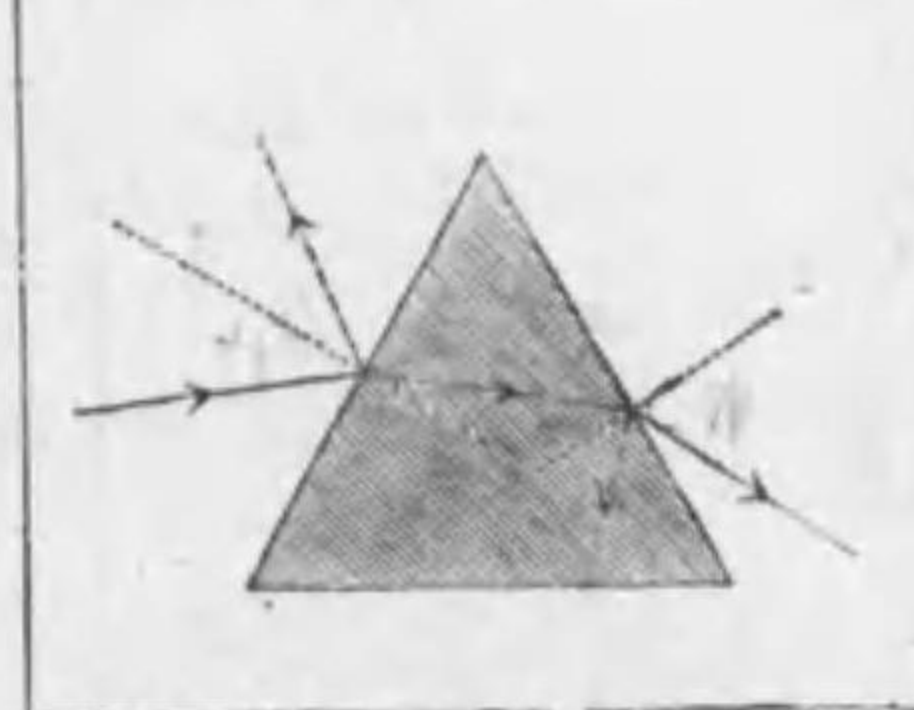


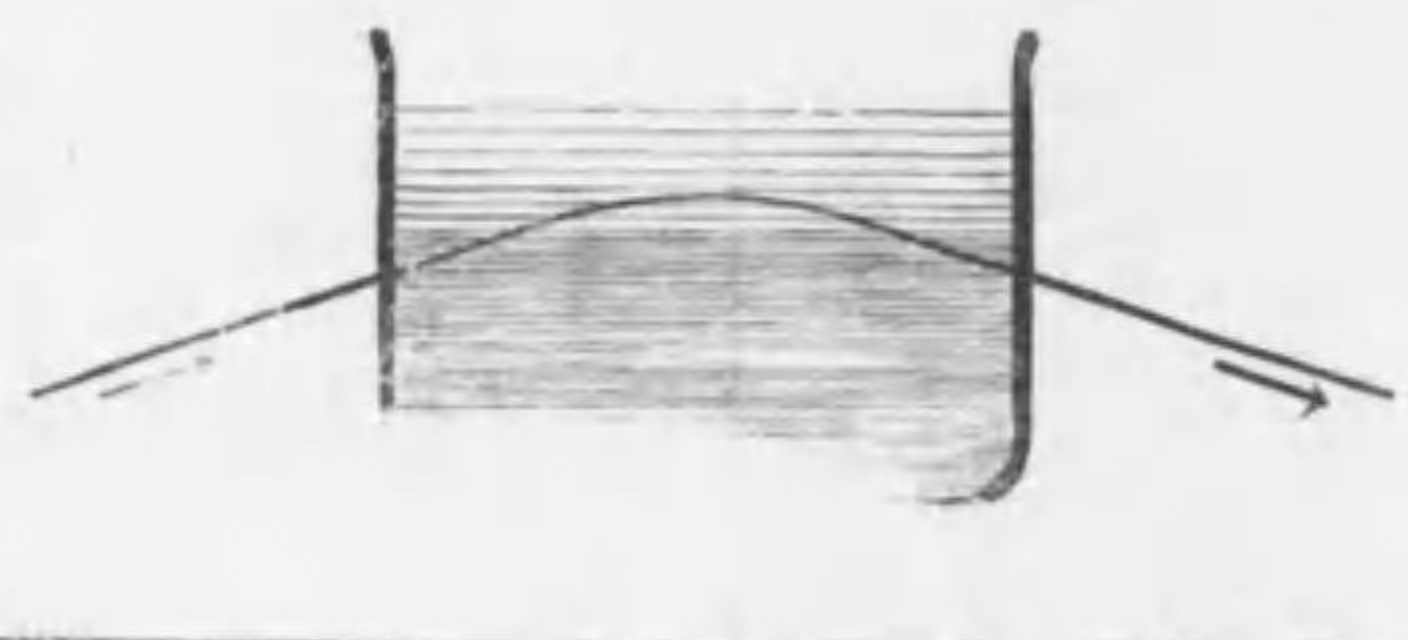
三



プリズム 硝子の如き透明體より成る三角柱をプリズムと云ふ、光線がプリズムの第一面に入射するときは、一部は反射し、他部は屈折してプリズム中に入る、屈折光線の一部は更に、第二面に於て反射し、他部は再び屈折して空氣中に出づ。屈折の法則に照らして考ふるに、プリズムの屈折率が一より大なるときは、光線はプリズムの厚き部分に向て屈折し、一より小なるときは、薄き部分に向て屈折す。入射光線と、屈折し出でたる光線との

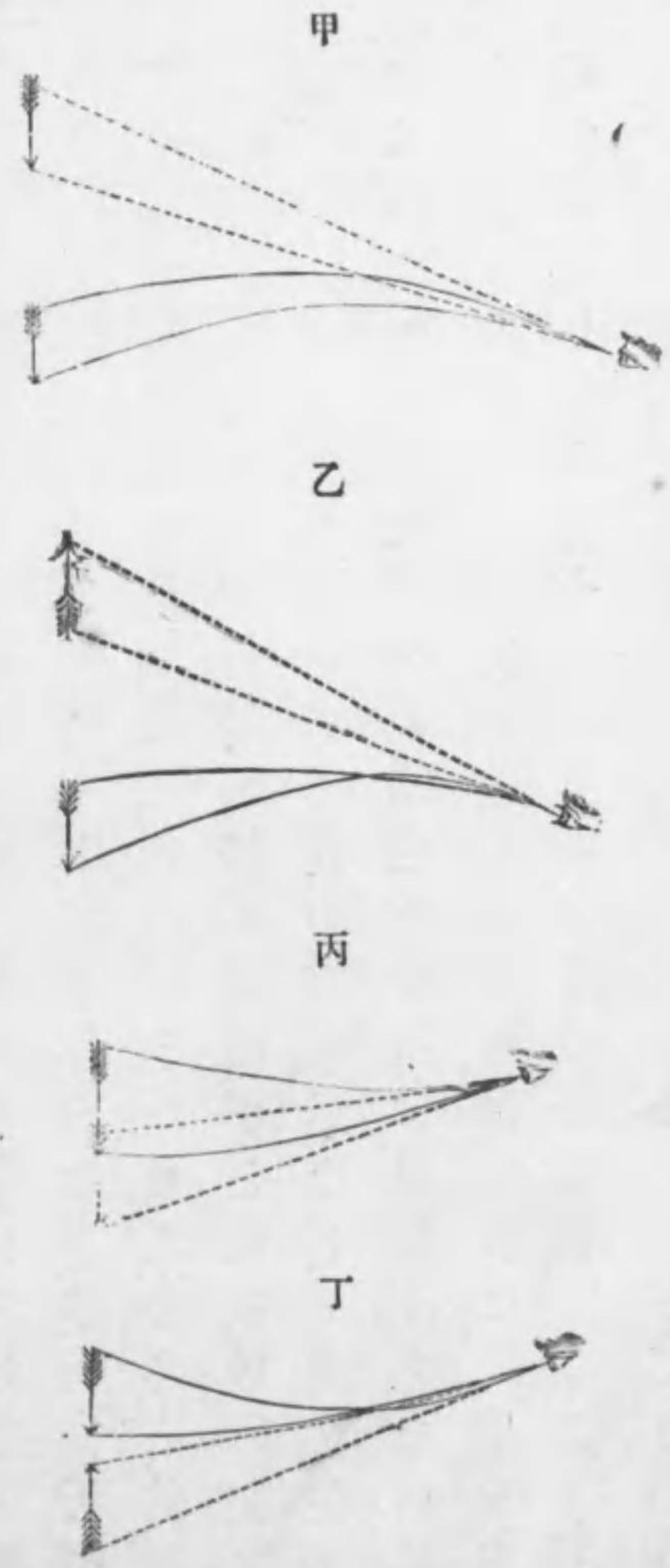
四

間の角をフレと云ふ。  
光の曲進 今容器に濃厚なる鹽水を入れ、其上に靜に水を注ぐときは、兩者は互に擴散して、液の濃度は下層より上層に至るに従ひ、次第に減少す。屈折率は濃度大なる程大なるが故に、上圖に示すが如く、光線を稍、上方に向けて入射せしむるときは、光線は次第に屈折率の大なる方に屈曲し、一旦水平の方向を取るときは、更に下方に向て屈曲するを見る。海上靜穩なるとき、下層の空氣は寒冷なる水面に觸れて、冷却して濃厚となり、水面に近くに従ひ、次第に屈折率を増すことあり、此場合には、遠山船舶等より出ずる光線は、彎曲せる道を通りて吾人の眼に達するが故に、往々



蜃氣樓の出現

直立(次圖甲)或は倒立(乙)せる景色を空中に映出す、之を蜃氣樓と云ふ。また熱帯地方の曠原に於ては、地表に接する空氣の溫度著しく上昇するが爲め、下層の空氣は反て稀薄となり、地面に近づくに従ひ、次第に屈折率を減ずることあり、



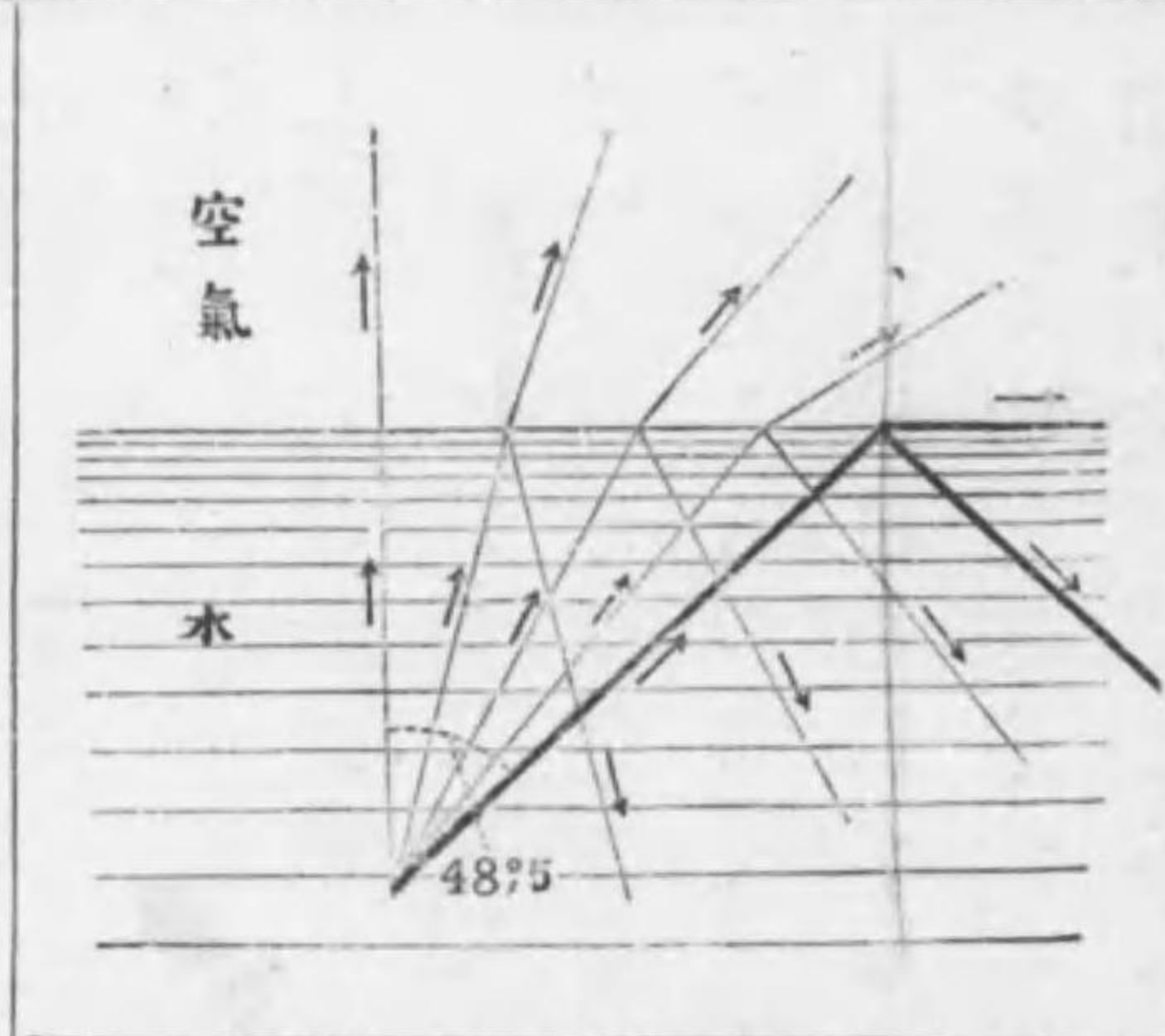
此場合には、光線は前と反対の方向に屈曲するが故に、地上の樹木は、少しく低く直立(丙)或は倒立(丁)して現出す。

問(一) 日出及日没の際は、太陽が少しく地平線以下に在るも、之を見ることを得るは何故なるか。

(二) 海上静穏なるとき、遠方の島の縁が切込みて見ゆるは、何故なるか。

全反射 既に述べたるが如く、光が密度大なる媒質より小

なる媒質に入るときは、屈折角は入射角よりも大なり、例へば、光が水より空気中に出づるときは、此の如き場合に於て、入射角の値が或大さに達すれば、屈折角は九〇度となる、入射角が尙是よりも増加するときは、屈折光線は消滅して、入射光線は悉く反射せらる、此現象を全反射と云ひ、屈折角九〇度に對する入射角を臨界角と云ふ、光が水より空気に出づるときは、臨界角は約四八度半なり。



全反射

五

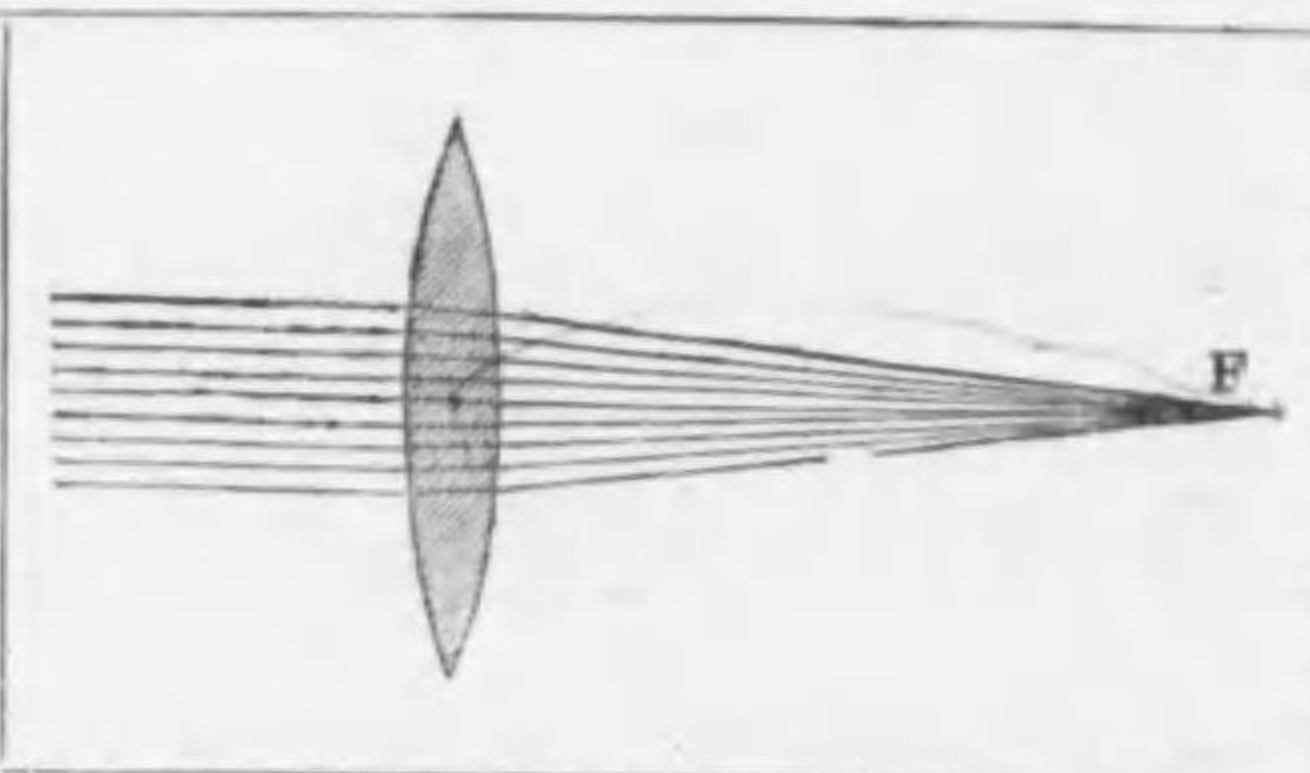
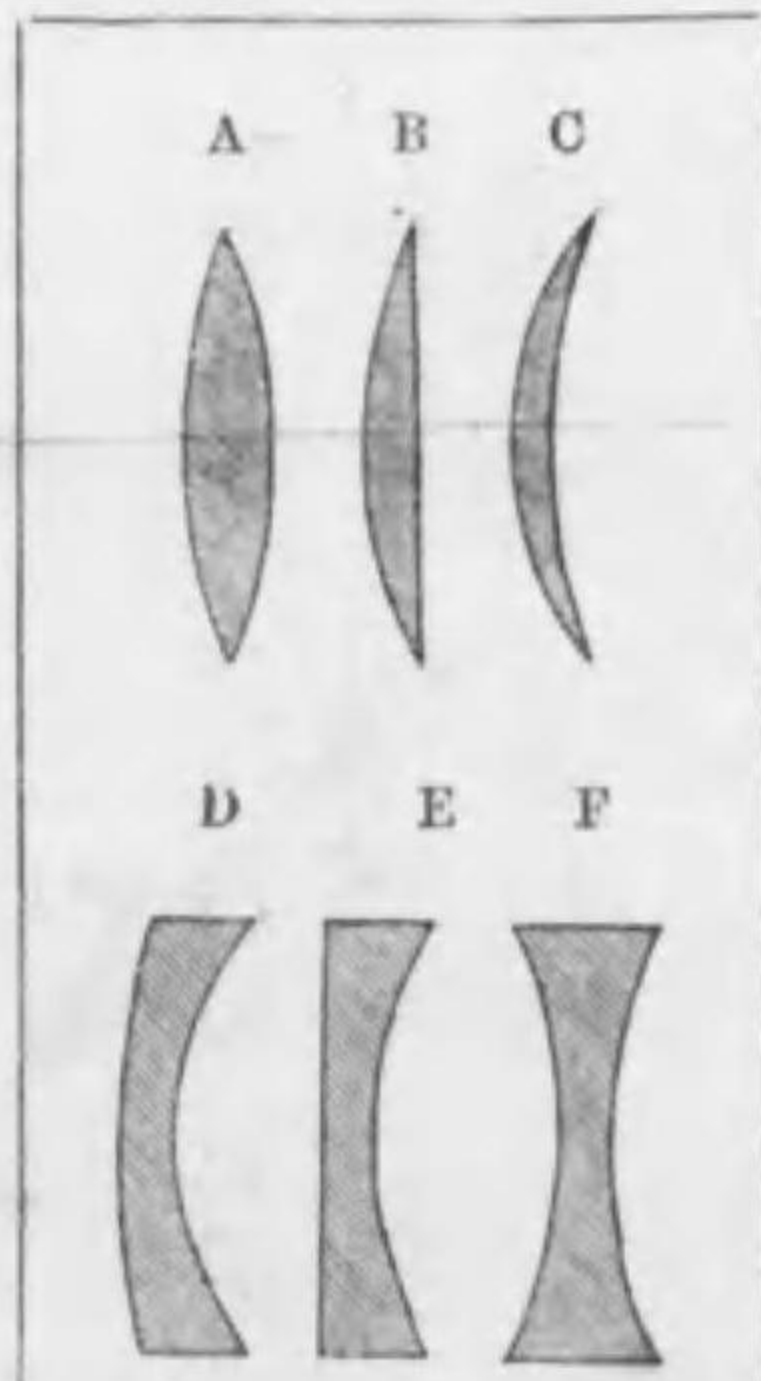
射角を臨界角と云ふ、光が水より空気に出づるときは、臨界角は約四八度半なり。

