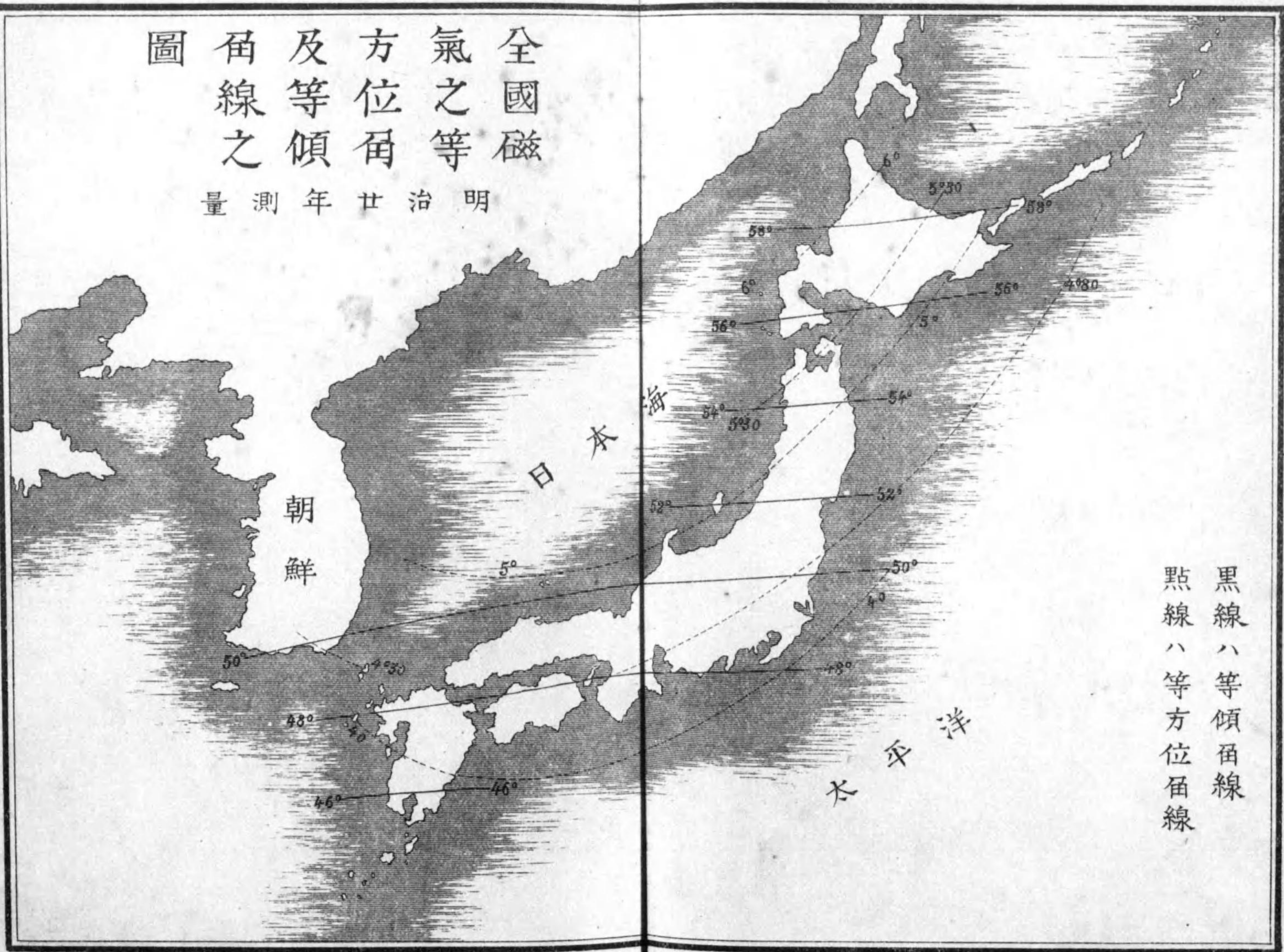


全國磁氣之方位角及等傾角線之圖

明治廿年測量



黑線八等傾角線
 點線八等方位角線

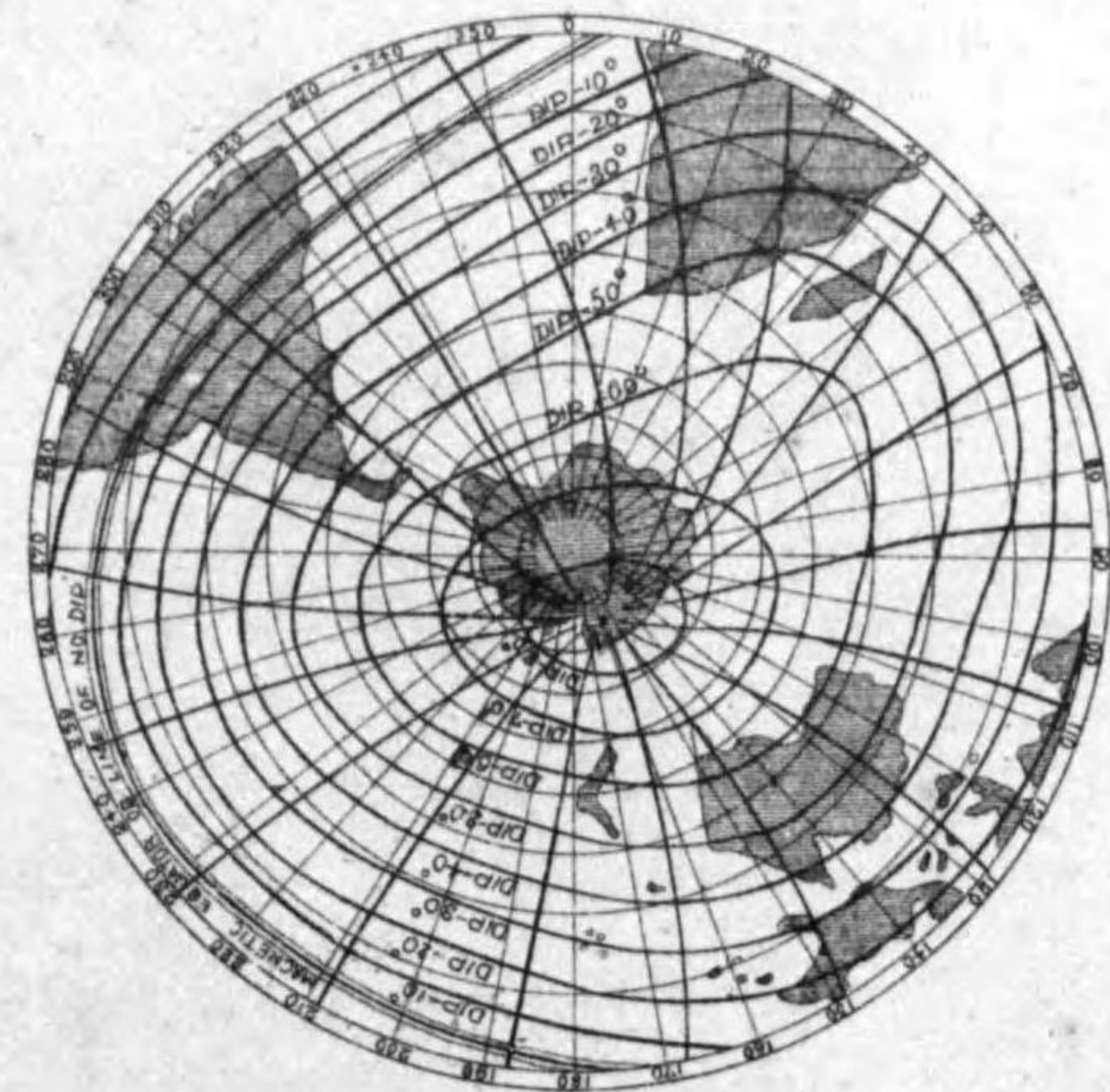
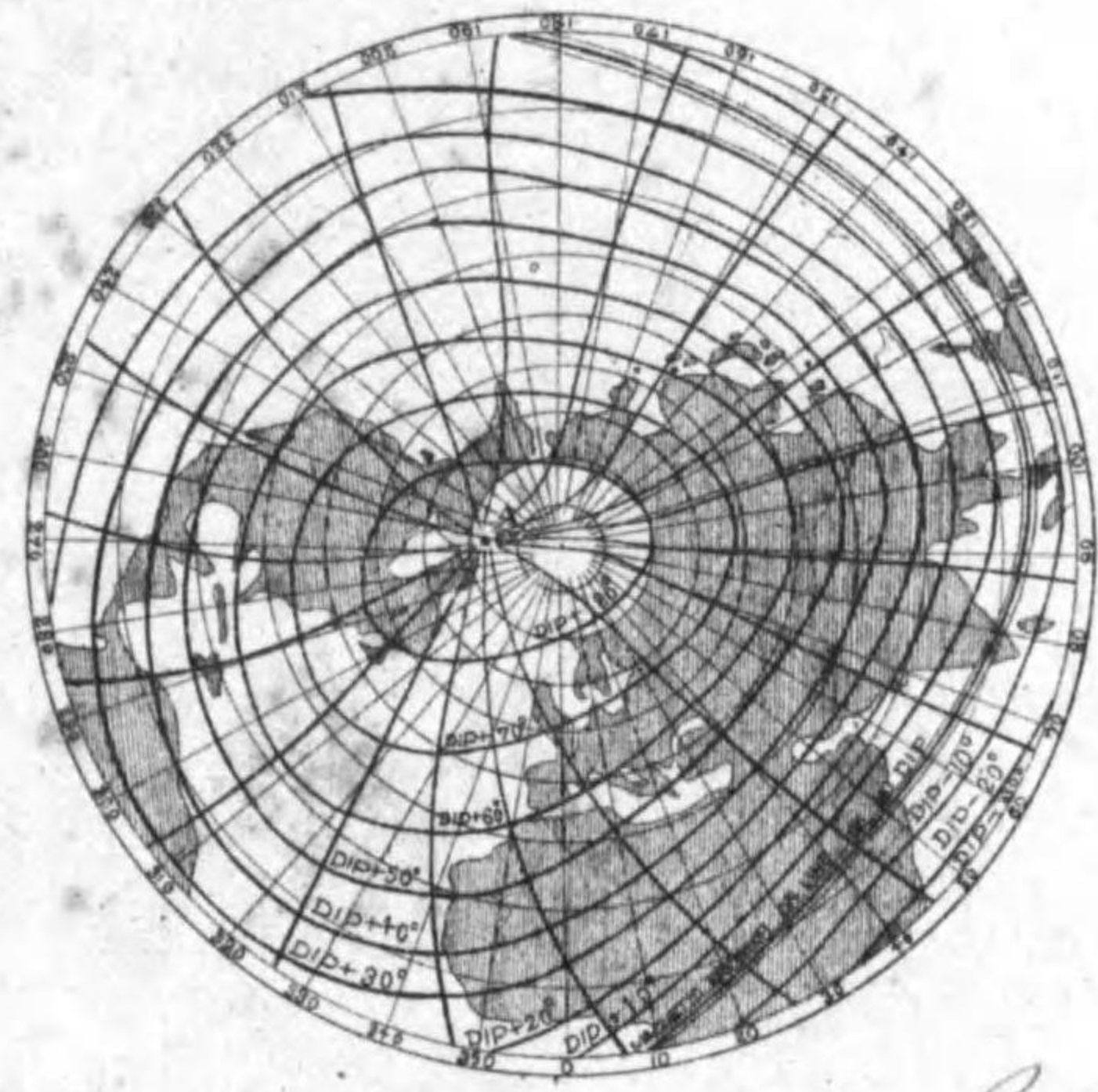
めば、磁石の引力は一定の仕事をなすべし、今前と同様なる鐵片を取りて磁石に近づければ其引かれて仕事をなすこと前の如しといへども、其量は前よりも少なきを見る、此方法を繰返して磁石が最早仕事をなし得ざるに至れば磁石は仕事の一定量をなしたるものにして、此より以上の仕事をなすの能なきを示すものなり、之を原狀に復すには鐵片を除き去らざるべからず、是れか爲には磁石がなせし量と等しき仕事を要するものなり。

第二節 磁生電氣の感應及び電流の感應

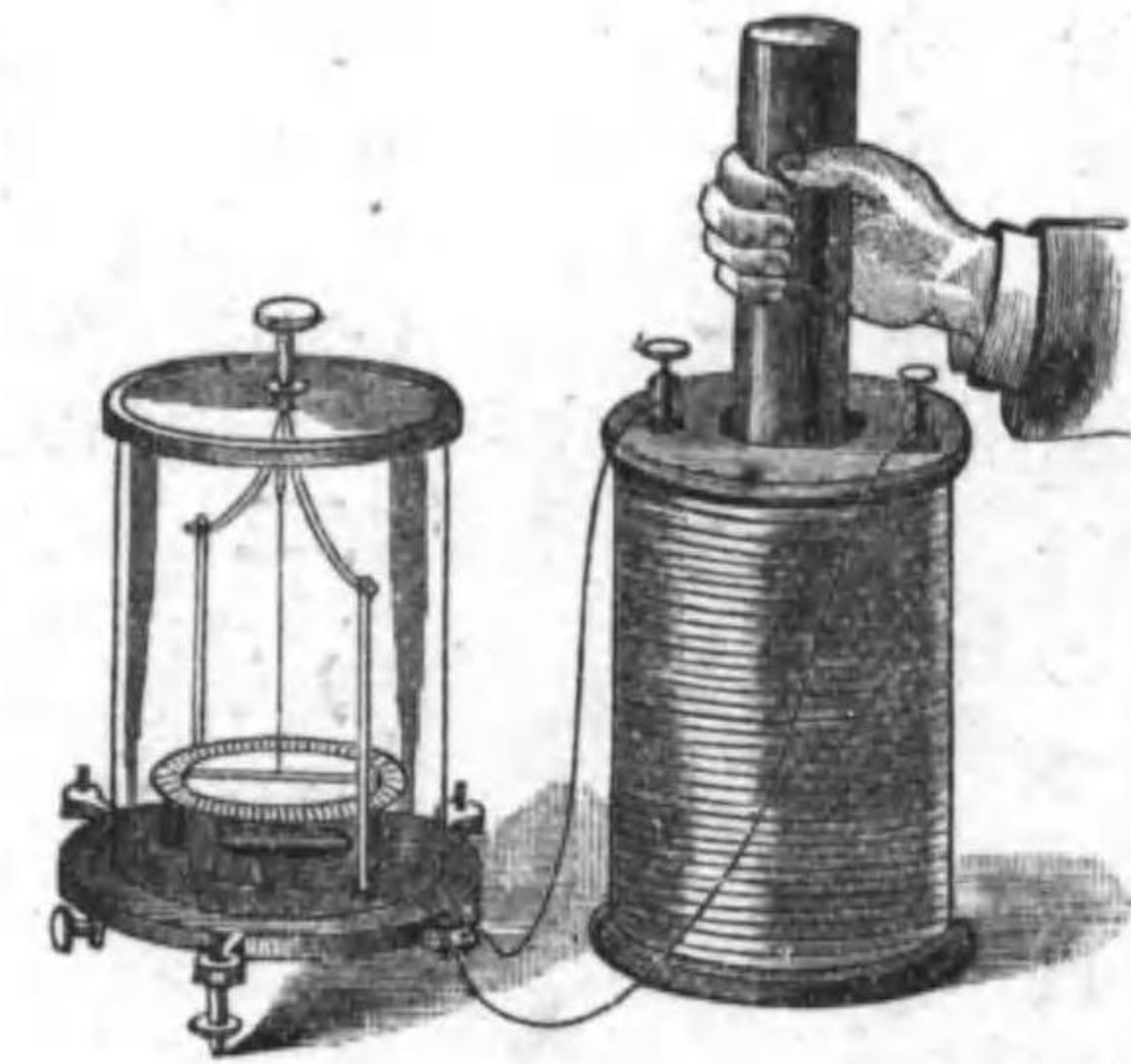
感應

〇(三) 手始めの試験 試験一 コイルと感じ良き電

流計とを結合し(第九二圖)磁氣を受けたる鐵棒をコイル内に急に突き込むときは、磁針のフレは其瞬間に於て張金に電流あることを示す、然



地球各處に於て磁氣の傾角の圖
午線及赤道其ト其極等を示ス



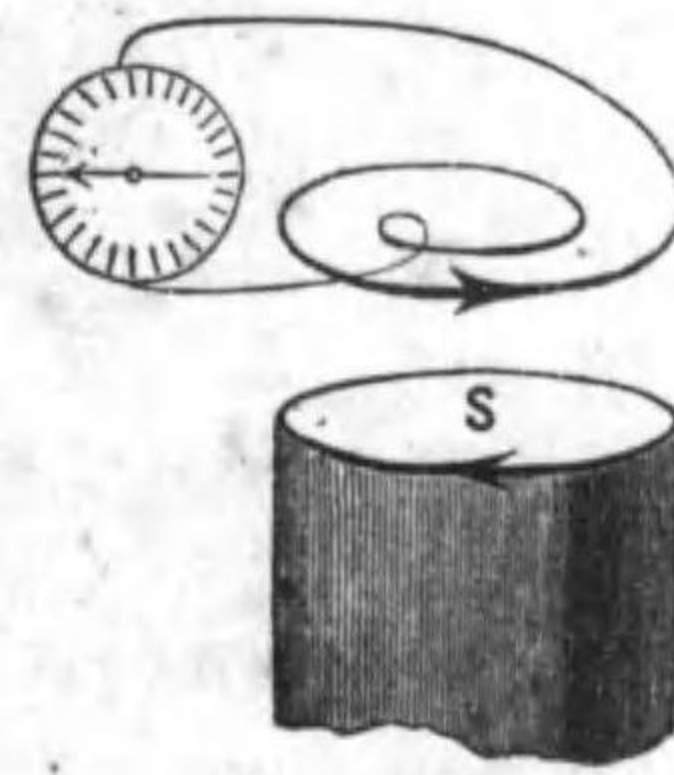
圖二九第

る電流は第九三圖に示すが如く、磁石を引き去るときは感應したる電

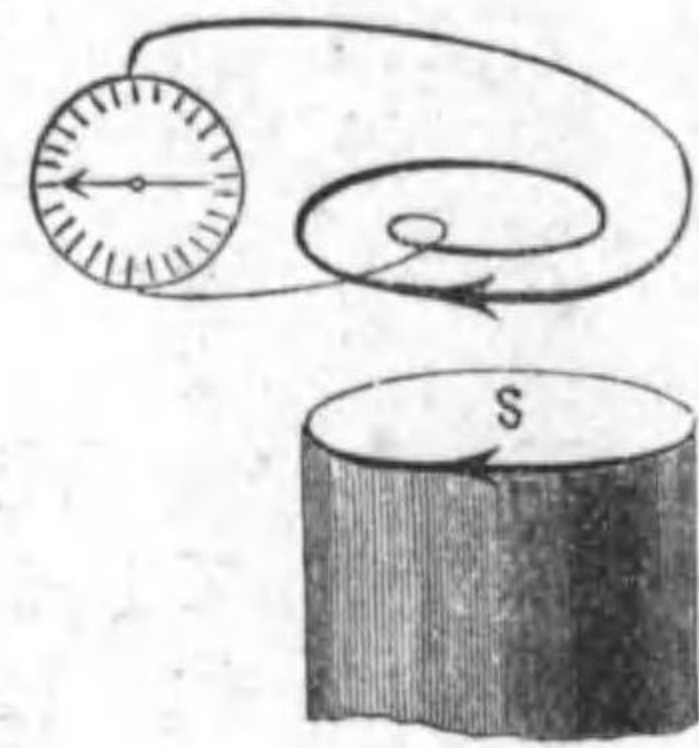
流は第九四圖の如し、而して此等感應電流の
 エ子ルギーは、磁石を動かすと云ふ機械的エ
 子ルギーの變したるものなり。

試驗二

コイルの中に軟鐵の心を置き、
 強き棒磁石の一極を軟鐵の一端の上に前後に動かせば、電流計の針



圖三九第



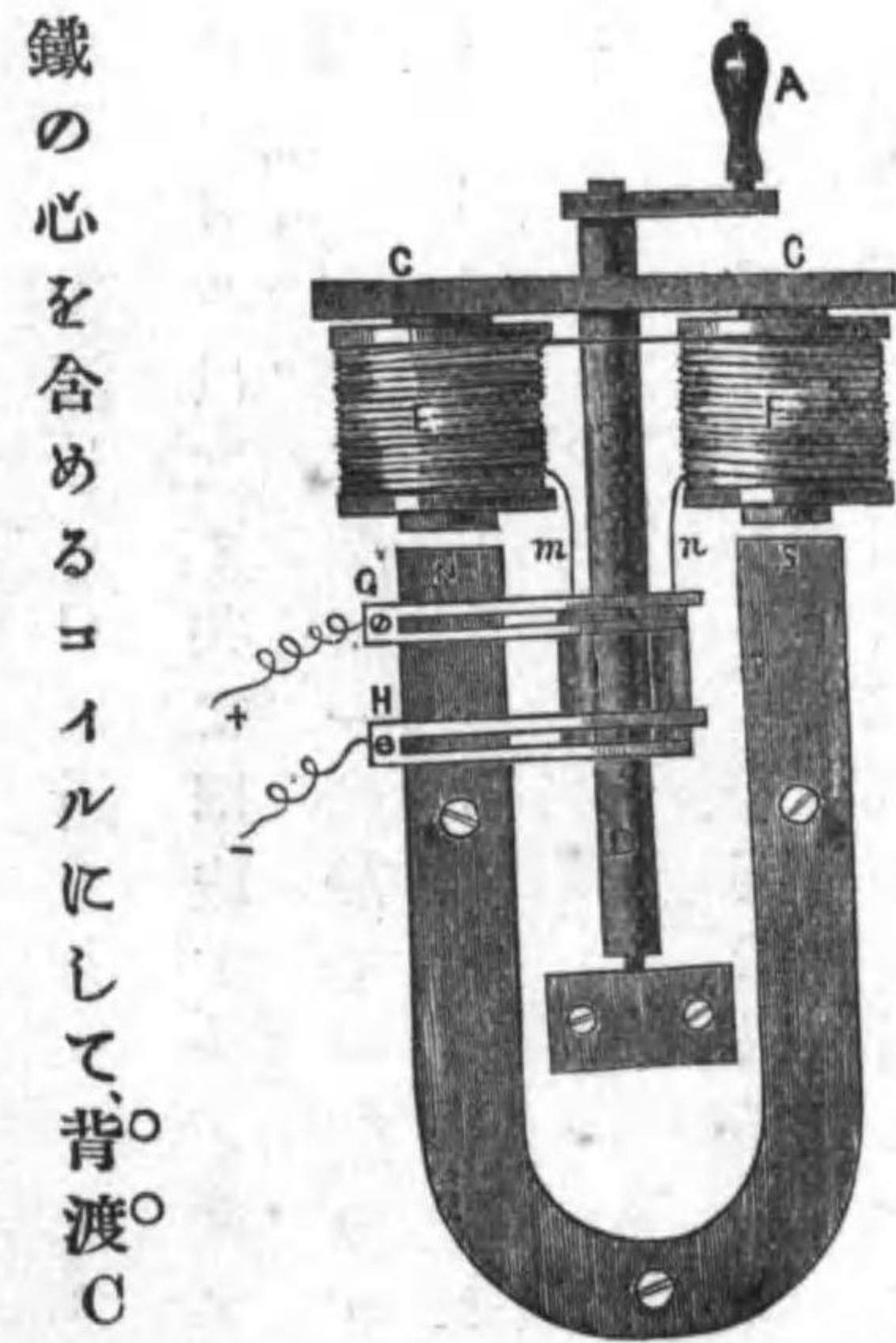
圖四九第

は烈しく動搖し、近づく毎に一方にフレ、離
 る、毎に他方にフル、今磁石の反對の極を
 以て前の如く行へば、其効果は電流を逆に
 すること吾人の豫期するところに合す。

〇(三三) 磁生電流及びダイナモ

永久磁石を靜止し、コイルを其前後に動かせば、其結果は磁石動きて

コイル靜止すると異ならず、



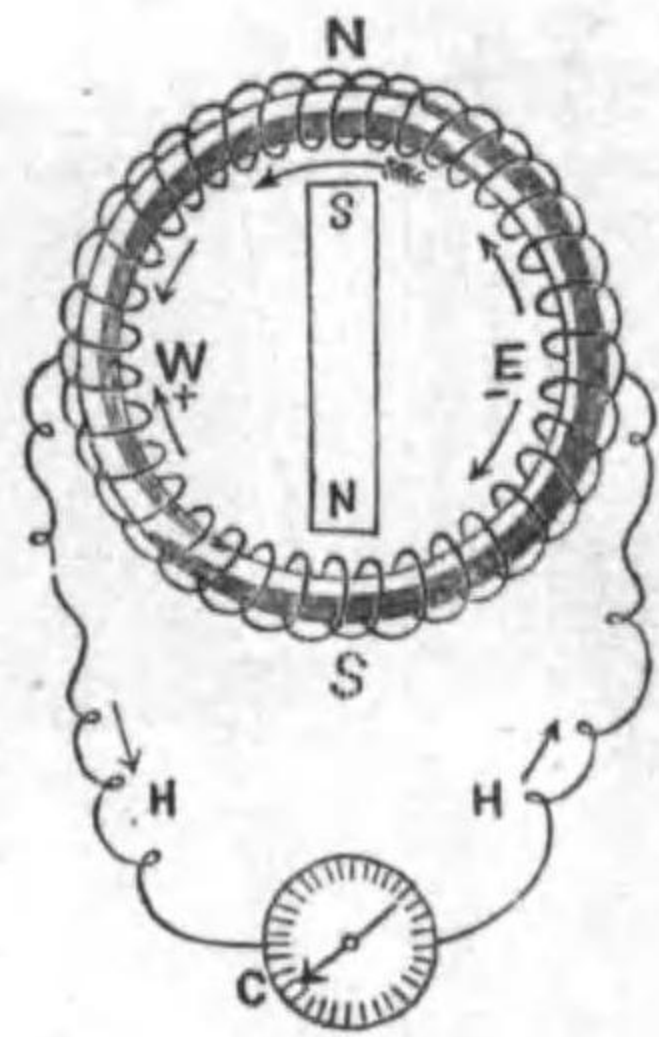
圖五九第

此の如き方法にて電流を生
 ずる機械を磁生電流機と稱
 す。第九五圖は磁生電流機
 の簡單なるものにして、N S
 は永久の蹄狀磁石、E E は軟
 鐵の心を含めるコイルにして、背渡 C C は之を結合し、眞鍮の心棒 D D

は堅く背渡しC Cに通リ、クランクAにて心棒を廻轉するとき、二個のユイルは之と共に回旋す、今クランクを廻轉すると假定せば、其一回轉の最初の二分の一に於て一箇のユイルはN極を去りてS極に進み、他はS極を去りてN極に進み、只二箇のユイルに於て張金は反對に巻きあるか爲め、電流は何れに於ても同方向なり、次の二分の一廻轉に於ては前と反對となりて、其結果各回轉の前半は一の方向に電流あり、後半は反對の方向に電流あり、若し一定の方向を有する電流を得んと欲せば、心棒に付着するコンムターと名付るものによりて電流を半回轉毎に逆流せしめ、張金GHによりて他に傳送すべし。

一回轉によりて生じたる二個の電流はユイルが磁石の極に尤も近き時に最も強し、而して極より尤も遠く離れたるときは最も弱し、電流は常に此等の二點間に絶へず増減するものなり、斯の如き器械は常に斷續せる電流を生ずるのみならず、其強さ亦一定せず、而して間斷なく且

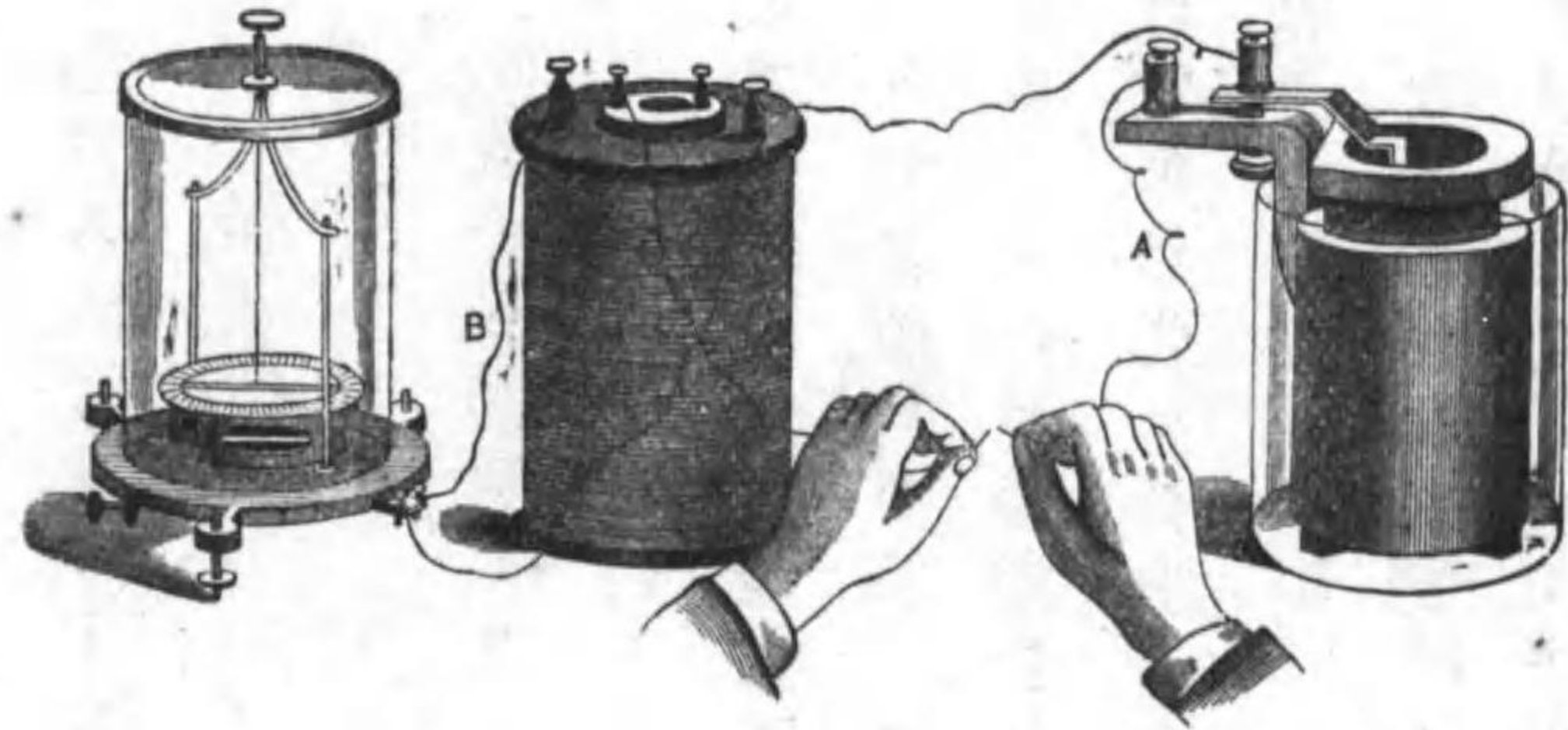
つ始終一樣なる強さの電流を要すること甚だ多し、第九六圖は此目的を達する方法なり、E Wは端なき張金のユイルを纏ふたる軟鐵の輪に



圖六九第

して、輪の上半はS極の影響を受け、下半はN極の影響を受く、今輪を鐵の方向に回轉するものとすれば、輪の各點が磁石の一極に對するときは逐次に反對の極となるべし、此感應したる極の動くに従ひ張金の上半にはEよりWの方へ電流を生じ、張金の下半に於ても亦EよりWへ電流を生ず、故に外部の張金H Hの端を絶へず正しく相對したる二點E Wに觸るゝときは、電氣は常に此張金及び電流計Gを通してWよりEに流ること明なり。

大なる器械に於ては永久磁石に代ふるに電流にて起したる電生磁石を以てす、故に感應する能甚だ大なり、此の如き器械をダイナモと稱す、



圖七九第

手或は蒸氣機關は輪を回轉すべきエネルギーを與へ、之によりて電流のエネルギーを生ず、而して此機械力の大きなるほど、回轉の度は急に於て電動利益大なり。
 強き電流を起すには八乃至一〇馬力を要す、而して此の如き多量の仕事を消費するダイナモより流るゝ電流は小形のバッテリーより生ずるものと比較せば其差甚しく、實にダイナモは、堅確に、清淨にして且つ強き電流を便利に容易に生ぜしむるものなり。

〇一三三 電流の感應 磁氣感應

の試験(第一三一條)に於て永久磁石に代ふ

るにバッテリーに連りたるコイルを以てするも同結果を得べし、是れ然るべきことなり。(何故ぞ)。第九七圖に於てAはバッテリー電流の通ずる張金にして、之を第一線と云ひ、バッテリー電流を第一電流と云ひ、Bは感應したる電流が循環する張金にして、之を第二線と云ひ、其中に循環する電流を第二電流と云ひ、A線を閉てAに通ずる第一コイルをBに通ずる第二コイルに遠近せしむれば、其度に第二コイルに電流を生じ、Bに通ずる電流計は之を示すべし。
 此等の試験に於ては、傳導線と感應せしむる物體(磁石或は電流ある導線)とは比較運動を有し、電氣の流るゝは唯比較運動ある間のみにして、此運動止めば電流も亦止む、精密なる觀測に従へば、感應によりて傳導線中を流るゝ電氣の全量は比較運動の變化の全量に關するものにして、此變化を生ずるに要せし時間の長短に關せざるものなり、故に此變化が急激なるに従ひ、瞬間電流は益強からざるべからず、従つて其瞬間

に於て流るゝ電流の量は益大ならざるべからず、故に第二線の低抗の一定不易なることを記憶すればオームの則は次の結果を與ふべし。感電流に於ては、隨意の時刻に於ける電動力は、該時刻に於ける比較運動の急さに比例するものなり。

若し第一線に通ずる第一コイルを、第二線に通ずる第二コイルに出入しめずして、其中に入れ置き、第九七圖に示すが如く第一電流を開閉するときは、第二線に電流を生ず、蓋し第一電流を閉るは、第一電流を第二コイルに何の作用をも生ぜざる程の遠距離より急に第二コイル内に挿入するに等しく第一電流を開くは、第一コイルを第二コイルの内より無限の距離に遠ざくるに等し、故に第一電流を開閉する毎に第二線には瞬間電流を生じ、且つ開くときの感電流の方向は、閉るときは感電流の方向に反す、試験の結果によりて此電流の方向を知るを得べし。

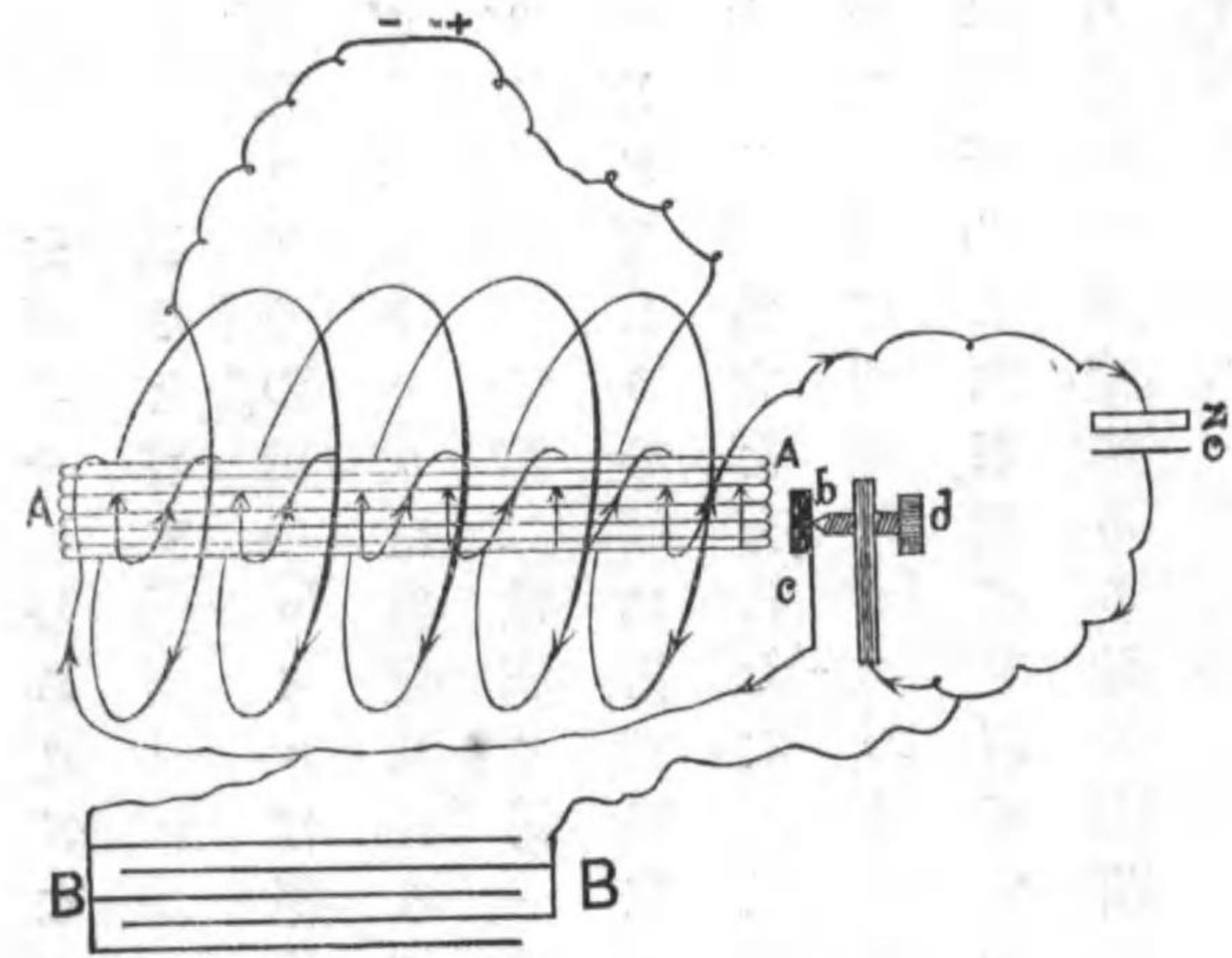
- (甲) 第一電流を閉るときは、感電流の方向は第一電流に反す。
- (乙) 第一電流を開くときは、感電流の方向は第一電流に同じ。

○(III) 剩電流

此の如く傳導躰の近傍に於て電流の變動あれば必ず之に感應電流を生ず然れども一本の張金の各部は、他の部分に對して近傍にある傳導躰と見做すべき者なれば、張金中の電流の状態に變動あれば、必ず感應作用あるものなり、故に急に輪道を開閉するも、電流は直に十分の強さに達せず、如何となれば輪道中には電流の新生を妨ぐべき方向を有する感電流あればなり、閉ぢたる輪道を急に開くときも亦第一電流と同方向を有する感電流ありて第一電流の消滅を妨ぐ、此の如き感應電流を剩電流と云ふ、若し傳導躰を螺旋形に巻き、其各部を密接せしむるときは、此結果を生ずること殊に大なり、而して剩電流は輪道を開閉するときには第一電流の方向に反し、開くときは第一電流の方向に同じきが故に電流を開くときは閉づるとき

よりも剩電流の效果大なり、従て電流を開くときは閉ざるときよりも大なる火花を發し、又第九七圖の試験に於て、第一電流を開閉するに際し、手に感ずる生理的効果によりて明なり、軟鐵の心をコイル内に挿入し置けば、剩電流の強さは増加す。

〇(三三五) 感應コイル 鐵棒或は鐵張金の一束 A A (第九八圖を第一コイル内に入れ置くときは、第一電流を開閉するごとに磁氣を得或は之を失ひて大に第二電流の強さを増すべし、又手にて電流を開閉するの勞を省かんが爲に、此鐵を利用することを得第九八圖に於て、鐵槌 b は鋼鐵パネ c に連り、c は第一線的一端に連る、鐵槌はネヂ d の端を押付けて輪道を閉づ、然れども第一線に電流通ずるときは、鐵は磁石となりてネヂより鐵槌を引離して輪道を開くべし、輪道開けば中心の鐵は磁氣を失ひ、鐵槌は勿返りて再びネヂを押付けて輪道を閉づ故にパネ及び鐵槌は振動して迅速に第一輪道を開閉す、此原理に基きて造



第九八圖

〇(三三六) ルームコイルの感應コイル 此器械は、前に説明したる部分の外に猶電氣溜 B B を有す、電氣溜は、錫箔と、パラフィンを塗りたる紙とを交互に重ね、錫箔を一つ置きに連ねて、之をバッテリーの一極に結び、残りの錫箔を連ねて他極に結ぶことを圖に示すが如くしたるものなり、第一輪道を開くときは剩電流は b を飛んで接觸點を蒸發せしめ、金屬蒸氣の橋をなして開く時

りたる機械を感應コイルと云ふ。

間を長くすれども、此電氣溜を附くるときは、剩電流は其中に逃込みて、接觸點を蒸發せしむることなく、開く時間を短くするが故に、大に第二電流の強さを増す。

感應コイルの第一コイルは絶縁したる張金を數回巻きたるものなれども、第二コイルは絶縁したる細線を數百回巻きたるものなり、此コイルより生ずる第二電流と第一電流との電動力の比は殆んど此等巻數の比に等しき故に第二電流は電池より生ずる電流と異りて、甚だ強大なる電動力を有し大なる抵抗に勝つものなり。

第九九圖は感應コイルの普通の形にして、前圖の鐵槌とネヂに代ふるに槓杆Lと水銀Mとを以てし、Lの一端が鐵より吸引せられ或は離るるに従ひ、他端にある針の尖頭は水銀を離れ或は之に觸るゝ装置をなす。

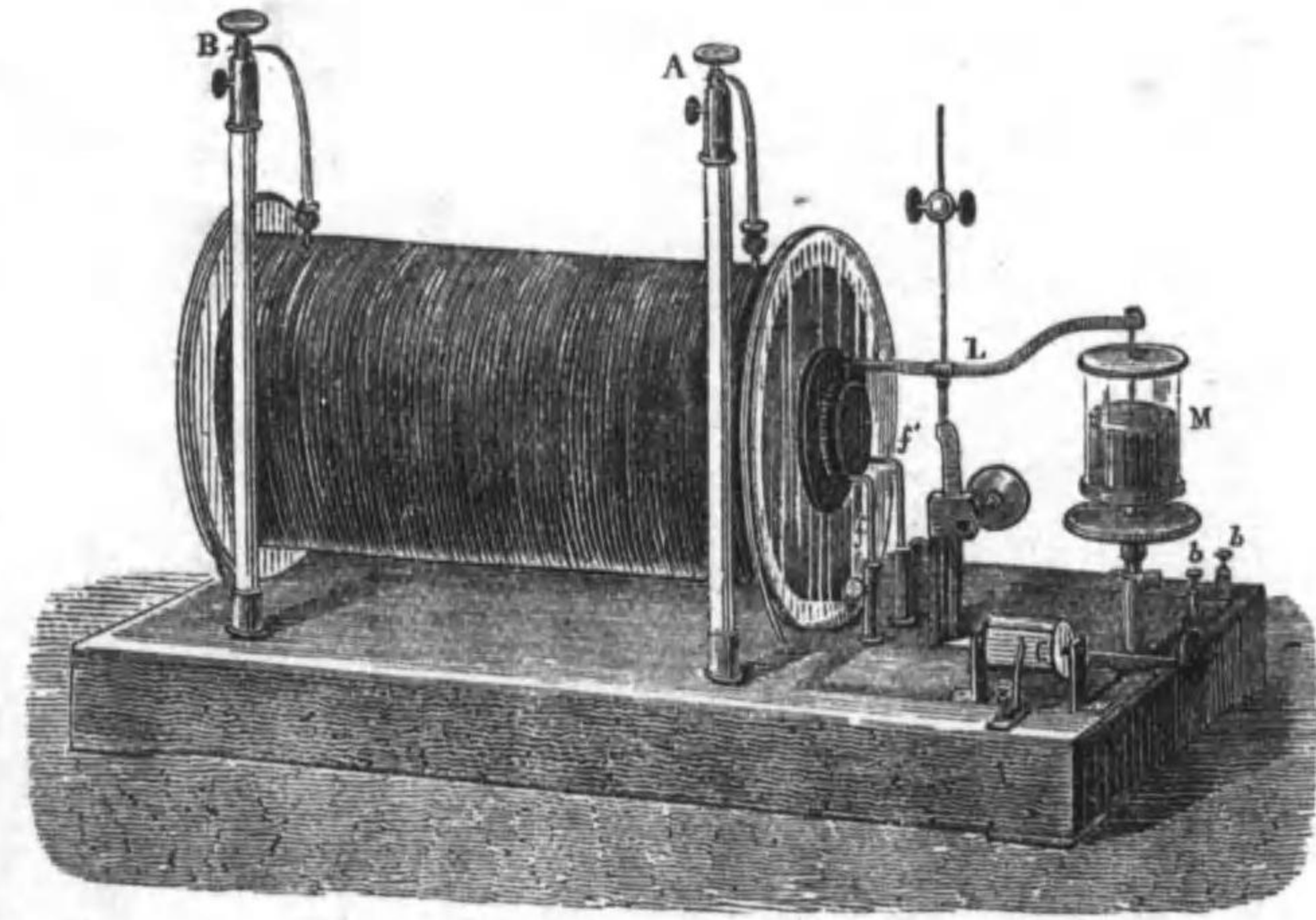


圖 九 九 第

○一三七 ガイスレル管
及びクルツクス管 密閉せる
る玻璃管内に、極て稀薄なる瓦斯を
充たし、二箇の白金線を管の兩端に
熔着し、之を極として、其間に感應コ
イルより出る強き電流を通すれば、
管内には明暗の層を作ると、第一○
○圖の如し、而して此層の色は瓦斯
の種類によりて種々に變ず、此の如
き管をガイスレル管と稱す。

管内の瓦斯を尙一層稀薄にせるも
のをクルツクス管と云ひ、其極に電
流を通すれば、管内は毫も光を發せ

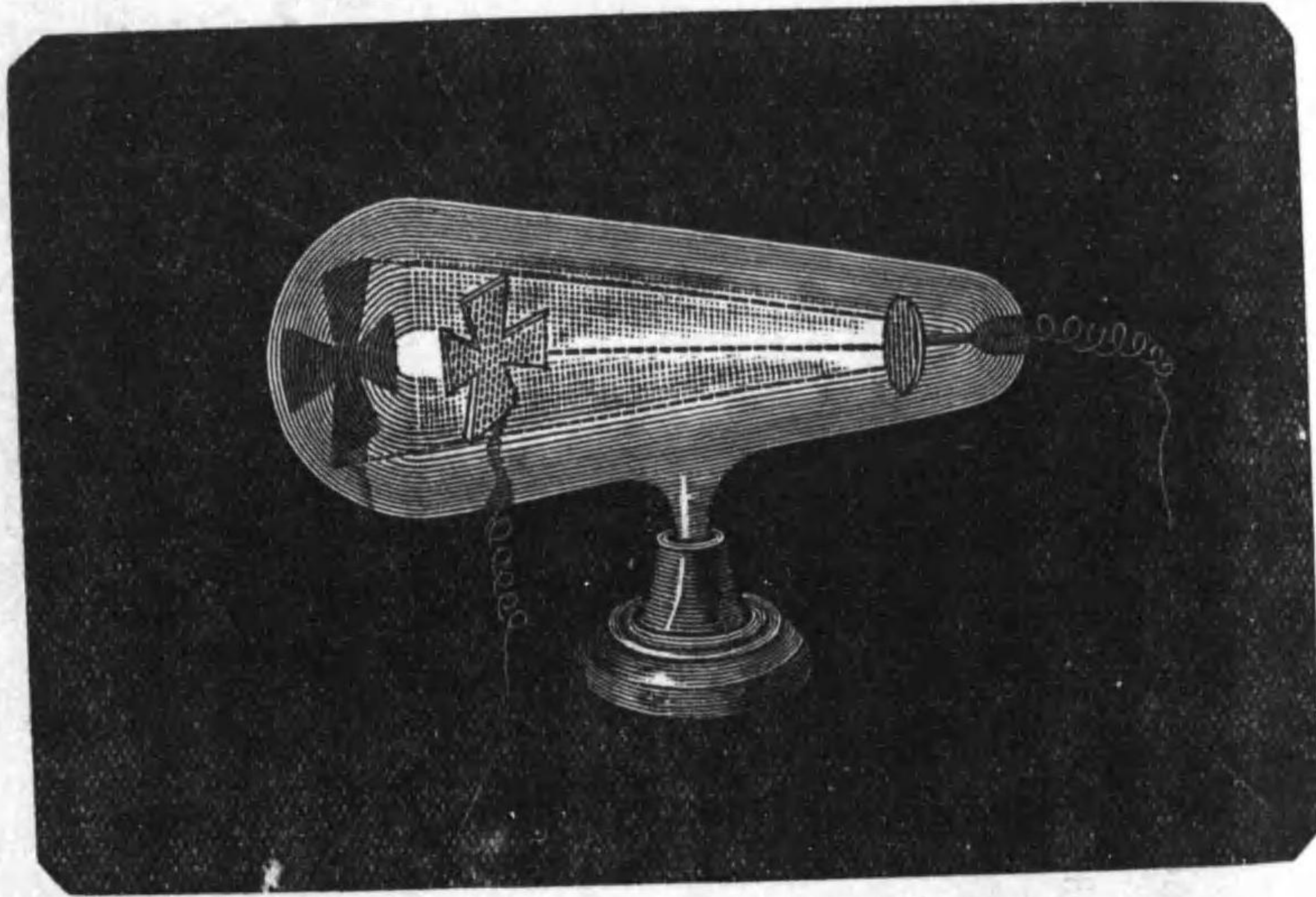


第一〇〇圖

す唯玻璃のみ黄色を呈して輝く、此光は電流の陰極より輻射する氣躰原子が玻璃に衝突するによりて現はるるものにて、此輻射は陰極より直線をなして射出す第一〇一圖は之を證明するクルツクス管にて、其内の陽極は金屬の十字形にして、輻射は直線的に進行して之に衝突するが爲め、普通の光と全しく十字形の判然たる陰影を、輝ける玻璃に生ずるものなり。

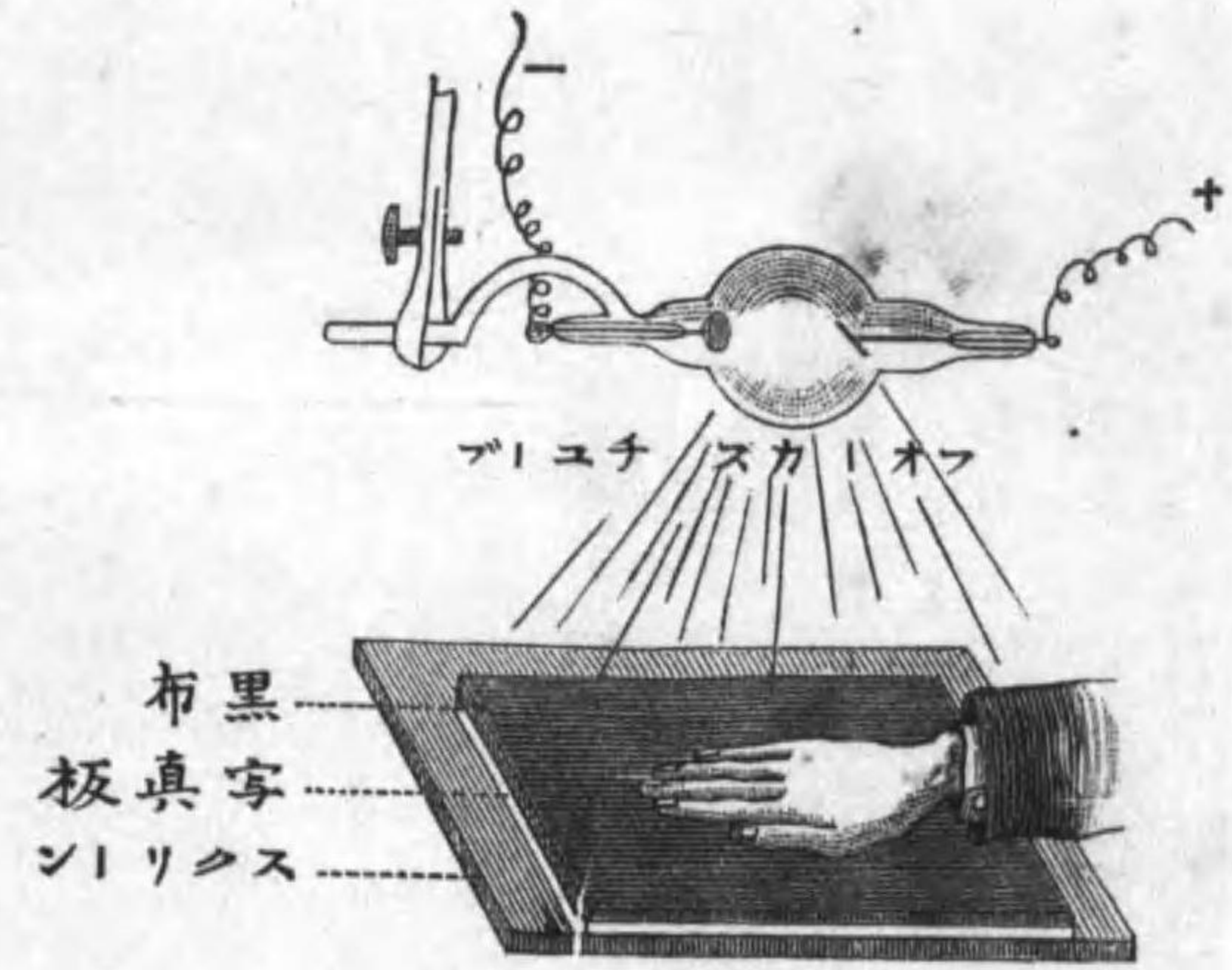
〇二三ハ エックス光線 輝けるクルツクス管

を覆ふに黒片を以てして此輝きを遮り、フルオレツセソトスクリーン(黒紙の一面にベリアムプラチノサイアナイドと稱する結晶末を塗り固めたる物)の結晶面を眼に向けて、之を管と眼の間に置き、スクリーンの裏面に手の平を當る時は、其骨は判然としてスクリーンの前面に黒く現はれ、肉は漸薄く、其



第一〇一圖

他の場所は輝きて見ゆべし、故に黒布を通して、管より見へざる輻射線は射出せられ、肉は之に對して半透明に骨は不透明にして、木片黒帯の如きは之に對して透明なると明かなり、此輻射線を名付てエックス光線と云ひ、管を輝かすには感應コイルのみならず、ウイムシヤルストの發電器に附屬する、蓄電器の外面に結べる二極を、管の二極に結付るも可なり。エックス光線を以て寫真を取るには、管を輝かして、其下に黒布を



