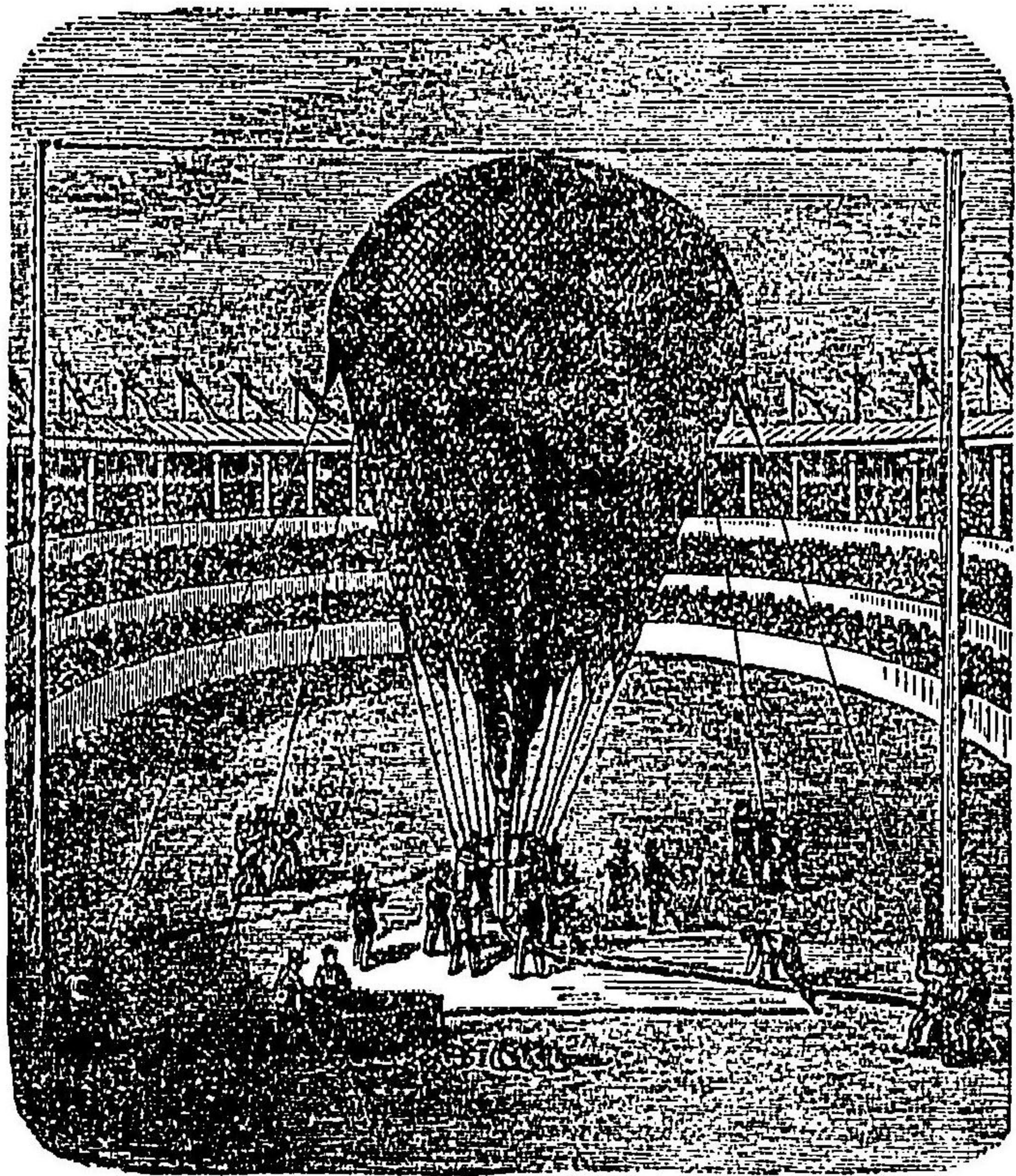


を得。
 輕氣球の製法 輕氣球は其質緻密にして氣體を漏らさるに緻薄の
 巾帛を以て球形の袋囊を製し之に狭小ある開口を穿ち之より水素瓦
 斯の如き輕氣を送る然れども之に供用するに水素を以てすれば其費
 用甚だ夥多あるが故に屢々石炭瓦斯を用ふ第五十七圖は氣球に瓦斯
 を満たす所の圖にして數個の槽にて製造したる瓦斯を氣球に送れば
 氣球は膨脹し従つて飛揚せんとするか故豫かトめ氣球を包む所の網
 の下端の縁に絶かる小砂囊の如き物體を以てす氣球充分膨脹するに
 至り其砂囊を除く時は氣球は直ちに昇騰す又氣球をして正直に昇ら
 しむる爲めに四方に砂囊を下けて平均せしむ今若し下らんとして非
 常の速力となるか或は輕氣球危險の狀に於て下落するときは其籠の
 四側に下げたる砂囊を空虚にし以て其下降の度を減すべし又輕氣球
 の下降すると困難あるときは輕氣球の乗者は系より吊されたる錨即

(圖七十五第)

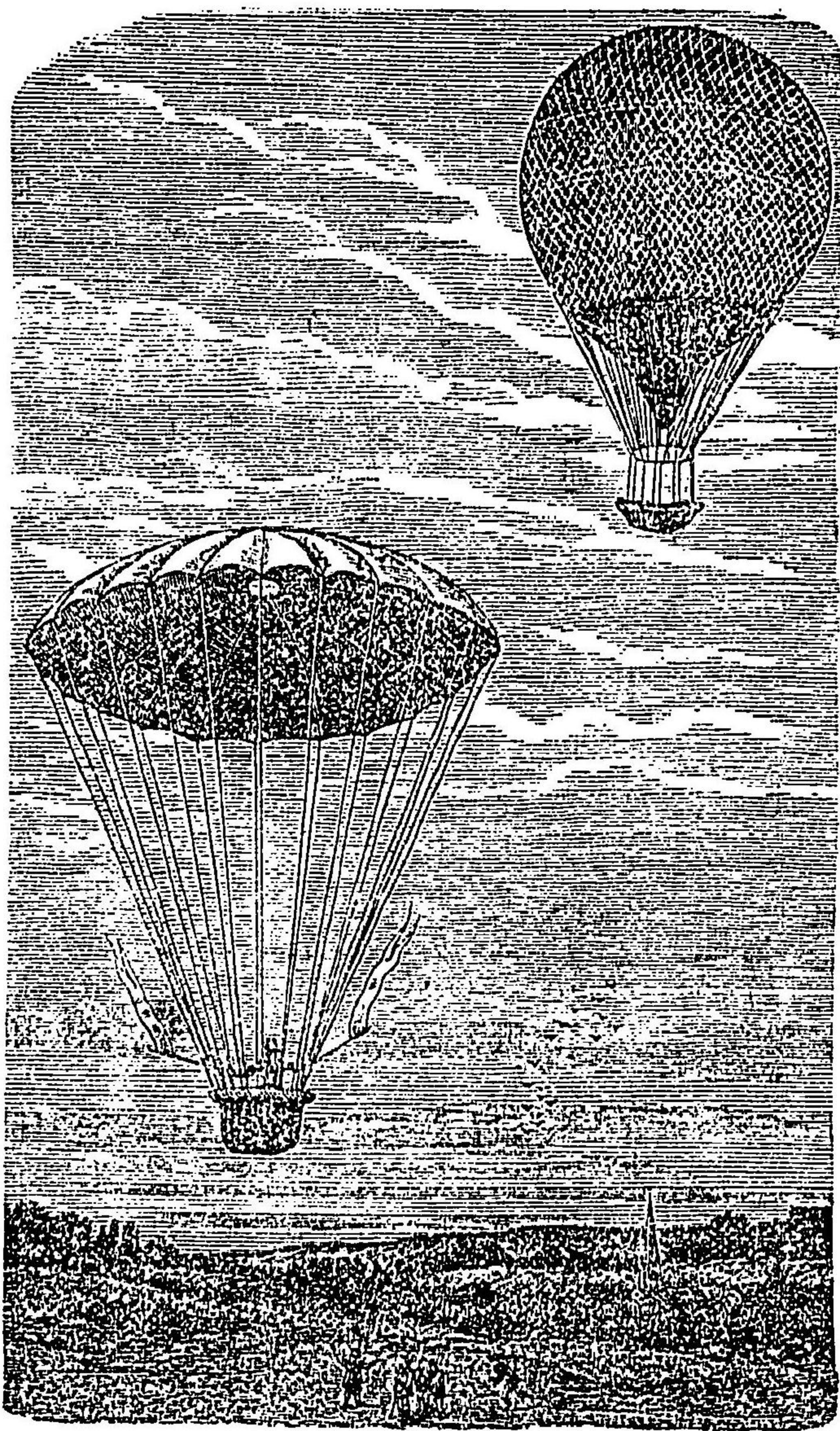


ち鈎棒を要せし既に地に近くとき地上の物體の上に引掛けて下る可
 し此等の錨沙
 囊籠は凡て圖
 の地中に横は
 るを見て知ら
 る可し又輕氣
 球の頂上には
 辨ありて彈力
 機械にて密閉
 せられ乗者は
 籠中にありて
 其頂上の辨よ
 り下る系を選

み又輕氣球にて地下に降らんとするや其糸を緩めるを以て彈力の爲めに瓣は上方に開く此處より球内に充満したる瓦斯は遁逃するを以て漸次に氣球は下降す、

巨傘 是は輕氣球を棄てても乗者は自由に下降すべき者にして靜かに地下に降るを得べし此巨傘の形狀及び構造は第五十八圖に於て見るか如し即ち十五若くは十六フートの長を有する布片の圓形なるものにして若し之を擴張するときは大なる傘の如き形狀を呈す其横骨は糸より製せられ籠に附着せらるゝと凡て圖を参照すべし今乗者巨傘に下らんとするときは籠に入り而して輕氣球より巨傘を分離すべし最初は速かに下降すと雖も空氣の作用により其巨傘は擴かり從て抵抗を生ずると大に其下降の速度を減す而して乗者は遂に傷害を蒙ると亦く地上に達すべし其巨傘の中心には穴を穿ちて空氣の一部分を逃かし且つ劇しき振動を防ぐ爲にす、

(第五十八圖)



(輕氣球の沿革) 明治廿三年十一月廿四日米人メッサンサー氏が始めて

東京上野公園博物館内に於て輕氣球乗りを試みたる者にして、日本人の耳目を引くと實に大ありし、爾後名優尾上菊五郎亦劇場に於て之を擬演し大に世人の喝采を博せり、抑も輕氣球は千七百八十三年六月モンゴルツァー及ヒステスソンの兄弟之を熱して其比重を輕くせる大氣を充填したる球囊を佛國ノ「アノチー」に於て飛揚せしめしを以て嚆矢とす、爾後數回水素瓦斯を充填して之を試み遂に「ジュルメン」氏と共に謀り空中に上昇せしとき、大約千二百「フース」の高處に於て其氣球に火を發し之か爲め空中より墮落し全く死亡したりしが千七百八十五年一月「ブランシャール」氏は輕氣球に駕し佛朗西と發し遂に海峡を越へて英國に達せり、又千八百六十二年九月五日英國理學者「グレイシユル」氏等は九萬立方の「フース」瓦斯を保有せる輕氣球を用ひて空中に昇れり、四十六分を繼過したる後は二萬二千「フーム」に達せしが當時地上に在ては大氣の溫度攝氏の十五度なりしに斯る高處に於ては零下十九度の溫度ありしといふ、

第二編

第一章 聲音學

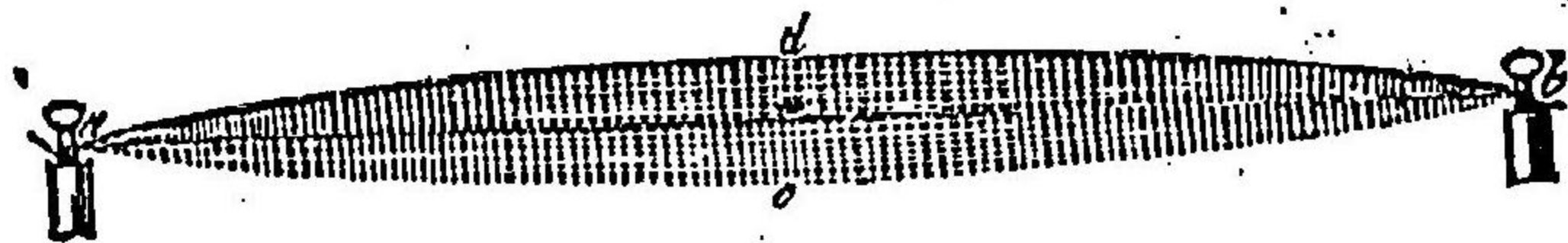
聲音學は理學の一部にして音響の發生及び播布の法則に就き研究するの學科なり、

第一節 音 響

音響は物體の震動に因て生じ、其震動は遞傳して耳に達し始めて聽感を起すものなり、而して其音響を發生するものは發響體と稱せられ、之を遞傳するものを響媒と稱す、響媒中の重なるものは空氣、木類、金屬及び液體是なり、

試驗 若し物體の震動に因て音の發生するを試むるには先づ第五十九圖に示す如く糸を二處に緊着し、之に力を引て放つ時は、其糸直ちに反彈し其故位を踰へて、に至り再び反彈してより少しく下

(第九十五圖)



部に至り又反彈して、より少しく上部に至るか如く、其
震動漸く減衰して遂に停止す、此の如く物の震動するは
振響の原因にして、空氣之を受け遞傳して以て吾人の耳
に達するなり、

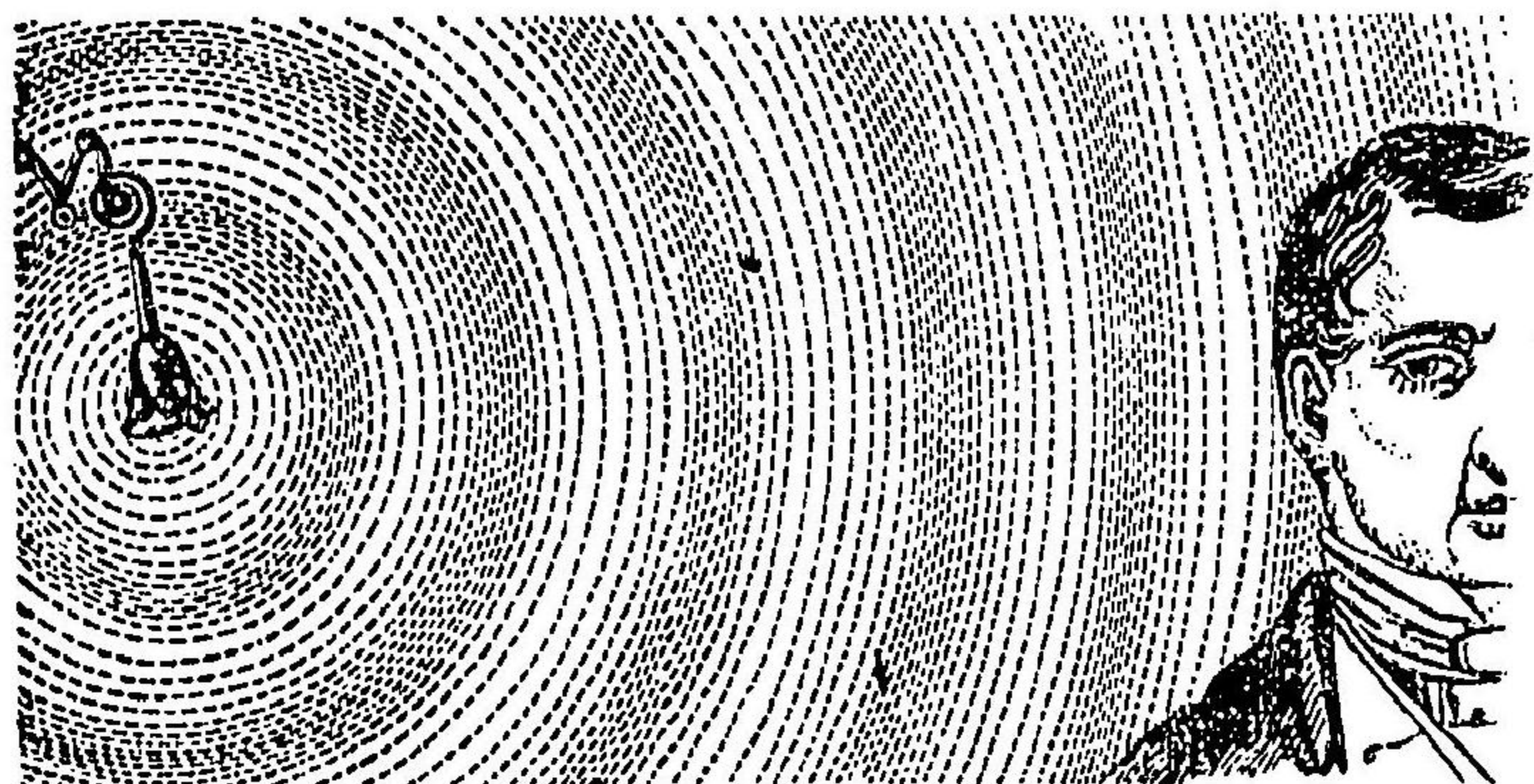
蓋し發響體の震動は極めて急速なるものにして、之を目
視し或は算測すると難けれども、例へば玻璃罩に打撃し
て之を發響せしめ糸を以て吊懸したる象牙の小球を近
接すれば、其小球の激動を受くるを以て玻璃罩の震動を
知るに足る、

第二節 空中の音響波動—播法の法

音響の波動は或發響體の震動の爲め空中に生ぜらるる、
ものにして振動も又一處より他處に移る運動の如く勢
力を有し、振動する物體の質點は活潑に一方より他方に運動す、故に若

し手を以て之を止めんとするときは、手は則ち質點の爲めに打たる、此
質點は獨り手のみならず其振動する道にある各物體を打つものなる
を以て、此道に當たれる空氣も之が爲めに打たる、殊に振動は凡て迅速
あるが故に、空氣は僅かの時間中に多數の輕き打撃を受くる者にして、
此打たれたる空氣は其隣りの空氣を打ち、此空氣は其隣りの空氣を打
ち、此空氣も亦其次の空氣を打ち、順次此の如くにして一度空氣に與へ
たる打撃は、大なる距離を經過して、終に吾人の耳に達し、吾人の耳も空
氣より打撃を受く、是即ち音か耳を打ちたるものにて、人より之を稱す
るときは、音を聽きたる者なり、而して其音響波動に於て二種あり、一は
稱して一は濃厚波動といひ、一は稀薄波動あり、今若し一物體前方に動
き、而して其前面にあたれる空氣を打ち、且つ氣層を縮集して厚くすべ
し、而して此氣層の縮集は振動の速さに従ふ者あり、此氣層の分子は第
二の氣層に波及して濃厚ならしめ、第三第四層と傳播す、かくの如く外

方に傳播したる縮小は濃厚波動と稱せらる、又一物體後方に振動する



(圖十六第)

ときは其前面にある空氣は從て來り而して其氣層をして稀薄せらしむ、此氣層の稀薄は振動の速に伴ふものなり、遂に氣層の後方に運動を起し氣體は容積と共に擴張するを以て、次の氣層を稀薄せらしむ、かくして順次に傳播し外方に播布するもの之を稱して稀薄氣層といふ、若し前後に完全の振動を爲すときは氣層の縮小を生し、而して氣層を稀薄にす、而して此濃厚氣層及び稀薄氣層は一個の音響を生ずる原因であるものあり、今若し物體前後に絶えず振動せらるるときは音響の一種は第六十圖に

示すか如く半球形の鐘の形狀に於て外部に旅行して生ぜらるゝあり、恰も靜水の面に石を投ずるとき水面に圓波を起して散漫するか如し、但し水に在ては其の圓波特り水平に散漫するのみなれども、空氣にあつては縦横斜直何の方向を問はず、一樣に擴張するを以て發響體の上下四方何の方位にありと雖も、尙ほ能く其響を聴くを得、音波の旅行する所の度は音響の速力と稱し、一物體の振動時間内に傳播せし距離は音波の長さといふ、故に音波の長さは常に一秒時間中に振動の數を以て音波の速力を除したるものに同し、

第三節 音響感覺の種別

一般音響と云ふと雖も若し一度各人の耳に達するや實に千種萬狀にして種々の感覺を生ず、今之を大別するときは二と爲す曰く樂音曰く操音是なり、操音は物體振動の順次不整なるに由るものにして細小の物體砂石の如きもの之を器中に入れ振盪するときは噪音若くは爆鳴

を發して、吾人に不愉快を與ふるものあり、樂音は物體の振動一定の時
 間一秒中に其同數を爲し人耳に快活を與ふるものにして、各種の樂器
 の類是あり又數多の音響空氣の媒に因て同時に聞ふるとあり、其音た
 るや響波の互に相衝突するに關せず各固有の波形を破碎せず擴布す
 るものあり、故に樂器の音調を發するや之を聞いて敢て亂るゝとなし
 然れども時としては劇音の音響を消滅して聞えざらしむるとあり、例へ
 ば人の談話するに當り太鼓を打てば更に其言語を聞くことを得ず、又單
 獨にて聞き得べからざる微音と雖も數多集合するときは之を聞くこと
 を得るものあり、即ち松籟濤音の如きものにして是音波の湊合し來て
 同時に耳に達するに由る。
 而して樂音の如きに至ては百般の差異ありて同一の音樂を感ずると
 なし

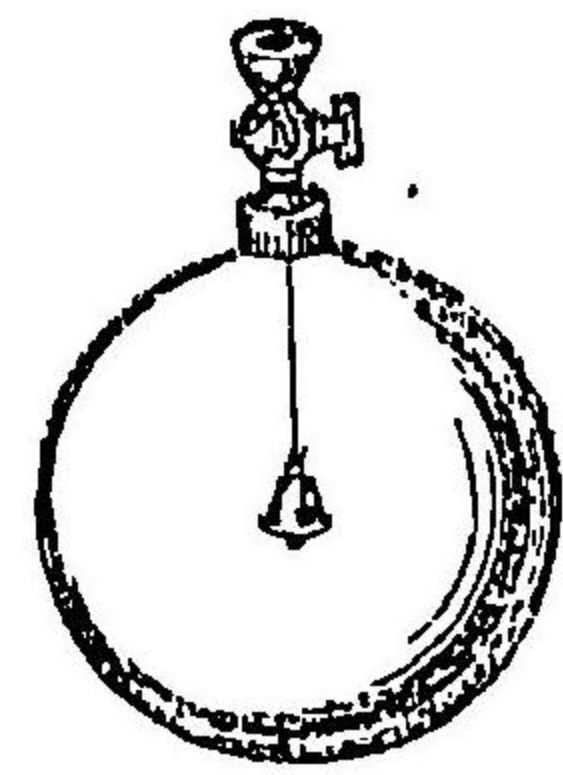
- 第一 音の強弱
- 第二 音の高低
- 第三 音色

音の強弱は振動體振動の大小即ち其體の平均點を去りて波動の波及
 する遠近に關す即ち振動いよゝ大なれば其音いよゝ強し、
 音の高低は發音する物體の振動期限例へば一秒時中に成す所の振動
 數に關す、振動期いよゝ小なれば其音益高し、

第四節 音響と響媒

吾人か前節に陳ぶるか如く、音響は物體振動したるとき、其響を傳進す
 る媒物あるものにして、若し媒物なければ音響を發すると能はず、
 而して媒物は空氣其重も亦あるものにして、融液體及び固形體も亦能
 く之を傳ふるものなり、
 蓋し空中に於ては音響の發するは空氣の媒に依ると勿論にして、若
 し空氣の音波を傳播するとさくれば、吾人は果して音響を聞くこと能は

(圖一十六第)



さるべし、今之が試験法を示さん、呑口を挿入したる玻璃球を取りて、其中に呼鈴を吊し置、可し、今此玻璃球を動揺するときは、呼鈴は聲音を發すべしと雖も、排氣器によりて玻璃球の空氣を排除するときは、遂に其音を聞くと能はざるに至る、是即ち音響が空氣の媒介に由るにあらすんば、音響を發する能はざる證例あり、

高山に登るときは、空氣は稀薄となるを以て、又音響の減少することを注意するを得べし、ソーサル氏はフランス山の頂上に於て短銃に點火せしに、其木枝を打ち碎くに當て、僅かに孱弱ある聲を發するのみありしといふ、

猶ほ固體及び液體も亦能く音響を傳達するものなり、故に泳氣鍾を以て海底に沈没するの人も、海岸に於て石を敲くの音を聞き得べく、又水

中に發する言も、又水上に傳達す、次に長鐵の一端に耳を附し、針を以て他の一端を摩擦せしむるに、明かに其微音を聞き得ると雖も、耳を附せざるの人は、たとひ同距離にありと雖も、更に之を聞くことを得ず、土石も亦能く音響を傳ふるものなり、故に獵夫は耳を地に附して能く獸の來るや否やを辨知す、凡て此等は皆固體傳音の例なり、

第五節 音響の速度

音響は常に其高低強弱に關せず、同等の速度を以て太氣中の周方に播布す、若し果して其速度に緩急あるものとすれば、今演劇場に於ては、た其他の會場に於て一の奏樂を聽く所の人衆は、各其奏樂所を距ると一様ならざる位置にあるに因り、是も後頭の人と前頭の人とは同一の音節及び合調を識別すると能はざるの理なるに、實際は然らずして、皆同一に其調節を聽別するを見れば、音響の速度は同一と以て四方に周布するを見るべし、聲音の一處より他所に波及するや、多少の時間を要す、此

驗は夜間靜隱のときに實施すると緊要とす、其測定したる結果に依れば其速度一秒時間に三町あり、而して此速度は空氣の温冷に關係す、空氣温暖の時は分子間稀薄となりあるを以て寒冷の時よりも聲音を傳ふると迅速あり、

固體及び液體中に於ける音響の速度は空氣に於けるより早やし千八百二十六年ヌウキツラドン國セチハ湖に於て測定せしに、水中の音響の速度は五秒時に四千七百フヒートにして空中の速度よりは四倍以上あり、是れ液體の實例あるが、固形體は更らに大にして、鐵棒若くは鐵管の一端を耳に於て他端を鎚にて打つときは、二箇の音を聞くを得べし、第一は鐵を通過して播布たる音響にして、第二は空中より播布したる音響とす、固形體の速度は空中に於ける速度より一〇倍或は一六倍にして、一秒時間一里許の距離を經過するを得べし、

第六節 反射及反響

音波の家屋山岳等に觸るゝや其反射すると猶ほ彈力ある球子を障壁に向て擲射したるとき、の如く恰も圓波の狀と爲して空氣中に擴布するものあり、其反射の法則は後章光學反射に於て詳細に述べしと雖も、其反射するに際し、一分若くは全體に論なく、反射の割合は入射したる割合の傾きと同じ、

上文論述する如く一點より發する所の音響を反射して再び聽覺に入るもの通常之を名けて反響とは云ふあり、

吾人若し大なる絶壁の前に立ちて發砲すれば、操音は砲より擴かりて絶壁を打つ、此絶壁を打ちたる音は最早前進すると能はざるが故に再び歸り來るへし、而して歸り來りたる道と往きし時の道と相同しきとき、は發砲したる後數分間を経て、絶壁より歸り來りたる音を聞き、恰も第二の砲を發したるが如きを覺ゆへし、是即ち反響あり、洞窟、岩石山林、水面、山道等に於ては音波の反射する面大にして且つ多きか故に、此等

の場所には皆反響を以て著し、然れども其反響は原響に比すれば多少微弱なるや必せり、然れども其反響を起す物體に由て差違あり、如何となれば音響は或物體上に抵て反射するや其物體中にも進入するを以てあり、是故に一の音響數度反射すれば、竟に其反響を聴取する能はざるに至る、而して音は常に一秒に付き三町の割を以て進むか故、通常大の室に於けるか如く、反射する而音源に近くに從て反射數度あるを以て反響は原音に混し二つの音は同時に耳に感じ別に反響を聞くに能はざれば、之か爲に原音の強さを増して吾人の會話を明瞭からしむ、是近時世の志士愛國家等の演説を爲すや、大厦高樓に於て聴衆を引く所以にして、又原野に於ては廣漠寂寥なるが故に、反射するものかく從て聲の通せざる所以あり、

蓋し人耳は一秒時間に只九種の音のみを分聽するを得るが故に、若し其原反の兩響近ければ却て重複し原響反射の別を爲すと能はず、

故に人若し反響を聞かんと欲せば、反響を起すべき物體を距ると最も近きも猶其響を發して後九分〇一秒時間を経て後反響の歸來すべき位置に居るを要す、此れ即ち大約二十間の距離あり、抑も音響は通常氣中に於て大約三町の速度を有するか故に、音響が三町の九分の一ある距離を經過するには一秒時間の九分の一を算する理あるにより、大約二十間の距離にあるときは、音響の往復間には九分の一の秒時間を要すればあり、

第七節 音響強弱の變化

凡そ何種の物體に限らず、其振動するに當りてや必ず他に其狀勢を變するものあり、而して音の強弱は空氣の分子震動して其内の鼓膜を刺す力の大さに關するものあり、吾人若し其根元を探求するときは、五個に分つを得べし、第一に音の強弱は發響體の距離の自乘に逆比例するものにして、例へば發響體より一間を距る處に在て、其音を聞き次

に二間の處に至れば其音初の四分一とまり、四間に至れば十六分一となる。第二は振動の大小に従て増減するものにして、たとへば第五十九圖に示したる如く線の振動して發音するや其搖動漸く減少すれば其音隨て減衰し、其振動停止すれば音も亦停止す、故に糸線振動の大小に由て空氣端動の大小を知るを得。第三には風の方角に因て増減するものにして、而して風若し發響體の方角より來るときは、聲音強く之に反すれば弱きのみならず、時として其音を聞くに能はず、是は風勢の音を碎破するに非らずして之を吹却するに由る。第四は發響體若し他の發響體と觸接するか又は其近傍にあるときは、能く自己の音勢をして強大せらしむるものあり、故に古へ演劇を爲すにあつてや、優人の聲音を大せらしめんか爲めに、黄銅を以て大箱を造り、之を劇場の側に置きたり、又絃線の下に空函を裝置し、其内に空氣を滿て、相共に搖動せしめ、以て聲音を助けしむ。第五は空氣稠密すれば、聲音隨て緊く稀薄

ければ隨て弱し、故に高山の嶺にあつて聲音甚たよはく、真空中にあつては更に之を聞くとまじ、又空氣寒冷なるときは、其温暖の時よりも稠密なるか故に、所謂濃厚氣層となり、寒天は炎天よりも聲音強し、

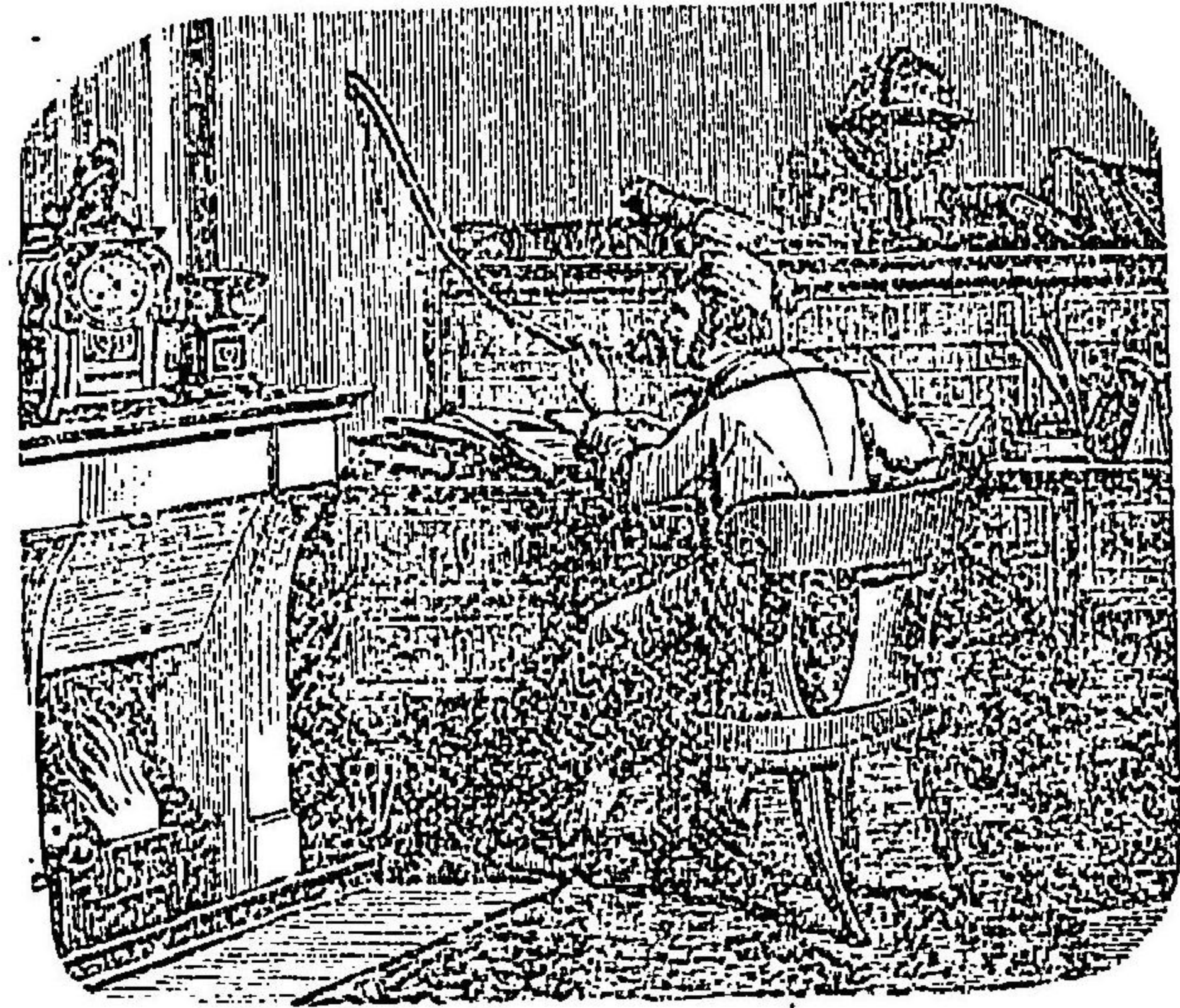
第八節 器物内の音響

前文に於て他の器物に據らず、唯だ大氣中若くは固形體液體中に於ける所謂自然に於ける場合を説けり、抑も音響は又其器物に従ふて其變化なき能はず、

今響音管中を通過するときは、其音波は空氣中に傳播すると能はざるを以て、從て音勢減少せらるゝと少く、能く遠距離に運ぶを得べし

試驗 ハイシャット氏は長さ數千フートを有する管中を通過して、微音を以て能く會話を爲すを得るといひ、只あらかじめ注意を要すべきは、談話は繼續して爲すべからず、此原理に基き一室より他室に管を通し、以て彼是互に談話するを得せしむ、讀者は第六十二圖を

(圖二十六第)



見て之を知らる可し

は互に反射し其管内にある空氣の容量は振動し遂に上端の大口に

揚聲筒も又前理に基きて聲音を遠距離に送致する爲に用ふる所の器械にして圓錐形の管あり砲兵若くは航海者之を使用す、

此揚聲筒を用ゐて暴風怒濤人聲を破碎するの際善く將帥の令を傳達し得べし古昔歴山大王此器を用ゐて軍兵を指令せり蓋し一の口に向ふて音聲を吹き入るゝとき

出て、擴張し大聲を發するものとす、

接聲筒は老人若くは聽管の感覺に缺欠せる人が使用する管にして第六十三圖に示すか如し、

蓋し本器は揚聲筒と相反對したるものにして、彼は其發聲の口を小にしこは發聲の口を大にす其器を用ふるときは音波其中に密集して鼓膜を刺衝すると強きが故に能く言語を辨するを得べし抑も人耳及獸耳の形狀は、恰も此器に類したる

(圖三十六第)



ものにして聽管の本筋を司ると妙きなり、

第九節 樂音

吾人か屢々論ずる如く張線を引て放ては數回震動し其震動漸々減少して遂に停止す抑も尋常の樂器を用ふる所の線は隙隙線若くは金線にして弓的の者を以て之を擦摩するときは或は指を以て彈放すると

きは其線は直ちに横震發響するものとす、

蓋し一定の時間に線の端動數は其長短巨細弛張疎密に由て増減する

ものにして吾人は今一の器械をかりて之を説明すると得第六十四

圖に於て長き數尺の箱にしてA及Bなる横柱は固着して動かさらし

め而してDある横柱は自由に動かすを得べし次に大さ相同しき二

本の線系を取りPに於けるか如く同重量の錘を以て之を吊り下けて

其糸を緊張しDは正しく其一線の中間に据ふ今二線を彈するときは

短線は長線より二倍多く震動す又Dを其線の三分の一に移して之を

彈すれば短線は長線の三倍多く震動す、

試驗一。D柱を除去して其一線を二倍太

きものとし之を彈するときは細線は二倍

多く震動す又三倍太きものとするときは

其震動數は長線の三分の一となる、

試驗二。二線共に同じ太さの者とし今度

は四倍重き錘を以て其一線を張り而して

之を彈するに其四倍多く緊張するものは

二倍多く震動す又九倍緊張するものは三

倍多く震動す、

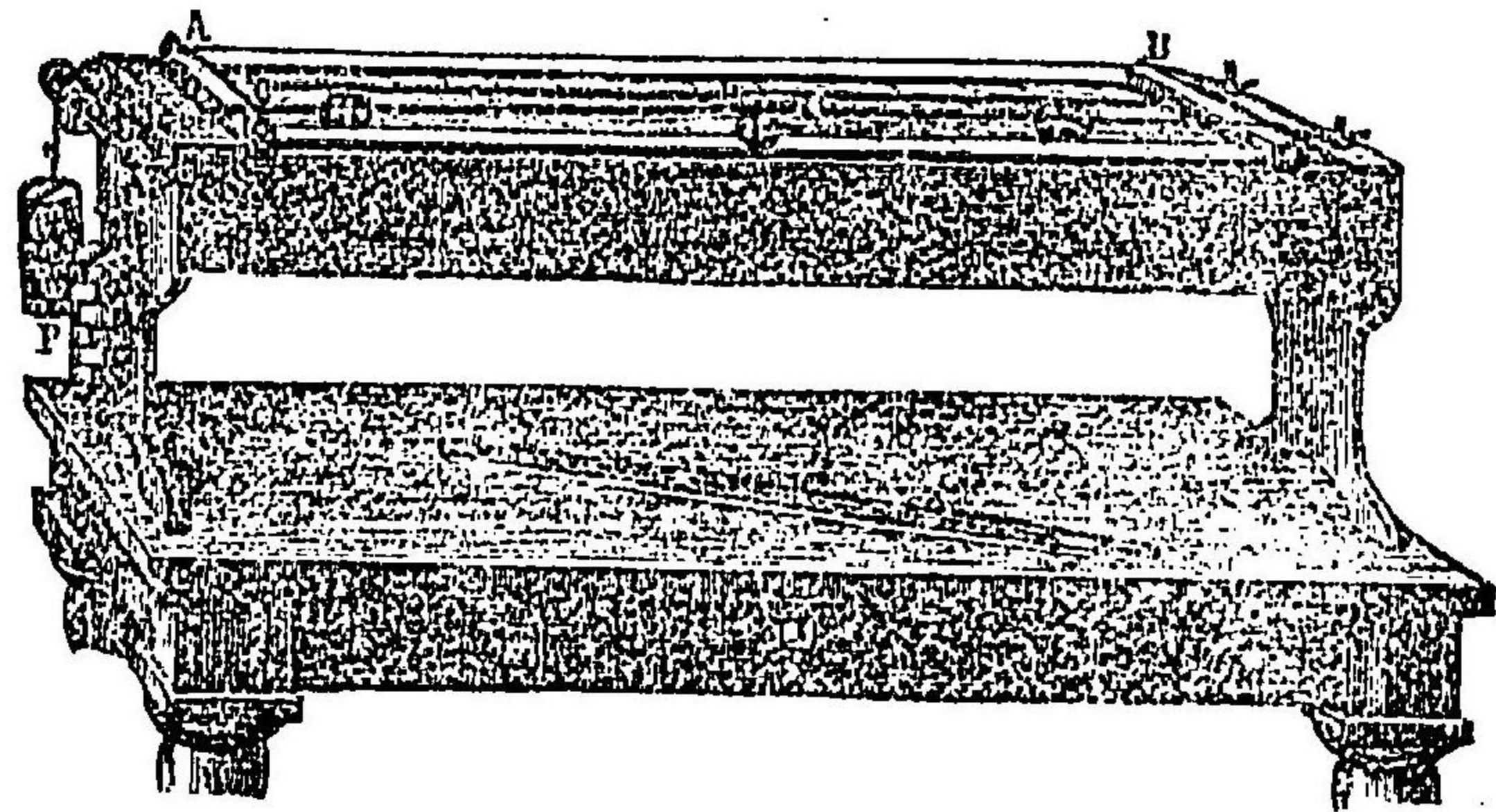
試驗三。種類の異なる二線を用ゐる其張力及

び長太を同じにして之を彈するときは其

四倍密なるものは二倍遅く震動をさし十

六倍密なるものは四倍遅く震動するあり、

(圖 四 十 六 第)

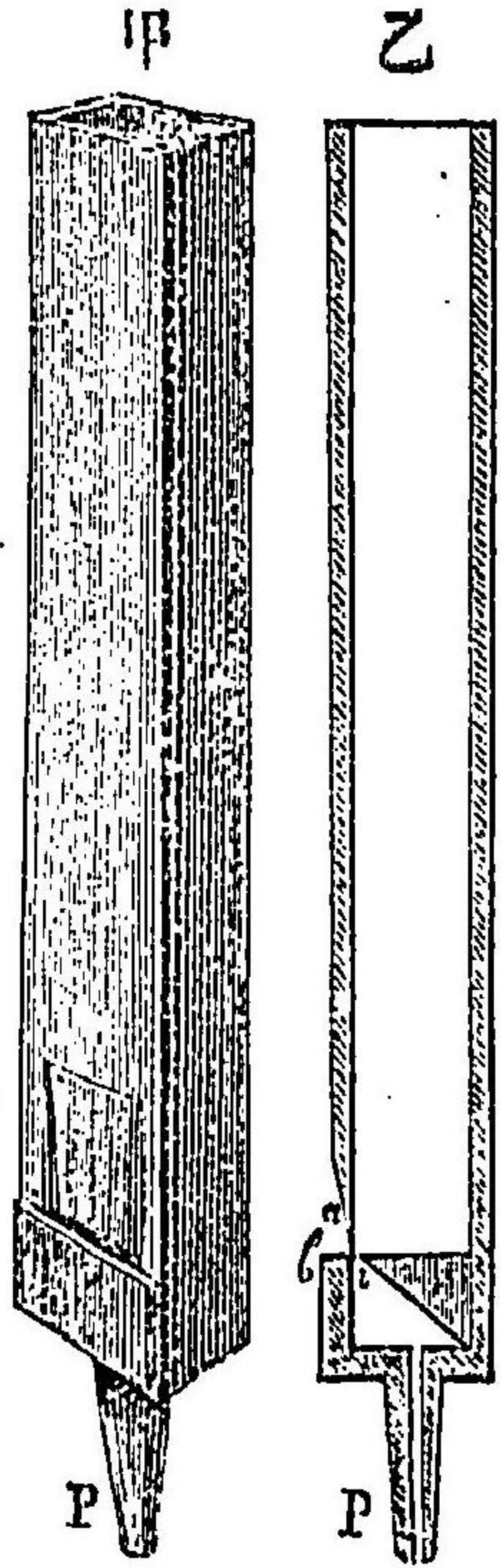


以上の試験にて因て之を見るときは凡て線は短く細く疎にして且つ緊張せる線は鋭音を發し、長く太く密にして且つ緊張せざる線は鈍音を有するものあり、抑も世間に行はるゝ樂器中、線を張て彈する所の樂器は、凡て前條の理によりたるものにして、各線共に長短張力の變化なく常に一定の音を發する者我國の琴瑟若くは西洋のビヤノの如し、又他に各線をして鈍鋭清濁随意の音に變化せしむべきもの例へば三絃或は胡弓の如く、指を以て線上の數處を壓し、其長短張力を變し、一線をして順次異音を發せしむるものあり、

