

Naturlære

for

Borger- og Almueskoler

af

H. Mortensen

Lærer ved Jonstrup Seminarium

5te udgave Med Afbildninger

Kjøbenhavn

Forlagt af Rudolf Klein

1884

Indhold

	Side
Indledning	1
Første Kapitel. Om Legemerne i Almindelighed	
1. Legemernes almindelige Egenskaber.....	1
2. Legemernes Tilstandsform.....	3
3. Legemernes Hvile og Bevægelse.....	3
4. Tyngdepunktet.....	5
5. Vægtstangen og Vægten.....	6
Andet Kapitel. Om faste Legemers Ligevægt	
1. Maskiner i Almindelighed.....	8
2. De enkelte Maskiner.....	8
3. De sammensatte Maskiner.....	11
Tredie Kapitel. Om flydende Legemers Ligevægt	
1. Flydenhedens Natur.....	12
2. Trykket i Vædsker.....	12
3. Vægtfyldens Bestemmelse.....	13
4. Haarrørskraften.....	13
5. Gjennemsivning.....	14
Fjerde Kapitel. Om Luftarternes Ligevægt	
1. Luftarternes Natur.....	14
2. Luftens Tryk.....	15
3. Luftpumpen.....	16
4. Fortætningspumpen.....	18
5. Dykkerklokken.....	18
6. Vandpumper.....	18
7. Hæverter.....	19
8. Luftskebet.....	20
9. Luftarternes Gjennemsivning.....	20
Femte Kapitel. Om de faste Legemers Bevægelse	
1. Den jævne Bevægelse.....	21
2. Den ujævne Bevægelse.....	21
3. Pendulbevægelsen.....	23
4. Kastebevægelsen.....	24
5. Omløbsbevægelsen.....	25
6. Midfjernkraften.....	25
7. Den almindelige Tiltrækning.....	26
Sjette Kapitel. Om de flydende Legemers Bevægelse	
1. Vædskers Fald og Udstrømning.....	27
2. Vædskers Modstand mod Bevægelse.....	28
3. Bølgebevægelse i Vædsker.....	28

Syvende Kapitel. Om luftformige Legemers Bevægelse

- | | |
|--|----|
| 1. Luftens Udstrømning..... | 30 |
| 2. Luftens Modstand mod Bevægelse..... | 30 |

Ottende Kapitel. Om Lyden

- | | |
|--|----|
| 1. Bølgebevægelse i Luften..... | 31 |
| 2. Lydens Hastighed og Udbredelse..... | 31 |
| 3. Gjenlyd..... | 31 |
| 4. Lydgivere..... | 32 |
| 5. Toner..... | 32 |
| 6. Hørelsen..... | 33 |

Niende Kapitel. Om Lyset

- | | |
|--------------------------------|----|
| 1. Lys og Skygge..... | 33 |
| 2. Lysets Styrke..... | 34 |
| 3. Lysets Hastighed..... | 35 |
| 4. Lysets Tilbagekastning..... | 35 |
| 5. Lysets Brydning..... | 38 |
| 6. Øjet og Synet..... | 40 |
| 7. Kunstige Seredskaber..... | 40 |
| 8. Farver..... | 41 |

Tiende Kapitel. Om Varmen

- | | |
|---|----|
| 1. Varme i Almindelighed..... | 42 |
| 2. Varmens udvidende Kraft..... | 42 |
| 3. Varmens Indflydelse paa Tilstandsformen..... | 44 |
| 4. Dampmaskinen..... | 45 |
| 5. Straalevarme og Ledningsvarme..... | 46 |
| 6. Varmens Frembringelse..... | 47 |

Ellevte Kapitel. Om Magnetismen

- | | |
|--|----|
| 1. Magneter..... | 48 |
| 2. Magnetens Misvisning og Heldning..... | 49 |

Tolvte Kapitel. Om Elektriciteten

- | | |
|--|----|
| 1. Elektriske Legemer..... | 50 |
| 2. Elektricitetens Fordeling og Meddeling..... | 51 |
| 3. Elektrisermaskinen..... | 52 |
| 4. Lejdnerflasken..... | 52 |
| 5. Elektricitetens Virkninger..... | 53 |
| 6. Berøringselektricitet..... | 53 |
| 7. Elektromagnetisme..... | 54 |



Indledning

Alt hvad der daglig sker omkring os i Naturen, har sin Oprindelse fra visse Kræfter, som lige fra Skabelsens Tider have været nedlagte i det Skabte, og som ytre sig paa visse bestemte Maader, efter uforanderlige Love. Vi kalde hine Kræfter Naturkræfter, og disse love Naturlove.

Naar man kaster en Sten lige opad, vil den ikke blive ved at stige bestandigt; det vil ikke vare længe, inden den standser med Opstigningen; derpaa begynder den atter at synke nedad, og falder tilsidst ned paa Jorden igjen. Aarsagen hertil er en Naturkraft, som kaldes Tyngden. Men naar man nu lægger Mærke til, hvorledes Stenen bærer sig ad med at stige og falde, saa finder man, at den under Opstigningen ganske jævnt faar en mindre og mindre Hastighed, under Nedfaldet ligesaa regelmæssigt en voxende Hastighed, saa at man nøjagtigt kan beregne, hvor højt den har været, og hvor længe den vilde være om at falde ned fra en bestemt Højde. Dette kommer deraf, at den nævnte Tyngde lige saa vel som de andre Naturkræfter, maa rette sig efter de Love, som nu engang ere bestemte for den.

Læren om Naturkræfterne og Naturlovene kaldes Naturlære. Den giver os Kundskab om Varmen, Tyngden, Lyden, Lyset, Magnetkraften, Elektriciteten, Vejrliget og mange andre Ting.

Første Kapitel

Om Legemerne i Almindelighed

1. Legemernes almindelige Egenskaber. Med Legemer forstaa vi Alt, hvad der indtager og opfylder et Rum. Legemerne have visse Egenskaber og Kjendemerker, ved hvilke de skjelnes fra alt Ulegemligt. Hertil hører:

Modstandskraft, som viser sig derved, at et Legeme opfylder sit Rum med en vis Kraft, og gjør Modstand, naar et andet Legeme vil trænge ind i det. Jeg kan saaledes ikke trykke min Haand gennem Bordet, derimod kan jeg rigtignok stikke den ned i Vand, men naar jeg saa bevæger den frem og tilbage, mærker jeg dog nogen Modstand. Holdes et Stykke Papir ved den ene Ende, og nu bevæges frem og tilbage i Luften, saa ses, at den anden Ende altid bliver tilbage, naar Haanden føres rask frem; dette er Bevis paa, at ogsaa Luften har Modstandskraft. Naar Modstandskraften er stor, kaldes Legemet haardt; er den kun lille, kaldes det blødt. En Sten er f. Ex. haard, men et stykke Vox er blødt.

Sammenhængskraft. Naar man prøver paa at sønderrive en traad, et Stykke Papir, o. desl., saa mærker man, at der hertil udfordres en vis Kraft; Legemets enkelte smaadele holde altsaa fast paa hverandre; dette kaldes Sammenhængskraft.

Delelighed. Uagtet Legemerne have Sammenhængskraft, kan denne dog altid overvindes; dette vil ske, saa snart en anden endnu større Kraft benyttes hertil. Vel kan jeg f. Ex. ikke ruske en Staaltraad over som en Sytraad, men gjør jeg den fast i den ene Ende, og ophænger en tilstrækkelig stor Vægt ved den anden, saa vil den dog sønderrives. Saaledes er det med alle Legemer, og man kan igjen dele de Stykker, som man ved den foregaaende Deling fik, og vedblive hermed, indtil Delene blive saa smaa, at man ikke længere kan se dem. Man maa derfor antage, at ethvert Legeme bestaar af et uendelig stort Antal yderst smaa Dele (Atomer).

Vægt. Naar et Legeme ligger paa et Bord, saa trykker det nedad imod Bordpladen, og dersom man tog denne bort, vilde Legemet falde lige ned imod Jorden. Aarsagen hertil er en Tiltrækningskraft hos Jorden; men denne Tiltrækning virker paa alle Legemer; den kaldes Tyngden, og det Tryk, som Legemerne paa Grund af Tyngden udøve, kaldes deres Vægt. Lige store Legemer have ikke altid lige stor Vægt. Tager man i den ene Haand en Keglekugle, og i den anden en Kanonkugle af samme Størrelse, saa mærker man strax, at Kanonkuglen vejer langt mere end Keglekuglen. Naar nu lige store Legemer ikke veje lige meget, siger man, at de have forskjellig Vægtfylde. Jernets Vægtfylde er en halv Snes Gange saa stor som Træets. Men heraf følger ogsaa, at naar man tager lige store Vægte af Træ og Jern, saa vil Træstykket være en halv Snes Gange større end Jernstykket. Naar man vil tale om et Legemes Vægtfylde, sammenligner man gjerne denne med Vandets. Saaledes vejer et Stykke Jern $7\frac{1}{2}$ Gange mere end det samme Rum Vand vilde gjøre; derfor siges Jernets Vægtfylde af være $7\frac{1}{2}$.

Spændighed. Naar et Legeme bøjes, strækkes, sammentrykkes eller snoes, ville Delene jo derved komme til at ligge lidt anderledes for hverandre. Men naar man saa ophører med at virke paa Legemet, saa vil det, (naar man blot ikke er gaaet for vidt) igjen vende tilbage til sin første Skikkelse. Denne Egenskab hos Legemerne kaldes Spændighed. Ikke alle Legemer ere lige spændige; Et Stykke Spanskrør kan bøjes stærkt, og dog siden rette sig ud igjen, men en Blystang retter sig ikke igjen, naar den bøjes. Spanskrøret er altsaa meget spændigt, Blyet kun lidet. Skørt kaldes Legemet, naar dets Dele ved en ringe Forskydning mellem hverandre skilles ad, f. Ex. Glas; se jgt, naar de kunne taale en betydelig Omflytning uden at adskilles, f. Ex. Læder. Luften er meget spændig; hvis man sammentrykker den ved at skyde en tæt sluttende Prop nedad i et Rør, som er lukket i den nederste Ende, saa vil man ikke alene mærke, at Luften har en Modstandskraft, men ogsaa se, at den strax trykker Proppen tilbage, naar man slipper den. Et Stykke Viskelæder er ogsaa meget spændigt, thi det kan trækkes ud til sin dobbelte Længde, og strax krympe sig sammen igjen, naar man slipper det. De meget spændige Legemer bruges hyppigt i det daglige Liv, netop paa Grund af denne Egenskab. Saaledes sætter man spændige Staal fjedre under Vognsæderne og Sophapuderne, for at man kan sidde rigtig godt og blødt; ligeledes bruges spændige Fjedre til Kraftmaalere og Vejerredskaber. I Lommeuhrene findes en krumbøjet Fjeder, som bliver mere sammenrullet, naar Uhret trækkes op; den søger da med en vis Kraft at rulle sig op igjen, og det er denne Kraft, som driver hele Uhrværket. En Bue til at skyde med er ogsaa et spændigt Legeme, som bøjes stærkere, naar Snoren trækkes tilbage; den søger da at rette sig ud igjen; derved farer Snoren frem og kaster Pilen med stor Fart fremad igjennem Luften. Naar man skal flytte skøre Ting, saasom Glas og Porcellæn, ved hjælp af Vogne, saa maa

man indpakke Sagerne i bløde spændige Legemer, f. Ex. Halm, Bomuld ell. desl., som kunne tage af for Stødene.

Endvidere have alle Legemer en vis Varme, ligesom de ogsaa alle udøve en Tiltrækning paa andre Legemer; men herom skulle vi senere tale nærmere.

2. Legemernes Tilstandsform. Naar man søger at skyde et Legemes Dele omkring imellem hverandre, saa mærker man hos nogle en stor Modstand; saadanne kalder man faste Legemer, f. Ex. Træ, Sten, Papir. Hos andre er Modstanden meget ringe, og en lille Del af Legemet, som er skudt hen paa et andet Sted imellem ganske nye Nabodele, bliver roligt liggende her; saadanne Legemer kaldes flydende, f. Ex. Vand, Mælk, Kvægsølv. Og endelig er der andre, hos hvilke den omtalte Modstand endnu er langt mindre, og som tillige kunne blive ved at udvide sig saameget det skal være; de kaldes luftformige Legemer, f. Ex. den almindelige Luft, Vanddamp, Kvælstof. Nogle Legemer ere midt imellem Fasthed og Flydenhed, f. Ex. Sirup, Tjære; derimod er der ingen Legemer, som ere halvvejs flydende, halvvejs luftformige. De 3 Skikkelser, hvori Legemerne paa denne Maade kunne findes, kalder man deres Tilstandsformer.

Naar de flydende Legemer udgydes i smaa mængder, danne de sig i form af Draaber, saaledes som vi se det med Regnvandet, der falder ned fra Skyerne; dette antyder, at Sammenhængskraften endnu hos dem er kjendelig. Hos de luftformige Legemer derimod overvindes Sammenhængskraften af en Udvidekraft, som forhindrer Smaadelene fra at hænge sammen.

Et og samme Legeme kan komme i enhver af disse Tilstandsformer. Vand, som er flydende, bliver fast (Is), naar det bliver meget koldt, og luftformigt (Damp), naar det bliver meget varmt.

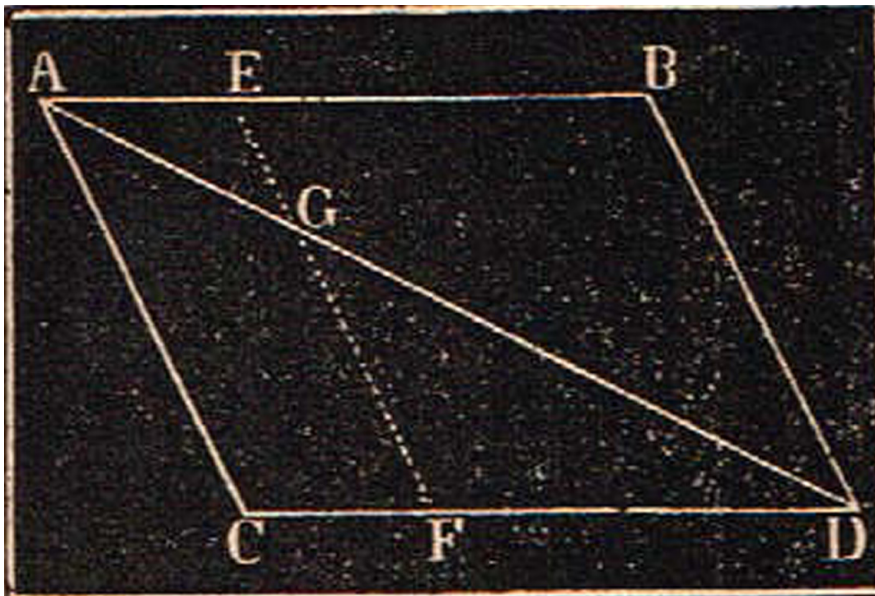
3. Legemernes Hvile og Bevægelse. Naar et Legeme forbliver roligt paa sit Sted, siges det at være i Hvile; bliver det ført hen til et andet Sted, bevæger det sig. Det er begribeligt, at Legemet, naar det er i Hvile, ikke selv kan begynde paa nogen Bevægelse; men det er ligesaa vist, at naar det er i Bevægelse, kan det heller ikke selv hverken standse Bevægelsen eller forandre dens Hastighed og Retning. Naar dette nu alligevel sker, saa maa der være en anden Kraft, som er Aarsag dertil. Naar man ruller en Kugle henad Jorden, saa vil den have Bestræbelse efter at komme længere og længere bort; men den gnider sig bestandigt mod Jorden, og denne Gnidningsmodstand bevirker, at den tilsidst kommer til at ligge stille. Kaster man et Legeme lige opad, saa vilde det, dersom det var ganske overladt til sig selv, uophørligt vedblive at stige, men nu er Tyngden der; den virker hvert Øjeblik paa Legemet i modsat Retning, og borttager derved bestandig mere af det Hastighed: tilsidst er denne helt borttaget; Legemet vender da tilbage til Jorden. Kaster man det endelig lige fremad eller skraat opad, saa vil det hvert Øjeblik afvige fra sin forrige Retning; det gennemløber en krum Linie, og falder tilsidst ned paa Jorden; Aarsagen hertil er igjen Tyngden. Skal et Legeme bevæges hastigt igjennem Luften, vil denne ogsaa gjøre modstand, og denne Luftmodstand forsinker Bevægelsen. Den Egenskab ved Legemerne, at de ikke selv kunne gjøre noget, hverken til Bevægelsen eller Hvilen, kaldes deres Uvirksomhed (Inerti).

Bevægelserne kunne være forskellige i Retning og Hastighed. Naar Retningen bestandig vedbliver at være den samme, kaldes Bevægelsen retliniet; bliver Hastigheden stedse ens, kaldes Bevægelsen jævn. En krumliniet Bevægelse

er en saadan, hvis Retning bestandig forandrer sig, og en ujævn en saadan, hvis Hastighed efterhaanden forandres. Vi faa paa denne Maade 2 Hovedslags af Bevægelser, nemlig 1) den jævne, der igjen kan være retliniet (f. Ex. en Dampvogn i fuld fart) eller krumliniet (f. Ex. et Hjuls Omdrejning om sin Axe) - og 2) den ujævne, der ligeledes snart er retliniet (f. Ex. et gennem Luften nedfaldende Legeme), snart krumliniet (f. Ex. et Legeme, der kastes skraat opad i Luften).

Naar en kraft har bragt et Legeme til at bevæge sig, kan man naturligvis bedømme dens Størrelse af den frembragte Bevægelse; thi jo større dennes Hastighed er, og jo større Legemets Vægt er, desto større maa Kraften ogsaa være. En Kraft, som kan give 4 Pund 10 Fods Hastighed, er ligesaa stor som en anden, der kunde give 40 Pund 1 Fods Hastighed, 1 Pund 40 Fods Hastighed eller 5 Pund 8 Fods Hastighed. Vi sammenligne saaledes Kræfterne ved at multiplicere den bevægede Masse (Vægt) med dens Hastighed; det udkomne Produkt kaldes Bevægelsens Mængde.

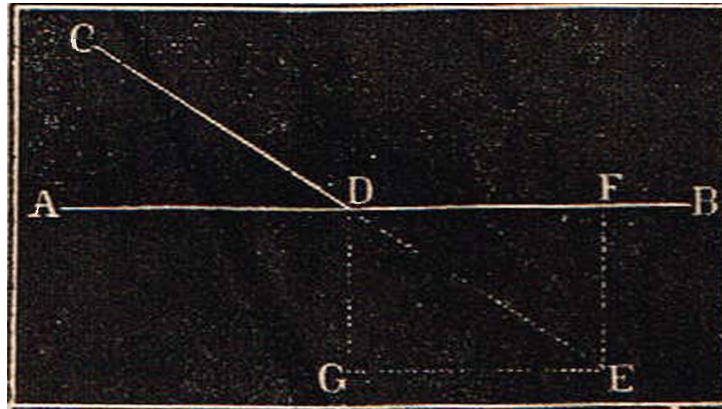
Virke 2 Kræfter paa et Legeme, saa ville de enten forstærke eller svække hinanden; det kommer an paa, hvorledes deres Retninger ere. Have de begge samme Retning, saa maa deres Virkning blive lig Virkningen af en Kraft, der er saa stor som begge tilsammen. Virke de i modsatte Retninger, svække de hinanden, og dersom de ere lige store, frembringes slet ingen Bevægelse; ere de ulige store, sker Bevægelsen til den Side, mod hvilken den største Kraft virker, og med en Hastighed, der er lig Forskjellen mellem de Hastigheder, de enkelte Kræfter hver for sig kunde frembragt. Virke de endelig skjævt imod hinanden (hverken i



samme eller modsat Retning), da kommer Bevægelsens Retning til at ligge imellem de enkelte Kræfters, dog nærmest til den største; Hastigheden bliver hverken saa stor som Summen eller saa lille som Forskjellen af de enkelte Hastigheder. Dersom altsaa Kræfterne AB og AC virke paa A , saa vil dette Legeme gjennemløbe Linien AD , der baade antyder Retningen og

(ved sin Længde) Hastigheden i Forhold til de enkelte Kræfters. Vi have da af 2 Kræfter, Sidekræfterne, dannet en 3die, Midtkraften, der kan sættes istedetfor hine.

Omvendt kunne vi ogsaa opløse en Midtkraft i 2 Sidekræfter:



Dersom $A B$ er et Bræt, som ligger løst paa Jorden, og $C D$ er en Kraft, som virker derpaa, saa vil Legemsdelen D stræbe at bevæge sig i Retningen $D E$. Men denne Virkning kan opløses i Sidekræfterne $D G$ og $D F$, af hvilke $D G$ blot bevirker et Tryk ned mod Jorden, men ingen bevægelse, hvorimod $D F$ frembringer Bevægelse langs ad Jordens Overflade.

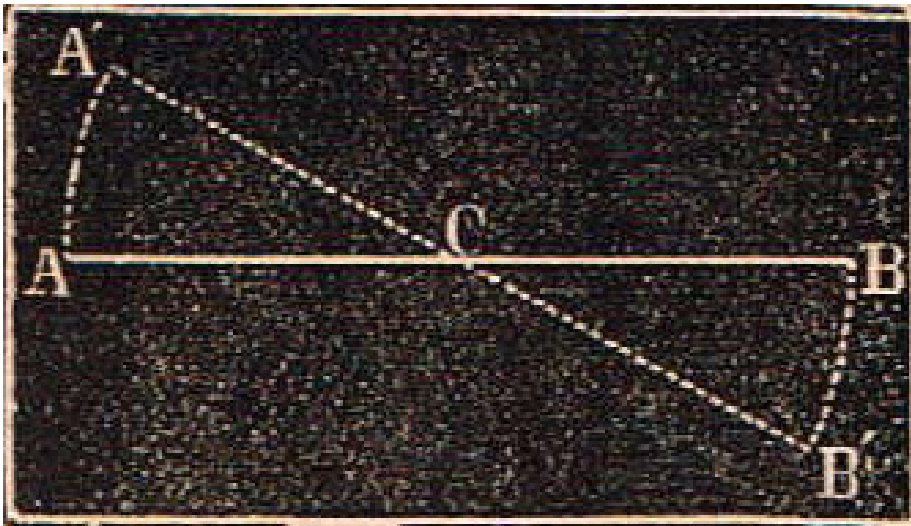
Af disse Betragtninger ses, at dersom man kaster et Legeme ud til siden fra en Vogn, som er i fuld Fart, saa vil det falde skraat fremad; thi det har i det Øjeblik det udkastes, Vogdens fremadskridende Bevægelse, hvortil nu kommer den nedadgaaende, som Tyngden giver det. Endvidere ses heraf, at naar et Legeme skal bevæges, maa kraften helst virke nøjagtigt i den Retning, Bevægelsen skal foregaa, da ellers en del af den spildes. Skal en Plov drages fremad af Heste, maa disse derfor ikke være for nær ved Ploven, fordi de da trække mere opad.

Naar et Legeme holdes i Hvile derved, at 2 ligestore Kræfter virke paa det i modsat Retning, siges det at være i Ligevægt. Er Produktet af Masse og Hastighed (Bevægelsesmassen), ens for Kræfterne, ville de kunne holde hinanden i Ligevægt.

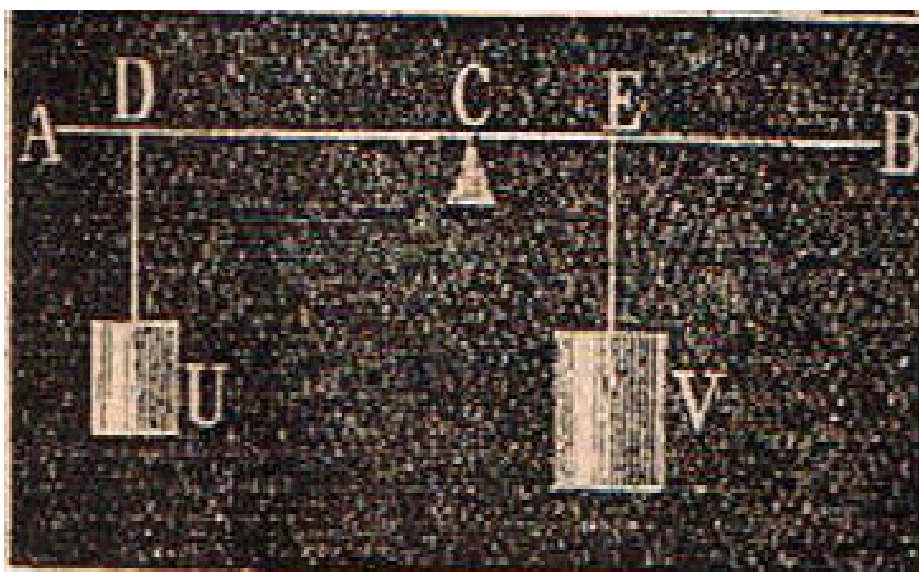
4. Tyngdepunktet. I ethvert Legeme findes et Punkt, som ligger paa et saadant Sted i Legemet, at de øvrige Dele paa begge Sider af Punktet ved deres Vægt holde hinanden i Ligevægt, hvorledes Legemet endog drejes. Dette Punkt kaldes Tyngdepunktet. I en Kugle er Midtpunktet tillige Tyngdepunktet, i en Valse Midtpunktet af den Linie, der drages fra den ene Endeflades Midtpunkt til den andens. I uregelmæssige Legemer kan Tyngdepunktets Sted beregnes eller findes ved Forsøg. Naar et Legeme falder nedad, gjør det ved faldet samme Virkning, som det vilde gjøre, hvis alle Delene havde været sammentrængte til det ene Punkt Tyngdepunktet. Naar dette Punkt understøttes, kan derfor Legemet ikke falde, men maa være i Ligevægt; denne kan være enten ligegyldig, stadig eller ustadig. Ligegyldig er den, naar Legemet understøttes i selve Tyngdepunktet; da vil det nemlig forblive i Hvile, hvorledes man end drejer det. Stadig er Ligevægten, naar Legemets Understøtning (Hvilepunktet) ligger ovenfor Tyngdepunktet; da vil Legemet nemlig, naar det bringes ud af sin Stilling, stadig vende tilbage til den igjen, fordi Tyngdepunktet, i hvilket jo hele Legemet kan tænkes sammentrængt, stræber at komme saa langt ned som muligt. Ustadig kaldes Ligevægten derimod, naar Hvilepunktet ligger lige under Tyngdepunktet; thi ved den mindste Afvigelse fra denne Stilling vil Legemet, paa Grund af Tyngdepunktets Faldbestræbelse, vende sig helt om, saa at det nederste kommer til at vende opad.

Naar et Legeme skal blive staaende uden at vælte, maa Faldlinien af dets Tyngdepunkt ikke komme udenfor den Flade, hvorpaa Legemet hviler. Jo lavere og bredere Legemet altsaa er, desto fastere vil det staa. Derfor vælter en højtlæsset Vogn lettere end en lavtlæsset. En Kugle hviler paa en vandret Flade, hvordan den end lægges, thi dens Tyngdepunkt er da bestandigt understøttet, medens samme Kugle ruller ned ad enhver Skraaning. Naar Mennesket gaar fremad, bringes Legemet frem foran den Fod, der understøtter det, og det vilde derfor falde fremad, hvis ikke den anden Fod sattes frem; derved rykker Understøtningsfladen frem, og Faldet forhindres. Bærer man en tung Byrde paa Ryggen, hælder man sig forover; bærer man den i Favnen, bøjes Legemet tilbage; bærer man den i den ene Haand, bøjes Overkroppen til den modsatte Side: altsammen for at Tyngdepunktet ikke skal komme ud forbi Omkredsen af Understøtningsfladen, da Legemet saa vilde falde.