第一〇二圖

奇とすべし、學者の研究によれば、エックス光線は普通の光波と全一種のものにして、之よりも極めて小なるものなりと云ふ。

以て全く覆はれたる寫眞の種板を置き、黒布の上に物躰を載せ置けば、白晝三四分間にして、手骨其他の寫眞を撮るを得べし、第一〇二圖に示すものは此装置にして、寫眞用に最も適するクルツクス管をフォークスチューブと云ひ、圖に示すもの則ち是なり。

茲に附屬する圖は貝殻の寫眞にして其内部は判然と現はるゝと頗る

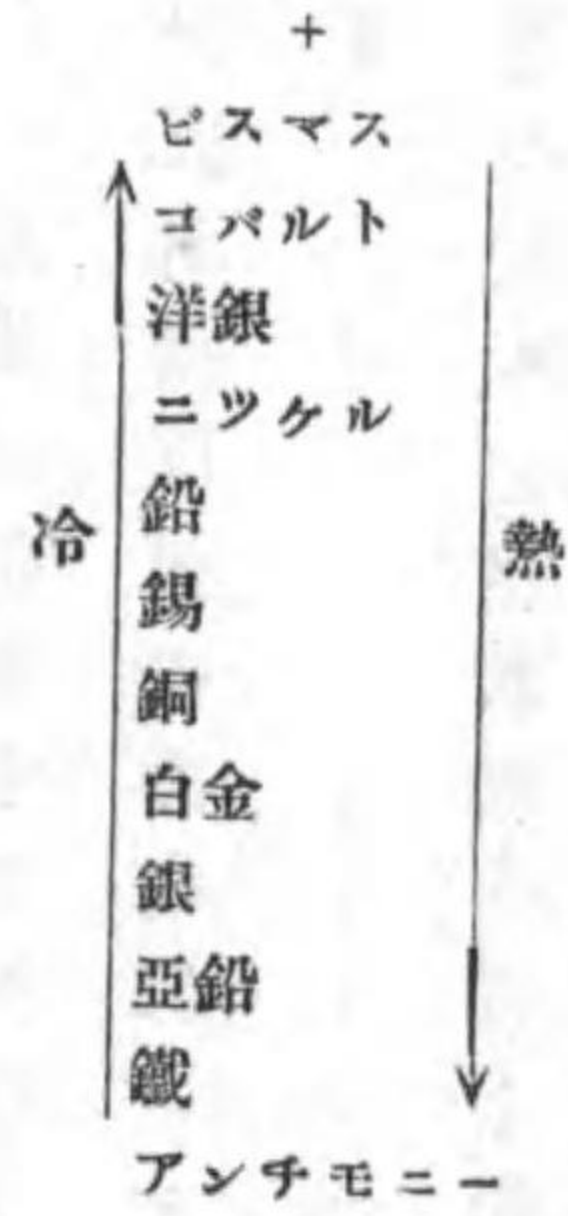
第二九節 熱電氣

〇一三九 是迄の試験に於ては亞鉛と硫酸の化學的位置のエチルギー或は機械的のエチルギーを費やして電流を起さしめたり、而して熱よりも亦直接に電流を生ずること能はざるか。

試験 鐵線の一端と銅線或は白銅線の一端と捻り合せ、他端を感じ、其長き電流計に連ね、焰を以て其接合點を熱すれば、電流計の針はフルテ電流が張金中に循環することを示す、次に一片の氷を接合に置けば、針は反對の方向にフルテ、電流が反對の方向に流るゝことを示す。

此等の電流を熱電流と名く、此等の電流を起す爲に使用する器械は極めて簡單にして、只二種の異りたる金屬の棒の一端を一緒に接合するものより成る、而して其接合點に於て温度を上下すべき手段

如何となれば電動力及び電流の強さは、此點の温度によりて變
故なり、次に掲ぐる表は、二物の接ぎ目の温度が空氣の常温度に近



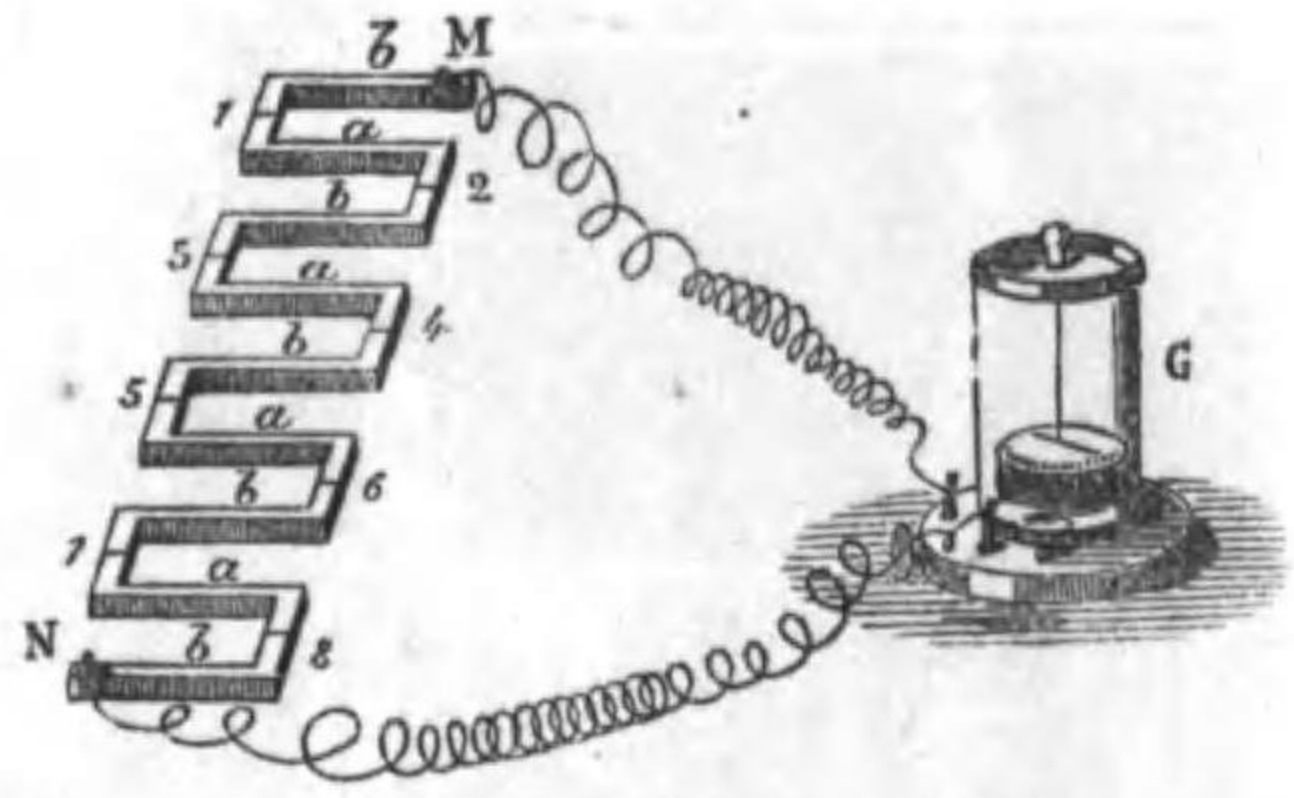
きに、列の中最も遠く隔りたる金屬
を結合するときには尤も強き電流を
起し、又其接ぎ目を熱するときは一
のものより次のものに電流が通ふ

様に排列せるものなり而して、熱は熱したるとき及び冷したるとき
電流の方向を示し、非常に高き温度に於ては電流の方向は逆となるこ
とあり。

〇(B)〇 熱電氣バッテリー及び微温計

熱電氣を生ず

る金屬一對の間の電動力は電池に比すれば甚だ小なり、故に其數を多
くして之を联接せざるべからず、其方法は電池の場合に同じくして、一
對の+金屬を他の-金屬に結び付くべし、第一〇三圖は其装置を示し、

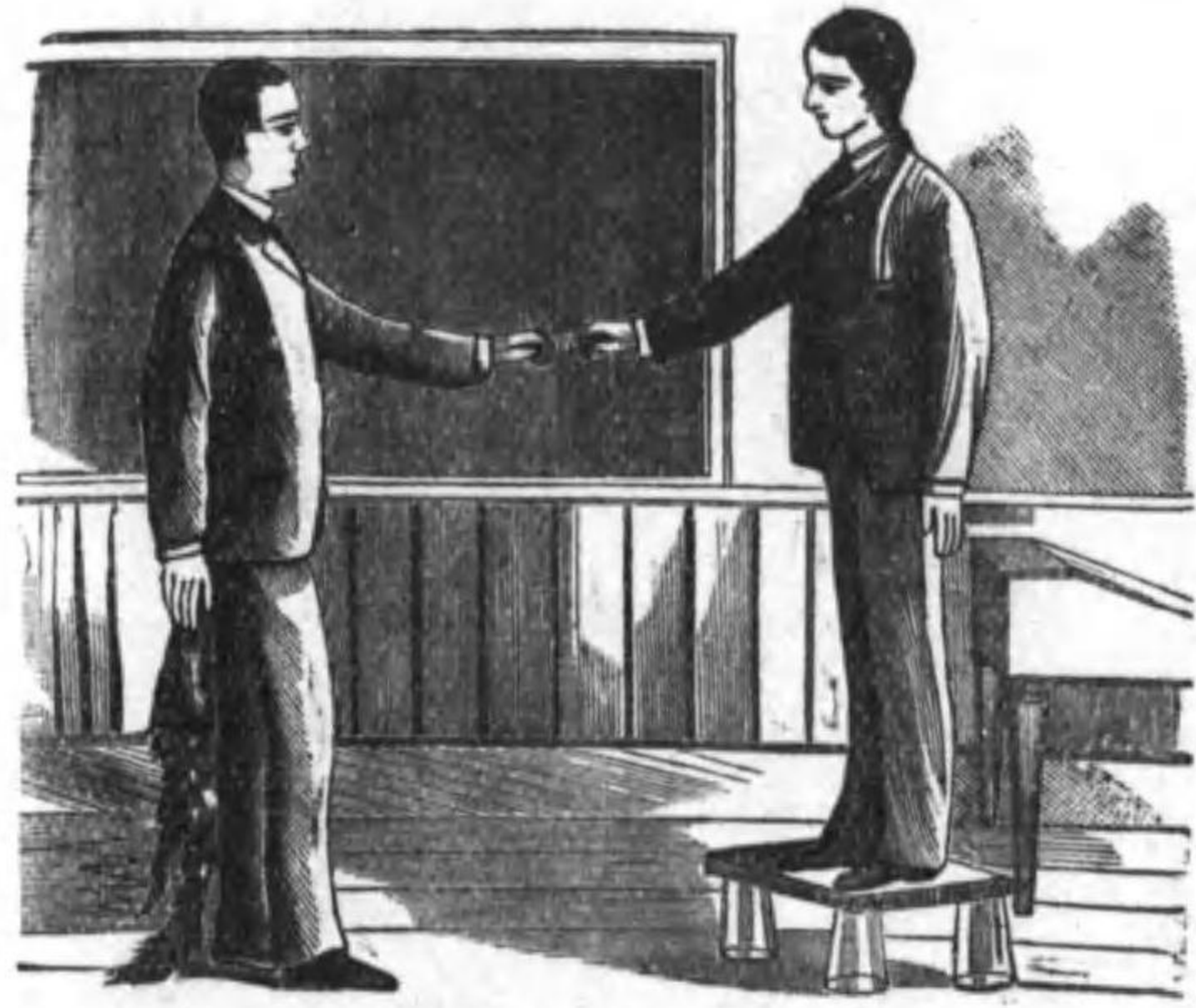


圖三〇一第

はビスマスにして、bはアンチモニーなり、熱源
強くして且つ近ければ、傳導或は空氣の對流に
よりて、奇數にて記したる接目の温度は、偶數に
て記したる接目より高くして、通常の電池によ
りて得る所の電流に等しきものを得べし、此原
理に基きて作りたる器械は種々の目的を達す
るに極めて便利にして且つ効能多し、外部の抵
抗少くして、不變の電流を得んと欲するとき

殊に妙なりとす、之を熱電氣バッテリーと稱す。
若し熱源弱くして且つ遠きときは弱き電流によりて、熱源の方に向へ
る一端と他端の温度即ち空氣の温度との差を測ることを得べし、此目
的に用ふるときは此器械を微温計と稱す、アンチモニー及びビスマス
の棒を三十六對接続して尤も感じ良き電流計を附すれば、非常に感じ

良き寒暖計を成す、通常の寒暖計に於ては著しく水銀を膨脹せしむるに足らざる熱量と雖も、此微温計を用ふるときは、電流計の針に大なるフレを起さしむ、其敏なること、數寸の距離にある昆虫の躰より發射する熱だも能くフレを起さしむべし。



圖四〇一第

第三〇節 摩擦電氣

〇(五) 摩擦電氣 試驗 極

めて清淨にして乾きたるコップ四個を取り、之を脚として其上に板を載せ其上に一人甲を立たしめ他の一人乙は猫の毛皮を以て甲を打つと數回にして、其指節を甲躰の一部例へば指節、頬、鼻等に近づぐれば電

氣の火花を發し、兩人共に少しく痛を感ずべし、此火花の長さは強き電氣力あるを示す。

鐵槌を以て鐵砧を打つときは、機械的エネルギーは熱と稱する分子の運動即ち内部のエネルギーに變ずるが如く、此場合に於ても一打毎に毛皮の運動の一部は電氣と稱する内部のエネルギーに變化す、此の如くして外部に現はれたる電氣を摩擦電氣と稱す、何となれば此場合に於ては電氣は二面の間の摩擦によりて起るを以てなり。

〇(五) 電氣驗 試驗



圖五〇一第

長さ六寸五分許の金箔を掛け、下に垂たる部分をして互に相近づかしむべし、一人乙が毛皮を以て數度他の一人甲を打ちたる後、甲の指を金箔の上端に次第に近づかしむれば、箔の二部は次第に擴がること第一〇五圖の如く、甲の躰中に異常の力存在することを示すべし。

吾人は既に此力が電氣なることを知れり、此有様にある甲は電氣を掛
けられたりといふ、上に記載したる金箔の如く電氣の存否を試験する
装置を電氣験と稱す、其尤も並通にして且つ必用なるものは、接骨木髓
を以て造りたる小球一個若くは二個を絹糸にて縋るしたるものなり
若し精密なる電氣験にて電池の兩極を撿すれば、少しく電氣を有する
を見るべし。

〇一四三 引力及び斥力 試験



圖六〇一第

底上に木の定規を載せて能く釣合は
しめ、而して後にゴムの櫛を以て頭髮
を二三回梳り、之を定規の一端に近づ
くれば、定規は直に櫛の方に向ふ。
試験一 薄紙の小片一握りを置き、
之にゴム櫛を近づけるときは紙片は

急に飛んで櫛に附着して電氣を受け、暫時にして斥けらる。

〇一四四 電氣に二個の状態あり

吾人が今研究しつゝ、

ある所の電氣現象は、今迄學び來りしものとは大に異なり、又其電氣の
有様も以前のものと同じからず、從來の現象は只電氣が運動するとき
に生じたる現象にして、其エネルギーは仕事をなし、或は其生ずるや否
直に他のエネルギーに變ずるものゝみ、電氣の貯蓄の如きは管てなか
りし所なり、前の一、二の試験にては、電流の如きものはなかりしも、其代
りに電氣を集め之を貯蓄することを得べし、素より此の如き有様にて
は、磁石に影響を及ぼし、磁氣を興へ、熱を生じ、發光し、分解をなし、或は激
動を興ふること能はずと雖も、此沈靜の有様に於て電氣轉の近傍にあ
る輕き物を引き、次で之を斥くることを得、而して此等の引力及び斥力
は共に並行せる電流に於て起りしものとは全く別物なり。
此有様の電氣を靜電氣と稱し、以て流動電氣と區別す、然れども此二態

は各自獨立のものにあらずして電氣は一の狀態より他の狀態に變ずることを得、例へば甲の鉢に集まりたる電氣が乙に通ふ時は流動の狀態となる、二人より火花を出し、又二人共に鉢に激動を覺へたるが如し。

〇一四五 電氣に二種あり 試驗一 電氣に二種あることを證せんが爲め、第一〇七圖に示す所の器械を用ゆべし、此器械は絹糸を以てガラス柱より樹心球を吊りたる者なり。初め絹布を以てガラス棒を摩り、此棒を樹心球に接すれば、ガラス棒は電氣を樹心球に傳



圖七〇一第

ふ、此電氣は絹糸ガラス柱及び空氣乾きたるの如き不導體より圍まるゝが故に、逃るゝと能はず、今少らく注視すれば、樹心球がガラス棒に接したる後は、最早引かるゝとなく、反つて衝き放さるゝを見るべし。

次に温き乾たるフランチルを以て封蠟の棒を摩り、之を樹心球に接すれば、前のガラスに依りて衝き放されたる樹心球は、此封蠟の棒に依りて引かるゝを見る、故に始め、ガラスに接したる樹心球は、ガラスに依りて斥けられ、其封蠟に依りて引かる、今順序を轉して始め、樹心球を封蠟に接するときは、他の封蠟に依りて斥けられ、ガラスに依りて引かるゝなり。

此試験に依りて吾人は電氣に二種あるを知る、一は摩られたるガラスにありて、一は摩られたる封蠟にあり、前者を陽電氣と云ひ、後者を陰電氣といふ。

前に述べしが如く、摩られたるガラスを樹心球に接するときは、ガラスは己れの電氣の一部を之に傳へ、以後は此ガラスに依りて斥けらる、故に同種の電氣を受けたる物鉢は互に相斥くと云ふことを得べし、之に反してガラスの電氣を受けたる樹心球は封蠟に依りて引かれ、封蠟の

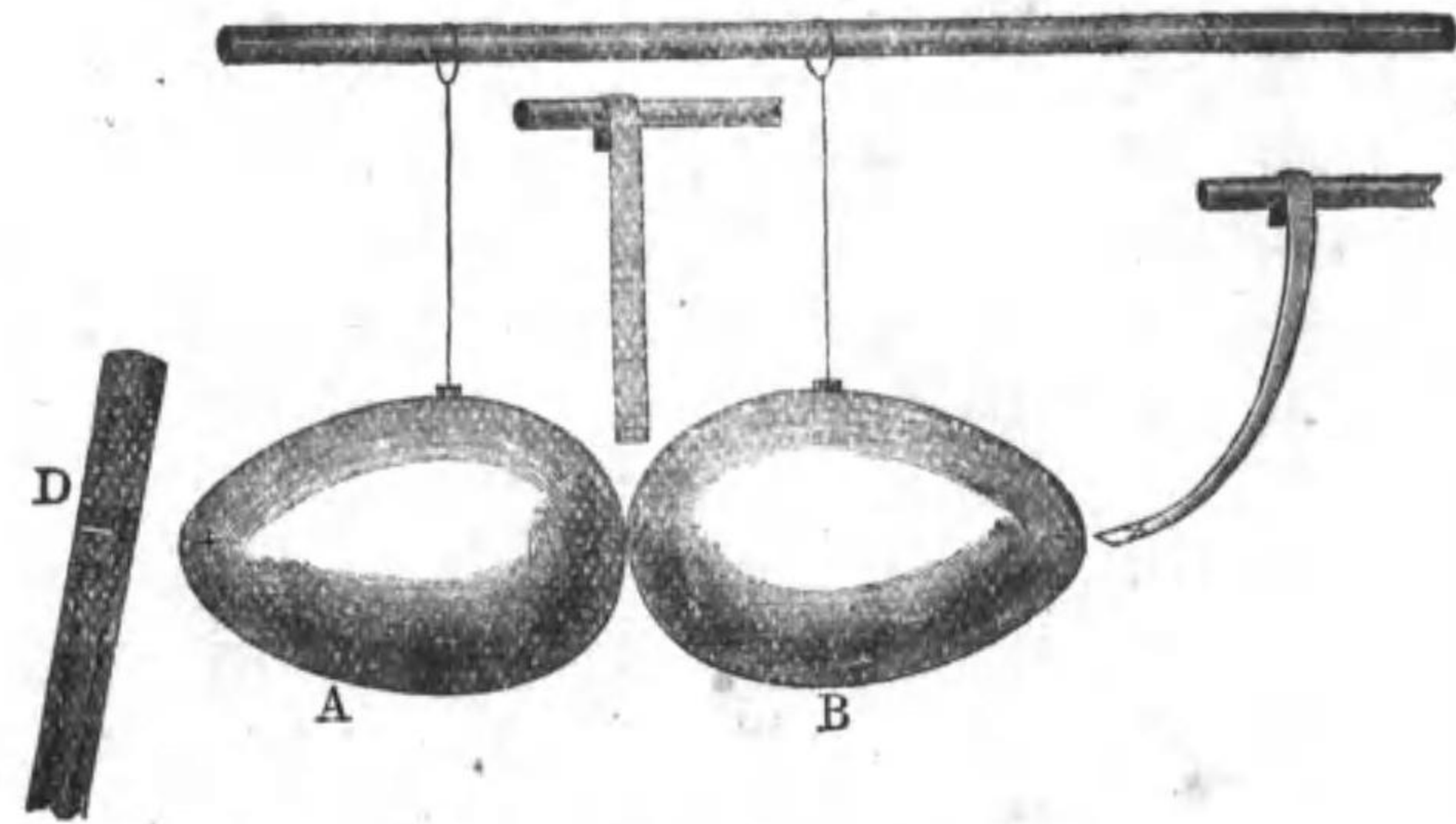
電氣を受けたる樹心球はガラスに依りて引かる、故に異種の電氣を受けたる物躰は互に相引くと云ふことを得べし。

試験二 フランネルを以て封蠟に電氣を起し、之を球に移したる後、フランネルは封蠟と反對の電氣を有するを知るべし。フランネルの電氣の性如何。

吾人は一種の電氣のみを生ずること能はず、二物を摩擦するときには、二物共に同量の電氣を得れども、其性は相反す、是れ摩擦によりて電氣を生ずる場合のみならず、一種の電氣發生するときには必ず其反對電氣の同量を生ずるものなり。

〇一四六 感應 試験

二個の卵殻を絶るし、互に觸るゝこと第一〇八圖に示す如くし、封蠟をフランネルにて擦り、陰電氣を起して殻の一端に近づかしめ、而して卵殻の面に沿ふて薄紙片を近づければ、其引かるゝこと、端に於て尤も甚しく、二卵の相觸るゝ所に於て



第一〇八圖

は最も少し、今封蠟の位置を變せずして、一卵を他の卵より三寸許り離し、次で封蠟を二卵の間に置くときは、封蠟は一卵を引付け他を斥く、故に二卵互に觸れて一躰をなすときは、二卵は各反對に電氣を掛られ、一は全く+にして他は全く-となり、二卵を分つときは二卵は反對の電氣を維持するもの如し。

此の如く絶縁されたる導躰の側に電氣を受けたる物躰を持行き道躰の兩端に反對の電氣を生せしむることを名付て感應作用と云ひ茲に述る方法によりて同時に二躰に電氣を掛け、一を+

他を一をなすことを得。

○一四七 放電 試験 反對の電氣を受けたる二卵殻を近づ

くるときは互に相引き、猶一層近づくときは其間に火花を出し、其
引きは直に止む、而して電氣驗を以て之を試みるに、二卵共に全く其
電氣を失ふ、即ち全く電氣を放ちたるを見る。

反對電氣の同量を有する二躰を近づければ其電氣は互に混して消滅
す。

吾人は今電氣を受けたる物躰が其近傍に在る輕き物躰を如何にして
引付くるやを知り得べし、例へば陰電氣を有せる封蠟に樹心球を近づ
くれば封蠟は感應によりて之に陽陰電氣を生せしめ自身の方に其陽
電氣を引付け其陰電氣を斥けて遠ざからしめ、從つて樹心球は引かれ
て封蠟に接す、重き物躰の間にも同じく此引力あれども、通常運動を生
ずるほどに強からず。

○一四八 絶縁 試験 電氣を受けたる封蠟を卵殻の一端に

近づければ、卵殻の兩端に反對の電氣を生ず、指を以て卵殻に觸るれ
ば、陰電氣は躰を傳ふて地中に入り、陽電氣は封蠟に最も近き所に止
まる。其理を説明せよ。先づ指を放ち、次に封蠟を除きて卵殻を驗
するに、此か陽電氣を受け居るを見るべし。此卵殻に他の卵殻を觸
れしめ、次で之を分離するとき、共に同種の電氣を有するを見るべ
し、而して前者は感應によりて電氣を受け、後者は傳導によりて電氣
を受けたること明なり、若し指を一般に觸るれば、忽ち其電氣を失ふ。
指を卵殻に觸るれば電氣は躰を傳はりて地に散す、而して卵殻に電氣
を掛くことを得るが故に、電氣は絹糸を通過することなきや明なり、
此の如く電氣を通過せしめざる物躰を不導躰或は絶縁躰といふ、而し
て一物躰をして永く電氣を保たしめんとせば之を絶縁せざるべから
ず、詳言すれば傳導物にて地と連接することなきを要す、乾きたる空氣、

エボニツト、樹脂、ガラス(普通ガラスの如く鉛を含まざるもの)絹及び毛皮等は絶縁体の最良なるものなり、静止の有様に於ける電氣の試験に於ては、バッテリーより生ずる流動電氣の場合よりも一般に電動力大なり、故に乾きたる木は流動電氣に對しては絶縁体なるも、静電氣に對しては然らず、濕氣は元來絶縁を妨ぐ、故に電氣の試験は冬日器械の表面に濕氣の凝結することなき時を擇んでなすを良しとす、器械を暖めて行へば更に妙なり。

〇一四九 電氣は外面に宿る

試験一 清淨にして乾き

たるガラスの杯の上に錫の罐を載せ(第一〇九圖)次に直径五分の錫盤aを封蠟の一端に附着せしめ、電氣器械にて罐に烈しく電氣を掛け、罐の孔口cを通ふして圓盤を挿入し、罐の内部に觸れしめ之を引出して電氣験を以て檢するに、全く電氣なし然れども盤を罐の外面に觸れて電



第一〇九圖

氣験に徴すれば、其電氣を受けたるを見る。

試験二 罐に金箔電氣験を接し、金屬の鏈數尺を罐内に入れ、外に出でたる端をガラス或は他の絶縁物の棒に結び付け、而して金箔が廣く開くまで罐に電氣掛けたる後、ガラスの棒を以て鏈を引き上げれば、金箔相近つき、又鏈を罐内に落せば箔は再び開きて電氣は消失せざるを示す。

此等の試験は(一)電氣は決して空洞体の内部に存せず、略言すれば静電氣は物体の外面に宿ること、(二)電氣を受けたる物体の外面増して電氣を増さざれば各點の電氣の量は減することを示す。

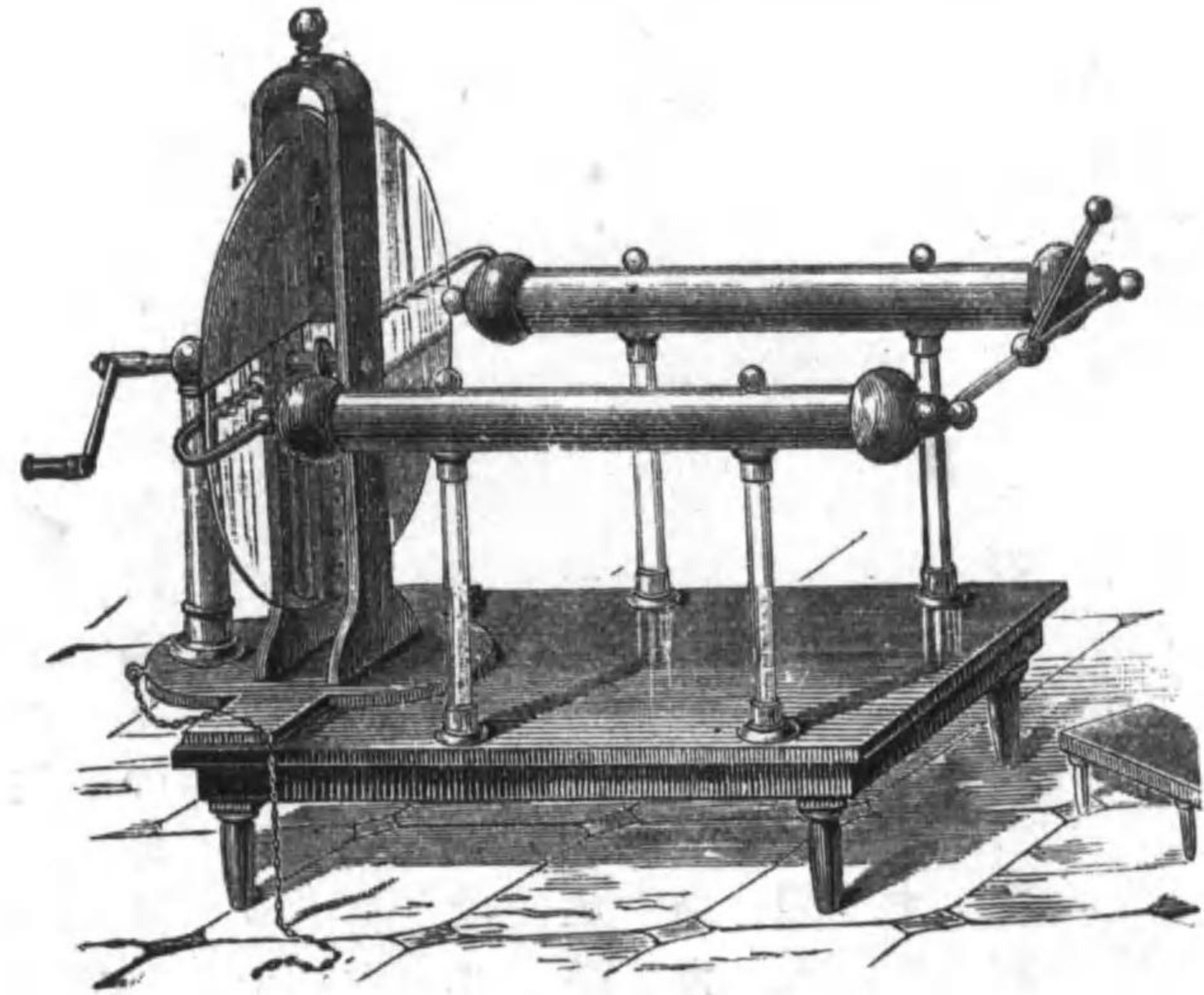
第三一節 發電機 電氣籠等

〇一五〇

發電機

發電機に種々あれども、主として二個の部分より成る、第一は電氣を生ずる装置にして、第二は之を集むる装置な

り。最も善く知られたる一種の發電機に於ては、電氣は摩擦物の間に速かに回轉するガラス板第一〇圖によりて生ず、此摩擦物はガラスを緊しく押付へきが爲め通常革にて作り、其内に馬の毛を充し、且つ其面は一分の亞鉛、一分の錫を二分の水銀に熔したるものを以て之を覆ふ、又金屬の鎖にて互に此等の摩擦物を連ね、又之を地球に連ならしむ。今ガラス板を回轉するとき、陽電氣はガラスに生じ、陰電氣は摩擦物に生ず、此の陰電氣は金屬の鎖を傳はりて地球に逃る、此くの如くして陰電氣を除きたる後は、獨り陽電氣のみガラスに在り。ガラスの一方に二個の眞鍮筒あり、此導管はガラス臺の上に立つが故に、其の得たる所の電氣を貯ふることを得、其端に在る二個の大なる棒のガラス板に面する所には、金屬の多數の尖頭あり、而して尖頭は容易に電氣を導き去るが故に、此等の尖頭はガラスの陽電氣を集めて之を眞鍮筒に送り、茲に之を貯ふ、故にガラス板を十分永く回轉すれば、筒の表面に多量の



第一〇一圖

陽電氣を集むるを得へし。

〇一五 電氣盆 試驗

八寸許の直徑を有する鐵或は錫の盆にボルカナイト又は硫黃の圓板を載せ、別に直徑五寸五分許の錫の圓板を取り、封蠟の一端を熔し、其中心に固着せしめて柄となし、猫の毛皮或は狐尾を以てボルカナイトを打つと數回なる時は、ボルカナイトは陽電氣を起すべし、此際錫板をボルカナイトの上に置くと第



圖一—一第

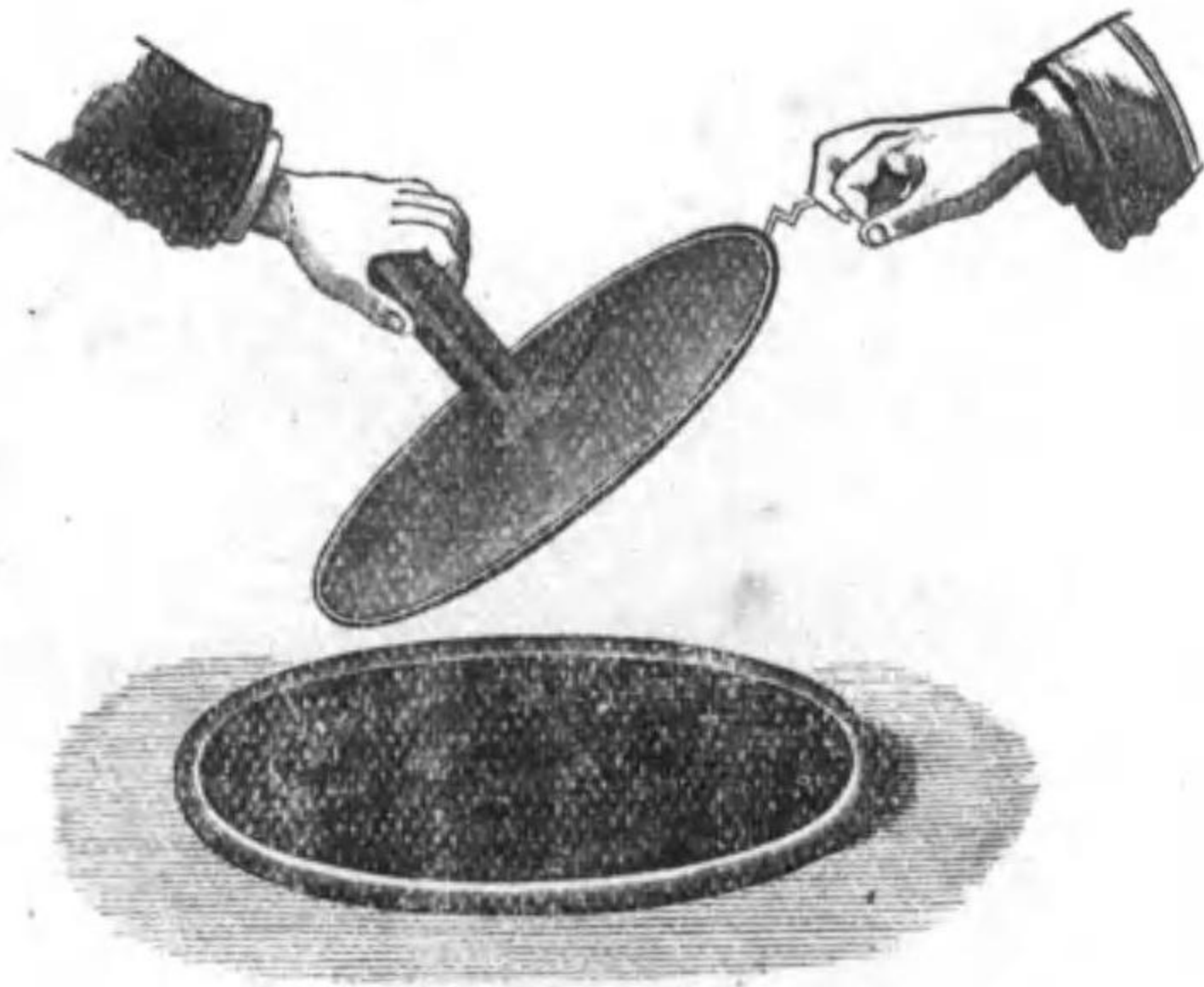
一一一圖の如くすればボルカナイトの陰電氣は感應作用によりて錫板の下面に陽電氣を生じ、上面に陰電氣を起すべし、今指を錫板に觸るれば、陰電氣は吾人の身軀を通ふりて地球に逃れ去り、陽電氣はボルカナイトの陰電氣の爲に拘留せらる、次に柄を取りて錫板を引上げてボルカナイトより遠ざくれば、陽電氣は自由を得て錫板の全面に擴り、之に指節を近づくれば火花を發して放たると第一一二圖に示すが如し。

更に圓板をボルカナイトの上に置きて前の如くすれば、圓板の陽電氣を受くること前と異なることなし、此の如くにして數十回圓板に電氣を掛くことを得べし、此機械を電氣盆とふ。

〇一五二

ウヰムシヤーストの發電氣

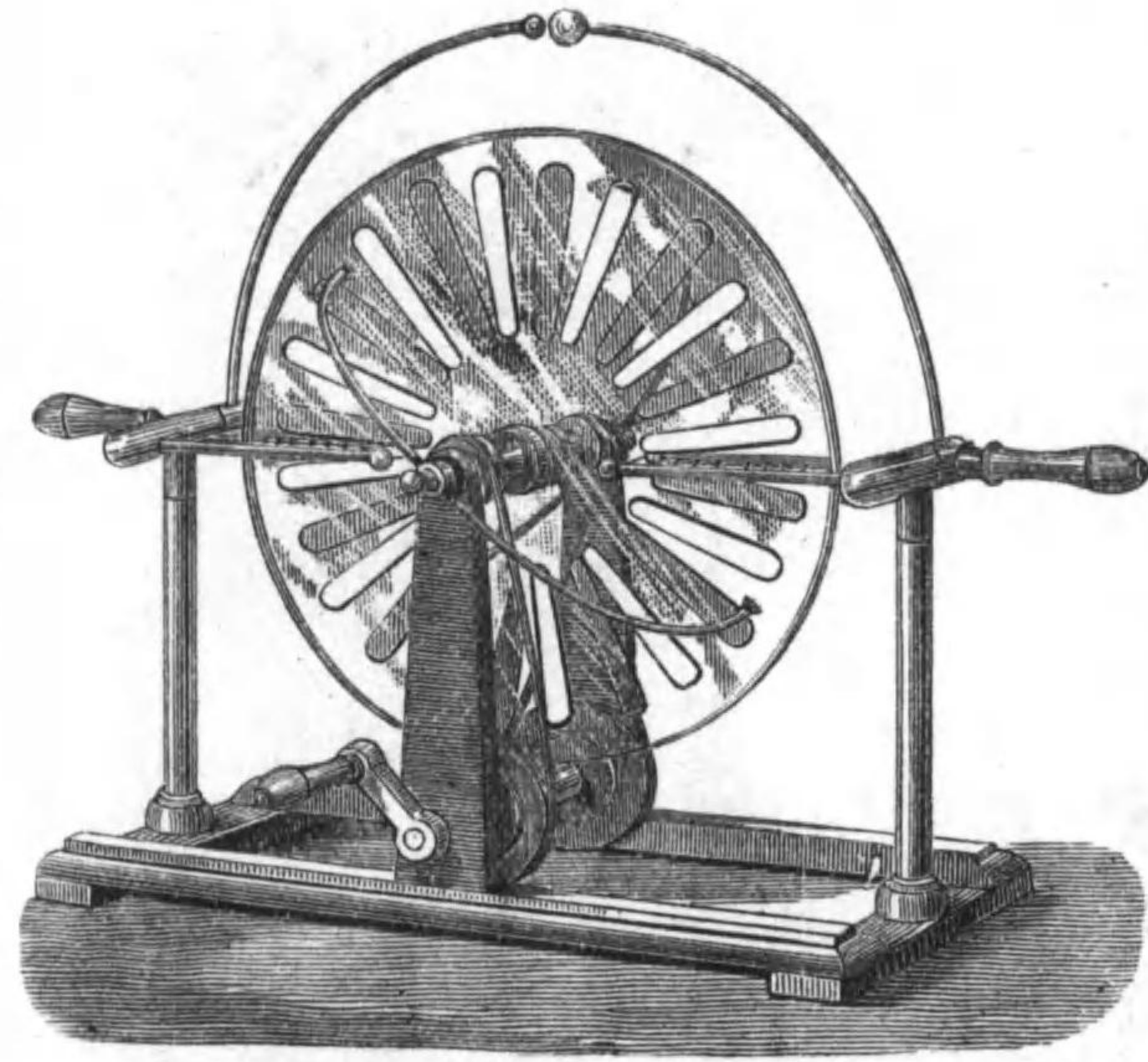
感應作用を利用し



圖二—一第

互に直角をなして各板の外面向ひ、兩端の房は板面を撫づ、又四個の楕狀金屬あり、兩々相對して其齒は皆板に向ひ、左の二個は傳導躰によりて小球に連り、右の二個は他の傳導躰によりて他の小球に連る、而して楕狀金屬は皆ガラス柱の上にあり、弓狀金屬は機械の木質部によりたる發電機の最良なるものはウヰムシヤーストの發明せしものにして、大氣の濕乾如何に關らず能く電氣を發するものなり。

第一一三圖は即ち此發電機にして、二つのガラス圓板あり、各板の外面向ひ、圖に示すが如く十六個乃至十八個の錫箔を等距離に張り、互に反對せる方向に回轉す、又二本の管狀金屬棒あり、



圖三一第

て地球に連る、今圓板を回轉して前板の錫箔をして後板の錫箔に對せしむるときは、弓狀金屬の房は恰も錫箔面を撫で、撫でられたる錫箔片は地球に連る、故に若し前面の弓狀金屬に撫でられたる錫箔に相對せる後板の錫箔に陰電氣あるときは、電氣益の場合の如く、感應作用によりて陽電氣は前面の錫箔に拘留せられ、陰電氣は弓狀金屬を傳ふて地球に逃れ去る、今少しく廻轉するとき、拘留せ

られたる陽電氣は自由を得、遂に楕狀金屬に達するとき、楕齒より傳導軌に移るべし、而して此陽電氣を受ける錫箔が楕狀金屬に達するに先ち、後面の弓狀金屬の前を通過せざるべからず、此際に弓狀金屬に撫でらるゝ後面の錫箔は、感應作用によりて陰電氣を受くること、前面の錫箔が前に陽電氣を受けたるが如し、此陰電氣も亦廻轉して楕狀金屬に達して他の傳導軌に移るに先ち、前面の弓狀金屬の前を通過して陽電氣を前面の錫箔に感應せしむること、前の如し、故に初め極めて些少の電氣あるとも、圓板を數回廻轉せしむれば、陰陽の電氣は直に各小球に集りて火花を發するに至るべし、而して實際に於ては、豫め錫箔に電氣を掛くるを要せず、是れ物軌は皆多少の電氣を有するものなればなり、實際には圓板の廻轉を始むるに當りて、小球を相觸れしめ、漸次其距離を増すを以て火花を得るに利ありとす。

〇一五三 電氣籠 電氣器械中尤も要用なる附屬物は電氣籠な

り、之によりて多量の電氣を僅少の表面に集むることを得べし。

試驗

一人甲を絶縁臺の上に立たしめ、發電氣の導體の上に其一手を置き、他手を開いてガラスに押し付け、其ガラス板は床上の人乙に持たしむべし、發電機を數回廻轉したる後、甲が傳導體上の手にて乙の手を握れば、兩人共に激動を受くべし。

此試驗によりて多量の電氣が放散に先ちて集まり居たること明なり、其説明は極めて簡單にして、甲の手には陽電氣傳はり、ガラスを透ふして乙に感應し、乙の手の觸るゝガラス表面には陰電氣を引き、陽電氣を地球に斥く、斯の如くして二種の電氣互に相引きてガラスの兩側に集まる然れどもガラスの爲に絶縁せられて結合すること能はざりしなり、此の如き裝置を名付て電氣籠と云ふ。

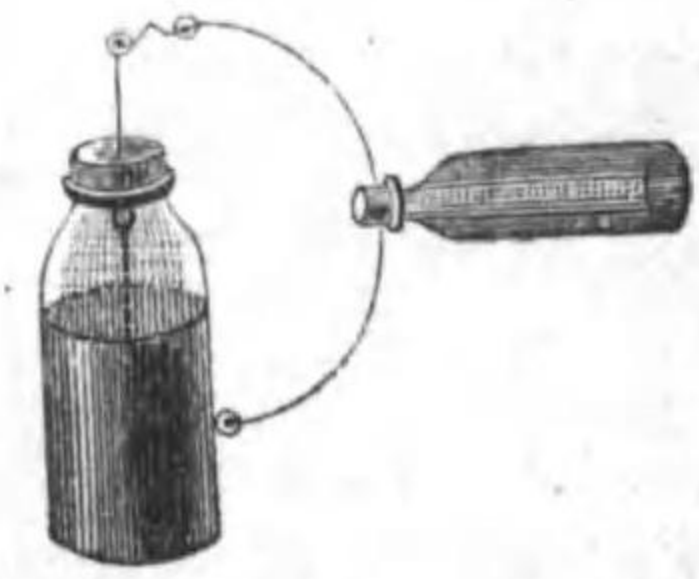
〇一五四

ライデン壘

電氣籠の尤も簡便なるものをライデン壘とす、其裝置は壘の内外三分の二の高さに錫箔四枚を糊にて張り、



圖四一一第

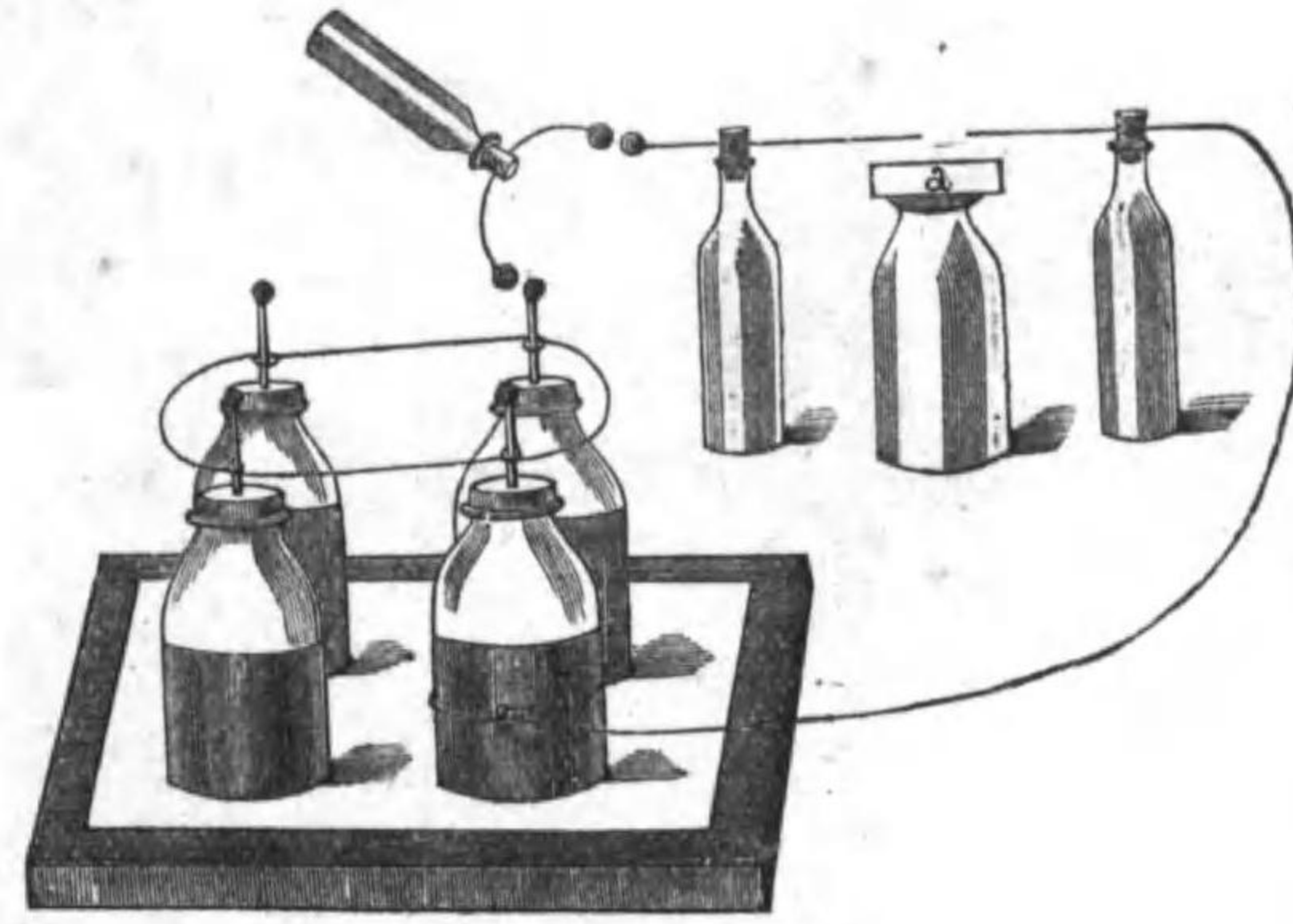


圖五一一第

壘口に栓をなし、栓は熱きパラフィンにて飽和せしめ置き、其中央に孔を穿ち、眞鍮の大なる棒を通ふして内部の錫箔に達せしむ、而して鉛丸を張金の外端に付し、其壘のガラス面を清淨にし、之を暖め乾かして用ゆべし。

けて、壘に電氣を蓄ふるを得、而して壘の電氣を放つには、外面被包と鉛球を連結せしむべし、若し多量の電氣を放たんと欲せば、壘の栓に第一一五圖半圓形の眞鍮張金を通ふし、其兩端に鉛球を付け、瓶を絶縁柄として使用すべし、之を放ち棒と云ふ。

ライデン壘の効果は其大きさと數とに比例し、其數を増せば効果も亦大



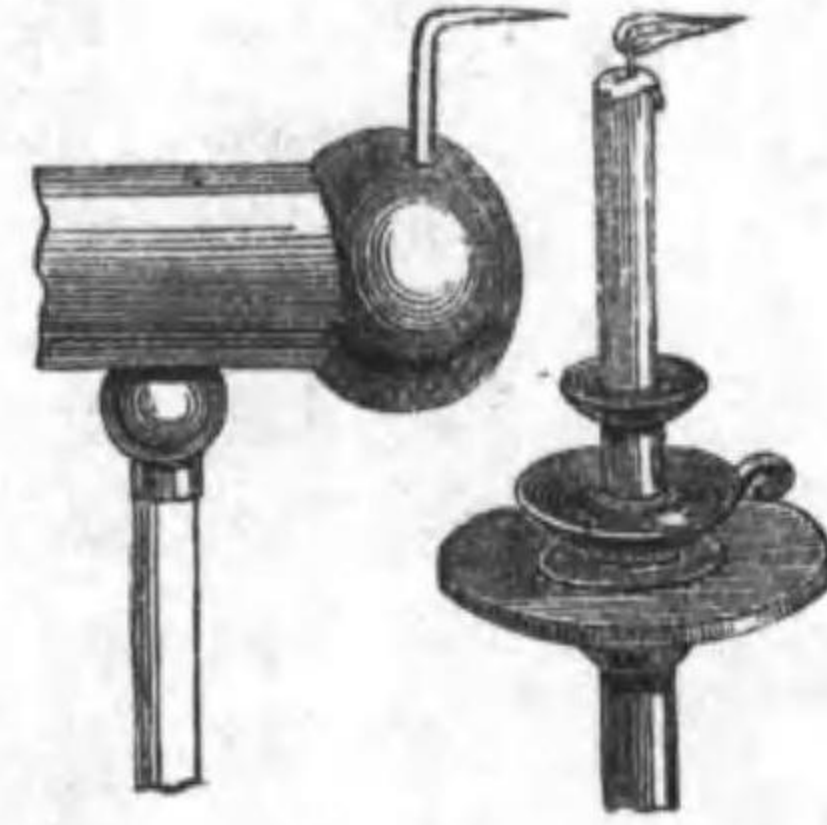
圖六一一第

鉢に近づければ、火花は斷へず傳導鉢より指節に向て發すべし、次に

〇一五五 尖端の效果 試験

發電機に電氣を起さしめ、指節を傳導

なり、第一一六圖の如く數個の壺を取り、之を錫箔の表面に並べて外被を連絡せしめ、又外部に突出せる棒に張金を周らして互に内被を連絡せしむれば、數個の壺は實際一個の瓶に同じ、此瓶の結合をライデン壺のバッテリーと稱す、今ガラスの小片aの上にある金箔に此バッテリー電氣を通ずるときは金箔は融解し、甚しければ氣發す、ガラス板を通して之を放てば之に孔を生じ、瓦斯或はエーテル液に通すれば發火す。



圖七一第

數多の尖端を傳導物に付すれば再び指節を近づくるも、全く火花を見ず、或は又之を發するも微小なり、而して發電作用止みたる後數分間を経て、傳導鉢を驗するに、電氣は全く放ち盡せるを見る、如何に長く豫しめ絶縁し置くも亦然り、是れ電氣は尖端より逃れ去りしに由る。

故に絶縁せられたる電氣を有せる物鉢の尖端の效果は大に其電氣の放ちを容易にするものなり。

故に第一一七圖の如く發電機の球の上を曲りたる針を立て、強く電氣を傳ふるときは、電氣は針の尖端より逃れ、其周囲の空氣の質點に移るが爲め、空氣の質點と尖端とにある電氣は互に相斥け、空氣は尖端より風をなして飛ぶは、其側に在