風器、蕭笛、或は空筒中の空氣若し振動せらるゝときは音響を生ずべし、此等の場合に於て發響體は則ち空氣にして、其發音の性質即ち鋭鈍清濁は管の形狀及び管内の空氣をして蠕動せしむる方法に因る、今若し蕭笛或は空筒をして音響を發せしめんと欲せば、管中の空氣蠕動し或

は收縮し或は膨脹し或は濃厚とあり、或は稀薄とあらしめざる可からず、而して此等の變化は皆的當なる吹管を通して生ずる所の空氣の作用による、此等の蕭笛は木或は金屬製より製せられたるものにして、三角形或は圓形等種々のものあり、此部類中に屬するものは即ち笛或は風琴の如きもの是なり

(圖五十六第)



第六十五圖甲は即ち木より製せられたる四角形の蕭笛を示したる者にして第六十五圖乙は縱斷したる

内部の構造を示す者あり、Pは空氣の流通して働く所の管にして、ある狭孔を通過する空氣は縁口と稱す、此蕭笛の表面にも吹管と稱せられたる孔あり、なる上縁は歪角形に

截られ而して上縁と稱せらるる而して下部の縁は不正角形にはせず是等は下縁と稱せらる此口より流通して働く空氣の生しは上縁にさからつて振動を與へ壓搾せらるるときは其強さに由て流入する空氣に抵抗し而して空氣は上縁に止まる此雍塞は一瞬間あり如何とすれば其壓せられたる空氣は口を通して出口を見出し再び空氣の流入を許す空氣の流入始まるや否や一秒時に前の如く抵抗せられ再び其空氣を受取ん如此して繼續し面白き音調を生ず

其他發聲機管及び聽管構造に付き余は詳論せんと欲すれども勢ひ生理學上に關涉するのみならず又其機關錯雜し紙數を要するを以て姑く之を畧す。

第三編

第一章 熱學の定義

熱とは如何なる者か曰く溫暖と名くる所の感覺及び其感覺を生ずる所の原因を云ひ冷は熱の不在を示す爲めに用ひられたる消極的の名稱あり此熱は物理上の管理者おして物體の性質を變改する主たる原因あり

熱學は熱の性質と其擴布の法則を論究する所の學科にして理學上の分派あるは論を俟たず

第二章 熱の性質

熱とは果して如何なるものなるや諸君既に學びたり然れども熱の

性質は如何なるものあるや是又諸君が研究すべき問題なり、吾人が熱の性質とは如何なる事なるか、曰く熱は物體上に如何なる事を爲すや、是なり、熱體の性質を論ずるに就き種々の説と爲すものありと雖も、吾人は手近かく之が例と引き證明すべし、

試に一の鐵丸を火中に投じ、白温に至り之を取り出して秤盤の上に載せ他の盤上には之と均一の重量を有する錘を載せ其冷めるを待つ可し、熱若し丸の中に入り込みたる一の物質とすれば其の冷なる従ふて漸く輕減すへしと雖も、實際は左にあらすして鐵丸冷なるも少しも重量は變ずるとも、故に熱ありと雖も鐵丸は爲めに一匁の重量をも増さざる也、

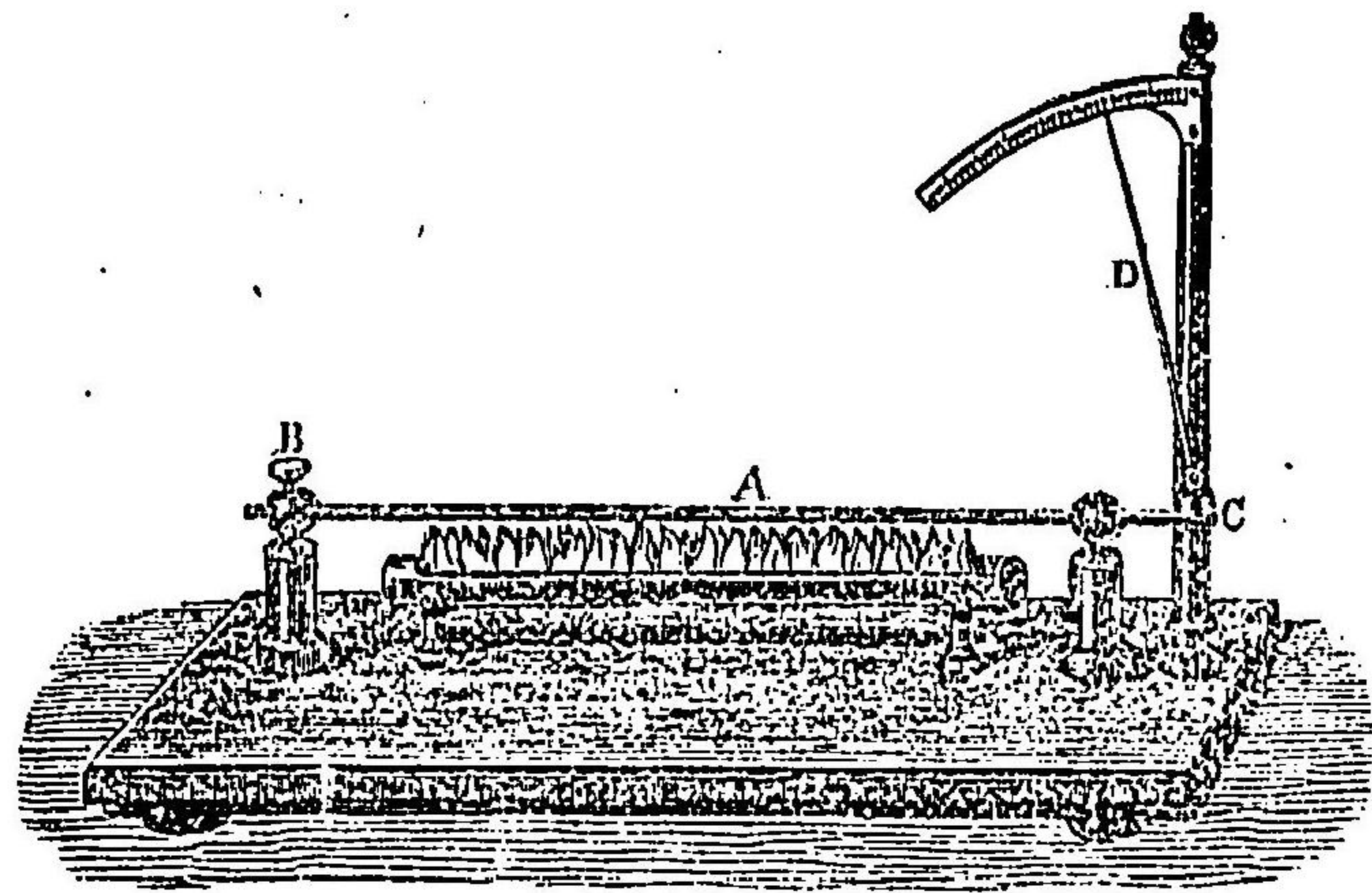
熱は物體の重量を少しも増さざる所の一種の振動なり、物體今若し熱せらるゝときは、非常に小なる各質點は前後若くは圓く運動すと雖も如何せん此等の質點は實に細微にして、其運動は甚だ速やかあるの故

に目を以て之を見る能はず蓋し熱せられたる物體は、其周圍の物質に打撃を與ふれども此等の打撃は耳に感ずるものにはあらずして、反て眼に感ずる光の感覺を與ふるものあり、故に錘の如き發音する物體と白熱の丸の如き物體とは甚だ相似たるものあり、

此等の物體の質點は共に迅速なる運動をなし、錘の質點は其周圍の空氣を打ち、空氣は此打撃を吾人の耳に傳へ、又熱せられたる物體の質點も亦其周圍の物質に打撃を與へ、此物質は之を吾人の眼に傳ふ、故に振動する物體を試験するときは耳に由り強く熱せられたる物體の試験を爲すときは眼を用ふべし。

凡そ熱の諸物中に侵入し能く諸物の分子をして反撥力を起さしめ漸く膨脹す従て固有の凝聚力を破壊するものあり、故に熱の著しき性質は物體を膨脹せしむると、其固有の形勢の變化せしむるにあり、試みに固體鉛の如きものを取り熱を加ふるときは、其分子は反撥力を起して漸

(圖 六 十 六 第)



も膨脹すべき物體は瓦斯にして
 其次は水蒸氣、液體、固體を最も終
 りとす、
 流動體にあつては唯其積の膨脹
 するのみなれども、固體にあつて
 は二種に分つ、一は長さの膨脹に
 して、一は容積の擴張あり、
試験 第六十六圖の金屬の長
 さの膨脹するを示し、且つ之
 を測るの方法を示したるもの
 あり、A なる金屬の棒を取り、
 之にて其一端 B を緊しく押へ、
 他端は自由に膨脹するを得せし

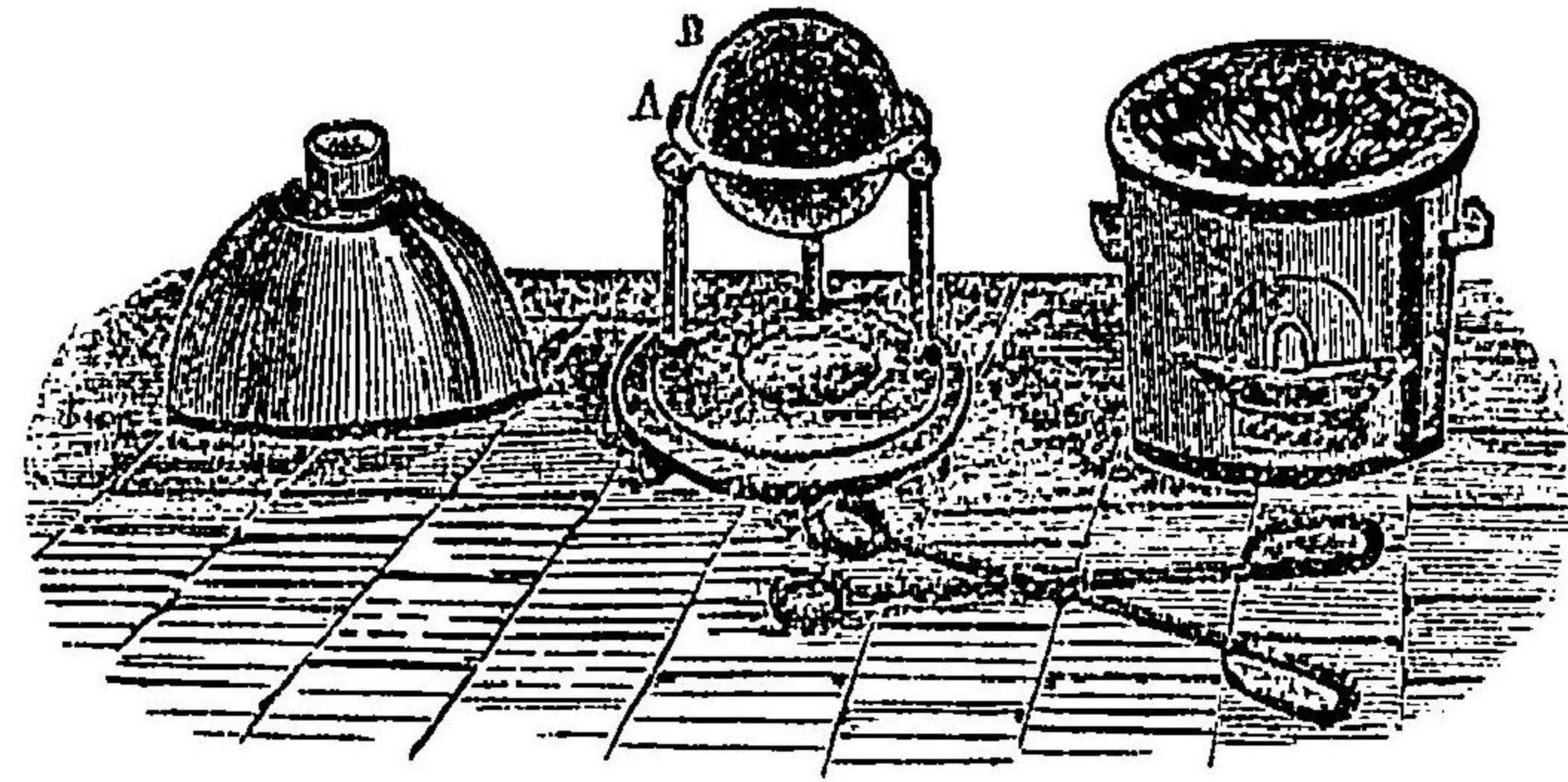
く膨脹し尙は一層の熱を與ふれば遂に液體に變し次に氣體に化す、又
 此氣體の熱を漸次に減少するときは先づ液體に復し次に又固體に還
 元す、故に熱は諸體を膨脹せしめ熱去れば冷諸體を收縮せしむるもの
 とす、

熱の性質は大畧上陳の如し、吾人は以下節を逐ふて諸試験を示さん、凡
 そ世界の物體は千差萬別其種類によりて、吾人に呈するの現像同しか
 らず、故に第一に物體そのものを論じ、第二に物體熱より發したる光線
 及び熱線等順次に之を詳述せん、とす、

第一節 物體の膨脹

吾人が寒冷ありと呼ぶ所の物體變して微温を覺え更に進んで劇熱を
 感ずるに至るときは、其物體の容積は増大すると常とす、是れ物體の膨
 脹あり、凡ての物體は熱せらるゝときは其固體あると液體あるとに論
 なく殆皆膨脹す、即ち四方八面に擴がる、然れども物體に因て各異り、尤

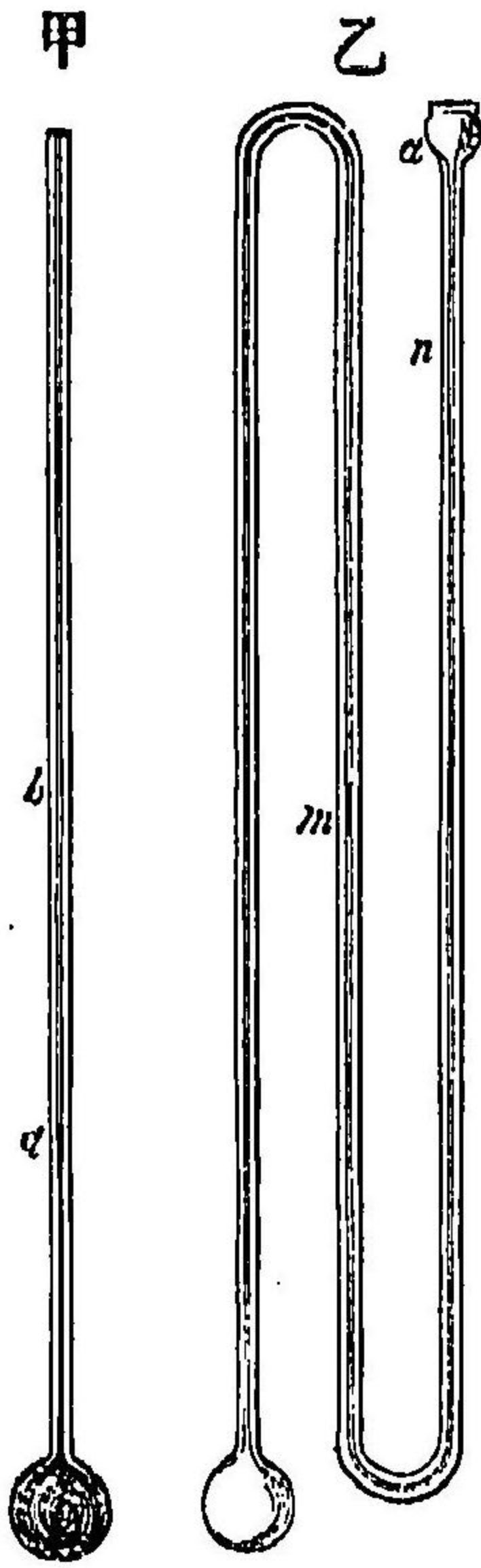
(圖 七 十 六 第)



む其膨脹するに當てやじに挿められたる針Dを推して之を起す而して棒か少しふても下の火にて熱せられ膨脹するときは針は少しく位置を轉して上方に昇る若しAある棒鋼鐵銅銀等種々の者を用らるゝ時は其膨脹の度亦從て異なる假令へはかりに黃銅を用ふるときは同一の熱を加へて鐵或は鋼鐵より多く膨脹す其法方は即ちDある針が其以上にある目標の尺度を高く上昇するに因て之か度を知らるを得べし。

第六十七圖は固體若し熱せらるゝときは容積も於ても膨脹することを示めしたるものにして、Aある輪はBなる球を自由に

(圖 八 十 六 第)



通過するを得る程の大きに作る今Bある球、熔鐵爐に於て熱せらるゝとは其容積膨脹せし爲め、Bなる輪を通過するを能はず然れども冷縮するときは再び自由に通過するを得、其試験を爲すの方法は凡て圖に依て充分了解せらるべし。

液體及び瓦期は固體より膨脹すると一層甚しく試験に因て容易に説明することを得べし、其液體の例は第六十八圖甲に於て示すか如し、空洞ある玻璃球を取り上部

には頂上には孔開ある細管を以て界す、今玻璃球及び細管へ水銀の如き液體を充たす、今其球に熱を加ふるときは液體はよりりの方

向に上はる可し、猶ほ一層充分なる熱を加ふるときは遂に液體は膨

脹して細管に充滿す、而して水蒸氣として變化す、然れども漸々寒冷なるに従ふて、再び齒の容量に復す、同一なる試験は瓦斯及び蒸氣の膨脹を示す、則ち第六十八圖乙に示すか如き曲管を有する玻璃球あり、球根は今熱せらるべし、其球中に保たれたる空氣は今aなる口より水銀の一滴注入せらるゝと同時に排出すべし、今此装置に於て寒冷とあるときは球中の空氣は凝縮し、遂に大氣の壓搾はmある或る定所に迄細管を傳ふて水銀の一滴を逐出すべし、

前陳の如き装置をなしたる者を取り、其球根を手にて握ると數分間なるときは、其體熱の爲め空氣は熱せられて膨脹しnの如き新しき目標に因て示さるべし、若し冷寒なるときは其目標はmに歸る可し、吾人の前陳したる試験より、熱は凡ての物體を膨脹し、冷は物體を凝縮するといふを得べし、然れども此法則外の現象あり、何ぞや唯是現象あり、粘土紙木の如き水を吹ひ込むに的當なる物體は熱せらるゝときは、

却て凝縮すべし、是畢竟水の爲めに其容積を増殖すと雖も、一度其熱に遭ふときは、其物體中の水は蒸發して逐出せられ、其容積縮小するか如く見ゆるあり、故に深く其理を探究するときは、深く怪むに足らず、其凝縮するは唯現象のみ眞に凝縮するに非らず、故に今熱に因て其物體乾燥せらるゝや、今度は前の法則に従ひ一度其熱に遇ふときは膨脹すると勿論にして決して凝縮するの理あるべからず、

かく吾人の示したる性質は、水氣ある物體を屈撓する爲に用らる、若し之を行はんと欲せば、唯物體の一侧を熱すべし、然るときは其一侧より水は排出すべし、故に其方向より屈撓するを得べし、又諸君が釣具に用ふる釣竿の如き醜惡不正にして雅致あらざるを見るや、其竿の一端を熱して而して意の如く撓屈するにあらずや、是其一侧より水を出して之を乾燥し、然る後其膨脹するの際従て之を屈撓するに由るのみ、此原理を應用して家具什器に彩色し、若くは油抹し種々の

裝飾を施すは、又木が水を吸ひ込みて早く朽敗するを拒くあり、

第三節 熱の種類——温度

等しく熱ありと雖も二種に於て物體上に働かを示すべし。

第一 今一の物體熱を受け、其物體の温度を増すときは是等を稱して顯熱といふ。

第二 物體の熱度を増加するとなきか加く、唯其形態を變化せしむ而して毫も其熱度は吾人の感覺に與へず、是等を稱して潜熱と云ふ。例へば氷の融解せんとするや、多量の熱度を吸収すべしと雖も、之か爲めに唯其形態を變して液體とあるのみにして、更に熱度の上昇を吾人の視管に示さず、故に物體の熱度とは、其物體の所有する顯熱の分量を云ふに外ならず。

第四節 驗温器

既に前節に於て述べたる如く、其物體の熱度固より同しからずとすれ

を、如何ある物體は最も熱度高くして如何ある物體は熱度低きや、熱度の高低を測る所の器なかる可かあらず、此器械を稱して驗温器といふ。蓋し物體は熱に由て膨脹し、其容積の大小は熱せられたる度即ち所謂温度に關するを以て物體の膨脹する多少に因て、其温度の高低を計測するを得べし、而して驗温器は實に此等の理に基つきて製造したるものなり、驗温器俗に寒暖計或は熱計と稱す。寒暖計は甚た要用あるものにして、其温度を見るに於ては實に吾人の感觸より遙かに精密なるものあり、例令は此器械を水中に沈むると、數分間なるときの水銀の頂上は管内に一定の場所を占む、此位置に目標を付し置き、次に水槽より寒暖計を取り出して再び他の水槽中に沈むへし、若し此水前の水より温かるときは水銀の膨脹するか故に前に付けたる標の上に昇る若し又前の温より低きときは球内の水銀は凝縮するか故に水銀は前の標目の下に降るべし、此の如く寒暖計は管内の水銀の高を測りて、後の水

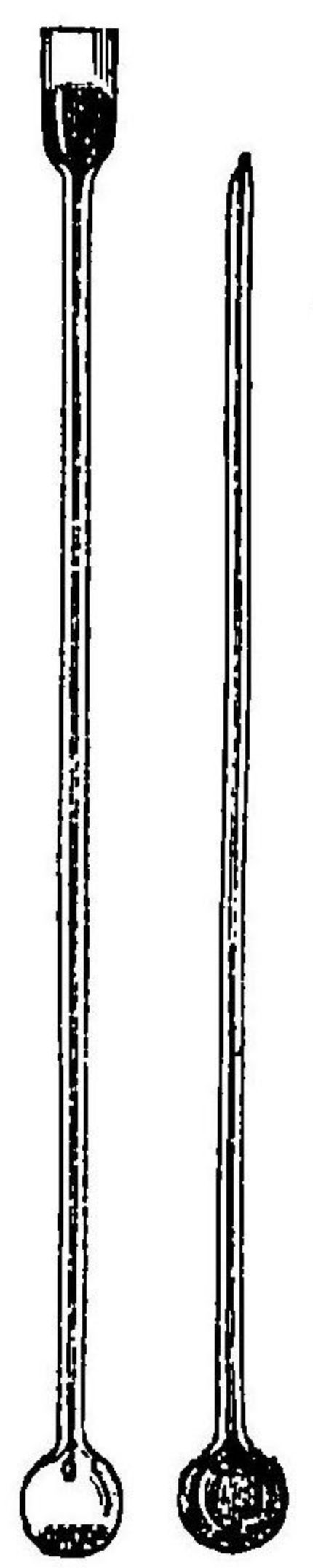
は前の水より温まるを知るを得べし、更に之れのみならず、太氣温暖あるときは水銀は上昇し寒冷あるときは凝縮して下降す、吾人は其水銀の管に從て度目を附し置き明に其寒暖を知るを得べく、是俗に寒暖計の名稱ある所以なりとす。

第五節 寒 暖 計 の 作 法

毫毛の如き細管にて其管中皆同一ある直徑を有し、而して其一端は球に作り他端は漏斗形を爲すと凡て六十九圖に於て見るか如し、其漏斗は殆ど水銀を以て之を充たし、水銀は空氣の抵抗及び管の細小ある事に依りて下の玻璃球に通過せざらしむ、球は最初熱せらるゝ時は其球内にある空氣は膨脹せらるべし、而して其空氣の一部分は水銀を通して水泡にて逸出す、再び冷縮となるときは外部の大氣の壓搾して下の玻璃球に迄其細管を添ふて水銀の分量を送る、かくの如き方法を數度くり回へし水銀を充たすへし、さて其後管中の空氣を排除し真空と生せん爲め、

球内の水銀沸騰する迄熱すべし、然る後上端の漏斗の化學上の作用をかり空氣を入れざる様にガラスの開きたる漏斗を熔らして之を密閉すべし、漸々寒冷となるに從ひ水銀の降りて球の一部分に身る可し、則ち第六十九圖に於て

(圖九十六第)



見らるゝか如し、今度の度を盛りの當の尺目を附すれば可あり。

目盛の方法 先づ此管中に於て沸騰點及氷點を定むべし、寒暖計の管が充分に冷なるを待ち、溶けかゝりたる氷の碎片中に挿入すれば、水銀の収縮して降る可し、其水銀最早降らざるに至り、其時間は大抵二十分若し三十分、鏝を以て管内の水銀柱の上端の位置に標を付すべし、是は此器械か之と同様ある冷の物體中に挿入せられたるとき若くは之と同様ある寒氣に觸るゝとき、水銀柱の止るべき位置あり、是にて先づ

水點の製法を終へたり、次に寒暖計の球及び細管共に沸騰する熱湯中に沈めるときは膨脹して水銀は上昇すへし、其水銀柱頭の止まる所に目標を附すべし、此點の則ち沸騰點にして之と同様なる温暖の氣候若くは之と同一なる沸騰水に投ずるときは皆此點に止る可し、さて又此水點と沸騰點との距離を分つて百階とし、其最下の階を〇度とし、最上の階を百度とす、是則ち目盛と稱す、猶ほ今此試験に因て造りたる水點及び沸騰點より温暖なること又寒冷あるとあるより、此等の寒温を測るの準備として、其水點の下に前の距離に倣ふて目盛を爲し、沸騰點の上にも亦同様の目盛を爲すべし、是に於て全く寒暖計の製法を終ふ、

前に述べたる寒暖計の製法はセルシア氏始めて創設したるものにして尤も便利あり、故に一名之を攝氏寒暖計といふ。

他種の寒暖計 他種の寒暖計とは二種あり、曰く列氏曰く華氏は

り、列氏の驗温器にありては、八十度に區分し、華氏の驗温器は水點と沸騰の間を百八十度に分ち、水點を三十二度とし、沸騰點を二百十二度とす、凡そ水銀驗温器は列氏二百七十度の熱より高きものは測量し得る能はず、蓋し列氏二百七十度の熱は己に水銀の沸騰點に接近すればあり、又水銀驗温器は列氏零下二十六度に至る迄は正しく昇降するを得べしと雖も、此以下にあつては水銀の氷結點に近くを以て適正の昇降を爲す能はず、獨乙國及び佛國に於ては今日尚ほ列氏の驗温器を使用するもの多きか如し、雖も學術上には大抵攝氏の器のみを應用す、英國及び米國にては特に華氏の驗温器を用ふ、

今華氏の度は攝氏の何度に相當すべきや、凡そ二種の目盛の一を他に直すときは先づ他の目盛の數に直すべき數か果して度數を示すものなるや、將た温度を示すものあるやを知らざるべからず、攝氏より華氏に度數を直すには $\frac{5}{9}$ を乘すべし、例へば攝氏の度數一〇は華氏に

て一八に當るか如し、されども攝氏より華氏に溫度を直さんと欲せば先つり5を乗して後32を加ふべきなり、故に攝氏一〇度の溫度は華氏にて $(10 \times 5 + 32)$ 50度あるか如し、華氏より攝氏に度數を直さんと欲せば、510を乗すべし、又溫度を直さんと欲せば、先つり5を乗し、然る後32を減すべし、故に華氏六十二度の溫度は攝氏にて $(62 \times 5 - 32)$ 十六度三分の二あるか如し、以下之に倣ふ、
 吾人は今攝氏、華氏、列氏の溫度を比較するの便に供する爲め左に比較表を掲ぐ、

攝氏	列氏	華氏
-20	-16	-4
-10	-8	+4
0	0	32
+10	+8	50
20	16	68
30	24	86
40	32	104
50	40	122
60	48	140
70	56	158
80	64	176
90	72	194
100	80	212

凡そ何種の寒暖計に限らず、之を製せんとするには、左の二要目を闕如すべからず、

第一 吾人若し氷點を求むるには、已に氷結せんとする水中に沈むべからず、必ず溶解する水若くは雪中に埋むるを要す、抑も水は氷結するとなくして、零下數度に至るの寒を得るの性あればなり、

第二 水銀柱の溝管にして、廣狹あるを許さず、若し廣狹あれば決して用に適せず、蓋し熱度同等なるも、管の廣き部は水銀の昇ると低く、狭き部は其昇ると高く、正しき熱度を指示せさればあり、

水銀は熱度の極めて低下ある際、即ち極寒には用ふべからず、之に適當せるものは、帶色の酒精あり、水銀は其氷結點甚だ低く、且つ沸騰點亦た高きを以て、驗温器用の液體には、最も當せるのみ、又酒精は其氷結點甚だ低下あるを以て、極寒の時は甚だ宜し、又水は驗温器に用ふる液體とあすを得ざるは、勿論の事にして、其膨脹短縮甚だ不同なり。

第二章 熱の擴布

第一章は主として熱の性質上及び其物體上に於ける熱の形狀を論せりと雖も、本章は其熱の結果及び方向運動等を論究せんと欲す、故に前章は性質を研究し本章は其變化を論究す、抑も物體には一種のセルあるものあり、此セルの勢力は熱を傳達し物體の全部に擴張せしむるものにて全く彈力の如し、このセル氣は物體の全部を通過し其分子間の間隔に充滿す。

しばしば述ふる如く熱は物體の一種の振動なれば、物體の一度熱せらるゝや、其物體の周圍にあるセルは此振動熱の分配し恰も空中に於ける音波と同一ある圓形波動を爲し、外部に擴布す此方法に因て播布せられたる熱は射出熱と稱せられ、而して前面に熱の迷出して四方に傳達するの徑路を名けて熱線と稱す。

熱線なるものは熱が傳達する方向及び其線を沿ふて熱か一の結果を爲す所の方向を示すものなり、同質の物體は熱體より發する所の線何れの方向に於ても直線あるものなり、熱の光線は響の線の如く反射するものあり。

第一節 射出熱の法則

余は本章に於て射出熱と熱線の事を概陳せり、射出熱は蓋し身を爐邊に近くるとき温暖を覺ゆるものを稱して云ふ、熱を射出するは特に太陽燭火炭火等の如く灼熱せる體のみならず、天地間の萬物一として此性を有せざるものなし、其熱度高きものは射出の量多く、熱度低きものは其量少きが如し、吾人は今左の三箇の法則を示すを得べし、

第一 熱は上下左右何れの方向に於ても射出す、

第二 熱の光線は直線を爲すものなり、

第三 射出熱の強弱は其體の熱度の高低に正比例を爲し、其體所在の

距離の自乗に逆比例を爲すものあり、
吾人は第一の法則より順次之を證據立てんとす、

第一の法則を確むるには熱物より前後左右同距離の所に寒暖計を
装置するに其昇降何れも相同しきを見る、

第二の法則を確むるに熱線の近傍に寒暖計を置くに其度忽ち上昇
すと雖も、固形體を以て之を遮るときは其度直に昇らざるか如きも
の是あり、

第三の法則を確むるに一面に煙煤を塗抹したる錫匣に熱湯を盛り
之に示差寒暖計の一球を近づけ木片を以て他の一球を遮蔽すべし、
但し錫匣の強く熱するときは寒暖計の昇ると最も高く錫匣漸く冷
ふるときは其度漸く降るか如し、

又錫匣の熱度は常に同一にして變せさらしめ、只寒暖計の位置のみ
を變せしむるにあり、例へば初めありし處より二倍の地に移すとき

は其熱度減して四分一と爲り四倍の地に置くときは十六分一ある
か如し、

以上の三則の眞空中に於て試むるに何等の差異を見ずと雖も、空氣中
にて驗すれば其射出熱に感應を爲すを以て充分精密あるに至らず、蓋
し物體は終始熱を射出し又之を受容するものにして前條の法則によ
り熱を含有すると最も多きものは其射出すると從て多し故を以て物
體中熱度最も高きものは其射出するの量受容するの量より多く亦最
も寒冷なるものは受容するの量射出の熱よりも多く萬物の熱常に相
平均せんとす、蓋し物體悉く同一の熱を有するとき諸物の射出する
熱量其受容する熱量と相均しく熱度の變化あかるべしと雖も諸物體
既に寒温あるものあれば從て熱を射出するに各多少あるに由て決し
て平均を得るとなし、

第二節 熱線の反射

今熱線の物體表面上を射るや、二箇に分つを得べし、一は物體の爲め吸収せられ、一は反彈若くは屈ける而して此屈けられたるものを稱して反射と云ふ。

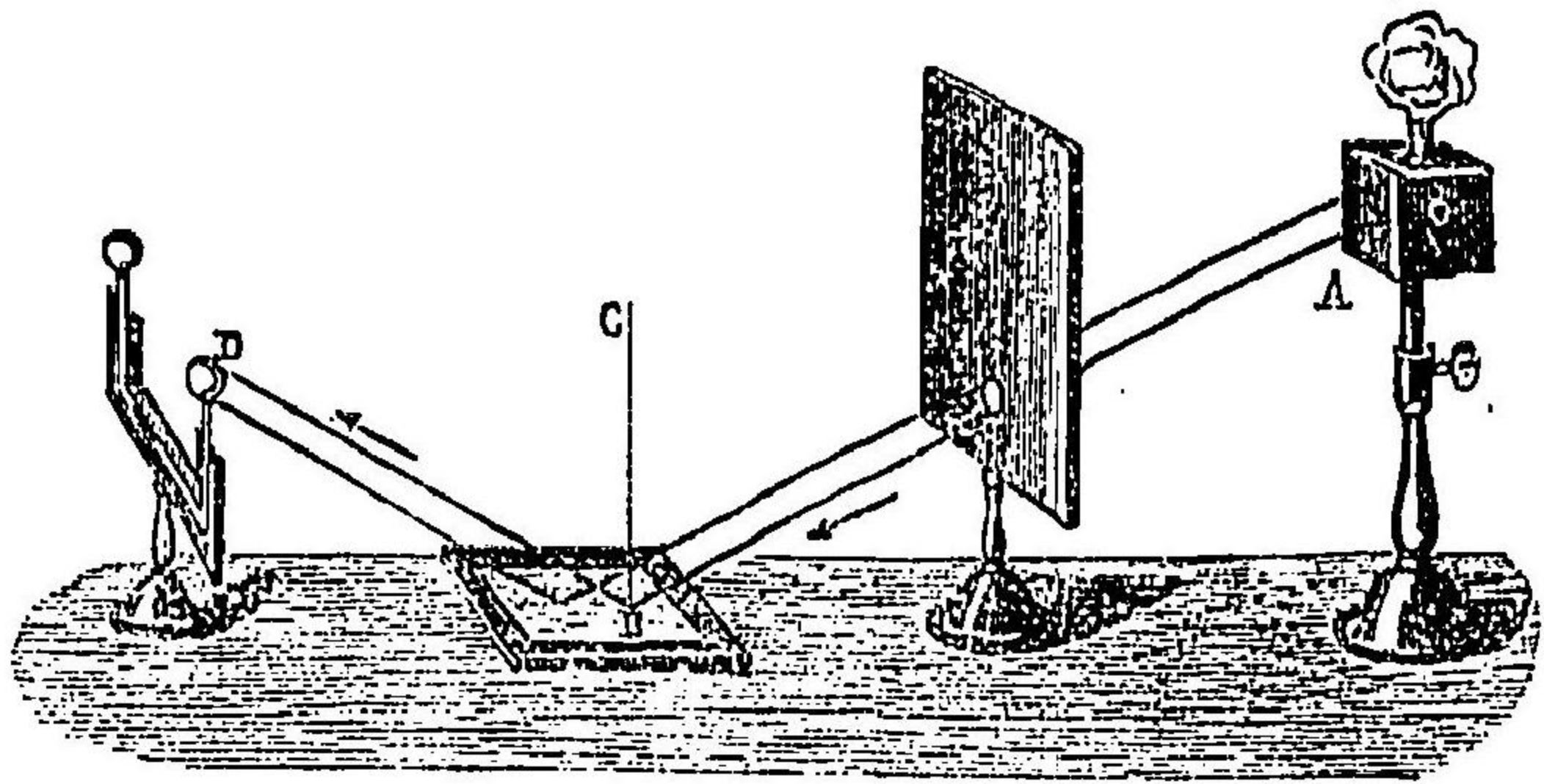
又熱線の投射する所を進入點と云ひ、其投射する線を進入線といふ、其反彈若くは屈曲する線を反射線といふ、又進入點に鉛直線を畫引し之と進入線との間に生ずるものを進入の角度といひ、反射線の間を生ずるものを反射の角度と稱するあり。

左の法則は皆試験より確定したるものにて、理論のみあらず、
 第一 進入線及び反射線は其進入點に於て、其體面に設けたる直角線と常に同一の平面中にあるものあり。

第二 進入と反射の各角度は常に相同しきものなり。

蓋し或物體上に反射する熱線即ち吸収せられたるにもあらず、透過したるにもあらずるものは其表面に於て反射するものなり、吾人は今前

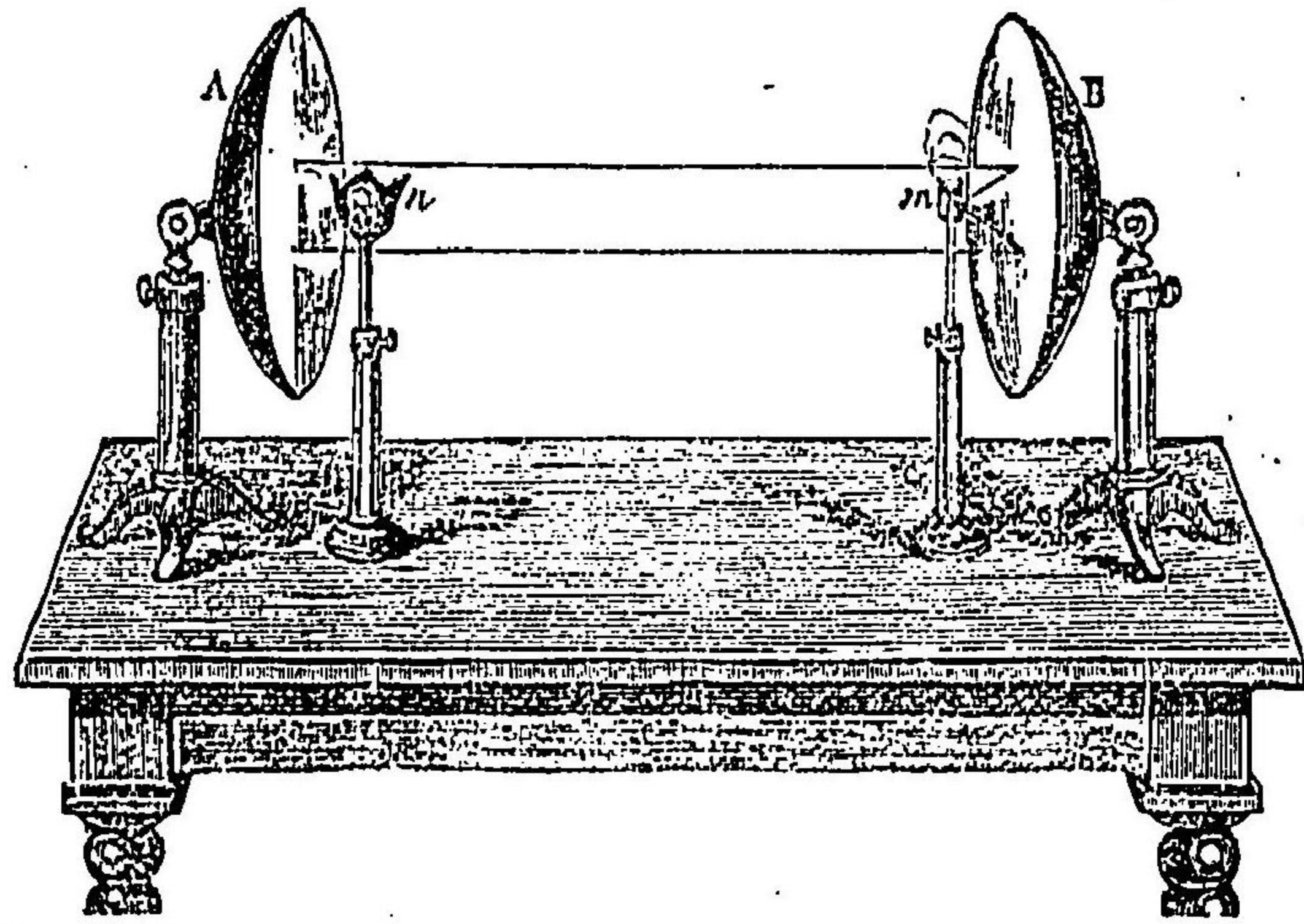
(圖十七第)



條二箇の法則を確むる爲めに左の試験法を示すべし、

試験 黒煤を塗抹したる錫匣に熱湯を盛りたるものあり、烟煤を以て塗抹するは抑も故あり、今或物體をして熱線を受けて可及的活劇に温熱せらるゝことを要するときは、強く熱線と吸収するの性ある物體を以て覆はさるべからず、Bは反射面にしてDは示差温度器(後に説く可し)と稱す、BCは反射面に鉛直線なり、又Aの隣りにA器の射出する熱線の只一部を通過せしむる爲に中心に小孔を穿ちたる木屏あり、以上の器械を程よく装置したる後Aより射出する所の熱線は木屏の小孔を通過してBの

(圖一十七第)



め而してBの凹面鏡の燒點mに一片の火絨を置き、A鏡の燒點nには白熾熱の景態に於ける銀珠或は熾炭之には吹器を以て大氣をならを置けば忽ち火絨の點火するや恰も之を火に直接せしむるか如し、蓋し鐵丸より射出する熱線Aの鏡を射此鏡軸に平行して反射し再びB鏡の面に觸れ更に反射して遂にmの燒點に適合するを以て兩鏡の間相距ると二十尺計りなるも其勢力能く之を燃焼せしむるに足る、
此試験に因て之を觀れば熱体は温

面に觸れ返つてD球を射るが故に其驗温器は上昇して熱度の益したるを示す、因てA Bの線とB Dの線には反射面に直角に設けたるC Bの鉛直線と同一平面中にあり、且つABCある角はCBDある角度と相均しきを見る、

前陳の者は凡て熱線反射の概則を陳べたるものなるが、其原理を詳明する爲めに余は猶ほ左の試験法を示すべし、
其装置は金屬を以て製したる金屬製の凹鏡にして、其面の凹陥恰も酒盞状を爲せり、蓋し其の用は熱線を一所に集合せしむるにあり、第七十圖に示したる装置に於て木屏の小孔より熱線を通過せしむるに異ならず、抑も此の鏡は鏡軸に平行したる熱線を反射して一點に湊め(燒點)又燒點より發したる熱線を反射して平行せしむるの性あり、則ち第七十一圖に示すか如く一個の凹鏡をして正しく相對せしめ五乃至六メートルを隔て其軸正に同一直線を爲すの位置をどらし

