

富山房編輯部編纂

言文一致
物理學 全

東京

合資會社 富山房藏版

055655-000-2

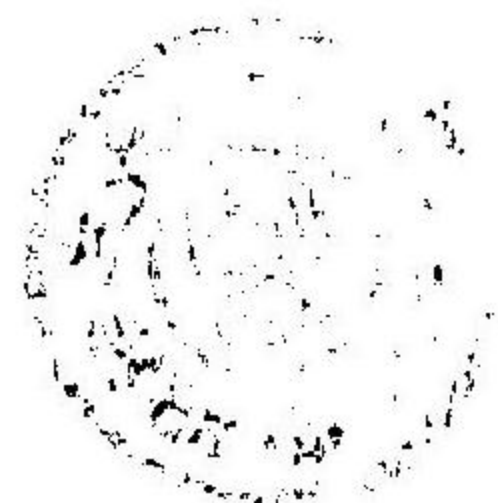
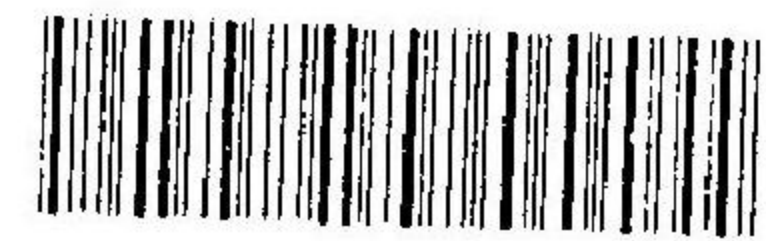
41-110

物理学(言文一致)

富山房

M36

CAI-0337



致文
物理學

第一章

第

總論

節 物理學の定義

天地間に在りし

の有様を観察するに、原因があればさつと結果がある。そして、實驗上同一の原因には大抵同一の結果が必ず之に伴ふ。今一つの事柄に就て其原因を充分に知り得れば結果も亦豫め知り得ることが出来る。此原因と結果との關係を説き明したものを定律と云ふので、物理學は此様に定律を見出して結果を知る學問の一つである。

今一つの鐵片に手を觸るれば冷たい感じがする。之を取て火の中へ投げ入るれば間もなく手に取れぬ程熱くなり、尙少時立てば終には光を放つ様に著しく其有様を變化するが、冷せば又元の鐵となるもので、若し此鐵片を

(1)

空氣中に曝して置けば幾日か経つ中にだん／＼其面に錆が出来る。此錆は鐵とは全く別物である。此様に物の變化には其實質に關係せぬものと、實質上に及ぼすものとの二つの別がある。物理学はつまり此實質上に關係のない變化を研究する學問である。

第二節 物體分子原子

空間の或る定まつた場所を占めて吾々の覺官に依て知る事の出来るものを物體と名づける。そこで物體をこまかく分けてゆくと實際見え得る限りは細くなるが、さて此の如く無限に分けることが出来るかどうか、そこは實驗ができぬから考へなければならぬ。いろいろの事實から推すと物體は分ち得るに際限がある、このつまりのものを原子と名づける、この原子がいくらかあつまると分子ができる、分子や原子の間にはすきまがあつて、この間に分子原子はたえず前後左右に運動をしつゝあるのである。かく云へば物理学は分子の上の變化を研究する學問であるが、決して此の如き假説ではなく勿論實驗のみで成り立つものである。

第三節 運動と静止方向と速度

汽車に乗れる人が進行する際に室内のみに目を着くれば皆静止せる様に見ゆるが、若し眼を窓の外に注げば、己の身體は勿論全體が皆動くを認める。これと同じく運動といふも静止といふも比較上の言葉であつて、つまり運動とは周囲の物に比べて其物體の場所を替へることをいひ、静止とは一定の場所にあるものが其の所を替へぬのをいふのである。そして此様な運動を充分に知らうと思はば、其の方向と運動の割合即速度とを知らねばならぬ。若し人が東西の一線路を東から西へ二三時間歩む場合に、其の人が發した處から一時間の後に四里の距離にあり、二時間の後に八里の距離に達したとすれば、これ一時間四里の速度で東より西の方向に歩行したといふのである。此の様にいつも速度の等しい運動を等速運動、速度の變はるものを不等速運動といふので、例へば汽車が停車場へ近づくと時だん／＼其の速度を減する様の運動は不等速運動の中の減速運動である。

第四節 力

止まれる車を動かすには、力を働かして前方に牽かねばならぬ。されど一旦動き初めた車を止むるにも、亦力を出して後方に押さねばならぬ。故に物體の運動を起すも、運動せる物體を静止させるも、共に力を要するものである。そして僅の力で運動せしめ得る物は、之を静止せしむるにも僅の力で充分であるが、運動させるに大いなる力を要するものは、之を止むるにも亦大なる力を要するもので、机の上にある鞆は、指先で動かす得るから、之を止むるにも亦指先で充分であるが、汽車を運動せしむるやうに大なる力を要するものは、之を静止せしむるにも亦大なる力を要するものである。即物體を動かすと止むるとは、反對の方向に働く同一の力を要するものであるから、若し其反對の力が同一であれば、静止の有様にあるが、何れが一方が強ければ、物體は運動を始むるものである。

力は只物體の運動静止を起さしむるのみでなく、又其速度方向をも變ずるものである。つまり力は天地間萬物の有様を變化させる原因となるものである。

第二章 主要力

第五節 重力

一の物體を取つて抛げ上げる時は、必地に向て落つるとは、吾々の已に知る所である。ケ様に如何なる物體でも、自然に地を離れることはない。たとひ一度他の力で地面を離れしめても、其力が止めば直ぐに地に向つて運動する。これに依て觀れば、萬物には相互に引きよせる力を有するものと考へなければならぬ。此力を宇宙引力と名ける。さて其引力の強きは

二つの物體の量の多少に關係し、又互に相去る距離の二乗と反比するものである。

その特に物體と地球との間に於ける引力を重力というて、物を上げやうとする時に作用する力を其物の重量といふのである。

である。

第六節 分子力

今白墨を取つて折らうとすれば、之に抵抗する力を感ずる。次に木片を試みれば前よりも餘程多くの抵抗力がある。次に若し鐵などの金屬であれば尙一層強い抵抗があつて中々折れぬ。つまり折らうとする力が此の抵抗力に打ち勝たねば折ることはならぬ。物體の分子相互に或る一の力で結付いて、一定の形を保たうとするからである。と考ふれば説明ができる。此力を分子力といふ。

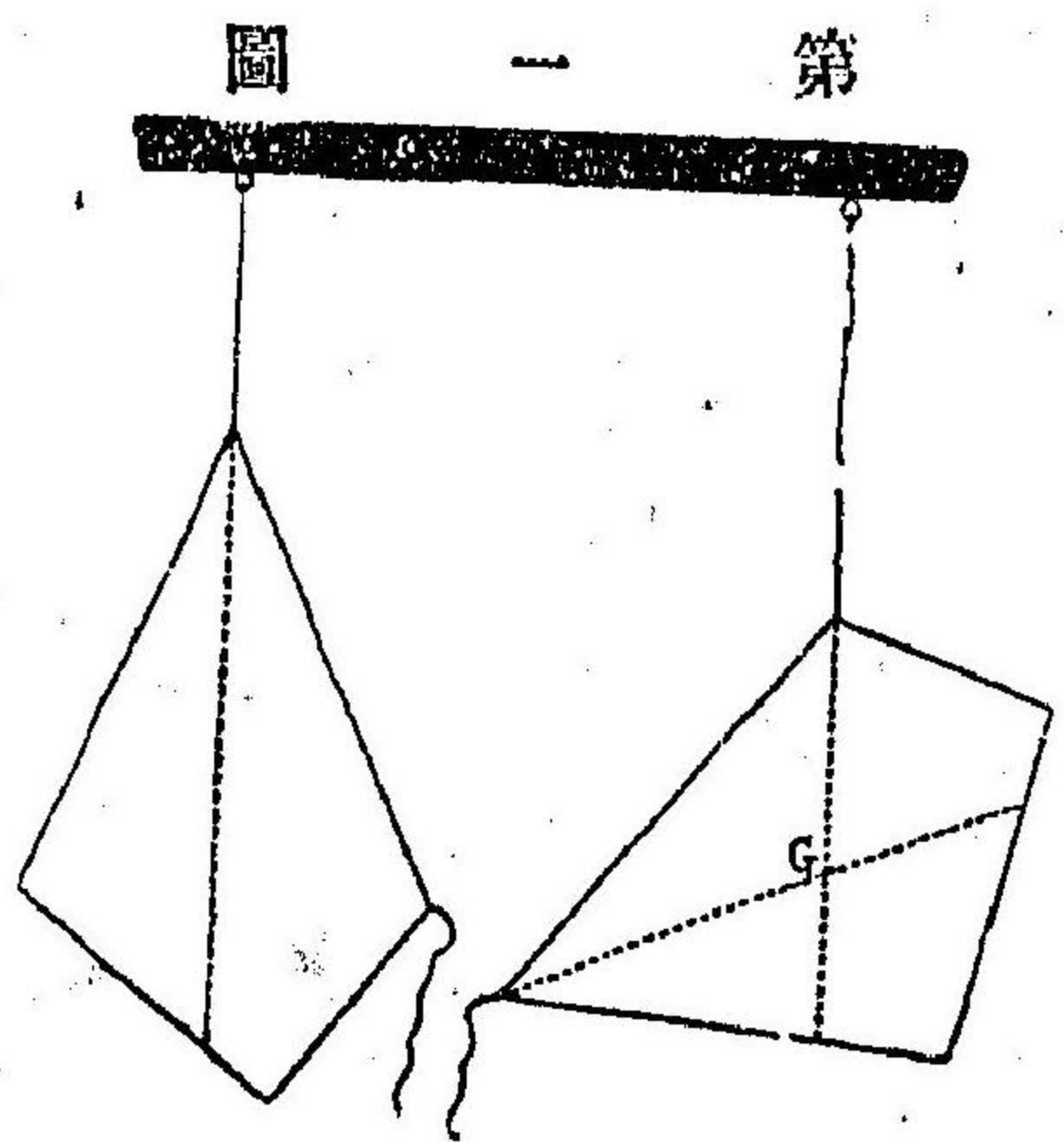
分子力は目に見えぬ程の極く近い距離に働くもので前に述べた物體の地に落つる引力や、又地球と月と太陽との間に顯はるゝ引力とは全く別物である。例へば白墨を作るには白墨を細かき粉とし、機械で強く押しつけて其分子間の力を利用するのである。今白墨を折つて手でつけ様としても中々元通りにはならぬ。これ分子力が働くまでに近づかせ得ぬからである。重力と分子力とは實にこの様の差のあることを知らねばならぬ。

第七節 原子力

前に云ふた通り、鐵を空氣中に曝して置けば錆が生ずる。これ空氣中の酸素と鐵とが結付て出來た酸化鐵といふ一種別のものである。これはちよど地球が諸物體を引きつくる様に又分子が各引合うて物體を成す様に、鐵の原子と酸素瓦斯の原子とが互に引合うて出來たと考ふれば説明ができる。この様に諸物體が互に引合うて別の物體を作る、即化合しやうといふ力を原子力といふ。

第八節 以上諸力の要

今假に地球に引力がないと想像すれば、如何なる現象があるであらうか。物體には重量なく、坂に登るは降ると同様に容易である。従て落つるといふ憂はないが、もし一度空中へ飛上れば再び降り來るとはならぬ。星の世界へ飛行くかも知れぬ。又僅かの風に堅牢なる建物も吹き上げられ、月は更に地球を離れ、地球も亦太陽に遠ざかりて實に致方のないものになるであらう。



第一圖

次に分子力がなければ凡ての固體は皆粉末となつて其形を止めぬ。即家屋も書籍も地球も人も其他何物でも皆分子のみに分れて此世界は微塵となるより外はない。

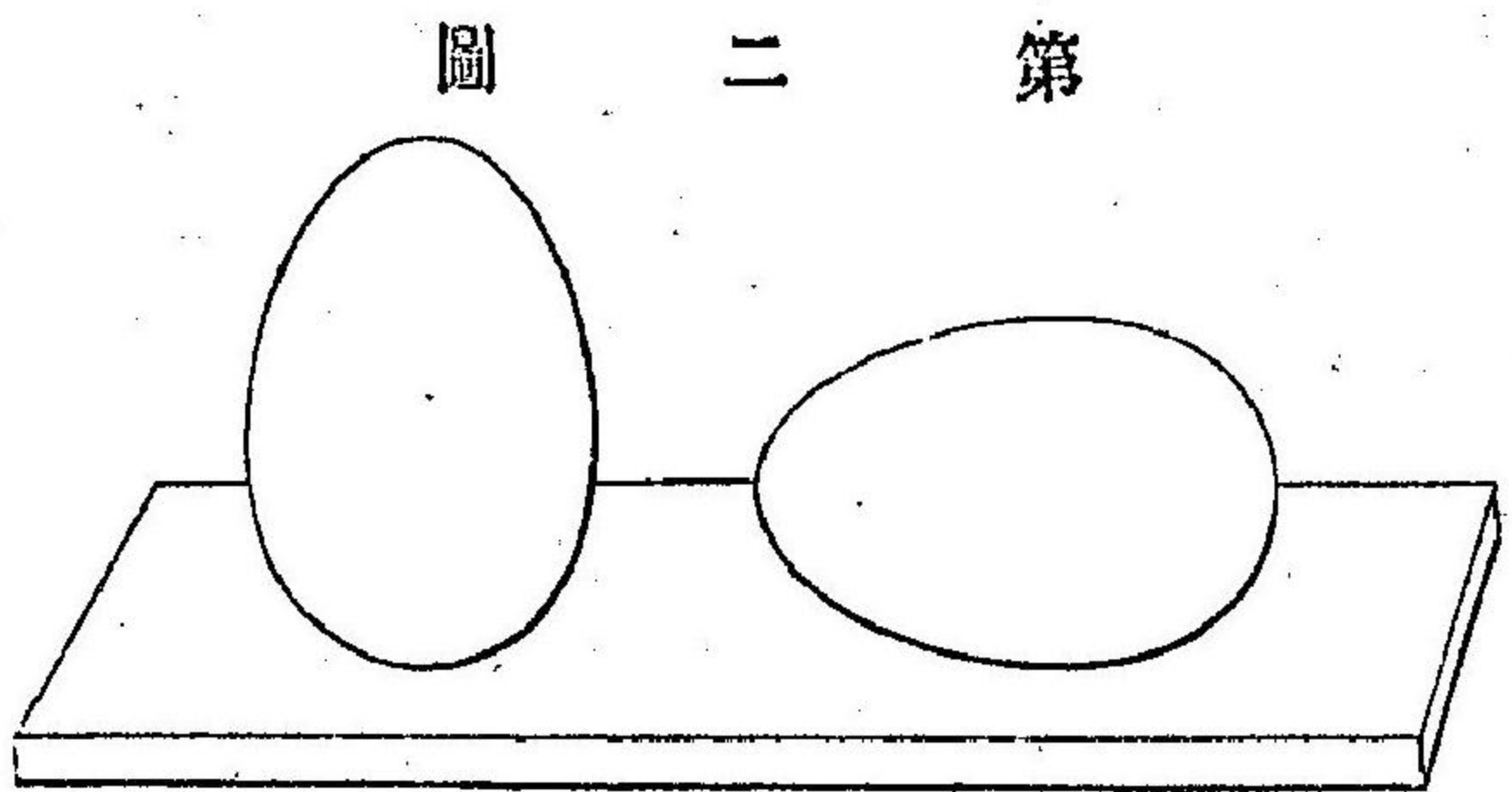
又原子力なければ此世界には火もなく水もなく動物植物もない。如何となれば世界の多くのものは二つ以上の原素が原子力によつて集まつて出来て居るものであればつまり六十有餘の單體のみとなつて、逆も今日の有様は見ることはならぬ。

これにて此三つの力の必要なることは想像し得らるゝであらう。

第三章 重力の作用

第九節 重心

圖の様な不規則の形をなす鐵板を糸で吊り下げて其糸の方向に引延ばしたものを



第二圖

を鐵板の上に畫き復た他の一點をとつて之を吊るし、同じく其糸を引延ばした線をひけば、此二線は必一つの點即ちG點で交はる。次に他の點をとつて吊り下ぐるもいつも其引延ばした所は此G點で出會ふ。故に如何なる點より吊り下ぐるもG點は常に其點の下にあるもので、たとひ鐵板を左右に

動かすも直ちに元にかへつてG點は懸けた點の真下より變らぬ。又G點に糸をつないで吊すときは、如何様に向を變へても平均して動くことなく、ちよと此の鐵板の總ての重さがG點に集まつて居る様に見ゆる。故に此點を重心と名付くる。

重心は前に述べた如く必成るべく降らうといふ性質を有て居るによつて重心が極下に在れば物體は安全の地位を保ち、もし上にあれば危険である。第二圖は此例を示したものである。卵を横にすれば安全で、立つれば危険なものも其一例である。鞆の様に重心の中心にあるものは如何様に置い

ても其儘になつて居る。物體の位置を定むるに凡て此の重心の理を應用するとは甚だ必要である。

第十節 秤

秤に多くの種類があるが正確なのは第十五圖に示した原理で作つたもので、撓まない真直の棒の兩端に皿を吊して支點と稱へる中央の一點の周圍を回轉し得る様に作つたもので兩方の皿に等しき重量の分銅を置けば、此秤の重心は支點の真下なる指針の内にある。若しこの様にして平均したものにて手にて傾けても手を去れば直に故に復つて決して變る事はなく、指針は必圓盤の零度を指す。今若し兩つの皿の重さに輕重あるときは竿は傾き従て指針も傾いて、輕いものゝ方の何度かを指すものである。本邦で通常用ふる秤は分銅を動かして支點よりの距離から重さをはかるのである。

第四章 物體の三態

第十一節 汎論

前に説いた如く、若し物體に引力がなければ世界は今日の有様を見ることが出来ぬであらう。又分子力がなければ地球は成立せずして萬物皆粉塵の積疊となるであらう。然しながら分子力も或る程度迄は必要なれども其の程度を超ゆるときは無きも同様となるのである。若し萬物に皆強烈の分子力ありとすれば液體瓦斯體の如きは絶えて無いのである。

鐵の如きは甚だ強き分子力がある。之を開散せしむるには非常に多量の力を要するのである。之に反して水銀等の如きは殆んど此力の存せざるが如く少しの觸撃も容易に開散せしむることが出来る。一二の例を擧ぐれば水銀の少許を玻璃板上に注ぎて壓迫するときは許多の小球となる。而して再び其上に玻璃を置きて壓するときは其の壓しつゝある間は水銀は一平面となり居るも、玻璃板を取り去るときは直ちに元の數多の球形に復するを見る。これ少許の分子力がある故である。又水の少許を脂板上に注ぐときは前例に見し水銀の小球と同様なる數

多の小球を見るでらう。
 然るに空氣の如き瓦斯體は集合せんとする傾なきのみならず、反て開散擴張せんとするの性質がある。之を瓦斯體の張力と云ふのである。
 斯の如く著く異なりたる性質により諸物體を三別して固體、液體、瓦斯體とする。

第十二節 固體の定義

分子相互の引力は非常に強くして一體の諸部は皆密着して居る。故に其の一部分を動かさんとせば其の全體を動かさねはならぬ。さなくば之を破壊しなければ其の一部分のみを移動することが出来ぬ。要するに大體に付て云へば多少の力を用ひなければ分子相互の位置を變せしむることが出来ぬのである。尙ほ再言すれば物體は常に定形を存する傾がある。且つ非常の壓力を加へなければ其の容積を變じないものである。これを固體と云ふ。木石及び金屬の如きは則ち固體である。

第十三節 液體

液體は其の分子互に轉動し易く、常に其の表面を水平にせんとする傾きがある。これは畢竟分子力が弱い爲め、之を分つときは容易に分れ、又之を合するときは容易に合するのである。つまり其の分子間の距離は固體の如く一定であるけれども一定の形を有せずして一定の容積を有するのが液體である。

第十四節 瓦斯體

瓦斯體は表面を有せず、分子の位置及び距離に定度がない。則ち一定の容積を有せずして擴張開散せんとするの性質がある。

第五章 固體の性質

第十五節 分子力の汎論



一定の容積を有し同時に一定の形を有するのが固體の特性である。

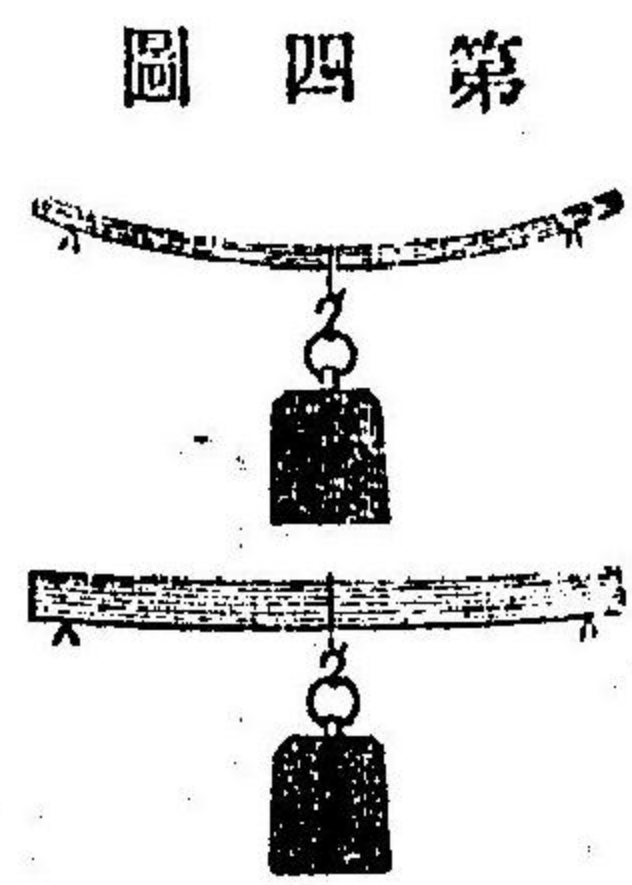
茲に掲ぐる異形同積の二箇の器ありとせよ、假りに此の一器に水を充たし、更に此の水を他器に移せば同じく充滿する、又二箇の同形異積の木體ありとせよ、此の二木體は同形であるけれども其積は異なつてをるから、假令如何に壓迫するも兩者をして同積のものとなすことは出来ぬ、又前に述べた異形同積の二箇の器も到底同形に變せしむることは出来ぬ。

今鐵の一片を取り、歐打して之を破壊せんとしても容易に破壊はせぬ、又其の一端を他物に繋ぎ、他の一端に重さを加ふるも容易に破壊はせぬ、然らば其の方法を變じて、兩端に棒を貫き、之を旋繞せば如何、或は之を机上に直立せしめ、其上に重さを置かば如何、又或は兩端を繋ぎ、水平になし、おき其の中央に重さを掛くれば如何、共に目的を達することが出来ぬのであらう、斯の如き物體は則ち固體の最良適例である、けれども實際非常なる強力を用ふるときは、細粉ともなる、伸長もする、旋繞もする、或は壓縮もし、屈曲もする、然

し斯様にするには非常なる強大の力を要するのである、而して物理學に於ては、力及び其の結果の關係を研究するを最急務とするけれども、今茲に此等の事を詳細に論ずる餘地がないから、是より進んで其の分派たる屈曲に就て論じやう。

第十六節 屈曲性

今適宜の木片を取り、其の兩端を支点にて支へ、之を水平にし置き、其の中央に錘を掛け、そして其の中央の屈曲の距離を計り、次に其錘を二倍とし、其の屈曲の距離を見ると、きは殆んど前者に二倍することを見るであらう、故に屈曲は殆ど掛けた重さに比例すと云ふことを得る。



次に棒の長さ、厚さ、幅を増し、又は減じて種々に試むれば、次の規則を見出し得らる、
棒の屈曲の度は、重さに比例し、棒の長さの三乗に比例し、其物の彈性(次に)に反比例する。

第十七節 彈性

ゴムを取つて引延ばし手を離せば復元の形となる。次に之を振つて離すも同様に元の形に復る。此様に物體分子の位置を變せんとする時、生ずる抵抗を彈性と名付ける。此の初めのものを引長の彈性、後のものを振りの彈性と名付け、共に一定の規則がある。

一、引長の量は、之に加へた力に比例し、長さに比例し、切口の面積に双比例する。

二、力を加へた端の回轉角(度)は力に比例し、長さに比例し、切口の面積の二乗に反比例する。

他の諸力に付ても、皆この様に六づかしい規則があるが、こゝには之を省略する。

さて右の理によれば針金の引長、若くは收縮の度より加はつた重さをはかることができる。しかし普通の針金ではあまり延びやうがすくないから螺旋を用ひる。さて此の如き秤で正確なものを作り、或るものゝ重さをはかる

と測る場處で少しづつ違ふ。

そこで物質の分量はかはらぬが、重さは處によりて違ふことがわかる。この變らぬものを質量と名づける。質量の單位は種々に記される。

第十八節 摩擦

床の上にある物體を押し動かすには餘程の力を要するが、若し床に油を引けば之より少ない力で動かし得る。又床の代りに氷の上なれば尙少ない力で充分である。この様に物體を他の物體の表面の上に動かさうとする働に抵抗するか、つまり二つの物體の觸れあふる面内に起る力を摩擦といふ。

摩擦に二種あり、一を静止摩擦一を運動摩擦と云ふ。静止摩擦とは静止せる物體を其儘にして動かさじとする力で、例へば机上の書物の極少ない力では押しても動かさず、又机を少し傾けても滑らぬのは此力のある證據である。運動摩擦とは運動する物體の働く反對の方向に働いて、其運動を止めやうとする力である。即凡て物體を他へ押し動かさうとするに力の要るのは此働があるによつてである。

摩擦力は軟い物體に強く、硬い物體に少ない。又其物體の壓力に比例し、臺に接する面積の大小に比例するもので、運動摩擦は速力と時間とは關係がない。

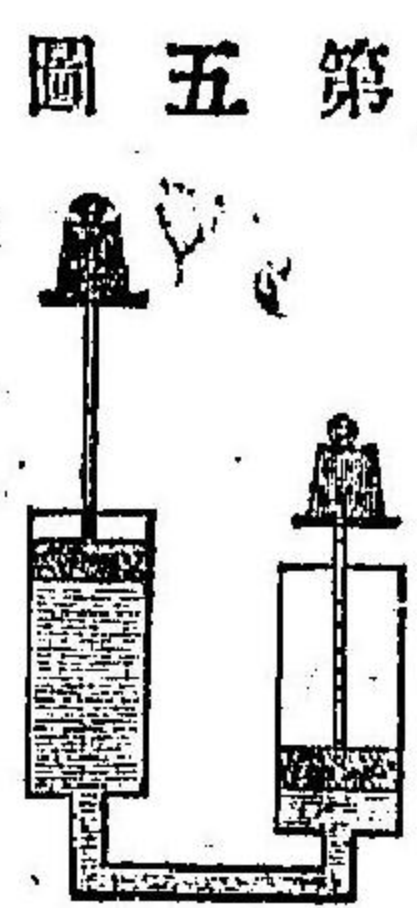
第十九節 摩擦力の用

摩擦は器械を消耗して之を無効にすることが大きいによつて、若し此力がなければ蒸氣機械の如きは非常に便利の様であるが、併し結んだ帶のとけぬも穿いた下駄の脱けぬも、釘の用をなすも、皆此摩擦のある爲めで、此力がなければ第一汽關車は列車を動かす待す、吾々は地上を歩行することも叶はず、山は崩れ易く、河は劇しく流れ、建築物は僅の風のために動き、衣服の纖維は悉く離れるであらう、其他少しく考ふれば種々の場合に付て摩擦の用の大なる事を見出し得る。

第六章 液體の性質

第二十節 液體は其の大きさを保つ

前に述べた如くに固體は分子力が強く、其の一定の形を保たうとする傾きがあるが、液體は分子力が弱く、従つて位置を變ずることが甚容易であるによつて、一定の形を保たぬ併し此容積を押し縮めやうとするときは、之に抵抗する力は甚強いものである。例へば

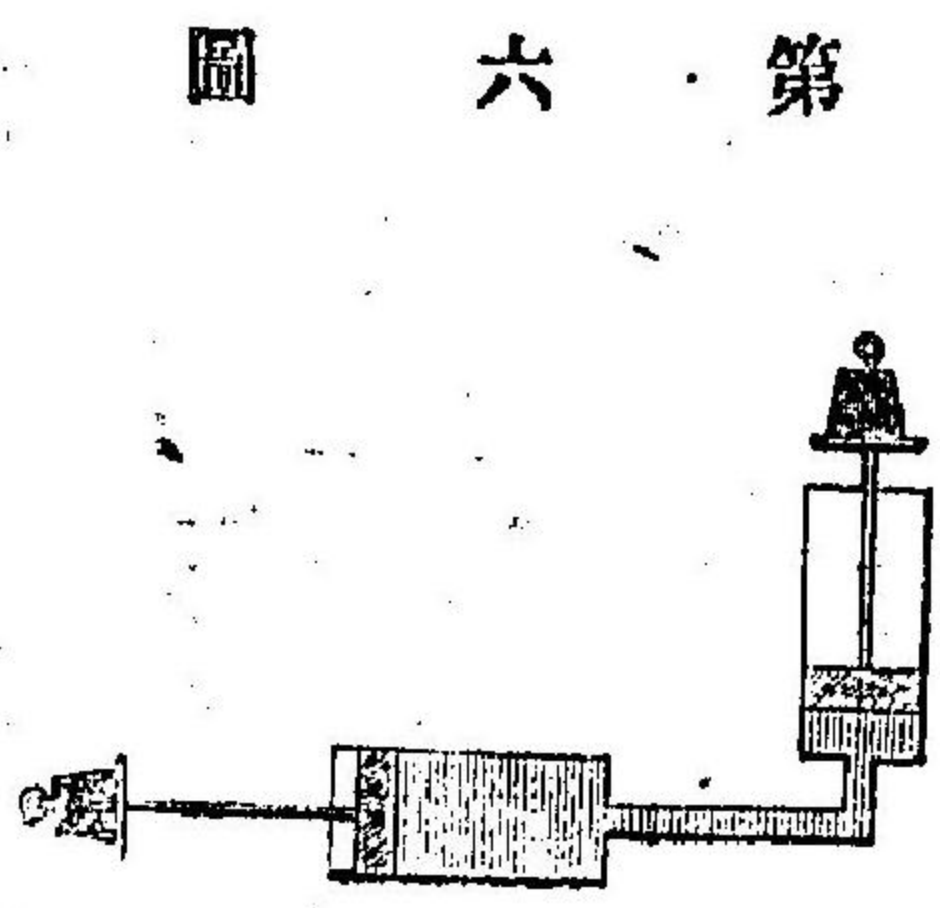


第五圖

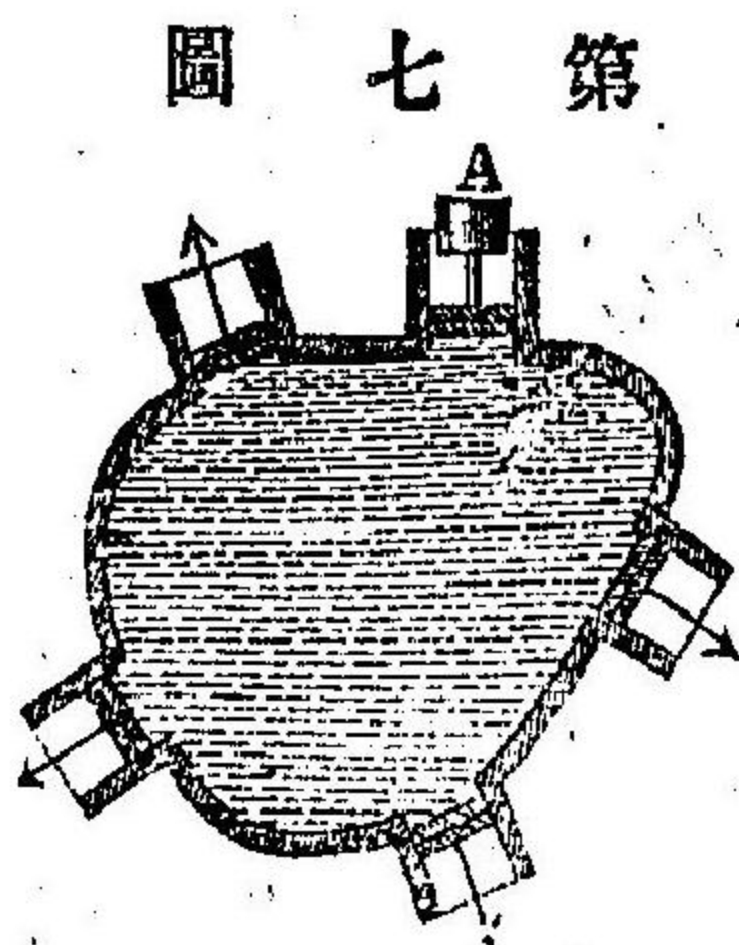
一端を閉じた筒の中に水を容れて、水の漏れぬ様にした活塞を差し込み、其上に非常に大なる重量を加へて容積を減らさうとしても、水は極僅しか押し縮められぬ。即液體は其の容積を保つ性質を有つて居るとわかる。

第二十一節 マスカル氏の原理

上圖の如く全く等しき活塞を具へて一方の活塞を推せば、他方の活塞は昇るやうになつて居る。



第六圖

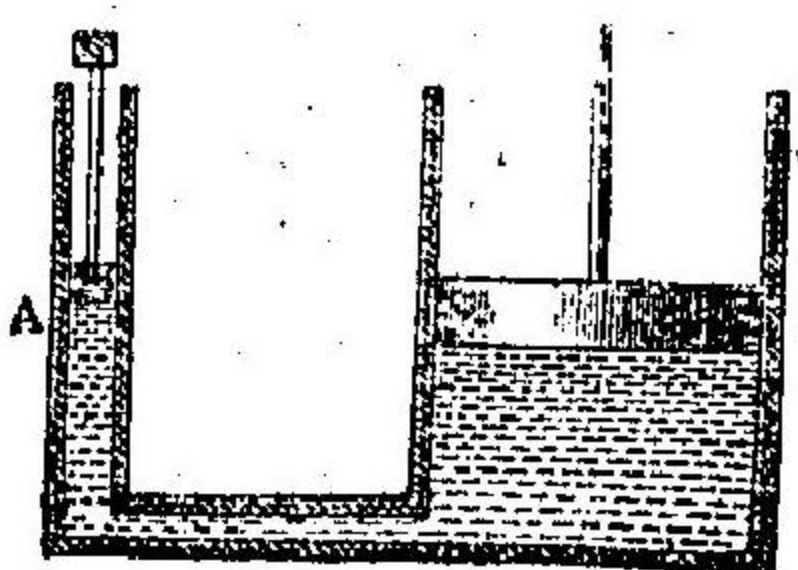


器に水を入れ、一方の活塞の上に百グラムの重さを載せ、他の活塞の上にも同じ重さを載せれば、互に釣合せて動かぬ。次に第六圖の如く一方の活塞を真直にし、一方を水平にするも、正しく相釣合ふれば、水は真直の活塞に加へた重量より出来る下へ向つた壓力を變じて、之と等しい大きさで方向が水平の、まかも外に向つた壓力とすることが出来る。

さて第七圖の如くに同じ形同じ大きさの圓筒數個をもつ器を取つて、各の筒に活塞をつけ、此内に適當の量の水を容れ、器の上にある活塞の上に百グラムの重さを置けば、此壓力は各の方面に同様に擴がつて他の活塞は皆百グラムの壓力で外方に壓される。言ひ換ふれば、一つの器の内にある液體の壓力は諸方に擴がり、一方に或る壓力を加ふれば、之と全じ廣さ(内)の部分又は皆之と同じ壓力を受くるもので、且其の壓力は各の面に直角に働く。

これはパスカル氏の發見したもので、パスカル氏の原理と名付ける。

第八圖

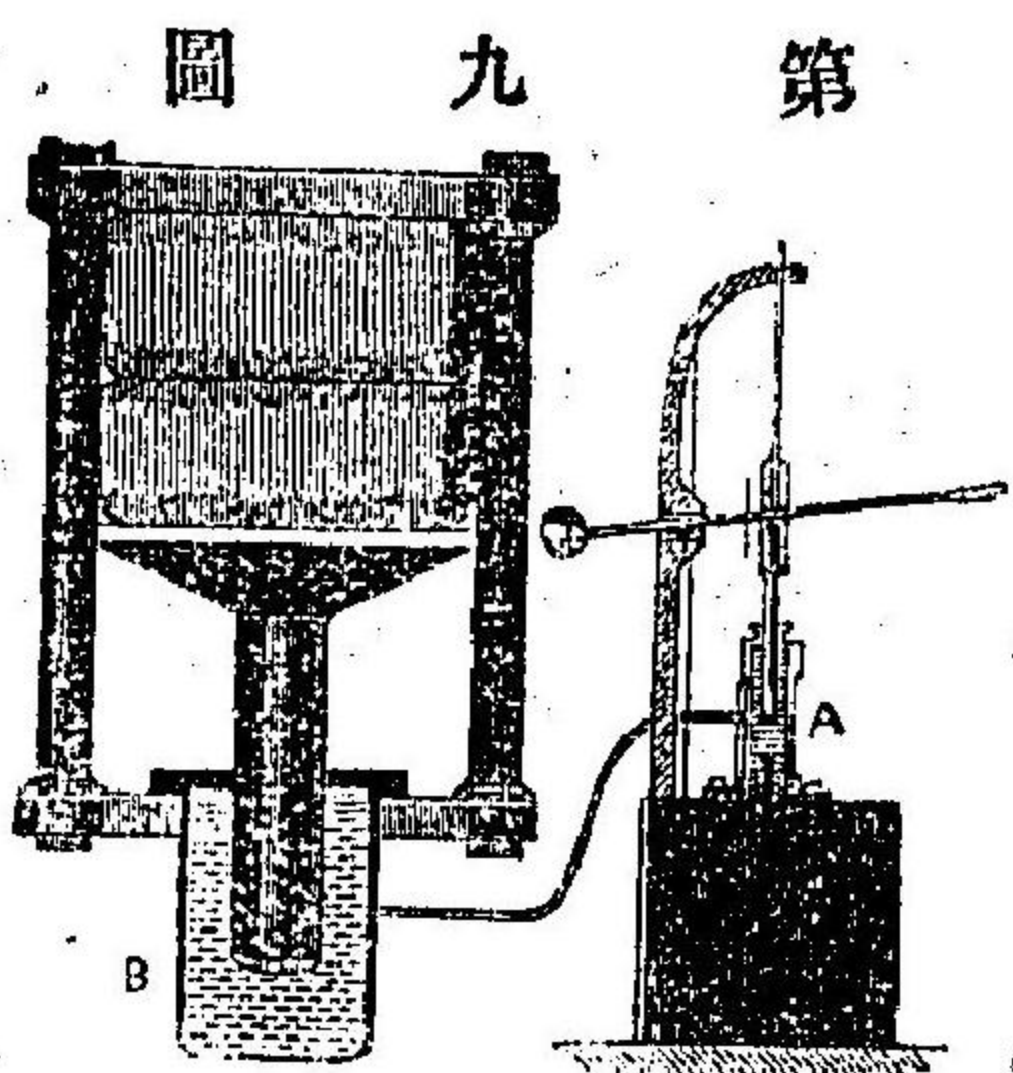


第八圖に示せる如くAの活塞を一平方センチメートルBの活塞の表面積を百平方センチメートルとすれば、今Aの上に十キログラムの重さを置けば、Bの上に十キログラムを置くも、百キログラムを置くも釣合ふとはなく、之と釣合ふにはBの上に十キログラムを置かねばならぬ。何となれば一平方センチメートル毎に十キログラムの重さに相當する壓力がはたらくによつて、百平方センチメートルは其百倍であるからである。つまり液體の壓力は活塞の表面積の廣さに比例する。

第二十二節 水壓器

此器機はブラマー氏の發明したもので、前に述べた理を應用して、毛布、綿などを押し縮めて非常に其の容積を減らし、運搬取扱等を便利にするものである。即

第九圖の如くBなる圓筒に活塞をつけ、管によつてAなる圓筒に通じて、



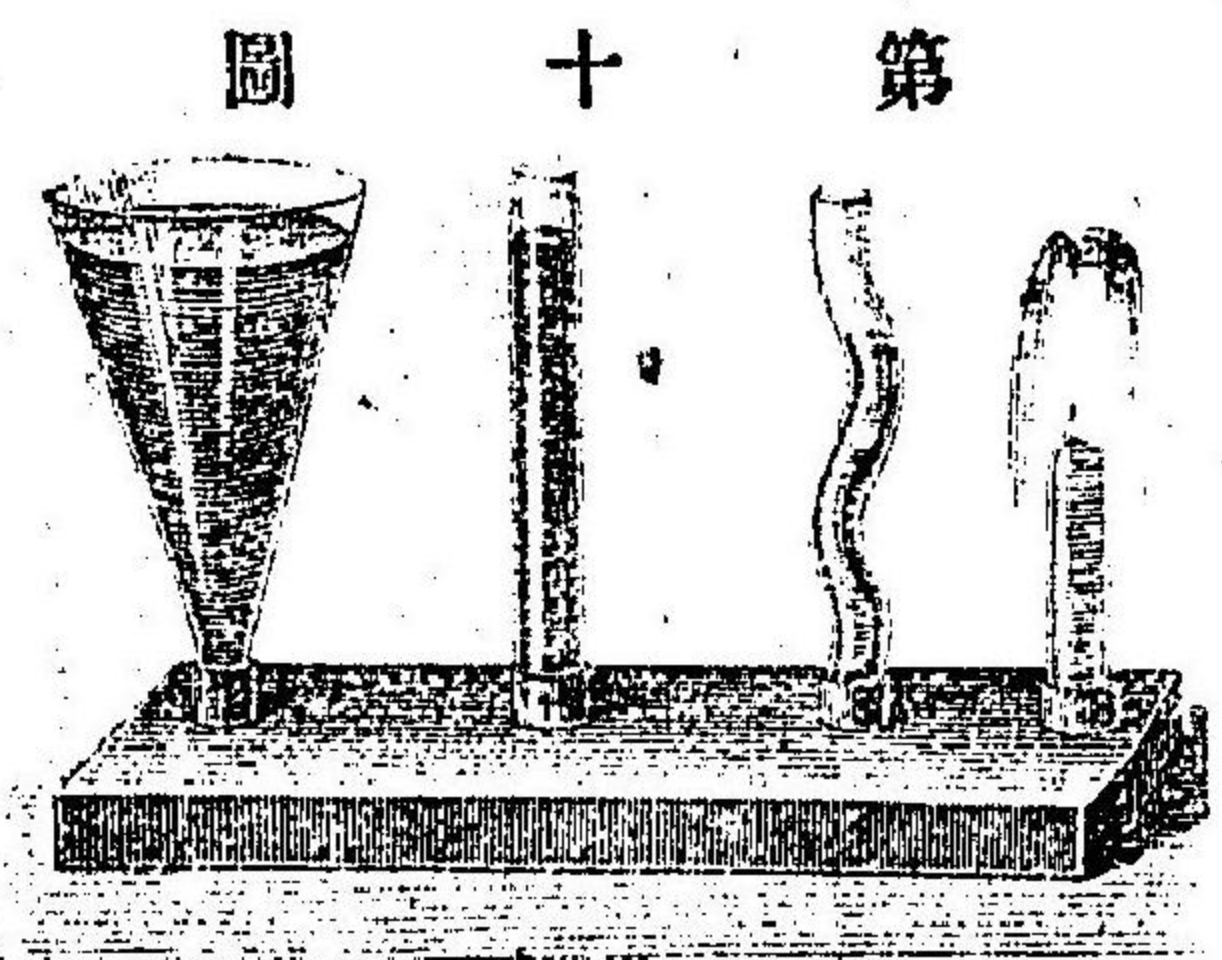
第九圖 重寶の器械の一つである。

水を充たさしめ、ポンプを上下して壓力を加へるときは、其壓力はBの活塞に及ぼして、其上の物を壓縮する装置である。されば此の壓縮の力は前の理によつて二つの活塞の表面積の大小に關係するに由て、今BをAの百倍とすれば、一グラムの力で壓せば百グラムの壓力を物體に及ぼすことが出来るもので、つまり小なる力で大なる力を表は