5. Vægtstangen og Vægten. En Stang, som er fastgjort i et Punkt saaledes, at den frit kan dreje sig herom, kaldes en Vægtstang, og hint Punkt dens Hvilepunkt. De Dele af Stangen, som ere længst fra Hvilepunktet, maa ved Omdrejningen faa den største Hastighed, de nærmeste den mindste. Ophænge vi nu paa Stangen A B, der

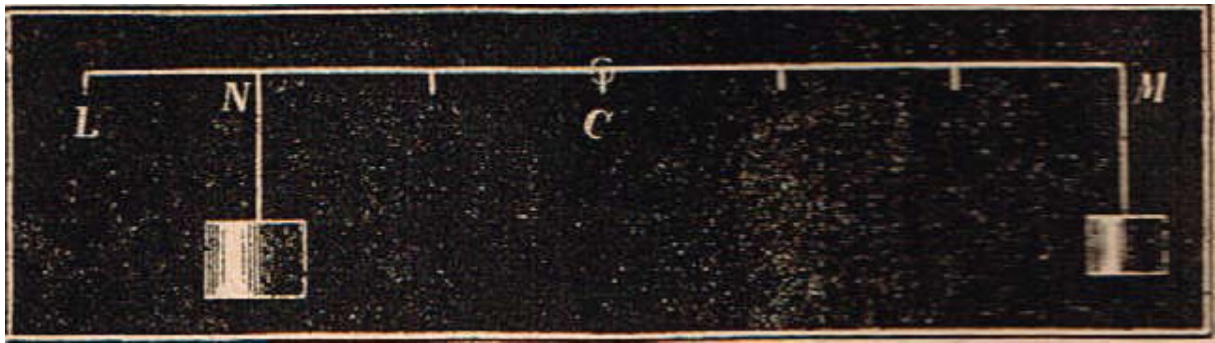


drejer sig om sit Midtpunkt C, ligestore Vægte ved A og B, da vil Stangen være i Ligevægt, thi medens Vægten A søger at drage den venstre Ende nedad og løfte den højre, vil Vægten B netop bevirke det modsatte, da dens Masse og Hastighed er lig A's.

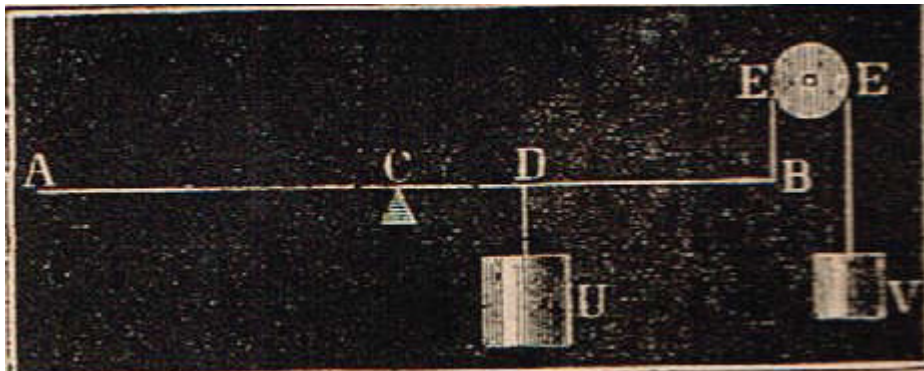


Anbringes derimod paa den næste Vægtstang en Vægt ved D, og en anden ved E, da maa den sidste være 3 Gange saa stor som den første, hvis Ligevægt skal finde Sted, fordi dens Afstand fra Hvilepunktet, og derfor ogsaa dens Hastighed, er 3 Gange mindre end D's.

Hvis vi endelig paa Stangen L M, der ogsaa drejer sig om Punktet C, ophænge et 6 Punds Lod ved N, da vil et 4 pundigt ved M kunne holde Ligevægt derimod, fordi

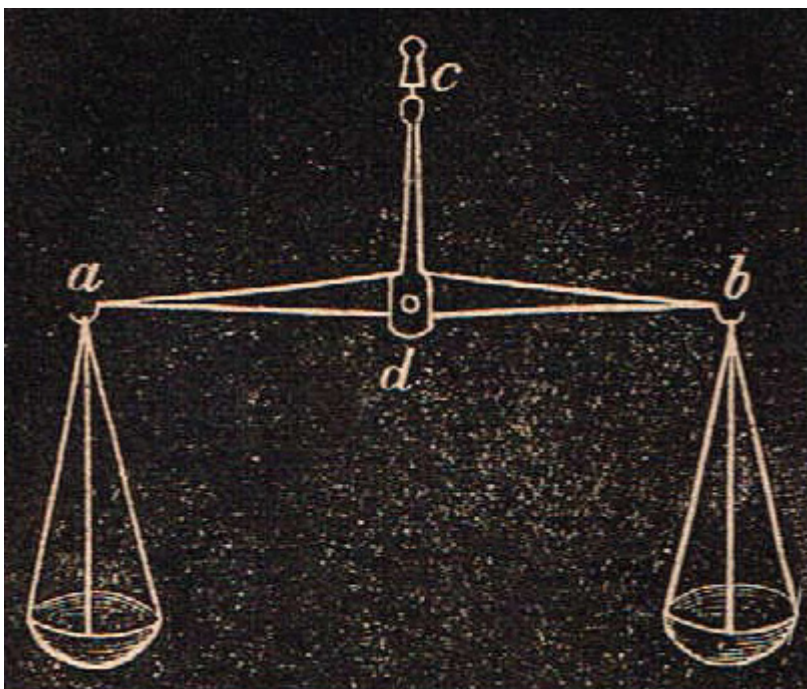


dets Bevægelsesmængde (4 Gange 3) er ligesaa stor som det andets (6 Gange 2); et 5 Punds Lod ved M vilde derimod strax drage M nedad og løfte N. Naar Kræfter saaledes virke paa begge Sider af Hvilepunktet, kaldes Vægtstangen toarmet. Men man kan ogsaa lade de modsatte Virkninger foregaa paa en og samme Side af Hvilepunktet, og faar da en enarmet Vægtstang. Dersom saaledes Vægten U er ophængt ved



D i 1 Fods Afstand fra Hvilepunktet C, og Vægten V ved B i 4 Fods Afstand, i en Snor, som drager B opad, saa vil der være Ligevægt, naar V er 4 Gange mindre end U.

Vægtstangen bruges hyppigt i det daglige Liv, dels til at hæve Byrder med, dels til at veje med. Den almindelige Vægtskaal bestaar af en toarmet Vægtstang



med lige lange Arme; ude paa Enden af hver Arm er hængt en Skaal, paa hvilken der kan lægges Lodder eller andre Ting. Først man kan veje paa den, maa den have en stadig Ligevægt, saa at den med en vis lille Kraft søger at holde sig i den vandrette Stilling. Kommer der nu ligestore Vægte paa Skaalerne, vil Ligevægten ikke forstyrres, men en Overvægt paa den ene Side vil bringe dennes Vægtstangarm til at synke noget nedad. Man

kan med en Vægtskaal baade veje et Legeme og afveje en forlangt Mængde af et Legeme. Skal et Legeme vejes, lægges det paa den ene Skaal (som da vil synke ned), og man lægger da Vægtlodder paa den anden, og vedbliver hermed, til Stangen er i Ligevægt. Skal derimod noget afvejes, saa lægger man først det bestemte Antal Vægtlodder paa den ene Skaal, derpaa begynder man at fylde Varesorten paa den anden, og vedbliver hermed indtil Ligevægt er opnaaet.

Bismere er ogsaa en toarmet Vægtstang, men Armene ere ikke lige lange. Den Ting, der skal vejes, hænges ved Enden af den korte Arm, og bringes da i Lige-



vægt ved et Lod, som kan skydes frem og tilbage paa den lange Arm. Jo længere dette Lod maa skydes ud fra Hvilepunktet for at tilvejebringe Ligevægt, desto mere vejer Legemet, der hænger paa den anden Arm. Træbismere

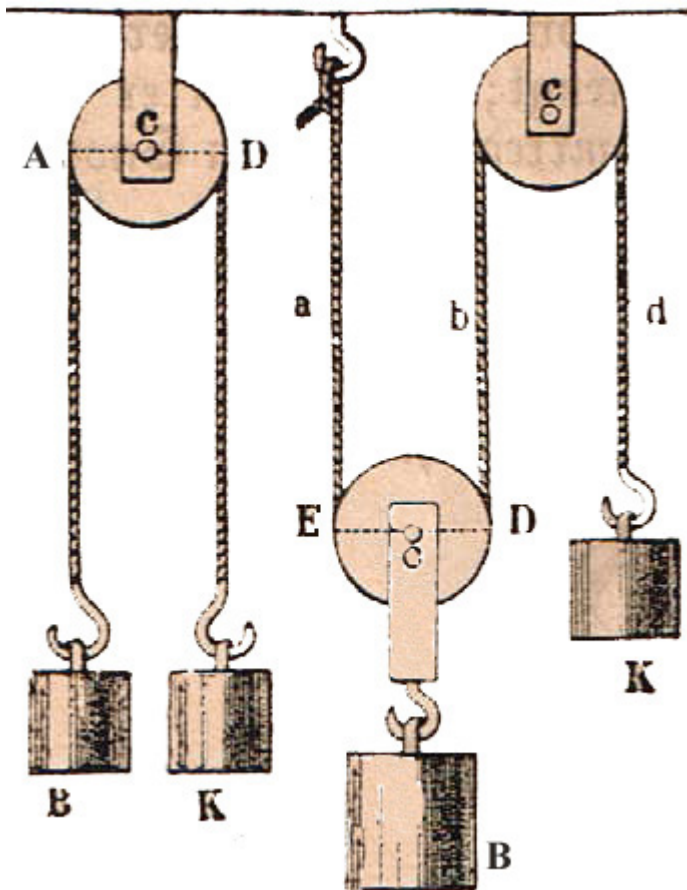
er noget anderledes indrettet; dens Vægtlod er fastsiddende paa den ene Arm, Gjenstanden ophænges paa den anden, og nu skydes Haandtaget (altsaa Hvilepunktet) frem og tilbage, indtil der er Ligevægt. Jo nærmere Haandtaget da maa rykkes ud imod Gjenstanden, desto mere vejer denne.

Andet Kapitel

Om faste Legemers Ligevægt

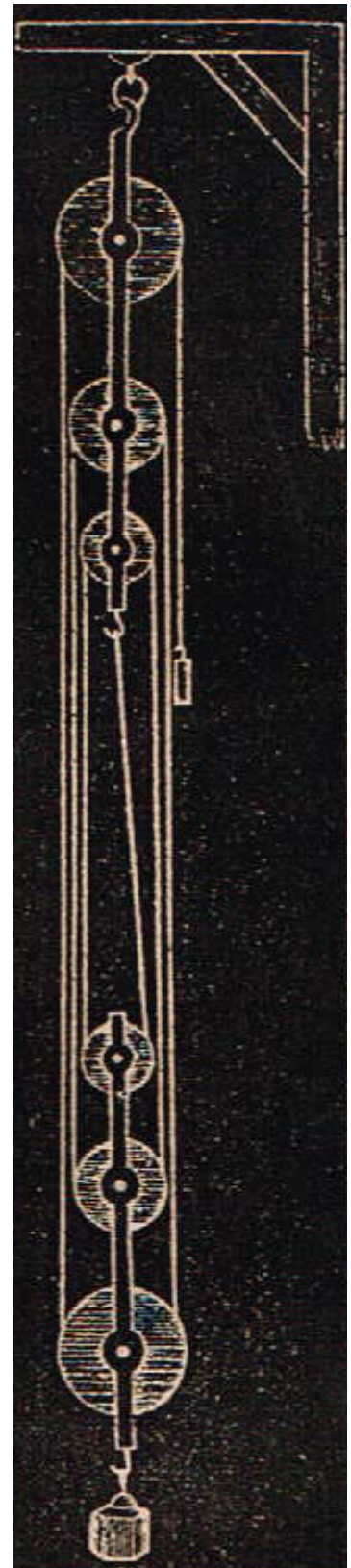
1. Maskiner i Almindelighed. Det hænder sig ofte, at en meget stor Byrde skal løftes, eller at et meget tungt Legeme skal drejes rundt under stor Modstand, eller at et Legeme skal gives en meget stor Bevægelseshastighed. Ikke altid er da saa mange Mennesker tilstede, at deres forenede Legemskræfter kunne udføre Arbejdet, og selv om de kunde bringes til Veje, er det ikke sagt, at de godt kunde komme til allesammen, idet den ene ofte vilde staa den anden i Vejen, og alt for meget af Kraften derved spildes. I saadanne Tilfælde betjener man sig af **Maskiner**, d. e. Legemer med en saadan Indretning, at de kunne bringe den tilstedeværende Kraft til at virke saa fordelagtigt som muligt. Maskinerne ere enten enkelte eller sammensatte.

2. De enkelte Maskiner ere Vægtstangen, Tridsen, Vinden, Skraaplant, Kilen og Skruen. Vægtstangen benyttes meget almindeligt som Maskine. Saaledes er Løftestangen en enarmet, Brækstangen en uligearmet Vægtstang, paa hvis længste Arm Kraften virker nedad, medens Byrden paa den korte Arm derved løftes opad. Bærebøren og Hjulbøren ere enarmede Vægtstænger, Brøndvippene en toarmet Vægtstang.

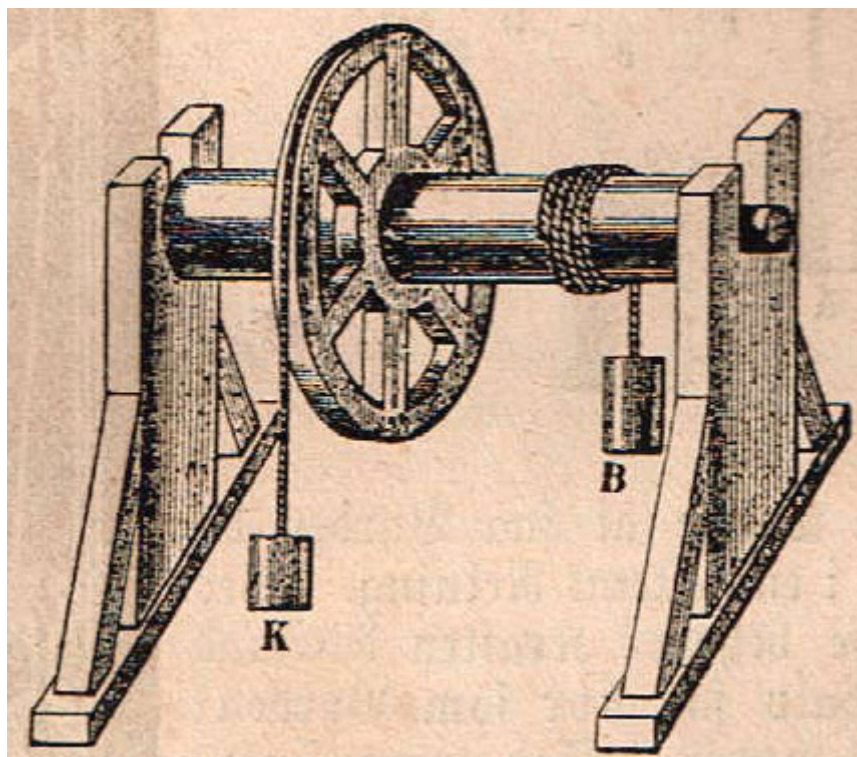


Tridsen er en rund Skive, der kan drejes om sit Midtpunkt; i dens Rand er en Fure, hvori ligger en Snor, som hænger ned til begge Sider. Naar Snoren bevæges, drejer Tridsen sig ved Gnidningen paa Omkredsen. Tridsen kan enten være fast eller løs. Den faste Tridse ved A kan blot drejes rundt, uden at flytte sig fra Stedet; den løse ved E vil derimod hæves eller sænkes, naar den drejer rundt. Ved den faste maa Kraften være lige saa stor som Byrden; thi under Omdrejningen maa de faa lige store Hastigheder, og man opnaar derfor kun ved denne Tridse at faa Byrden til at bevæge sig i en bestemt Retning. Ved den løse Tridse behøver Kraften derimod kun at være halv saa stor som Byrden; idet B skal hæves 1 Fod, maa Snorstykkerne a og b hver forkorte sig 1 Fod; for at dette kan ske maa d forlænge sig 2 Fod og K altsaa bevæge sig dobbelt saa hastigt som B. Jo flere løse Tridser der anvendes, desto mere kan spares i Kraft. Saaledes vil ved Anvendelsen af 2 løse Tridser ved C Kraften kun behøve at være $\frac{1}{5}$ af Byrden, thi dersom denne skal hæves 1 Fod, maa de 5 Snore, hvori den hænger, forkortes hver 1 Fod; den yderste Snor, hvori K hænger, maa altsaa forlænge sig 5 Fod, eller med andre ord, K faar 5 Gange større Hastighed, og kan da have en 5 Gange mindre Masse for at holde Ligevægt med B.

Saadanne Tallier bruges hyppigt paa Skibe; man lægger dog gjerne de enkelte Tridser ved siden af hinanden i en Blok, saa at de alle dreje sig om en Axe.

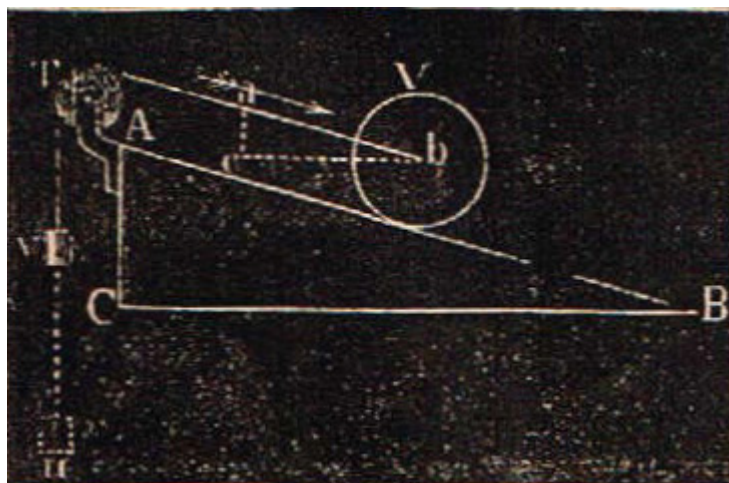


Vinden er en Valse, omkring hvilken er viklet en Snor, hvori Byrden er op-hængt; paa Valsen er fastgjort et større Hjul, paa hvis Omkreds en anden Snor, hvori Kraften virker, er viklet i modsat Retning. Naar nu Valsen har drejet sig en Gang rundt, har Byrden bevæget sig saa langt som dens Omkreds, medens Kraften har gennemløbet et Rum saa stort som Hjulets Omkreds; er denne nu f. Ex. 18 Tommer, og hin 6 Tommer, kan K være 3 Gange mindre end B for at holde Ligevægt. En saa-



dan Vinde bevæges ofte ved Haandkraft, og da har man i Stedet for Hjulet blot et eller flere udstaaende Haandtag. Man ser tidt en saadan Vinde paa Brønde til at hejse Vandet op; paa Skibe bruges den til at trække Ankeret op; den ligger da enten vandret (og kaldes saa et Bradspil), eller staar lodret (Gangspil). Gangspillet kan ogsaa drejes rundt ved Heste.

Skraaplanet er en Flade, som er stillet paa skraa, saaledes at en Byrde kan drages eller skydes opad den. Afstanden fra den skraa Flades nederste til dens øverste



Punkt (BA) kaldes Skraaplanets Længde, den lodrette Afstand (AC) Højden, og den vandrette (CB) Grundlinien. Naar nu Byrden V har bevæget sig fra B til A, er den i Virkeligheden kun hævet saa højt opad som CA. medens Kraften v har bevæget sig lige nedad saa langt som hele Skraaplanets Længde; saa mange Gange denne derfor er større end Højden, saa mange Gange kan

Kraften være mindre end Byrden. Jo stejlere Planet er, des større maa Kraften være. Enhver Bakke paa Vejen er et saadant Skraaplan, et Bræt, som man stiller skraat op

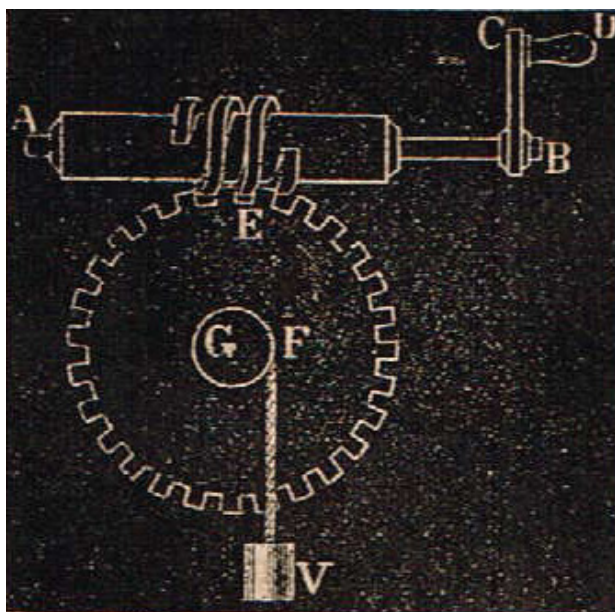
mod en Vogn, for at rulle noget opad, ligeledes.

Kilen er ogsaa et Slags Skraaplan; den bruges mest til at kløve Træ og Sten med, og den drives da ved Slag paa den brede Ende (Ryggen) ned imellem Legemets Dele, som herved fjernes fra hinanden; naar Kilen er drevet helt ned, ere Delene komme saa langt fra hinanden som Kilens Ryg er bred. Jo smallere Kilens Ryg er, desto mindre Kraft behøver den, men desto mindre er ogsaa dens Virkning. Enhver Øxe, Kniv o. desl. er en Kile. Store Kiler anvendes til at udpresse Olie af Frø.

Skruen er en Valse, som er omviklet med et fremstaaende Skraaplan. der danner de saakaldte Skruegænger. Den bevæger sig gjerne indeni en hul Skruegang (Møtrik), og bringes frem og tilbage ved at drejes rundt. Skal en Byrde hæves med en Skrue, saa løftes den for hver hel Omdrejning kun saa langt, som Afstanden imellem 2 Skruegænger, medens Kraften, der gjerne virker paa Enderne af en længere Stang, som gaar paatvers igjennem Valsen, maa gjennebløbe en temmelig stor Kreds; dersom denne f. Ex. var 20 Tommer, og Skruegængernes indbyrdes Afstand $\frac{1}{2}$ Tomme, kunde Kraften være 40 Gange mindre end Byrden. En meget ringe Kraft kan derfor ved Skruens Hjælp løfte en meget stor Byrde. Skruen anvendes f. Ex. til Presser.

En længere Skrue er Vandsneglen. Den kan betragtes som et hult Rør, der er viklet skrueformigt omkring en Valse; den stilles skraat med den ene Ende nede i Vand, der altsaa fylder de nederste Gænger; naar nu hele Skruen drejes rundt kommer efterhaanden en højere liggende Del af Skruegangen (paa Grund af den skraa Stilling) længere ned, saa Vandet kan løbe ned i den; depaa hæver den sig, medens Vandet løber ned i den næste Skruegang o. s. v.; tilsidst løber Vandet ud foroven. Denne Maskine bruges til at udtømme Vandet af Tørvegrave og Smaasøer.

3. **De sammensatte Maskiner** ere dannede ved Sammenføjning af 2 eller flere enkelte. En saadan er f. Ex. Skruen uden Ende. Den bestaar af en kort, fastliggende Skrue, der under sin Omdrejning griber fat i Tænderne paa et Hjul, som derved drejes rundt; men dette Hjul er igjen en Del af en Vinde, paa hvis Valse F Vægten V er ophængt. Haandsvinget BC er jo dernæst en Vægtstang. Jo mere sammensat en Maskine er, desto mere sparer den i Kraft; men det er dog ingenlunde fordelagtigt at lægge an paa den største Besparelse i deen Henseende, thi jo mere man vinder i Kraft, desto mere taber man i Tid, og dertil kommer, at jo mere sammensat Maskinen er, desto mere Gnidningsmodstand findes der i den, og desto lettere kan den komme i Uorden.



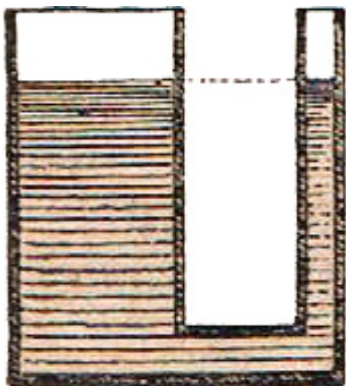
Den bestaar af en kort, fastliggende Skrue, der under sin Omdrejning griber fat i Tænderne paa et Hjul, som derved drejes rundt; men dette Hjul er igjen en Del af en Vinde, paa hvis Valse F Vægten V er ophængt. Haandsvinget BC er jo dernæst en Vægtstang. Jo mere sammensat en Maskine er, desto mere sparer den i Kraft; men det er dog ingenlunde fordelagtigt at lægge an paa den største Besparelse i deen Henseende, thi jo mere man vinder i Kraft, desto mere taber man i Tid, og dertil kommer, at jo mere sammensat Maskinen er, desto mere Gnidningsmodstand findes der i den, og desto lettere kan den komme i Uorden.

Tredie Kapitel

Om flydende Legemers Ligevægt

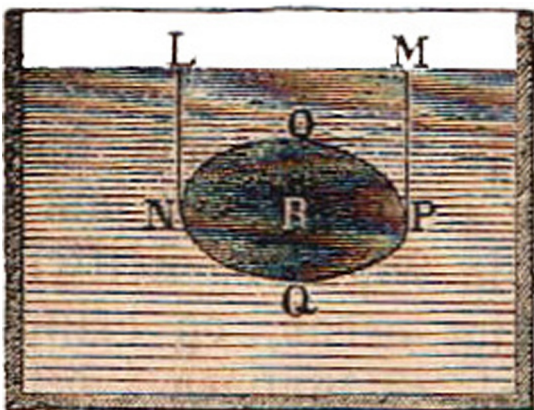
1. Flydenhedens Natur. Da de flydende Legemers Dele med største Lethed kunne glide frem og tilbage mellem hverandre, saa kan en Vædske ikke, saaledes som et fast Legeme, gives en vis selvstændig **Figur og Skikkelse**. Thi Tyngden drager alle Delene nedad, og bringes da Vædsken i et Kar, synker den saaledes sammen i dette, at den helt og nøjagtigt udfylder det forneden, medens Overfladen bliver ganske jævn (vandret). Frembringes en Ophøjning, Fordybning eller Skraaning paa Overfladen, vil Tyngden bevirke, at de fremstaaende Dele strax synke ned igjen.

Dersom 2 Kar eller Rør staa i Forbindelse med hinanden, og en Vædske hældes i dem, vil den staa lige højt i begge Kar. Ere disse nemlig lige store, vil Massen være ens paa begge Sider, og dersom den ene Overflade skulde synke, maatte den anden stige med samme Hastighed; altsaa vilde Bevægelsesmængderne være ens. Men ere Karrene ikke lige store, vil Vædsken i det mindre bevæge sig lige saa mange Gange hurtigere, som dens Masse er mindre, og altsaa vil der ogsaa i dette Tilfælde være Ligevægt, naar Højden er ens. Derfor vil Vandet i en Vandkandes Tud staa lige saa højt som i selve Kanden. Er der i Karrene forskellige Kræfter, vil derimod den mindst vægtfyldige staa højest.



2. Trykket i Vædsker. En Smaadel af en Vædske maa, naar Vædsken er i ro, bære Trykket af alle de ovenfor liggende Dele; da den nu alligevel bliver paa sit Sted, maa den modtage et lige saa stort Tryk nedenfra af de Dele, der ellers vilde blive sammentrykkede. Heraf ses, at **Trykket** paa en **Vædskedel** bliver større og større ned imod Bunden.

Lægges nu et andet Legeme NOPQ ned i Vandet, saa vil dets øverste Flade lide et nedad gaaende Tryk af Vandmassen LNOPM, men dets nederste et opad gaaende



Tryk saa stort som Vandmassen LNQPM. Har nu Legemet R samme Vægt som et lige stort Rumfang Vand, vil det nedad gaaende og opad gaaende Tryk paa Legemets Underflade være ens, og Legemet altsaa forblive i Hvile; vejer Legemet mere end Vandet, vil det nedad gaaende Tryk faa Overvægt, og Legemet synke helt ned til Bunden, vejer det mindre, vil det, da det opad gaaende Tryk er det største, stige helt op til Overfladen, og en Del af det af det vil komme

ovenfor denne, nemlig saa meget, at den Vandmasse, der svarer til den nedsænkede Del af Legemet, vejer lige saa meget som hele Legemet. Vi kunne nu forstaa, at en Sten synker til bunds i Vand, men et Stykke Træ, som bringes ned i Vandet, kommer op til Overfladen igjen. Heri ligger tillige den Naturlov, at et Legeme ved at

nedsænkes i Vand taber saa meget af sin Vægt, som den fortrængte Vandmasse vejer, og herpaa grunder det sig, at naar man vader ud i dybt Vand, mærker man, hvorledes Legemet bæres af Vandet, og tilsidst mister hele sin Vægt, saa at man ikke kan staa fast paa Bunden.