熱線の反射射

熱を反射するや疑を容れず蓋し火絨の點火するや決して中間に存する氣層の漸々熱せられて熾熱せられたるにあらす、今若し其火絨燒點にあらざるときは假令熾熱に近くも已に燃焼するとなし、今熾熱したる球子を置くべき位置に三百度の熱を有する一球を置き火絨を置べき點に通常の驗温器を來たすときは其驗温器の水銀は忽ち昇騰すべし、然らば三百度に熱したる球子亦熱線を發すのものなるや明瞭なり、又三百度の熱を有する球子に代ふるに沸湯或は九十度若くは八十度の熱水を充滿したる一器を以てするときは已に驗温器の昇騰するを見ず、然れども此試驗たるや右の熱水を盛りたる器の側壁は此熱度の際已に熱線を反射するとなきを確證するものにあらず却て通常の驗温器は充分鋭敏の感應を有せざるものとす故に此際鋭敏の器具例令はルムフオード氏の示差驗温器の補助を借て之を驗知すべし、

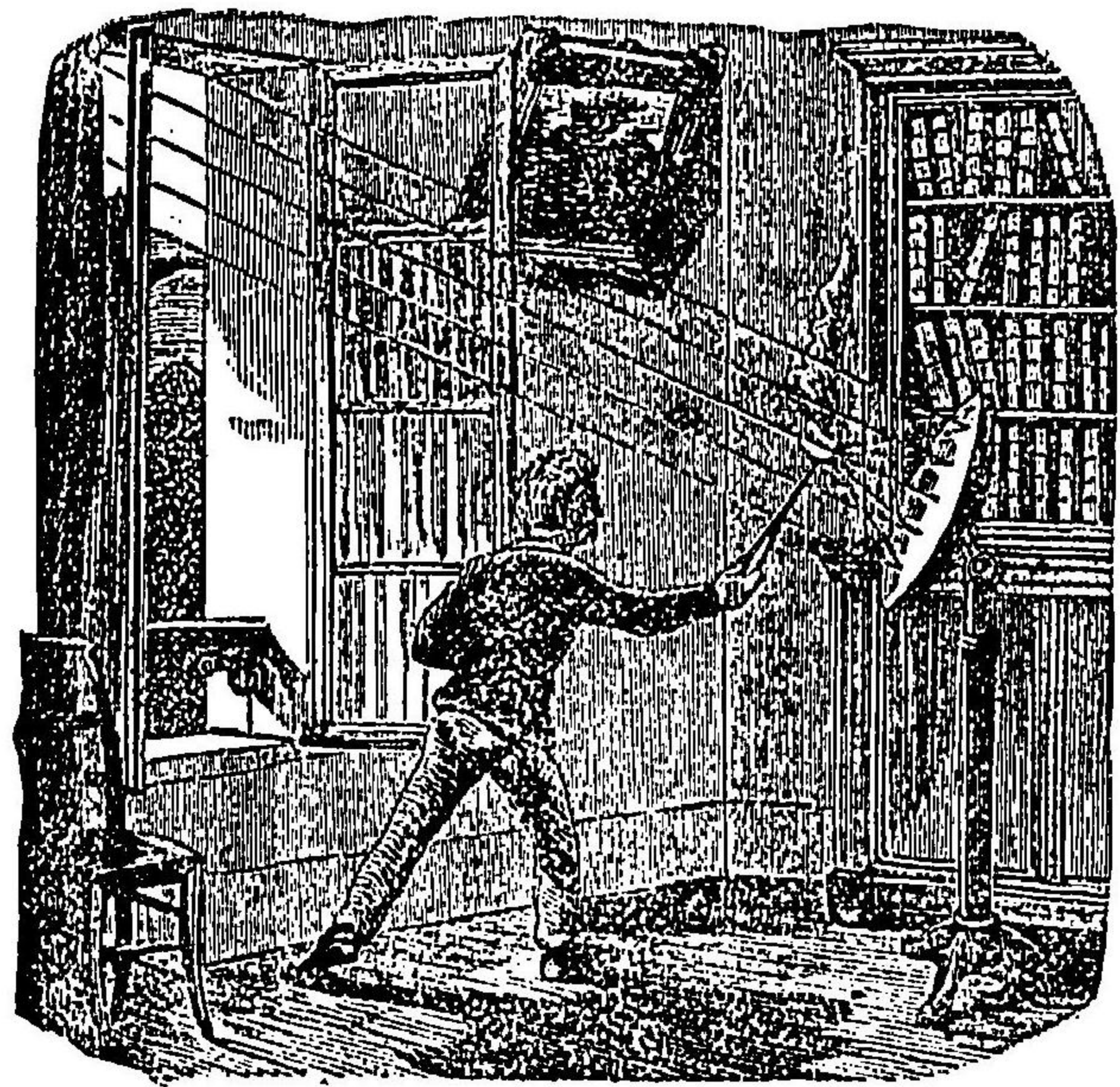
ルムフオード氏の示差驗温器は第七十圖Dの如き装置にして二個の硝

熱の擴布

子球とU字狀管に由て運送せられ、其管中には若色の酒精少許を充て其餘の部分に悉く大氣を有す、之に度目をきりたる木板に固着せり、或一定の局處に此驗温器を置き兩球に受くる熱同様なれば或も變化を見ず、或一或一球他の一球に比して熱を得ると大なれば茲に包有せる大氣膨脹に因つて其管球の液は降下し他の寒冷なる管中に於ける液は昇騰するを見るべし、之に因りて假令僅少の熱度と雖も直ちに其差あると可知すべし、

(圖 二十 七 第)

又前陳の凹鏡を應用して太陽の熱線を淺合せしむるを得べし、則ち第七十二圖は其



用法を示したるものにして、鏡軸と太陽の熱線に平行せしむるときは、其線鏡面に觸れ反射して、燒點に滲合するが故に、燃焼し易き物體に點火するの熱力を有す。

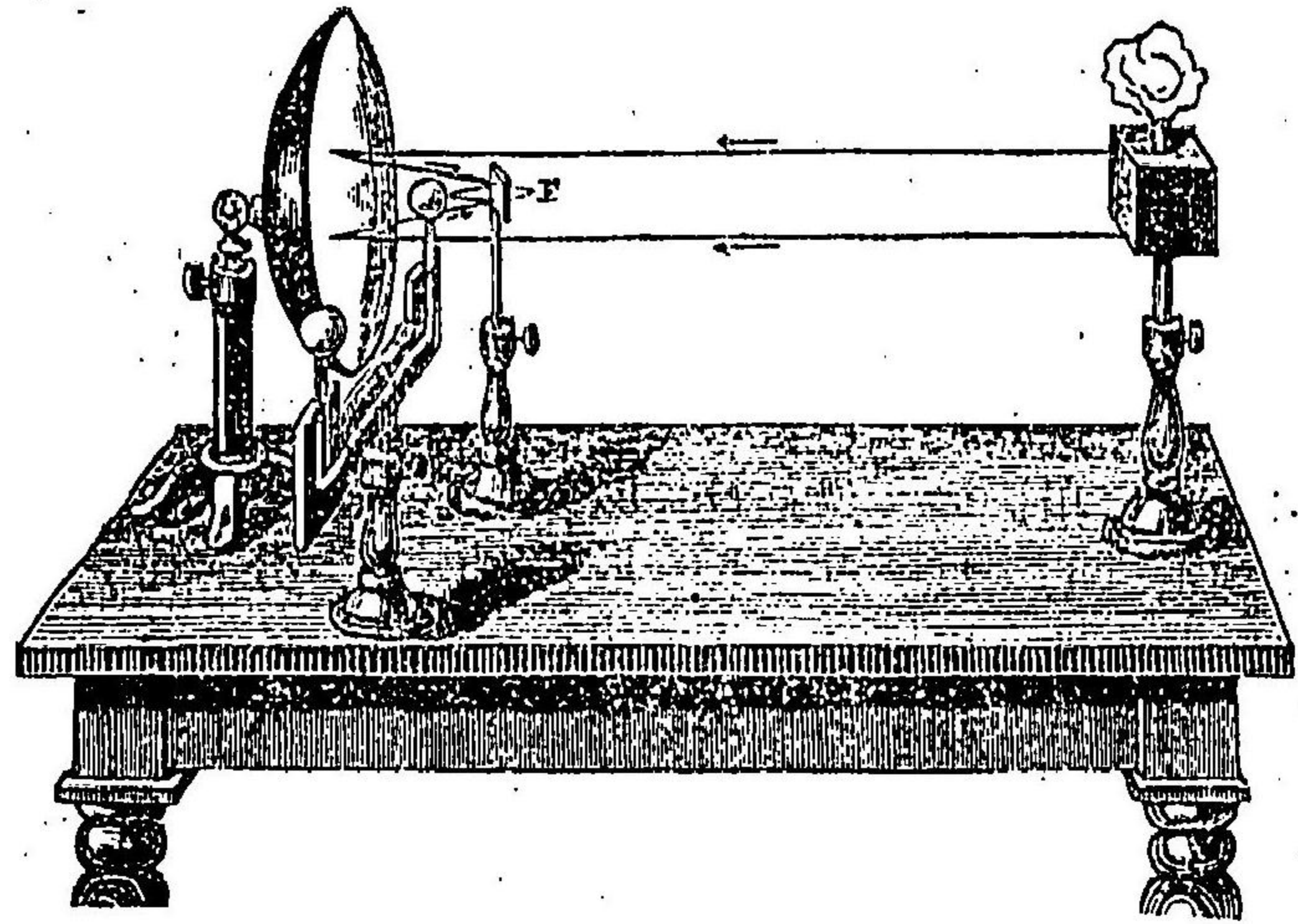
古昔アーナメデス此種類の凹鏡を多く裝置してシラキース港に碇泊したる羅馬の軍艦を火攻せしとあり、後某氏油を塗抹したる板を二百數十尺の處に置き凹鏡を用ゐて點火し得たるを以て、世人皆始めて其アーナメデスの談話の妄ならざるを悟りしといふ。

第三節 異體の反射力

吾人は前節に於て反射法則の概略を示したりと雖も、其反射力たるや其物體及其反射面の種類に従ふて異なるものとす。其反射力の強きものは良反射體といひ其反射面を僅少に射るもの不良反射體と稱す、蓋し物體の熱線に觸るゝや、一は吸收する所となり、一は其反射する所とるとは、屢々陳べし所あるが、要するに良反射體は

吸收力少くして不良反射體は吸收力多きものなり。

(圖三十七第)



第七十三圖は異りたる物體の反射力の強弱を示すものにして、錫匣に熱湯を盛り凹鏡に正對せしめ置くときは、錫匣より射出する熱線凹鏡に觸れ反射してFの處に滲合せんとす、然るに板を以て之を遮るにより、再び反射して遂に示差驗器の一の硝子球(右の)に燒點を爲す、故に其燒點のあたる所に示差驗温器の一球を置き、其障板を交換して其熱の昇降を見れば、則ち反射力の強弱を比較す

るを得べし。

前條の試験に因て得る結果に據れば黄銅は最も反射力つよく銀は其十分の九、錫は十分の八、玻璃は十分の一にして、烟煤を塗つたる板は更に反射せざるあり。

第四節 吸收力、射出力

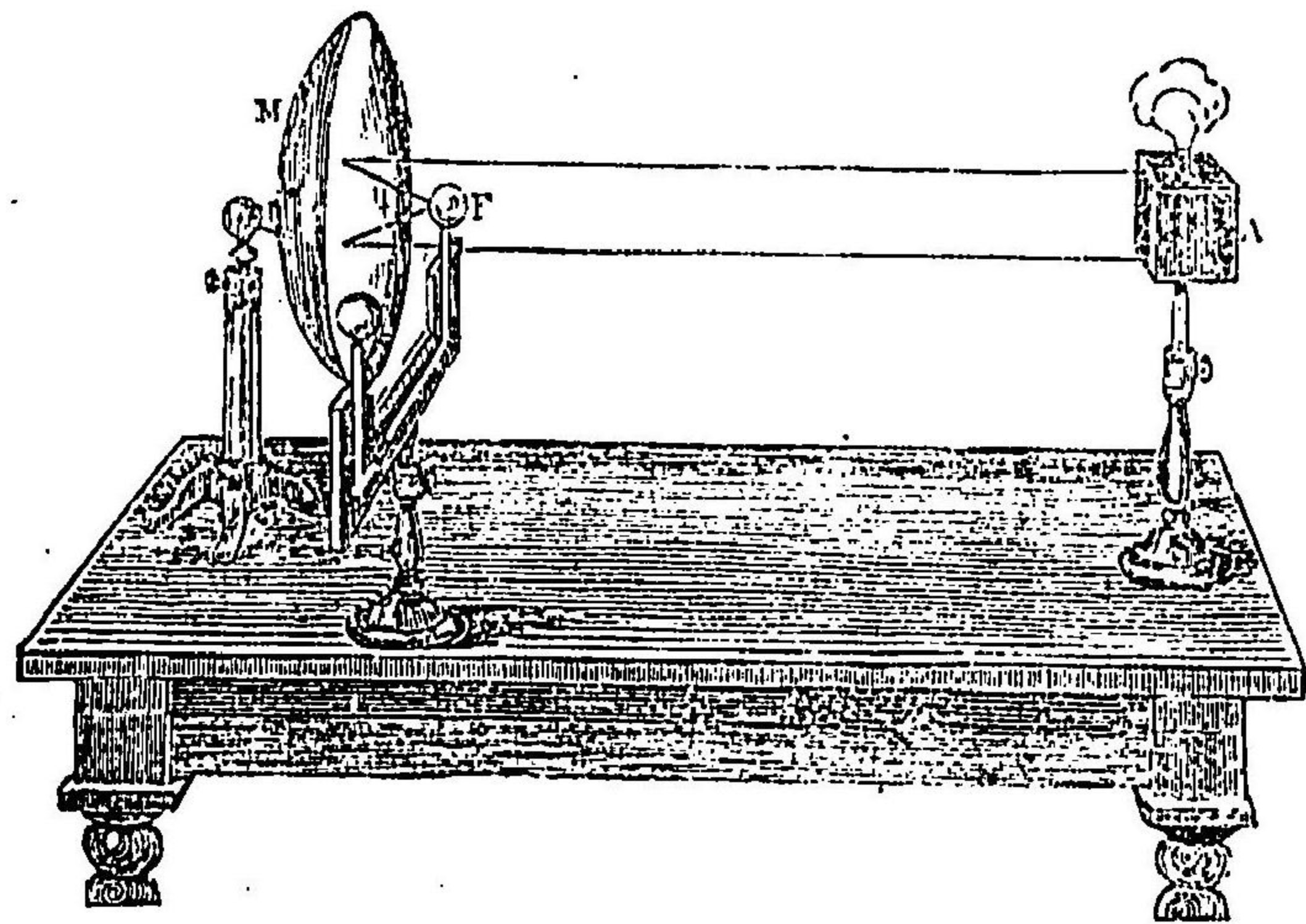
反射力強きものは吸收力弱く、反射力弱きものは吸收力強し、如何となれば反射なるものは吾人か屢々叙するが如く、或る物体上に射來る熱線を吸收せず、又透過せざるものより起るものなればなり、故に反言すれば吸收力強きものは反射力弱し。
凡そ物体面上に透射し來る所の熱線は、或は物體中に透入し、或は其表面より反射す、然れども物體中に透入したる熱線は、或は其物體より吸收せられて感知すべき温熱となり、或は其體中に温熱を營むとなくして直ちに之を透過し去るや、恰も光線の透明體を透過するか如し、凡て

物體の熱線を吸收するの徴候は己に第七十一圖に於て示したる凹鏡面の試験に因て其の確實なるを証するに足る可し、即ち一の凹鏡面の點に置きたる物體に温度の昇降するを見るは、稠集せる熱線を吸收したるの成積にあらすや、抑も固體及び液體に多少の熱線を吸收するの力を具ふるは之を日光に曝露するの際其温度常に此各體の圍繞せる大氣の温度より高きを以て知るべし。
總て各物體の熱線吸收力は射出力の如く各體同一ならず、蓋し容易に熱線を進出する表面は亦之を吸收するの機能を有せざるを得ざればなり、是れ吾人が本節に於て各種物體に付き吸收力の異同を論ずる所以なり。

吸收力の不同。なるは左の試験に因て之を證據立つべし。

試験 第七十三圖に示すか如く物體の吸收方を試験すること前圖と同様の装置を用ふ、即ちAなる錫皿とMなる凹鏡とは前の如くに

(圖 四 十 七 第)



共に日光中に曝露するときは、其黒球に於ける水銀の昇騰は甚た高

装置し其燒點にMなる驗温器の
 一球を置き試験せんとする諸物
 を以て球子を塗被するに烟煤を
 塗りたるときは其の熱度大に増
 加したれども、黄銅を以て覆ひた
 るときは、其僅に増加するを見る
 吾人は是に於て反射強きものは吸
 收力弱く、反射力弱きものは吸
 強きを知れり、

仍は單一なる試験に因て微する
 を得べし、即ち二個の通常驗温器
 を取り、其一個の球形部を黒塗し

し、然らば即ち黒塗せる驗温器球の他球よりも巨大なる熱線吸收力
 を有するや明らかなり、

射出力の強弱と試験するに法あり、蓋し射出力とは其物體の保つ所の
 熱を發射するの力を稱して云ふ、今吾人は其物體中何如なるものは尤
 も強き熱を發射し何如なる物體は少き熱を出すかを研究するにあり、

試験 吾人は之か試験法を施すに矢張り第七十四圖に據る、只其試
 験せんとする諸物を以て錫匣を覆ふにあり、例へば一面は錫一面は
 烟煤一面は紙一面は玻璃を以て被ひ、然る後交番に之を凹鏡に對せ
 しめ驗温器の昇降を試むるに、其度各同しからず、烟煤を塗抹したる
 面を以て凹面鏡に接せしめたる時は、其熱度大に増加し、紙面を以て
 するときは其熱度減少し、玻璃面を以てすれば更に減少し、錫面を以
 てすれば又更に減少するを見たり、故に以上の結果より之を見ると
 きは、物體射出力の強弱は吸收力に關するものにして、射出力の強き

ものは乃ち吸收力多くして反射力少し、
前の試験中烟煤の射出力最も強きを以て、之を示すに百を以てし以下
之に準して聊か比較表を示す、

其強弱の原因

烟煤	一〇〇	白鉛	一〇〇
墨	八五	紙	九八
官粉	一〇〇	封臘	九五
研磨せる金屬	一二	玻璃	九〇
氷	八七	石黒	七五

第五節 其強弱の原因

物體が一の熱を有するに當り反射力及び吸收力の變化を起さしむる
主なる原因は物體表面の瑩滑と體質の疎密と進入點線の方向と物色
の光明と否と熱源の性質是なり。
抑も表面の瑩滑なるものは粗糙たるものより反射力強くして吸收力

熱の擴布

弱く密體は疎體より反射力強くして吸收力弱く、進入線の直射は斜線
より吸收すると多くして反射すると少なく、又暗黒なるものは光明な
るものより吸收すると多くして反射すると少しとす、但し熱源は常に
反射力と吸收力を變化せしむるにあらず、今茲に一物體あり之を塗抹
するに白鉛を以てするときは燈火の熱を吸收するとなくして錫匣の
發射する線を吸收すると多く、又塗るに烟煤を以てするときは、熱源の
異同に關せず、其吸收する所の熱量は常に相同ト、
本節の的。

今吾人は本節に述べたる事を實例に依て充分之を詳明するを得べし
吾人は實に造物主の恩恵を感すべし、かの極地に棲息する鳥獸の如き
其色多くは白色にして、殊に冬日に至れば益白さを加ふ、是人畜棲息し
能はざるか如き極寒の地と雖も、白色は黒色より熱を射出すると少く
反射すると多き理により、此妙手段を設けて人畜を生存せしむるに外

ならず、衣服の如き夏日は炎熱を浸入せざらしめ、冬日は體熱を射出せざらしめて體温を平均ならしむるものなり、
 羅紗或は毛皮の如きは、其質疎糙にして射出力弱きが故に、冬日の嚴寒を防ぐに適し、又麻布或は綿布の如きは其質緻密にして反射力強きか故に炎熱の夏日之を着して其酷暑を防ぐ、
 熱帶地方の人種は魚油及び獸脂を全身に塗抹し、外熱の侵入を拒き寒帶地方の人は之を身體に塗り熱體の散出を護す。蓋し油類は其性質熱を射出するの力弱くして又反射するの力弱し、
 諸君又かの雪裏に埋没する草木の枯死せざるは、如何なる理なるかを知らるか、かの草木か朔風膚を裂き雪霰龜瓜を生ずるの際其凍涸に堪ふるは全く雪の熱を射出し又之を傳道するの力弱きが爲めに地温を散出せざらしむるに因るものと云ふべし、蓋し雪及び氷は熱を反射するを強くして吸收射出共に弱きものとす、故に大陽の熱線を受くるも其

融解すると甚た遅し、唯石或は木片の如きもの其面に衝突するときは其物早く已に太陽の熱を吸收し、之を四方に射出して以て近傍の氷雪を融解せしむるに過ぎざるのみ。
 上來叙述したる所により益々余は諸君に面白き實例と有益なる應用を示さん。凡て暗黒粗糙なるものは吸收力多く、整滑緻密なる者は射出力少し、是を以て物を洩散するには粗糙にして暗黒なる器を的當とす、然れども今吾人器中の物體の温熱を保たんと欲せば、緻密にして整滑ある器を用るべからず、蓋し銀器の陶器より善く温を保存するは是か爲めあり、
 又洋火爐の如きは元來熱を放射して室内に温暖を與ふるものなるが故に、其質粗糙にして且つ暗黒なるものを用るべからず、而して此を設くる屋室は善く其熱を反射するを要するか故に白色緻密にして且つ滑澤なるものを以て其障壁を作る。

第六節 傳導の熱

抑も熱は只射出するによりてのみ擴布するものにわらず、直接に熱體より他體に傳移し、爾後其全質中に擴布するを得るものとす、然りと雖も熱の一體より他體に移りて其全體中に擴布するに、各種物質の異なるに從て著しき難易の別あり、或は容易に全體中に擴布し、或は其體の一部より他の一部に移轉すると頗る困難なるものあり、今吾人が陳べたる處により傳導の意味を解したるならん、又其傳導するや種々の物體に從ふて異なるものあるを知らん、

傳導の熱

讀者諸君請ふ吾人をして傳導の實例を見せしめよ、吾人偶之を得たり、天與の好證を得たり、

第一例 湖水の表面が寒冷ある氣候の爲に冷やさるゝ時、表面の質點は下方より上つて之に代り、新陳代謝して全體の水は暫らくにして四度の温度に達す、此温度に至るときは、物體の通常の性質に反し、

水は之より冷ふるに從ふて膨脹す、終に氷を結ぶときは水よりは著しく軽くありて水面に浮ぶ、氷若し水より重きときは氷は結ぶに從ふて水底に沈み、新しき水面を寒氣にさらし、幾もあく全湖の水は氷塊となるべし、然れども實際は第一層の氷を透して第二層の水を凍決せしむるを以て、其作用甚た緩にして湖水全く凍るとさし、
第二例 火箸の一端を火中に投すれば、火の熱の一部は此端に入り込み、火箸を傳ふて進行し、他端に達して之を熱し、遂に手を觸るべからざるに至る是又熱の傳導なり、

上來の實例によりて益々傳導熱の意味を了解したるからん。然れども其物體によりて同しからず、今一片の引火奴を取り、其一端に點火して他の一端を把持するも、熱度の昇騰即ち傳導を感知するとなし、然らば即ち現に燃焼する一端の高熱は容易く其他の部分に傳移するとか、是故に木は熱の不良導體なりといふべし、不良導體とは即ち熱を吸

傳 導 の 熱

收するの力弱く熱を導くに不適當なるものを云ふ又其木片と同一の長徑を有する或る金屬の一端を熾熱し他の一端を把持せんとするも火傷するとなくして決して能はず然らば即ち熱は此金屬片の一端より他端に至るまで導致せられたるあり故に金屬は即ち熱の良導體ありと云ふべし良導體といふは即ち容易く熱を引く物體を稱して云ふ又一片の鐵と一片の毛絨とを取り冬夜外氣中に露せば正に同等たる低き温度を有すれども人若し之に觸るれば鐵は非常に寒冷あるを感ず蓋し鐵は手指の熱を導引すると毛絨より早きを以て手は早く寒冷を覺ゆるなり、種々の物體は熱に對して種々の傳導の度を有することを證するは甚だ容易あり、

試驗 銅及び鐵の棒或は張金各々一本を取り其端を相接せしめ、ランプを以て此端を熱すべし暫らく熱したる後燐の二片を取り、其

熱

の 擴 布

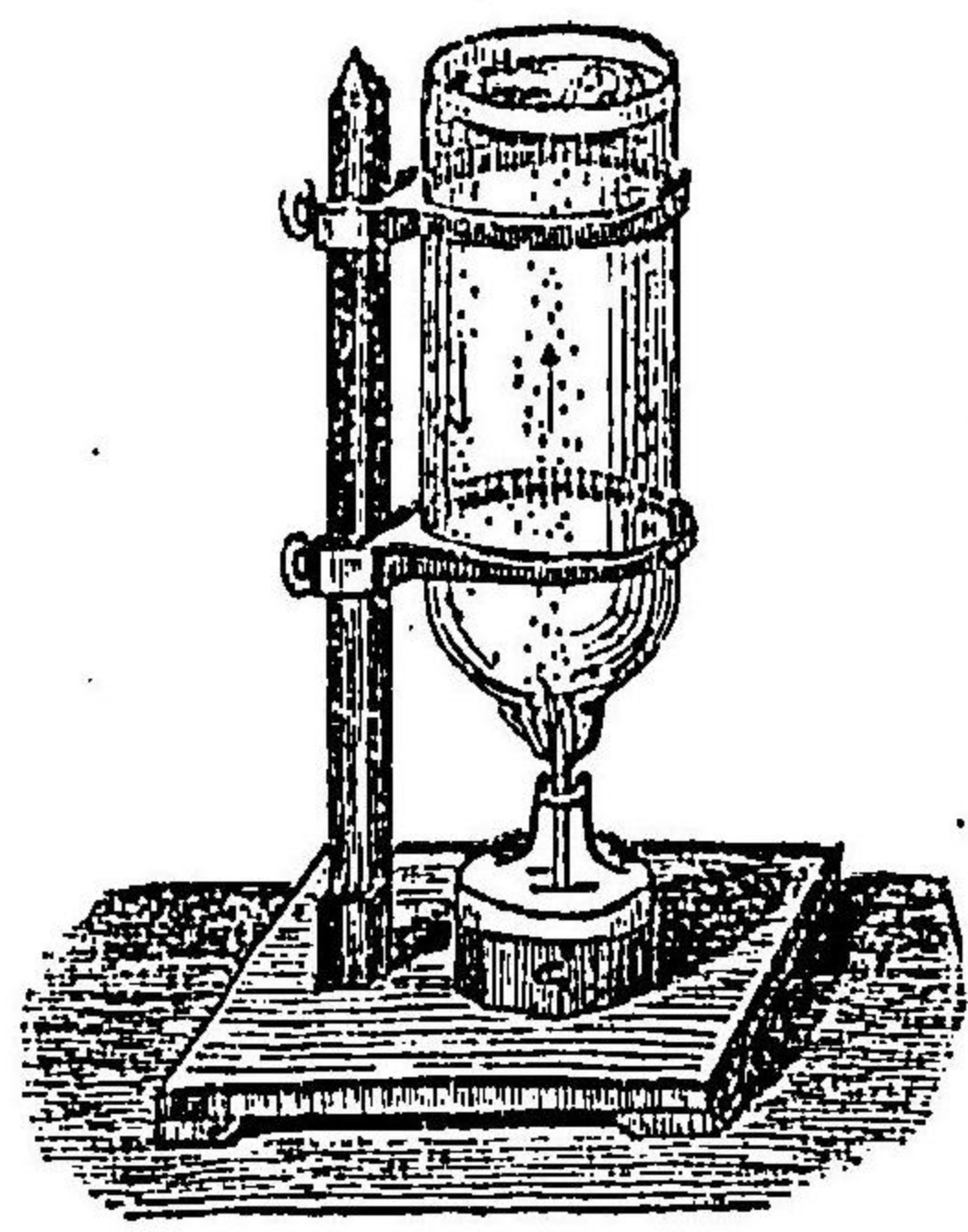
を銅棒の火に遠かりたる端に載するときは燐は直に燃ふべし又他の燐片を鐵の棒に載せてランプを距ると他の燐片に等しからしむるも燐は燃ふるとさかるべし是は銅は鐵よりも善く、ランプの熱を傳導することを證するものあり、吾人は今試験の結果によりて固體に關する其傳導體の順序をあぐれば左の如し、

凡そ固體中金屬は最良なる傳熱體にして、灰、絹、毛、髮、葉、羽毛等は凡そ不良傳熱體に屬す、液體は金屬の形をなし居る水銀を除くの外、凡て熱の不良傳熱體にして其中に熱の擴布するは多く熱を得たる部分の比重は低小あるが爲めに高位に上昇するより生成する所の流通によれり其流通の狀は試験上容易に之を徵するを得べし、

試驗 水を盛りたる槽を取り、沸騰しつゝある油を盛りたる槽を其

表面上に浮ふる時は、油の熱は水を透して徐々に下方に傳達せらるゝ如かし、然れども二三寸の下にては、容易に温度の増加を見るに能はず、是等は液體は大に不良導熱體の證據あり、今之に反して水を上方より熱せず、第七十四圖に示すが如く、之を下方より熱する時は、暫らくして全體の水は熱せられ沸き出すべし、其原因は前に述べしが

(圖五十七第)



如く熱せられたる質點は輕くなりて上昇し、冷き重き質點は上より下降して之に代わること、圖中矢を以て示すが如く、熱せられたる水は中央より上り、冷き水は側面より下りて流れを爲す、少許の銀屑を投入すれば、容易に此流れを見ることが得べし。

又金屬を以て製したる桶の一壁に「キニル」の幫助を以て一個の驗温器を固挿し、爾後其桶中に水を注ぎて、驗温器球の水面を距ると大約二、三センチメートルに至らしめ、今其水面に熱油若くは酒精を注ぎて點火するときは、驗温器の著しく上昇するとは實に非常の長時間を要すべし、

以上の試験に因りて之を徴するときは、液體に付き左の如く言ふを得べし、

液體は僅少ある熱の傳道體なるを以て、理學上是等は不良導熱體といふなり。
 大氣及び其他の諸氣體は甚しき不良導熱體あるを常とす、其傳導力は驗温器を以てするも、其射出線あるが爲に、之を確證すると能はず、雖も、大氣及び各種瓦斯體の特に不良導熱體あるは、氣層を以て周方より圍まれたる物體、大氣層の交換を妨ぐるのみにして、熱を得るも、冷却す

るも甚た徐々じゆじゆあるを見て知るべし、
 かの鬆粗しんそたる物體ぶつたい或は綿わたの如きもの不良導熱ふりやうどうねつたるは多く其無
 數かずの間隙かたげき中に大氣たいきを充盈じゆうへいするに因よれり、かの吾人われんが衣服いふく等らの如く
 俗ぞくに温暖うゑんある物體ぶつたいと唱なふるものは、自みづから温暖うゑんあるには非あらずして
 熱ねつを傳導でんどうするの不善ふぜんあるによれり、
 貿易風くわいぎふう 窻内まはらの熱ねつき空氣くうきは烟突えんつを上ありて室内しやうないの冷ひやき空氣くうきは之これに代
 る、是こゝと同理どうりにて吾人われんの所謂風しよゐんを生なず、赤道せきだうと稱なづする地球ちきうの部分ぶぶんに於
 ては太陽たいやうの熱ねつ甚した強つよく之これか爲なりて熱ねつせられたる空氣くうきは上あ昇しやうすると、
 恰しかも窻内まはらの空氣くうきが烟突えんつを上あ昇しやうするが如ごとし、此こゝ空氣くうきに代かりて兩極りやうきよく則すなち
 寒さむ冷ひやある部分ぶぶんより、地球ちきうの表面へいめんに沿まりて空氣くうきの流ながれ入り來きる、故ゆゑに赤
 道せきだうに於おて直上ちやくじやうする流ながれ、上層じやうじやうより熱ねつき空氣くうきを兩極りやうきよくに送おくり、此こゝ處ところにて
 冷ひやされたる空氣くうきは地球ちきうの表面へいめんに沿まりて赤道せきだうに歸かへり來きる、兩極りやうきよくより赤
 道せきだうに至いたる下層げじやうの流ながれは則すなち貿易風くわいぎふうなり、

第三章 三體の變化

三體さんたいとは何なにぞや、固體こたい、氣體きたい、液體えきたい是こゝあり、吾人われんは前章ぜんじやうに於おて惟熱ただねつの作用さくよう及
 ひ物體ぶつたいは如何いかにして熱ねつを受うくるやを示ししたり、故ゆゑに本章ほんじやうに於おて三體さんたいが
 熱ねつを受うけたる結果けつこ即すなち變態へんたいの狀況じやうきやうを叙論じよろんせんとす。凡たゞそ物體ぶつたいを熱ねつす
 れば、膨脹はうちやうするとは勿論むろんかれども、其膨脹はうちやうの度たぎに至いたては各異かくいあり、又固體こたい
 の如ごときは甚ししく熱ねつすれば液體えきたいとなるものあり、液體えきたいの如ごときは寒冷かんれいに遭あ
 ふときは固體こたいとなることあり、凡たゞて本章ほんじやうに於おては物體ぶつたいが熱ねつを受うけたる
 結果けつこを論究ろんきゆうせんとするものなり、

第一節 固体の膨脹

吾人われんは先まづつ固體こたいより叙述じよじゆすべし、固體こたいにあつては其膨脹はうちやうの種類しゆるいは二種にしゆ
 に別わかる、即すなち其長ながの膨脹はうちやう及あひ積たの膨脹はうちやうあり、而しかして是等こゝの試驗じけんは嘗なて第
 六十六圖だいろくじゅうろくずに於おて示ししたる事ことあるを以もて茲こゝに贅ぜいせず、只左ひだりに數種すうしゆの固體こたい

固體の膨脹

の膨脹表を掲ぐ但し左の者は長きり、
今華氏三十三度即ち氷點の時の長さを1,000,000とするとその長さは11
百十二度迄熱するときには左の結果を得べし、

玻璃	1,000,085	白金	1,000,087
鑄鐵	1,000,109	鍛鐵	1,000,120
黄金	1,000,144	銅	1,000,176
黄銅	1,000,188	銀	1,000,192
錫	1,000,196	鉛	1,000,282
亞鉛	1,000,298		

熱に因て生ずる固體の膨脹は之を實際の用に供すると少からず凡そ
各種の物體は熱によりて膨脹するを以て單一の杆條を以て製造した
る振子は熱度の低き際よりも其昇騰したる際に於ては其長徑を増加
するや必せり嘗て振子の條に於て已に述べたる如く凡そ振子の振動

三體の變化

數は其長の平方根に比例するものあるか故に單一なる杆條の振子は
夏時に於ては冬日に於けるよりも其振動徐々なる固より言を俟たず
して明瞭かりとす故に振子は時儀の緩急を節制するに供用するか爲
め時儀の運動も亦夏時は緩慢に冬は急速とあるべし此損害を補給す
るか爲めに供用する振子は所謂補給振子と稱せらるゝものにして各
種金屬の膨脹係數互に同一あらざるの理由に基づきて構造したるも
のなり、

容積膨脹とは凡そ物體熱に由て其容積を増大するを云ふ茲に於ても
亦零度の容積を原位とし零度より一度に至る迄或物體を熱し零度の
際に於ける容積の原位より膨脹すると幾何あるやを示す所の數を其
物體の膨脹係數といふ、

例今水銀の膨脹係數は0,000,18と云ふときは水銀を熱し
て零度より一度に至るの際には零度に於る容積の十萬分の十八を

膨脹するの義なり、已に或物體の膨脹係數と零度に於ける容積とを
知了する時は、其物體の熱度は如何あるも能く其容積を算出し得べ
し、尤も容積を知らんとするの時に於ける熱度は何れの點にあるも
物體は常に其係數に隨て整正に膨脹したるものと見做すべし、

第二節 液體の膨脹

液體は固體に比して多く膨脹し殊に沸騰點に達するの温度に至ると
きは其膨脹は甚だ正しきものあり液體の膨脹は單獨及び關係の二種
となすを得べし、液體の單獨膨脹とは液體自身の力に起る容積の増大
にして關係膨脹とは其液體を保ちたる器物に關係したる容積の増大
を稱して云ふ、例之寒暖計に於て管中に昇る液體の狀態は管の膨脹と
共に關係あるものにして、其關係より起る膨脹力なり、然れども固より
液體の膨脹は管より勝れり、蓋し寒暖計の最下にある球根は熱力と共に
其容積と増すものにして其球根中に保ちたる水銀の容積は猶ほ比

較に増大するを以て遂に管中より上昇するなり、獨自の膨脹は通例關
係膨脹より大なるものにして、是は吾人か普通見る所の液體の膨脹か
り、

今玻璃中に於て液體を熱するに水銀の膨脹は華氏の一度の温度を以
て熱するときは〇、〇〇〇八三三にして水の膨脹力は水銀の三倍にし
て酒精は其八倍あり、華氏三十三度の時の容積を一〇〇〇〇とする
ときは二百十二度の温度に於ては其比較は左の如し、

水 一、〇四二〇二 水銀 一、一八一五

又油の如きは熱に由て膨脹すると甚だ著し、是等は實に賣買上注意す
べき事にして、熱したるときは販賣者大に利益を收め、買客大に損害お
り、

液體の試験を爲すには、蓋し液體の一定量と取る例之水の氷點に於
て一〇〇立方寸の容積を有する液體を沸騰點まで熱するとき幾

立方寸丈け溢るゝかを見るべし、今水銀の一〇〇〇〇立方寸を〇度より一〇〇度まで熱するときは、一八一五立方寸は溢れ出て、水の一〇〇〇〇立方寸を用ふれば、四三一五立方寸は溢れ出つ可し、此等の試験によつて、温度の同じ増加に對しては、液體は固體より甚しく膨脹し、且つ液體は高温度に於ては低温度に於けるよりも甚しく膨脹するを知る。

第三節 氣體の膨脹

固體液體のみならず、氣體も亦熱に由て膨脹すると強大なり而して其係數は各種の氣體に對し殆ど皆同一にして其膨脹する度は凡て熱度に比例す、然れども熱の外に氣體を膨脹せしむものあることを忘るゝべからず、今ゴム球を排氣鍾内に入れ、空氣を抜くに從ひ球は漸く膨脹するを見る、故に氣球の一定量が熱によりて膨脹すると幾許なるを知らんと欲せ

ば、則ち氣體を圍む空氣の壓力が變らざるとに注目せざるべからず、詳言すれば、球内に少許の空氣を入れ、空氣中に於て之を熱し、其膨脹すると幾何あるやを測るべし、

今吾人が此試験を行ふに空氣を以て六七分満したるゴム球の氷點に於て一〇〇〇立方寸を占有するものは、沸騰點に於て一三六七立方寸とある故に〇度の水を満したる水器中に此一〇〇〇立方寸の球を挿入するときは、器中の水は一〇〇〇立方寸の容積だけ上昇するなり、是れ球の爲めに増したる容積なり、然りと雖も其水器中に沸騰する水を入れ、之に前の球を挿入すれば、水は一三六七立方寸の容積丈け昇るべし、是此温度に於て球が占有する容積なり、

吾人今其精細なる試験によつて其比較表を左に掲ぐ、

大氣	一三六六五〇	窒素	一三六六八二
水素	一三六六七八	炭素	一三六八九六

蓋し前表にて推測するときは氣體は其膨脹相同しきか如し。
 適用の語熱せられたる瓦斯の膨脹の原理は中々要なる例を持つものなり今部屋の空氣數人の集會の爲めに温まり且つ腐敗するときは外部の空氣より輕くなるか故に部屋の最頂に上り其跡は外部より来る新鮮なる空氣に因て充たさる、則ち外部の空氣は戸の隙間或は外部の空氣を流通せしむる爲に作りたる孔應より来る西洋にては其惡腐の空氣を逃走せしむる爲め部屋の上部に於て應を切れり、是れ家屋建築法に於て窓孔を開くの理由は主として前陳の原理による、
 高風或は浪劇の如き上層の部屋における見物人は、下より昇起る熱き且つ腐敗したる空氣の爲めに大なる不利益を蒙り時々昏暈或は頭痛を引き起すことあり、故に此等の害を防ぐ爲め通風機を稱せられたる大なる孔閉は天井に設けらる、而して天井と相對したる閉孔は外部より新鮮なる空氣の大なる分量を供給せしむる爲めに家屋の底に近く穿たる、是等は皆凡て前條の原理を前用したるものと云ふべし、

第四節 鎔解

始に吾人か論ずるか如く膨脹すべき物體は猶ほ亦能く其形狀を變化し固形體をして融液體に變し液體をして浮氣體に化せしむ、然れども其熱の減するに従ふて又故態に復す。

固體若し液體に變するときは鎔解といひ、又融液體寒冷を受け最初に融解を催したるときと同度に至れば再び固體となる、故に鎔解の度は凝固の度に相等しきものとす、

蓋し融解の起るや物體各分子を固着せしむる凝聚力と其物體を分離すべき熱と平均したるときに於て現はるゝものあり、然れども其物體を融解するの温度たるや各物體に因て同しからず、或物體は甚た低き温度にて融解し、又或物體は最高の温度を有せざれば融解せず、則ち左表を見て知らるべし、

解 鑄

種名	華氏度	種名	華氏度
水銀	零下三十九度	蒼鉛	五百度
水	三十二度	鉛	六百二十七度
獸脂	九十一度	アンチモニー	八百四十二度
白蠟	百四十九度	亞鉛	九百三十二度
硫黃	二百三十二度	銀	千八百三十二度
錫	四百五十五度	金	二千二百八十二度

凡ての物體は熱の力をかり融解するものにはあらず、紙、木、骨、大理石等の如き是なり、單純なる物體詳言すれば即ち混合物なき純粹の分子より成る物體は若し充分熱せらるゝときは溶解せざるゝとなし、惟溶解せられざるは則ち炭素あり、融解するべき物體は常に著明なる現象を示すものにして、今一物體融解すべき度に迄熱せらるゝときは、其物體は全く融解し終る迄決して其

化 變 の 體 三

温度を高むるとなし、假令へば今氷の一片を熱するに華氏三十二度に於て融解すべし、而して猶ほ此度より強き熱を與ふるも更に熱度の増加するを見ず、加之其融解して生ずる所の水も亦三十二度にして其熱度毫も最初の氷と異るとなし、故に物の融解する際に費す所の熱量は全く體中に竄入して其熱度を變化せざらしむるものなり、是等は吾人か再言すべきものにして即ち液體の潜熱あり。然れども其融液體其固體に復するときは、今迄潜みたる熱は再び發射し今一度顯熱となるべし、

潜熱の試験を爲すには左の方法に依るを以て最とす、

試験一 先づ華氏三十二度の氷塊一片を取り百七十四度の水一斤と混合するときは其熱は正に氷塊を融解するに應ずるを以て三十二度の水二斤とさるへし、如此一斤の氷を融解するには之と同量の水を零度より百四十二度に達せしむべき熱量を要す、是に依りて之を

