart foran Diet værende Linse.

- 40 **Kikkert** kaldes sædvanligen de Teleskoper, hvori man anvender et Samleglas istedetfor Hulspeilet. Forat det ved Objectivet dannede Billede af fjerne Gjenstande kan blive reent og tydeligt, maa man vælge en achromatisk Linse dertil; et saadant Objectiv maa altsaa stedse forfærdiges af to Legemer, der frembringe forskjellig Farvespredning; sædvanligen er det sammensat af to Linser, der umiddelbart berøre hinanden, som ovenfor er viist, men ved nogle Kikkertter er den achromatiserende Flintglaslinse rykket længere bort fra Crownglaslinjen og nærmere til Ocularret, saa at Flintglaslinjen kan have mindre Gjennemsnit. De forskjellige Slags adskille sig fra hinanden ved Ocularrets forskjellige Indretning. Ved Galilæis Kikkert bestaaer Ocularret kun af en enkelt Sprede linse; Ocularret i den astronomiske Kikkert har eet eller to Samleglas, og Ocularret i den terrestriske Kikkert endelig har fire.

Indretningen af den hollandske eller Galilæis Kikkert er fremstillet i Fig. 77.  $VW$  er Objectivet, som vilde danne et omvendt Billede i  $ab$ , hvis Straalerne ikke allerede tidligere blive opfangede af Hulglasset  $XZ$ . Men nu bliver Ocularret stillet saaledes,

at Afstanden af Billedet *ab* er noget større end Hjulglassets Brændvidde, følgerigen blive alle de Straaler, som løbe sammen til et Punkt i Billedet *ab*, brudte saaledes ved Hjulglasset, at de efter Gjennemgangen gennem det spredtes, som om de kom fra et Punkt foran Glasset; de til *b* sammenløbende Straaler spredtes altsaa, som om de kom fra *B*, de til *a* sammenløbende, som om de kom fra *A*, og man seer altsaa gennem Kikkerten det opretstaaende forstørrede Billede *AB*.

Fig. 77.



Den Forstørring, som frembringes ved denne Kikkert, er let at beregne, naar man kender Brændvidden for Objectivet og Ocularet. Den Vinkel, hvorunder Gjenstanden uden Kikkerten vilde sees, er liig den Vinkel, hvorunder Billedet *ab* sees, betragtet fra Midpunktet *p* af Objectivet, altsaa liig Vinklen *bpa*; tænker man sig nu Diet i Midpunktet *o* af Ocularet, sees Gjenstanden gennem Kikkerten under Vinklen *aoB*, som er liig Vinklen *boa*; for at bestemme, hvor mange Gange Kikkerten forstørrer, maa man altsaa nu udfinde, hvor mange Gange Vinklen *boa* er større end Vinklen *bpa*.

Afstanden af Billedet *ab* fra Objectivet er liig Brændvidden *f* for samme, saafremt Gjenstanden er langt borte; Afstanden af Billedet *ab* fra Ocularet er kun umærkeligt større end Brændvidden *f* af dette Glas, og man kan altsaa uden mærkelig Feil sætte Afstanden af Billedet *ab* fra *o* liig *f'*. Men nu forholde Vinklerne *bpa* og *boa* sig meget nær omvendt som disse Afstande, altsaa

$$\frac{boa}{bpa} = \frac{f}{f'}$$

Sætter man Vinklen *bpa*, hvorunder Gjenstanden sees uden Kikkert, = 1, saa er den Vinkel, hvorunder den sees i Kikkerten

$$boa = \frac{f}{f'}$$

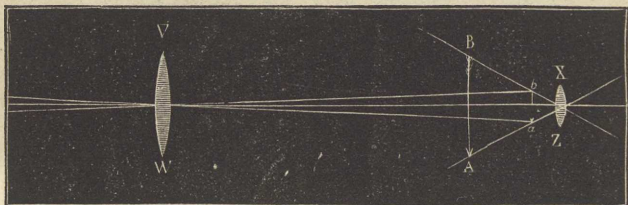
d. v. s. man finder Forstørringen, naar man dividerer Objectivets

Brændvidde med Ocularets, og den er altsaa desto større, jo større Objectivets Brændvidde er, og jo mindre Ocularets.

Begge Glasenes Afstand er aadenbart meget nær liig  $f - f'$ ; naar man altsaa forbinder forskellige Ocularer med det samme Objectiv, maa Afstanden mellem begge Glasene være desto større, jo mindre Ocularets Brændvidde er, altsaa jo stærkere Forstørringen er.

Ved den astronomiske Kikkert dannes der virkelig et Billede ved Hjælp af Objectivet, og dette betragtes med en enkelt eller sammensat Loupe, Fig. 78;  $ab$  er det ved Objectivet frembragte om-

Fig. 78.



vendte Billede af en Gjenstand, som sees forstørret til  $AB$ , naar det betragtes gennem Loupen  $XZ$ .

Forstørringen ved en saadan Kikkert kan man ligeledes let beregne, naar man kender Brændvidden af Objectivet og Ocularet; thi Synsvinklen, hvorunder Gjenstanden sees med blotte Øine, er liig den Vinkel, hvorunder Billedet  $ab$  sees fra Midten af Objectivet  $VW$ ; men gennem Kikkerten sees den under samme Vinkel som Billedet  $ab$ , naar det betragtes fra Midten af Ocularret  $XZ$ ; men den ene af disse Vinkler forholder sig til den anden omvendt som Afstanden af Billedet  $ab$  fra Objectivet til dets Afstand fra Ocularret. Nu er Billedets Afstand fra Objectivet liig dets Brændvidde  $f$ , og dets Afstand fra Ocularret liig  $f'$ , idet  $f'$  betegner Ocularrets Brændvidde; Synsvinklen, hvorunder den fjerne Gjenstand sees gennem Kikkerten, forholder sig altsaa til den Vinkel, hvorunder den sees med blotte Øine, som  $f$  til  $f'$ ; den ved Kikkerten frembragte Forstørring er altsaa liig  $\frac{f}{f'}$ .

Kikkertens Længde er  $f + f'$ , eller liig Summen af Brændvidderne for begge Glasene.

I Reglen bruger man ikke nogen enkelt Linse til Ocular, saaledes som det ovenfor blev angivet, men en Forbindelse af to Linser.

De sammensatte Ocularer i de astronomiske Kikkertter ere enten ganske indrettede som Mikroskopernes sammensatte Ocularer, og i dette Tilfælde fremkommer Billedet mellem Ocularrets to Glas, eller de to Linser ere nærmere ved hinanden, saa at Billedet dannes foran Ocularret og betragtes gjennem begge Linserne som gjennem een eneste stærkere.

Det er klart, at man gjennem den astronomiske Kikkert maa see Gjenstandene omvendt; thi ved Objectivet dannes der et omvendt Billede af den fjerne Gjenstand, og dette Billede vendes ikke om derved, at man betragter det gjennem en Loupe.

Billedets Klarhed afhænger af Objectivets Størrelse; Synsmarkens Størrelse af Ocularret.

For nøiagtigt at kunne stille Kikkerten paa en bestemt Gjenstand, maa der være anbragt et Traadfors inden i den; dette befinder sig nøiagtigt paa det Sted, hvor Billedet af den Gjenstand, man betragter, dannes ved Hjælp af Objectivet.

Naar man betragter Gjenstande paa Jorden, er det ubeqvemt at see Alt omvendt, hvilket er ligegyldigt ved astronomiske Jagtagelser, saavelsom ved Opmaalinger. For nu ved denne stærke Forstørring dog at kunne see Gjenstandene opret, har man istedetfor den astronomiske Kikkerts Ocular sat et Rør, der i Almindelighed indeholder fire Samleglas, og saaledes faaer man den terrestriske Kikkert. De fire Linser i Ocularrøret danne paa en Maade et sammensat Mikroskop, der ikke forstørrer synderlig stærkt, men hvorved man atter vender det omvendte Billede om, og følgerlig seer det i opret Stilling. De to forreste Glas i Ocularrøret danne paa en Maade Objectivet i dette Mikroskop, de to andre Ocularret.

Forstørringen ved Galilæis og den astronomiske Kikkert kan, som man har seet, beregnes ved Hjælp af Glasenes Brændvidde; men da denne Brændvidde selv først maa findes ved Forsøg, foretrækker man ogsaa at bestemme Kikkerternes Forstørring umiddelbart ved Forsøg. Dette kan ganske simpelt see paa følgende Maade: I nogen Afstand fra Kikkerten opstiller man en inddeelt Stang, f. Ex. en saadan, som man bruger ved Landmaaling, og betragter denne paa samme Tid umiddelbart med det ene Øie og gjennem Kikkerten med det andet; paa denne Maade seer man, hvormange Afdelinger af den med det blotte Øie betragtede Maalestof der gaaer paa en ved Kikkerten forstørreret Afdeling, og derved faaer man umiddelbart Værdien



af Forstyrningen. Hertil kan man ogsaa bruge Tagsteensbrækkerne paa et Tag.