第二十三節 液體の水平

液體には分子力少なく、從て分子は互に位置を變ずるも常に水平を保たんとするが故に、其の表面が一方に傾けば、其高い所の分子は直に低い所へ滑り下るものである。

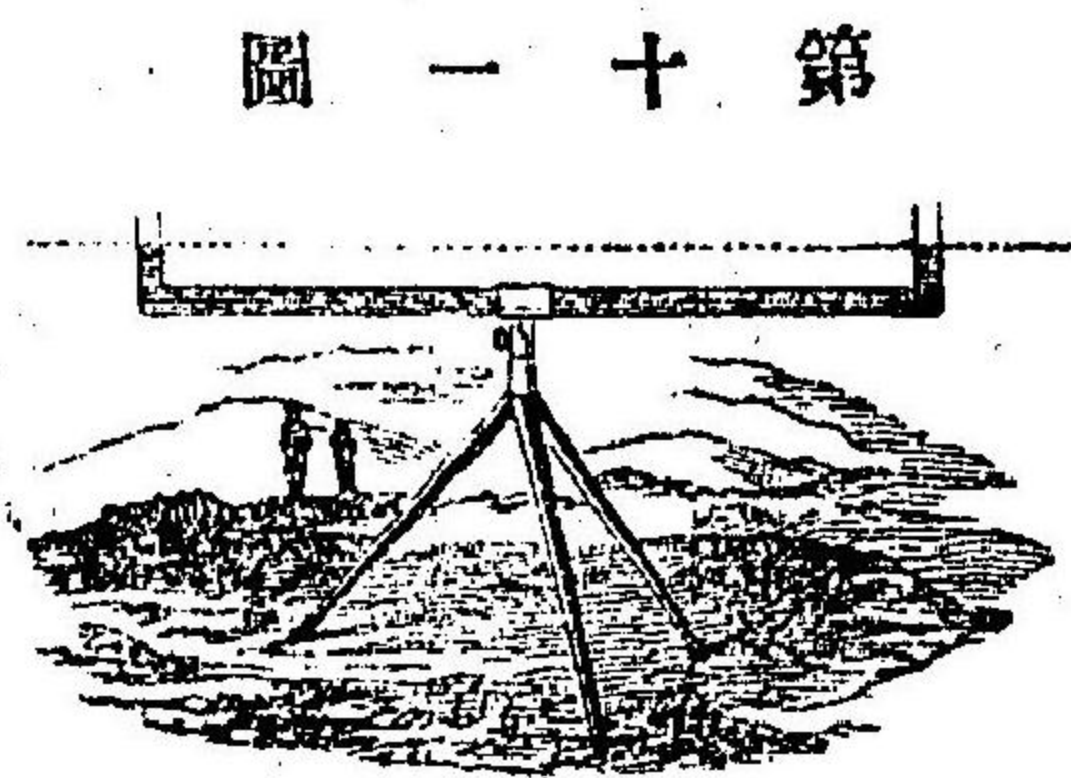
第二十四節 連通器



圖の如くに種々の異つた形の管を數本、臺によつて通はせて置いて、其つちに水を注げば、他の各の管の水面は、皆同じ高さに昇る。若し其中の一管の高さが、他の管内の水の高さより低い時は、水は吹き上げられて、他の管内の水の高さに達する。これを連通器というて、掘貫井の原理である。水道噴水などもつまり此理の應用に外ならぬ。

第二十五節 水準器

水準器は液體水平の理に基いて作つたもので、其構造は第十一圖に示した如く、相等しい二管より成る連通器で、之に管の半ばに至る迄水を入れ、て臺の上に置く、かくせば左右の管の水の表面は常に水平であるから、此二管の水面を見通したものは水平面である。之を持って土地の傾き高低等を



第十一圖

圖 三 十 第

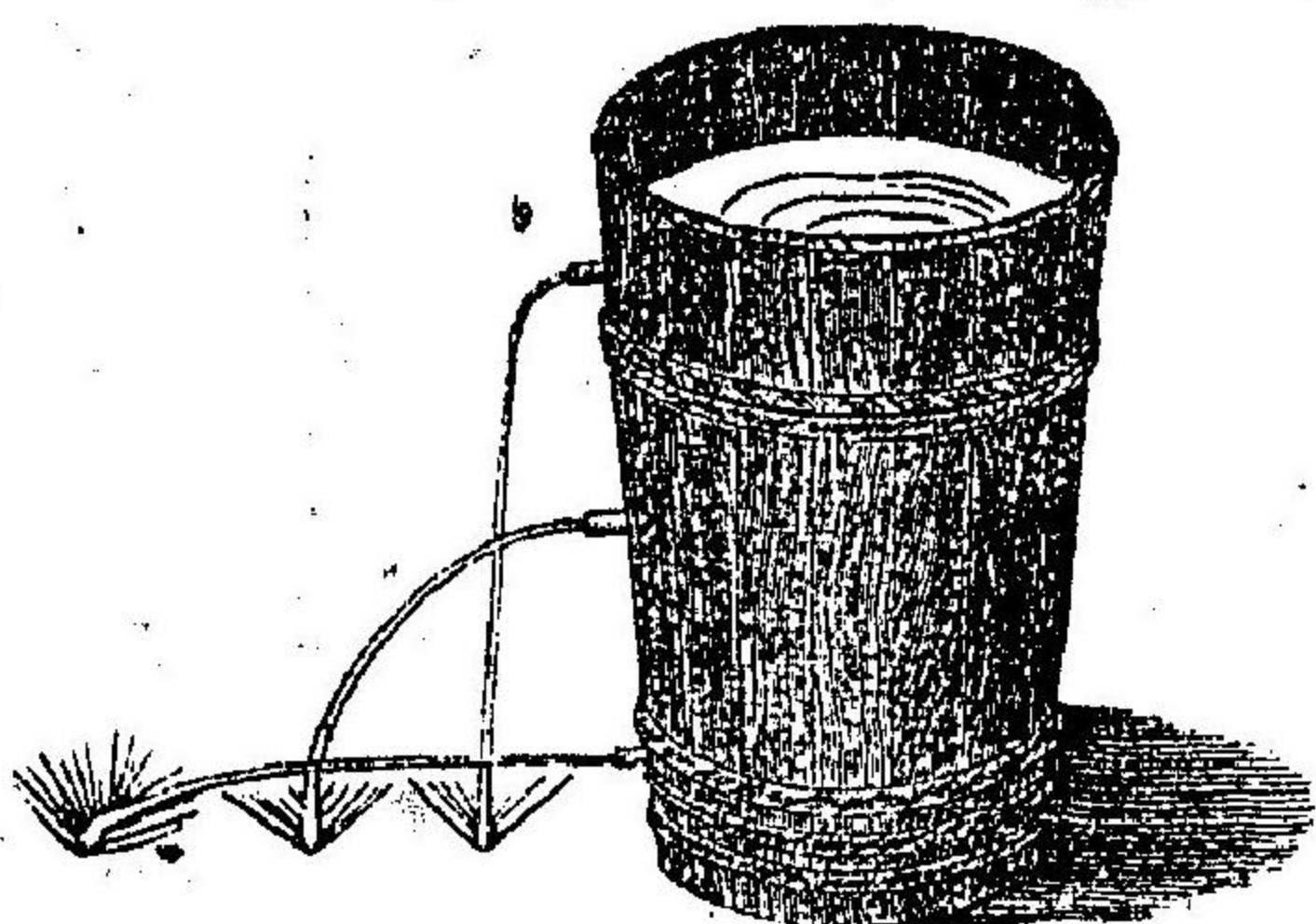
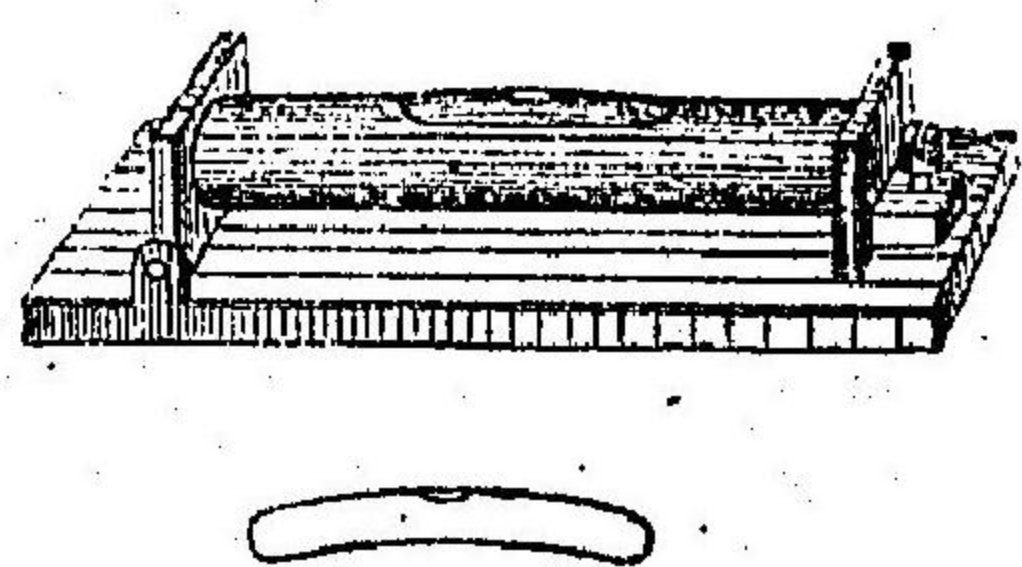


圖 二 十 第

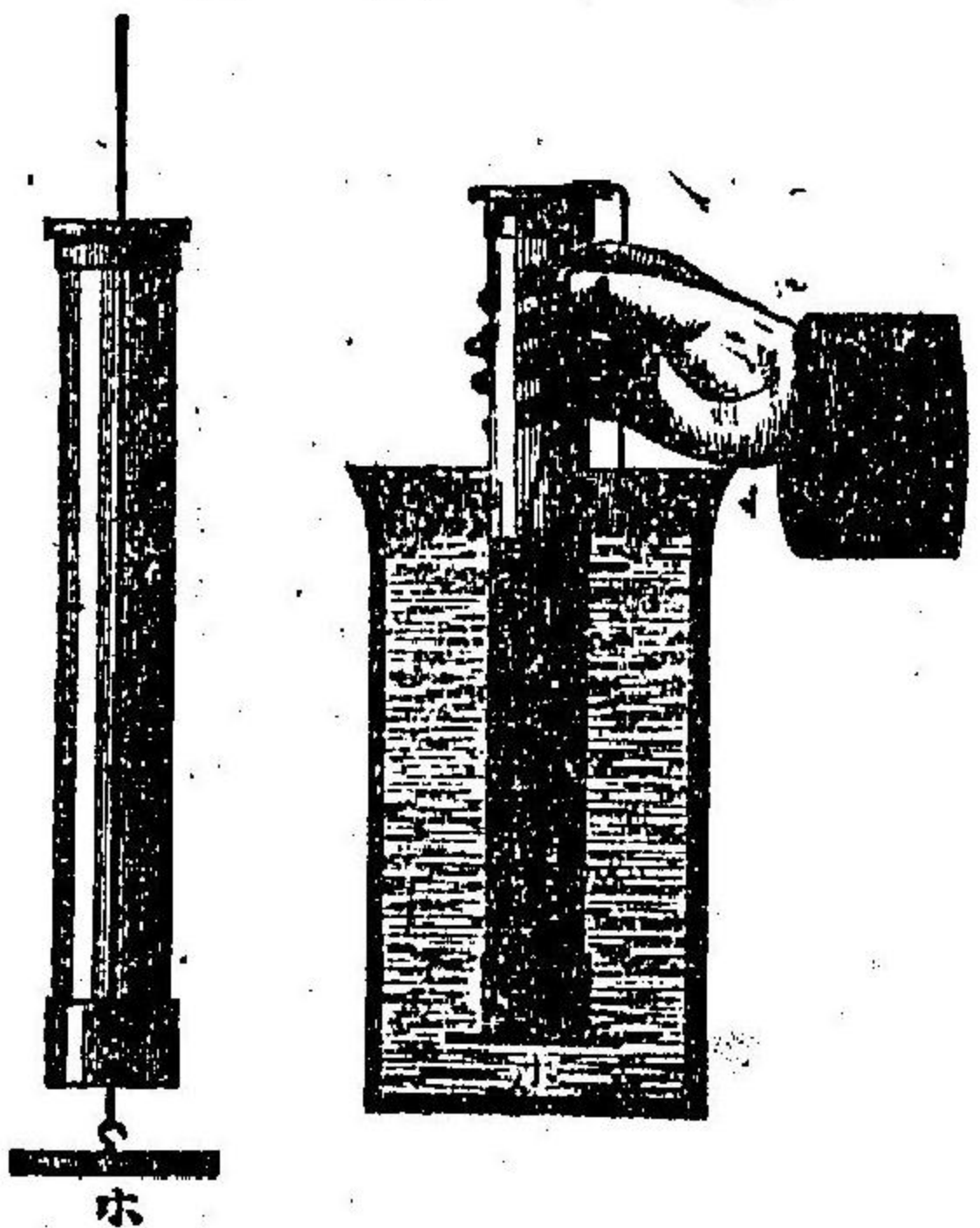


計るのである。又第十二圖に示したものはこれと同じ用に用ふるので、管内には殆んど水を充たし少き氣泡をのみ残してあるので、水平面上に置けば此氣泡は中央に止まり斜面上に置けば此氣泡が左右に傾くのである。是は最も簡便なる器械であるから世に重寶がられる。

第二十六節 水の壓力

水中の壓力は其の深さに正比例する例へば一尺の深さに一貫目の壓力ありとすれば、二尺の深さには二貫目の壓力があるのである。是れ水の各層は各自層の重さに均しき力を以て下層を押し、随て上層多きところ即ち深處にては多量の壓力を受くべき理があるからである。試に水を盛れる桶の側面に數個の栓を設け、其の上部の栓を抜けば

圖 四 十 第



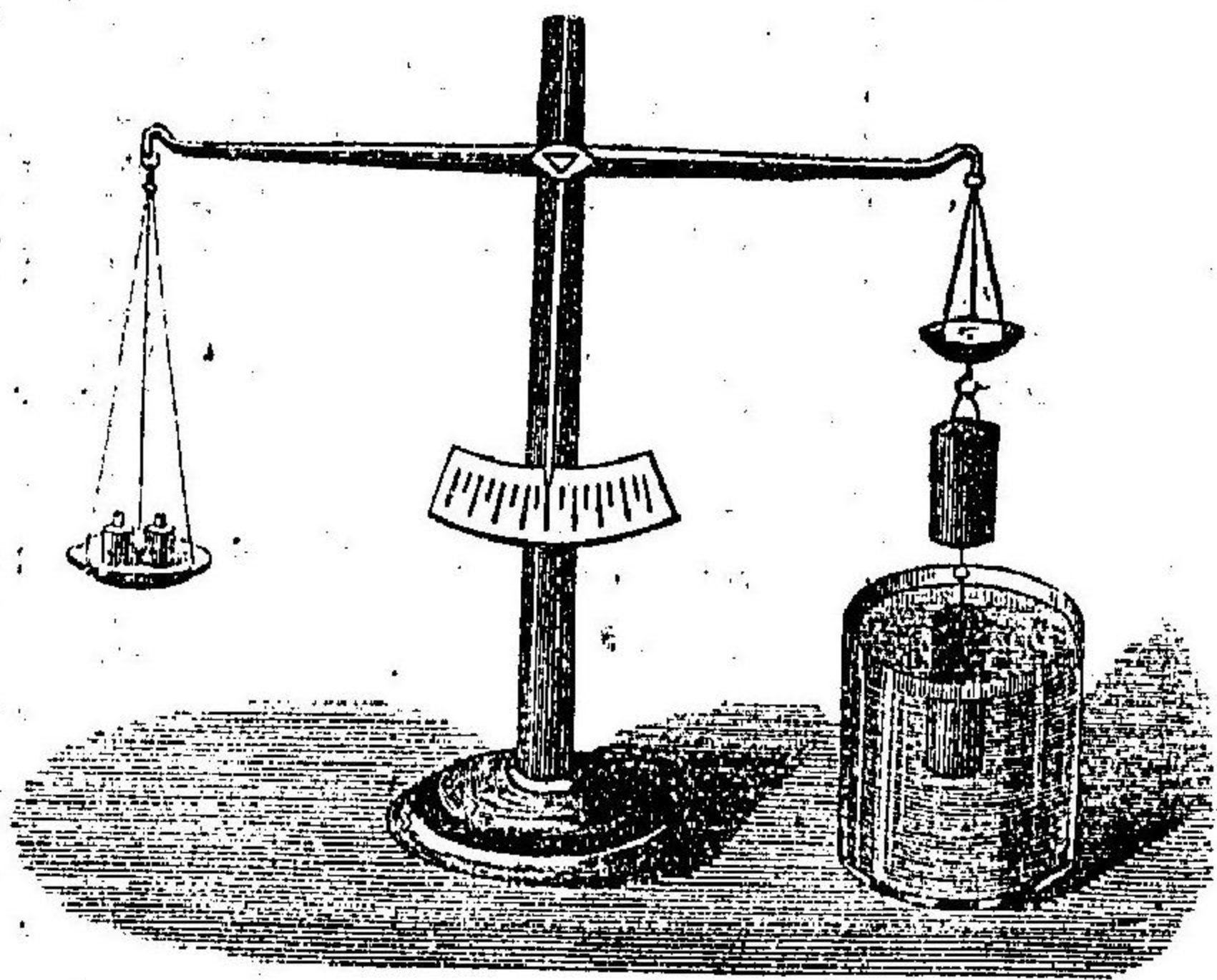
水の流出は甚だ弱いけれども漸次下部の栓を抜くときは、栓の位置下るに随つて水の流出力は益々強烈となるを見るであらう。即ち水中の壓力が其深さに正比例することを證據立てる。

第二十七節 水の壓力(其二)

凡そ液體は分壓の法則に随つて一處を壓すれば、其壓力は上下四方に傳波するものであるから、水の壓力も亦下方にのみ壓するもので無く、尚上下左右孰れに向ても壓するので、前節に示せる水桶の側面より流出するは正に其の證據である。

又水桶に水を入れ置き、別に玻璃圓筒の上下開口せる者を取り、底板の能く密閉すべきものを此の圓筒の下端に當て、そして底板に撃ぎたる糸にて之を引き支へつゝ、水中に差入るときは、其の糸を放つとも、底板は依然とし

第十圖



て支へられ、圓筒内に水を通入せしむるとは無。是れ水が上に向つて壓するから、其の力の爲め支へられて居るからである。そこで此の圓筒内に徐々水を少し宛注ぎ入れても、底板は尙圓筒に附いて居る。併圓筒内の水が外の水と殆ど全じ高さになつて、底板は始めて離れ落つる。畢竟圓筒内の水の下方への壓力が、外の水の壓力と平均したからである。

第二十八節 水の浮力

空氣中で秤つた物體を水中に入れて秤れば、必其重量を減ずる。今第十五圖に示した如く、秤の一方に圓筒を下ば、其下に圓筒の内部と、同形同容積の圓柱體を吊し、他の皿の上に分銅を置いて均合はせた後、下の圓柱體のみを水中に入れば、秤は平均を失ふ。され

ど圓筒の内へ水を満たせば、元の様に釣合ふに由て、圓筒内の水の重量は圓柱體の失つた重量に等しいことが知れる。即ち水中に於ける物體の重さの損失は、物體夫れ自身の容積の水の重さと等しい。

故に水と全く同じ目方の物は、水中何れの所に於ても靜止する。又水の上に浮ぶものは水より軽く、其水中に沈んだ丈の水の容積の重量が、其の物全體の目方と等しいものである。

水の浮力は容易に實驗することが出来る。地上では數人の力をも要する石が水中では一人で動かすことが出来る。湯槽の中ではわづかに指の先で身體を支へる事が出来る。肥えた人は瘠た人よりも水に浮み易く、従つて游泳するとも容易である。これは肥えた人は脂肪が多く、脂肪は水より軽い故である。又溺れた人の屍體が數日で水の上に浮び出づるのも、死體が腐敗して其内に瓦斯體が生ずるからである。

第二十九節 比重

前に述べた理によつて、比重を測ることが出来る。其方法を次に述べやう。今こゝに空氣中で重量十九匁の金塊を水中で秤れば、十八匁の重量となつて、一匁の重量を失ふ。此失つた一匁の重量は、此金塊丈の容積の水の重量である。然るに此の金塊自身は十九匁で、金塊と同じ容積の水の重さは一匁であるから、金は水の十九倍の重さをもつことがわかる。之を吾々は金の比重は十九である」と云ふ。即此の金の分量には關係せず、いつも金の比重は十九である。其他何れの物體に付ても同じ手續を施せば、其の物體の比重を見出す事を得る。つまり

比重とは、其物體の重量をそれと同じ容積の水の重量で除した商である。物體は各一定の比重を有つによつて、諸物體の比重を知つて置くときは、或一物體が何物であるかを知るには、其比重を秤ればわかる事もある。

此比重の法は二千餘年前アルキメデス氏の發明したもので、シラキエーヌ王シセロが其の金の冠を冶工に命じた時、他の金屬を混ぜたことを疑つたが、之を検査するに方法がなく、或る時之をアルキメデス氏に謀られた、氏も種々に苦心したが、よき考へも出ななだがある日入浴して不圖思ひ付き

悦びの餘り裸體をも忘れて見出した見出したと叫びながら家に歸り、豫て所藏した純質の金を水中で秤つて比重の十九であるを知り、これより王の前に出て前に述べたことを論じて王の冠を試験したに、十九分の一より餘計の重量を失つたから、純金でないことを證據立てた。それが爲めに冶工は果して不正の刑に罰せられたといふが、アルキメデス氏の發明は實に學問社會に大いなる功績といはねばならぬ。

第三十節 他の液體の浮力

水の外の液體も皆夫々浮力を有つ、アルコール、エーテルの様な軽い液體は割合に僅かの浮力をもつが、水銀の如くに甚重い液體は甚大なる浮力を有する。今水銀の中へ鐵片を入れるれば浮ぶが、これは鐵は水銀より軽いことを表はすのである。之に反して金を投入すれば沈む、つまり金は水銀よりも重いからである。鹹水は淡水より比重が大きいから、海に於ては川に於てよりも浮び易い。バレンスタインにある死海といふ鹹湖は、其水が重くて人が之に入つても沈むとはならぬ程だといふとである。

第三十一節 比重表

次に緊要な物體の比重を擧ぐる

物體	比重	物體	比重
白金	二一四五	金剛石	三・五二
金	一九・二六	大理石	二・七一
鉛	一一・三五	水晶	二・六五
銀	一〇・五三	アルミニウム	二・五六
銅	八・八五	象牙	一・九三
白銅	八・二八	石炭	一・四〇
鐵	七・二〇	人體(平均)	一・〇七
亞鉛	七・一九	コルク	〇・二四
水銀	一三・五八	海水	一・〇三
硫酸	一・八四	オリブ油	〇・九二

第三十二節 毛細管現象

水の中に細い管を立つれば管内の水は管の外の水面より高いが、之を水銀の中に立つれば管内の水銀面は管の外の水銀面より低い、そして管内の水は凹であるが、水銀は凸である、これのみでなく凡て如何なる種類の液體でも管を濕すものは水の時のやうで、濕さぬものは水銀の時の様である。つまり液體が固體を濕すと濕さぬとは、此二つの物の分子間の引力の多少によること、此の現象を毛細管引力と名づける。

砂糖を盛つた器の下の端を水に浸せば、砂糖の全部は直に濕ふ、又吸墨紙の端を水中に入れば直に水平上に水を上げるを見る、まかし砂糖又は吸墨紙を水銀の面に觸れても少しも濕さぬ、つまり此の砂糖と吸墨紙とは其内部に無數の小孔があつて、此小孔は各々毛細管引力の作用をして、水を斥けて水を吸上げるからである。

硝酸

一・四五

アルコール

〇・七九

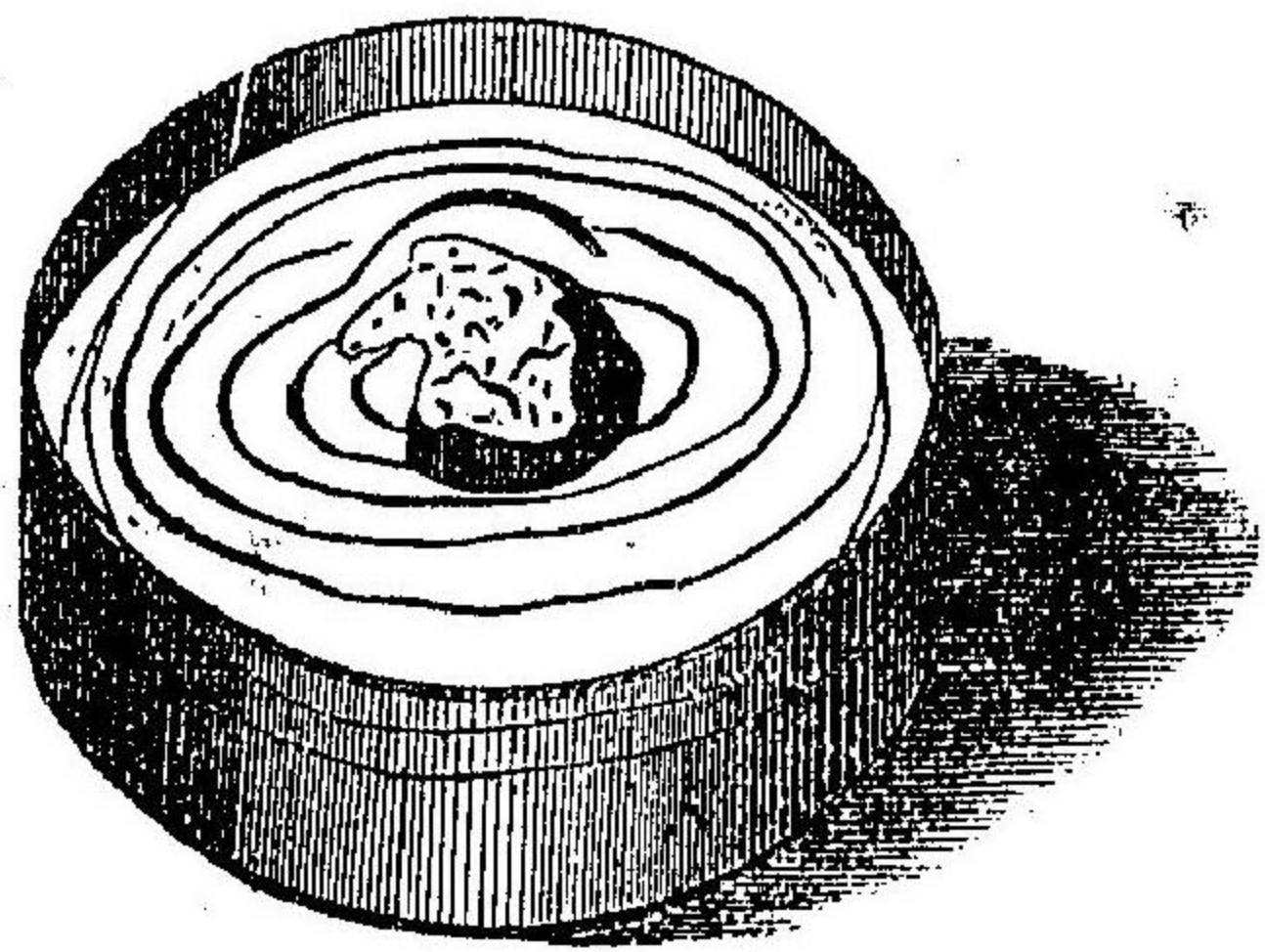
第三十三節 表面張力

液體の表面は奇妙なものである。其内部より餘程堅固で常に縮まらうとして張り詰めてをるとはちよど太鼓の皮の様である。これを表面張力と名づける。虫が水の上を奔走するを見ることがある。之は強ちに虫の重量が水の重量より軽いのみでない。又針の如く重い物でも徐に水上に置けば浮ぶことがある。しかし水面より少しにても下れば直に底に沈降むで終ふ。そはつまり水面は強固でこれ等の物體の重量を支へるに充分であるが、水中では此力がないからである。又草木の葉の上の露は其の表面が縮まらうとするが故に必球形になる。これは幾何學上同じ容積を有つ凡ての形狀の内球形が最も小さいものであるからである。

第三十四節 表面張力の強弱

表面張力の強弱は液の異なるに従つて差のあるもので、天然に存するものでは水銀が最も強く、水は次に位する。又かし水とアルコールと適當の分

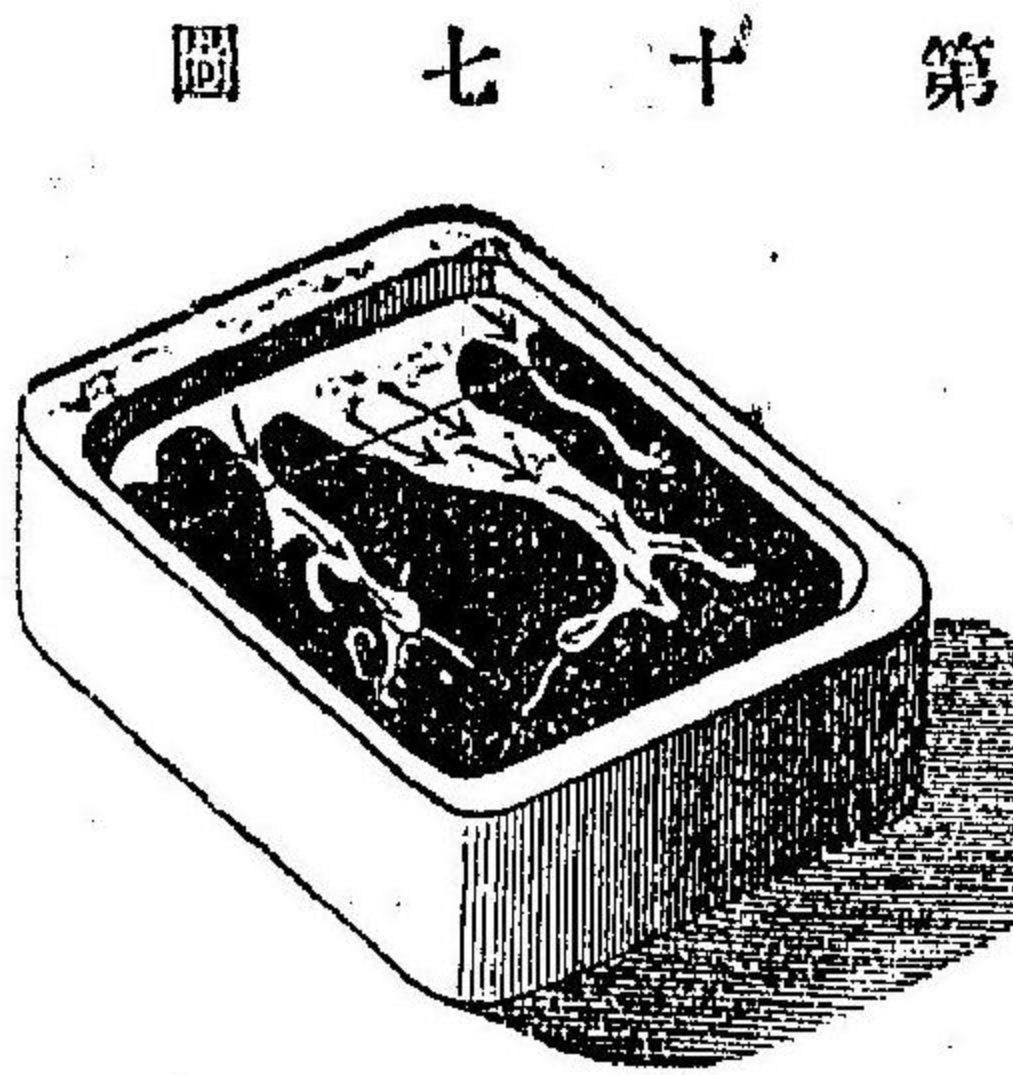
第十圖



量に混ぜれば却て水よりも強いものが出来る。故に水面の強さは吾々の學び知るもの、内で第三位である。一般には水は純粹のものが其張は最も強いから他の液體を混ぜれば直に弱くなるものである。

今水中へ油又は香水の一滴を落せば、其の一滴は先づ一つの環となつて擴がつて四方に小さい數多の環が出来る。此小さい環からも亦數多の小環を生じ、この様にして水面一様に擴まつて遂に水は濁るに至る。これはつまり常に縮まらうとする水の表面は何處も皆同じ力で引き合つて居るから、運動をしないのであるが、今他の物が入つた爲め、急に其の一箇所の張力が弱くなつて他の部分を引延ばし、其の區域に増大せしむるによつてである。

又樟腦の一塊を水中に浮ぶれば、頻に回轉する。此理は樟腦は通常不規則の形で、必或る一ヶ所に凸の處がある。第一に此處が水に溶解するによつて、其部分の張力が急に



第 七 十 圖

弱くなつて他の方に引かるゝ、此時樟腦は其運動の衝突を受けて回轉を始
 むるものである、併し若し此の樟腦が球形であれば諸處が同時に同様に溶
 解するから、此塊の周圍の水は同時に同様に張が弱くなり、諸方に引かるゝ
 力が平均するによつて少しも回轉せぬ筈である、(第十六圖)又樟腦の代りに
 松樹の嫩芽を切つて入れても同じ理で同じ現象をあらはすものである。
 又硯の墨を磨るに水を硯陸で充分に濃くし、
 それを墨で硯海に推しやり、硯海の他の部分よ
 りまだ濃くならぬ水を硯陸に引き上げれば硯
 海の液面は餘程硯陸より低くとも、其の推しや
 つた濃い部分は硯陸の方へ上げられた水の方
 へ向つて運動するものである、これは前と同じ
 道理で其の濃くなつた部分は水よりも表面張
 力が弱いから、うすい部分の張力が濃い部分の張力に打ち勝つて引き付く
 るによつてである、(第十七圖)前に述べた毛細管に水の昇るのも全く表面張
 力によるものである。



第 十 八 圖

氣體は液體と似て居るが又大に之と異なる所もある、液體は水平なる表
 面を有つからして、勢一部分のみを充つことができ、が氣體は擴張しやうと
 云ふ力を有つによつて常に眞空を充たさうとする傾がある、假令少量の氣
 體を器に入れても其一部分のみを充たして其他に空所を残すことは出来
 る、必器一杯に充ち擴がるものである。
 今空氣を充たしたゴム球をガラスの鍾の内に置き、排氣器(説明は後)で此鍾
 内の空氣を抜くときは、ゴム球はだんくんと膨脹
 する、しかし鍾内に空氣を入れば再び故の形と
 なる、これはつまり周圍の空氣が除かれて殆ど眞
 空となるによつて球内の空氣は此眞空の場所を
 充たさうとして擴張するによつてゝある、又第十

第七章 氣體の性質

第三十五節 氣體の擴散性

八圖の様に瓶の口をゴムで掩ひ其の内の空氣を抜くときは外部の空氣は此瓶内の空所を充たさうとしてゴムを瓶内に壓入る、猶一層空氣を抜けば殆ど真空となるが其以前にゴムは空氣の壓力の爲に破れる。

第三十六節 氣體の重量

この様に氣體には常に空氣を充たさうとする性質があるから器内の空氣を全く抜き取ることは難いが併し殆ど真空と云ふ迄には抜取ることが得る。今圖の如き器をとりこれを秤つて其重量を記し次に排氣器で器内の空氣を除いて再び秤れば其重量は前より減少するこれは初め器の内に在つた空氣の重量である。若し此器の空氣の代りに水素を充て、秤れば其重量は空氣の時よりも少く、又炭酸瓦斯を充て、秤れば其重量は空氣の時よりも増加する。此様に瓦斯體は皆重量を有するもので又各輕重がある。



圖九十第

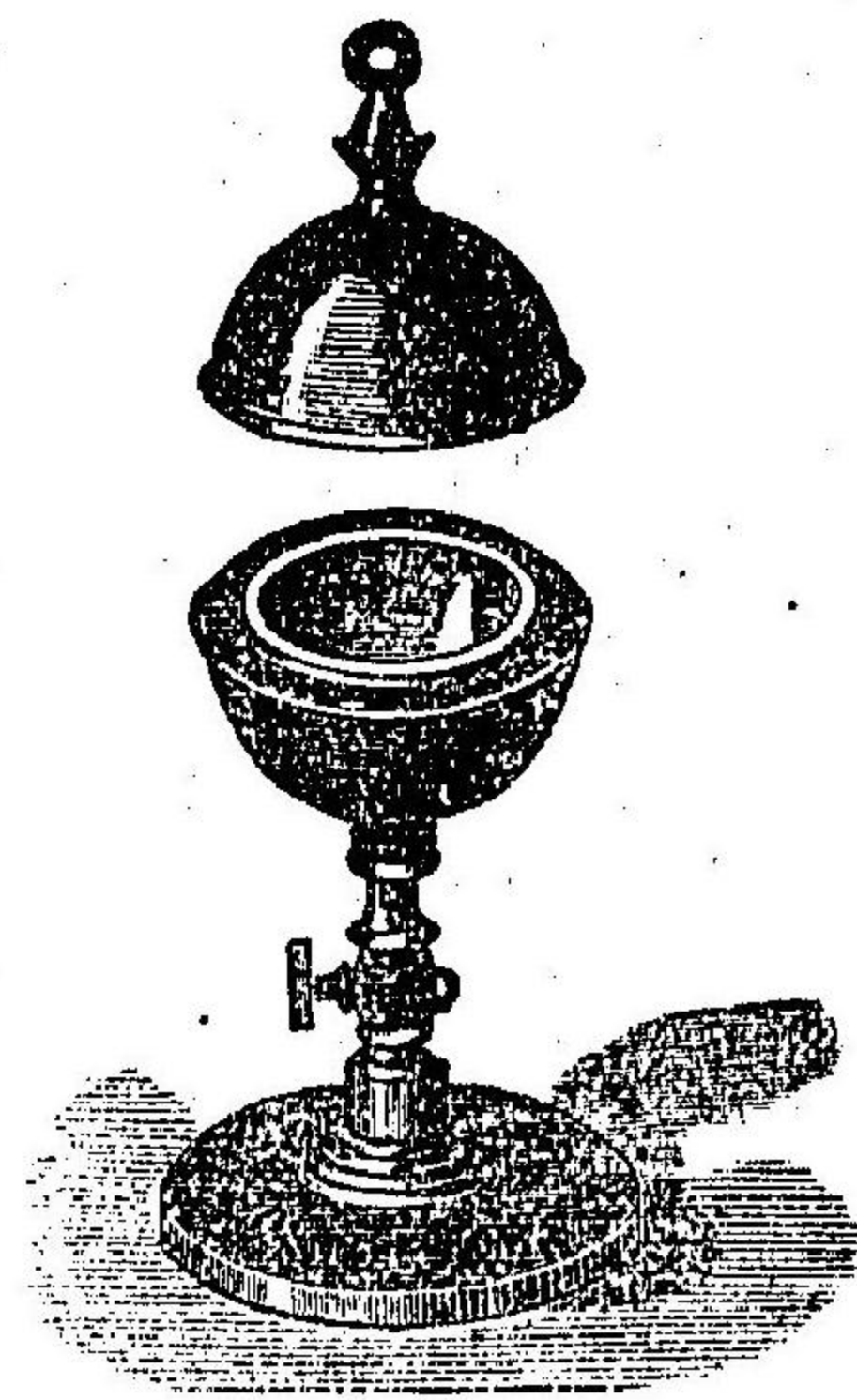
第三十七節 氣體は液體固體に化す

固體は之を熱すれば液體となる如くに液體を熱すれば又氣體となる假令ば氷を熱すれば水となり尙熱すれば水蒸氣となる様のものである。故に之と反對に水蒸氣は冷氣に遇へば液體即ち雲霧霞雨等となり尙一層冷ゆれば固體即ち雪氷となるやうに、炭酸瓦斯でも空氣でも殆ど凡ての瓦斯體は冷やして壓力を加ふれば皆液體又は固體となす事の出来るものである。