問 光が或物質より空氣に出づるとき、臨界角を $i$ とし、其物質の屈折率を $n$ とするときは、 $\sin i = \frac{1}{n}$ なる關係あることを證せよ。

### 第二節 レンズ

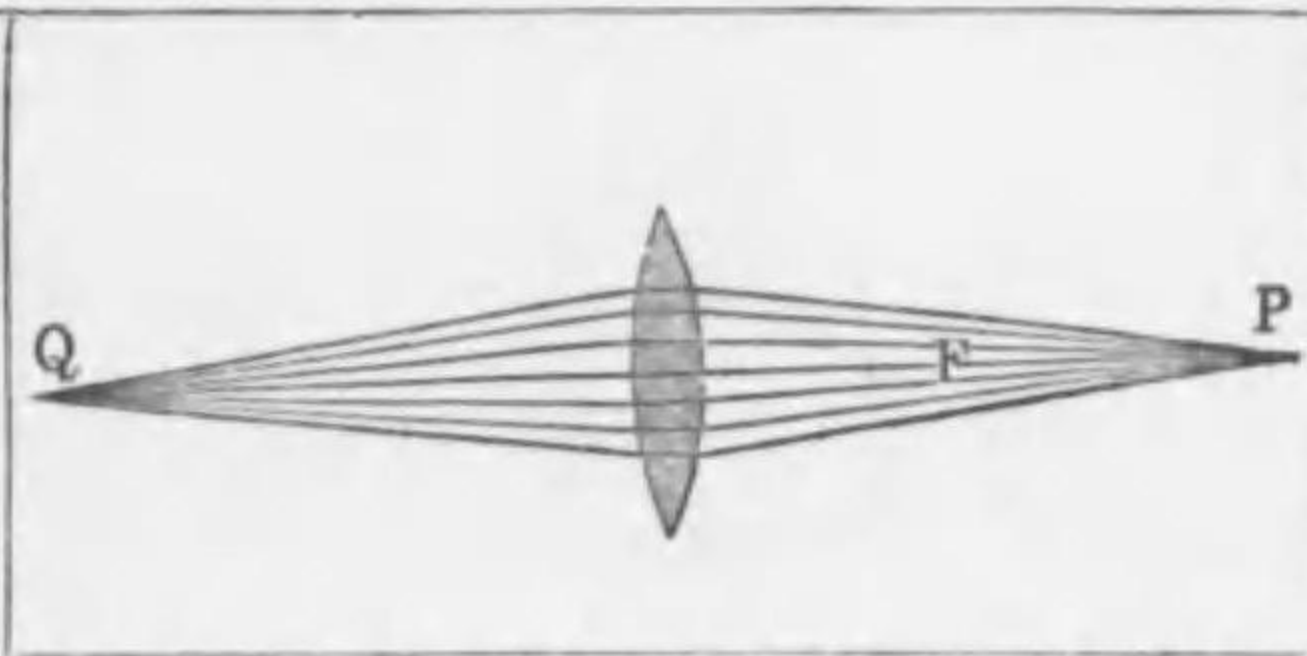
一 **レンズ** レンズは屢、光學上の諸器械に用ひらるゝものにして、通常硝子の如き透明體を、兩面とも球面にて圍むか、若くは一面を球面、他面を平面にて圍みたるものなり。下圖はレンズの切口を示すものにして、ABCの如き、中央の厚きものを凸レンズと云ひ、DEFの如き、中央の薄きものを凹レンズと云ふ、またレンズの兩面の球心を連結せる直線を、レンズの軸と云ふ。

二 **凸レンズ** 平行なる光線、例へば太陽より來れる光線を、凸



レンズの軸に沿うて通すときは、光線は屈折の法則に従て、皆レンズの厚き方に屈折し、殆ど軸上の一點に集まるを見る、故に、衝立を此點に置くときは、其上に甚だ小なる圓形の輝點を現はすべし、此點をレンズの焦點と云ひ、焦點とレンズの中心との距離を焦點距離と云ふ。

次に光點を軸上焦點の外に置き、レンズの他側に衝立を立て、之を前後に動かして、光點の像を観測するに、衝立が適當の位置に來るとき、光點は最も小にして判明なる像を、レンズの軸上に作るを見る、即ち軸上焦點外に在る一點Pより發し、レンズに當りて屈折する光線は、他側に於ける軸上の一點Qに集まるを知る。又Qを光點とする

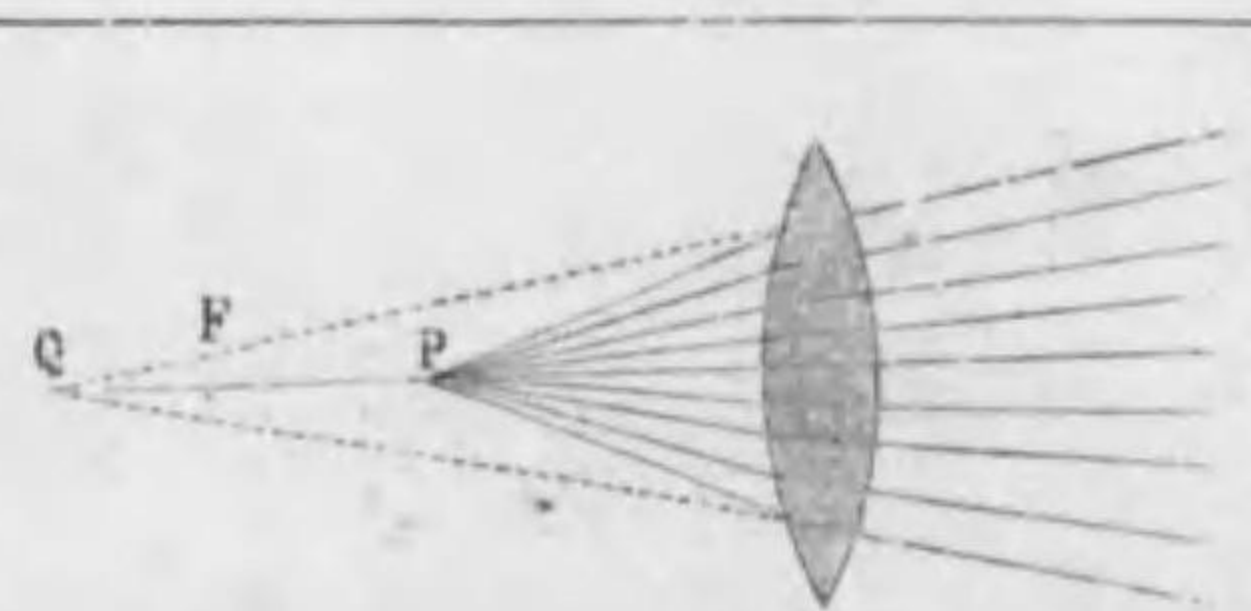


ときは、之より發して、レンズに當りて屈折する光線は、Pに集まるべし、即ち此二點は共軛點を爲す。今レンズの中心より共軛點に至る距離を  $a$  及  $b$  とし、焦點距離を  $f$  とすれば、理論上の計算或は實驗に依りて

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

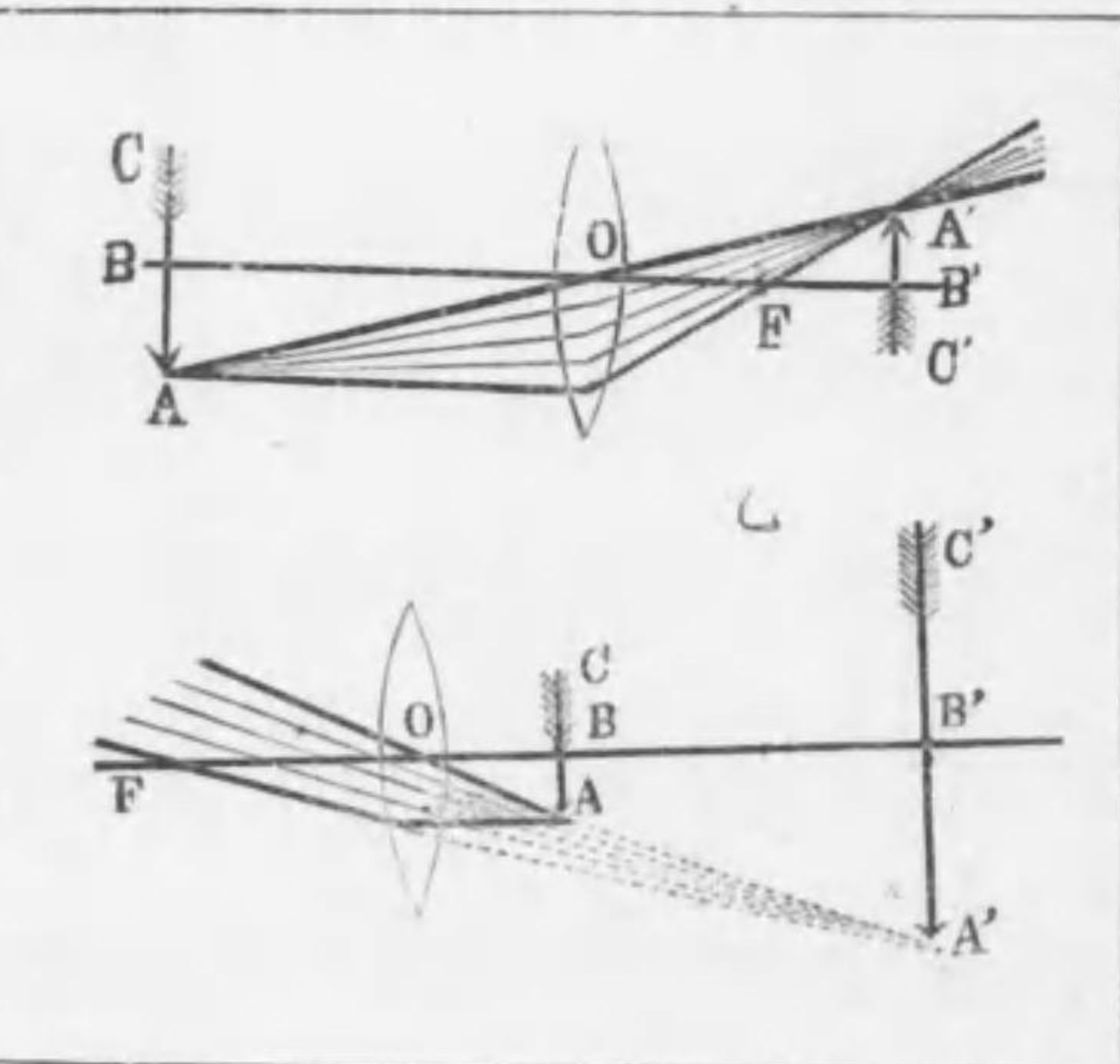
なる關係の成立するを知る。

光點 P が焦點以内に在るときは、レンズに當りたる光線は、下圖に示すが如く、屈折の後發散すと雖も、是等の光線を眼に受くるときは、恰も軸上の一點 Q より發するが如く見ゆ、故に屈折光線を逆に延長したるものは、此點に會すべきなり、此場合に於ては、 $a$



$b$ 、 $f$  の間に次の關係あり、

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$



次に次圖に示すが如く、レンズの前に矢を立つるものとすれば、一端 A より發する光線の内、中心 O を通過するものは、同じ方向に進み、軸に平行なるものは屈折して焦點を通過す、今是等の光線の會點を  $A'$  とせば、 $A'$  は A の像なり、同様に B C 等の諸點は夫々  $B'$   $C'$  等に其像を作る。故に物體が焦點外に在るときは、逆立せる實像を生じ、焦點内に在るときは、并立せる虚像を生ず、且つ實物の長さとの比は、

レンズより實物と像とに至る距離の比に等し。

問 (一) 焦點距離四五種の凸レンズの前方五〇種の所に光點を置くときは、像の位置如何。

(二) 同上の凸レンズの前方八五種の所に、長さ二四種の物體を立つるときは、像の長さは幾何なるか。

(三) 焦點距離二五種の凸レンズの前方二〇種の所に、長さ五種の物體を立つるときは、幾何の長さの虚像を生ずるか。

三

凹レンズ 凹レンズの軸に平行に來れる光線は、屈折の後發散して集まることなしと雖も、レンズを透して望むときは、恰も軸上の一點Fより發するが如く見ゆ、故に是等の光線を逆に延長したるものは、F點に會すべきなり、此點は凹レンズの焦點なり。同様に、軸上の一點Pより發する光線は、屈折の後、發散して虚像をQ點に生ず。凹レンズに於ける共軛點P、Q間の關係は左の如し。

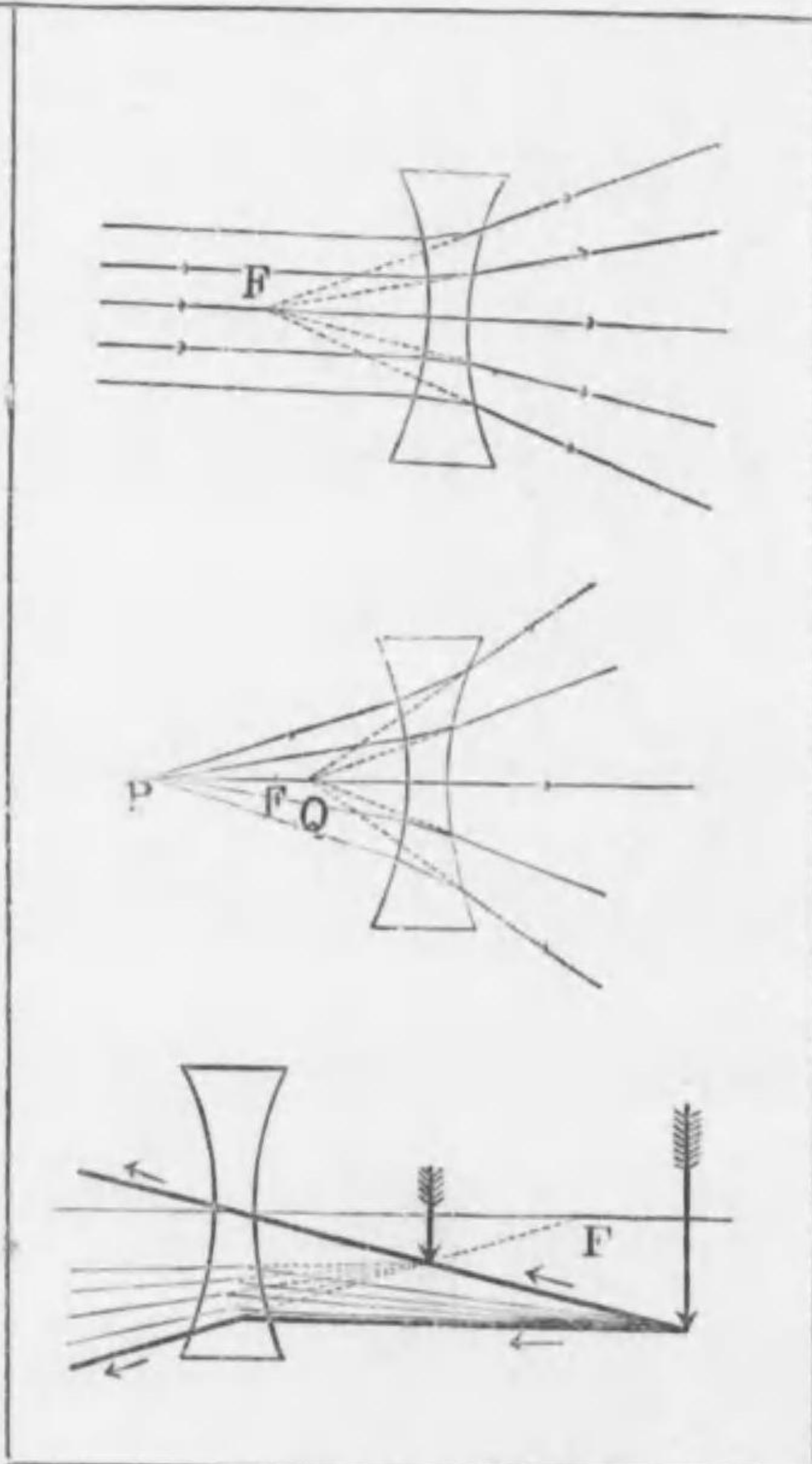
眼の構造

一

なるを知る。

第三節 視 覺

眼 眼の構造は畧、次圖に示すが如し、Aは透明なる球面狀の薄膜にして、前方に突出す、之を角膜と云ふ、Bは瞳孔にして、光の強弱に應じて擴大收縮し、眼中に入る光の量を加減

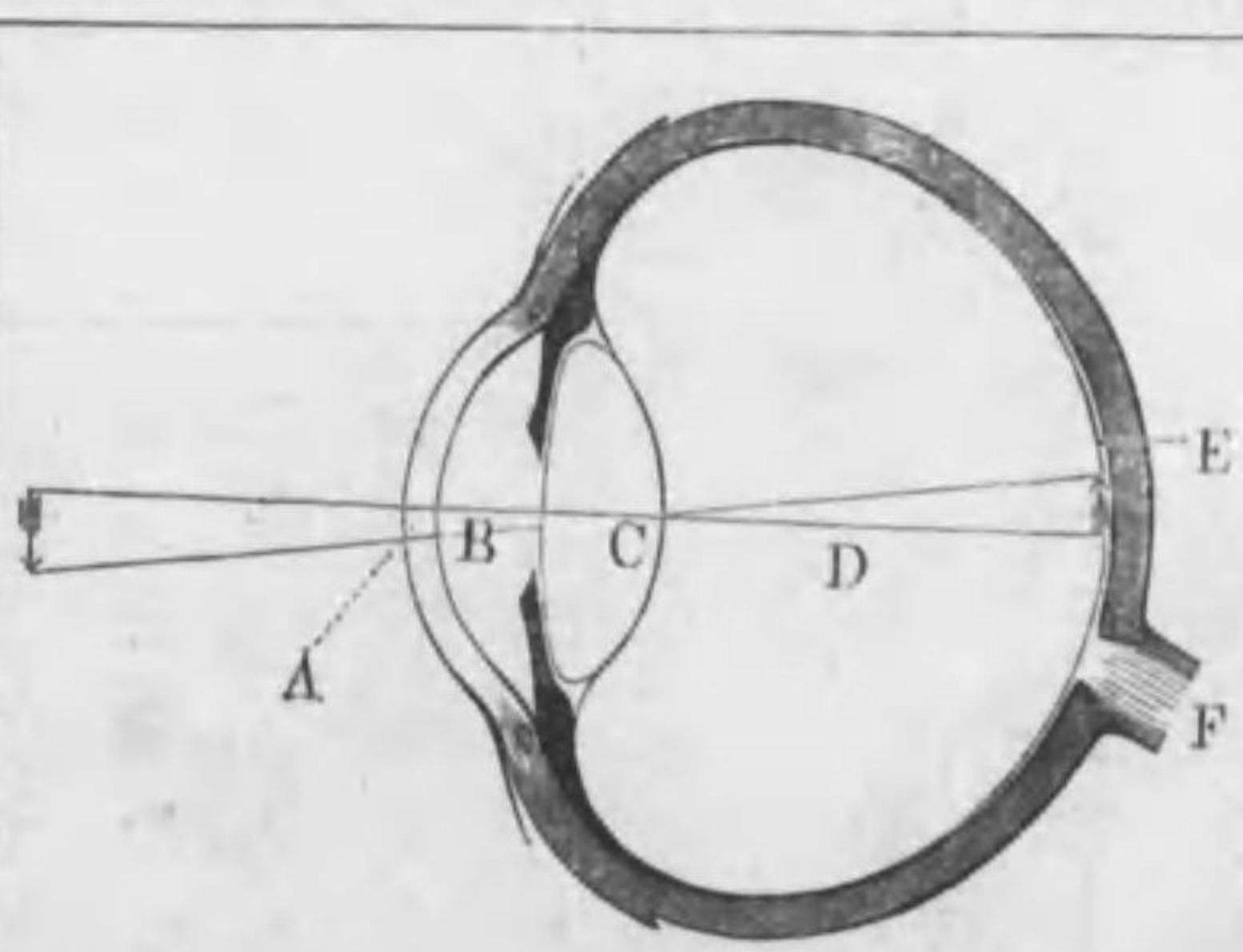


又凸レンズの場合と同じ作圖法に依て、凹レンズの生ずる像は常に虚像にして、其大きさ實物より小

眼に見ゆる物  
體の大きさ

二

す、Cは水晶體と稱する透明體にして、レンズの作用を爲す、其背後Dは硝子様液にて充たさる、Eは網膜、Fは視神經にして、其末端は網膜上に撒布す。瞳孔より入り來れる光線は、水晶體にて屈折せられ、物體の像を網膜上に生じ、以て視覺を起さしむ。水晶體は筋肉の作用に依りて、其彎曲の度を調節し、物體の遠近に應じ、其像を常に網膜の上に結ばしむ。