見れば水を一度熱するの熱量を以て一位とするとときは三十二度の水中に潜匿する熱量は百四十二位たるあり、
 試験一 錫皿の中に氷の碎片を入れ、ランプにて之を熱し少許の水を殘すに至りて之に寒暖計を挿入すれば、温度は0度より上らざるを見る、即ち溶けたる水は溶けざる時の氷と同温度あるを示す、
 前陳の理に依り氷の融解するときは許多の熱量其中に潜伏するを以て外氣の熱度三十二度を超過すと雖も、氷塊俄かに融解するなく、又之に反して氷を結ぶときは、最初に潜伏したる熱を水中より發出するが故に、たとひ極寒の候と雖も亦遂に凝結するとなし、さて又此の如く氷は水に變化するに際して多量の熱を吸收するか故に、水が氷に復するに當つては此熱を咄出す、蓋し雪は氷の細片の正しく合集したるものあるか故に雨の變して雪とあるときは多量の熱と空氣中に吐出す、著者の如きは北國の人あれども却て東京に來りて寒氣に苦しむこと

屢々あるを以て怪訝に堪へざりしが深く其の理を推究すれば決して怪むに足らず、雪は固と多量の熱を空氣中に吐出するものにして雪降るときは却て天氣和暢なるを以て、余の如き多雪の國に生るゝも甚しく寒氣を覺えず、又東京の寒さは其雪少くして風多きが所以あり、
 他の物體に於ても氷或は雪の溶融する時の如く亦熱を熱藏するものとす、則ち左に掲ぐるものは、二三の物體に熱する潜熱の量價にして有益なるものなり

燐	五、〇	硫黃	九、四
硝酸加倍謨	四七、四	鉛	五、四
錫	一四、二	亞鉛	二八、一

此表に因て見るときは容易に了解すべき者にして、鉛の溶融するには五、四個の熱量を要し、硫黃の溶融するには、九、四個の熱量を要するの義なり、

注◎此の如く氷をどかすには多量の熱を要し従つて永き時間を要す、
 吁是何等の至幸ぞや讀者諸君は須らく造物者の恩恵を感謝すべし否
 な物理學の研究を重んずるの必要を悟りたるを感謝すへし實に是等
 の現像は人生に至大の幸福を與ふるものと謂ふべし若し氷點にある
 氷に少しく熱を加へ直に氷に變するが如き事あらば吾人の住居する
 世界は如何なる状況に至るべきや春風百花と扇く温暖ある日には山
 上の雪は一時に融け此氷は急流瀾漫して其道に横へる物體を流去し、
 山下の人の棲息する能はさるべし、

第五節 凝結結晶

一物體熱によつて融解せられ再び其熱を除去すれば則ち固體に復す
 斯く液體より固體に變するを凝結といふ詳言すれば凡そ熔融したる
 物體其液態を保持する爲めに固有せる温度を失ふときは已に其蓄熱
 を保持すると能はず必ず凝結して固體に歸すべし或物體の通常なる

凝結温度ハ其熔融點と同一點にありとす即ち零度の雪に熱を加ふれ
 ば熔融して零度の水を得而して零度の水より熱を奪取するときは凝
 結して零度の氷と爲る又錫ハ攝氏の二百三十度において熔融し其熱
 度にて再び凝結す凡そ液體の凝結ある際に於ては其熔融の時に潜
 結したる熱は再び全く放離せざるべからず其凝結するときは放出する
 所の熱量は融解するときは吸収する所の熱量と全く同一なり、
 液體中如何に大なる冷度に下すも凝結するときは則ち酒精及ヒ亞
 的兒の如き是あり純水は華氏三十二度にて凝結し太平洋の鹹水は二
 十七度にて凝結し橄欖油ハ二十一度胡桃油ハ十七度にて凝結す、
 水と冷やせば則ち漸く收縮して華氏三十八度七五の時に至て其質緻
 密の極度に達するものあり之より以下漸く其容を増し三十二度に至
 れば更に膨脹して氷凍結合す其凍合するや膨脹力甚だ強盛にして往
 々器物を毀損するとあり斯の如く水の凍合するや反て其容積を益し、

之を凍合せざる水に比すれば其質疎鬆にして比重の減少するものとす、かの氷塊の水面に浮んで沈没せざるは全く此理に根據せずんばあらず、

凝 結 結 晶

吾人かしばく論述する如く固形體の融液體に變化するや必ず熱を吸收するか故に其力を藉るときは非常なる寒冷を生ずるを得べし、例令へば食鹽一分と氷屑二分とを交加するときには二物互に相親和して液體に變し、其際自己の顯熱を吸收するか故に、其熱度非常に低下し甚しき寒冷を生ずるに至る、若し此混和物を用ふるときは華氏零度の寒冷を得べきあり殊に此寒冷の度を得るに的當なるものは硝酸安母紐膜とす、

結晶とは如何なるものを云ふか、今一の液體徐々に放冷せられ固體に變するとき混雜したる排列を爲さず一定の正形を作る、是等を稱して結晶と稱す、食鹽砂糖明礬及び雪の如き是あり而して此等の形狀を見

三 體 の 變 化

るに最も差きものは顯微鏡にして、一度此の鏡に由て見るときは美麗整正の形狀を示す、

融液したる物體の二個の場合に於て結晶すへし、

第一の場合 先づ吾人は其物體を溶解し、然る後徐に彼等を放冷すへし、今硫酸の一塊を取り熱を以て之を溶解し、徐かに放冷するとき先づ表面の周圍より結晶すへし、此時上面の膜を破開して其内液を傾け取るときは、玆に吾人は美麗なる結晶を得べし、

第二の場合 今吾人は結晶せしめんとする物體を溶解して其液を徐々に蒸發せしむべし、水分の蒸發するに伴ひ、器底と側面に結晶を生ずるあり、かの海水より食鹽を製するは即ち此法に依る、蓋し蒸發を遅緩にすれば従て美麗の結晶を得、

寒劑 化合は常に熱を生ずるをも溶液を生ずる二個の物體の時とし、て相混合して寒冷を生ず、而して此等の物體を混合するに好都合なる

とあり前に既へたる食鹽と水との混合して熔液を作る其混合するに當りては甚しき寒冷を生ず即ち多量の熱を吸収するなり、
 試験 今吾人は簡單に之を試験せんとす融けかゝりたる氷或は雪と食鹽とを混して其中に寒暖計の球を挿入すへし、かくするときは水銀は速に〇點以下に降りて融けかゝりたる氷より冷きとを示す、是は此等の二物が混合の後の固體にあらすして鹹水即ち液體あるに由る、

此の如く二個の物體が相互に融ずるときは生ずる所の液體より熱を吸収して温度降ると屢々なり、此の如き物體は寒劑を作ると稱す。

第六節

蒸氣

揮發液

充分なる熱を以て液體に加ふるときは、瓦斯の體狀に變化すべし、是等を稱して蒸氣と云ふ、而して液體より瓦斯の形狀に變化するを蒸發といふ。反言すれば、今若し蒸氣より熱か吸収せらるゝときは、再び液體

に變化すべし、此蒸氣より液體に變化するものは所謂凝縮あり、蒸氣は通例無色にして膨脹力即ち張力を以て有名なるものにして、此張力は非常に熱せらるゝときは大に増すものあり、

己れか固有せる温度に於て發生する蒸氣の數は甚だ僅小にして、此等の中に水蒸氣は常に同一にして、又尤も多量に要するものあり、蓋し河海湖水は自然の現象にて蒸發するものあればなり、

液體は二箇の階級に區別するを得べし、而して此等の階級は、液體より蒸氣に化するの運速に關するものにして、一は稱して揮發液と稱し、一は不揮發液と云ふ。

揮發液とは水、火酒、イーテル等の如く、熱度の高低に關せず、自から保持せる固有の温度にて常に能く蒸發すべき性を有するものを云ふ、今若し器内に水、火酒或はイーテルの如きものを盛り、之を大氣に曝露するときは、漸々蒸發して遂に一滴も存せざるに至る、是等の外に香油及蝨

蓄薇油、橙油の如き皆此類に屬す、又因形體より直ちに淨氣體に化するものあり、樟腦及び麝香の如き是かり、
 不揮發液は如何なる熱力を與ふるも決して蒸發を示さないものにして魚油、橄欖油等の如きものを稱して云ふ、凡そ此等の物體は熱を與ふる甚しければ、數種の氣體に分解して假令之を放冷するも再び故態に復するとなし、又亞麻仁油の如く大氣に曝露するときは變して固體であるものあり、是等は所謂大氣中の酸素を吸收するに因る者と云ふべし、吾人は前に於て蒸氣に二種あることを説けり、而して蒸氣は果して如何なる性質を帶ふるものあるや、蒸氣は固と水の蒸發して成りたるものあれば、水と又同一の性質を帶ふるの點あるや、疑ひなきし、何ぞや曰く潜熱是かり、

試驗 吾人は今之を證せんか爲めにガラス内の水を沸騰せしめ、先づ寒暖計を沸騰水中に投じ、次に水蒸氣中に投すべし、然るときは水

と水蒸氣は共に同温度あるを見る、
 潤ひたる手布にて體を拭ひは冷を感し、又夏日道路庭園に水をそゞくか若くは驟雨來るとき殊に冷を覺ふるは、皆水が蒸發するに當りて、潜熱として多量の熱を取りたるに由るものなり、
 蒸氣の潜熱あるとは吾人既に之を説けり、而して潜熱は何程の量を有すべきや、蓋し氷を水に變ずるには潜熱を要し、又水を水蒸氣に變ずるには再び潜熱を要す、假令へは零度の氷一斤を同温度を有する水の一斤に變せんとせば、幾何の熱を要するかを測りて、七九斤の水を一度だけ高むるに足るべき熱を要するを見る、是水の潜熱は七九といふ所以なり、之と同しく水蒸氣の潜熱は五三七なり、即ち一〇〇度の水一斤を同温度の水蒸氣に變ずるは、水の五三七斤を一度だけ高むるに足るべき熱量を要するを知る。

如此水の熔解し若くは水の蒸發するに當てや、實に多量の熱を要す、

是實に人生幸福の基本ありと謂はざるべからず、若し水が少しの熱に由て一時に水蒸氣に變せば、茶瓶及び其他の蒸器は皆破裂し、蒸氣機關の如きは、全く之を利用するの道なきに至るや必せり、

第七節 蒸氣の張力、汽罐

水蒸氣は固より張力を有するものにして、此張力を確定するの装置は種々の器械に因て之を示すを得べしと雖も、其装置は他日に譲り、惟其結果より惟こゝに其概論を爲すのみ、

蓋し水蒸氣張力の増減するは温度に比すれば、甚だ巨大なる比例にあり、即ち温度強盛の際には温度低下なる際と同様に温度の増加するものされども、張力の増加するは遂に之に超過せり、今百度より百二十一度に至る迄、其熱を昇騰すれば、二十一度の増熱の爲めに蒸氣の弾力は只一氣壓を増加すると雖も、二百二十六度に至る迄、増熱すれば、温度の増加は僅かに十度なれども、蒸氣の弾力は已に五氣壓の増加を見る

べし、故に二百廿六度と二百三十六度との間に於て水蒸氣の張力をして一氣壓の増加を得せしむるは、大約二度の増熱を以て足れり、

温度の増加するに從て蒸氣張力を増加するの状は、一小汽罐即ち所謂「バビン」氏汽罐の補助を以て之を認識するを得るあり、又飽和したる蒸氣の張力は、壓縮に由て増加すると、亦しと雖も、温度昇騰すれば、隨て其張力を増盛するものあり、即ち飽和蒸氣の強力は、温度に關す、依的兒蒸氣を發生せしめたる管中に於て、温度正に零點にあるときに、水銀柱を壓下すると、僅かに百八十二ミリメートルに止まると、雖も、攝氏の三十度にては、已に六百三十七ミリメートルに至るべし、

飽和したる水蒸氣の張力は、大氣の中等温度にては、一二ミリメートルの水銀柱に平均するを得べしと雖も、高熱の際には、最強の蒸氣を破裂せしむるに至る、

水蒸氣張力の外に各種液張力は如何といふに、例へば酒精依的兒硫

化炭素等飽和蒸氣の張力も亦温度に關するや否は驗氣器の裝置に依て之を知るを得べし、

夫れ水蒸氣は吾人の知る運動中最も強盛なるもの、一に位し、今日工業貿易の隆興盛大を極むるも、多くは蒸氣力の補助あるに職由せりとあすも、誰か之を排駁するを得んや、水蒸氣は隨意に強盛或は弱少の力を發起せしむるを得るものにして、其處を撰はすして容易に之を發起せしめて各般の目的に供用するを得べきものあり、

嘗て千七百八十八年の事ありき、英國に於ては鐵坑中の水を除去する爲に蒸氣力を使用したり、之に供用したる蒸機は、サヅエリー氏等ありしと雖も、其作用甚た不完全なりしが、耐後有名なるワット氏出で蒸氣機械の造構始めて完全なるを得、廣く蒸氣力を實際に應用するに至れり、故にワット氏は工業に對して一の新世界を開闢したる祖宗と稱するべし、而して、蒸機の造構法は僅々の歲月に於て非常の進歩を爲し、蒸機

械は實に器械學をして今日の完美ある景況に昇達せしめたる原因を爲すものにして、實に吾人十九世紀の人民に模範機械を示したるものなり、

第八節 沸騰

水蒸氣は諸君既に學びたり、沸騰とは如何、吾人は茲に至り再び蒸氣の事をも詳論せざる可からず、茶瓶が盛に沸くときは、其口に近き處に於ては何物をも見るとなく、半寸計りを隔て、湯氣を見る、又蒸氣機車の上の戸より水蒸を放つときは、上の戸の口に極めて近き處には何物をも見ずして、少しく上方に湯氣を見る、此見るべからざる物は、則ち眞の水蒸氣にして見るべき湯氣は、此水蒸氣が冷ゆるに従ひ生したる小さな水滴より成るものにして、水蒸氣にあらす、眞の水蒸氣は見るべからざると空氣及び其他の氣體の如し、

今陳べたる如く、水が沸くときは、水蒸氣を生すれども、水が沸く前にも

水蒸氣を生ず、水を盛りたる皿を火上にかけば、沸くに先ち水蒸氣を生ず、又濡れたる物を火に近くれば、乾くを見る、是れは水蒸氣の形をなして出てたるに由る、此沸かざる水より水蒸氣が出てたるときは、之れ蒸發にして、水か沸くときは、沸騰と名く、此蒸發と沸騰の差異は何に由りて生ずるや、初め火上にて水を熱するときは、熱は二様の作用を爲す、則ち第一に水を熱し、第二に其一部を蒸發せしむ、然り而して水の温度は一〇〇度即ち沸騰點に達するときは、水は之より熱すると能はずして、火の全力は水を水蒸氣に變ずるか爲に盡され、從て多量の水蒸氣を生じ、管に水の表面より逃れざるのみならず、其底面よりモ亦球形を爲して逃れたる此水蒸氣の球形が水中を通りて、空中に飛散するに際し、一種の噪音を爲す、之を沸くと謂ふ、

以上の言を約すれば、即ち物の騰沸は融液體の泡沫に化して速に蒸散するの謂にして、其池は液の下底より發出し、浮上して遂に空中に飛散

するあり、

・試験 今水を熱し、浮上する所の泡は水中に含有せる空氣の膨脹して昇騰するに係る、尙ほ之を熱するときは、水分子蒸氣に化して浮上す、雖も上層の寒冷なることにより、其氣收縮して再び水に復す、更に火力を加へて全鼎の水悉く熱を受くるに至れば、氣泡を收縮せしむるものなきを以て、遂に滾々として沸騰するに至るあり、

沸騰は他物の爲に其勢力を變ずるとききや、是研究すべき問題なり、余は今讀者諸君と共に此問題を研究するに先だち物の沸騰に關する二則を述べざるべからず、

第一 壓力相同しきときは、諸液の沸騰するに各一定の度あり、之を沸騰點といふ、則ち驗壓器の水銀二尺五寸のとき、純水の沸騰點は華氏二百十二度にして、イーテルは百八度、火酒は百七十四度、水銀は六百六十三度たるか如し、

第二 壓力變化せざる時は諸液を熱して其沸騰點より高度に至らしむる能はず、則ち水を熱して二百十二度に至れば沸騰す既に沸騰したるの後はいかん火力を増加するも其熱度をして二百十二度以上せらしむると能はず、如何とあれば沸騰點に加へたる熱は其液をして蒸氣に變化せしむる爲にのみ費さるればあり、沸騰點に變化を起さしむるの原因三種あり、曰く壓力の強弱曰く器皿の性質、曰く外物の溶入是なり、

第一 壓力の増減は沸騰點に高低を生せしむるものなり、抑も壓力強大なるときに液を沸騰せしめんと欲せば、蒸氣の張力を強くせざるべからず、張力を強大にせんと欲せし熱度を高くするを要す、前陳の如き場合に於て高山の頂に於ける空氣の壓力は山下に於けるよりも少し、如何とあれば頂に於ては空氣の深さ小にして従て空氣の重量小あればあり、一里許の高山の絶頂に於ては水は八十五度前後

に於て沸騰す、故に富士山頂に於ては飯を炊かんと欲し米を沸騰水中に投すると數時間あるも、米は十分煮るとなし、是れ八十五度の熱は米を熟煮せしむるの熱度を有せざればあり、又之に反して深き礦坑の底に於て水を煮れば其沸騰點は一〇〇度より著しく大なるべし、

第二 器皿の性質 器皿の内面粗糙あるときは、其粟起する處最も氣泡の生成に便宜あるを以て滑澤の面よりは沸騰の點低し、故に玻璃器は鐵器より液を沸騰せしむるに高度の熱を要す、

試験 試に粗糙の鐵板を灼熱し板上に水を點すれば、爆然聲を發して蒸發し更に水痕を殘すとさし、然れども今滑澤したる鐵板を以て之を試みれば、水點球形を爲して、徐かに板面に浮走し、敢て沸騰するとさし、如何とあれば其鐵中より射出する熱の爲に水點の下面早く已に氣化蒸發して鐵面に接觸するとかし、かの弄珠鈴者の水を以て手を混同し之を金屬の溶解したる中に浸して、傷害を受けざるも亦

此理に外ならず、

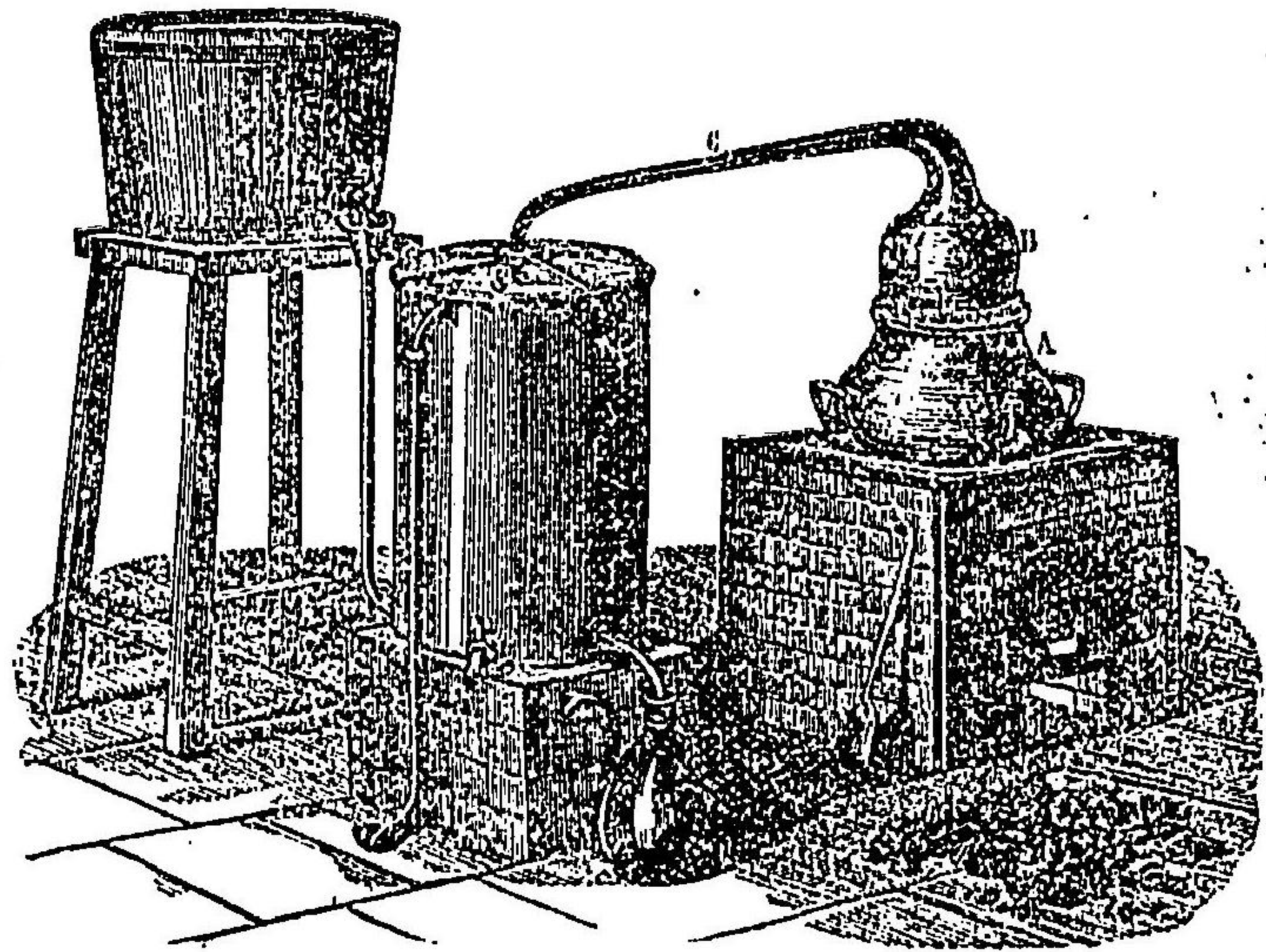
第三 外物の液中に溶入するときは、大概沸騰の度高きものあり、故に鹽分を含有する水は其沸騰すると清水よりもかたきとなり、然りと雖も溶入する物質水よりも揮發し易きときは、沸騰の度却て低きあり。又濃厚粘質物の水中に混在するときは、沸騰の度高きを以て石鹼水の沸騰したるものは清水の沸騰したる者より其熱度更に高し、

第九節 蒸溜

蒸餾とは如何一旦液體迄蒸發して再び故の液體に復さしめ以て他の混交物を除去するの謂にして、其物に従ひ蒸發の熱度に高低あるの理に原きたるものなり、而して蒸餾を爲すの装置は圖を以て説明せん、蒸餾水は精細なる試験を爲すとき用ゐらるゝものにして又醫師は之を用ゐて藥の配劑分合を正確にする等種々の功用あり、

第七十五圖は則ち蒸溜水を取るの装置を示したるものにしてAは

(圖 五 十 七 第)



蒸餾すべき液を盛る所の釜Bは其蓋にして之と連絡してOある蒸氣を誘導すべき管あり、今蒸餾せんとする液を釜中に盛り下底より火熱を施せば、其液漸次に蒸發しO管を過ぎてSある冷水器の内部に貫通したる螺旋形の管に至る此螺旋形の管はOと連通したるものあり、今O管の下端はSなる冷水器中にあるを以て蒸氣之か爲めに収縮して液體に復しS器の下端の一口より滴落する

と凡て圖に見らるゝか如し、蓋しS器の水はO管の蒸氣に感して徐々に熱を生じ、蒸氣を生せしむると能はざるにより豫しめS器の左部に備へある器中より冷水を注入し、別にS器の左の上部にある長管より温水を滴注し、其水をして温暖ならしめざるを要す、此方法を用ゐて蒸溜すれば其中に混在したる雜物は釜内に殘留して純粹なる液體を得べし、

かの葡萄酒の如きは水、火酒及び染色質より成る、今百七十四度沸騰より二百十二度沸騰に至る迄の熱度を以て之を蒸餾すれば、他の成分を殘餘して火酒のみを得、然れども水分は又之と共に多少蒸發するが故に純手たる火酒となすべからず、蓋し再三蒸餾するときは、其性愈猛烈なるものを得べしと雖も、到底此法のみにては、全く純淨なるを得ず、

第十節 眞空中に於て水及水銀の凝固

以上は凡て空氣の關係に伴ふて熱か諸物體に及ぼす事を論じたるものなるが、眞空中に於ては如何今水を排氣鍾内に置き、内氣を抽出すれば、其物體は氷結するあり、若し水より揮發性の強きものを用ふるときは、更に甚しき寒冷を生ずるを得べし

試驗 今綿を以て驗温器の下球を包絡し、液體亞硫酸を以て、之れを浸潤し、排氣鍾内におき、内氣を抽出すれば、亞硫酸速に水銀の熱を奪掠して蒸散するに由り、僅に三四分時を経過するときは、水銀全く凝固するに至る、此時に當りて其球を破碎して之を出すに、其堅硬なると印文を彫刻するを得べし、然れども俄に他物の熱を吸収して、又故然に復するものとす。

第四章 物體の比熱

物體の温度を一度だけ高むるに要する熱の量は物體に因て同しから

す。一物體の一磅の溫度と一度だけ高むるに要する熱の量を其物體の比熱といふ

今茲に十度の熱を有する一磅の水あり、之に六十度の熱を有する水一磅を急速に混和するときは、其混水は大約其平均數なる三十五度の熱を得べし、然らば則ち六十度の熱を有する一磅の水熱六十度より三十五度に至る迄低降する際、則ち二十五度冷却する時に放散する所の熱量は直ちに他の一磅の水をして二十五度昇騰せしむるを得るや明らかかり、然れども若し一磅の水は或る他の物質の一磅とを混和するときは、之は其成績を同ふせず、例へば十度の熱を有せる一磅の水を以て六十度の熱を有する一磅の列並底油に混和するときは、其混液の熱度は頗る低下にして大約二十四度なるを見るべし、故に一磅の列並底油は攝氏の三十六度の熱を放棄したるに、一磅の水は只攝氏の十四度を増昇するを得るのみあり

故に列的並油の熱度をして一定の高點に上昇せしむるに、三十三度の十四(即ち)同量の水を同熱度に昇騰せしむるか爲めに要する熱量の概ね、四を要す其他の物質を以てするも亦之に同じ物體比熱を檢測する方法二種あり

其一 試験せんとする物體を一定度例へば華氏二百十二度に熱して之を氷塊に觸接せしむるにあり、此の如くして熱物の二百十二度より三十二度に至る迄放冷する際に融解したる氷の多少を許り熱物の放出したる熱量を知れば、從て其比熱を決定するを得べし
其二 今試験せんとする物體を若干度に熱して之を冷水中に投入するにあり、然るときは二物の其熱を交換して相平均するに至る此時に當りて二物の重量と其原熱と其平均とを知れば、其比熱を測るを得べし、例へば六十斤の鐵を百五十一度に熱し、七十度の水百八十斤の内に投入するに二物の熱度七十三度に至て平均するとす、

吾人は今最も要用なるもの二三種の比熱表を左に掲ぐ

水	一、〇〇〇	玻璃	〇、一九八
鐵	〇、一一五	亞鉛	〇、〇九六
銅	〇、〇九五	銀	〇、〇五七
水銀	〇、〇三三	白金	〇、〇三二

熱比の體物

此比熱表に因て見るときは水、鐵、銅の同量を取り、之を熱して同度に至らしめんとするに、其際水の吸収する熱量を一千位とすれば、熱は百十五位、銅は九十五位の熱量にて足るとを示す爲めあり、而して水は比熱最も多きか故に之を其熱度に熱せんとするに、他物より更に多量の熱を要す

氣體の比熱を測定するには、空氣を以て標準とす、之を測定するの法、固より固液二體と異れども、其原理は全く前二者と同トク、今は惟其比熱表をかゝげて讀者の推測に任す

元 寒 源 熱

酸素瓦斯	〇、二一八	窒素瓦斯	〇、二四四
水素瓦斯	三、四〇五	鹽素瓦斯	〇、二二一
靛圓氣	〇、二三八	炭酸瓦斯	〇、二四八
水蒸氣	〇、四七五	依的兒蒸氣	〇、四八一

或る瓦斯體若し隨意に膨脹するを得るとき、右の表中に示すか如き比熱を得べしと雖も、之と一局處に閉鎖して熱を加へ、其張力は増盛するも容積の同一に止まり、毫も膨脹すると能はざるときは、其比熱の量價ハ上文に記するよりの小なり、一局處に閉鎖せられて其變容を許さず、一グラムの大氣を一度に至る迄熱する爲に要する所の熱量は、終始變化せざる壓力下にありて自由に膨脹する時に於けるよりも小なるものなり

第五章 熱源寒元

凡て今迄論したる所は熱の性質及び其熱によりて物體の變化したる狀況を示したるものあり其發熱の原因は只火のみなりや是等の問題は亦講究すべき學藝あり吾人の今其熱の原因を別て五種とすべし、

太陽熱

電氣熱

動物熱

器械熱

化學的抱合熱

然らば寒冷の因て來る根元はありや曰く四あり

融解

蒸發

射出

瓦斯の膨脹

以上は吾人は節を逐ふて詳述せんとす

第一節 熱源

熱源中太陽熱は人類の爲めに尤も貴重なるものにして之に次ぐものは化學的抱合(化學)抱合(化學)是なり
太陽熱は其原因は何れにあるや著者の不學未だ知ると能はず若し其

結果に因て之を評せば我地球に受る一歳の熱量を測算するに厚さ百尺ありて地球を包裹すべき堅氷を融解し盡すべし然れども地球は太陽と相距ると甚だ遠きが故に地球及び吾人が受くる熱は僅かに太陽の射出する全量の小部分に過ぎざる也

電氣熱 是は第六編に於て詳論するを以て茲に説かず

化學的抱合熱 試みに金箔を以て鹽素氣中に投入する時は其光輝を放射するとあり凡そ化學抱合を爲すに當て必ず熱を發生するものとす、蓋し抱合遲緩なるときは其熱從て弱く抱合迅速なるときは其熱從て強きものとす、化學的は溫熱發生するものに就て特に貴重なるは燃燒に由て發生する者あり(即ち酸素と他の物質殊に炭水二素との急速なる化合に由て)蓋し燃燒も亦化學上の抱合に異ならず例へば薪を焼くか如き其中に現存せる炭水の二素と大氣中の酸素と抱合して新に炭酸氣及び水蒸氣等を生ずるなり

熱

源

動物熱 凡て動物は熱を有するものにして、其源因は吾人の吸入する大氣は燃焼に由て費消する所の大氣と同一の方法を以て變化せられ前に吸入したる酸素瓦斯に代りて炭酸瓦斯を呼出す是に由て考ふれば體中に於て真正の燃焼を生起したるや明らかなり、蓋し飲食に由て血液中に輸送せられたる炭素は主として動脈管の末梢なる鬚細管中に於てかの肺臟より吸入したる大氣酸素と化合す而して動物體中に於ける此化學的作用を以て炭素の酸化するより生ずる熱量は體外に於て炭素急速なる燃焼に由て炭酸に變化する時と同一の量たるべきや必然あり。

其異あるは一時に多量の熱を發すると徐々に僅微の熱を續生するに因る、

凡そ温血動物の熱は其生息する局處の中等温度とは常に差異ある者とす、是故に動物體は自己持前の温度を固有し絶えず其自熱を生成す

熱

源

るを得るものとす人體の内部に於ては、其の各部分の温度同一にして一個の小驗温器を舌上に置き、口を閉つるの際に昇騰したる度即ち攝氏の三十七度を有す、此等の温度は年齢氣候、健康疾病に由るも著大なる變化なし、大抵四十二度より三十二度位なり、鳥類の血熱は哺乳動物の自熱より高くして、平均四十二度あり、哺乳動物の自熱は甚だ人體に近し、鳥類及び哺乳動物にありては、血温は周圍の熱度に關係を有するとさし、然れども其他の動物諸屬即ちかの水陸動物魚類等にあつては、其體温は周圍の温度に比して僅少の差あるのみなりとす

器械熱 物體の摩擦、壓縮等は皆器械熱にして、諸君若し第二編に於て述べたる理論中、壓縮性の條下をくりかへせば、直ち了觸すべし、凡そ物を壓迫して其容積を減縮せしむるときは、必ず熱を發生するものにして、其壓迫愈々大かれば發する所の熱量も亦愈々多し、故に浮氣體を壓すると劇しければ、則ち其熱力能く可燃體に變するに至る、かの壓

摺性に於て述べたる第二圖の装置に於て圓筒の下底に引火絮を置き、活塞を速かに推進するときは、火絮直ちに熱を發して燃焼するを見る可し又或物體を摩擦するも熱を發す、此摩擦たるや能く人の知る所にして亞米利加土人の如きは小木片を摩擦し北海道土人の如きは今猶ほ此等摩擦の方法に因りて火を爲す、又鐵片の如き之を砲撃すれば直ちに熱を發す、又銅鐵と石とを衝突すれば火を得べし、即ち燧火石是なり、猶ほ引火奴を摩擦するも點火する等枚舉に遑わらず

第二節 寒原

物體の融解によつて寒冷の生ずるは、其融解するや顯熱を吸收するに起るものあり。
 物體の蒸發するときに於て寒冷の生ずるは、又熱を吸收するものにして蒸氣の爲めに潛熱とある

以上の二者は既に前三章に於て詳論したるを以て讀者諸君は充分練

返ざるべし

瓦斯の膨脹に因て寒冷の生ずるの嘗て陳べたるか如く凡て浮氣體を壓迫すれば多量の熱を發生すれども、膨脹するときには必ず自己の熱を吸收するものにして膨脹いよく甚しければ、其熱を吸收すると愈多く寒冷を生ずると亦いよく大なるものあり

熱の射出に因て寒冷の生ずるは實に見易き理にして凡ての物體皆熱を射出して寒冷となる者あり、惟日中には太陽熱を受くると大にたとひ自己の熱を射出するも其得る所大なるを以て、其寒冷の狀を著しく呈せずと雖も、若し夜分に至れば實に其現像を見るを得べし、かの地面寒冷して遂に霜露を結ぶに至るも、全く是が爲にして其熱を射出するも太陽熱を受くるとききを以てあり、惟其明月の夜は晝夜に比して霜露若くは寒冷を生ずると多きは明月の夜は雲霧の遮蔽なきにより、地面の熱を射出すると速にして大に寒冷を生ずれども、朧月の夜は之

應 用 問 題

に反して雲霧四塞し其地面に向ふて射出する所の熱量殆ど地面より散出する熱量と相平均し霜露を結ふと能はず然るに世人輒もすれば霜露を生ずるは全く明月の所爲なりと思へり

植物は其性熱を射出すると速なるを以て霜害を蒙ると殊に甚し故に蒙駭師は其枯死を拒かんか爲めに預しめ藪或は庭席等を以て之を蔽ひ熱の發散を防禦せざる可からぬ

應 用 問 題

- (1) 理學とは如何(2) 物理學とは(3) 物體とは如何(4) 三體とは何々なるや(5) 通有性とは如何及び其名稱を示せ(6) 運動とは(7) 静止とは(8) 力及び抵抗とは(9) 力の種類を挙げよ(10) 遠心力は又遠心力は如何なる功用をなす(11) 機械とは及び其種類を示せ(12) 剪刀は何種の機械に屬するや(13) 鉛直線とは(14) 物體の平均とは如何(15) 物體の平均は何種あるや及び其例を一々示せ(16) 秤量とは如何(17) 虚秤量を以て物を測るには如何すべきや(18) 斜

應 用 問 題

- 面とは及び功用を示せ(19) 振子とは如何(20) 其規則を一々列舉せよ(21) 振子は如何なるものに應用せらるゝ(22) 物體の凝聚力と粘着力の區別は(23) 毛細管引力及び其適用を示せ(24) 如何なる物體が最も支力つよきや(25) 液體とは(26) 水學とは(27) 液體の性質は
- (28) パスカルの氏の試験は如何(29) 液體は如何なる方向に壓力を傳ふるや(30) 水面とは如何(31) 水の表面は如何なるものか又其種類を示せ(32) 連通器とは(33) 噴水器及掘抜井戸の成立を示せ(34) アルヒメーテスの原理は如何(35) 平方とは如何(36) 比重とは(37) 瓦斯及び蒸氣の種類を示せ(38) 空氣の張力は如何なるものなるや(39) 空氣の重量はいかにして量るか(40) 太氣の壓力は如何なる重量あるや(41) 驗温器とは如何及び其用法製造法を示せ(42) 驗温器の種類をあげよ(43) 排氣鐘とは(44) ヘルロー氏の噴水器の装置及び其原理を示せ(45) 唧筒及其製法(46) 空氣の浮力は(47) 輕氣球の製法及び其原理(48) 聲音學とは如何(49) 音響は何に由て生ずや(50) 其物體を示せ(51) 音波とは如何(52) 音波の播布は如何にして行くや(53) 音響の速力(54) 響の反射及び其反響(55) 接聲筒及び喇叭は如何なる理なるや蕭笛は如何なる理によりて發

するか及び圖解を以て之を示せ
 (56) 熱とは？ (57) 其性質は？ (58) 物體は熱に遇ふて如何なる状態なるや (59) 熱き物體は冷き物體より重きや (60) 金屬の棒を熱するときは其延ぶるとを證明する試験を示せ (61) 寒暖計の製法は？ (62) 寒暖計に何種あるや其名稱を示せ (63) ガラスと鉛は何れが多く膨脹するや (64) 三休何れが多く膨脹するや (65) 物體比熱とは？ (66) 熱の反射と？ (67) 熱源寒源とは

第四編

第一章 視學の定義

視學とは光線及び視覺の理を論し且つ望遠鏡顯微鏡等の如き光線に關する器械の事を論ずる學問にして所謂物理學の分派あり、
 光とは眼目をして視覺を起さしむる者にして視覺とは眼力の働きを稱して云ふ、

宇宙若し光を欠くときは萬物辨視する能はず人倫五常の道茲につき禽獸の生殖草木の繁蔚又休まん萬類生育人生の保續及び快樂は盡く光に由らざるものなし其光の徳の大なる以て知るべし、

第一節 光の本性

光の性質に關しては二個の理論あり曰く流出説曰く振動説是あり

光は至微至細の分子にして發光體より發射し來り、眼中の網膜に達して始めて視覺を起さしむるものあり、此説はニエーソン氏の學説と稱するものにして即ち舊説に屬す、

第二はハイゼンヌ氏の首唱する所にして光體は發光體の振動に起因するものにして「イーセル」と名くる精微の氣ありて宇宙間に瀰漫し十分透明なるを以て人目にふれざるも彈力甚だ強大なるか故に能く其振動を受け、之を傳達して眼に入り視覺を挑起すると恰も彈體の振動を大氣に傳へ耳に輸して聽覺を起すか如しと、最後の學説は當時理學者流の一般に憑據する處にして近來遂に其振動説に傾向するに至りたり、

第二節 光體暗體

太陽、恒星、紅燄せる物體、燐光を發する物體、燃焼する物體等の如きは、絶えずエーセルを振動せしむるものにして、是等の如き自から光を發す

る所の物體を總稱して發光體若くは光體といふ、

光體より發射し來る所の光を受け之を反射するに由て始めて其自身の象を現はせせむ、光の來射するとなければ顯出するとかきもの之を暗體とは稱するなり、遊星、彗星、衛星若くは月の如きは太陽の光を受け始めて始めて其物體を明瞭に見るとを得るなり、凡そ光體より發する所の光に就き、最大貴重と稱すべきは日光にして之に次いで必要なるものは、化學的の光即ち火光なり、而して光には著明なるものと輕微なるものとありて、其最も強光あるものは、即ち日光かりと稱す、

太陽若くは電光、燦鳴瓦斯を燃焼する火焰中に發する所のドルモン、ド氏の加爾基光、マグネシウム光、酸素瓦斯中の燐光の如きは、凡て強光に屬す、太陽及び恒星の如きは、未だ其の發光の原因を知るを得ずと雖も、石炭金屬の如き凡ての物體熱を受くれば、必ず發光す、其發光

の多少は熱度の増減によるものあれば、思ふに太陽恒星の如きは亦必ず之を熱するものあらんか、

蠟燭或は燈火の發光するは、其質を成す所の炭素水素の大氣中の酸素と化學抱合を爲すに當りて發熱燃焼するによるものあり、

極めて微弱なる光は暗處にあらざれば、吾人の視覺に感ずるとあし、蓋し光に強弱あるは音響に強弱あるか如し、燐光を發する物體の如きは

此等の種類に屬するものにして、燐螢若くは夜光木の如きは是なり、其他適宜に之と温め、或は暫時日光に曝す後更に暗處に移して之を視れば、

自から發光するの物體、金剛石、大理石、石膏、卵殼の如き凡て加爾基光と含有する物體是なり、

著者思ふに燐光の發する原因は、また輒すく明言する能はずと雖も、若し之を區別せば二種の原因に歸するからん、即ち動植物類の發光するは一種の化學變化に由り、礫石の自から發光するか如きは、電氣

の動作或は他の理學上の變化に因るものあらん、吾人は暫らく第二の振動説に従へ、暗體他より光を受けて自から光體となるの理を論ずれば、光體の振動は「セル」を経由して光なき物體即ち暗體に傳達し、其細小分子を振動せしむるを以てあり、

第三節 透明體、不透明體

透明體とは玻璃、水晶、氷、水、大氣等の如きものにして、皆光を透過せしむるものを稱して云ふ、不透明體は全く光を遮絶せしむるものを云ふ、則ち金屬、木類及び鑽石の類是なり、

他に半不透明體あるものあり、稍々光を透過すと雖も、明に物像を透見すると能はざるものにして、疎面の玻璃、薄き磁器及び油紙類の如し、

以上は唯其物體の光を透過する多少を區別せしものにして、諸體中決して充分の透明と稱すべきものならず、故に、至其の透明體なりと雖も、其物體の重層するに至り、漸く光を吸収し、遂に不透明體とある、

故に是等の區別は只比較的の差等あるのみ、
 黄金の如きは常に不透明體と稱すと雖も、之を至薄の金箔ともし硝子
 板の間に挿み之を視れば、光を透過せしむるを見る、又水の如きは透明
 體なりと雖も、深ければ遂に水底を見ず、大氣も亦其層を疊積するに従
 て多少透明の度を減す、故に物體の透明體と不透明體との區別は只物
 體厚薄の度に關して之を立つるのみ、

第四節 光の發射

凡て光體より發射したる光の傳達し來る所の線路を名けて光線とい
 ふ、其線路の散開するものを散筆といひ、其集合するものを集筆といひ、
 其平行に直進するものを光棍と稱す、かのイーセルの平等ある光媒に
 あつては、光線其光體を中心として圓く四方八面へ直進し、イーセルの
 平均せざる光媒にあつては例令は疎境より密境に入り或は密境より
 疎境に入るときは如きときは、光線其境界に於て屈折し恰も此處に他

の光體ありて光を發するか如く、更に圓波の形状を作つて直行す、太陽
 の光線空氣中を經過して地面に達するときは屈曲するは其上層の稀
 薄にして下層の濃厚あるによるなり、光の速度は極めて迅速なるもの
 にして、かの遙かに烽火電光を見て後ち雷鳴爆聲を聞くが如く、以て光
 の速度の巨大あるを知るべし、
 太陽は我地球を距ると甚だ大なりと雖も、太陽より發する所の光は大
 約八分時十三秒中に我地球上に達すといふ、而して地球と太陽の距離
 は四萬二千里あるが故に、其八分時十六秒にて光の速度は四萬二千方
 里なりと謂はざるべからず、
 是等は如何ある方法に因て測定するや、或は星學上の測算に因り或は
 的當の裝置を以てす、何れの方位に因るも其成績同トきが故に、そは諸
 君の随意に任すべし、其方法の如きは宜しく他日に期すべし、
 光の強弱の原因は、其光の強弱によると勿論されども、之を受くる面の