I ældre Tider vare Riffelter med Glas endnu meget ufuldkommen, fordi man ikke kjendte Brugen af de achromatiske Objectiver; man erstatte derfor Objectivlinsen ved et Hualspeil af en særegen Metalblanding, og saaledes fremkom Speilteleskoperne.

## Femte Afsnit.

### Interferensphænomener.

41 For at kunne forklare de forskjællige Virkninger af Lyset har man opstillet to forskjællige Hypotheser, nemlig Emissions- eller Emanationstheorien og Vibrations- eller Bolgetheorien.

Emanationstheorien antager, at der gives et eiendommeligt Lysstof, og at et lysende Legeme til alle Sider udsender Smaadele af dette fine Stof med en saa uhyre stor Hastighed, at en saadan lille Lysdeel i 8 Minuter og 13 Secunder kommer fra Solen til Jorden. Man maa naturligtvis tænke sig, at dette Lysstof er overordentlig fint og ikke underkastet Lyngdens Virkninger, altsaa uveieligt (imponderabelt). Forskjælligheden i Farven hidrører da fra en Forskjæl i Hastigheden, og Lysets Tilbagekastning skeer efter denne Anskuelse paa lignende Maade som spændige Legemers Tilbagekastning. For efter denne Forestilling at forklare Brydningen maatte man antage, 1) at der i de gjennemsigtige Legemer findes tilstrækkeligt store Mellemrum, til at Lysdelene kunne gaae derigjennem, og 2) at Legemernes Dele udøve en Tiltrækning paa Lysdelene, som i Forbindelse med deres opnaaede Hastighed frembringer Afvigelsen.

Bolgetheorien antager, at Lyset forplanter sig ved Svingninger i Delene af et uveieligt Stof, som kaldes *Æther*. Efter denne Theori er Lyset noget Lignende som Lyden; ligesom Lyden forplantes ved Svingninger i et veieligt Stof, saaledes forplantes Lyset ved Svingninger i *Ætheren*. Da Lyset gjennemtrænger alle Dele af Himlen, maa *Ætheren* udfylde hele Verdensrummet. Men *Ætheren* er ikke blot udbredt i de forresten tomme Rum, som adskillige Stjernerne, den gjennemtrænger alle Legemer og udfylder de Rum, som befinde sig mellem de veielige *Atom*er.

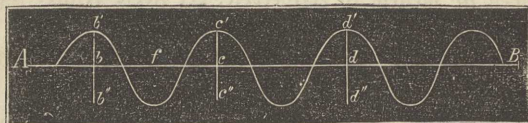
Hvis Ætheren i hele Verdensrummet var i Hvile, vilde der overalt herse et fuldstændigt Mørke, men naar den paa et Sted bliver sat i Bevægelse, forplantes Lyssølgerne til alle Sider, ligesom Svingningerne af en Streng udbrede sig i en rolig Atmosfære. Lyset, som først fremkommer ved en Bevægelse, maa altsaa vel skjælnes fra Ætheren selv, ligesom man skjælnes mellem den svingende Bevægelse, der frembringer Lyden, og de svingende Dele af det veielige Legeme.

Begge Theorier fandt i lang Tid Tilhængere blandt Physikerne; Newton havde fremsat Emanationstheorien, og Huyghens er at betragte som Staber af Bølgetheorien. Grundige Undersøgelser over de Lysvirkninger, som i det Følgende skulle omtales, have forskaffet Bølgetheorien en afgjort Seir; thi disse Virkninger kunne meget let forklares ved Antagelse af Lyssølgerne, men ikke ved Emanationstheorien.

**Grundtræk af Bølgetheorien.** Delene af et lysende Legeme 42 svinge paa lignende Maade som Delene af et lydgivende; kun ere Lyssvingningerne langt hurtigere end Lydsvingningerne, eftersom de ikke forplantes gjennem et veieligt Stof, men gjennem Ætheren.

Naar en Lystraale udbreder sig i Retningen fra *A* til *B*, Fig. 79, ville alle de Ætherdele, som i Ligevægtstilstanden vilde have

Fig. 79.

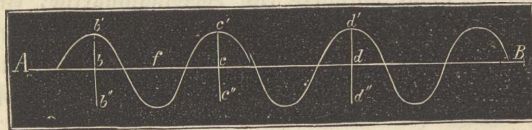


ligget i den rette Linie *AB*, svinge i Retninger, som staae lodret paa *AB*, omtrent paa samme Maade som Delene af en spændt Snor vilde svinge, naar man havde anbragt et stærkt Slag paa den ene Ende af den. Den krumme Linie i Fig. 79 fremstiller de svingende Deles gjensidige Stilling i et bestemt Dieblik af Bevægelsen.

Vi ville nu undersøge en Ætherdeels Svingninger noget nøiere; den Deel, som, naar den er i Ligevægt, befinder sig i *b*, svinger stedse mellem Punkterne *b'* og *b''*. I *b'* er dens Hastighed Nul; men jo mere den nærmer sig Ligevægtsstillingen, desto mere vorer dens Hastighed, som er størst i det Dieblik, den gaaer igjennem *b*; derpaa aftager Hastigheden atter, indtil den endelig i *b''* igjen bliver Nul, og nu begynder Bevægelsen i modsat Retning.

Omendssjøndt Lyset forplanter sig med en overordentlig stor Hastighed, stcer denne Forplantning dog ikke vcebliffelig; Svingningerne af en Etherdeel meddeles altsaa ikke vcebliffeligt til de folgende i Retningen af Lysstraalen. Man forestille sig, at den hele Række af Etherdele paa Linien *AB* er i Hvile; naar nu den Deel, som er i *b'* i et bestemt Dieblif begynder at svinge, ville alle de Dele, som ligge lenger hen mod *B*, senere begynde at svinge, og det desto senere, jo lenger de ligge fra *b*; medens *b* altsaa gjor en fuldstændig Svingning, d. v. s. medens den bevceger sig fra *b'* til *b''* og derpaa tilbage igjen til *b'*, vil Bevceggelsen forplante sig til en anden Deel *c*, saaledes at denne begynder sin første Svingning i samme Dieblif, da *b* begynder sin anden. Fra nu af ville Delene *b* og *c* stedse befinde sig i samme Svingningstilstand, d. v. s. de ville samtidigt bevcege sig til samme Side, gaae igjennem Ligevceggststillingen og samtidigt faae deres største Udsving paa den ene og paa den anden Side af *AB*.

Fig. 79.



Afstanden *bc* mellem to Etherdele, der stedse befinde sig i samme Svingningstilstand, kaldes en Bølgebrede. Naar *cd* ogsaa er en Bølgebrede, vil *d* begynde sin første Svingning i samme Dieblif, da *c* begynder sin anden og *b* sin tredje Svingning, og *d* vil fra nu af stedse befinde sig i samme Svingningstilstande, som *c* og *b*.

Naar *f* er en Etherdeel, som ligger midt imellem *b* og *c*, d. v. s. naar den er i en halv Bølgebredes Afstand fra *b*, vil *f* stedse befinde sig i Svingningstilstande, som ere modsatte af dem, hvori *b* og *c* befinde sig; naar *b* og *c* naae deres største Udsving ovenfor *AB*, har *f* naaet sit største Udsving til den modsatte Side; *f* gaaer igjennem Ligevceggststillingen paa samme Tid som *b* og *c*, men de bevcege sig i modsatte Retninger.

Naar to paa hinanden folgende Etherdele paa en Lysstraales Vej ere i en halv Bølgebredes Afstand fra hinanden, have de altid ligestore, men modsatte Hastigheder. Det samme gjælder om saadanne Etherdele, som have en Afstand fra hinanden af  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{5}{3}$ ,  $\frac{7}{3}$  o. s. v. Bølgebreder.

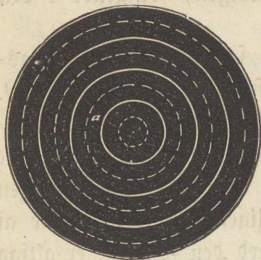
Bølgebredden er ikke ligestor for de forskjællige Farver; den er størst for de røde, mindst for de violette Straaler; men her kunne vi ikke nærmere gaae ind paa, hvorledes det har været muligt med overordentlig Nøiagtighed at bestemme Bølgebredden for de forskjælligt farvede Straaler.

I Forbindelse med den ulige store Bølgebrede staaer ogsaa den ulige store Svingningstid; de violette Straaler svinge hurtigt, de røde derimod langsomt.