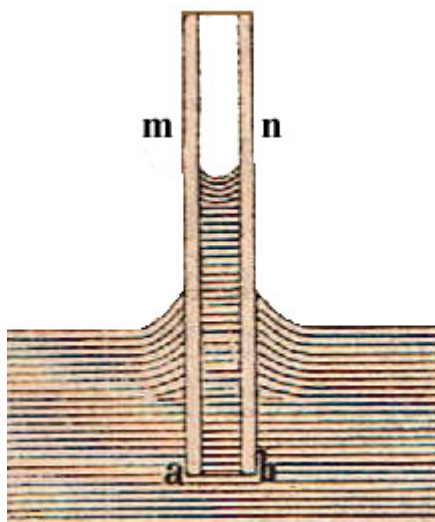
3. Bestemmelse af Vægtfylden. Skal man bestemme Vægtfylden af et fast Legeme, saa vejer man først; derpaa nedsænkes det i Vand, og man ser efter, hvormeget det der har tabt i Vægt; saameget vejer det uddrevne Vandrumfang, og man ser da let, hvormange Gange denne Vægt er mindre eller større end Legemets. Vejer f. Ex. et Stykke Sølv 6 Kvint, og det ved at nedsænkes i Vand taber $\frac{3}{5}$ Kvint i Vægt, saa er dets Vægtfylde 10. Vejer et Stykke Fyrretræ derimod 6 Kvint, og det ved at nedsænkes i Vand udviser et Vægttab paa af 10 Kvint, idet det ikke alene ikke synker, men endog stiger opad med 4 Kvints Kraft, saa er dets Vægtfylde $\frac{6}{10}$. - Et flydende Legemes Vægtfylde findes ved at fylde det paa en Flaske, som da vejes; drages den tomme Flaskes Vægt herfra, har man Vædskens egen Vægt; nu hældes den ud, og Flasken fyldes med Vand, hvis Vægt paa samme Maade bestemmes, og man ser da, hvilket af disse 2 ligestore Rumfang Vædsker der vejer mest. - Luftformige Legemers Vægtfylde bestemmes paa en lignende Maade.

Undertiden bestemmer man Vædskers Vægtfylde ved at lade et dertil skikket Legeme (en Flydevægt) svømme i Vædsken; jo dybere Legemet da synker, desto mindre er Vædskens Vægtfylde, thi desto større Rumfang skal fortrænges for at veje lige saa meget som Legemet. Et saadant Redskab er f. Ex. Brændevinsprøveren; jo dybere den synker i Brændevinen, desto stærkere er denne; thi det er netop den saakaldte Vinaand, hvis Vægtfylde er mindre end Vandets, der giver den sin Styrke.

Ethvert Legeme har sin bestemte Vægtfylde. Et af de allervægtfyldigste Legemer er Guld, hvis Vægtfylde er 19, derpaa kommer: Kvægsølv $13\frac{1}{2}$, Bly $11\frac{1}{2}$, Sølv 10, Kobber 9, Jern $7\frac{1}{2}$, Zink 7, Diamant $3\frac{1}{2}$, Svovl 2, Vand 1, Bomolie $\frac{9}{10}$, Vinaand $\frac{8}{10}$, Æther $\frac{7}{10}$, Fyrretræ $\frac{5}{10}$, Kork $\frac{2}{10}$ o. s. v. Luftarternes Vægtfylde bestemmes ikke efter Vandets, men efter den atmosfæriske Lufts, der er henved 800 Gange mindre end Vandets. Det er ofte af Vigtighed at kunne udfinde et Legemes Vægtfylde; de ædle Metaller, især Guld, kjendes let fra de uædle alene ved den høje Vægtfylde.

4. Haarrørskraften. Naar en Glasplade nedsænkes i Vand, vil man se, at Vandet

hæver sig lidt op til Glassets Sider; dette kommer af, at Vanddelene have Vedhængning til Glasset; sætter man nu 2 Glasplader ganske nær sammen, maa Vandet imellem dem stige endnu højere, da det indsnevres paa Breden. Dette er Aarsag til, at et fint Rør af Glas, Træ eller Metal, som nedsættes i en Vædske, vil opsuge denne i sig; jo finere Røret er, des højere stiger Vædsken. Denne Virkning skyldes Haarrørskraften, og den viser sig i det daglige Liv hos alle svampeagtige finthullede Legemer. Det er den, som bringer en Vaskesvamp til at indsuge Vand, graat Papir eller Sand til at optage Blækklatter, Vægen i en Lampe til at opsuge Olien; selv Skrivepenen kan betragtes som et Haarrør. Vil man forhindre denne Kraft fra at ytre sig, over-



drager man Legemerne med Fedt eller Olie; derved miste de nemlig Vedhængningen til Vandet.

5. Gjennemsivning. Naar to forskjellige Vædsker bringes saa nær sammen, at de blot ere adskilte ved en Hinde (f. Ex. et Stykke af en Svineblære), en Skillevæg af svagtbrændt Ler, en Træplade eller et hviketsomhelst andet Legeme, der er porøst (d. v. s. forsynet med fine Gjennemgange), saa ville de fra begge Sider trænge igjennem Skillevæggen og blande sig med hinanden. Denne Virkning, som kaldes Gjennemsivning, vil vedvare saa længe indtil Vædskeblandingen paa begge sider er ganske ens. Men i Almindelighed vil den ene Vædske gaa hurtigere igjennem Skillevæggen end den anden, hvoraf Følgen bliver, at Blandingen paa den ene Side tilsidst kommer til at staa noget højere end den anden. Stillede man f. Ex. Vand og Vinaand paa den anførte Maade ved siden af hinanden, adskilte ved et Blæreskind, vilde Vandet gaa hurtigere igjennem dette, end Vinaanden, saa at Blandingen, dersom begge Vædsker i Begyndelsen stode lige højt, senere vilde komme til at staa højest paa den Side, hvor Vinaanden havde været.

Paa Gjennemsivningen beroer det f. Ex., at Planterne kunne optage Vand af Jorden, og lade dette med de deri opløste Bestanddele trænge op igjennem Stængelen og Bladene, der bestaa af en meget stor Mængde smaa lukkede Rum, de saakaldte Celler og Kar.

Fjerde Kapitel

Om Luftarternes Ligevægt

1. Luftarternes Natur. Luftarterne ere flydende ligesom Vædskerne, men de adskille sig fra disse først ved deres overordentlig ringe Vægtfylde, dernæst ved deres store Sammentrængelighed, og tillige ved deres højst ringe Sammenhængskraft, som ganske overvindes af Udvidekraften. Paa Grund af den sidste Egenskab vil en Luft, som hidtil indtaget sit bestemte Rum formedelst det Tryk, den fra alle Sider lider, udbrede sig over et større og større Rum, naar Trykket efterhaanden borttages; man kjender ingen Grændse for denne Udvidelse; en Luft kan altsaa fortynes i det Uendelige. Men den kan ogsaa fortættes; dette sker, naar Trykket fra alle Sider bliver større; man finder da, at jo større Trykket bliver, des mindre bliver Luftens Rum, og des større dens Modstand mod Sammentrykningen. Men medens der ingen Grændse er for Udvidelsen, kan Sammentrykningen kun drives til et vist Punkt; gaar man videre, forvandler Luften sig til en Vædske, og trækker sig derved sammen til et mange Gange mindre Rum. Borttages Trykket, bliver denne Vædske til Luft igjen. Nogle Luftarter kunne paa denne Maade temmelig let forvandles til Vædsker; til andre udfordres en større Kraft, og atter andre, f. Ex. den atmosfæriske Luft, har man endnu ikke kunnet faa til at blive til en Vædske; vel sagtens fordi man ikke har haft Kraft

nok til Sammenpresningen.

2. Luftens Tryk. Da Luften er et Legeme, har den altsaa Vægt. Jorden er omgivet med et Luftlag af mange Miles Højde; vi befinde os paa Bunden af dette Lufthav, og her maa hver enkelt Luftdel bære og modstaa Trykket af alle de ovenfor liggende Dele, ligesom den ogsaa modtager et lige saa stort Tryk neden fra, da den ellers ikke vilde være i Ligevægt. Jo højere man stiger op i Luften, desto mindre maa dens Tryk blive, ganske som med Vædske.

Luftens Tryk viser sig hvert Øjeblik for os. Dersom man sætter den ene Ende



af et aabent Rør ned i Vand, og nu drager en tæt sluttende Prop inden i Røret opad, saa vil Vandet følge bag efter: det er Luftens Tryk udvendigt fra, som bevirker dette. Hvis Røret var 36 Fods langt, saa vilde Vandet vedblive at stige, indtil omtrent 33 Fods Højde; der vilde det blive staaende, om endog Proppen blev dragen helt op til den øverste Ende. Aarsagen hertil er, at Luftens Tryk kun har en vis Størrelse; vi høre om Vædskerne, at de staa lige højt i Rør, der ere i Forbindelse med hinanden, men ogsaa at en mindre vægtfyldig Vædske vilde staa højere end en mere vægtfyldig; saaledes er det ogsaa med Luften. Den har flere Miles Højde, men paa Grund af dens meget ringe Vægtfyldde kan den kun holde Ligevægt med en Vandstøtte af 33 Fods Højde. Ovenfor Vandet vilde der altsaa i det omtalte lange Rør blive et lufttomt Rum. - Tages Kvægsølv i Stedet for Vand, kan Røret være 13-14 Gange kortere, thi Kvægsølvs Vægtfylde er $13\frac{1}{2}$; det vil ved Luftens Tryk kun kunne bringes til at stige omtrent 29 Tommer. Har man altsaa et Glasrør paa 32 Tommers Længde, som er lukket i den ene Ende, hælder det fuldt af Kvægsølv, holder Fingeren for den aabne Ende, medens man vender det om, og sætter den aabne Ende ned i en lille Skaal med Kvægsølv i, ser man, at Kvægsølvet inde i Røret

synker omtrent 3 Tommer ned, og bliver da staaende saaledes, at naar Røret holdes Lodret, er der omtrent 29 Tommer fra Kvægsølvet i Skaalen til dets Overflade i Røret; ovenover er et lufttomt Rum. Frembringes nu en lille Aabning i den øverste Ende af Røret, synker Kvægsølvet strax helt ned, da Luftens Tryk saa kan komme til at vir-

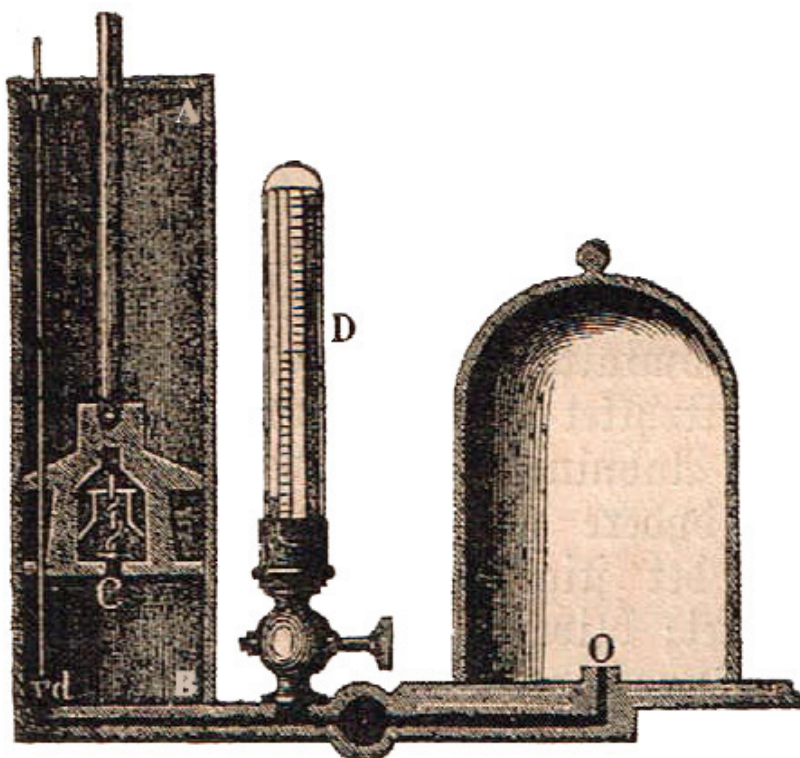
ke inde i Røret ligesom udenfor.

Herpaa grunder sig Barometret eller Lufttrykmaaleren. Det bestaar af et Glasrør der er over 30 Tommer langt, lukket foroven, aabent forneden, men det er krumbøjet forneden, hvor det tillige ved o er meget videre. Det fyldes nu først helt med Kvægsølv, dernæst vendes det om, hvorved Kvægsølvet synker et Stykke ned; Udvidelsen ved o træder i Stedet for den før omtalte Skaal med Kvægsølv. Naar nu Lufttrykket bliver større, saa virker det igjennem Aabningen paa Kvægsølvet, og trykker det dybere ned i Udvidelsen, men herved maa det stige i den lange lukkede Gren af Røret; bliver Trykket derimod mindre, synker Kvægsølvet i den lange Gren, og man har nu Mærker udenfor Røret, som vise, hvormange Tommer den øverste Kvægsølvoverflade er hævet over den nederste. Paa samme Sted af Jorden er Lufttrykket ikke altid ganske ens, men kan vexle fra 27 til 31 danske (26 til 30 franske) Tommer; stiger man op paa et Bjerg med Barometret, vil Kvægsølvet i dette vedblive at synke, fordi Lufttrykket bliver mindre; man kan derfor bruge Barometret til at maale Bjerghøjder med. Naar Lufttrykket er stort, plejer Vejret at blive smukt, og omvendt, derfor benyttes Barometret ogsaa som Vejrglas.



Luftens Tryk er meget større end man skulde tro. Da det nemlig kan holde Ligevægt med en Kvægsølvstøtte paa 29 Tommers Højde, saa vil den Luft, der hviler over en Flade af en vis Størrelse, veje lige saa meget, og altsaa trykke lige saa stærkt som en Kvægsølvstøtte, hvis Underflade er som den nævnte Flade, og hvis Højde er 29 Tommer. En saadan vilde, naar Grundfladen var 1 Kvadratfod, veje over 2000 Pund, og saa stort er altsaa Luftens Tryk paa hver Kvadratfod af Jordens Overflade.

3. Luftpumpen. Dette mærkelige Instrument grunder sig paa Luftens Udvidekraft, og det bruges til at fortynde eller næsten bortskaffe Luften fra et indelukket Rum.



Luftpumpen bestaar af et Pumperør AB, i hvilket en Prop, Stemplet, kan bevæges op og ned. Igjennem Stemplet er 2 Aabninger; den ene er bedækket med en Klap, der kan aabne sig opad; igjennem den anden gaar en tynd Stift, som kan bevæges op og ned, men dog ellers slutter nøje i Aabningen; den bærer foroven et lille Tværstykke, der snart støder an imod Pumperørets Laag, naar Stemplet drages op; forneden er den forsynet med en Prop, d, der trykkes ned i en Aabning paa Bun-

den af Pumperøret, naar Stemplet skydes ned, men løftes lidt op, naar Stemlet hæves. Fra denne Aabning gaar et Rør hen til det Legeme, hvoraf Luften skal udpumpes, som ofte er en Glasklokke, der er stillet med Randen nedad paa en jævn Plade, Tallerkenen. Paa Røret findes et Siderør, som gaar op til en lille Glasklokke D, hvori der findes et lille Barometer til at maale den fortyndede Lufts Tryk. Naar nemlig Luften inde i Instrumentet bliver meget tynd, vil Kvægsølvet i det bøjede Rør synke nedad i den lukkede, og stige i den aabne Gren; hvis al Luft kunde skaffes bort, vilde Kvægsølvoverfladerne komme til at staa lige højt.

Luftens Udpumpning foregaar nu saaledes. Idet Stemplet drages op, bliver der jo et tomt Rum under det; men herved er Trykket paa Luften i Klokkerne ophævet, og Luften udvider sig da og breder sig ud over Pumperørets Rum (foruden Klokkernes); den er derved allerede bleven fortyndet. Nu skydes Stemplet ned; derved lukkes strax Aabningen ved d, saa at Pumperørets Luft ikke kan gaa tilbage i Klokken igjen; Den sammentrykkes da, og aabner da ved sin Modstandskraft Klappen ved C, hvorigjennem den gaar op ovenfor Stemplet. Drages dette atter op, aabner d sig, medens C lukkes af den ydre Lufts Tryk; den Luft, som er ovenfor Stemplet, trykkes ud i Atmosfæren, medens ny Luft fra Klokkerne udbreder sig over det tomme Rum under Stemplet. Hver Gang Stemplet drages op, fortyndes atsaar Luften; tilsidst bliver den flere hundrede Gangere tyndere end den atmosfæriske Luft; men fuldkommen Lufttomhed kan man med Luftpumpen ikke frembringe.



Ved Luftpumpens Hjælp kan man ret tydeligt faa Begreb om Luftens Tryk, Udvidekraft og andre Egenskaber. Naar Luften er udpumpet af Glasklokken, staar denne saa fast paa Tallekenen, at man ikke kan løfte den derfra; det er da den ydre Lufts Tryk, som holder den nede, nu da det indre Modtryk er hævet. De berømte Magdeborgske Halvkugler ere 2 hule Halvkugler, hvis Rande passe nøje sammen; stiller man dem sammen og udpumper Luften af det indre Rum, kunne 2 Mennesker ikke med al deres Magt trække dem fra hinanden (hvis de ikke ere altfor smaa); Her mærkes igjen Luftens Tryk. Heronskuglen er en lille Flaske, halvfylt med Vand; igjennem dens Hals gaar et fint Glasrør et stykke ned i Vandet. Sætter man den ind under Luftpumpens Klokke og fortynder Luften derinde, vil man faa et lille Vandspring, idet Luften inde i Flasken, der nu er tættere end den ydre Luft i Klokken, trykker Vandet op

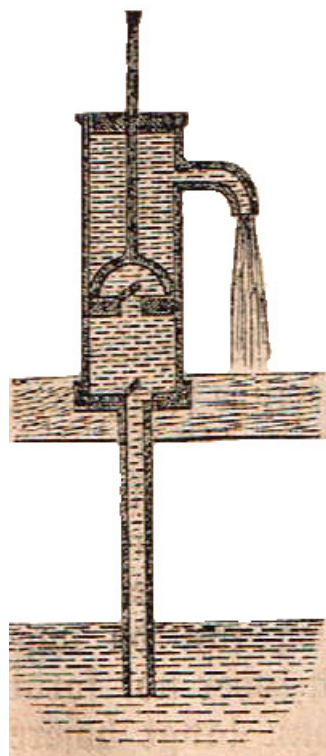
igjennem Røret. Her se vi Luftens Udvidekraft. - Sættes et levende Dyr ind under Luftpumpens Klokke, og Luftem udpumpes, maa Dyret strax dø, fordi det ikke kan

aande; et brændende Lys slukkes derinde af en lignende Grund. En Malmklokke til at ringe med kan slet ingen Lyd frembringe, naar den kommer ind i det lufttomme Rum.

4. Fortætningspumpen. Man kan ogsaa indrette en Pumpe saaledes, at den fortætter Luften i et afsluttet Rum, idet mere og mere Luft indpumpes.. Paa en saadan Fortætningspumpe vender Stemplets Klap nedad; Røret, som gaar hen til Klokken, er ogsaa forsynet med en Klap, som aabnes henimod Klokken; Propstilken mangler. Naar nu Stemplet drages op, lukkes Rørklappen af den Luft, som søger at trænge ud af Klokken; men Stempelklappen aabnes af Luft ovenfra, som trænger ned under Stemplet. Skydes dette ned, lukkes Stempelklappen, og Rørklappen aabnes, saa at all Luften under Stemplet trykkes ind i Klokken til den, der allerede er der i Forvejen. Jo tættere man paa denne Maade faar Luften, desto større bliver dens Udvidekraft; herpaa grunder **Vindbøssen** sig. Dens Kolbe er hul, og deri indpumpes en stor Mængde Luft..En Kugle lægges nederst i Løbet foran Kolben, som er forsynet med en Klap, der kan aabnes indad. Naar Bøssen afskydes, springer en Jernspids frem og giver Klappen et stærkt Stød tilbage; derved farer en Del Luft ud og driver Kuglen foran sig.

Anm. Ved de almindelige Skydevaaben er Virkningen i Grunden ganske den samme, idet der ved Krudtets Forbrænding frembringes en stor mængde Luft, som ved sin Udvidekraft driver Kuglen ud af Løbet.

5. Dykkerklokken. Vender man et Drikkeglas om og sætter Randen ned i Vand, saa har man afspærret Luften derinde fra den øvrige Luft. Trykker man nu Glasset dybere ned, vil Vandet stræbe at trænge op i det; men det forhindres deri af Luften, som gjør Modstand mod Sammentrykning, saa at Vandet kun kan stige lidet. Ganske det samme er tilfældet med **Dykkerklokken**, en stor Kasse, hvis aabne Ende vendes nedad og trykkes dybt ned i Vandet; inde i Luftrummet kan da et Menneske befinde sig uden at drukne, da Vandet kun stiger noget op i Klokken. Dette Redskab anvendes undertiden, naar man vil opsøge noget nede paa Bunden af Havet. Der maa da uophørligt pumpes frisk Luft ned til Dykkeren, dels for Aandedrættets Skyld, dels for at holde Vandet helt udenfor Klokken.



6. Vandpumper. Paa Luftens Tryk og Udvidelse beroer ogsaa nogle Vandpumper, f. Ex. Sugepumpen og Brandsprøjten. Sugepumpen bestaar af et Pumperør og et snævrere Sugerør som med den nederste Ende maa gaa ned i Vand. I Pumperøret kan et Stempel, som har en opad gaaende Klap, bevæge sig; over Nedgangen til Sugerøret ligger ogsaa en opad gaaende Klap. Naar Stemplet drages op, vil Luften i Sugerøret ogsaa udbrede sig i Pumperøret; derved bliver den tyndere og kan ikke holde Ligevægt med den atmosfæriske Luft, som da driver Vandet op i Sugerøret. Trykkes Stemplet ned, lukkes Bundklappen, og Stempelklappen lader Luften under sig slippe ud; hæves da igjen Stemplet, stiger Vandet igjen højere; tilsidst gaar det paa denne Maade igjennem Bundklappen; naar da Stemplet skydes ned, trykkes Vandet op igjennem Stempelklappen, og hæves med Stemplet, naar dette atter drages op; sædvanlig lader man det da løbe ud ad en Sideaabning. Sugerøret kan ikke være mere end en halv Snæs Alen langt; thi vel kan Luften bære en Vandsøjle af 33

Fods Højde, men et saadant Træpumpeværk er aldrig rigtig Lufttæt. Man bruger denne Pumpe til at bringe Vandet op af Brønde, og kalder den da en Post.

Brandsprøiten bestaar af et Pumperør, hvis Stempel er helt, medens der dog er en Bundklap; Røret sættes med den nederst Ende i et Kar med Vand. Naar nu Stemplet hæves, trænger Vandet ind, trykkes Stemplet ned, drives Vandet derimod igjennem en Sideaabning ind i den saakaldte Vindkjedel, et lukket Rum, fyldt med Luft, der ved Vandets Indtrængen sammentrykkes. Et Rør gaar fra Vindkjedlens Bund op igjennem dens Laag, og er der forbundet med et langt Læderrør, Slangen. Naar nu Luften i Vindkjedlen bliver stærkt sammenpresset, driver den (ligesom i Heronskuglen) Vandet med stor Kraft op igjennem Slangen. En indad gaende Klapp i Vindkjedlen forhindrer nemlig Vandet i at trænge tilbage i Pumperøret.

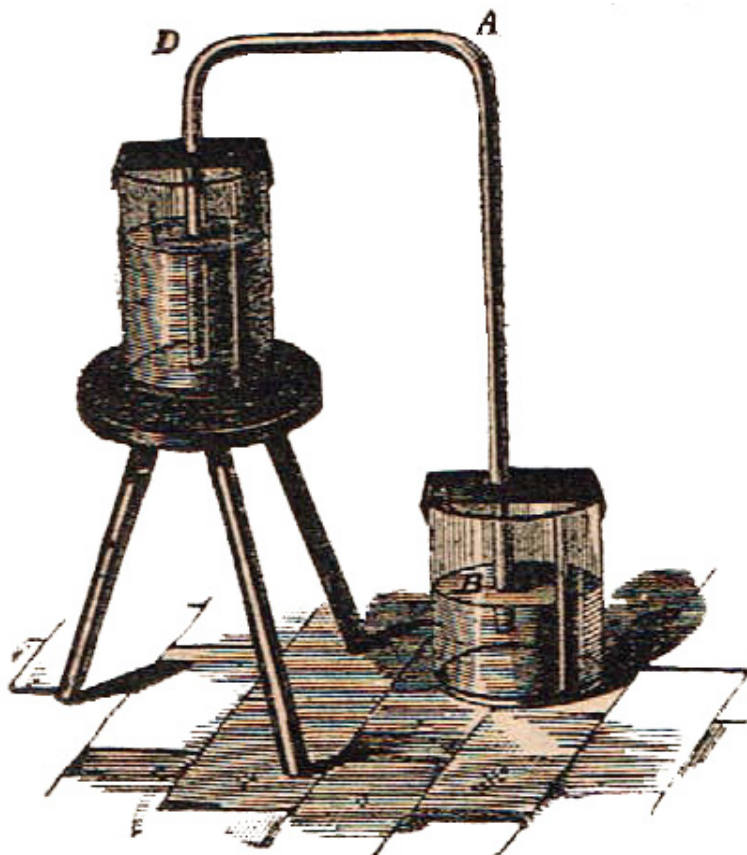
7. Hæverter grunde sig ogsaa paa Luftens Tryk. De mærkeligste ere Stikhæverten og den tobenede Hævert.



Stikhæverten er et aabent Rør, som midt paa er videre, for at kunne rumme mere Vædske; den nederste Ende sættes ned i Vædsken, og man suger med Munden ved den øverste, d. v. s. man udvider Brysthulen og Mundhulen, hvorved Luften derinde fortyndes; derved gaar en Del af den tættere Luft i Hæverten op i Munden; det atmosfæriske Luft driver da Vædsken bagefter. Har man faaet Vædske nok i Hæverten, lukker man med Fingeren den øverste Aabning, og kan da tage Hæverten op uden at Vædsken løber ud, fordi Lufttrykket kunde bære en endnu langt højere Vandsøjle, og den nederst Aabning er saa lille, at der ikke paa en Gang kan komme en Draabe Vædske ud og en Luftboble ind.

Den tobenede Hævert er et bøjet Rør, hvis ene Ende sættes ned i en Vædske, medens man suger hele Røret fuldt af denne. Dersom den frie Gren er længere end det

Stykke af den anden, som er ovenfor Vædsken, vil denne blive ved at løbe op igjennem Hæverten. Begge Vædskesøjler stræbe nemlig paa Grund af Tyngden at synke ned hver til sin Side, men de kunne ikke skilles ad foroven, da herved vilde opstaa et lufttomt Rum, i hvilket Lufttrykket paa Vædsken i Karret strax ville drive Vædsken i den korte Gren tilbage. Vare Vædskesøjlerne lige lange, vilde de derfor blive staaende stille; men er den ene



længere, faar den Overvægt, og drager den anden bag efter sig.

Man bruger især Hæverterne til at udtage Prøver af visse Vædsker, f. Ex. Vin af de store Vintønder.



8. Luftskibet. Dersom man kan skaffe et Lege-
me tilveje, som vejer mindre end et lige saa
stort Rumfang Luft, sa maa det stige opad i
Luften, ligesaavel som et stykke Træ stiger
opad i Vand. Luftskibet er et saadant Lege-
me. Det er en uhyre stor Sæk af fint tæt Tøj,
som fyldes med en Luft, hvis Vægtfylde er min-
dre end Atmosfærens. Man har 2 Slags Lufts-
kibe, det aabne og det lukkede. Det aab-
ne (Montgolfieren) vender Aabningen
nedad, og i denne brænder en Ild; herved udvi-
der Luften sig inde i den store Sæk; en Del af
den gaar ned igjennem Aabningen, og tilsidst
vejer den hele Maskine mindre end den ydre
Luft; den maa da stige opad. Det lukkede
Luftskib (Charlieren), fyldes med en Luft,
som kaldes Brint, og som har en meget mindre
Vægtfylde; det er denne Slags, man mest benyt-
ter, fordi der saa let kan gaa Ild i Montgolfieren.
Naar et Luftskib er stort nok, kan det godt bære
et eller flere Mennesker en Mils Vej op i Luften,
og mange have gjort saadanne Luftrejser. Men

Luftskibet kan ikke styres, saaledes som Skibet paa Havet; man maa lade Vinden føre det, hvorhen den vil.

9. Luftarternes Gjennemsivning. Naar to forskjellige Luftarter ere adskilte ved en porøs Mellemvæg, ville de, ligesom vi hørte om Vædskerne, trænge igjennem denne fra hver sin Side, og blande sig med hinanden, og Virkningen vil vedblive indtil Blandingen paa begge Sider bliver ens. Men ogsaa her vil oftest den ene trænge hurtigere igjennem end den anden, og da gjerne saaledes, at den mindst vægtfyldige strømmer hurtigst igjennem.