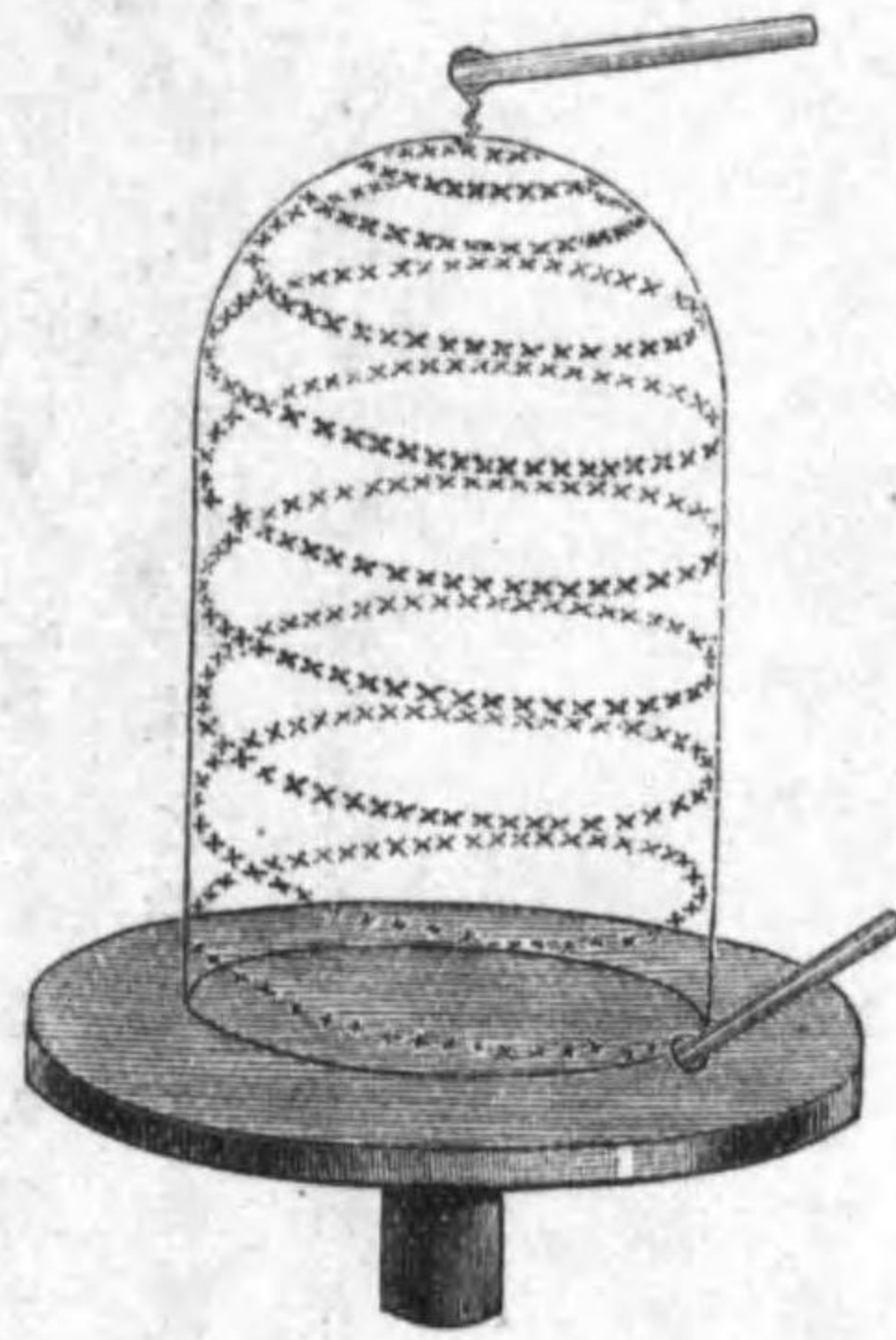
る獨火の焰が靡く方向に由りて明なり。

〇一五六 發光効果

第一一八圖は鐘形のガラス瓶の内部に

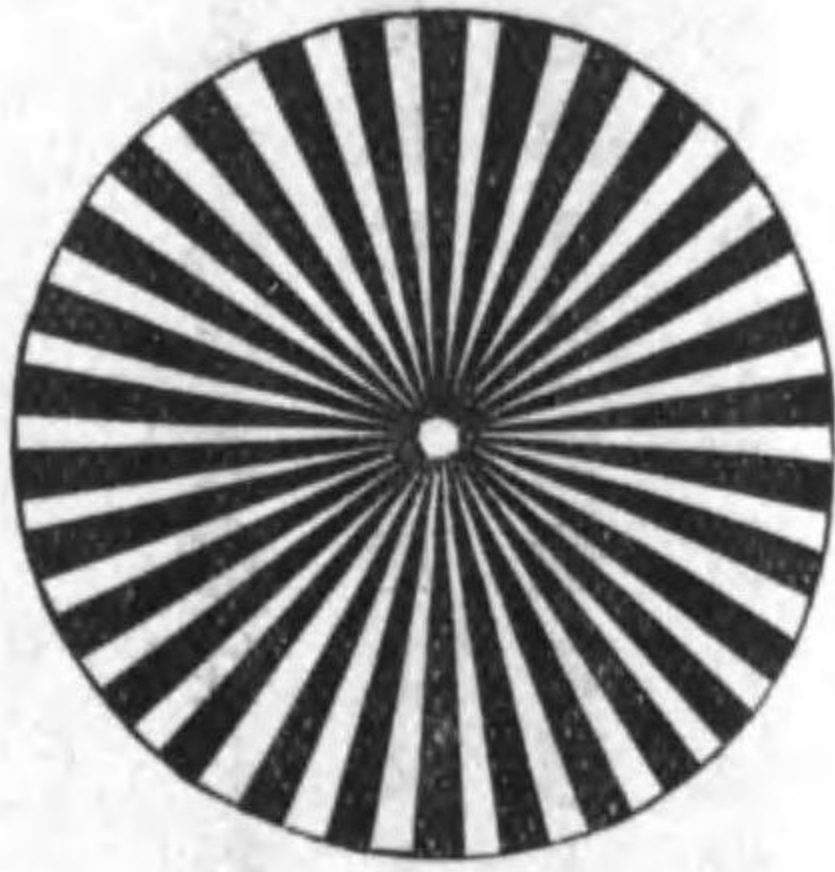
錫箔の小片を螺旋形に糊着して頂上より底に達せしめたるものなり、若し發電機の傳導線の兩端と此螺旋線の端とを接するときには錫箔の少片間に火花を生じて奇觀を呈す、總て發光効果を説き明かす所の試

験は暗室に於て行ふを良しとす。



第一一八圖

墜線の規則を説き明かしたるときに用ひたるガラス管より空氣の一部を驅出し其兩端に發電機の兩端を宛つれば、火花は疎になりたる空氣を透ふして飛び、恰も北光に似たる青白



第一一九圖

色の光を發す、故に之を北光管といふ。

圓盤の面を第一一九圖の如く黒色及び白色の扇形に分ち、通常の日光中に於て非常に速に回旋するときには、黒白混合して一様なる灰色の如く見ゆれども、若し暗室に於て電氣火

花を以て盤面を照らせば、此等の扇形は別々に見へて盤は恰も靜止せるが如し、非常に大なる速度を以て運轉する所の流車或は其車輪といへども、暗夜電閃によりて一一に識別することを得べし、以て火花の時間甚だ短きを知るべし。

〇一五七

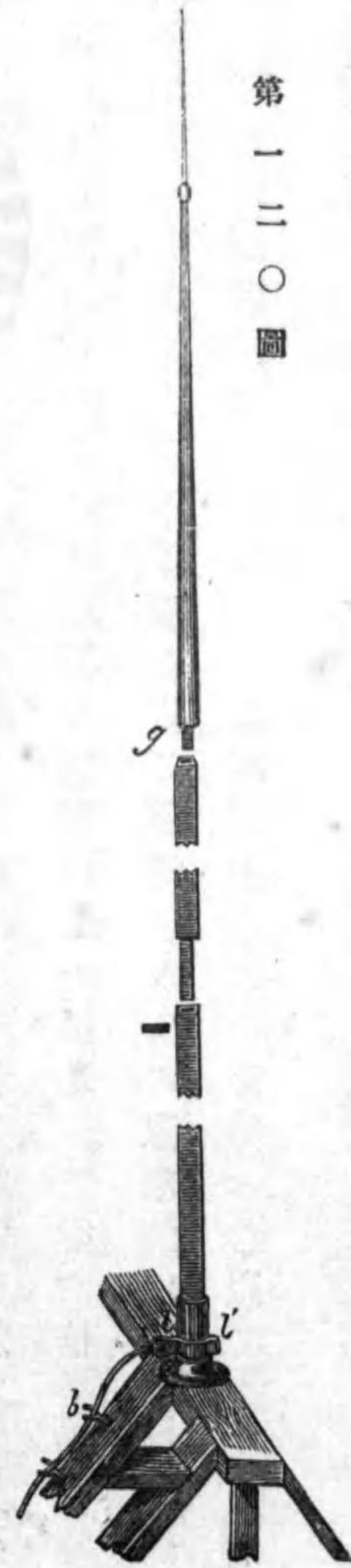
俄に生じたる雲には非常に電氣を有するものなり、而して

通常陽電氣とす、故に地球の表面及び其上の物體の其直下にあるものは之に感應して反對の電氣を生ず、之をレイデン壘に比すれば、雲と地球とは内外の錫箔被包にして、中間の空氣はガラスに對す、地球及び

雲の電氣は互に相引き、電氣十分蓄積して其引力が中間の空氣の抵抗に勝つ時は遂に放ちて落雷となる。而して家屋樹木等の如く地球の表面上に突立せる物躰は最も落雷の機會を與ふるものなり其故如何。

○一五八 避雷針 電光は抵抗の尤も少なき道を傳ふて通過す

第一二〇圖



るが故に避雷柱を設けて其通過すべき道と與ふ善き避雷柱は長き金屬棒にして屋上にあり、太き銅線を以て地球に連る避雷針は雲の電氣を導きて地球に送り、爲に雲中の電氣をして爆發的の放ちをなさざらしむ、故に避雷針は雲と地球の間に安全なる通路を開くものなり。

○一五九 一般の觀察 摩擦發電氣の電動力は驚くべきもの

なれども、之より生ずる電流は常に少量なり、是れ其内部の抵抗大なるを以てなり、例へばガラス板を使用せる發電機を用ふるときは、輪道の一部は常に板と楯との間の空氣なるが如し、強き電流を生ずることを得ざる發電機は通常價值なきものなり、何となれば電氣のなす仕事の量は、電流の強さの自乗に正比例をなすものなればなり、故に摩擦發電機は實用上には價值なきも、電氣現象を實驗するには極めて便利なり。黑色及び白色の扇形盤第一一九圖を以て説明したる原理を適用して、火花の時間は一秒間の百万分の一より短きことを知り、又短く太き銅線によりて、レイデン壘より出る電流の速度は、一秒間に十一万五千里なることを知れり。

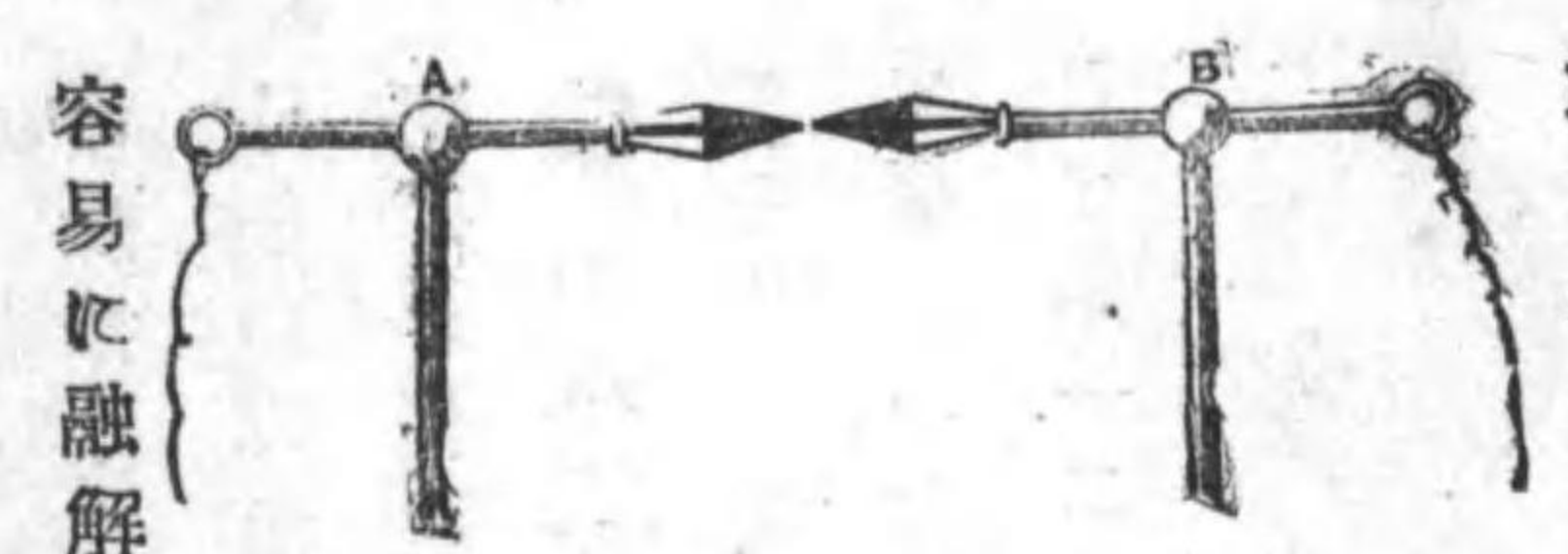
靜止電氣の現象は引力及び斥力のみに限る、發熱、發光、磁氣的、生理的、化學的、機械的作用等は只流動電氣によりて生ずるを得るのみ、靜止電氣

は表面に宿り、流動電氣は導體の内部を流通す。

〇一六〇 エネルギーの變化 吾人は既に電氣のエネルギーを發生する機械は只他のエネルギーを電氣のエネルギーに變するものに外ならざるを見たり、電池に於ては、燃燒物の化學的位置のエネルギーは直に電流のエネルギーに變じ、磁生電流機或は摩擦發電機にありては機械的エネルギーは電氣のエネルギーに變ず、運動の状態にある電氣即電流は靜止電氣となすことを得、又靜止電氣をして流動せしむることを得べし此の如く種々のエネルギーは電氣エネルギーに變するのみならず、電氣のエネルギーは復此等のエネルギーに變ずることを得べし、例へば電氣のエネルギーは熱、磁氣、光、化學的作用及び機械的運動に變し得べし故に此等のエネルギーは其態を一より他に變することを得るものなり。

第三二節 電氣の應用

〇一六一 電光 磁生電流機或は電池の兩極に連りたる張金の端を近づけて四、五厘ならしむるときは、電流は流通して止まず、遂に其



圖一三一第

末端の一部を氣發せしむ、此蒸氣は強き抵抗を有する傳導體となり、甚だ高き温度に達するを以て、烈しき光を發し、又其熱は過多の熔け難き物體を融解するに足る、故に張金の末端は急に融解して脂肪の如く流れ去りて、兩端間の距離と抵抗とを増し、電動力は最早此距離に電流を通するに能はずなりて、光は消滅するに至る、炭棒(瓦斯レトルト)内にて炭を乾溜するに當りて溜りたるコークより製したるものは容易に融解せざるを以て此用に供へられ、簡單なる試験に於ては、此等

の炭棒は二個の眞鍮棒の先に(第一二二圖)狭むを宜とす、此眞鍮棒は數十個の電池に連り絶縁したる眞鍮頭A及びB内を滑りて、炭棒尖端の距離を自由にすることを得。

○(一六二) ヴォルタの弧光 末端より發する光は強くして肉眼を以て見ること能はず、然れどもレンズ(第二二八條)或は細孔を通して衝立の上に末端の像を映せば、弧形の光が極より極に擴がるを見ること第一二二圖の如し、此光を名付てヴォルタの弧光と云ひ光の大部



圖二二一第

分は白熱にされたる炭棒の末端より發するものにして、一部は弧形内の炭粉より出づ、其陽極は陰極より温度高きことは、電流止みて後、陽陰は陰極光する分子は一極より他極に飛び、以て兩極間に炭素分子の橋を成す、故に吾人が見るものは電氣にあらすして光を放つ物質なり。

○(一六三) 電氣燈 陽極は消耗し、陰極は少しく増大することは、陽極の末端には圓錐形の空洞を生じ、陰極の末端には瘤狀突起を生ずるを以て明なり、末端間の距離が次第に増して電流が渡る能はざるに至れば、光全く消ゆるが故に、此距離を始終一様にせんが爲に數多の自動調節器あり、此の如き装置を電氣燈と稱す。



圖三二一第

○(一六四) 白熱燈 極て眞空に近きガラス器の中に織き炭片を入れ、是に電流を通ずれば、其抵抗大なるが爲め烈しく熱せられて遂に白光を放つべし、而して其内に酸素なきが爲め白熱となるも灰となることなし、燈の形は上圖に示すが如し。

○(一六五) 電信 電信とは電流を以て遠方に通信する方法なり。二局間に電流の通すべき閉輪道をなすには、二個の長き張金を用ひざるべからず、然れども遠方に在る極を地中に埋まりたる大なる金屬板

イ ロ ハ ニ ホ ヘ ト
 チ リ ヌ ル ヲ ヲ
 カ ヨ タ レ ソ ツ
 ネ ナ ラ ム ウ キ ノ
 オ ク ヤ マ ケ フ
 コ エ テ ア
 サ キ ユ ノ ミ シ
 エ ヒ モ セ ス

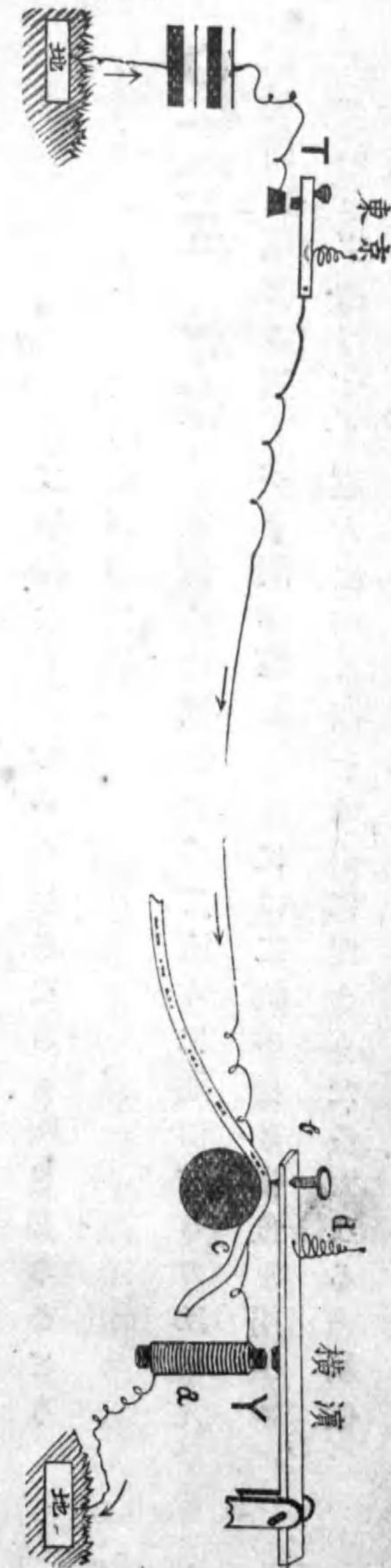
濁 半濁 シ

1 2 3 4 5
 6 7 8 9 0

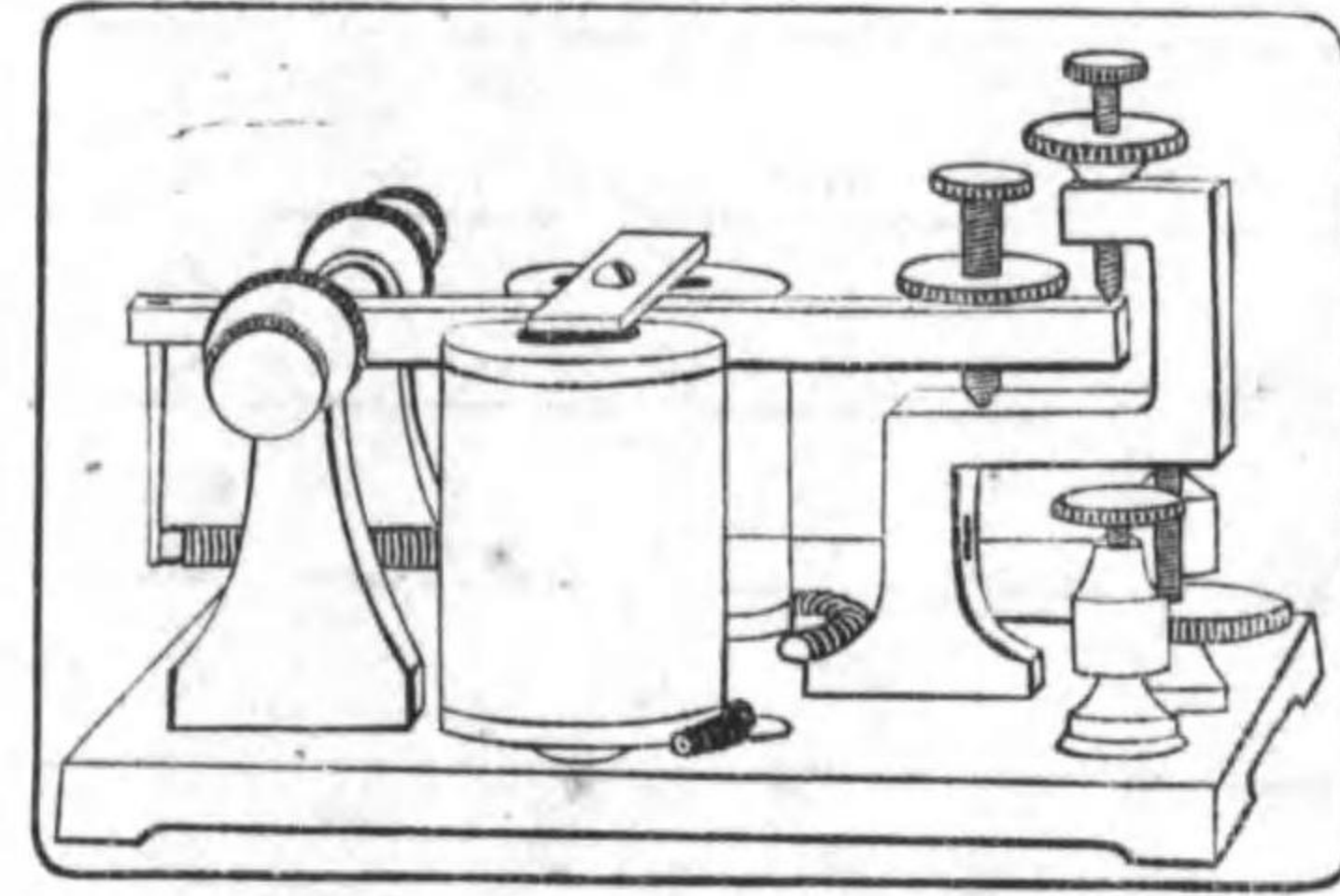
は直に横濱局
 に達してaを
 磁氣軸とし、a
 は槓杆bを引
 下げ、圓筒に巻
 き付けたる紙
 に針の尖頭を
 押付け、技手が、
 指を放つとき
 は輪道開き、b
 は直にバネd
 によりて引揚
 げらるべし、技

に連ぬ、バッテリーに近き一極も亦同法にて地に連ぬるときは、地は輪
 道の一半をなし、二線を用ひずして一線にて遠隔の二局を電氣にて聯
 絡することを得べし、且つ電流に對する地球の抵抗は殆んど皆無なる
 が故に此の如くして張金の半及び抵抗の半を省くことを得べし、隨て又
 バッテリーの能を二倍す。
 第一二四圖のTを東京に在る發信器或は技手のキーとし、Yを横濱に
 在る受信器とし、技手が指を以てキーの腕を押付ければ、輪道閉て電流

圖 四 一 線



手が鳥渡押付くれば只一點を紙に書き、一二秒間押付くれば、其間針頭は紙に着き、紙は其儘針の下に轉するを以て、短き直線を書くべし、此等の點及び線を以て、電信の符、いろはを成す、現今本邦に於て用ゆる記號は右の如し。



圖五二一第

〇一六六 發音機 若し紙片を取り去り、針尖をして金屬片を打たしむれば、鋭き音を聽くべし、又槓杆をバネによりて引き上ぐるときは、槓杆は上方のネコの尖頭(圖には示さざれども)を打つ、而して其音は少しく前者と異なるが故に、技手は此二種の音響の間に經たる時間の長さによりて點と線とを聽き分くることを得べし、此の如く技手は小槌によりて生じたる音に注意

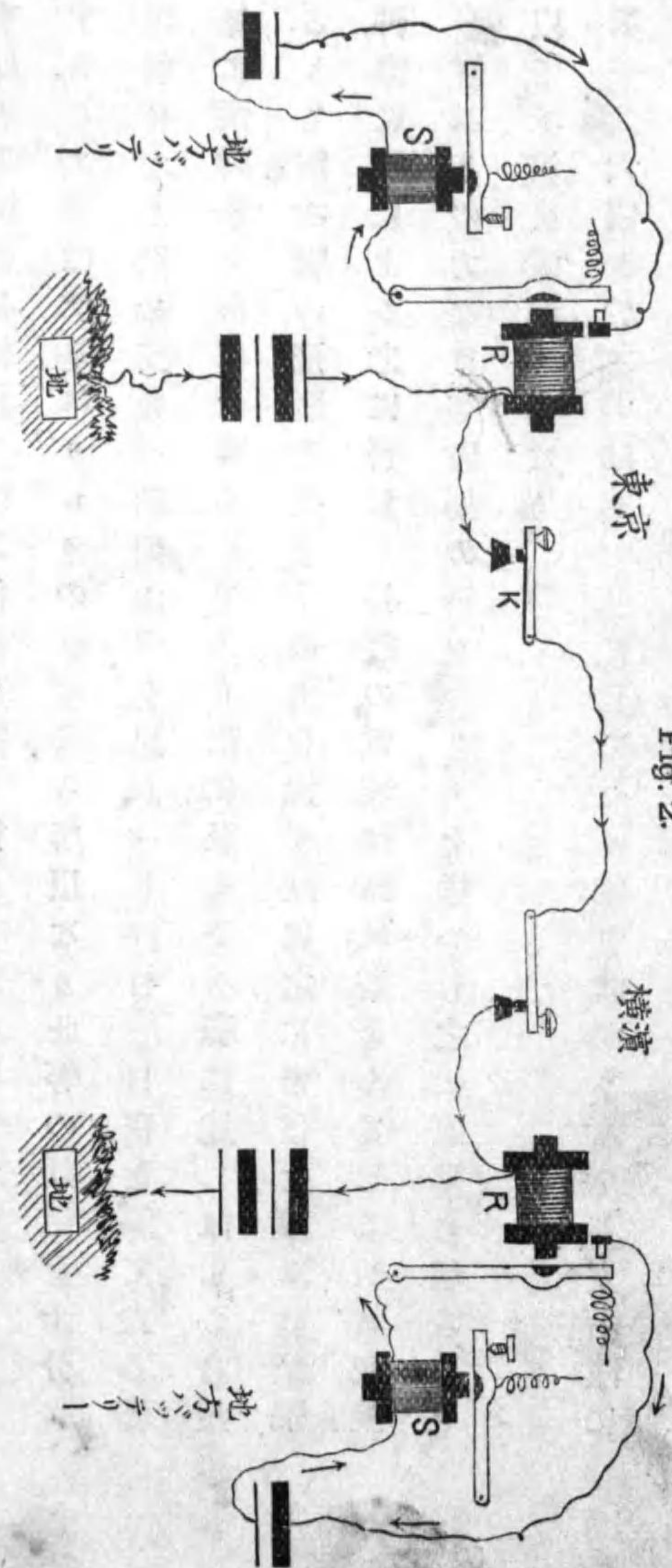
し、耳によりて信號を讀むことを得、此の如き受信器を發音機と稱す、而して其尤も普通の形は第一二五圖に示すが所し。

〇一六七

リレイ

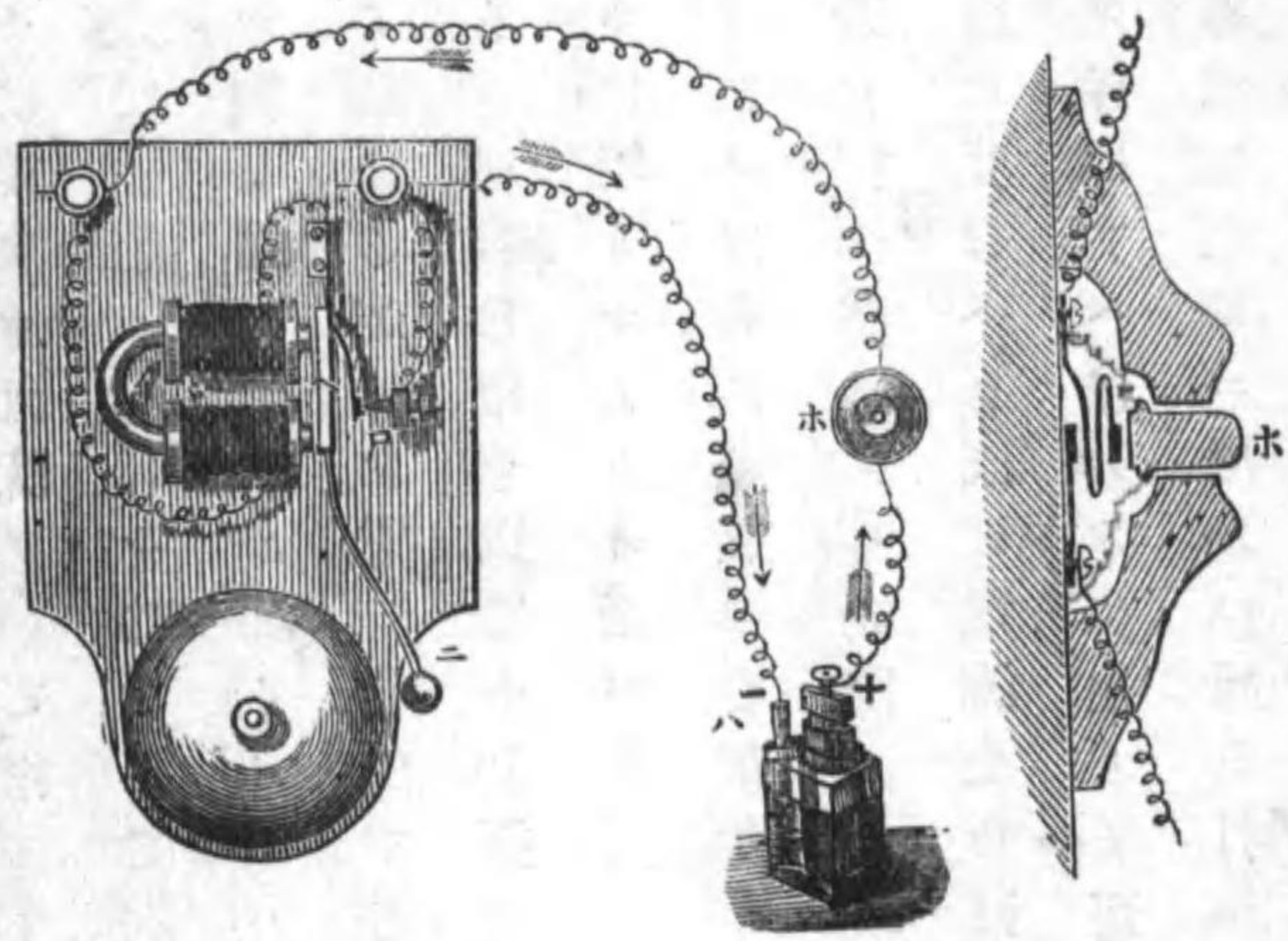
電信線長く、且つ輪道に於ける機械の數多ければ、素より電流の力を減ず、故に短線に於て單一なる發音機を動かす如き電流は、長線にては、其信號を聽き得せしむるほど十分の音を發すること能はず、是れリレイの必用なる所以なり、此等の効用を十分に理解せんと欲せば、先づ類似の事を思ふべし、往日一日程を隔てたる驛毎に飛脚あり、書信を齎らして走り、夜に及んで次驛に達し、既に心身疲るゝも、猶次驛の飛脚を覺ますの力を餘す、故に之に書信を渡せば、新飛脚直に途に上る、之に齊しく、長途の電流は既に盡きんとして、明に記號を傳ふるの力なきも、遠局のバッテリーを働かし、之に運動を起さしめ、以て次第に遞送するなり。

第一二六圖に於て、Rはリレイにして、Sは發音機なり、東京より横濱に



東京 横濱
Fig. 2.
第一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 十一 十二 十三 十四 十五 十六 十七 十八 十九 二十 二十一 二十二 二十三 二十四 二十五 二十六 二十七 二十八 二十九 三十 三十一 三十二 三十三 三十四 三十五 三十六 三十七 三十八 三十九 四十 四十一 四十二 四十三 四十四 四十五 四十六 四十七 四十八 四十九 五十 五十一 五十二 五十三 五十四 五十五 五十六 五十七 五十八 五十九 六十 六十一 六十二 六十三 六十四 六十五 六十六 六十七 六十八 六十九 七十 七十一 七十二 七十三 七十四 七十五 七十六 七十七 七十八 七十九 八十 八十一 八十二 八十三 八十四 八十五 八十六 八十七 八十八 八十九 九十 九十一 九十二 九十三 九十四 九十五 九十六 九十七 九十八 九十九 一百

達したる弱き電流はリレイの渡しを引くに十分なる力ありと假定せよ、此渡しは圖に示すが如く同時に他の短き輪道即ち局部輪道を閉ぢ、其局のバッテリーをして電流を送らしむ、此電流は僅數尺の輪道を流



第一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 十一 十二 十三 十四 十五 十六 十七 十八 十九 二十 二十一 二十二 二十三 二十四 二十五 二十六 二十七 二十八 二十九 三十 三十一 三十二 三十三 三十四 三十五 三十六 三十七 三十八 三十九 四十 四十一 四十二 四十三 四十四 四十五 四十六 四十七 四十八 四十九 五十 五十一 五十二 五十三 五十四 五十五 五十六 五十七 五十八 五十九 六十 六十一 六十二 六十三 六十四 六十五 六十六 六十七 六十八 六十九 七十 七十一 七十二 七十三 七十四 七十五 七十六 七十七 七十八 七十九 八十 八十一 八十二 八十三 八十四 八十五 八十六 八十七 八十八 八十九 九十 九十一 九十二 九十三 九十四 九十五 九十六 九十七 九十八 九十九 一百

るゝが故に、發音機は十分明瞭なる音を發すべし。リレイの電生磁石には長き細き張金を巻き、發音機には短ききものを巻くは何故なるや。
〇一六八 電鈴 軟鐵か電
 流の爲に磁石となるの性質は甚だ緊要なるものにして通常用ふる所の電鈴の如きも亦此性質を應用したるに外ならず、第一二七圖は電鈴の構造を示すものにして、イ及びへは第七七圖に示したる馬蹄形の鐵棒と平たき鐵板なり、而してへ的一端には彎曲したる張金ありて球狀部に終る、へ的一端はパネに由りて口なるネ

ヂに接す、ホは腕にして、指にて之を押せば、其兩方より出たる二箇の張金は一箇の導軌をなすこと別圖に示すが如し、今一箇のバッテリー、ハを製し圖に示すが如く、イロハホへを連結するも、電氣の導軌はホに於て斷ゆるが故に電流を生ずること能はず、従つて何等の現象をも見ざるべし、若し指を以てホを押せば、導軌はホに於て連續し、電流はハよりホに至り、ホよりイに至り、ベネを傳ふてロに達し、ロよりハに歸るべし、故にイは直に磁氣軌となりて、へを引付け、従てニは其傍にある小さき鈴を打つ、然れども此際ベネはロを離るゝが故に電氣は其路を失ふて直に止むべし、既に電流止めばベネは其磁氣を失ひて最早へを引くと能はず、へはベネに由りて舊の位置に復り、ベネは再びロに接し、電流再び生じてニは再び鈴を打つべし、此の如くホを押付くる間は鈴は鳴りて止まざるべし。

第五章 音

第三三節 振動及び波

〇一六九 振動 試驗一 長さ三尺許の振子にて第三三條に

於て論じたる試験を爲し、其運動の特性に注意すべし。

振子の運動は一定の時間を隔て、元の有様に復す、此時間を運動の週期と稱す、振子が一端より他端に至り、再び舊位置に復する運動を一振動と稱す、故に n を一秒間の振動數とし、 t を週期とすれば、 $\frac{t}{n}$ なり。

〇一七〇 振動の方向 小き棒の一端を固定し、他端を一方に引き、次で之を放てば、棒は振動すべし、又木梢は風によりて振動し、等の絃は一側より他側に振動す、此等の場合に於ては運動は物軌の長さに直角にして物軌は爲に屈がるものなり、之を横振動と稱す。

試験 センマイ又は弾性の絲を縫り、其下端に重量を掛け、始め重

量を掲げて次で之を放てば、糸は振動して伸縮す。
此場合には、物躰の運動は其長さの方向に起りて、物躰は屈がることなし、之を縦振動と稱す。

〇一七一 振動の傳播 波 試験 一〇尺餘の糸を水平に

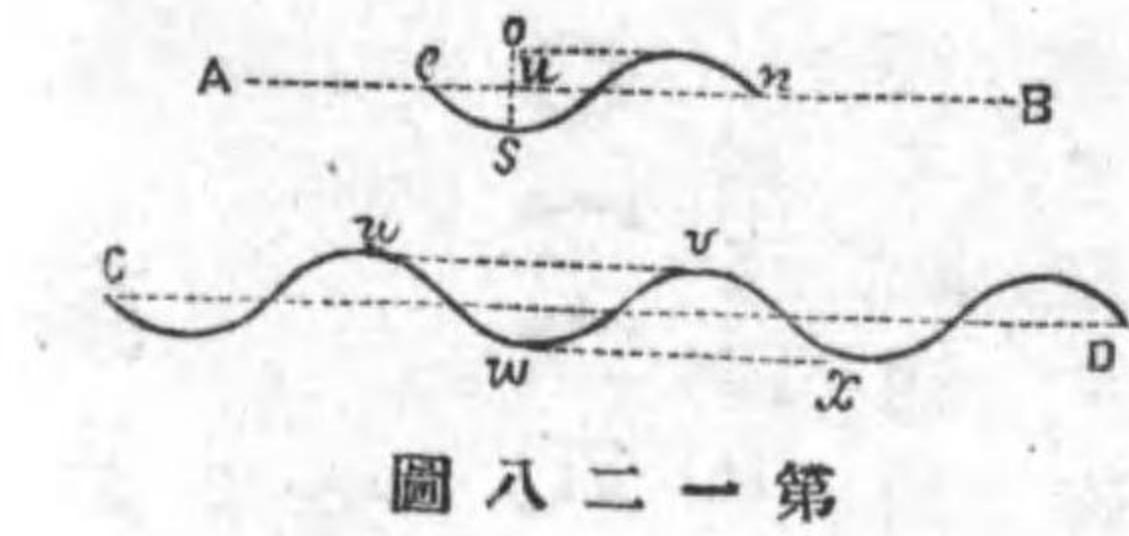


圖 八 二 一 第

して其一端を固定し他の一端を手に取りて上下に之を急に振動せしめ、糸の一點に注目するときは、其點は唯元位置より一上一下するのみにして、此振動は漸次に他端に走りて同時に糸の各點に達するとなし、若し相繼で同様の振動を與ふれば各瞬間に於て糸の各點は相踵で振動し、所謂波線を生ず、而して糸の一點に注目するときは、唯一上一下の運動なれども、波の形は前進すべし、次に手の振動の週期を長くするときは、波の一最高點より次の最高點迄の距離は前より長きを見るべし。

〇一七二 波長及び振幅

若し早取寫眞を以て撮影するとき、糸は恰も第一二九圖のCD線の如き形をなす、是れ單一の波線と稱するものなり、波線を最も短き齊しき部分に分つときは、其一部分の長さを波長と稱す、 w, x, u, v, e, n 等是なり、波線の軸より最も隔りたる距離(〇 u)の如しを波の振幅と稱す。

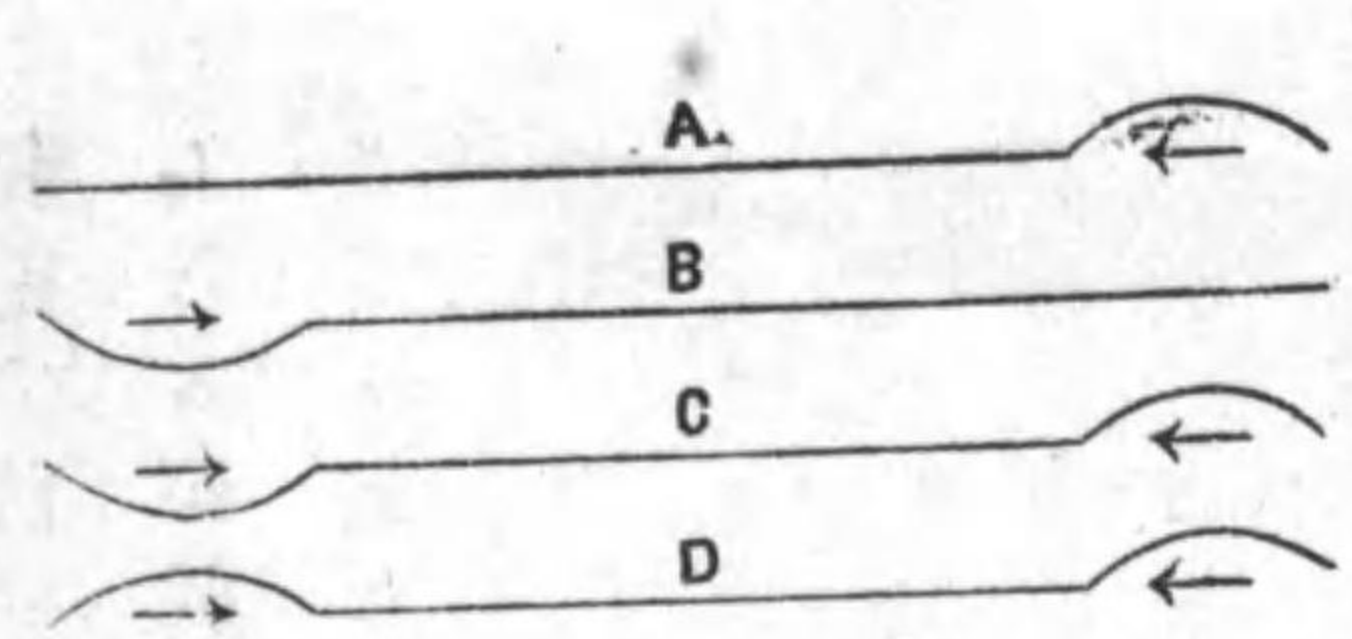


圖 九 二 一 第

〇一七三 波の反射及干涉 試験一

同水平にある二點間に糸を張り、手或は棒を以て其一端に近き部分を打てば、振動は峯第一二九圖(A)をなして糸を走り、他端に達し、峯は反て谷となりて還り来るを見るべし。

試験一 此く反射し来る瞬時に於て第二の峯を起すときは、此峯は倒になりて歸り来る所の谷と一點に於て相會し、此會合點の所に在る

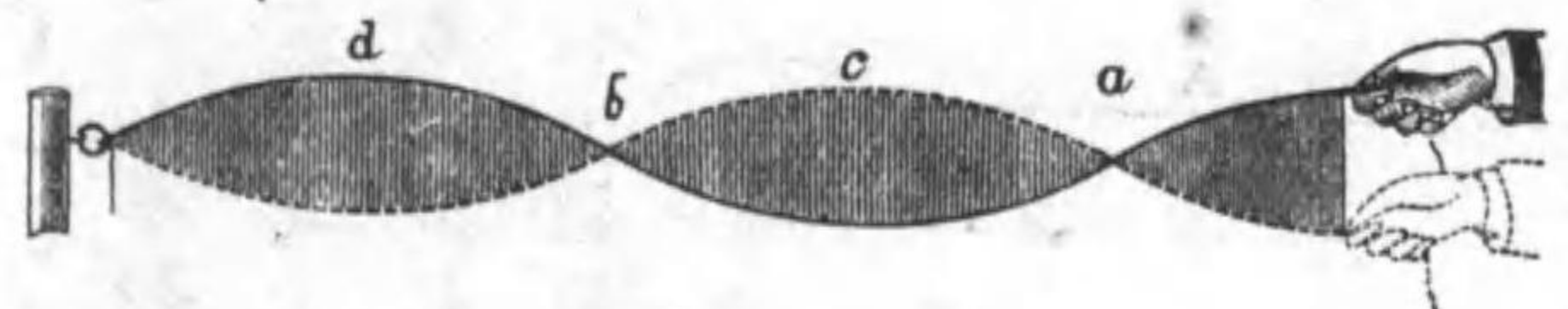


圖 ○ 三 一 第

質點は前者によりて上方に押上げられ、後者によりて下方に押下げらるゝが故に、質點は此二力の差を以て動くべし。

試験三 絲に沿ふて始め谷を送り、次に峰を送るときは、(D)二個の峰は中央點に於て相會し、此點に於ける質點は二力の和を以て動き、峰の高さは著しく大なるべし。

此の如く一點に二個の波が同時に達するとき、波は互に干涉すと云ひ、干涉によりて生ずる所の運動は、各波よりも或は大或は小にして、時としては全く互に消滅することあり。

〇一七四 定振動ノード 試験 六尺許のゴム管の一端を固定し、他端を取りて等しき振動を相繼で送るときは、其張力を少しく變じて上に示す

が如き紡錘形の行列を生ずることを得、此紡錘形の相接する所は殆んど全く静止して波は管に沿ふて傳播することなきが如しと雖も、其實は前進する波と歸り來る波との干涉によりて此の如き觀を呈するものなり。

此直接の波と反射の波との干涉は即ち定振動と稱する緊要なる狀を生ず、静止せる點 a, b 等をノードと稱し、最も大に運動する點 c, d 等をループと稱す。

〇一七五 水波 槽内に満したる水の表面に於ても又之と同結果を生ぜしむることを得べし、急に手を水中に挿入すれば峰を生じ、急に引き去れば谷を生ず、細塵を其表面に投ずれば唯一上一下するのみにして一所に留るが故に、水波も亦物質の進行にあらずして唯形の傳播するのみなるを知るべし、然れども猶仔細に檢すれば、水面に浮む所の塵埃は單に一上一下するのみならず少しく前後に運動するを見る、

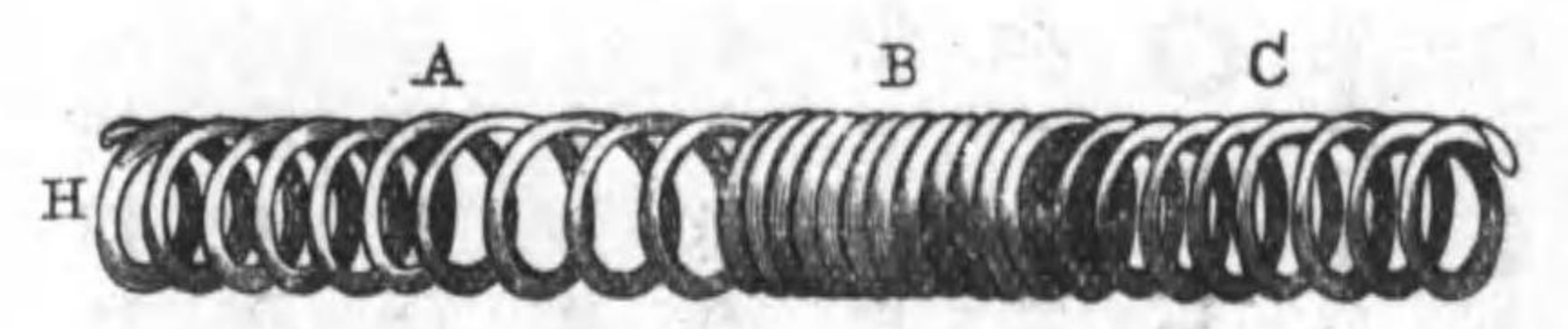


圖 一 三 一 第

故に水の質點は單に上下せずして殆ど圓狀に運動するものなり、少しく此試験に熟すれば、水面を打ち或は縁を打ちて、波の干涉或は定常波を生ぜしむることを得べし、故にエチルギーは物質の移轉のみならず亦振動によりて傳送せらるゝことを知るべし。

〇一七六 縦波 試験 二間許のゼムマイ形

に巻きたる眞輪張金の一端を机に固着し、一手にゼムマイの他端を取り、一端に小刀を取り、其刃をゼムマイの間に挿入し、急に少しく机の方へ小刀を刎ぬるときは、其前方小距離の間は、張金は密集し、其後方等の距離の間は疎散すべし。
 此密集と疎散とは相繼でゼムマイを疾走し、机を打ちて強き高音を發し、次で机より手に復り、再び手より机に走りて第二の音を發す、若し巧に之を行へば

三回或は四回の音を發せしむることを得べし、紙片を張金の一點に附着するときは、波の通過する毎に紙片は前後に運動すべし。
 張金が全躰とし動かざるは固より明にして、紙片の運動に由りて、ゼムマイの各部の運動なることを知るべし、故に此場合に於てもエネルギーは振動によりて媒介物を傳波すること水の波と異なることなし、但し前者は縦波にして、後者は横波なるのみ。
 然れども波は彈性に乏しき物質中を傳播すること能はず、蓋し彈性は密集疎散の波を傳播するに必要な性質にして、彈性大なれば波の速度は従つて大なり。

〇一七七 波の物質中を傳播する方法 第一三一圖に於

て、小刀の刃にてゼムマイに力を與ふれば、其一部Bに於て密集を生じ、他の部Aに於て疎散を生ず、然れどもゼムマイの彈性はBをして直に伸長せしめ、従つて其前部に密集を生じ、密集は前進したるが如き觀を

呈す、B部の伸長は又其後部の疎散を補ふて通常の位置に復せしむるのみならず、恰も振子の運動の如く、静止の位置を越へ、Bに於て疎散を生じ、又疎散の前進を生ず、此の如くして波は一様なる速度を以て彈性あるゼムマイ、空氣及び他の彈性ある物質中を傳播す。

第三四節 音波

〇一七八 音は如何にして生ずるか 發音体の通常の物

体と異なる點は何所にあるか。

試験 鐘を打ち鳴らし、糸にて縋したる小さきコルクを鐘の縁に觸れしむるときは、コルクは微しく氈動し、コルクに代ふるに手を以てすれば、手は微動を感じ、更に手を強く押付くれば、鐘の振動は止み、同時に音も亦止む、又三弦、箏等の發音するとき、其振動を目撃することを得べし。

故に物体が發音するときと然らざるときと異なる所は其振動するにあり、發音せざるときは此振動なくして物体の各部は互に静止す、故に音は振動する物体より生ずるものなり、鐘、箏、三弦等より發する音は、横運動によりて生ずる音の好例なり。

試験一 長さ三尺許のガラス管の中央を一手に握り、濡れたる毛布を他手の掌上に置き、此手にてガラス管を緊しく握りて管を擦るときは、毛布と管とは摩擦して、管の縦振動を生じ、強き鋭音を發すべし、此振動烈しければ管は小輪をなして分離す。

〇一七九 音の傳播 遠距離に於て發音する鐘は如何にして

耳に感覺を興ふるか。物体の發音するや、運動を除きては他に異りたる性質なきが故に、發音体の耳に傳ふるは唯運動あるのみ、然れども運動は媒介物なければ遠距離に達すること能はず。音は果して其傳播するに媒介物を要するや、若し然りとせば此媒介物は何物なるや。

試験 排氣器の板上に綿を積み、其上に懐中時計を伏せ、罩を以て之を覆ふときは時計の音は此罩の爲に著しく減じ、罩が運動の通過を妨ぐることを示す、少しく空氣を抜去れば音は更に衰へ、益空氣を抜けば益衰へ、終に亦聴くべからざるに至る、故に時計と吾人の耳との間にある空氣を抜去れば、時計は前の如く音を發するも、音は耳に達せず、空氣を送入すれば、音は直に舊に復す。

故に音は眞空を傳播すること能はず、即ち媒介物なくして傳播すること能はず、此場合の媒介物は空氣なり。

〇一八〇 空氣波 紙にて袋を造り、之を焙りて膨脹せしめ、急に打撃して破裂せしむれば、大なる音を發す、始め空氣は打撃によりて急激に收縮すれども、袋の破裂と共に空氣は急に膨脹して其周圍にある空氣を壓して濃密にし、中心は反て稀疎となる。

音とは時として耳に感ずる感覺を指し、時としては此感覺を生ずる外

部の原因を指す、物理學上の音とは後者を謂ふなり、而して此原因は振動なることを知れり、故に音は耳に感ずべき振動と云ふことを得べし。

〇一八一 固體及び液體も亦音を傳ふ **試験一** 長さ

机の一端に懐中時計を置き、布片を以て之を覆ひ、机の長さに等しき距離に於ては最早や空氣中に於て其音を聴くを得ざらしめたる後、耳を机の他端に附すれば、能く音を聞き得べし。

試験二 甲乙二人三〇間の距離に立ち、甲は二個の小石を取り、軽く之を打ちて纜に乙の耳に達せしめ、次に同距離に於て、乙をして池水中に沈ましめ、甲は手を水中に入れて前の如く二石を打合するときは、乙は音を聴くこと前より明なるべし。

固體、液體及び氣體は何れも音の振動を傳播す。

第三五節 音の速度

〇一八二 速度は何に關するか 遠距離に於て發砲するときは一里の距離に於ては始んど一三秒を要す、故に音は凡そ一秒間に三町の割合を以て傳播するものにして、砲丸の速度より遅きものなり。音は其經過する物質の密度大なるに従ひて其速度を減じ、之に反して物質の弾力大なるに従ひ其速度を増すものなり、精密なる試験の結果によれば、氣躰中に於ける音の速度は、其弾力の平方根に正比例し、其密度の平方根に反比例するものなり。零度に於ける空氣中の音の速度は、一秒に付九九九尺にして、温度一度を増す毎に一尺八寸づゝ増加するものなり。固躰及び液躰の密度は氣躰に比して大なれども、其弾力の大きなることを償ふに餘あり、故に音の速度は此等の物躰中に於て増加す、同理によりて固躰は音を傳ふることに一般に液躰より更に速なり。

物質	速度(空氣を一とす)
空氣	一
水	四
鉛	四
金	五
銅	一一
鐵	一六
ガラス	一六
木(纖維に沿ふて)	一〇—一五
木(纖維の方向に直角に)	四—六

第三六節 音の反射及び屈折

〇一八三 反射 前に論せしが如く、振動は絲の一端より他端に

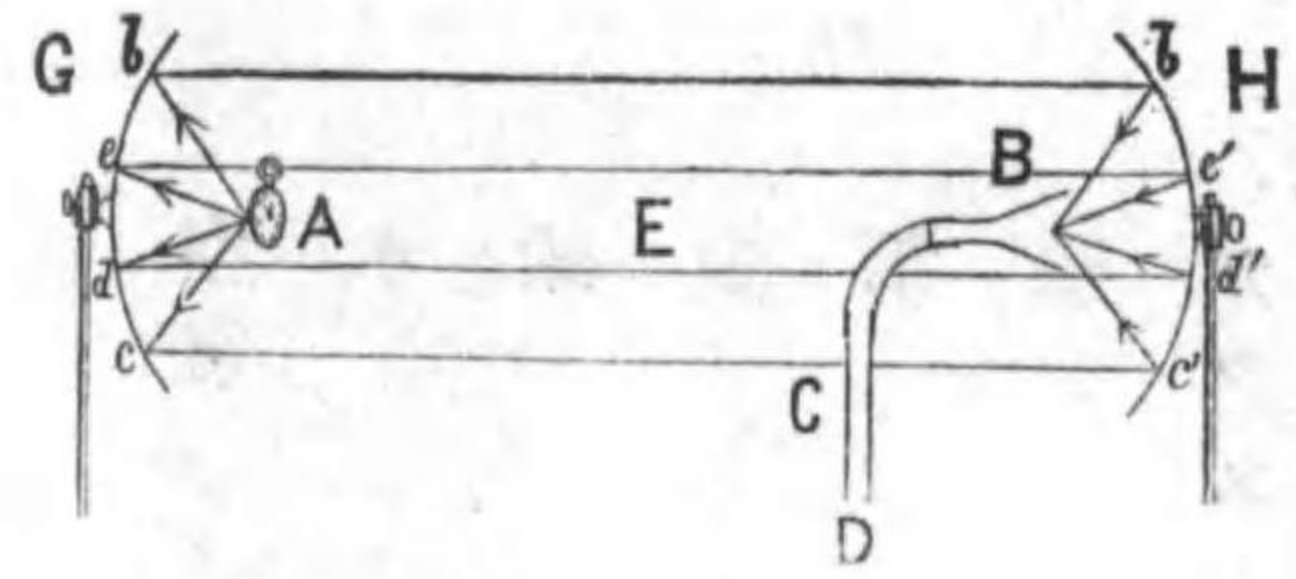


圖 二 三 一 第

達し、再び他端より歸り來る、而して音も亦其進行するに際し障礙物に逢ふときは反射して歸り來る、之を反響と稱す、絶壁の前に立ちて發聲すれば、聲は人より絶壁に達し、反射して耳に達し、恰も第二の聲を發したるが如きを覺ふ、是れ即ち反響なり、洞窟、山谷等は皆反響を以て著し。