Man seer altsaa, at ved Lyset svarer Farveforskjællen til Tøernes forskjællige Hvide og Dybde.

Naar man betragter de Bølger, som fremkomme paa Overfladen af stillestaaende Vand ved at kaste en Steen i det, kan man skaffe sig et ret tydeligt Billede af den Maade, hvorpaa Lysbølgerne fra et lysende Punkt udbrede sig til alle Sider. Rundt omkring det Sted, hvor Stenen sank ned i Vandet, danner der sig kredsformige Bølger; Vanddelene gaae paa dette Sted afverlende op og ned, og denne Bevægelse forplantes til alle Sider med samme Hastighed; alle de Vanddele, som ere i ligestore Afstande fra Midpunktet, ville ogsaa befinde sig i samme Svingningstilstande, d. v. s. de ville

Fig. 80.



samtidigt naae deres hoieste og dybeste Stilling, og der vil altsaa dannes concentriske Bølgebjerger og Bølgedale, saaledes som det er anskueliggjort i Fig. 80. For et bestemt Øieblik skulle Kredsene med fulde Linier betegne Bølgebjergene, og de punkterede Bølgebalene; Bølgerne ville da sride frem udadtil, saaledes at efter kort Tids Forløb Bølgebjergene netop befinde sig paa de punkterede Linier, og Bølgebalene paa de fulde Linier.

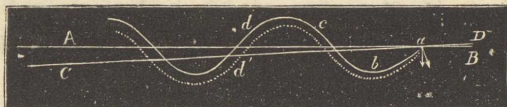
Paa samme Maade som Vandbølgerne udbrede sig i concentriske Kredse om et Midpunkt, udbrede Lyssvingningerne sig ogsaa i concentriske Kugleskaller om Lysgiveren; Lysbølgerens Overflade er kugleformig, idetmindste saalænge Ætherens Spændighed er den samme i alle Retninger.

**Lystraalernes Interferens.** Ved Samvirkning af to Lystraaler frembringes der snart forstærket Lys, snart fuldstændigt Mørke.

En saadan Forstærkning eller Svækkelse, som frembringes ved Samvirkning af to Lysstraaler, kaldes Lysstraalernes Interferens eller Berelindgrib og forklares paa følgende Maade.

I Fig. 81 forestille Linierne  $AB$  og  $CD$  to Lysstraaler, som udgaae fra samme Lysgiver og ad forskjellige Veie komme til Punktet

Fig. 81.



$a$ , hvor de sfære hinanden under en meget spids Vinkel. Naar den Veie, Lysstraalen  $CD$  har tilbagelagt fra Lysgiveren til Punktet  $a$ , netop er ligesaa stor som, eller 1, 2, 3, o. s. v. hele Bølgebrede større end den Veie, den anden Straale har gjenløbet fra Lysgiveren til Punktet  $a$ , ville de to Straaler træffe forstærkende sammen i  $a$ , saaledes som man seer Fig. 81.

Bølgelinien  $abcd$  o. s. v. forestiller for et givet Dieblit Stillingen af de Ætherdele, som forplante Lysstraalen i Retningen  $AB$ ; ved  $b$  har Ætherdelen netop naaet sin yderste Stilling nedenfor  $AB$ , og ved  $a$  gaaer den gennem Ligevægtsstillingen, svingende i den Retning, den lille Piiil viser.

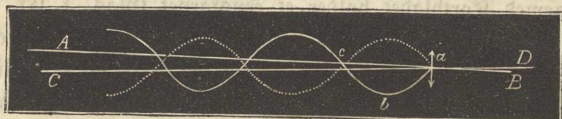
Den punkterede Bølgelinie viser den samtidige Svingningstilstand af de Ætherdele, som forplante Lysstraalen i Retningen  $CD$ . Naar begge Straalerne have gjenløbet ligestore Veie fra Lysgiveren til Punktet  $a$ , ville Ætherdelene ved  $a$  samtidigt blive bragte i Svingning af disse paa samme Maade. I det ved Tegningen fremstillede Tilfælde vil Ætherdelen ved  $a$  ligeledes drives nedad af det andet Bølgesystem, og den Kraft, hvormed den svinger, er altsaa dobbelt saa stor, som hvis dens Bevægelse kun blev frembragt ved Svingningerne af den ene Lysstraale.

Paa samme Maade maae ogsaa Svingningerne af to Lysstraaler understøtte hinanden, naar de træffe sammen i et Punkt, efterat have gjenløbet Veie, mellem hvis Længder der var en Forskjæl af et Mængfold af en heel Bølgebrede.

Fig. 82 viser Samvirkningen af to Straaler, af hvilke den ene gaaer foran den anden med en Forskjæl af en halv eller  $n$  ulige (ueffent) Mængfold af en halv Bølgebrede. Ved Svingningerne af den ene Straale, hvis tilsvarende Bølgelinie er frem-

stillet ved en fuld Linie, hvorimod den, som svarer til den anden Straale, er punkteret, vil Ætherdelen *a* drives opad, i samme Dieblit som Svingningerne af den anden Straale med ligesaa stor

Fig. 82.



Kraft stræbe at bevæge den nedad, og begge disse to modsatte Kræfter ophæve altsaa hinandens Virkning, saa at *a* bliver i Hvile.

Hidtil have vi kun betragtet de Tilfælde, i hvilke Veiforskjællen mellem de interfererende Straaler udgjorde et Mængfold af en heel Bolgebredde eller et ulige Mængfold af en halv Bolgebredde; men naar Veiforskjællen falder mellem disse Grændser, vil der ved Interferens mellem de to Lysstraaler ogsaa frembringes en Virkning, som ligger mellem Virkningerne af de ovenfor omtalte Grændsetilfælde, d. v. s. der vil ikke kunne indtræde nogen fuldkommen Ophævelse af Svingningerne, ligesom deres Styrke heller ikke vil fordobles. Den Kraft, hvormed Svingningerne foregaae, nærmer sig mere den ene eller den anden af disse Grændseværdier, efter som Veiforskjællen nærmer sig mere et lige eller et ulige Mængfold af en halv Bolgebredde.

**Lysets Vøining.** Naar man gjennem en meget fin kreds- 44  
formig Abning, som man f. Ex. har gjort i et Kortblad med en fin Naal, betragter det lille Solbillede i et indvendigt svartet Uhr-  
glas, i en blank Metalknap eller i en Thermometerkugle, vil man see en lys rund Plet omgiven af flere farvede Ringe, Fig. 84.

Fig. 83.

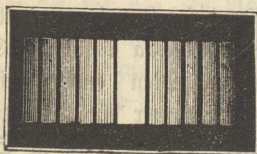
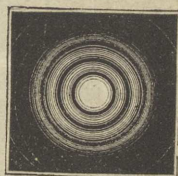


Fig. 84.

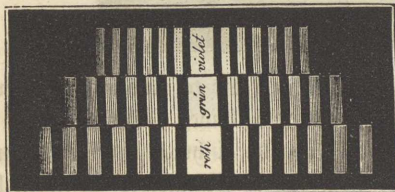


Gjør man istedetfor Punktet en meget fin retlinet Abning i Kortbladet og betragter gjennem denne Solbilledet paa Uhrglasset, eller bedre Lyslinien paa et indvendigt svartet Glasrør, som ligger i Solen, iagttager man Phænomenet, saaledes som det er fremstillet i Fig. 83. I Midten seer man en lys Stribe, men til begge Sider smalle Farvestrider, som udestef stedse have mindre Lysstyrke.

Jo mindre den fredeformige Abning og jo smallere Spalten er, desto bredere ere i det ene Tilfælde Ringene og i det andet Striberne.

Paa den simpleste Maade gjøres Forsøget, naar man foran Diet tilligemed Kortbladet holder et eensfarvet Glas, s. Ex. et rødt;

Fig. 85.



naar man da seer gjennem Abningen, seer man i Midten en lys rød Stribe, som paa begge Sider er begrændset af en mørk Stribe; til begge Sider følge derpaa flere røde Striber, som stedse blive svagere, og af hvilke den ene stedse er stilt fra den anden ved en mørk Stribe, omtrent saaledes som det er fremstillet i den nederste Række i Fig. 85.

De lyse Striber ved Siderne, saavelsom den lyse Stribe i Midten, afgrændses ikke skarpt af de mørke Striber, men der stee efterhaanden en Dvergang fra den største Lysstyrke til de mørkeste Steder.

Naar man seer igjennem et grønt Glas, iagttager man det Samme, kun ere Striberne smallere, og de blive endnu smallere, naar man bruger et violet Glas, saaledes som man seer Fig. 85.

Følgende er en kort Udsigt over Maaden, hvorpaa disse Phænomener forklares.