Den her omtalte Naturvirksomhed har meget at betyde ved Menneskets og Dyrenes Aandedræt: Blodet, som træder ud i Lungerne, skal nemlig her afgive Kulsyre og derimod modtage Ilt af den atmosfæriske Luft; denne Vexelvirkning foregaar igjennem de fine Hinder, der omgive de mangfoldige Smaarum i Lungerne, som fyldes af Blodet.



Femte Kapitel

Om de faste Legemers Bevægelse

1. Den jævne Bevægelse. Ved denne vedbliver Hastigheden jo, som før anført, at være uforandret. Deraf følger, at der i lige lang Tid gennemløbes lige stort Rum.

Jo større Hastigheden er, desto større maa det gennemløbne Rum blive (naar Tiden er den samme); - og jo mere Tid der anvendes paa Bevægelsen, desto større maa ogsaa Rummet blive (naar Hastigheden er den samme). Heraf følger, at man faar et Begreb om det gjennemløbne Rum ved at multiplicere Hastigheden med Tiden.

Jo større Rum, der er gennemløbet, desto længere Tid maa der være medgaaet; men jo større Hastigheden har været, desto mindre Tid er medgaaet; - heraf følger, at Tiden udfindes ved at dividere Rummet med Hastigheden.

Jo større det gennemløbne Rum er, desto større maa Hastigheden have været; men jo længere Tid der er brugt til Bevægelsen, desto mindre har Hastigheden været. Heraf følger, at Hastigheden findes ved at dividere Rummet med Tiden.

2. Den ujævne Bevægelse. Dennes Hastighed kan enten være voxende eller aftagende.

Den voxende Bevægelse frembringes f. Ex. naar et Legeme falder ned mod Jordens Overflade. I Begyndelsen har Legemet slet ingen Hastighed, men Tyngden virker strax paa det og fører det nedad; den lægger hvert Øjeblik lidt til den allerede opnaaede Fart, saa at denne bestandig voxer, og er størst i det Øjeblik, Legemet støder mod Jorden. For en saadan Bevægelse gjælder ganske andre Love end for den jævne; vi ville betragte den Sag lidt nærmere.

Ved Slutningen af en vis Tidsdel, f. Ex. et Sekund, har Legemet faaet en vis Hastighed. Dersom det havde haft denne lige fra Begyndelsen, maatte det være kommet længere end det er; men det begyndte med Hastigheden 0, og det endte med en Hastighed, som vi ville kalde 32. Dersom det nu fra Begyndelsen havde haft den Hastighed, som ligger midt imellem 0 og 32, altsaa 16, og denne havde været jævn, saa maatte Legemet være kommet ligesaa langt som det nu er. Ved Forsøg har man fundet, at et fritfaldende Legeme gennemløber henved 16 Fod i 1ste Sekund; men ifølge det før anførte maa Sluthastigheden da være dobbelt saa stor, eller 32. Dersom Tyngden nu ophørte at virke maatte Legemet ifølge sin Uvirksomhed vedblive Bevægelsen med den opnaaede Fart, og altsaa (med en jævn Hastighed) i 2det Sekund gennemløbe 32 Fod. Men Tyngden vedbliver, og lægger lige saa meget til Fart og Rum som i 1ste Sekund, hvorfor Farten ved Slutningen af det 2det Sekund maa blive 64, og det gennemløbne Rum 48. I 3die Sekund begyndes med Hastigheden 64, og uden Tyngdens hjælp vilde Rummet blive 64 Fod, med Tyngdens Hjælp 16 Fod mere, altsaa 80; til Hastigheden maa der, ligesom i de foregaaende Sekunder, lægges 32; den bliver altsaa ved Slutningen af 3die Sekund 96. Paa samme Maade bliver Rummet for 4de Sekund 112 og den opnaaede Hastighed 128. Forholdene ville altsaa stille sig saaledes:

1ste Sekund	Opnaaet Hastighed	32,	gjennemløbet Rum	16
2det -	" "	64,	" "	48
3die -	" "	96,	" "	80
4de -	" "	128,	" "	112
5te -	" "	160,	" "	144
6te -	" "	192,	" "	176

o. s. v.

Heraf ses, at man finder den opnaaede Hastighed for et vist Sekund ved at multiplicere 1st Sekunds Hastighed med det forlangte Sekunds Nummer; og det gennemløbne Rum ved at multiplicere 1ste Sekunds Rum med 1, 3, 5, 7, 9, 11 o. s. v., alt efter Sekundets Nummer. F. Ex. Hvor stor er Hastigheden efter 6 Sekunders Forløb? Svar: 6×32 eller 192. Hvor stort er det gennemløbne Rum i det 4de Sekund? Svar: 7×16 eller 112 Fod.

Spørges der nu om det gennemløbne Rum i et vist antal Sekunder, da behøver man blot at lægge de enkelte Sekunders Rum sammen; men man kan hurtigere komme til Sagen ved følgende Betragtning. I 2det Sekund er Rummet 3 Gange saa stort som i 1ste; i begge Sekunder bliver det altsaa 4 Gange saa stort; i 3die Sekund er det 5 Gange større end i 1ste, altsaa bliver det i 3 hele Sekunder $1 + 3 + 5$ eller 9 Gange det første Sekunds Rum; saaledes bliver det endvidere i 4 Sekunder $1 + 3 + 5 + 7$ eller 16 Gange større o. s. fr. Altsaa:

I 2 Sekunder er Rummet 4 Gange større end i det 1ste Sek.

" 3 - " - 9 - " " -

" 4 - " - 16 - " " -

" 5 - " - 25 - " " -

" 6 - " - 36 - " " -

o. s. v.

Man multiplicerer altsaa Sekundernes Antal med sig selv, og med dette Tal multipliceres 1ste Sekunds Rum. F. Ex. Hvor langt er Legemet faldet efter 7 Sekunders Forløb? Svar: 49 Gange 16 eller 784 Fod.

Den aftagende Bevægelse fremkommer, naar et Legeme kastes lodret opad. Kraften, hvormed det opkastes, giver det en vis Begyndelseshastighed; men Tyngden begynder strax at drage Legemet i modsat Retning, hvorved Hastigheden formindskes, i hvert Sekund 32. Har altsaa Legemet en Begyndelseshastighed af 160 Fod, vil Slutningshastigheden for 1ste Sekund være 128, for 2det 96, for 3die 64, for 4de 32 og for 5te 0; nu kan det altsaa ikke stige højere; det begynder da at falde, og opnaar efter 1ste Sekund Hastigheden 32, efter 2det 64, efter 3die 96, efter 4de 128 og efter 5te 160 Fod, som netop var Opkastningens Begyndelseshastighed. Et Opkastet Legeme er altsaa lige længe om at stige og falde, og det støder mod Jorden med samme Fart som det opkastes.

Efter disse Love kan man beregne, hvorlænge et Legeme maa være om at gennemfalde et vist Rum, hvor stor dets opnaaede Hastighed derved bliver, hvor langt det falder i en vis Tid, hvorlænge det holder sig i Luften, naar det opkastes med en vis Hastighed, hvor højt det derved stiger o. s. v. Men ved nøjagtige Beregninger bruger man ikke Grundtallene 16 og 32, men $15\frac{5}{8}$ og $31\frac{1}{4}$, fordi disse ere nøjagtigere.

3. Pendulbevægelsen. Denne er ogsaa en Art ujævn Bevægelse, men den er krumliniet. **Pendulet** er et Legeme, som ophænges ved en Snor eller en tynd Stang, saaledes, at det frit kan svinge frem og tilbage. Saalænge det er i Hvile, vil det paa Grund af Tyngden hænge lodret; bringes det nu ud til den ene Side, stræber Tyngdepunktet efter at indtage det nederse Sted; da det nu ved Snoren forhindres fra at synke lige ned, maa det bevæge sig i en Cirkelbue og med voxende Hastighed hen til Ligevægtsstillingen. Naar det ankommer i denne, har det opnaaet en vis Hastighed, med hvilken det paa Grund af Uvirksomheden gaar over til den anden Side med aftagende Hastighed; derpaa svinger det tilbage, og vedbliver saaledes at bevæge sig, indtil Luftens Modstand og Gnidningsmodstanden standser det.

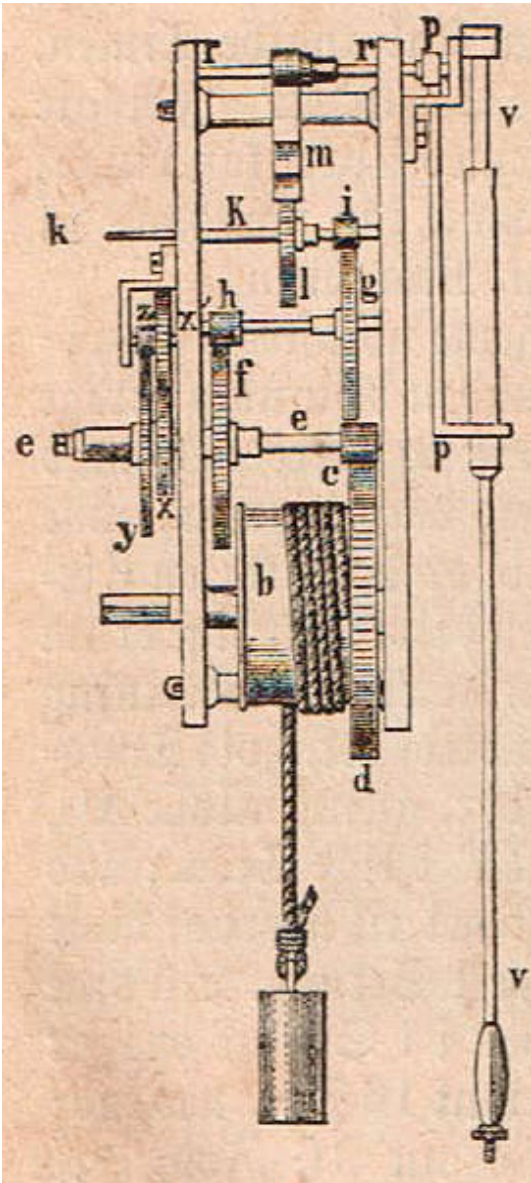
Naar 2 Penduler ere lige Lange, svinge de lige hurtigt uden hensyn til deres Vægt eller til Udsvingets størrelse. Vægten kan ikke have Indflydelse paa Bevægelsen; thi ligesaa mange Gange et Pendul vejer mere end et andet, er der rigtig nok mere Bevægelseskraft, men denne skal jo sætte en saamange Gange større Masse i Bevægelse. Udsvingets størrelse er ogsaa uden kjendelig Virkning; thi vel skal der ved et større Udsving gjennemløbes et større Rum, men Faldhastigheden er ogsaa større, fordi Tyngden kan ved Faldets Begyndelse komme til at virke mere lodret. Derimod har Længden en afgjørende Indvirkning paa Svingningens Varighed; jo kortere et Pendul er, desto hurtigere svinger det, og det saaledes, at det maa være 4 Gange kortere for at svinge dobbelt saa hurtigt, 9 Gange kortere for at svinge 3 Gange hurtigere, 16 Gange kortere for at svinge 4 Gange hurtigere o. s. v., eller Svingningstiden maa multipliceres med sig selv for at antyde Pendulets Længde.

Et Pendul, som er 38 Tommer langt, udfører en Svingning i et Sekund, og kaldes derfor et Sekundpendul. Skal et Pendul nu f. Ex. bruge 4 Sekunder til en Svingning, maa det altsaa være 16 Gange 38 eller 608 Tommer eller over 25 Alen langt. Skulde et andet udføre 4 Svingninger i et Sekund, maatte det være 38 divideret med 16 eller $2\frac{3}{8}$ Tomme langt.

Pendulet bruges til at maale Tyngden med, og til at give Uhrene en regelmæssig Gang.

Naar Pendulet er bragt ud af sin lodrette Stilling, er det Tyngden, som drager det tilbage igjen. Jo større altsaa Tyngden er, desto hurtigere maa Pendulet svinge, eller dersom det skal svinge med samme Hastighed, maa det gjøres længere. Nu er Tyngden virkelig lidt forskjellig paa forskjellige Steder af Jorden; i nærheden af Ækvator er den mindst, og tiltager efterhaanden op mod Polerne. Forskjellen maales med Sekundpendulet; jo længere dette maa være, jo større er Tyngden; imidlertid beløber hele Forskjellen sig kun til et Par Linier.

Langt vigtigere for det daglige Liv er Pendulets benyttelse i Uhrene. Da Pendulets Svingninger ere ligetidige, maatte man efter dem kunne bestemme et Uhre's Gang, som derved altsaa blev ganske regelmæssig. Uhret er et sammensat Hjulværk, i hvilket det ene Hjul griber ind i det andet ved Takkerne paa Omkredsen. Det Hjul, som har det mindste Antal Takker, bringes derved til at gaa hurtigere; det Hele sættes i Bevægelse ved et tungt Lod, ophængt i en Snor, der er viklet omkring



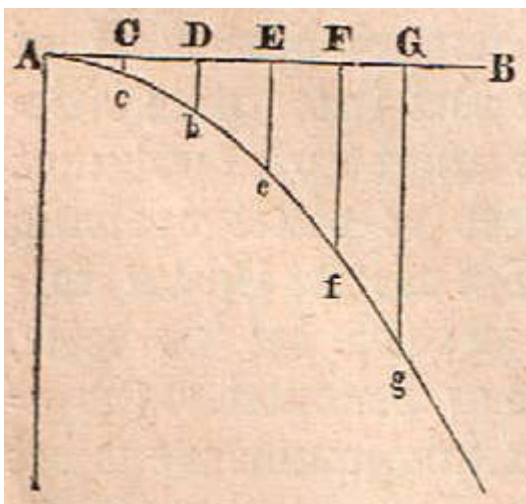
Valsen b. Det øverste Hjul l kaldes Ganghju-
let; det er dette, som paavirkes af Pendulet, og
tvinges til at gaa langsommere end det ellers
vilde, og tillige regelmæssigt. Pendulet v staar
nemlig i Forbindelse med en Gaffel m, hvis
Flige under Svingningen afvejlende gribe fat
paa højre og venstre side af Ganghjulets Takker,
saa den ene Flig griber ind i Hjulet, naar den
anden slipper det. Da nu Ganghjulet staar i
Forbindelse med alle de andre Hjul, maa disses
Bevægelse rette sig herefter; Pendulet selv
holdes i Gang derved, at Gaffelen ved hver
Svingning faar et lille Tryk af Ganghjulet, der
paa Grund af det tunge Lod stræber at gaa
hurtigere end det faar Lov til; hvis dette ikke
indrettedes saaledes, maatte Pendulet jo snart
gaa istaa.

I Lommeuhrene kan man hverken have
Pendul eller Lodder; der maa en spændig Staal-
fjeder drive Værket, og en anden ved at svinge
ud og ind nøjagtiggjøre Gangen.

Et Uhr er et meget kunstigt og sammensat
Instrument; skal det ogsaa slaa, maa der foru-
den Gangværket være et Slagværk, som dri-
ves af et særskilt Lod, men dog staar i nøje For-
bindelse med Gangværket. Hertil kommer, at
Uhret skal have mere end en Viser; disse Visere
skulle bevæges med forskjellig Hastighed, da en

af dem skal angive Timen, en anden Minutet, ja maaske en tredie Sekundet. I nogle
Uhre er der tillige en lille Klokke, hvormed Uhret kan ringe; saadanne kaldes
Vækkeuhre, fordi man kan faa dem til at ringe til et bestemt Klokkeslet om
Morgenen.

4. Kastebevægelsen. Naar et Legeme udkastes i vandret Retning, vil det paa
Grund af Tyngden bestandig afvige fra den lige linie, idet det bøjer sig mere og mere

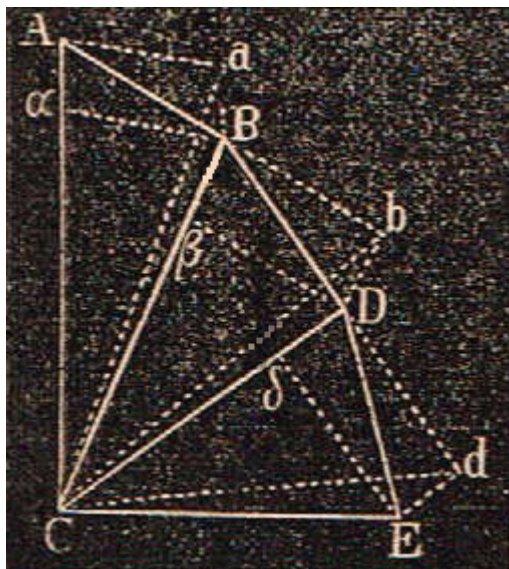


ned mod Jorden. Den derved fremkomne krum-
me Linie er dog ikke en Cirkelbue, thi den bliver
ikke lige krum overalt. Skulle Legemet's Retning
være AB, saa vilde det, hvis Tyngden ikke var
der, gennemløbe AC, CD, DE og EF i lige Ti-
der; lad os antage, at det til hvert af disse Rum
behøvede 1 Sekund. Nu vide vi, at Tyngden i 1
Sekund drager Legemet omtrent 16 Fod ned ad;
er Linien Cc nu 16 Fod, vil Legemet ved Slut-
ningen af 1ste Sekund ikke være i C, men i c.
Efter 2 Sekunders Forløb har Tyngden draget
Legemet 4 Gange 16 Fod ned; det vil derfor

komme til d istedetfor til D ; og saaledes vil det ved Slutningen af det 3die Sekund komme til e , der ligger 9 Gange 16 Fod lige under E ; i det 4de til f , 16 x 16 Fod under F o. s. v. En Linie, der er krummet paa den Maade, kaldes en *Parabel*. Ogsaa naar Udkastningslinien er skraa op ad eller ned ad, vil Legemet gjennemløbe en parabolisk Bane.

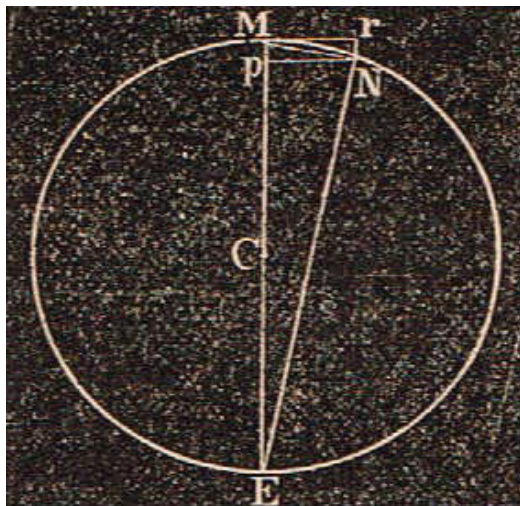
I det daglige Liv maa man ikke sjelden tage Hensyn hertil, Skydegevæerne indrettes saaledes, at Kuglens Retningslinie gaar op over den Linie, hvori man sigter; thi ellers vilde man altid træffe for lavt. Ved Lovene for Kastebevægelsen bliver det muligt at udregne den Bane, en udskudt Bombe vil følge, naar man tillige kjender Krudtets Kraft, Bombens Vægt og Luftens Modstand.

5. Omløbsbevægelsen. I forrige Tilfælde virkede Tyngden under hele Bevægelsen lodret, altsaa i ens Retning. Vi skulle nu se, hvorledes Bevægelsen bliver, naar Tiltrækningerne ikke hele Tiden gaa i samme Retning. Vi ville tænke os, at Tiltrækningen udgik fra Punktet C , Legemet blev ved en anden Kraft kastet i Retningen Aa , og vilde komme til a i den Tid, Tiltrækningen vilde føre



det til a ; det gaar da, som vi vide, til ingen af Siderne, men i Retningen AB . Naar det da er kommet til B , Virker Tiltrækningen i en anden Retning end før, nemlig ned mod C , medens Legemet nu har faaet Bestræbelse til at fortsætte sin lige Vei henimod b ; følgen bliver, at det i næste Tidsdel kommer til D , i den paafølgende til E o. s. v., og saaledes vil det gaa helt rundt om det tiltrækkende Punkt C , og kommer tilsidst tilbage til det Punkt, hvorfra det gik ud; det har da gjennemløbet en krum Linie, der i de fleste Tilfælde vil blive noget aflang, en saadan kaldes en *Ellipse*; den er krummest paa de to Steder, hvor den er allerlængst borte fra Tiltrækningspunktet og allernærmest derved.

Det er i saadanne Ellipser, Planeterne og Kometerne bevæge sig omkring Solen, og Maanerne omkring Planeterne. Men ofte er en Planet- eller Stjernebane kun ganske lidet aflang, saa at den næsten kan betragtes som en *Cirkel*; derimod ere Kometernes Baner gjerne overordentlig langstrakte.



6. Midfjernkraften. Naar et Legeme bevæger sig omkring et andet, enten det nu er i en Cirkellinie eller en Ellipse, saa vilde det, hvis Tiltrækningen i et bestemt Øjeblik M ophørte, gaa fremad i den Retning, det i dette Øjeblik har, altsaa henimod r . Derved vilde det i en vis Tidsdel komme til r istedenfor til N , altsaa længere bort fra Midtpunktet. Denne Bestræbelse kaldes *Midfjernkraften* eller *Centrifugalkraften*, og vi mærke den, naar vi f. Ex. svinge en Sten rundt, der er fastgjort i et Baand; thi Stenen kan blive ved at holde Baandet ud-

strakt selv naar den befinder sig lodret over Haanden; Midfjernkraften er altsaa istand til at overvinde Tyngden, naar blot Bevægelsen er hurtig nok, thi den bliver større tilligemed Hastigheden, saaledes at naar denne bliver 2 Gange større, bliver Midfjernkraften 4 Gange større; en 3 Gange større Hastighed giver en 9 Gange større Midfjernkraft o. s. v. Herpaa beror det ogsaa, at man kan svinge et Glas Vand hurtigt rundt, uden at Vandet løber ud, eller en Skilling i den flade Haand, uden at den falder ned. Løber eller rider man hurtigt rundt i en Kreds, maa man hælde sig ind imod Kredsen, da Midfjernkraften ellers vilde bringe En til at falde udad.. Paa denne Kraft beror det endvidere, at Jorden og de andre Planeter ikke ere rigtige Kugler, men noget langagtige; de have nemlig engang været flydende; da de saa kom til at bevæge sig rundt, bragte Midfjernkraften de Dele, som laa nærmest omkring Ækvator, længe-re bort fra Axen. Forskjellen mellem Jordens største og mindste Gjennemsnit er næsten 6 Mile.

7. Den almindelige Tiltrækning. Vi have hørt, at alle Legemer have Tyngde, eller Bestræbelse efter at falde lodret ned mod Jorden; og vi kunne indse, at Aarsagen hertil maa være en Tiltrækning, som Jorden udøver paa dem. Men vi kunne bevise, at der hos alle Legemer findes en saadan Tiltrækning; vi kalde den derfor den almindelige Tiltrækning. Man har saaledes iagttaget, at naar et Lod ophænges i en lang Snor ved Siden af et Bjerg, bliver det draget lidt ind mod Bjerget, saa at Snoren ikke bliver ganske lodret. Endvidere har man fundet, at naar to smaa Legemer fastgjøres til Enderne af en lang letbevægelig Vægtstang, vil et stort Legeme, som bringes i Nærheden af det ene lille, drage dette henimod sig. Man har gjort saadanne Forsøg med mange hundrede Slags Legemer, og altid set den samme Virkning. Deraf kan man altsaa med Sikkerhed vide, at Tiltrækningskraften boer i alle Legemer. I de fleste Tilfælde mærke vi den slet ikke, men det er fordi Jorden er saa uhyre stor i Sammenligning med alle Legemer paa dens Overflade, at dens Tiltrækning næsten uendeligt overgaaer disses.

Men dersom alle Legemer udøve denne Tiltrækning, saa maa ogsaa Himmellegermerne indvirke paa hinanden i denne Henseende. Og at dette er saaledes, derom giver en af de mærkeligste Naturbegivenheder paa Jorden et storartet Vidnesbyrd. Denne Begivenhed er Ebbe og Flod. Det er en bekjendt Sag, at Vandet i de store Have til ganske bestemte Tider hæver sig og skyller op paa de tilgrænsende Lande, medens det siden ligesaa regelmæssigt træder tilbage fra Kysterne. Stigningen kaldes Flod, Synkningen Ebbe. Men denne store Vandbevægelse følger nøjagtigt Maanens Gang omkring Jorden, saa at man i forvejen til Time og Minut kan bestemme, naar Floden eller Ebben vil være paa sit Højeste. Det maa altsaa være Maanens Tiltrækning paa den flydende Masse, der bevirker Flod paa de Steder af Jorden, den staar lige over; men naar Vandet nu her hæver sig, maa det naturligvis synke paa andre Steder, der altsaa i det Øjeblik have Ebbe. Ogsaa Solens Tiltrækning paa Jorden ses ved samme Lejlighed; thi naar den og Maanen staa lige for hinanden og Jorden, bliver Floden højere og Ebben lavere (ved Nymaane og Fuldmaane); Floden kaldes da Springflod; ved første og sidste Kvarter vilde derimod Solen frembringe Ebbe, hvor Maanen frembringer Flod, men da Solens Virkning paa Grund af dens overordentlig store Afstand maa blive mindre kjendelig end Maanens, har dette blot tilfølge, at Floden bliver svagere; den kaldes Nipflod. Ved Danmarks Kyster mærkes Flod og Ebbe især i Nordsøen og

Kattegattet; men her er den ogsaa saa betydelig, at man ved Slesvigs Vestkyst paa mange Steder kan gaa en hel Mil ud i Havet i Ebbetiden. At Maanen frembringer Flod to Gange i Døgnet paa samme Sted, kommer af, at der maa blive Flod baade paa det Sted, som ligger den nærmest, og det, der samtidigt er den fjernest paa Jordens modsatte Side.

Men har Maanen Tiltrækning paa Jorden, saa maa Jorden udøve en langt stærkere Tiltrækning paa Maanen, da den er 50 Gange saa stor. Dette er ogsaa aldeles afgjort. De Stjernekyndige fortælle os, at Maanen paa den Side, der vender mod Jorden, har en umaadelig stor Ophøjning, der gjør, at den slet ikke kan faa Lov til at dreje den anden Side til. Denne Ophøjning maa være frembragt ved Jordens Tiltrækning. Ja selve Maanens Gang om Jorden er et Bevis for Tiltrækningen; thi var denne ikke, vilde Maanen gaa frem i en lige Linie.

Men udvide vi nu Blikket til de fjernere Himmelkloder, saa indse vi, at det atter maa være den almindelige Tiltrækning, som bringer de andre Planeters Maaner til at vandre i deres regelmæssige Baner om Planeterne, og som atter fører disse i deres mægtige Kredsbevægelser om Solen. Det, som vi her paa Jorden kalde Tyngde, er altsaa kun en enkelt Ytring af den Verdenskraft, der holder Himmelkloderne og dermed hele Skabningen i Ligevægt.

Sjette Kapitel

Om de flydende Legemers Bevægelse

1. Vædskers Fald og Udstrømning. Omendskjøndt **Vædskerne**s Bevægelse i Hovedsagen maa foregaa efter de samme Love som faste Legemers, saa følger det dog af de flydende Legemers Natur, at der i Enkelthederne vil vise sig ikke faa Forskjelligheder. Betragt vi f. Ex. en Vædske, som falder ned mod Jorden, saa ville vi ganske vist se, at dens Hastighed bliver jævnt voxende, at den i 1ste Sekund falder $15\frac{5}{8}$ Fod o. s. v., men vi se tillige, at den, naar Faldet er nogenlunde højt, forneden skiller sig ad i Draaber. Dette beror derpaa, at de forreste Dele have opnaaet større Hastighed end de efterfølgende, og derfor løsrive sig fra disse, saa snart Hastigheden bliver saa stor, at Sammenhængskraften kan overvindes.

Lader man en Vædske strømme ud igjennem en Aabning paa Bunden af et Kar, og vedligeholder dens Højde ved Tilgydning, saa finder man for det Første, at de Dele, der ligger lige over Aabningen, synke lodret ned igjennem denne; de andre glide først lige ned, derpaa bøje de sig henimod Aabningen, og forene sig i denne med de første. Men denne Tilstrømning fra Siderne gjør, at Vædskestraalen nedenfor Aabningen trækker sig noget sammen, hvilket atter har til Følge, at der i en vis Tid ikke udløber saa megen Vædske, som man skulde tro efter Aabningens Størrelse. I Aabningen maa Delene have opnaaet en saa stor Hastighed, som et Legeme faar ved at falde igjennem Rummet fra Overfladen ned til Aabningen. Jo hø-

jere derfor Vædsken staar i Karret, desto større er Udstrømningshastigheden, og desto mere Vædske løber ud i en vis Tid.