試驗 懐中時計を凹鏡Gの焦點A(第一三二圖)に置き、他の凹鏡Hの焦點Bに小さき漏斗の廣端を置き、其狹端にガラスの曲管の一端Cを嵌入し、其他端を耳に當るときは、明に時計の音を聞くことを得るのみならず、其音はEの如く時に近き所に於て聽くよりも反て大なり。蓋しAの如き輻射線上にある空氣の各質點は此線の方角を有する運動を受け、又之を授け、最後

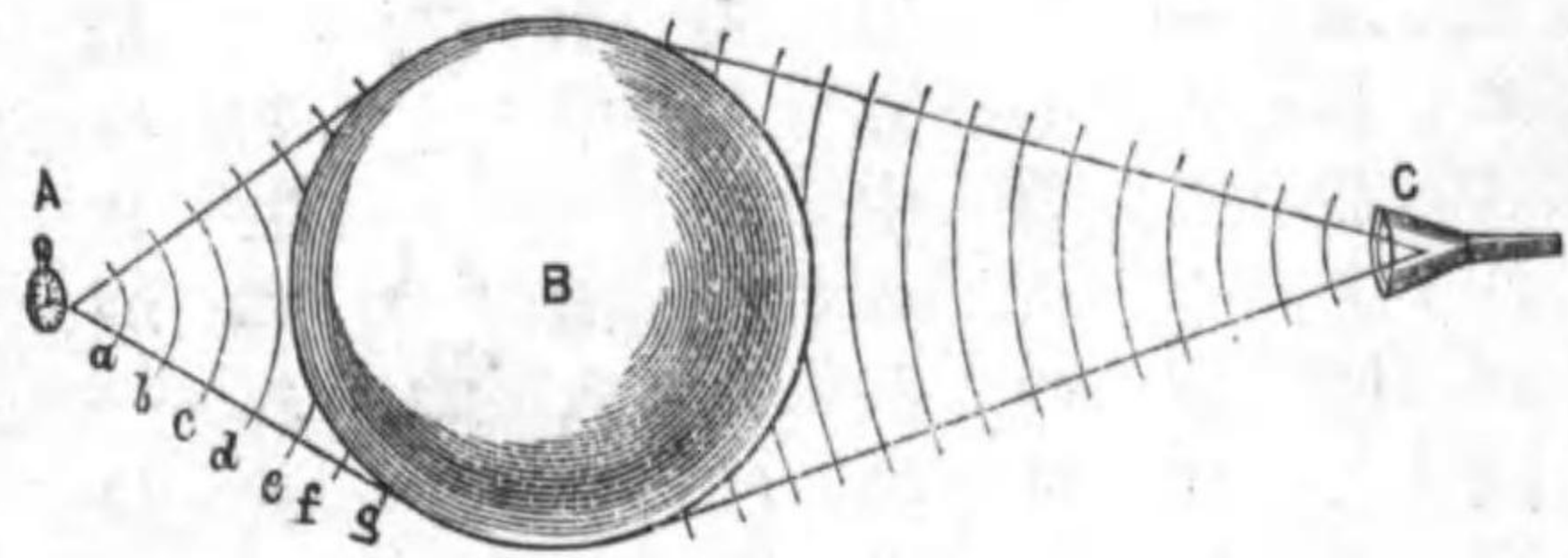


圖 三 三 一 第

の質點はcに於て鐘面を打つべし、而して空氣の質點は十分に彈性を有するが故に反射の概則に従ふてcの方向に勿返り、此線上にある質點に其運動を授く、點に於ても亦之に齊しき反射をなしてcB線上にある質點に運動を授くべし。

此二回の反射によりて、A A'等の如き發散したる線は、G鏡より反射して互に平行し、H鏡に由りて一點に集合せらる、此の如く分散したる線が一點Bに於て集まるが故に、Bに於ては強き音を聽き得べし。

〇一八四 屈折 第一三三圖に示すが如き

聽音器を以て二間許の距離にある懐中時計の音を聽き、次に炭酸瓦斯を充たしたるコロヂオン球を耳と時計の間に置くときは、音は一層強くなる

べし。

是れ音が一物躰より他の物躰中に入るに當りて其方向を變ずるに
りて生ずるものにして、即ち音の屈折なり。

○一八五 音の強さ 軽く音又の臂を打ちて振動せしめ之を
水中へ挿入するも、水は殆んど動くことなきが如しと雖も、強き振動を
與ふるときは、振動は其振幅を増し、水は玉をなして飛散すべし、音又が
空氣中に振動するときも又之に齊しく、音又は空氣の質點を打ちて飛
ばし、吾人の耳に音の感覺を生ず、而して此感覺は振幅の大なるに従ひ
益大なり、然れども音の強さの媒介物の密度に由るとは一七九條の試
験に於て明なり、輕氣球にて高所に昇るときは空氣稀薄となり、高聲を
發せざれば談話すること能はずと云ふ。

第三七節 共鳴—干渉

○一八六

室内に於て發したる音の強さと、野外に於て發したる同
音の強さを比較すべし、通常大の室内に於ては元音と四壁より反射し
來る音とは混合して同一となりて音を強ふす、之を共鳴と稱す、室若し
甚だ大にして、此混同十分ならざるときは、音は強きも不明瞭なるを覺
ゆべし。

試験

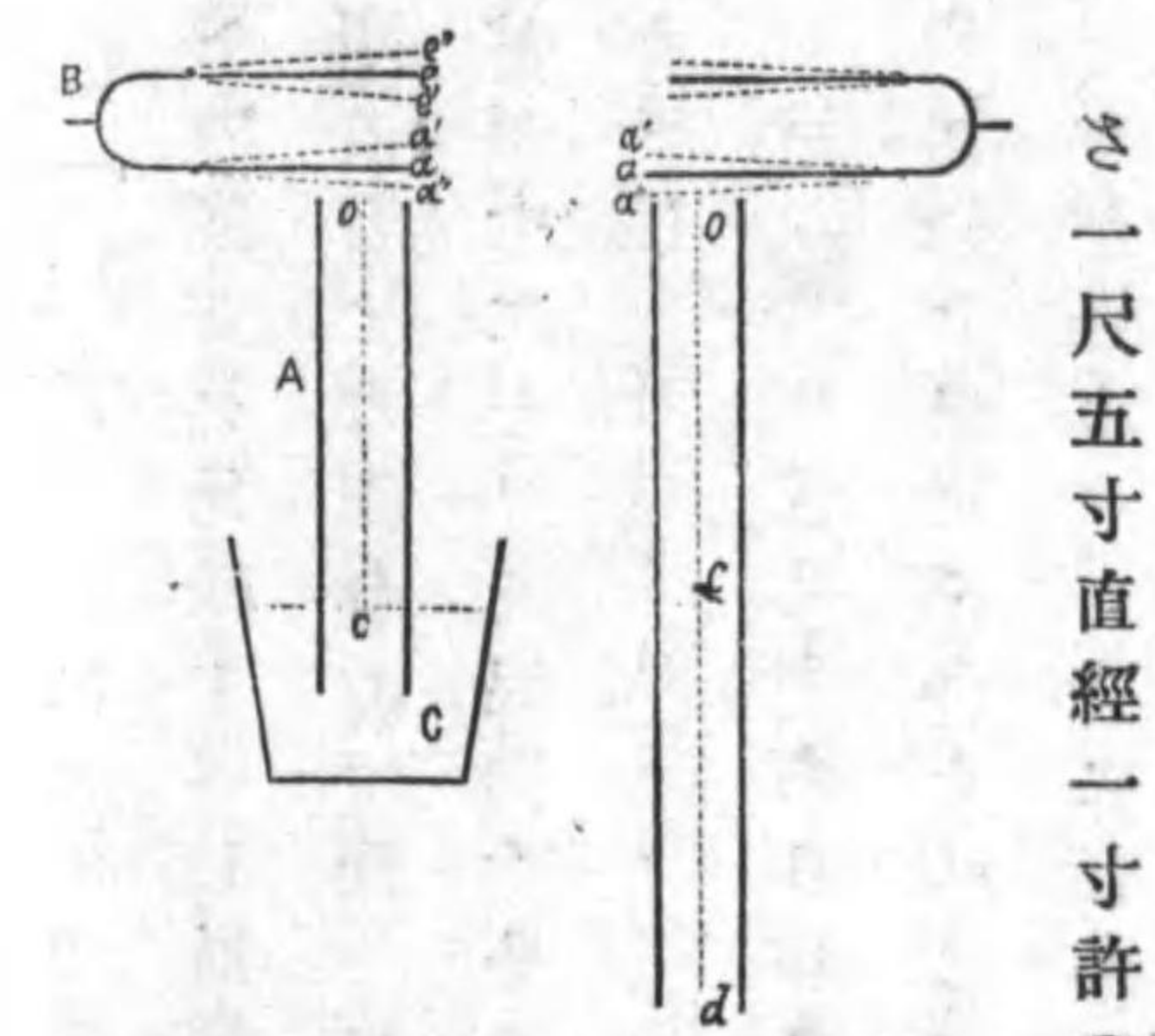
音又を鳴らして單に之を聽くときは其音甚だ弱けれども、
其柄を机に押付くれば、音は其強さを増し音は恰も机より來るが如
きを覺ゆべし、次に音又が單に振動を續くる時間と机に押付たける
時振動を續くる時間を驗するとき、前の場合に於ては後の場合に
於けるよりも著しく長きを見るべし。

音又のみ振動するとき、兩臂は唯僅少の空氣を切り濃密層と稀疎層
とを生ずるのみにして、其音弱し、音又を机に押付くるときは振動は机
に傳はり、机は振動して多量の空氣を振動せしむ、故に大に音の強さを

増す、然れども音の強さを増すに従ひ、其エネルギーは早く消費し、従つて音は早く消滅するものなり。

凡て箏の如き樂器に於ては皆此の如き發音板を要す、此等の樂器より發する音は其絃よりも寧發音板による事多しとす。

〇一八七 空氣の共鳴 試驗



第一三四圖

第一三四圖に示すが如く、長さ一尺五寸直徑一寸許のガラス管Aの端を水中Oに挿入し、他端に近く音叉を持來りて、漸次に管を水中に沈むるときは、管内の空氣柱OCが一定の長さに達すれば、音叉の音は著しく其強さを増し、之より進むときは音は直に弱くなるべし、更に他の音叉を持來るも亦然り、然れどもOCの長さは

音叉によりて等しからず。

此の如く共鳴する空氣柱を共鳴器と稱す。

此共鳴は如何にして生ずるや。aが其振動弧の一端a'より他端a''に移るに當りて管内に濃密を送入す、此濃密が水の表面に達するときは反射して管内を昇る、今此反射濃密が歸りて臂に達するとき、臂は恰もa'よりa'の方へ運動を始むると假定せば、臂が管外の空氣に與ふる濃密は、管より來りたる反射濃密と共同して、更に大なる濃密を生ずべし、又臂がa''よりa'に退くときは、其後部に稀疎を生じ、此稀疎も亦管内を降り、水面より反射して、臂が恰もa'よりa''に向ふて運動を始むるに際して臂に達し、共同して大なる稀疎を管外の空氣に生ず、此の如く元音は反射音と共同して共鳴を生ず、然れども是れ唯二音の波の等しき部分相合したるときに生ずるものにして、若し管が之より短く或は長きときは、濃密稀疎と混して反て音を弱くするものなり。

風樂器の音の強きは皆其内にある空氣の振動にして風樂器の口に於ける振動は甚だ弱くして殆んど聽くべからざるも、器内に含有せる空氣の全軀を振動せしめ、此振動の助けによりて始て遠距離に達すべき強き音を發するものなり、笛、尺八、簫等皆然らざるなし。

〇一八八 音の波長及び速度の測定 前試験は一定の振動數を有する音の波長及び速度を測るに適するものなり、音又の臂が

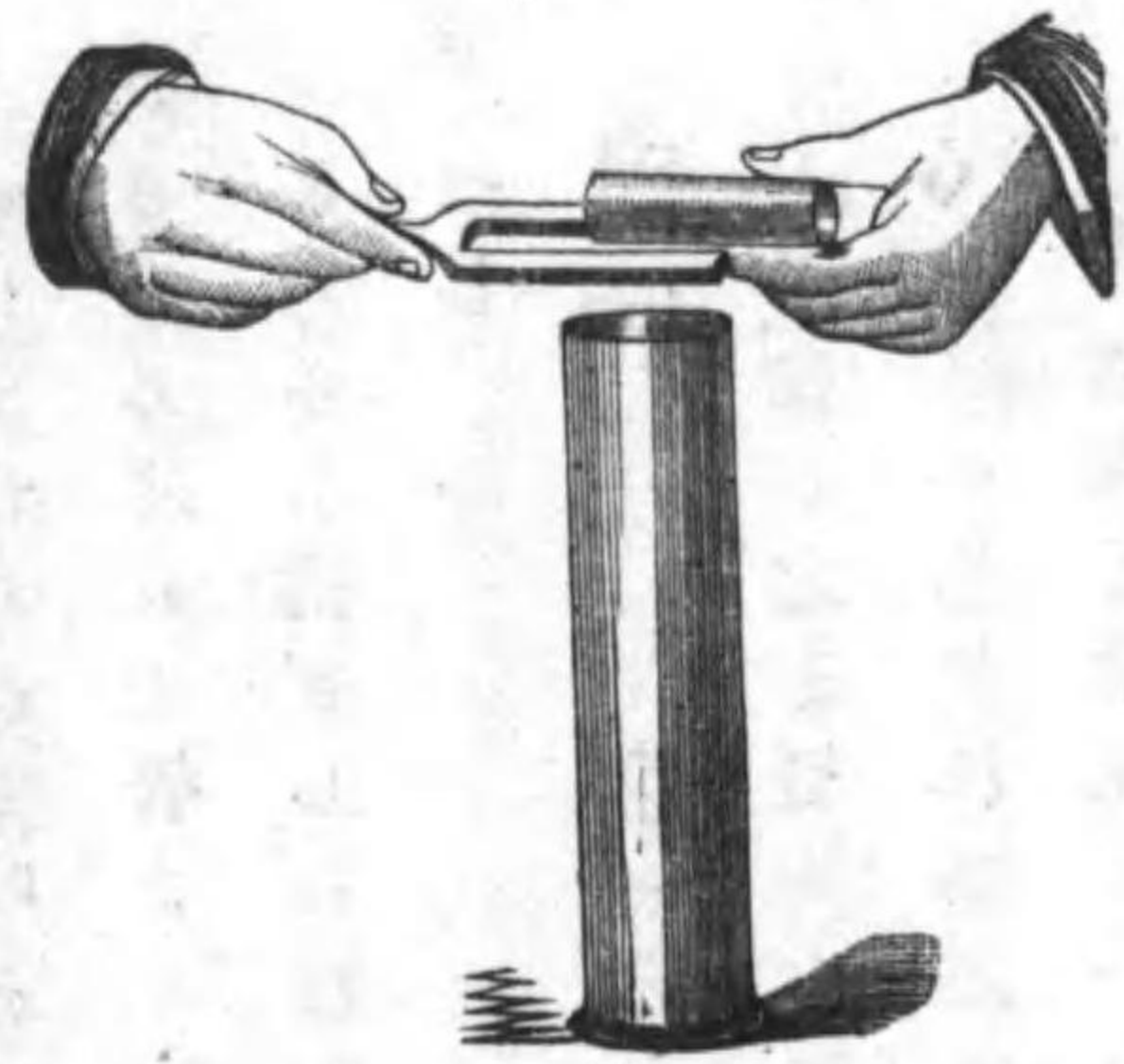
a' より a'' に動くに際して生ずる所の濃密は若し障礙物に逢ふことなくんば $O d$ 即ち $O C$ の二倍を經過すべし、故に濃密の長さは $O d$ なり然れども濃密は唯波の一半なり、而して臂の a' より a'' に移る運動も亦振動の一半なり、故に $O d$ の長さは波長の一半にして $O C$ は其四分の一なり、若し一秒間二五六振の音又を用ふれば $O C$ の長さは九寸九分なるべし、故に波長は三尺九寸六分なり、今此波は一秒の二五六分の一に於て三尺九寸六分を經過するが故に、一秒間には一〇一四尺許なり、

而して一般に之を論ずれば、波長と振動數と速度とは左の如き關係を有す、

波長 || 振動數
速度

故に一定の速度に於ては、波長は振動數に反比す。

〇一八九 音波の干涉 二個の音波が相合して音を生ぜざることあるか。



第一三五五圖

試驗一 音又をして始め第一三五

圖に示すが如き位置に於て振動せしめ、徐に音又を指間に廻轉し、兩臂をして同水平面にあらしむる様にするときは、音又が全圓の八分一を廻旋したるときに管の共鳴は全く止み、四分の一を廻旋して兩臂が同水平にあると

きは管は再び共鳴をなす、今音叉を共鳴なき位置に置き、圓筒形に巻きたる紙にて管より遠き一臂を被ひ、此臂より生ずる音波をして管に入るを得ざらしむるときは、他臂より生ずる音の共鳴は直に生ずべし。

試験二

第一三七圖に示すが如き共鳴箱を附けたる音叉を鳴して、徐に之を臂の方に近づくる時は、音は時として強く、時として弱くなるべし、是れ或點に於ては元音の濃密と稀疎とは、壁より反射し來る濃密と稀疎と一致して音を強からしめ、他の點に於ては、元音の濃密は反射し來る稀疎と一致して互に中和し、唯極めて弱き音を生ずるのみ。

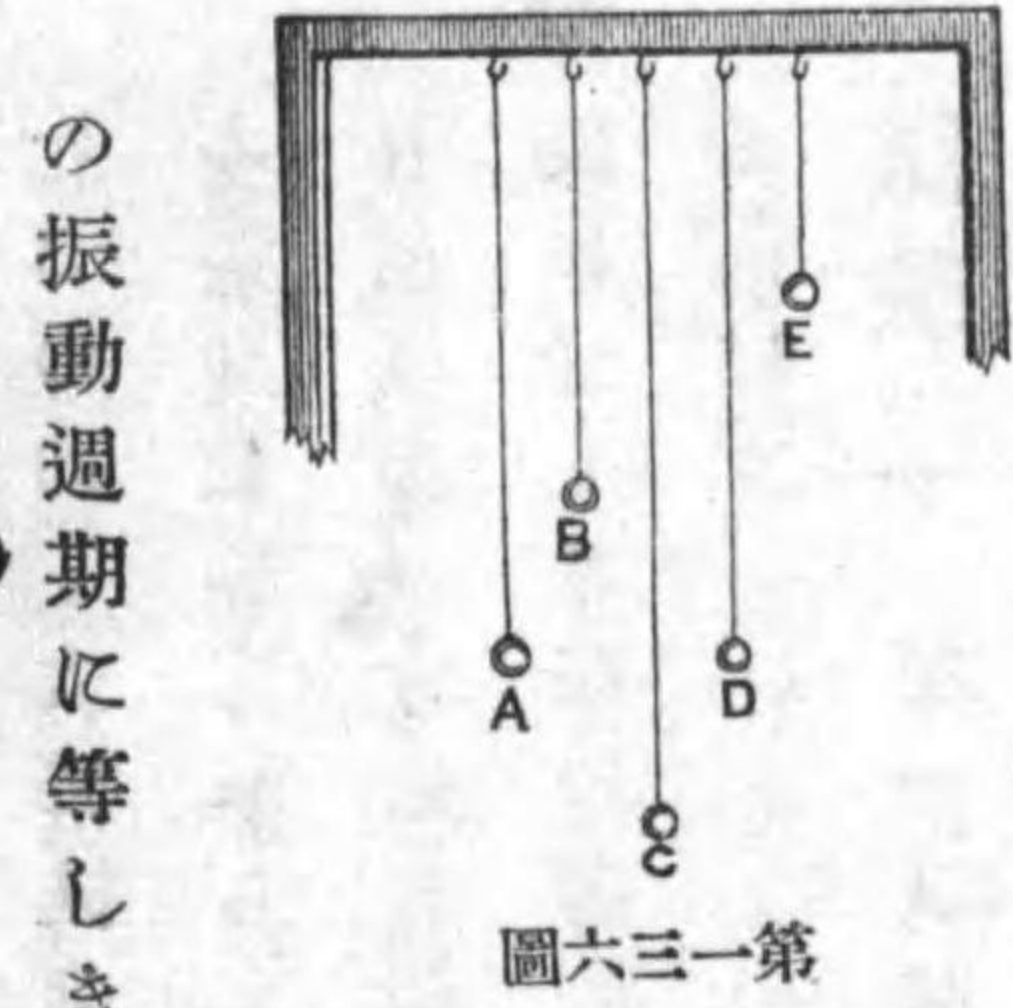
故に二個の音波の濃密と濃密と合し、稀疎と稀疎と合するとき、強き音を生ず、此場合に於ては、空氣の質點は方向を同ふする二個の力の作用を受けて其運動を増す、之に反して一音の濃密が他音の稀疎と合す

るときは、空氣の質點は二個の相反したる力の作用を受けて靜止すべし。

〇一九〇 壓制振動及び同感振動 試験一 三尺の糸

にて五〇() 勿許の石を縋り、之を振動せしめて預め其週期を測り、次で其振動を止めて、此週期毎に口にて石を吹けば、始めは少しも効果なきが如しと雖も、暫時にして石は運動を生じ、永く續くるときは、石は大に振動して、之を止むるには大なる力を要するに至るべし。

試験二 棒より數個の振子 A、B、C 等(第一



三六圖)を縋り、AとDは各三尺、Cは少しく長く、B及びEは少しく短くすべし、今Aを振動せしむるときは、此振動は棒に由りてDに傳

はり、Dは振動を始む、蓋しDの振動週期はAの振動週期に等しきが故に、Aが授けたる運動はDに於て相合し、終

にAの如く大に振動するに至る、然れどもC、B、E等の振動週期は、Aの週期に等しからずして、一時はAと共に振動すれども、暫時にして互に反對の方向に振動するに至る、故に前にAより受けたる運動は、新に受くる所の運動の爲めに撲滅せられ、到底大なる運動をなすこと能はず。

試験三 第一試験の振子に近く短き糸にて彈丸を縋り、硬き糸にて石と丸とを連結して、石を運動せしむるときは、彈丸の振動週期は石に異りと雖も、石と共に振動すべし。

試験四 精密に同音を發する二個の音叉A、B(第一三七圖)を共鳴箱に載せて、互に一間乃至五間の距離を有せしめ、胡弓を以てAの兩臂の端を察りてAを鳴らすと一〇秒間許にして、指にてAの振動を止めたる後、耳をB音叉の臂或は共鳴箱の開端に近くるときは、明に音を聽くべし、故にAの振動を受けてBは振動したることを知るべし。

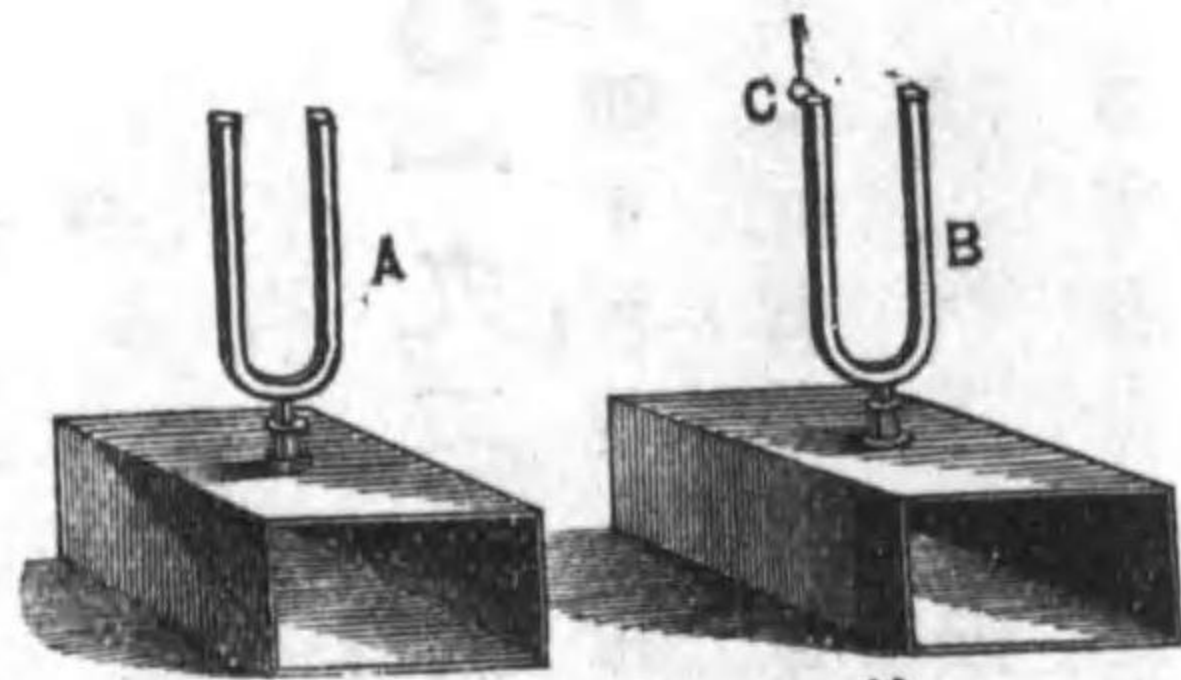


圖 七 三 一 第

故に兩音叉間の空氣を經過する力は甚だ小にして、纔に耳に由りて之を感ずべしと雖も、一秒間に五六百の割合にて與ふる所の打撃が相合するときは、鋼鐵を動かすべき力を生ず、

發音牀は其近傍に在る物牀をして自身と同週期を有する振動をなさしめんとするや明なり、此の如くして生ぜられたる振動を壓制振動と云ふ、此

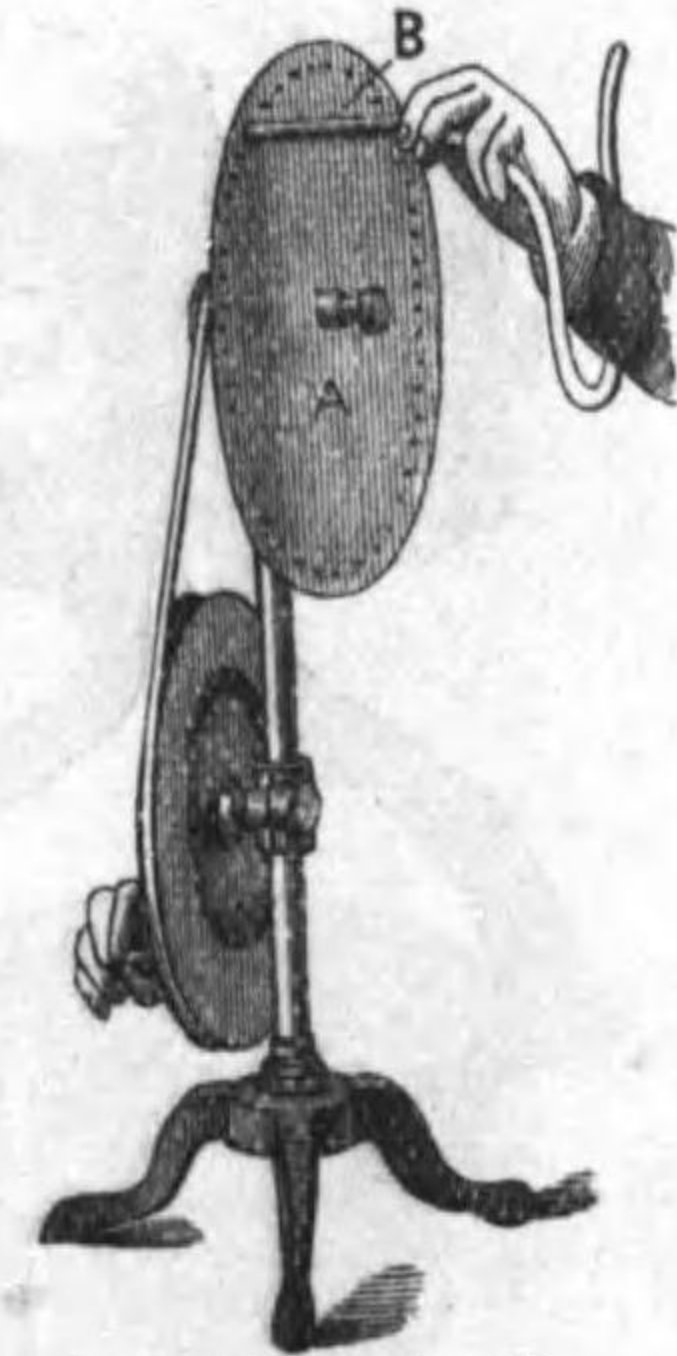
振動は第二試験のB、C、E及び發音板、耳の液牀、薄膜の振動併に音波を傳ふる空氣に起るものなり、而して一の發音牀より射出する音波の週期が第二の發音牀の週期に近づくと従ひて、後者の振幅は漸く増し、終に兩週期全く相等しきときは、其振動はDの如く一樣にしてB、C、Eの如く不規則なることなし、此の如き振動を同感振動と云ふ、第四試験の音叉の場合の如き是れなり。

○一九一 樂音と操音の區別 物躰が不規則に振動して、不規則なる濃密と稀疎とを生ずるときは、所謂操音を生ず、砲聲の如き是なり之に反して物躰の振動に規則ありて、一定の週期を有し、一定の波長を有する波を空氣中に起すときは、所謂樂音なるものを生ず、樂器より發する音は皆此性質あり、故に振動の規則正しきと正しからざるとは樂音と操音の差異を生ずる所以なり。

第三章 節 音の高さ

○一九二 音の高さ 櫛の齒を以て机の角を或は緩に或は急に鋸する時は、其音は同じからず、前の音を低しと云ひ、後の音を高しと云ふ、此音の高さは何に由りて生ずるや。

試験 直徑一尺許の圓き鐵板を取り、其中心より半徑二寸五分許の圓を畫き、此圍周に沿ふて六分許の等距離に於て二分五厘許の小

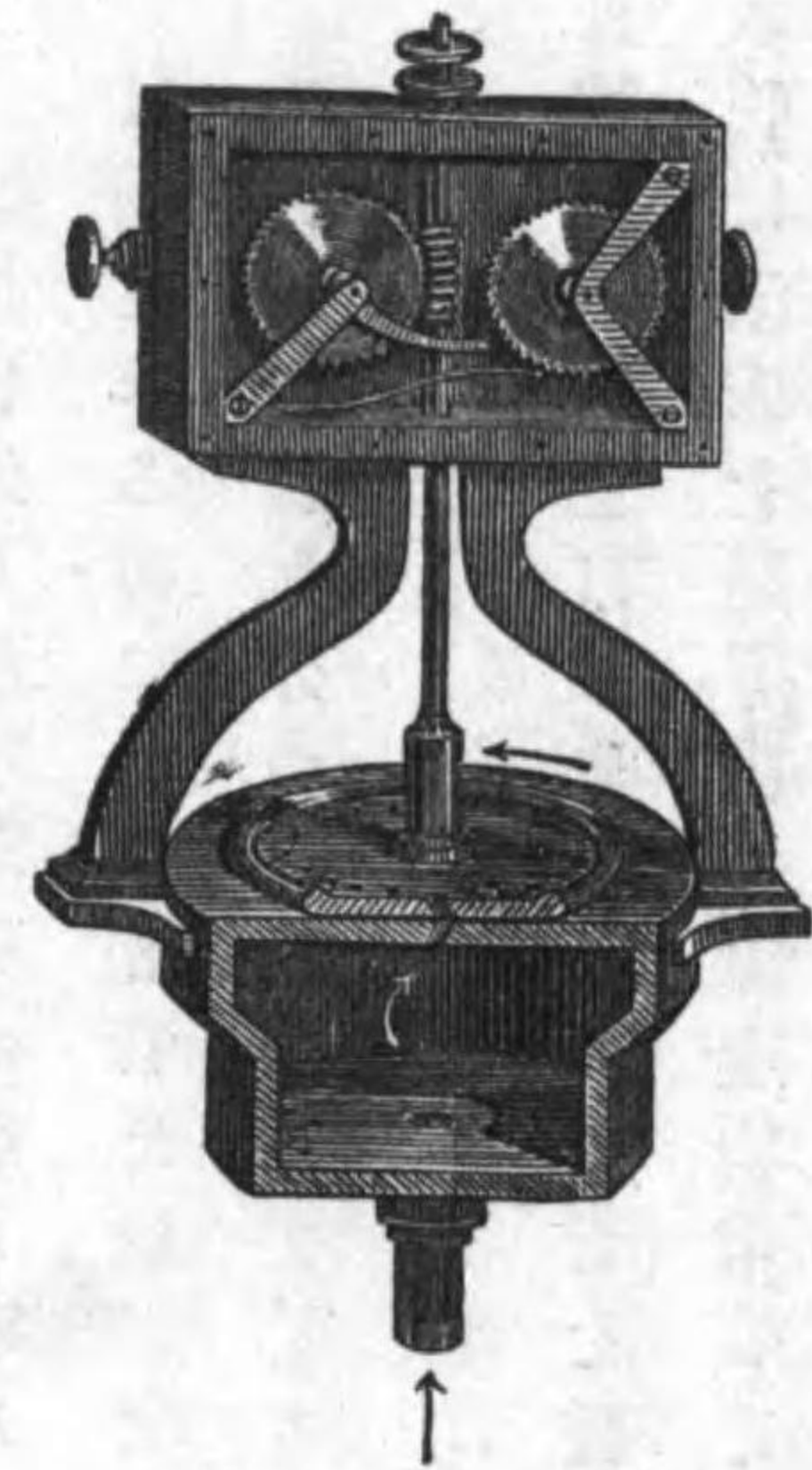


圖八三一第

孔を穿ち、別にゴム管内に直徑三分許のガラス管を挿入し、其一端を引延して直徑一分二厘許ならしめ、圓板を廻轉機に裝置し、ガラス管の一端を圓板の小孔に對せしめ、ゴム管の端を強く吹きつゝ、圓板を廻轉して、漸く其速度を増すときは、呼氣は圓板に遮られ、唯小孔が廻り來る毎に自由に逃れ出づるが故に、始は小孔來る毎に低き嘯音を聽けども、圓板の廻轉漸く急なるときは、此各音を聽き分つこと能はずして、唯一定の高さを有する音を聽くべし。

此機械の特色は振動によりて音を發せざるにあり、小孔來る毎にガラス管は濃密を送り出し、障礙物來るときは空氣の彈性によりて稀疎を生じ、空氣に及ぼす結果は振動する物躰と異なることなし、故に音を發す、

若し又廻轉の速度を増すときは、耳を貫くが如き音を發するに至るべし、而して呼氣の強さを増すも、唯音の強さを増すのみにて、其高さを變ずることなし、故に音の高さは其振動數に由る、而して振動數は波長に關するは既に



圖九三一第

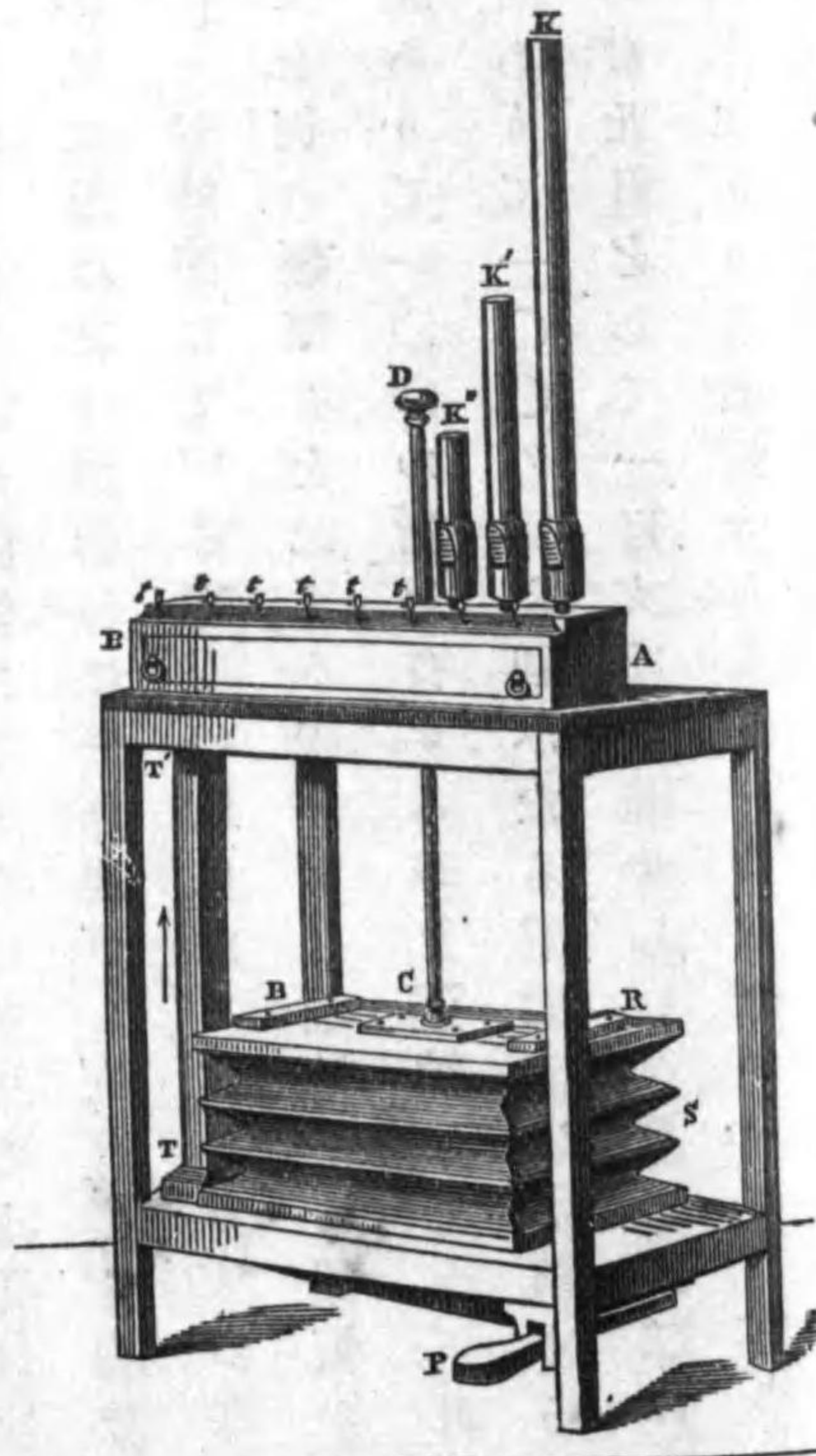
之を論ぜり、故に云ふ音の高さは其波長に由ると。
 ○(九三) 音の振動數を測る法 サイレン



圖〇四一第

前試験に於て用ひたる機械は、サイレンと稱する緊

表はし、前者はサイレンの背面にして、後者は其前面なり、此機械には殆んど圓筒形なる小さき風筒ありて、其上面の圓板の上には等距離に排列したる一五の小孔あり、又其上には殆んど之に接觸して廻轉すべき圓板ありて、亦前者の如く、排列せられたる同數の小孔を有し、且其中心に固著せる垂直なる軸と共に廻轉することを得、此廻轉は下の口より



一 四 一 第

要なる機械の一部の雛形に過ぎず、サイレンの装置は第一三九圖及び第一四〇圖に於て之を

風筒中に入り、次で小孔より流出する所の風の作用によりて起るものなり、而して小孔の形は、第一三九圖の断面に由りて明なるが如く、二板を垂直に貫通せずして反對の方向に傾くが故に、下板の小孔より壓出せられたる空氣は、上板の小孔の一侧を衝き、上板をして一定の方向に廻轉せしむべし、此装置は第一四一圖 B R なる吹子に由て運轉せられ、上板が下板の上に廻轉するとき、下板の小孔は交互に開き或は閉るが故に、風は其一廻轉毎に一五度づゝ流出して嘯音を發し、其音の高さは一秒時間に生ずる嘯聲の數に由て定まるものなり、第一四〇圖には又上板の廻轉數を記する機を示し、廻轉する圓板の軸の幹には、無究螺線ありて一〇〇の齒を有する車を運轉す、而して此車の心棒には、一の針ありて一〇〇の目を刻みたる盤面上に廻轉するが故に、上板の一廻轉は此針をして一目丈け前進せしむ、又更に第二の齒車ありて第一の齒車によりて廻轉せらる、第一の齒車の針が目盛の零點を過る毎に、第

二の齒車は一齒丈け廻轉すべし、此第二の車にも亦第二の盤面上に廻轉する針ありて車が一齒丈け廻轉する毎に一目丈け前進す、故に此一目は上板の一〇〇廻轉即ち嘯聲の一五〇〇度を示すものなり、圖中表はす所の齒車を圍む箱の兩側に在る二個の鈕子の一を押せば、直に無究螺線と第一の齒車とを連續し之を押すことを止むれば直に斷絶することを得べし。

永く繼續せる一音(例へば音又の音の如き)の一秒時間の振動數を定めんと欲せば、先づサイレンを吹子に駕し、廻轉數を記する器械の齒車を無究螺線と斷絶せしめ、吹子の P を上下してサイレンを運轉し、其上板の廻轉を急ならしめ、其發する所の音をして音又の音と同音ならしむ、是が爲には風の壓力を加減するか、或は又廻轉する幹に指を觸れて多少の摩擦を生じ、以て若干時の間サイレンの音をして音又の音と同じからしめ、此時を計るに袂時間を以てし、此時間の初めに於て齒車と無

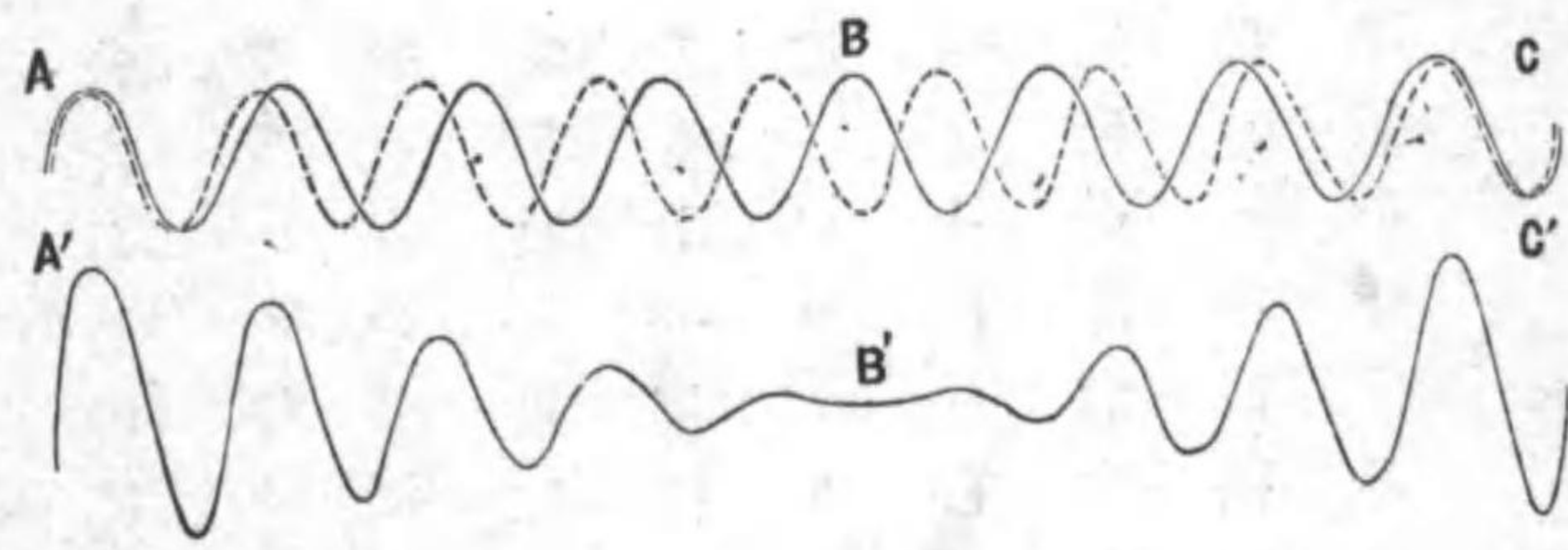
究螺線とを連続し、其終りに於て之を断絶し、兩盤面の針の示す目を讀めば、一盤面の目は上板の廻轉數の十位及び一位を示し、他の盤面は其百位及び千位を示す、故に此等二つの針の示す所を合すれば、此時間中になしたる上板の廻轉數を得べく而して嘯聲の數則ち振動數は、其五倍なるが故に容易に之を算出することを得べし。

○一九四 人の音聲と聽覺の極限 通常の音聲は、一秒間に

一〇〇より一〇〇〇の振動數を有するものにして、耳に感すべき音の一秒間の振動數は一六乃至三〇〇〇の間であり、然れども此等は人によりて同じからずして、ピアノに於ても二六乃至三〇〇〇振動の音を出すべきものあり

○一九五 ウナリ 試験 同振動數を有する二個の音又を取

り、其一の一臂の端に蠟の小塊を附着して、少しく其振動數を減ぜしめ、兩音又を同時に鳴らしめて、其結果に注意すべし。



第一四二圖

此場合には、音は或は強く或は弱く、一上一下して脈をなす、強さの此變化をウナリと云ふ。

連続したる曲線 A C (第一四二圖) にて蠟附けたる音又より發する音波を表し、點線にて他の音又より發する音波を表するときは、第一九八條に説明するが如く、此等の波の高さは音波の濃密點に於ける空氣の質點が動きたる距離を示し、波の深さは稀疎の部分に於ける質點が反對の方向へ動きたる距離を示す、今兩音又の波が共に A 點より發せしと假定せば、蠟附けたる音又の波は、他の音波より少しく長きが故に漸く後れ、B 點に至れば、前者の濃密は後者の稀疎と相干渉して瞬間の黙を生ず、圖中の下部にある曲線は此二波の合線を抽

きたるものにして吾人の耳に感ずる所の音の強さの變化を示すものなり。

若し一の音又が一秒に二五六振を爲し、他の音が二五五振を爲せば、一秒間に一度は一の音波の濃密が他の音波の濃密と合して最大の強さを生じ、一度は一の濃密が他の稀疎と合して最小の強さを生じ、一秒間に一のウナリを生ずべし、若し兩音又の振動數の差が一秒間に二個なるときは、一秒間に二つのウナリを聽くべし、故に

二個の原音より生ずる一秒間のウナリの數は、其振動數の差に等し。

此ウナリは甚た不快なる感覺を吾人に與ふるものにして、所謂調子の不整を生ずるものなり。

第三九節 糸の振動

〇一九六 一絃琴 試驗 三絃の絃を取り、其一端を机の一端

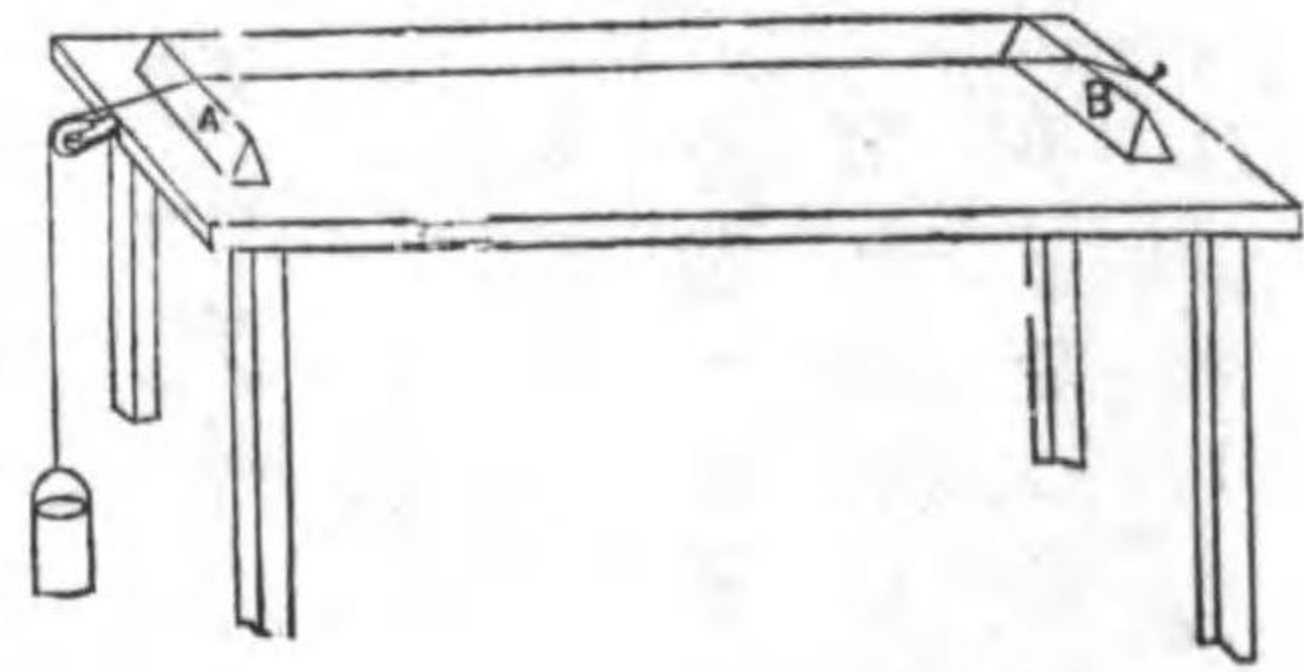


圖 三 四 一 第

にある釘に結付け、他端は机の他端にある滑車を越へしめ、此端に砂を容れたる罐を掛け、机の兩端に近き所に二個の楔状枕A、Bを置きて絃を支ふべし、之を一絃琴と云ふ、今砂と罐の重量を二斤ならしめ、絃の中央を弾きて、其音の高さと兩枕の間の絃の長さを檢し、次にAをBの方へ近づくるときは、音は從て其高さを増し兩枕間の糸の長さを前の二分の一となせば、其音の高さは前に二倍す、即ち糸の振動數を二倍す、兩枕間の糸の長さを三分の一とすれば、振動數は三倍となるべし、故に糸の振動數は其長さに反比例するものなり。

更に罐の重量を増せば、音は漸く高まり、重量終に四倍すれば音の高さ二倍すべし、若し又大なる同質の絃を用ひ、其長さと罐の重量とを

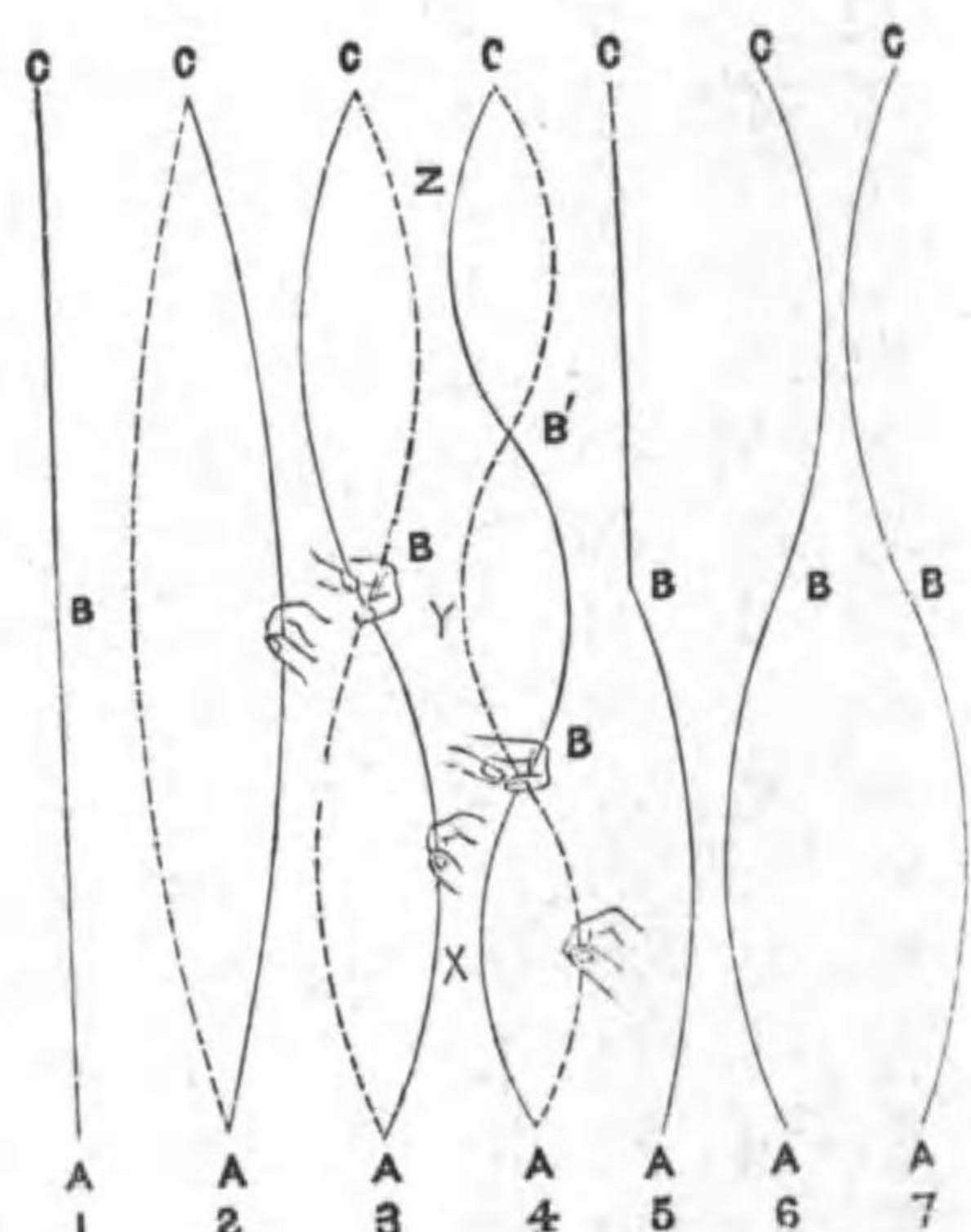
變せずして、絃の重量を四倍するとき、音の高さは減じて半となるべし、故に

同質の糸の振動数は、其張力の平方根に正比例し、其重量の平方根と其長さとの反比例するものなり。

第四〇節 五音及び倍音

〇一九七 局部の振動 試験一 一絃琴の兩端A、Cを固定

して(2)絃の中央を弾けば、絃は全絃として振動す。A、Cの中點Bを固定して(3)、A、Bの中央を弾けば、A、BとB、Cとは各別に振動し、B點を放つとも暫時は此状態に止るべし、次にAより全長の三分の一の點Bを固定し(4)、A、Bの中央を弾けば、B、Cは直にB點に於て三等分し、Bを放つとも絃は三等分して各別に振動す、小さき折紙を絃に騎すれば、ノードに於ては靜止し、其他の所に於て刎飛さる。