視角及明視の距離 物體の遠近に依りて、網膜上に生ずる像は、或は小に、或は大なり、眼に見ゆる物體の大きさは、物體が眼のレンズに於て含む所の角の大小に依るものなり、此角

視角

明視の距離

遠眼と近眼

を視角と云ふ、月と太陽とが畧、同じ大さに見ゆるは、兩者の視角畧、相等しきが爲めなり。眼に苦なくして、物體を最も精細に見得る距離を明視の距離と云ふ、健全なる眼に在りては、明視の距離は約二五種なり。眼によりては、水晶體扁平に過ぎ、或は眼底の淺き爲め、近方の物體を明瞭に見ること能はざるものあり、之を遠眼と云ふ、水晶體の前に凸レンズを置くときは、水晶體は恰も其厚さを増したるに等し、故に遠眼を補ふには凸レンズを以てす。又水晶體特に彎曲し、或は眼底の深き爲め、遠方の物體を明瞭に見ること能はざるものあり、之を近眼と云ふ、水晶體の前に凹レンズを置くときは、水晶體は恰も彎曲の度を減じたるに等し、この故に近眼を補ふには凹レンズを以てす。

一八二七年  
—  
佛人 Nicéphore  
寫真術を發明す

### 第四節 光學器械

#### 寫真器械

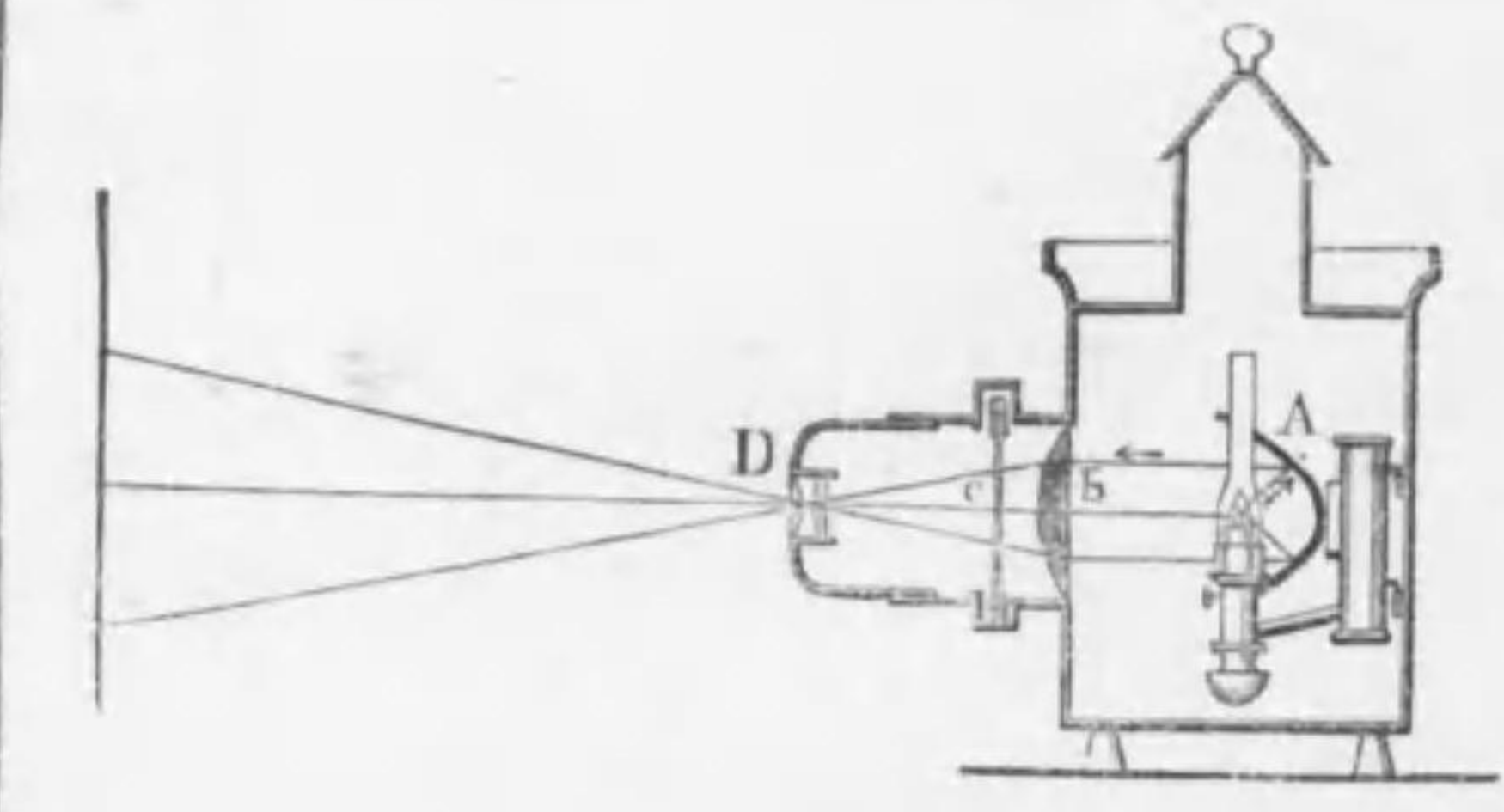
寫真器械はレンズによりて生じたる物體の像



を印出する器械にして、上圖に示すは、其要部なる暗箱なり、暗箱は小なる暗室にして、其一端にレンズを置き、他端に摺硝子を置く。今革製の蛇腹を伸縮して、レンズを進退せしめ、像が丁度摺硝子の上に映ずる様にし、然る後摺硝子に代ふるに、光に感じ易き藥品を塗りたる硝子板を以てし、暫時之に光を當つるときは、光の強弱に應じて、藥劑に化學的變化を生ず。次に之を適當なる溶液に浸すときは、硝子板上に印出せる像を得、之を陰畫と云ふ、更に之を藥品を塗りたる紙に焼付くるときは、陽畫

二

即ち通常の寫真を得るなり。  
幻燈器械 幻燈器械の装置は上圖に示すが如く、凹面鏡 A



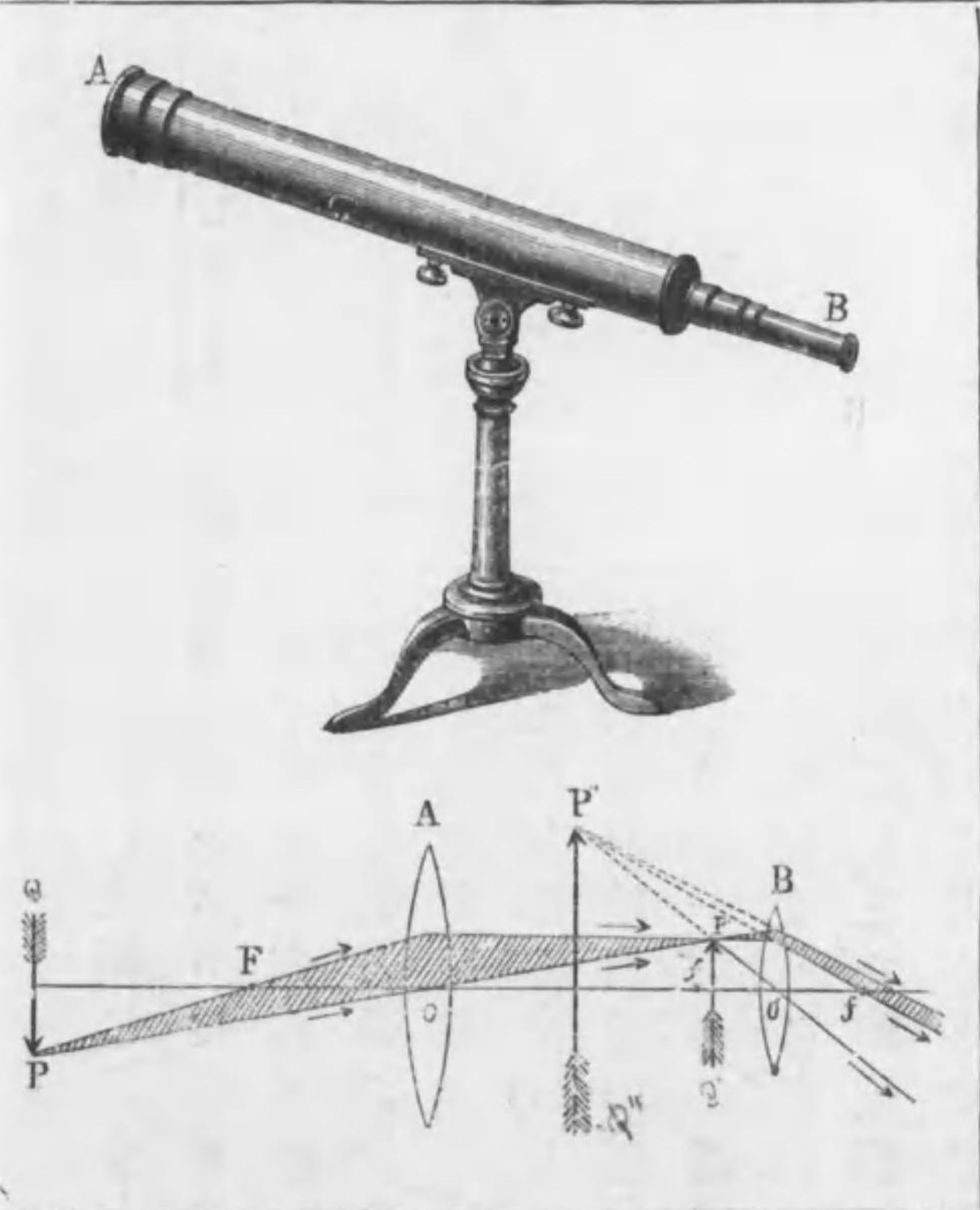
及凸レンズ B に依りて、繪を畫きたる硝子板 C を照らし、凸レンズ D によりて、擴大したる繪の像を、衝立の上に映ぜしむ、繪を照らすには、弧燈の如き強き光を用ふるを宜しとす。  
活動寫真は物體の運動しつゝある模様を示す一種の幻燈にして、先づ運動する物體を毎秒數回の割合にて順次に寫影し、之を幻燈器械の内にに入れて、寫影せるときと同じ順序に、同じ速さを以て寫出するなり。

一六〇八年  
獨人 Hans  
Lippersley  
始めて望遠鏡  
を發明す

三

### 望遠鏡

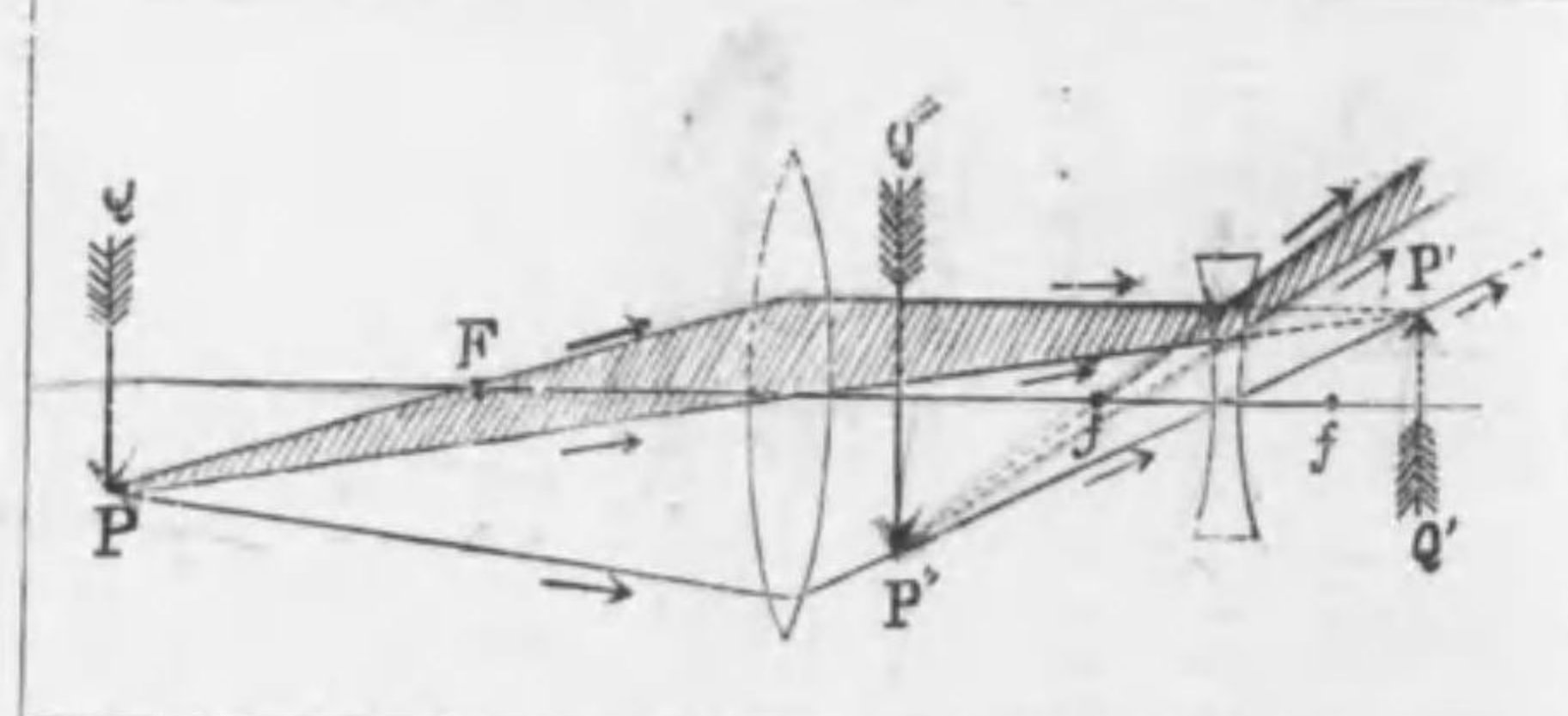
望遠鏡は、天體又は遠距離に在る物體を觀測する器械にして、太



き金屬製の圓筒の一端に凸レンズAを置き、他端に小さな圓筒を挿入し、其端に凸レンズBを置きたるものなり、Aを對物レンズ、Bを對眼レンズと云ふ。

ガリレオ獨立  
に望遠鏡を作  
る

四

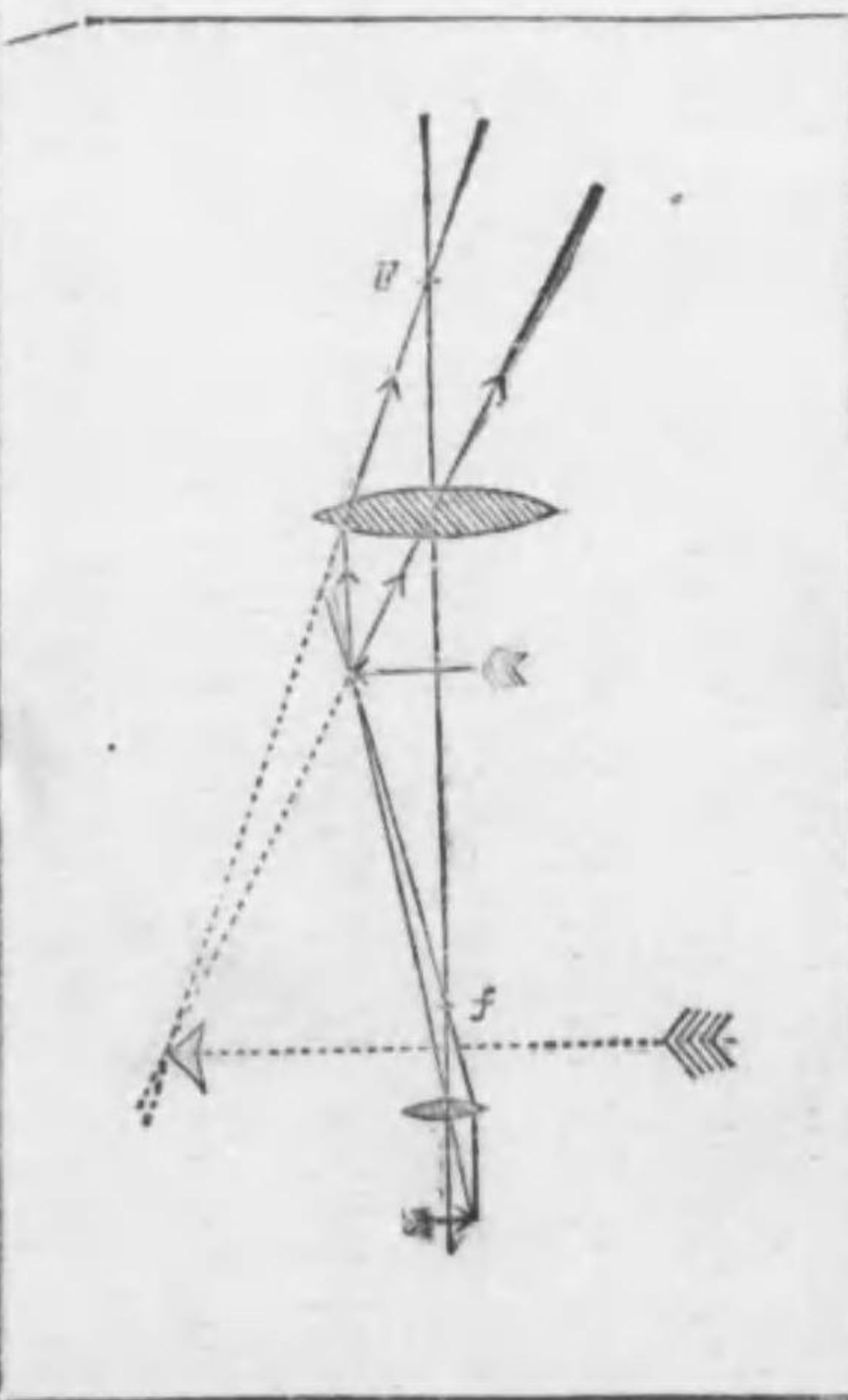
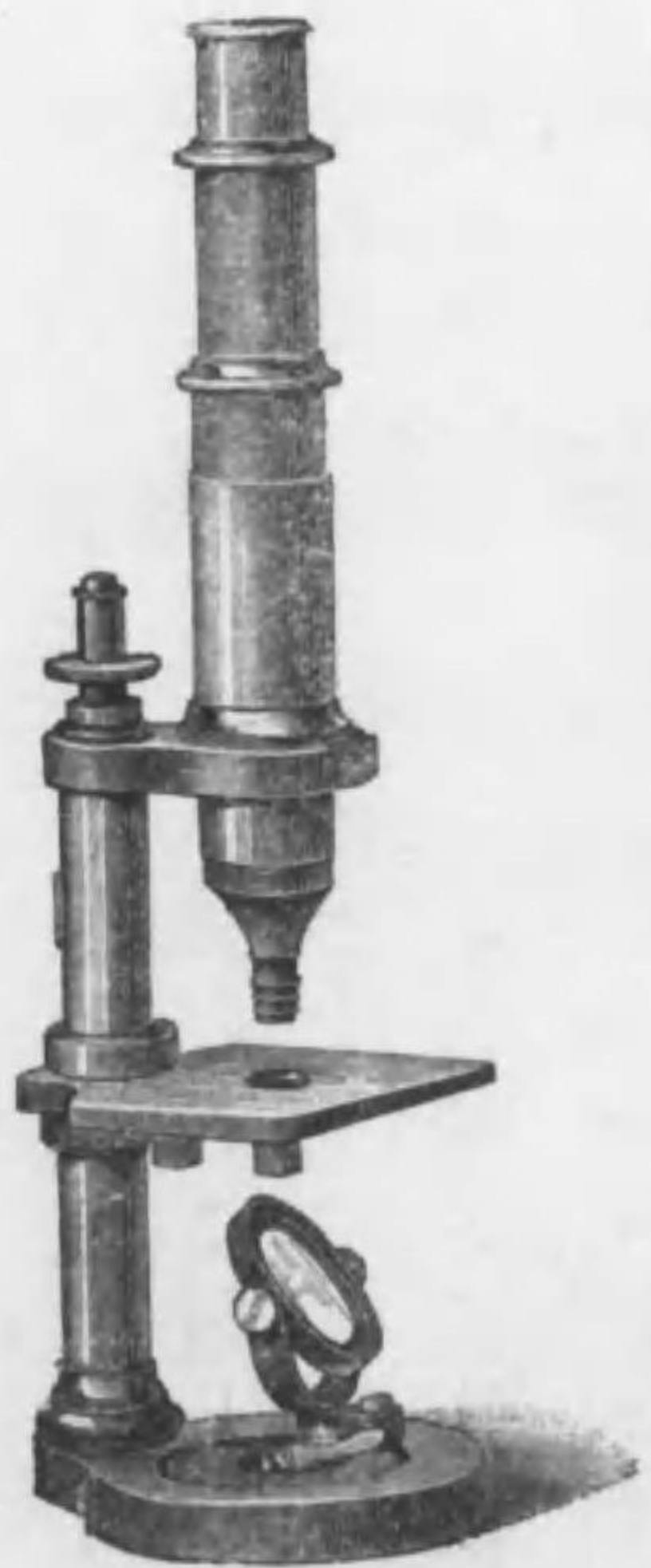