Aabningen kunde gjerne være anbragt paa Siden af Karret; saaledes er det f. Ex. med Øltønder, og Udstrømningen vil alligevel foregaa paa samme Maade; ja Aabningen kan endog ved hjælp af et krummet Rør vende op ad, og vi faa da, hvis Vædskehøjden er nogenlunde stor, et Vandspring. Dette skulde egentlig blive saa højt, som Afstanden fra Vædskens Overflade til Aabningen, men det bliver aldrig saa højt, fordi de forreste Dele, hvis Hastighed er mindre de efterfølgendes, trykke paa disse, og forsinke dem.

2. Vædskers Modstand mod Bevægelse. Naar et fast Legeme bevæger sig igjennem en Vædske, gjør denne Modstand imod hint, eller udøver et Tryk mod det. Størrelsen af dette Tryk vil bero paa Legemets Størrelse, Hastighed og Figur. Hvad Størrelsen angaar, da er det tydeligt, at jo flere Legemsdele der støde an imod Vædsken, desto mere Modstand maa denne gjøre, og at altsaa et Legeme, med dobbelt saa stor Flade mod Vandet lider et dobbelt saa stort Tryk. Bliver Hastigheden større, saa træffer Legemet ikke alene imod flere Vædskedele i samme Tid, men hver af disse støder ogsaa an med større Hastighed; deraf følger, at den dobbelte Hastighed foraarsager en 4dobbelte Modstand, en 3dobbelte Hastighed en 9dobbelte Modstand o. s. v. Endelig beror Hastigheden paa Legemets Figur. Er denne tilspidset eller tilskærpet, bliver Modstanden mindre, fordi Vædskedelene da træffe skraat mod Legemet; vender Fladen lige mod Vædsken er Modstanden større. Det er af denne Grund, at Skibe gjøres smallere fortil; det er sikkert af samme Grund, at Fiskenes og Havpattedyrenes Legeme er tyndest ved Enderne. Disse Love gjælde ogsaa, naar Legemet ligger stille, og Vædsken bevæger sig. I Bække og Strømme udøver det rindende Vand bestandig et Tryk mod Bunden og Siderne; hvor disse nu bestaa af løs Jord, føres en Del af denne bort med det hurtigt flydende Vand; senere synker det tilbunds, hvor Floden bliver meget bred, og Vandet næsten roligt, f. Ex. ude i Flodens Munding, hvor der i Tidernes Løb efterhaanden danner sig Grunde og Øer. Hvor Floden er smallest, løber den hurtigst, fordi der i samme Tid skal passere lige saa meget Vand der igjennem som gjennem de bredere Dele af Floden.

Paa Vandets Tryk mod faste Legemer beror Bevægelsen af Baade, Vandmøller og Dampskibe. En Baad roes fremad derved, at de flade Aareblade trykkes tilbage mod Vandet, hvis Modstand da driver Baaden frem. Vandmøllehjulet drejes rundt derved, at Vandet flyder hen paa de brede Skovle eller Skuffer, som ere anbragte paa Hjulets Omkreds. Paa Dampskibet er enten ogsaa et Par saadanne store Skovlhjul, som gaa et stykke i Vandet, og som drejes rundt ved Dampens Kraft, eller ogsaa nogle store skævt bøjede Skovle under Vandet, som bevæges hurtigt rundt, hvorved Vandets Modtryk driver Skibet frem. Det første Slags Dampskib kaldes Hjulskibe, de andre Skrueskibe. Fiskenes Bevægelse foregaa derved, at de slaa den store brede Hale tilbage imod Vandet, og naar et Menneske svømmer i Vandet, støder han Haandfladerne og Fodfladerne tilbage og tillige lidt nedad, hvorved Legemet baade holdes oppe og bevæges frem.

3. Bølgebevægelse i Vædsker. Naar Havet er ganske roligt, er dets Overflade fuldkommen jævn. Begynder det nu at blæse, saa vil Luften paa nogle Steder trykke lidt mere paa Vandet end paa andre; men hver Gang der fremkommer en lille For-

dybning i Overfladen, ville de omliggende ophøjede Dele meddele det Modtagne Tryk til Nabodelene, som derfor ogsaa ville hæve sig. Men paa Grund af den modtagne Hastighed ere de første komne videre end til Ligevægtpunktet; de trække sig derfor tilbage, saa at der fremkommer en Fordybning, hvor Forhøjningen før var, medens de sidst ophøjede Dele atter bringe nye foranliggende Dele til at hæve sig, o. s. v. Bølgen bestaar altsaa af en Ophøjning, Bølgebjergene, og en Fordybning, Bølgedalen, og den skrider frem saaledes, at bestandigt nye Dele hæve sig, idet de gaa noget fremad, medens de bagved liggende sænke sig, idet de gaa noget tilbage. Det er altsaa ikke Vandmassen selv, der skrider frem, men kun Bølgningen, ligesom det paa en bølgende Kornmark ikke er Axene, men kun deres Ophøjninger og Nedsynkninger, der bevæge sig hen over Marken. Derfor bliver et Skib paa Havet heller ikke ført bort af en stor Bølge, men kun skudt lidt frem, idet det løftes op, og draget noget tilbage, idet det synker ned, saa at det omtrent vil gjenneumløbe en Cirkel. Afstanden fra den ene Bølgetop til den anden kaldes Bølgens Brede. Kun de Bølger, som gaa med Vinden, kunne opnaa nogen betydelig Størrelse; de andre udjævnes efterhaanden af Vinden. Ved Kysterne ser man rigtignok Bølgerne slaa mod Land, hvordan Vinden endog er, men dette beror paa, at Landet giver Bølgen Læ, saa at Vinden, om den end kommer lige fra Land, stryger hen over Bølgen i en større Højde.

Bølgebevægelsen strækker sig paa Grund af Vandets Bevægelighed langt ned under Overfladen, saa at ogsaa de dybt liggende Dele komme i cirkelformige Bevægelser; kun i et meget dybt Hav kan Vandet nede ved Bunden være i fuldkommen Ro, medens der foroven er stærk Bølgegang.

Naar store Bølger komme hen til et Sted i Havet, hvor Vandet er grundt, f. Ex. til en Sandbanke, et Skær eller til den flade Kyst, saa vil den fremadskridende Bevægelse af de nederste Vanddele i Bølgebjergene hæmmes ved Gnidningen mod Bunden, medens de øverste bevæge sig med uformindsket Hastighed. Derved blive Bølgebjergene stejlere og brydes tilsidst, d. v. s. vælte ind over Landet og kaste Skibe eller hvad de ellers træffe paa, med stor Kraft imod Kysten. Saadanne Bølgebrud kaldes Brændinger, og disse er meget farlige for de Søfarende. Heldigvis kunne de ses i afstand, thi idet Vanddelene rive sig løs fra hverandre, træder der Luftdele ind imellem dem, og danner en utallig Mængde smaa Blærer, det saakaldte Skum, ligesom naar man pidsker Sæbevand med et Ris.

Det er mærkeligt, at Bølgningen forhindres, eller dog svækkes, naar man gyder Olie paa Vandet. Dette har været bekjendt lige fra Oldtiden, men man er ikke ganske enig om Aarsagen til denne Virkning. Det er sandsynligt, at Oliegrenen er blevet et Sindbillede paa Fred, netop fordi Olien saaledes kan dæmpe det vilde brusende Hav.



Syvende Kapitel

Om de luftformige Legemers Bevægelse

1. Luftens Udstrømning. Ogsaa **Luftens Bevægelse** maa følge de samme Hovedlove, som de faste Legemers, men dog, ligesom Vædskernes, med enkelte Smaaforandringer. Strømmer Luften ud ad en Aabning, saa vil den ikke, som Vædsker, skilles ad i Draaber; derimod vil dens Udstrømningshastighed, ligesom Vædskernes, rette sig efter det Tryk, som svarer til hele Atmosfærens Højde. Man kan derefter beregne, at den atmosfæriske Luft udstrømmer i et lufttomt Rum med en Hastighed af 1260 Fod i Sekundet.

2. Luftens Modstand mod Bevægelse. Bevæger et fast Legeme sig igjennem Luften, eller denne bevæger sig imod hint, saa udøves et Tryk mod Legemet, der vil forholde sig som dettes Overflade, Hastigheden multipliceret med sig selv, og desuden bero paa Legemets Figur. Man har ved Forsøg udfundet, at et Legeme med en Sideflade af en Kvadratfod, der vender lige imod Luften, lider ved en Hastighed af 1 Fod i Sekundet et Tryk af $\frac{1}{500}$ Pund; hvorimod en Kugle, hvis Gjennemsnit er 1 Fod, ved samme Hastighed kun møder en Modstand af $\frac{1}{1600}$ Pund. Er Legemet endnu mere tilspidset, bliver Modstanden mindre; derpaa beror Anvendelsen af Spidskugler. Bliver Hastigheden stor, saa voxer Modstanden endnu stærkere end ovenfor angivet, fordi Luften foran Legemet ikke hurtigt nok kan komme til Side, og derved sammentrykkes. Saaledes skulde en Kugle med 1 Fods Gjennemsnit, naar den fik en Hastighed af 100 Fod i Sekundet, efter Beregningen lide et Tryk af $6\frac{1}{4}$ Pund, medens det i Virkeligheden bliver henved 7 Pund.

Paa Luftens Modstand beror Sejlskibenes og Vindmøllernes Bevægelse. Naar et Skib har Medvind, stilles Sejlene paa tværs, saa at Vinden kan virke lodret paa dem. Kommer Vinden derimod fra Siden, stilles Sejlene paa skraa, med den forreste Kant imod Vindsiden; Trykket paa Sejlene kan da opløses i et, der virker tværs paa Skibet, og et andet, der virker i den Retning, Skibet skal sejle. Det første bevirker rigtignok, at Skibet driver noget til Siden, men paa Grund af dets Figur bliver dog den fremadgaaende Bevægelse den langt overvejende. Paa Vindmøllerne stiller man ogsaa Sejlene skraat, idet den forreste Kant af Vingerne krummer sig noget om imod Vinden; herved trykkes Vingerne rundt. Fuglenes Flugt i Luften beror paa dennes Modstand imod Vingefladerne; Drengenes Papirsdraager stilles saaledes, at den forreste Del ligger højest; naar nu Vinden blæser hen under Dragen, virker den skraat imod den; den ene Sidekraft løfter den da bestandigt op. Ved hjælp af Faldskærmen, der er indrettet næsten som en meget stor Paraply, kan man uden Fare springe ned igjennem Luften fra de højeste Steder, ja fra et Luftskeib i en nok saa stor Højde; thi Luftens Modstand vil forhindre Legemet i at faa nogen stor Hastighed.

Ottende Kapitel

Om Lyden

1. Bølgebevægelse i Luften. Ligesom der kan fremkomme Bølger i Vædskerne, saa kan Luften ogsaa sættes i bølgeagtige Bevægelser derved, at nogle Luftdele fortættes, andre fortyndes. Sker nemlig en Fortætning et eller andet Sted i Luften, vil den forplante sig til Nabodelen; disse meddele den igjen til deres Nabodele o. s. v., men strax efter Fortætningen maa følge en Fortynding, da Luften ikke kan sammentrænges paa eet Punkt, uden at den nærmest liggende Luft fortyndes. Fortætningen bliver her Bølgebjerget, Fortyndingen Bølgedalen, og afstanden mellem 2 Fortætninger eller Fortyndinger Bølgebredden. Det er disse Luftbevægelser, som naar de foregaa med tilstrækkelig Hurtighed, frembringe det Indtryk paa os, vi kalde **Lyd**.

Jo tættere Luften nu er, desto kraftigere maa disse Virkninger blive; dette se vi ogsaa deraf, at en Klokke i et luftfortyndet Rum kun lyder svagt, og at man i Luftskeibe højt over Jordens Overflade, ligesom oppe paa høje Bjerge neppe kan høre hinandens Raaben. I et ganske lufttomt Rum kan aldeles ingen Lyd frembringes.

2. Lydens Hastighed og Udbredelse. Naar vi i nogen Afstand se en Person slaa med en Kølle eller Hammer imod et andet Legeme, saa mærke vi strax, at Lyden behøver Tid for at komme hen til os; thi vi se Køllen slaa mod Legemet nogle Øjeblikke før vi høre Slaget. Jo længere Personen er borte, desto længere bliver denne Mellemtid; dersom han var omtrent 1100 Fod borte, vilde det vare 1 Sekund, inden vi hørte Lyden. I 22 Sekunder vil Lyden paa Grund heraf forplante sig 1 Mil bort. Men i Vandet sker Forplantelsen over 4 Gange saa hurtigt, og i Jern omtrent 10 Gange saa hurtigt. I de fleste Tilfælde er det dog den gennem Luften forplantede Lyd, vi høre, fordi vort Øre i Reglen kun er i Berøring med den.

Frembringes Lyden paa et bestemt Sted i Rummet, vil den, dersom ingen Hindringer forefindes, udbrede sig til alle Sider, og derved maa den naturligvis blive svagere, jo længere den kommer bort fra sit Udgangspunkt. Lader man den derimod gaa igjennem et snævert Rør, saa forhindres dens Udbredelse til Siderne, og den kan da næsten usvækket gaa saa langt det skal være. Et saadant Rør kaldes et **Talerør**.

Raaberen er ogsaa et Slags Talerør; den er videre i den ene Ende; den Talende frembringer Lyden i den snævre Ende. Den breder sig da vel noget ud, men kan dog forplantes et temmelig langt Stykke uden kjendelig Svækkelse. Høretragten kan betragtes som en omvendt Raaber, hvis snævre Ende sættes ind i Øret, medens den Talende frembringer Lyden i den vide Ende. Dette Redskab bruges undertiden af Tunghørige.

3. Gjenlyd. Naar Lydbølgerne støde imod en fast Flade, kastes de tilbage, ligesom en Bold, der kastes imod en Væg. Denne tilbagekastede Lyd kaldes **Gjenlyd** eller **Ekkø**, men den kan kun høres, naar Afstanden fra Lydgiveren til Fladen er henved 100 Fod og derover, thi ellers medgaaer der saa liden Tid fra det Øjeblik, Ly-

den opvækkes, til den igjen er kommen tilbage, at vort Øre ikke kan opfatte den. Var derimod Fladen f. Ex. 550 Fod borte, da vilde Lyden netop behøve et helt Sekund for at komme tilbage til det Sted, hvorfra den gik ud, og man vilde da kunne høre et Ord paa 4 - 5 Stavelser gjentaget. Ekko findes især i Bjerglande; hos os maa man opsøge det udenfor tætte Skovrande, mellem høje Bakker, foran høje Huse o. desl. I store tomme Værelser mærker man ogsaa Lydens Tilbagekastning, men her følger den tilbagekastede Lyd saa hurtigt efter den oprindelige, at Øret ikke ret kan skjelne den derfra; den fornemmes blot som en Efterklang.

4. Lydgivere. Lyd kan frembringes paa mange forskellige Maader. Naar man slaar et fast Legeme haardt imod et andet, kunne Luftdelene imellem dem ikke faa Tid til at undvige ganske; de blive da fortættede; nu udvide de sig igjen og blive fortyndede; men Fortætningen er imidlertid meddelt til Nabodelene o. s. v. Affyres en Bøsse, hidrører den derved frembragte Lyd fra den Luft, som dannes ved Krudtets Antændelse; den er nemlig indskrænket til et meget lille Rum, og altsaa stærkt sammentrykt, og nu udvider den sig pludselig meget stærkt. Paa en lignende Maade frembringes al Lyd; men efter Legemernes forskellige Form, Bevægelsens Hastighed o. s. v., bliver Lyden ogsaa forskellig; vi give den derfor forskellige Navne, som Bøssens Knald, Pidskens Smæld, Haandens Klap, Dørens Knirken, Bjælkens Knagen, Vindens Susen, Koens Brølen, Hestens Vrinsken, Faarets Brægen, Æselets Skryden, Svinets Grynten o. s. v., o. s. v.

5. Toner. En Tone er en Lyd, hvis Svingninger (Fortætninger og Fortyndinger) alle ere lige hurtige. Jo flere Svingninger den gjør i en vis Tid, desto højere er den, jo færre, desto dybere. Jo flere Luftdele der sættes i Svingninger, desto stærkere (kraftigere) er Tonen; jo færre desto svagere. Desuden giver hvert Tone-Instrument sin særegne Slags Toner, der ved deres Klang skjelnes fra andre, om disse endog have samme Højde og Styrke.

Naar man drejer et Tandhjul rundt, og holder et stivt stykke Papir eller deslige imod Tænderne, saa hører man ved en langsom Omdrejning først en klaprende Lyd, ved hurtigere Bevægelse en Tone, der bliver højere og højere, jo hurtigere Omdrejningen sker; thi jo flere Tænder der støder an mod Papirkanten, desto flere Svingninger frembringes. Man har ved saadanne Tonemaalere udfundet, hvor mange Svingninger der hører til enhver af de toner, som bruges i Musiken; den allerdybeste frembringes ved omtrent 16 Svingninger i Sekundet, den allerhøjeste ved henimod 40,000.

De musikalske Instrumenter ere enten Strængeinstrumenter eller Blæseinstrumenter.

Strængeinstrumenterne, f. Ex. Violinen, Klaveret, Harpen, Kontrabassen, Guitaren o. s. v. frembringe Toner derved, at udstrammede Snore (Strænge) sættes i Svingninger. Jo tykkere, længere og slappere Strængene er, desto dybere bliver Tonen; jo tyndere, kortere og mere udstrammet, des højere. For at give de herved frembragte Toner mere Styrke, er Instrumentet hult, og dets tynde Sidevægge, især den øverste, Sangbunden, komme da til at svinge med, hvorved mange flere Luftdele sættes i Bevægelse.

Blæseinstrumenterne, f. Ex. Orgelet, Fløjten, Klarinetten og mange andre, give Tone paa den Maade, at en Luftstrøm blæses ind i dem; den støder i Instrumentet mod en skarp Kant, der ved at spalte Luftstrømmen fremkalder en Række

Svingninger, og den frembragte Tone forstærkes ved et kortere eller længere Rør, hvis indesluttede Luftsøjle kommer til af svinge med. Jo længere og videre Røret er, desto dybere bliver Tonen, og omvendt.

6. Hørelsen. Vi modtage Lydindtrykket derved, at Luftsvingningerne forplante sig til Luften i vort Øre. De gaa igjennem Høregangen ind til Trommehinden, som derved sættes i Bevægelse; denne meddeles til nogle smaa Ben inde i Trommehulen, og herfra forplantes den videre ind i den inderste Del af Øret, den saakaldte Labyrinth, hvor Hørenerven, som udgaar fra Hjernen, forgrener sig.

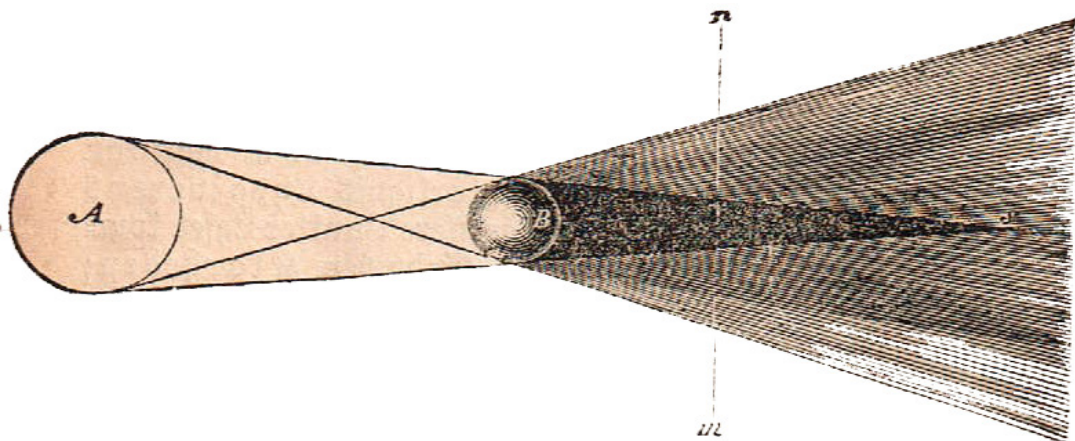
Niende Kapitel

Om Lyset

1. Lys og Skygge. Lyset er den Naturvirksomhed, som gjør at vi kunne se Tingene omkring os. Nogle Legemer frembringe selv Lysfønmelsen i vort Øje, f. Ex. Solen, et tændt Lys, Fixstjernene; de kaldes selvlysende; andre blive kun synlige derved, at der fra selvlysende Legemer falder Lys paa dem, som de da tilbagekaste; de kaldes belyste, f. Ex. Maanen, Planeterne og de allerfleste Gjenstande paa Jorden.

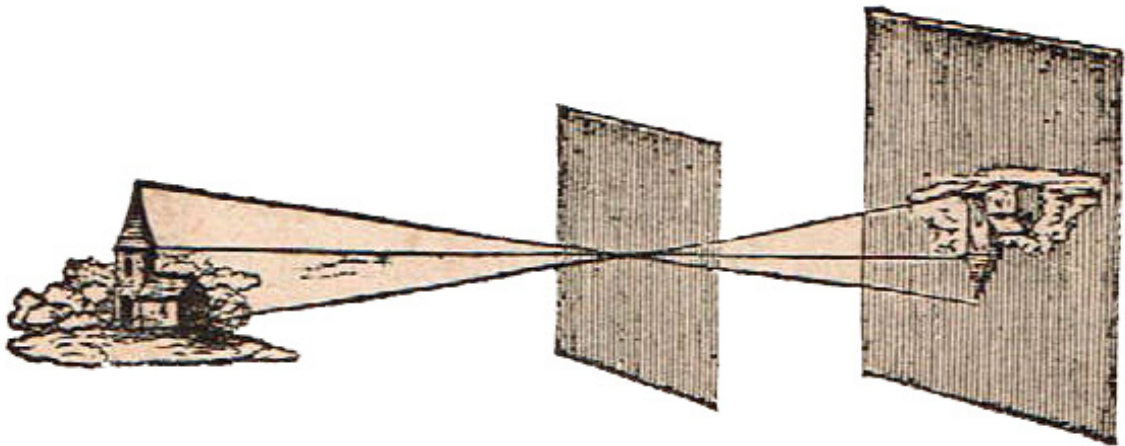
Naar Lyset udgaar fra en Gjenstand, breder det sig ud til alle Sider, og altid i rette Linier. Det er derfor, vi gribe efter en Ting i den Retning, hvor den virkelig findes; det er ogsaa derfor, at naar man stiller sig bag et Træ, kan man ikke se en Gjenstand paa den anden Side af Træet; hvilket vilde være muligt, naar Lysets Retninger vare krumliniede. Enhver Lysretning kaldes en Lysstråle.

Det mørke Rum bagved en belyst Gjenstand kaldes Skygge. Vi tale om to Slags Skygge, Helskygge og Halvskygge. Dersom Lysgiveren er meget lille (et Punkt), vil hele Rummet bagved Skyggegiveren blive mørkt; en saadan Skygge kaldes Helskygge. Dersom derimod Lysgiveren A har en kjendelig Størrelse, vil der



fremkomme baade H e l s k y g g e og H a l v s k y g g e , fordi der for det Første bliver et Rum bag ved Skyggegeveren B, hvor slet ingen Lysstraaler kunne Komme, men dernæst et Rum udenfor hint, hvor nogle, men ikke alle, Lysstraaler naa hen; dette er H a l v s k y g g e n .

Naar Lyset fra en Gjenstand gaar igjennem en lille Aabning ind i et ellers mørkt Rum, vil der paa dettes bagvæg dannes et omvendt Billede af Gjenstanden, fordi Straalen fra Gjenstandens øverst Punkt maa gaa nedad, den fra det nederste Punkt opad. Man kan se dette, naar et Værelse er forsynet med tætte Vinduesskodder,

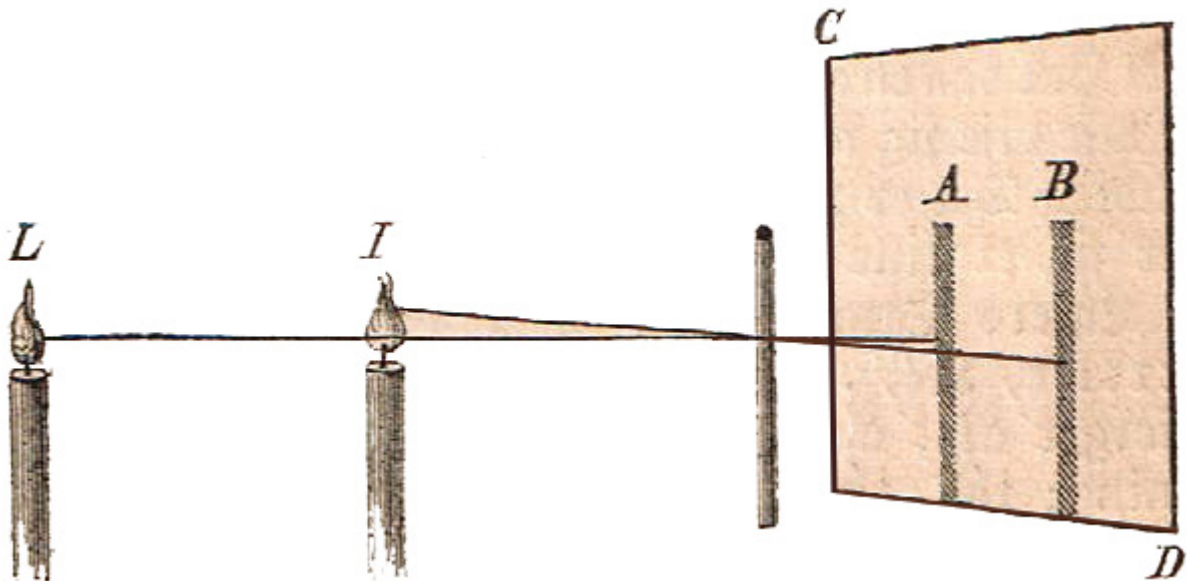


og man saa borer et Hul paa en af disse, da ville de udenfor værende Træer elle Huse vise sig afbildede paa den modstaaende Væg, men omvendte. Det er paa denne Maade, at der inde i vort Øje danner sig et lille Billede af enhver Gjenstand vi se.

2. Lysets Styrke beroer paa Lysgiverens Afstand, Størrelse, Klarhed og paa Straalernes Retning. Det følger af sig selv, at Afstanden maa komme i Betragtning; thi naar der fra en Lysgiver udbreder sig Lys til alle Sider, bliver Rummet, det udbredes paa, større, jo længere vi komme bort, og det saaledes, at den dobbelte Afstand giver et 4 Gange større Rum, en 3dobbelt Afstand et 9dobbelt Rum o. s. v.; men jo større Flade den samme Virkning fordeles paa, des mindre bliver den paa hvert Sted. Man kan overbevise sig herom ved at sætte sig saa langt fra et tændt Lys i et Værelse, at man lige netop kan se at læse i en Bog; gaar man dobbelt saa langt bort, nytter det ikke at tænde et Lys til; man maa have 3 til; og gaar man 3 Gangen saa langt bort, behøves der 9 Lys, for at man kan læse i Bogen. Dernæst maa naturligvis Lysgiverens Størrelse faa Indflydelse; thi jo flere Punkter Lyset kommer fra, desto mere Lys er tilstede. Endvidere Klarheden; jo mere Lys der kommer fra hvert Punkt i Lysgiveren, desto klarere er den; to lige store Lys gjøre derfor ikke altid lige stor Virkning. Solens Lys er det klareste vi kjende; en Gasflamme er langt klarere end en lige saa stor Flamme af en Tranlampe, end sige af en Spirituslampe. Straalernes Retning med hensyn til fladen, der skal belyses, bidrager ogsaa væsentligt til Virkningen; jo mere lodret Lyset falder paa Fladen, des stærkere belyses den; jo mere skraat, des svagere. Derved bliver det begribeligt, at det paa en klar Sommerdag er meget lysere end paa en klar Vinterdag.