Naar Lyset fra et tilstrækkeligt langt bortliggende Punkt falder lodret paa Skærmen  $AB$ , hvori Abningen  $CD$  befinder sig, kan man betragte alle de i denne Abning

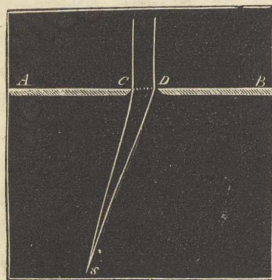


Fig. 86.

værende Gtherdele, som om de havde ligestor Afstand fra Lysgiveren; alle disse Gtherdele ere altsaa i samme Svingningstilstand. Men enhver af disse Gtherdele forplanter sine Svingninger til alle Sider paa den anden Side af Skærmen, som om den selv var en Lysgiver; Styrken af Belysningen paa et hvilket som helst Punkt  $s$ , der ligger

bag Skærmen, er altsaa kun afhængig af den Virkning, som frembringes ved Interferensen af alle de Straaler, som udgaar fra de forskellige Punkter i Abningen  $CD$  og træffe sammen i  $s$ .

De Lysstraaler, som udgaae fra *CD* i en Retning lodret paa Abningen, ville stedse understøtte hinanden, og derfor er Midten af Billedet lys. Men gaaer man over til de Punkter, der ligge til Siden, ville alle de Straaler, som træffe sammen her, ikke længer virke forstærkende paa hinanden, og Lysstyrken maa altsaa aftage til Siden, indtil man kommer til et Punkt, hvor alle Lysstraalerne fra *CD*, som træffe sammen, ophæve hinandens Virkning; her iagttager man en mørk Stribe.

Længer borte fra Midten finder man atter Punkter, hvor de fra *CD* sammentræffende Lysbølger ikke fuldstændigt ophæve hinanden, hvor man altsaa igjen iagttager Lys; derpaa følge igjen mørkere Striber, hvor alle Lysbølgerne gjensidigt ophæve hinandens Virkning, o. s. v.

At de lyse og mørke Striber for forskjælligt farvede Straaler ikke falde sammen, hidrører derfra, at de have forskjællige Bølgebreder.

Naar Lysstraaler af alle de forskjællige Farver virke samtidigt, naar man altsaa gjennem den fine Abning betragter det hvide Solbillede uden at bruge et farvet Glas, vil man i Midten see en hvid Stribe, fordi den største Lysstyrke for alle Farver træffer sammen der; men Billederne til Siden ere alle farvede, og intetsteds kan man længer see en fuldkommen hvid eller fuldkommen sort Stribe; thi der, hvor der for een Farve vilde være en sort Stribe, vil der for en anden Farve være en lys Stribe.

Forklaringen af Bøiningophænomenerne er herved rigtignok kun antydet, men en videre Udførelse deraf vilde føre os for vidt.

Naar to fine kredsformige Abninger i Skærmen ere meget nær ved hinanden, omtrent saaledes .., iagttager man, naar man seer hen mod et lysende Punkt, igjen de samme Ringe, Fig. 84, som om der kun var een Abning; men disse Ringe ere gjennemskaarne af en retlinet sort Stribe, som staaer lodret paa den Linie, der forbinder begge Abningerne. Denne mørke Stribe gaaer ogsaa gjennem den lyse Plet i Midten, Fig. 84.

Dette Forsøg viser tydeligt, at der kan fremkomme Mørke ved Samvirkning af to Lysstraaler, eller med andre Ord, at Virkningen af een Lysstraale kan hæves ved Virkningen af en anden. Naar Lyset kun gaaer gjennem een Abning, seer man Fig. 84; men saasnart den anden Abning kommer til, viser der sig mørke Striber i de lyse Dele af dette Billede; her bliver altsaa Lysvirkningen af de



Straalet, som falde gjennem den ene Abning, hævet ved de Straaler, som falde gjennem den anden Abning.

Særliges smukke Bvingsphænomener faaer man, naar man seer gjennem en Række fine parallelle Linier, der ere ridsede paa en Glasplade. Til denne Klasse af Phænomener høre ogsaa de Farver, man iagttager, naar man seer henimod en Lysgiver gjennem de finere Fjer af en lille Fugl; til Lysgiver kan man bruge Flammen af et Lys.

Naar man overstrøer en Glasplade med det saakaldte Heremeel (semen lycopodii) og seer derigjennem mod Flammen, seer man det omgivet af en smuk Krands, sammensat af flere farvede Ringe; dette er ogsaa en Folge af Lysstraalernes Bvning.

- 45 **Lysbølgernes Brede.** Det er allerede ovenfor omtalt, at Bølgebredden ikke er eens for Lysbølger af forskjellig Farve; omhyggelige Maalinger ved Forsøg over Lysstraalernes Bvning gjøre det nu muligt med stor Nøiagtighed at bestemme Lysbølgenes Brede uagtet deres Lidenhed.

Brederne for Lysbølgerne af de forskjelligt farvede Straaler ere:

Mellem Rødt . . . . .	0,0000248	Tommer
Orange . . . . .	0,0000217	—
Gult . . . . .	0,0000201	—
Grønt . . . . .	0,0000184	—
Blaat . . . . .	0,0000168	—
Indigo . . . . .	0,0000156	—
Violet . . . . .	0,0000145	—

Kjender man Bølgebredden, kan man ogsaa beregne Lysbølgenes Svingningstid; thi naar man kjender Lysets Hastighed i et Secund og veed, at det for hver Svingning strider en Bølgebrede frem, kan man deraf beregne Antallet af Svingningerne i et Secund. Saaledes faaer man

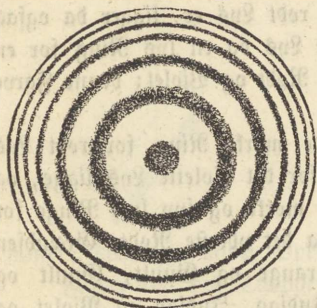
for det røde Lys . . . 477 000 000 000 000 Svingninger i et Secund  
for det violette Lys . 699 000 000 000 000 — —

- 46 **Tynde Legemers Farve.** Ethvert gjennemfigtigt Legeme viser livlige Farver, naar det kun danner tilstrækkeligt tynde Lag, som man lettest kan see paa Sæbeboblernes; naar en Glasfugle blæses ud saa tynd, at den brister, glimre Stykkerne med de meest levende Farver; lignende Farver iagttager man, naar en Draabe Olie (bedst en ætherisk Olie, f. Ex. Terpentin) udbreder sig paa en Vandflade; naar et glindsende Metal ophebes i Jlden og efterhaanden overtrækkes

med et Lag Iste (Staalets Anloben). Ogsaa tynde Lustlag frembringe saadanne Farver, hvilket man ofte seer ved Revner i tykke Glasmasfer.

Man seer disse Farver med den største Regelmæssighed som Ringe, naar man lægger en Glaslinse af stor Brændvidde paa en plan Glasplade, eller omvendt den plane Glasplade paa Linsen. Newton, som iagttog disse Farveringe, der ogsaa efter ham sæd-

Fig. 87.



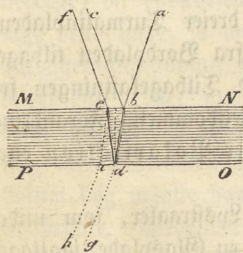
vanlig kaldes de Newtonske Ringe, anvendte Linser, hvis Krümmingsradius var 50 til 60 Fod. Der hvor Glaspladen berører Linsen, seer man ved tilbagekastet Lys en sort Plet, som er omgivet af farvede concentriske Ringe, der udefter stedse blive smallere og mattere, omtrent som Fig. 87 viser.

Betragter man Ringene med eensfarvet Glas, seer man afvekslende kun lyse og mørke Ringe; for rødt Lys ere disse Ringe bredere end for grønt, og for grønt bredere end for violet. Naar man istedetfor farvet Lys tager hvidt, kan man intetsteds mere see en fuldkommen sort eller en fuldkommen hvid Ring, fordi hverken de lyse eller de mørke Ringe fra de forskjellige Farver mere falde sammen; men overalt seer man Farver, som ikke længer ere de rene Farver i det prismatiske Solbillede, men Blandingsfarver.

Disse Farvephænomener kunne forklares paa følgende Maade.

Naar Lysstraaerne falde paa et tyndt Lag af et gjennemsgigt Legeme, tilbagekastes de deels fra den øverste deels fra den nederste Flade af dette, og de fra begge Flader tilbagekastede Lysstraaer ville interferere, og efter Forskjællen mellem de gjennemløbne Veie snart

Fig. 88.



høve, snart forstærke hinandens Virkninger.