顯微鏡 顯微鏡は、微小なる物體を著しく擴大して見せしむる装置にして、構造畧、望遠鏡に類し、その對物レンズの焦

先づ對物レンズに依りて生じたる物體PQの像P'Q'を、對眼レンズの焦點f以内に來らしめ、更に此像を對眼レンズに依りて擴大して、大なる虚像P''Q''を得るなり。ガリレオの望遠鏡は、對眼レンズに凹レンズを代用したるものにして、對物レンズを通過せる光線が、實像P'Q'を結ぶに先だち、之を對眼レンズに當て、發散せしめ、擴大したる虚像P''Q''を生ぜしむ、像は直立して現はるゝが故に、重に景色を眺むるに用ふ。雙眼鏡は此種の望遠鏡に屬す。



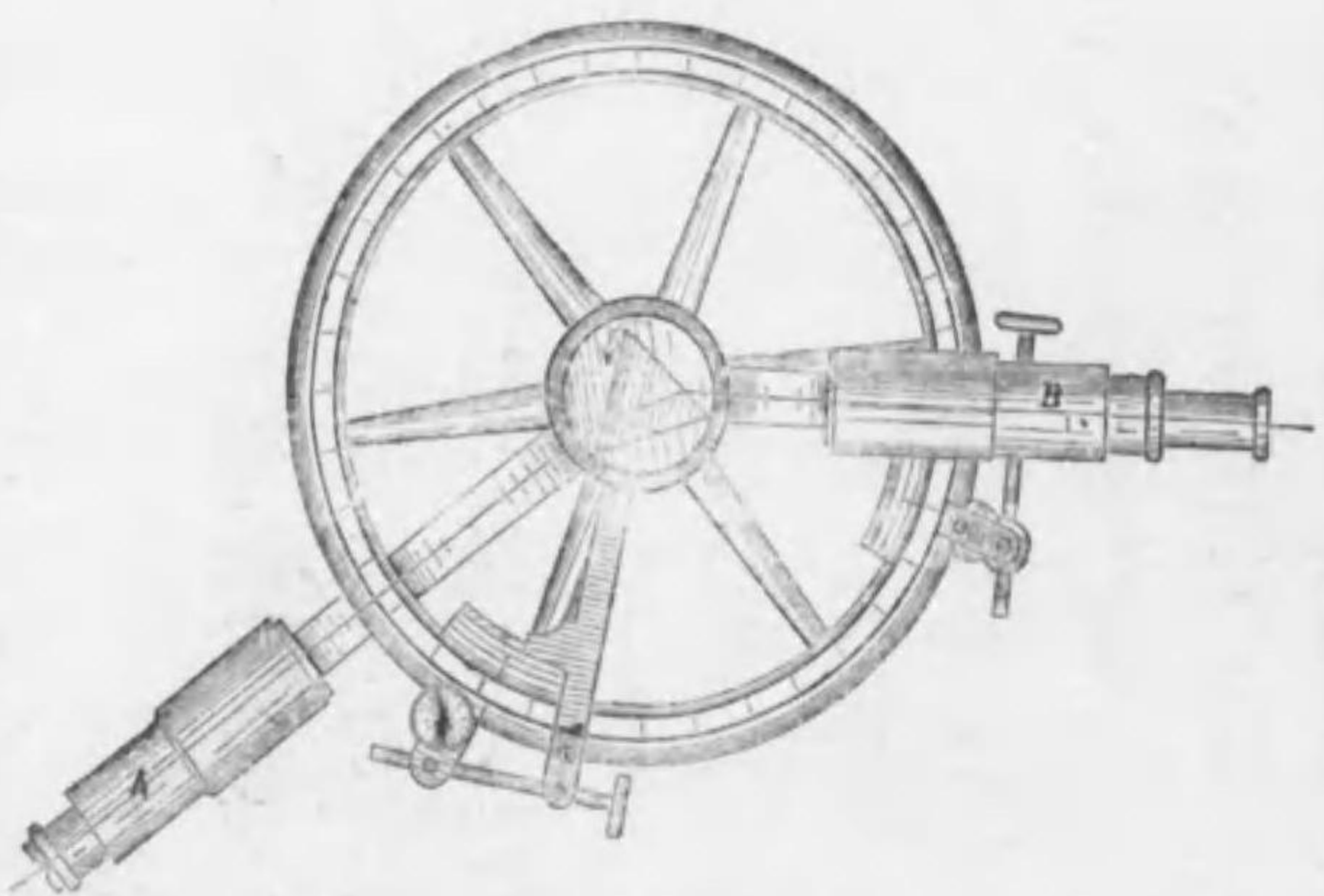
點距離は極めて短し。今對物レンズの焦點外に於て、かなりこれに近く物體を置くときは、擴大したる實像を生じ、此像は對眼レンズに依りて更に擴大せらる。通常二箇または三個より成る對物レンズを用ひて、擴大の度を増す。



#### 第四章 光の分散及輻射線

##### 第一節 分散

分光器 分光器は光を分解する器械にして、其構造は臺上に目盛したる圓盤あり、之にコリメートルと稱する圓筒Aを附す、圓筒の外に向へる一端に鉛直の細隙あり、内に向へる他端に凸レンズありて、細隙をして丁度レンズの焦點に在らしむ、又圓筒と同じ水平面に、臺を軸として



廻轉し得る望遠鏡 B あり、廻轉の角度は、指標に依りて圓盤上にて讀むことを得、又中央の臺上にはプリズムを置き、其稜をコリメートルの細隙に平行ならしむ。今細隙の前に發光體を置くときは、光は圓筒のレンズによりて平行光線となり、プリズムを通りて屈折す、依て望遠鏡を透して此光を望むときは、細隙の像を見ることを得。

## 二

分散 分光器の細隙を種々の色の光にて照らし、望遠鏡を以て細隙の像を望みて、フレの角度を検するに、色に依て其値を異にするを見る、例へばアルコール燈の焰の中に入れたる食鹽の發する黄色の光は、鹽化リシウムの發する赤色の光よりも其フレ大なり。又此二つの光を混合せるものにて細隙を照らすも、赤色の光と黄色の光とは、各細隙の像を原來の位置に生ず。之に依て、屈折率は光の種類により

て多少異なるを知る。

光の分散とスペクトル

次に、蠟燭或は電燈の光を以て、分光器の細隙を照し、望遠鏡に依りて之を望めば、種々の美麗なる色が、虹の如く帶狀を爲して、横に並列するを見る、其著しき者を排列の順に擧ぐれば、赤、橙、黄、緑、青、藍、堇等の七色なり、これ蠟燭或は電燈の光は無數の色の光の混合より成り、各色の光によりて生ずる無數の細隙の像が並列するに依り、かく帶狀を呈するなり。此の如く、光が種々の色の光に分るゝ現象を光の分散と云ひ、色の排列をスペクトルと云ふ。

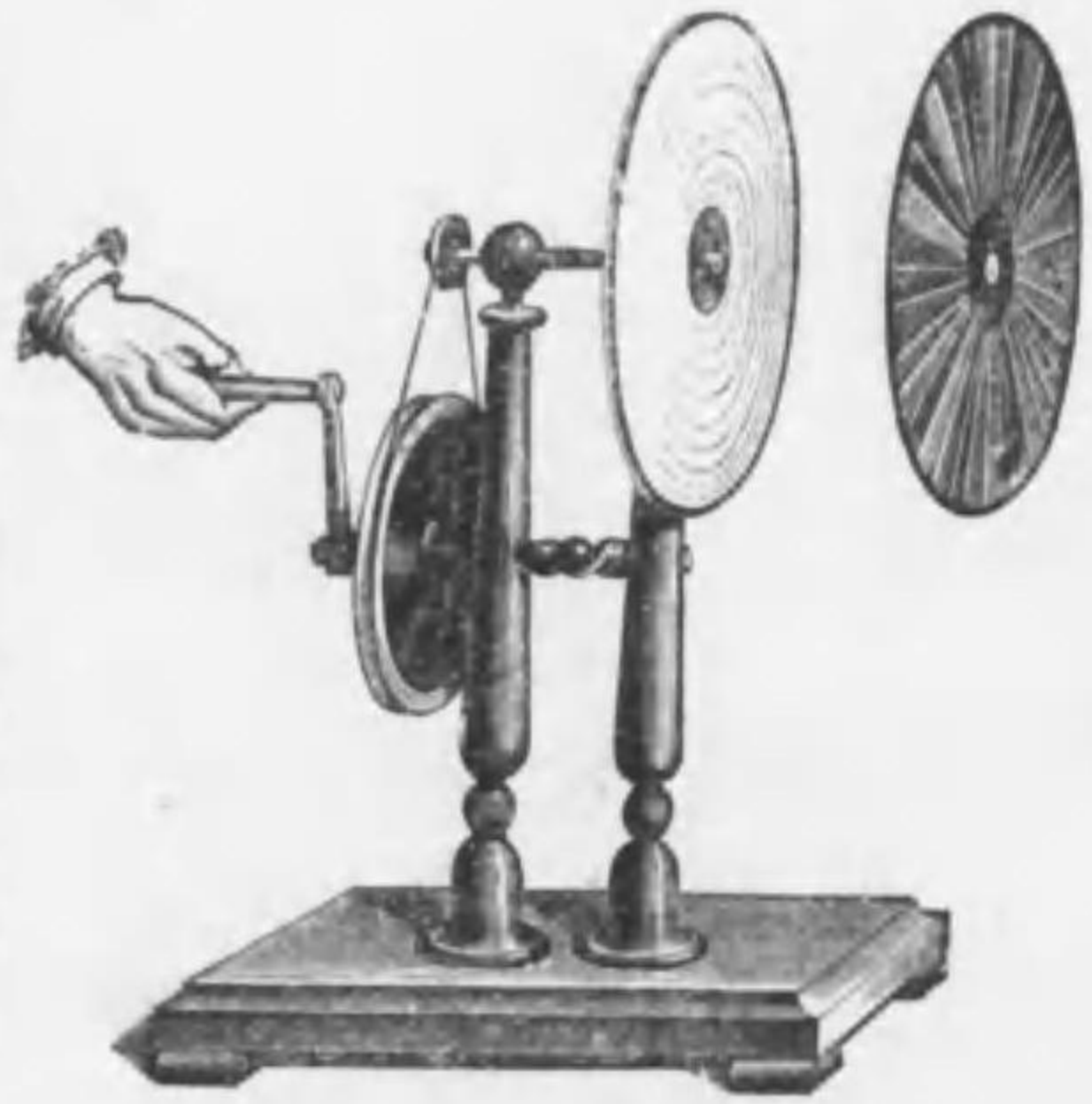
太陽の光をプリズムを通して屈折せしむれば、蠟燭或は電燈の光の如く、美麗なるスペクトルを生ず、此現象はニートの始めて研究せる所にして、氏はまた次圖に示すが如く、圓板上に七色の繪具を塗り、之を廻轉して、板が白色に見ゆ

餘色と原色

三

餘色・原色

太陽スペクトル中或色例へば赤色を遮りて、残りの色を集むるときは、青綠色に見ゆ、又青綠色を遮りて、残りの色を集むるときは、赤色に見ゆ、若し是等の二色を相混ぜるときは再び白色となる、此の如く、相混じて白色となる二色は、互に餘色を爲すと云ふ。又赤・緑・堇の三色を適當に



ることによりて、白色の光は、七色の光より成ることを示せり、左に主なる色の光の水に對する屈折率を掲ぐ。

赤(A).....	1.329
橙(C).....	1.332
黄(D).....	1.334
緑(E).....	1.336
青(F).....	1.338
藍(G).....	1.341
堇(H).....	1.344

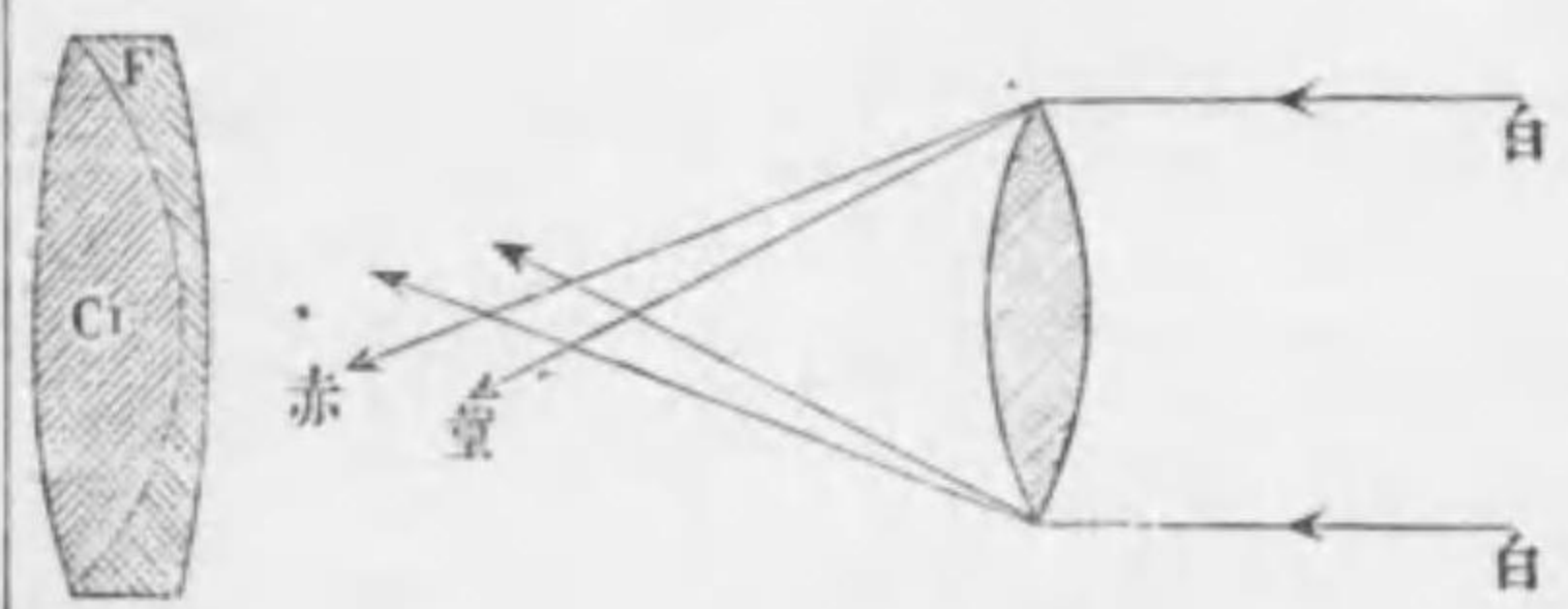
複光と單光

四

レンズの色収差

混ぜるときは、白色及他の任意の色を生ぜしむることを得、故に此三色を原色と云ふ。或色の光が種々の色の光の混合より成るときは、之を複光と云ひ、單一の色の光より成るときは、之を單光と云ふ。複光はプリズムに依て分散すれど、單光は分散せず。レンズの色収差 日光は屈折率を異にせる多くの光より成るが故に、之を凸レンズを透して屈折せしむるときは、色によりて多少其集合する點の位置を異にす、例へば屈折率の大なる堇色は、屈折率の小なる赤色よりも、レンズに近く焦點を結ぶ、故に衝立を少しく焦點以内に置きて、光を受くるときは、像の周圍は赤色を帯び、焦點以外に置くときは、堇色を帯ぶ、此の如く、レンズの作れる像の輪廓は一般に着色す、此現象をレンズの色収差と云ふ。レンズの色収差は、物