光點を距るの大小と、其面と落射し來る光線との間に生ずる角度に關す、今物體若し光點を距ると一、二、三の對稱を爲すときは一の距離にあるものは一定の強度を以て照輝せられ、二の距離にあるものは其四分の一、三の距離にあるものは其九分の一の距離を以て照輝せらるゝ也。換言すれば發光體の距離の自乘に逆比例すると恰も重力及び音響の増減する規則の如し、其光の強弱を試證するの器あり、名けて光計といふ。吾人は今其裝置を陳べん、

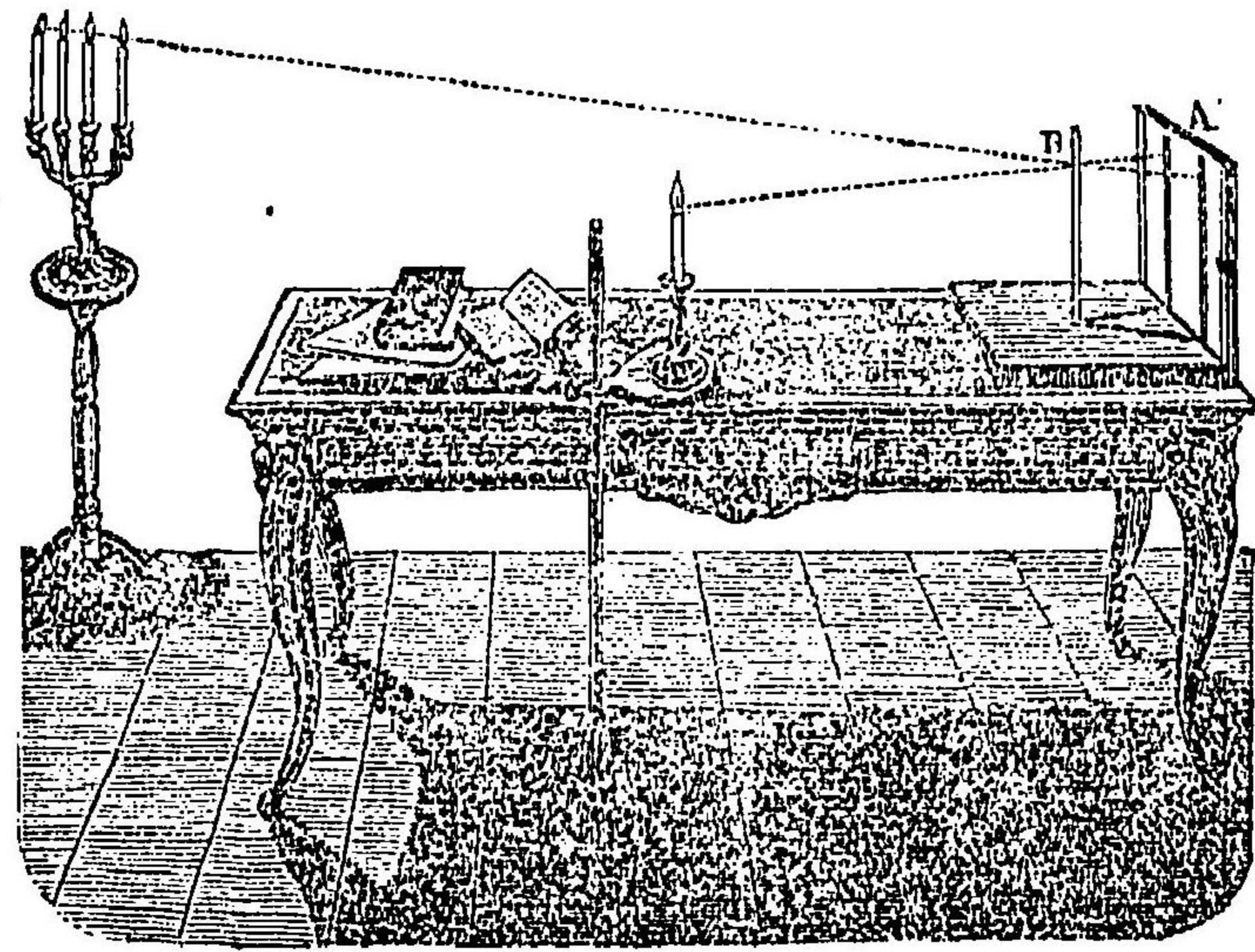
試驗 第七十五圖に示すが如くAは疎面の玻璃屏にしてBは不透明の板なり、今試みに棍より同距離の兩所に同大の燭火を置くときはAに映ずる所の棍影更に濃淡の差別あることなし、然るに今圖の現在の如く其一燭を二倍の距離に移すとき、其棍影の淡さと四分の一とあり、三倍すれば九分の一となり、四倍すれば十六分の一とな

るが如く凡て距離の自乘に従ふて逆減するなり、是を以て二光の距離を比較せんと欲せば、先づ其物を遠近進退して玻璃屏に映ずる棍影を均同からしめ、然る後影より二物に至るの距離を測り、其數を自乗するとき、之れを知るを得べきものとす、

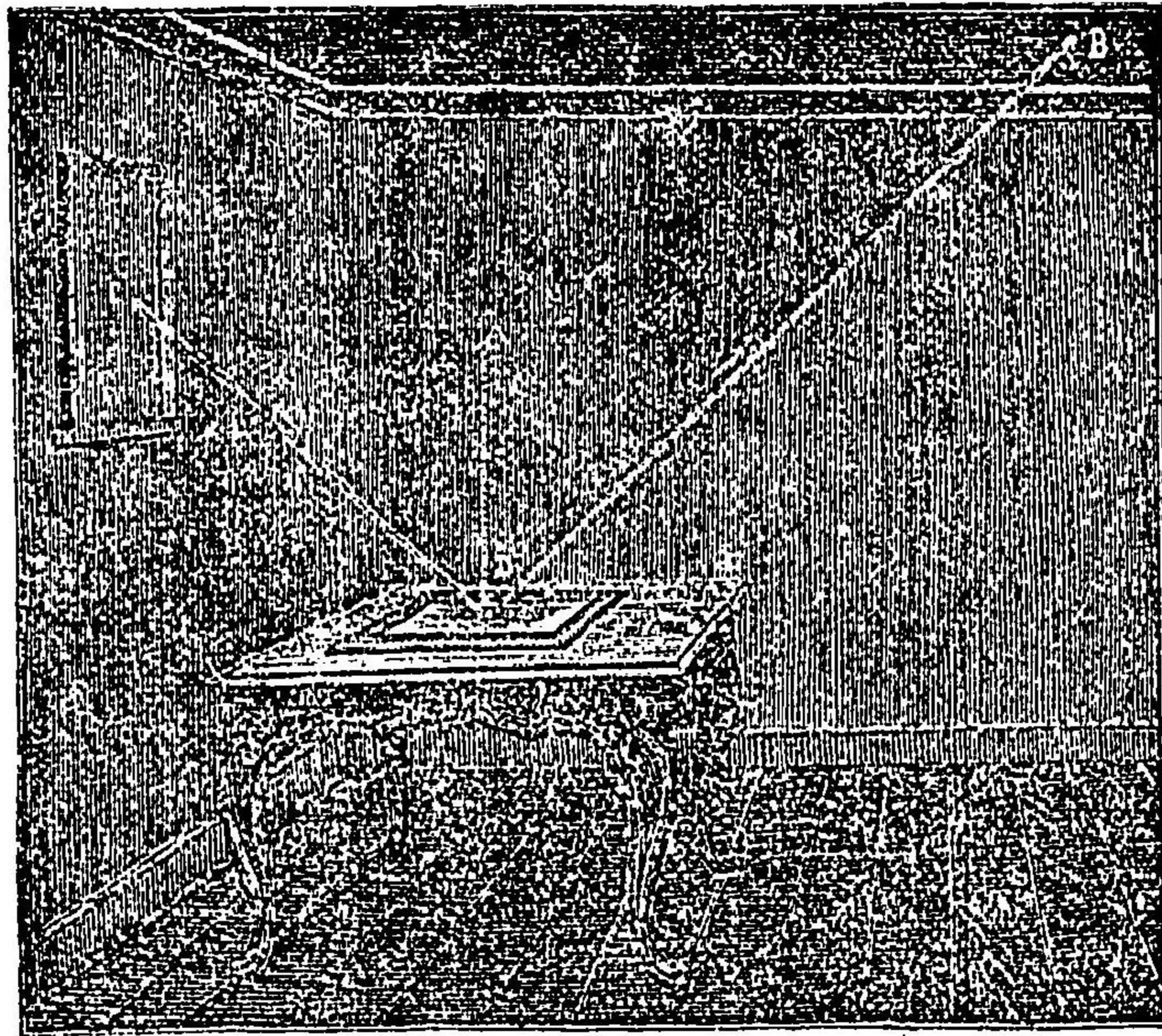
(圖六十七第)

第二章 光線の反射

今暗室一壁に小孔を穿ち、日光を射入せしむれば、内壁の一部に太陽の光像を生ず、今茲に鏡を置く



(圖 七 十 七 第)



點あり而して其の進入
 線と進入點の間へ鉛直
 線を引き作りたる角は
 進入角といふ。かくし
 てCDAは進入角と呼ぶ。進
 入線を経過せしめ又直
 線を経過せしむる平面
 即ちCD DAは進入面と稱
 せらる。又反射面より逐
 放されたる線は即ち反
 射線にしてDB是あり。又
 反射線とを鉛直線を引き
 て作る所の角は反射角と

きは其位置の如何に關して室内一定の處に於て更に一箇の光像を見
 るべし。第一の光像は日光の射入に由て生ずると雖も第二の光像は即
 ちかの鏡面に由て反射せられたる光に由て生じたるや疑ひあし。是即
 ち光の反射する明瞭あり。
 而してかの光線が瑩滑ある物面を射るや其接する際に於て別れて三
 ど爲る一は規正に反彈し一は不正に反彈し一は體中に進入す。其反彈
 するを光の反射といひ。其反彈せしむるを反射體といひ而して其反射
 する光線の多少は反射體の性質と其面の精粗と進入線の角度に關す
 るものなり。
 本章は凡て熱線の反射と異るとなし。今物體より發する光線反射面上
 に射落するときは是等の光線を稱して進入線といふ。今第七十七圖に
 見るか如くDは則ち進入線なり而して其進入線の反射面鏡、硝子面の
 如き瑩滑の者に集るときの其點を稱して進入點といふ。Dは則ち進入

稱せらるる BDA の如き是なり、反射線及び鉛直線は反射面と稱せらるる BI 及び DA の如き是なり、
 反射の法則 左の法則は理論及び實際に因て證據たてられたるものなり、

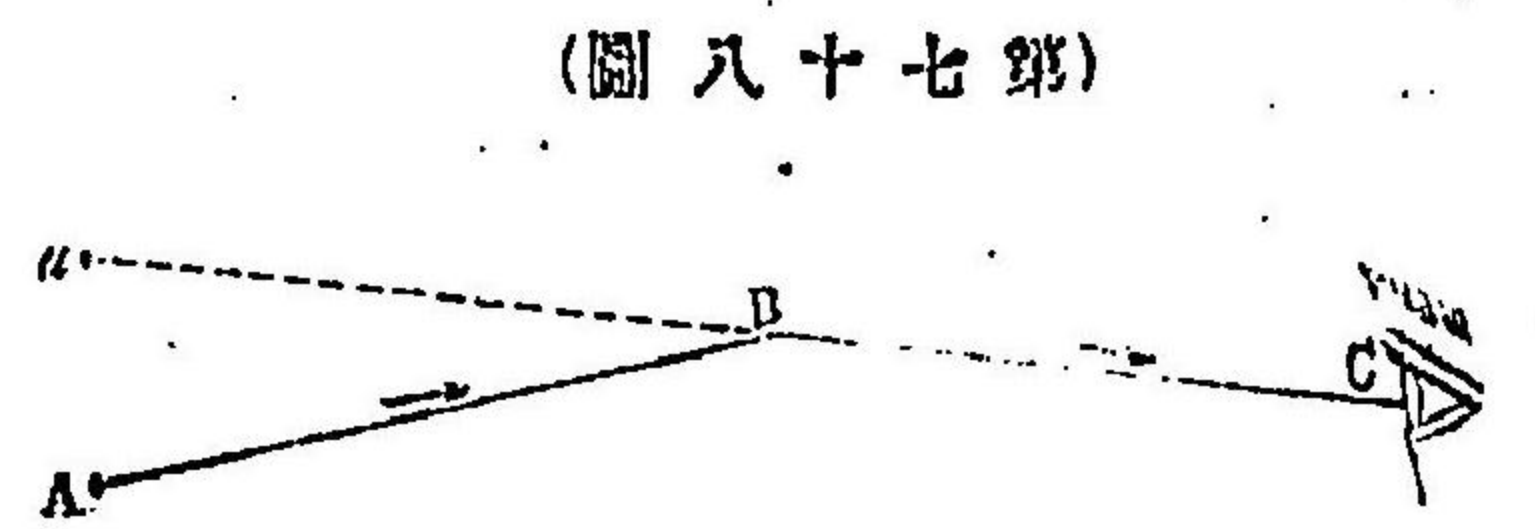
第一則 反射線と進入線との進入點に於て其體面に眞角に設けたる線と常に同一の平面中にあるものなり、

第二則 進入の角度と反射の角度とは常に同じきものなり、

凡て此法則は熱線反射の法則と相同しく、又第七十七圖の試験に因て知るを得べし、

以上の凡て其光線と遮妨せざるなき場合を示したるものにして、凡て物體より眞直に光線を發するときは、吾人の眼中に正しく見るを得べしと雖も、光線反射或は屈折し來りて眼目に達するときは、直ちに其方向に由て其物體の位置を知ると能はず、余は今第七十八圖に於て之を

明示すべし、



(圖八十七第)

A の AB なる方向に進行する所の光線を發する物體を示したる者にして B にて屈折若くは變更し BC なる漸進路を取れり、眼は BC なる方向より光線を受取るを以て、其結果の遂に A なる物體のなる位置にあるか如く見るあり、而して其眞正の位置の A にあり、是畢竟光線屈折の原因による、此原理は反射若くは屈折の爲に生ずる現象を説明するに必要のものあり、

第三章 鏡

鏡とは物體の形狀を顯す爲めに用ゐられたる平磨したる表面を有する物體なり、

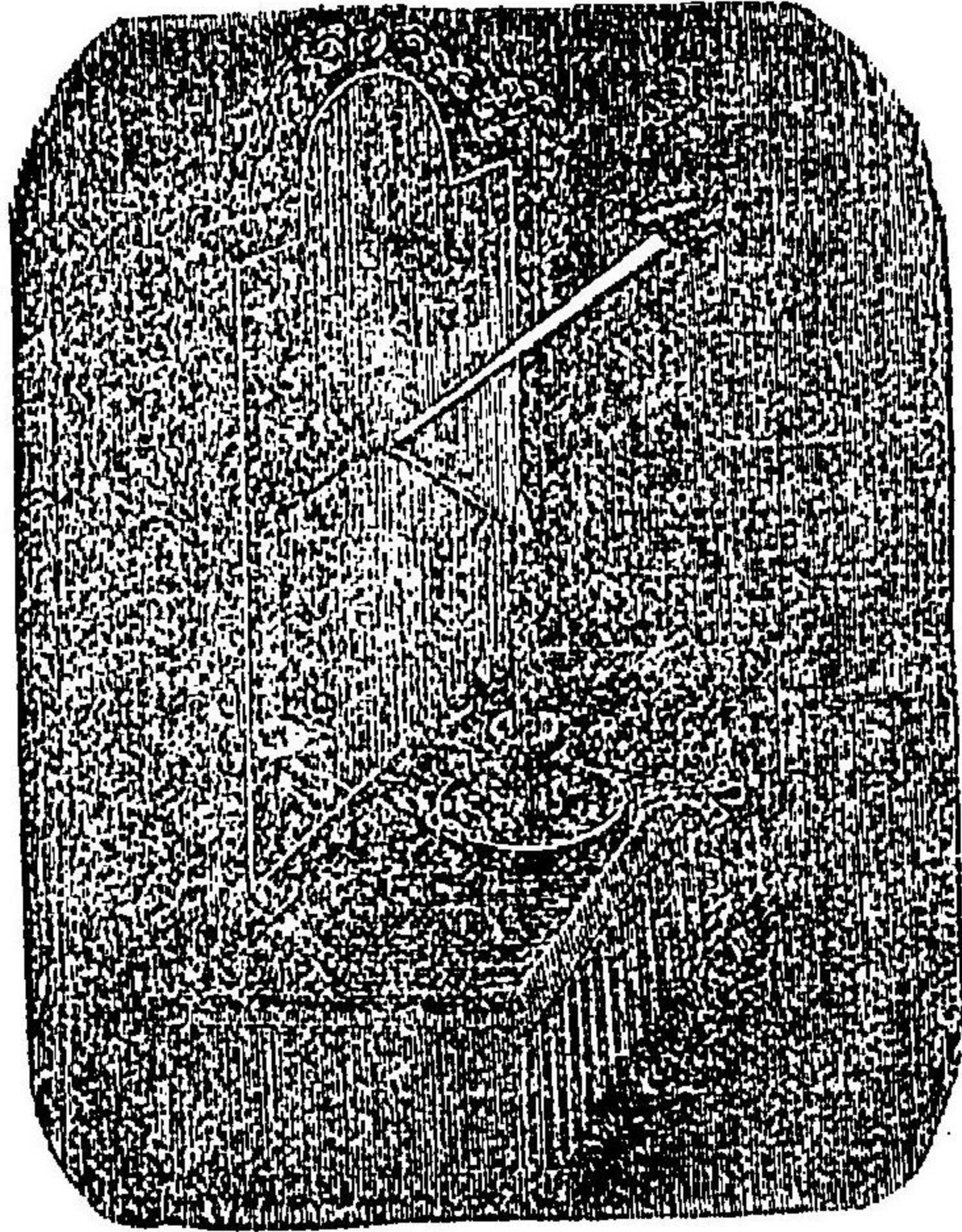
最も善く反射する表面は平磨したる金屬の物體なり、吾人か通例用よ

る鏡は其裏面に錫或は水銀の薄片を塗抹したるものなり、
 元來反射には二種ありて一は正反射といひ一は不正反射といふ。滑
 澤なる面は常に正反射を起して、光の由來する所の物體の背像を生じ、
 之に反して不正に反對したるも光は、其反對を起す物體を顯はす、物體
 の著明なる背像を現はす所の滑澤なる面は總て鏡の戸籍に屬す、
 鏡とは二種あり、一は平面鏡と稱し、一は彎面鏡といふ、平面鏡は吾人の
 用ふる粧鏡の如きものは是なり、
 吾人は是より節を逐ひ詳論せんとなす

第一節 平面鏡

平面鏡は光線を反射すべき面の正平なるものにして、通常使用せる玻
 璃鏡の如き是なり、水銀面、水面等皆其例あり、而して之に映出する所の
 者を物體の背像と云ふなり、水銀は星の高度を測量する時六圓儀に用
 る又天文器械の裝置を修理する爲めに用ふるとあり。

(圖九十七第)



第七十九圖は則ち燭火より發する所の光線平面鏡より反射して背
 像を目に映出する状を示したるものなり、而して屢陳ふる如く進
 入線及び反射線の角度は

常に同一あるが故に今か
 りに反射線を鏡背に引延
 して進入點より燭火に達
 するの距離と同度に至れ
 ば正に燭火と水平の一點
 に會するものあり、因て鏡
 前一尺の處に燭火ありた
 りとすれば、目其背像を見
 るや恰も鏡背一尺の處にあるか如く見ふるものなり、此原理は唯能く
 其の反射規則を熟讀すれば、自然明了となるべし、此例は燭火に就て其

一 斑を示せしものなるが、他の諸點も亦是と同一からざるべからず、第八十圖に示すか如く小女の右手は肖像の左手の如くかれの左足は肖像の右足の如く左右相反對して吾人の眼前に映出す、そは肖像がかの如く鏡面に顯はるゝにわらずして惟其反射の原理により如此吾人の視覺に見ゆるあり、如何

(圖 十 八 第)



とされば此小女の肖像は反射するとき遂に其名稱の如く反對とあるものあり、蓋し玻璃鏡には玻璃面と金屬面とありて、濃淡二様の肖像を

映出す、若し之を知らんと欲せば、指頭を鏡面に觸れしめて、其濃影と淡影との距離を見れば従て其玻璃板の厚さを辨知すると容易なり、

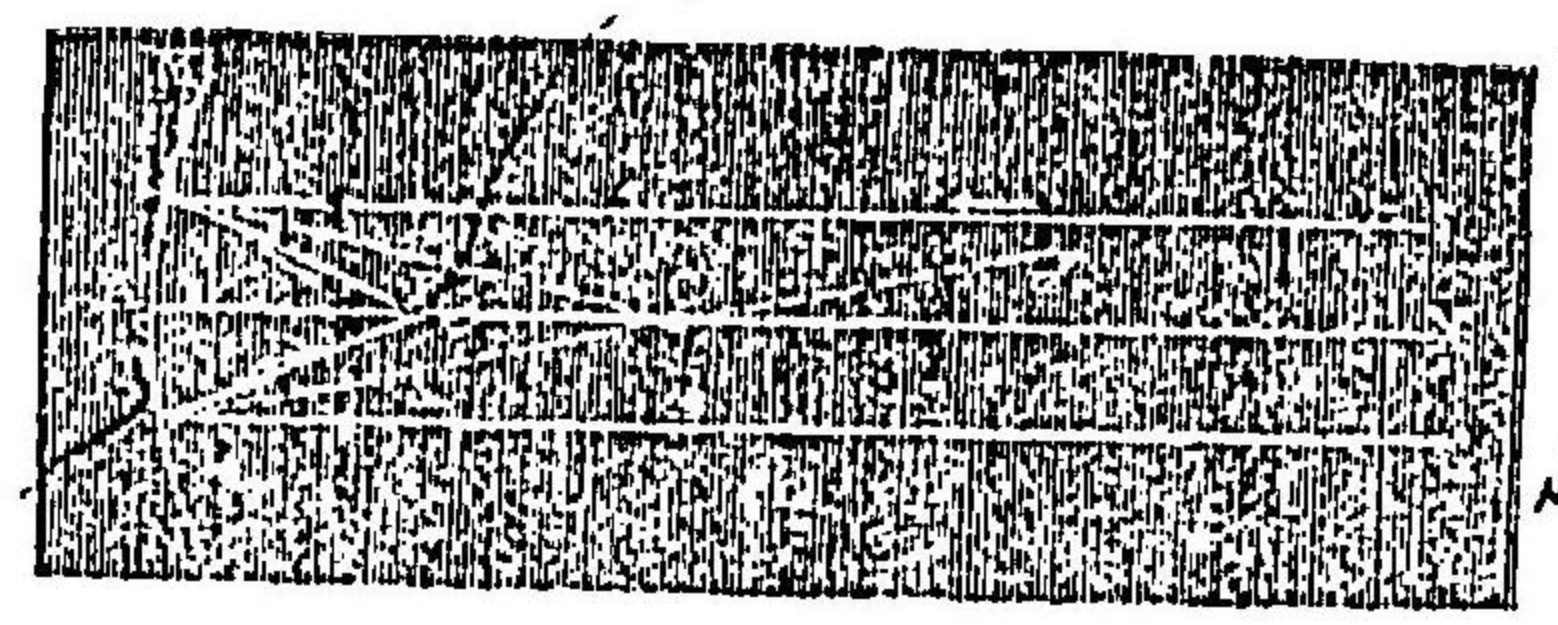
第二節 彎面鏡

彎面鏡とは球の一部分と看做すべきものにして、光線を反射すべき面の彎曲したるものあり、其種類二あり、一は凹面鏡といひ、二は凸面鏡といふ、凹面鏡は凹面より、光線を反射するものにして、凸面鏡は凸面より、光線を反射するものあり、

此二鏡は共に其面の中心を頂點とし、其面に添ふて假りに球形を畫し、其中點を鏡心と稱し、此鏡心と頂點とを貫穿したる線を鏡軸と名く、

例證 今 M N なる凹鏡ありとする時は、A は頂點、O は鏡心、AX は鏡軸と稱す、又鏡の焦點とは總て光線の輻湊する所にして、猶は熱の焦點の如し、又鏡軸と平行して來る光線の集合する所は、之を稱して主焦點と名く、今光線 IS 是の如く鏡軸に平行して來るときは、其投射點

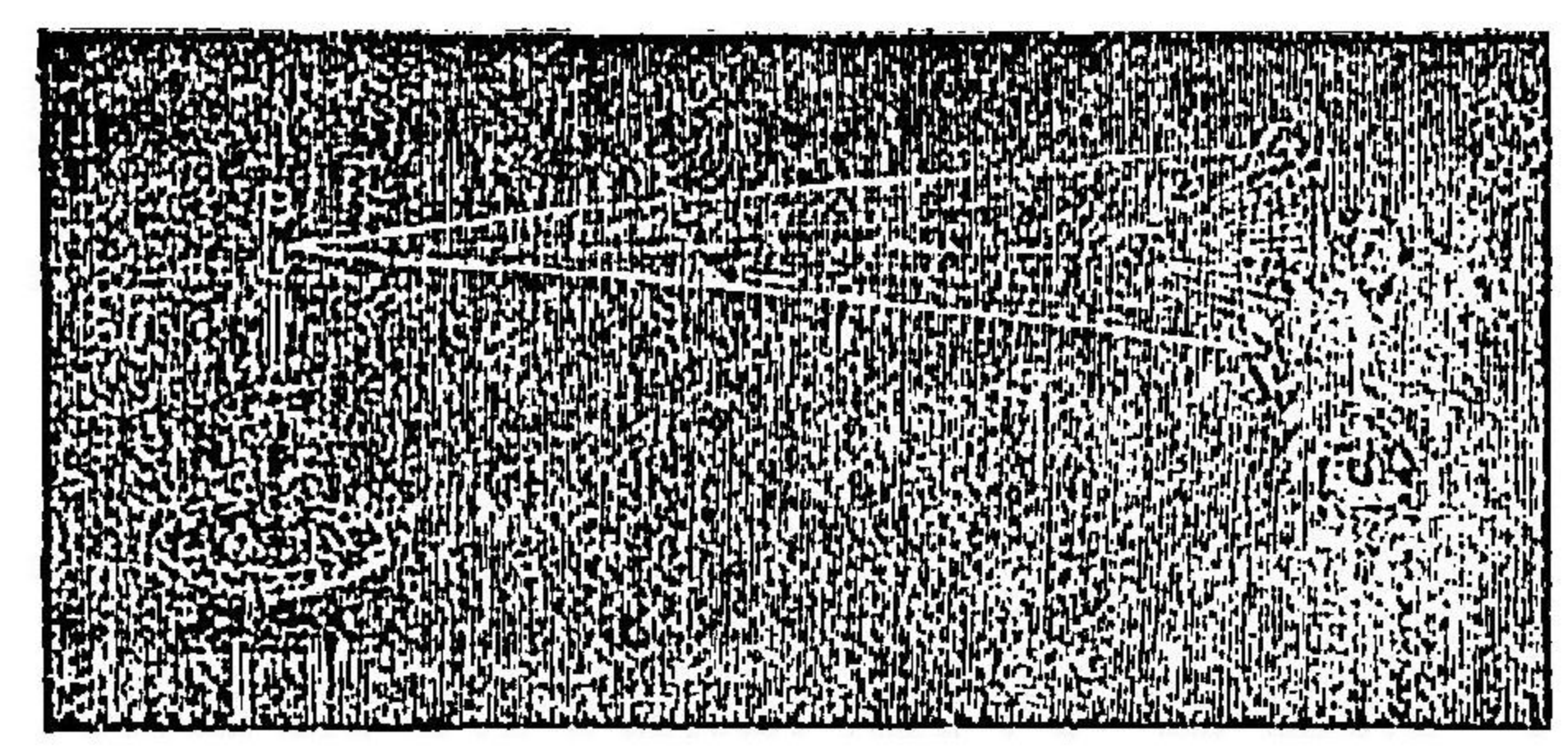
(圖 一 十 八 第)



ふ又光體鏡面より極めて遠き軸上の一點にあるときは其の光殆と平

に鉛直あるCIとC₁との線に對して同角度のFに集合す故に主燒點は必ず頂點Aと鏡心の中央にあると本圖の如し、
光線若し鏡面より遠からざる軸上の一點より發するときは主燒點に反射せしめて軸上の一點に集合すべし、
實例 第八十二圖は則ち此の理を説明したるものな Bより發する光線は反射して主燒點Fと鏡心の中間に集合し又鏡面より發する光線はBに於て燒點を爲すものなり前陳の如く此の所より發する光線は彼處に燒點を爲し彼處より發するものは此の處に集合しBは互に相燒點を爲すか故に此の二處を稱して結集燒點とい

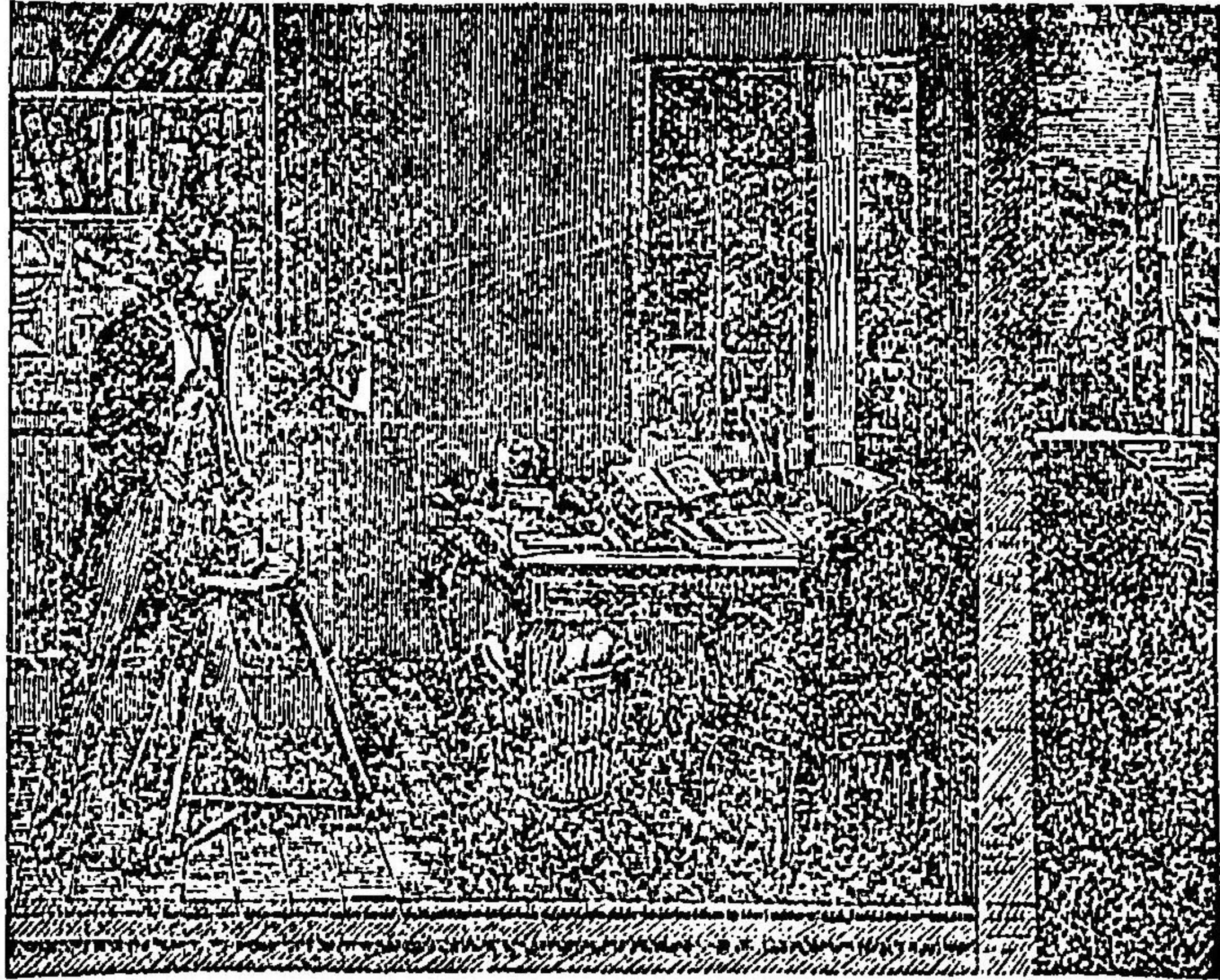
(圖 二 十 八 第)



あるときは燒點も亦軸外に生ず、

行して主燒點に集合す光體又鏡面に接するといよく近くあるときは其燒點益鏡面をはきれ又光體鏡心の方向にあるときは發射する所の光線は悉く鏡面の各部と鉛直ならざるべからざるか故に其燒點も從て故位に復す次に光體が鏡心と主燒點との間にあるときはかの燒點は必ず鏡心の外に生し、光體主燒點にあれば其光線平行に反射するが故に則ち燒點を爲さず
光體主燒點Fと頂點Bとの間にあるときは又反射して分散するものなり今其反射線をかりに鏡背に延長するものとせば則ち或一點に集合す之を稱して假燒點と云ふ若し光體軸外に

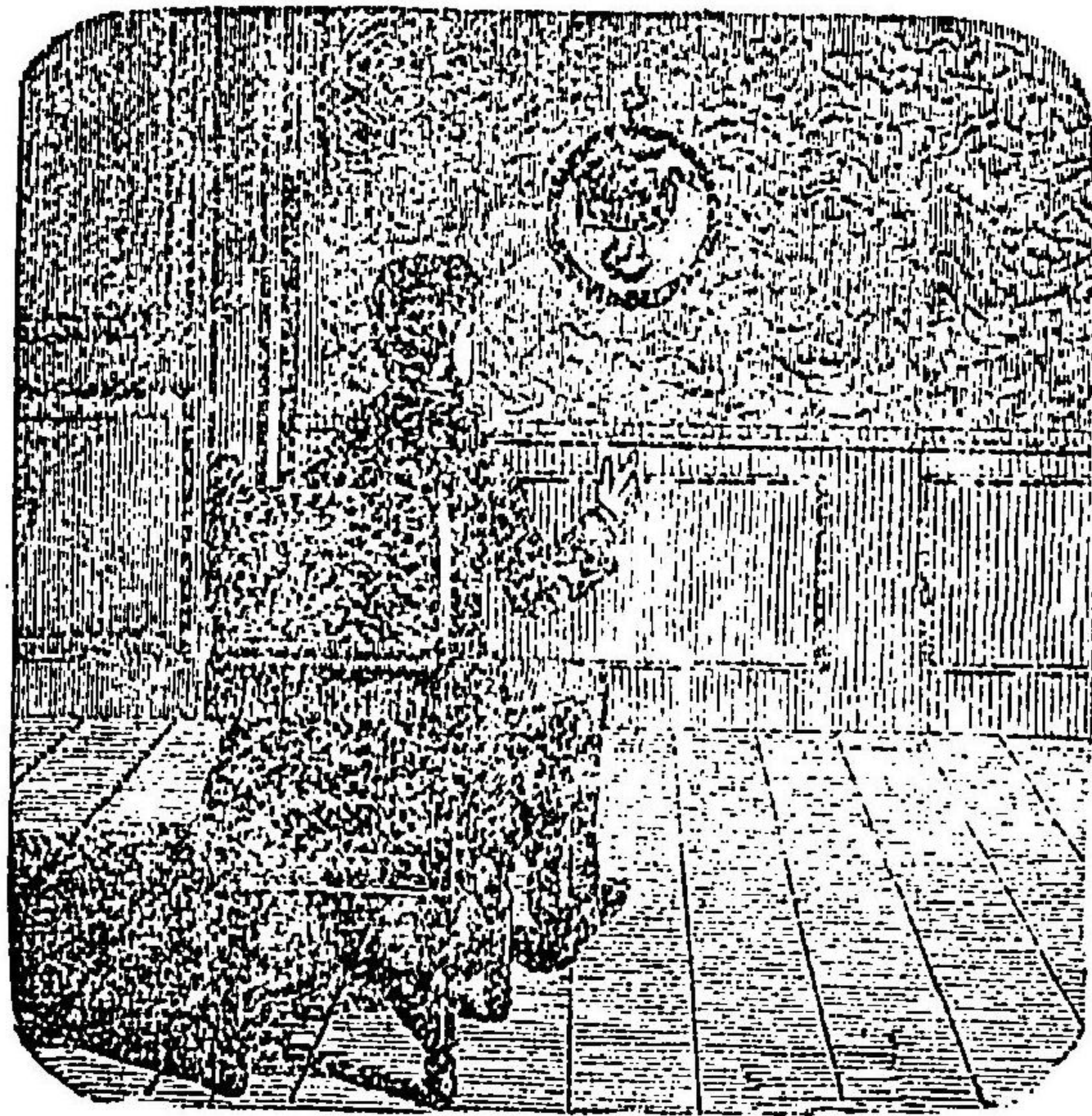
(圖四十八第)



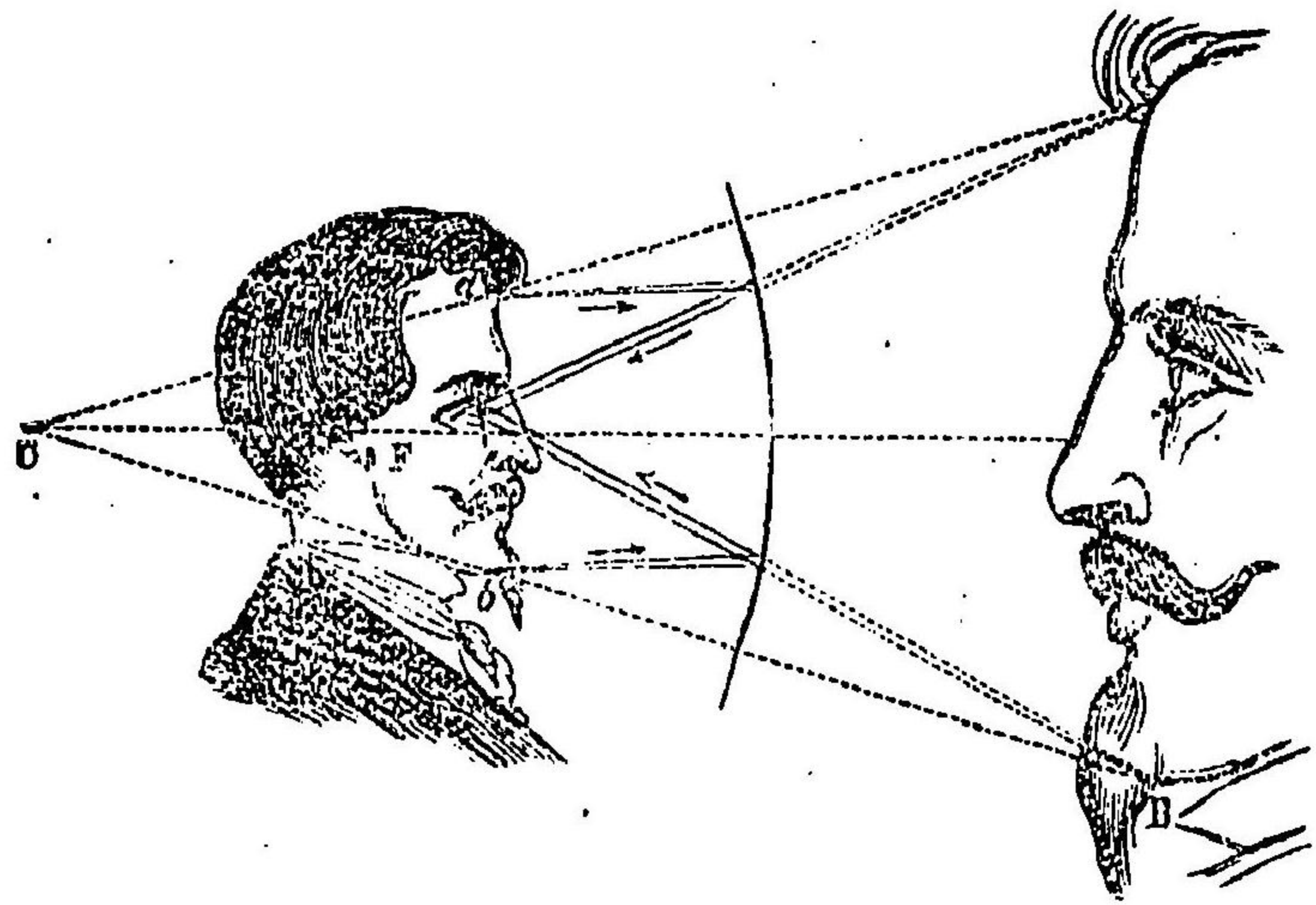
ば、其像の眞假を證するを得べし。
 第八十三圖は則ち其現像をよりて眞像を顯す所の光線の原因を示せるものなり、蓋し紙面に物像を投映すれば、唯其形狀を示すのみならず、又明かに其色を見るを得べし、但し物體鏡心外にあるときは、其肖像眞物より減小し、又鏡心と主燒點との間にあるときは、眞物より増大するものなり、第八十四圖に於て

今一の物體凹面鏡の前面にかかると、時は、其進入線は物體の各部分より發すべし、而してそれは反射の後、實の燒點に運ばる、可し、此各燒點の結合は遂に所謂肖像なる者を生ず。
 凹面鏡に於て現出する肖像に二種あり、則ち眞燒點の輻聚して生ずるものを眞肖像といひ、假燒點の輻集して生ずるものを假肖像といふ。
 物體若し主燒點外にあるときは、倒現して眞肖像を出す、第八十三圖は則ち其現像を示したるものにして、是等は白幕上或は紙面に投映すれば、

(圖三十八第)



(圖 六 十 八 第)