圖四四一第

此の如く糸或は他の發音體が數個の部分に分れて振動して生ずる音を上音と云ふ、絃或は風琴の空氣柱の場合の如く、上音の振動数が最低音即ち原音の振動数の整数倍數なるときは、此上音を倍

音と云ふ、而して二倍の振動數を有する倍音を第一倍音と云ひ、三倍のものゝを第二倍音と云ひ、以下之に倣ふ。鋼鐵棒及び金屬板は多くの上音を發すと雖も倍音を生ずること能はず、此區別は甚だ緊要なるものにして、倍音を發せざるものは獨立したる樂器として實際用をなさざるものなり。

第四一節 音色

〇一九八

笛、箏、胡弓、三絃等の調子を合せて其高さを等しくすると
 きは、各樂器は皆同時間に同一の振動數を與へ、各音は皆相等しき力を
 以て耳を打つと雖も、其音は各相異り、音を聽けば直に其樂器の名を知
 ることを得べし、同種類の樂器と雖も製造者によりて大に其音を異に
 す、此の如き音の性質の差異を音色と云ふ、音は強さ、高き及び音色によ
 りて互に異なり、而して強さは振幅により、高さは振動數に由る、音色は
 果して何に由りて生ずるか。

既に耳に感じて音色として同じ高さを有する音を區別する以上は、必
 ず音色に従ひ各自固有の振動なかるべからず、此差異は原音に伴ふ所
 の倍音の差異に由るものなり、第一四五圖に於て、A B に沿ふて細線を
 以て示したる二個の波は、原音と其の第一倍音とを表はすものにして、

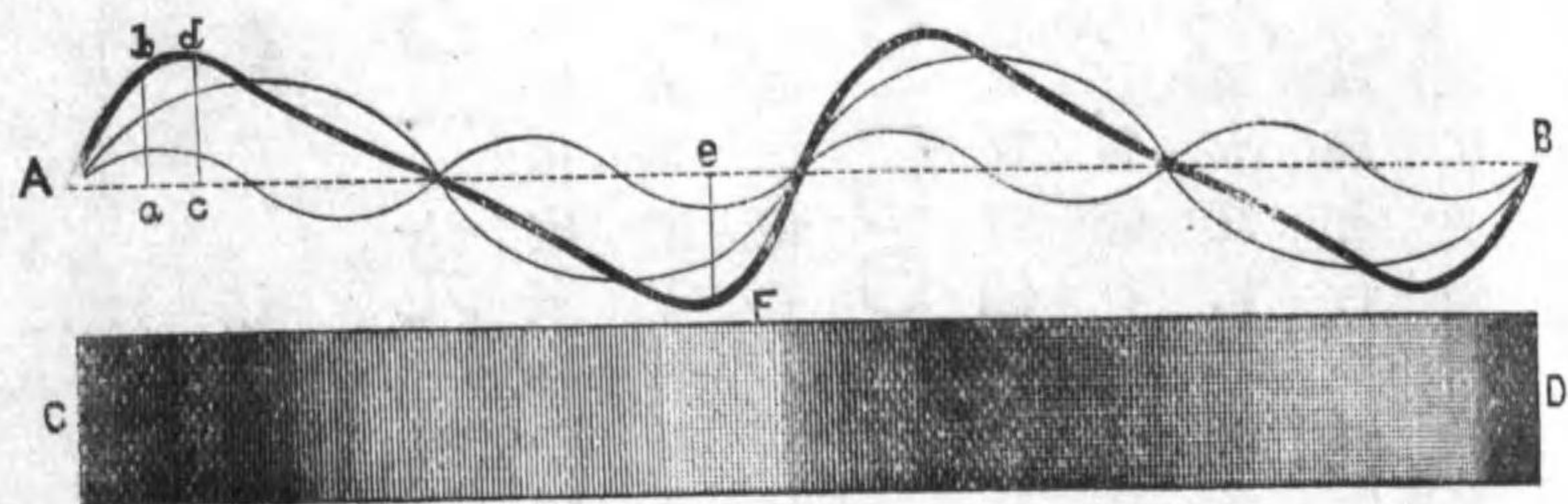


圖 五 四 一 第

此二波を組合せて生ずる波即ち大線にて表
 はしたる波は、前の二音が合同して生ずる音
 の波なり、然れども此圖は理解し易きを主と
 して横波の場合を畫きたるものにして、音波
 の實際を表したるものにあらざ、C D は大線
 にて表したる横波を縦波となして製圖した
 るものにして、其濃淡によりて濃密と稀疎と
 を表すものなり。

此の如く原音の波は第一倍音によりて大に
 其形を變じ、第二第三等の倍音あるときは更
 に其形を變ず、而して此等の波は皆異りたる
 音色を有す、諸種の樂器より發する音色の異
 なるは、原音に伴ふ所の倍音の種類と其混し

加減に由るものなり。

第四二節 樂器

〇一九九 樂器に三種あり、(一)絃を有するもの、(二)舌を有するもの即ち管内空氣柱の振動によりて音を發するもの、(三)板或は薄膜の振動によりて音を發するもの是なり。第一種に屬するものは既に之を論ぜり、故に他の二種を少しく論すべし。

〇二〇〇 發音する空氣柱 試驗一 直經八分許のガラス管四個A、B、C、Dを取り、A及びBは各一尺六寸、Cを八寸、Dを四寸とし、各管の一端を吹けば、CはA及びBより二倍高き音を發し、DはCより更に二倍高き音を發すべし、次にB、C及びDの一端を塞ぎて此

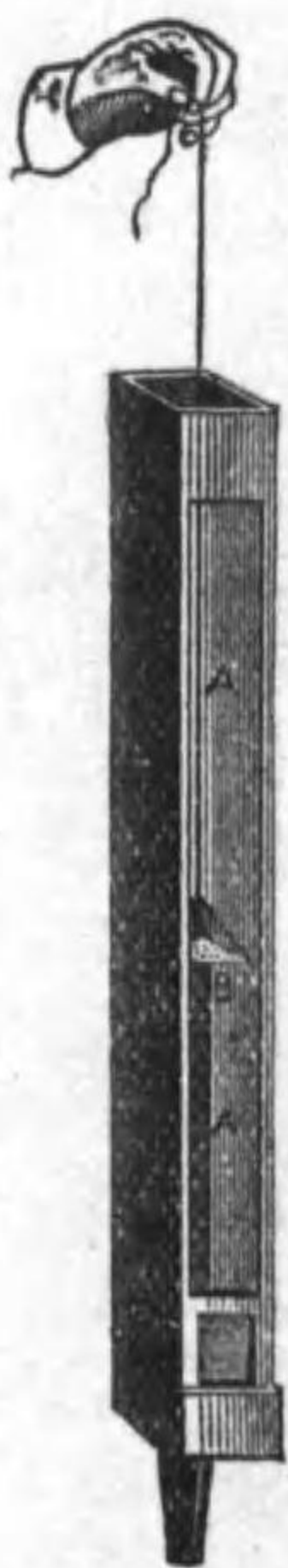
試驗を行へば、此等の管より發する音は、復前の如き關係を有すべし、更にAの兩端を開きたるものとBの一端を塞ぎたるものとを比較

するとき、前者より發する音の高さは、後者より發する音に二倍すべし、故に

(一)振動する空氣柱及び絃の音の高さは、長さと共に變じ、閉ぢたる管及び開きたる管に於ては管の長さに反比例し、(二)開きたる管は同長の閉ぢたる管より二倍高き音を發す。

試驗二 前の如くBの口を吹きて漸く風を強ふるときは、B管の原音を發するは風の弱きときのみにして、少しく強き風を吹込めば、斷續せる音を發し、猶風の力を増して一定の強さに至れば、第一倍音を發す、更に風の強さを増せば第二、第三等の倍音を發せしむることを得べし。

試驗三 第一四六圖に示すものは開きたるオルガン管にして、其一側面Aはガラスにて造りたるものなり、張金にて小さき四角形Bを造り、之に薄膜を張り、膜上に砂を撒き、發音する所の管内に糸にて



圖六四一第

砂は熾んに跳れども、薄膜漸く降るに従ひ、此操音は漸く弱く、薄膜が管の中央部に達するときは、遂に全く止みて砂は静止す、更に薄膜を降せば、膜の操音と砂の跳躍は再び始まり、膜が管の下端に近くに從ひ益熾なり、故に

開きたる管の空氣柱が原音を發するとき、其内の空氣柱は二等分して振動し、管の中央に於てノードあり、兩端に於てループあり。若し管の一端が閉ぢたるときは、閉ぢたる端にノードあり、管若し開きたるときは、開きたる端に於てループあり、何れの場合に於ても舌ある端に於てループあり。

第一四七圖のA、B、Cは一の閉管が原音、第一倍音及び第二倍音を發す

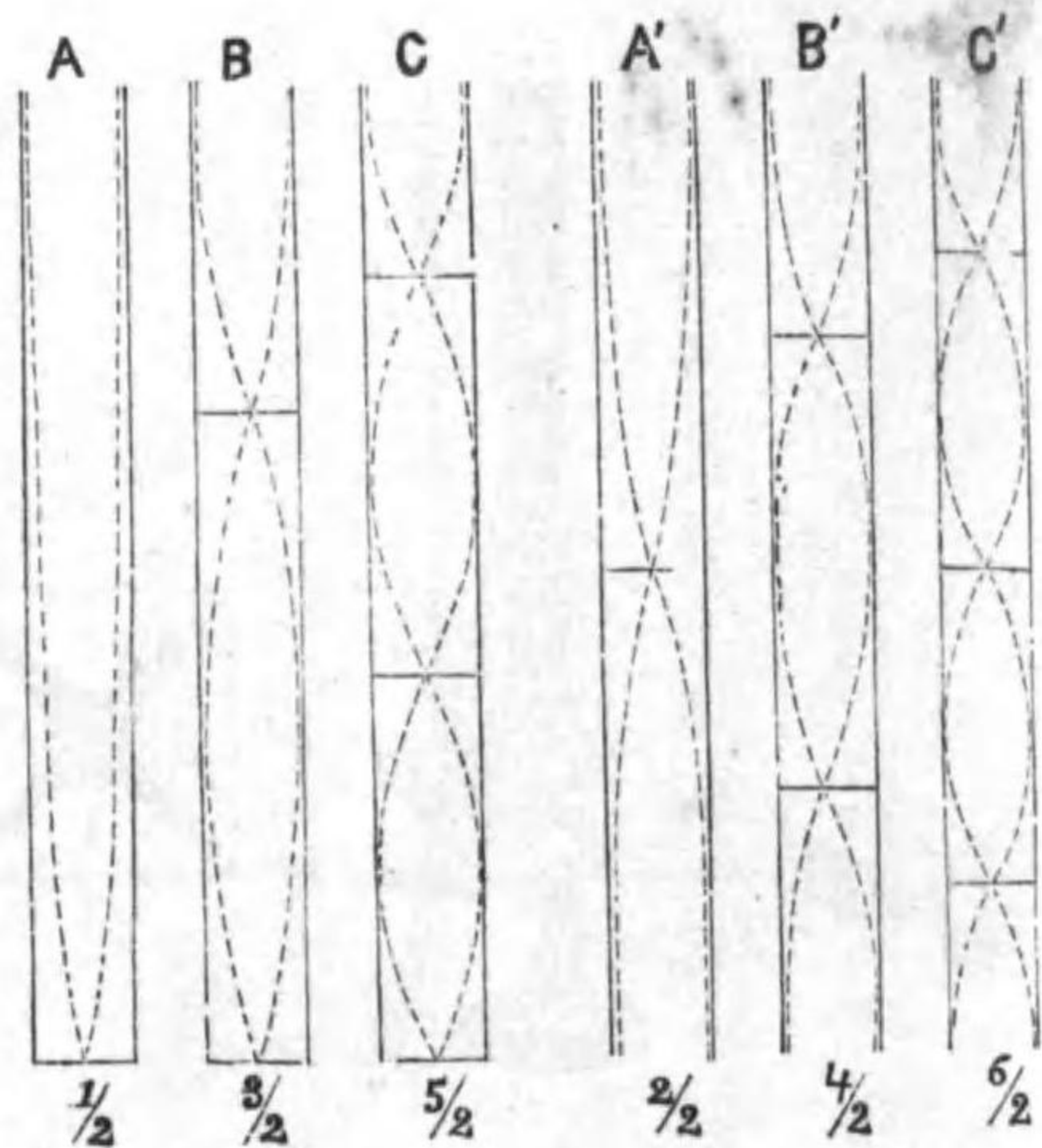


圖 七 四 一 第

るに當りてノード及びループの生ずる位置を示し、A、B、Cは開管の場合を示す。而してノードと最近のループとの距離は波長の四分の一なるが故にAとA'とを比較すれば、閉管の原音の波長は開管の原音の波長の二倍ならざるべからず、従つて前者の振動週期は後者の半にして、開管の原音

の高さは閉管の原音の高さに二倍するを知るべし。閉管の場合に於て空氣柱の分裂する部分の數は、二分の一、二分の三、二分の五にして、其振動數は各一、三、五等の比なりとす、故に閉管に於ては其原音の奇數倍の振動數を有する倍音のみ生ず。

開管の場合に於ては、空氣柱の分裂する部分の數は一、二、三にして、其振

動數は各一、二、三等の比なりとす、故に開管に於ては其原音の倍音は皆存するものなり。

〇二〇一 發音板 試驗

厚さ六分許の平滑なる眞鍮板の六寸平方を取り、其中心を支柱A(第一四八圖)に固着し、細砂を板上に撒き、指を其縁の中央に押付て、胡弓を以て板の邊緣の隅に近き所を摩擦すれば、板は樂音を發して砂は飛躍し、暫時にして板の中心に於て互に

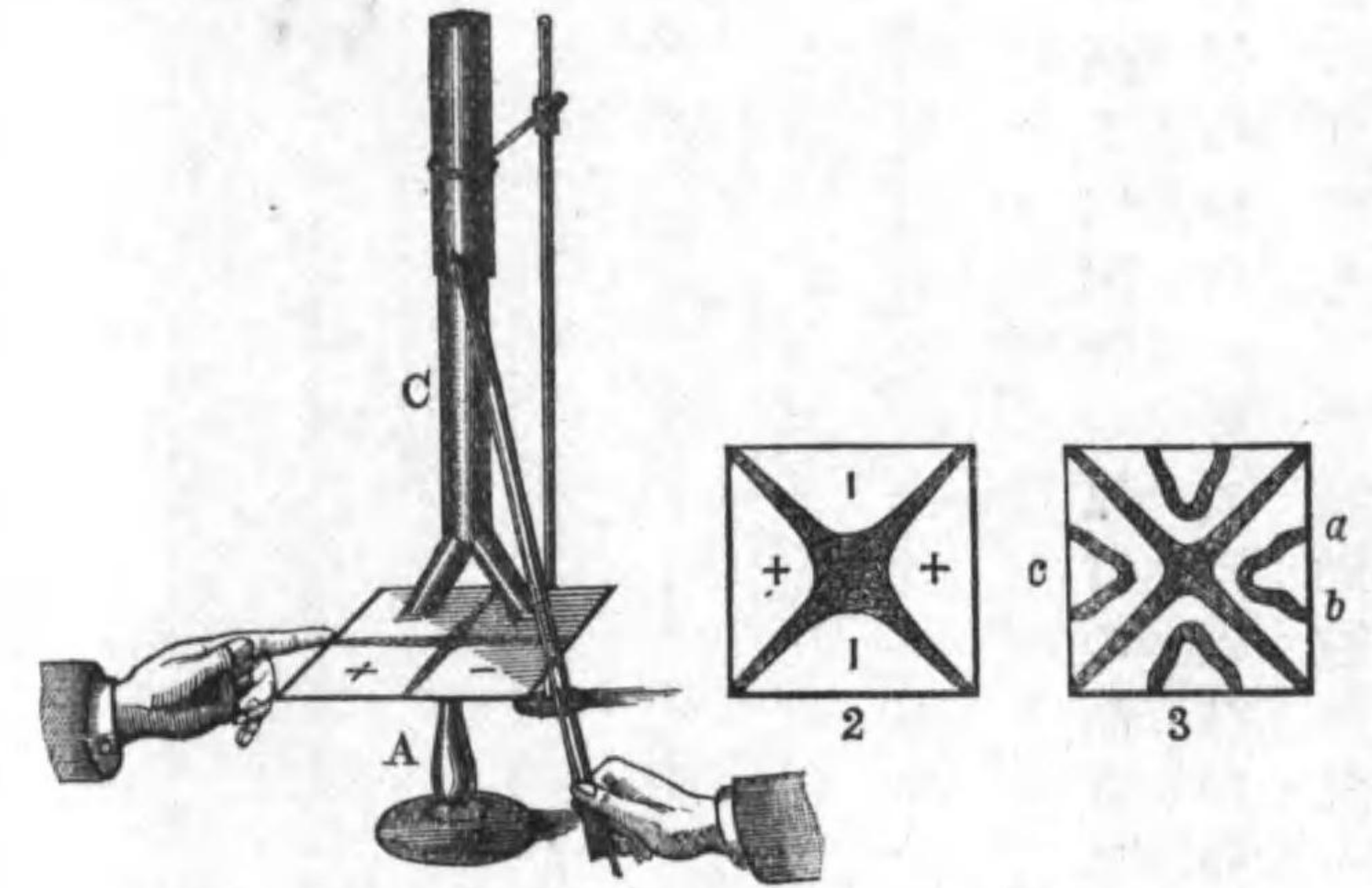


圖 八 四 一 第

直角をなしたる二列となる、更に指を隅に接し、胡弓を以て縁の中央部を摩擦すれば、砂は對角線に沿ふて集まり、板より發する音は前よりも高し。又別に母指と第二指とを以て縁の二點a、bに觸れ、此縁に對したる縁の中央點cを摩擦すれば、圖に示すが如く更に他の紋形を生じ、音は一層高かるべし。

指と胡弓の觸るゝ點を變すれば、種々の紋形を生ず、蓋し指を板の一部に觸るゝ作用は其點の振動を止めて其所にノードを生ぜしめ、板は此點の位置に従ひ種々のノード線を生ず、故に板上の砂は振動の爲に一上一下する部分を去りて此靜止せる所に移るものなり。

〇二〇二 鐘 鐘も亦板の如き則を有す。

試驗 鐘に水を満たし、花粉を其表面に撒き、胡弓を以て縁の一點を摩擦すれば、水の表面は四點より細波を生ず、此四點は恰も鐘のノードに相當する所にして、互に九〇度づゝ隔る而して花粉は鐘のノ

1 Fより出づる所の線上に集まる、指を以て鐘の種々の點に觸るれば、板の場合の如く、之を六個、八個、十個等の振動する部分に分つことを得べし。

〇一〇三 發聲器

人の發聲器は其構造極めて簡單にして巧に種々の音聲を發するものなり、此機關は喉頭に在る一種の風樂器にして、聲帶と稱する彈性帶 a a (第一四九圖)の一對より成る、呼吸するときには聲帶の間に在る空氣の通路 b 開くと雖も、音聲を發するときには、二帶は相近づきて狭き細隙を中間に残すのみ、肺内より呼出する空氣は、此細隙を通過して聲帶を振動せしめ、口鼻の竅孔は、之に共鳴す、而して筋肉は巧に聲帶の張力を變して聲の高さを加減し、口鼻の竅孔も亦其長幅を變して之に共鳴す、試に指を喉頭隆起に接して低聲を發すれば、隆起は下方に動きて聲帶と唇との距離を増し、高聲を發すれば上方に動きて此距離を減すべし、又音叉を鳴らし、之と同高の聲を發するときの

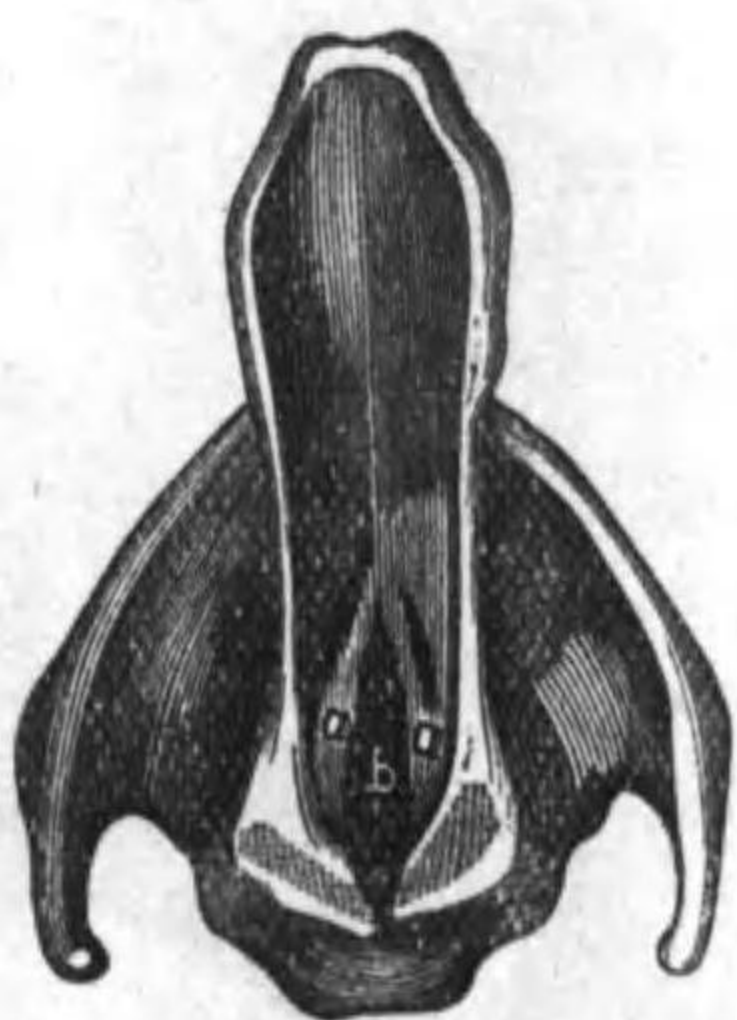


圖 九 四 一 第

のなり。

第 四 三 節 聽 音 器

〇一〇四 耳

第一五〇圖に於て A は外部への通路即ち外聽道を示し、a は鼓膜と稱する膜にして外聽道の底面をなし、頭骨の竅孔 b 即ち鼓室を閉づ、又小骨の一組 c ありて、内聽道 e の薄膜壁と鼓膜とを連結す、f、f は内聽道内に開口したる半圓形の管にして、g は蝸牛殼の形をなしたる管即ち骨様迷路に連る、d は鼓室と咽頭とを連ねたる管

口をなして音叉を口頭に持來れば口は之に共鳴すれども、他の高さの聲を發するときの口をなすときは、決して共鳴することなし、而して竅孔の形は、吾人の意に隨ひ、種々に變して種々の音色を人聲に與ふるも

にして、hは聽神經なり内聽道及び之に開口せる管中には皆透明の液
臍満ち、鼓室の空氣はd管、即ちユータン管によりて外氣と交通す。

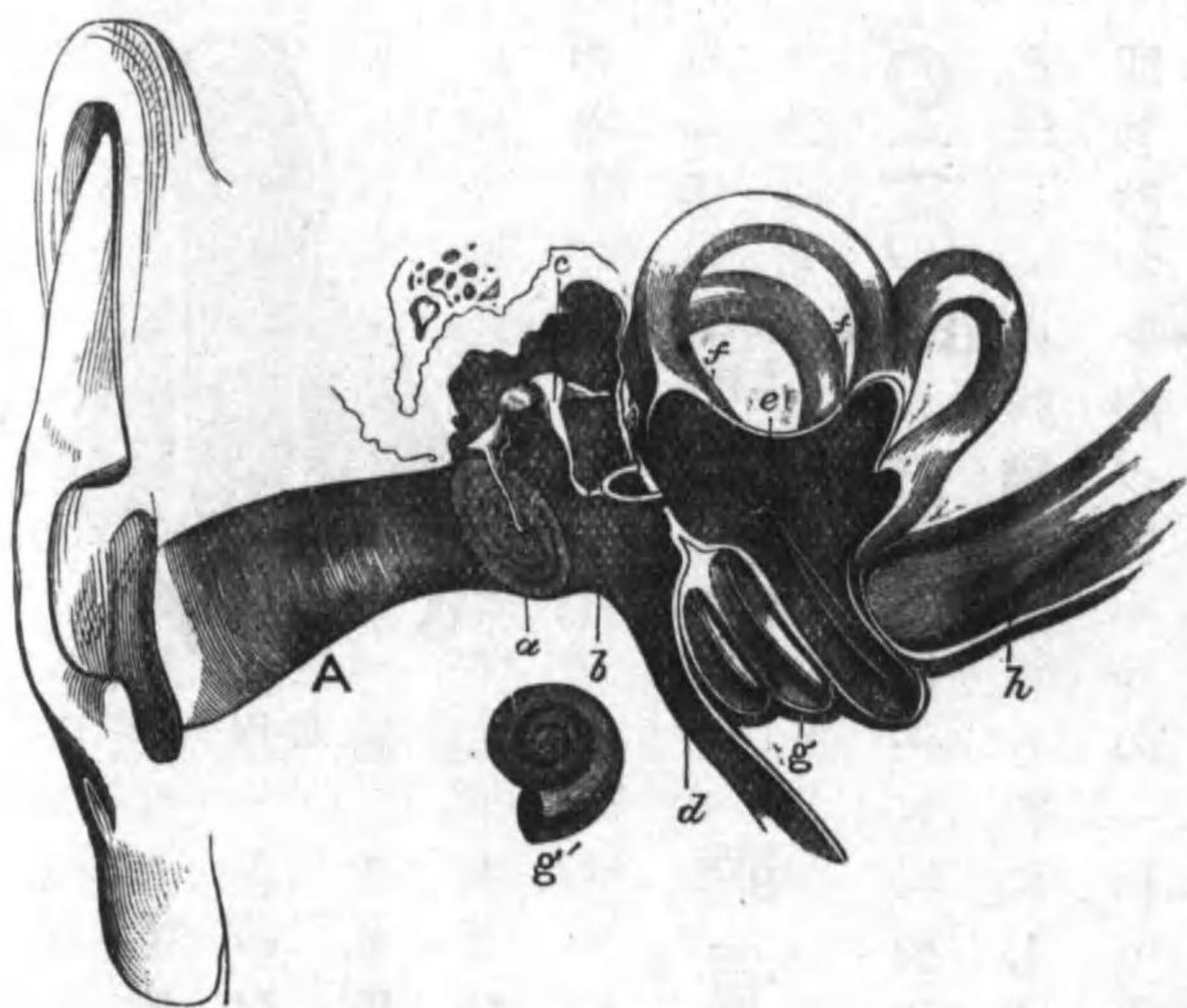


圖 〇 五 一 第

耳は如何にして空氣の波動の
形狀、緩急、強弱を區別して音色、
高さ、強さ等を感じるか。蓋し
音波は外聽道Aに入りて、恰も
灣港に進入したる大洋の波濤
の如く、鼓膜を打ちて之を振動
せしむ、鼓膜の運動は小骨の一
組によりて内聽道の膜壁に達
す、此竅孔の側壁には、無數の彈
性纖維ありて液臍中に突出し、
骨様迷路の螺牛殼内に於ては、

管が小くなるに隨ひ纖維も亦其長さ太さを減じ、種々の振動期を
有する音波に共鳴することを得るの裝置をなす、聽神經の末端も亦多
數の細線に分裂して、各線の末端は彈性纖維に連る、音波は内聽道に達
するときは、之と共に其内部の液臍及び纖維を震搖し、音波の振動數と
同じ振動數を有する纖維は、其振動を起して之に連る聽神經を醒し、聽
神經は之を腦髓に傳へ、腦髓は不可思議なる方法により一定の音色、高
さ及び強さを有する音として此刺激を判定す。

〇二〇五

フオノグラフ エヂソン氏は一個の器械を發明し、

之に語りたる人語を貯蓄し置き隨意に之を再出せしむることを得た
り、此器械に於ては人一の漏斗形の物に向て發聲すれば、音波は其底に
ある薄膜上に聚合して之を振動せしむ、而して此薄膜は裏面に一の針
を有し、之によりて其振動を圓筒に張付けたる錫箔の面上に刻す、此圓
筒の軸はネヂにして、軸を廻轉するときは圓筒は廻轉するのみならず、

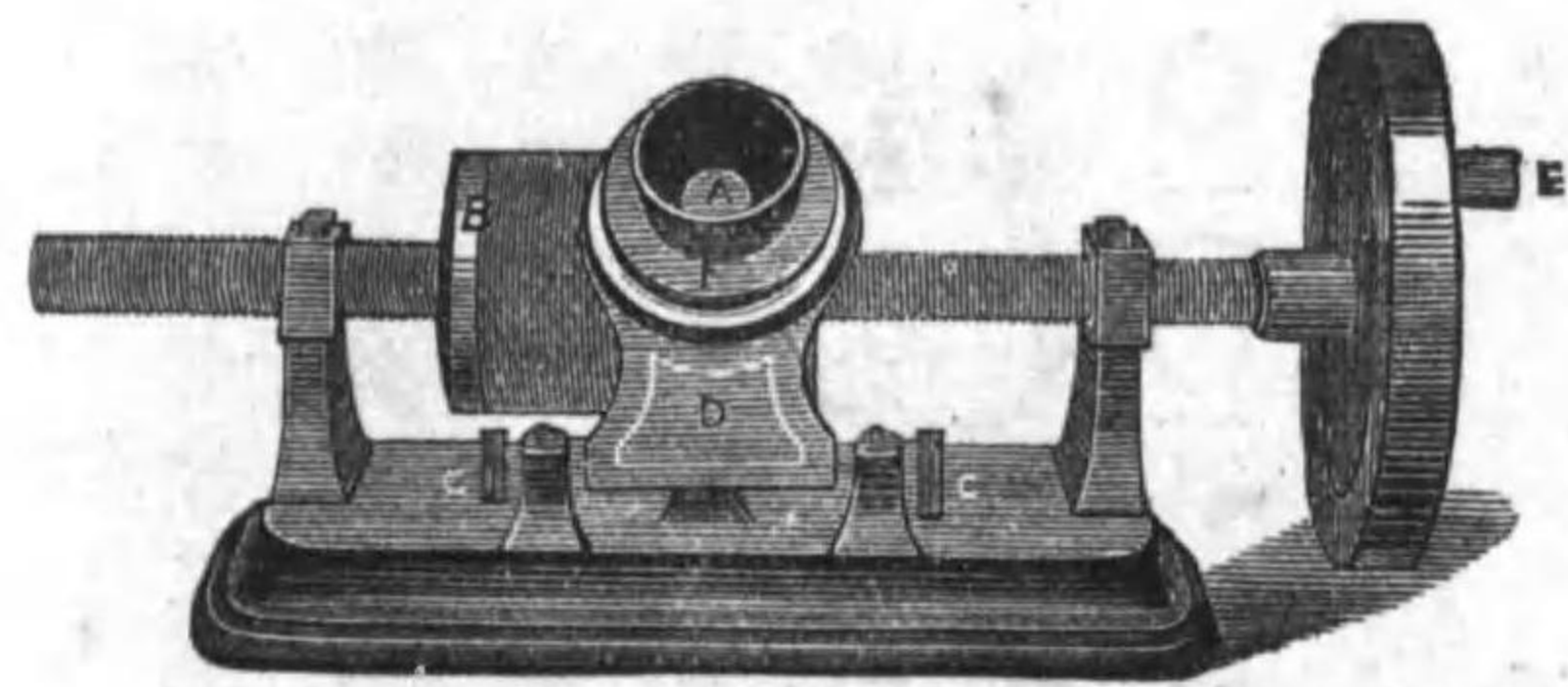


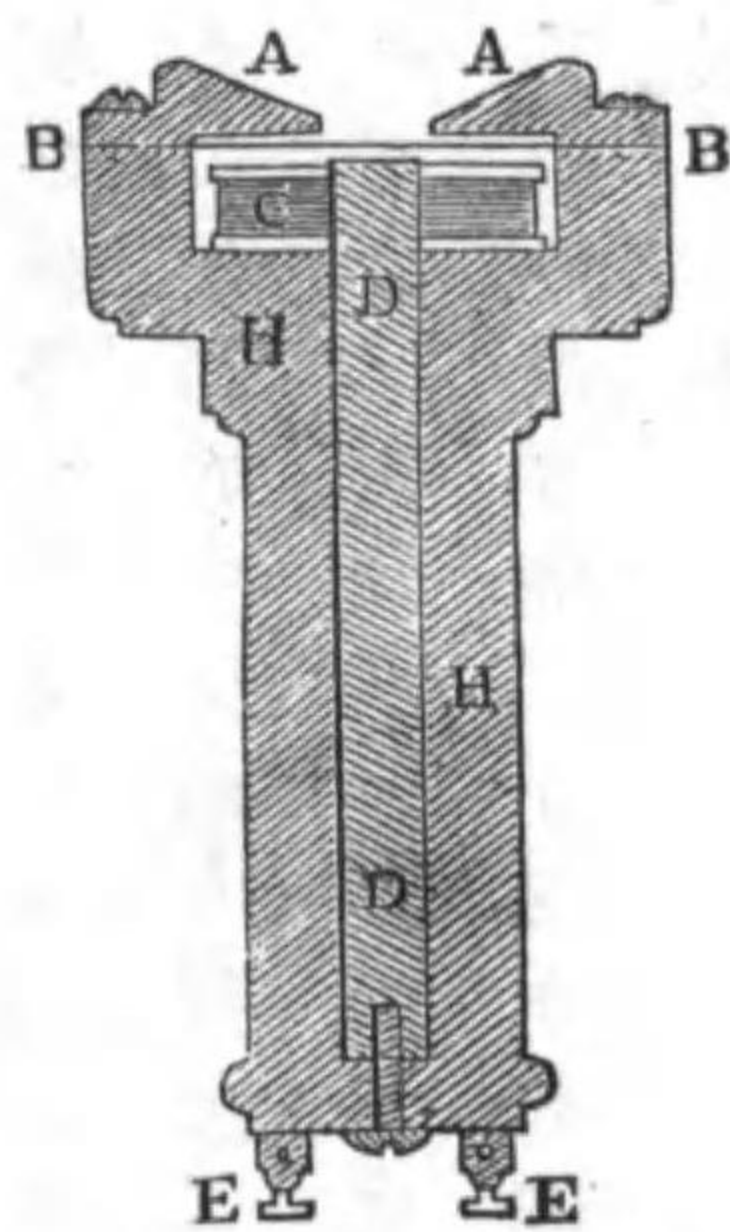
圖 一 五 一 第

少しづつ前進して、針の痕跡は螺旋状に排列すべし、刻し終りて後圓筒形と錫箔とを共に舊の位置に復し、始めの如く針を錫箔に觸れしめ、再び圓筒形を廻轉せば刻まれたる部分は再び尖針の下を過ぎ、尖針は其曾て己れの刻みたる穴の内に陥るに由り、薄膜も亦最初の振動に似たる振動を爲して、之を空氣に傳へ、先に受けたる人音の假聲を發す、フオノグラフの装置は第一五一圖に示すが如し、圖中重きハヅミ車に附着したる柄Eを廻轉すれば、圓筒形Bは廻轉し、且つ前に進行す、而して圓筒形の表面はネヂ形の細き溝を有す、Aは薄き鐵板即ち薄膜にして、其裏面の中心に針を有すれども、圖に於ては之を見ること能はず、薄膜及び漏斗は共にDなる装置の上に在りて、Dは其下部の蝶番に由りて廻

轉し、Cは圓筒形上の溝の中心に正しく尖針を當る爲のネヂなり、Dの下部にも亦一のネヂありて針の前後の運動を司り、之をして錫箔を突き破らずして恰も刻記するに適せしむ、錫箔は圓筒形に巻かれ、容易に之を剝取り、又取り代ふるを得べし。
 エヂソン氏最新改良の蓄音器に於ては、圓筒形の面は錫箔にあらざして、堅めたる蠟より成り、其運動をして一様ならしめんとて、電氣を用ひ、振動する鐵板に代ゆるに他の板を用ひ、是も亦言を蓄る時と再出せしむる時とに異なるものにして、音を蓄る時には、撓み易き玻璃の板にして、再出せしむる時には薄くシエラクを布きたる目の麤き絹を用ゆ。
 〇二〇六 電話機 市内通信の如き短き距離にては、現今専ら電話機を使用して電信を用ひず、第一五二圖及び第一五三圖は元と發信受信に兩用したる電話機の構造を示すものなり、圖に於てDは鋼鐵の磁氣軀を示し、Cは其一端に近く巻かれたる張金にして、其兩端はE

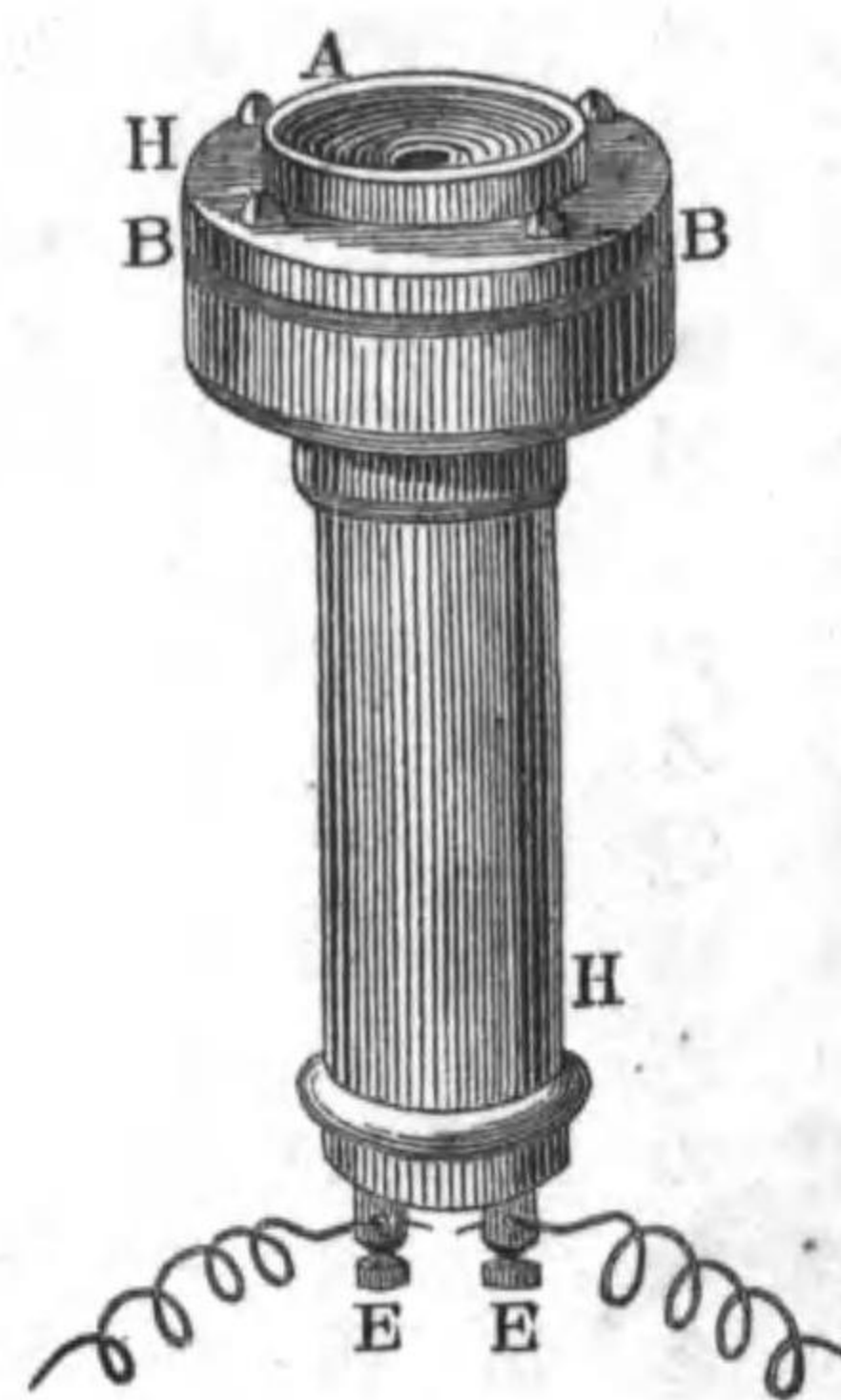
應し、亦此電流は張金によりて他局の電話機に傳ふ、此の如くして傳はりたる電流の方向がD Dの磁氣力を増すに適するときは、一層強く軟鐵板を引き、電流の方向之に反するときは、軟鐵板は刎返るべし、故に受信器の軟鐵板は發信器の軟鐵板の運動を精密に摸倣し、後者が一種の振動を爲せば前者も亦同一の振動をなし、之を空氣に傳へて發信器に向て話したる人の假聲をなすべし、然れども此機械は現今は唯受信用に供するのみ。

今日發信用に供するもの、原理は、導線の抵抗は壓力によりて變ずること、に基く、而して炭は著しく此變化を現はすものなり、故に金屬の上に炭を置き、其上に薄き鐵板を置き、此等に電流を通して板に向つて話せば、聲に應じて炭の壓力變ずるが故に抵抗變じ、従つて電流の強さを變ず、此變化又振動的なり、而して茲に尙ほ第二の輪道ありて遠く他の局に連り、其電流は第一の輪道中の電流の變化に應じて生滅し、電話機



第一 圖三

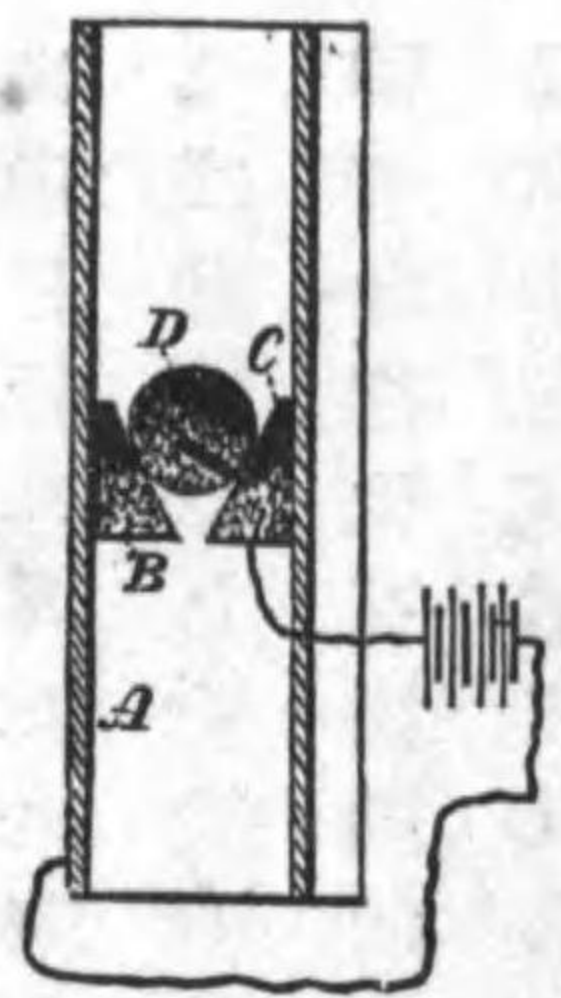
由りて一の磁氣軌となり、D Dに近づくときは其力を増し、遠ざかるときは其力を減ず、此磁氣力の増減は其近傍にあるコイルCに電流を感



第一 圖二五

Eなる二つの接ぎネチに連る、B Bは其周邊を固着したる軟鐵の薄板にして、其中央は磁氣軌に接近し、A Aは口にして、受信するには之に耳を近づけ、發信するには口を近けて話すべし、E Eよりは二個の電線出で、他の局に至り、其電話機に連る。

始め口に向ふて話すときは、鐵の薄板は音波によりて振動す、而して此薄板はD Dに接近せるが故に、感應作用に



第一五四圖

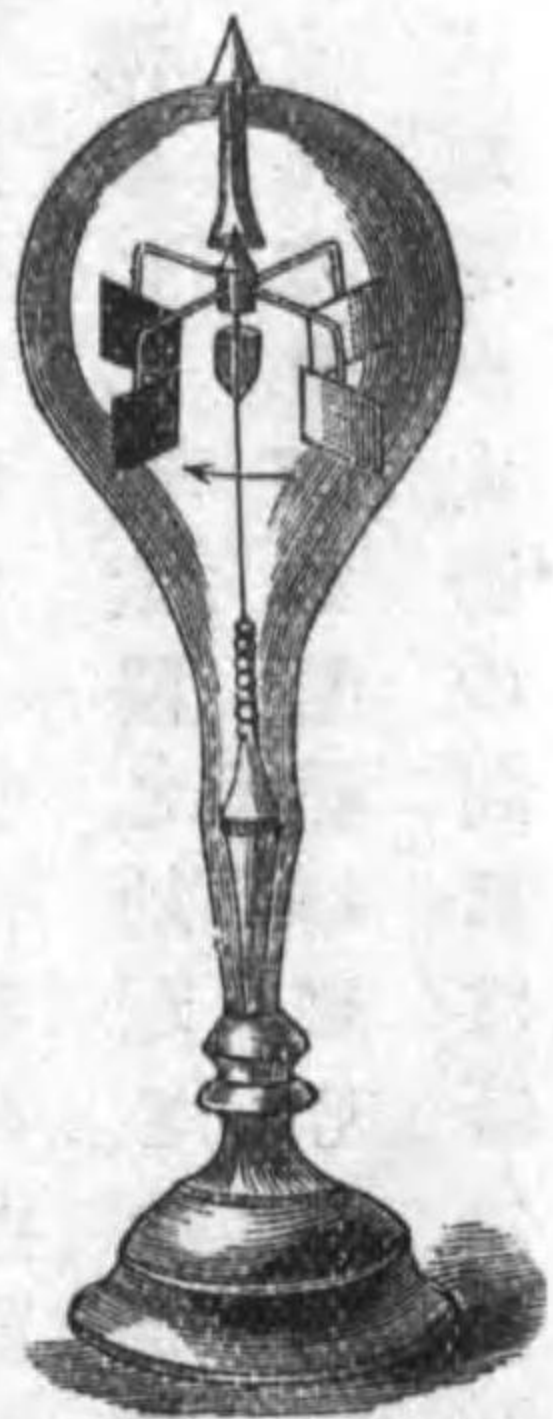
の鐵板を動かすの装置をなす、されど人聲は第一の輪道を開閉するにあらずして、只其變化を生ずるのみ若し之を開閉すれば、受信局に於ては大なる音を發すべし、通例之を閉して發信するに先ち注意を促すの鈴を鳴らさしむ、第一五四圖は即ち發信用のものにしてC、D、Bは炭塊、Aは金屬にして圖に記されたる輪道は第一の輪道なり。

第六章 輻射エ子ルギー、光

第四四節 緒言

〇二〇七 光はエ子ルギーの一態なり 試験 燭火の煤

にてガラス面の一半を黒くし、凸レンズ即ち天燭鏡にて太陽の光を此黒き表面に收斂せしむるときは、天燭鏡の温度は昇ることなきも、



第一五五圖

光を收斂したる處は非常に熱すべし、此光を黒くせざる部分に收斂せしむるときは、前の如く熱することなきも、ガラスの裏面に紙

を置けば、直に焼失すべし。

吾人は太陽より直に此熱を受くるや否は未だ明ならずと雖も、少くも變して熱となるべきものを受くるや疑ふべからず。

第一五六圖は熱車と稱する器械にして、運動すべき部分は、針頭上に立つ所の小さき風見なり、此風見は善く此針頭にて釣合ひ、極めて自由に廻旋することを得、風見の四臂の極端は各一個のアルミニウムの小片を有す、此小片の一面は白く一面は黒く塗られたるものなり、此全軀をガラス球内に入れ、球内の空氣を抜去りて、其密度をして通常密度の千分の一より小ならしめ、此器を日光或は燭光に曝すときは、風見は黒面

を前にして廻轉すべし。
 此、廻旋運動は果して如何なる方法にて生ずるやは暫く措て論ぜず、唯既に運動する以上は必ず外部よりエチルギーを受けたるに相違なし、故に太陽及び燭火は熱車にエチルギーを與ふるものなり。
 傳話器の發明者ベル氏は日光或は他の強き光の作用によりて樂音を發せしめたり、而して音は運動に基き、運動は必ずエチルギーの一態より生ず、故に吾人が太陽より受くる所のものは其實エチルギーの一態なり。

○二〇八

エーテルは運動の媒介物なり

光若し果し

て運動なりとせば何物の運動なるか。吾人の大氣は地球を圍繞する薄層にして、太陽と地球との間に在る空間は、一の空氣なく、亦他に何物をもなきが如し、然れども眞空は固より運動を授受すること能はず、故に地球と太陽の間には媒介物ありて之を充つるものと假想せざるべ

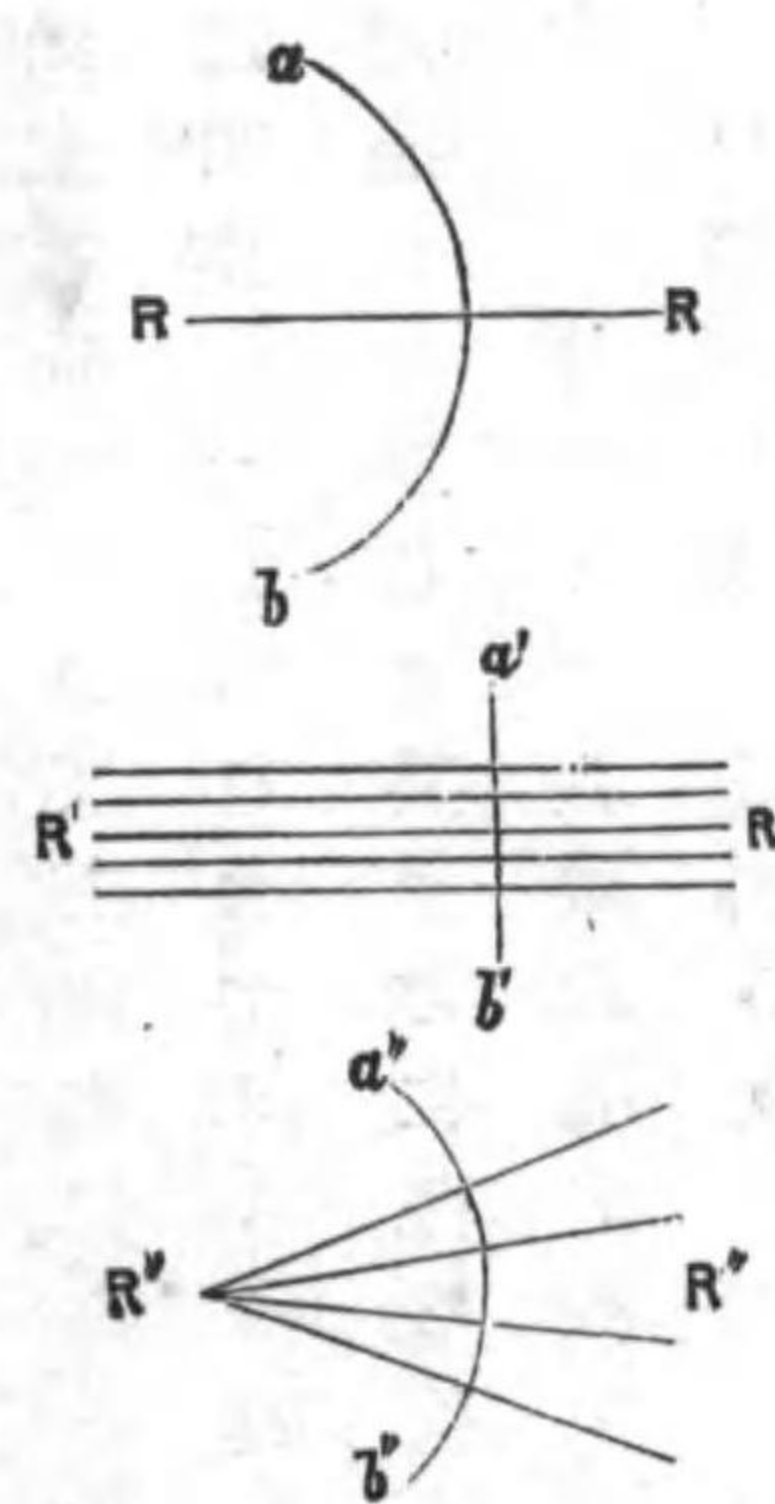
からず、蓋し此媒介物は唯地球と太陽の間のみならず各星間の空間に充滿し、又物體内外の空所を填充して、運動を一點より他點に傳ふるものなり、此媒介物をエーテルと云ふ、故にエーテルは液體及び固體等の分子間に侵入して宇宙間の各分子を圍繞すること大氣の地球に於けるが如く、此エーテルは空氣の如く之を抜去ること能はず、排氣器を以て此エーテルを抜去らんとするは、恰も篩の啣子を以て空氣を抜去らんとするが如し、之に加ふるに、人は之を視、或は聽き、或は觸れ、或は味ひ、或は嗅き、或は之を秤ること能はず、然らばエーテルの存在するの證何處にあるか。吾人が馬の視覺を有するを信ずるは何故なるか、是れ唯馬は恰も視覺を有するが如き舉動をなすが故に、之を説明するが爲に馬に視覺を與へたるものなり、而して馬が果して視覺を有するや否は吾人之を知ること能はず、之に等しく天地の舉動即ち現象は、上に説明したるが如き物質の存在を假定するとき、之を説明し得べし、是れ吾

人が此媒介物の存在を信ずる所以なり。
 ○二〇九 光の波動説 果してエーテルありとせば、運動は此物の遷移によりて傳達するか、或は運動の遷移によりて傳達するか。種々の證據は唯一の結果を與ふ、即ち吾人は太陽より波動としてエーテルギルを受く、此波動は耳に聴くべからざるも、目に感じて視覚となり、手に感じて温の感覺を與ふ、之を光の波動説と稱す、此證據の詳細は之を後章に論ずべし、此處に於ては唯光を以て視覚に感ずる振動なりとすべし。