Man kan maale Lysets styrke paa følgende Maade:

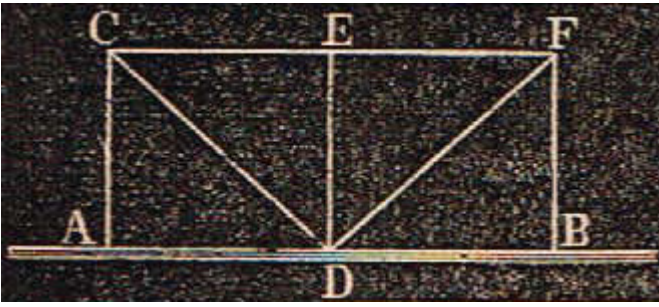
De 2 Lysgivere, som skulle sammenlignes, stilles ved Siden af hinanden i lige afstand fra en hvid Væg, og en Stok sættes i nærheden af denne. Stokken vil da kaste 2 Skygger, af hvilke A hidrører fra Lyset L, B fra I. Men Lyset L skinner paa Skyggen



B, I paa A; det Lys, som nu mest kan svække det andets Skygge, altsaa som selv giver den mørkeste Skygge, er det stærkeste; det rykkes da længere bort, indtil begge Skyggerne blive lige mørke. Dersom nu f. Ex. det ene Lys er 8 Tommer fra Væggen, det andet 12 Tommer, er forholdet imellem deres Styrke (ifølge det foregaaende) som 64 til 144 eller som 4 til 9; det yderste lys er altsaa over dobbelt saa godt som det inderste.

3. Lysets Hastighed er overordentlig stor. Dersom man saa en Kanon blive affyret i en Mils Afstand, vilde man se Glimtet i samme Sekund det frembragtes; thi den Tid, Lyset behøver for at forplante sig saa langt, er saa liden, at vi aldeles ikke mærke den. Man kan derfor ikke benytte nogen Lysgiver paa Jorden, naar man vil maale Lysets Hastighed; men ved astronomiske Iagttagelser har man fundet, at Solens Lys behøver lidt over 8 Minuter for at komme til Jorden; da nu Solen vistnok er over 20 Millioner Mile borte, forplanter Lyset sig med den uhyre Hastighed af over 40,000 Mile i et Sekund. Det vilde altsaa i et Sekund kunne løbe næsten 8 Gange omkring hele Jorden, medens f. Ex. Lyden vilde behøve halvanden Dag for at gaa 1 Gang omkring Jorden.

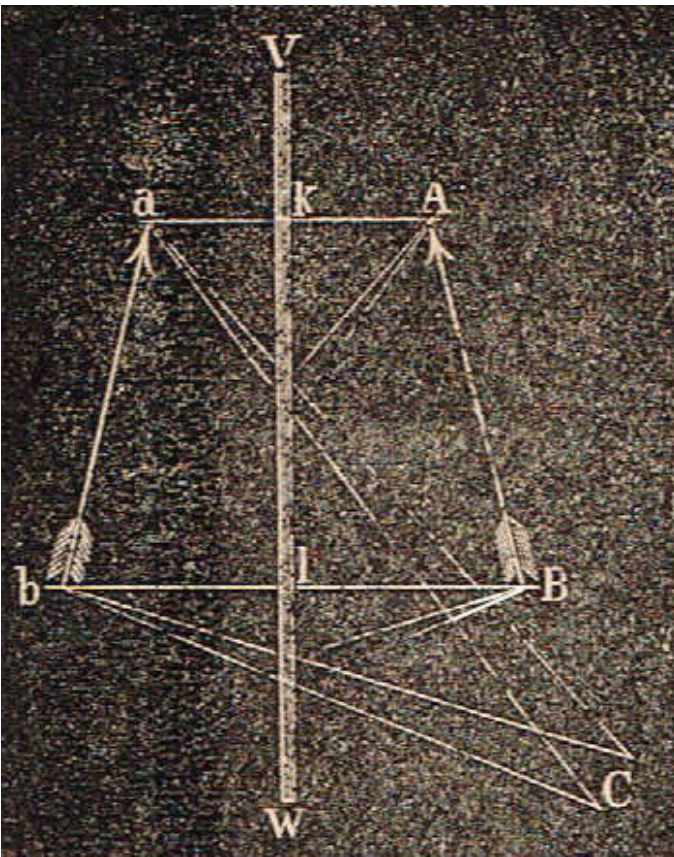
4. Lysets Tilbagekastning. Naar Lyset træffer paa et Legeme, vil det enten gaa derigjennem (og da kalder man Legemet gjennemsigtigt), eller det vil kastes tilbage, eller indsuges. Tilbagekastningen kan enten være opløsende (spredt) eller spejlende (samlet). I ethvert tilfælde vil en Lysstraale kastes tilbage saaledes, at den baade ved Frem- og Tilbagegangen danner samme Vinkel (Indfalds- og Udfaldsvinkel) med Fladen. Træffer den altsaa Lodret, vil den kastes lodret tilbage i modsat Retning; træffer den skævt, vil den gaa skævt tilbage, men til den anden Side.



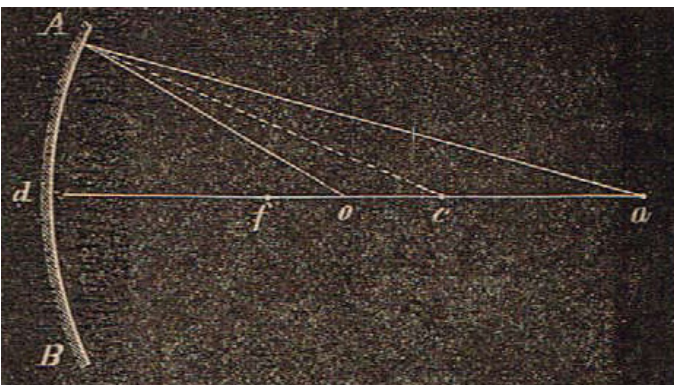
Altsaa vil Straalen ED kastes tilbage i Retningen DE, men CD i Retningen DF. Naar nu et Legemes Overflade er ujævn, ville 2 Straaler, som komme til Legemet i samme Retning, dog ofte træffe paa det under forskjellig Vinkel, og altsaa ogsaa kastes forskjelligt tilbage. De allerfleste Gjenstande kaste

Lys paa denne Maade tilbage i alle mulige Retninger, og herved er det netop, at de blive synlige fra alle Sider. Dette er den spredte Tilbagekastning.

Den spejlende eller samlede tilbagekastning findes kun hos ganske jævne blanke Flader (Spejle). Disse kunne atter enten være flade eller buede.



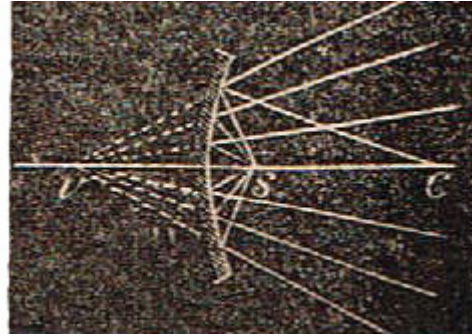
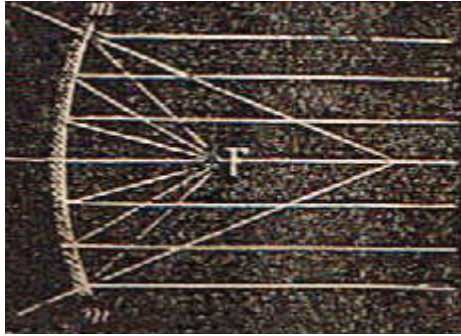
De flade eller plane Spejle dannes sædvanligt af Glas, som paa den ene Side er belagt med en Blanding af Kvægsølv og Tin. Stilles en Gjenstand AB udenfor et saadant Spejl VW, da vil Straalen Ak kastes tilbage i Retningen kA; den anden fra A betegnede Straale gaar efter Tilbagekastningen skraat nedad mod C. Men Øjet modtager altsaa det tilbagekastede Lys fra begge disse Retninger; altsaa maa Billedet af Punktet A vise sig i a. Paa samme Maade viser Billedet af B sig i b; de mellemliggende Stillinger og hele Billedet af AB bliver ab. Heraf ses, at et saadant almindeligt Spejl giver et opret Billede, lige stort med Gjenstanden, og lige saa langt bag Spejlet, som Gjenstanden er foran det.



De buede Spejle give derimod ganske andre Billeder. Er Krumningen indadgaende, kaldes Spejlet et Hulspejl; et saadant har et Midtpunkt og et Brændpunkt. Midtpunktet er det Punkt, som vilde være Midtpunktet i den hule Kugle, af hvilken Spejlet er en Del; Brændpunktet ligger midt imellem Spejlet og dets Midtpunkt. Saaledes er ved Spejlet AB Midtpunktet c, Brændpunktet f. Stilles

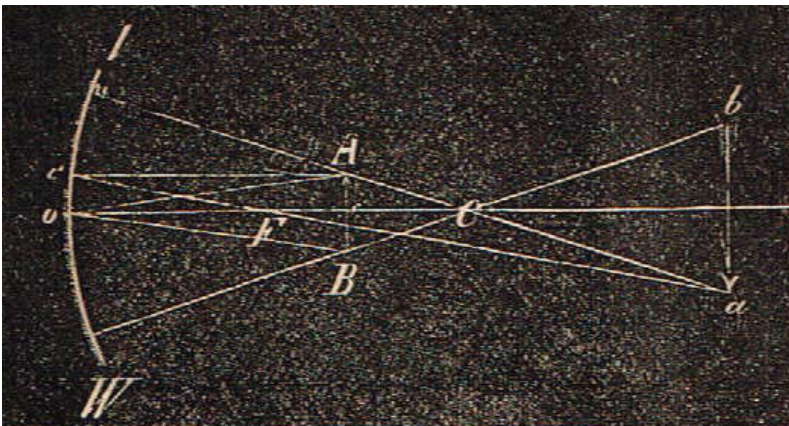
nu et Lyspunkt udenfor Midtpunktet, f. Ex i a, vil dets Billede falde imellem Midtpunkt og Brændpunkt, nemlig i Punktet o, fordi de tilbagekastede Straaler aA og ad træffe sammen her.

Stilles Lyspunktet i Midtpunktet c , ville alle tilbagekastede Straaler atter samles i Midtpunktet, da de alle træffe Spejlet lodret. Rykkes det ind imellem Midtpunkt og Brændpunkt, f. Ex. i o , vil Billedet dannes udenfor Midtpunktet, nemlig i a .



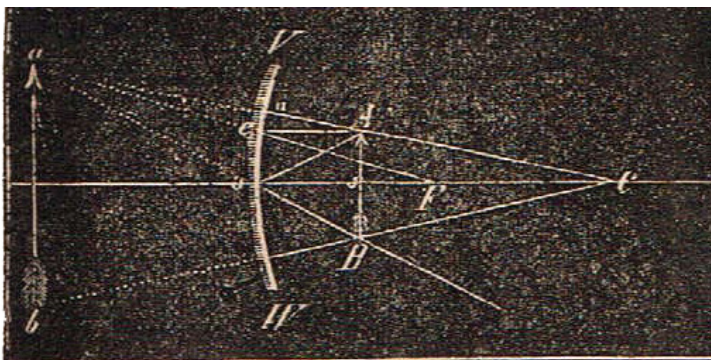
Stilles Lyspunktet i Brændpunktet F , dannes intet Billede, thi alle tilbagekastede Straaler blive ligeløbende; og rykkes endelig Lyset indenfor Brændpunktet, til S , dannes Billedet paa den modsatte side af Spejlet, nemlig i Punktet U , og de tilbagekastede Straaler fjerne sig mere og mere fra hinanden. Endnu have vi det Tilfælde tilbage, at de indfaldende Straaler ere ligeløbende; de ville da, som ses af ovenstaaende Figur til venstre, efter Tilbagekastningen samles i Brændpunktet F .

Efter dette Overblik vil man indse, at naar en Gjenstand skal afspejles i et Hulspejl, vil Billedets Størrelse, Stilling og Afstand fra Spejlet bero paa, hvor Gjenstanden anbringes.



Stilles Gjenstanden udenfor Brændpunktet, vil Billedet vise sig imellem Midtpunkt og Brændpunkt, omvendt, formindsket. En Gjenstand i Midtpunktet C giver et lige saa stort omvendt Billede i samme Punkt; men det ses ikke, da det falder sammen med gjenstanden.

Stilles Gjenstanden imellem Midtpunkt og Brændpunkt, f. Ex. AB , dannes udenfor Midtpunktet et omvendt forstørret Billede ba . I Brændpunktet vil Gjenstanden intet Billede give, men indenfor Brændpunktet F vil den give et opret forstørret Billede



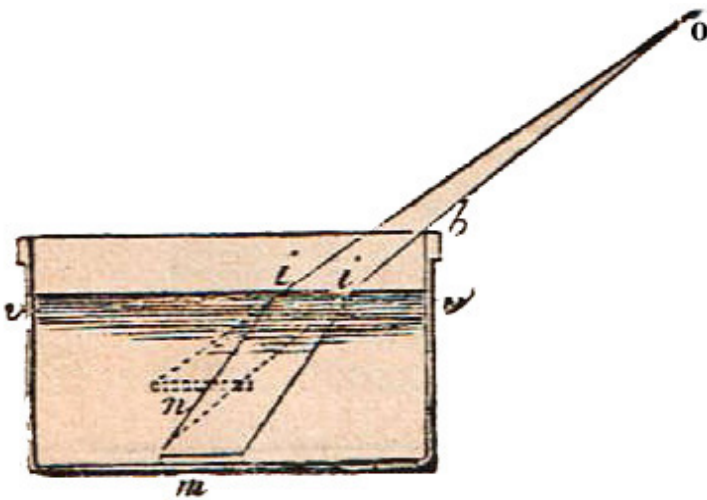
Billede bag ved Spejlet i en større Afstand. Ligger Gjenstanden uendelig langt borte, blive dens Straaler alle ligeløbende, og dens Billede maa da dannes i Brændpunktet.



De udbuede (udhvælvende) Spejle give altid opretstaaende for-
mindskede Billeder, der ligge bag Spejlfladen. Betragte vi i omstaaende Fi-
gur ab som Gjenstand og VW er spejlende paa den udbuede Side, saa vil AB være
Billedet.

Hulspejlende bruges som Brændspejle, hvorom vi senere skulle tale, endvi-
dere i Fyrtaarne, hvor man da stiller Lampelyset i Spejlets Brændpunkt, saa Lys-
straalerne kunne blive sideløbende efter Tilbagekastningen, og derved hindres fra at
svækkes ved Udbredelse. Man bruger ogsaa Hulspejle i Kikkertø og andre Instru-
menter. De udbuede Spejle have mindre Anvendelse; man stiller sommetider kugle-
formede Spejle i Haverne som en Slags Prydelse.

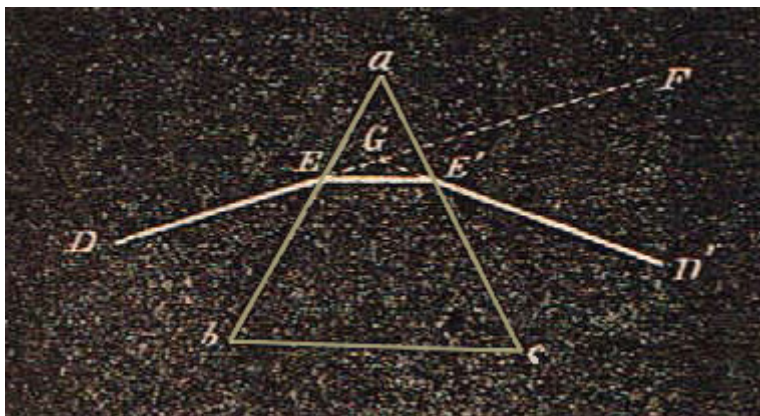
5. Lysets Brydning. Naar Lysstraalerne gaa fra et gjemmensigtigt Legeme over i
et andet, ville de, hvis de ikke netop træffe lodret mod dette, pludselig tage en anden
Retning. Dette kalder man Lysets Brydning.



Lægger man en Skilling m paa
Bunden af et uigjennemsigtigt Kar,
og træder saa langt tilbage, at man
ikke længer kan se den, saa Øjet f.
Ex. kommer i o , saa vil Skillingen
atter komme tilsyne, naar man hæl-
der Vand i Karret. Som Billedet vi-
ser, ville nemlig Lysstraalerne mi
ved Overgangen fra Vandet til Luf-
ten tage en anden Retning io , og for
Øjet vil det da se ud som om Skil-
lingen var flyttet op til n . Man har

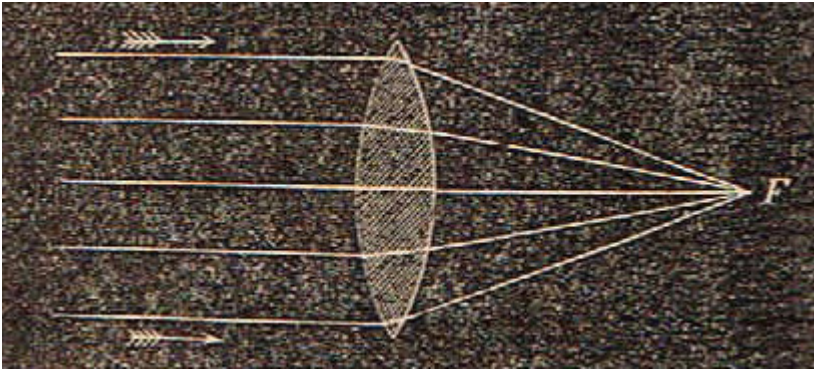
bemærket, at naar Overgangen sker fra Vand til Luft, bliver Straalens skraa
Retning endnu mere skraa; i det modsatte Tilfælde sker det modsatte.

Hvert Legeme har nu sin Maade at bryde Lyset paa; saaledes
brydes det stærkere ved at gaa fra Luft til Glas, og endnu stærkere ved at gaa fra
Luft igjennem en Diamant. Man ser hyppigt i det daglige Liv denne Virkning. Stil-
les en Stok paa skraa ned i Vand, ser det ud som om den var brækket i Vandfladen.
Betragter man en Gjenstand igjennem en tresidet Glasstang (et Prisme), synes den at
være paa et ganske andet Sted. Lader man Lyset gaa igjennem Glas med krumme



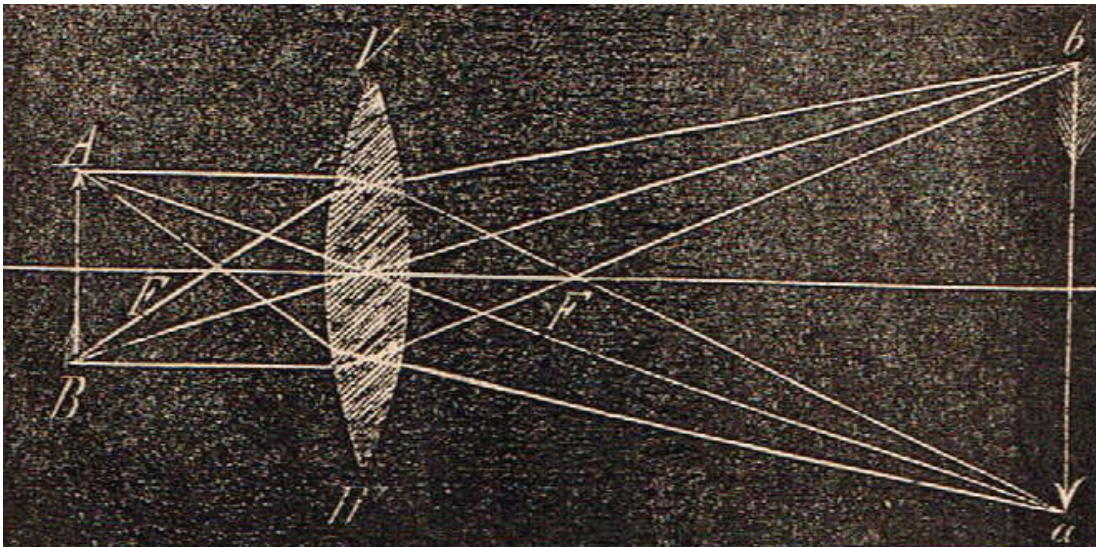
Overflader (Linser), vil Brydningen foranledige adskillige mærkelige Fremtoninger.
Glassene kunne enten være udbuede eller indbuede. Ved begge Slags har man,

ligesom ved de krumme Spejle, Midtpunkter og Brændpunkter; her kommer et af hvert Slags paa hver Side.

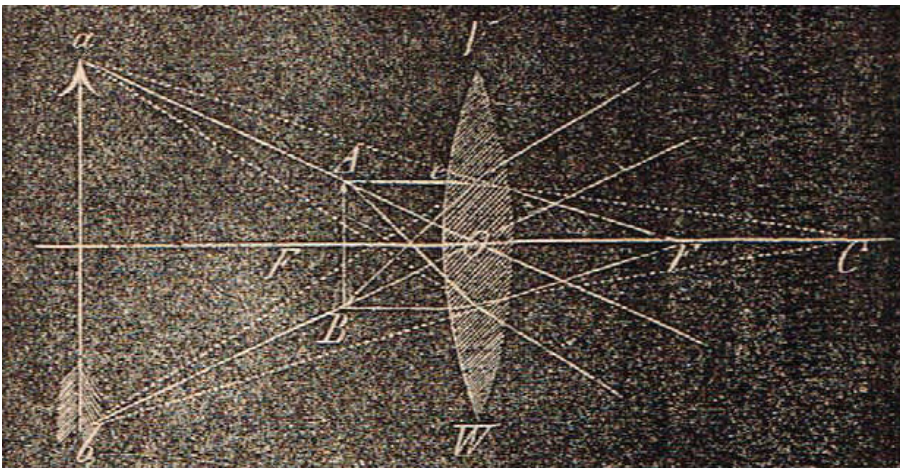


Dersom ligeløbende Straaler træffe et udbuet glas, ville de efter Brydningen og gennemgangen krydse hverandre i Brændpunktet. Udgaa de omvendt fra Brændpunktet, blive de efter gennemgangen lige-løbende. Komme de fra et Punkt indenfor Brænd-

punktet, ville de efter Gjennemgangen rigtignok endnu vige ud fra hverandre, men dog ikke saameget, som hvis Glasset ikke have været. Da disse Glas altsaa i det Hele virke til at samle Lysstraalerne, kaldes de Samleglas. De



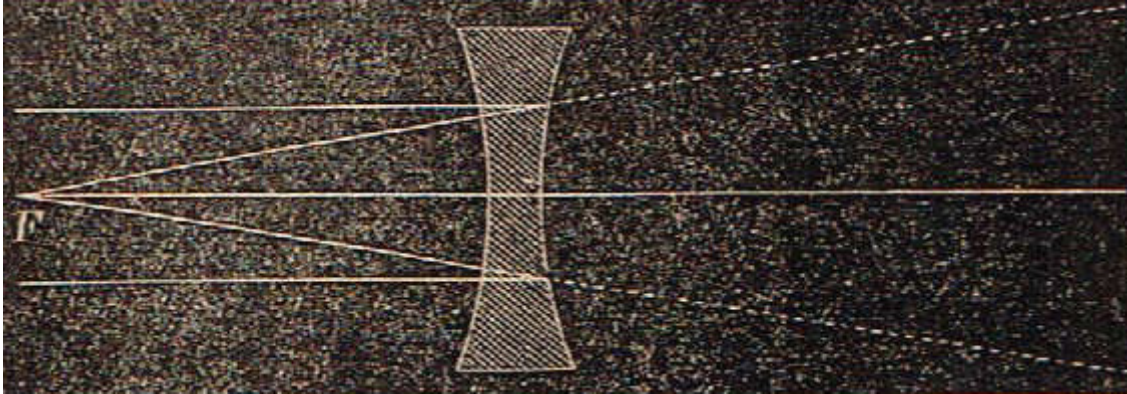
frembringe , ligesom Hulspejlene, forskellige Billeder af Gjenstandene. Befinder Gjenstanden AB sig imellem Brændpunktet og Midtpunktet, vil Billedet ba, omvendt og forstørret, dannes paa den anden Side af Glasset, udenfor Midtpunktet. Var ba Gjenstanden, vilde AB blive det omvendte, formindskede Billede.



Bringes derimod Gjenstanden AB indenfor Brændpunktet F, da vil der paa samme Side af Glasset dannes et opret, men forstørret Billede ab. Det er af denne Grund, at et saadant Glas kan benyttes som Forstørrelsesglas.

De indbuede Glas (Hulglas) bringe de gennemgaaende Lysstraaler læn- gere fra hverandre og kaldes derfor *Spredglas*. Træffes f. Ex. et saadant Glas af ligeløbende Straaler, ville disse efter Gjennemgangen skilles saaledes ad, at de synes at udgaa fra et indbildt Brændpunkt *F*. Hulglassene give formindskede, opretstaaende Billeder af Gjenstandene.

Vi se heraf, at de udbuede Glas svare til Hulspejlene, Hulglassene til de udbue- de Spejle.

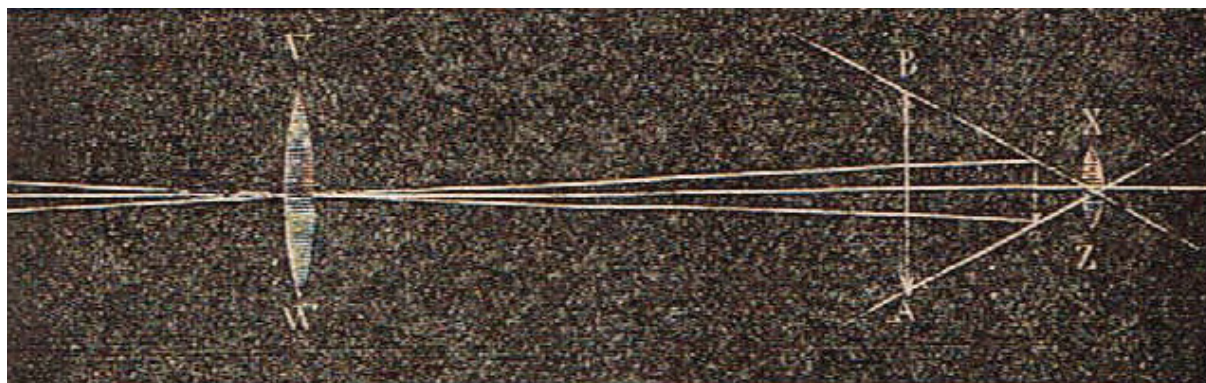


6. Øjet og Synet. Vi have allerede omtalt, at der inde i vort Øje dannes et lille omvendt Billede af enhver Ting, vi se. Lysstraalerne trænge nemlig igennem Øjets forreste Hinde, *Hornhinden*, igennem et smalt Rum opfyldt med en klar Vædske, hen til Øjeabningen (*Pupillen*), der er en lille rund Aabning igennem den saakaldte *Regnbuehinde* (*Iris*). Indenfor denne træffe Straalerne paa et hvælvet gennem- sigtigt Legeme, *Krystallinsen*, der ligesom et udbuet Glas samler dem, saa at de efter at være trængte igennem den inderste Øjhuling (som er fyldt med en klar slim- agtig Masse) forenes paa Øjets Bagvæg, *Nethinden*. Denne Hinde er egentlig ikke andet end *Forgreninger af Synsnerven*, der kommer inde fra *Hjærnen*. Nu kan det ske, at Øjets Dele blive for stærkt udhævede; dette vil bevirke, at Lyset brydes for stærkt, saa at Billedet danner sig foran *Nethinden*; man ser da ikke Gjenstanden ty- deligt, uden at den rykkes tæt hen til Øjet; denne Fejl kaldes *Nærsynethed*. Men ligeledes kan det træffe sig, at Øjets Dele ere for svagt hvævede, saa Billedet danner sig bagved *Nethinden*; Øjet kan da kun se fjerne Gjenstande tydeligt, eller det er *fjernsynet*. Begge disse Fejl afhjælpes ved *Briller*, som ere buede Glas, der stilles udenfor Øjet; til *Nærsynede* bruges *Hulglas*, til *Fjernsynede* udbuede Glas.

7. Kunstige Seredskaber. *Forstørrelsesglasset* er et udbuet Glas, som hol- des tæt ved den lille Gjenstand, man vil se paa; der vil da, som vi før have omtalt, danne sig et opret forstørret Billede bagved Glasset.

Skal Billedet være mange Gange større end Gjenstanden, sætter man flere *For- størrelsesglas* sammen til et kunstigt Instrument, som kaldes et *Mikroskop*. Man har dannet saadanne, der kunne forstørre Gjenstandene over et Tusinde Gange; det er ved *Mikroskopernes Hjælp*, at man kan iagttagde de yderst smaa Dyr, som kaldes *Infu- sionsdyr*, og som slet ikke kunne ses med det blotte Øje. Endvidere har man ved *Mi- kroskopets Hjælp* faaet langt bedre Kundskab om Planternes og Dyrenes indre Byg- ning, end man tidligere havde.