I Fig. 88 forestiller *MNOP* et tyndt Lag af et gjennemsgigt Legeme, som træffes af et Buntt parallelle Lysstraaer *ab*; dette Straalebuntt vil nu deels kastes tilbage i Retningen *bc*, deels brydes til *d*. Men de brudte Straaler deles atter ved Fladen *OP*, og den tilbagekastede Deel træder ved *e* ud i samme Retning som det ved den første

Flade *MN* tilbagekastede Straalebundt; altsaa maae de to Straaler *bc* og *ef* interferere.

Men hvoraf kommer det da, at kun tynde Lag vise saadanne Farver, og at Plader af nogenlunde stor Tykkelse ikke længer vise dem? Antager man, for at lette Oversigten, at Lyssølgerne i de violette Straaler ere halv saa store som i de røde (de ere i Virkeligheden noget mere end halv saa store), ville Tverlinierne i de violette Ringe ogsaa være halv saa store som i de røde, og paa det Sted, hvor den første mørke Ring for rødt Lys er, ligger da ogsaa den anden mørke Ring for det violette Lys og en lys Ring for en Farve, der omtrent ligger midt imellem Rødt og Violet; denne Farve er den fremherstende paa dette Sted.

Paa det Sted, hvor den syvende mørke Ring for rødt Lys ligger, vil den fjortende mørke Ring for det violette Lys ligge, og paa samme Sted befinde sig endnu sex mørke og syv lyse Ringe for de mellemliggende Farver. Naar altsaa det yderste Rødt, Grøndsen mellem Rødt og Orange, mellem Orange og Guult, Guult og Grønt, Grønt og Blaåt, Blaåt og Indigo, Indigo og Violet og det yderste Violet have deres mindste Styrke, have derimod de midterste røde, orange, gule, grønne, blaae, indigofarvede og violette Straaler deres største Styrke, og altsaa kan ingen af disse Farver være fremherstende, men de give tilsammen Hvidt.

Ogsaa ved gjennemgaaende Lys vise tynde Plader lignende Farver, som dog ere meget mattere og complementære til dem ved tilbagekastet Lys.

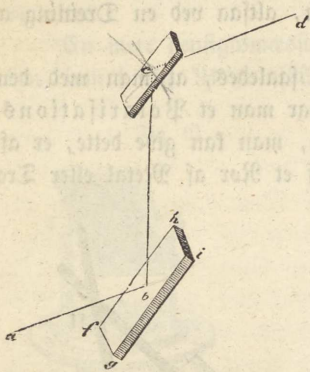
47 **Lysets Polarisation.** Naar man af en gjennemsigtig Turmalinchrystal skjærer en Plade, hvis Overflade er parallel med Aksen af Turmalinen, og seer igjennem en saadan Turmalinplade hen paa en poleret Bordplade, som kaster Lyset fra Himlen tilbage til Diet omtrent under en Vinkel af 30 til 40°, vil den polerede Bordplade snart sees lys, snart mørk, eftersom man dreier Turmalinpladen; denne lader altsaa ikke i enhver Stilling de fra Bordpladen tilbagekastede Lysstraaler gaae igjennem sig. Ved Tilbagekastningen fra Bordet maa der altsaa være foregaaet en eiendommelig Forandring med Lysstraalerne, og den er det, man kalder Polarisation eller Plansætning.

Undersøger man med Turmalinpladen Lysstraaler, som under lignende Omstændigheder ere tilbagekastede fra en Glasplade, iagttager

man de samme Virkninger; Lysstraalerne blive altsaa ogsaa polariserede, plansatte ved Tilbagekastning fra en Glasplade.

Istedetfor Turmalinpladen kan man ogsaa bruge et Glaspeil.

Fig. 89.



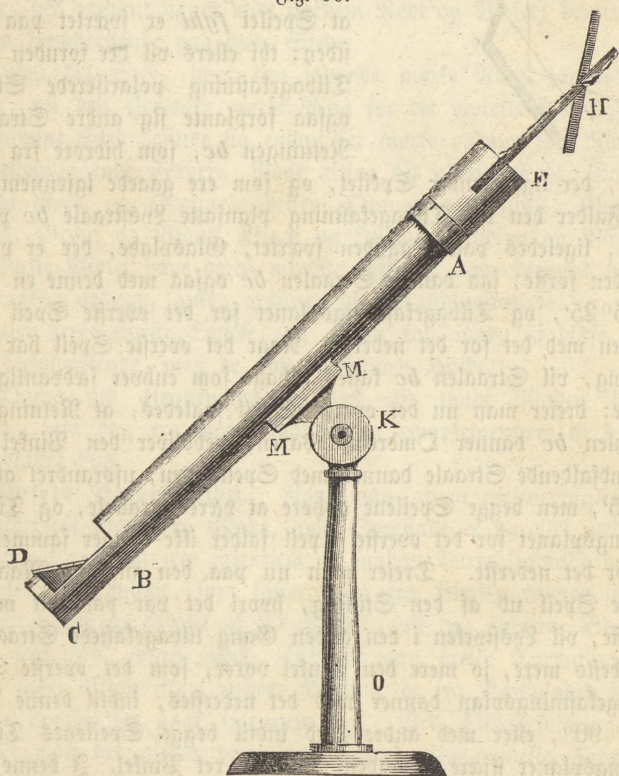
Falder en sædvanlig Lysstraale *ab* paa en plan Glasplade *fghi* under en Vinkel af  $35^{\circ} 25'$ , vil den efter de sædvanlige Love kastes tilbage i Retningen *bc*. Denne i Retningen *bc* tilbagekastede Straale er nu polariseret eller plansat ved denne Tilbagekastning. Det er hensigtsmæssigt, at Speilet *fghi* er sværtet paa Bagsiden; thi ellers vil der foruden de ved Tilbagekastning polariserede Straaler ogsaa forplante sig andre Straaler i Retningen *bc*, som hidrøre fra Gjensande, der ligge under Speilet, og som ere gaaede igjennem dette.

Falder den ved Tilbagekastning plansatte Lysstraale *bc* paa en anden, ligeledes paa Bagsiden sværtet, Glasplade, der er parallel med den første, saa danner Straalen *bc* ogsaa med denne en Vinkel af  $35^{\circ} 25'$ , og Tilbagekastningsplanet for det øverste Speil falder sammen med det for det nederste. Naar det øverste Speil har denne Stilling, vil Straalen *bc* kastes tilbage som enhver sædvanlig Lysstraale; dreier man nu det øverste Speil saaledes, at Retningen af Straalen *bc* danner Omdreiningssæren, vedbliver den Vinkel, som den indfaldende Straale danner med Speilfladen, usforandret at være  $35^{\circ} 25'$ , men begge Speilene ophøre at være parallelle, og Tilbagekastningsplanet for det øverste Speil falder ikke længer sammen med det for det nederste. Dreier man nu paa den angivne Maade det øverste Speil ud af den Stilling, hvori det var parallelt med det nederste, vil Lysstyrken i den anden Gang tilbagekastede Straale aftage desto mere, jo mere den Vinkel vorer, som det øverste Speils Tilbagekastningsplan danner med det nederstes, indtil denne Vinkel bliver  $90^{\circ}$ , eller med andre Ord indtil begge Speilenes Tilbagekastningsplaner stjære hinanden under en ret Vinkel. I denne Stilling bliver Straalen *bc* slet ikke kastet tilbage fra det øverste Speil, hvilket dog maatte have været Tilfældet, hvis *bc* var en sædvanlig Lysstraale. Vedbliver man at dreie det øverste Speil, vorer Lysstyrken i den tilbagekastede Straale efterhaanden igjen, indtil den naaer

fin hoieste Værdi, naar hele Dreiningen er  $180^\circ$ ; i denne Stilling falde de to Planers Tilbagekastningsplaner igjen sammen. Dreier man nu videre, bliver den fra det øverste Speil tilbagekastede Straale igjen svagere og forsvinder aldeles, naar Speilenes Tilbagekastningsplaner igjen staae lodret paa hinanden, altsaa ved en Dreining af  $270^\circ$  o. s. v.

Naar to Polarisationsspeile stilles saaledes, at man med dem kan foretage det ovenanførte Forsøg, har man et Polarisationssinstrument; den simpleste Indretning, man kan give dette, er afbildet Fig. 90. Ved den ene Ende af et Rør af Metal eller Træ

Fig. 90.

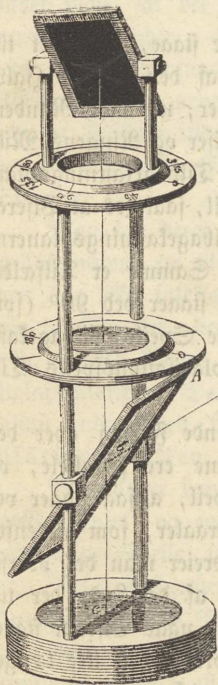


er et paa Bagsiden svartet Speil *DB* fastgjort saaledes, at det danner en Vinkel af  $35^\circ 25'$  med Aksen af Røret, saa at altsaa de Straaler, som falde paa Speilet under en Vinkel af  $35^\circ 25'$ , tilbagekastes saaledes, at de gaae igjennem Røret i Retningen af dets Ase.