○二一〇 光は見るべからず 一室を暗くし小孔を通して日光を導くときは室内の空氣中に浮遊する塵埃によりて其道を知る、然れども空氣若し少しも塵埃を含有せざるときは、日光の道は暗くして見るべからず、日光が他の物體を照すに至りて始めて目に感ず、然れども是れ光を見るにあらずして、光を送り來る所の物體を見るものなり。

○二一一 光は直線に進行す 暗室に射入する光の道は、空氣中の塵埃によりて明に眞直なることを示す、而して物體は其目に送り來る所の光によりて見ることを得るものなり、如何となれば、目と發光する物體とを連ねたる直線上に他の物體を置くときは、光を遮りて發光體を見ることが能はざればなり。

○二一二 光線、束線、平行束線



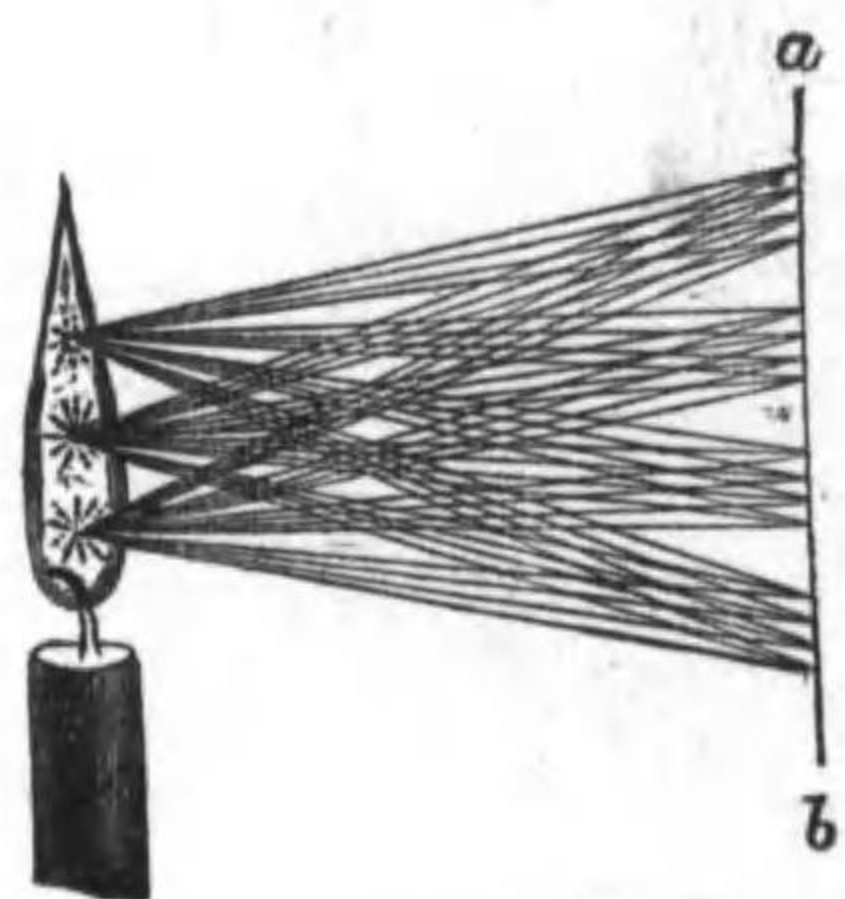
第一五七圖

波の表面ab(第一五七圖)を直角に切る所の直線RRを光線と云ひ、球狀の波面a''b''の中心に相會する光線R''R'の集合を束線と云ふ、波面若し平面なるときは此等の光線は皆平行なり、此集合を平行束線と云ふ。

〇二一三 透明、半透明及び不透明躰 或る物躰は自由に光を通過せしめて其後方にある物躰を明に見ることを得せしむ、之を透明躰と云ふ、空氣、水、ガラスの如き是なり、或る物躰は前者の如く光を通過せしむるも、其後方に在る物躰を明瞭に見へしむること能はず、之を半透明躰と云ふ、霧、艶消ガラス、油紙等は是なり、或る物躰は十分に光を遮りて其中を通過せしめず、之を不透明躰と云ふ。

〇二一四 發光躰の各點は皆光の源なり 燭火を暗室の中央に置くときは、燭火は四壁の各點を照し、目を室の何れの點に置くも、焰の各點を見ることを得べし、故に發光躰の各點は皆四方八面に光を發するものなり、此の如き點を發光點と云ふ、第一五七圖は燭火の三發光點より發する束線の一部を示したるものにして、a bの各點は各發光點より發したる光を受く。

〇二一五 小孔を通して生ずる像 試驗 箱の一側

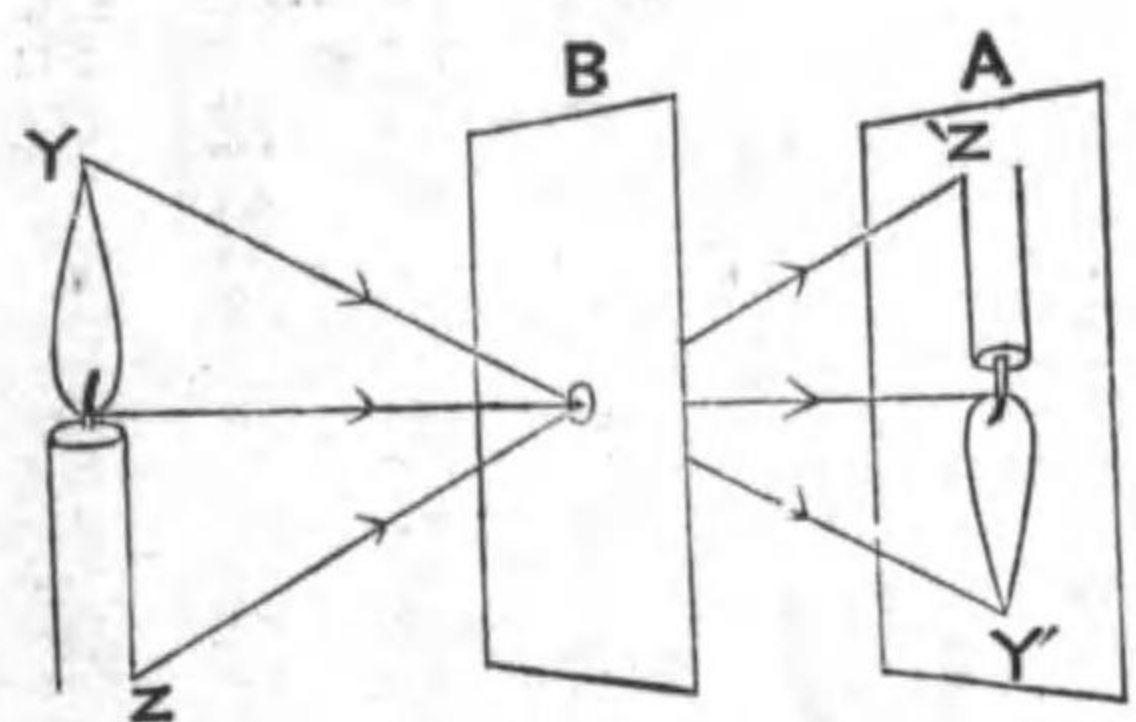


第一五七圖

面に二寸五分許の孔を穿ち、錫箔を以て之を覆ひ、針にて錫箔に一小孔を穿ち、箱を暗室に入れて、燭火を箱内の小孔に近き所に置き、油紙の衝立を小孔の前に置くときは、燭火の倒像は其上に生ずべし。

太陽の照す所の物躰、樹木、家屋、景色等より發する光が窓の罅隙を通して白壁上に達するときは、此等の物躰は其固有の色と共に壁上に倒映す。

此現象の説明は下の如し、第一五八圖若し燭火と衝立との間に障礙物なければ、衝立Aの各點は燭火の各點より光を受け、Aの各點には燭火の各點の像を生ず、此の如く無數の像混合して



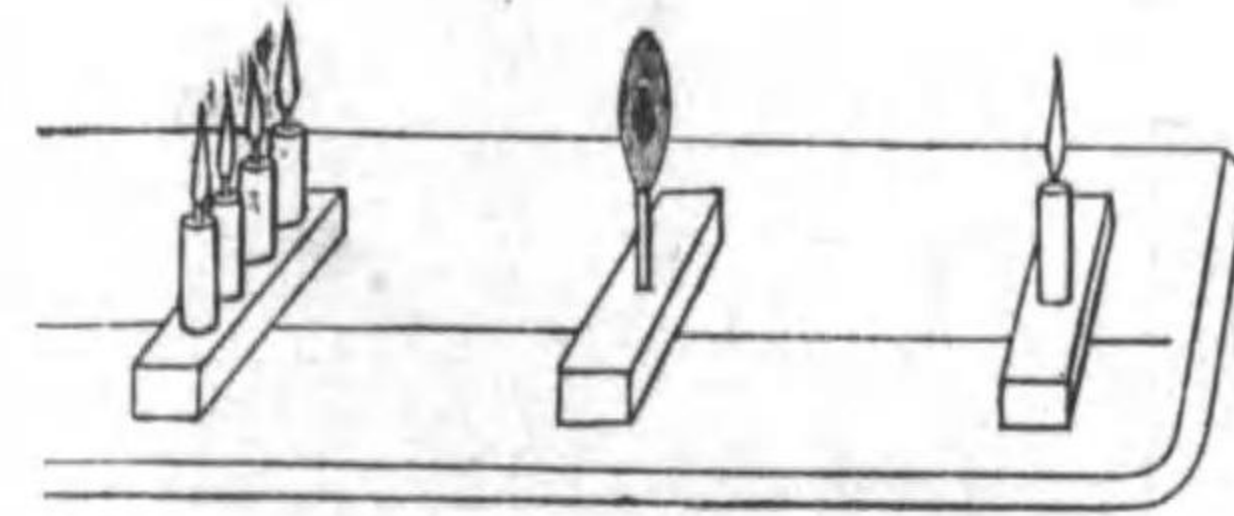
第一五八圖

終に一の像を見ず、然れども障礙物Bを挿入し、唯一小孔を穿つときは、光は眞直に進行するものなるが故に、Y'點は唯Y點の光を受け、Z'點は只Z點の光を受け、Y'Z'の間にある一點は唯YZの間にある一點より光を受くるのみ、故にA上に明瞭なる像を生ず。

第四五節 光度の測定

〇二一六 自乗反比の則 試験一 畫

學用の白紙にて四寸五分許の徑を有する圓板を造り、其中心に二錢銅貨を置き、白蠟を以て他の部分を摩擦し、一分間許り火鉢にて温め、暗室内に在る兩發光躰の間に置き、多く光を受くる方より之を見れば、蠟を塗りたる部分は暗くして、塗らざる部分即ち圓は明る見ゆれ、共其反對面を見れば、明



第一五九圖

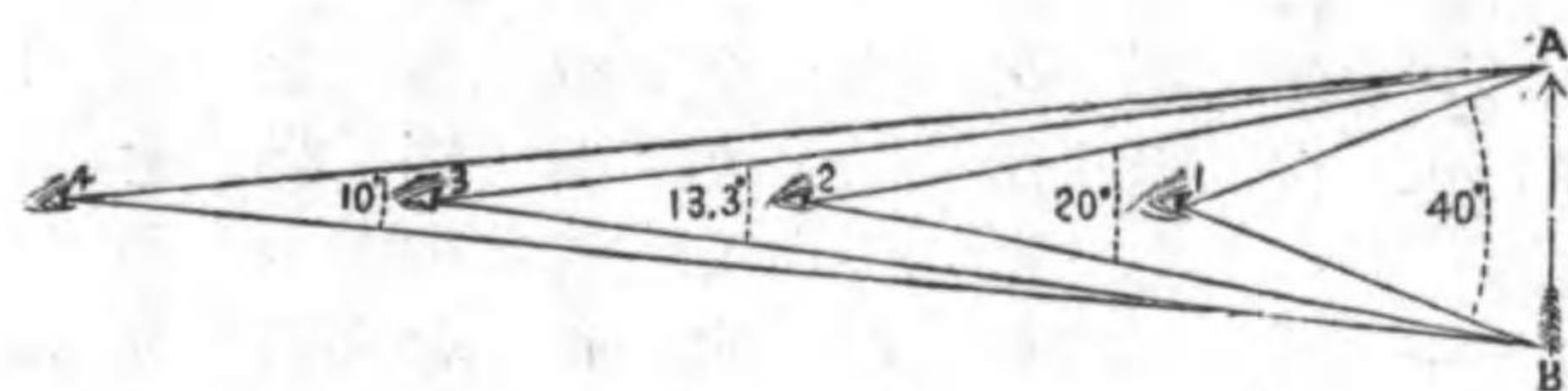
暗之に反す故に兩面より照さるゝこと相等しければ圓は消失して、蠟を塗りたる部分と塗らざる部分と殆んど其限界を見ず、今一直線を机上に抽き、此線と直角に四個の燭火を並べ、又直線の他端に一個の燭火を置き、其間の中央に前の紙を置くときは、一面に受くる光は他面に四倍するや明なり、依て紙を前後に動かして圓の消失するに至りて止むときは、紙は四個の燭火を距ること一個の燭火に二倍す、而して兩面の照さるゝこと正に相等し。

故に距離を二倍すれば光度は四分の一となる。之に齊しき試験により、距離を三倍するときは光度は九分の一となることを證し得べし、故に光度は距離の自乗に反比例す、之を光の自乗反比の則と云ふ。

試験二 前の紙を燭火と瓦斯焰の間に置き、其距離を伸縮して圓

を消失せしめ、自乗反比の則によりて此等の光度を算出すべし。

此目的を以て製したる器械を光度計と云ふ、通常光度の單位として用



第一六一〇圖

ふるものは所謂燭光にして、二〇匁一分の重量を有し、一時間に二匁〇七厘丈け燃ゆる蠟燭より發する光度なり、最も強き電氣燈は五万燭光にして、普通の白熱燈は一〇乃至一六燭光瓦斯燈は一、二燭光と一六燭光の間にあり。

第四六節 視角

〇二一七 視角 試験 紙片に針孔を穿

ち、孔に近く眼を置き、六寸許の距離に針を置き、漸次に針を眼に近づければ、針は漸く大きくなるを見るべし。是れ何故なるや。

吾人は眼の網膜上に生ずる像によりて物體を見、又此像の大きさによりて物體の大小を判決す、A B

(第一六〇圖)の如き物體の兩端より來る光線は眼の窓即ち瞳子に於て相交又す、而して缺の刃の兩端の距離は兩柄の間の角に由るが如く、網膜上に生ずる像の大小は、此二個の光線間の角即ち視角に由る、此視角は物體の距離に反比例し、二倍の距離に於ては視角は二分の一となり、三倍の距離に於ては三分の一となる、故に物體の見懸けの大きさは眼よりの距離に反比例するものなり。

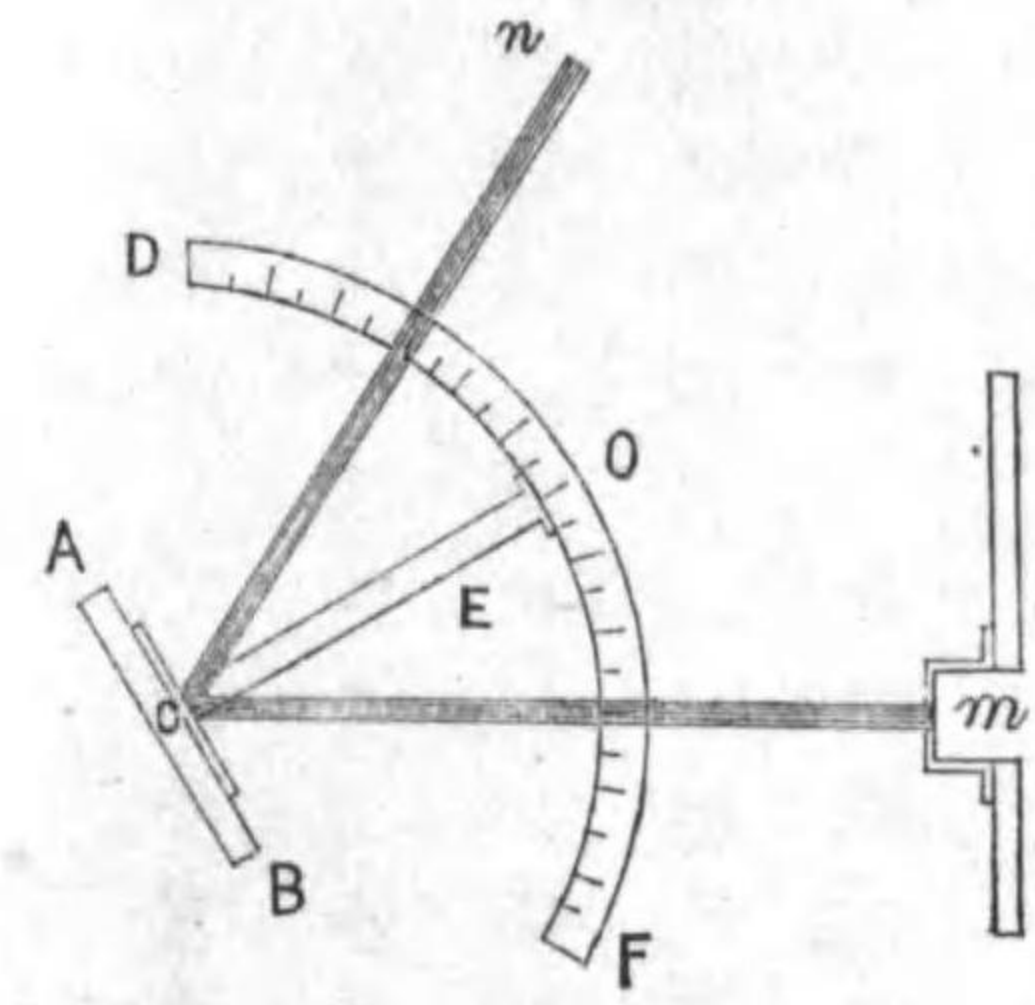
第四七節 光の反射

〇二一八 反射の則 第一六一圖に於て A B は三寸六分平方

の板にして、其一面に二寸四分平方の鏡を有す、E は A B 板の面に垂直なる七寸二分長さ棒にして鏡の縁の中央に近き點に於て板に固着す、D F は厚紙の弧にして、其圓縁は棒を以て半徑としたる圓の周なり、此縁に刻度して棒に附着すること圖に示すが如し、又圓形の錫箔を以て

光取の管の開端を塞ぎ、其中央に二分徑の圓孔 m を穿ち、之より光竿 m を通すべし。

試験 鏡を動かして、光線をして恰も弧を掠めて斜に鏡面の一點 C を打たしむべし、光線の鏡面に向て來るものは、之を投射光線と云ふ、投射光線は鏡背の銀を通過すること能はず、斜に反射せられて C に於ける垂直線 OC の他側に走る、此の如く反射したる光線を反射光線と云ふ、反射光線の弧上の點の度數は此反射光線を生じたる投射光線の弧上の點の度數と相等し、故に nCO 角即ち反射角は mCO 角即ち投射角に等し、更に鏡を傾けて、投射光線と鏡面との角を變ずるも、反射角は常に投射角に等しかるべし。



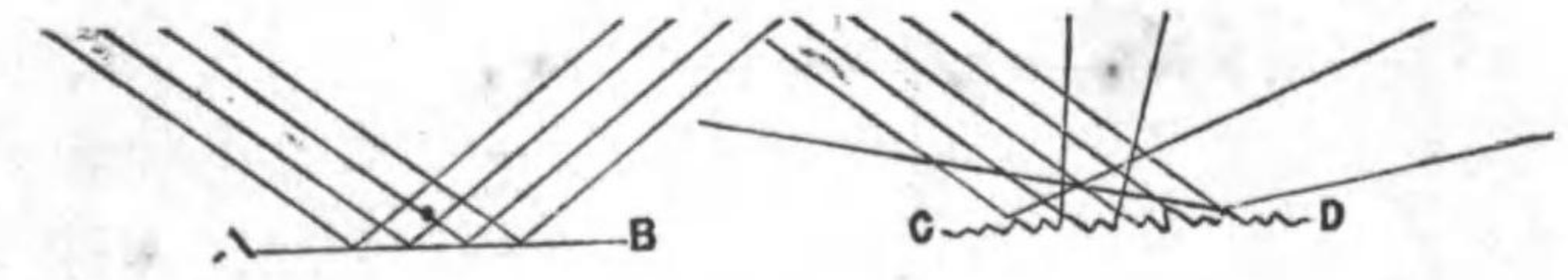
第一六一圖

〇二一九

キラカリたる光

試験

光取に由



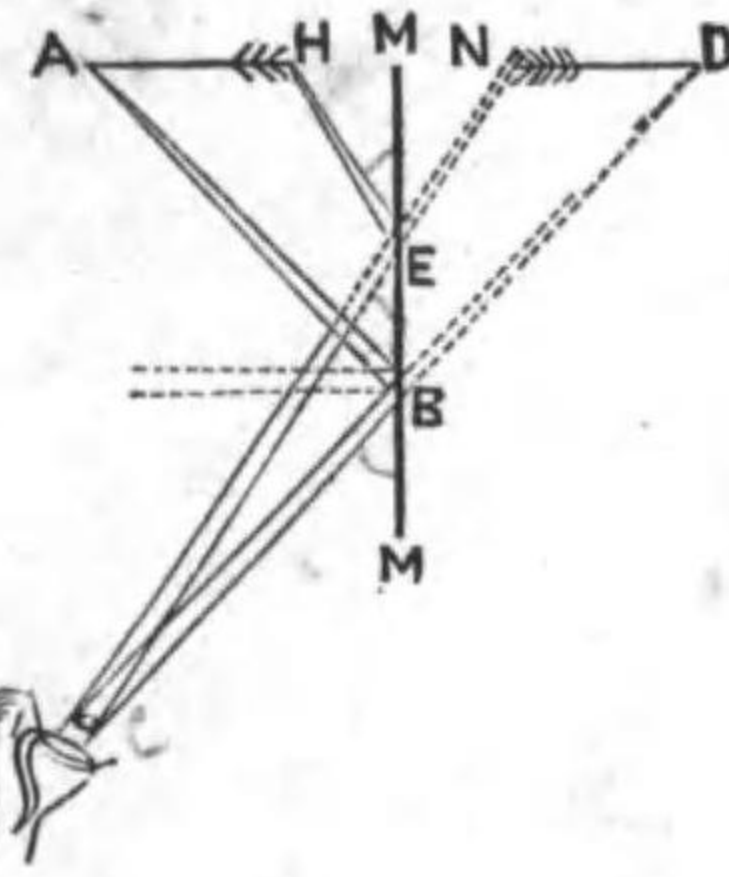
第一六二圖

りて細き光線を暗室に送り、其道に鏡を置くときは、光は一定の方向に反射す、此方向に眼を置くとときは、鏡を見ずして太陽の像を見、其光輝甚だ強し、今鏡を除きて紙片を置くときは、紙は光を一定の方向にのみ反射せずして四方に反射するが故に、之を見るときは太陽の像をずして唯紙を見、且つ何れの方向よりも善く見ゆるものなり、則ち紙の滑澤ならざる面は、一定の方向に光を受くるも、之を一定の方向に反射せず、反て四方に反射して光をキラカスものなり。

此差異は反射面の平滑なると然らざるとに由るものにして、 AB (第一六二圖) をガラスの表面の如く平滑なる面とすれば、反射點は皆一の平面内にあるが故に、光線は皆同

一の方向に反射せらる又其表面の粗造なることCDに示すが如ければ、
反射點の表面は種々の方向を有し、従つて光線は種々の方向に反射せ
らるべし、故に紙の如く粗造なる面を有する物躰は、何れの方向よりも
之を見ることが得べし。

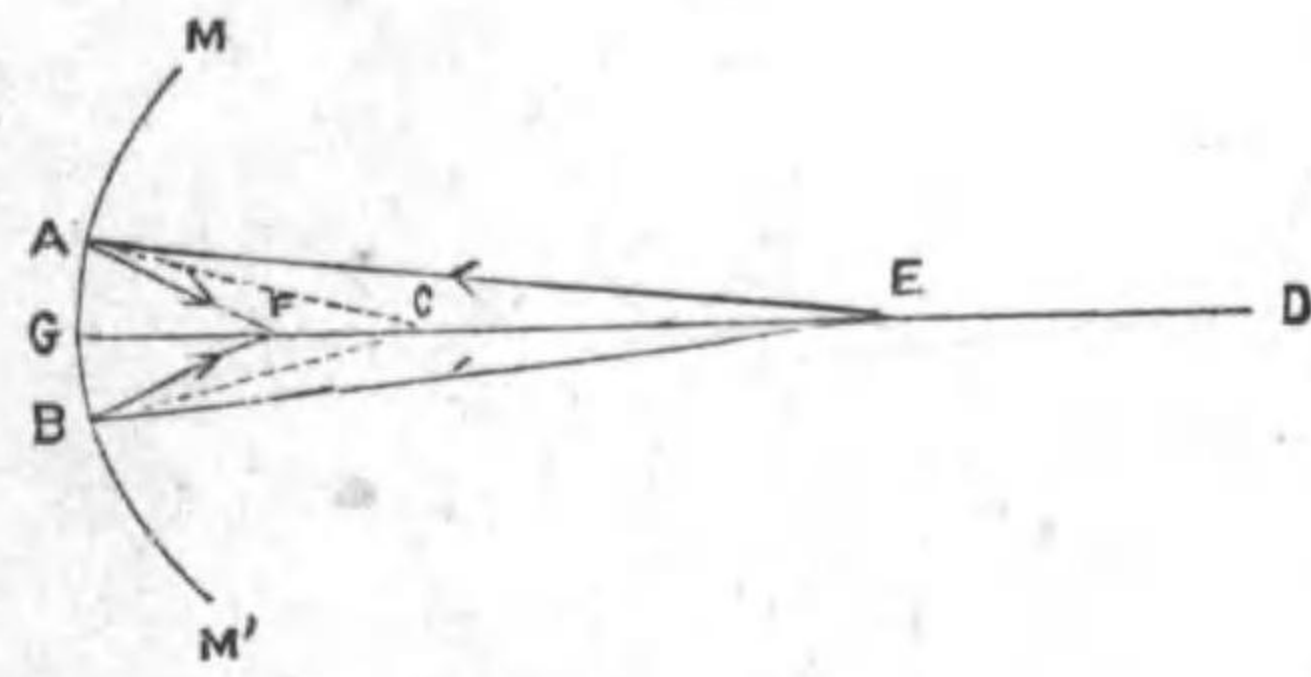
〇一二〇 平面鏡よりの反射 虚像 第一六三圖に於て



圖三六一第

MMは平面鏡にして、ABは物躰AHの一
點Aより發する所の發散束線なり、今投射
點に於て鏡面に垂直線を立て、反射角をし
て、投射角に等しからしむれば、反射光線の
道BC及びECを得べし。

故に發散束線は平面鏡より反射したる後
も發散束線なり、更に平行束線を投射せしむるときは、平行束線を反射
し、收斂束線は收斂束線を反射するを見るべし、而してCに在る眼に見



圖四六一第

ゆる點は固より眼に入來る光線の方向にあり、此等の點を求むるには
光線CB及びCEを鏡後に延長して、D及びNに於て相會せしむべし、物躰
AHの各點は皆光の束線を鏡面に送り、鏡面は之を反射して前の如き方
法によりて求むべき諸點より發し來るが如き觀を呈す、此の如くEC及
びBCは恰もN及びDより發し來るが如く、眼に入來る光は皆NDより來
しが如きを覺ゆ、此NDを名付けてAHなる物躰

の像と云ふ、然れどもNDには實際一の像なき
は固より明なるが故に之を虚像と云ふ、而し
て平面鏡によりて生ずる虚像は、鏡の後方に
ありて、鏡面を距ること、恰も物躰が鏡の前方
に於て鏡面を距るが如く、其大さ及び形は全
く實物に等し。

〇一二一 凹鏡よりの反射 凹鏡

とは内面を磨きたる球面の一小部にして第一六四圖のMM'は其截面を示すものなり、球の中心Cを曲率の中心と云ひ、MC M'角を鏡口と云ひ、鏡面M M'の中心Gを鏡の中心と云ひ、曲率の中心と鏡の中心とを連結する直線DGを鏡の正軸と云ふ。

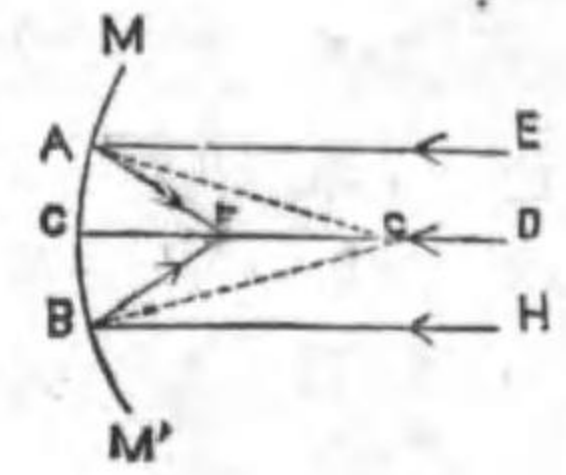
凹鏡は小さき平面鏡が無數相集まりて成りたるものと見做すことを得るものにして、CA、CG、CB等の如き半徑は、皆此小さき平面に直角なり、若しCが發光點なるときは、鏡面に投する所の光線は皆C點に歸り來るべし。

今Eを以て鏡前にある發光點とすれば、之より發する光線は鏡面を打ちたる後如何なる方向に反射すべきか。此點EよりEA及びEBの二線を引きて、Eより發する發散光線中の二個を示し、次に投射點A及びBに於て半徑を引き、又投射角に等しき反射角をなしてAF及びBF線を引くときは、此等の二線は反射光線の方角を示すべし。

故に光線は反射したる後は收斂し、一點Fに於て相會すべし、之を焦點と云ふ。此點はF點より發して反射せられたる光線が皆會合する點なり、若しFが發光點なるときは、AE及びBEは反射光線の方角にして、Eは反射光線の焦點なるべし、此の如く相關係したる二點E、Fを共軌焦點と云ふ。

Eより發する光線EA及びEBの發散の角度は、F點より發する光線FA及びFBより小なり、Dより發して同點A、Bを打つ光線の發散の角度は、更に之より小なり、若しD點を數里の遠距離に置くときは、此等の點に於て投射する光線は殆んど平行なるべし、若し太陽の光線即ち平行光線EA、DG及びHB(第一六五圖)が正軸に平行して凹鏡面を打つときは、反射して軸上の一點Fに會す、此點は即ち正焦點と稱するものにして、曲率の中心と鏡の中心との中央にあり。

之に反して凹鏡面の正焦點より發する發散光線は、反射の後互に相平



第一五六圖

行すべし、若し紙片を凹鏡の正焦點に置き、鏡を太陽の平行光線に向はしむるときは、紙は直に焼失して、光の焦點は又熱の焦點なることを示す。

圖に由りて、正焦點と鏡面の間にある點より發する光線は、反射して發散すれども、其角度は投射光線より小なることを證せよ、若し圖に於て光の方向を反對にすれば、收斂光線が凹鏡より反射した

る後は更に收斂の角度を強ふすることを證すべし、故に凹鏡の效果は、投射光線の收斂を増し、或は又發散を減ずるものなり。

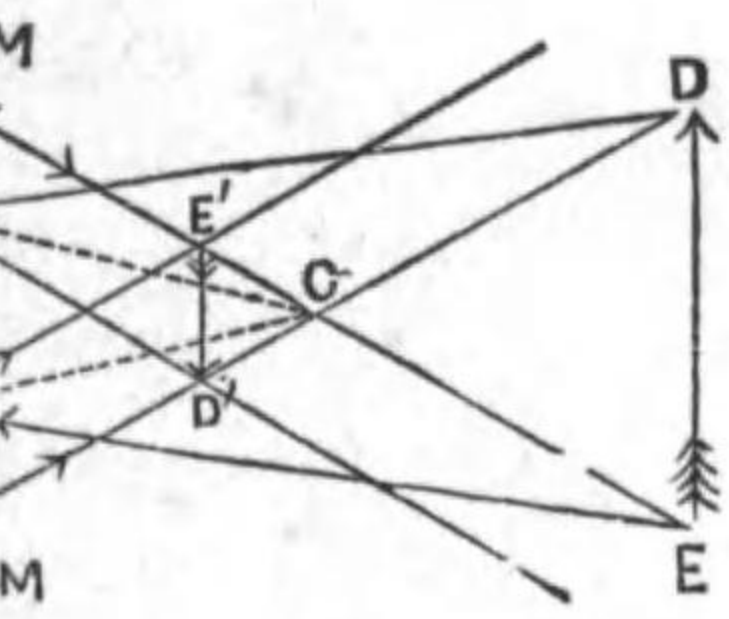
平行光線が反射の後正焦點に收斂するとは近算にして鏡口小なれば此近算は眞に近しと雖も、鏡口大なれば大に之に異なり、遠距離より發して鏡の縁に近き點に投射したる光線は、反射したる後は正焦點より鏡面に近き點に於て正軸を切るものなり、學者は各自に圖を畫きて之

を證すべし。

〇二二二 像の成生 試驗一

圓形の眞鍮匙を取り、其兩面に水銀を塗り、布片にて之を摩擦して滑澤ならしめ、暗室内に於て其凹面を吾人の顔に向はしめ、眼と匙の間に燭火を置くときは、匙の前面に焰火の小さき倒像を見るべし。

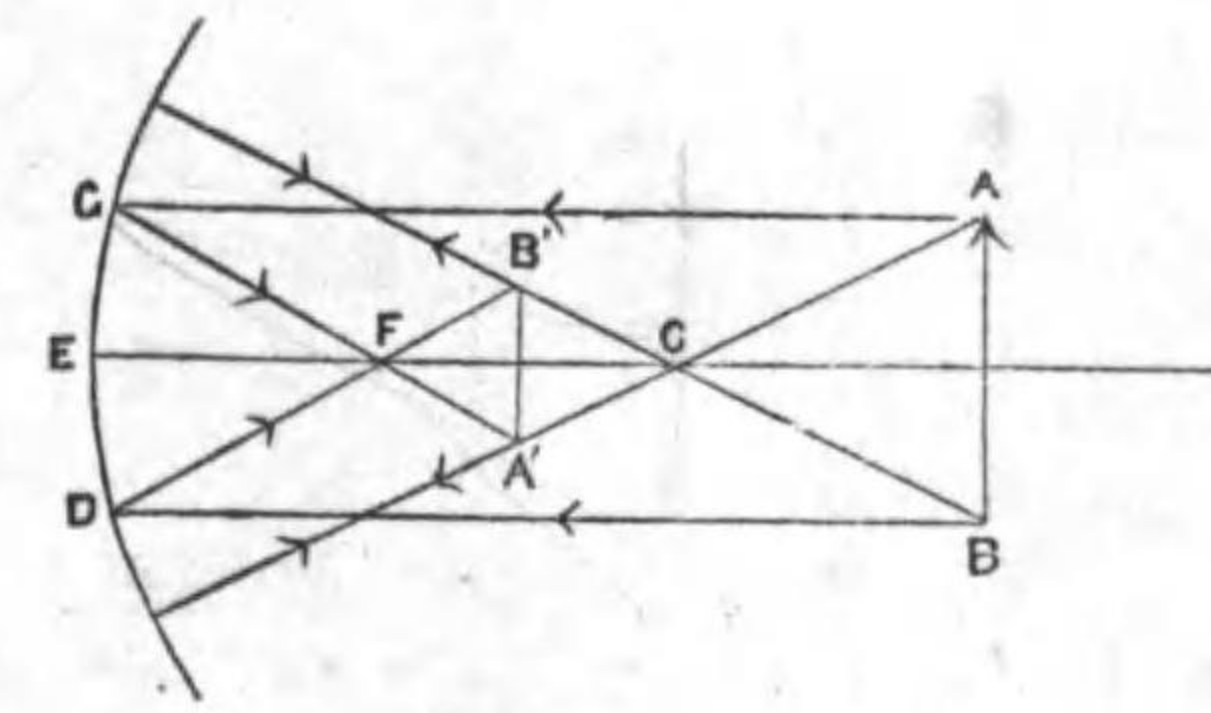
試驗二 匙の凸面を吾人に向はしむれば、吾人は匙後に燭火の直像を見るべし。



第一六六圖

試驗三 若し匙を眼と燭火との間に置き、燭火より發して眼に達する光線を遮ることなからしむるときは、燭火の場合の如く吾人の像を見るべし。

凹鏡の前にある物體の像の位置と直倒否を知らんと欲せば、次の如くすべし。



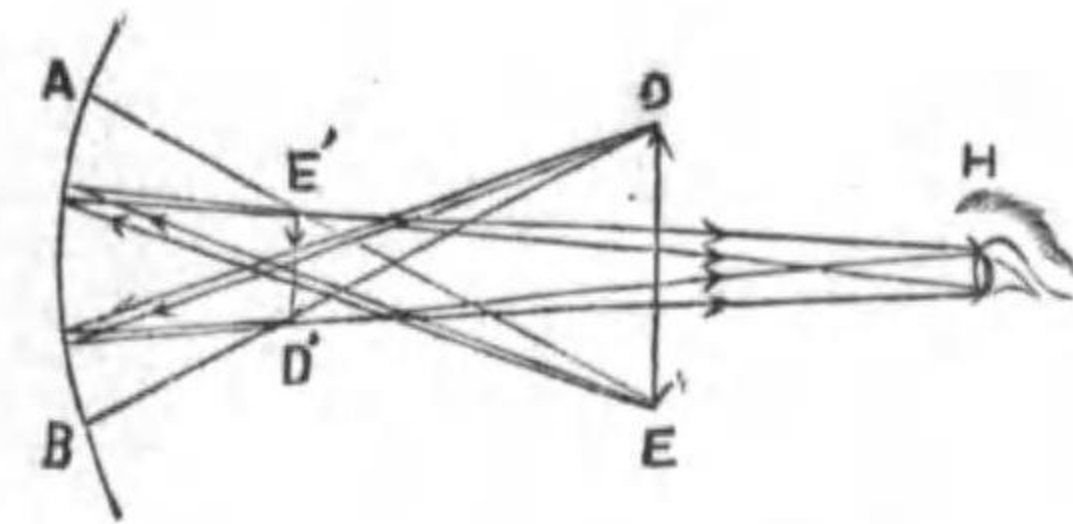
圖七六一第

正軸と平行したる光線AG(第一六七圖)を第二の光線とするときは、前の

間において、故にD'E'はDEの像をなす。

達する線を引き、投射角CFDに等しく反射角CED'を作るときは、反射光線はD'に於て副軸DBを切るべし、此D'點はDより發する光線の焦點にして、茲にD點の像を生ず、此像を實像と稱す、如何となれば光線は實際此點に集合すればなり、之に齊しくEの實像E'を求むべくDE二點の間にある點の像はD'E'二點の間において、故にD'E'はDEの像をなす。

第一六六圖のDEの如く物體を置きたるときは、先づ物體の兩端と曲率の中心とを連結せる二線EA及びDBを引き、鏡面に會せしむべし、此等の線を副軸と云ふ、此等の線によりて投射したる光線は、復此等の線に由りて反射す(何故なるか)更にD點より鏡面の他の一點例へばFに

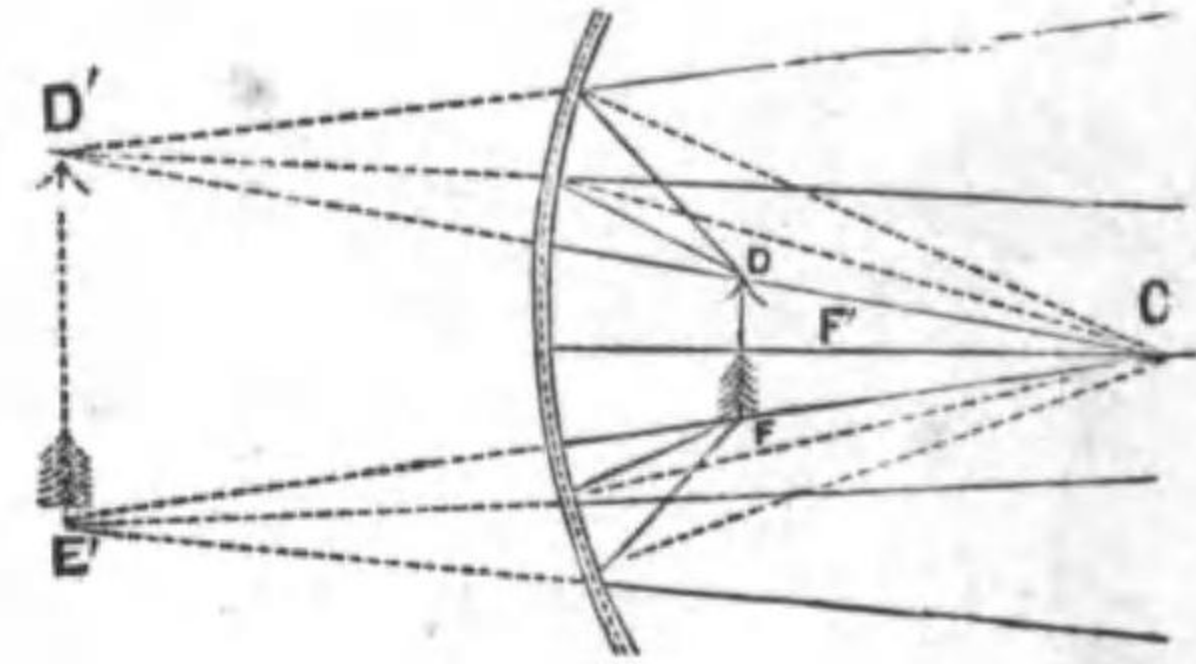


圖八六一第

如く角を度るの必要なし、如何となれば此光線は反射したる後、正焦點を通過すればなり、故に直にA'點を得べし、B'及び其他の諸點を得るも皆之に齊し。

故に凹鏡の曲率の中心外にある物體の像は、曲率の中心と鏡の正焦點の間において、像は實且つ倒にして、其大きさは實物より小なり。

適當の位置H(第一六八圖)に眼を置けばD'E'は恰も實物の如きを覺ゆ、是れ發散束線は、始め實物の一點例へばDより發すと雖も、眼に入るときはD'點より發散し來るが故に、恰も此點より發光せしが如く見ゆればなり、故に曲率の中心外に立ちて凹鏡に面すれば、空中に自身の肖像を見るべし、又暗室に於て發光體を凹鏡の前に置き、其像の生ずる所に衝立を置けば、數多の人同時に皆之を見ることを得べし。



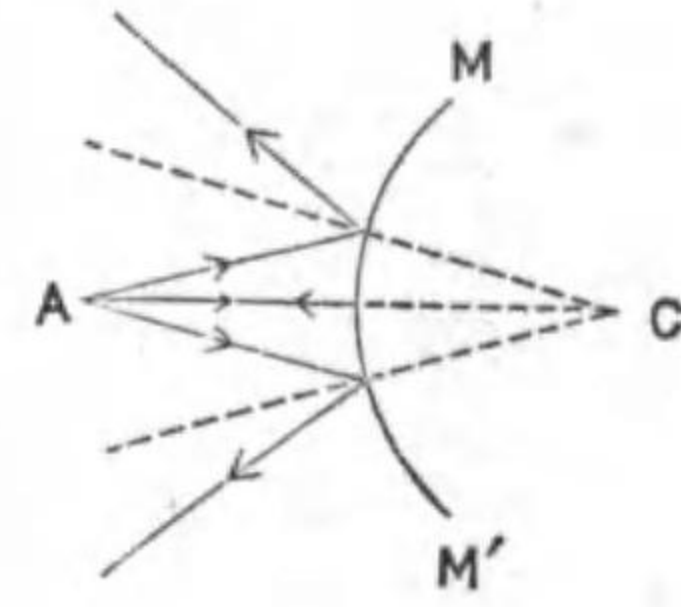
圖九六一第

第一六六圖のD'E'を以て實物とすれば、光線の方
向は逆になりて、DEは其像なるべし、故に正焦點
と曲率の中心との間にある物體の像は、曲率の
中心外にあり、像は實且つ倒にして、實物より大
なり。

此場合に於ても像は衝立に映ずと雖も、光線は
廣き表面に散ずるが故に、前の如く明白ならず。

第一六九圖に示すか如く、物體を正焦點と鏡面
との間、Dより發する光線は、實際焦點を有するこ
となきも、恰も鏡後の一點D'より來るものゝ如き
を覺ゆべし、之を虚焦點と云ふ。

鏡面と正焦點との間にある物體の像は鏡後にあ
り、像は虚且つ正にして、實物より大なり。



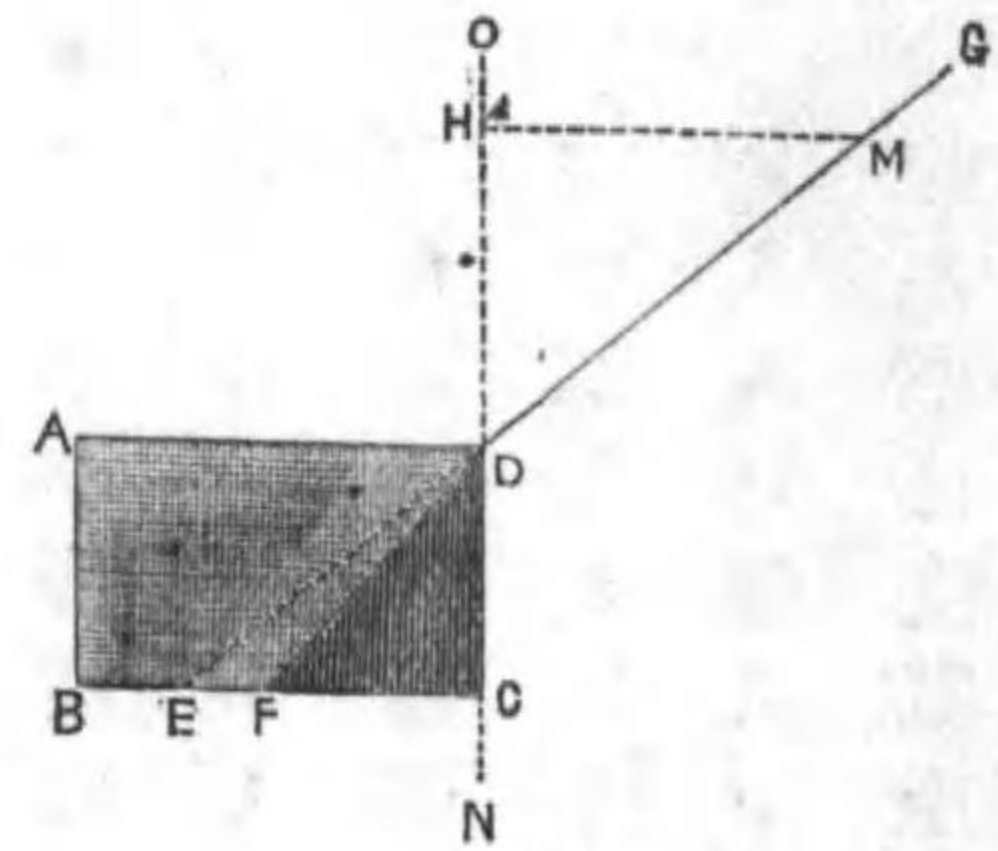
圖〇七一第

凸鏡によりて生じたる像は、實なるか、虚なるか。實物より大なるか、小
なるか。直なるか、倒なるか。而て凸鏡の一般の效果は、光線を散ずる
か、或は聚むるか。第一七〇圖は一點Aより發したる光線が凸鏡面よ
り反射したる後如何なる發散をなすかを、知る方法を示すものなり。

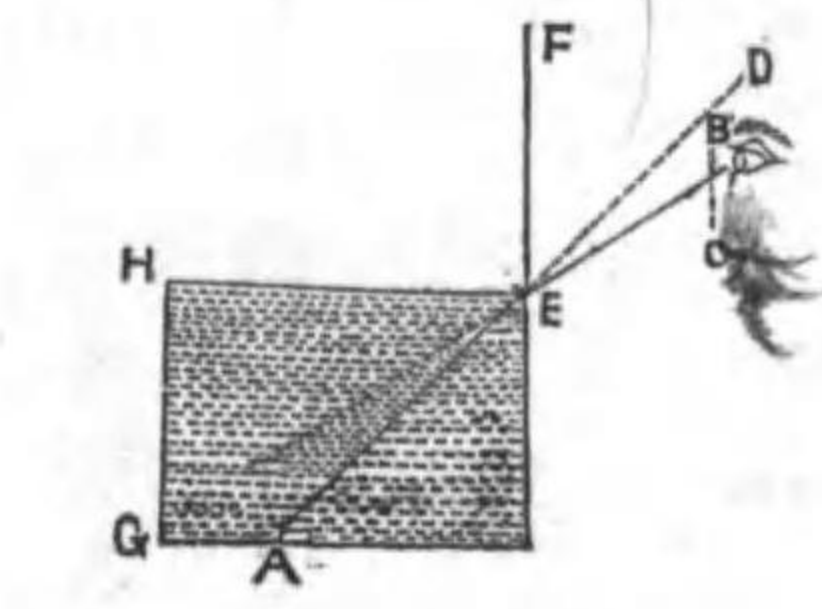
第四八節 光の屈折

〇二二三 試驗一 長方形の錫器 ABCD (第一七一圖) の底に尺

度を刻み、暗室内にて太陽の光線を斜に錫器の底面に投射せしめて、
錫器の側 DC の陰影 DE が尺度を切る點を檢し、少許の牛乳を混
したる水を滿盛するとき、陰影 DE は DF に移りしを見るべし、今
塗板拭きを敲きて、光竿の道に白墨の細末を飛ばせば、光竿 GD は水
に入込む際に下方に屈りて GDF なる折線をなし、水中に於ける光
線の道は、空氣中に於けるよりも一會垂直線に近付くを見るべし。



圖一七一第



圖二七一第

試験二 空器の底に銅貨を置き(第一七二

圖)眼を退けて空器の縁が恰も銅貨を隠すに

至り、他の一人をして徐に水を空器に満盛せ

しむるときは、銅貨は再び見ゆるに至るべし、

蓋し直線 AED に進みたる光線 AE は、E に

於て水面を出づるに當り、下方に屈りて眼に

入り来るものなり、故に光竿が水より出で、空氣

に入るときは垂直線に遠ざかるものなり。

試験三 鉛筆を斜に水中に挿入するとき、水

に入りたる部分は少しく短縮し、且つ水面に於て

上方に屈りたるが如く見ゆべし。

光竿が一の媒介物より密度を異にする他の媒介物に斜に移るときは、其境界の平面に於て屈折すべし、若し一の媒介物より他の濃密なる媒

介物に移るときは、屈折して此平面の垂直線に近づき、稀疎なる媒介物に移るときは、屈折して此平面の垂直線に遠ざかる、第一七一圖に於て、GDO 角を投射角と云ひ、FDN 角を反射角と云ひ、EDF 角をフレの角と云ふ。

〇二二四 屈折率 光が一の媒介物より他の媒介物に進入する

際のフレの角は、媒介物の性質のみならず又投射角の大小に由る、投射

角減ずればフレの角減じ、投射線が表面に直角なれば、フレの角は零と

なる。一定の投射角を有する光線が新媒介物に入りたる後の方向を

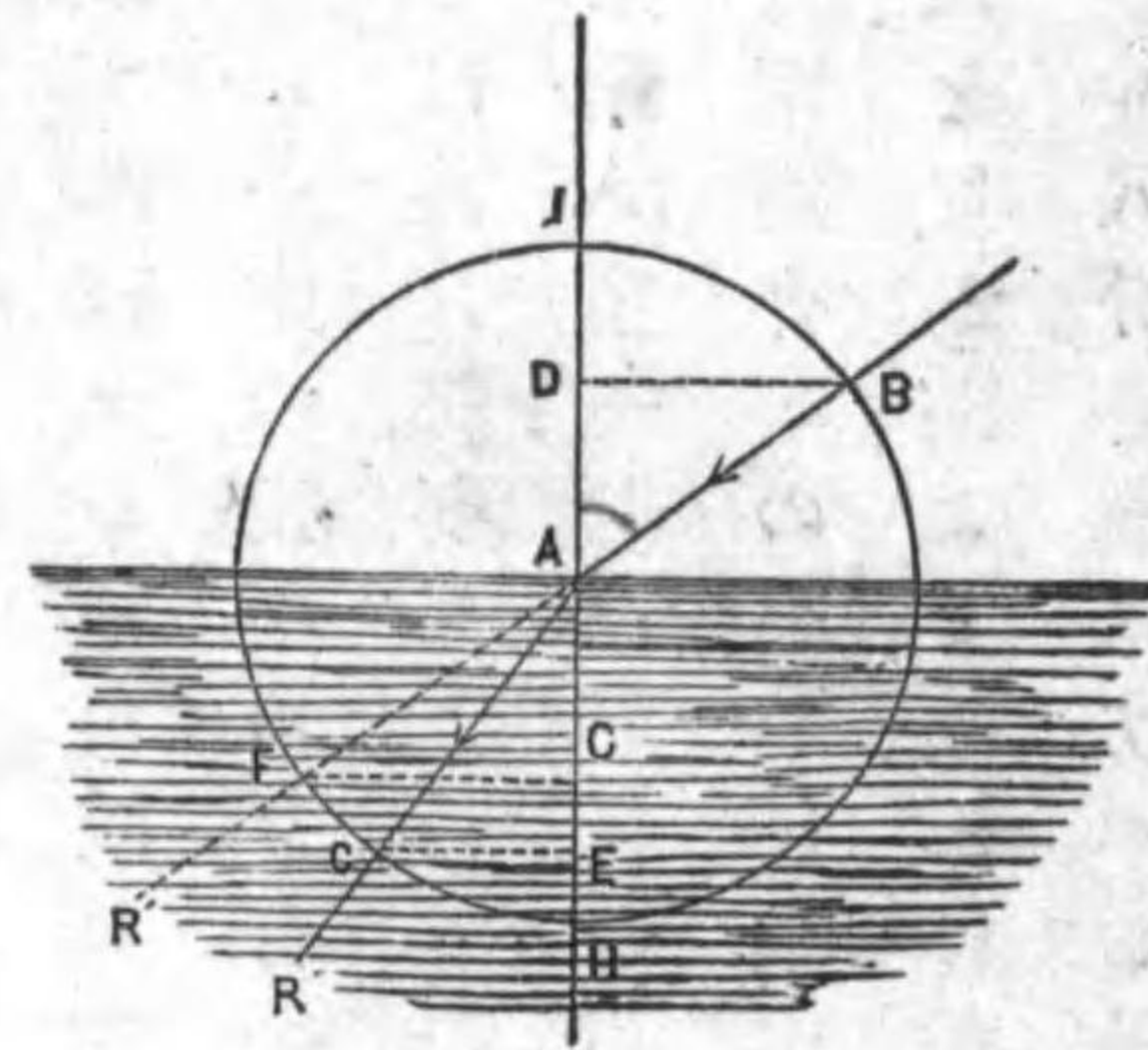
知るは甚だ必要なり。

投射點 A (第一七三圖) を中心とし、三寸の半径を以て圓を畫き、中心を通

して兩媒介物の表面に垂直線 IH を引き、又兩媒介物中に於ける光線

が圓を切る點より此線に垂直線 BD 及び CE を引き、BD を二寸四分とし、CE

を一寸八分と假定すべし、分數 $\frac{2.4}{3}$ は DAB 角の正弦と稱するものに



圖三七一第

きものなり。

空氣より水に入るとききの屈折率は三分の四にして、空氣よりガラスに入るとききは二分の三なり、若し媒介物の順序を逆にするときは、此率も亦逆數となる、即ち水より空氣には四分の三にして、ガラスより空氣には三分の二なり。