第三十八節 大氣の壓力

大氣とは全地球を包む空氣のことで空氣には前節に述べた如く重量がある。即ち地球の引力を受くるものである。故に假令其の分子が互に反撥て擴がらうとしても地球を離れて飛去るの憂はなく地球の周圍に附いて何十里といふ深さの一大洋を成して居る。其空氣の大洋の底に吾々は生活しつゝあるのである。そして水の壓力が深さに従つて増すが如くに空氣の壓力も下層に至るに従つて増加し、又其の壓力の四方に及ぶとも水の如くであ

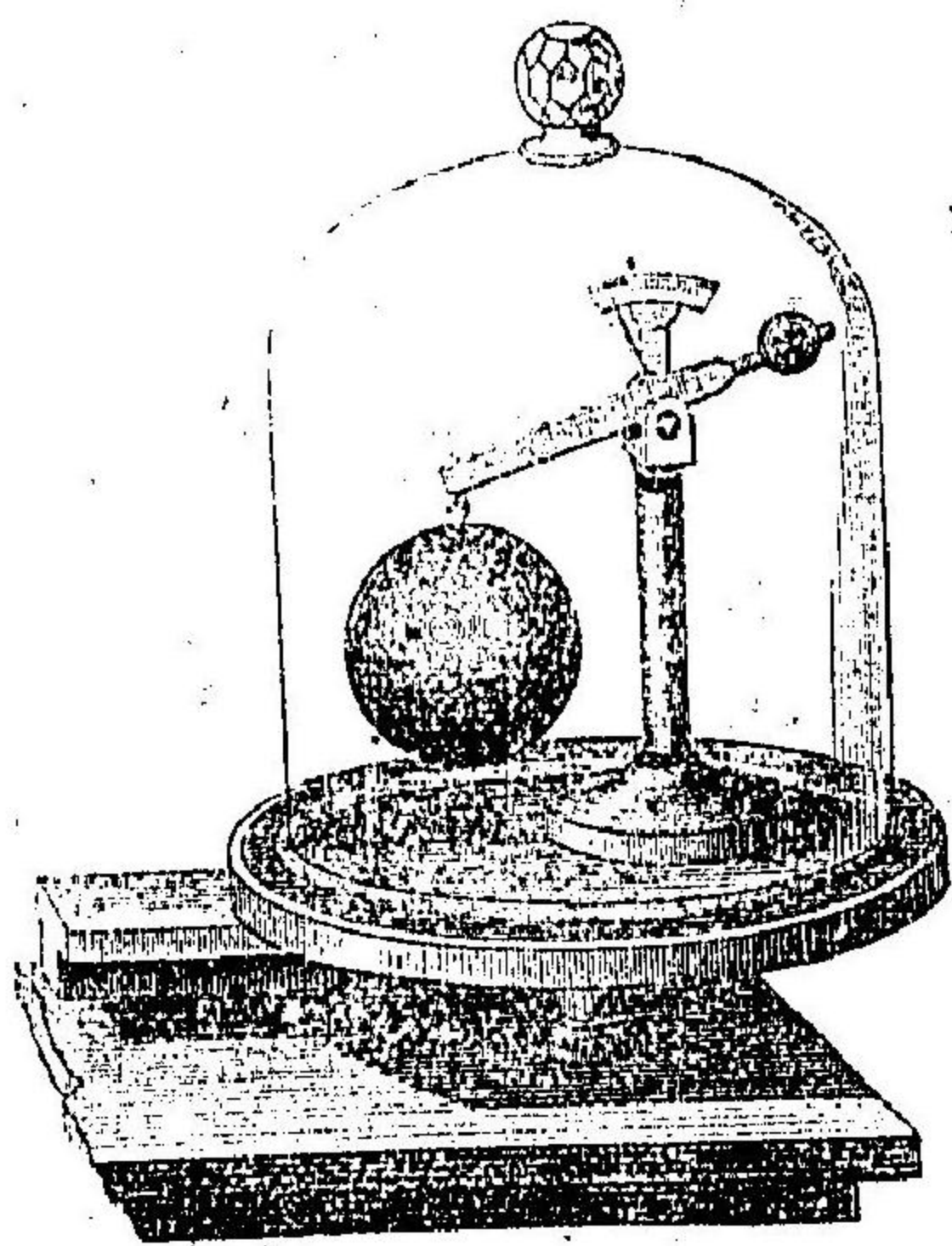
第十二圖



る。されば吾々は凡そ二万斤の壓力を受けて居るので非常なる重さを感じねばならぬ筈であるに、さう覚えぬのは全く上下四方より均しく壓力を受けるからである。例へば爰に一片の紙あれば、空氣の壓力は此紙の上より壓すと同様に下よりも壓し前後左右よりも平均して壓すによつて少しも空氣の壓力なき様に自由に動かすことが出来る、吾々が壓力を感じず自由に運動するのも全くこの理に外ならぬ、そこで左の試験のように一方の空氣をとれば空氣の壓力を知ることが出来る。

第二十圖の如く互によく適ふ二つの中空の半球を押し付けて其口を閉ぢても、此二つの半球は自由に離すことを得る。これ内外の空氣の壓力が均合うて居るからで、若し二個をよく合せ排氣器によつて内部の空氣を抜取れば之を引き離すには非常の困難である、これ壓付る外氣に對

第十二圖



して内部にこれに釣合ふべき空氣がないからである、この球をマグデブルグ半球と名づける。

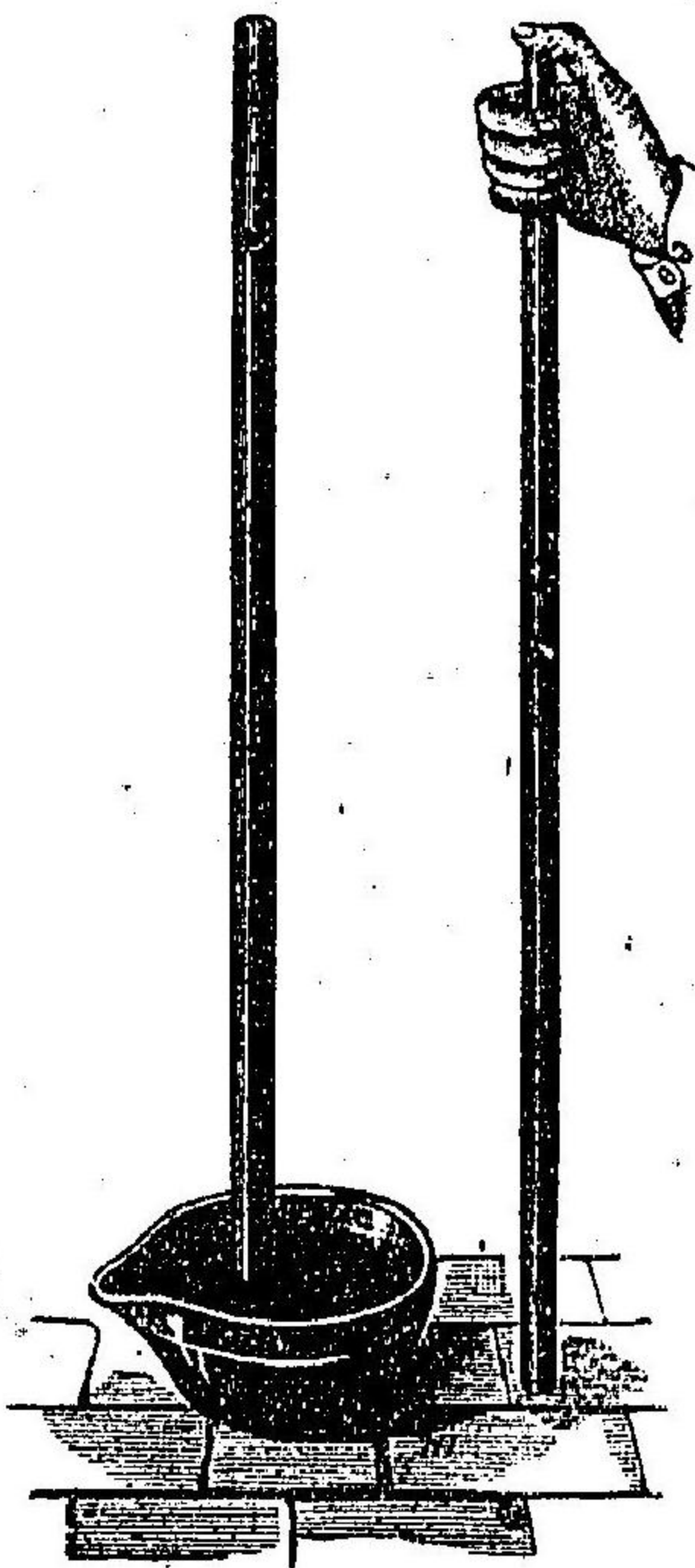
第三十九節 空氣の浮力及輕氣球

空氣は重量があるによつて又水の様に浮力を有つ、シャボン玉や煙の昇るはこの浮力のある證據であるが、只水の如く強くないのみである、今上圖に示した如くに秤の一方に空虛の球を懸け、一方に重い分銅を懸けて釣合はせ之を排氣器の鍾の内に入れて空氣を抜き去れば秤は平均を失つて空球は下る、これ空氣の抜き去らるゝに従つて球も分銅も共に空氣の浮力によつて失つて居つた重量をとり返すが、球の容積が大きいから其取返す割合も大きく、従つて其重量の増しが分銅に超ゆるからである。

故に大袋を作つて水素瓦斯の如き空氣より軽い氣體を充たすときは之と同じ容積の空氣よりも軽くなれば空中に昇る、ちよど水中にコルクの浮ぶ様なものである。筒様なる球を輕氣球と名づける、もし此球を充分大きくすれば、之に數人も載せる事が出事て氣象學の研究戰時敵情の偵察等其
他廣く用ひらるゝ。

第四十節 晴雨計

第二十二圖



銀は餘程重量を有つて居るものであるが、何故に皆下り來らぬであらうか、

一端の閉ぢた長さ三尺許の細いガラス管に水銀を充たし指にて緊とそ
の口を塞ぎ之を倒にし
て水銀を容れた器の中
に挿入れ、指を放てば管
内の水銀は少しく下つ
て凡そ七百六十ミリメ
ートルの高さとなる。水

これは空氣の壓力が器の内の水銀面を壓して之を支へるからである、さらば何故に管内の水銀を皆壓し上げて空所を充たさぬであらうか、これつまり器内の水銀面を壓する空氣の壓力は凡そ七百六十メートルの水銀柱と釣合ふからである。故に尙一層大氣の壓力が強い時は水銀は昇り、弱い時は降る。此試験はイタリヤ人トリセリー氏が始めて企てたので、かく装置したものを晴雨計又は氣壓計と云つて其眞空の場所をトリセリーの眞空と名づくる。普通の晴雨計には水銀の昇降を計るために別に度目を刻み付けてある。

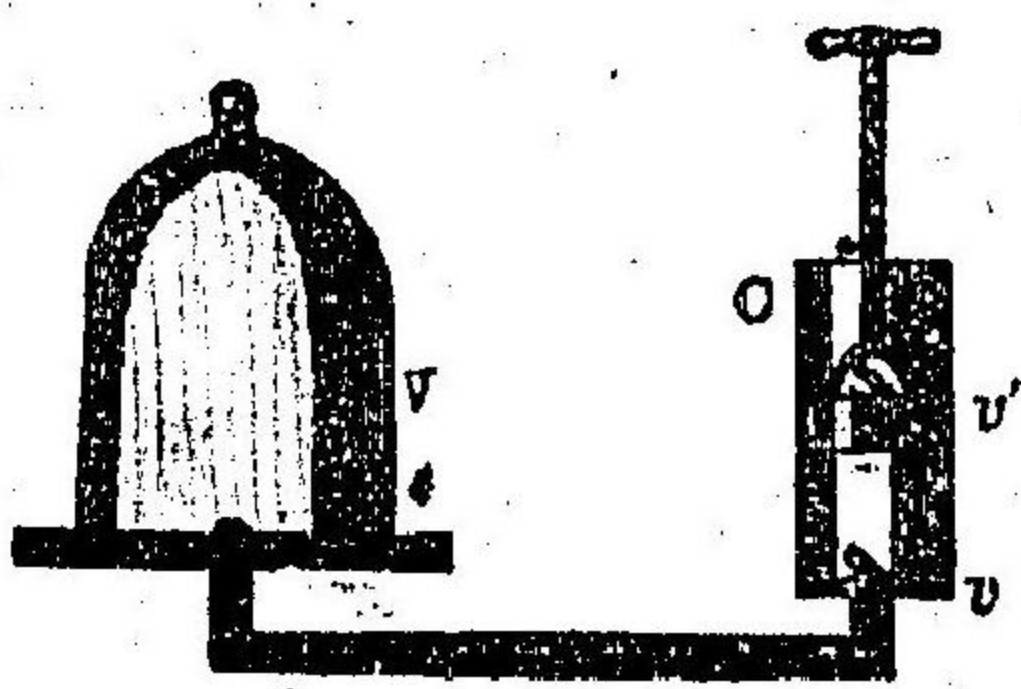
第四十一節 晴雨計の用

晴雨計の用は種々あるが、第一山の高さを測量するに用ゐるものである。前節に説いた如くに空氣の上層は下層よりも氣壓弱く、從て氣壓計の管内の水銀は降る。此譯で高山に昇ると愈高ければ管内の水銀は愈降るから之に因て場所の高低の度を計ることを得るのである。第二には之を以て晴雨を計ることを得るのである。即水銀柱の上端が降るとき殊に速に下るときは

風雨の来る前兆で水銀柱の上端が高く且動かぬ時は晴天の續くことを示すものである。

第四十二節 空氣ポンプ

空氣ポンプとは器の内の空氣を抜き去る機械である、其の構造は第二十



第三十二圖

三圖に示した如くでVは之より空氣を抜き去らうとするガラスの鐘で平に磨つた板上に密つくり合せて居る、此板の中央にある穴から管によつてVの瓣を通じてOの筒内には又柄の附いた活塞があつてこの活塞にも前と同様の瓣がある、今この活塞を押し下ぐればVの瓣は空氣の壓力の爲めに閉ざされて圓筒内の空氣は鐘の方へ進むことが出来る、之を充たさうとしてV鐘内の空氣はVの瓣を開いて圓筒内に入り込む。

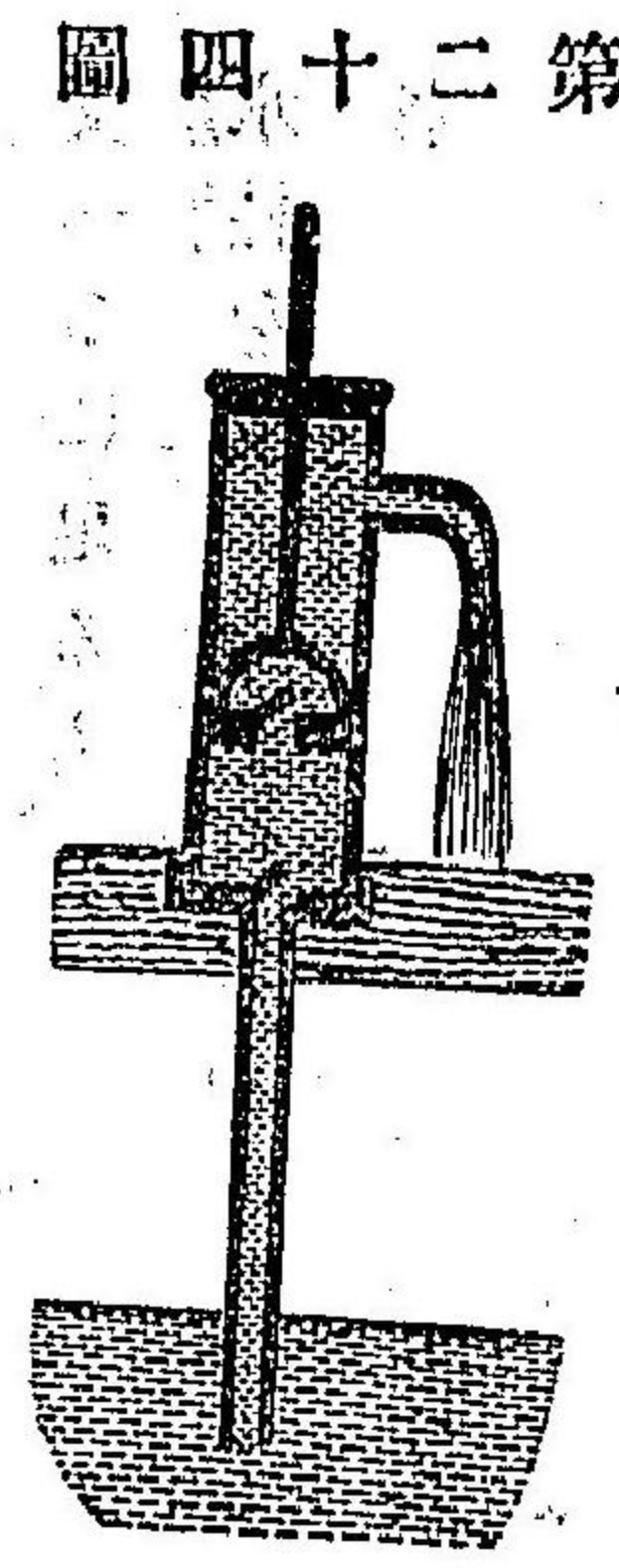
この様に上下する中に鐘の内の空氣はだん／＼薄くなつて終には瓣を押し上ぐる次の壓力がなくなるまで眞空に近くなるものである、此の器械は歴史上最古きものであるが、かの工業上に用ひ電氣燈などの眞空をつくりなどするは全く別の空氣ポンプで、スブレンゲル若くはガイスレルの發見した水銀ポンプである。

第四十三節 ポンプ

前に説いた通り空氣の壓力は七百六十ミリメートル(凡二尺)の水銀柱を支へるに足るもので、水は水銀より軽いから空氣の壓力はこれよりも高い水柱を支ふべき理である、即實際上空氣は凡三十尺の水柱を支へる事が出来る。

ポンプ(唧筒)は吸上の作用と抑壓の作用と或は二つの作用の相合したる器械で水を低きより高きに上ぐるに用ひらる。

吸上ポンプの理は第二十四圖に示した如く排氣器の理と全く同じく、先づ始に活塞を引上ぐれば排氣器の場合の如くに上方の空氣は上の瓣を壓

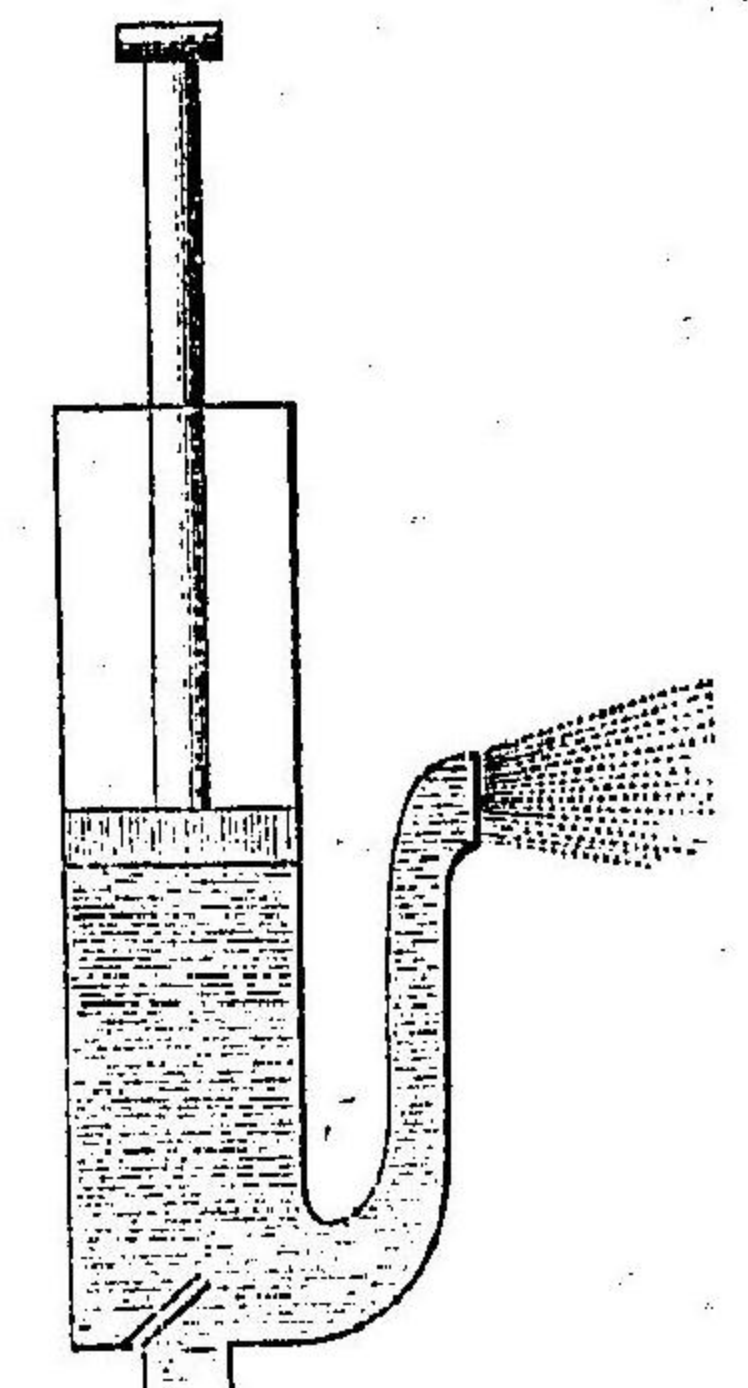


第四十二圖

して之を閉ぢ管内の空氣は下の瓣を開いて新に生じた空所を充たす次で活塞を押下ぐるときも亦排氣器の場合の如くに下の瓣は閉ぢ活塞の瓣は開いて空氣を遁れ出させるものである故に活塞を上下すれば圓筒の内と管の内とにある空氣はだん／＼抜き去られ其の壓力も亦從つて減ずるから外部の空氣の壓力と鈞合ふことは出來ぬ從つて外部の壓力により管内に水を押し上げ管内の空氣が益々抜かれた時は水は管内に満ちて圓筒内に入込む尙引續き活塞を上下すれば水は活塞の瓣を開いて圓筒に満ち終にポンプの口より流れ出づるに至るものである。まかし前に言うた如く空氣の壓力は唯三十尺の水柱を支へるのみであるによつて水柱が三十尺より高いときは空氣は最早之を支へることは出來ぬ故に管の長さを三十尺以内にすることは必要なることである。

抑壓ポンプは第二十五圖に示す如き造り方で前と全じに圓筒の下に上方に開く瓣があるが活塞にはない又管の下に上に開く瓣があつて活塞を

第五十二圖



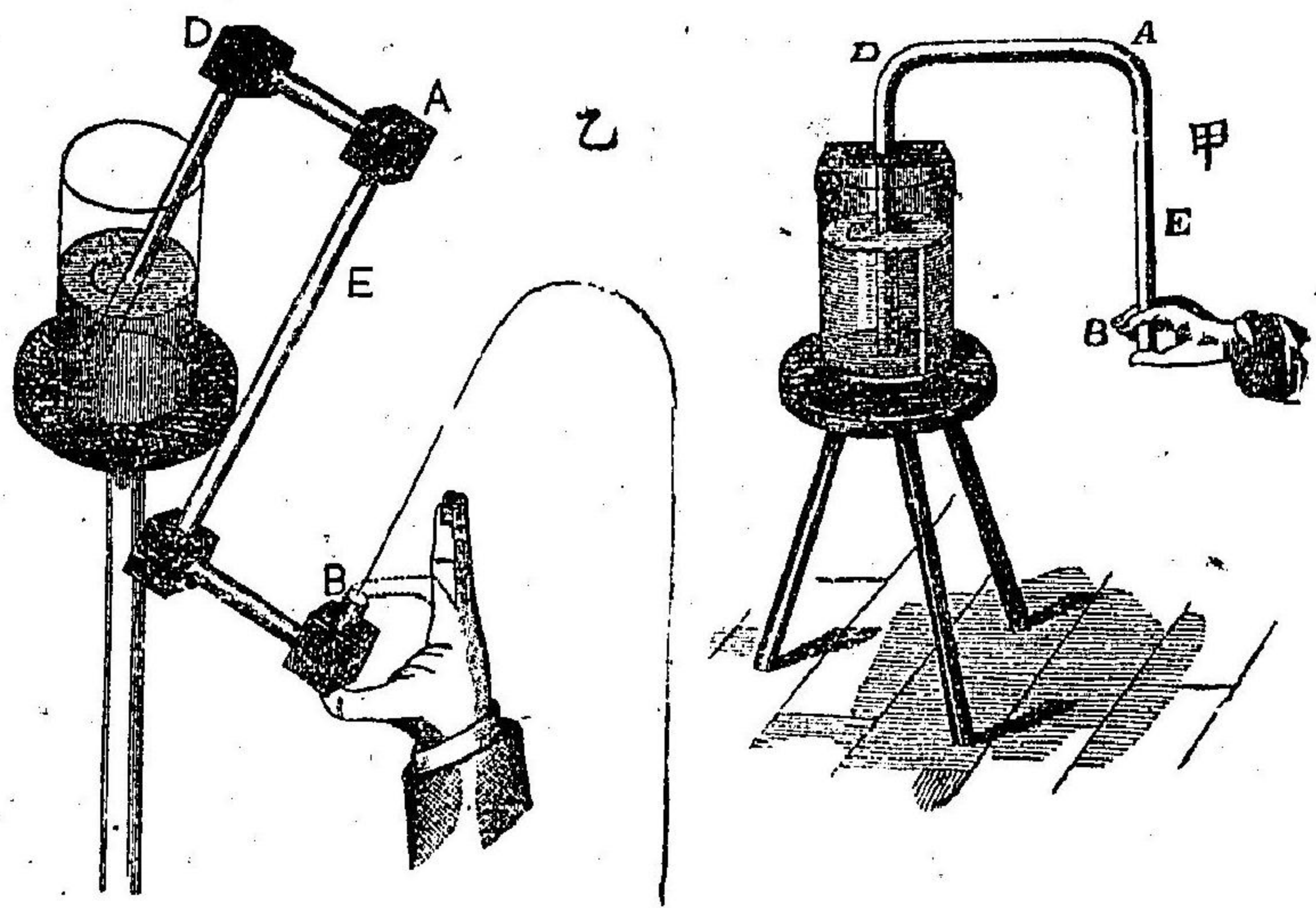
引上ぐれば水は外の空氣の壓力の爲に瓣を突き開いて圓筒の内に入り次に活塞を押し下ぐれば圓筒の瓣が閉づるから圓筒内の水は管の瓣を押し開いて管の口より噴出するものである。此場合に於ては管の長さには制限なく只活塞を押し下ぐる力を非常に強くすれば随分高き處迄も水を上げ得べき理である。

實際に用ひらるゝポンプは吸上と抑壓と兩つの作用によつて成れるものであるが皆前と同じ理であるから爰に之を畧する。

第四十四節 サイフォン

サイフォンは空氣の壓力を利用して一の器の液を他の低い器に移すもので其構造は圖の如く只兩端の開いた曲管に過ぎないこれを使用するには其端を指で抑へ短い端を液の中に入れて指を離すと水が自然に流れ出で管の端が器の水面と同じ高さになるまで續くものである其理はB點に於

圖 六 十 二 第



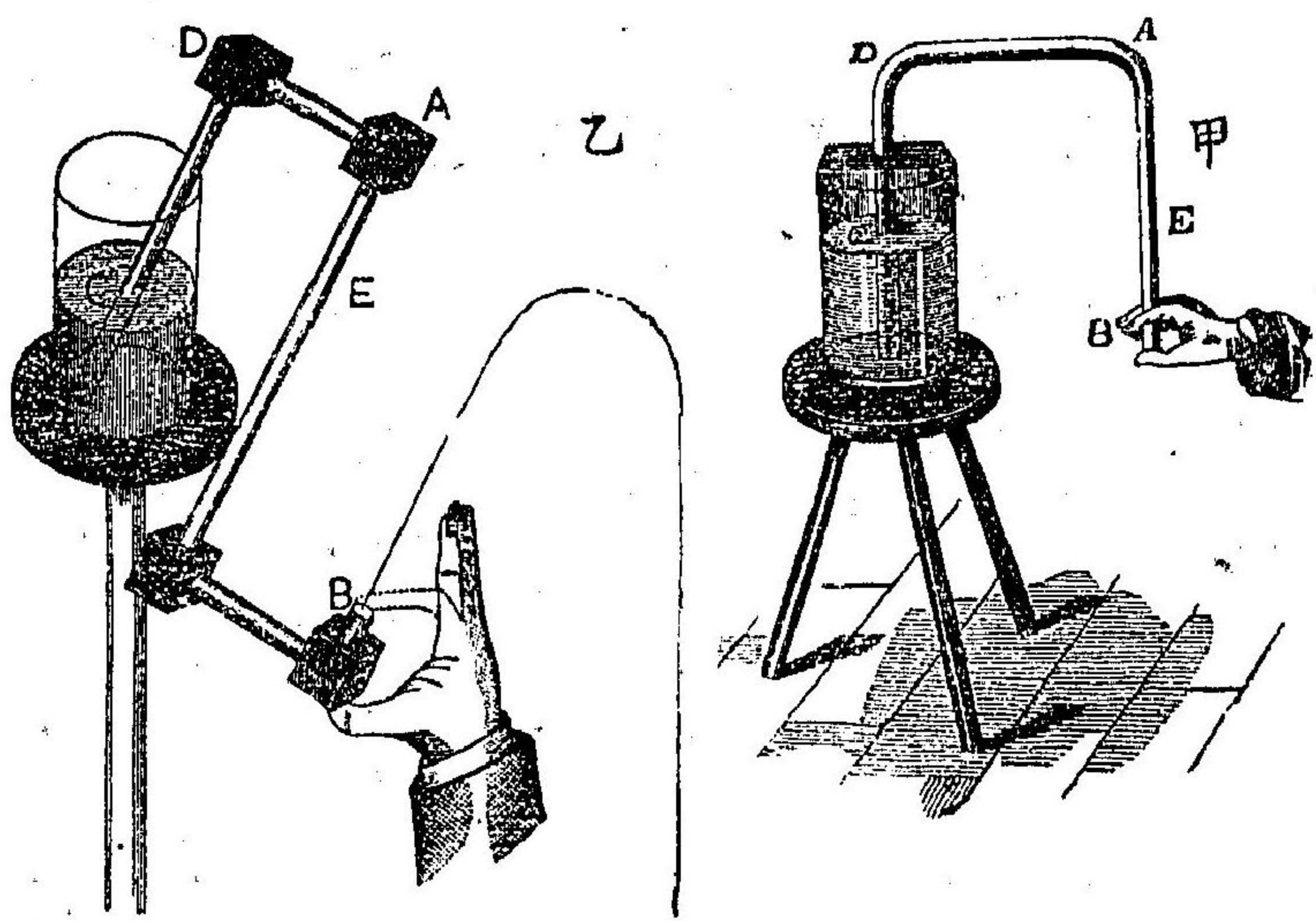
ける水の壓力はA Bなる水柱の重量に等しく、C點に於ける水の壓力はC Dなる水柱の重量に等しい、然るにA BはC Dより大きいからB點に於ける壓力はC點に於ける壓力よりも強い、即ち管内の水はBの方に下るもので一度運動を始むれば其管に真空ができ、之を補はんとして引續いて流れ出すものである、小供の玩弄品の水機器は全くこの理を應用したものである。

第四十五節 氣體の擴散性

吾々及び他の動物は呼吸によつて常に空氣中の酸素を取つて炭酸瓦斯を吐き出すものである、此炭酸瓦斯は空氣よりも重いから空氣の下層を埋める筈であるが、かくては地上の動物は生活が出来にくい、幸にも氣體には擴散性があつて常に他の空氣と混ぜ合つて決して下層に溜ることはい、實に造化の妙用である、今二個の筒をとつて一箇には重い炭酸瓦斯一箇には軽い水素を入れ筒口を合せ炭酸瓦斯の方を下に置くと、數時間若くは數日の後には二つの瓦斯體は十分に混ぜ合つて二箇の筒に全く同じ物質がある、よし此間にうすい膜を付けても猶よく之を透して混合する、して見れば氣體は比重に差があつても二つの氣體が接するときには混合するもので、これを擴散性といふのである。

第八章 仕事及エネルギー

圖 六 十 二 第



ける水の壓力はA Bなる水柱の重量に等しく、C 點に於ける水の壓力はC Dなる水柱の重量に等しい、然るにA BはC Dより大きいからB 點に於ける壓力はC 點に於ける壓力よりも強い、即ち管内の水はB の方に下るもので一度運動を始むれば其管に眞空ができ、之を補はんとして引續いて流れ出すものである、小供の玩弄品の水機器は全くこの理を應用したものである。

第四十五節 氣體の擴散性

吾々及び他の動物は呼吸によつて常に空氣中の酸素を取つて炭酸瓦斯を吐き出すものである、此炭酸瓦斯は空氣よりも重いから空氣の下層を埋める筈であるが、かくては地上の動物は生活が出来にくい、幸にも氣體には擴散性があつて常に他の空氣と混ぜ合つて決して下層に溜ることはない、實に造化の妙用である、今二個の筒をとつて一箇には重い炭酸瓦斯、一箇には軽い水素を入れ、筒口を合せ炭酸瓦斯の方を下に置くと、數時間若くは數日の後には二つの瓦斯體は十分に混ぜ合つて二箇の筒に全く同じ物質がある、よし此間にうすい膜を附けても猶よく之を透して混合する、して見れば氣體は比重に差があつても二つの氣體が接するときには混合するもので、これを擴散性といふのである。

第八章 仕事及エネルギー

第四十六節 エネルギー

運動せる彈丸と静止せる彈丸とは其物質に於ては少しも差はないが、よく考へると大なる差異がある。即ち運動するものは若し之に他の物が觸るれば之を破壊することが出来ることがあるけれども、静止するものにはできにくい。又同じ鐵片でも熱したときと熱せざるときとは、やはり其關係がちがうて、赤熱した時は火藥に觸るれば發火せしめ、指を觸るれば焼け爛らす。が熱せざるものは此能はない。これエネルギーを有つと有たぬとの別があるからで、つまりエネルギーとは仕事をなし得る能である。これより物體がエネルギーに富める場合の最著しいものを述べやう。エネルギーにいろいろの種類がある。物體が運動する時、又は熱せらるゝ時、又は電氣を受ける時などは、皆それ／＼のエネルギーが存在してゐる。そこで吾人は第一に運動する物體を論じ、次に振動により生ずる音を論じ、次に光と熱とを論じ、終りに電氣と磁氣とを論ずるが、此小冊子ではこれ等の凡ての事を充分に述べることが出来ぬから、學者は尙進んで廣く研むることが緊要である。

第四十七節 仕事

我々は各物體のエネルギーを計るには、其物體が其エネルギーを全く費す迄になした丈の仕事の量を以てするのである。さて一グラムの物體を一メートル舉げて一定の量の仕事をすれば、二メートル上げれば二倍、三メートル上げれば三倍の仕事をしたと云ふ。又二グラムの物體を一メートル上げた仕事は一グラムの物を二メートル上げた仕事と同じである。であるから二グラムのものを三尺上げれば、其仕事の量は一グラムのものを一メートル上げた仕事の量の六倍である。つまり物體の目方に之を上げた距離をかけたものが、其仕事を表はす數である。そして普通一キログラムの物を一メートルだけ上げる仕事の量を仕事の單位に取つて、それを一キログラムメートルと名づける。

第四十八節 位置のエネルギーと運動

のエネルギー

五キログラムの重さある物體を五十メートルの高さに上ぐれば、二百五十キログラムメートルの仕事をなすもので、又この物體が元の位置まで落ちて來るときは、やはり二百五十キログラムメートルの仕事をなし得るものである。此の様に物體に集つた仕事をなし得る能即エネルギーは物體を地球の引力に反して高い處に移した為に物體自身に集積したもので、若し其處に留まらしむれば最初地上に在つた時と同じで運動はなく、従つてエネルギーを有たぬ、即ち仕事となつて現れぬが、若し之を支へる原因がなければ落來りて始めて仕事をするのである。斯の様なエネルギーを位置のエネルギーと名づける。又或る力の作用を受けて現に運動する物體の運動となつて現はるゝものゝエネルギーを運動のエネルギーと名づける。例へば時計の螺線を巻くときは、人は幾らかの仕事をして之に位置のエネルギーを與へる。即螺線は針を動かすべき能を得て、針が進むにつれて位置のエネルギーはだん／＼と運動のエネルギーに變り行くのである。之は前の例に於て螺線を巻くは物を高い處へ移すと同じで、巻いた後の螺線が前と異なる處は針を動かす能のあることで、丁度高い處にある物體の低い處にあ

る物體と異なる處は、落ちて仕事をなす能のあると同様である。又螺線の舒び行く事は、物體の落つると同様であるのである。

第四十九節 エネルギーの不變

石を高所へ移せば運動のエネルギーは位置のエネルギーに變り、其落つるに従つて位置のエネルギーは減つて運動のエネルギーは増す、そして今其落つるものを障りなく落すとすれば、甚しく地上を打ち或は止まり或ははね返る、其止まつた時はエネルギーは消え失せた様に見え、又逆に反ね返る時も元のところまで歸らねばエネルギーは一部分消失した様に見えるが、其實決してさうではない。即地上を撃てば器械的の運動は消えても、分子の運動がこれに代つて温度を高める、これ物體の運動は分子の運動の熱と代つたのである。この様にエネルギーは其状態を變へるのみで、其全量に變りはない。即ち人の力で新にエネルギーを生ずることもならねば、又之を減することも出來ぬ。前に述べたとは只一例に過ぎぬが、凡ての現象皆此原理に悖るとはない。故に若しエネルギーの新に現はれたと思はるゝ時も深く

其原因を究めて見ると、其エネルギーはきつと他のエネルギーから變化して來たことが分る。又エネルギーの消滅した様の時にも一のエネルギーは他の種類のエネルギーに其状態を變へたものであることがわかる。そして各の種類のエネルギー即熱音光電氣などは幾分か互に變化することが出来るけれど、天地間にあるエネルギーの總量は變りのあるべき筈がない。之をエネルギー不變の原理と名づけて、物質不變の原理と共に理學上の一雙の大原理とするのである。

第九章 音

第五十節 音

凡て聴官にて感ずるものを音と名づける。音は物體の振動によつて生ずるもので、琴の弦の様なもの振動する有様が肉眼でもよくわかる。又ガラスの鐘に砂を入れて、此鐘の縁を胡弓で擦すれば音を發すると同時に砂の動くのが見ゆる。さて物體が振動して音が吾々の聴官に感ずるのは如何な

る理であるかといふに音を發する物體と吾々の耳との間に空氣の媒介があるからである。例へば太鼓を打つと皮が振動するに伴つて皮の周圍の空氣が振動を受け、それが次々の空氣へ振動を及ぼすとは、丁度水の中へ石を投げ込む時、輪が出来てだん／＼に次々の波が起ると同じ譯である。そして吾々の耳に近い空氣が耳の膜を打つて初めて音を感じしむるのである。

第五十一節 噪音と樂音

音響は吾々に種々異なつた感じを傳へるもので、車が道路を摩擦する音とか、大砲を放つ時の音などは快く感せぬ。この様な音を噪音と名づけ。又一定の時間に非常に小さく數多く規則正しく振動するもの例へば笛とかオルガンとかいふものゝ音は、誠に快く感ずる。斯様の音を樂音といふ。

第五十二節 音の性質、高低、強弱、音色

二つの物體が同じ時間に同じ數の振動をする時は、此二つの音の高さを等しいと感じ、又同じ時間に數多く振動した方が、少く振動した物より音が

高いと感ずる、又振動する場所(即振幅)の廣い狭いによつて音に強いと弱いとが出来る、試に強く張つた弦を打てば強き音を聴くが、時間が立つに従つて振幅は小さくなり、音は弱くなる。又虫の聲は大抵獸の聲よりも高いが音は甚だ弱い、これは前に述べた振動の數の多少と振幅の廣狭とに關係するものである。琵琶、太鼓、三味線などに付て見るに高さ強さが同じであつても、どこかに異なる點のあるとが知れる、これは物體其の物に具はる一種特別の性質で、之を音色と名付ける、即ち人の聲にも此性質があるので、其人を見ずとも、其聲即音色にて誰であるかと云ふことを知り得るのである。

第五十三節 音の傳達

吾々の耳と振動する物體とが離れて居るとき、音が傳達するには必媒介する物がなければならぬ、その媒は空氣であるとは前に説いたが、若し媒介物が全く其間にないならば、音は傳達せられぬものである、これを試むるには排氣鐘の中に螺旋仕掛にて鈴を絶間なく打つ器械を置く時は、始めはよく其音を聞き得るが、空氣を抜けば鈴を打つ有様は見えても、音は殆ど聞こ

えぬ、これで音の傳達は空氣のなす所であることが知らるゝであらう。

第五十四節 音の速度

甲より發した音が乙に達するには多少の時間を要するとは種々の事實によつて明である、彼の煙火の音と光とは同時に發するものであるが、音は光より後れて達するとは誰も知つて居るとである、之によりて音は光よりも其速度に於て遅いといふことが知らるゝ、さて種々の試験に依つて音の速度に關する次の規則を知ることが出来る。

音の速度は大氣の壓力と湿度とには關係はせぬものであるが、温度の増すに従つて其速度を増すもので攝氏の寒暖計の零度で三百三十三メートル、十五度では三百四十四メートルである、又かしこれは通常の時で風の方角によつては大に差異あるもので、即ち風に順へば増し、逆へば減する譯である。