一七五八年  
英人 Dollond  
色消レンズを  
作る

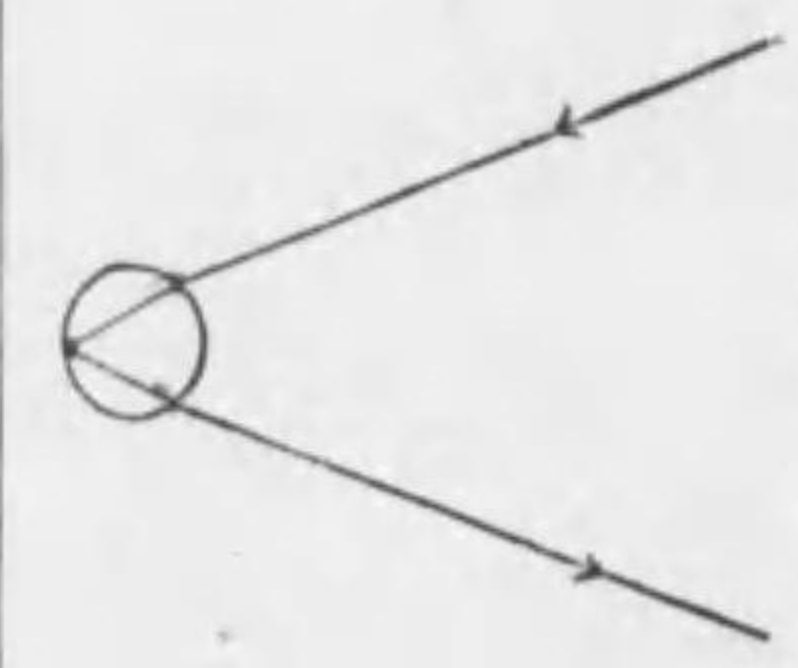


五

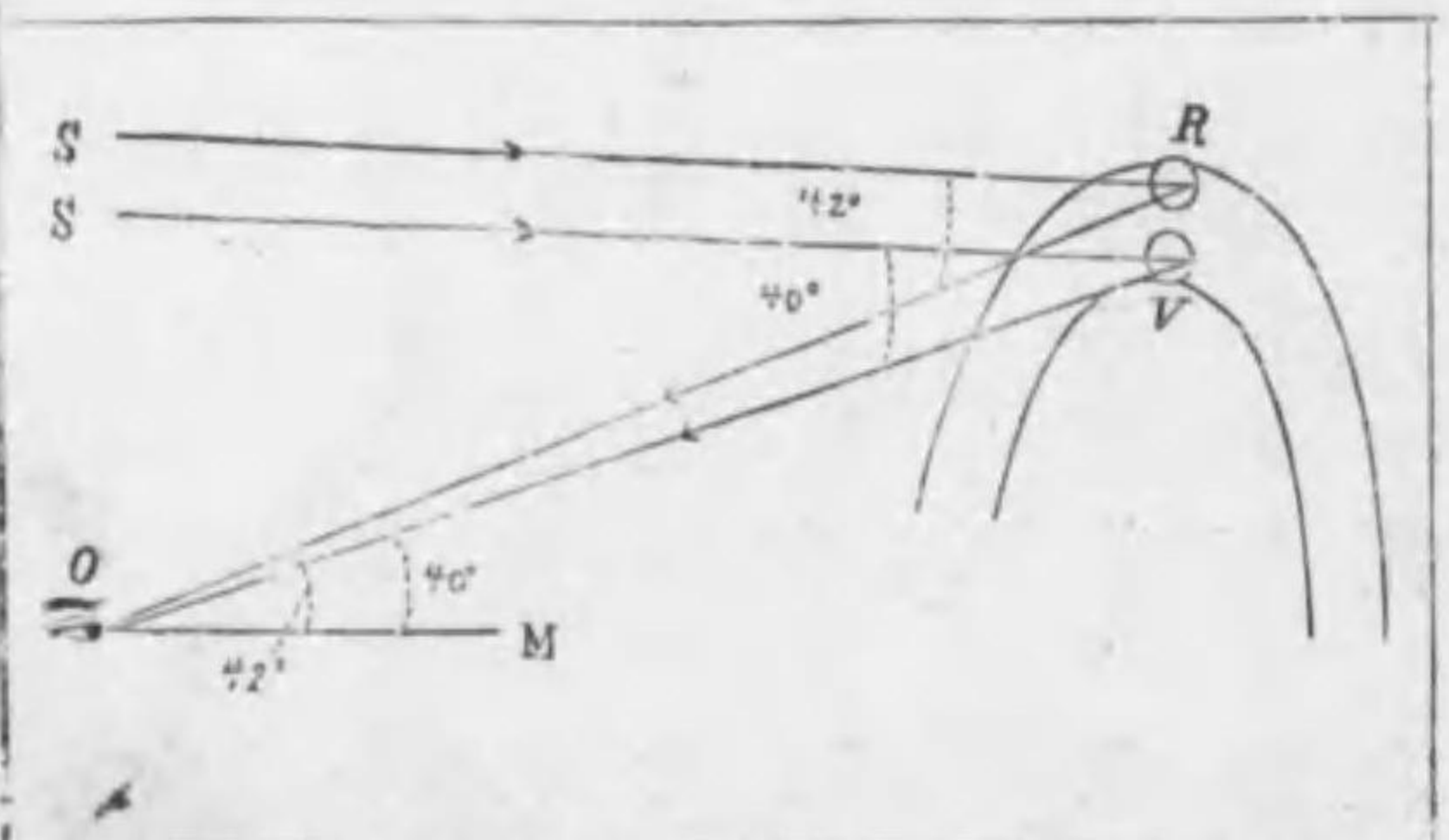
體の像を不明瞭ならしむるが故に、之を防ぐには**色消レンズ**を用ふ。色消レンズは、適當に彎曲せるクラウン硝子の凸レンズと、フリント硝子の凹レンズとを合せたるものにして、其作用は凸レンズによりて分散したる光が、種々の點に焦點を結ぶに先ち、凹レンズを通過せしめ、莖色を多く發散し、赤色を少しく發散せしめて、畧同一點に集まらしむるなり、精巧なる光學器械には**皆色消レンズ**を用ふ。

**虹** 虹は日光が空氣中に浮游せる無數の水滴に當りて、反射及屈折を爲すに因りて起る現象なり。太陽より來れる平行光線が水滴に當るときは、左圖に示すが如く、先づ其表

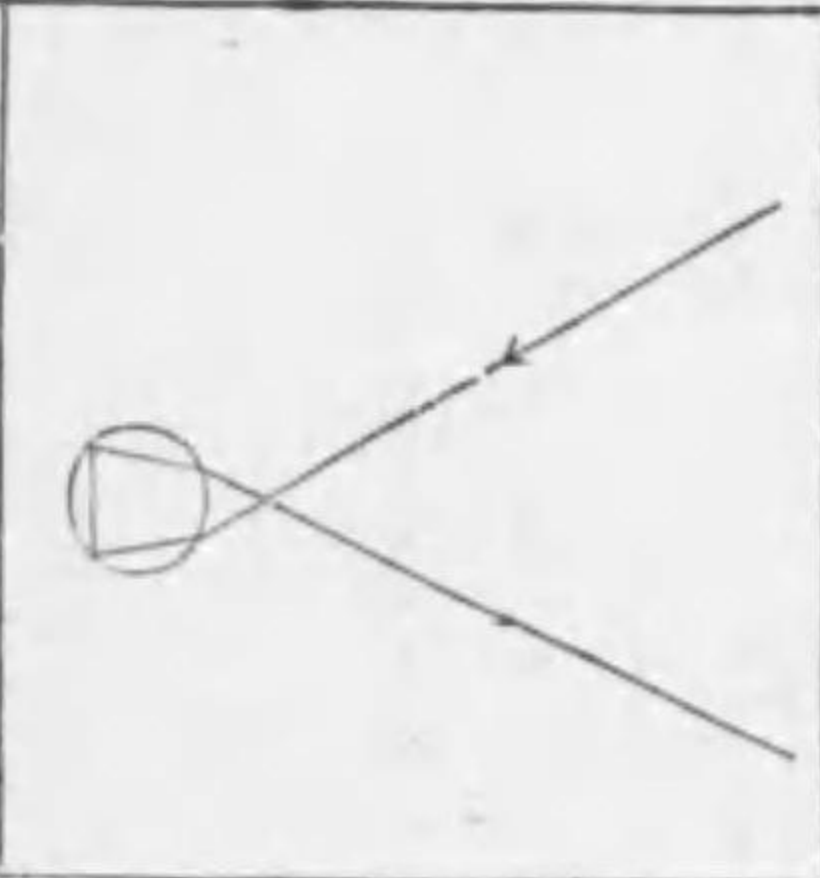
虹の理



面に於て屈折して水滴中に入り、内面に於て反射したる後、再び屈折して空氣中に出づ、かく水滴の諸部に入射する光は水滴を出づるとき、一般に發散するが故に、水滴を遠ざかるに従ひ、其強さ次第に減ず、されど水滴の或點に入射する光は空氣中に出づるとき、再び平行に進むが故に、其光著しく強し、かく平行に屈折し出づる光線が入射光線と作る角は、色によりて多少異なるものにして、赤色に於ては四二度、莖色に於ては四〇度なり。



等二の虹



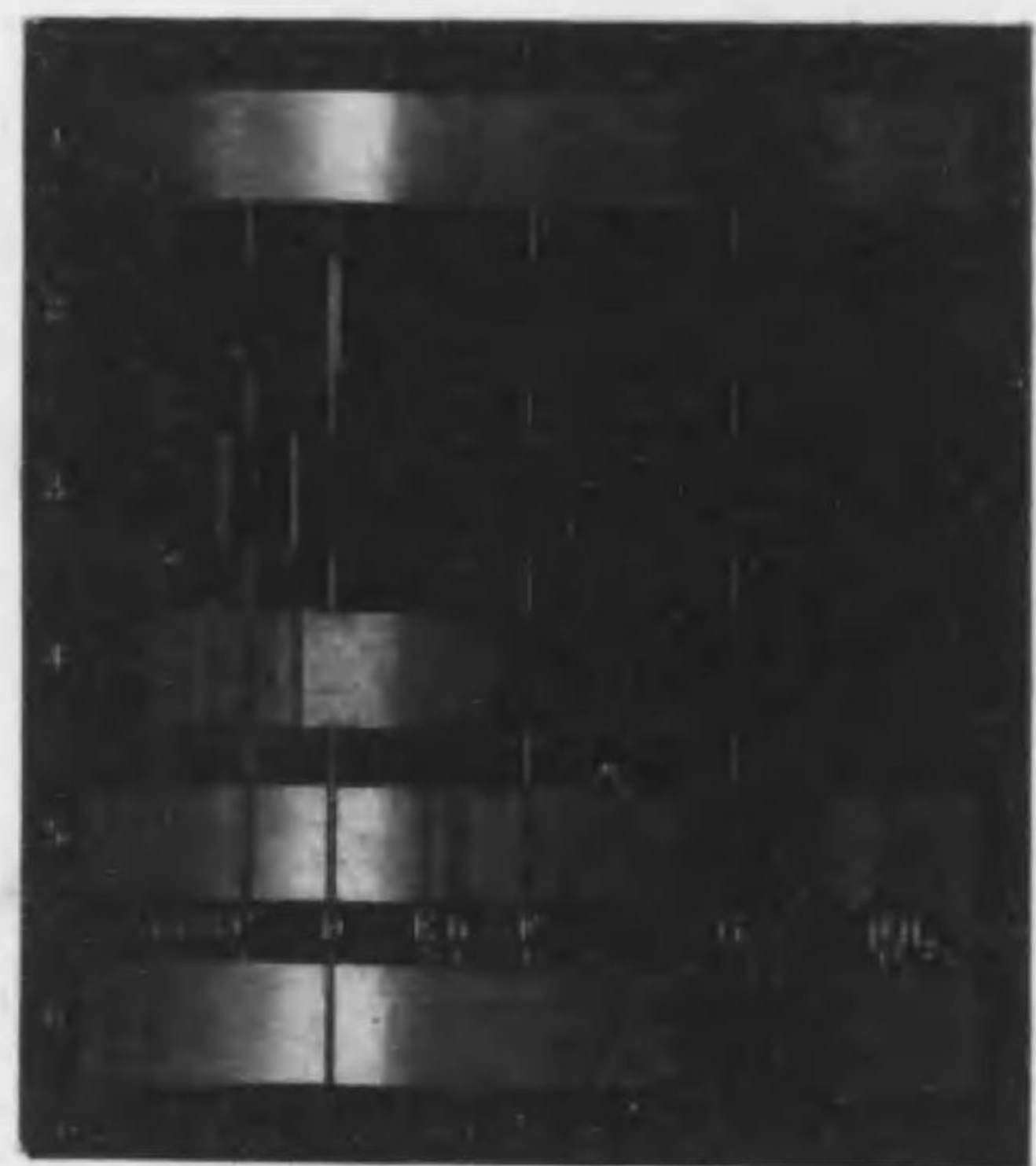
を水滴とし、OMは水滴に入射する日光SR SVに平行なりとす、角ROMが四二度なるときは、水滴Rは眼に強き赤色の光を送り、その他の光を發散す、又角VOMが四〇度なるときは、水滴Vは眼に強き堇の光を送りて、その他の光を發散す。同様にRとVとの間に在る水滴は、順次に橙・黄・綠・青・藍の光を眼に送る。依て、虹は太陽と反對の側に於て四〇度乃至四二度の角半徑を有する色帶の圓弧として現はるゝなり。

第二節

スペクトル分析術

水滴中にて二度反射して出づる光線は、第二の虹を生ず、其色の順序は、第一の虹と反對にして五一度乃至五四度の角半徑を有す。凡て光は反射する毎に、其強さを減ずるが故に、第二の虹は第一の虹よりも弱し。

- (1)は連續スペクトル
- (2)(3)(4)はNa Li Srの輝線スペクトル
- (5)は太陽スペクトル
- (6)はNaの吸收スペクトル



スペクトルの種類 既に述べたるが如く、蠟燭或は電燈の光のスペクトルは七色連續す、總て高温度の固體若くは液體の發する光のスペクトルは皆七色連續するものにして之を連續スペクトルと云ふ。高温度の氣體のスペクトルはナトリウム・ストロンチウム等の如く輝線より成るものにして、之を輝線スペクトルと云ふ。次に太陽スペクトルを仔細に檢するに前圖第五列の如く略連續スペ

一八〇二年  
英人  
Wollaston  
太陽スペクトル中に黒線を発見す

Fraunhofer  
(1787-1826)  
大にスペクトルを研究す

二

クトルに類すれど、其中に無数の黒線の存在するを見る、獨人フラウンホーフェルは是等の黒線に就て研究し、其重なるものに A B C D E F G H 等の名稱を與へたり、依て黒線を一にフラウンホーフェル線と稱す。太陽スペクトルが黒線を有するは、後に説明するが如く、太陽光の一部が吸収せられて、是等の黒線に相當する部分の光を排除するに依るなり。總て吸収の爲め、光の一部排除せるスペクトルを**吸収スペクトル**と云ふ。第六列は連続スペクトルを生ずべき光の一部が、ナトリウム蒸氣の爲めに吸収せられて黒線を生ぜるを示す。  
**スペクトル分析術** 氣體のスペクトルは、其氣體に特有なる輝線を一定の位置に生ずるが故に、一度之を種々の元素の蒸氣に就て定むるときは、逆に、或物質中に存在する種々

獨人  
Kirchhoff  
(1824-1887)  
及 Bunsen  
(1811-1896)  
大にスペクトル分析術を研究し、セシウム及ルビヂウムの二元素を発見す

三

の元素を知ることを得、此方法を**スペクトル分析術**と云ふ。又發光體が固體若くは液體なるか、或は氣體なるかに依りて、スペクトルの種類を異にするを以て、逆にスペクトルの種類に依りて、發光體の状態を判定することを得べし、例へば或天體が連続スペクトルを現はせば、其天體は固體或は液體の状態に在るべく、若し輝線スペクトルを現はせば氣體の状態に在るべし、太陽のスペクトルは輝線に非ざるが故に、其大部分は液體或は固體の状態に在るを知る。  
**黒線の説明** 種々の元素のスペクトルを吟味するに、輝線の位置は、殆ど皆太陽スペクトル中の黒線の或者と一致す、例へばナトリウム蒸氣の發する輝線は、太陽スペクトルの D 線と、其位置を同するが如し。又總て氣體は、その高温度に於て、輻射し得べき光を低温度

天體に於ける諸元素の存否の判定

に於て吸収するものなり、例へば電燈の如き連続スペクトルを生ずる光と、分光器の細隙との間に、ナトリウム蒸氣を置くときは、黄色の光の一部は吸収せられて、黒線を生ずるを見る、其黒線の位置は、太陽スペクトルのD線と一致す。是等の事實に依りて考ふるに、太陽は高温度に在る固體或は液體の塊にして、之より發する光は、連続スペクトルを現はすべけれど、太陽を圍繞せる比較的低温度の種々の元素の蒸氣に依りて、其一部吸収せられて、スペクトルに黒線を生ずるを知るなり。されば、太陽スペクトル中の黒線の位置と、種々の元素の輝線の位置とを比較して、如何なる元素が太陽中に存在するかを知ることを得、例へば、太陽スペクトルのD線は、ナトリウムの輝線と、其位置を同うするが故に、太陽にも此元素の

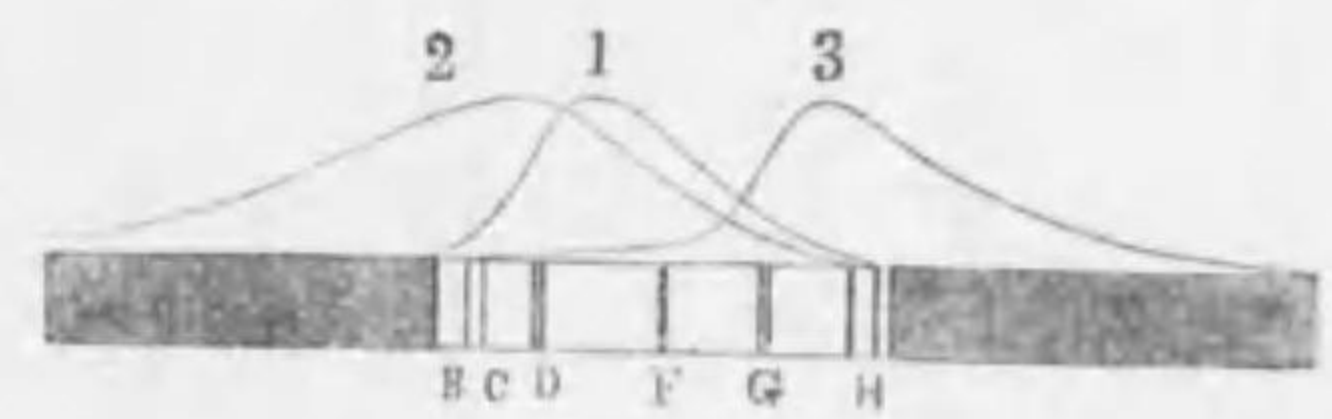
四

獨人 Herschel (1738-1822) 一八〇〇年赤外線を見出す、後數年 Ritter 及 Wollaston 莖外線を發見す

米人 Langley 大に赤外線を研究す

存在するを推定し得べし、物理學者は、此方法に依り、始めて諸天體中に如何なる元素が存在するかを知り、且つ是等は我地球上に存在するものと大差なきを確むるを得たり。スペクトル各部の作用 太陽スペクトル中にて、吾人の眼に最も強き感覺を與ふる色は黄にして、それより赤或は莖に至るに従ひ、次第に強さを減ず。又鋭敏なる測温器を以て、スペクトル各部の熱の作用を驗するに、黄色部に於ては、作用最も大にして、莖色部に向て比較的急激に減少し、莖色の外部に至れば、殆ど全く消滅す、之に反して、赤色の外部に於ては作用尚強く、その全く消滅するは、赤色外遠き所にあるとす。又硝酸銀を塗りたる紙片を以て、各部の化學作用を驗するに、概して赤、橙、黄、綠等の部分に於て、其作用弱く、青より莖に至るに従ひ、次第に増加す、次圖スペクトルの上に

輻射線



引ける123なる三曲線は、スペクトル各部に相當する光の強さ、熱作用及化學作用の強弱の模様を示すものにして、曲線の高き部分は、比較的作用の大なるを示し、低き部分は、作用の小なるを示す。此の如く太陽スペクトル中には、通常吾人の眼に感ずる光線以外に、まで屈折し來る所の光線あり、赤以外に屈折するものを赤外線或は熱線と云ひ、堇以外に屈折するものを堇外線或は化學線と云ふ、前者は重に熱作用を呈し、後者は重に化學作用を爲す、通常的光線、熱線及化學線を總稱して輻射線と云ふ。熱線は通常的光線の如く、反射屈折等の法則に従ふこと勿論にして、熱の篇に述べたる輻射に依て傳播する熱は、熱せ

られたる物體より發射する熱線に外ならず。  
問 火鉢に向へば暖く感ずるは何故なるか。

### 第三節 物質の色

物質の色 物質が各、特種の色を現はすは、受けたる光を一様に吸収或は反射せざるに基づく、例へば青色の布は、主に青色の光を反射し、其他を吸収するに依て青く見え、白色の布は、總ての光を一様に反射するに依つて白く見え、又黑色の布は、總ての光を悉く吸収するに依つて黒く見ゆ。又同一の物質にても、之を照らす光の種類によりて、其色を異にす、例へば朱の如きは、赤色の光の外殆ど他を吸収するを以て、日光に照らして見るときは、赤色に見ゆれども、之を照らすにナトリウム燐を以てするときは、朱の反射し得べき赤色の光を缺くが爲め、暗黑色に見ゆるなり。