光若し眞空より一の媒介物に入るときは、其屈折率は一より大にして、

して $1\frac{8}{3}$ は EAC 角の正弦なり、故に投射角の正弦と屈折角の正弦との比は四と三との如し、投射角の正弦を屈折角の正弦にて除したる商を屈折率と云ふ、此屈折率は二個の媒介物に於ては一定不具にして、投射角の大小によりて變ずることな

之を絶対屈折率と云ふ、Aなる媒介物よりBなる媒介物に入るとききの比較屈折率は、Bの絶対率をAの絶対率に由りて除して之を得べし。此屈折率は異なる色の光によりて異なり。

絶対屈折率

空氣 零度の溫度に於て、一

水

一、〇〇〇二九四

アルコホル

一、三三七

クラオン、ガラス

一、五三

フリント、ガラス

一、六一

金剛石

二、五

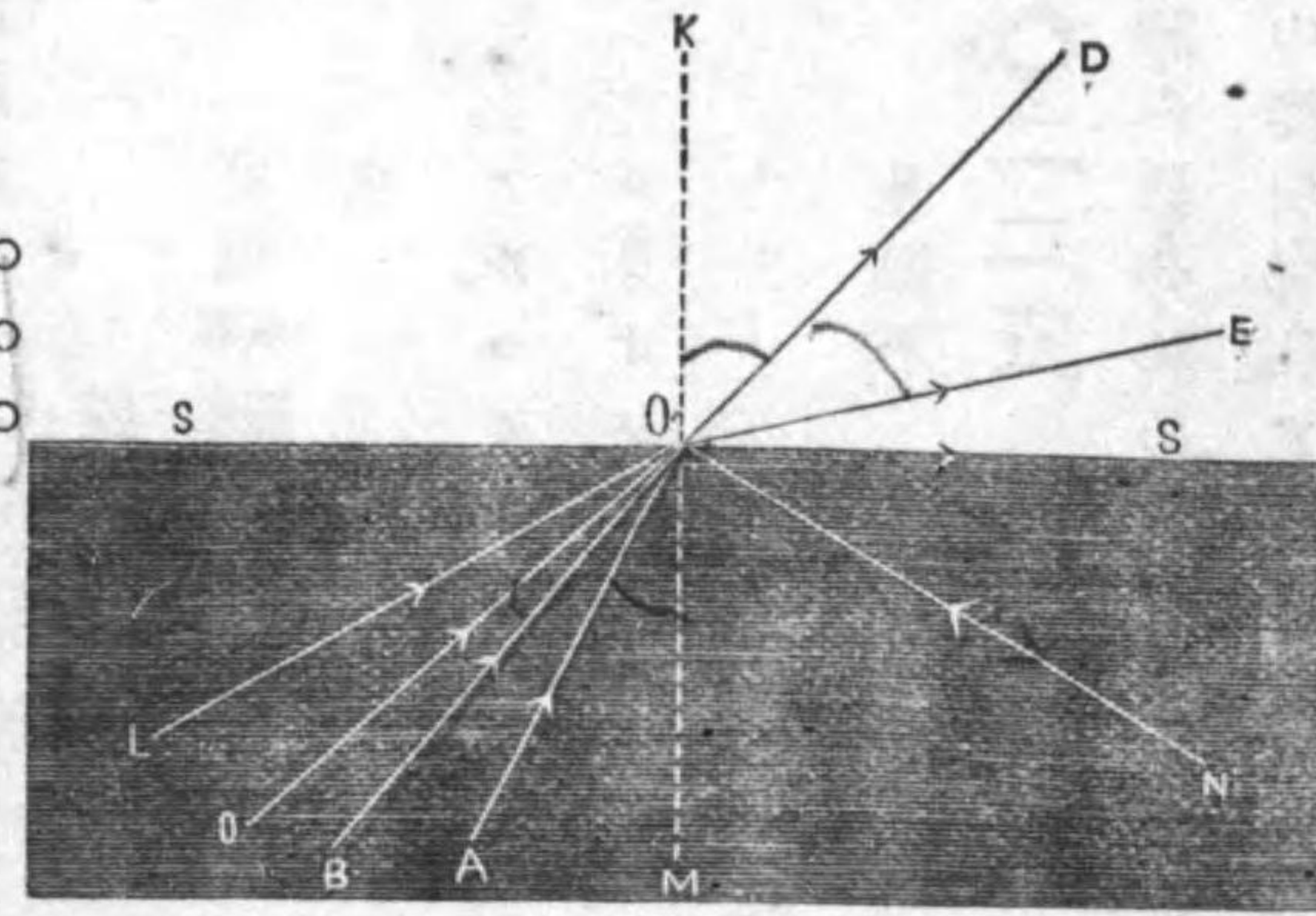
〇二二五

際どき角

全反射

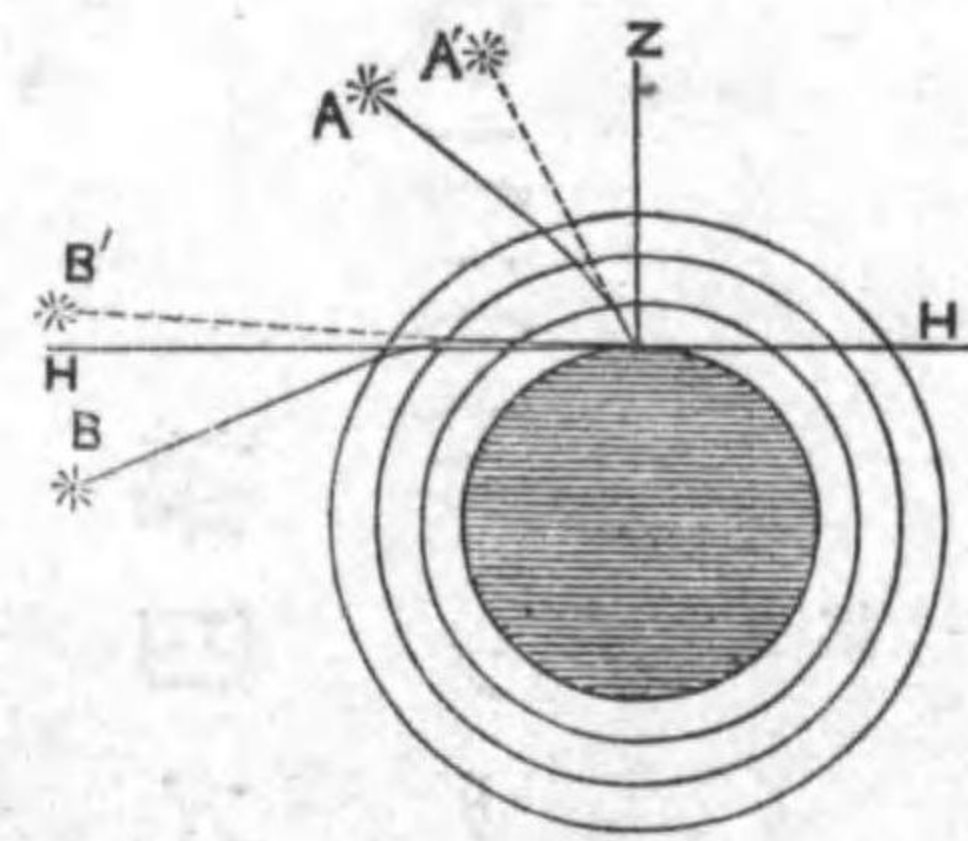
第一七四圖に於て S'S' を二

個の媒介物の境界の表面 AO 及び BO を濃密なる媒介物例へばガラス中の投射光線とすれば OD 及び OE は稀疎なる媒介物例へば空氣中の屈折



圖四七一第

光線なり、若し漸々投射角を増すときは、屈射角も亦た増して表面 OS に近づき、投射角遂に一定の大きさに達すれば、屈折光線は表面 OS を掠むべし、此投射角を際どき角と云ふ。投射角が此際どき角より大なれば光線は下の媒介物中より出づること能はずして屈折することなし、此場合には光線 OL は所謂内反射をなして、全く ON の方向に反射して、上の媒介物に出づることなし、之を全反射と稱す、故に全反射は、濃密なる媒介物中に於ける投射光線が際どき角より大なる角を以て投射するとき生ず、此際どき角は屈折率増すに従ふて減ず、例へば水にては四八度半、フリントガラスに



圖五七一第

ては三八度三分の二、金銅石にては二三度三分の二なり、故に水中にて

四八度半以上の投射角を有する光線は空氣中に出づると能はず。

〇二二六 屈折及び全反射の例 試験一 新しき貨幣を

ガラスコップの水中に入れ、コップを十分高く捧げて斜にすれば、貨

幣より發したる光線は、水の表面を打ち、全

反射をなして來る所の像を見るべし。

試験二 試験管の閉端を水中に入れ之

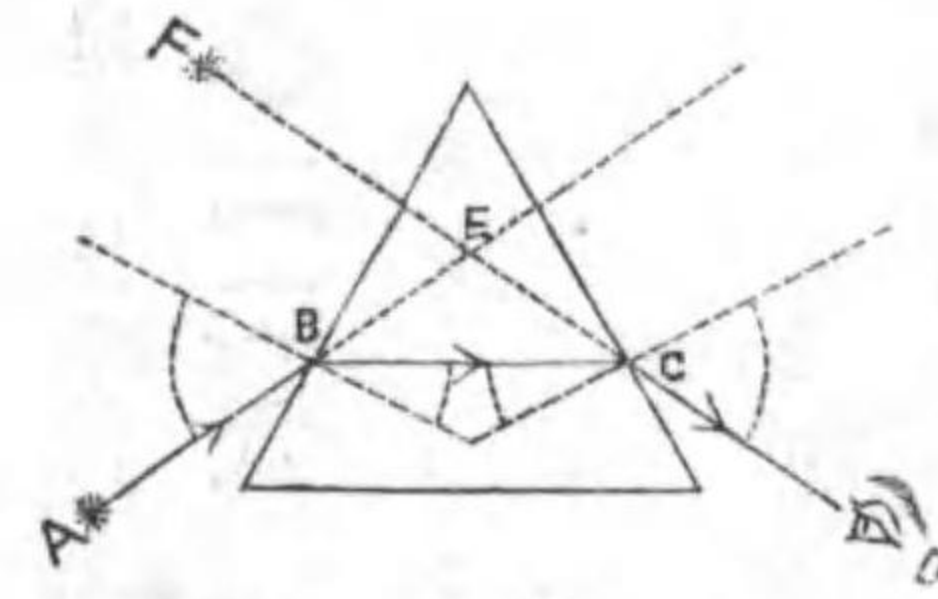
を斜にして上方より見下すときは、管の上
面は恰も鍍銀したるが如く見ゆべし、今試
験管に水を満て、再び前の如くするも、前の
如き現象なし。何故ぞ。

天躰 A (第一七五圖) より來る所の光線は、空氣の稀疎なる上際より漸く濃密なる下層に進入するに當り、漸く屈折し、吾人の眼に達するときは

恰も天のA'點より來るが如く見ゆべし故に太氣は天躰の見懸けの高さを増すものなり、又太氣の屈折によりて地平線下にある日月及び他天躰を見ることが得、薄明は太氣の屈折と反射とに由るものなり。

第四九節 プリズム及びレンズ

〇二二七 プリズム プリズムとは透明なる楔形の物躰にして、其横截面は第一七六圖に示すが如しABを以て



第一七六圖

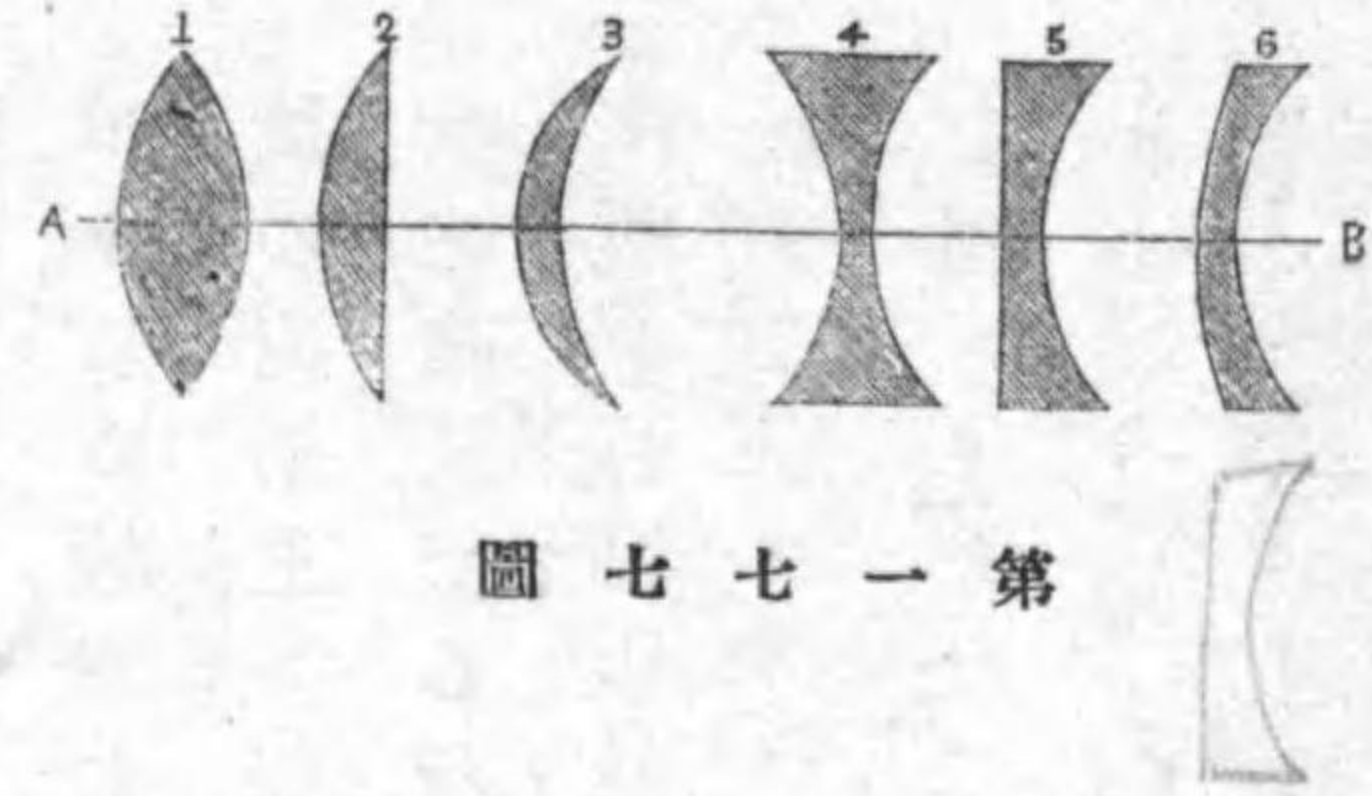
其一面に投射したる光線とすれば、プリズムに入込むに當りて、垂直線の方に屈折してBCなる方向をなし、プリズムより出づるに當りては、再び屈折し、垂直線に遠ざかりてCDなる方向をなし、發光躰は恰もF點にあるが如きを覺ゆべし、此の如く光線ABは兩度の屈折によりてプリズムの厚き方即ち底の方に屈がるものなり。

〇二二八 レンズ 二個の曲面、或は一の平面と一の曲面を有する透明躰をレンズと云ふ。

試験一 邊縁薄くして中央厚きレンズの一對を取り、之を太陽に面せしめ、塵埃を起して、レンズを通過したる光線の道を檢すべし、又紙の衝立を其後面に置けば、光線は小圓内に集るのみならず、全く一點に收斂する所あるを見るべし、此點を焦點と稱し、焦點とレンズの距離を焦點距離と稱す。

先づ二個のレンズの焦點距離を測り、次に二個を重ねて其焦點距離を測るときは、二個を重ねたるものは、各個別々より焦點距離小なるを知るべし。

試験二 邊縁厚くして中央薄きレンズを以て前試験を行ひ、レンズより出づる光線は、一點に集まらずして反て擴散するを見るべし。



圖七七一第

レンズに二種あり、**収斂レンズ**、**發散レンズ**是なり、而して各更に三種に細別す。

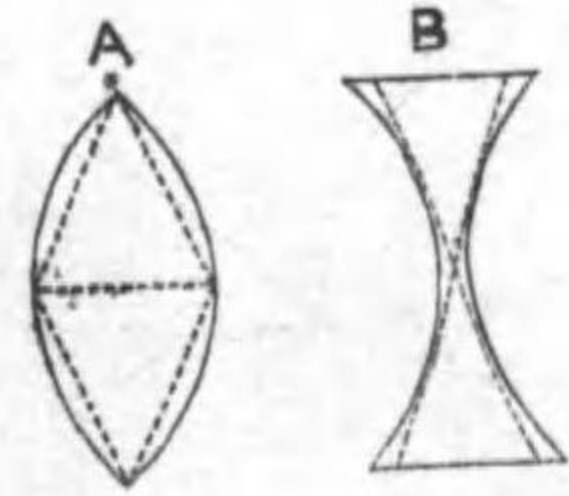
第一種

- 一、**兩凸** 収斂レンズ或は凸レンズに
- 二、**平凸** して、其中央部は邊緣より厚
- 三、**凹凸** きものなり。

第二種

- 四、**兩凹** 發散レンズ或は凹レンズに
- 五、**平凹** して、其中央部は邊緣より薄
- 六、**凸凹** きものなり。

第一七七圖に於てABの如く曲率の中心を過ぎ、レンズの両面に垂直なる直線を其**正軸**と稱す、此正軸の上にレンズの**中心**と稱する點ありて、此點を通過する光線は**投射**と射出とに於て其方向を一にす、一及び四



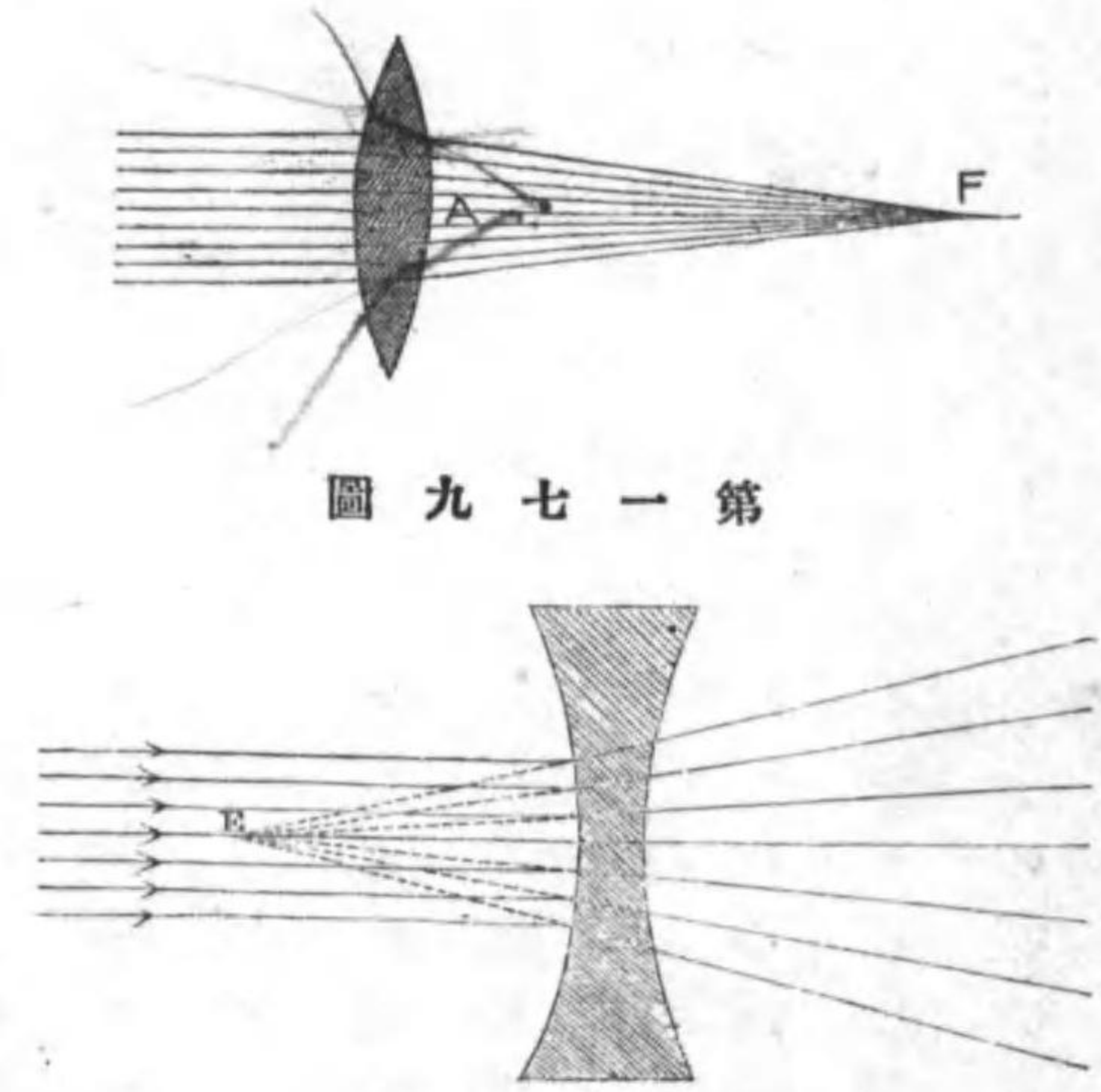
圖八七一第

のレンズに於ては、**兩曲面**の中央に此點あり、物幹の一點A(第一八三圖)より發して此中心を通過する光線をA點の**副軸**と稱す。

〇二二九 **レンズの作用** 凸レンズA(第一七八圖)は二個のプリズムの底面を合せたるものと見做すべく、凹レンズBは二個のプリズムの稜を合せたるものと見做すことを得べし、而して光線のレンズに投射するものは、常に厚き部分即ちプリズムの底面の方に屈げらるゝが故に、Aレンズは之を通過する光線をして**収合せしめ**、Bレンズは分離せしむるや明なり、故に凸レンズの作用は光線を**収斂**し、凹

レンズの作用は之を**發散**するに在り。

凸レンズの**正軸**と並行したる**投射光線**は、(第一七九圖)正軸上の一點Fに會す、此點を**正焦點**と稱す、**正焦點**の位置は太陽の光線をして垂直にレンズに**投射**せしめ、レンズの後方に於て紙片を前後に動かして、紙上に

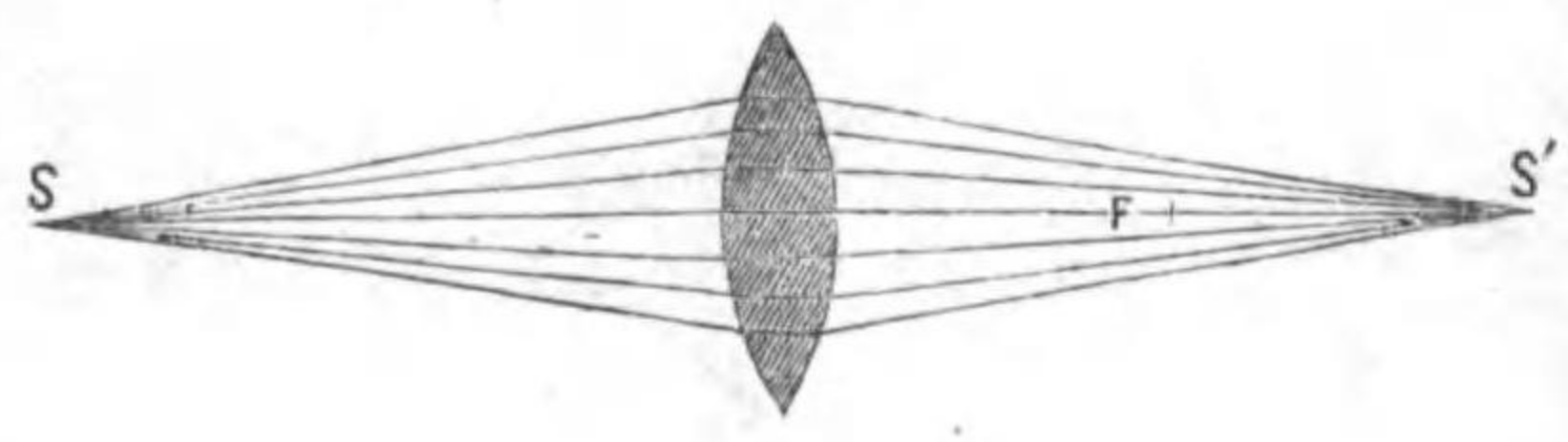


圖九七一第

圖〇八一第

映する太陽の像が尤も小にして尤も光線を發する所なり。焦點距離とはレンズの中心點と正焦點との距離なり。暫く紙片を正焦點に置くときは忽ち發火するが故に此點は又熱の焦點なり、是れ凸レンズを天燭鏡と稱する所以なり。

正焦點F(第一七九圖)より發する光線は、凸レンズを出で、互に並行し、Fより近き點より發したる光線は、屈折したる後も猶發散すと雖も、發散の度は前より小なり、光線若しFより遠き點より發するときは、一點に收斂す。凹レンズは之に反して並行光線を發散して一點Eより來



圖一八一第

りしが如く見へしむること第一八〇圖に示すが如し、故に此點を凹レンズの正焦點と稱す、而して其虚なるは勿論なり。

〇二二〇 共軌焦點 發光點S(第一八一圖)

より凸レンズに送りたる光線は、レンズより射出したる後、一點S'に收斂す、而してS'より發したる光線がSに收斂するは勿論なり、此二點を共軌焦點と云ふ、此の如く一點より發したる光線は其共軌焦點に集るが故に、凹鏡の場合の如く實像を生ずることを得べし。

〇二二三 像の成生 至小なる孔により

て生ずる物體の像は、(第二一五條)可なり鮮明なりと雖も、孔を通過する光線の量少きを以て、大に光明を缺く、孔を大にすれば、光明を増すことを得べしと雖も、従つて鮮明

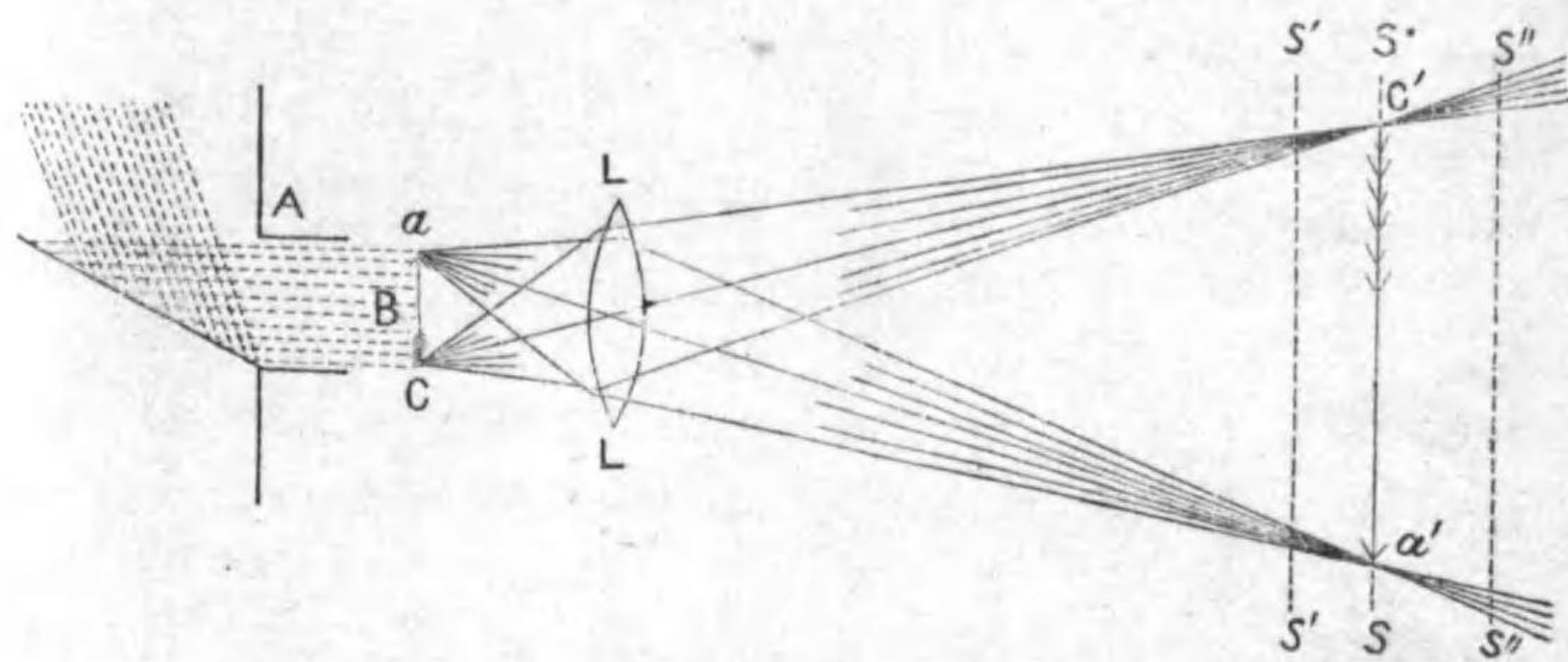


圖 二 八 一 第

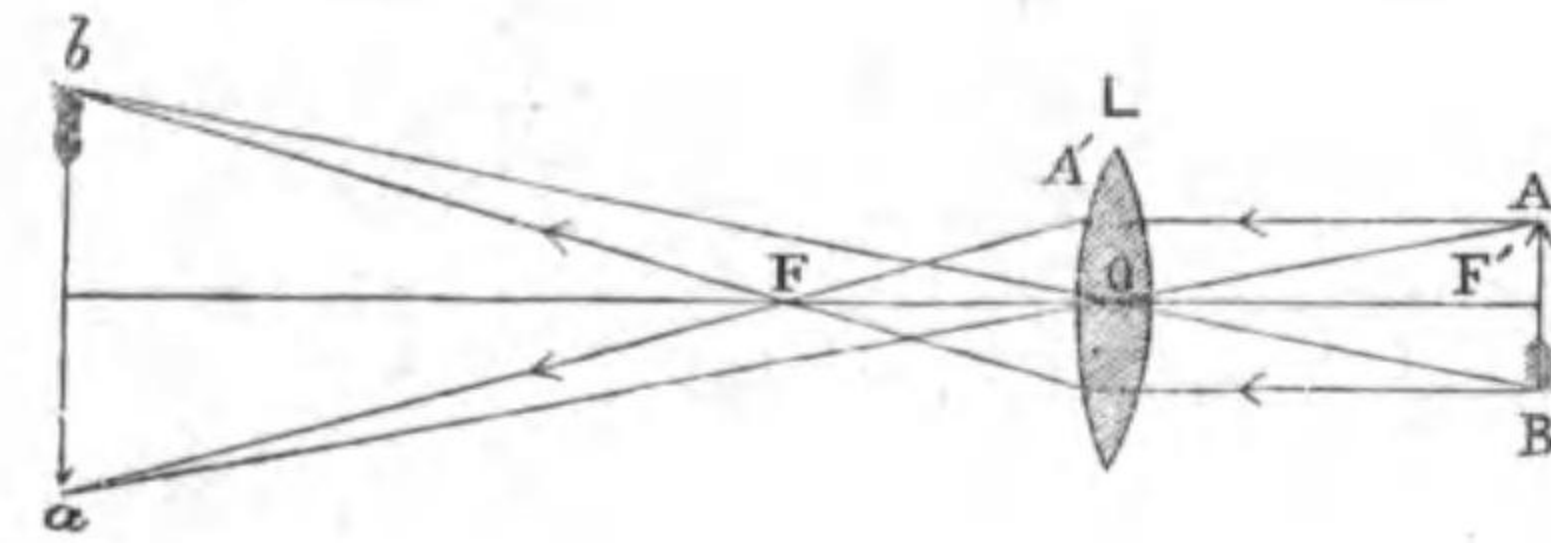
を失ふの弊あり。(何故)。凸レンズは同時に像の鮮明と光明とを與ふるものなり。

試驗一 光取の窓A(第一八二圖)より水平なる光線を暗室に導き、透明なる顔料にて畫きたる畫或はガラス寫眞Bを其道に置き、其後に凸レンズLを置き、更に其後に衝立Sを置くべし。畫は光に照らさるゝが故に、其各點aより發する光線は、レンズに由りて共軌焦點a'に收斂し、cより發する光線も亦一點c'に收斂し、a、cの間にある點より發する光線も亦皆然り、此の如く物體の各點より發する無數の光線の中に就きて、レンズに

達したる部分は、各自適當の一點に收斂するが故に、此收斂所に衝立を置けば鮮明にして且つ光明なる像を生ずべきなり、然れども衝立をS'或はS''に置くときは、像の鮮明ならざると明なり。

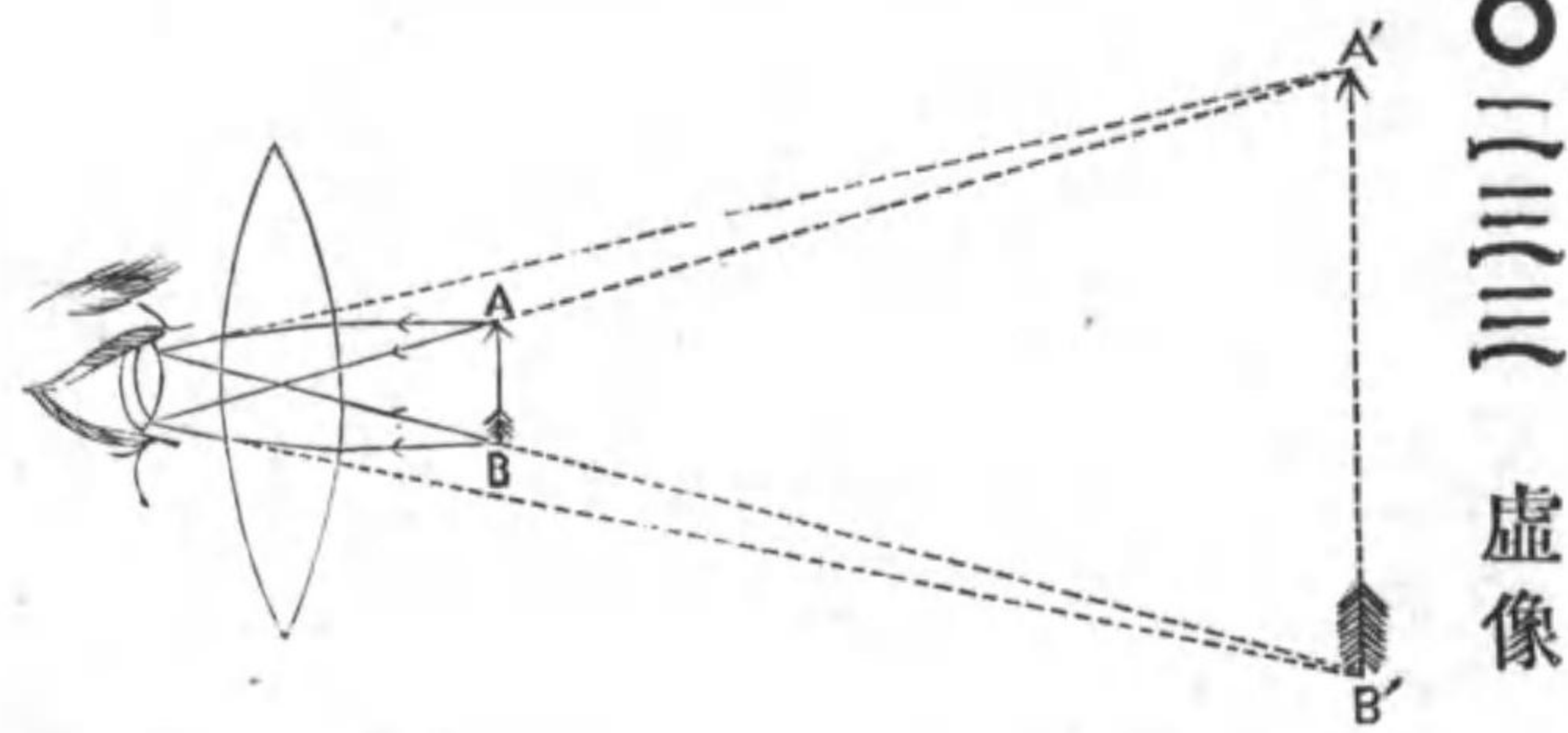
試驗二 ガラス球に水を盛りて暗室の白壁前に置き、少しく前方に燭光を置き、之を前後に動かして、水レンズによりて白壁上に生ずる像をして十分鮮明ならしむべし、次に球を少しく前方に移して前試驗を行へば、壁上の像は前より大なるべし、更にガラスレンズにて此試験を再試すべし。

此の如くレンズと燭光を前後に動かして、實物と像の大きさを等しくするときは、燭光のレンズを距ること焦點距離の二倍なるを知るべし、像若しレンズを距ること焦點距離の二倍より近きときは、實物より小にして、遠きときは大なり、凡て物體の大きさと像の大きさとの比は、レンズの中心より此等の距離に正比例するものなり。



圖三八一第

〇二二三 凸レンズに由りて生ずる像 第一八三圖に於てLをレンズとしF(但し反對の方向より光線來るときはF')を其正焦點とし、A、Bを其前にある物體とすれば、Aより發する隨意二個の光線の相會する所は、其像aの位置を確定すべし、而して容易に其道を知るべき二個の光線は、副軸A O aに沿ふて進むものと正軸A A'に平行するものなり、正軸に平行するものは屈折したる後、正焦點Fを通りて副軸と一點aに相會す、此點はAの共軌焦點にして即ちA點の像の生ずる所なり、B及び其他の諸點より發する光線にも皆此法を應用すべし、此の如くして實にして且つ倒立する像a、bを生ず。



圖四八一第

〇二二三 虚像 正焦點とレンズとの間にある一點より發する光線は、レンズより射出したる後も猶發散するが故に其焦點は虚にして、實物と同方にあらざるべからず、故に正焦點とレンズの間にある物體の像は、虚且つ大にして直立すること第一八四圖に示すが如し、此の理を應用したるレンズを虫眼鏡と云ふ。凹レンズの作用は之を通過する光線を擴散せしむるが故に、A及びB(第一八五圖)より發する光線は、屈折して擴散し、恰もA'及びB'より發し來りしが如き方向を有し、吾人はA'B'に於て像を見るべし、故に凹レンズよりして生じたる像は、虚且つ小にして

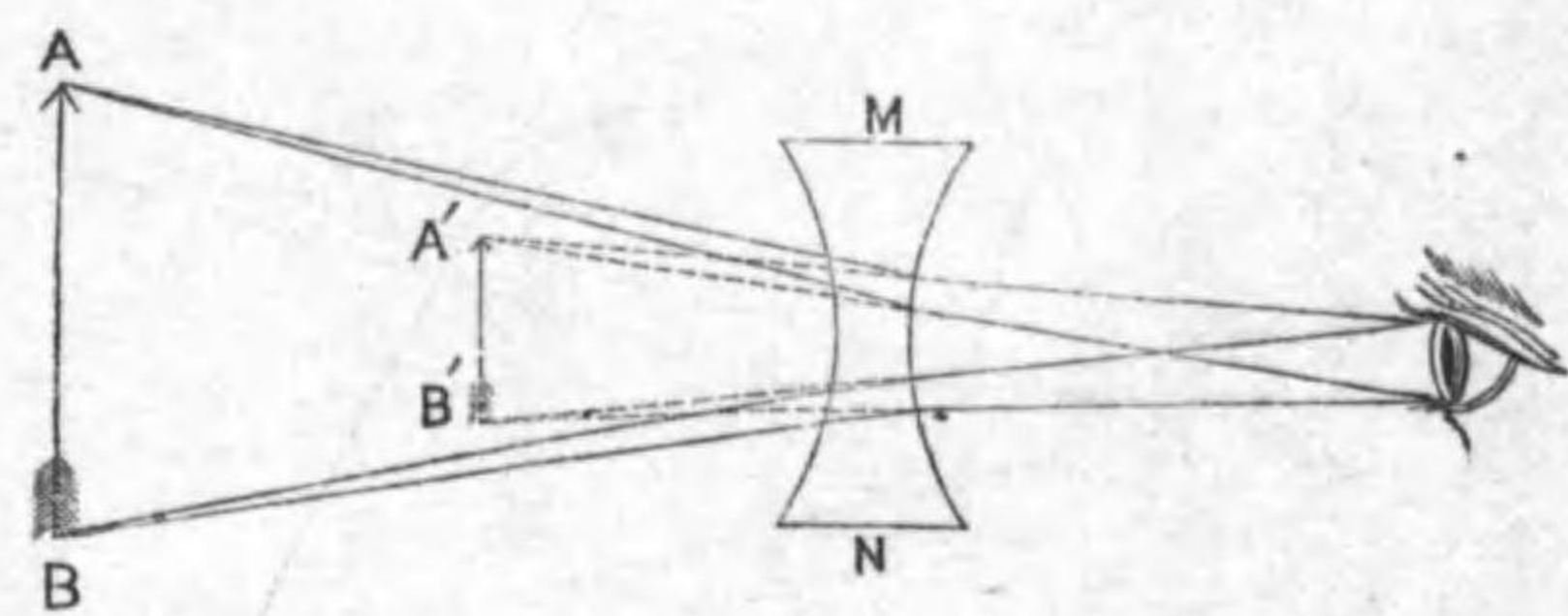


圖 五 八 一 第

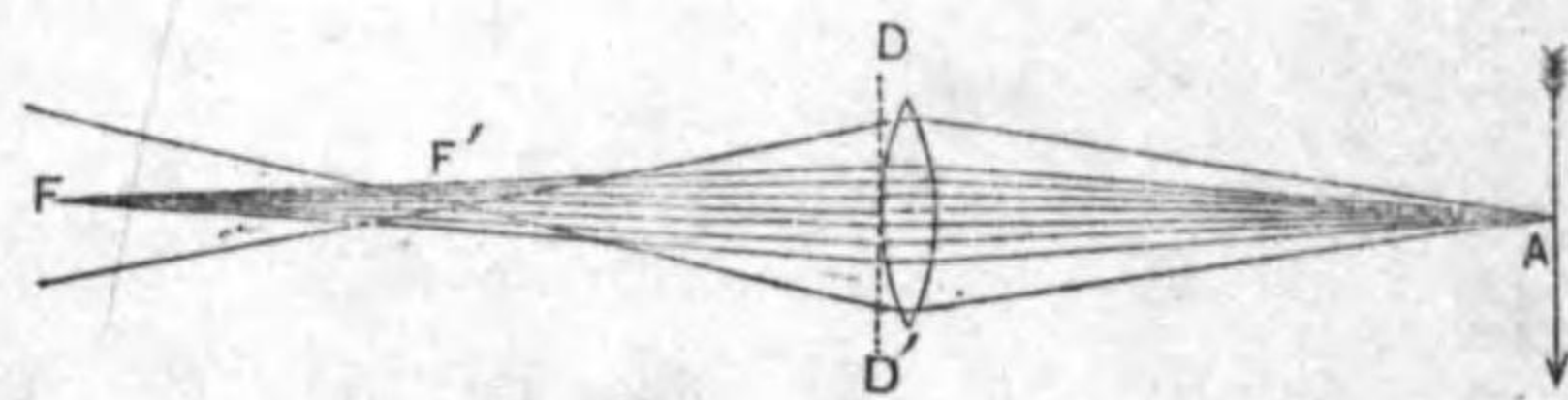


圖 六 八 一 第

直立するものなり。

〇二三四 球状収差 通

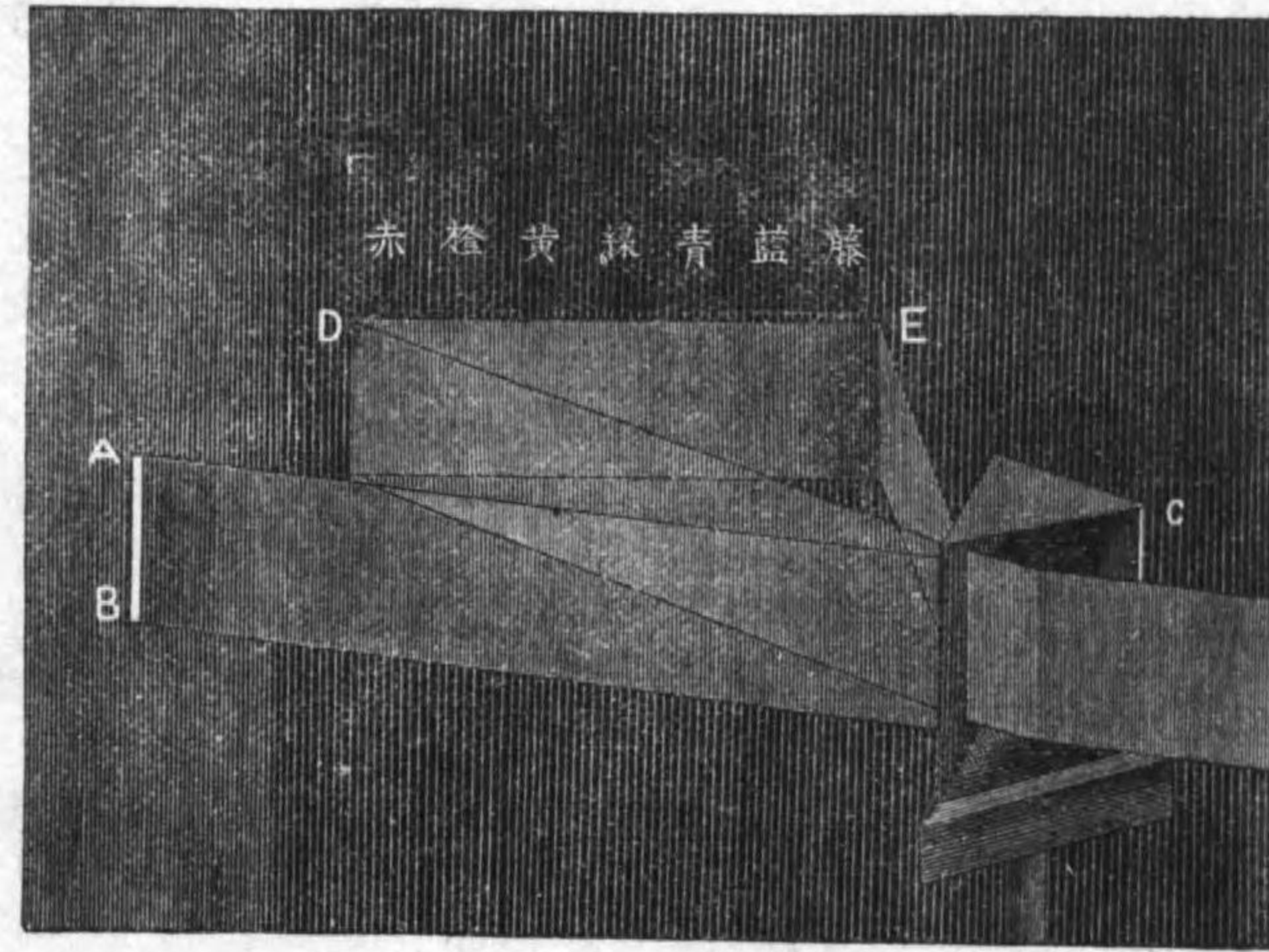
常の凸レンズの面は、皆球状にして、投射光線が投射點に於ける小さき平面となす所の角は、レンズの邊緣に近づくに従ふて急に増加するが故に、物體の一點A(第一八六圖)より發してレンズの中央部を通過する光線は、略一點Fに相會すと雖も、レンズの邊緣に近き部分を通したるものは、Fより近き點F'に於て正軸を切り、従つて像は鮮明ならず、此の如く一點より發したる光線が一焦點に集まらざること、球状収差と云ふ、第一八六圖に示すが如く、中央に細孔を有す

る薄膜DD'を張りて、レンズの縁に近き、光線を遮れば、大に此弊を避くることを得べし。

第五〇節 光の分析 — スペクトラ

〇二三五 白光の分析 試験一 一寸五分平方のガラス板

の一面を錫箔にて覆ひ、其中心に於て長さ九分、幅三厘許の長方形の孔を穿ち、光取の口に此錫箔を置き、光線をして獨り錫箔の長孔を通して暗室に入らしめ、長孔に近く八寸許の焦點距離を有する兩凸レンズを置くときは、光竿は室内を横ぎりて細長形の像ABを白壁上に印すべし、今ガラスプリズムCの軸を鉛直にして光竿を遮るときは、光は其道を變ずるのみならず、プリズムより出でたる後は、扇の如く擴りて壁上に帶狀の像DEを現すべし、且つ此像は前の如く白色ならずして、虹色を呈し、紅より始まり、橙、黃、黃綠、藍、青を経て、藤色に終る。



圖七八一第

を分散と稱し、虹は雨滴によりて日光の分散せられたるものにして、太

故に(一)白色は單純なるものに
 あらずして混合の結果なり、(二)
 白色を組織する色光は屈折に
 よりて之を分離することを得、
 (三)分離の原因は此等の色光が
 各別のフレの角を以て屈折す
 るにあり、紅は最も少く屈折す
 る色にして、其道は最も投射線
 に近く、橙、黄、緑、藍、青、藤は其屈
 折の度に從ふて排列す、此虹色
 の像DEを太陽スペクトラと稱
 す、し、白光を其色光に分離する作用

陽スペクトラの一例なり。

〇二二六 白光の合成

白光の組織は既に分析によりて證明
 せり、猶合成によりて之を燈明することを得るか。分散したる色を混
 合することを得べきか、若得べくんば、此混合によりて生ずるものは果
 して白光なるか。

試験一

二個のプリズムを②の如き位置に置き、第一プリズムを
 通過して屈折分散せられたる光は、第二のプリズムに由りて再び屈
 折せられて混合し、細隙の像を衝立の上に生ずべし。

試験二

プリズムに由りて分散せられたる光を大なる凸レンズ
 に受け、其焦點に衝立を置くときは、白き像を印すべし。

〇二二七 色及び分散の原因

光の色は單に光體より發し
 來る所の波動の一秒間の振動數或は波長に由る、稀疎なる媒介物より
 濃密なる媒介物に入るに當て、短き波は長き波よりも其速度を減ずる

こと大にして、其屈折すること亦大なり、是れ分散の原因なり、エーテルの波長は、紅より藤に至るに従ひて漸く減じ、一秒間に吾人の眼に達するエーテル波動の數に由りて色を生ずること、一秒間に耳に達する空氣波動の數に由りて音の高さを生ずるが如し。物理學者は種々の方法に由りて、諸色の波動の數と其波長とを計算せり、其結果は即ち左の如し、A B等ハフラインホーフェル氏線第二四二條なり。

波長をミリメートル

振動數に一秒

暗紅	A	〇〇〇七六〇	三九五〇〇〇〇〇〇〇〇〇
橙黃	C	〇〇〇六五六	四五八〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇
黃	D	〇〇〇五八九	五一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇
綠	E	〇〇〇五二七	五七〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇
藍	F	〇〇〇四八六	六一八〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇
青	G	〇〇〇四三一	六九七〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

藤 H 〇〇〇三九七 七六〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇
 眼の感覺にも亦耳の如く極限あり、眼に感すべき振動數の極限は茲に掲げたるものを出でず、振動數之より大なるか、或は小なるときは、之を眼に感ずること能はず。

光線より發する波動の數即ち色は、光線分子の振動の速度即ち光線の温度に由るや明なり、之を證せんと欲せば、白金線に電流を通し、徐々に其強さを大にするときは、線の温度は漸く昇り、五四〇度許に於て始めて光を發す、此光をプリズムにて分析するときは、唯紅光のみを生ず、温度之より昇るに従ひ、スペクトラは黃を加へ、次に綠を生じ、遂に青、藤等の光を發し、白熾熱に至れば太陽スペクトラの全色を呈す、故に白光を發するものは種々の長さの波を同時に射出するものなり。

〇二三ハ 連続スペクトラ 白金より生ずるスペクトラは連続したるものにして、帶狀をなす、温度低くしてスペクトラ完全なら

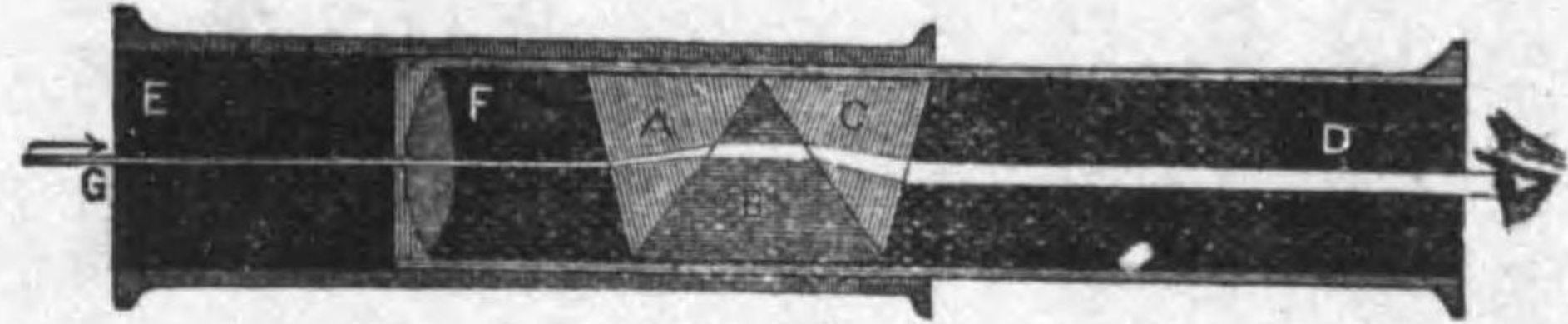


圖 八 八 一 第

ざるときは、紅を以て始まり、スペクトラのある限りは連続するものなり、之を連続スペクトラと稱す、凡て固體及び液體は皆連続スペクトラを生ずものなり。

〇二三九 分光器 懐中分光器と稱する小き

器械は、茲に與ふる試験をなすに十分なるものなり、此器はA B C(第一八八圖)なる三個のプリズムありて、眞鍮管Dに嵌入し、Dは他の管E内にあり、Fは凸レンズにして、Gは其幅を自由にすべき細隙なり、故にDを前後に動かして、平行束線をしてAに投射せしむるを得べし、三個のプリズムは其質と形とを異にし、Aに投射する光線のフレを取り去り、唯之を分散せしむるの装置をなす、故に又之を直視分光器と稱す。