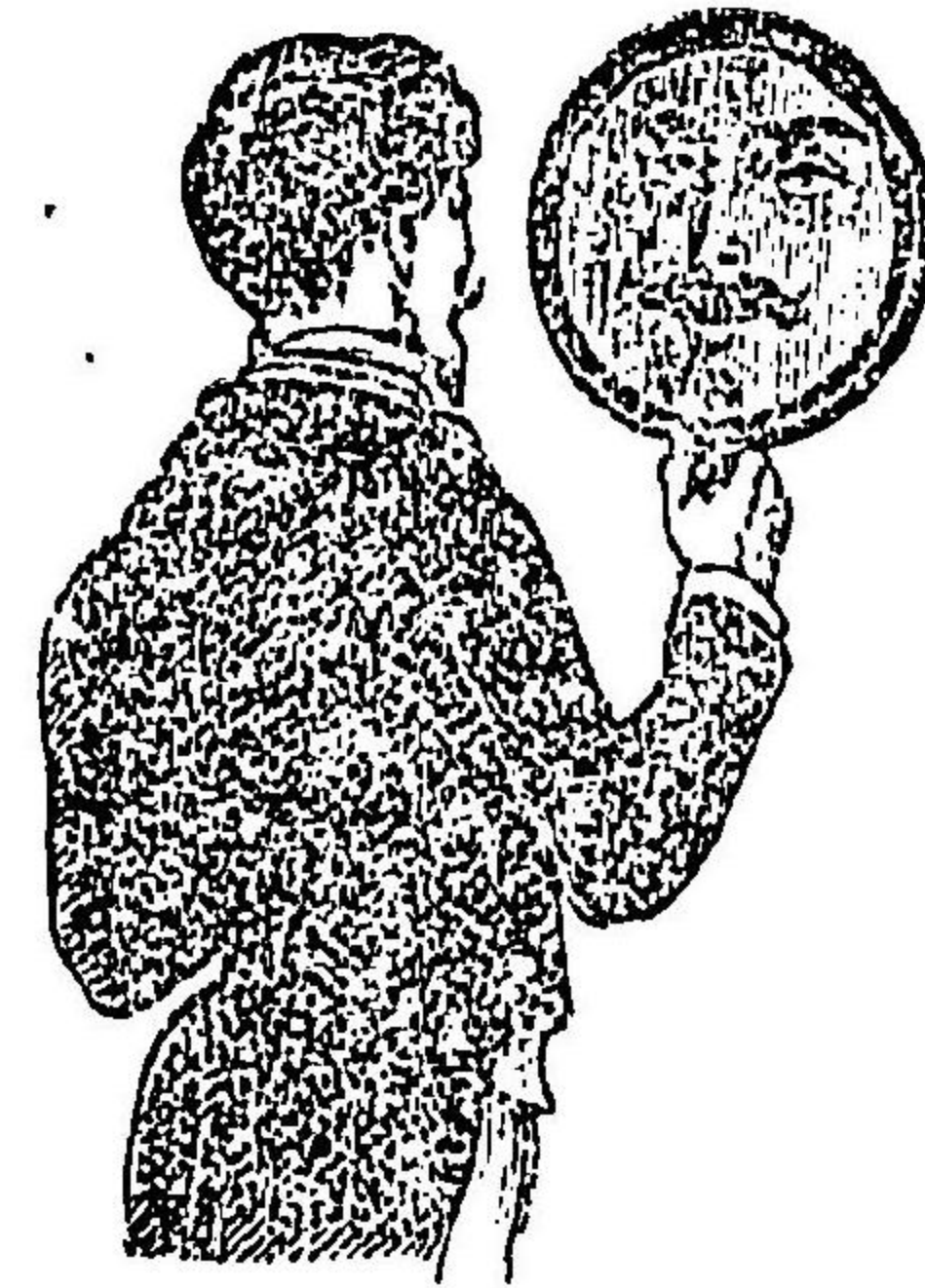
凹面鏡は其作用全く凸面鏡と相反して背面に焼點を爲す、其他角度等は前理と同しく、其肖像常に直立して眞物より減少す、今其例を示せば近眼鏡の如きは又凹面鏡の一あり吾人其必要なきを以て茲に掲げず、

べし、

第四章 光の屈折

光線の光體より發射して周方に擴進するや、直行して少しも偏倚するとなし、而して其徑路

(圖 五 十 八 第)



明かに遠く離れたる寺院の像形は紙片の上に顯はさる、其圖は實に完全なるものにして、其他圖のみならず、其色をも辨ずるとを得るなり、惟若し其完全を望むを得せしめば、其顛倒して映出せざる事是なり、

假肖像 一の物體主燒點と頂點との間にあるときは假肖像を現出し、且つ其位置正しくして眞物より増大す、其間多くなるに従て肖像は益々大となるべし、則ち第八十五圖に於て見らるゝが如し、

又第八十六圖は正しき假像を作るとに於ての光線の徑路を示したるものにして、主燒點と頂點(鏡)の中間に面部ありとするとき、

はa及びより發出する所の光線はA及Bより來るか如く反射集合す、故に肖像の眞物より増大なるとは之に由て充分に了知することを得

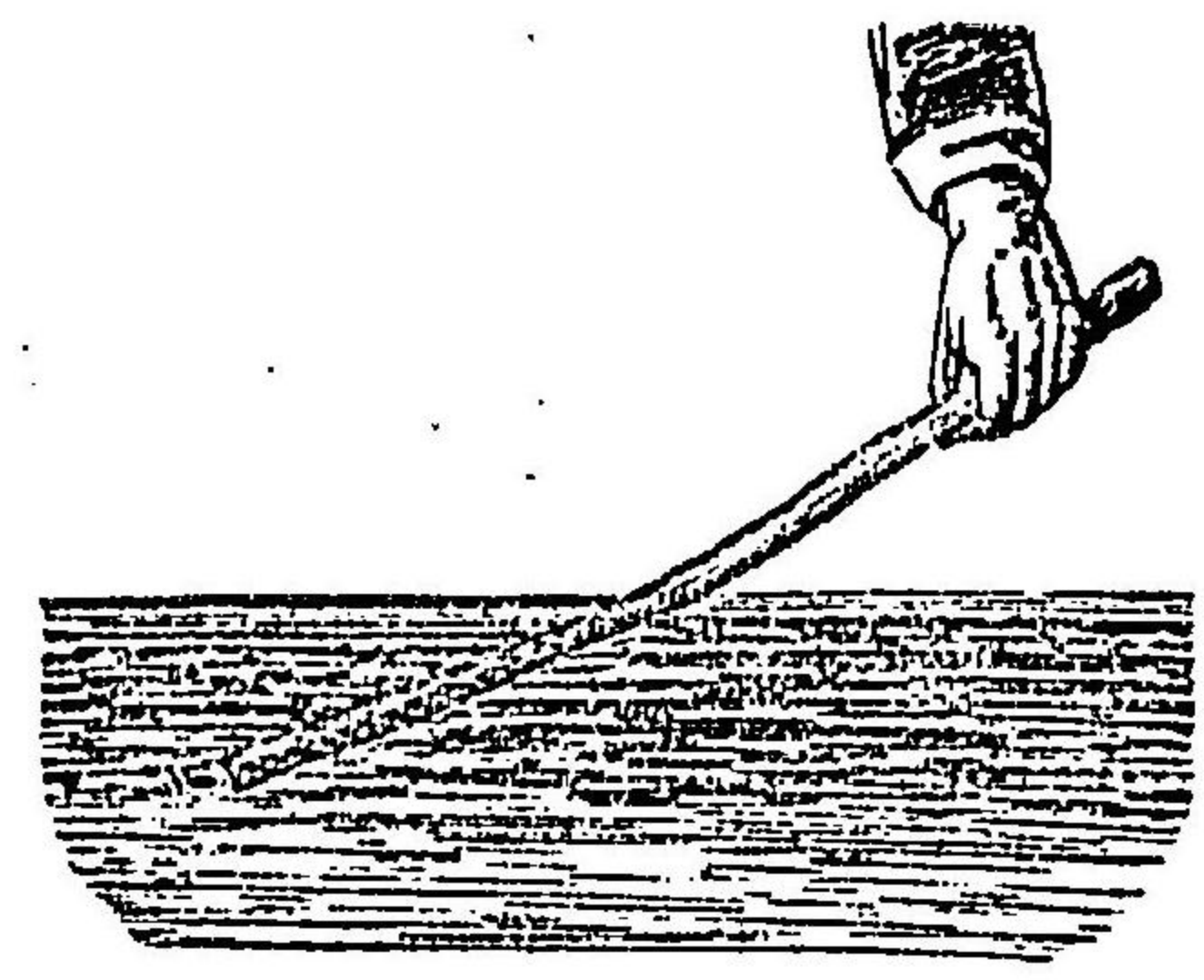
折 屈 の 光

に横はる所の物體ありて、之を遮斷するの際或は反射を爲し、或は之を透過するは、其物質の本性如何に關す、今其進路を遮る所の物體は透明體にして、光之を透過し更に他の透明體に移出するや否や乍ら其直行の方向を變ず、然れども其物體本質の疎密亦從て其直行の方法に差異あり、即ち稀薄なる物體を出て、濃潤ある物體に移るときは、折れて鉛直線に向ひ、濃體を出て、稀體に入れば、鉛直線より遠さかる是實に光の特性にして名けて光の屈折といふ、

實例。吾人は今空皿内に一個の貨幣を置き已れば其貨幣を見る可からざる程に其器縁を見、更に皿内に水を注入すれば、管に其の貨幣を認め得るのみならず、水量の増加するに從て恰も貨幣は浮出して其の位置を轉し明かに見ゆるか如くなるべし、雖も是最初器中の貨幣より發射する光線器縁の爲に遮され眼中に入ること能はざりしと雖も、水を注入するに當り其光線は濃厚あるも物體即ち水よりして稀薄ある物體即ち大氣に移るの際其眼光より一直線ある器縁に於て即ち水と大氣と鉛直線を違さかりて屈折するが故に今始めて眼中に入るを得て、其器中の貨幣其位置を轉し明らかに見るか如く覺ふるあり、是に由て之を觀れば凡そ光は濃厚を異にする甲の透明體より乙の透明體に移るの際必ず屈折するものあるや疑さし、

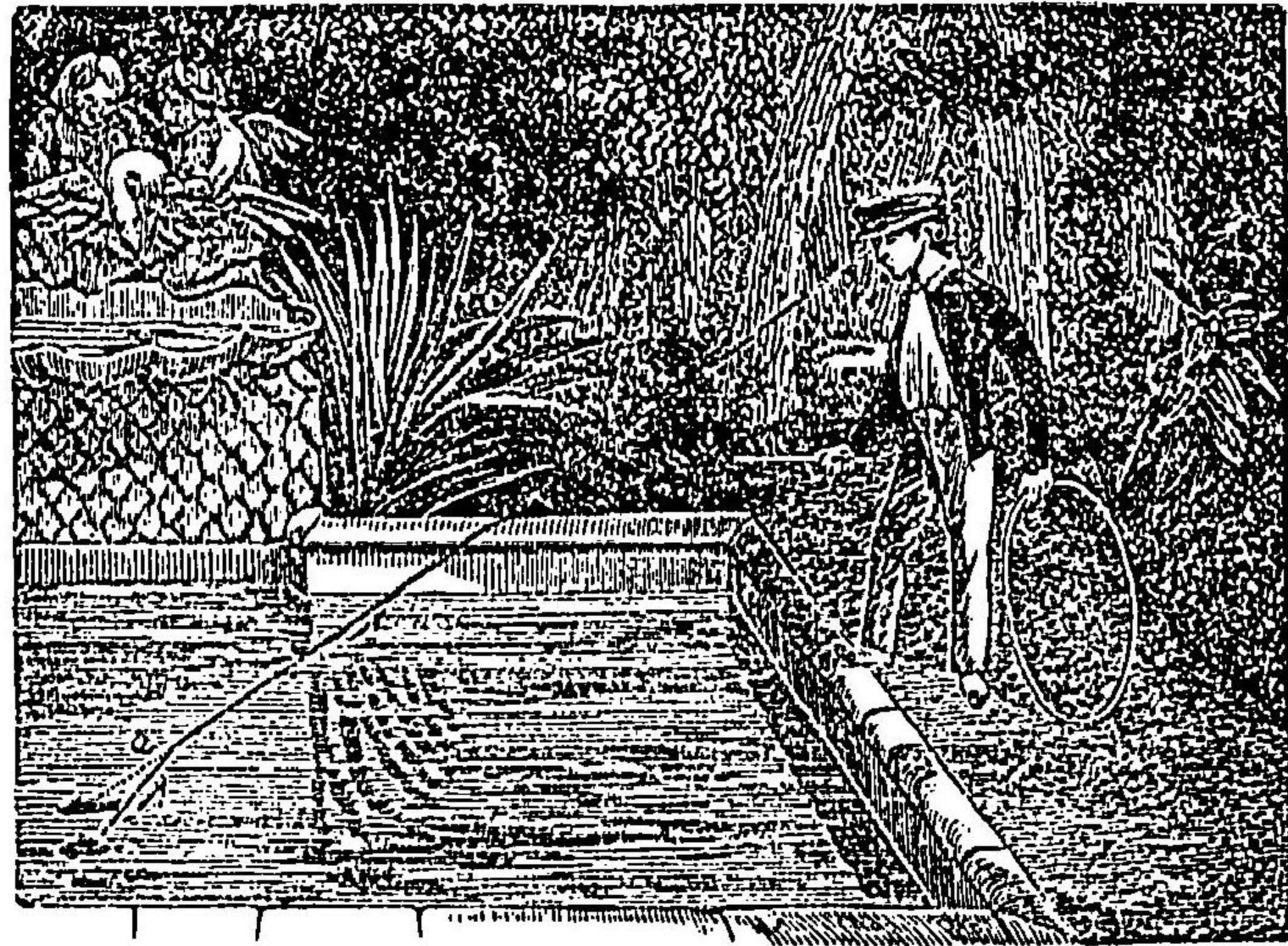
折 屈 の 光

(圖 七 十 八 第)



又一の直杆を水中に挿入して之を視れば水面以下にある部分は折れて上方に向ふか如く見ゆ、又其底面を透見し得べき河川は實際より淺きか如く又深き水中に游泳する魚も水面に近きか如く見ゆるは皆上文の理に因るなり、此等光線屈折の原因は二光媒の中に存する(イ)セル氣彈力の強弱による而して其

(圖 八 十 八 第)



のなり、又此二數の比例を示す所の數を光媒の屈折係數といふ、此
 係數は異種の光媒に於ては同し
 からすと雖も同種の光媒に於て
 は相同し、
 蓋し傾きたる光線が水の表面を
 打つときは、水に入込みたる後は、
 其傾きを減す、逆に之を言へば光
 線が水中より出で、空氣中に入り
 たる後は其傾きを加ふ故に河岸
 に立ちて河底を見るときは、河は
 實際より淺く見ふると殆ど三分
 の一なり、即ち河の深さ四尺と見
 るは其實際六尺あるものなり、

屈折の多少は光媒の性質と投射線の傾度に関するものなり、假令へは
 光線の空氣中より水中に入るや、空氣中のイーセルは彈力非常につよ
 きを以て速力大かれとも、水中は之に反して速力小あるが故に、其光線
 は投射點より鉛直線に附近して屈折する也、又水中より空氣中に出つ
 るときは、今度は鉛直線に遠かつて進行すべし、而して其鉛直線に遠さ
 る度は氣中より水中に入るとき之に附近する度と正に相同しきもの
 あり、其他進入線と鉛直線との間の角度を進入角と云ひ、屈折線と鉛直
 線との間の角度を屈折角といふ、是等は凡て熱線反射の處を參酌すべ
 し、

以上の理論に因て推考するときは左の如く云ふとを得べし、

第一 屈折線と進入線とは進入點に於て其體面に設けたる鉛直線
 と常に同一の平面中にあるものあり、

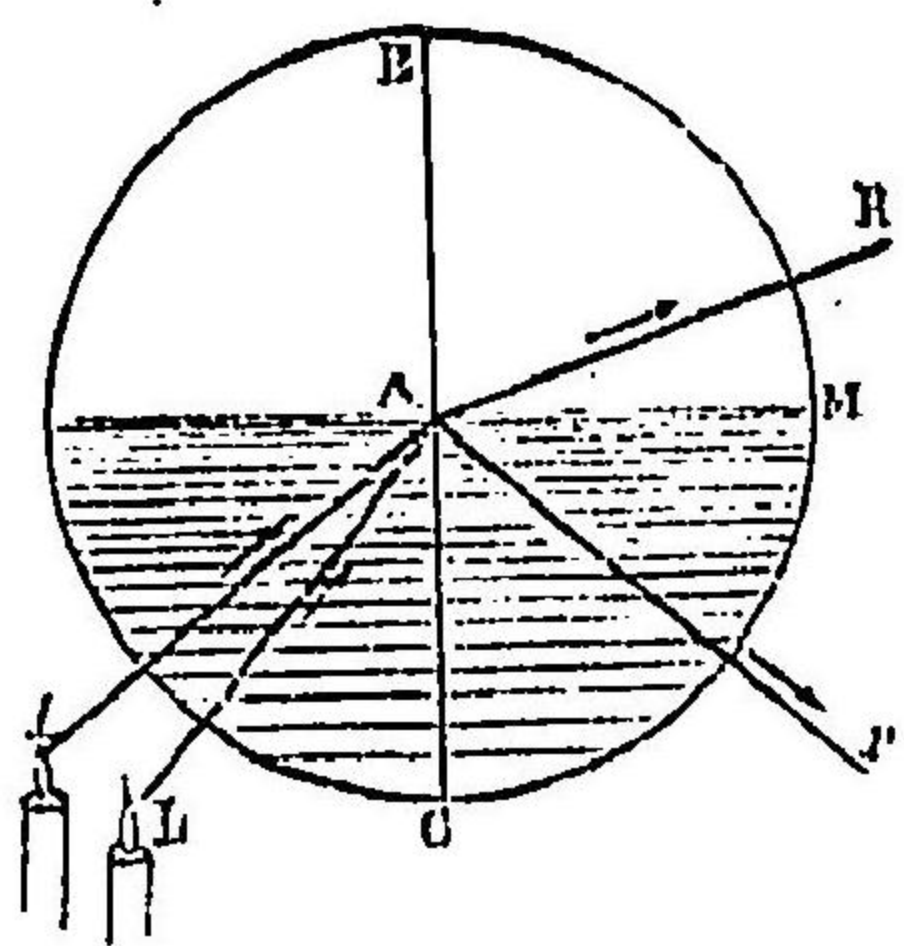
第二 屈折角度の正弦と進入角度の正弦とは常に同比例を爲す也

第八十八圖に示すか如く河岸に立つ所の人は其水中の魚は實際の位置より高く見ふる可し、是畢竟屈折の結果に外ならず、第八十八圖は亦其屈折の一部を示せしものなり、
 屈折は前陳の理由により天體の諸物をして彼等自身かある實際の位置より高く見せしむ、故に其天體か運動するや實に輕快に上昇するか如く見ゆ、是は大氣あるか爲にして、其大氣中の(イーセル)非常に彈力あるか故に、其光線を吾人の眼中に傳へて其感覺を起さしむるものなり、

第一節 全反射 雙屈折

凡そ物體の光線疎境より密境に入るときは、必ず屈折して進行すれども、水より空氣中に入るか或は玻璃より空中に入るか如く即ち密體より疎體に入るときは、進入線の角度により取て體中を出てすして盡す、故體中に反射するものなり、是等を稱して全反射とは云ふなり、

(圖 九 十 八 第)

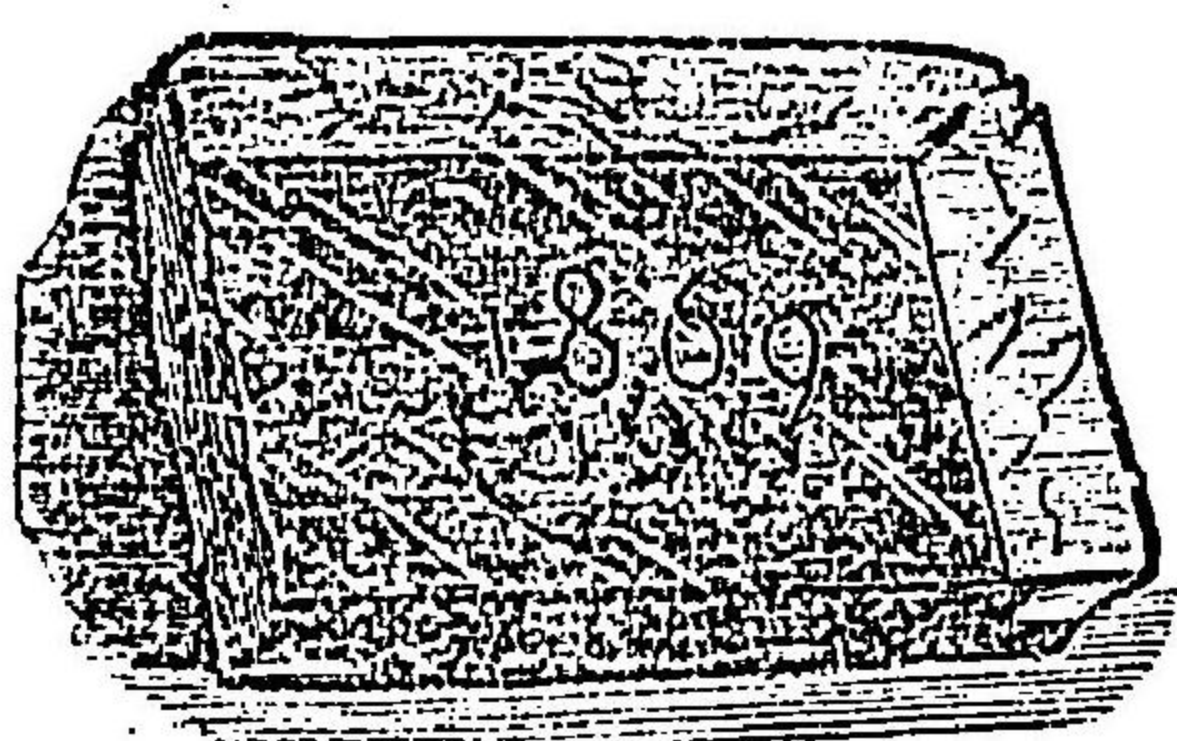


第八十九圖に於て光線はLより發しAに至るとせばBOの鉛直線に對して角度甚だ小なるか故に屈折してRに進行す、今若し進入線

Iの如く四十一度に至る時は、其光線は取てMAの面を出てすして、に反射す、而して其角度は鏡面より反射する光線と少しも變ずるときし、然るる故に池邊より斜めに池底を望むに取て其底を見るとき能はず、他に雙屈折なるものあり、是等は或る水晶體の實質にして、二箇の部分に其傳達した

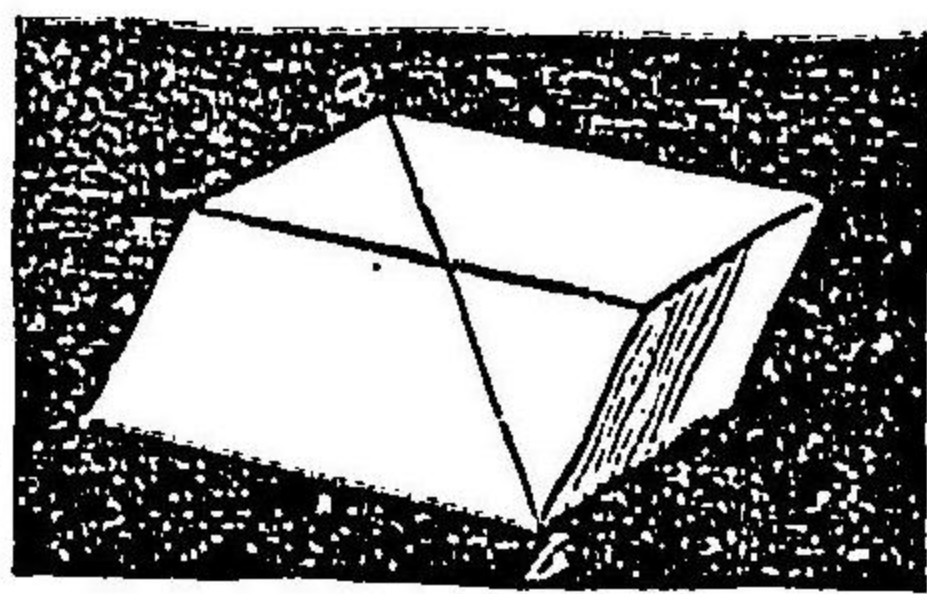
る光線を分つ可し、故に其物體は二重に見るを得せしむ、此等の現像は雙屈折と稱する者にして、其原因は各分子間の排列の種類に屬す、蓋し其物體分子間に有する(イーセル)は各異りたる方向に異りたる度を有す、彈力を保つが故なり

(圖 一 十 九 第)



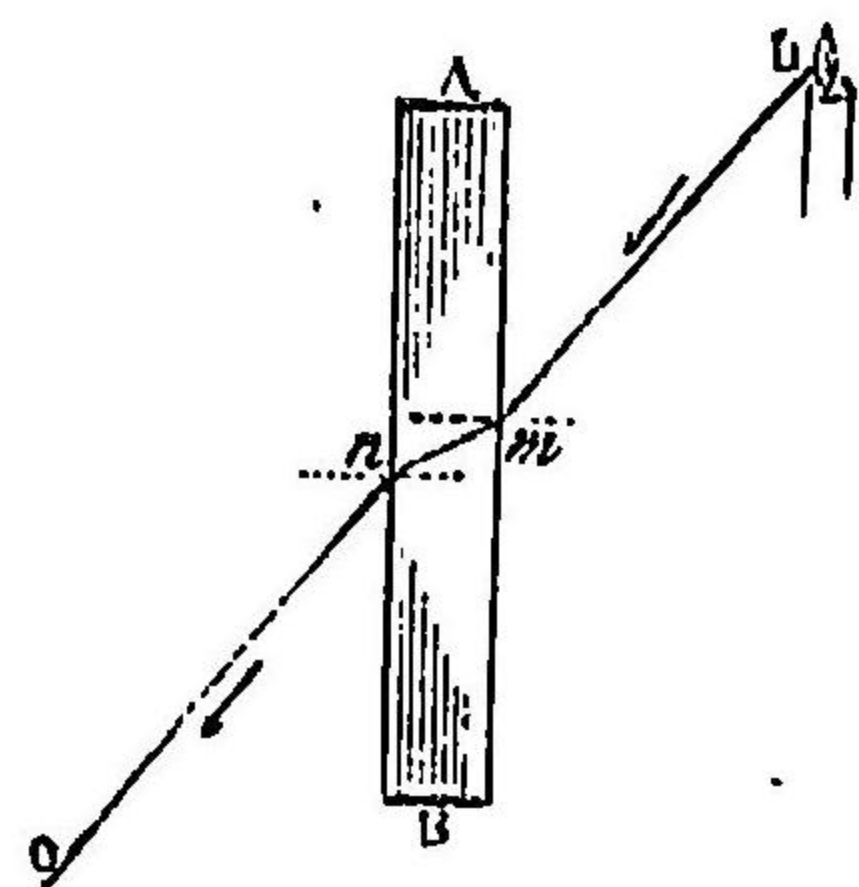
氷州の寒氷石は此例を示すに的當なるものなり、今之を裂ときは斜方形に截斷せらる可し、然るときは其分子は恰も第九十圖に示すか如く ab ある最も短き斜線の周圍に配置せらるゝか如し、詳言すれば ab は軸なり其分子間に保もたれたる(イーセル)は軸の方向に少量の彈力を持てり、而して其少量の彈力は方向に於て軸と

(圖 十 九 第)



直線なり、此同一あらざる彈力は其光線の波動をして二個に分つ可し、而して其二個の方向は皆不同なる速力を有す、故に遂に吾人の視覺に雙屈折の現像を示すありと知る可し。
又第九十二圖の如く L より發する所の光線斜めに平行面の光媒玻璃板の如き者を射るときは m の鉛直線に近づき屈折して n に進行す、而

(圖 二 十 九 第)



して其面を出つる時は、始め鉛直線に近づきたる度と同じく之に遠かり屈折して、に至るかくの如く光線再び屈折すと雖も、 n の線は Lm の線と平行して其方向相變するとなさ、故に玻璃窓を隔て外物を観るときは僅かに其位置を變するのみにして、決して其方向を錯認せざるものとす。

第二節 三稜鏡透光鏡

三稜鏡一名プリズマと稱す、玻璃を以て製したる三面柱狀のものにして、第九十三圖人の額上にあるか如く楔形を爲す、光線若し之を通過すれば、プリズムの厚き部分の方に屈せられて光線の方向は全く前と變す、故に光線が楔形のがラスを通過するときには常に楔の厚き部分の方に屈折するものなり。

(圖三十九第)



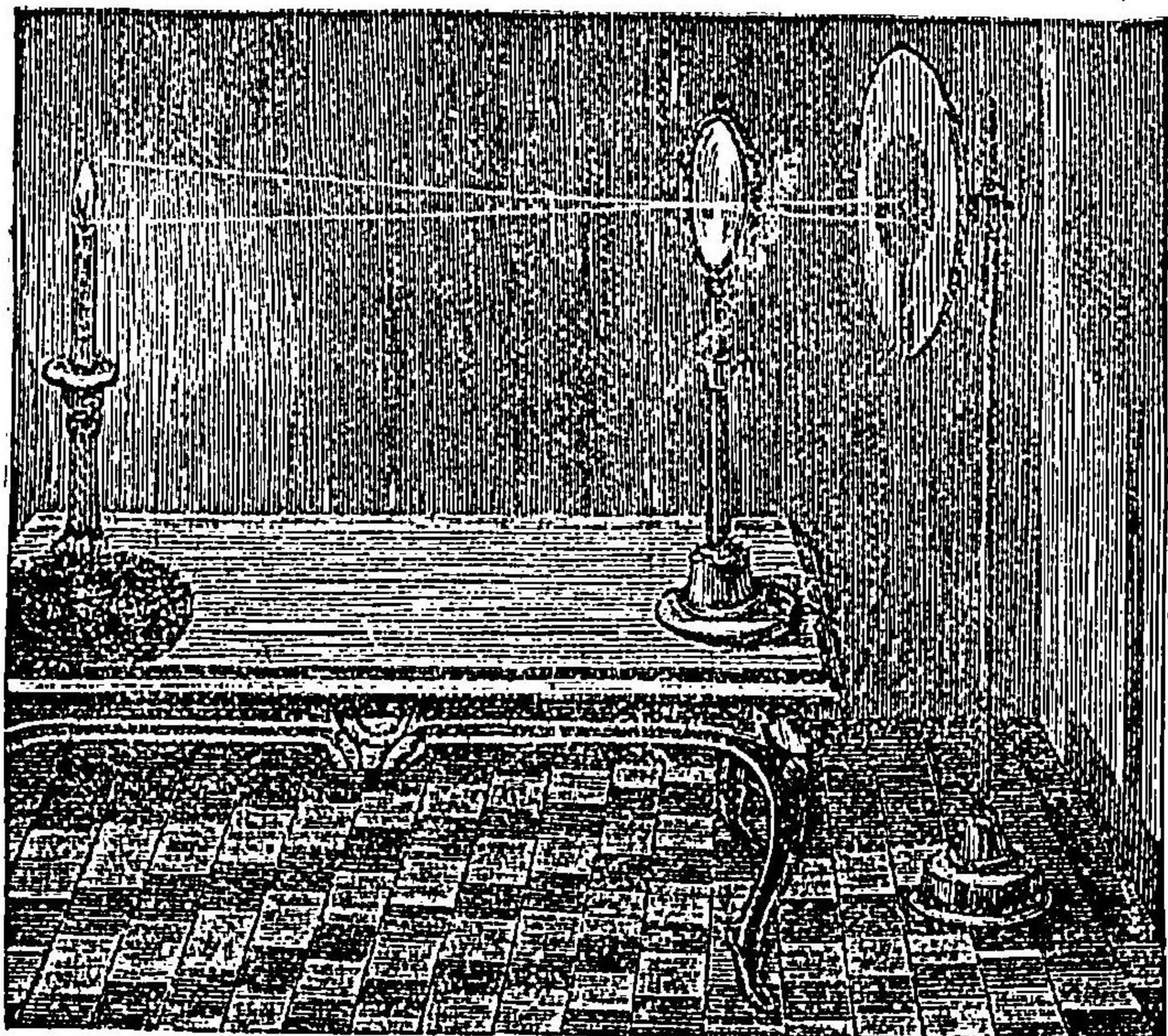
此プリズムは第二の作用功力を爲すものにして、第一光線を屈折せしめ、第二光線を七色に分解す。第九十三圖は三稜形を通過して物體を視るとき、其光線の屈折によりて物體の移轉するを示したるものなり。若し三稜形縦にあるときは、其物體の移轉は屈折角の位置に従ひ右或は左とある。又日光を暗室の戸孔より導き、之を倒置したる三稜形の側面を透過せしめ、鏡を距ると二三

間乃至四五間の處に白板を置きて之を受くれば、其光線唯屈折して、其方向を變ずるのみならず、又大に延長してかの板面には種々ある彩色を生じ、實に粲然とし、一々其色を識別するを得、是等は所謂光線分解と稱するものにして、其分解して生ずる所の異色の光線を「スペクトラム」といふ。其中色光の最もあるものは七種あり、黄、綠、藍、紺、紅、橙、黄、桔、靛、色是なり。かの光線がプリズムを透過して分解する所以は、日光及び他の白光皆七色光線の合成なれども、又其三稜形に由て屈折を受くるの度各異るか故あり、猶ほ光線の色の事は章を逐ふて説く可し。

第三節 レンズ

レンズとは或透明體の兩面或は一面凹凸形にして、球體表面の一部分を成し、能く光線を屈曲せしめ、束聚せしめ、或は擴散せしむるの力あり、通例玻璃より製せらるるものにして、二個の半圓球を合したるもの、或

(圖 八 十 九 第)



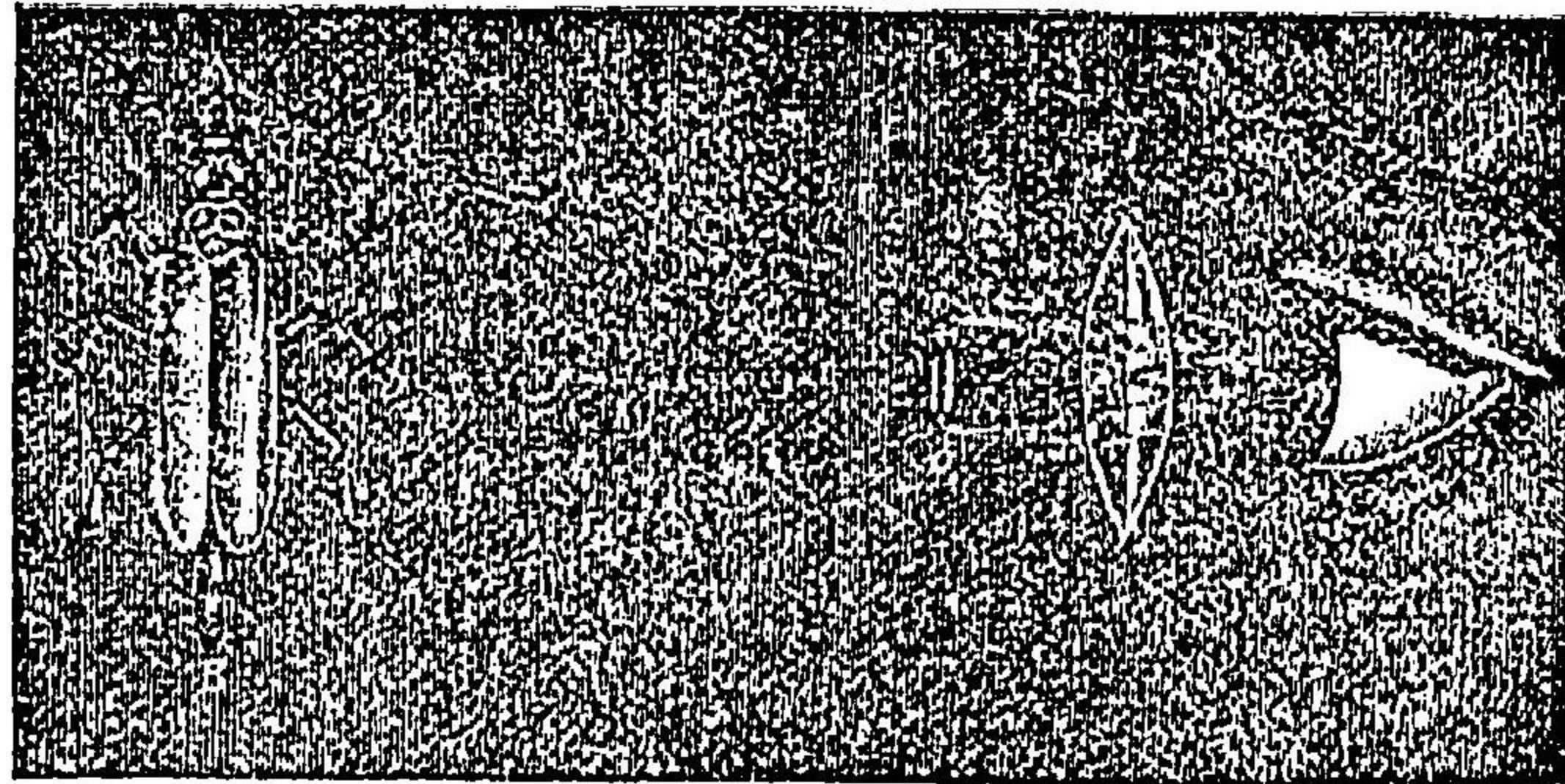
人は暗室に於て凸鏡を置き、而して其主燒點は太陽の光線に因て射られたるものとせば如何、
 第九十八圖に示すか如く蠟燭をレンズの前面におき、而して其蠟燭の肖像を受取るべき爲め、
 レンズの後に紙の一片を置く可し、
 今レンズと蠟燭の距離、主燒點の距離より二倍なるときは其肖像は眞

若しレンズの彎形の角度甚だ大にして著しき凸形を爲すときは光線一點に彙聚すると能はずして、レンズの周邊より透過する光線は、其中心近邊より過る線よりも鏡面に近き處に彙集するものなり、若し此レンズを輝きたる太陽に面せしむるときは、光線は眼鏡の後方に於て一點に集り、此點に紙片を置けば小さく且つ輝きたる太陽の像を見るのみならず、其烈しき熱は紙片を燒くべし、諸君若し著しく之か例證を見んと欲せば、草紙の一片を置きたまへ、蓋し烟煤を塗りたるもの若くは黒面は熱を吸収すると多きにより、直ちよ其燃焼するを見るを得べし、故に今一片の氷塊を取り、眼鏡を通りたる太陽の光線をして氷塊の内部の一點に集まらしむれば、此點の氷のみ直ちに融解して水となり、恰も水入水晶の如き奇觀を呈すべし、

第四節 其影像

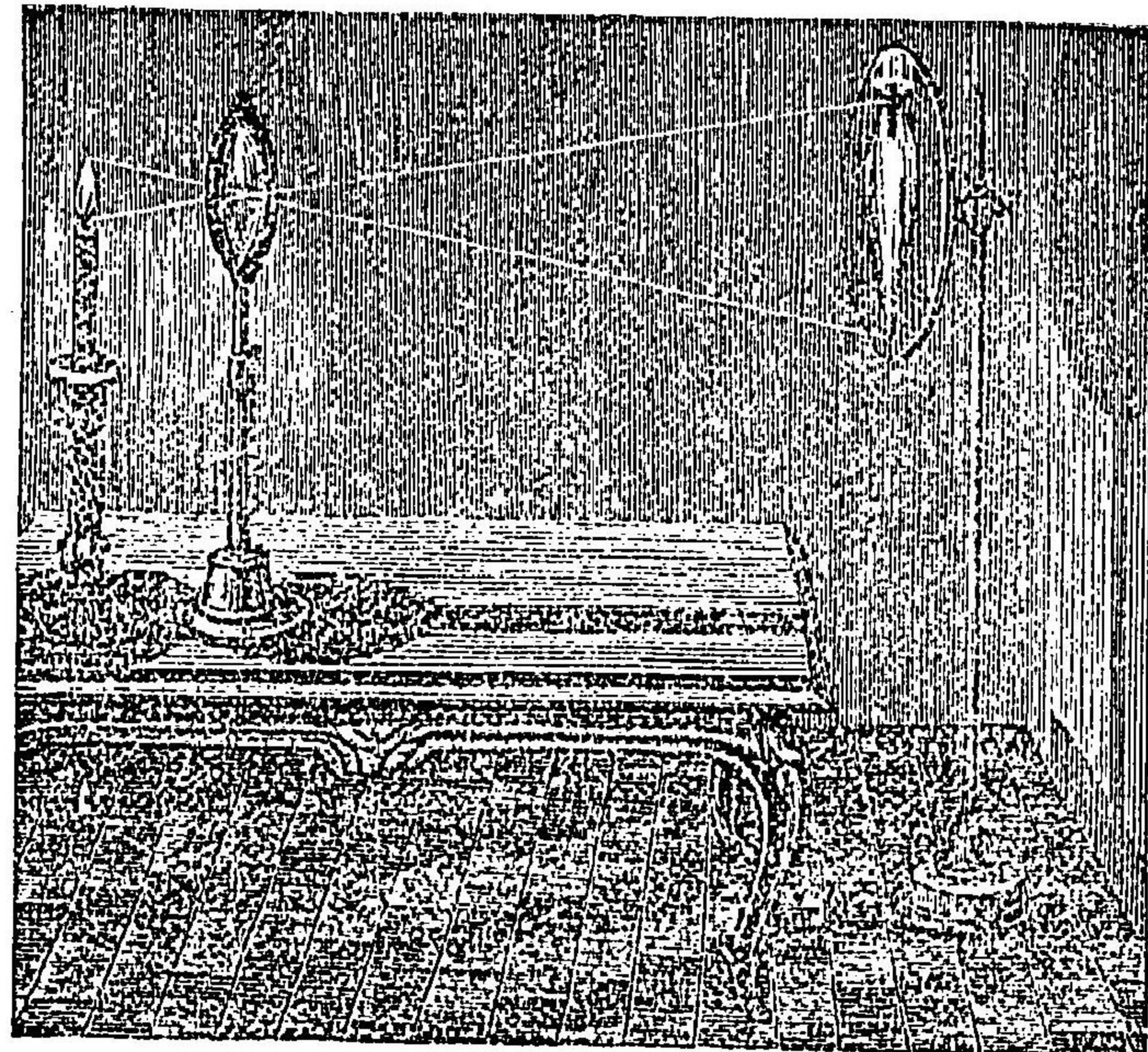
物體若し燒點距離外にあるときは、其肖像必ず倒映するものなり、今吾

(圖 百 第)



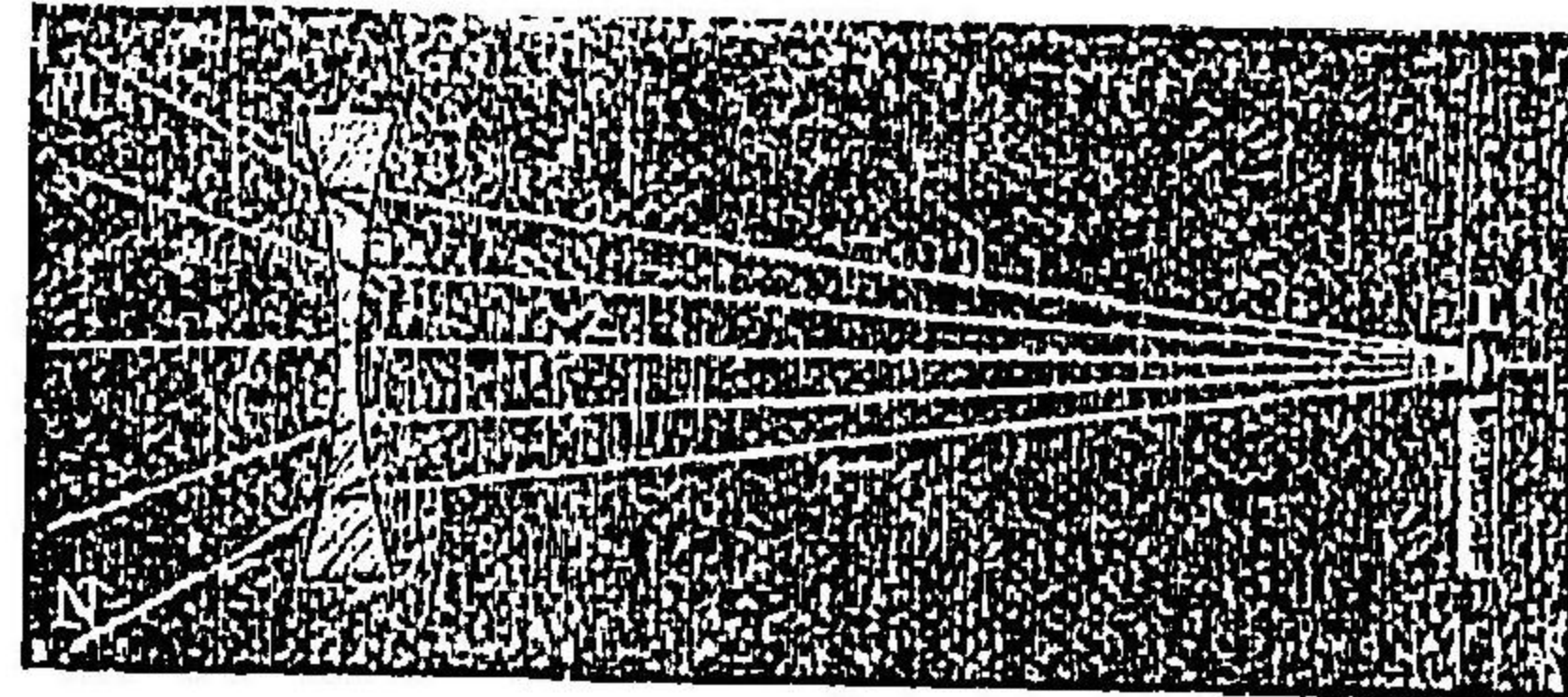
體より益大となるあり、凡て第九十九
 圖を見て知らるべし、物體若しレンス
 に近く接し即ち其距離主燒點より僅
 小とあるときは其背影は増大にして、
 正面とあるのみならず全く假背影と
 あるあり、此の場合に於ての光線の原
 由は第百圖に於て示すか如し、則ちab
 は物體にしてABは其像影なり、蓋し此
 の像影はレンスを透過して視るにあ
 らざれば容易に見る能はざる小物體
 とす、是等の「レンス」は所謂顯微鏡あり、
 又物體燒點距離にあるときは、光線鏡
 背に平行し去て終に聚合するとさけ