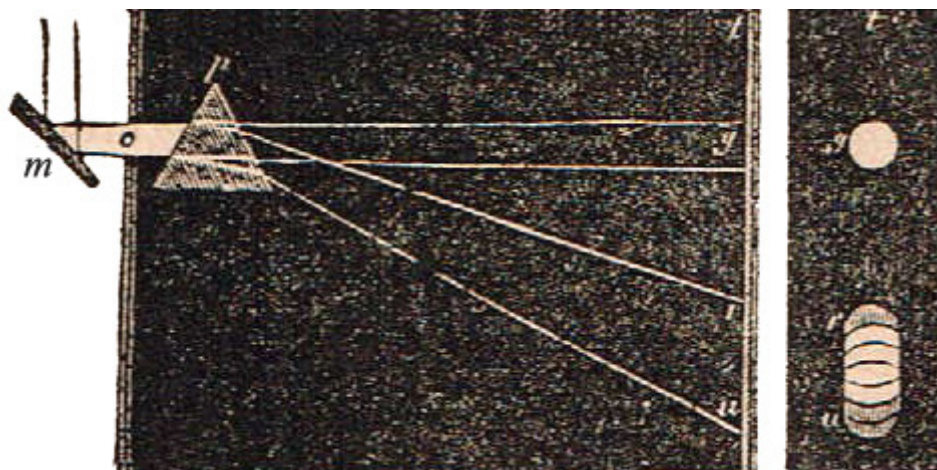
Til at se fjerne Gjenstande, der paa Grund af den store Afstand se smaa ud, med større Tydelighed, bruges Kikkerten. Den bestaar af et Rør, i hvis videste Ende er indsat et stort, noget udhvælvnet Glas (Objektiv), der vender imod den Gjenstand, som skal betragtes. Paa den anden Side af dette Glas VW vil der da inde i Røret dannes et omvendt Billede ba; men udenfor det stilles et lille, stærkt hvælvnet Forstørrelsesglas XZ (Okularet), igjennem hvilket Billedet betragtes, og derved viser sig større, som BA. Dette Billede er rigtignok omvendt men det gjør ikke



noget ved Iagttagelser af Stjernerne; skal Kikkerten derimod bruges til at se Gjenstande paa Jorden med, stilles først et udhvælvnet Glas noget længere til højre for det dannede Billede ba; er dette udenfor Glassets Brændpunkt, vil det ifølge det foregaaende atter give et omvendt Billede paa den anden Side af Glasset, og dette sidste Billede, der altsaa faar samme Stilling som Gjenstanden, betragtes nu igjennem et forstørrende Okularglas.

Istedetfor Objektivglasset benyttes undertiden et Hulspejl, og Kikkerten kaldes da et Spejlteleskop.

8. Farver. Naar man lader Sollyset falde paa et Spejl m, der er stillet udenfor Aabningen o i et mørkt Værelse saaledes, at Spejlet kaster Lysstraalerne tilbage



igjennem denne Aabning, saa vil der paa den modsatte Væg dannes et rundt hvidt Solbillede g. Men stiller man indenfor Aabningen et tresidet Glasprisme p med den ene Kant opad, ville Straalerne brydes saaledes, at Solbilledet rykkes ned til ru. Men dette Solbillede er for det første ikke rundt, men langstrakt, og dernæst er det ikke hvidt, men prægtigt farvet; foroven er det rødt, længere nede rød gult, saa gult, grønt, blaat og rød bla at (violet). Havde Glasset vendt Kanten nedad, vilde Farvebilledet være kommet ovenfor g, og da vilde den nederste Del af det være

rød, den øverste violet; de andre Farver ville ligge mellem disse i samme Orden som før. Der er imidlertid ingen skarp Grænse imellem dem; den ene flyder umærkeligt sammen med den anden. Vi lære af dette Forsøg 2 Ting; først, at det hvide Sollys bestaar af alle disse Lysfarver, dernæst, at det røde Lys brydes mindst, det violette mest. I Regnbuen se vi de samme Farver, og her ere de fremkomne ved Sollysets Brydning i Regndraaberne. Stiller man indenfor det trekantede Glas et Samleglas, vil dette igjen forene de adskilte Farvestraaler, og der fremkommer da et hvidt Solbillede der, hvor ellers Farvebilledet vilde været.

I det daglige Liv se vi hvert Øjeblik forskjelligtfarvede Gjenstande. En Blomst er rød, en anden blaa, en tredie gul o. s. v., og vi forstaa at farve de Ting, vi benytte som Bohave, til Klæder eller paa anden Maade. Naar en Gjenstand er hvid, saa er dens Overflade saaledes beskaffen, at den tilbagekaster alle Farvestraaler lige godt; er den rød, tilbagekaster den især det røde Lys, men indsuger det blaa, gule o. s. v., som da ikke bliver synligt for os; er den sort, tilbagekastes næsten ingen Lysstraaler, hverken af det ene eller andet Slags. Kalk er et meget hvidt, Kørøg et meget sort Legeme. Naar et gjennemsigtigt Legeme er farvet, lader det kun en Slags Lysstraaler gaa igjennem sig, men holder de andre tilbage; saaledes har man rødt, blaåt og grønt Glas.

Tiende Kapitel

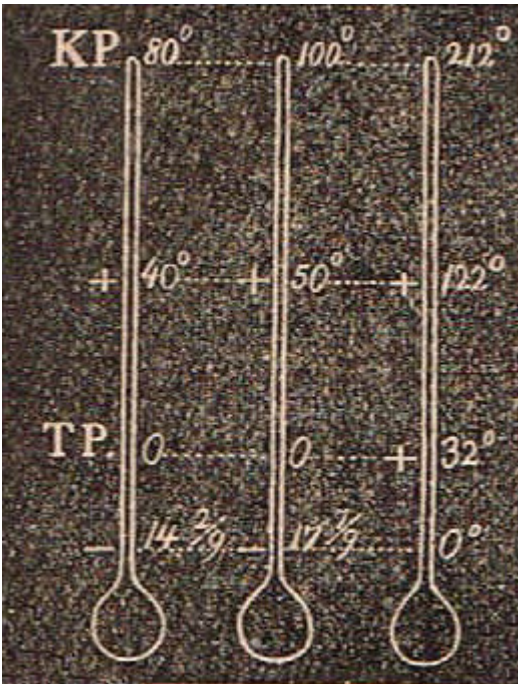
Om Varmen

1. Varme i Almindelighed. Naar vi berøre et Legeme, gjør dette et Indtryk paa os, som slet ikke staar i Forbindelse med dets Form, Haardhed, Vægt eller øvrige af de før omtalte Egenskaber. Snart er dette Indtryk hæftigt, snart svagt, og stundom næsten ukjendeligt. Vi udtrykke dette Forhold ved Ordet *Varme*. Er Legemets Varme meget forskjelligt fra Haandens, da brænde vi os paa det, d. v. s. Huden bliver stærkt beskadiget, og vi mærke en hæftig Smerte; dette sker enten Legemet er meget varmere, eller langtfra saa varmt som Haanden. En meget ringe Varme kaldes *Kulde*. - Alle Legemer ere varme, men i forskjellig Grad under forskjellige Omstændigheder. Et Stykke Is er ikke nær saa varmt som vort Legeme; vi kalde det koldt; lægge vi det i et Kogekar, og antænde en Ild under dette, vil det snart smelte, idet det bliver varmere; det faar efterhaanden ligesaa stor varme som vort Legeme; vi kalde det maaske da *lunkent*; tilføres mere varme, kunne vi tilsidst ikke taale at berøre det med Haanden; det er da *varmt, hedt, koghedt*.

2. Varmens udvidende Kraft. Alle Legemer udvide sig, naar de blive varmere, og sammentrække sig, naar de bliver koldere. Et Legeme indtager altsaa kun et bestemt Rum ved en bestemt Varme. Opvarmer man en Jernstang, hvis ene Ende ligger Fast, medens den anden er i Berørelse med den ene Ende af en Vægstang, vil man se, at denne trykkes fremad. Skal en Jernring læg-

ges om et stykke Træ, gjøres den saa stor, at den netop kan gaa paa, naar den er varm; den vil da siden trække sig sammen og slutte meget fast. Fylder man en Flaske med Vand lige til Halsens øverste Rand, og nu opvarmer den lidt, vil Vandet begynde at løbe over; det har altsaa udvidet sig. Vender man en tom Flaske om og sætter Munden ned i Vand, medens Flasken opvarmes, ser man store Luftbobler gaa ud igjennem Vandet til Bevis paa, at ogsaa Luften udvides ved Varme.

Paa Varmens udvidende Kraft grunder sig Varmemaalerne (Thermometre). Det sædvanligste Redskab af denne Slags er et Glasrør, som er lukket i begge



Ender, og forneden udvidet til en lille hul Kugle. Inde i Røret er Kvægsølv, som ved almindelig Varme maa fylde hele Kuglen og et stykke af Røret; men ovenfor Kvægsølvet er et lufttomt Rum. Man sætter da Redskabets Kugle ned i smeltende Sne, ser efter, hvor Kvægsølvet Overflade er og anbringer her et Mærke, som betegnes ved 0 og kaldes Frysepunktet. Derpaa sættes Røret i kogende Vand, Kvægsølvoverfladen vil da stige, og hvor den bliver staaende, sættes et andet mærke, 80, Kogepunktet. Afstanden fra 0 til 80 deles i 80 lige store Dele, Grader, og nedenfor 0 afsættes ogsaa en Række af disse ned til Kuglen. Graderne ovenfor 0 kaldes Varmegrader, under 0 Kuldegrader. Skal nu Luftens Varme maales, ophænges blot Thermometret paa vedkommende Sted; for at undersøge en

Vædskes Varme, nedsænkes Thermometrets Kugle i den. I stedet for Kvægsølv benyttes undertiden Vinaand; men denne kan ikke bruges ved høje Varmegrader, da den saa let kommer til at koge.

Anm. Ofte deles Afstanden mellem Frysepunkt og Kogepunkt i 100 Grader (det hundredgradede Thermometer).

Skal man maale meget høje Varmegrader, kan heller ikke Kvægsølvet bruges, da saa ogsaa det vilde komme i Kog; man maa da tage en Stang af et fast Legeme, der ikke let smelter, f. Ex. en Slags Metal som kaldes Platin; denne sættes i et Hylster af ildfast Ler og sænkes ned i den Masse (f. Ex. smeltet Bly eller Jern), hvis Varme skal undersøges. Jo mere da Platinstangen har udvidet sig, desto større er Varmen. Eller man betjener sig af en indespærret Luftmasse i dette Øjemed; denne kan taale en hvilken som helst Ophedning, og man faar derved et Luftthermometer.

Paa Varmens udvidende Kraft grunder sig Indretningen af det aabne Luftskib, som før omtalt. Vindene skyldes den samme Kraft deres Oprindelse. Bliver Luften varmere paa et Sted af Jorden, udvider den sig; derved bliver dens Vægtfylde mindre; den stiger opad, og koldere Luft strømmer til forneden. Vi se den samme Virkning, naar vi aabne en Dør mellem et koldt og et varmt Værelse; den varme Luft strømmer da nemlig ud foroven og den kolde ind forneden, hvilket kan ses, naar et tændt Lys holdes i Døraabningen. Naar en Kakkellovn eller Skorsten trækker, beroer dette paa, at den varme Luft derinde stiger op igjennem Skorstenen, hvorved ny Luft maa strømme til forneden.

3. Varmens Indflydelse paa Tilstandsformen. Det er Varmen, som bevirker, at et Legeme gaar over fra den ene Tilstandsform til den anden. Vi ville betragte disse Overgange, af hvilke der gives 4.

Overgangen fra Fasthed til Flydenhed (Smeltning) sker for hvert Legeme ved en særskilt Varmegrad. Kvægsølv smelter allerede ved 32 Grader under Frysepunktet (ved almindelig Varme er det altid smeltet), Terpentinolie ved 8 Grader under 0, Is ved 0, Bor ved 54, Svovl ved 87, Tin ved 184, Bly ved 267, Sølv ved 800, Støbejern ved 960, Smedejern ved 1280 Grader o. s. v. Naar vi endnu ikke have formaaet at smelte alle Legemer, ligger det vistnok deri, at vi ikke have kunnet frembringe den tilstrækkelige Varme.

Det er mærkeligt, at der ved Legemernes smeltning frembringes Afkøling. Blander man et Pund Sne med et Pund Vand, der næsten er koghedt, smelter Sneen rigtignok i Vandet, men Blandingen bliver ogsaa strax ganske kold, saa at al Varmen er brugt til Smeltningen. Havde man i stedet for varmt Vand taget kold Svovlsyre, vilde Afkølingen endnu være langt stærkere. Saadan Varme, der ligesom opluges af et Legeme, idet det smelter, kaldes bunden Varme.

Overgangen fra Flydenhed til Fasthed bevirkes ved Afkøling, og Legemet vil da atter blive fast ved den Varmegrad, ved hvilken den smeltede. Smeltet Svovl f. Ex. vil, saasnt Varmen gaar ned under 87° , størkne, Vandet vil fryse, naar det afkøles til 0° o. s. v. Endvidere vil den Varme, som forbruges til Smeltningen, nu komme frem igjen eller blive fri. Dette ser man f. Ex. naar man holder lidt Vand paa nylig brændt Kalk. Baade Kalken og Vandet ere maaske ganske kolde, men idet Vandet heldes paa, forbinder det sig med Kalken til et fast Legeme; det størkner altsaa i Kalken, og denne bliver saa varm, at man ikke kan berøre den; rigtignok hidrører en Del af Varmen fra den stærke kemiske Tiltrækning mellem Kalken og Vandet.

Overgangen fra Flydenhed til Luftform (Fordampning) sker ved Opvarmning. Enhver Vædske vil allerede ved almindelig Temperatur langsomt forandre sig til Damp fra Overfladen af; jo hurtigere dette sker, desto flygtigere kaldes den; Svovlæther er meget flygtig, Vand mindre, Kvægsølv endnu mindre flygtigt. Det er Vandets Fordampning fra Jordens og Havets Overflade, som bevirker Dannelsen af Skyer, altsaa ogsaa af Regn og Sne. Jo varmere Luften bliver, des hurtigere sker Fordampningen, og tilsidst begynder der at udvikles Dampe ogsaa fra Vædskens Indre og fra Bundens; disse Dampe stige som Bobler op igjennem Vædsken, og vi sige, at den koger. Hver Vædske har sit bestemte Kogepunkt. Saaledes koger Æther ved 30° , Vinaand ved 63, Vand ved 80, smeltet Svovl ved 239, Linolie ved 253, Kvægsølv ved 288° . Hver Gang en Vædske fordamper, forbruges (bindes) Varme, og Afkøling frembringes. Vi mærke dette, naar vi helde lidt Æther eller Vinaand paa den varme Haand; den vil derved blive stærkt afkølet, fordi disse flygtige Vædsker hurtigt fordampe. Det er ogsaa Regnvandets Fordampning, som paa en hed Sommerdag frembringer en behagelig Afkøling i hele Naturen.

Overgangen fra Luftform til Flydenhed bevirkes ved Afkøling eller Tryk, og den Varme, som blev forbrugt til Dampdannelsen, bliver nu fri igjen. Paa Fortætningen af Dampe til Vædskeform beroer Destillationen, som foretages med visse Vædsker (f. Ex. Vand) for at faa dem ganske rene.

Man opvarmer da Vædsken indtil den koger, og leder de hede Dampe igjennem et Rør, der gaar igjennem et Kar med koldt Vand. I det afkølede Rør ville Dampene fortætte sig til Vædske, der flyder ned i et Kar, som er stillet under Rørets Yderende. Brændevinsbrændingen er ogsaa en saadan Destillation. At der ved denne Overgang frigjøres Varme, kan ses deraf, at naar man leder Dampene af kogende Vand hen i et Kar, hvori der findes 5 Gange saa meget iskoldt Vand, da vil hele denne Vandmængde opvarmes lige til Kogepunktet; denne Varme er altsaa afgivet af Dampene, idet de i den kolde Vædske fortætte sig.

Dampene gjøre ligesom andre Luftarter Modstand mod deres Sammentrykning, og det desto mere, jo varmere de ere; thi ved Varmen søge de jo at udvide sig. Denne Modstand kaldes Dampens Tryk eller Spændkraft, og derpaa grunder sig **Dampmaskinen**, som vi nu kortelig ville omtale.

4. Dampmaskinen. Enhver Dampmaskine bestaar af 2 Hoveddele, Kjedlen og Maskineriet.

Kjedlen forfærdiges af stærke Jernplader; den ligner gjerne en meget stor hul Tromle, og man fylder den lidt mer end halvt med Vand. Under Kjedlen (eller ogsaa inde i den) er Ildstedet, og et Rør, Damprøret, gaar fra dens øverste Del hen til Maskineriet. Dersom Dampene af en eller anden Grund bleve for stærkt ophedede, kunde man frygte for, at Kjedlen kunde sprænges ved Trykket; for at forebygge dette, er der i dens Laag indsat en stor Prop, betyngt med Vægt, som hæver sig og lader nogen Damp slippe ud, naar Trykket bliver for stort. Der er desuden mange andre Indretninger paa Kjedlen, dels til at se, hvor højt Vandet staar i den, dels til at pumpe Vand ind i den, dels til at udtappe det, dels til at se, hvor stort Damptrykket er o. s. v., og paa Damprøret er en Hane, som ikke aabnes, førend Dampen er varm nok, og Maskineriet skal begynde at arbejde.

Maskineriet kan sammenlignes med en stor Spinderok. Ligesom nemlig Rokkehjulet drejes rundt derved, at et Bræt bevæges op og ned med Foden, og ved en lille Stang er forbundet med en krum Tap paa Hjulets Axe, saaledes drejes Dampmaskinens Hovedaxe rundt ved Hjælp af et Legeme, der idelig bevæger sig op og ned. Men i Stedet for Fodens Tryk paa Rokkebrættet, træder her Dampens Tryk. Fra Damprøret gaar nemlig den hede Damp hen i et Metalrør, der ligner et Pumperrør. Heri befinder sig et tætsluttende bevægeligt Stempel, hvis Stang foroven er sat i forbindelse med den ene Ende af en stor toarmet Vægtstang. Naar nu Dampen ledes ind under Stemplet, trykkes dette opad; saasnart dette er sket, lukkes ved en kunstig Indretning den Aabning, ad hvilken Dampen trængte ind under Stemplet, hvorimod en anden aabner sig, der lader Dampen gaa ind ovenfor Stemplet og trykke dette ned igjen. Men for at Dampen under Stemplet ikke skal gjøre Modstand, skaffes den igjennem en tredie Aabning enten ud i Luften eller ned i et lukket Rum, Fortættøren, hvor den afkøles til Vand; ad samme Vej gaar Dampen over Stemplet bort, naar det løftes. Saaledes bevæges da Stemplet og dermed Vægtstangarmen op og ned. Paa den anden Vægtstangarm er fasthæftet en Stang, som gaar ned til et Sving, der er anbragt paa Maskineriets store Hovedaxe, og denne drejes derved rundt. Paa Hovedaxen befinder sig atter Hjul, f. Ex. Skovlhjulene paa Dampskibene, og dels fra samme Axe, dels fra selve Vægtstangen meddeles bevægelse til de mange andre Indretninger, som findes i denne kunstige og beundringsværdige Maskine, f. Ex. Pumper til at forsyne Kjedlen og Fortætteren med Vand, Indretninger til at

aabne og lukke for Dampen, til at gjøre Maskinens Gang regelmæssig o. s. v., ligesom man ogsaa ved Drivremme, der gaa hen omkring andre Axer, kan sætte saa mange af disse i Omdrejning, som Maskinens Kraft tillader. En stor Dampmaskine kan arbejde med ligesaa stor Kraft som flere hundrede Heste; men jo kraftigere den skal være, desto mere Brændsel skal der ogsaa til; man regner omtrent 5 Pund engelske Stenkul i Timen for hver Hests Kraft.

Dampmaskinens Anvendelse er i vore Dage af overordentlig Vigtighed. Den bruges til at drive Møller og utallige Fabrikværksteder, til Dampskibe og Dampvogne, hvis Hastighed og Sikkerhed er langt større end Sejlskibenes og de almindelige Vognes. Efter den forskjellige Brug er Maskinen nu tillempet, saa man næsten aldrig ser 2, der i alle Enkeltheder ere ganske ens. Man har i den nyeste Tid udtænkt en anden Maskine, som drives ved ophedet atmosfærisk Luft i Stedet for Damp, men den er endnu ikke kommet meget i Brug. Og for nylig har en berømt Svensker, der lever i Nordamerika, fundet paa at benytte Solens Varme til at drive Maskiner.

5. Straalevarme og Ledningsvarme. Varmen kan forplante sig paa to Maader, ved Straaling og ved Ledning.

Straalevarme kalder man Varmen, naar den gaar fra Varmegiveren igjennem Luften, uden at opvarme denne, hen til et fast Legeme, som opvarmes ved den. Solens Varme er saaledes Straalevarme. Stiller man sig foran en brændende Ild, mærker man strax Varmen i Ansigtet; men holder man saa blot et Stykke Papir imellem, forsvinder Fornemmelsen; altsaa er Luften ikke bleven varm.

Varmestraalerne kunne ligesom Lysstraalerne tilbagekastes, indsuges eller gaa igjennem Legemerne.

Tilbagekastningen sker især fra blanke Overflader, og ligesom ved Lysstraalerne maa Udfaldsvinklen blive lig Indfaldsvinklen. Derfor bruger man Hulspejlene som Brændspejle, idet man lader de ligeløbende Solstraaler falde derpaa; de ville da efter Tilbagekastningen forenes i Brændpunktet, og her samles følgelig al den Varme, som falder paa Spejlet. Med saadanne Brændspejle kan man derfor antænde alle brændbare Legemer, naar disse stilles lige i Brændpunktet. - Indsugningen sker især af røge og mørke flader; kun de indsugede Varmestraaler kunne opvarme Legemet. Lægger man 2 Metalplader af samme størrelse, men den ene blank poleret, den anden sortmalet, ved Siden af hinanden i Solskinnet, vil den mørke snart blive saa varm, at man næsten brænder sig paa den, medens den blanke næsten slet ikke er bleven varmere. Det er ogsaa af den Grund, at man om Vinteren bruger mørke, om Sommeren lyse Klæder. - Gjennemgangen sker kun hos faa faste Legemer; de kaldes gjennemstraalbare. Ikke altid ere de gjennemsigtige Legemer gjennemstraalbare, men heller ikke alle gjennemstraalbare ere gjennemsigtige, f. Ex. sort Glas. Stensalt er det mest gjennemstraalbare af alle Legemer.

Endvidere kunne Varmestraalerne brydes ligesom Lysstraalerne. Herpaa beroer Forstørrelsesglassets Anvendelse som Brændglas. Hvor Lysstraalerne samle sig (i Brændpunktet), ville ogsaa Varmestraalerne forenes.

Alle Legemer kunne udstraaale Varme, men i forskjellig Grad. Jo lysere og blankere Overfladen er, desto mindre Varme udstraaaler den; jo mattere og mørkere den er desto mere.

Ledningsvarme kalder man Varmen, naar den forplanter sig fra den ene legemlige Del til den anden saaledes, at de mellemliggende Dele herved opvarmes. Holder jeg en lang Jernstang i Haanden, medens den anden Ende opvarmes i en Ild, vil jeg efter nogen tid mærke, at Stangen ogsaa bliver varm ude ved Haanden; Varmen har da lidt efter lidt forplantet sig igjennem hele Stangen. Havde jeg taget en Træstok i stedet for Jernstangen, vilde den ene Ende af den gjerne kunne brænde, uden at jeg mærkede nogen Opvarmning i den anden: i Træstangen har Varmen altsaa havt mere Vanskelighed med at forplante sig. Vi kalde saadanne Legemer som Jern gode Varmeledere, saadanne som Træ slette. Gode Varmeledere ere Metallerne, endskjønt der igjen er nogen Forskjel paa dem; slette Varmeledere ere Træ, Uld, Fjer, Halm, Pelsværk, Glas, de fleste Vædsker og Luftarter. Skal et Legeme beskyttes mod Varme eller Kulde, omgives det med slette Varmeledere. Vore Vinterklæder, Sengedyner, Straatage o. s. v. ere saadanne. Tegltage medføre om Sommeren langt mere Varme end Straatage, fordi de ere bedre Varmeledere; men om Vinteren ere de koldere, fordi de ikke kunne forhindre Lysets Varme fra at meddele sig til Luften. Berøre vi to lige kolde Legemer, af hvilke det ene er en god, det andet en slet Varmeleder, vil den gode synes koldest, fordi den hurtigere modtager Varmen fra Haanden; vare begge varmere end Legemet, vilde den gode Varmeleder synes varmest, fordi den hurtigere afgiver Varme til Haanden. Naar nemlig to ulige varme Legemer befandt sig i Nærheden af hinanden, vil det varmeste blive ved at afgive Varme til det andet, indtil de ere lige varme. Haandtag, Skafter o. desl. gjøres derfor hellere af Træ end af Jern.

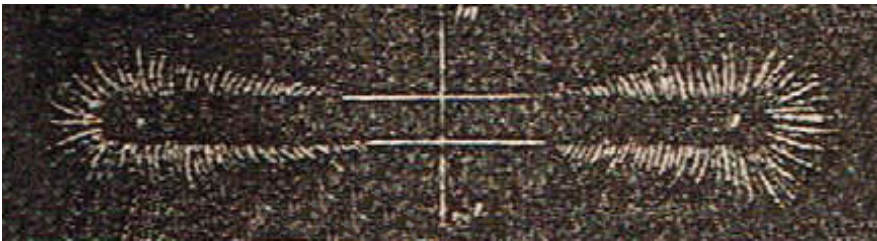
6. Varmens Frembringelse. Den Varme, vi i det daglige Liv benytte, er frembragt paa forskjellig Maade. Solen er den vigtigste Varmegiver for os. Uden den vilde alt Levende forgaa her paa Jorden; og de Stoffe, som nu ere luftformige og flydende (f. Ex Vandet), vilde være faste. Hvorledes Varmen ellers frembringes i og ved Solen, ved man ikke. Nogle mene, at Solen ikke selv er varm, men at dens Lysstråler have den Egenskab at fremkalde Varme i de Legemer, de træffe paa. Efter Solen er Forbrændingen vor vigtigste Varmekilde. Om Vinteren, naar Solvarmen ikke er tilstrækkelig, antænde vi Ild i vore Kakkelovne, og for at koge Maden benytte vi bestandig samme Slags Varme. - En 3die Varmekilde rører sig i vort eget Legeme. Ved Aandedrættet gaar en Del af Blodets Kulstof i Forbindelse med Ilt, som er en Bestanddel af den atmosfæriske Luft; det er en Slags Forbrænding, hvorved Blodet bestandig holdes varmt; saaledes er det ogsaa med Dyrene; vi kalde denne Varme den dyriske Varme, og det er den, vi ved uldne Klæder, Sengedyner o. desl. søge at holde tilbage i Legemet. - Endelig kan man ogsaa ved Tryk, Stød og Gnidning frembringe Varme. Sammentrykker man hurtigt Luften i et indelukket Rum, frembringes derved saa stor Varme, at brændbare Legemer antændes; herpaa grunder sig endog en Slags Fyrstøj. Bliver et stykke koldt Jern hamret stærkt, mærker man, at det bliver ganske varmt. Gnides to Legemer stærkt imod hinanden, blive de begge varme; man ser jo, at der somme Tider gaar Ild i Vognaxer og Møller netop ved en saadan Gnidning; og de saakaldte chemiske Tændstikker antændes ved at man gnider dem mod et andet Legeme.

Ellevte Kapitel

Om Magnetismen

1. Magneter. Man finder i Jorden en Slags Jernmalm, som kaldes Magnetjernsten, og som har den forunderlige Egenskab, at den tiltrækker smaa stykker Jern, der komme i dens Nærhed, og holde fast paa dem med en vis Kraft. Man kalder et saadant Legeme en Magnet. Stryger man en Staalstang paa en vis Maade med en Magnet, bliver den selv til en Magnet, og det er saadanne Staalmagneter, som bruges mest.

Den Magnetiske Tiltrækning viser sig allerede i nogen Afstand, og jo kraftigere Magneten er, desto større kan denne Afstand være. Naar man paa den ene Side af en Dør holder en stor Magnet, paa den anden Side en lille, vil den sidste dreje sig efter den første. Men Tiltrækningen er ikke lige stor paa hele Magnetens Overflade. I begge Enderne er den størst, indad mod Midten aftager den, og lige i Midten er slet ingen Tiltrækning. Endepunkterne af en Magnet kaldes dens Poler. Be-



strøer man en Magnet med Jernfilspaaner, ser man, at disse især hænge fast ved Polerne, men ingen i Midten.