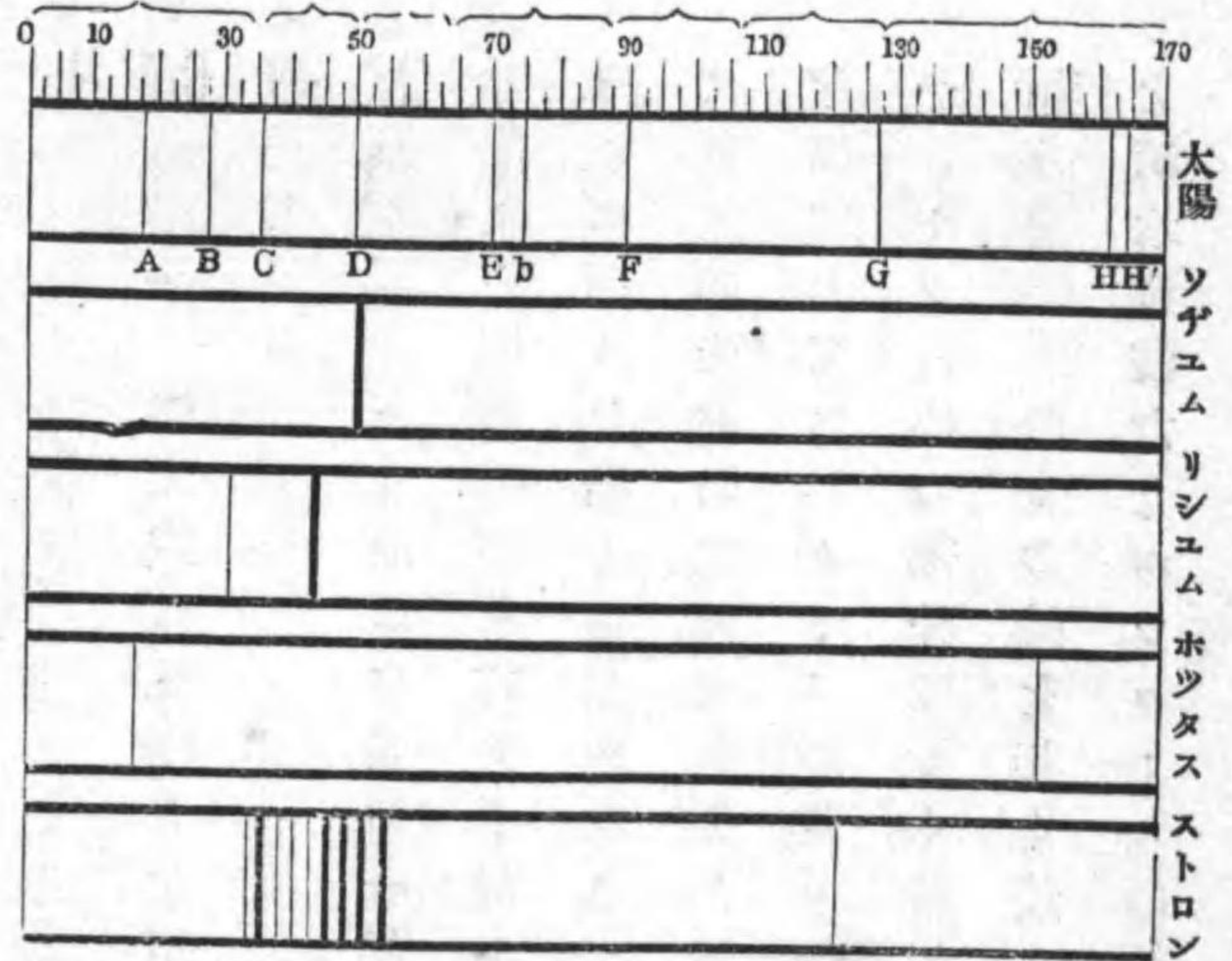
〇二四〇 明線スペクトラ 試験一 細隙を狭くして其

幅を三厘以下となして蒼天を臨めば、一の連続スペクトラを見るべし。

試験二 燭光或は瓦斯光を以て前試験を行ふも亦等しき結果を得べし。

試験三 三寸許の白金の一端を細きガラス管の一端に封し付け他端に三厘許の徑を有する輪を形り、此輪を清水に潤して食鹽の細末中に挿入し、殆んど無色なるブンゼン焰中に熱するとき、焰は直に黄色の光を發す、此光を分光器にて檢するとき、連続スペクトラを得ずしてスペクトラの黄色部に黄色の細線を見るのみにして、スペクトラの他の部分は全く暗黒なり、之を明線スペクトラと云ふ。

試験四 白金の輪を善く焼きて、最早焰に着色せざるに至りて、之を清水に浸たし、ポツタースの細末を附けて前試験を行ふときは、焰



圖九八一第

質は皆異なりたる金屬を含有す、即ち食鹽はソヂウムを含有し、他は各
 ポツタシウム、ストロンシウムを含有す、此等の金屬を焰中に熱すると

は藤色を呈し、其スペクトラ
 は紅色線及び藤色線より成
 る又硝酸ストロンシウムを
 用ふるときは、焰は深紅色を
 呈し、其スペクトラは紅橙黄
 及び青線より成るを見るべ
 し。

試験五 以上の物質の混
 合物を造り、其スペクトラを
 檢すべし。

以上の試験に於て檢したる物

きは蒸發して氣躰となり、以上のスペクトラを生ずるものなり。
 凡て氣躰は發光して明線スペクトラを生ずれ共、二種の氣躰は決して
 同一のスペクトラを生ずることなし。第二試験に於て得たる等しき
 連續スペクトラは、皆燃燒する瓦斯中に浮遊する固態炭素の質點に歸
 因するものなり、故に分光器に由りて、光が發光する固躰より來りしか、
 或は氣躰より來りしかを判決することを得。

OILER 暗線スペクトラ 試験一 分光器の細隙を極

めて狭くし、再び之を蒼天に向はしめ、内管Cを前後に動かして適當
 なる位置に達すれば、太陽スペクトラは、其實連續スペクトラにあら
 ずして、數個の暗線之を縦斷するを見るべし。

試験二 電氣光と分光器の間にアソゼン焰を置き、食鹽にて其焰
 に着色し、此焰を透して電氣を檢すべし。

第二の試験に於ては電氣光のスペクトラの黄色部は食鹽の明線と相

合して、他の部分より特に其光明を増すが如く豫想することを得べし
 と雖も、實際は全く之に反し、食鹽の明線を生ずべき所に於て暗線を見
 る、食鹽に代ふるにポッタシウム、ストロンシウムを以てすれば、何れの
 場合に於ても、此等の明線スペクトラの位置に暗線を生じ、ブンゼン燐
 を取去ば此等の暗線は同時に消滅すべし、故に諸種の物質の蒸氣は、其
 射出する所の光線を吸収すること恰も音叉が其振動數を有する音を
 吸収するが如し、蓋しスペクトラの暗線は、食鹽の焰より十分に光を受
 くと雖も、電氣光によりて照らされたる部分に比すれば、其光輝弱くし
 て暗きを覺ゆるものなり、固體及び液體を通過したる光も亦暗線スペ
 クトラを生ず、此等のスペクトラは一定の波長を有する光線を吸収す
 ることを得る所の物質中を通過するときのみを生ずるが故に之を吸
 收スペクトラと稱す、故にスペクトラに三種あり。

- (一)連続スペクトラ 發光する固體及び液體或は大なる壓力を受け

たる氣躰より生ず。

- (二)明線スペクトラ 發光する氣躰より生ず。

- (三)吸収スペクトラ 一定の媒介物を通過して變ぜられたる光より生ず。

〇ILBIL スペクトラ分析 精密なる分光器に於ては、多數の

プリズムありてスペクトラの鮮明を増し、又スペクトラに近く尺度ありて線の位置及び其相互の距離を望遠鏡によりて精密に測ることを得、フラオンホーフェル氏始めて太陽スペクトラの暗線の主なるもの、位置を測り、之を圖に製し、A、B、C等の文字を以て之を區別せり、之をフラオンホーフェル氏線と云ふ、從來の試験の結果に據れば二個の物質は決して同一の線の行列を生ずることなきが故に、一度び一物質のスペクトラを検し、之を製圖し置くときは、地球上の物質或は天躰より發したる所の光を検して、其發光躰中に該物質の存否を判定することを得

べし、之に加ふるに此分析法は物質の多量を要せず、ソヂユムの如きは一匁の五百億分の一にても容易に之を發見することを得、以て此分析法の精確なるを知るべし、故に吾人の知る所の物質は悉皆其スペクトラを製圖し置き、一物質のスペクトラを検するに當りて圖中に掲げざる線を發見するときは、新物質の存在するを知るべし、リシウム、ルビヂウム、サリウム及びインヂウム等の原素は皆此方法に據りて發見せられたり。

〇IIIIII 天體化學及び物理學 鐵スペクトラの圖は四百

六十の明線を有せり、而して太陽スペクトラ中には此多數の明線に符合する暗線あり。猶太陽中に鐵の存在することを疑ふべきか。太陽の吸収スペクトラを検して、吾人は其中にソヂユム、リシウム、銅、亞鉛、マグネシウム、水素及び其他の物質を含有することを信ずることを得るのみならず、吸収スペクトラの生ずる方法より考ふるに、太陽は發光す

る固體か、液體か、或は非常に熱く、非常に濃密なる氣體を以て中心とし、上に掲げたる物質より成る所の氣體は之を圍繞し、其温度は少しく中心より低きものなるべし、月及び他の遊星は皆太陽の光を反射するものにして其スペクトラは太陽スペクトラに等しく、之に反して恒星は各自固有のスペクトラを顯すものなり。

〇IIIIII 熱スペクトラ及び化學的スペクトラ 善

き寒暖計を取りてスペクトラの諸點に置くときは、此等の諸點の温度は相等しからずして、藤端より紅端に至るに従ひ漸く高きを知るべし、然れども此熱は紅端に於て終ることなきのみならず、フリントガラスのプリズムを用ふるときは、最高温度は紅端の外にあり、又鹽化銀の溶液に浸したる紙片は、暗室に於ては少しも變化なしと雖も、之を光に觸れしむれば直に黒變す、之を太陽スペクトラに曝露するときも亦黒變すと雖も、其度はスペクトラの部分によりて一様ならずして、紅端に於

て最も弱く、藤端に近づくに従つて漸く強く、G(第一八九圖)に於て最も強く、之より漸く衰へて遠く藤端の外に終る。故に太陽スペクトラは唯見るべきスペクトラに止まらずして其兩端を越ゆるものなり、紅端を越へたる線を紅外線と云ひ、藤端を越へたる線を藤外線と云ふ、而して紅外線は有色光線より長き振動週期を有し、藤外線は有色光線より短き振動週期を有す。

〇二四五 輻射は唯一種あるのみ 輻射エネルギーは光學的、熱學的、化學的の三種の効果を生ずるが故に、輻射にも亦此三種あるが如く見ゆれども其實は決して然らず、視覚に感ずる輻射は又熱を生じ、化學作用を起すものにして、紅外線と藤外線が有色光線のごとく眼に感ぜざるは、其性質の異なるが爲めにあらず、週期の長きに過ぎ、或は短きに過ぐる空氣波動は、音として吾人の耳に感ぜざるが如く、週期の長きに過ぎ、或ひは短きに過ぐるエーテル波動は、有色光として眼に感

ずること能はず、週期の長きものは短きものよりも熱作用を起すこと強く、短きものは長きものより化學的作用を起すこと強く、眼に感じて有色光となるものは其間に位するものなり。

〇二四六 透熱及び不透熱 物體に投射したる輻射は如何に成行くやは大に物體の性質に關す、若し其分子がエーテルの運動を讓り受くることを得るものなれば物體は、之が爲めに熱せらるべし、之を該物體がエーテルの波を吸收せりと云ふ、即ちエーテルの波動は分子運動即ち熱に變ぜしなり、第二〇七條に掲げたる燻べたるガラスの試験は、善く之を例するものなり、之に反して燻べざる部分は、エーテルの波をして自由に通過せしめて、之を熱に變ぜしむること甚だ少し、ガラス窓を透して室内に射入する輻射は、善く室内の物體を熱するも、ガラスは猶冷なるは、之が爲なり、故に物體が吸收したる輻射は物體を熱し、物體を通過したる輻射は物體の温度を變ぜしむることなし、輻射熱を

自由に通過せしむる物體を透熱體と云ひ、之を善く吸収する物體を不透熱體と云ふ。固體中にて最も透熱なるものは山鹽にして、最も不透熱なるものは烟煤なり。液體中にて二硫化炭素は凡ての輻射を吸収せざるものなり、水は短き波を通過せしむれども、長き波を吸収す。故に不透熱體なり。

乾きたる空氣は完全なる透熱體なり、故に太陽より地球に達する熱線は二〇里乃至八〇里の空氣層を通過するも、空氣の爲には吸収せらるゝことなく、其中に含有する多量の水蒸氣は、水と同じく、長き波には割合に不透なるが故に、地面に達する輻射は、水蒸氣の爲に其性質を變ずるものなり。蓋し太陽より發し來る輻射エネルギーの長き波をなすものは、多くは太氣中の水蒸氣の爲に吸収せられ、従つて空氣を熱し、吸収せられざる部分は、地球に投射して之を熱す、而して地球は輻射し或は空氣に傳導して其熱を失ふ、然れども輻射の形は大に前に異なり、太陽

より地球に達したる輻射は概ね短き波なりしと雖も、地球より發するものは低温度の物體より發する輻射即ち長き波のみにして、多くは水蒸氣の爲に吸収せられて其温度を増す、大氣中に水蒸氣無かりせば、地球は輻射によりて急に其熱を失ひ、非常の寒冷は地上の動植物界を滅すべし。

〇二四七 物體は皆熱を輻射す 高温度の物體は常に輻射によりて多く其熱を失ふものなり、然れども氷の如き低温度の物體も亦高温度の物體中にありて多少輻射をなすものなり、蓋し低温度の物體の分子と雖も、亦多少の運動を有し、其周圍のエーテルに運動を與へ、従て多少其熱を失はざるを得ず。

〇二四八 交換説 二個の物體A、Bありて、AはBより其温度高しとすれば、輻射はAよりBに起るのみならず、又BよりAに起るものなり、然れどもAの温度高きが故にAよりBに達する熱はBよりAに

達する熱より多量にして、Aの温度は漸く減じ、Bの温度は漸く増し、AとBとが同温度に至りて始めて止む、此場合に於てもA、Bは共に其輻射作用を止むるにあらざ、唯AよりBに送る熱はBより受くる熱と相等しきが故に、A、Bは釣合の有様にあるのみ、之を熱の交換説と云ふ。

〇二四九 善く吸収するものは善く輻射す 試験

同大の錫箱二個を取り、一個の外面を磨き輝かしめ、一個の外面は蠟燭の煤にて燻べ、各箱に寒暖計を挿入するに足るべき小孔を穿ち、各箱に熱湯を盛りて、寒暖計を挿入するときは、寒暖計は同温度を指すべし、然れども之を冷室に移し、半時間の後之を檢すれば、烟煤を塗りたる箱の水は他の水より冷なること數度なるを見るべし、次に各箱に冷水を盛りて日光に曝露するときは、烟煤を塗りたる箱の寒暖計の昇ること他の寒暖計より速かなるを見るべし。

物體の吸収する能は物質によりて等しからず、善く吸収するものは善

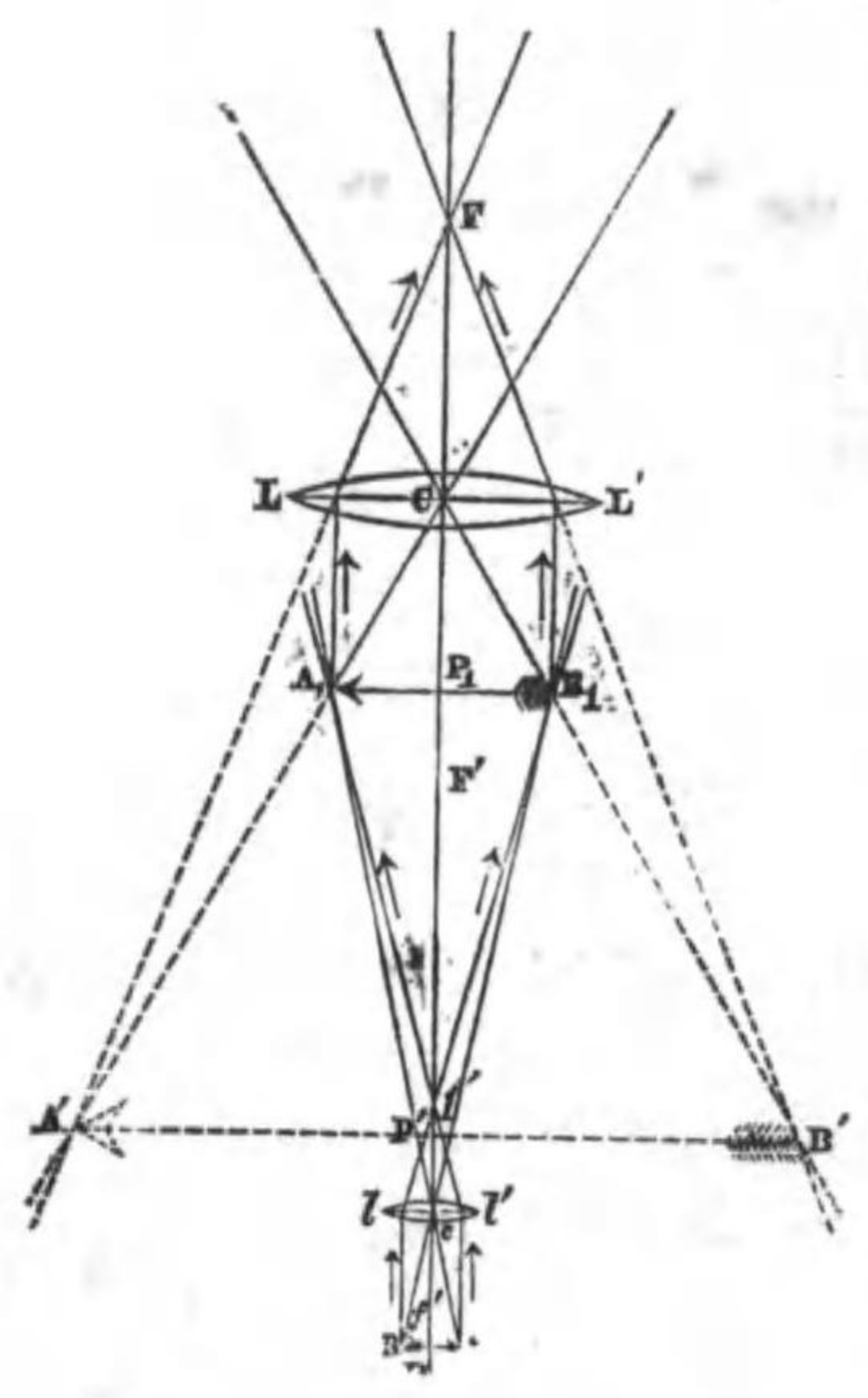
く輻射するものにして、善く吸収せざるものは善く輻射せざるものなり、而して吸収、輻射は亦大に表面の状態に關す、磨き輝かしたる面は善く吸収、輻射せずして、黒く光澤なき面は、善く熱を吸収し、又善く輻射するものなり。

〇二五〇 露

物體が熱を輻射する能は物質によりて等しからざるは、必ずしも特別なる試験を要せず、夏間靜なる清夜は常に之を證する現象を呈す、夏日地上の物體が受くる熱は、其放散する熱より大なり、れども、太陽没すれば反對の結果を生じ、各物體は其熱を放散して其温度を低ふし、之に觸るゝ所の空氣は寒冷となり、其水蒸氣の一部は凝結して水滴となり、其の表面に聚る、然れども此等の水滴は草木に多くして土石に少し、是れ草木の輻射する能が土石より大なるによるものなり。

第五一節 光學機械

〇二五一 合成顯微鏡 最も簡單なる顯微鏡則ち虫目鏡の事は既に之を論ぜり、大に像を擴げんと欲せば合成顯微鏡を用ひざるべからず、合成顯微鏡は主に二個の凸レンズより成る、一を筒先レンズと稱し、短き焦點距離を有し、觀んと欲する物體を其焦點距離の外甚だ近き所に置き、以てレンズ



第一九〇圖

の他側頗る遠き所に巨大なる實像を生ずるものなり、他のレンズをオクルと稱し、更に此像を廓大するに用ゆ。第一九〇圖に於てA、Bは物

したる實像にして、L、L'はオクルを示し、F及びF'は其正焦點を示し、A'、B'は觀者が見る所の虚像にして、第二三三條の作法に依りて見出たるものなり、而して第一九一圖は合成顯微鏡の實際の装置を示すものなり。



第一九一圖 第一九一圖は合成顯微鏡の實際の装置を示すものなり、而して第一九一圖は合成顯微鏡の實際の装置を示すものなり。

〇二五二 星學用望遠鏡

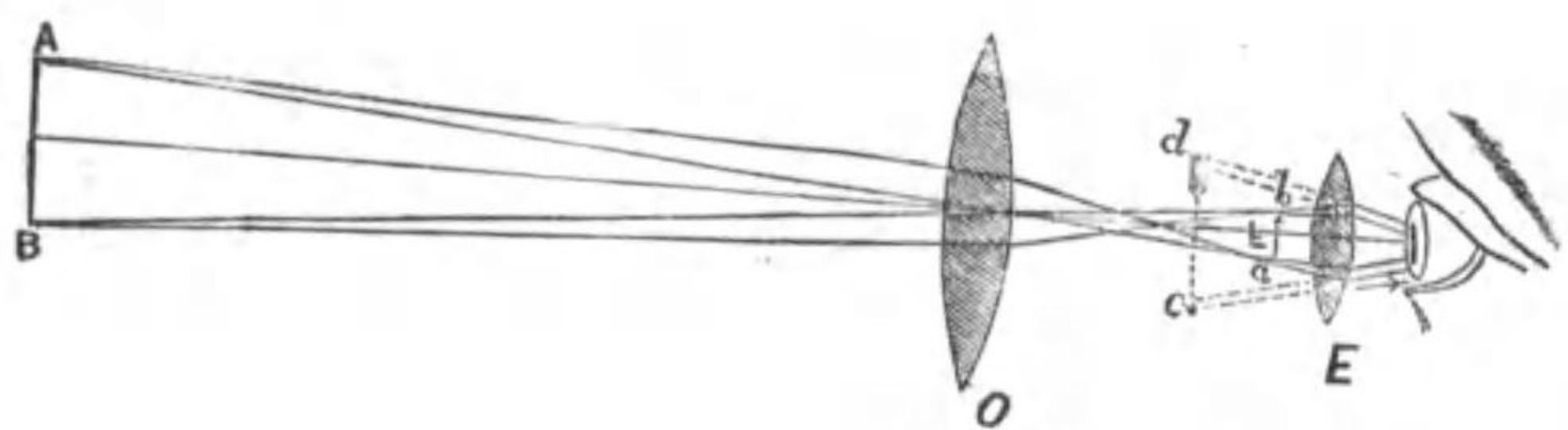


圖 二 九 一 第

星學用望遠鏡も亦合成顯微鏡の如く二個のレンズより成り、筒先レンズO(第一九二圖)はA Bの小さき實像a bを生じ、オクナルEは此像を廓大して、c dの大きに見へしむ。筒先レンズは、可及的大にして遠方より來る光線を可及的多く集めて、像の光明を増さしむべし。

最良なる望遠鏡の能は頗る大にして、クラーク氏の製造せしもの、如きは百里外にある一寸五分徑の球を明かに見ることを得べしと云ふ。
〇二五三 暗箱 寫眞に用ふる暗箱は、内部を黒く塗りたる箱にして、第一九三圖は

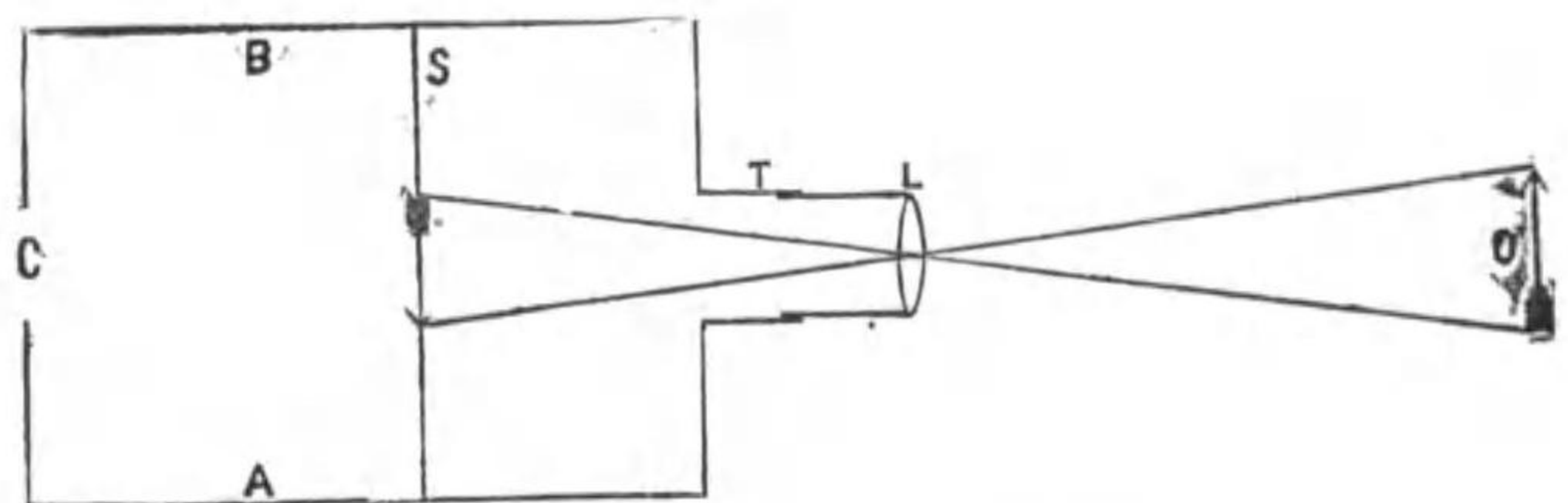
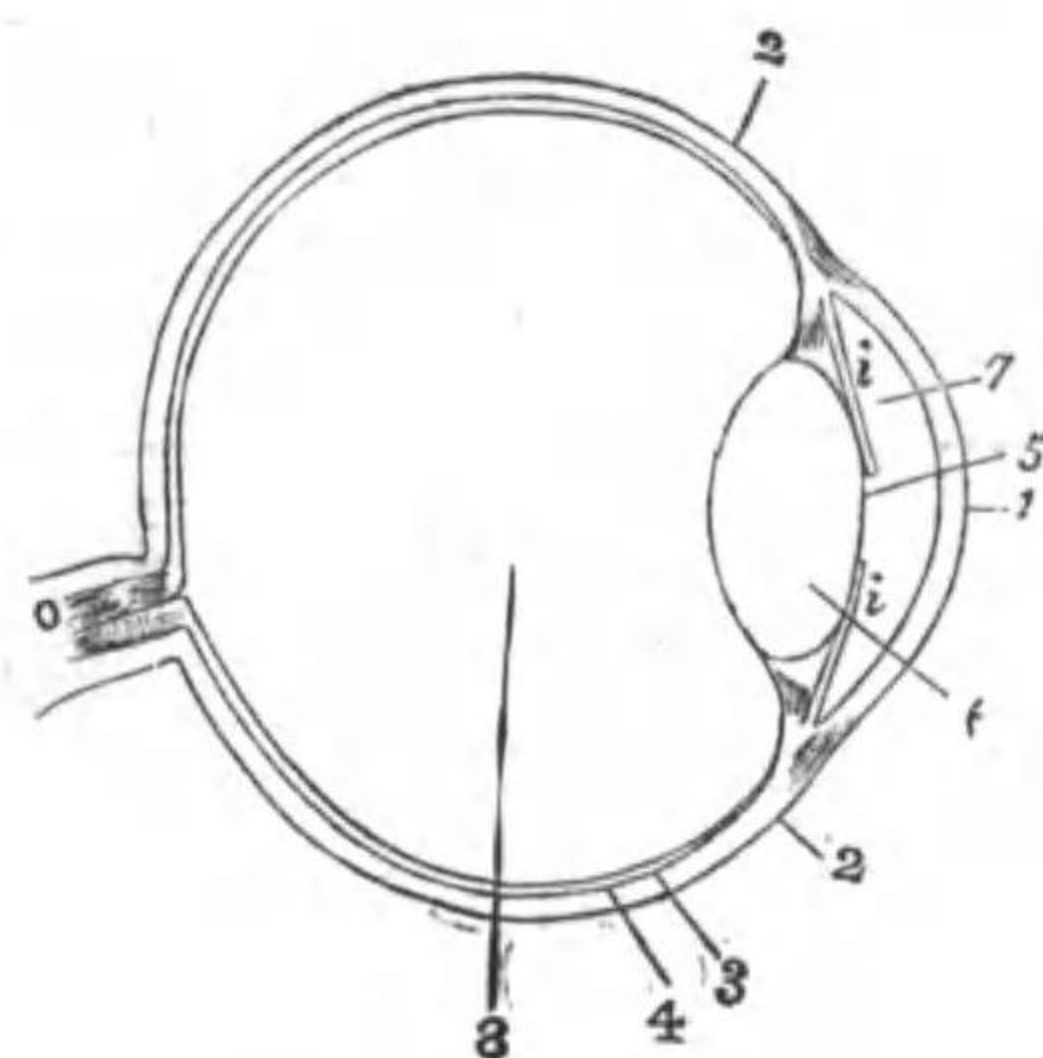


圖 三 九 一 第

其縦截面を示したるものなり、艶消ガラスSは衝立にして、箱を中分し、前後に運動すべき筒先TにはレンズLあり、物躰Dを其前方に置き、レンズを動かして衝立との距離を適當にすれば鮮明なる實像はSに影して、Cより之を見ることを得べし、今藥を塗りたるガラスを以てSに代ふれば、光線的作用によりて物躰の像を此ガラスに留むべし。

〇二五四 眼 第一九四圖は眼の横截面

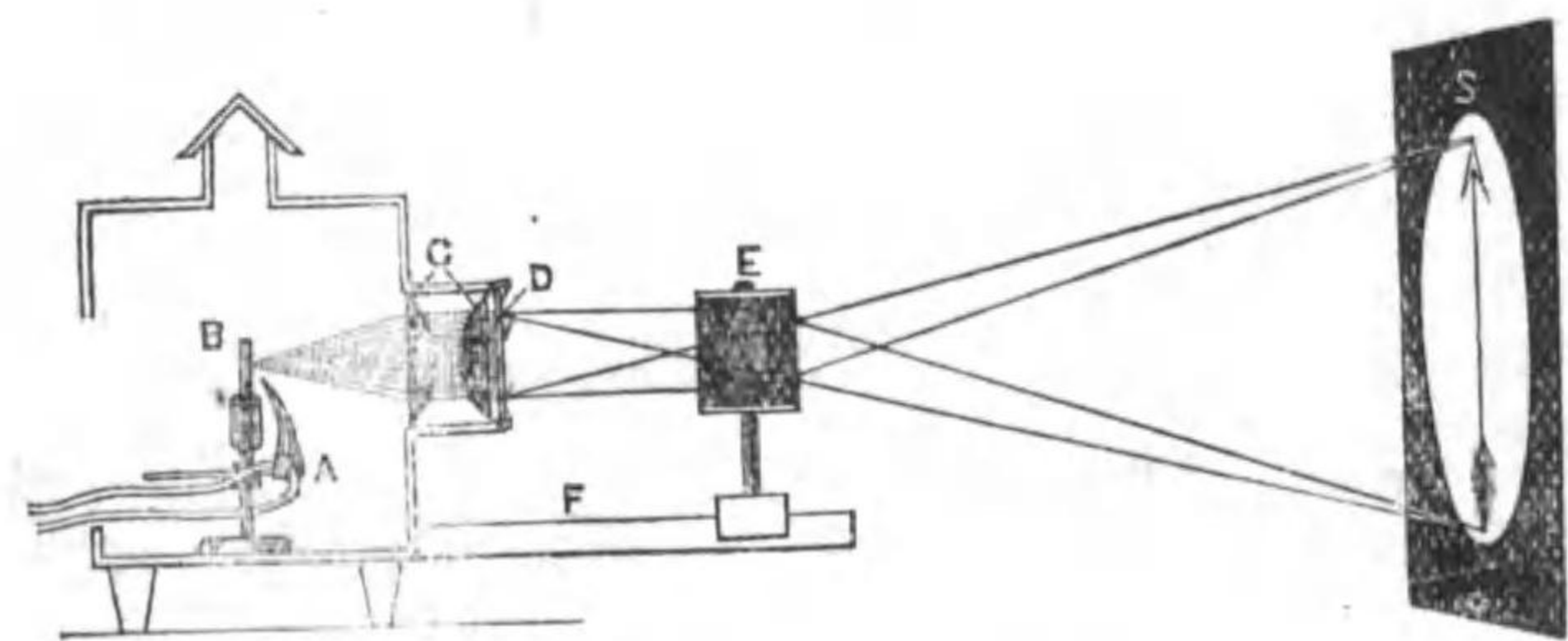
を示し、時計の蓋がガラスの如く眼の前面を被ふ所の透明躰(1)を角膜と云ふ、角膜の續きにして眼の外壁を成す硬き膜(2)を硬膜と云ふ、硬膜の内面には緻密なる膜(3)ありて之を被ふ、之を脈



第一九四圖

絡膜と云ふ、此膜の表面には黒色の顔料ありて内部の反射を豫防す、脈絡膜の内面には視神経の分散して生じたる網膜(4)あり、脈絡膜の前面を虹彩と云ふ、虹彩の中心に圓孔(5)あり、瞳孔と云ふ、瞳孔は伸縮して眼に入込む光線の量を加減するものなり、虹彩の後に柔軟なる弾性の透明体(6)あり、之を水晶体と云ふ、此レンズは眼を二分し、前室(7)には水液と稱する稀薄なる液ありて、後室には硝子様液と稱する濃厚液あり。

眼は網膜を以て衝立としたる暗箱に外ならず、外部にある物体の像は水晶体に由り(二)液の屈折能之を助く、て此衝立の上に映じ、視神経の作用によりて脳髓に感ず、屠りたる許の牛の眼球後部の外膜を剝取りて少しく透明に



第一九五圖

むる爲めに廣く用ふるものなり、通常用ふる所の光は石灰光なり、勿論

し、之を眼前に持來れば、近傍の景色は此膜に映ずるを見るべし、普通の暗箱に於て鮮明なる像を得んと欲せば、物体の距離に従ひ、レンズと衝立の距離を伸縮して適當なる位置を擇まざるべからず、眼に於ては、水晶体の曲率を變して此加減を成す、數里外の物体を見、或は數寸の距離にある物体を見るも、水晶体の加減によりて常に鮮明なる像を網膜上に生ずるものなり。

〇二五五 幻燈

此機械はガラスに畫きたる小さき透し畫を擴大して衝立に寫し、多人數をして同時に之を見ることを得せし

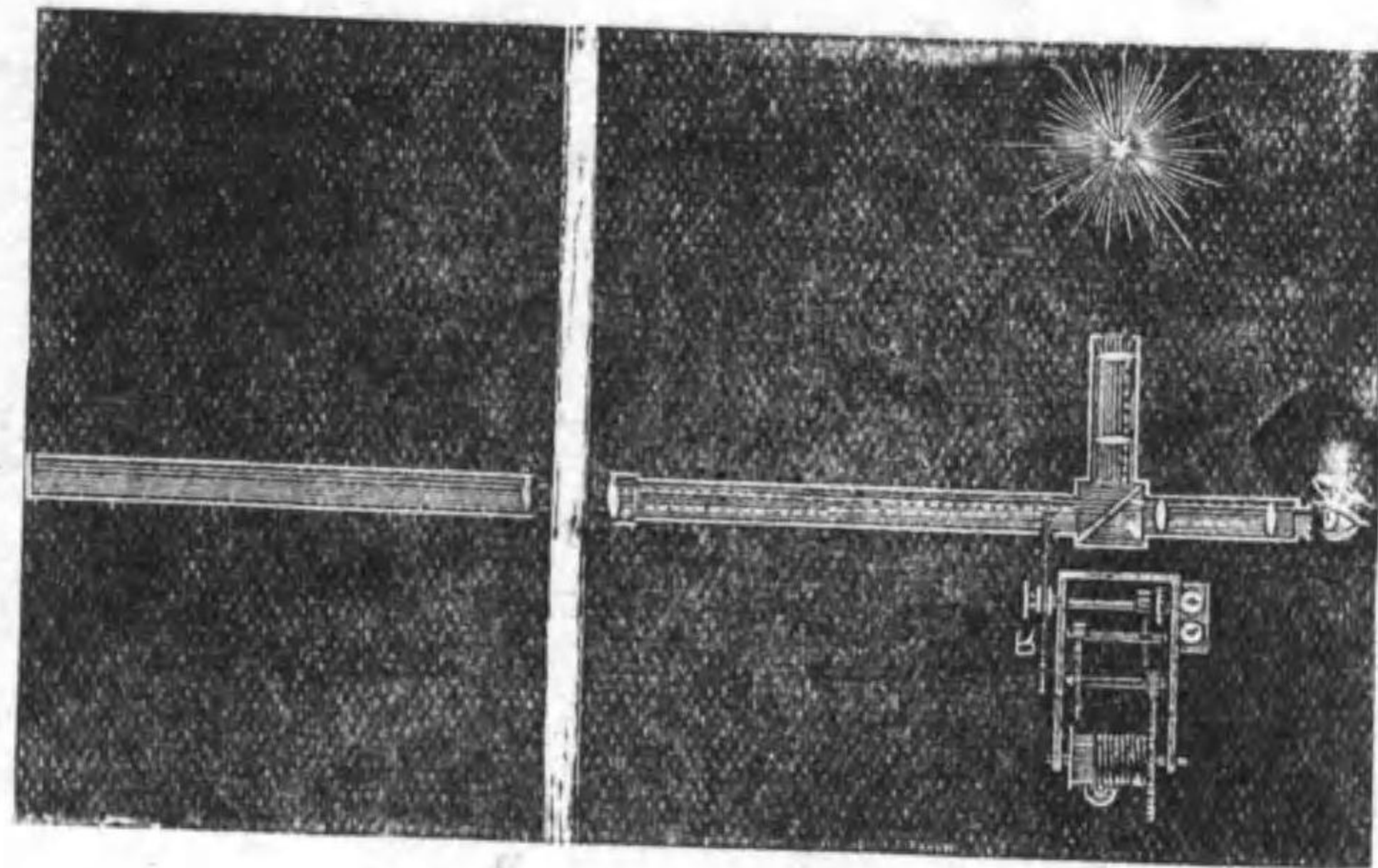
電氣光なれば更に妙なりとす、酸水素吹管A(第一九五圖)の焰を石灰Bに吹掛くれば、石灰は白熾して強き光を發す、此石灰光は凸レンズC(通常は平凸レンズなり)に由りて繪ガラスD面に收斂して強く之を照らし、其前面にも亦凸レンズEありて大なる實像を衝立Sに倒映す、EはF棒の上に進退して像の鮮明を得せしむ。

第五二節 光の速度

〇二五六 フヒツオー氏の方法 近年に至り天躰の距離を用ひずして光の速度を測定する二種の方法行はる、フヒツオー氏の方法は其一にして、迅速に廻轉する齒車あり、齒は皆方形にして、其廻轉するに際し、強力の光源より遠距離にある反射鏡に投射する光を遮り、又鏡より反射し來る光が此車に達したるとき、其齒に遇へば、之れが爲めに妨遏せられ、之に反して反射光若し兩齒の間に出づれば、無事に通過

して觀者の眼に達すべし、若し光が車と鏡との間を往復する間に、車の廻轉したる距離が一の齒と一の空所(齒と齒との間)或は其倍数なれば、鏡より反射し來る光は觀者の眼に達することを得べし、近來コルニユ¹氏は、此法に依り車と鏡との距離を二三キロメートルとし、車の廻轉速度を種々に變して、終に光が此距離を往復する間に二一の齒と空所とが廻轉し去ることを確めたり。

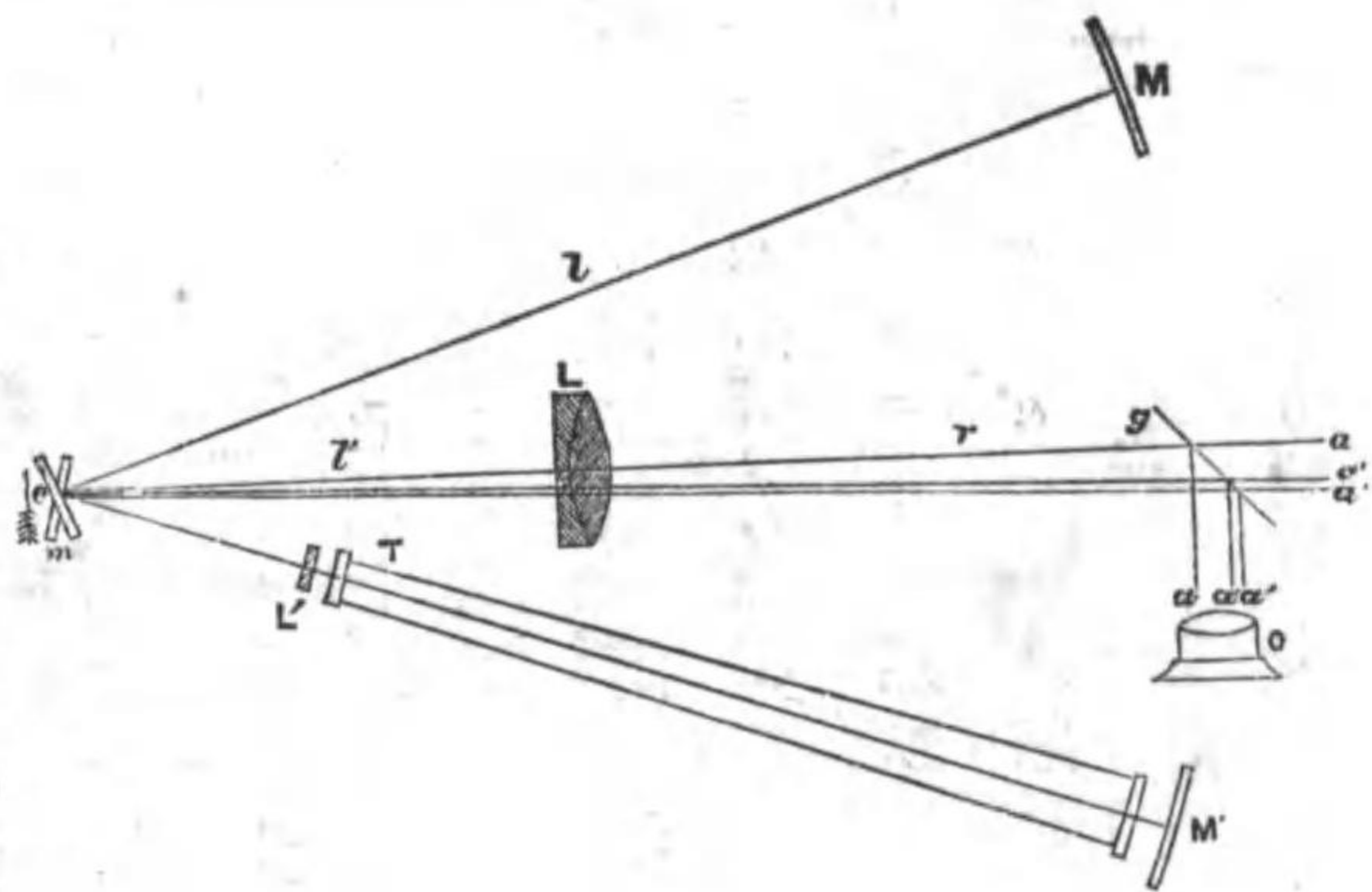
第一九六圖はフヒツオー氏の用ひたる装置の概略を示すものにして、Rは齒車、Mは齒車の平面に四五度の傾きをなして固着せるガラス板なり、而して電氣燈より來る光は、二個のレンズを有せる側管を通過し、ガラス板の爲めに反射せられて齒車の面内に燈の像を生ず、故に此像の位置は齒車の廻轉に依て交互に齒と空所とに合す、而して此位置は恰も大なる凸レンズ(望遠鏡の筒先レンズ)の正焦點に在るが故に、光線は平行線をなして此レンズを射出し、遠距離を進行したる後、再び大な



圖六九一第

の不完全なると傳達の不完全なるが爲めに消滅するものなり。

る凸レンズを透過して、第二の像を其正焦點に生ず、茲には像と正しく合する所の平面鏡ありて光を反射し之をして來りし路を歸らしむ、此際若し齒にて遮きられざれば、光線はMなるガラス板を通過し、次に望遠鏡のオクラルを通過して觀者の眼中に入る。此實驗に於て上に掲げたる進路を往復する光は、光源より發したる光の一部なりと知るべし、其部分は一のレンズより遠距離を通過して他のレンズに移る間に失踪し、又一部分は反射



圖七九一第

だ正焦點に達せざる前に、mなる平面鏡の上に投射す、此平面鏡はCに於て、紙面に垂直なる線を軸として回轉するが故に其反射線は時としてMなる凹面鏡に至る、而してMの曲率の中心はCに在り、故にMより

〇二五七 フーコー氏の實驗

フーコー氏は他の方法を發明し巧みに之を實行し、其後マイケルソン氏之を改良したり。赫ける太陽の光線は室外に在る鏡の反射に依てa(第一九八圖)なる小さき四角孔より室内に入り、此小孔には其中央に横はる白金の細線ありて標の用をなす、今室内に入り來りたる光線は、Lなるレンズに依て收斂せられ、其未

反射せられたる光線は再びCに投射し、レンズを通過して入り来りし小孔に至るべし、且又二鏡M、mの距離は、白金線の實像を恰もMに生ずるに適するを以て、m若し、二回の投射間に其位置を變せざれば、其輓焦點の性質により第二の實像はaに生じ、正しく實物と合すべし、然れどもmは甚だ速かに廻轉するが故に、光がCM間を往復する間に、mは少しく其位置を變じ、第一の投射角と第二の投射角とは相等しからず、従て第二の像はaに生ぜずして、其近傍即ちa'に現はるべし、然るに孔の前に當り四五度の傾きをなしたるガラス板ありて、孔に歸り來る光を反射し、mが静止すると廻轉するにより、a或はa'に像を生ず、此像はoなるオクラルの焦點に在るが故に、觀者はオクラルを通して之を見、精密にaとa'との距離を測り得べし、此距離は、鏡の廻轉より生じたる像の變位なるが故に、光がMm間を往復する間にmが廻轉したる角度を、此距離より算出することを得、而してmの回轉の速さは已定なるが

故に、此角度より光がMm間を往復するに要したる時間を算定することを得べく、此時間に光は已定の距離を通過せしが故に、光の速度は容易に測定せらるべし。

圖に於てa'は前者と同時中に水を盛りたる管中を往復したる光線に依て生ぜられたる變位の像なり、M'は第二の凹面鏡にして、Oを距ることMに等し、而してa'の變位は、a'の變位より大なるを見る、故に光がOM'間を往復するには、OM間を往復するよりも長き時間を要すること明なり、此實驗に依りて、空氣中に於ける光の速度は水中に於ける光の速度より大なること始めて證せられ、次に此二つの速度の比を精算せしに殆んど $\frac{3}{4}$ を得たり、是れ即ち光の波動説と一致する事實にして、一の物質より他の物質へ移入する光の屈折率は、第一の物質中に於ける光の速度と第二物質中に於ける光の速度との比に等しとは、波動説の明言する所なり。マイケルソン氏が上の方法に依りて測定したる

空氣中に於ける光の速度は、一秒間に二億九千九百七十萬メートルにして、
コルニユー氏の測定に依れば三億三〇萬メートルなり、故に空氣中に
於ける光の速度は、一秒間に三億メートル即ち 3×10^{10} センチメートル
に概當すべく、之を本邦の里數に直せば殆んど七萬六〇〇〇里なり。

訂増 新編中物理學終

いろは索引

排氣器	反射の則	露點	陰板	位置のエネルギー	引力	いろは索引
八四	四八	三三	一四九	五四	一一	
パラマグネチック物躰	バッテリー	露	陰電氣	一絃琴	陰極	
一八四	一四八	三五八	二〇九	二七四	一四九	

(九六三)

引 索 は ろ い

動物熱

ドーヴの法則

トリセリの真空

等速運動

平行束線

膨脹率

ポイルの則

膨脹性

方向線

と

へ

九三

七三

六九

二七

二九九

一〇四

八七

八二

三七

同感振動

等傾角の線

等方位角

常量(熱の)

北光管

放電

方位角

飽和

二六三

一八三

一八三

一三五

二二七

二二二

一八二

一一一

引 索 は ろ い

(八六三)

日本秤

倍音

反射

媒介物

波長

波線

發音機

白熱燈

放ち棒

發電機

ほ

に

三五

二七六

二五三

二四九

二四三

二四二

二三六

二三三

二三三

二二五

波長の表

發散レンズ

反射角

發光點

半透明

波動説

發聲器

發音板

三三八

三二六

三〇〇

三〇〇

三〇〇

二九〇

二八六

二八四

三〇六、三一九

(一七三)

引 索 は ろ い

音の速度の表
音の傳播
横振動
オームの則
オーム
温度の定義
を
ルームコルフの感應コイル
る

二五三
二四九
二四一
一六九
一六七
九四

音の速度
音波の干涉
音の速度
音の波長
音の屈折
音の反射

二六六
二六一
二六〇
二六〇
二五六
二五三

良導躰

九七
リレイ

三三七

(〇七三)

引 索 は ろ い

輪道
ち
り
カ
重力
重量
力の組合
力の分解
重心
透明
投射角

一四八
三〇〇
三〇六三九
透熱躰
藤外線
張力
チラカリ
重力バッテリー
ヂアマグネチック物躰
チラカリたる光
直視分光器

一七四
三五四
三五〇
五八
九五
一五六
一八四
三〇七
三四〇

(三七三)

引 索 は ろ い

レンズ

膨脹

對流

惰性

彈性

陽極

れ

た

よ

三三五

レンズの正軸、中心、

三三六

一〇五

太陽スペクトラ

三三六

九九

第一線、第二線、第一電流、第二電流

一九四

二七

ダニエルの濕度計

一一一

二二

一四九

陽電氣

二〇九

引 索 は ろ い

(二七三)

寒劑

カロリ

寒暖計

滑車

加速運動

假説

渡し

音色

音叉

か

わ

一二七

一三三

一〇六

五一

二七三九

七

一六三

二七八

二五六

樂音

干涉

感應コイル

感應

オクラル

凹鏡

二六六

二四三、二六一

一九五

一七三

三五四

三〇九

(五七三)

引 索 は ろ い

運動の第一則
運動の第二則

ライデン壘

内反射

熱カパシター
熱の當量
熱電氣

う ら な

三二 二九

運動量
運動の第三則

三三三

ライデン壘のバッテリー

三三三

二〇一 一三五 一三三

熱電氣バッテリー
熱車
熱スペクトラ

四八 四六

二三四

二〇三 二九五 三四七

(四七三)

引 索 は ろ い

副軸

則
速度
相關説

露
釣合の有様

熱

ね つ ろ

二七三

連続スペクトラ

七

操音

二六

束線

一三七

像

二二

筒先レンズ

三五三

九〇

熱の定義

三四〇

二六六

二九九

三〇九

三五四

九二

(七七三)

引 索 は ろ い

摩擦電氣
結晶
減速運動
傾角
不可入性
分子
分子説

ま け ふ

ニ
六
六

分子力
物躰力
附着力

三三
三三
三三

一九
二七、四三
一八二

幻燈

三五九

二〇五

引 索 は ろ い (六七三)

運動のエネルギー
ツァルタの電池
ヴォルタ計
ノード
クロープのバッテリー
顔性
クルツクス管
屈折

の く

五五
一四八
一六四
二四五
一五五
一七二
一九八
二五六

ウヰムシヤリストの發電機
ヴォルタの弧光
ウナリ
ノード線
空氣波
屈折率
懷中分光器
化學的スペクトラ

二九
三三
二七二
二八五
二五四
三一九
三四〇
三四七

不等速運動
 物理學
 プラマの水壓機
 浮力
 浮力の原因
 分子エネルギー
 不良導躰
 輻射
 沸騰點
 沸騰の則
 沸騰點の表
 不滅說

ニ七	分極	一五五
五七	アンゼンのバッテリー	一五五
六五	フォノグラフ	二八九
七九	不透明	三〇〇
八〇	副軸	三二四、三二七
九〇	フレの角	三一九
九七	プリズム	三二四
一〇三	分散	三三六
一〇八	フラオンホーフェル氏線	三四五
一一六	不透熱躰	三五〇
一一八	フヒツオー	三六〇
一三七	フイコー	三六三

固躰
 剛性
 高温計
 光線
 液躰
 エネルギー
 液躰の浮力
 液化
 エネルギーの相關及び不滅

こ
 え

一四	光度計	三〇三
二二	紅外線	三四八
一一	交換說	三五二
三九	合成顯微鏡	三五四
一四	永久磁石	一七二
五四	エックス光線	一九八
七九	エヂソン氏	二九一
一〇二	エーテル	二九六
一三七		

サイフォン管
 アネロイド晴雨計
 安全燈
 アムペールの規則

あ

定振動
 電鈴
 電信
 電氣燈

七
 一五〇
 九八
 七一
 五八

電話機
 天焰鏡
 天鉢化學

アンペール
 暗線スペクトラ
 暗箱

七
 一七〇
 三四八
 三五六

七
 一七〇
 三四八
 三五六

七
 一七〇
 三四八
 三五六

二六三

電氣化學的順序
 電流驗
 傳導鉢(電氣の)
 電氣液
 電流
 電氣
 傳導能
 傳導鉢(熱の)
 傳導(熱の)
 天氣圖
 電氣力

て

一五三
 一五一
 一四八
 一四七
 一四七
 一四七
 九七
 九六
 九六
 七三
 二

電光
 電氣籠
 電氣盆
 電氣驗
 電流の第二則
 電流の第一則
 電動力
 電流計
 電生磁石
 電氣分解物
 電氣分解

二九一
 三三八
 三四六
 二〇五
 二一七
 二二一
 二二一
 一七九
 一七六
 一六九
 一六五
 一六二
 一六〇
 一六〇