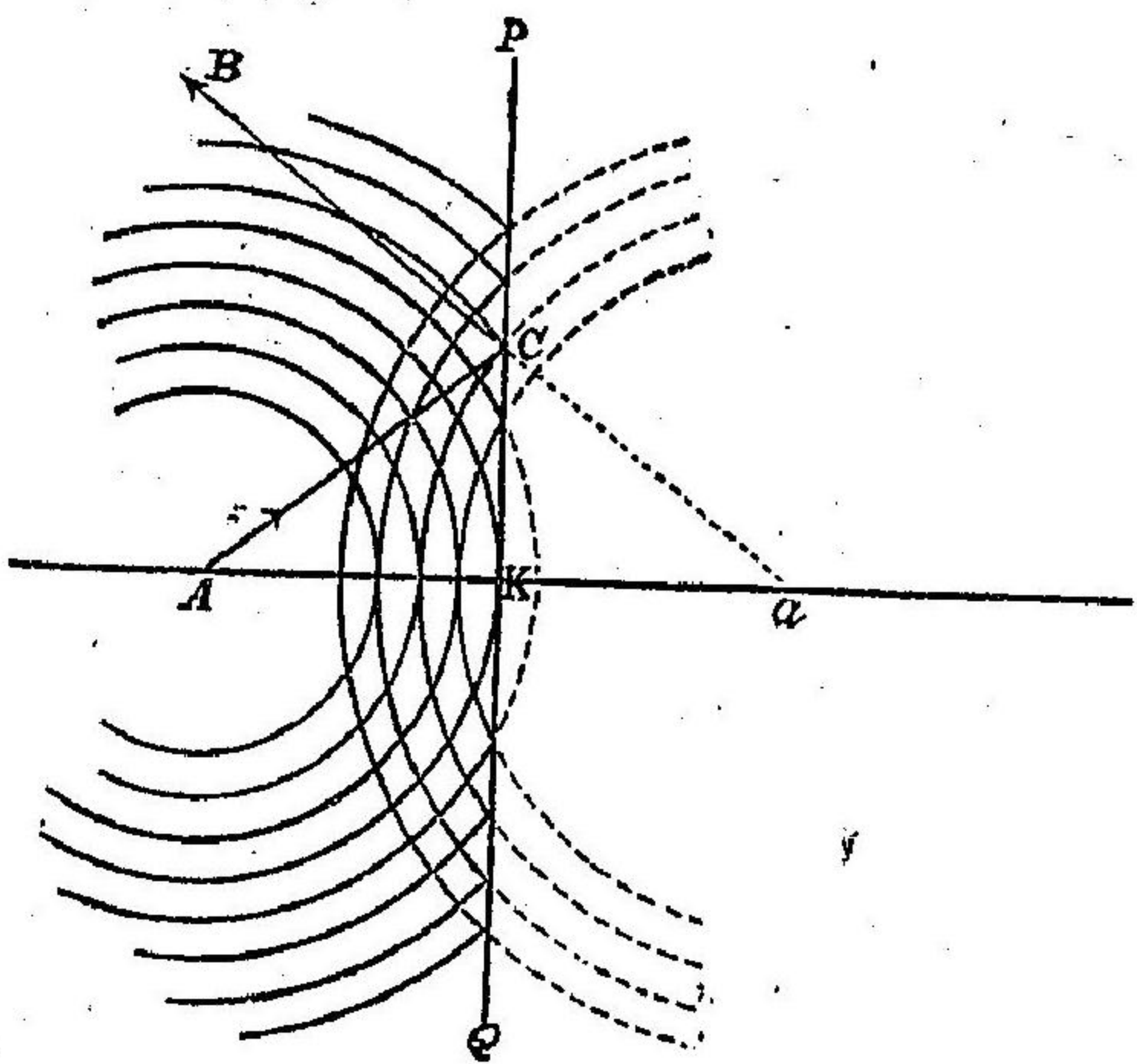
併し音は瓦斯體に於けるよりも液體を通過する方が速く、液體よりも固體を通過するは尙速かである、例へば水の中では空氣中に於ける速度の四

倍であるが、鐵の中では更に其十五倍である。

第五十五節 音の反射

發音體より生ずる振動が一つの異つた物體に出會ふときは傳達の方向を變へるが之を音の反射と名付ける。

圖七十二第



じであつてCよりP、Qの左側に傳達する振動はAを中心とした球面を形

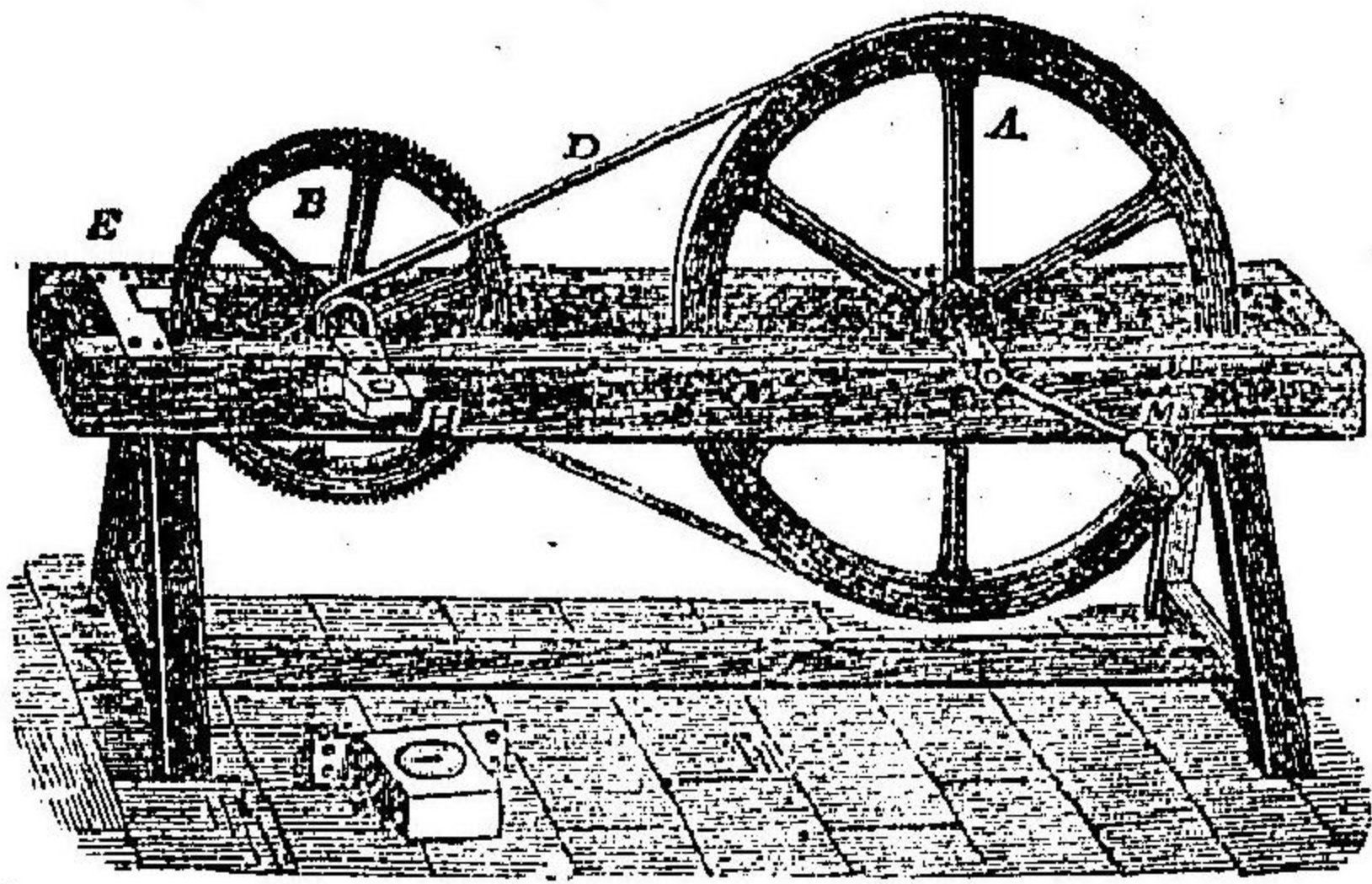
第二十七圖に示した如くにAを發音體とすれば、其振動は周圍の空氣中へ同じ速度で傳はるものであるから、ある時間の後ちP、Qなる異質の物體がC點に振動を受けたとすれば、P、Qの右側は物質が異なる故最早一様に傳達せぬ、そしてAよりCまで傳達する時間とA、Kと同じ距離にあるAよりCまで傳達するに要する時間と同じ時間と同一である。

づくるから、A、Cの方向に進んだ音はA、Cの方向に反射してBの所では丁度Aの場所から發した音の様に聞ゆるものである。

第五十六節 反響(山彦)こだま

大きな室内或は山間で、或る音聲を發すれば周圍の壁又は山より反射して吾々の耳に其儘歸つて來るとがある、之を山彦と名付ける。然るに小さい室又は極狭い谷間などでは山彦は聞えぬが、之は何故かと云へば、人は何程速に發聲しても一秒時間に五音より多くすることは出來ぬから、一音を發するには少くも五分の一秒時間を要する、今音の速度を假に三百四十メートルとすれば、一音を發する時間に其の傳達する距離は五分の三百四十メートル、即六十八メートルである、夫で人と反射する物體迄との距離が六十八メートルの二分の一即三十四メートルより近い時は山彦は直に原音と合するから、其間の區別が付かぬのである。故に一音を發する時に山彦の成立つ爲には其距離は三十四メートルより大なる事が必要である、又二音三音と續けて發するには、前の二倍三倍の距離を要することは言ふまでもない。

圖 八 十 二 第



第五十七節 振動数の測定

音調即音の調子は一定の時間に振動する物體の空氣に與へる打撃の多少に因るとは已に前に述べた所であるが、或る音が何振動であるかを算ふるには上圖の如き最も簡便の機械がある。其構造はAなる輪の柄を回せば従つてBの輪を速に回すことが出来て、このBの輪には數多くの小き齒があつて之に接してEの骨牌がある。Bの輪が回れば此骨牌は各の齒の爲に彈かるゝ様になつて居る。B輪は百個の齒を有ち一秒時間に一回轉すれば骨牌は一秒間に百の打撃を受けて或る音響を發するが、今其回轉の數を増して一秒間百回すれば骨牌も亦一秒間に一万の打撃を蒙ることとなる。

此機械を以て或る物體の音調の振動數を知らうと思へば輪を回してだん／＼其速度を増し終に其音を發する様になつた時稍暫く例へば一分間も此速度で回轉を續ける。

又Bの輪軸に連つて針がある(此圖は下に特に大きく示せり)今Aの輪の柄を回して或る音を發せしめる間に別に人をして針を注目させ、其一分の初に針のあつた所と分時の終にあつた所とを知ればどの位の時間にどの位振動するかいわかる。

女の聲は男の聲より高いのは振動數が多いからである。人の發聲の振動數は一秒時間に百三十より二千八十八まで、又人が音として聞き取り得る振動數は十六より三万六千までである。

第五十八節 音程

二種以上の音を同時に發する時に、此等の音の間には或る關係があつて、之を振動數の比で定める。此比を音程と名付ける。例へば甲音の振動數は百五十で乙音の振動數が二百ならば百五十分の二百即音程は三分の四であ

ると云ふ今二つの音を同時に聴くか或は代りくに聴く時に愉快の感を生ずること生せぬとある此の愉快の感を生せしむるの音程を調和といひ左なきものの音程を不調和と云ふのである調和不調和は必しも二音には限らぬ多くの音に付ても同様である

音楽上では或る振動数の音を元音と定めて此振動数の二倍なる音との間に六つの音を取り之を全音階と名づける即左の如きものである

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

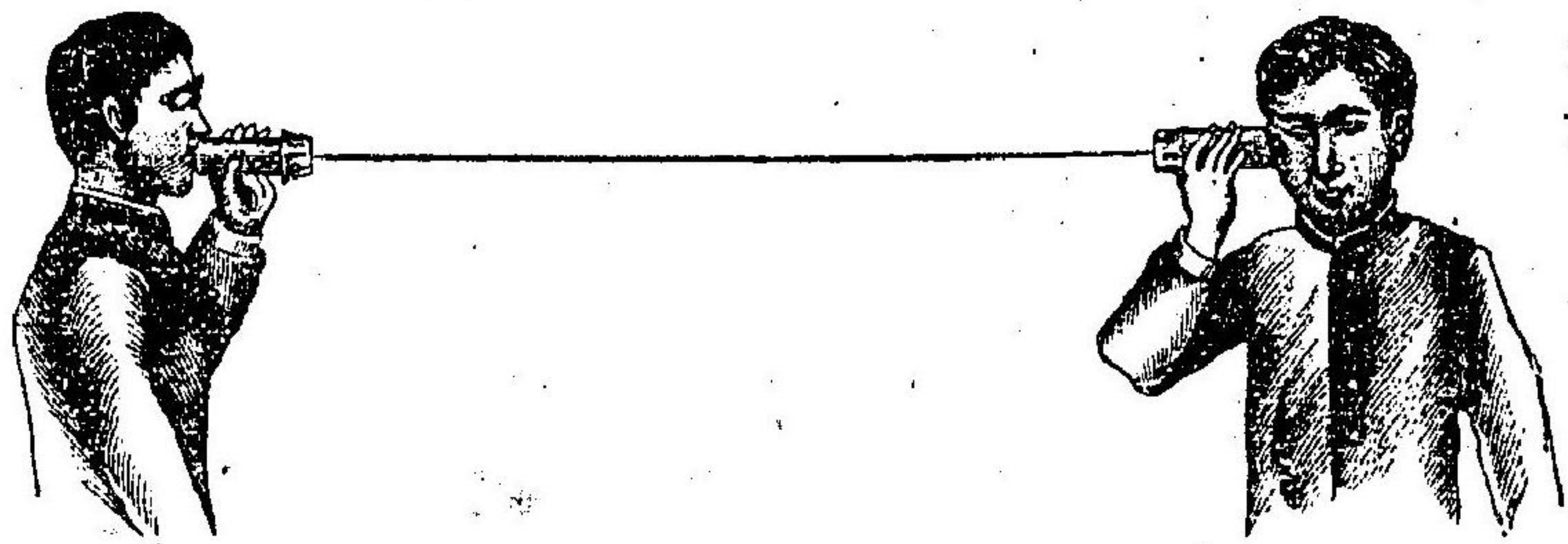
一 二 三 四 五 六 七 一

ド ファー ミー コー イー ナー ナー ヒー

第五十九節 線話器

音は瓦斯體や液體を通過するよりも固體を通過する方が速なるばかりでなく却つてよく傳へることが出来る今長さ數間ある木材の一方の端に懐中時計を置けば他の端に於ては其音を聞取ることとは出来ぬが耳を木材に付くれば時計が宛も耳のそばに在るかの様に其音が聞える又一室より

第二十圖



他室へ木材を通じ一方の端で琴を弾けばたとへ何十間離れて居るも其の木材によつて振動が傳達され宛も其室で弾けるが如く明に聞き得らる

線話器と云ふ物がある其構造は上圖に示した如く兩端の開いた直徑三寸程の二つの圓筒の各の一端に薄き膜を張つて一つの糸線の端を兩つの膜の真中に付けて續かしむる今此一つの筒口に耳を付けさせ他の筒口より談話をすれば其距離は百間位あつても明に辨ずることが出来る若し此糸線と膜とを金屬で造れば尙更遠くとも談話するを得るが之は發音者の筒の中の空氣に與へた振動が膜に傳はり夫より糸線を通つて他の膜に傳はり膜は又筒の中の空氣に振動を與へて初めて聴者の耳に達するものである是に由て

も音は一つの振動で、瓦斯體よりも固體の方が音を速く且遠くに規則正しく傳へるものであるとが知れる。何となれば空氣中の普通の談話はこの様に遠くには達せぬ假令達しても其頃は最早振動が不規則となつて辨ずることは出来ぬものであることは此理に依つても證據だてられる。

第十章 熱

第六十節 熱の性質

熱とは何物であるか。今一の鐵片を火の中へ入れて焼き、之を天秤で量り、又冷やして再び秤つて見るに其目方は變らない。若し熱を物質として他の物體に入込むものとするれば、熱せられた時は冷めた時より其重さが多くなる筈であるに、さうでない所を見ると熱は物質でないのである。今又人間の身體を精密に秤つて其後水を此人の身の内に注ぎ込だつたれば、此人はこれがために前よりも重くなるは勿論である。けれど水の代りに音を以てしても目方に變りはない。これ音は物質でなく、只振動が耳の鼓膜を打つのみ

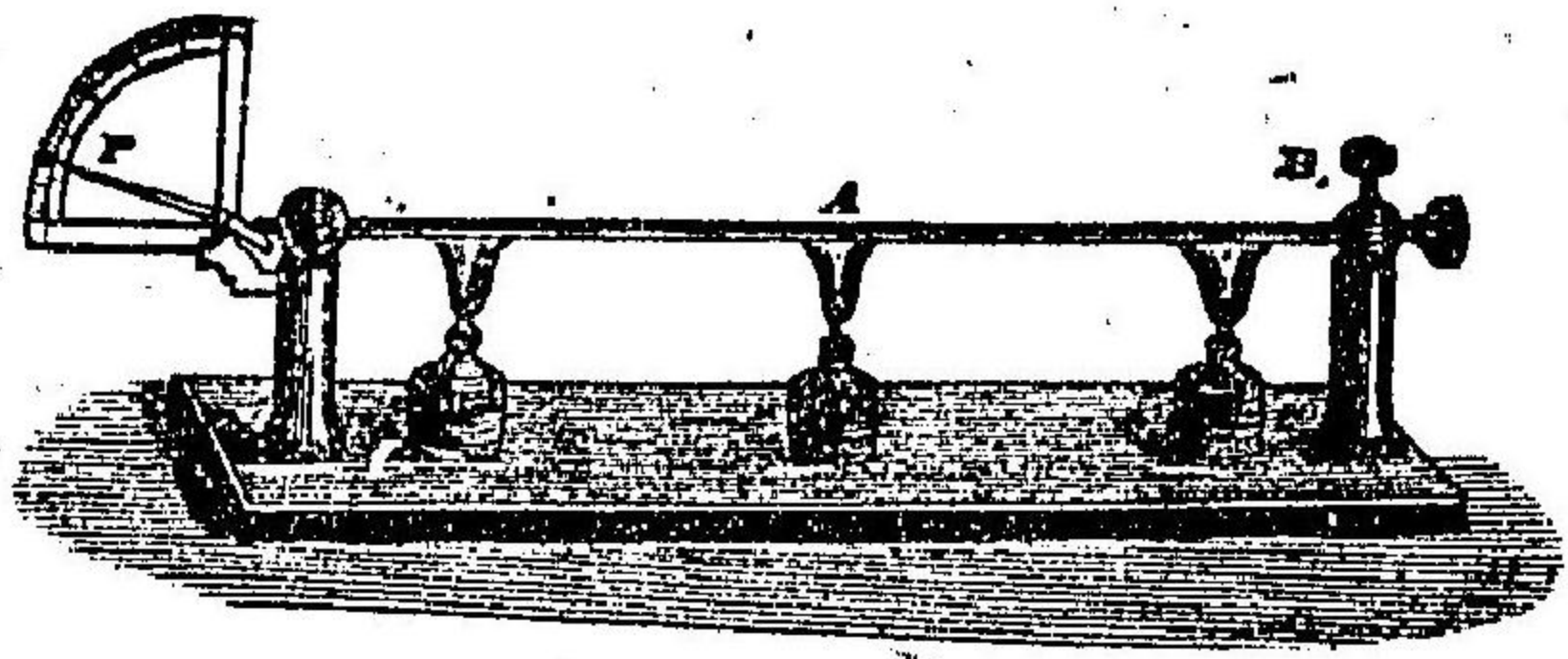
であるからである。物體を熱するものもこれと同じ理で、熱の物體に入込むのは丁度音の振動が耳に入るやうであるが、たゞ少し違ふのは發音體のやうな見ゆべき振動をなさない、そこで之を物體分子の振動とすればよく説明が出来、即ち分子は甚小きで其運動は甚速であるから目に見るとは出来ないと、ところが此の振動が皮膚に傳はると冷熱の感覺を起すものである。

第六十一節 膨脹

物體は熱を受けると其大きさを増すもので、此現象を膨脹と名づくる。今次の試験で固體液體氣體が各熱によつて膨脹することを示さう。

第一、第三十圖の如くに長い金屬の棒の一端をBなる螺旋で固く止め、他の端は棒の伸縮に従つて自由に動く様にし、棒の膨脹に伴うて針Pを押し上らしめ、そして棒が少しでも膨脹するときは其膨脹の度をはかるは著しく其位置を變へて容易く見出すことが出来るやうにしてある。今ランプを棒の下に置いて熱すると棒は膨脹して針を推して漸次上らしめるが、ランプを取除けると棒は冷へて暫くで針は元の位置に復る。

第三十圖

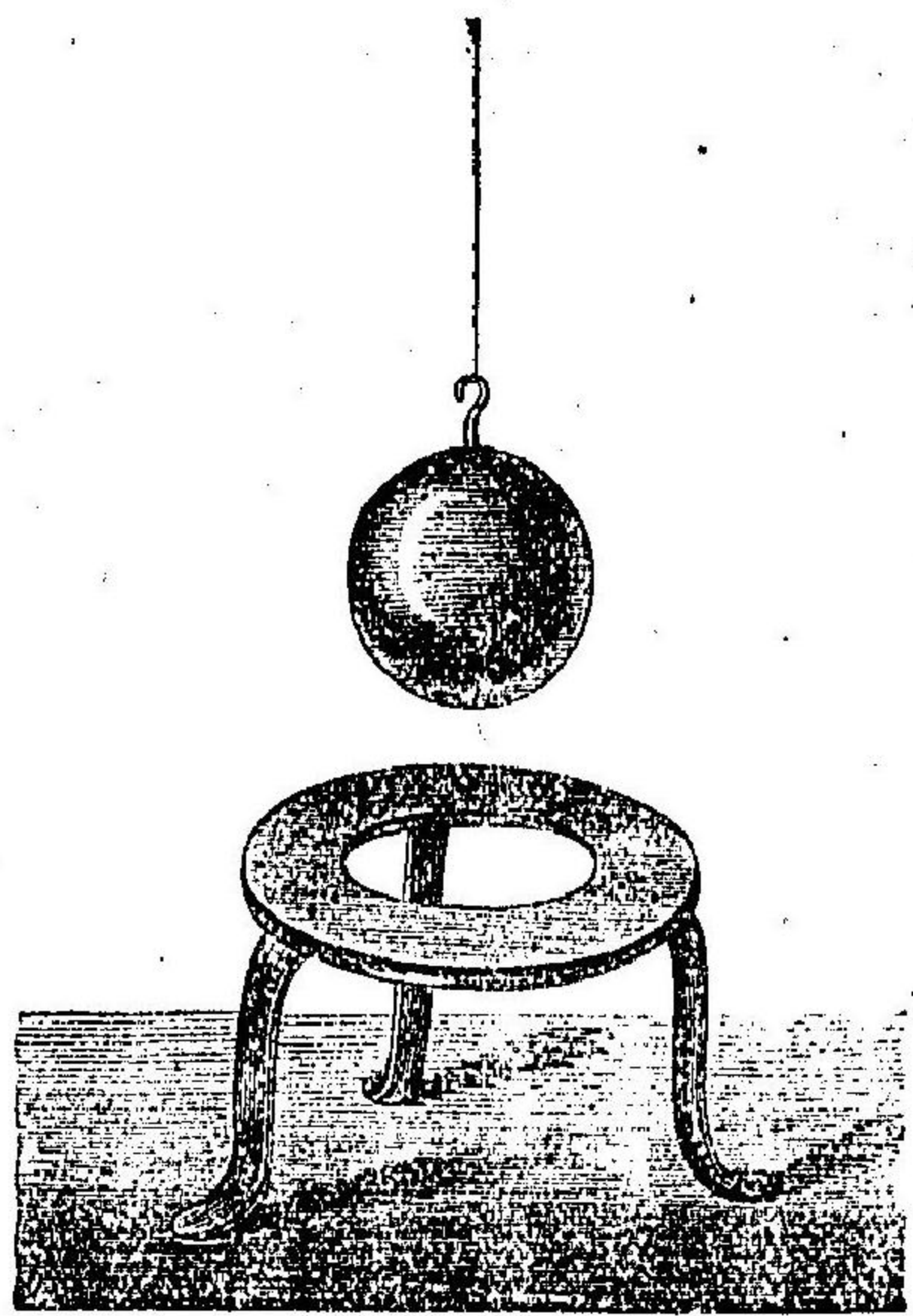


物體は熱を受けて長さを増すのみでなく積も増すもので第三十一圖の如く金剛の球と同じ質の輪があつて球はちやうど輪を通るとの出来る大

さであるが今其の球を熱する時は膨脹して今度は輪を通るとの出来る様になる之に依つて見れば球は熱の爲に積を増したとは明である次に輪と球と共に熱するときは熱せぬ前と同様に隙間なく輪を通る然るに球は熱の爲に膨脹したとは前の試験で知れるから輪もまた内部の直径を増したとがわかる又始め球の直径と輪の内部の直径とは同じく各膨脹した後も尚ほ同じであるから球の直径の増加は輪の内部の増加と等しいともわかる此に於て次の二つの規則が定められる。

一 固體は之を熱するときは總の方向に膨脹する。
二 固體にある空虚の部分は之を充たす同じ質の物と同様に膨脹する。
次に細い管のついたガラスの球に水を容れて熱すると水は膨脹してこ

第三十一圖



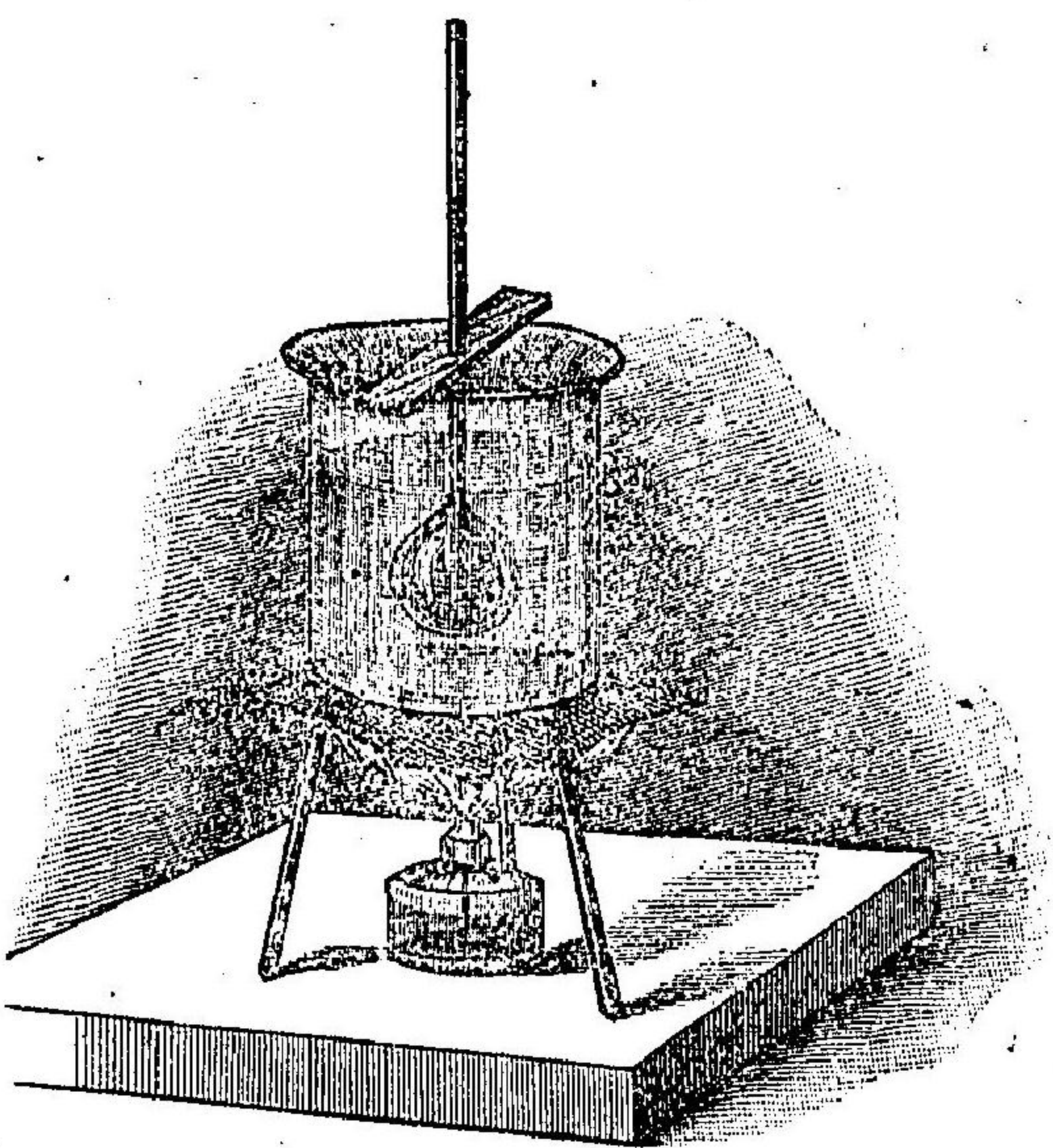
のガラスの管に昇るこの場合には球も水も共に膨脹するが水の膨脹の方が球の膨脹よりも多いから水は管の内に昇るのである

その膨脹の力は非常のものでもし此管がなければ球は破裂する次に一つのゴム球に三分の二ほど空気で充たし之を熱すれば球内の空気が膨脹すれば球内の空気が膨脹すれば球は破裂するに至る。

第六十二節 寒暖計

前の試験にて固體液體瓦斯體が皆共に熱によつて膨脹することが分つたが今第三十二圖の如くにガラス球に水銀を充て、熱するときは水銀は膨

第三十二圖



脹して細管に昇る。此場合には實際二つの物が膨脹する。即第一に球それ自身も膨脹する。併し其膨脹の度は水銀に比して至つて少ない。夫で膨脹し易い球内の水銀は元の位置に居ることが出来ない。場所を擴張して管を昇る。然るに此管は極く狭いから水銀の極く僅の膨脹も著く管内に昇つて容易く之を見分けることが出来る。其感じ易いことは只手の温みでも速に昇り、寒い風に當てれば直ぐ降る程であるから、此種類の器械は一の物體が他の物體よりも温いか冷いかを知るに甚だ必要で、吾々の觸官により場所によつて非常に異なるもので得るものである。吾々の觸官は時により場所によつて非常に異なるもので

あつて決して正しく知り得らるゝものではない。即ち此の様な器械を用ひて物の温度を計るので、之を寒暖計と名づくる。

第六十三節 寒暖計の製法

ガラスの細管の一端を太く球形にしたものをつつて球を火で熱すると、其中にある空氣は膨脹して其幾分は管の口から遁れ出る。其時指で其口を押へ速に管の口を水銀中に入れると、球の冷えるにつれて球内の空氣は縮まつて眞空が出来るから水銀はそれを充たさうとして管内に入り其幾分は球の中に這入る。そこで再びランプで球を熱し、其中に入れた水銀を沸騰させ、其蒸氣で球と管との内の空氣を逐出すときは、水銀の蒸氣のみ其中に残りて、空氣は大凡無くなるから其漸く冷えて縮まるに隨ひ、殆ど眞空が出来、水銀はそれを充たさうとして球に這入る。かくて球と管とに満ちたときに其全體をばげしく熱して冷えぬ内に管の口を熔かして固く塞ぐ。すると水銀は冷えて球と管の一部とを充たして管の上部は殆ど眞空となる。

第六十四節 寒暖計の目盛

寒暖計で温度を計るには標準とする點を定めねばならぬ、此基點が定まらぬ以上は温度の多少を精密に知ることはできぬ、そして此點を定むるには水の氷點と沸騰點とを、選むのである、氷の融解する點即水の氷點は一定である、又水の沸騰點は大氣の壓力が變らねば一定である、先づ度を盛らうとする管を取つて融け様とする氷の細片の中に入れて、水銀は降つて一定の位置に止まる、その點を刻んで氷點とし、次に沸騰水から發する蒸氣の中に、入れ水銀が昇りつめて、其の止まつた處へ記を付けて、之を沸騰點と名づける、次に沸騰點と氷點との間を適宜に等分し、其一分畫を一度として、更に氷點以下と沸騰點以上とも同じ割合に度を記すのである。

さて氷點と沸騰點との間の度の刻み方に三種ある、即攝氏の寒暖計は氷點を零度とし、沸騰點を百度として、其間を百に等分し、華氏の寒暖計は氷點を三十二度とし、沸騰點を二百十二度として、其間を百八十度に分つから、零度は氷點の下にある譯である、列氏の寒暖計は氷點を零度とし、沸騰點を八十度として、其間を八十に等分したものである。

この三種の寒暖計の内、攝氏の目盛方が最も便利であるから、學術上には主としてこれを用ふるが、本邦では民間には一般に華氏の寒暖計を用ひる、(以下別に記する處なくば攝氏の度と心得られよ)

第六十五節 固體の膨脹

季冬鐵道線の繼目に隙間があるが、夏になれば殆ど密着する、又普通の時計は冬は進んで夏は後れるなど、皆四季時候の差によつて固體が膨脹し又は収縮することから生ずるのは、推察に難からぬのである、今金屬やガラスが零度から百度までに一だけの長さの膨脹する長さを示せば、左の通りである、又容積の膨脹は長さの膨脹の三倍に當る。

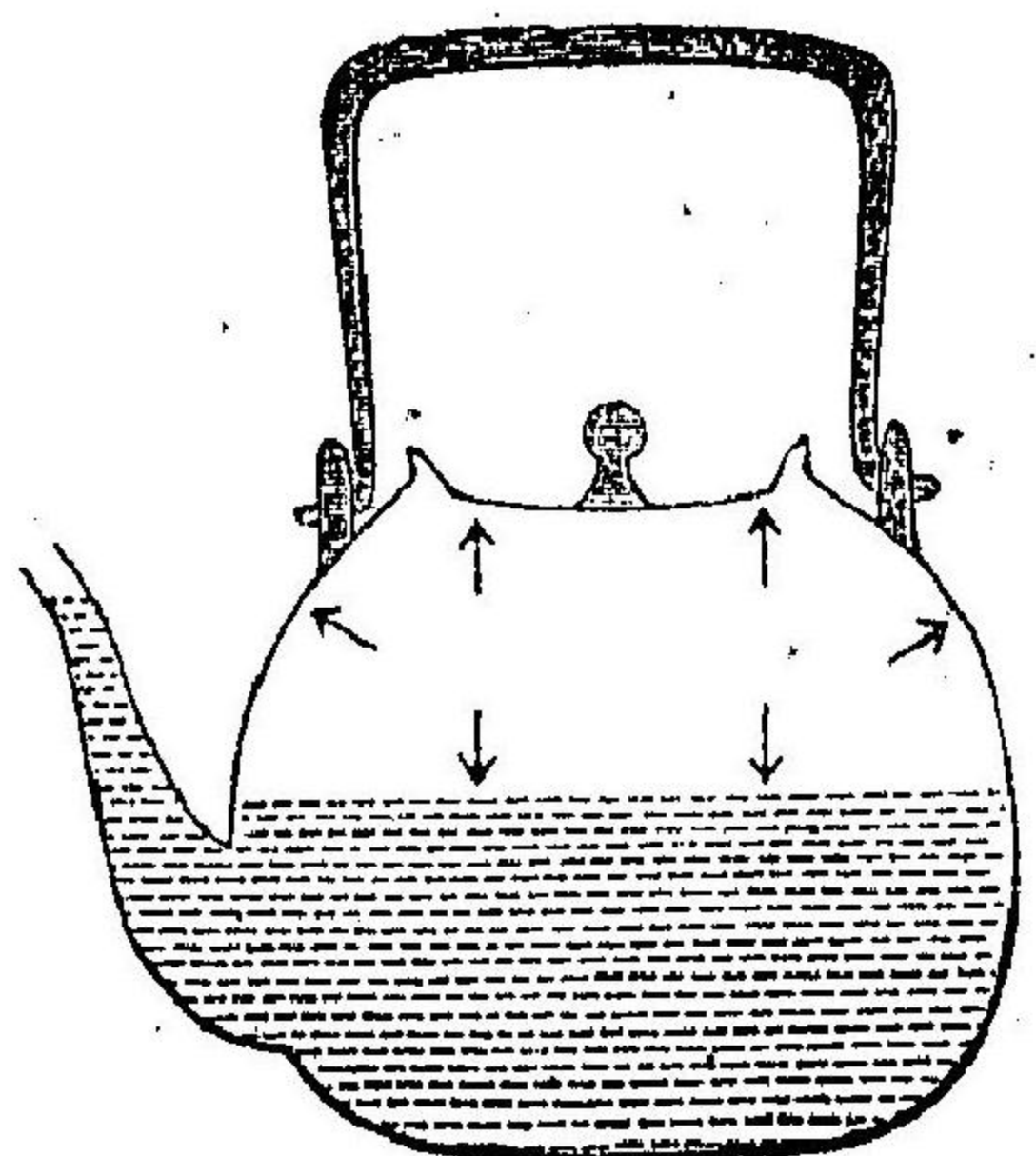
ガラス	〇.〇〇〇九
白金	〇.〇〇〇九
鋼鐵	〇.〇〇一二
金	〇.〇〇一五

第六十六節 液體の膨脹

液體は熱によつて膨脹することは固體よりも甚しい瓶に凡そ一杯入れた酒を燗すれば溢れる寒暖計の理も之に外ならぬ之を試験するには定まつた量の液體を熱して其増した量を量つて知るものである今液體一だけの容積のものが零度から百度まで昇るとき膨脹する量を示せば次の通りである。

アルコール	0.11		
エーテル	0.17		
水銀	0.018		
水は少しく他のものと異なり四度までは反りて収縮しそれから再び膨脹する。			
温度	容積	温度	容積
0	1.0000127	4	1.0000000
10	1.0000269	20	2.0000179

第三十三圖



第六十七節 氣體の膨脹

五〇 一〇二二〇五 一〇〇 一〇四三一三
いづれにしても液體の膨脹する量は遙に固體より大きい。

氣體を熱するときには非常に膨脹するものであるが其容積は氣壓に關係するものである故に氣體の膨脹を計るには其外部の氣壓を變せぬ様にせねばならぬさて固體液體は各種膨脹の割合は一定せぬが氣體の膨脹する割合は一定の法則に従ふものである。

- 一 凡て氣體では壓力が變らねば膨脹の割合が同じである。
 - 二 氣體は壓力一定なるときは容積は攝氏一度の増しによつて其零度の時の容積の二百七十三分の一を増すものである。
- 夏日鐵瓶に水を入れ置くときは第三十

三圖の如くに水が上の方に昇るが、もし蓋をとれば直に降る、これは内部の空気が膨脹して水を壓すによつて起るもので、若し其蓋に隙間又は孔があるか、若しくは水が少量で内部の空気が口より外に通ることが出来ればこの様のことはない、又鐵瓶の湯を沸せば其れより溢れるのもこれと全く同じ理である。

第六十八節 膨脹の應用

物體の膨脹を利用した例は甚だ多い、馬車人力車などの鐵輪を嵌むるに、先づ最初に内部の木の輪より少し小さく作り通常の温度では嵌まらぬ程にし、之を熱して直徑を大きくして容易く之を嵌め込みて後、それを冷却せしむれば鐵は縮まつて外部より緊しく木の輪を締めて脱ける恐れのない様になるのである。

凡て固體の膨脹力は非常に強いもので、一邊の長さが一センチメートルの鐵の立方體に力を加へて引いて丁度温度が百度に昇るとき膨脹すると同様に膨脹させるには其力は六千七百貫目程の力を要するものである、嘗て

佛國の博物館で壁の傾たときに此力を利用して起した例がある、それは壁を貫いて幾本かの鐵の棒を通して之を熱し、其膨脹した時外部から螺旋で緊く締めて鐵を冷した處が、其鐵の縮む力で壁を内部に引き附けて傾きを直したといふことである。

栗や胡桃を火の中に入れば破裂し、瓶の栓を抜くに瓶の口を熱するなどは皆此應用である。

液體の膨脹が寒暖計に利用さるゝは前に述べた通りである

第六十九節 比熱融解

或物體の温度を一度だけ高むるに要する熱量は物體によつて同じくない、例へば銅一グラムの温度を一度高むるには水一グラムを一度高むる熱量の十分の一で充分である、さて或物體を一度昇らしむるに要する熱量と水の同じ量を一度昇らしむるに要する熱量との比をこの物體の比熱といふ。

前に述べた様に物體には三體あつて此三體は熱と壓力とによつて夫々

變へることが出来る、即凡ての氣體は充分寒冷にし、且つ壓力を加ふれば液體は固體となり、又充分熱すれば固體は液體となり、氣體となる。そして物體によつて熱の量が異ふ、氷は零度で融解するが、白金は餘程高い温度でなければ融解せぬ、そして融解には左の二つの規則がある。

- 一、同じ物體は常に同じ温度で融解を始むる。
- 二、一度び融解の温度になつた後は融解の現象の續く間は其温度は變はらぬ。

次に重要な金屬の融解の度を示せば

磷	四四
ポタシウム	五八
ソヂウム	九七
硫黄	一一〇
錫	二三五
鉛	三二五
亜鉛	四三一

銀	九四五
金	一二四五
鐵	一五〇〇
白金	一七七五

第七十節 水の潜熱

氷を碎いて器に入れ、寒暖計を挿入れて、氷點以下二十度であつたとし、此氷を熱する時は温度はだん／＼昇るが、氷點になれば温度は一定して氷が僅でも残る間は決して昇ることはない、この時氷に加へた熱は温度を高めるのでなく、氷を融かしつゝあつたのである、最初には熱は冷たい氷の温度を高むるがために費されたが、温度が零度になつてからは熱の作用は氷を融かすのみに用ひられ、つまり氷が全く融けたときの氷の温度も零度で、氷よりも温かでない、即ち零度の氷は零度の氷に多量の熱を加へたもので、此熱は寒暖計に感せぬによつて潜熱と名づける。

この様に氷が水に變る時に多くの熱を吸収するによつて、水が氷に復ると

きには此大なる熱を吐出す、即雨が雪となるときには多くの熱を空氣中に放つもので雪の降る時天氣が却つて温なのは之が爲である、北國の人が東京に来て寒さに悩むはこの譯で、つまり東京には雪少く風が多いからである。