Paa den anden Ende af Røret sidder et Hylster, som bærer et andet paa Bagsiden sværtet Speil *H*, der ligeledes danner en Vinkel af  $35^{\circ}25'$  med Rørets Ase; ved Hylstrets Omdreining dreies ogsaa Speilet og kan derved bringes i alle de Stillinger, som ovenfor omtaltes.

En mere hensigtsmæssig Form for Polarisationsinstrumentet er den, som i Fig. 91 er afbildet i  $\frac{1}{4}$  af den virkelige Størrelse. Paa et rundt Fodstykke, der ikke maa være for let, forat Apparatet kan staae med den fornødne Sikkerhed, befinder sig ved Randen, diametralt ligeoverfor hinanden, to Stænger, mellem hvilke der er anbragt en lille Ramme *A*, som omfatter en Plade af slebet Speilglas. Denne Ramme samt Speilet kan dreies om en vandret Ase, saa at man kan give Speilet en hvilken som helst Stilling mod den lodrette Linie; dog bliver Speilet sædvanligviis faststillet saaledes, at dets Plan danner en Vinkel af  $35^{\circ}25'$  med den lodrette Linie. Naar Speilet har denne Stilling, og der falder en Lysstraale *ab* paa det under en Vinkel af  $35^{\circ}25'$ , gaaer denne tildeels gjennem Glasjet, og med denne Deel have vi ikke mere at gjøre, men tildeels kastes den tilbage nedad i den lodrette Retning *bc*. Denne tilbagekastede Straale er nu polariseret, og et lodret Plan gennem *ab* og *bc* kaldes dens Polarisationsplan.

Paa Fodstykket er der i vandret Stilling et sædvanligt paa Bagsiden belagt Speil, som under en ret Vinkel træffes af den polariserede Straale *bc*; denne bliver altsaa kastet tilbage i samme Retning, hvori den er kommen, gaaer igjennem Polarisationsspeilet og kommer i en lodret Retning til den øverste Deel af Apparatet. De øverste Enden af Stængerne bære en Ring, som er inddeelt i Grader; Midtpunktet af denne Inddeling ligger saaledes, at naar man tænker sig et lodret Plan lagt igjennem  $0^{\circ}$  og  $180^{\circ}$ , vil dette



Plan falde sammen med det nederste Speils Tilbagekastningsplan, altsaa med Polarisationsspeilet for de ved det nederste Speil polariserede Straaler. Indenfor denne inddeelte Ring er der en anden, som kan dreies, og paa hvilken der er anbragt to smaa Soiler, som staae diametralt over for hinanden; mellem disse er der fastgjort et Speil af sort Glas eller et paa Bagsiden sværet Speil paa samme Maade som Polarisationsspeilet mellem Stængerne; det sorte Speil, der ligesom det nederste kan dreies om en vandret Axe, kan altsaa ogsaa let stilles saaledes, at det danner en Vinkel af  $35^{\circ}25'$  med den lodrette Linie.

Den dreielige Ring, paa hvilken Soilerne staae, er noget tilspjættet mod Randen, og noiagtigt i Midten af den forreste Halvdeel af Ringen er der truffet en Linie, en Viser, ud imod Randen. Et lodret Plan, som lægges gennem denne Viser og Ringens Midtpunkt, falder sammen med det sorte Speils Tilbagekastningsplan. Dreier man Ringen, som bærer det øverste Speil, saaledes at Viseren peger paa Inddelingens Nulpunkt, falde Tilbagekastningsplanerne for det øverste og nederste Speil sammen; det Samme er Tilfældet naar Viseren peger paa  $180^{\circ}$ . Naar Viseren staaer ved  $90^{\circ}$  (som i Figuren) eller ved  $270^{\circ}$ , danner det øverste Speils Tilbagekastningsplan en ret Vinkel med det nederste Polarisationsspeils Tilbagekastningsplan.

Med dette Apparat kan man gjøre følgende Forsøg over den sædvanlige Polarisation. Naar begge Speilene ere parallelle, og Viseren paa den Ring, der bærer det sorte Speil, altsaa staaer ved  $0^{\circ}$ , tilbagekaster det øverste Speil alle de Straaler, som nedensfra træffe det, Synsmarken er altsaa lys. Men dreier man det øverste Speil ud af denne Stilling, aftager Styrken af det Lys, der tilbagekastes fra det, mere og mere og bliver 0, naar Viseren staaer ved  $90^{\circ}$ . I denne Stilling tilbagekaster det sorte Speil ikke længer de Straaler, som nedensfra træffe det, Synsmarken viser sig mørk. Dreier man det videre, bliver den efterhaanden igjen lysere, og naar Viseren staaer ved  $180^{\circ}$ , er Lysstyrken igjen den samme som den, der blev iagttaget ved  $0^{\circ}$ . Lyset aftager derpaa igjen, naar man dreier den forbi  $180^{\circ}$ , og Synsmarken bliver anden Gang mørk, naar Viseren staaer ved  $270^{\circ}$ .

Det forstaaer sig af sig selv, at under hele denne Omdreining maa det sorte Speils Stilling mod den lodrette Linie blive usforandret;

i alle sine Stillinger danner det øverste Speil en Vinkel af  $35^{\circ} 25'$  med den lodrette Linie.

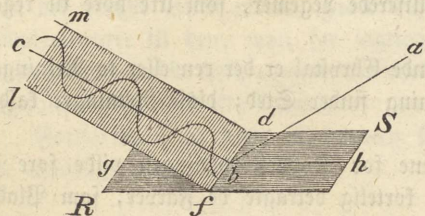
Hvis man, uden forresten at forandre Noget ved Apparatet, giver det nederste Speil en anden Stilling mod de indfaldende Straaler, stiller man det f. Ex. saaledes, at det danner en Vinkel af  $25^{\circ}$  med den lodrette Linie, saa ville de Straaler komme til det øverste Speil, som have truffet det nederste Polarisationspeil under en Vinkel af  $25^{\circ}$ . Gjentager man nu de ovenfor beskrevne Forsøg, finder man, at det fra det øverste Speil tilbagekastede Lys aldrig ganske forsvinder. Naar det øverste Speil er stillet saaledes, at dets Tilbagekastningsplan er lodret paa det nederstes, og altsaa Biseren ved den øverste Inddeling staaer ved  $90^{\circ}$ , vil der rigtignok i denne Stilling tilbagekastes mindre Lys end i enhver anden, men der vil dog altid tilbagekastes en Deel af de nedenfra kommende Straaler.

Man kan deraf slutte, at de Straaler, som fra det nederste Polarisationspeil ere tilbagekastede under en Vinkel af  $25^{\circ}$ , vel tildeels, men dog ikke fuldstændigt ere polariserede. Jo mere den Vinkel, som de Straaler, der falde paa det nederste Glasspeil, danne med dette Speils Plan, afviger fra  $35^{\circ} 25'$ , desto ufuldstændigere er Polarisationen. Den Vinkel, ved hvilken den fuldstændige Polarisation finder Sted, for Glas altsaa Vinklen  $35^{\circ} 25'$ , kaldes Polarisationvinklen.

Metalflader have ikke den Egenskab ved Tilbagekastning at polarisere Lyset, og man kan derfor til Polarisationforsøg ikke bruge sædvanlige Speile, som paa Bagsiden ere belagte med Tinamalgam.

Ifølge Bølgetheorien forklarer man Lysets Polarisation ved den Antagelse, at alle Svingningerne i en polariseret Lysstraale foregaae i eet og samme Plan, hvorimod Svingningerne i en sædvanlig Lysstraale foregaae i alle mulige Linier, lodrette paa dens Retning.

Fig. 92.

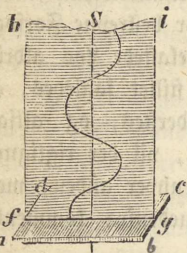


Svingningerne i en ved Tilbagekastning polariseret Straale ere parallelle med Speilets Plan, som Fig. 92 anstueliggjør. RS er Speilet, ab den indfaldende, bc den tilbagekastede og ved Tilbagekastningen polariserede



Straalet; det gjennem  $ab$  og  $bc$  lagte Plan, som sjerer Speilets Plan i  $gh$ , er det, som kaldes Polarisationsplanet for Straalen  $bc$ ; men  $dflm$  er denne Straales Svingningsplan, d. v. s. de Svingninger, hvorved Straalen  $bc$  forplantes, finde Sted i Planet  $dflm$  og ere parallelle med  $fd$ .

Fig. 93.