透明體の色

透明體を透過せる日光が、其物質に特有の色を現はすは、物質が主に或色の光を通過せしめて、其他を吸収するに基づく、例へば、赤硝子は、主に赤色の光を通過せしめ、其他を吸収するによりて赤く見ゆ。

問(一) ナトリウム燐にては、殆ど白色と黄色とを區別し能はざるは何故なるか。

(二) 紙片に蠟を塗りたるものを、前面より照らして見るときは、蠟を塗らる部分には、他の部分よりも暗黒なれど、背後より照らして見るときは、却て光輝あるは何故なるか。

二

繪具の混合 光の混合と繪具の混合とは、其趣を異にす、互に餘色を爲す二色、例へば黄色の光と、藍色の光とを適當に混合すれば、白色を生ずれども、黄色の繪具と藍色の繪具とを混合するときは、綠色を呈す、其故は、黄色の繪具は、主に青

三

藍・莖等の光を吸収して、其餘を反射し、藍色の繪具は、主に赤・橙・黄等の光を吸収して、其餘を反射するものなれば、兩者を混合するときは、緑を除きて他の光を吸収するを以て、綠色を呈するなり。

磷光及螢光 硫化カルシウム又は硫化ストロンチウムの如き物質を、暫時日光に曝して後、之を暗室内に移すときは、薄き青色の光を發するを見る、此現象を**磷光**と云ふ。又石油を充てたる硝子瓶に、暗室の小孔より導ける日光を當て、瓶より反射する光を望むときは、美麗なる青藍色を呈するを見る、若し石油の代りに、フリオリシンの溶液を用ふるときは、鮮美なる綠色を呈す、是等の現象を**螢光**と云ふ、螢光は磷光の如く永續するものに非らずして、入射光線を遮ぎれば直に消滅す。

螢光

磷光

### 第五章 光 波

一

一六七八年和蘭人ロイボックが光の波動説を公にす

光波 宇宙間到處、エーテルと稱する輕微稀薄にして、彈力に富める物質ありて、所謂眞空中或は物質中にも瀰漫し、物質の分子は點々其中に散在す、光は發光體の分子の振動がエーテルに傳はり、之に横波を生ずるに依る所の現象にして、其波動四方に傳播して、吾人の眼に達するときは、光の感覺を生ず、其狀恰も發音體の振動が空氣に疎密の波を生じ、音を四方に傳送するが如し、音波は波長の長短によりて、耳に音の高低を感ぜしむるが如く、光波は波長の長短によりて、眼に色の感覺を生ぜしむ。

二

光波の速度・波長 光波の速度は極めて大にして、空氣中或は眞空中に於ては、約三億秒米、即ち七萬六千秒里なり。エ

一六七六年 Römer 始めて測定す

Ernst Fraunhofer 始めて波長を測定す

エーテルの波動中にて、吾人の眼に光として感ずるを得るは、其波長一定の範圍内に在るものゝみにして、赤外線及莖外線の如きは、肉眼を以て其存在を認むることを得ず。

波長の表

赤 (A).....	0.0007600 耗
赤 (B).....	0.0006867
橙 (C).....	0.0006563
黄 (D).....	0.0005893
綠 (E).....	0.0005270
青 (F).....	0.0004861
藍 (G).....	0.0004309
莖 (H).....	0.0003969

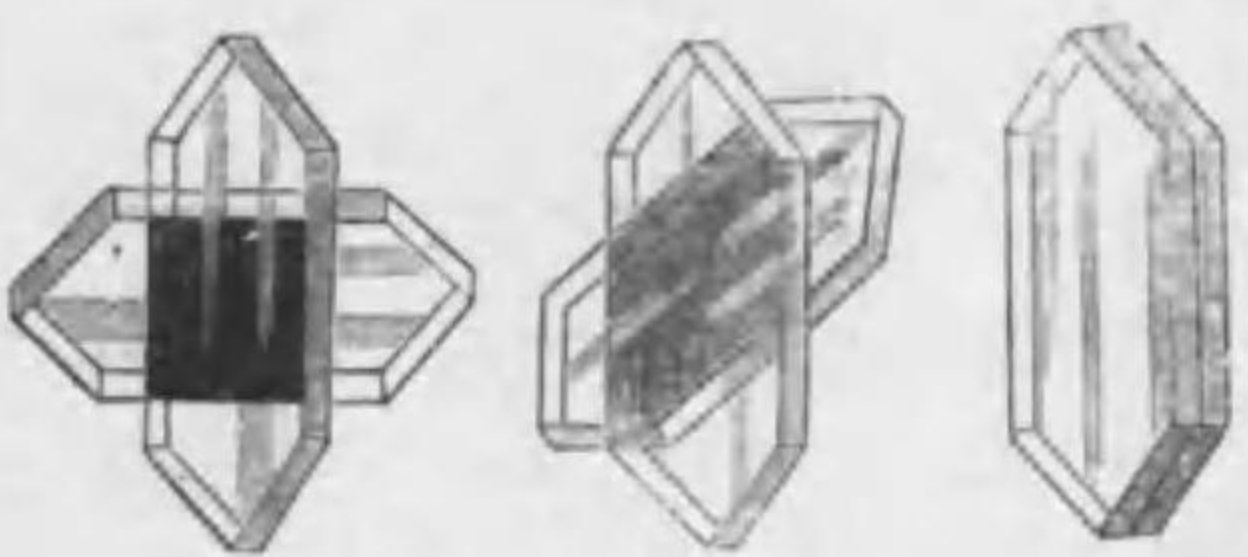
上の表は重なる色の光波の波長を表はす。

之に依て見れば、スペクトルに於ける色の排列は、波

長の順序を示すものにして、赤色より莖色に至るに従ひ、次第に其波長を減ず、又赤外線は赤の波長よりも大に、莖外線の波長は莖の波長よりも小なり。

偏光 電氣石と名づくる結晶體を、結晶の主軸と稱する方向に平行に切り、二枚の板を作り、第一の板を通過せる光

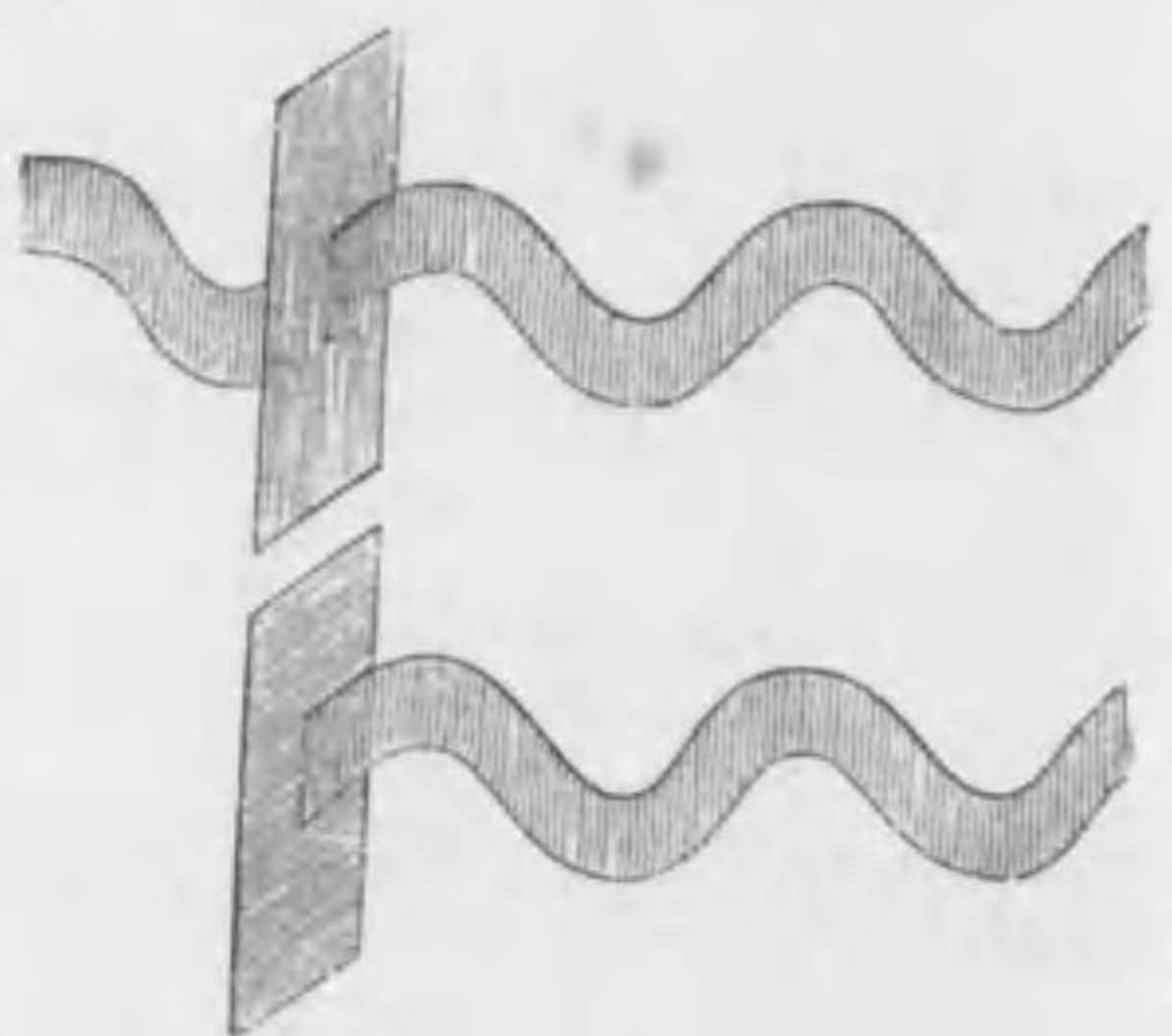
三



其性質を異にす、此光を偏光といひ、偏光を生ずる現象を光の偏りと云ふ。木硝子等の非金属の表面より反射せる光も亦一部偏光より成る。偏光を驗するには、其光を電氣石の板を通過せしめ、板を廻轉して主軸の方向を變ずることによりて、光に強弱を生ずるや否やを見るべし。

を見るに、肉眼にては、通常の光と殆ど區別すること能はず、されど之を第二の板を通して窺ふときは、兩板の軸の方向如何によりて明暗を生ず、兩軸が互に平行なるとき最も明かに、兩軸が互に傾きを爲すに従ひ次第に暗くなり、兩軸が互に直角を爲すに至れば殆ど全く暗黒となる。此の如く、一旦電氣石を通過せる光は、通常の光と大に

光波はエーテルの横波なりとの一證



佛人フレネルは、光波はエーテルの横波なりとの假定によりて、巧に偏光を説明せり、左に氏の説を擧ぐ。

光波はエーテルの横波にして、通常の光は其振動の方向、波の進行の方向に直角なる平面内にありて絶えず變化すと雖も、一旦之を電氣石の板に當つるときは、振動の方向が軸に平行なるもののみ通過して、偏光の現象を生ず。一旦偏りたる光を、第二の電氣石に當つるに、兩板の軸が互に平行なるときは、偏光は第二の板を通過するを得れど、直角なるときは、全く通過すること能はず、其状恰も上圖に示すが如し、若し兩板の軸が、九〇度以内の角を爲すときは、第一の板を通過せる光の振動を、第二の板の軸に平行なる振動と、直角なる振動とに分解するものと考ふべし、其中、軸に平行なる部分は、第二の板を通過するを得れど、軸に直角なる部分は通過すること能はず、故に光の強さは、二軸の平行なるときよりも弱し。

四  
**光とエネルギー** 發音體が振動するとき、發音體は周圍の空氣に仕事を爲し、エネルギーは發音體より空氣に移り、四方に傳達せらる、之と同様に、光の場合に於ては、發光體の分子の振動に伴ひ、エネルギーは先づ發光體の分子の周圍にあるエーテルに傳はり、次で波動のエネルギーとして、四方に發送せらる、從て發光體のエネルギーは次第に減少す、故に外より之に熱を加へざれば、發光體の溫度は次第に降り、遂に光を發せざるに至る。  
 エーテルの波動が傳播して物體中に入れば、多少其分子の振動を増し、エネルギーの一部はエーテルより分子に移る、是れ光の吸収にして、物體の溫度は爲めに上昇して熱の作用を生ず。

### 第六篇 磁氣學

#### 第一章 磁石の作用

一  
 希臘の學者  
 Thales (640-  
 546B.C.) 磁鐵  
 鑛が鐵粉を吸  
 引することを  
 知る。

四千五百年前  
 支那の黃帝始  
 めて指南車を  
 作る。



磁石 磁鐵鑛と名づくる鑛物は、鐵を吸引する性質を有す、此の如き磁鐵鑛を、鐵粉中に入れて之を引き出すときは、多くの鐵粉之に附着す。又鋼鐵の棒を取り、磁鐵鑛にて、二三度摩擦するときは、鐵棒の兩端は、磁鐵鑛の如く、鐵粉を吸引するを見る。斯く鐵を吸引する性質を有する物體を**磁石**と名づけ、磁石の性質を授くることを**付磁**と云ふ。磁石の鐵を引く力は、部分に依りて強弱あり、通常兩端に近き所に於て、其力最も強し、是等の部分を**磁石の極**と云ふ。

磁針



細長き磁石を、中央に於て支へ、水平の位置にて、自由に廻轉するを得しむるときは、磁石は畧、南北の方向を取るべし、その北に向へる極を北極と云ひ、南に向へる極を南極と云ふ。普通此装置を磁針と云ふ。

二

磁石の相互の作用

一つの磁石を、他の磁石の近傍に持來すときは、兩者は互に力の作用を及ぼし、且つ南北兩極の性質に著しき差違あるを見る。例へば甲の磁石の北極を、乙の磁石の北極に近づくとときは、互に相斥け、南極に近づくとときは、互に相引く、又甲の南極と乙の南極とは互に相斥け、其北極とは互に相引く、約言すれば、二つの磁石の同名の極は互に相斥け、異名の極は互に相引く。

磁石の作用

三

磁氣量

磁石の作用を研究するに、磁石の兩端には磁氣と稱する量ありて、その一方には正の磁氣、他方には負の磁氣の分布せらるゝものと假想するを便なりとす、通常北極の磁氣を正とし、南極の磁氣を負とす。

磁石の極の有する磁氣量の多少を比較するには、其極が一定の距離に於て、他の磁石に作用する力の大小を以てす、例へば甲乙二個の磁石に於て、甲の一極Nが或距離に於て、他の磁石丙の一極に作用する力と、乙の同名の極N'が、同じ距離に於て、丙の一極に作用する力とを比較するに、若し二つの力の大きき相等しきときは、兩極の磁氣量相等しと云ひ、若しN極の作用する力が、N'極の作用する力にm倍するときは、N極の磁氣量は、N'極の磁氣量のm倍なりと云ふ。又この方法に依りて、一つの磁石の南北兩極の磁氣量を驗

兩極の磁氣量

するに、如何なる磁石に就ても、兩極の磁氣量は互に相等しきを見る。

四

磁極間の作用 佛人クーロンは、二つの磁極間の作用を研究し、次の法則を發見せり。

Coulomb  
(1736-1806)  
氏の名を冠せる法則を發見す

二つの磁極間の引力或は斥力は、兩極の磁氣量の相乗積に正比例し、其間の距離の自乗に逆比例す。

第二章 磁氣感應

一

磁場 磁石の周圍に於て、其作用の及ぶ所を磁場と云ふ。嚴密に云へば、磁石の周圍は到る所磁場なるべきも、實際其作用を認め得るは、磁石に近き部分に限れり。單位の北極を磁場の一點に持來すとき、之に働く磁力を、其點に於ける磁場の強さと云ふ。

磁場の強さ

二

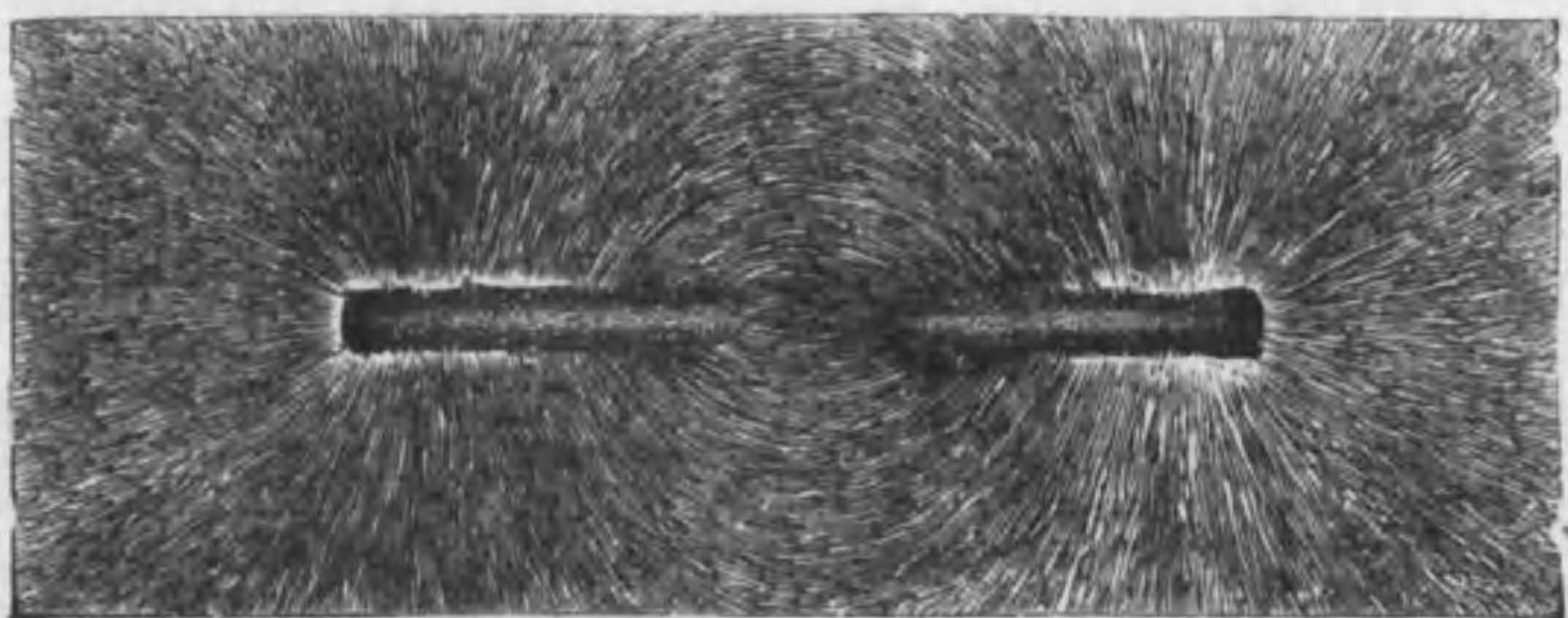
磁氣感應

感應 磁石の傍に鐵片を持來すときは、鐵片は磁石となり、磁石の一極に近き端に異名の極を生じ、遠き端に同名の極を生じて、磁石に吸引せらる。これ異名の二極間の引力が、同名の二極間の斥力よりも大なるが爲めなり。此の如く、磁場に置かれたる物體が、磁氣を帶ぶることを磁氣感應と云ふ。感應に依りて、磁氣を帶ぶる物質を磁性體と云ふ。鐵の外ニッケル・コバルト等も亦感應作用を現はす。

三

指力線 磁石の生ずる磁力は、所によりて異なるものにして、其兩極を遠ざかるに従ひて減少す。扱て磁石NSの近傍に、小磁針nsを持來す時は、其兩極は磁石の兩極の爲めに、反撥吸引せらる。若し磁針甚だ小なるときは、其兩極に働く磁力は、大さ相等しく、互に平行して、反對の方向に向ふべし、故に磁針は偶力の作用を受けて、磁力の方向を取りて靜止す。