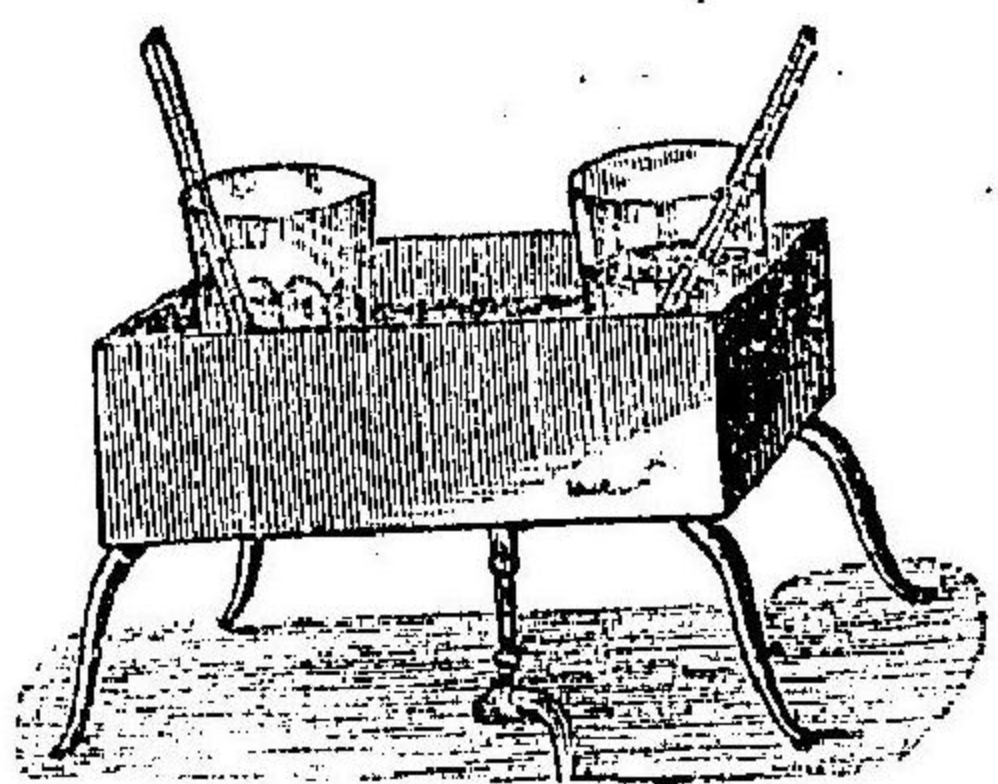
第七十一節 蒸氣の潜熱

水を熱して水となし尙ほ之に熱を加へると、温度は昇つて百度となれば最早水が盡く水蒸氣となるまでは何程熱するも温度は昇らぬ、其代りに水を熱して水としたと同様に、水は蒸氣と形を變へた、つまり百度の水蒸氣は百度の水に多量の潜熱が加はつて出来たものである。

第七十二節 潜熱の量

第三十四圖に示す様に零度の水一キログラムをガラスの器に入れ、又他の器に零度の水一キログラムを入れて兩方に寒暖計を挿入れ、水の箱の中につけて、下より熱すれば遂に氷は全く融けるが、其時に寒暖計を見れば氷

第三十四圖



を入れた方は零度であるに水の方は凡八十度を示してゐる、此二つの器は同じ量の熱を受けたることは明であるが故に、一キログラムの水を融かすに要する熱量は零度の水一キログラムを八十度に昇らせる熱量と同じである。

次に零度の水一キログラムを瓶に入れて久しく同じ温度の水で熱し、其零度から百度に至るまでの時間を驗めし、次に此水を沸騰して全く蒸發し終るまでの時間を驗めせば、後のものは前のものより凡五、三六倍多いことがわかる、即一キログラムの沸騰水を氣化させるに要する熱量は五、三六キログラムの水を零度から百度まで昇らせる熱量を要する。

水を溶解するには箇様に多量の熱を要するから、従つて時間も餘計にかゝる、是は實に吾々に取ては幸福などである、若し氷が少量の熱にでも容易く溶けるとしたならば、春日一時に山雪が溶けて、非常な洪水が起り、世界は人間の住居することが出来なくなるに違ひない、又水が少量の熱の爲にすぐ

蒸發するとすれば、其不便も少くない、先づ飯を炊ぐとが出来ぬ、何故ならば其水分が米を濕ほし浸さない前に水は蒸發し、只米だけを殘すことなるからである、又人間は體内の水分が蒸發して乾物となつてしまふ譯であらう。

第七十三節 蒸發

水を沸騰させると蒸氣が發するが、尙其の沸騰せぬ前にも發する、此沸騰しない前に發するのを蒸發と名ける、濕りたる物品を火の邊に置けば水は蒸發する、物を乾かすなど云ふのは蒸發させる一例である、又水を熱すると熱は二つの作用をする、一方は温度を高むることに費し、今一方は水を蒸發させるに費す、然し熱の温度が百度に達したときは水は其の上温度が昇らない、之に與へる熱量の凡ては蒸發させることに費される、このときは氣泡は表面ばかりから騰るのではない、其底からも騰るものである、故に蒸氣の氣泡が水中を通つて空中へ逃るときに沸々と音を發する、併し蒸氣は見ることの出来ぬ一つの瓦斯である、鐵瓶にて水を沸騰させると其口の五分位迄の處は何も見えぬが、離れて白い湯氣の昇るのが見える、この見えぬ處が

眞の蒸氣で見ゆる處は蒸氣が冷えて水の小さな粒となつたものである、つまり液の表面からのみ發するのを蒸發と云ひ、液全體から烈しく蒸氣を發生するのを沸騰と稱するのである。

第七十四節 沸騰點は氣壓に關す

沸騰の現象の起る理由は液體はいつも蒸發しやうとすれど、大氣の壓力と其上にある液の壓力とに妨げられて止むを得ず液となつて居るので、若し温度がだん／＼増して液體中の蒸氣の力が大氣の壓力と液の壓力とよりも大きくなると、内部から續々蒸氣を發して沸騰を始むるのである、即ち沸騰點は大氣の壓力に大なる關係があることは明かである、例へば高山に登ると大氣の壓力が少ないから沸騰點は低くなる、其反對に液を密封した器の中で熱するとだん／＼蒸氣となつて其壓力を増すから液は沸騰點を高め容易く沸騰しなくなる。

第七十五節 氣化熱と液化

液体が沸騰して気化するときに多量の熱を吸収しても温度に毫も差異が生じないのは丁度固体の液体となるときと同じで、之に要したる熱量は液体を気化させるが爲に使用したものである。此様な気化に要する熱量は気化熱或は蒸気の潜熱と名づけることは前に云つたが、それと反對に氣體が液体に變はる現象を液化と名ける。今氣體を液化させるには之を冷し、且つ壓力を加ふればよろしい。例へば第三十五圖の様に管の閉塞した方に鹽化銀を盛てそれにアンモニヤ瓦斯を通すれば、鹽化銀は多量の瓦斯を吸収する。今他の端を熔かし閉ぢて之を起寒劑(次の節を見よ)の中へ入れ、是を熱すると鹽化銀は多量のアンモニヤ瓦斯を放出するから、そこへ強大な壓力を生じてアンモニヤは液体になる。次に此液を熱すると又瓦斯體になつて鹽化銀に吸収せらるゝにより一遍此器を作るときには、繰り返しく此試驗が出来、そして液体が固体に變るときには前に吸収した潜熱を吐き出す様に液化の場合にも気化のとき吸収したと同量の熱量を吐き出してから温度がなくなる。

第七十六節 起寒劑

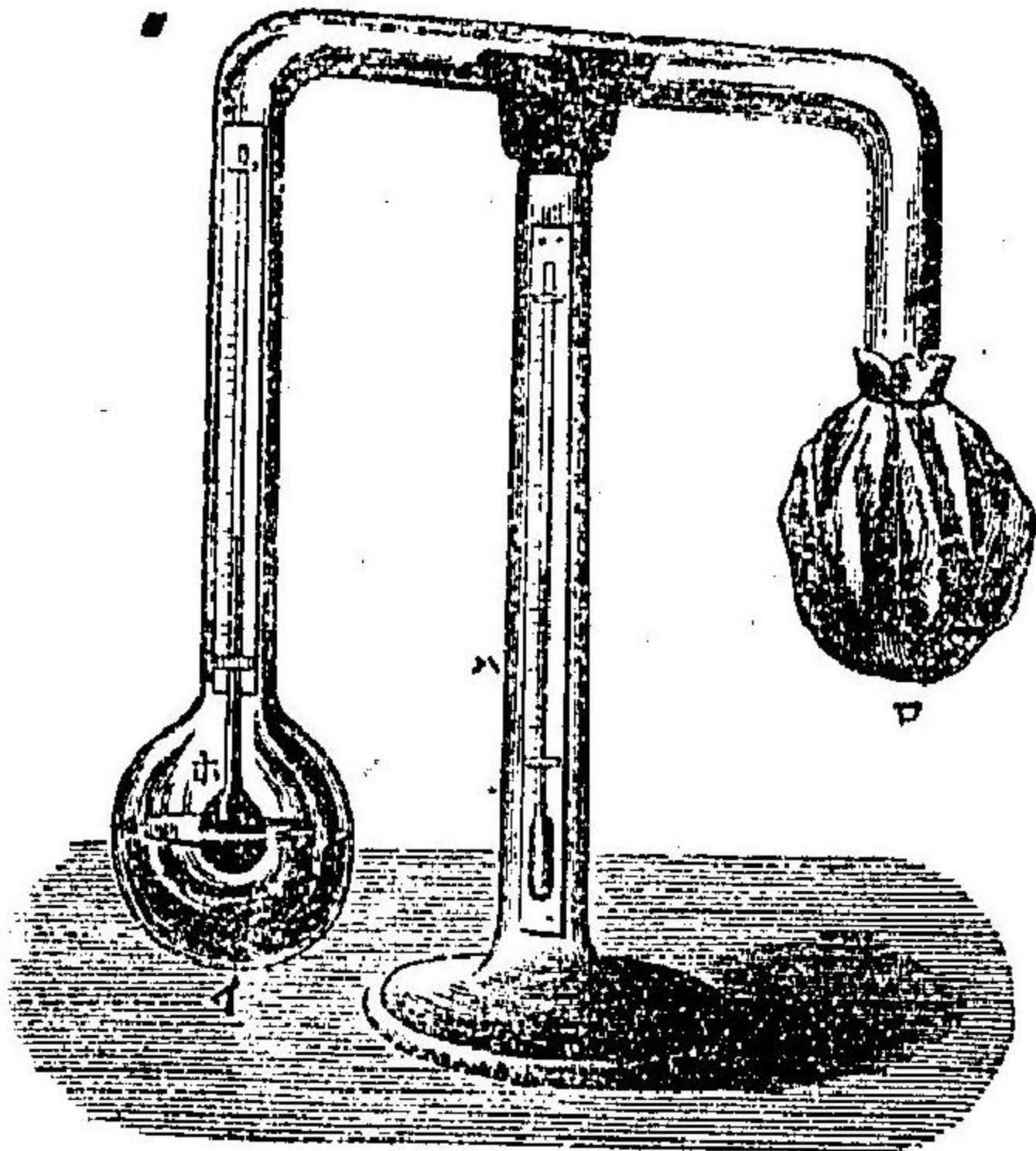
固体が熔けて液体となり或は液体が氣化して蒸氣となるときには、熱を吸収するものであるから、此理を利用して起寒劑を拵へることが出来る。エーテルが蒸發して水を凝固さす

るのは此例である。起寒劑に最も多く使用せらるゝのは食鹽と水との混合物である。此混合物が溶けるに當り、それに要する熱を自身から吸収して低い温度に達するのである。例へば水と食鹽とを

五と二との割合に混ぜると零下二十一度になる。又磷酸ソヂウム

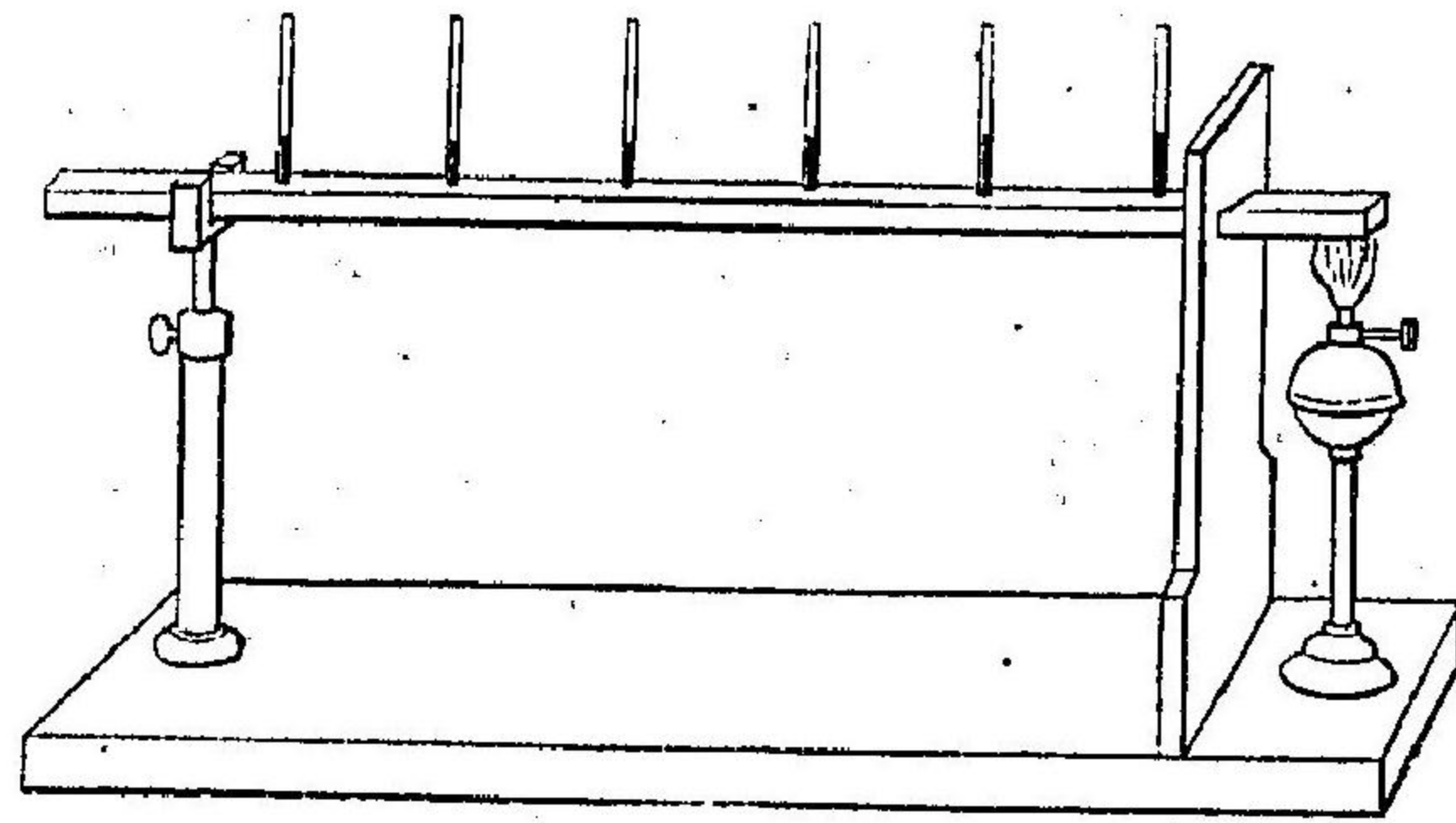
と稀硝酸とを六と五との割合に混ぜれば零下二十九度の温度を生ず。起寒劑にはいろいろあるが其内最も低い温度になるのは鹽化カルシウムと雪

第三十五圖



と稀硝酸とを六と五との割合に混ぜれば零下二十九度の温度を生ず。起寒劑にはいろいろあるが其内最も低い温度になるのは鹽化カルシウムと雪

圖 六 十 三 第

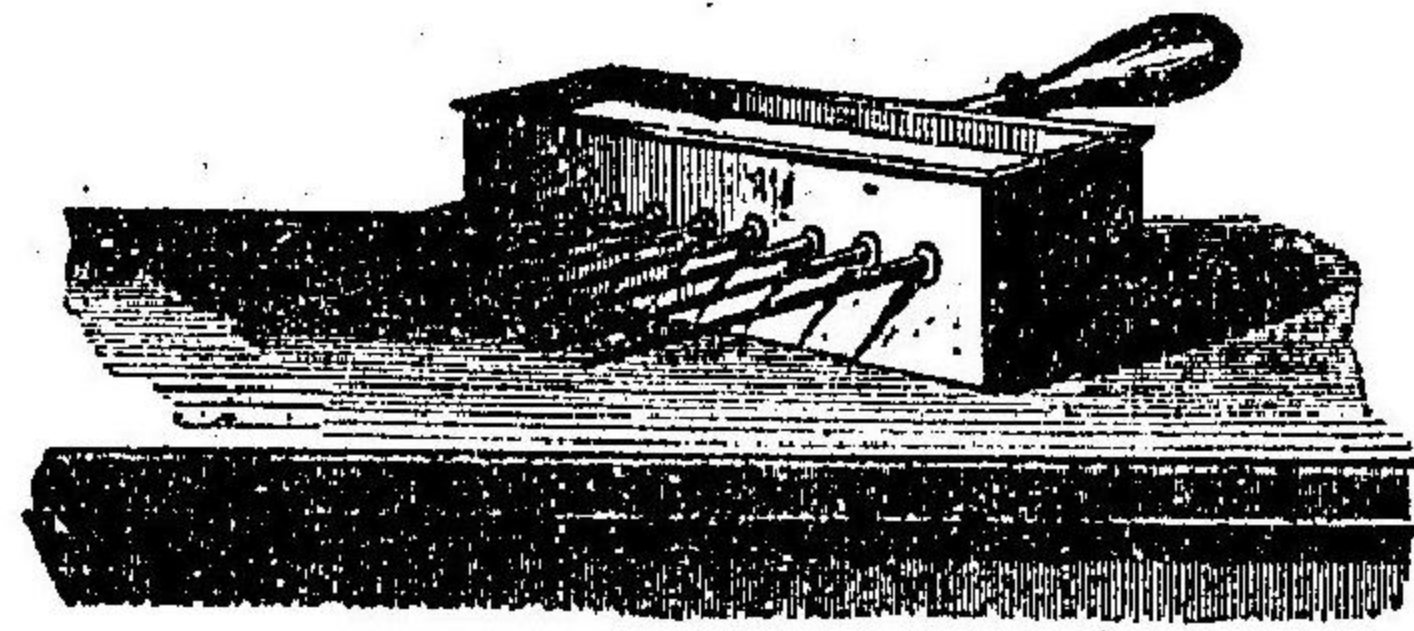


を四と三との割合に混ぜたもので零下四十八度の温度を生ず。

第七十七節 熱の傳導

金屬棒の一端を熱すると此端から他の一端の方へ温度が進んで行く、三十六圖の様に金屬棒の所々へ穴を穿ち之に水銀を盛り、其中へ寒暖計の球を挿入れ其一端を熱すると數分間を経て度は次第に昇る、この様に熱のだん／＼に傳はるを熱の傳導と名づくる、そして熱を速に導く物體を傳導體と名け、遅い物體を不傳導體と名づくる、又傳導體の中にも傳導に遅速がある、第三十七圖のやうに一つの金屬製の函の側面に大きな等しい異質の棒を挿入れ、是等の棒には豫め蠟を塗りおき、函の中へ熱湯を注ぐと熱がだん／＼棒に傳

圖 七 十 三 第



はりて蠟を溶かすのに遅速があることがわかる。

いろ／＼實驗の結果重なる物體の傳導を速い方から順番にならべて見よう。

- 銀
- 銅
- 鐵
- 鉛
- 大理石
- 水
- 玻璃
- 獸皮
- 壓縮

吾々が通常の温度にある金屬を握ると暫くの間は寒冷を感じるのは金屬の傳導が大いから多量の熱量を手から奪うからである、冬時毛布の様な傳導の小さな衣服を着るときは體の熱量を冷たい空氣に傳導することが

少いから温暖を感じるのである。又夏水を貯へるのに傳導度の小さな鋸屑の様なものを氷塊に纏うておく。又シベリアなどの寒國へ行くと室の障子を二重にして其間へ傳導度の小さな空氣を閉ぢ込めて、外から來る寒冷を防ぐといふことである。又鑛山で用ふる安全燈は矢張金屬の傳導度の大きいのを利用して拵へたものである。張金で作つた目の小さな網を燭火に被ぶせると火焰が外へ出ることはない。これは焰が網にくると網は其熱をとつて瓦斯の溫度を燃す溫度よりも小さくするから假令周りに爆裂し易い瓦斯があつても網の外は溫度が高くないから一時に爆發することがないのである。

第七十八節 熱の對流及び輻射

凡そ熱が移るには傳導の外に對流及び輻射といふ手段を用ひる。今水を下から熱すると温まつて膨脹するから、比重を減するから、上の冷な水と交換する。それで水の傳導は甚小さいが早く温るのはこの譯である。此のやうなことを熱の對流と名づける。傳導も對流も熱が移るに或る物質が媒介と

なるが眞空中でもよく熱が一方から他方に移る。此の場合には輻射と名づけ、太陽の熱が地球に移るのは全く此の作用によるものである。しかし輻射も通常傳導と對流とに伴ふもので、熱いものが次第に冷却するのは通常此の三つのもの、作用である。

第七十九節 風

空氣が運動して風となる。その原因は太陽にあるので、太陽の熱は空氣を通過して地面に來る。其最も溫度の高い所は赤道であつて、それから漸く南北に至るに従ひ溫度は低く、兩極に行くとき非常に冷くなる。此に於て赤道地方の空氣は非常に熱せられて空氣が稀薄となり、比重が減るに伴ひて上昇する。すると南北より冷い比重の大きい空氣が地面に沿うて赤道へ進んで來る。一つは南へ進み一つは北へ進み終には冷くなつて兩極へ來て復た赤道地方へ流れ行くのである。斯の様な風を貿易風と名づくる。併し地球は大きな速度で西から東へ自轉して居るが、空氣は之に伴つて運動することが出來ず、唯赤道地方の空氣のみ稍大な速度を有し、兩極地方にては其の速度が大

に減ずるから、北半球より赤道に進まうとする貿易風は北より南に吹くことなく、北東から南西の方向に吹く、同じ様に南半球から赤道に進む風は南東から北西の方向に吹くのである。又熱せられた貿易風は赤道から北極へ進むものは南西から北東の方向に吹き、南極へ進む風は北西から南東の方向へ吹くのである。また日中海水は陸地と共に同じ様に太陽の熱を受けるけれども、陸地は海水よりも餘計に熱せられるから風は海から陸へ向けて吹く、然し日没後は海水の熱は陸地の熱を放出するよりも小さいから海の方が陸よりも温度が高く、従つて風は陸地から海へ向けて吹くものであるから、一日の中に二回陸と海と温度が等しくなる。此時風は静まる、それを風と名づくる。

この外地方により種々の風が吹くが、要するに風は温度の差などより壓力の差を起し、高壓の地より低壓の地に向ひ起る空氣の流動である。

第八十節 海流

大洋の水も温度の差によつて流動を生ずるもので之を海流と名づく、海

流もまた赤道下の海水は熱く、兩極の海水は冷たいから、兩極から來るのは海の底を流れ赤道から行くのは水面を流るのである。

第八十一節 露と霧

物體の温度が下りて空氣中の水蒸氣がもちきれなくなると、その一部は物體の面に凝結して露を生ず、暗れた夜に物體の表面に露を生ずるのは此理で、日没後は晝間に吸収した熱を放散して其温度が下るからである。又空氣中にある水蒸氣が冷え凝結して小さな水滴が空氣中に浮遊することがある、これ即ち霧である。

第八十二節 雲

雲とは水蒸氣を含む所の空氣が高い所に昇ると壓力が減つて膨脹し、爲に幾らかの熱を奪ひとられ、且つ上層の冷たい大氣に遭ふから、水蒸氣が飽和點に來て雲となり、又空氣が高山の頂のやうな寒冷な處に接近するとき水蒸氣は凝結して是亦雲となるのである。

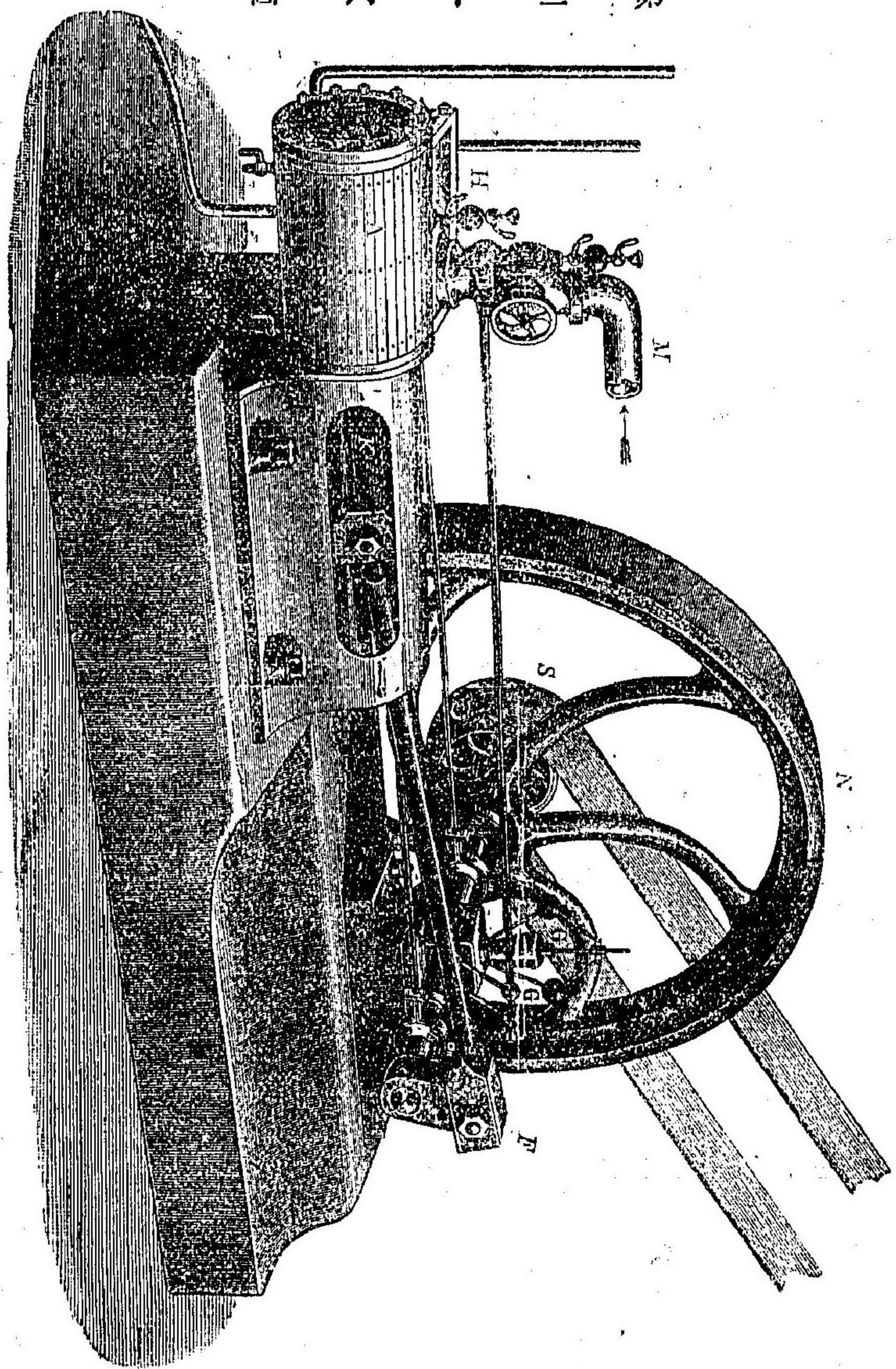
第八十三節 雨と雪

雨は雲の水滴が一層寒冷の氣に遭ひ集つて大な水滴となり地球の引力の作用によつて地上に降り來るものである。大氣中の水蒸氣が極く冷えるときには小さな氷塊となり之が相集り結晶して雪となるのである。

第八十四節 蒸氣機關

蒸氣の力を應用して熱によつて仕事をせしむる器械を蒸氣機關と名づける。圖中Bは水を入れた大な鐵管で、此水を沸騰させて生じた蒸氣をAなる鐵管によつて活塞のある圓筒内へ送るとき、蒸氣の通ずる管の中Dを閉ざると上の方に上つた活塞はAから進入する蒸氣の力によつて下り、活塞の下の方にある蒸氣は下端の口を通じてCなる凝結器に入て水となる。そこでAと下端の口を閉ざてC Dを開くとBから出た蒸氣はC管から這入て活塞を押し上げ、其上の方の蒸氣はDから出て又Cなる凝結器に這入る。斯様に交々互に開いたり閉ざたりすると活塞を上下に運動させる。

第三十八圖



ことが出来る處でそれを圓運動に變へて車を轉ばせ調へ革の作用で他の機械に傳へ種々の仕事をなし得るのである。

第十一章 光學

第八十五節 光

凡て物が熱せらるゝ時は其熱の一部は周圍の物質へ輻射により移るものである、今鐵を熱するに熱のあまり高くない間は輻射する所の線は暗黒で目に見えぬが、熱を高むるに従ひ數條の紅線が見えて來る之が即ち赤熱で、尙ほ一層熱すれば黃熱となり、次で白熱となつて、終には太陽の光線の様に非常の光を放つものである、又鐵瓶の湯を沸せば熱線を輻射するが太陽の如く又火の如くに光線を與へぬ、之に由て見れば熱線と光線とは吾人の覺官に感ずる差異に過ぎない、それで之より光線を論ずるが大抵の規則は熱線にもあてはまるものと知られよ。

(90)

第八十六節 光の透明體

光を透す物體を透明體、透さぬ物體を不透明體、幾分か透す物體を半透明體と名づける。しかし如何なる物體でも全く光を素透しにする物もなければ又少しも透さぬと云ふ物體もない、つまりこれは比較的の言葉に過ぎぬものである、例へば空氣や薄いガラス等は透明體に屬するもので、鐵木材の如きは不透明體に屬し、薄い氷龍甲の如き物を半透明體と云ふのである。

第八十七節 光の速度及發見者

光の速度を發見した人はデンマーク國の星學者レーメル氏である、さて遠い所で放つ煙火を見るに煙火を見てから暫くして其音を聞くが、之は光も音も共に同時に發して居るのであるが、其吾々に達するには各一定の時間を要する、而して光の速度は音の速度より非常に大であるからして此様に前後があるのである。

木星は數個の衛星(月の地球に於ける如き星)を有するが、此惑星は時としては地球に近づ

(91)

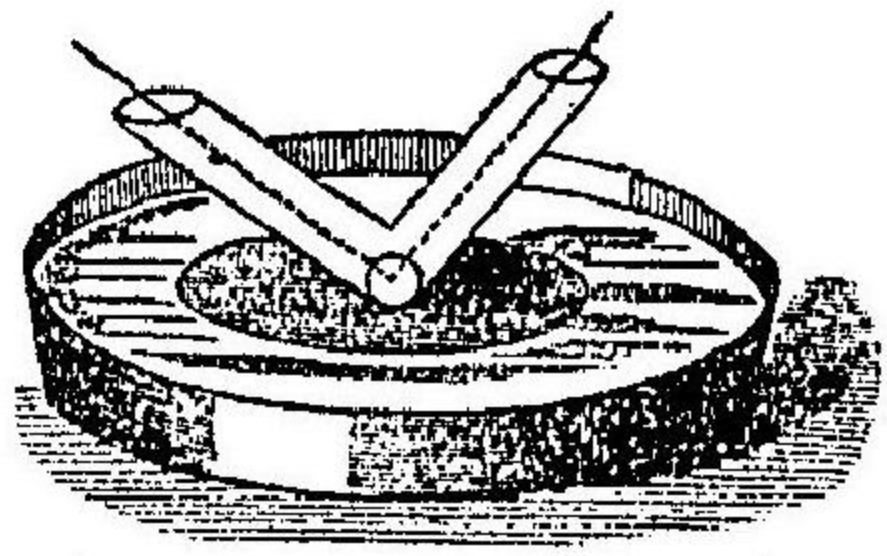
き、時としては地球より離るゝものである。其衛星の一つは一定の時間に木星を一周するが、四十二時二十八分三十六秒毎に木星の影に隠るゝ、そして木星が地球に近い時計算した値よりも地球に最遠い時に生ずる値は十六分三十六秒おくれた。これはどう云ふわけかといふと、光は木星が地球に最近いときよりも最遠いときは地球の軌道の直徑だけ餘計にすゝまなければならぬ、これから氏は計算して一秒時の速度は、凡そ三十万キロメートルなることを発見したのである。

第八十八節 光の反射

光が平にして滑かな面を射る時は反射を起すものである。例へば點火せる蠟燭を鏡の前面に置けば鏡に之と同様の物體が現はれる。之は蠟燭より發した光線が鏡を射て反射して目に達するので、其光線は蠟燭からでなく、丁度鏡其れ自身より來る様の感覺を起させる。つまり鏡に物體が現はれた様に見ゆるのである。

此光線の反射の有様を知らうが爲に第三十九圖の如く淺い平の皿に水

圖九十三第

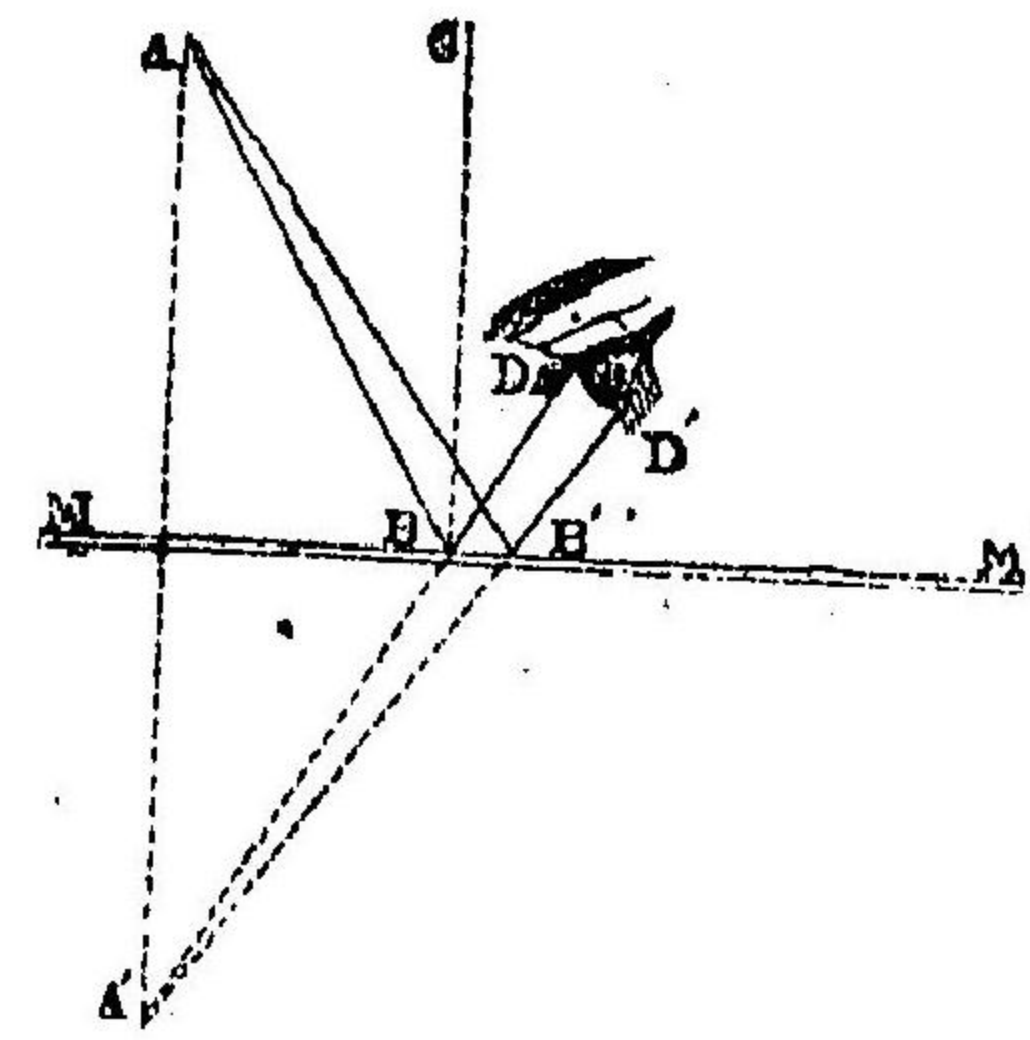


銀を容れて、其上に兩端の開いた(曲り角あり)屈折せる管の曲り角を水銀面上に載せて、管の一方から蠟燭の光線を射込むで他の端より見れば其蠟燭より來る光線は水銀面の爲に反射されて、丁度水銀面より來る様に見える。

此試験に依つて見れば蠟燭の光線は一の管を下り水銀面で反射されて他の管を通つて目に達するのである。而し斯の様になる爲には二つの必要なる條件がある。即二つの管は同じ傾きをもつことゝ、互に反對であることゝである。

是に依つて見れば平滑な面を射る光線の角度と其面より反射して他の方に進む角度とは常に等しいもので、言ひ換ふれば、反射角ハ反射角ニ等シト云ふのである。今圖に就て此反射の理を説明しやうにMM'を鏡の面としAを光體としてAからABなる光線が鏡面に落ちたとすればAよりMM'に垂線AMを下し尙ほ引延ばしてA'MとAMとの長さを等しくしてA'とBとを結付け、此A'Bなる線の延長の上に眼を置けば、Aの光體が丁度A'にある様に見えるので、即投射角と反射角と等しくなつて居ることが分

圖十四第

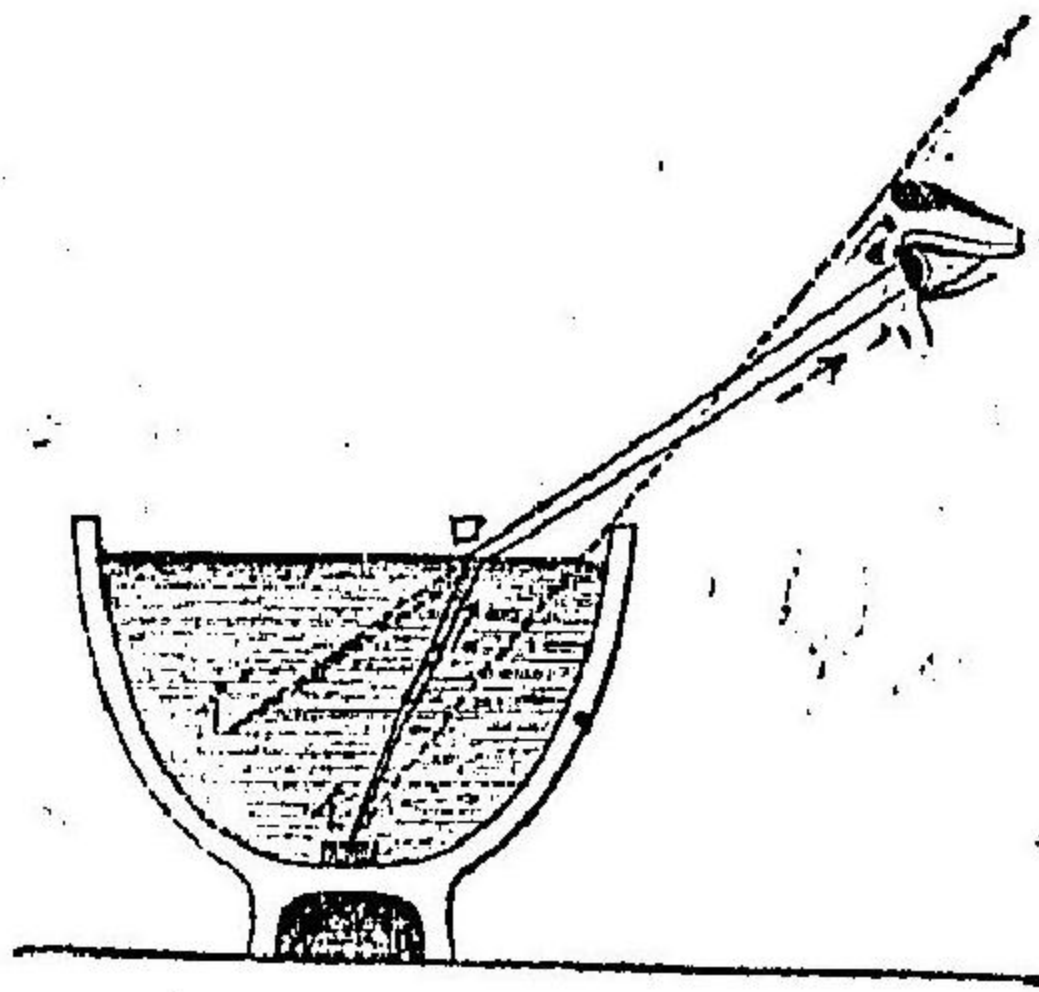


明する併しAにある實物とA'に見える影左右前後が夫々入替つて居るが、又高低が替つて居る、丁度鏡に向つた人の左が右となり右が左となり池水に映る樹木の倒に見えるは此理に基づくので、即ち實物と影像とは幾何學で云ふ互に對稱の位置にあるものである。