48

Naar en Lysstraale er gaaet igjennem en parallel med Areen sjaaren Turmalinplade, foregaae dens Svingninger i det Plan, som lægges gjennem Straalens Retning og Areen. I Fig. 93 er  $abcd$  en Turmalinplade, Retningen af dens Aree parallel med  $ab$  og  $cd$ ; fremdeles er  $RS$  Straalens Retning, og da vil efter Gjennemgangen gjennem Pladen  $sfghi$  være Straalens Svingningsplan.

**Dobbeltbrydning.** Naar man lægger et Kalkspathrhombøder paa et Stykke Papir, hvorpaa man har sat en sort Prikk eller trukket en sort Linie, seer man Punktet eller Linien dobbelt.

Naar man forfærdiger et Prisme af Kalkspath, seer man gjennem dette to Billeder af hver Gjenstand.

Disse Forsøg vise, at enhver Lysstraale, som gaaer igjennem et Kalkspathprisme, adskilles i to andre, som ikke følge de samme Brydningslove, og at Kalkspath altsaa har den Egenkab at bryde Lys et dobbelt.

Hvis man med en Turmalinplade undersøger de to Billeder af en Gjenstand, som man seer igjennem et Kalkspathprisme, finder man, at begge Straalerne ere polariserede; thi efter som man dreier Turmalinpladen, forsvinder snart det ene, snart det andet Billede; det Plan, hvori Svingningerne af den ene Straale foregaae, er lodret paa den anden Straales Svingningsplan.

Kalkspathen er ikke det eneste dobbeltbrydende Legeme; samme Egenkab have alle chrystalliserede Legemer, som ikke høre til regelmæssige Chrystallsystemer.

I enhver dobbeltbrydende Chrystal er der een eller to Retninger, i hvilke ingen Dobbeltbrydning finder Sted; disse Retninger kaldes de optiske Aerer.

En Udvikling af Lovene for Dobbeltbrydningen vilde føre os for vidt; vi ville her kun kortelig betragte de Farver, som Plader af dobbeltbrydende Chrystaller vise i polariseret Lys.

Tænker man sig, at Speilene i Polarisationsapparatet staae lodret paa hinanden, altsaa at det øverste Speil er stillet som i Fig. 91, og lægger man nu et tyndt Blad af chrystalliseret Gips paa den Ring, der er anbragt midt paa Apparatet, viser det sig i Almindelighed farvet; dreier man Ringen i et vandret Plan om en lodret Axe, bliver Farvningen stærkere eller svagere, uden at Farven ellers forandrer sig. Ved fortsat Dreining kan man snart bringe det dertil, at Gipsbladets Farve aldeles forsvinder, saa at hele Synsmarken altsaa viser sig ligesaa mørk, som om Gipsbladet slet ikke fandtes. Naar man har faaet Gipsbladet i denne Stilling, ridser man paa dets Overflade en Linie, som er parallel med den, der forbinder Nulpunktet paa Inddelingen med  $180^\circ$ , altsaa en Linie, som er Ekvationslinien mellem Gipsbladets Plan og det nederste Speils Tilbagekastningsplan. Ligeledes ridser man paa Gipsbladet en anden Linie lodret paa den første.

Disse to Linier betegne Stillingen af Svingningsplanerne for de to Straaler, hvori en Lysstraale deles, naar den træffer Gipsbladet. Naar den indfaldende Straale træffer lodret paa Gipsbladets Plan, ville de to Straaler vel ikke faae forskjellig Retning, men de ville forplantes gennem Chrystallen med forskjellig Hastighed, fordi UGherens Spændighed ikke er den samme i Retningen af begge Svingningsplanerne.

Dreier man Gipsbladet ud af den Stilling, hvori det viser sig ganske mørkt, bliver det klarere og klarere, og dets Farve faaer sin største Glans, naar begge Gipsbladets Svingningsplaner danne en Vinkel af  $45^\circ$  med det nederste Speils Svingningsplan.

Lader man nu Gipsbladet blive i denne Stilling og dreier det øverste Speil, bliver Bladets Farve mattere og mattere (ikke med mindre Lysstyrke), indtil det endelig viser sig ganske farveløst, naar det øverste Speils Tilbagekastningsplan danner en Vinkel af  $45^\circ$  med det nederstes, naar det øverste Speils Tilbagekastningsplan falder sammen med det ene af Svingningsplanerne i Gipsbladet. Dreier man det øverste Speil videre, gaaer Gipsbladets Farve over i den complementære til den, man før iagttog, og denne complementære Farve bliver meest livlig, naar det øverste og nederste Speils Tilbagekastningsplaner falde sammen.

Forklaringen af dette Phænomen kan her kun antydes, men ikke udførligt fremsættes.

Den Straale, der kommer fra det nederste Polarisationsspeil, bliver ved sin Indtrædelse i Gipsbladet deelt i to, som vel ikke have forskjellig Retning, men gjennelebe Chrystallen med forskjellig Hastighed, saa at den ene gaaer foran den anden. Naar nu disse to Straaler ved det øverste Speil bringes tilbage til samme Svingningsplan, kunne de interferere. Farverne fremkomme altsaa ifølge lignende Love, som Farverne ved de Newtonske Farveringe, og Pladens Farve er naturligtvis ogsaa afhængig af dens Tykkelse.

Tynde Plader af andre dobbeltbrydende Legemer frembringe lignende Farvevirkninger.

Ogsaa ved tykkere Plader af dobbeltbrydende Chrystaller iagttaget man Farvevirkninger med polariseret Lys, naar deres Overflader ere lodrette paa de optiske Arer.

Ganste eiendommelige Phænomener, som ikke træffes hos nogen anden Chrystal, viser Bjergchrystallen. Lægges man paa den midterste Ring i Polarisationsskapparatet en Kvartsplade, der er skaaren lodret paa Aren, seer man dens Billede i det øverste Speil med livlige Farver, som forandres, naar Speilet dreies, hvorimod en Dreining af Kvartspladen ikke frembringer nogen Farveforandring; men hvorledes man end dreier det øverste Speil, viser Pladen sig dog aldrig fuldkommen lys og farveløs eller fuldkommen mørk, saaledes som Tilfældet var med Gipsbladet.

For at lære disse Phænomener at kjende i deres største Simpelt, maa man anvende eensfarvet Lys, hvilket paa den letteste Maade kan skee derved, at man seer gennem et rødt Glas.

Naar Kvartspladen nu er lagt mellem Polarisationsskapparatets Speile, som staae lodret paa hinanden, og den, seet gennem det røde Glas, viser sig lys, vil man ved at dreie det øverste Speil til Høire eller til Venstre snart bringe det dertil, at Synsmarken er ligesaa mørk, som den vilde være uden Kvartspladen, naar Speilene vare lodret paa hinanden; kort, Svingningsplanet for de nedenfra kommende Straaler bliver ved Kvartspladen dreiet enten til Høire eller til Venstre.

Størrelsen af Dreiningen afhænger af Pladens Tykkelse og er proportional med den. En Kvartsplade af 1<sup>mm</sup> Tykkelse dreier Svingningsplanet for de røde Straaler 19°.

For de mere brydbare Straaler bliver Dreiningen af Svingningsplanet ved de samme Kvartsplader større: for Guldt 23°, for Grønt 28°, for Blaåt 32° og for Violet 41°. Da den Dreining,

den samme Qvartsplade frembringer af de forskjællige Straalers Svingningsplan, er forskjællig, kan man deraf forklare, hvorfor man ved Anvendelsen af hvidt Lys ikke i nogen Stilling af det øverste Speil faaer et Billede, som er fuldkommen klart og farveløst, eller fuldkommen mørkt.

Denne eiendommelige Virkning, som Qvartsplader, der ere flebne lodret paa Axen, frembringe, kaldes den circulære Polarisation; denne Egenstøb findes ikke hos noget andet fast Legeme med Undtagelse af Qvartsen, men derimod hos flere Vædsker.

For at kunne iagttage den circulære Polarisation ved Vædsker helder man dem i et Rør af 6 til 10 Tommers Høide, som er aabent foroven og lukket forneden med en plan Glasplade, og anbringer derpaa dette Rør paa Apparatet.

Vædsker, som dreie Svingningsplanet til Høire, ere f. Ex. Citronolie, Sukkersirup, en Opløsning af Campher i Biinaand, o. s. v. Vædsker, som dreie Svingningsplanet til Venstre, ere derimod Terpentiniolie, Kirsebærlaurbærvand, o. s. v.

Den Dreining af Svingningsplanet, som frembringes ved Vædsker, er meget mindre end den, Bergkrytallen frembringer; forat frembringe den samme Dreining, som en Qvartsplade, maa en Soile af Citronolie være 34 og en Soile af Terpentiniolie 68 Gange saa stor som Qvartspladen; man maa derfor anvende temmelig lange Vædskesoiler, naar Phænomenerne ved den circulære Polarisation ret tydeligt skulle træde frem.