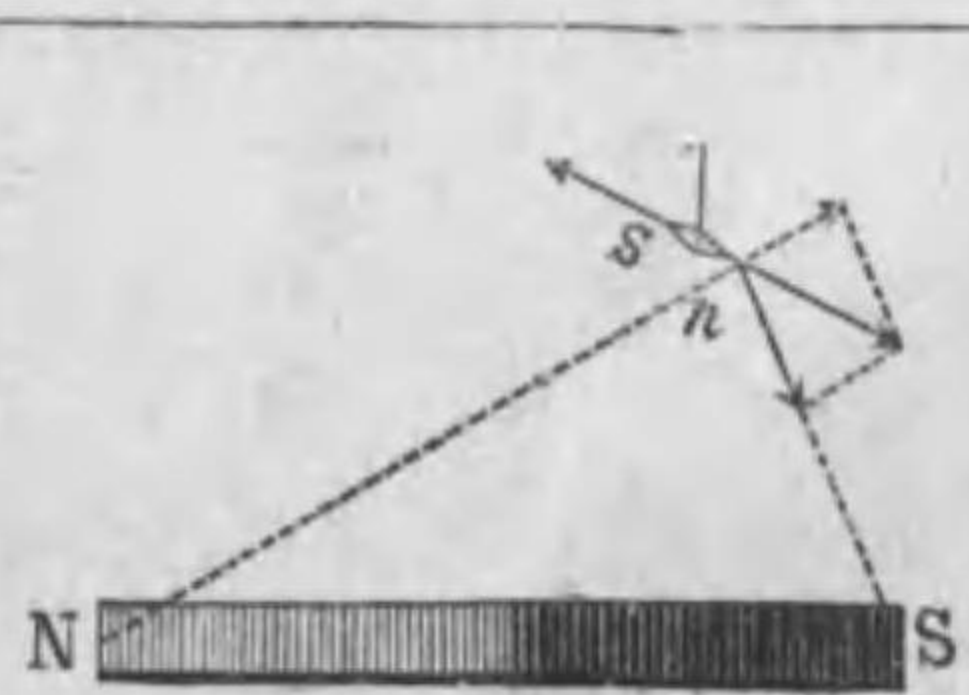
指力線



即ち磁場の一點に持來されたる小磁針は、其點に於ける磁力の方向を指す。

今磁石の上に硝子板を置き、其上に鐵粉を撒布して、靜に板を敲くとき

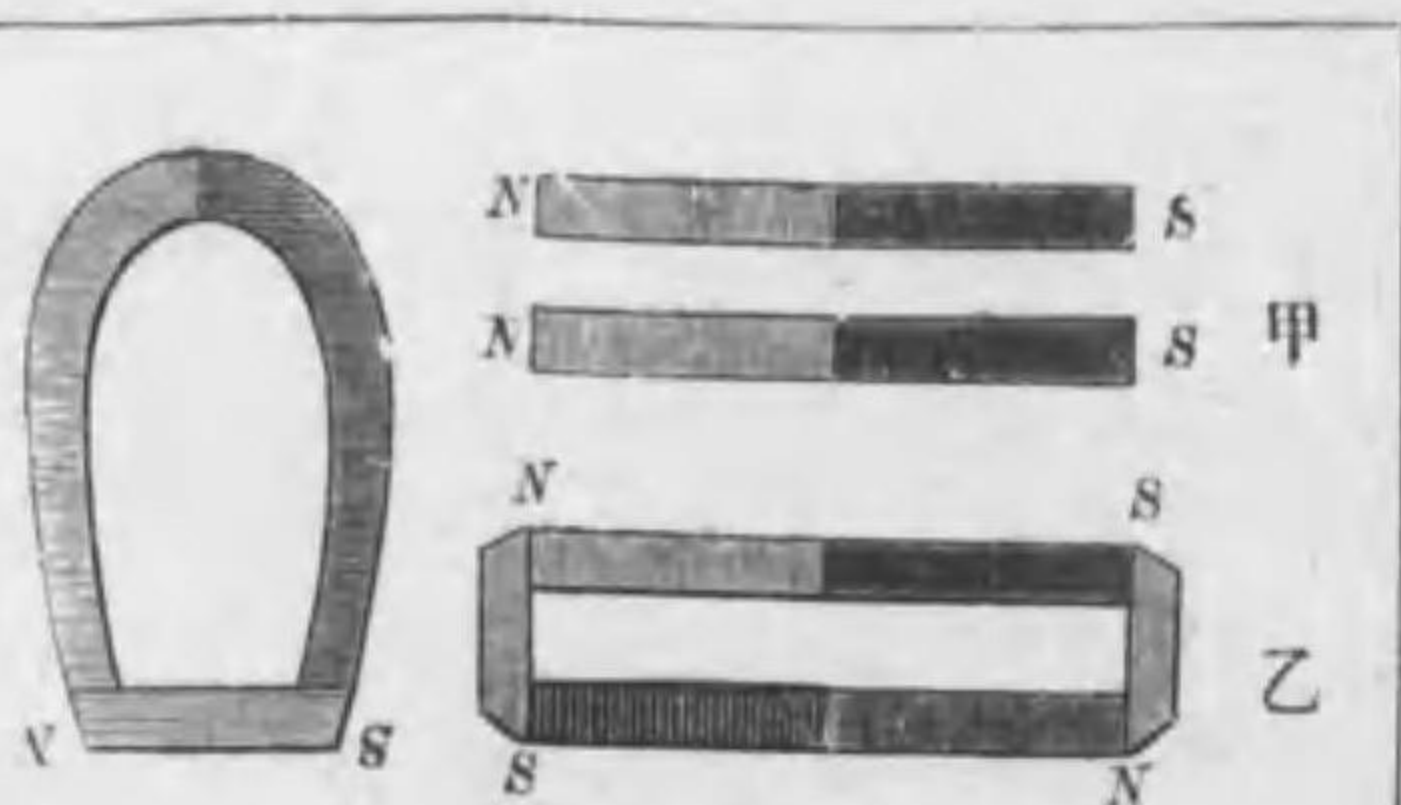
は、各鐵粉は感應に依り、磁氣を帯びて小磁石となるを以て、皆磁力の方向を取りて靜止すべし、故に鐵粉は、圖に示すが如く整列して、無數の曲線を作る、此曲線を指力線と云ふ、指力線の各點に引ける切線は、其點に於ける磁力の方向を指す。



四

磁石の製法 軟鐵を磁場に持來すときは、容易に磁氣を帯ぶと雖も、之を磁場の外に持行けば、直に磁氣の大部分を失ふ、之に反して、鋼鐵は磁場に於て磁氣を帶ぶること、軟鐵の如く容易ならずと雖も、一旦磁氣を受くるときは、之を磁場の外に出すも、磁氣を失ふこと少し、故に磁石の製造には、鋼鐵を用ふ、磁石を作るに簡便なる方法は、強き磁石の一極を以て、數回鋼鐵棒の一端より他端に向て、同じ方向に摩擦するにあり、又強き磁石を得んと欲せば、暫時鋼鐵棒を強き磁場に置くを可とす。

下圖甲に示すが如く、二個の磁石の同名の極を同方に向けて並置するときは、相



磁石保存法

互の感應によりて、磁氣を減殺す。之に反して、乙圖に示すが如く、異名の極を相對せしめて並置するとき、感應に依りて、多少磁氣を増加す、殊に兩極に軟鐵片を架するとき、一層感應作用を強大ならしむ、故に棒狀磁石を保存するには、通常此方法を用ふ。又蹄鐵磁石にありても、兩極に軟鐵を架して之を貯ふ。

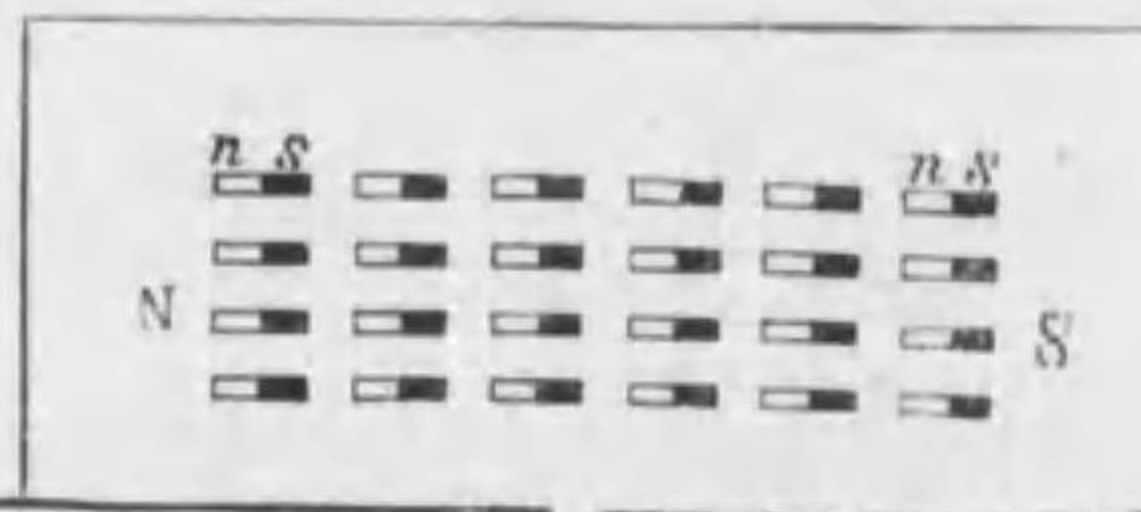
問 蹄鐵磁石は棒狀磁石よりも、磁氣を失ふこと少なきは何故なるか。

五

分子磁石の説

長き棒狀磁石を折りて數個と爲すときは、各片は皆磁石の性を現はし、原の磁石と同じ向に南北の兩極を生ず、更に其一を取りて、之を數個に分つても、其各片は亦磁石の性を現はす、同じ方法を幾度繰返へすも、各小片は常に磁性を帯ぶるを見る、之に依りて、磁石を作る鐵の各分子は皆一の小磁石にして、次圖に示すが如く、一定の方向に整列

するものと考ふるを得べし。磁石の作用が、主に兩端に現はれて、中央部に現はれざるは、磁石の中央部に於ては、各分子の一極の作用は、之に隣れる他分子の異名の極の爲めに打消さると雖も、其兩端に於ては、同名の極相并列して、其働を増大するに依る。



總て磁性體は磁氣を帯ぶると帯びざるを論ぜず、其分子は皆小磁石にして、互に磁力の作用を及ぼす者なり、磁氣を帯びざる磁性體に於ては、是等無數の小磁石は、其方向種々雜多にして、全體としては磁石の性質を現はさざれども、之を磁場内に持來すときは、是等の小磁石は磁場の作用を受くるが故に、相互の作用に反して、多少磁場の方向に向けられ、磁性體は全體として磁石の性を現はすに至る



なり。

### 第三章 地球磁氣

英人 Gilbert (1540-1603) 磁氣と題する大著を公にす。

一

地球磁氣 地球は其軸の兩端に、正負の磁氣を有する一大磁石にして、磁針が畧南北の方向を取るは、其作用を受くるに依る、されど磁針が正しく南北を指さずして、所によりて多少方向を異にするは、地球磁氣の分布が複雑なるが爲めなり。地球が如何にして、此の如く磁氣を帶ぶるに至りしかに就ては、未だ確定せる學說なし。

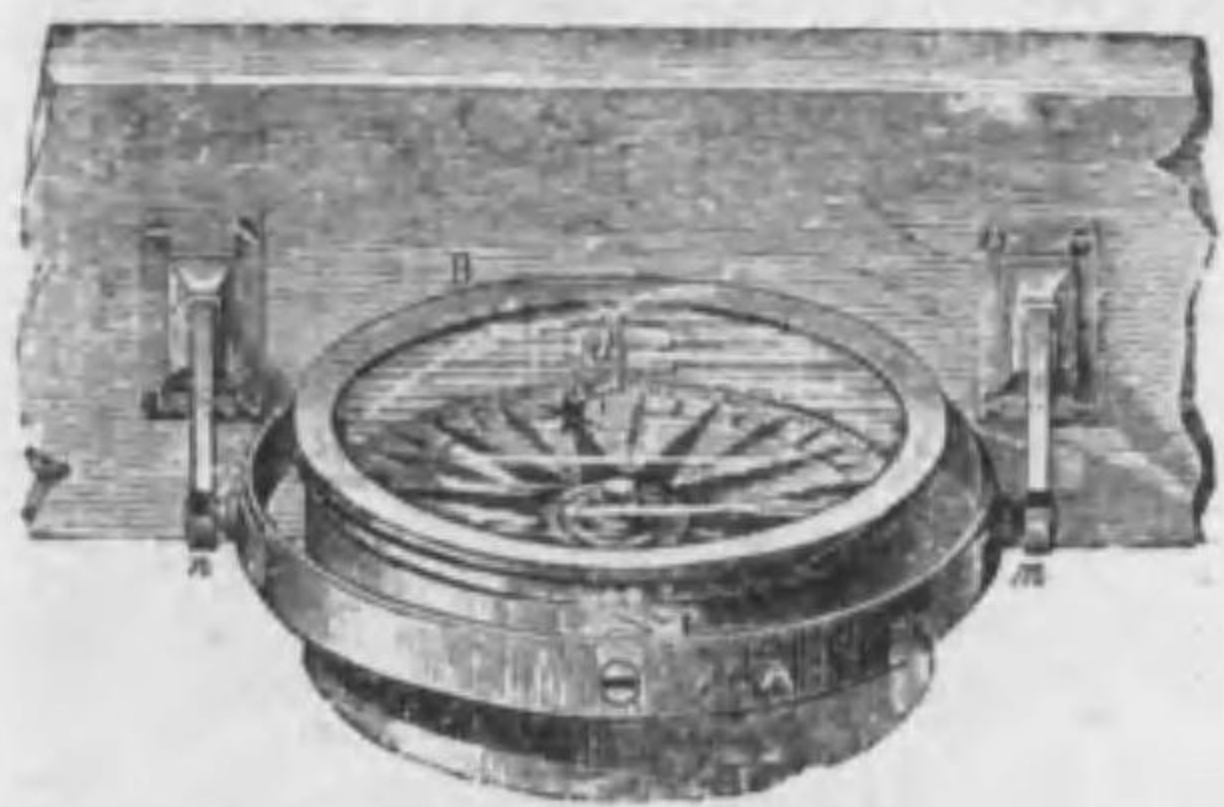
地球磁力の三要素

磁氣の赤道と磁氣の極

磁針は略南北に向へども、多少眞の南北より偏り、且つ水平面にも傾を爲すを常とす、即ち地表に於ける磁力の方向は、一般に、子午線及水平面と或角を爲すなり。或場所に於ける地球磁力の方向が、水平面と爲す角を伏角と云ふ、之が子午線と爲す水平面上の角を方位角と云ふ、又水平面上に於ける磁力の分力を水平磁力と云ふ。地表に於ける磁力は、以上三量に依りて、十分に定まるものなるが故に、是等を地球磁力の三要素と云ふ。

重心にて吊されたる磁針の北極は東に偏する所と、西に偏する所とあり、又磁針の北極は、北半球に於ては概して下方に傾き、南半球に於ては上方に傾く、地球の表面上伏角零なる諸點を結びたる線を磁氣赤道と云ふ、伏角九〇度なる所を磁氣極と云ふ、磁氣の赤道は地球の赤道と畧一致し、磁氣

③



の兩極は、地球の兩極を距る十餘度の所に在り。本邦各地に於ける方位角は、西に偏ること四度乃至六度にして、伏角は、下に傾くこと四〇度乃至六〇度なり。

羅針盤、羅針盤は航海者の用ふる一種の磁針にして、方位を記せる輕き圓盤に磁針を貼付し、之を水平に支へたるものなり、通常圓盤の周邊を三二等分し、之に一々方位を記す。

磁針を入れたる扁平なる圓筒は、船の動搖に關らず、常に水平の位置を保たしむべき装置を附す。又船の正面に當る所の圓筒上には指標 *d* を附し、指標の指す圓盤上の方位に依て、直ちに船の進行の方向を知るを得べからしむ。

### 第七篇 電氣學

#### 第一章 帶電體

一

Charles 摩擦したる琥珀は輕き物體を吸引することを見す。



帶電 乾きたる毛布を以て摩擦したる封蠟は、能く輕き物體を吸引す、燈心にて作りたる小球を絹絲にて吊し、之に前記の封蠟を近づくとときは、小球は封蠟に引き付けられ、一旦之に接觸したる後は、直ちに排斥せらる、封蠟の代りに、之を摩擦するに用ひたる毛布を以てするも亦同じ、是等の現象を電氣の現象と云ひ、封蠟及毛布は帶電の状態に在りと云ふ。燈心の球を吊せる振子を電氣振子と云ふ。

實驗

紙の小片を火に炙り、爪を以て二三四回摩擦するときは、輕き物體を吸引す、學生自ら之を實驗すべし。

二

二種の電氣 甲乙二個の燈心の小球を絹絲にて吊し、一旦是等を毛布にて摩擦したる封蠟に接觸せしむるときは、兩球は帶電の状態を現はして、互に排斥するを見る、又丙丁二個の燈心球を吊し、一旦之を毛布に觸れしめたる後は、亦互に排斥す、次に甲球を取り、之を丙球或は丁球に近づくときは、互に吸引す、甲球の代りに、乙球を以てするも、同様の結果を得、之に依て、封蠟或は毛布に觸れたる兩球は、互に排斥すれども、封蠟に觸れたる球と、毛布に觸れたる球とは、互に吸引するを知る、即ち甲乙二球の帶電の有様は、丙丁二球の帶電の有様と其性質を異にす、是等の帶電の状態を區別せんが爲め、毛布及之に觸れたる球は、陽の帶電の状態に在

陽電氣と陰電氣

三

りと云ひ、或は陽電氣を帶ぶと云ふ、又封蠟及之に觸れたる球は、陰の帶電の状態に在りと云ひ、或は陰電氣を帶ぶと云ふ。實驗の結果に依るに、如何なる方法によりて帶電せしむるも、帶電の状態は此二種の外に出づることなし。是等の事實を總括して、左の法則を得。  
同種の電氣を帶べる、二物體は互に排斥し、異種の電氣を帶べる、二物體は互に吸引す。  
導體及不導體 硝子或は封蠟棒の一端を、金屬の帶電體に觸れしむるも、帶電の状態を失ふことなし、されど、手に握れる金屬棒の一端を之に觸れしむるときは、直ちに帶電の状態を失ふ、これ電氣が金屬棒、身體を経て地球に傳播するが爲めなり。此の如く、電氣を傳播する物質を導體と云ひ、然らざる物質を不導體或は絶緣體と云ふ、金屬、身體等は導體

導體と不導體

にして、空氣封蠟・絹・硝子・毛布等は不導體なり。  
 導體を手に支持して、之を摩擦するも、帯電の状態を現はす  
 ことなきは、生じたる電氣が身體を経て地球に逃れ去るが  
 爲めなり、故に若し絶縁體の柄によりて導體を支持して、摩  
 擦するときは、之に帯電せしむることを得べし。

四

**電氣量** 電氣の作用を簡単に言ひ表はすに、陰陽の電氣は、  
 帯電體中に在る極めて輕き二種の流體なりと考ふるを便  
 とす、即ち此二種の流體は、反對の性質を有し、同種の流體は  
 互に排斥し、異種の流體は互に吸引す。若し物體が此二種  
 の流體を等量に有するときは、帯電の状態を現はさずと雖  
 も、若し一方多きときは、其差に相當する帯電の状態を現は  
 す、されば物體の有する電氣の量は、其中に存在する二種の  
 流體の差に等し。

クロン

五

甲乙二個の帯電體を取り、甲が一定の距離に於て、他の帯電  
 體丙に作用する力と、乙が同一の距離に於て、丙に作用する  
 力とが、其大さ相等しきときは、甲乙二物體の有する電氣の  
 量相等しと云ひ、若し甲體の作用する力が、乙體の作用する  
 力の  $m$  倍なるときは、甲體の電氣量は乙體の電氣量の  $m$  倍  
 なりと云ふ、されば或電氣量を單位に取るときは、之は依り  
 て電氣量を測ることを得、通常用ふる電氣量の單位をク  
 ロンと云ふ。

**金箔驗電器** 帯電の多少を驗する  
 に、最も便利なる器械を金箔驗電器  
 とす、其構造は圖に示すが如く、硝子  
 瓶中に金屬棒を挿入し、其下端より  
 瓶内に二枚の金箔を垂下し、其上端



に金屬板を附したるものなり。今帶電體を金屬板に觸るときは、帶電體の電氣の一部は金箔に移り、金箔は相排斥して開くべし、其開きの角の大小は帶電の多少に依るが故に、此角度によりて、帶電體の有する電氣の多少を知ることが得。