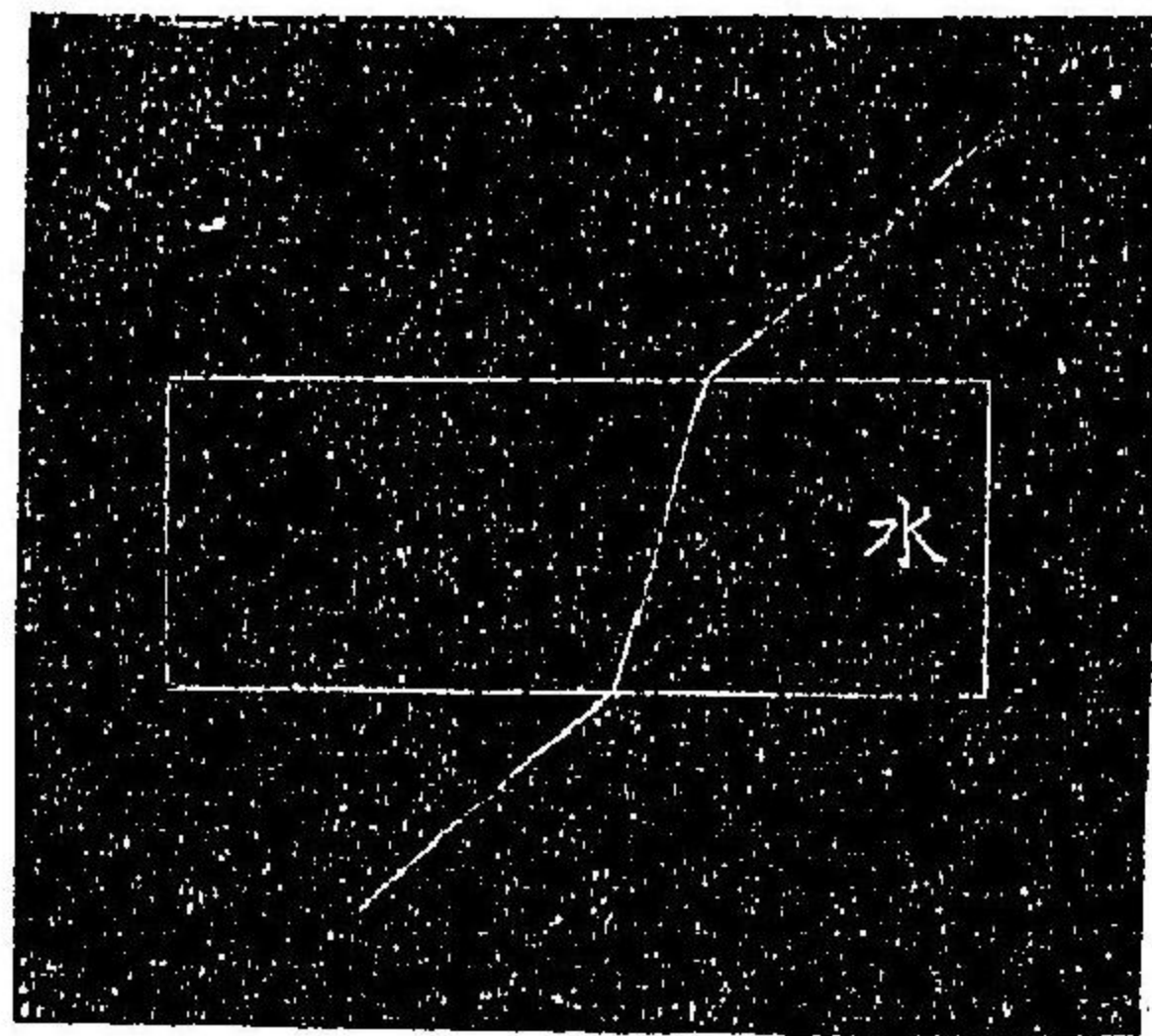
第八十九節 光の屈折

鉢の底に貨幣を置き、其貨幣が鉢の縁の爲に遮られて見る能はざる位置に眼を置き鉢に水を注ぎ込めば其貨幣が見えて来るのみでなく漸次浮き出して水面上にあるかの様に感ずる。又眞直な棒を取て斜に水の中に挿し入るれば水面から下の部分は折れて上の方に向ふ様に見える。又底の見える河の水は實際よりも浅い様に感ずるが之等の事實は凡て光線は物體から他の物體に入るときは一般に屈折すると云ふ極簡單な光線屈折の原理に基づくのである。之を精細に實驗しやうならば先づ暗室の窓に極めて小

圖一十四第



圖二十四第

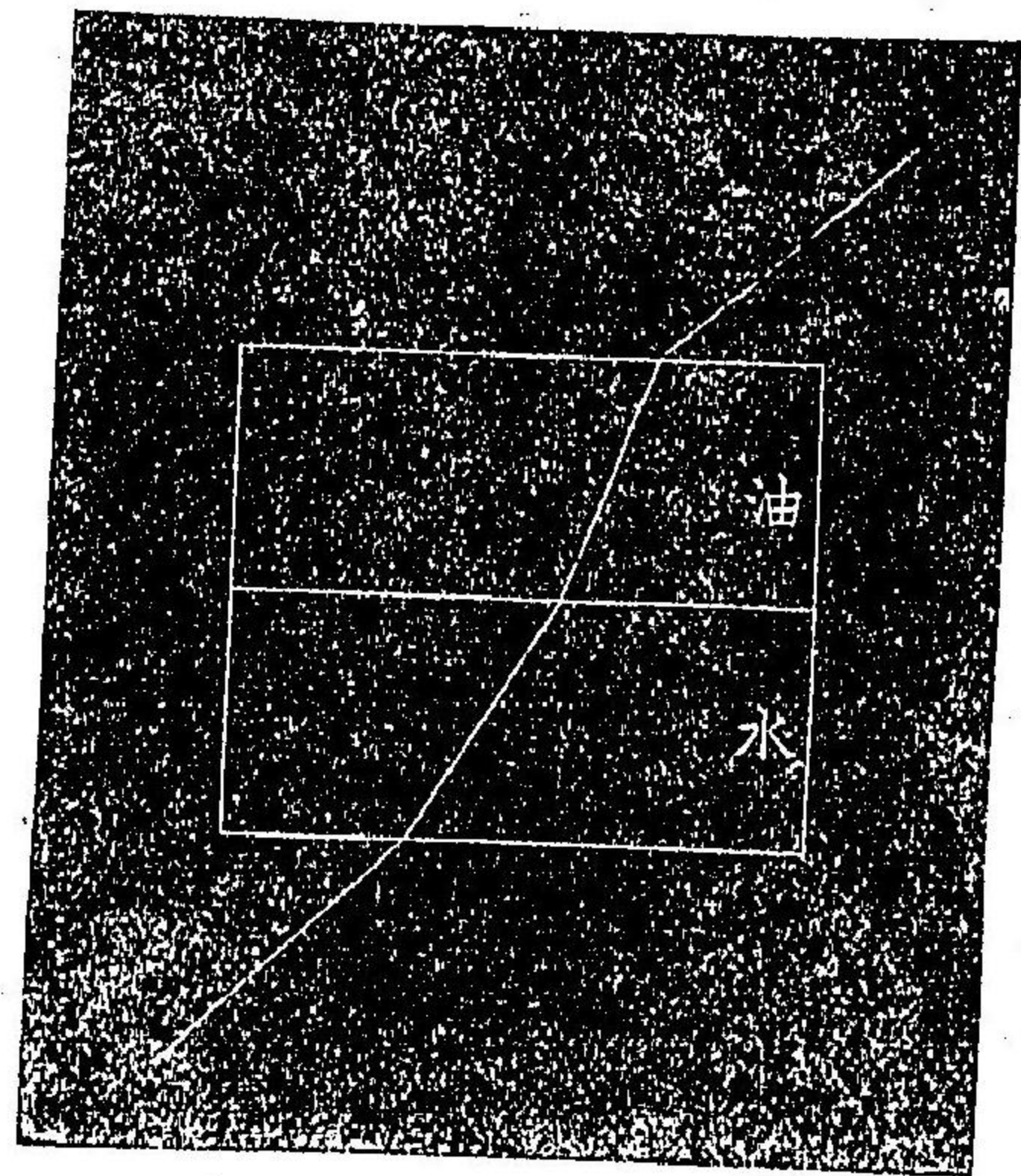


さい孔をあけ、之から日光を射込ませて之を水を充てた玻璃の器に入れば其光線が水に入る所で方向が變り、

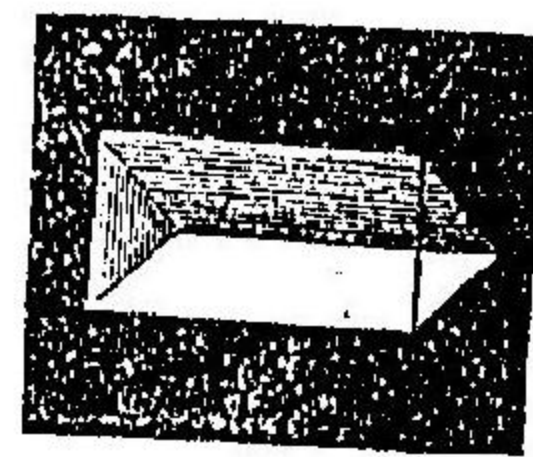
器を出る所で又方向が一變する。(第四十二圖次に水に代ふるに他の液體例へば油又はアルコールを以てし前と同様の試験を行へば液の異なるに従つて屈折の度も夫々異なることを見る。それで今第四十三圖に示すやうに油と水とを入れた器に棒を挿入るれば其液の界で屈折して宛も上に向ふ様に見ゆるのである。

兩面並行せる玻璃へ光線が入る時は始め入つたときの光線は正に終に出る光線と並行であるが、若し玻璃が三角柱であつたなら光線は廣厚な方

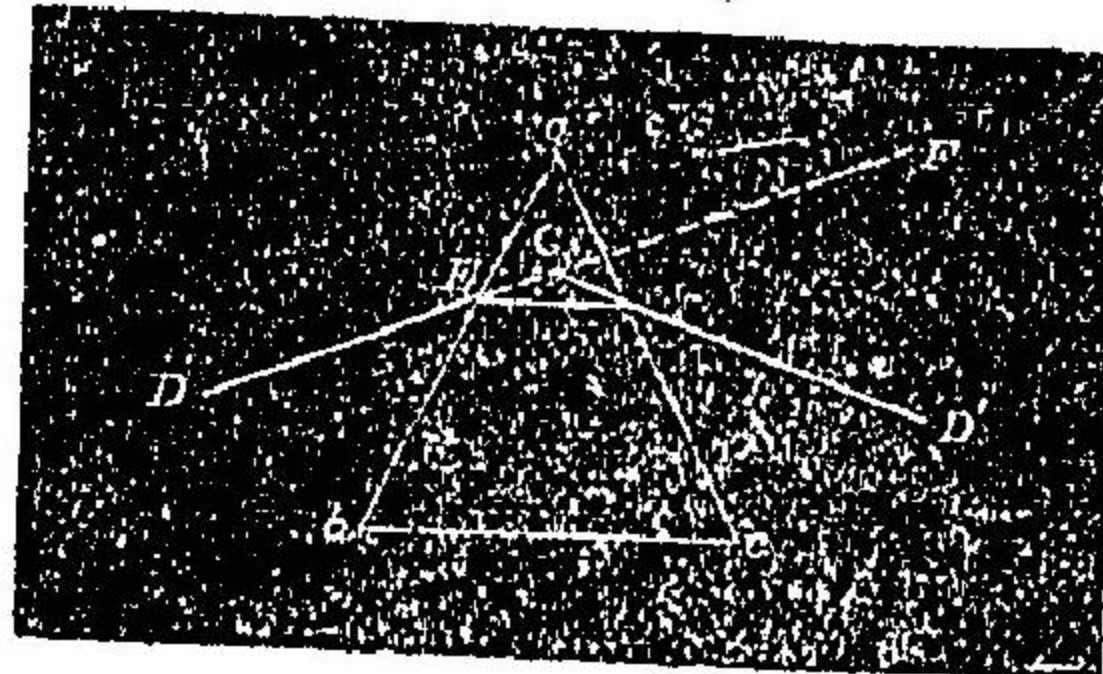
圖三十四第



圖四十四第

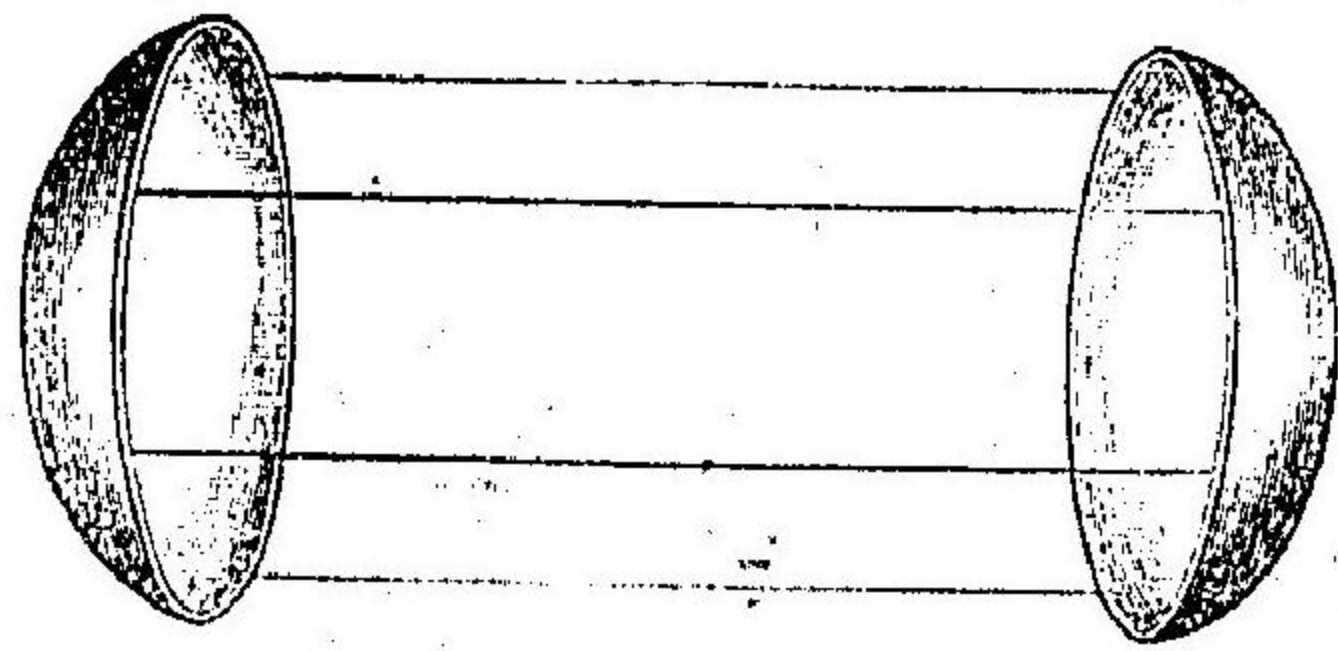


圖五十四第



に偏つて屈折する(第四十五圖)
 光線屈折の爲には種々の現象を呈するものであるが、其一二の例を擧ぐれば、遠距離にある地上の物體から發射して吾々の目に達する光線が濃薄の度の異なる種々の空氣の層を通過する際に漸々屈折して其物の位置を實際よりも高く現はすばかりでなく、地平線下に在つて見る事の出來ぬ物が現はれることがある。蜃氣樓などはその一例である。故に太陽太陰も地平

圖六十四第 A



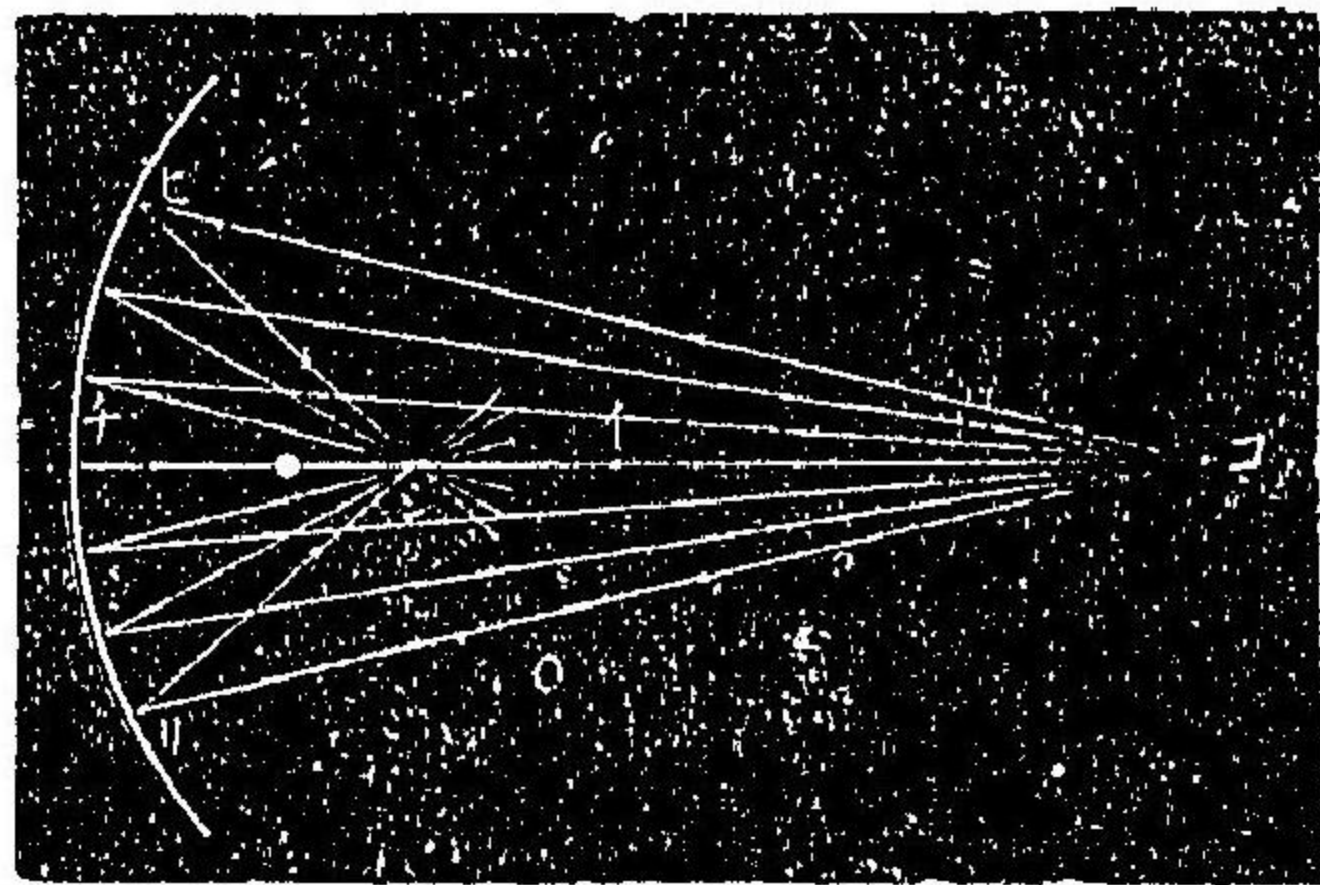
第九十節 球面鏡

線下にある時に已に吾人の眼に達し又地平線下に没して後までも尙暫く之を見ることが出来るので結局晝間の長さを増す譯合である。

方向とに由て反射の有様が夫々異なるものである。今正軸に並行でない光線が鏡面に落ちたとすれば矢張り前に述べた光線反射の理に因てヒ

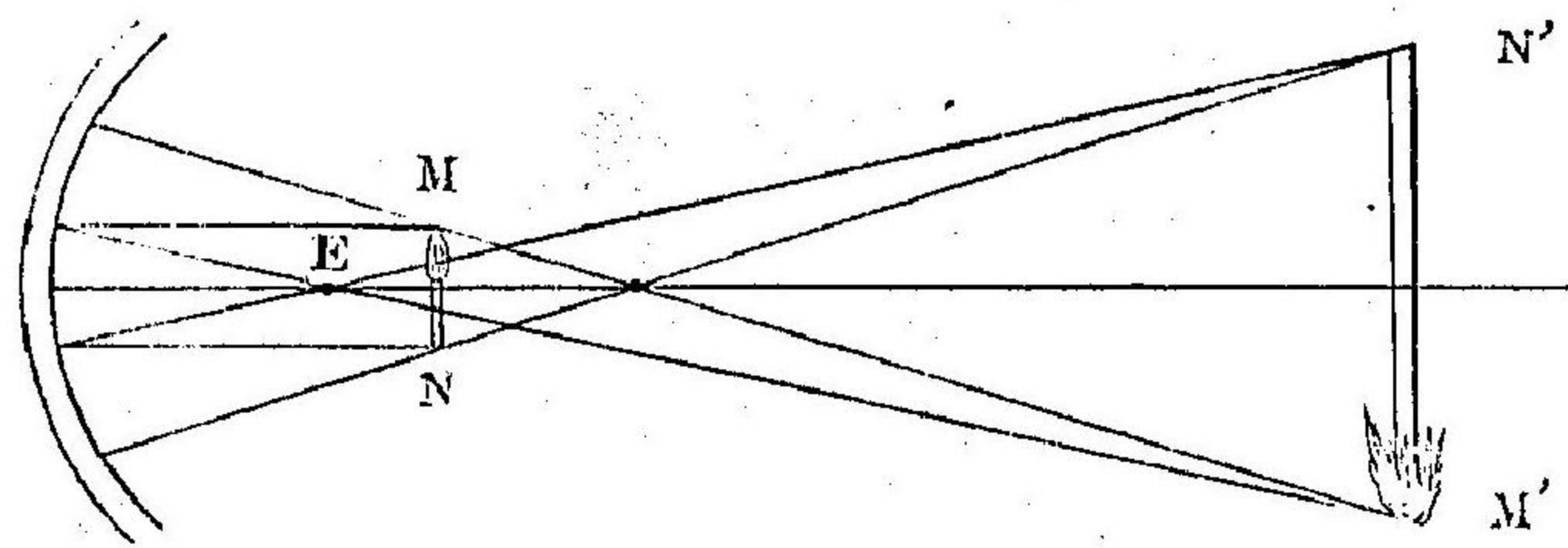
第四十六圖に示したは空洞の球の截口である。吾々が若し此球の表面の一部分例へばABを取ればABは即ち球面鏡の截口を示すので其凹面の方で光を反射するときは凹面鏡となり、凸面の方を反射面とすれば凸面鏡となる。今球面鏡に就て知らねばならぬ種々の名稱を第四十七圖に付て述べやうが、球の中心イと鏡の中心チとを結ぶ線を正軸と名付け、正軸に並行の光線が鏡の内面で反射して皆一點に集まる所がある。此點を正焦點と名付ける。しかし、落射する光線の位置と

圖七十四第



イと成す投射角に等しき角シヒイを成してシの方向に反射する故にコ
距離を遠くする程シはだんくと鏡面に近づいて来るコが非常に遠くな
つて殆ど軸と並行の光線に合すれ
ばシ點は焦點●と合するが之と反
對にコをだんくと鏡面に近づけ
ばシはイの方へ向て動き、コとイと
合する時はシも亦イと合一する、尙
ほコが進んで中心イと●との間に
這入るとシ點は終にイの外に出で
遂に猶●の内にはいるとシ點はで
きないが反對にのばすと鏡面の裏
へ行て終う、今爰に中心と焦點との
間にMNなる物體があるとすれば中
心とM・Nとを結ぶ直線の延長とMから發して正軸に並行した光線が反射
して焦點●を通過した線との交點M'・N'の處に影が現はれる故に丁度MN

圖八十四第



なる像が倒まにM'に現はれる譯で反對にM'N'と云
ふ物體を置けば前と同じ理で其倒まの像NM'が出
来る筈である、又中心イより外にある物體を鏡面
より遠ざければ遠ざける程中心と焦點との間に
生ずる像は焦點の方に近づいて小さくなる、反對
に中心と焦點との間にある物體を焦點の方へ近
付くると生ずる所の像はだんくと大きくなる、此
様な影像を實像と名付ける、又若し物體が鏡面と
焦點との間に在る時は前述べた通り鏡の前では
光線が集まらずに鏡の裏側に物體と同様に立つ
大きな像が出来如く見ゆる、之を虚像と名づけ
る、(第四十九圖第五十圖)
凸面鏡においても全様に説明ができる、正軸に
並行なる光線が反射してあつまるやうに見ゆる
點を正焦點と名づける、此の場合にはいつでも實

圖 一 十 五 第

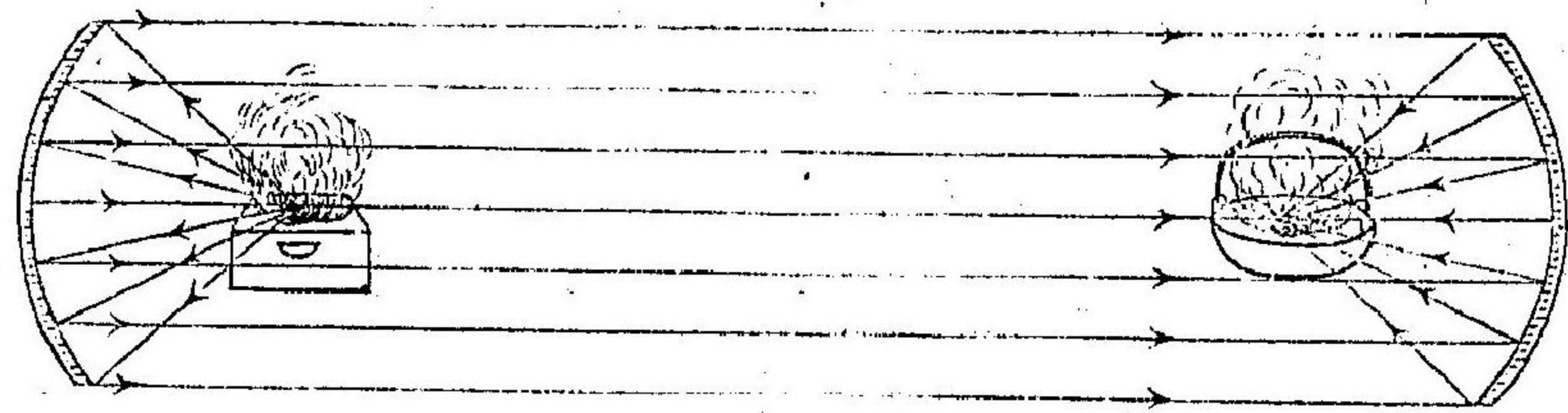
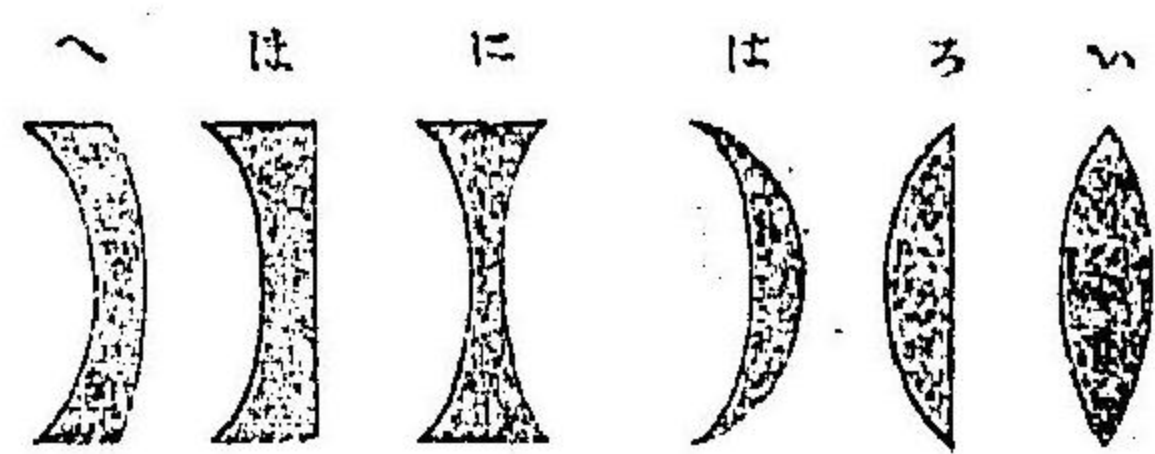


圖 二 十 五 第



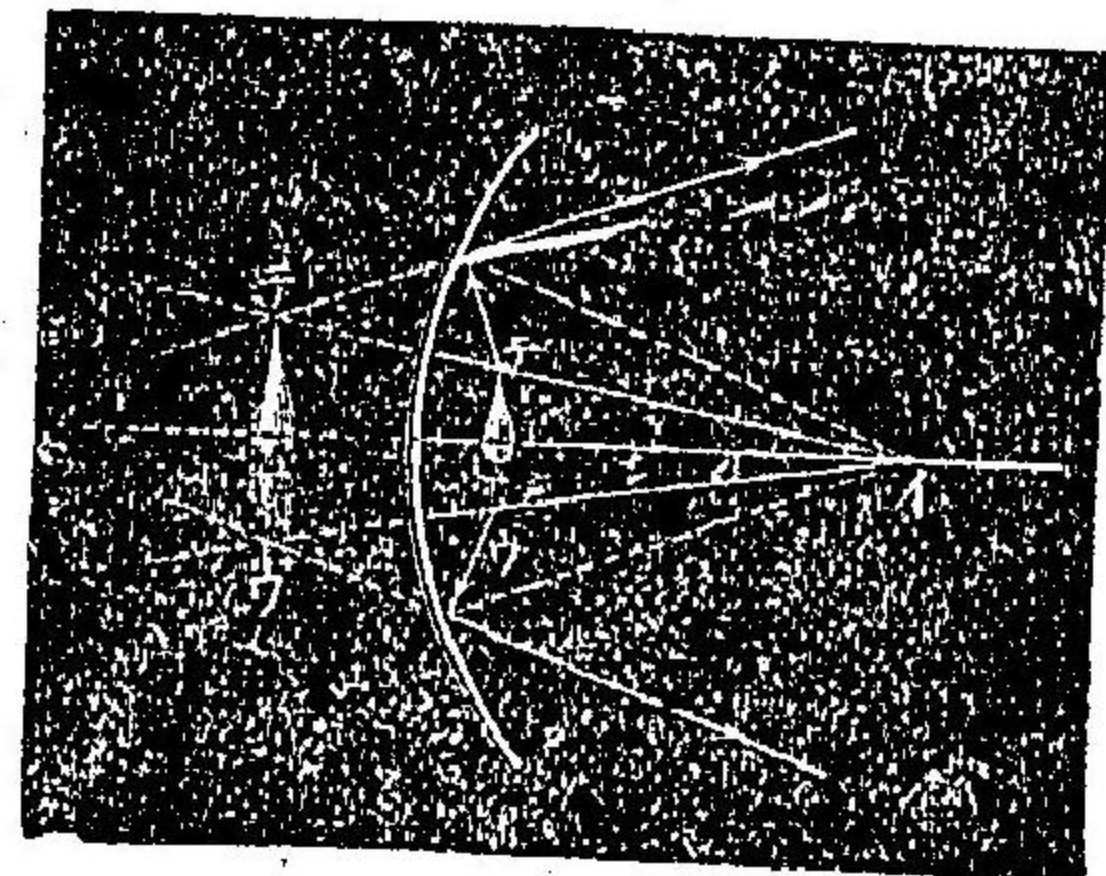
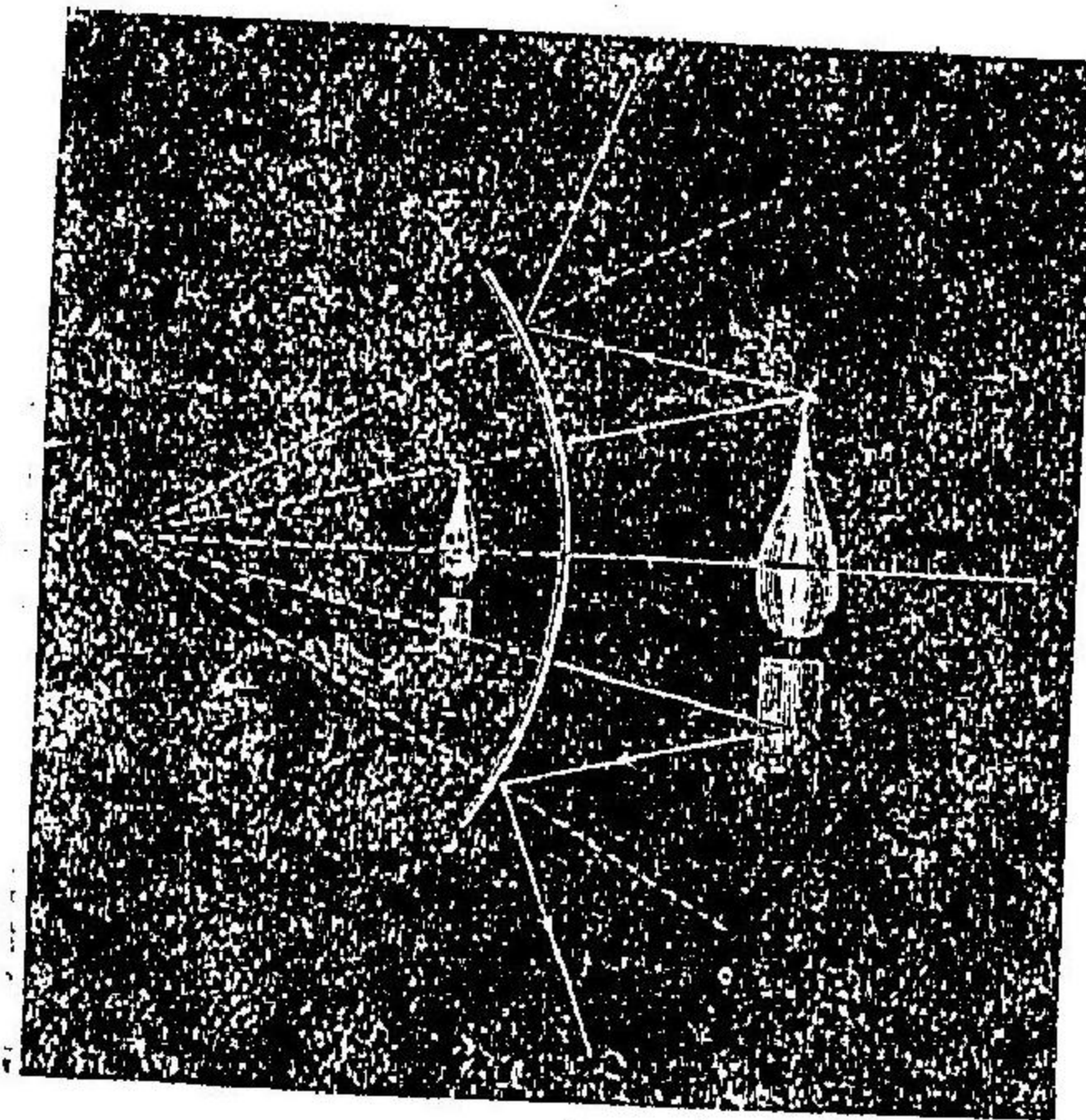
で一方の焦點に活火を置けば譬へ兩
 鏡が五六十尺の距離があつても他の
 焦點で牛肉でも煮ることが出来る此理
 は活火が其鏡を射ると此鏡面は之を
 反射して他の鏡に送り其鏡は又反射
 して焦點に集合するに由て茲に牛肉
 を煮る事が出来るのである。

第九十一節 レンズ

レンズは光學に用ひる器械で透明
 體で拵へたもので圖に示す様な種々
 の形があるが大別して凸レンズ(即ち
 圖の右のもの三種)凹レンズ(圖の左に
 あるもの三種)の二種とする第五十四
 圖は其屈折の有様を示したもので凸

圖 十 五 第

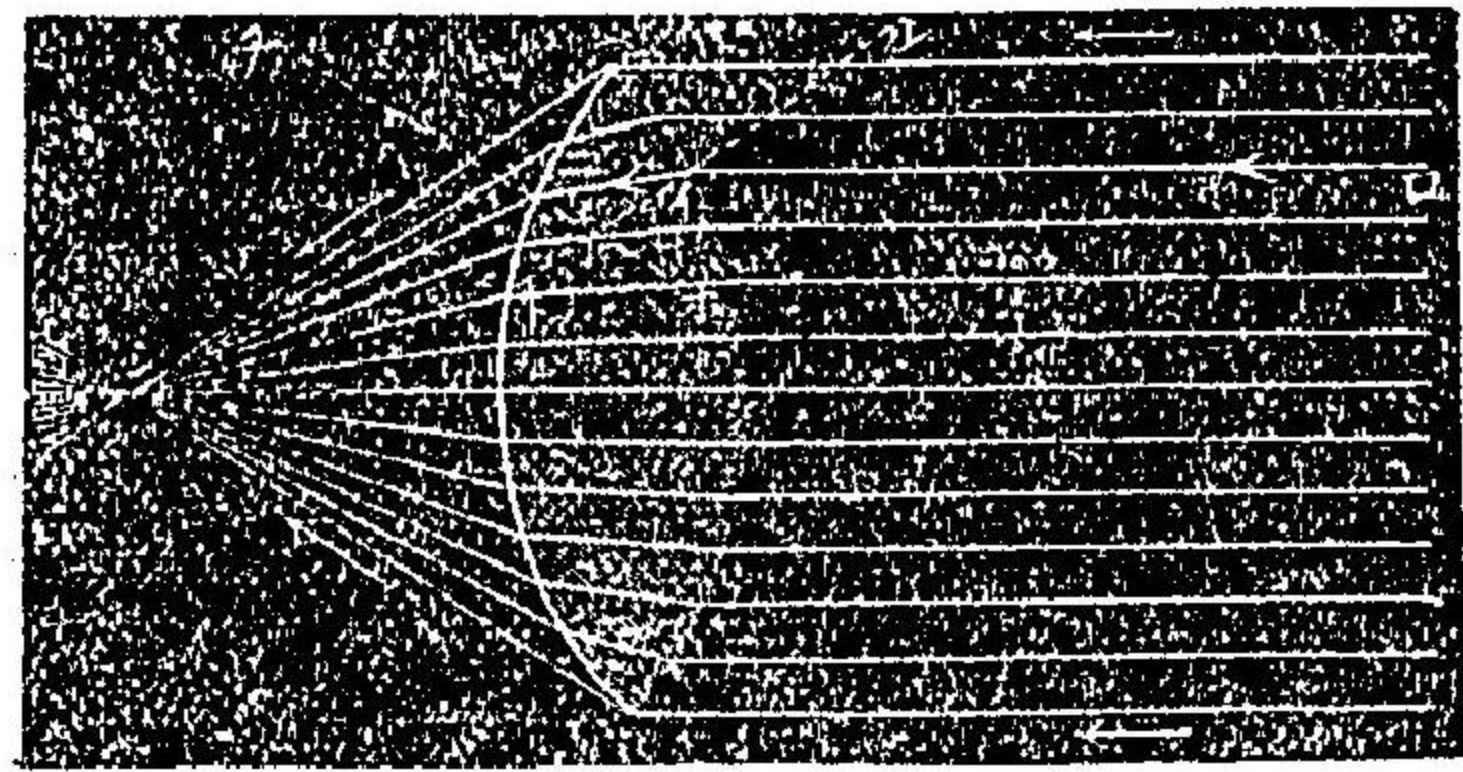
圖 九 十 四 第



際光線があつたらぬから實像の出来
 ることはないいつでも虚像のみでき
 る。

球面鏡に付ては種々のおもしろい
 現象があるが是等は皆前の理に由て
 説明する事が出来る試に一例を擧ぐ
 れば寒暖計の球の水銀面を見れば其
 影像は非常に小さく其室全體も之に
 映つて大層遠方にある様に思はれる
 之は前述べた凸面鏡に於ける理由に
 外ならぬ又凹面鏡の一対を取て向ひ
 合せ其一方の焦點に熱體を置き他の
 焦點に手を置く時は熱線は光線と同
 一の規則に従ふからこゝへ集まつて
 甚しき熱を感じるものである此仕組

圖 三 十 五 第



レンズの正軸に並行の光線は之を通過する際に互に近づき合て之を出ると一點シに集まる之を正焦点と云ふ之と反對に兩凹面レンズでは正軸に並行して一面を射た光線は之を通過した後分散して集まる事はない、そして之等の分散光線は丁度下から來つた様に思はれる、此點は凹レンズの正焦点であるが凸レンズの例に於て見る様に實焦点でなく虚焦点であること勿論である。

第九十二節 寫眞器・幻燈

凸レンズを取て太陽の光線を受くれば、光線はレンズの後側の殆ど一點に集合するが、此點に紙を置けば太陽の輝々たる小さき肖像が紙の上に見はれる、そして直に紙は燃焼するものである、して見れば之を發火の用に供することが出来る、凸レンズは又總ての肖像を現はすもので、今燭火の光線を凸レンズに通じて之を油紙に受けると燭