Til Underføgelser over den circulære Polarisation i Vædsker har man forfærdiget særegne Apparater, hvor Rørene ligge vandret, og i dette Tilfælde ere de naturlighviis ved begge Ender lukkede med plane Glasplader. Polarisationsspeilene ere i dette Tilfælde erstattede ved saakaldte Nicoliske Prismes, som ere Kalkspatprismes, der paa Grund af en særegen Indretning have den Egenstøb kun at lade Lys gaae igjennem sig, der svinger i et bestemt Plan; de virke altsaa paa samme Maade som Speilene ved Polarisationssapparatet.

Man har forsøgt at gjøre praktiske Anvendelser af den circulære Polarisation; en Soile af Sukkersirup af en bestemt Længde vil nemlig dreie Svingningsplanet desto mere, jo mere concentreret den er; Svingningsplanet's Dreining er altsaa et Middel til at undersøge Sukkeropløsningens Styrke.

## Sjette Afsnit.

## Lysets chemiske Virkninger.

49 **Lysets Indflydelse til at frembringe chemiske Forbindelser og Adskillelser.** I Mørke gaae Chlorluft og Brindluft ikke i Forening med hinanden ved sædvanlig Varmegrad; men saasnart man giver Lysets Afgang, gaaer Forbindelsen for sig, langsomt i Dagslyset, men med Explosion i Sollyset. Chlorluft indsuget af Vand vil, kun under Paavirkning af Lyset, efterhaanden drage Brinten fra Vandet; Phosphor, som opbevares under Vand, forvandler sig i Sollyset til rødt Phosphorilt. Allerede ved sædvanlig Varmegrad vil concentreret Salpetersyre i Lyset adskilles i Salpetersyrling og Ilt; det hvide Chlorisolv vil ved Lyset farves først violet og endelig ganske sort, idet en Deel af dets Chlor gaaer bort, osv. Her er der kun anført nogle af de meest paafaldende Exempler paa Lysets Gyne til at frembringe chemiske Forbindelser og Adskillelser; der findes endnu mange andre saadanne Exempler i alle chemiske Værker.

Meget paafaldende er Lysets Indflydelse paa Adskillelsen af organiske Legemer; det fremkrynder nemlig Forbindelsen mellem Atmosfærens Ilt og det organiske Legemes Kulstof og Brint; derfra hidrører ogsaa, at Plante-Farvestoffer bleges i Lyset, og navnlig i Sollyset; at Terpentinolien farves gul; at det gule Guajak farves grønt, naar en Opløsning deraf i Viinaand stryges paa Papir og udsættes for Lyset o. s. v.

Lyset er aldeles nødvendigt, for at levende Planter skulle kunne trives, i Mørke er en kraftig Udvikling umulig; de faae snart et sygeligt Udseende, og Bladene og Blomsterne blive blege. Planter, som staae i Værelser, vore, som bekendt, altid henad mod Vinduet.

De grønne Dele af Planten optage Kulshyre af Luften; denne Kulshyre adskilles, og Kulstoffet bliver tilbage som Bestanddeel af Planten, medens Ilden atter udaandes i Atmosfæren. Men denne Adskillelse af Kulshyre og Udaanding af Ilt finder kun Sted under Paavirkning af Lyset. Man kan let overtyses derom, naar man bringer en frisk grøn Green under en Glasfloffe, der er fyldt med kulshyreholdigt Vand; i Lyset udvikler der sig talrige Luftblærer ved Bladene, som stige op i den øverste Deel af Glasfloffen; den her samlede Luft er Ildluft. Denne Luftudvikling finder ikke

Sted i Morke, og den hører op, saasnart al fri Kulshyre er trukken bort fra Bandet.

I Almindelighed er den kemiske Virkning af de blaae og violette Straaler meget stærkere end af de røde.

**Photographie.** Allerede Wedgewood saldt paa den Tanke 50 at benytte Chlorsølvets Sværtning til at fastholde Billederne i camera obscura, og Davy frembragte virkelig ved Hjælp af et Solmikroskop smaa Billeder paa Chlorsølvpapir; men disse bleve snart igjen tilintetgjorte ved Lysets fortsatte Indvirkning paa Chlorsølvet. Niepce bragte det allerede videre i den Kunst at fastholde saadanne Lysbilleder; men først Daguerre opfandt efter mange møjsommelige Forsøg en Fremgangsmaade, der fuldstændigt løste denne Opgave.

Det Legeme, hvorpaa Daguerres Lysbilleder frembringes, er en Sølvplade eller Kobberplade, som er pletteret, d. v. s. overtrukken med et tyndt Lag af Sølv. Efterat denne er bleven tilstrækkelig renset, bliver den lagt paa en firkantet Porcellainskaal, som indeholder en fortyndet Opløsning af Chlorjod, og derpaa udsat saalænge for Joddampe, indtil der har dannet sig et guldgult eller violet Lag af Jodsølv paa Pladen. Denne bliver nu beskyttet mod enhver fremmed Lysvirkning og derpaa indsat i et camera obscura noiaagtigt paa det Sted, hvor der dannes et skarpt Billede af den Gjenstand, der skal afbildes. Efter nogen Tids Forløb, hvis Varighed afhænger af mangfoldige Omstændigheder, tages Pladen ud af camera obscura. Man seer endnu intet Spor af noget Billede; men dette træder hurtigt frem, naar man holder det over en med Dvægsølv overtrukken, noget opvarmet Plade, eller overhovedet naar man udsætter det for Indvirkningen af Dvægsølvdampe. Saasnart Billedet er traadt tilstrækkelig frem, bliver Pladen lagt i en Opløsning af svovlundersyrligt Natron, eller i Mangel deraf i en fogheed Opløsning af Kogsalt, hvorved Jodsølvovertræffet bliver opløst og Lysets senere Indvirkning paa denne Maade gjort umulig.

Paa de Steder af den ioderede Plade, hvor Lyspartierne af Billedet i camera obscura vare faldne, har Lysset allerede frembragt en Virkning, førend denne blev synlig for Diet; de Steder af Pladen nemlig, som meest have været udsatte for Lysset, have faaet den Egenstabs at fortætte Dvægsølvdampe; her sætter Dvægsølvet sig altsaa i overordentlig fine Smaaperler, hvorimod en saadan Afsetning ikke finder Sted der, hvor Lysset ikke har indvirket. Efterat man nu har afvasket det fuldkommen usforandrede Jodsølv paa disse sidste Steder,

har man det fine Dvægsølvstøv paa de lyse Dele af Billedet og den polerede Sølvplade der, hvor Lyset ikke har indvirket; og naar man nu holder Pladen saaledes, at den kun kaster saadanne Straaler tilbage til Diet, som komme fra mørke Gjenstande, danner Sølvpladen den mørke Grund, paa hvilken de lyse Partier fremkomme ved de Lysstraaaler, som fra Dvægsølvfluglerne kastes tilbage og spredes i alle Retninger.

Naar man lader Pladen være for længe i camera obscura, bliver Virkningen af Lyset uden videre synlig paa den ioderede Plade, idet Jodsolvet bliver svartet der, hvor Lyset har virket stærkest; det Billede, som fremkommer paa denne Maade, er negativt, d. v. s. de lyse Steder i Gjenstanden svare til de mørke Steder i Billedet, og omvendt.

Naar Pladen har været saa længe i camera obscura, at Lysvirkningen er bleven synlig paa den, er det rette Dieblis forbi til at frembringe et Daguerre-Billede.

Et Daguerre-Billede kan aldrig ganske nøiagtigt gjengive det rette Forhold mellem Lys og Skygge, fordi de forskjællige Farver virke saa høist forskjælligt paa den ioderede Plade; grønne Straaler frembringe næsten ingen Virkning, hvorfor ogsaa Træerne i Daguerre-Billederne altid see meget mørke ud; ogsaa de røde Straaler virke meget lidt.

Talbot følger en ganske anden Fremgangsmaade ved Frembringelsen af sine Lysbilleder. Han betjener sig af Papir, som er modtageligt for Lysets Paavirkning, men hvis Tilberedningsmaade vi her ikke nærmere kunne gaae ind paa; paa dette Papir, som han kalder kalotypt Papir, bliver der i camera obscura dannet et negativt Billede, og dette fastholdt ved Bromkalium.

Dette negative Billede bliver med et paa samme Maade tilberedt Papir lagt mellem to Glasplader og udsat for Sollyset; de mørke Steder i Billedet holde da Lyset borte fra det andet Papir, hvorimod dette virker igjennem de lyse Steder, og paa denne Maade opstaaer der et positivt Billede paa dette andet Stykke Papir. Med een og samme negative Original kan man frembringe flere positive Copier.