Ophænges en Magnet i en fin Traad, vil den selv dreje sig saaledes, at den ene Ende omtrent viser mod Nord, den anden mod Syd. Den første kalder man da Magnetens Nordende, den anden Sydenden. Polerne have forskjellige, og tildels modsatte Egenskaber. Bringes en Magnets Nordende hen til en andens Sydende, mærkes en Tiltrækning; føres derimod to Nordender eller to Sydender sammen, ses en Frastødning. Man udtrykker dette saaledes: De uensartede Kræfter tiltrække hinanden, de ensartede frastøde hinanden.

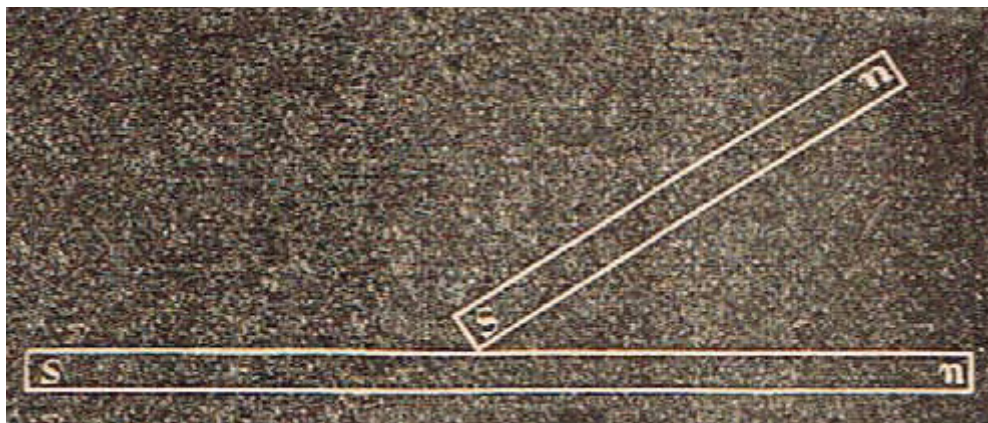


Dersom en Magnet bringes i berøring med et stykke Jern, vil dette, som vi have hørt, fastholdes. Men dette beroer paa, at Jernet i samme Øjeblik ogsaa er forvandlet til en Magnet, hvilket ses deraf, at det igjen kan bære et mindre Stykke Jern. Er N Magnetens Nordende, S dens Sydende, vil denne sidste frembringe en Nordende n i den berørende Del af Jernet og en Sydende s i den modsatte; men Jernet kan da igjen bevirke det samme i et andet Stykke Jern o. Men netop herved ere de uensartede Poler komne i berøring med hinanden, saa Tiltrækning finder Sted. Borttager man ns, vil ogsaa o falde ned, hvilket da viser, at Jernet igjen ophører med at være en Magnet.

Tager man derimod Staal istedetfor Jern, vil Tiltrækningen rigtignok i Førstningen ikke være saa stærk, men naar den først engang er bragt til Veje, beholder Staalet sin Magnetkraft ogsaa efter at det er

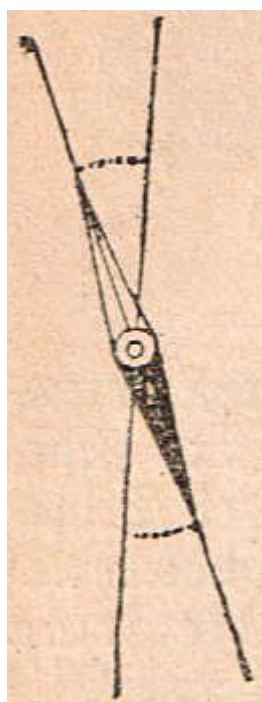
borttaget fra Magneten. Det er derfor, at man kan opbevare Staalmagneterne, uden at disse tabe i Kraft, især naar man har to, som lægges lidt fra hinanden med de modsatte Poler til samme Side og med 2 Stykker Jern tvers for Enderne; disse Jernstykker ville da, saalænge de ere i Berøring med Magneterne, selv være Magneter, som ved deres Tiltrækning holde Staalmagneterne i Virksomhed.

Naar man vil gjøre et Stykke Staal til en Magnet, kan dette ske derved, at man lægger Staalstangen paa et Bord; dernæst tager man en Magnetjernsten eller en Staal magnet og holder den i en skraa Stilling med den ene Pol paa Midten af Staalstangen, fører den i samme Stilling ud til den med n betegnede Ende af



denne, løfter den her op, sætter den i samme Stilling ned paa Midten, og gjentager dette Strøg et halvt Hundrede Gange eller saa. Derpaa vendes den om; den anden Pol sættes ned mod Midten, og Magneten føres i en mod den anden Ende heldende Stilling ud til denne Side paa samme Maade og lige saa ofte. Nu vil Staalstangen være en Magnet, og dens Nordpol vil være i den Ende, til hvilken Strygemagnetens Sydpol bevægede sig ud, og omvendt.

2. Magnetens Misvisning og Heldning. Vi omtalte før, at en Magnet, der er op-hængt i en Traad (man kan ogsaa lægge den ovenpaa en Naalespids) vil stille sig omtrent lige mod Nord og Syd. Ser man rigtigt efter, finder man, at Nordenden dog ikke viser lige mod Nord, men en lille smule mod Vest (og Sydenden altsaa lige saa meget mod Øst); denne Afvigelse fra den nord-syd-lige Stilling kaldes Misvisningen. Medens vi hos os have en Misvisning mod Vest, er der andre Steder, hvor den er østlig, og paa atter andre Steder er slet ingen Misvisning. Man forklarer dette forhold derved, at Jorden selv er en uhyre stor Magnet, hvis Poler udøve Tiltrækning og Frastødning paa Magnetens, saa at disse bestandig maa vise imod Jordens. Men Jordens Magnetpoler ligge skævt for dens rigtige Poler (Enderne af dens Axe); derfor er Misvisningen forskjellig.



For de Søfarende er det af største Vigtighed at kjende Misvisningen paa de forskjellige Steder af Jorden, hvor de komme hen; thi de bruge Magnetnaalen til at styre Skibet efter. De have den indesluttet i en rund Kasse, og ovenpaa Naalen ligger en Papirsskive, paa hvilken alle Himmelegnene ere afsatte, og som drejer sig tillige med Naalen. Hvorledes nu end Skibet vender sig, vil Magnetnaalen bestandig beholde sin Stilling, saa at man aldrig

kan tage fejl af Retningen, hvori Skibet gaar. En saadan Indretning kaldes et Kompas.

Foruden denne Afvigelse iagttager man, at en af naalens Ender, hos os Nordenden, stræber at synke nedad mod Jorden; dette kaldes Magnetens Heldning, og forklares ligeledes ved at betragte Jorden selv som en stor Magnet. Jo nærmere man derfor kommer en af Jordens Magnetpoler, desto mere vil denne drage den ene Ende af Naalen nedad, og naar man kommer lige til Magnetpolen, vil Naalen staa lodret. Midt paa Jorden, i Ækvatoregnene, vil Magnetnaalen derimod slet ingen Heldning vise; hos os er den saa stor, at Naalens Stilling nærmer sig mere til den lodrette end vandrette; men de sædvanlige Naale ere ophængte saaledes, at de ikke faa Lov til at synke nedad med Nordenden.

Den mærkværdige Naturbegivenhed, som kaldes Nordlys, synes at staa i Forbindelse med Jordklodens Magnetisme; thi man har lagt Mærke til, at Magnetnaalen, medens Nordlyset varer, kommer i urolig og uregelmæssig Bevægelse.

Tolvte Kapitel

Om Elektriciteten

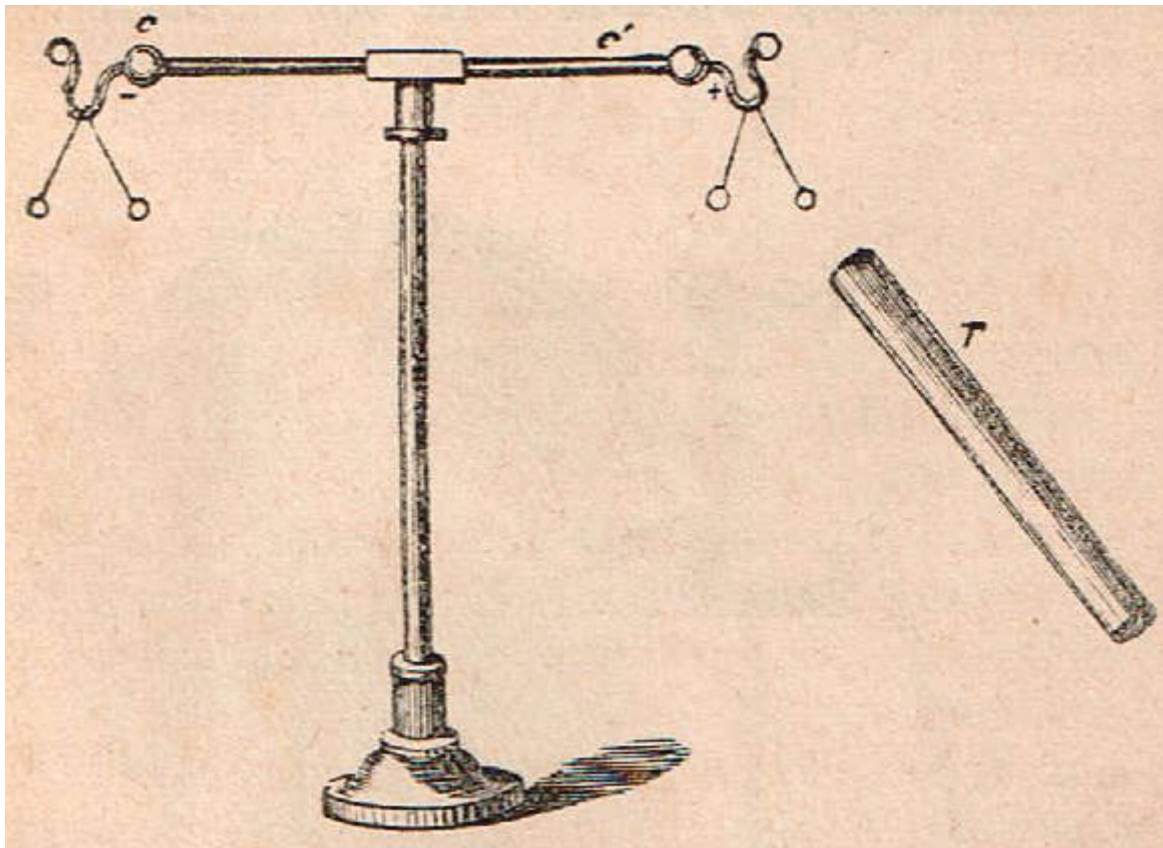
1. Elektriske Legemer. En anden mærkelig Naturkraft er **Elektriciteten**. Denne fremkommer, naar man gnider et Stykke Rav, Lak, Glas eller Svovl med et uldent Stykke Tøj, et Stykke Silketøj eller et Katteskind. Det saaledes behandlede Legeme vil derved faa den Egenskab at tiltrække smaa lette Legemer af alle Slags; altsaa er denne Tiltrækning forskjellig fra den magnetiske, der kun virker paa ganske enkelte Legemer; denne forskjel viser sig endvidere derved, at det elektriske Legeme frastøder det andet, strax efter af Tiltrækningen har fundet Sted.

Nogle Legemer lade Elektriciteten hurtigt gaa igjennem sig, f. Ex. alle Metaller, Kul, Vand og alle fugtige Legemer (derfor ogsaa det menneskelige Legeme). Disse kaldes gode Elektricitetsledere. Andre forplante ikke let Elektriciteten, f. Ex. Silke, Uld, Glas, Porcelain, Rav, Lak, Harpiks, Svovl, Pelsværk, tørt Træ, Elfenben og tør Luft; de kaldes slette Elektricitetsledere. Vil man frembringe Elektricitet ved Gnidning, maa man dertil tage slette Ledere; thi efterhaanden som de gode vilde blive elektriske, vilde de strax afgive Kraften til vort Legeme, at sige, naar vi holde dem i Haanden. Omgiver man dem derimod paa alle Sider med slette Ledere, blive ogsaa de elektriske ved Gnidning. Saadanne gode Ledere, som skulle gøres elektriske, ophænges enten i Silketraade eller opstilles paa Glasfødder.

Ligesom vi i Magnetismen fandt 2 modsatte Kræfter, er det samme Tilfældet med Elektriciteten. Dersom man ophænger 2 Hyldemarvskugler i Silketraade nær ved hinanden, og berører dem begge med en gnedet Glasstang, ville de frastøde hinanden. Berører man derimod den ene med en Glasstang gnedet med Silke, og den

anden med en Lakstang, gnedet med Katteskind, ville de tiltrække hinanden. Den som er berørt med Glasstangen vil endvidere frastødes af denne, men tiltrækkes af Lakstangen, og omvendt. Den i Glasset opvakte Elektricitet kaldes positiv, den anden negativ. Ogsaa her er det altsaa de modsatte Kræfter, som tiltrække hinanden, medens de ensartede frastøde hinanden.

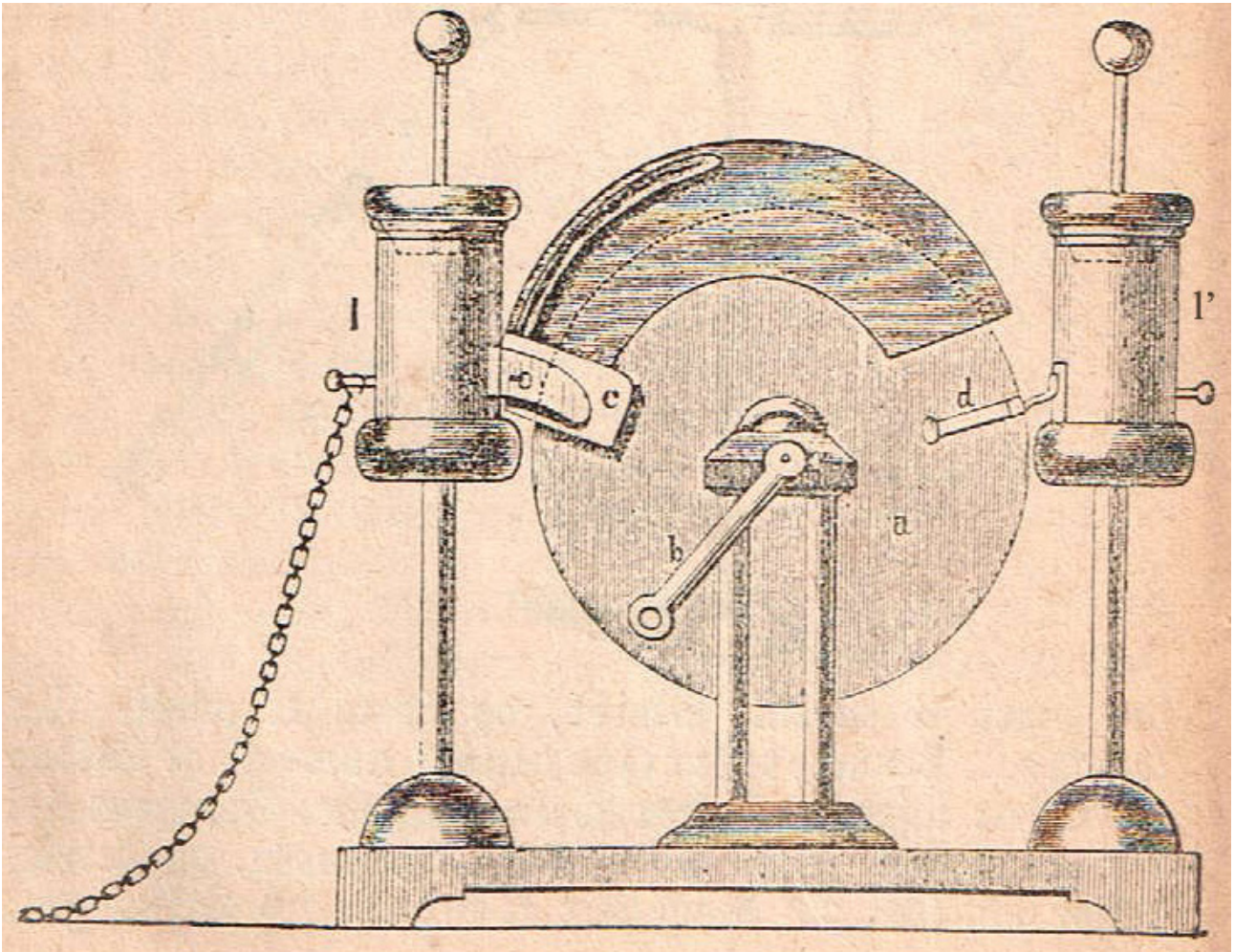
2. Elektricitetens Fordeling og Meddeling. Naar vi bringe en elektrisk Lakstang hen imod den ene Ende af en Metalstang, der hviler paa en Glasfod, og paa hvis Ender 2 Hyldemarvskugler ere ophængte i meget fine Metaltraade, ville Kuglerne ved begge Ender fjerne sig fra hinanden. Ved nærmere Undersøgelse vil det vise sig, at de nærmeste Kugler ere blevne +, de andre ÷ elektriske. Elektriciteten er her frembragt ved Fordeling, idet Lakkets ÷ Kraft har tiltrukket + E. i Metalstangen og frastødt ÷ E. Tager vi Lakstangen bort igjen, forenes de adskilte Kræfter i Metalstangen, og alle Kugler falde sammen. Rykkes derimod Lakstangen nærmere, vil



der snart ses en lille Gnist, og høres et ganske lille Knald. Denne elektriske Gnist antyder, at Lakkets ÷ E. har igjennem Luften forenet sig med Stangens +; der er nu kun ÷ E. tilbage i Metalstangen, og det ser derfor ud, som om denne var meddelt fra Lakstangen; dette er E. ved Meddeling. Nu ville igjen alle 4 Kugler slaa ud, men ved Forsøg vise de sig ogsaa alle 4 ÷ elektriske.

Nu vil man forstaa, hvorfor et elektrisk Legeme tiltrækker et uelektrisk, og strax efter frastøder det. Det fordeler først Legemets Kræfter, idet den modsatte tiltrækkes, den ensartede frastødes. Men ved Berøringen borttages den førstnævnte, Legemet beholder kun den ensartede, der nu frastødes.

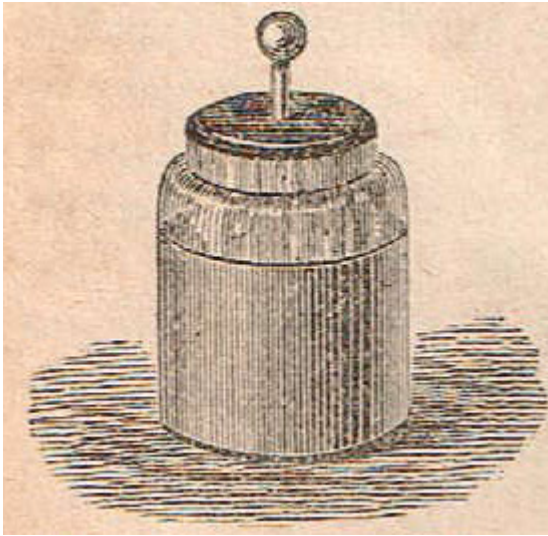
3. Elektrisermaskinen. Naar man vil frembringe større Mængder Elektricitet, benyttes hertil Elektrisermaskinen. Den bestaar af en stor rund Glasskive a, der



anbringes saaledes paa 4 Glasfødder, at den kan drejes rundt ved Glashaandtaget b. Udenfor Skivens højre og venstre Kant stilles to Metalvalsler l og l', ligeledes paa Glasfødder. Paa den ene er en Gaffel, hvis Grene c gaa hver paa sin Side af Skiven et Stykke ind paa denne; de ere forsynede med Læderpuder indad mod Glasset, og trykkes temmelig fast mod dette ved en Skruer. Paa den anden er ogsaa en Gaffel d, hvis Grene ere forsynede med spidse Metaltakker, der vende ind mod Glasset uden just at berøre dette. Drejes nu Skiven rundt, bliver den ved Gnidningen mod Puderne + elektrisk, medens Puderne blive ÷ elektriske; den ÷ E. meddeles til Metalsøjlen l, den positive gennem d til Søjlen l'. Vil man kun benytte den ene Slags, lader man en Metalkjæde hænge fra den anden Søjle ned til Bordet eller Jorden, saa bliver nemlig Virkningen stærkere, fordi denne Søjles E. nu gaar bort, medens den ellers vilde stræbe at holde fast paa den andens. Nærmer man da Fingeren til den frie Søjle, ser man strax Gnister, og man mærker ved hver Gnist et lille Stik i Fingeren. Over Skiven har man hængt et Stykke Silketøj for at forhindre den + E. fra at meddele sig til Luften. Saalænge Maskinen drejes rundt, vil den blive ved at give Gnister.

4. Lejdnerflasken. Ved Elektrisermaskinen kan man vel blive ved at frembringe Elektricitet, men der kan kun findes ganske lidt i Maskinen ad Gangen. Man har derfor udtænkt andre Indretninger, som skulde kunne rumme en stor Mængde Elektricitet; en saadan er Lejdnerflasken. Det er et stort Glas med en vid Munding, hvorover ligger et Laag af tørt Træ. Saavel indvendig som

udvendig er Glasset belagt med Tinpapir indtil en vis Højde. Igjennem Laaget gaar en tyk Metaltraad, der foroven bærer en lille Kugle, forneden en Metalkjæde, som hænger ned paa den indre Belægning. Naar nu Flasken skal fyldes med E., tager man den i Haanden, og holder dens Kugle hen til Elektrisermaskinens ene Søjle, medens Maskinen drejes rundt. Der vil da kunne opsamles en stor Mængde E. i Lejdnerflasken, hvilket foregaar saaledes. Holdes Flasken til den + Søjle, vil dens indre Belægning modtage + E. ved Meddelelse. Denne fordele r Kræfterne i den ydre Belægning; ÷ E. drages ind mod Glasset, + E. frastødes og gaar bort igjennem Haanden. Men netop denne Bortledning af den + E. tillader mere og mere ÷ E. at blive fri, gaa ind mod glasset og fastholde den + E., som



kommer fra Maskinen. Naar Flasken begynder at knitre ganske svagt, kan den ikke rumme mere; man siger da, at den er ladet. Holder man den nu i den ene Haand, og berører dens Kugle med den anden, ses en stor elektrisk Gnist, ledsaget af et større Knald, og man føler i samme Nu et hæftigt Stød. Ved at sammenstille flere saadanne Lejdnerflasker faar man et elektrisk Batteri; dette kan stundom meddele saa heftige Stød, at Fugle, Pattedyr, ja vel ogsaa Mennesker dø deraf, hvorfor man maa være forsigtig, naar man gjør slige Forsøg. Vi have nemlig her den samme Kraft for os, som aabenbarer sig i det Store i Naturen ved Torden og Lynild.

5. Elektricitetens Virkninger. Vi have allerede omtalt den elektriske Gnist og det elektriske Stød, og altsaa set, at Kraften virker paa Synet og Følelsen; Knaldet er jo endvidere en Virkning paa Hørelsen; efter et Tordenvejr mærkes desuden ofte en svovlagtig Lugt; ogsaa Smagen paavirkes deraf. Endvidere frembringer Elektriciteten Varme. Lader man den gjennemfare en fin Metaltraad, bliver denne varm, og er Virkningen stærk, kan Traaden endogsaa blive glødende og smelte. Gnisten af en Lejdnerflaske antænder Æther og Bomuld, der er indgnedet med Harpax, og lader man E. gaa igjennem et Glasrør fyldt med Vand, fordamper en del af dette, og Røret sprænges. Det er ogsaa bekjendt, at Lynilden, som ikke er andet end en uhyre elektrisk Gnist, kan antænde Huse og sprænge Træstammer. Lader man E. gaa igjennem en Metaltraad, der er viklet mange Gange omkring en Staalstang, bliver denne derved forvandlet til en Magnet.

6. Berøringselektricitet. Det er ikke alene ved Gnidning af de slette Ledere, Elektriciteten kan opvækkes, men ogsaa ved Berøring af de gode Ledere med hverandre. Lægger man en Zinkplade ovenpaa en Kobberplade, bliver Zinken +, Kobberet ÷ elektrisk, skjøndt Virkningen endnu er meget svag. Men lægger man nu ovenpaa Zinkpladen en fugtig Papirplade, og der overpaa en ny Kobberplade, saa vil Zinkens + E. meddele sig igjennem det fugtige Legeme til Kobberpladen; naar man da ovenpaa denne lægger en ny Zinkplade, bliver denne dobbelt saa stærkt + elektrisk som den første Zinkplade. Atter lægges en fugtig Papirskive, saa en Kobberplade, saa en Zinkplade o. s. v. og jo flere Led man tager, desto større bliver Virkningen. Man kalder dette Redskab den Voltaiske Støtte, og med den kan man

frembringe de samme Virkninger som ved Gnidningselektricitet.

En lignende Indretning er det Bunsenske galvaniske Batteri. Det bestaar af en Del store Glas, der fyldes halvt med Salpetersyre. I denne nedsættes et aabent vidt Rør af Kul; inden i dette et lille Lerkar med fortyndet Svovlsyre, og atter i denne et Stykke Zink. Nu forbindes Kulrøret i det ene Glas ved en Metaltraad med Zinkstykket i det andet; fra de yderste Led anbringes længere Traade, den ene fra det frie Zinkstykke, den anden fra det frie Kulrør ved den anden Ende; naar disse to Poltraade komme i Berøring med hinanden, siger man at den galvaniske Kjæde er sluttet; at aabne den bestaar i at tage Traadene fra hinanden. Dette Apparat er et af de allerbedste til at frembringe en vedvarende elektrisk Virkning.

Ved et meget stort Batteri af dette Slags er man i Stand til at frembringe et overordentligt stærkt Lys. Man sætter paa Poltraadene to tilspidsede Stykker Kul, og lader Spidserne komme i Berøring med hinanden. De ville da blive glødende, og naar man nu fjerner dem lidt fra hinanden, vedblive de at gløde med en saadan Klarhed, at dette saakaldte elektriske Lys er næst efter Solens det stærkeste vi kjende. Ligeledes er den derved frembragte Varme overordentlig stor.



7. Elektromagnetisme. Vi omtalte før, at man kunde gjøre en Staalstang magnetisk ved at lade Elektriciteten løbe rundt om den. Men ogsaa paa en allerede færdig dannet Magnet virker Elektriciteten paa en regelmæssig og ganske mærkværdig Maade. Lader man den + Poltraad fra et galvanisk Batteri gaa hen forbi en Magnetnaal, vil denne dreje sig til Siden. Gaar Traaden over Naalen, og den + E. har Retningen fra Nord til Syd, vil Naalens Nordende bevæge sig mod Øst; har E. den modsatte Retning, drejer Naalens Nordende sig mod Vest. Lægges Traaden under Naalen, vil dennes Nordende gaa mod Vest, naar + E. kommer fra Nord mod Syd, og mod Øst, naar det modsatte er Tilfældet. For rigtig at finde Rede heri, kan man fo-

restille sig Elektricitetens Gang som en lille Strøm (man kalder det netop en elektrisk Strøm), og saa maa man tænke sig selv svømmende i Strømmen, altid i samme Retning som denne, og altid med Ansigtet vendt imod Naalen (hvoraf følger, at man maatte svømme paa Ryggen, naar Strømmen gaar under Naalen); da vil Naalens Nordende altid gaa til Venstre. Opdagelsen af denne Elektricitetens Virkning paa Magnetnaalen, Elektromagnetismen, skyldes vor store Landsmand H. C. Ørsted; de elektriske Telegrafer, som i vor tid have faaet en saa overordentlig vigtig Betydning, grunde sig paa Elektromagnetismen. Men førend vi kunne omtale dem, maa vi fortælle lidt om Elektromagneterne. Derved forstaas Jernstænger, som gjøres magnetiske ved en elektrisk Strøm, men som igjen miste deres magnetisme, naar Strømmen afbrydes. Man har gjerne bøjet dem hesteskoformigt, saa at begge Poler vende til samme Side. Begge Grene af Stangen ere da omvundne med Poltraadene fra det galvaniske Batteri, og saasnart Strømmen gaar igjennem Traadene, vil Jernstangen blive saa stærkt magnetisk, at man ikke paa nogen anden Maade kan frembringe en saa kraftig Magnetisme. Et Tværstykke af Jern, Ankeret, lægges nu paa tværs over Magnetens Poler; dette bliver holdt saa fast, at man under det kan hænge en stor vægt, ja ved store Magneter mange hundrede Pund, uden