圖 四 十 五 第

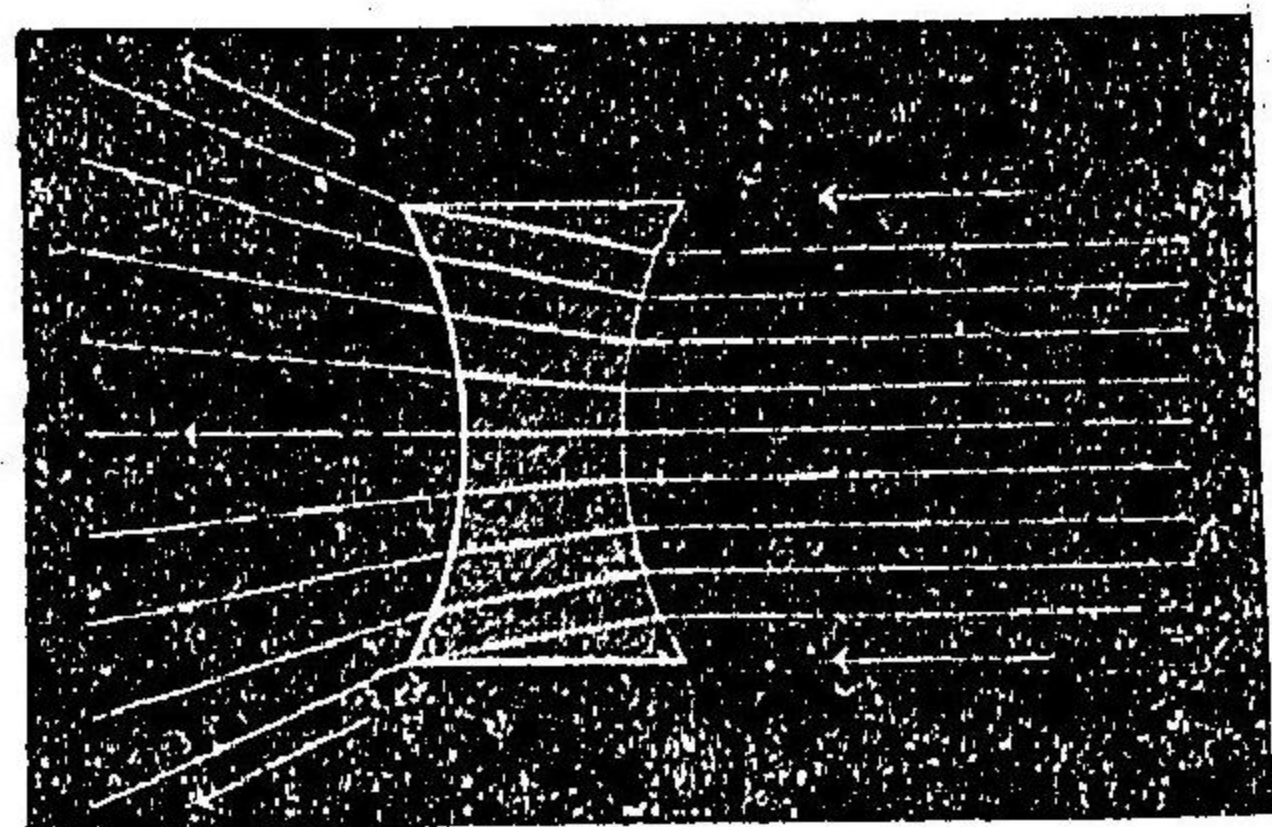
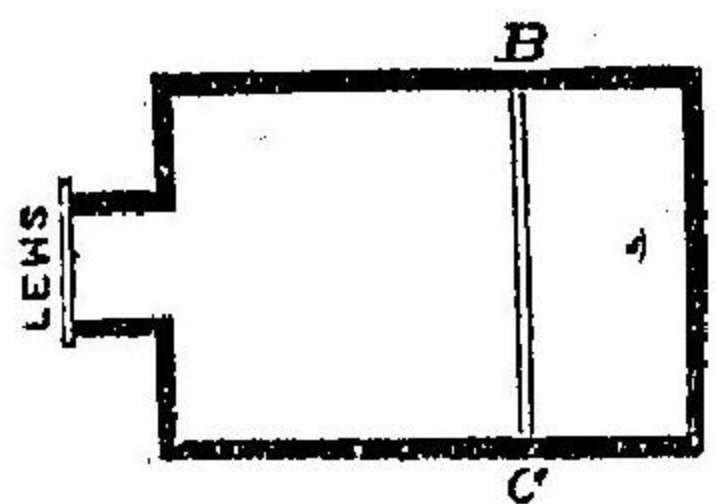


圖 五 十 五 第

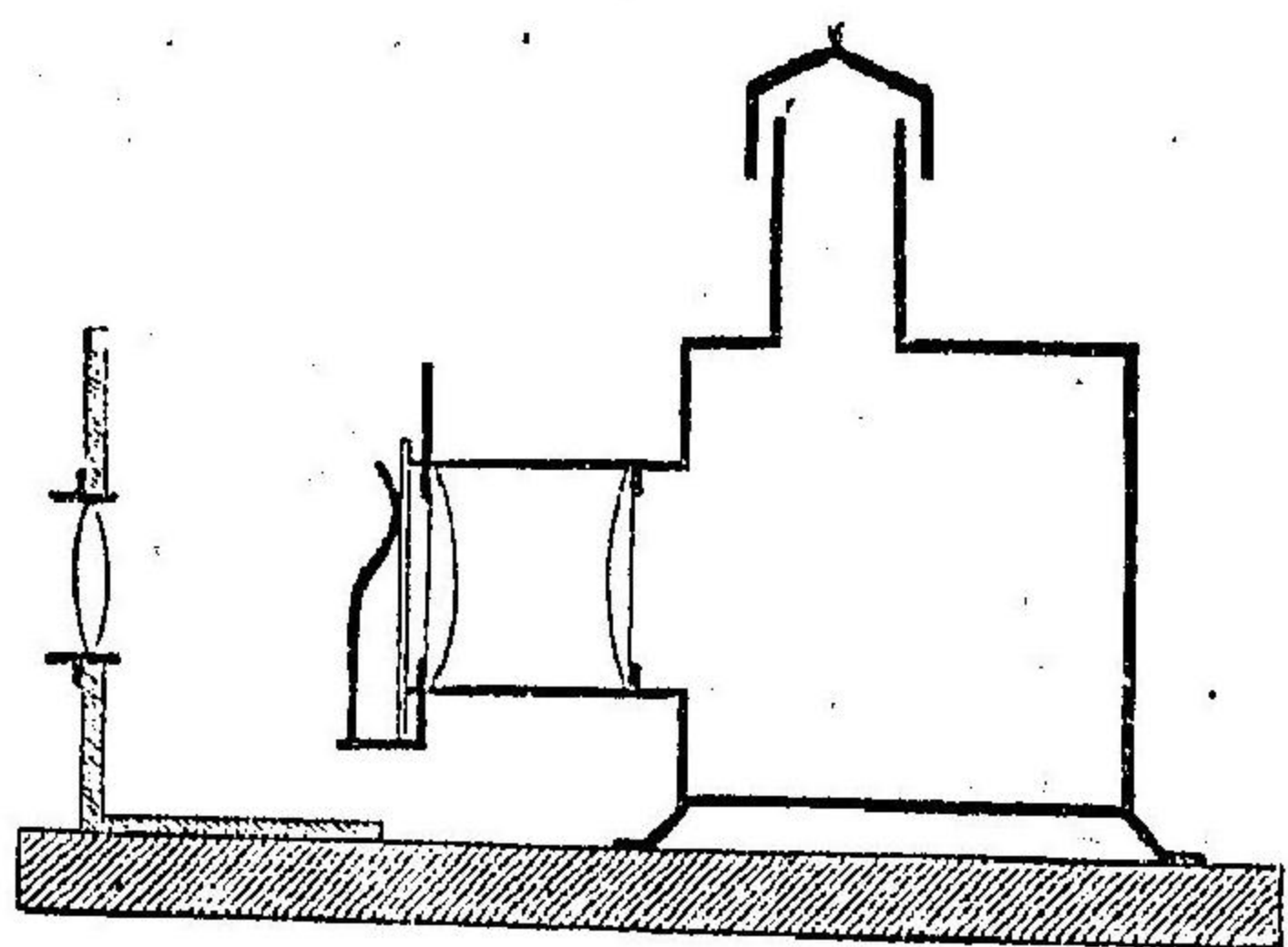


を塗つた玻璃板を立てる、此藥は光に逢へば光の作用で著しく性質が變る

ものであるから物體の光線は此板の上に来て肖像を寫すのであるが、此様に出来たものは實物の明るい部分は暗黒で、暗黒の部分が白色になる、是即ち種板である、さて是を藥を塗つた紙につけて又太陽の光線にあてると初めて普通の肖像を此の紙に印するのである。

臺の肖像が倒に現はれる、若しこのレンズの前面に我等の顔を置くときはやはり其肖像が出来る、寫眞術は全く此方法に基づいたもので、其装置は第五十五圖の様に光線の通はぬ箱の一方に凸レンズを嵌め、此レンズに向ひ合にBCの如き玻璃板を立て、寫さうと思ふ景色又は人物の面に向はせると其光線は凸レンズを通つて箱に入り、此の板の上に其肖像が現はれる、そこで其現出の模様が適當の時に此の板を取り去て、代りに一種の藥

圖六十五第



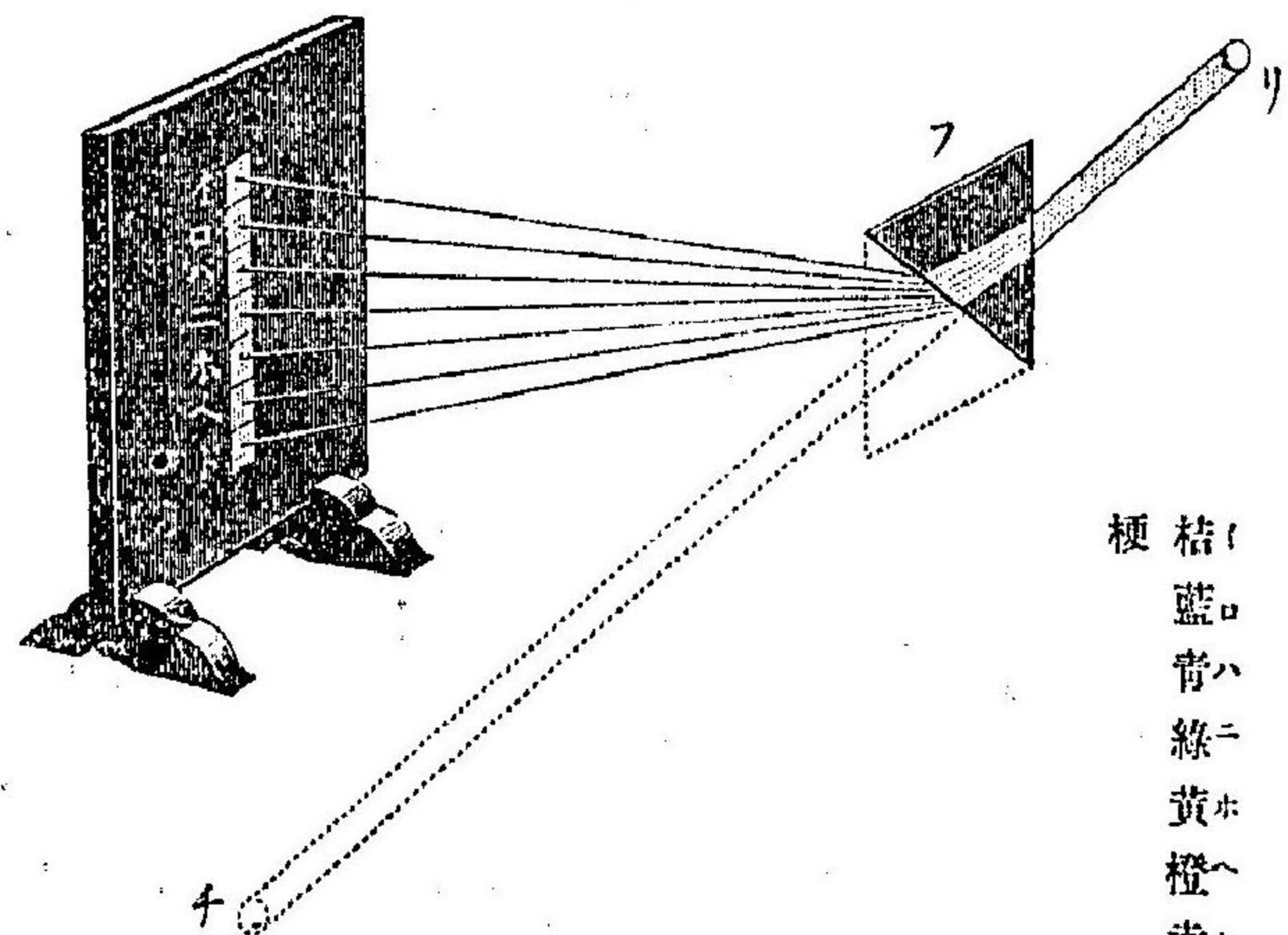
幻燈の理も亦之に似て居るが、之は反對に光體が箱の内に在て影が外に

現はれるのである。即燈火が並行して凸レンズを通過し(第五十六圖)玻璃に畫いた像を照すに由て其物體は光を發する様になる。此物體の前には二個の凸面レンズが丁度一個の作用をする様に適當に箱の口に嵌めてあるから物體の光線が此二個のレンズを通過すると大きく前の幕に實像に顯はすのである。

第九十三節 顯微鏡望遠鏡

顯微鏡も亦前と同じく凸レンズの幾個もから出來て居るが二種にわかれる對物レンズは大なる實像を作るに供し、接眼レンズは之を大なる虚像にするものである。日や月星の様な遠い距離に在るものを大きく見るにも、二種のレンズを用ふ、その理は顯微鏡と全様だが對物レンズの大きいことが大に違つて居る、之を望遠鏡と名づける。

圖七十五第



第九十四節 色

三角柱の玻璃を赤色の光線が通過する時はある一定の角で屈折する、次に

桔 藍 青 綠 黃 橙 赤

に橙色の光線を通過せしむれば赤色の光線よりも多く屈折し、黄色ならば更に多く、綠色なれば屈折は尙一層強く、夫より青藍紫と漸次餘計に屈折の度が増加するから、今是等の七色が混つた光線を通過させれば此光線が出るるとき各異つた方向に屈折して相互に分離する、そこで此玻璃に入つた時は混り合つて居ても、此時始めて分れて別々の光色が現はれる、こんな鹽梅に三角柱の玻璃は幾色かの混つた光線を單色に分離させるものである。(第

五十七圖

さて太陽の光線の様な白い光が此七色の混合物であることは三角柱の
玻璃を通すと七色にわかるのでよくわかる。それで露やシャボン玉や結
晶體等に太陽の光線が觸れると美麗の雜色を見ることがある。其外水の塊を
破す際などには氷の破片が七色の光を發するとが往々有る。虹の色も太陽
の光線が七色の混合から出來てゐるからである。

一の或色を少時見詰めて急に外の色を見ると變な色合に映する。又二つ
の色紙の間に玻璃の板を立て、一つの色は玻璃を通し他の色は反射に由
て二色を同時に見ると其混合色が見える。例之ば橙黄と青とあれば白色に
見える。此様に二色が混じて白色を生ずるときは此の二つは互に餘色を成
すと云ふのである。紅と綠を帯びた青橙黄と青黄と藍紫と綠を帯びた黄等
は皆互に餘色を成すものである。又黑板の上に紅色の紙を置いて少時見詰
た後に白紙を其上に被ふと白紙が綠色をなして見える。是は視神經が紅色
の感に慣れて鈍くなるに由て、他の六種の混合即紅の餘色なる綠色を感
ずる次第である。

第十二章 電氣及磁氣

第九十五節 電氣の導體、不導體

乾いた絹で乾いた玻璃棒を摩擦すれば玻璃棒が昔て有たぬ一種の性質
を表はす。則紙片や鋸屑の様な極めて軽い物體を引付けるが此現象を玻璃
棒に電氣が起つたと云ふ。

摩擦に由て電氣の起るのは玻璃ばかりには限らぬ。樹脂封蠟、硫黄等をフ
ランネルで摩擦すれば皆電氣を起す。併し金屬の棒を摩擦しても電氣は起
らぬ様であるが、之に玻璃の柄を着け手に持ちて摩擦すれば今度は能く輕
い物體を引き付ける。此様に種々な物體で試みると如何な物體でも摩擦に
因つて電氣を生せぬものはないが、玻璃封蠟の如きものは摩擦に因つて生
じた電氣は其所にのみ止まらぬ。他に通れるものないため、其現象は明で金屬
の如きものに生じた電氣は單に其點にのみ止まらぬ。其物全體に及ぼし
更に人體を傳はつて地中に遁れ去て終ふから宛も電氣は發せぬ様に見え

る。此様に金屬は容易に電氣を導くから導體と名付け、又玻璃等の様に一部に電氣を保存して全體に傳へぬ物を不導體と名付ける。今茲に導體不導體の二種類の例を示せば左の通りである。

(導體) 金屬、酸類溶液、植物、動物

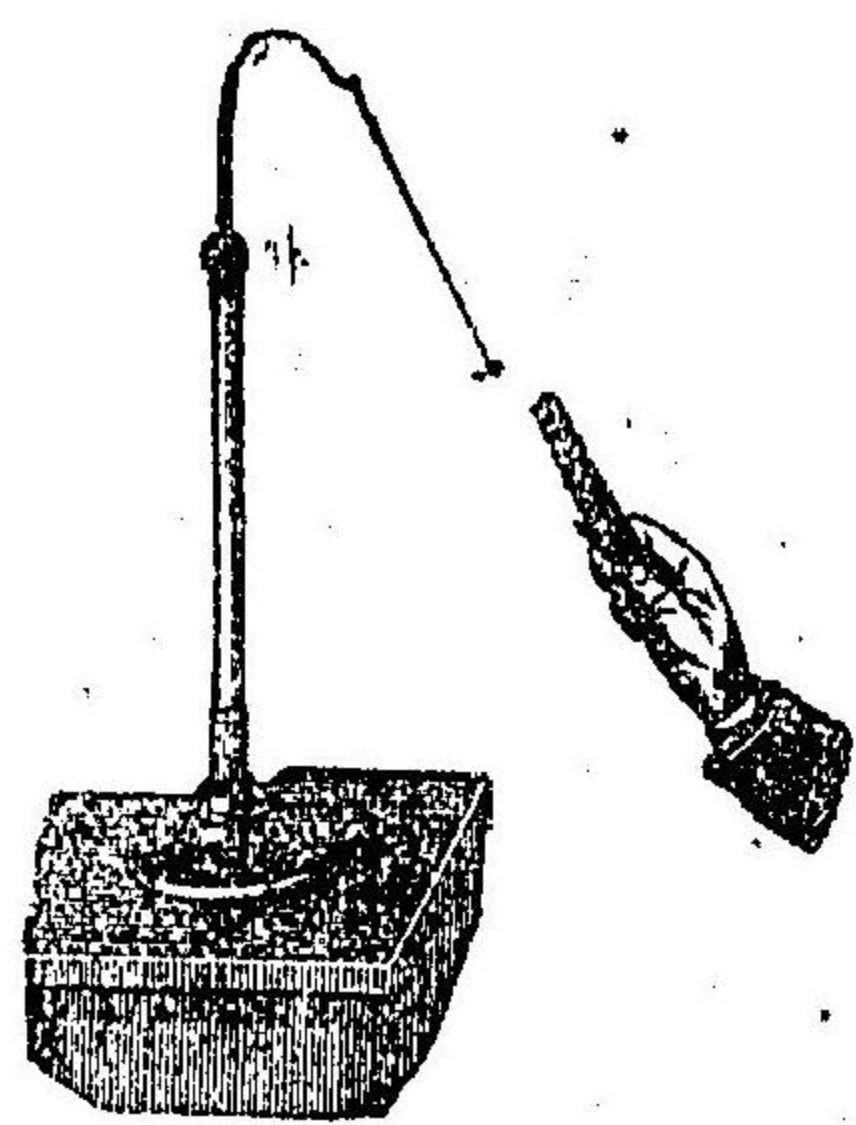
(不導體) 紙、絹、玻璃、蠟、硫黃、樹脂、乾いた空氣

電氣の試験をするには一度得た電氣を蓄へ置かねばならず、其には不導體を以て取圍まねばならぬ。由て其試験は乾いた空氣の中に爲し、蓄電體を支へる臺は玻璃を用ひる様にするのである。

第九十六節 電氣の種類

電氣には二種類ある。之を試験するには玻璃臺の上に曲つた金屬の棒を立て、其端に燈心球を絹糸で吊るし、之に絹で擦つた玻璃の球を近付くると球は玻璃に引かれて之に近寄るが觸ると直に斥けられる。今度は幾度玻璃を近付けても之を反撥して終ふが更にフランネルで擦つた封蠟を此球に近づけると直に引寄せられるが觸れると又直に斥けられるとは前の玻璃

第五十八圖



の時と同様である。之に由て見れば玻璃から起る電氣と封蠟から起る電氣とは全く反對の性質を有することが判明する。此様に電氣には二種類あつて、この玻璃の方を陽電氣、封蠟の方を陰電氣と呼ぶのである。そこで同じ性質の電氣は斥

け合ひ、違つた性質の電氣は引合ふことも亦此試験に由て分明する。併し又同じ物體でも相手に由て陰とも陽ともなるもので次の表に示した物の中、何れか二つを取て摩擦すれば電氣が起り上の物は陽となり下の物は陰となる。

猫皮、玻璃、羅紗、羽毛、木材、紙、絹、樹脂

例へば猫皮で玻璃を擦ると猫皮は陽電氣を取り、玻璃は陰電氣を生ずるが羅紗で玻璃を摩擦すれば羅紗には陰電氣を生じ、玻璃には陽電氣を生ずるものである。

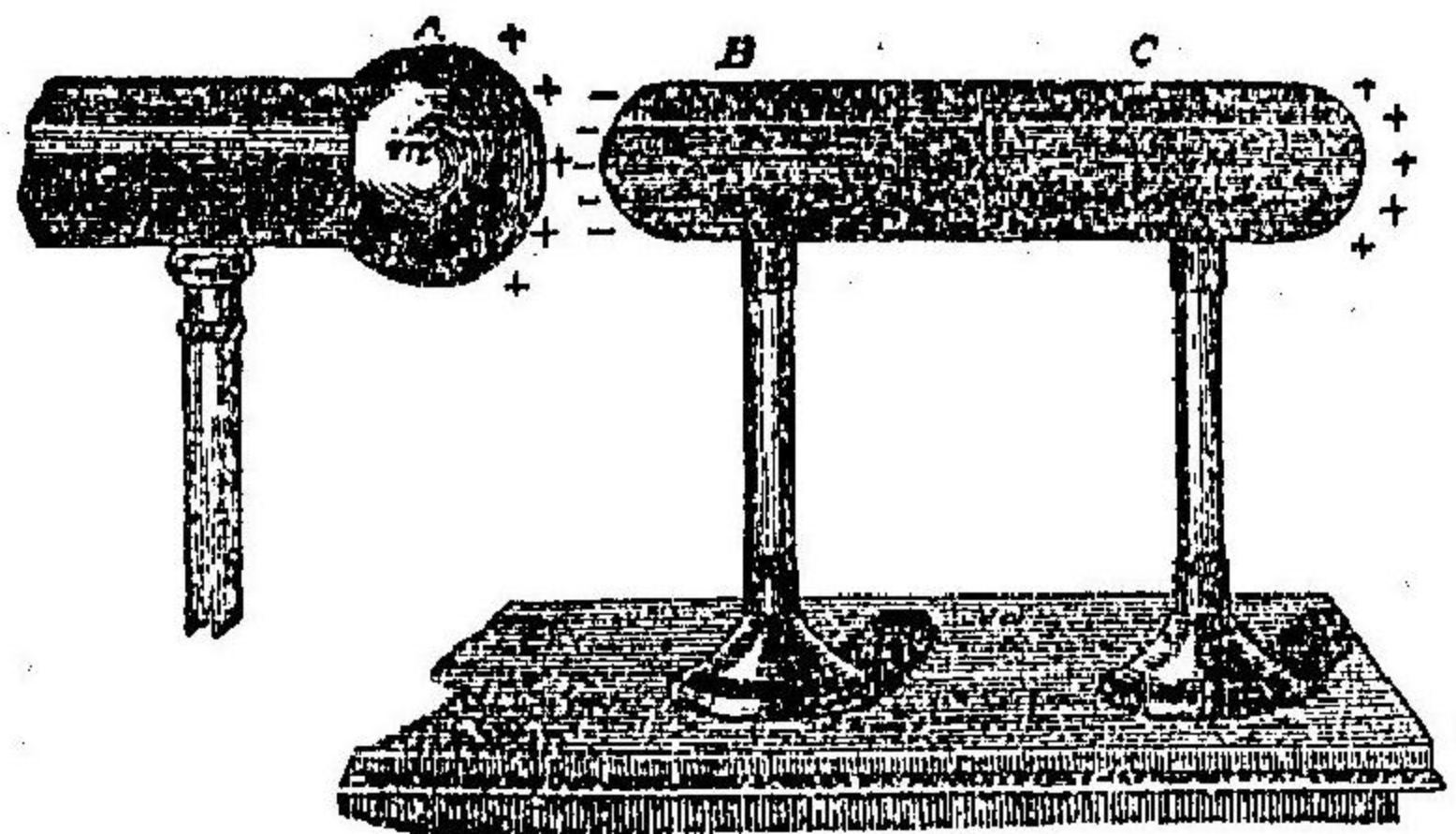
第九十七節 發電の假説

總ての物體には陰電氣陽電氣の定まつた量が混つて居るものと想像すれば發電のことはよく了解ができる、もしこの假説に従へば摩擦に由て電氣を起すと云ふのは是等の二種の平均して居る電氣を互に分離させると云ふことになるので、封蠟をフランネルで擦るのも此二種の電氣を互に引離すので、一の電氣は封蠟に残り、他の電氣はフランネルに在るのである、之と同様に玻璃を絹で摩擦すれば一方は玻璃に、一方は絹に別たれる、そのほか摩擦に由て電氣を起す物體は皆同様の理である、故に一方の電氣を起さないで他の電氣だけを起すと云ふとは到底出來ぬ事となるので、これは前節にのべた通り事實の證明する處である。

第九十八節 電氣の感應

第五十九圖のAは金屬の中空の球である、そして尙之から左の方に通つて居る管も金屬製で、之を支へる柱は玻璃棒である、之は前に云つた通り電

第五十九圖



氣を逃さぬ爲であるので、次にBとCとは真中から離すとの出來る金屬の器で矢張り玻璃の臺で支へてある。

今Aに陽電氣を起させてBとCには電氣を蓄へずにBをAに近付ければ、Aの陽電氣はBとCに平均してゐた電氣から陰電氣をひき陽電氣を斥ける、それでBとCの電氣は分れてCの右の端に陽電氣が集まり、Bの左端に陰電氣が集まる、今BとCとを引離せばBには若干の陰電氣を蓄へ、Cに若干の陽電氣を蓄へて、Aの電氣は前と異なることはない、即ちAの電氣はBとCの電氣を陰陽相分れさせる爲に用いたものである、此の如き作用を電氣の感應と云ふのである。

第九十九節 電火

今の試験でBとCを徐にAに近付ければBが充分Aに近寄つた刹那Aの

陽電氣とBに集まつて居る陰電氣とは只極めて薄い空氣の膜で隔絶されて居る丈であるから直に火花を發して平均する之を電火と名づける。中空の眞鍮の球を玻璃臺の上に置いて之を運動して居る起電器に近づけると極く弱い火花が發るが球の起電器に最も遠い部分に指を觸るれば火花は前に比べて甚だ強い之は起電器の陽電氣が球の陰電氣を引いて其陽電氣を斥け成るべく遠ざからしめたが球は不導體の玻璃の上に在るから陽電氣は逃れ去ることが出來ず従つて球にある二種の電氣は充分に分解するところが出來ぬ故火花が少なかつたのである然るに指を球に觸るれば球の陽電氣が人體を通つて地球に斥けられて電氣は充分に分解され従つて強い火花を發するのである。

第百節 驗電器

物體が電氣を有て居るや否やを知る爲に用ひる器械を驗電器と名付ける第六十圖に示すのは金箔驗電器と云ふので其器械の頭の金屬の球に少しでも陽電氣のある物體を近付ければ球の下端に在る金箔は二枚共同性

第十六圖



して驗電器内には陽電氣のみを有するやうになる今封蠟の起電體を球頭に近付くると今度は金箔が開かないで却つて下に垂れる之は封蠟の陰電氣が内にある陽電氣を引いた爲め箔にあつた電氣は球の方に集まり漸く下垂するのである。

第百一節 尖端の作用 避雷針

今針をもつて發電器の傳導器に近付き器械をまはすと電氣の流動は連續するが別段著しい火花が起らないから身體にも著しい刺戟を受けない、ところが球のやうなものをもつて之に近づくと大なる火花が起り身體に

質の電氣を受くるから互に斥け合つてパツと開くそこで電氣の生じて居る玻璃を球頭に近づければ尙一層強く開く之は玻璃の陽電氣が球の平均電氣を分解して陰電氣を引き陽電氣を斥けて金箔に遇ふたからであるもし尙ほ近づけると火花を發

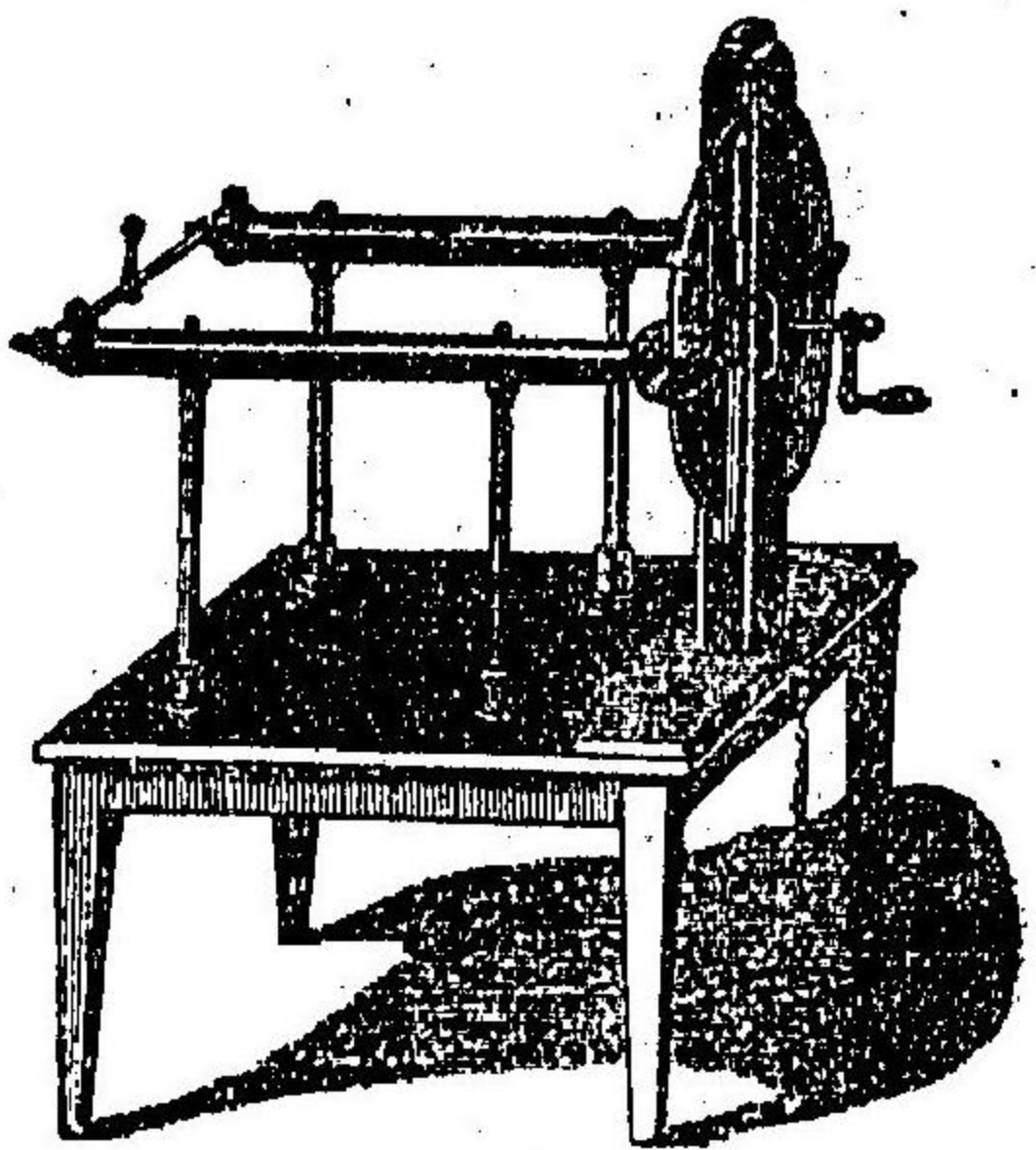
著しい刺戟をうける是れ尖端が絶えず電氣を吸ふから一度に集まつて身體に傳はらないからである。避雷柱は全く此理を應用したもので其構造は上端に金屬の尖りがあつてそれから金屬の線で地中に導くものである。此尖りは空中の電氣を絶えず穩に地中に導いて雷撃を拒ぐのは丁度前に述べたと同理である。

雷電の電火と電氣の電火と同一であることを發見したのはフランクリン氏で氏の紙鳶の試験はよく知れわたつた話である。

第二百二節 發電機

發電機は二つの部分から成立つて其一部分は電氣を起す用をなし他の一部分は起した電氣を蓄へる用をなすのである。其構造には種々あるが原理の最も單一なるものは第六十圖の如くに柄の附た玻璃の回轉盤があつて之に接して二對の革枕がある。一對は上部に一對は下部に在つて此玻璃盤を回轉すると革枕と烈しい擦擦を起すが此革枕には馬の毛を充たして、しかも玻璃盤を壓す様にしてある。又其表面には亞鉛一錫一水銀二を混ぜ

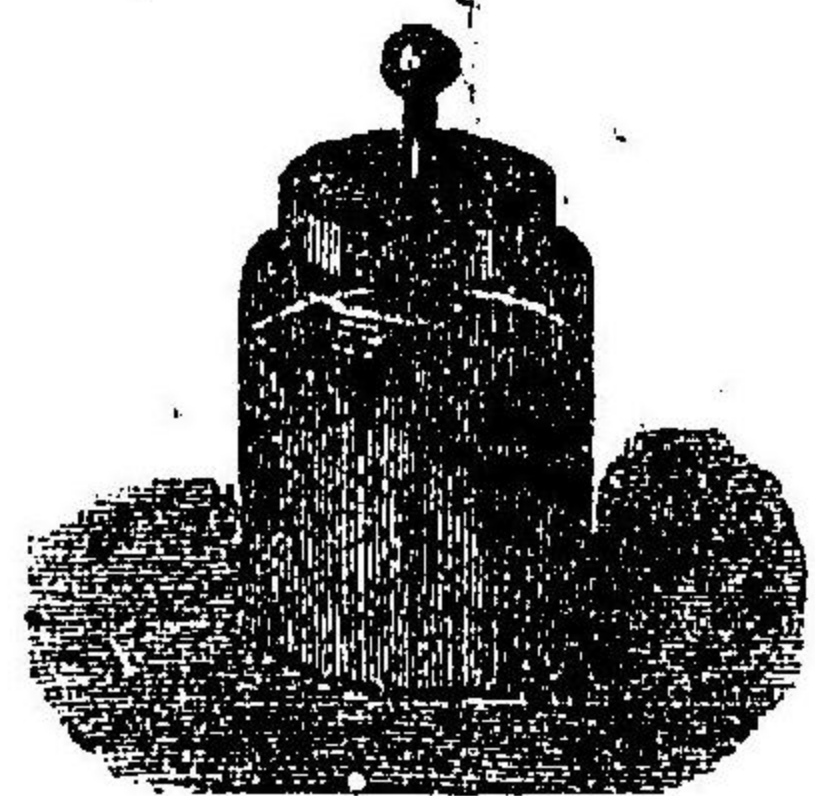
圖一十六第



溶したものを塗り置き別に金屬の鎖があつて是等の枕を連ねて地に導いてある。そこで玻璃板の回るにつれて玻璃の面には陽電氣が起り革枕には陰電氣が起る。陰電氣の方は革枕に繋いである鎖を通つて地に向て逃れ陽電氣だけが玻璃に残る。又玻璃の周りに二本の金屬棒があつて傳導器に續いて居る。此傳導器は玻璃臺の上に置かれて電氣を逃さぬ様になつて居る。そして此二本の金屬棒には澤山の金屬尖點があつて玻璃に起つた電氣を吸取て傳導器に蓄へる装置になつて居るから此玻璃盤を充分久しく回轉すれば澤山の陽電氣を集むることが出来る。しかし此の器械よりも一層便利なのはエムシヤーストの發電器で今は主に之を用ひる。

第二百三節 蓄電器

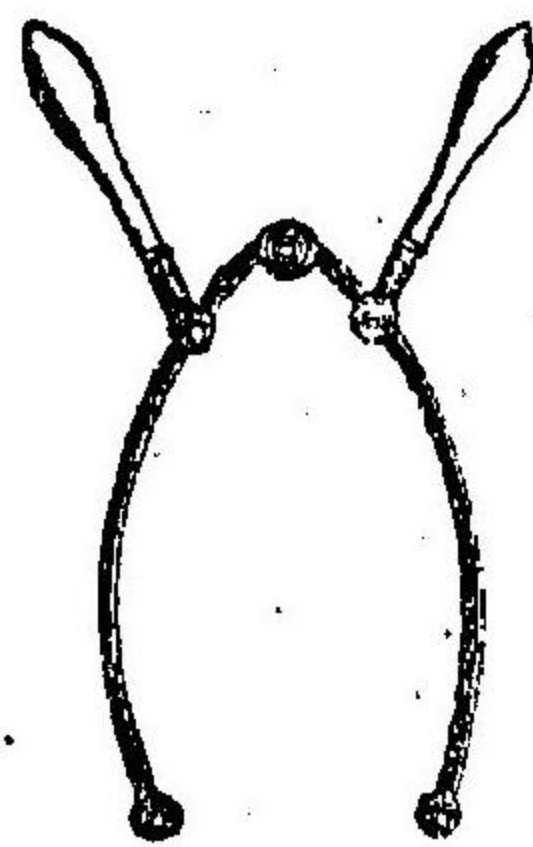
圖二十六第



電氣盤や發電機で或る導體の中に集まる電氣は一定の度があつて、それより以上を集めることは六ッかしいものである。因て或る導體の中に多量の電氣を集めるには他方に之と反對の電氣を集める装置を要する。

ライデン嚢は實にその理を利用したもので上圖に示した如く嚢の内外共に三分の二許の高さ迄錫箔を付けた玻璃瓶で球の付いた金屬の棒が瓶の口の栓を貫いて内側の錫と續いて居る。今此嚢の外部の錫箔を手に持つて球を發電機の陽電氣を有する傳導器に觸れば陽電氣は嚢の内側に移り、外側の電氣を分解して陰電氣を引き、陽電氣を斥けて吾々の人體を通つて地球に通れしむるが故に内側の陽電氣は外側の陰電氣と對ひ合ひ互に合して平均しやうと焦るが、玻璃の爲に遮られ、之を遂ぐる事が出来ぬ。此様に二種の電氣が互に引付けやうとするから、他へ逃れ去ることがないので、更に多くの陽電氣を集むることが出来るのである。

圖三十六第



此瓶の電氣を放つには放電器と云ふ物を用ひる。それは圖に示した様な玻璃の柄の附いた端に球のある二本の金屬棒を紹ぎ合せたものである。此一つの球を瓶の外側の錫箔に觸れ、他の球を瓶の上の球に觸れしむると、此球と球とが近づかうとする刹那音と共に鮮明な火花を發して電氣を放つものである。又吾々が

若し電氣の激動を感じやうと思はゞ、一方の手で瓶の錫箔の所を握り、片手を球に近付くれば電氣は身體を通じて放たれ、其刹那一種の感を感じる。若し多人數一時に感じ様とするには、次々に手を引合つて、其一端の人は瓶を握り、他の端の人が球に觸るれば電氣は此等の人の身體を通じて放たれる。

第四百節 電氣エネルギー

前數節に述べ來つた事に依て電氣はエネルギーを有することが知れるであらう。蓄電器の内外反對の電氣が平均するときは音と火花とを發する。此火花は僅に二万四千分の一秒時間よりも長く續くことは出来ぬが多

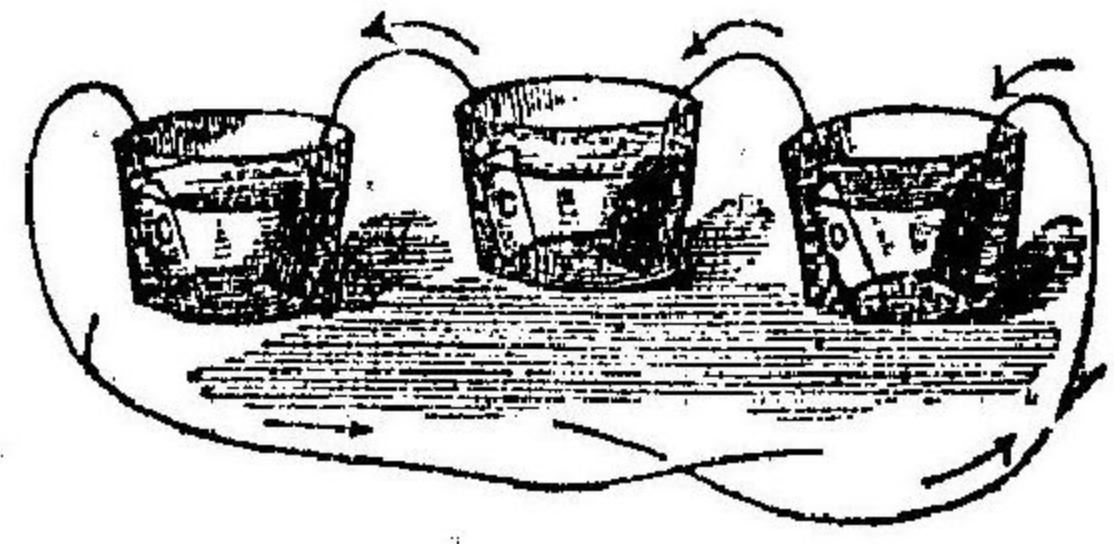
量の熱と鮮かな光とを起すのである。そしてこの熱は即エネルギーである。故に蓄電器の電気を放電するのは只電氣といふ一種のエネルギーを光と熱とのエネルギーに変化するばかりである。

又電氣は一のエネルギーである以上は之を起すにも勿論エネルギーを要する。即之を起す爲に發電機を回轉する仕事をせねばならぬ。又陰陽兩電氣が合するもエネルギーは決して消滅したのではなく、只電氣の態から他の熱や光の態に變つたまでである。

第百五節 電流

強い電流を得る爲には伊太利人ゾオルタ氏の發見した電池を用ひる。電池には種々あるが之が最初の發見で又簡單であるから先之を説明しやう。其構造は數個の瓶を列べて其一つに稀硫酸を容れて亞鉛板と銅板とを立てる。即第六十四圖の〇は銅板で〇は亞鉛板である。そして一つの瓶の銅は其隣の瓶の亞鉛と金屬線で繋がり兩端の銅と亞鉛とも矢張金屬線に依て連なる様にして置く。今此兩端線を近づけば火花が起り、電氣中和のこ