(圖 九 十 九 第)



の物體より小さくある
 べし、又蠟燭を遠ければ
 其背像猶ほ小となるべ
 し、又蠟燭レンスの方に
 移さるゝときは、其背影
 は益々大いなり、又物體
 主燒點との距離二倍と
 なるときは背影及び眞
 體は共に同大とあるな
 り、
 さて蠟燭レンスに猶近
 く接するときは、其背像
 の大さは増大となり物

(圖 壹 百 第)

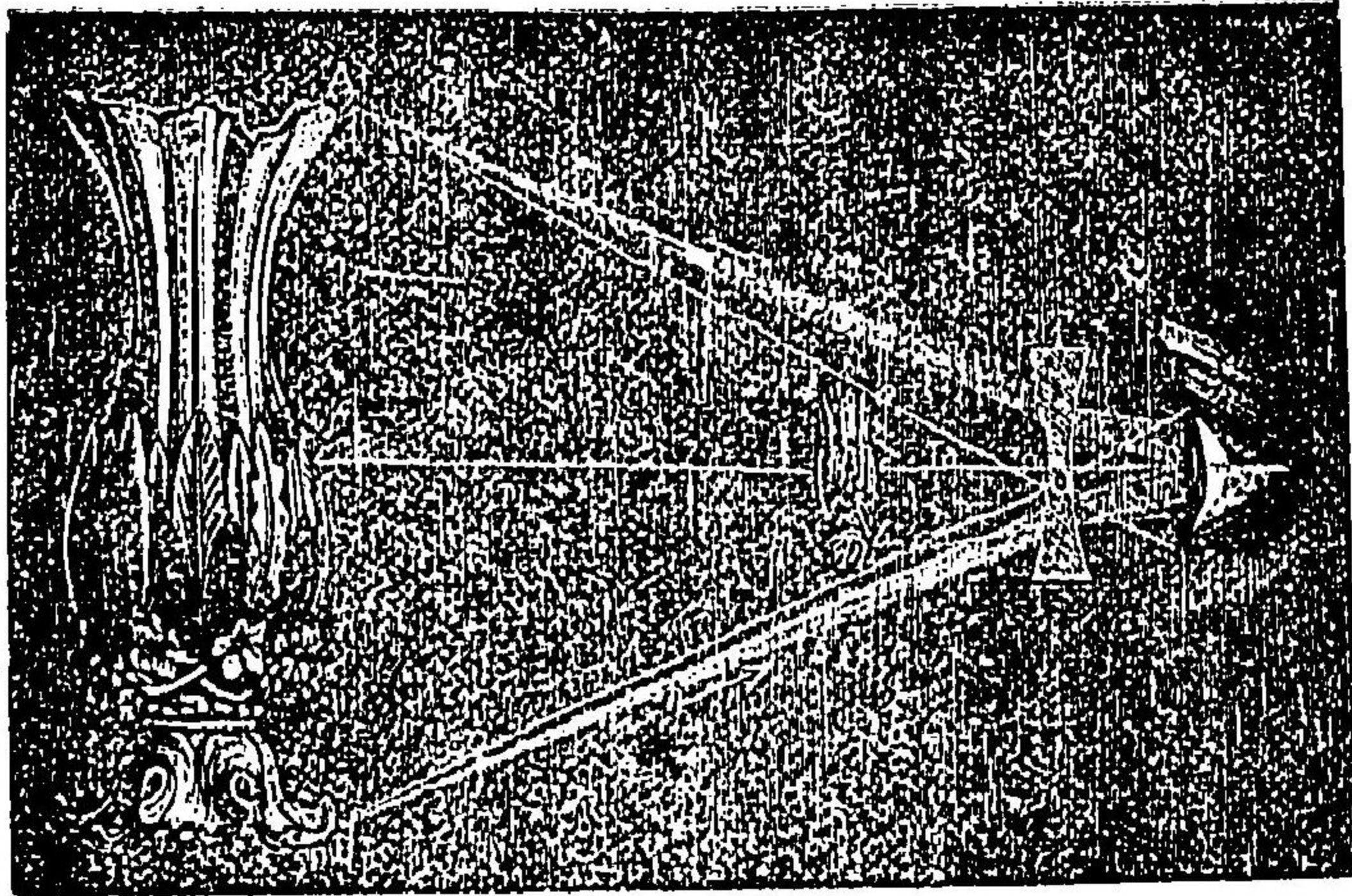


ん抑も雙凹レンズを以て細書を見るに之を書に近くるときは字形増大して正現すと雖も漸く之を遠ざけて焦點距離に至れば取て字形を見ざるに至る更に遠ざけて主焦點外に至れば再び之を見るべしと雖も字形は倒視するものと知るべきあり、

第五節 凹面鏡——雙凹鏡

凹面鏡の作用は全く別者と相反して擴散し來る光線は一層擴散せしめ平行し來るものと雖も亦之を擴散せしむるものなり第百一圖に示すか如くLある燭火より發する所の光線恰もLより發するか如く鏡背に分散す故に鏡背よりLの燭火を見るに猶ほiにあるか如きの視覺を與ふ殊に其背形は倒映するとなし、
今吾人か前陳より推考するときは凡て凹鏡に由

(圖 二 百 第)



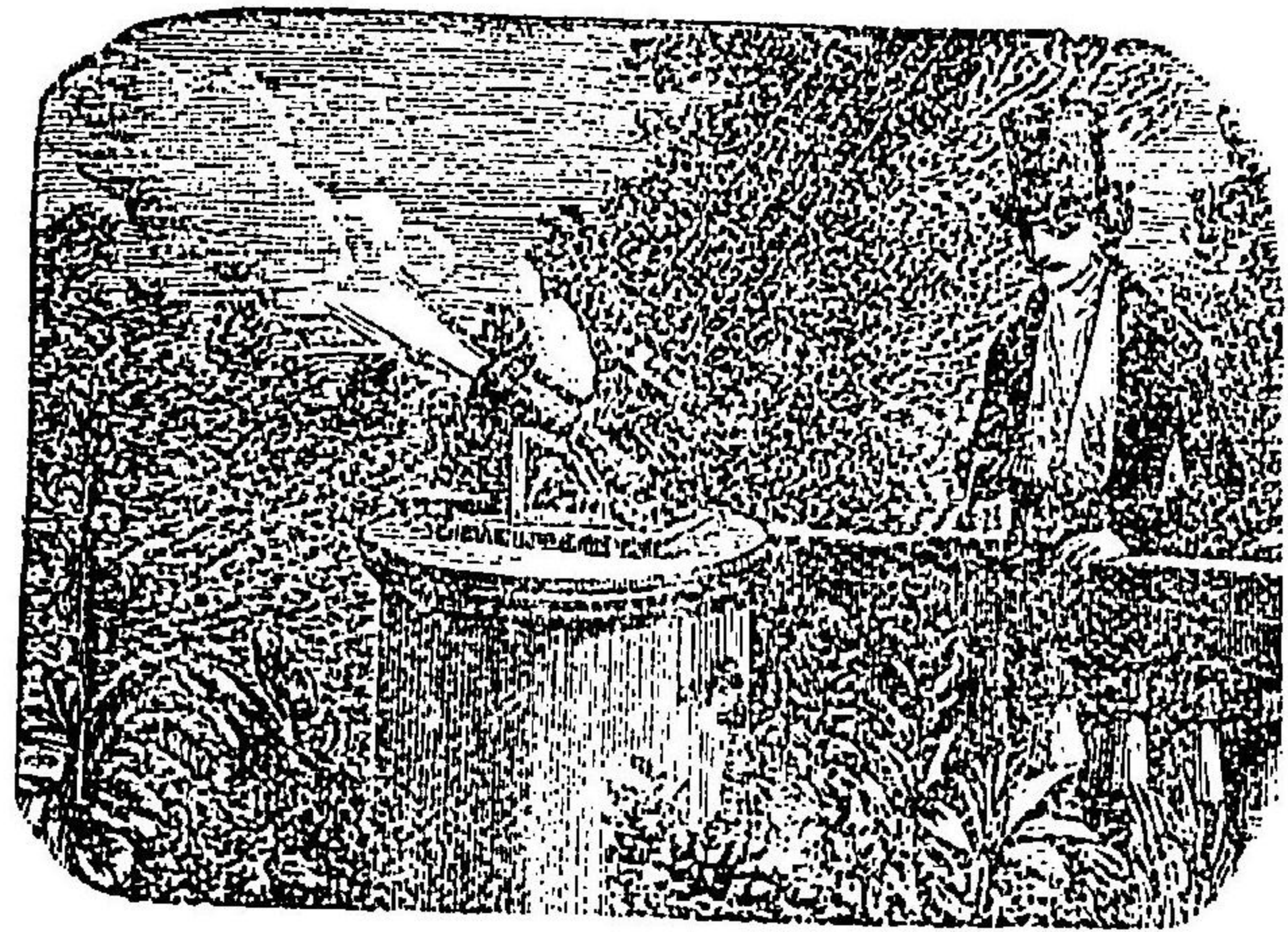
て生せられたる像影は倒にして且つ其像影は正面なり、

凹鏡の場合に於て像影を作くる光線の原由は第百一圖に於て示めすか如し其圖に於てABは物體を示し而してAより來る所の光線は恰もAより來るか如く分散す即ち其aはAよりOなるレンズの視覺の中央に劃せられたる線上にあり又Bより來る所の光線はより來るか如く分散す而してbはBOなる線上にあり前陳の如きを以てabはABある物體の像影となるべし吾人か見る如く其像影は物體より小なるは即

ち視覺の中心に接近したる時にして、しかのみならず、其體は正し
第六節 火とり鏡。燈明臺。

火とり鏡。燈明臺

(圖三百第)



熱線は又光線の如く其反射及び屈折の法則に於て相同しきものあり、今太陽の光凸面鏡の上に射落するときは、其焦點は光線の彙集のみならず、猶ほ熱の彙集あるものとす、
熱の彙集は甚だ著しきものにして、かの紙、布片、木等の如き燃焼物に點火するを得べし、若し大なるレンズを用ふるときは、此熱の爲めに金屬は熔解すべし、故に此レンズを用ゐて火を求め得べし、此等のレンズは

即ち火とり眼鏡と稱せらる、レンズは時としては非尋なる危険の結果を生ずる者にして、即ち燃焼性にあらざる物體に火を置くとき、如きはあり、

此原理の奇妙なる前用は、第三百三圖に於て示さる、レンズは子午線の中に其軸を以て装置さる、即ち主焦點は小さき鉄砲の火門に射落するか如くにす、今太陽子午線を横過するときは、光線は其火門に彙集すべし、今鉄砲は職せられ、又豫しめ口薬を備へ置くときは、正午になると同時に發砲すべし、

燈明臺は海岸に沿ふて建設せられたる塔にして、其頂上には燈火あり、此燈明臺は夜中航海者の保護として四方を照らすものあり、

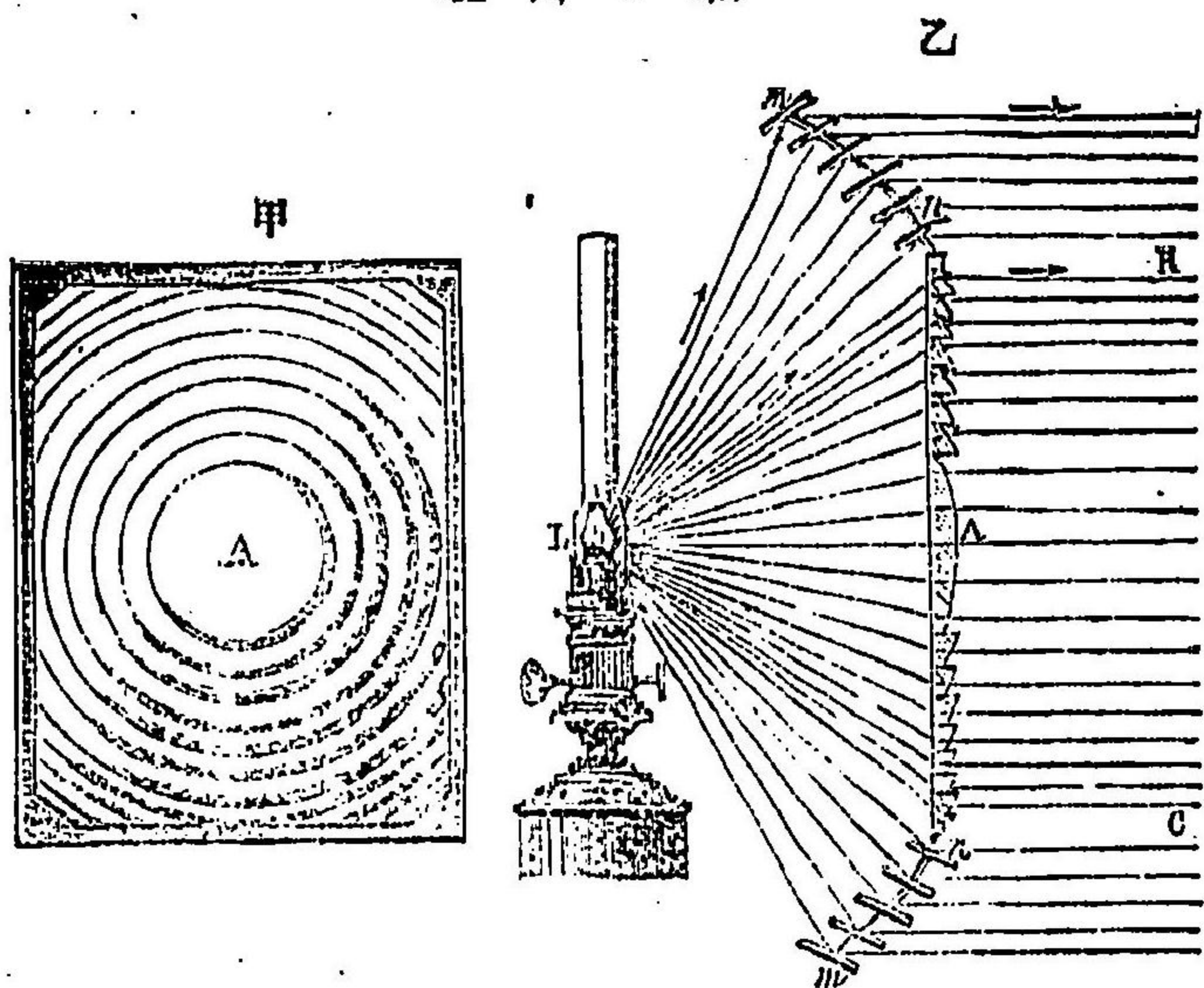
尤も有名なる燈明臺の一は古昔埃及國の「アレキサンドリア」に近き「ファロス」小島にあるものあり、此燈明臺の位置より佛蘭西人は「ファロ」ある名を引出し、凡ての燈明臺の名稱として「ファロ」なる名を附す

るに至れり此燈明臺の未だあらざるの前は燈明臺の代りとして木
 石炭或ハ燃土質の物體を以て建てられたる火に因て之を照らせり
 四方を照らす方法は後に至り凹面鏡の焦點におかれたる油洋燈に因て取
 りかへられたり蓋し凹面反射物の光線を彙集するものにして其照射力
 を強じ然れども今其反射物體金屬を用ふるときは速かに其光力を
 輕弱にすべし、

千八百二十二年フレンステル氏は既に視學上より彼は一の發明を起し
 光の波動理論を研究して光輝の新組織を發明し大に其名を轟かせり、
 而して今は文明諸國に於て普く之を使用するに至りたり、

先きの凹面鏡の光は海面の霧の爲めに其の光を減失せらるを以て
 之を捨て平凸面鏡を代用せり而して主焦點には四箇の中心に燈心
 を有したる強き洋燈を用ゐたり此燈心は絶えず油を吸入するもの
 なり然るときは其發したる光は十七箇のカーセル洋火と火の光明

(圖四百第)



を等しくするといふ獨り如何せん大なる此等のレンズを製造する

ことは困難にして殆んど爲し
 得べきにあらず殊に大なる光
 の吸収を爲すか故に遂にレン
 スの格別ある組織を使用せさ
 るべからざるに至れり是等は
 稱してイサエロン、レンズと稱
 せらる此等のレンズは第百四
 圖を試験するとに因て充分理
 解するを得べし第百四圖甲は
 前面の景を示したるものに
 して第百四圖乙はエサエロン
 レンズの位置即ち側面を現は

したるものなり。

此種類のレンズはAなる平凸鏡より成りたるものにして直徑殆ど一フットあり其周圍は種々の輪狀を爲せるレンズにして又平凸レンズなり其彎曲したる度は其各レンズはAある中央レンズと同一なる主焦點を持つか如く能く計算して彎曲せられたり、Lある洋火燈は第百四圖に示すか如く此光線屈折組織の主焦點に置かるゝを以て夫より發流する光明は平行光線ROある廣大なる光に屈折せらるゝなり。

此屈折組織の外に反射の種々の排列mnは屈折に由て生したる光明を増殖すべきものにして將に失はんとする光を反射すべき者を示したるなり此重りある集合に由て光の廣大ある明光は出つ可し蓋し其照射力は十五若二十リーガヌ四町十八間半もあり程あり然れどもこは一直線の方向にして他を照射すること能はず是に於て其完

全を期する爲に今吾人か示したる如き組織にて周圍に八つの洋火燈を置けり其結合は一見するときは高さ九フット若くは十フットある玻璃の塔の如し、

第六節 日光の色

今太陽の輝光三稜形を通過して來るときは其三稜形の爲めに其光線は屈折し又同時に光輝粲然たる種々の色に分たる可し是を稱して日光の色といふ。

光線の擴布は所謂分解と稱せらる、こは各異りたる色光線は同一ならざる屈折を有するによるものにして光線の角度の分解は亦其異りたる媒光體に依て異なる。

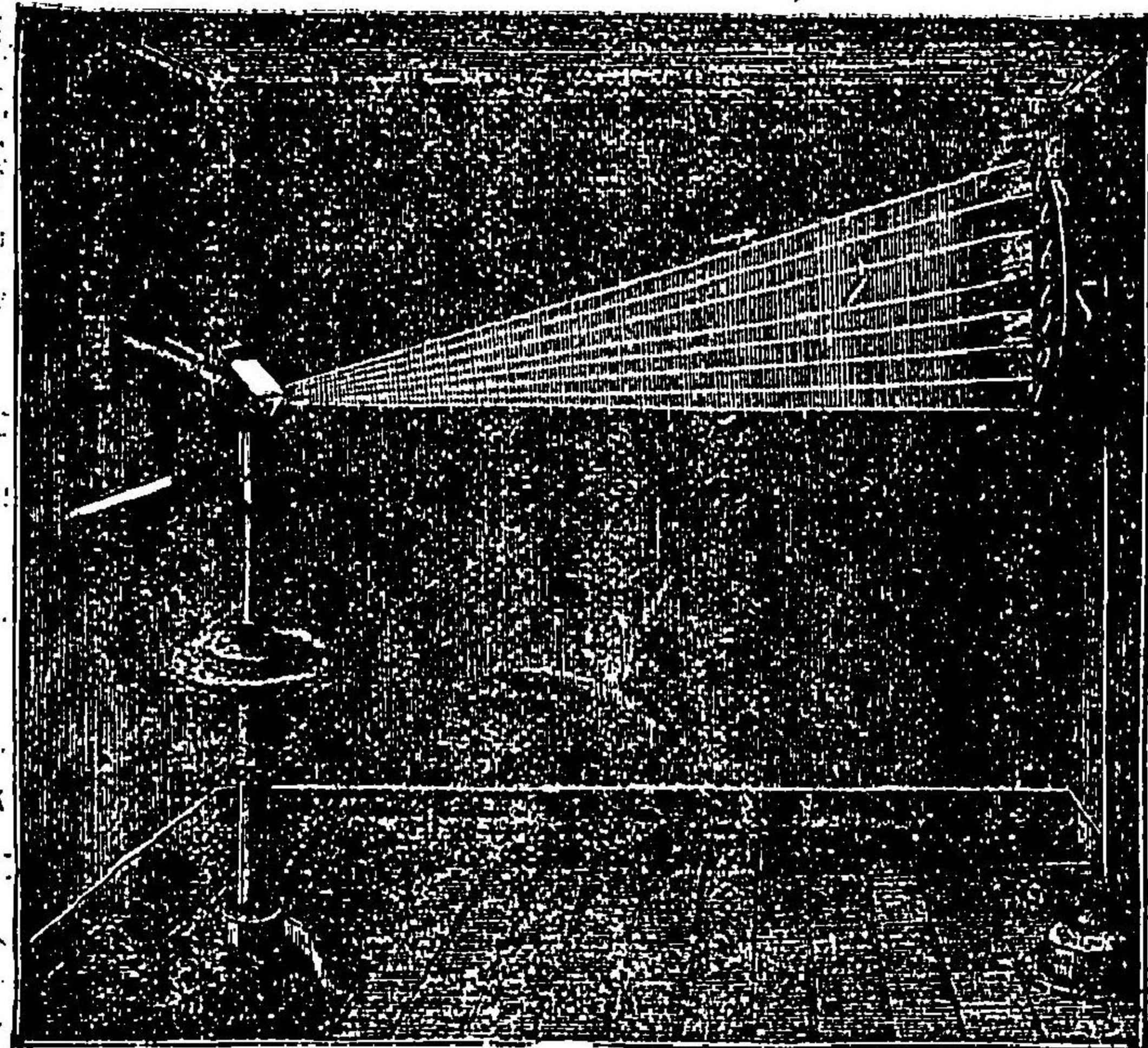
有色の光線を生せしむるには第百五圖に於て示すか如し是は嘗て示したるか如くプリズムに於て試験するを得密閉したる戸の隙孔より洩れ來る日光はプリズムの上に射落るときは其屈折の一端は下方

に轉し、而して全き光輝は上方に屈折せらる又同時に於て其元素は紙片上に見はれたる長さスペクトラムを作るか如くに分解すべし、此スペクトラムは各異色の光線を有する數ふべからざる者より成立つと雖も通例は七種に區別す、而して此種別は其屈折の順次に於てあり一
 度赤(一)二度橙黄(二)三度黄(三)四度綠(四)五度青(五)六度藍靛(六)七度靑紫(七)等なり。

波光線三稜に透過して分解する所以の理ハ、元來日光及び他の白光皆七色光線の合成されども、其三稜鏡に由て屈折の度各異なるか故あり、即ち紅色線は屈折の度最も弱きか故に光線の初の方角に最も近づきて屈折し、黄線等之に次ぎ、桔梗色線は屈折の度最も強きか故に、光線の初の方角に最も遠ざかりて屈折す。

日光の熱線中に紅色線より屈折の度更に弱きものあり、又化學作用を有する線中に桔梗より屈折の度更に強きものあり、蓋し此等の二種

(圖 五 百 第)



は網膜にふるくも皆視覺に感ずるとなきか故に、人は之を目視せずと

雖も、驗温器を以て遞次各色線に觸れしむるに、水銀の上騰すると紅線下に至り、最も甚しく、又硝酸銀に浸したる紙片を用ふると、きは、桔梗線上に至るまで、其變色するに由て之を證するを得べし。

説を爲すものあり、曰く七色中に猶ほ間色ありて、更に純正なる色に分解すべしと、然れども是

は甚だ物理學上に合せざるものにして、之を試験に因て充分證する
ことを得べし。

其法先つ七色線中の一線を小孔より導き、再ひ三稜鏡を透過せしむ
るに敢て其色の分別せざるを見て知らる可し。
光線の色彩に強弱の差あるや、猶音響に強弱の度あるか如し。

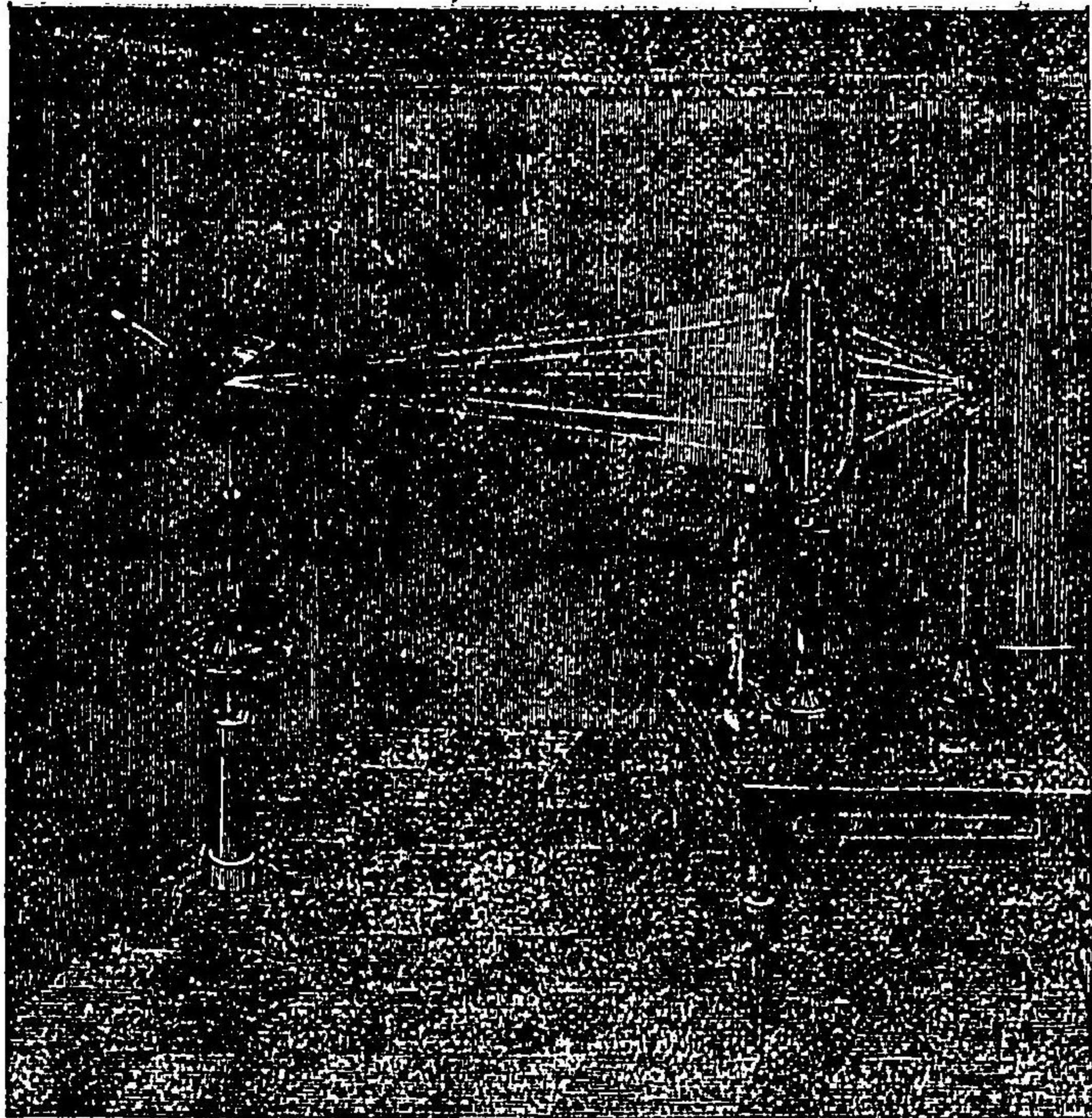
第七節 光線の組織

抑も光は何種より成るものなるや、即ちかの太陽の光の如き白光が何
種より成るものなるや、吾人は既に其七色は決して別に合色なきを説
けり、惟太陽の光の如何、太陽の光は實に前節に述べたる七色の光線よ
り成るものあり。

吾人は今其試験法を示さんとす。

三稜鏡の爲に七分したる光線をして角度と反對にしたる三稜鏡を
再ひ透過せしむれば、其光線相合して無色の二線とあり、且

(圖六百第)

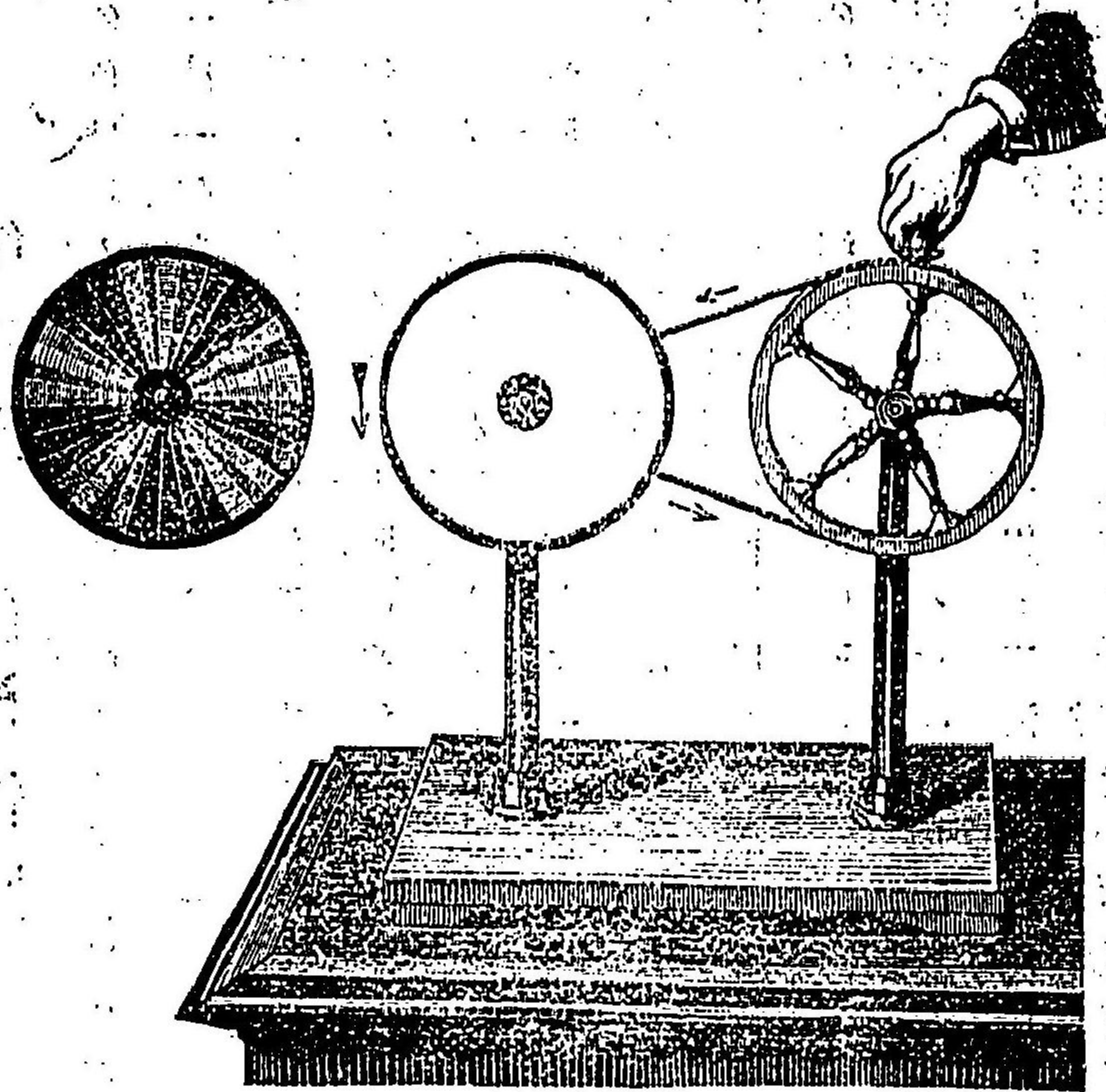


蓋し反對の二鏡を
透過するときは、彼
是之に其作用を消
滅して、理正に平板
を透過するときは、
同理あるに依る。
第百六圖に示す
か如く、其燒點に
受光板を装置す
るときは、其光線
相合して板上に
白點を現出す、又
凹面鏡を以て七

色の光線を受け其焼點に受光板を置くときも亦同じきあり、光線が露水晶或は寶石を打つときは甚だ美麗なる色を呈するは吾人の善く知る所あり、此等の諸物體は燦然として輝きたる虹色を示す、かの虹色は寶石の色と同じ原因より生ずるものなり、蓋し虹と云ふ名は草上に浮べる金剛石の如き水滴の集合が空中に存在するを示すものにして是等美觀は皆同一の原因を爲すものあり、嘗て英國のアイサツン、ニユートン氏之を發明せり、氏は白光は種々の色の光線の多數より組織せられたるを証し、又此等の光線が物體を透過するや、各別に分離せらるゝとを證せり、吾人は猶ほ白色光線が七色より組織せらるゝとを證するに其試験の結果により充分之を證明するを得べし、

試験 第百七圖に見るか如く圓盤にスペクトルの七色を塗り圖の如き装置を用ゐて之を廻旋すれば其の色相混交して灰白色の者となる蓋し紅色一回眼に入り來るや其感覺未だ消失せざるに橙黄色

(圖七百第)



又來りて眼に入り、黄色後之に次ぎ陸續輾轉交換するか故に遂に相混一して白色を爲すあり、又吾人か小兒の時長棍の一端に點火し速に之を回轉するときは恰も光環の狀を爲すは一回眼中に入りたる感觸の暫時消滅せざるに由るものとす、

第八節 色の性質

物體の色は種々ありと雖も、大別するときは二種とす。一は固有の色にして一は一時發現の色と云ふ、

一時發現の色とは至薄の透明體若くは至細の線を有する物面の色の如く又虹色の如く或は太陽の光線雨滴に映して分解したるものか日光物面より反射して相交錯したるに由る、

色の性質

以上は皆固有の色にあらすして一時發現の色なり、かの眞珠の綠色に見るは、其面に至細の繊維線あるによる、吾人若し其證例を擧げんと欲せば白蠟を以てかの眞珠の面に貼し、其線紋を摸取するときは、其白色あるもの變して綠色を呈するに至る、

物體固有の色は其體質に由つて一分は吸収し、一分は反射若くは透過するに由るものなり、是を以て不透明體の色は物體より反射したる光線の混交に因て生ずるものとす、洋紅の紅色なるか如きは、七色線中唯

光

屈折

紅色線のみか、或は相混交して紅色とあるべき凡ての諸線を反射して他の諸線を吸収するものとす、而して其吸収は大凡七色中の一分に止り、他の諸色線を通過せしむるを以て假令透明玲瓏の體と雖も、多少光線を吸収するか故に、其體はよく厚つくして之を吸収するといふべく、多ければ、其透過する所の光線の遂に又色を帯ふるに至る、

例證 水の色なきも、其深遠に至るとさういふ綠色を帯び、空氣の無色も亦其重積するに至れば藍色を生ず、

二種の色を混するときは無色を生すべき性質あり、今試みに三稜鏡を以て分解したる七色線中の紅色を除き、而して他の六色線をして雙凸透鏡を通過せしむれば、集合したる光線は綠色を生ずべしと雖も、今之に紅色を加ふるときは變して無色となる、ニウ・トンは此二色を名して餘色といひ、其他藍の橙黄に於ける、桔梗の黄に於ける亦同理あり、

第五章 光學器械

鏡及びレンズの性質は光學器械の種々の装置に的を用するを得べし此器械によつて吾人眼界の制限を擴張しまた嘗て吾人に知られざる二箇の新世界を發見するを得たり一は精細にして測るべからず一は廣大にして又窺ふべからざるもの是あり。

光學器械中尤も要用なるものは二あり則ち一は顯微鏡にして尤も精微にして吾人に見るべからざるものを見るときを得べし一は望遠鏡にして大なる距離にある物體を試験するを得べし。

此二種の外に幻鏡影畫鏡天焰鏡寫真鏡雙眼鏡等あり。

第一節 望遠鏡

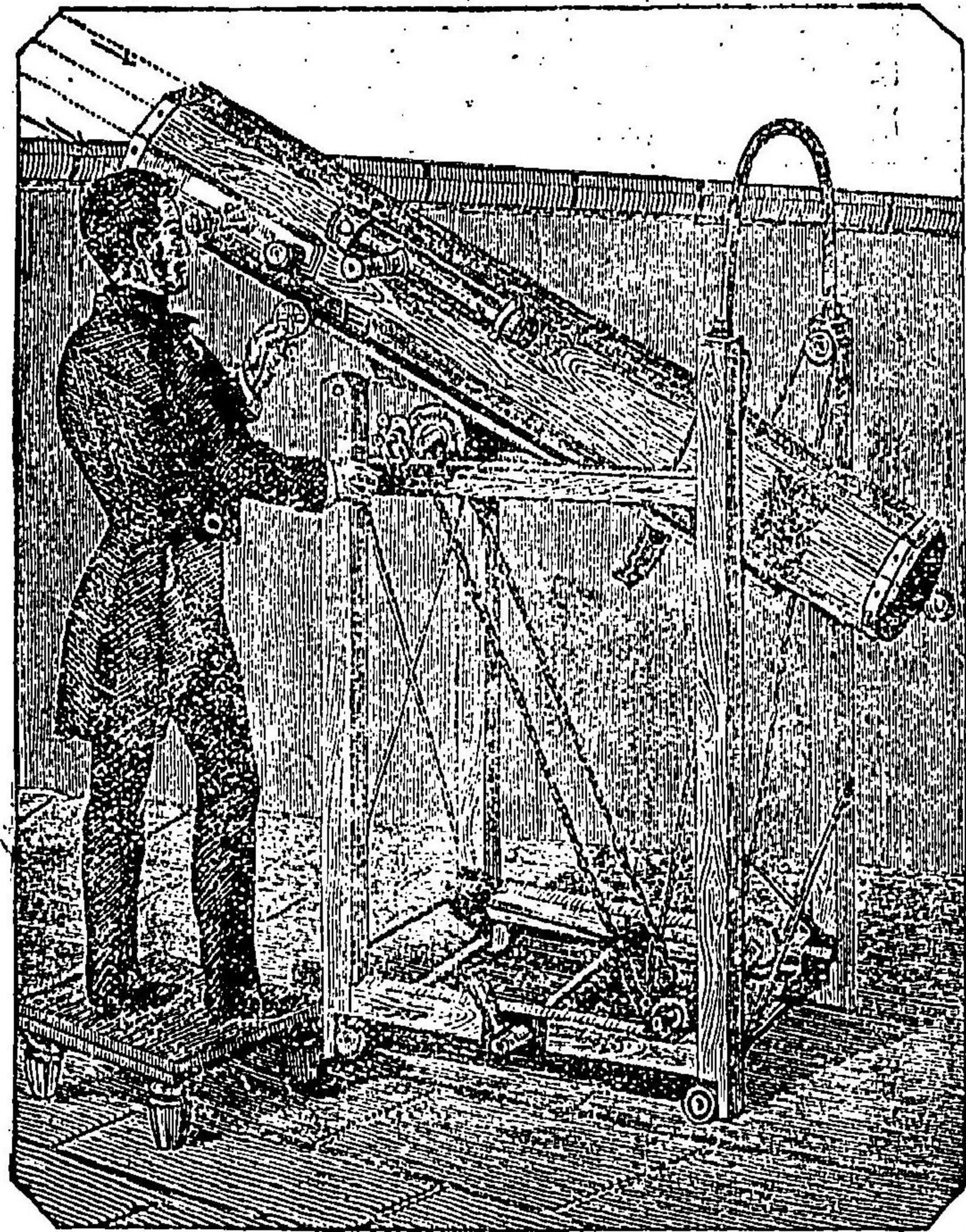
其距離遙遠にして肉眼の及ばざる所の物を見る爲の器にして其種類二種あり一は反射遠鏡と稱し一は屈折遠鏡と云ふ。

屈折遠鏡にあつては物像を映現せしむるに玻璃の先鏡を用る反射鏡にあつては金屬の先鏡を以てす其映象を認視する後鏡に至ては兩種類共に玻璃を用いて唯一箇を以てするのみあり又時としては數個を重用するとあり蓋し前後兩鏡の形狀及び装置に因て二種中更に用所の異なるものありと雖も是等は凡て讀者諸君が實地に就て講究されんとを望む。

第百八圖は鉄製の三脚台に架し其の中間の脚底は器械の昇降を自在ならしめ其上部の遠望管と接する所は左右の旋轉を自由ならしむる様装置す又人が右手にて支え居る處の點上に附着せる小望遠鏡は空際を望むに嘗て大望遠鏡よりも眼界廣闊にして預しめ檢測せんと欲する星象等の位置を探索するに供す故に一名探索鏡とも稱す。

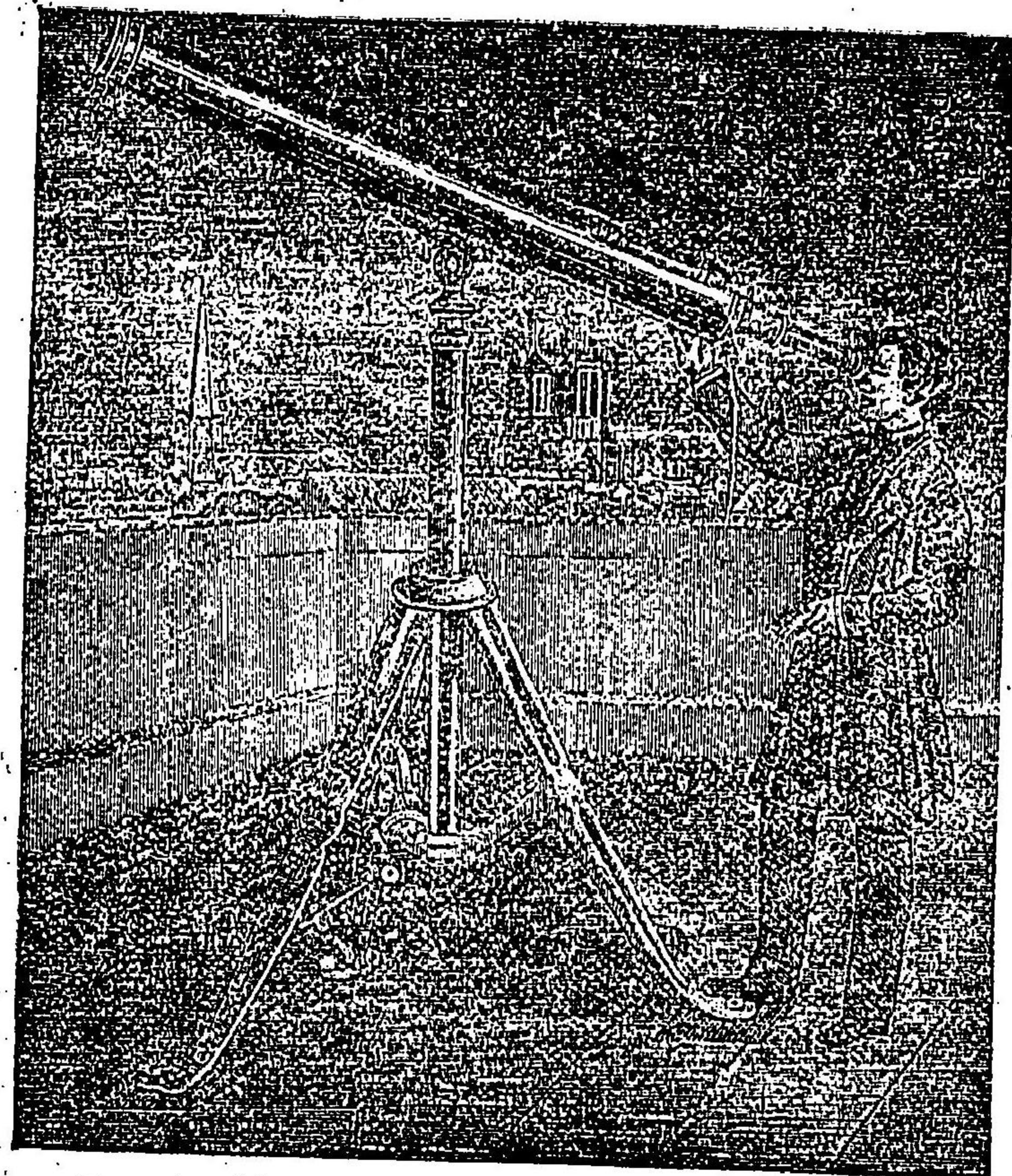
他に地上の望遠鏡なるものあり其前後兩鏡の中間更に二箇の雙凸

(圖 九 百 第)



の說明の
 一はニコ
 ーソン氏
 に因て發
 明せられ
 たるもの
 にして則
 ち第百九
 圖に於て
 示すか如
 し。
 反射遠鏡
 は金屬の

(圖 八 百 第)



透鏡を装置
 するものに
 して此二鏡
 先鏡の爲に
 倒現する背
 像をして復
 ひ正立せし
 むるものな
 り蓋し是等
 は一名復正
 鏡とも稱す
 るなり。
 反射望遠鏡

先鏡を以て物像を反射せしめ、玻璃の後鏡を以て之を目視するものにして、或は一個の後鏡を用ふるあり、或は二箇を重用するあり、第百九圖は則ち外部の形状を示したるものにして、光線物體より來たり、管底にある球の凹面鏡に觸れて反射し、管に至て背像を映出せんとす、然るに其光線管内の三稜鏡の爲に全く反射せられ、眼前に背像を現す、今之を側面より後鏡を隔てて之を見るに、恰も正面に見るか如く覺ふるなり。

第二節 顯微鏡

顯微鏡は近接せる物體を觀察する爲めに作られるものにして、望遠鏡を變改したるものなり、或は一個の透明體を用ゐ、若くしは反射鏡を兼用するものあり、

顯微鏡には二種あり、一は單製顯微鏡にして、一は複製顯微鏡是あり、單製顯微鏡は厚き雙凸レンズに木角、或は金屬の把柄を付したるもの

第百十圖



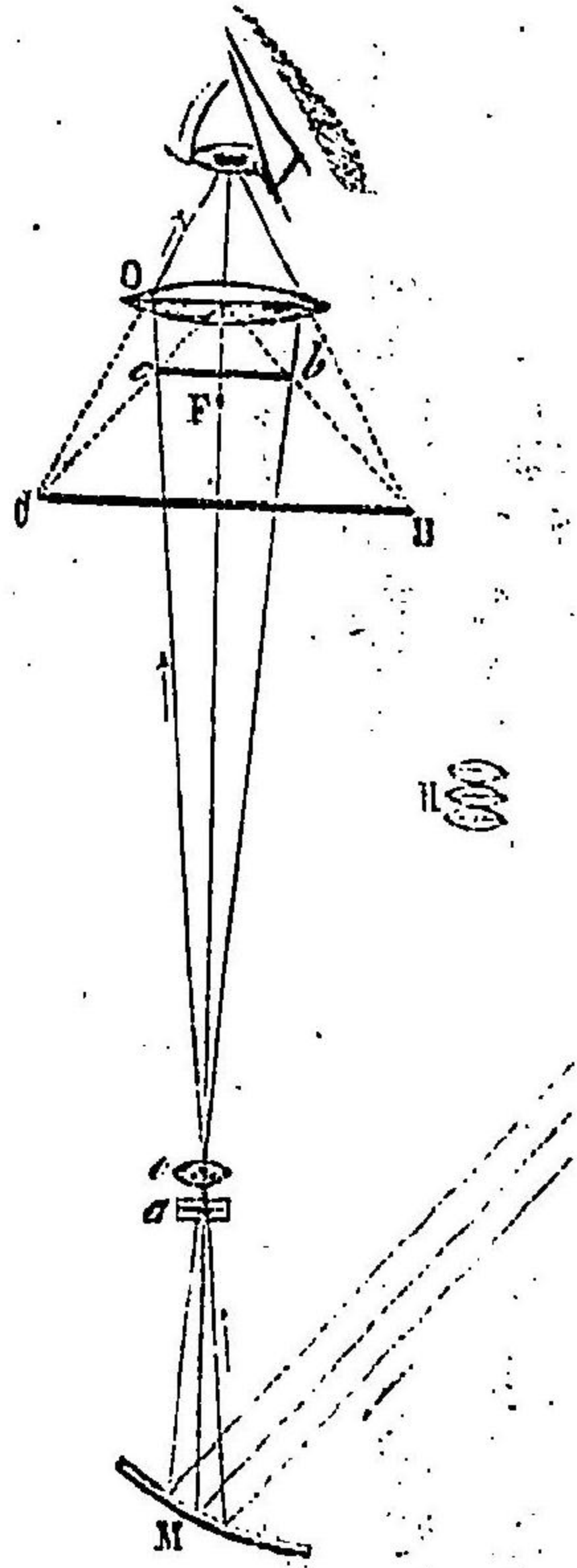
にして、則ち第百十圖に於て老人が持つ眼鏡を見て之を知るべし、其の物體を見るや物の位置と鏡の凸形の厚薄と各人の眼力とに従て、大小

明否の別ありと雖も、要するに其見らるべき物體を焦點距離内にわらしむる時を以て最も可となるあり、此場合に於て其落射する所の光線の進入は一の光輝を生ずるか如く、視覺の迷誤を生じ、其鏡軸は光線の進行する所の點を經過すべし、是則ち視覺の中心點なり、今若しレンズの視覺的中心に目を置くときは、其物體は同一の形状にて見

見ふるべし、

視覺の制限は其物體より八インチに於て明かに見るとを得べき也

(圖 二十 百 第)



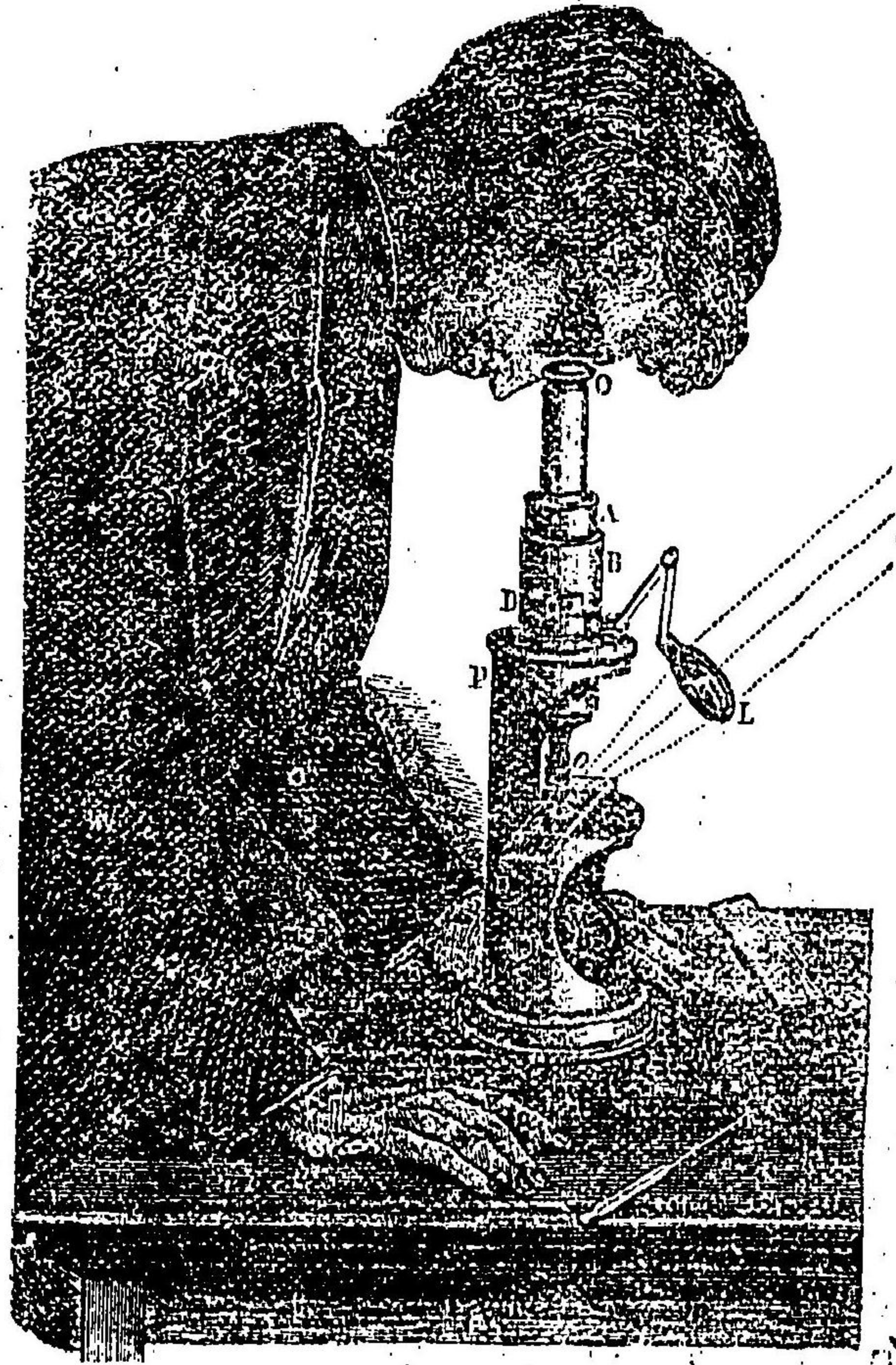
は此レンズはb c なる顛倒したる實像を生ず、さてO なる眼鏡の主燒
點b c なる像より僅か離れてある如く裝置す、然るときは此眼鏡の單

眼鏡は其上端
にあり、ある
物體は物體眼
鏡の主燒點よ
り僅か下小置
かる、然るとき

第百十一圖は則ち複製顯微鏡の裝置及び其使用法を示せしものな
り又第百十二圖は同顯微鏡の内部を示したる者にして其光線の原
由を知らしむ、今其見られんとする物體はoa の間に於て置かるべし則
ち二個の玻璃板の間に挿む、其中にOA なる管あり、其管中には二箇の
レンズ裝置せらる、なる物體レンズは其下部にあり、而してO なる

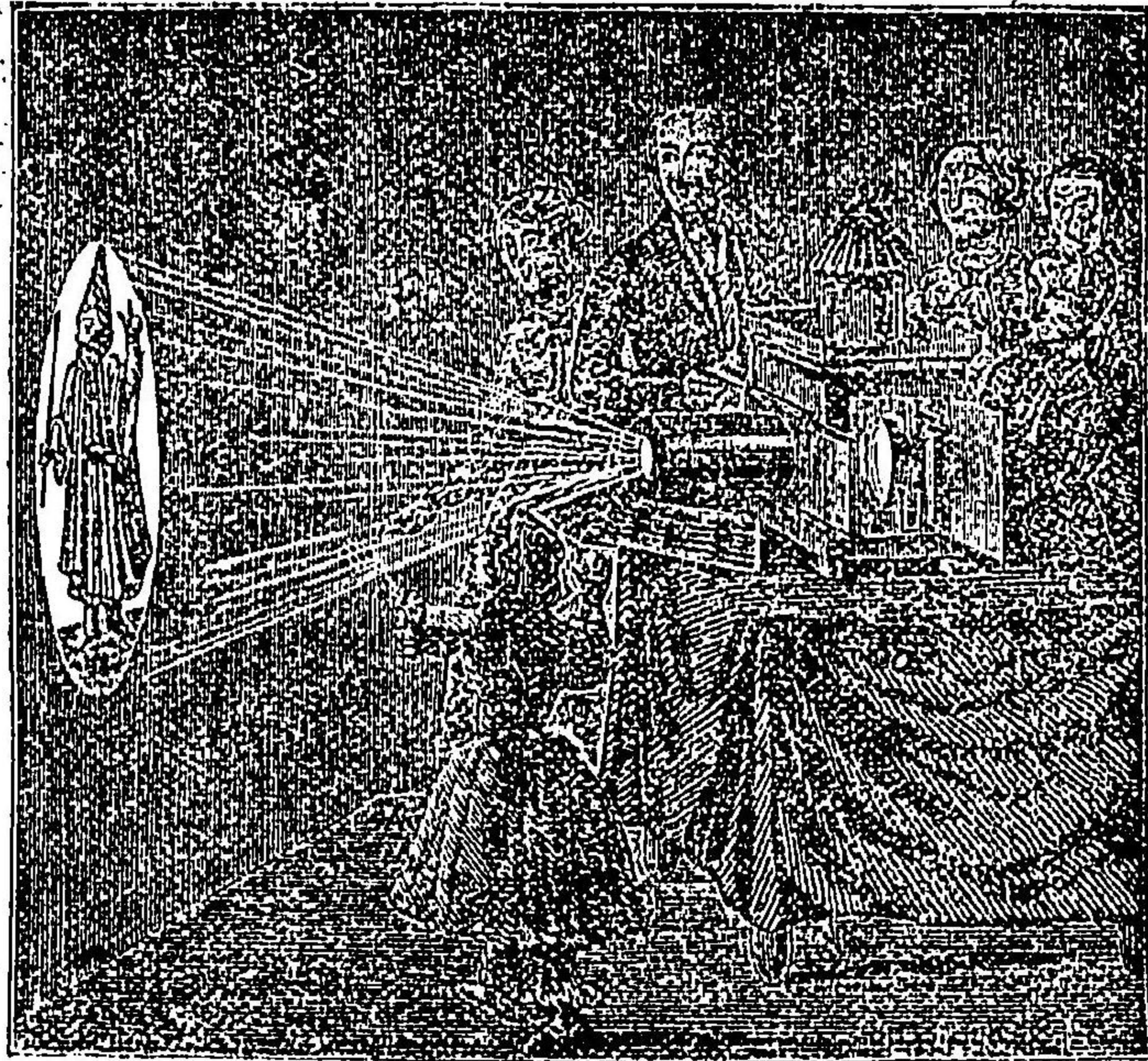
のかり、故に單一なる顯微鏡の燒點若し一インチの距離に於てある
ときは其物體の八倍の大きさとなる、故に一インチの四分一とすれば
其物體
の三十
二倍の
大とき
るべし、
複製顯微
鏡は前後
共に雙凸
玻璃を以
て製造す、

(圖 一 十 百 第)



のかり、故に單一なる顯微鏡の燒點若し一インチの距離に於てある
ときは其物體の八倍の大きさとなる、故に一インチの四分一とすれば
其物體
の三十
二倍の
大とき
るべし、
複製顯微
鏡は前後
共に雙凸
玻璃を以
て製造す、

(圖 三 十 百 第)



幻燈とは玻璃板上に畫きたる物像を燈若くは紙面に増大現映して吾

人に見せしむるものあり、是れ今日各小學校教育的玩具として用ゐらるゝ、幻燈は即ち是ありとす、抑も此器械は今より二百十餘年以前獨逸國の僧フアーサーカーサエム氏に依て發明されたるものあり、

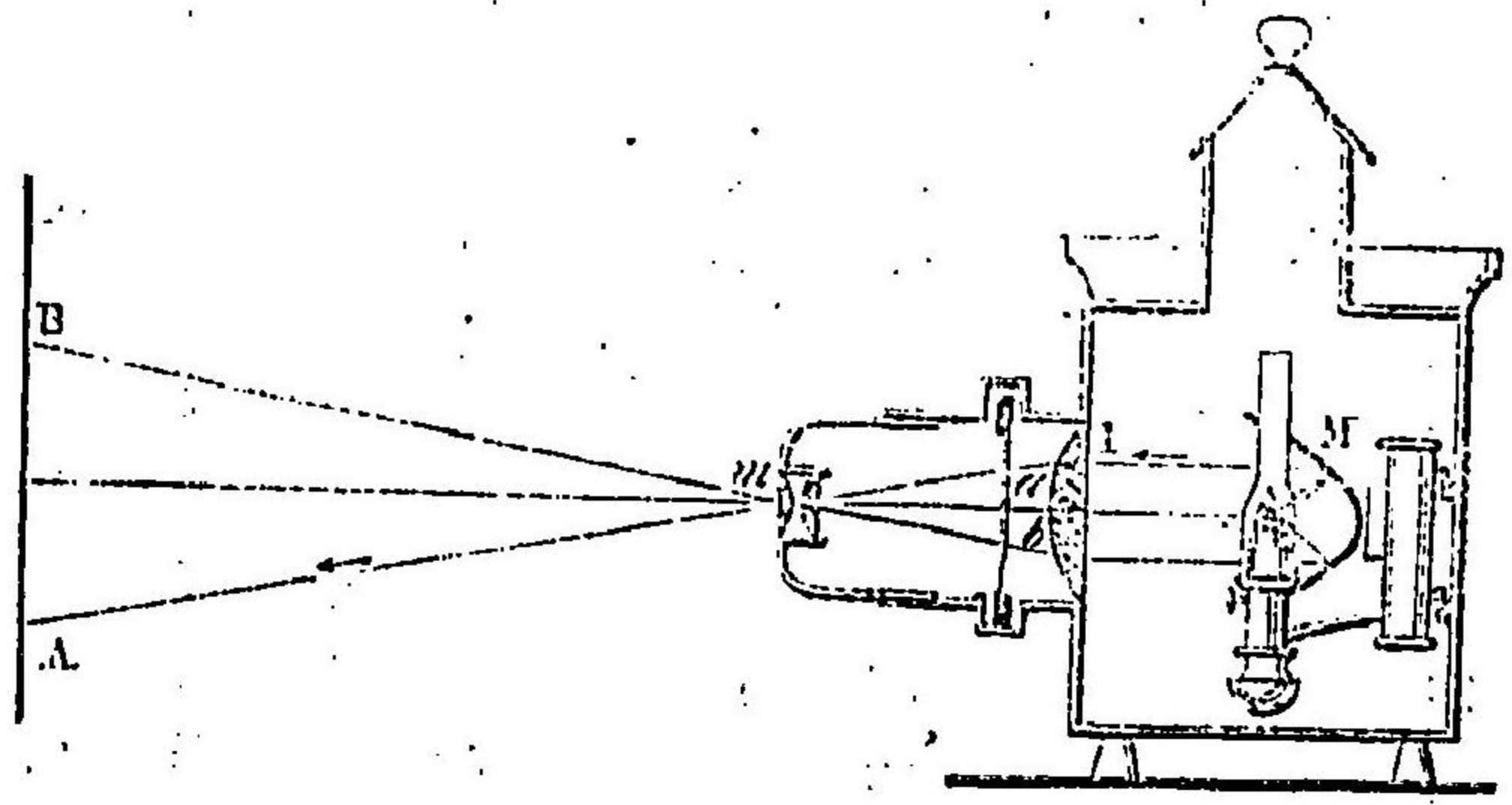
第百十三圖及び第百十四圖は幻燈を用ふ

製レンズの如き働きを爲し其物體の像をBCにてありし如く思はしむべし像を吾人に示す其作用は物體鏡に屬するものにして、其レンズを二ヶ若くは三ヶ結合するに從て其形像を増大するものあり、そは第百十二圖の右に示したるHを見て之を知らる可し。物體若し透明體なるときはある反射鏡も因て照らさしむべし、蓋し其反射鏡の上に光線を彙集せしむ、又物體不透明あるときは、あるレンズにて反射せしむ、其Lの上に光線を彙集す、顯微鏡の用たる實に主なる功用を爲すものにして、植物學上若くは生理學の必用なる器械なり、草木の纖維是に因て明かに禽獸の筋絡是に因て知るを得べく、物質の純否物品の精粗微妙ある虫類の生理に關する運動等凡て吾人が肉眼に及ぶ能はざる所の事物皆研究するを得べし、

第三節 幻燈

るの方法及其装置と示したるものなるが故に讀者常に相參觀して了解せらるべし先づ其装置を陳べんに匣の中央に強光を發する燈火ありて其前面にはMなる反射物と置く然るときは光は圖の矢に示す如くIに反射すべし而してabなる畫像をかきたる玻璃板を強く輝照するか如く左様に其光線は幅濶すべし而して遂に二箇レンズ(m)の結合は單一なる凸面レンズの如き作用を呈す又abある玻璃板は少しくmある凸面レンズの焦點距離外にあるを以て其光線之か爲めに屈折せられ上下交角を爲し遂に幕上に進んでB Aの如き至

(圖 四 十 百 第)



大の物像を倒視するなり故に其肖像を正立せしめんと欲せばあの畫板をあらうとめ倒挿すべきものとす。

第六章 光の化學的作用

格魯兒瓦斯と水素瓦斯とは通常の温度に於ける暗處に於て如何に之を接觸混和するも化合するるときはと雖も若し一度光を受くるときは容易に化合すべし。

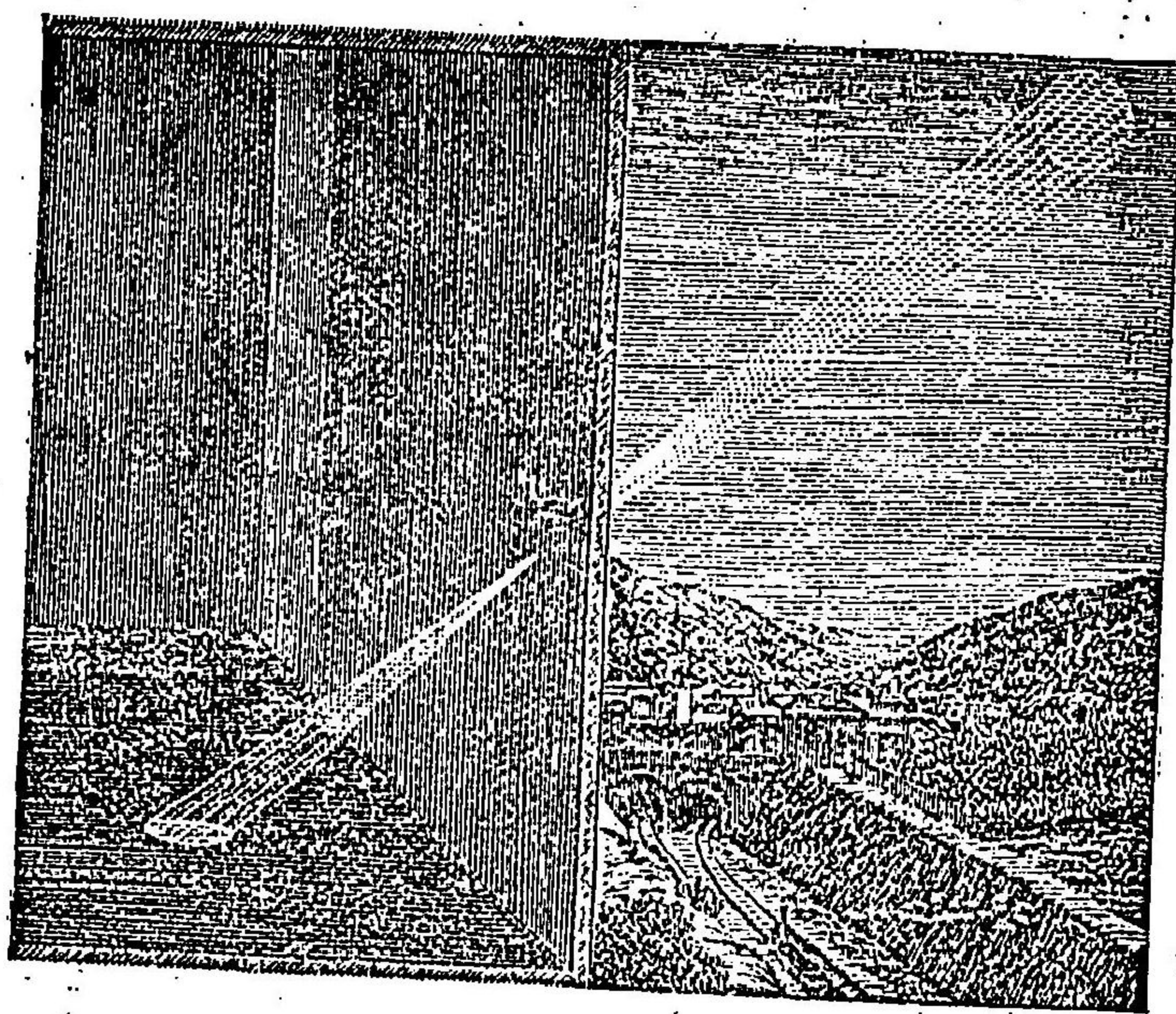
水中に吸収したる格魯兒瓦斯は光の作用によりて漸々に水より水素を奪取し又水中に収貯したる燐は日光中に於て酸化赤燐に變ず濃硝酸は普通の温度に於ては光の爲に酸素瓦斯と次硝酸とに多少分解し、白色の格魯兒銀は光の爲に黒色とある、是其分解を起して格魯兒は散逸し銀は再び還元し細末の金屬狀となりて殘留するを以てあり、今吾人か陳べたるものは光の爲に化合及び分解を生ずる著明あるも

のなるが、化學的に於ては實に其夥しき舉げて數ふべからず。
 光は有機體中の炭素及び水素と周圍氣中の酸素との化合を促かすの
 力あり、麻布等の天然に暗色を帯ぶるの原を爲す所の色素は光の爲め
 に分解して水に溶解すべき物質となり、其極全白色とあるべし、又光は
 實に植物の生長に至大なる關係を有する者にして、かの識者か平素見る
 か如く暗處には決して植物の活潑ある生長を見るときくして常に萎凋
 の景狀を有し、其葉花共に慘憺たる色澤を呈す、抑も植物の綠色なる部
 分は空氣中より炭酸を吸収し、其炭酸は分解せられて炭素は植物の成
 分として植物中に殘留し、周圍氣は再び酸素を呼出す、斯の如く炭酸瓦
 斯の分解して空氣中に酸素を呼出するは只光の作用に根據するのみ
 なり上陳の如く光は化學的作用を爲すものにして、吾人が物理學研究
 中に於て尤も其龍眼青眸たるべきものあり、

第一節 暗箱

吾人は寫眞師か用ふる暗箱あるものを説明するに先たち、かの眞の背
 像及び假の背像の事に遡論せんとす、抑も凹面鏡に由て現出する物體
 に二種ありて、其眞焦點の彙集して生ずる者は、眞背像にして物體若し
 主焦點外にあるときは、眞背像を倒現す、當て第八十四圖に於て示した
 るか如く、若し紙面に物像を投映すれば、唯形狀を現はすのみならず、其
 色も亦あきらかに見るとを得べし、而して其倒影は如何なる原因ある
 や、吾人請ふ簡單なる例によりて再び茲に説明すべし、
 蓋し光の直線的に進行するとは、月の小孔を過ぎて日光が室内に入り來るに
 て知る可し、此時に當り光の道は室内に飛ぶ所の塵が照らさるゝに由て明に
 其直線なるとを證し、孔若し小なれば光の道は圓錐形を爲し、孔は其頂點を爲
 す、今其光をして床上に當らしむれば、其照らされたる部分は圓形ならずして
 楕圓形となり、何れの場合に於ても即ち此部分は太陽の像にして、太陽圓きが
 故に、其光點も亦圓し、故に此部分の各點と孔とを結べる直線を延ばすときは、
 太陽の各點に達するとは必定にして、之を切首すれば、即ち像の各點は太陽面

(圖 五 十 百 第)



の各異りたる處より光を受けたる者にして、光線は皆孔に於て集り相切るを以て、像は即ち太陽の倒にせられたると同じく光線の最も高き處にあるは、太陽體の最も低き處の一點より來り、光線の最も低き處にあるは、則ち太陽體の最も高き處の一點より集り來るものなり、前條の實例に依りて之を見るときは、室の戸を閉して暗黒となし、戸に小孔を穿つときは、戸外の景色は、戸に對する壁上若くは板面に現出し、其像は戸外の景色の倒立せしものにして、

光の化學的的作用

吾人の暗室にありて、太陽の昇りたる後、其室の壁に樹木の倒にして影映するは、日光の戸隙より來るによる者と知るべし、

前文に述べたる理は以て寫眞術に應用するを得べし、又暗箱の原理を證明するに足る、抑も暗箱あるものは、玻璃或は紙の表面上に物體の鮮明なる像を現出すべき爲めに用ゐらるゝ装置にして、三脚台の上に載するに一箇の箱を以てす、四方密閉して暗黒となし、猶ほ其暗黒を完全に他方より光線の亂入を拒く爲に、内部は黒く塗る、其前面には小孔を穿ち、而して其小孔より入り來る所の像影を映出せしめん爲め、其對向の側面に紙片若くは玻璃の一片を置くものとす、而して其小孔は凹鏡を挿入すべきに、適當に鑽り、其對向の玻璃面若くは紙片像影の映出する場所の中點に光線の注射し來る装置にす、

今此簡單なる暗箱の前に立つときは、其人の帽子より進む所の光線は、其暗箱の底面に像影を映出せんとし、而して其足の方より進む所の

光線は其玻璃面の頂上に像影を映出せんとするが故に、其作用は遂に
顛して、其人物の像影は暗箱の玻璃面に於て倒立すべし、然れども今其
倒影を水平に見るときは、矢張り普通の正立したる像影となるなり、
暗箱は建築其他景色の外線を描寫する事に於て大なる助を與ふる
ものなれども、其重要ある的用は寫真術種々の方法に應用せらる。

第二節 免手兒照畫

一名銀片照畫とも稱す、蓋し暗箱を適用したる最も有用なるもの、一
は光線の作用若くは化學的光線作用によりて、金屬或は紙片の上に像
影を顯映するとはあり、

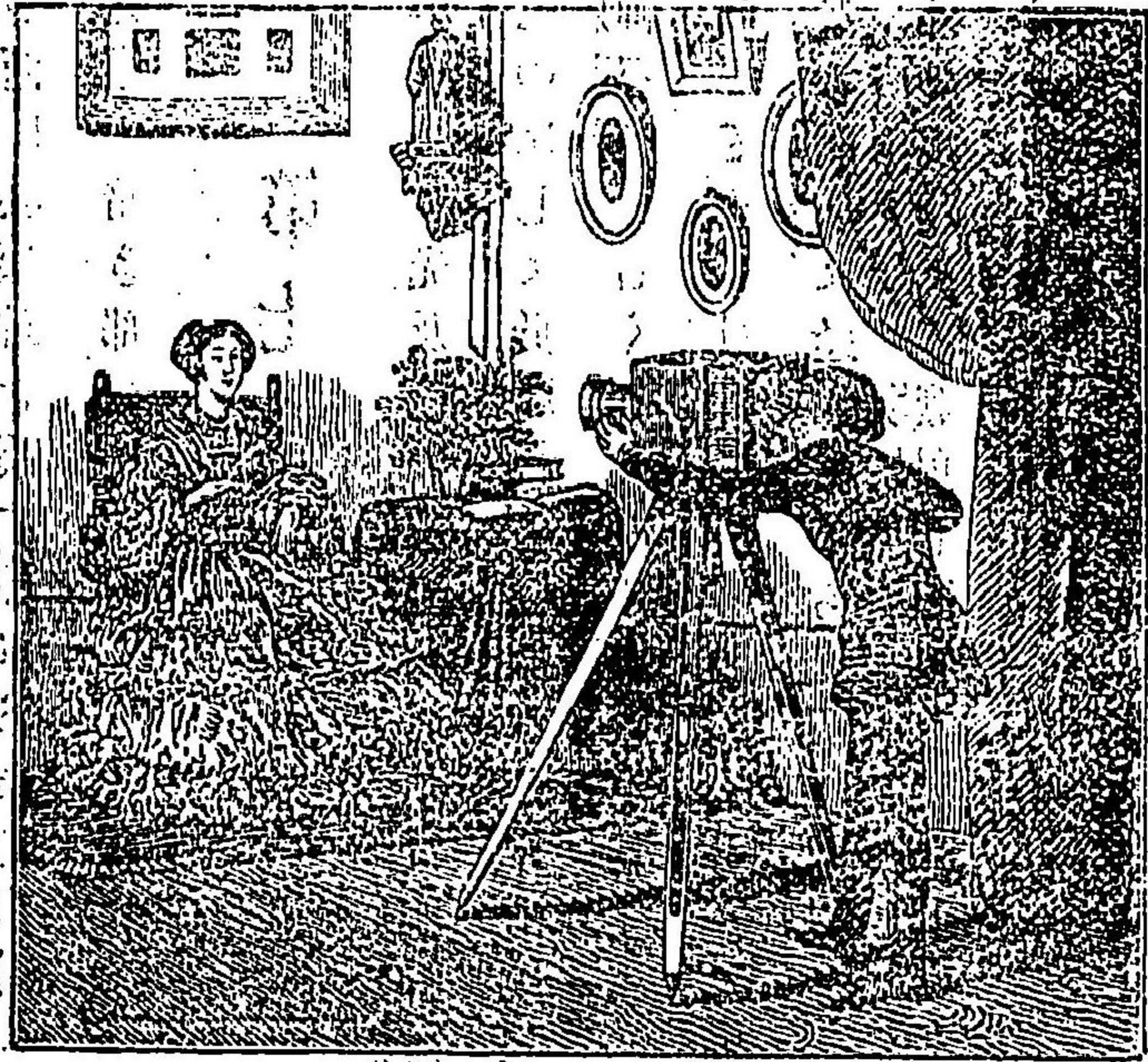
本節の銀片照畫の器械中尤も有用なるものは、即ちタンポット氏の
發明に係るものにして、日光の作用をかり預しめ準備し置きたる紙
上に圖の位置を定むると是あり、然れども此企てはダカレー君の創
意に成るものにして千八百三十九年彼は公言して曰く、若し暗箱に

數分時間紙片を置くときは、金屬板上に映出し來る像を確定するを
得べしと、

數年の間時日を経過せしが遂に成功を得て多くの人皆之が爲めに
其職業を得たり、此發明は獨り當時に於て有益なるのみならず、猶ほ
廣大なる利益を與ひり、

ダカレー氏の方法は銀の薄層を以て塗探したる平板上に暗箱より
來る像影を受取るとにして、其平板の表面は尤も盛滑に磨し光線を
感し易くす、而して其光線の感觸を早くさしむるには、アノヂン
(元素名)の作用をかる、アノヂンは元其性質たるや固體あるものな
れども、一度輕弱なる光熱を受くるときは蒸氣に變化するものなり、
今平板を以て二分時間ばかりアノヂンの蒸發する處を蓋ふべし、
然るときは平板は其蒸發を受け銀の薄層は直ちにアノヂンと化
合し、其平板は沃度化銀を以て蓋はる、可し、蓋し此沃度化銀たるや

(圖六十百、第)



硝子上に明らかに像影を映せしむるを得べしと思ふ像の鮮明にうつると思ふときは此硝子戸をばつじ其代りに光の作用を受くる先きの洗度銀の平板を置く可し然るときは箱内の像は此感しやすき化合物に當り像の明るき部分に此表面の藥品に作用を及ぼして其性質を變ずると雖も暗き部分は此の如きとす今此方法に因り

非常に光線に感し易きものあり斯の如くに準備せられたる暗箱はあかる茲に寫し取らんとする物體の著明なる肖像を生ずべき位置を取り暫時の間之に肖像を受け己に其痕蹟を視得るの前其板を暗箱より抽出し水銀蒸氣を發するの裝置を爲したる後箱中に入れば茲に其蒸氣の爲に即ち肖像の現出するを見るべし爾後充分肖像を壓搾したる後其板を次亞硫酸曹達の溶液中に浸し以て洗度銀の布被を溶解して更に光の作用に感せらしむ是所謂固影法なり而して暗箱より抽出したる板は此方法を以て肖像の固定せらるゝ迄他は光の作用を受けさらしむべきや固より言を俟たず、

第百十六圖はメガリ氏の方法に因て用られたる暗箱の形式を示せり正方形の木製の箱にして其一端にはレンズを挿入したる管は附若す其暗箱の反對の一面は台硝子を挿めたるすべり落ちる所の戸あり其硝子戸の上に像影落ち來るなり今其戸を上下自在に動かすべ

像は表面に其痕跡を残す然れども此痕跡に於ては像の明き部分は暗く見え像の暗き部分は明るく見ゆ後に之より通常の寫眞をとるあり。

第七章 視覺官

吾人が眼にて光及色の感覺を起すは視神經の侵襲せられたるより生ずるものにして此神經の纖細なる末梢は眼球の後壁に布展して網膜又は神經膜と名くる一片の皮膜を爲すものありと知る可し而して吾人が暗黒と思ふは即ち神經膜の充分なる靜體あり然れども視神經はいかなる刺衝に逢ふも乍ち光明の感覺を起すものにして就中此刺衝は體外の萬物より發射し眼目を通過して網膜上に來着する所の光線より成れり。

抑も視覺に由て物體を判別するには只其物體より發射し來れる光線の網膜上に到達するのみを以て足れりとせず或る光點より發射し來

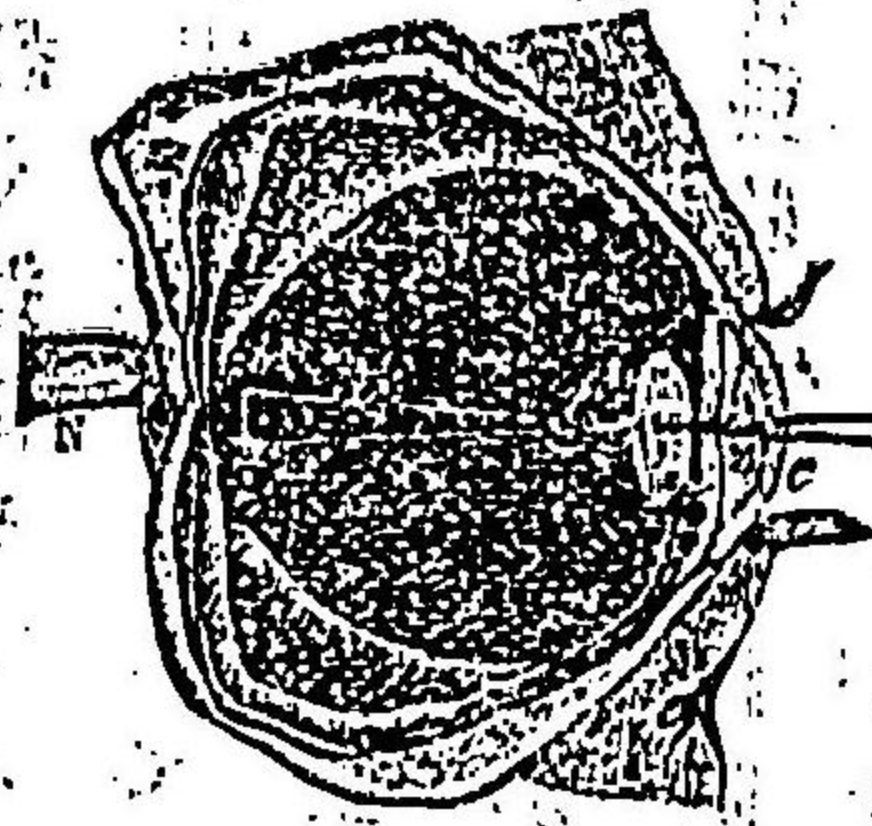
る光線は網膜の一定點に到達し而して他の諸點より發射し來れる光線は悉く遮断せられて之に錯綜せざるべき作用を爲す所の裝置即ち光線限界裝置を以て必要とす。

斯の如く作用を成全するの部分を具有するにより網膜の各點には各異の刺衝を受くるか故に能く物體を區視するを得るあり故に夥多の下等動物は此光線限界裝置を欠くを以て眞正に視學を爲すと能はず。只明瞭と晝夜の區別を爲すのみ。

第一節 眼目の構造

抑も吾人の視覺を司るべき眼目は光線と屈折すべき膜及び液の集合より成立するものにして物體一度其眼目に觸ふるゝや其形狀色彩善惡等を辨別するにあり而して物の遠近大小に關せず其物體より來る光線としての度の位置に燒點を爲さしむるの妙機關あり眼目は其形狀圓球の如く前面凸起の狀を爲して其直徑七八分を通常とす則ち第

(圖 七 十 百 第)



百十七圖は眼球を縦斷したる内部の構造を示すものなり前面の凸起は(○)の透明膜を以て之を包裹す是即ち角膜なり又眼球の外部は皆白色不透明之膜の白片を以て圍包す之れ所謂硬膜にして凡て眼球の六七分を圍包せり而して角膜の硬膜に於ける其狀猶ほ袖珍時計前面に玻璃板を鑲めたるか如し又角膜の背に接近して水の如き透明液あり是れ生理上水様液と云ふ此液中には(○)の如き膜様物ありて其周邊は硬膜に附着し中央には圓形の孔を具有す其膜は紅彩或は眼簾と稱す又其孔は所謂瞳孔あり此膜は實に伸縮自在にして光線の刺衝のときは伸ひて瞳孔を小にし刺衝又輕弱のときは縮て瞳孔を大にし以

て進入する光線をして的度からじむるものあり次に眼簾の背には透明軟骨質の液白圓球あり即ち線の集合點厚さ三分に過ぎず是と水晶液といふ其狀恰も雙凸レンズの如く後面の如きは更に前面より凸隆してその用は光線を集合して燦點をなさしむ此液は接池と硝子液(即ち圖中殆ど三分の二を有する黒面の處)と稱するものあり透明粘質にして眼球の内部に充滿し其周圍は矢張り網膜其硝子液の周圍は白くなりて圍みたる黒面に因て被包せらる其網膜は視神經Nと連接して物像は皆一度此處に映現し其感覺神經を傳ふて始めて腦に達す是を以てNは眼機中の最要具といふべし又此膜と硬膜との中間に膜あり之を脈絡膜といふ内面一帯黒色にして其用は網膜を通過する光線を吸収して反射するをあたらしむ

第二節 視覺の機關

眼力の作用は恰も暗箱の作用と同一の比例を取るを得べし固より完