第 四 十 六 圖



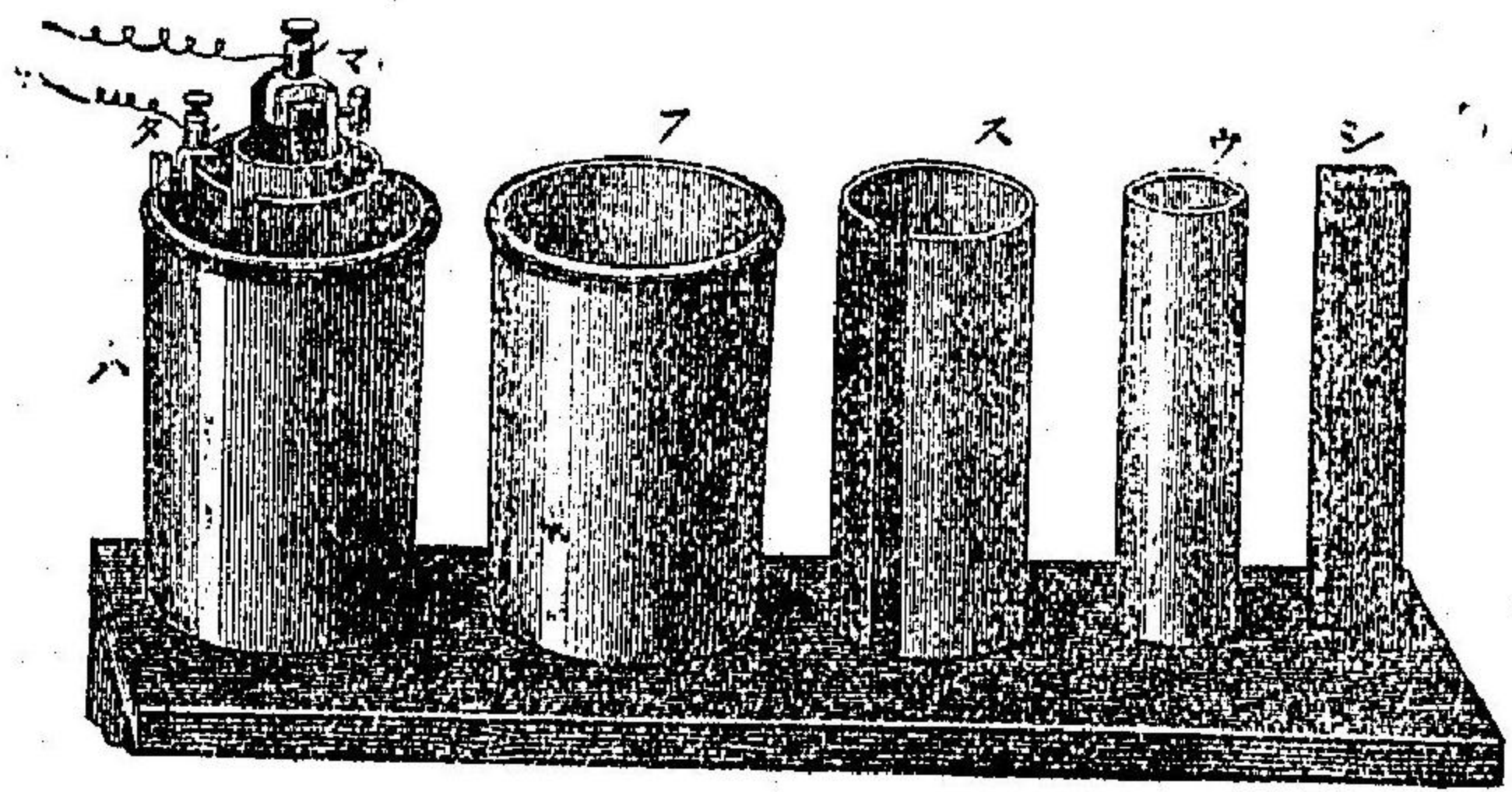
とがわかる。

さてこれは銅の方に陽電氣、亞鉛の方に陰電氣が起るからで、この作用は亞鉛が溶ける間は續くものである。之を銅から亞鉛の方へ電流が流るゝといふ。それで電流の巡環の模様は第一に左の端の銅板から來て矢の方向に進み右の端の亞鉛に入つて其液を通り銅板に傳はり、其から線によつて次の器の亞鉛に及んで又液を通り銅板に入り、又線に由て次の器の亞鉛に入る。次第に此様にして瓶の數が幾個あるも同様に傳はつて最後の器の銅板即ち最初發した所に歸るものである。

此電池は初めは強い電流が起るが速に弱くなる。そこで色々改良に工夫を凝したがブンゼン氏の電池は上圖の様に二重の器から出來て外の器は陶器内の器は素焼の器である。外の器へは稀硫酸を充して亞鉛板を浸け内の器には濃硝酸を入れて之に炭棒を浸ける。

此電池が活動する時には亞鉛はだんゝ溶けて水素瓦斯を遊離するが、

第六十五圖



併し此水素瓦斯は氣泡となつて浮ばず素
燒の器の孔を抜けて濃硝酸の中に入込み之
を分解して其酸素を取り直に夫と結び合つ
て水となる前のヴォルタの電池では亞鉛が
溶解して其水素瓦斯を發すると其水素瓦斯
は直に銅板に着くその爲に其強さが速に衰
へるのである。

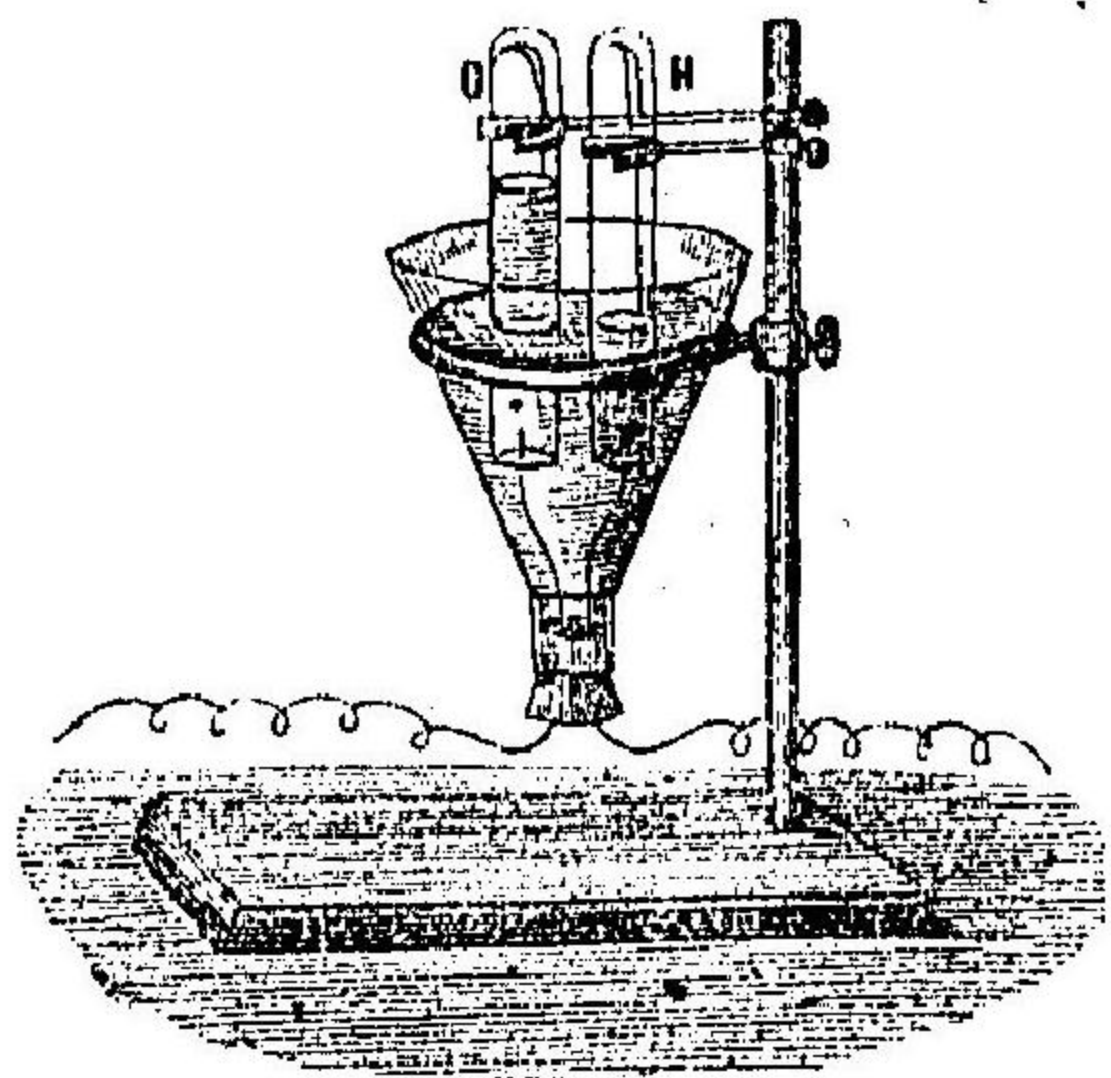
電池には此外ダニエル、マイチンゲル、グロ
ーヴ、ルクランシェなど多くあるが其理は皆大
凡同様である。

第六百六節 電流の性質

次に述ぶる二三の試験でほゞ電流の性質が了解せられやうと思ふから、
學ぶ者は自ら實驗して見たらよからう。

ブンゼン電池の兩極の間に細い白金線を置いて強い電流を通すれば白

第六十六圖



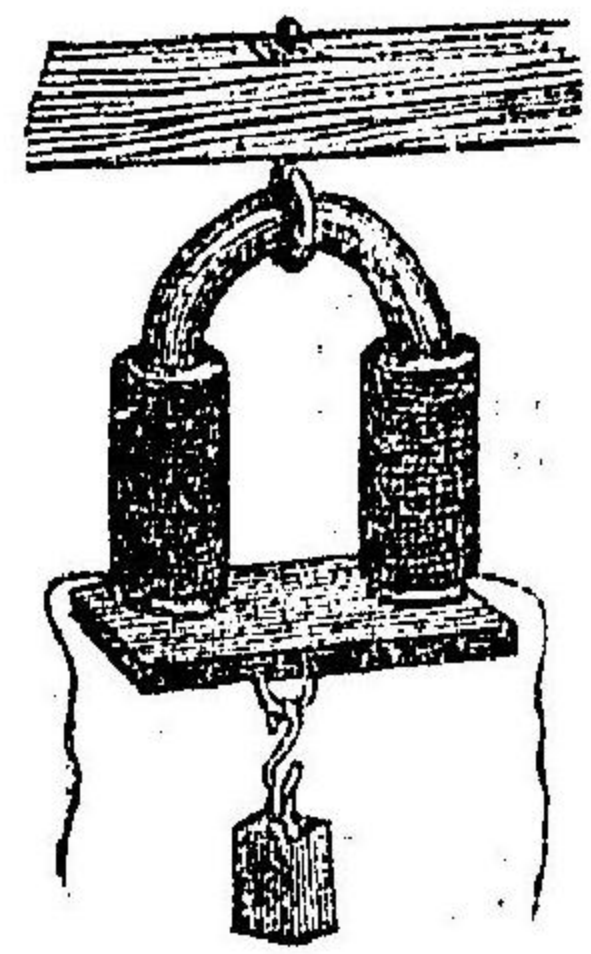
金線は熱して光を放つ様になる。

第六十六圖の如くに水を充てた管を倒さにして水鉢の中に入れ之に硫
酸數滴を入れて兩極より出づる銅線を別々に差入るれば電流は水を分解
して酸素は一方の管に集まり水素は他の

管に集まる、そして炭棒を繋いだ線の方は
酸素で亞鉛板を繋いだ方は水素である、又
電流は獨り稀硫酸ばかりでなく、其他の液
類をも分解する力を有つて居る。

絹絲を卷いた針金を馬蹄形に曲げた鐵
に巻き着け、その兩端を電池の兩極へ繋ぐ
と、此鐵の性質が變つて他の鐵片を吸付け
る力を得る様になる、併し電池と連絡を絶
てば、直に其性質を失ひて鐵片を地に落す。
火打金の様な鋼鐵を取て前の様に馬蹄
鐵に觸るれば之は又軟鐵と異つた或る性

第六十七圖



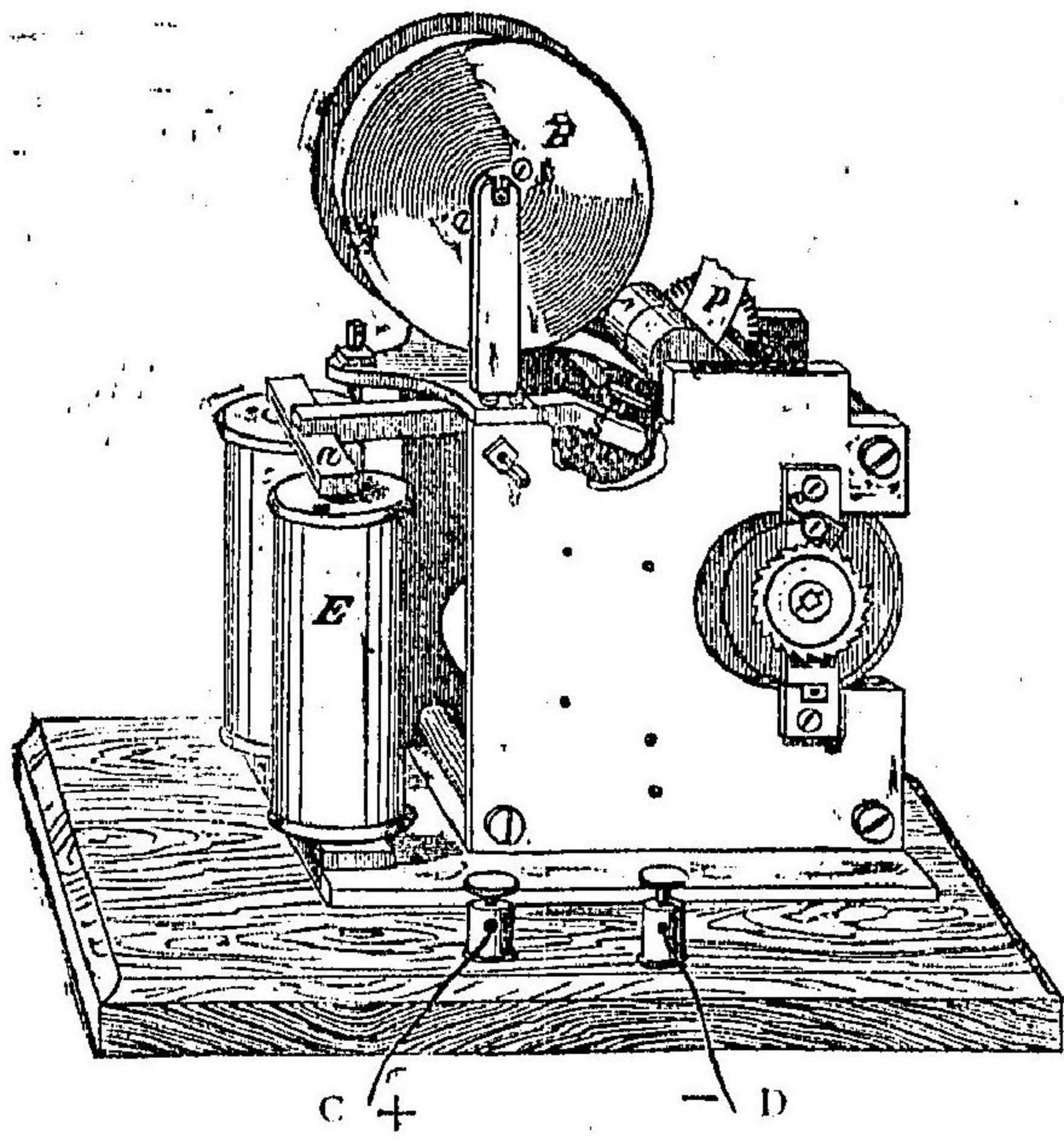
質を得て、電流を絶つた後も其性質を失はず永久に持續する。今此様な鐵の中心を糸にて吊すか、又は細い針の上へ水平に置けば、殆ど一定の方向に向つて南北を指す。即此鐵片は磁氣を受けたものであるのだ。

磁石を糸で吊して電流の通じて居る金屬線を近付けると磁石はモハヤ南北を指さずに此線に直角にならうと云ふ傾がある併し電流を絶てば矢張り元の通りとなつて南北を指し示す。

第七百節 電信機

電信機の装置には種々あるが、皆電池、導線、發信器、受信器の四部分から成立て居る。今其簡單の物を示せば第六十八圖に示す様に、Eは前の馬蹄鐵と同様に絹絲で包まれた針金を以て巻いた軟鐵で、Aは鐵板で、C、Dを電池に繋ぎ、Eが電流の爲に磁石となつて、Aが引付けられ、ばSは上方に動き螺旋仕掛で圓筒のBより解ける紙を圓錐棒に押し付る。その棒内の装置に依り紙がズリ行くに従つて紙に細い線を書く。若し電流が止むときはEは磁氣を失つて螺線の下はSを引下げてAを引上げ紙に線を留むることが

第六十八圖



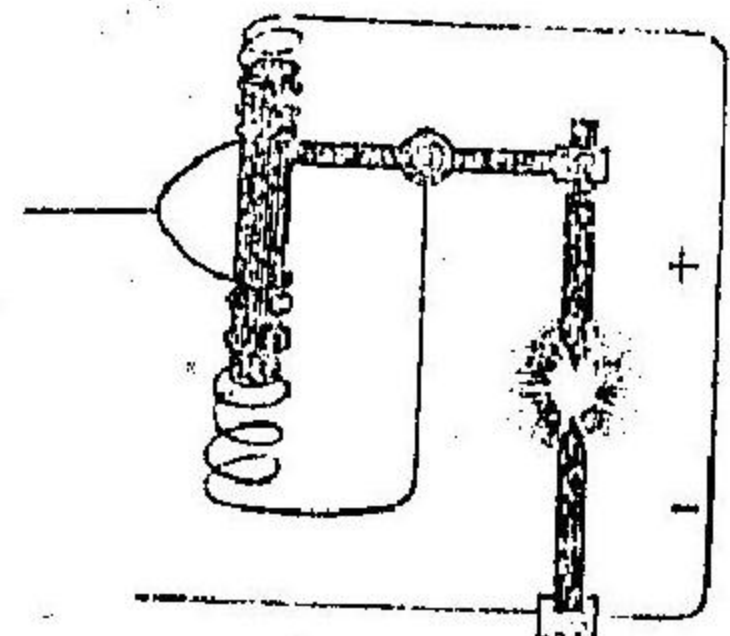
であるから歐羅巴にて起つた出來事も中繼せざるときは發受の手數の時間を合せ數分時で我國にて知る事を得るのである。

ない、之が受信器で發信器はCDにつき自在に電流を斷絶するものである。さて此の装置で電流が通ずれば紙面に線を書き電流絶ゆれば印を付けぬ。由て此電流の通ずる間の長短に由て種々の符號に作り音信を通ずる用に供するもので、此作用は兩極と連つて居る線が百里千里を距るも瞬間に感ずるもの

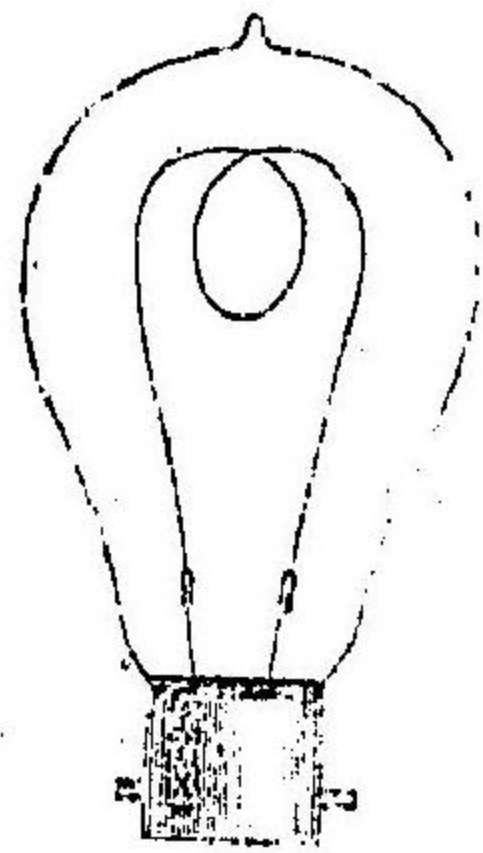
第百八節 電氣燈

導線へ電流を通すれば其線の温度は高まる若し電流の強い時は熱と光

第百九十六圖



第十七圖



に強い電流を通すると烈しく熱せられて白光を放つに至るものである。
白熱燈は通常の點火用であつて殆ど真空な
玻璃器の中へ炭素線の心を入れて(第七十圖)之

とを發することがある電燈は之を應用して作
つたものでそれに弧狀燈と白熱燈との二種類
がある弧狀燈は圖の様には炭の二片を對ひ合せ
に置いて各片を發電機の兩極に通すれば其間
に非常の抵抗があるから電流は通じないが、一
旦接した後に之を離すと火花は間の空氣を熱
する、そこで電流が二片の炭素の間に通じて炭
の粉が非常の熱を受けて強い光を發するので
ある。

第百九節 磁石

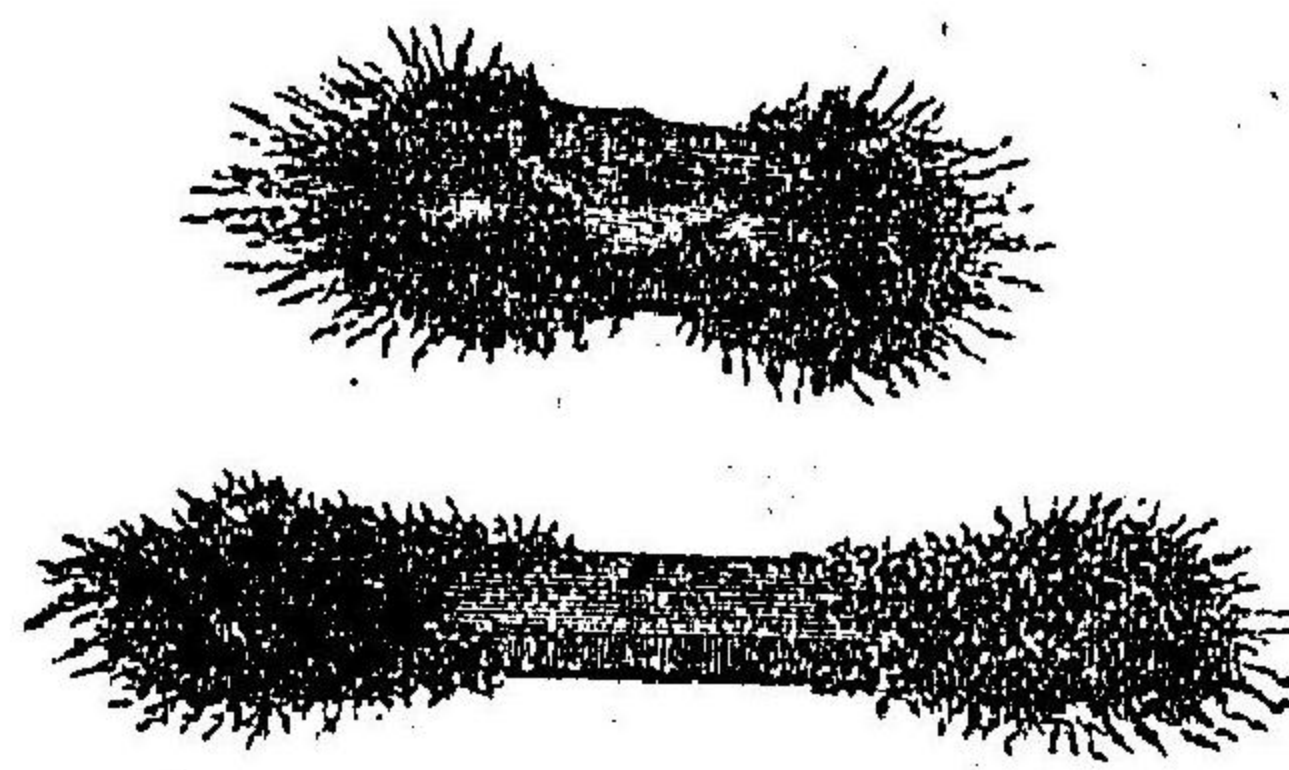
そして玻璃器中には空氣がなく従つて酸素を有せぬから炭素線が燃えて
灰となる事はなく長く使用することが出来るのである。

電氣と磁石とが密接の關係あることは已に前數節に於て知る事を得た
として、之より磁石の性質に付て説かう。

磁石には天然磁石、人工磁石の二種類がある、磁鉄鐵と成て鐵山等から出
るのが天然磁石で前に述べた様に鉄を金屬線で巻いて電氣を通じて作る
か或は之で針をこすつて出来たものが人工磁石である併し軟鐵は容易く
強い磁氣を受けるが又其性質を失ふことも甚早い鋼鐵は磁氣體と爲し難
い代りに、永く其性質を失ふことがない故に永久保存するものは鋼鐵を以
て製せねばならぬ、又人工の方が天然のそれよりも勝るものが出る。

凡て磁石には鐵を引く力の強い部分が二箇所ある之を何れも極と名け
又兩極を連ねたと想像する線を磁石の軸と名ける今一つの磁石を鐵粉の
中へ入れて、直に引出せば鐵粉は兩端に澤山着いて中央になる程だんく

圖一十七第

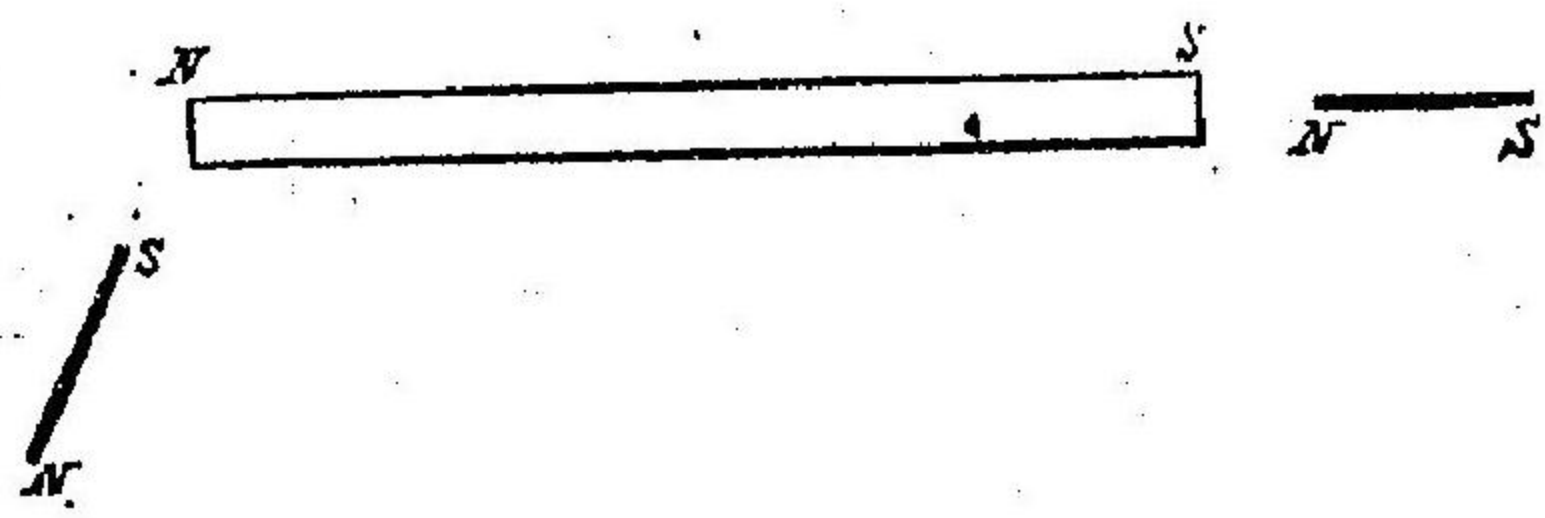


少く真中になると少しも着かぬ此所を中性線と名ける。されば此磁石を真中から折たなら最早完全の磁石でなく其一端のみ鐵を吸付け他の一端は吸付る力がないかと云へば中々さうでなく矢張り二つ共完全の磁石と成つて何れにも兩極が備はつて居る此様に假令幾ら小さく分つても一つ一つに皆磁石となるからつまり磁石の分子は夫自身一個の完全な磁石であると想像することが出来る。

第一百節 二種の極

磁石の兩極は同様に鐵を引付けるが性質は全く反對で丁度電氣に陰電氣と陽電氣とがあるのと同じである試に磁石を吊して靜止させると殆ど南北の方向を取る其南に向ふ方を南極北に向ふ方を北極と名づけるそこで又一つの磁石を取つて其北極を吊してある北極に近付ると斥け合つて互に遠ざかる又南極と南極ともやはり同様で

圖二十第七第



ある次に吊してある北極に南極の方を近付つると互に近寄らうとする性質がある故に磁石にも電氣と同じに異名の極は互に相引き同名の極は互に斥くと云ふ法則を立てることが出来る又磁石は空氣及薄き板玻璃紙等を隔つても矢張働が傳はるものである

第一百一節 地球磁氣

第七十二圖の如く數箇の小さい磁石の中線へ細い糸を繫いで之を一直線に列べて吊し是等に並行に大きな磁石を置けば吊してある小磁石は皆大磁石の極と反對の方向になるそして真中の小磁石は大磁石に並行するが端のものほどだん／＼傾いて並行しない之は一方の極から引かれて他の極から斥けられる故である地球上に於ても之と同様の現象がある其れは赤道地方では磁石は水平になるが兩極へ近づく程傾を生じて北極南極

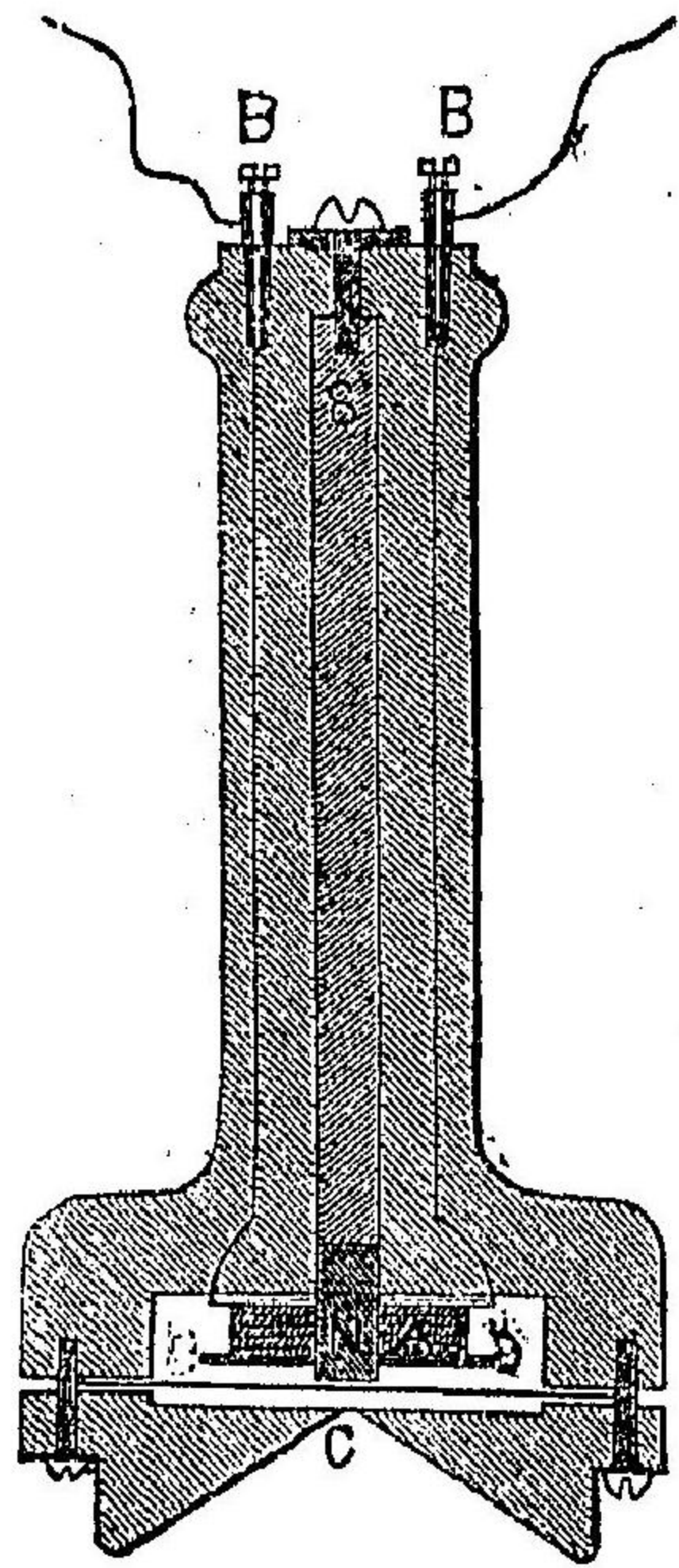
近邊になると直立する之にて見れば地球は一大磁石であつて地球の南極は磁石の北極地球の北極は磁石の南極とそれ／＼同じ性質を持つて居ることが分る。

第一百十二節 電話器

(128)

電話器とは電流に由つて處を距て、話する器械で其構造に様々ある。今茲に説明せんとするのはベル氏の創めて作つたものである。第七十三圖の(SN)は一つの永久磁石棒で、其一極N即ち北極はAなる螺線を巻てある。DDは電話板と云ふ極く薄い軟鐵の膜で、受信と発信との線は凡てAの所で連結して居る。今甲乙二ヶ所で話をしやうとする時、甲の所で電話板に對て談話すれば音響

第七十三圖



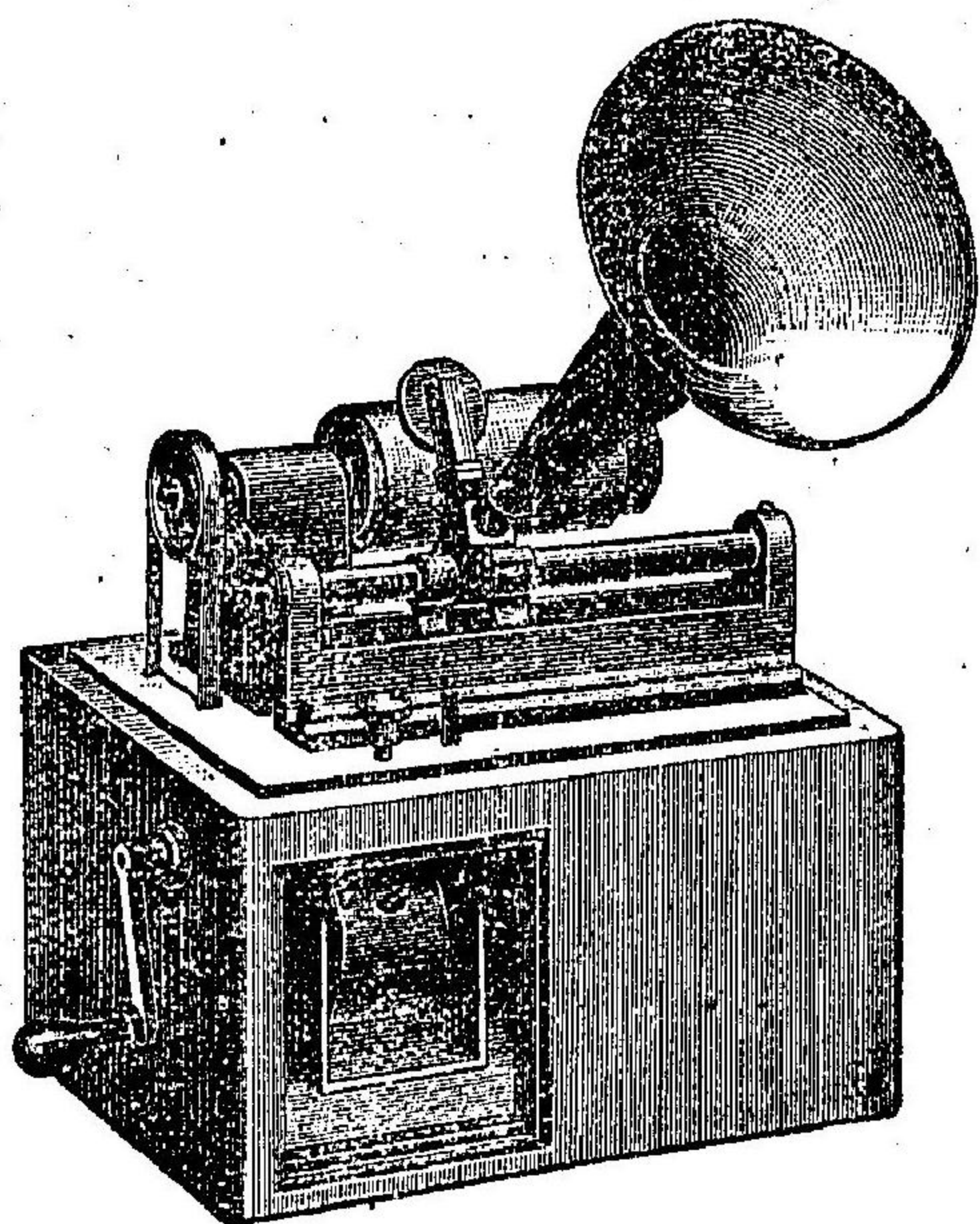
の爲に鐵板が磁石棒に接したり離れたりして磁石力に變動が起り、爲にA螺線の中に感應電流を生ずる。此電流が電話線中を通過して乙の所にある電話機の中に達し、磁石棒の力を増減して電話板を引いたり斥けたりして振動を起させ、甲所の鐵板と少しも變らぬ様に振動をさせるから、乙の電話機に耳を當つれば電話板の振動に因て空氣に與へた打撃は甲所で發したと同じで即明瞭に音を聞くことが出来るのである。しかし今は受信器は用ひないで微音器といふ炭棒をつないだものを用ひる。

第一百十三節 蓄音器

(129)

蓄音器は電氣には關係がないが序にこゝに話さう、その重なる部分は電話機とよく似て居る。圖に於て圓柱には錫を巻くか、又は蠟が塗つてあつて螺旋仕掛で回轉する様になつて居る。今に圓板口を付けて音を與ふれば傳話板が振動するが此電話板の前には極めて小さい鋼鐵の針があつて、之も共に振動するから圓柱が一様の速度で回轉する。此回轉につれて振動の模様で深く淺くいゝの穴を蠟或は錫に付ける。此方法にて音の振動の有様

第七十四圖



を圓柱に刻み付ける。今之を反對に此圓柱を回轉させ、針の尖頭を孔の痕に入れ出しさせれば丁度前と同様な振動を繰返すから、其振動が傳話板に傳はつて發音した時と同じ事を聞く事が出来るのである。此孔の付た錫又は蠟管を取て置けば幾年経るも何度使用しても常に同じ音を發させる事が出来る。

第百十四節 X放射線

X放射線は獨逸のレントゲン氏が初めて發見されたので、世間でX光線と稱へるが之は決して光線ではない。未だ其性質がよく判明せぬ爲に未知

數と云ふ意味からX線と名けられたのである。さて空虛の硝子管に強壓の電擊を通過させると光線の到底通すことの出來ぬ厚い黒紙を通つて、シアン白金バリウムを塗つた衝立の上に光が輝き、又寫眞の種板にあてると寫眞がうつせる。黒板の代に金屬ではアルミニウムは驚くべき程透明であるが、鉛と白金とは極く薄い板の時に限つて透明で、玻璃板も鉛を含むの多少に因て透明の度合が異なる。X線は醫學其他の研究上漸く用ひられるが多く市井の觀物にても見る如く手の陰影を撮れば其骨の影が表はれ、錢箱を撮影すれば其中にある銅貨の形を表すものである。このX線は種々の藥品に作用してその存在がわかるけれど直接に吾々の眼には無感覺である。

第百十五節 終結

以上物體の變化に就て章を追ひ節を重ねて論じて來たが要するに物理學はエネルギーの學問で物體のエネルギーは決して變化するものでなく、只熱に變じ、光に化し、電氣と成り、音と變はるのみである。實にエネルギーの

不變は斯學の大原理である。

一言致文物理學終

12/36

明治三十六年五月十日印刷
明治三十六年五月十三日發行

一言致商業一班與付

定價金二十錢

編輯者兼
發行者

東京市神田區裏神保町九番地
合資會社 富山房

代表者

合資會社富山房社長
坂本嘉治馬

印刷者

東京市神田區表神保町二番地
三島宇一郎

印刷所

同所 (電話本局二三二六番)
弘文堂



發兌書肆

(明治廿九年六月設立) 合資會社

富山房

特 (電話本局) 電報略號 (ヤマフ)

店賣販約特書圖版出房山富

千全群全崎全全全全全新長兵神全北全北全大全全全京全全全全全東	葉馬玉中頭高長水長市神川小道全札全區山全下京全全全全全	東全神田區
多文煥高長浦川高覺西目安吉弘川魁富振三吉小若松東青林寶播東	田江平野島本崎橋張村黑中岡集南進宅岡山林田野野	京磨永平友海茂富莊平之一庄三次
秋山全青全岩全福全宮全全全長全岐滋全山全靜全全愛極全全茨千	田形森手島城仙上長松長可岐彦全甲濱靜全全名宇真土水千	市市關訪市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市
成牧伊今上文森磐有藤日荻水西堀郁廣內柳谷吉三永川內寺伊川多	見野吉泉村港堂萬岳千堂朝琴喜幾文七堂屋文清	兵太商次才書書書陽太三四書書書書次書代濱兵彌銀支
鹿宮熊佐全大全全全全福高愛香德全山廣全全岡島鳥全富石全福秋	兒崎本賀分全全全全全岡知媛川島岩山廣津全岡濱豐高富山澤全福大	市市市市市米多博多山龜德國口島山市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市
吉津長河安甲佐田菊真積澤土入黑白小積仁竹森安石學中宇日中藤	田野崎內東斐野中竹海善本肥江崎銀原善科內達田田都村島	幸書次莊太治長次書書支駒與文精兵千支書三文榮松造堂衛平館郎

明治三十六年八月十日印刷
 明治三十六年八月十日發行



發兌書肆 (明治廿九年六月設立) 富山房

特 (電話本局) 電報 (ヤマフ) 略號 (一〇三六)

編輯者 坂本嘉治馬
 發行所 弘文堂
 印刷者 三島宇一郎
 代表者 坂本嘉治馬
 同所 (電話本局二二二六番)

一言物理學與附
 定價金貳拾錢

41
110