六

導體の電氣は其表面のみにあり

**電氣の分布** 導體に電氣を移すときは、直ちに其全體に擴りて、靜止の状態に達す、靜止の状態に達したる電氣は、導體の表面にのみ存在して、決して其内部に止まることなし。一の小孔を有する内空の導體に電氣を與へ、驗し板と名づくる絶縁體の柄を有する小なる金屬板を、導體の内部に觸れしめ、金箔驗電器によりて驗するに、電氣は少しも導體の内部に存在せざるを見る。又同一の導體の表面に於ても、其分布一樣ならず、一般に表

電氣の表面密度

七

Coulomb 帶電體の間の力を測定す

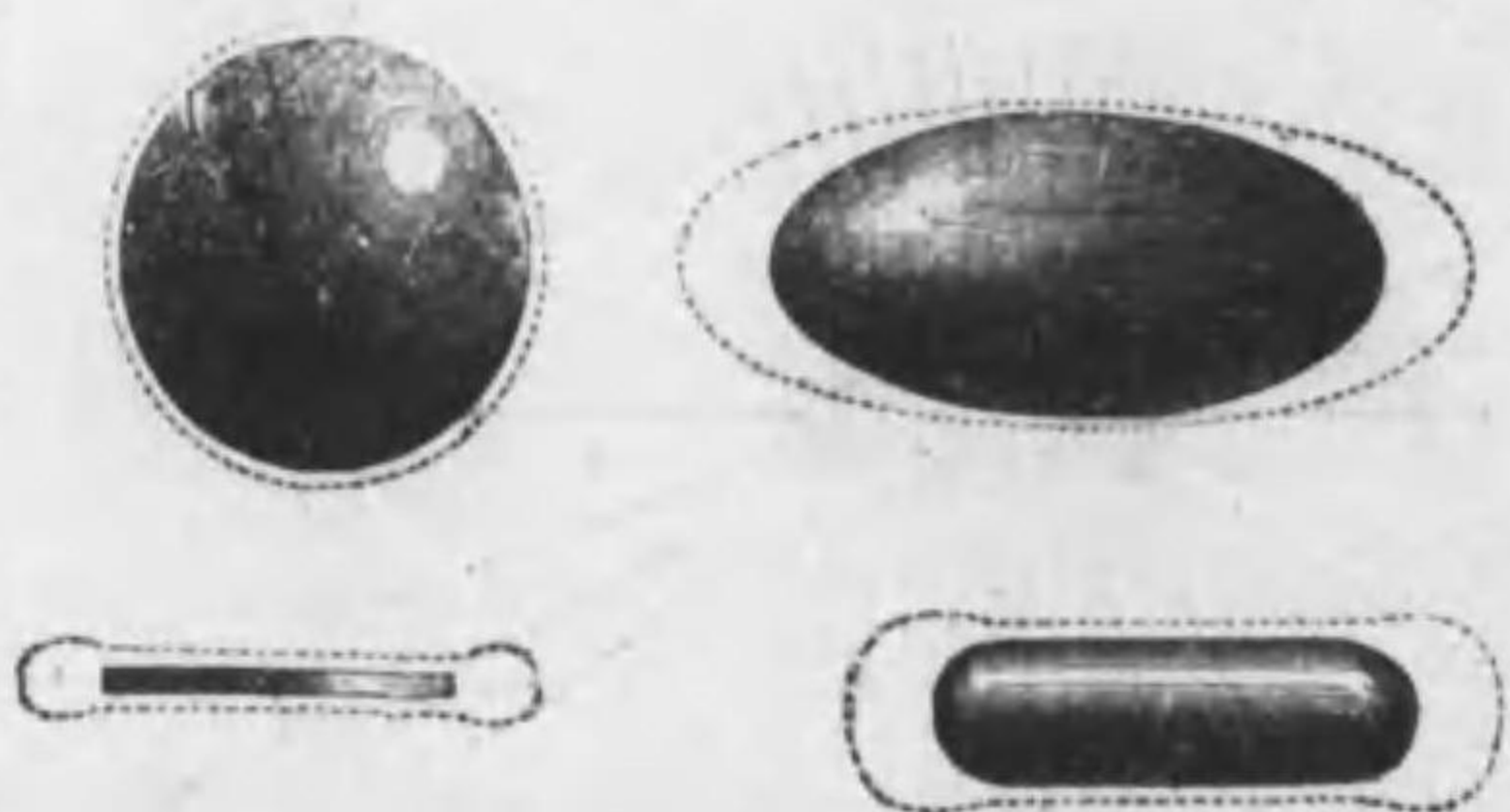
面の扁平なる所には電氣の量少なくして、彎曲せる所には其量多し。下圖は球、楕圓體、圓板及圓柱形の導體上に於ける電氣の分布の模様を、曲線を以て示せるものなり。

電氣を帯びたる導體の表面上、單位面積中にある電氣の量を、此部分に於ける電氣の表面密度と云ふ。

**グーロンの法則** クーロンは二個の電

氣を帶べる物體間の作用を研究して、磁

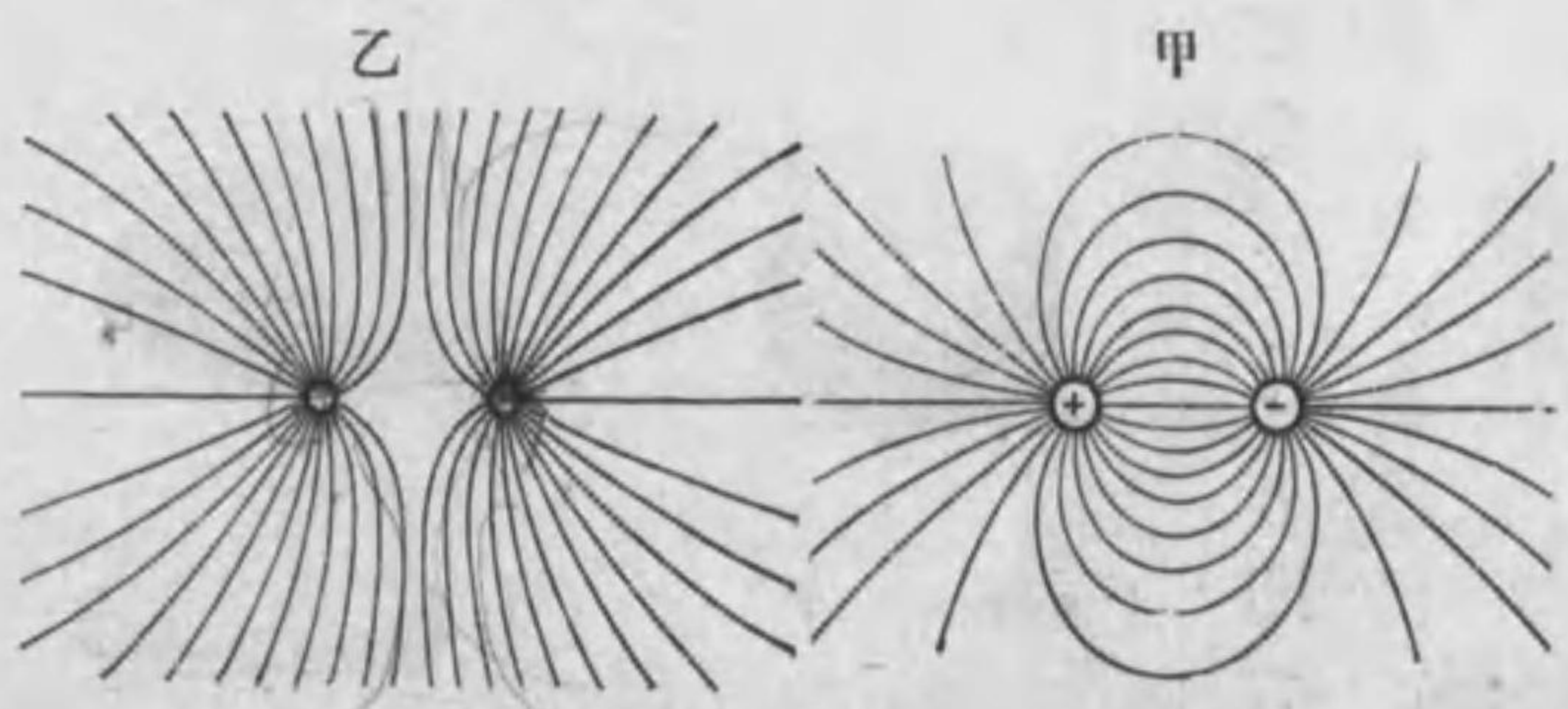
氣の場合と同じ法則に従ふものなることを發見せり、即ち、二つの帶電體の間に作用する力は、電氣量の相乗積に正比例し、距離の自乗に逆比例す。



### 第二章 電氣感應

一 電場：帶電體の周圍に於て、電氣の作用の及ぶ所を電氣の場或は電場と云ふ、帶電體の周圍は到る所其電場なるべきも、實際電氣の作用を認め得るは、帶電體に近き部分に限れり。電場の一點に持來されたる單位陽電氣に働く電氣力を、其點に於ける電場の強さと云ふ。

二 指力線 磁場の場合に於けるが如く、曲線の各點に於ける切線の方向が其點に於ける電力の方向を表はすとき



一八三二年  
Paraday  
(1791-1867) 始  
めて指力線な  
る語を用ふ。

は、此線を指力線と云ふ、前圖甲は等量異種の電氣の作る指力線を表はし、乙は等量同種の電氣の作る指力線を示す。テレピン油に硫酸キニーネの少量を混じ、其中に起電器の兩極を漬けて電氣を通ずるときは、硫酸キニーネは整列して指力線を示すべし。

三 感應 帶電體の近傍に絶縁したる導體を持來すときは、導體は電力の作用を受けて、帶電體に近き部分に異種の電氣を生じ、遠き部分に同種の電氣を生じて帶電體に吸引せらる、絹絲にて吊したる燈心球を以て、容易に之を驗することを得。此の如く、電場に置かれたる導體が、帶電の状態を現はすことを電氣感應と云ふ、感應によりて帶電したる導體は、帶電體を遠ざくると共に、帶電の状態を失ふ。次に帶電體を金箔驗電器の金屬板に近づくるときは、感應

電氣感應

感應による電

によりて、金屬板は異種の電氣を帯び、金箔は同種の電氣を帯びて開き、帶電體を遠ざくるときは、直ちに閉づ、然れども帶電體を金屬板に近づけたるまゝ、手を之に觸るゝときは金屬板身體及地球は一つの大きな導體を爲すが故に、金箔の部分に集まれる電氣は、地球の遠き部分に流れて金箔の閉づるを見る、是に於て手を離し、帶電體を遠ざくれば、金屬板に留まれる電氣は、其一部流れて金箔に移るが故に、金箔は再び開くに至る。

四

陰陽の電氣量 金箔驗電器の金屬板の代りに、小口を有する金屬器を置くこと圖の如くし、先づ二つの絶縁體を互に



摩擦して帶電せしめ、絹絲にて吊し、別々に金屬器中に入るゝときは、感應作用に依りて、金箔

の開くを見る、其角度は、二つの場合に毫も異なることなし次に此二物體を同時に器中に吊すときは、金箔は少しも開くことなし、即ち摩擦によりて生ずる兩物體の電氣は、反對の種類にして、其量互に相等しきを知る。又感應によりて生ずる陰陽の電氣に就て、同様の實驗を爲すに、陰陽兩電氣の量常に相等しきを知る。

五

放電 帶電體が電氣を失ふことを放電と云ふ。等量の異種の電氣を帯べる二つの導體を、針金にて連絡するときは、陰陽の電氣は互に中和して放電す。若し二物體の帯べる電氣量が十分大にして、其間の距離近きときは、陰陽の電氣は中間の空氣を破り、音と火花とを發して中和す、之を火花放電と云ふ。

火花放電

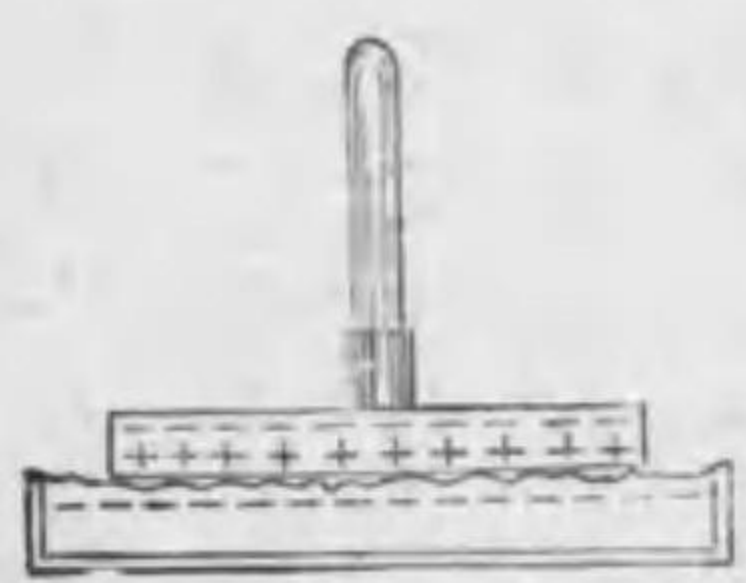
導體の一部尖れるときは、此部分の電氣密度は甚だ大にし

電氣の對流

て、空氣中に浮べる微細なる塵埃は、感應によりて吸引せられ、尖端の電氣を受けて反撥せらる、斯く尖端の電氣は次第に奪ひ去られて、此所に電氣の流れを生ず、此現象を電氣の對流と云ふ。總て電氣を集むる器械に於て、尖端を避けて、球形と爲すは、對流によりて電氣の消失するを防ぐが爲めなり。

六

伊人 Volta (1745-1827) 電氣盆を發明す。



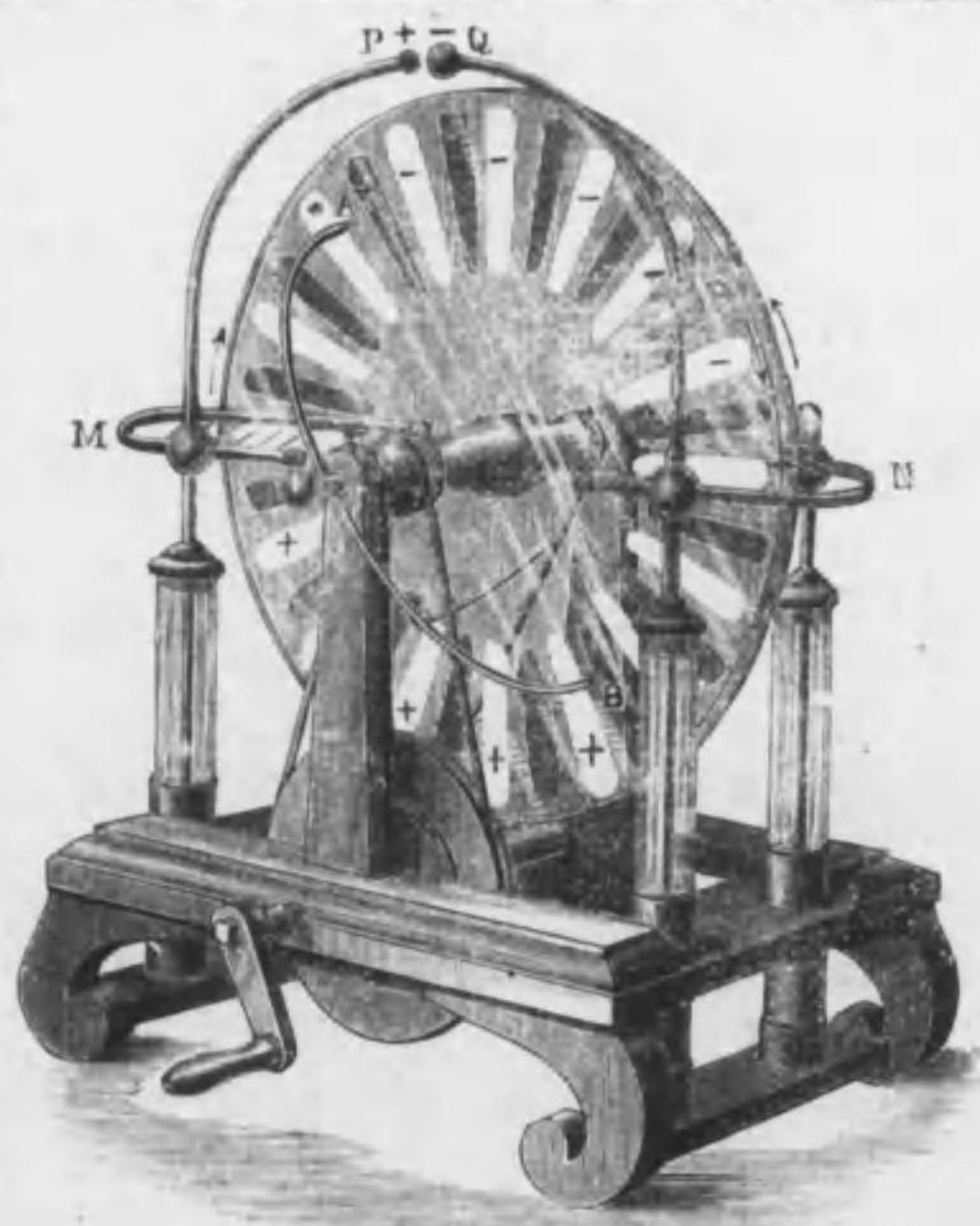
電氣盆 電氣盆は感應を利用したる簡便なる起電器にして、少量の電氣を要するときに用ふ、其構造は圖の如く、金屬盆の内にエポナイト・松脂等の絶縁體を填めたるものにして、別に硝子の柄を有する金屬板あり。先づ乾きたる猫皮又は毛布にて、盆内の絶縁體を摩擦するときは、其表面及表面に近き部分に陰電氣を生ず。次に金屬板を

七

一八八二年 Winshurst 感應起電機を作る。

其上に載するときは、感應によりて板の下面に陽電氣、上面に陰電氣を生ず、故に手を之に觸るれば、陰電氣は身體を経て地球に移り、金屬板には陽電氣のみ残るべし。  
ウィムシャルストの起電機 此機械は多量の電氣を得るに便なり、其構造は圖に示すが如く、二枚の硝子圓板ありて、互に反對の方向に廻轉し得べく、其外面には多くの錫箔片を貼付く、又前後に二本の金屬棒ありて、水平面に對し、反對に四五度の傾を爲す、其兩端には金屬製刷毛ありて、各前後の硝子板を押す。  
今此機械の作用を考ふるに、假りに後板は靜止し、前板のみ矢の方向に廻轉するものとし、刷毛Aに對する後板の錫箔が陽電氣を帶べりとすれば、感應によりて刷毛Aは陰電氣、刷毛Bは陽電氣を帶ぶ、故に硝子板の廻轉に伴ふて、Aを過





するとき、其陽電氣と中和して、導體に陽電氣のみを残す、同様に、導體Qは陰電氣を得。又前板の陽電氣を帯べる錫箔に對する後板の刷毛は、感應に依りて陰電氣を得、他の刷毛

ぐる錫箔は陰電氣を得、Bを過ぐる錫箔は陽電氣を得、かくして、陽電氣を帯べる錫箔は、樞Mに近づき、感應によりて之に陰電氣を生じ、其他端Pに陽電氣を生ず、而して樞の尖端にある陰電氣は、錫箔の其間を通過

は陽電氣を得、故に後板も亦廻轉するときは、陽電氣を帯べる刷毛を過ぐる錫箔は陽電氣を得、樞Mに近づきてPに陽電氣を與へ、陰電氣を帯べる刷毛を過ぐる錫箔は、樞Nに近づきて、Qに陰電氣を與ふ。一般に空氣は多少電氣を帯ぶるが故に、錫箔は始より幾分か電氣を帯ぶるものなり。

實驗一 ウィムシャルスト起電機の樞齒に連絡する導體より尖端を出だし、起電機の圓盤を廻轉して、盛に之に帯電せしむれば、電氣對流に依て空氣の流を生ず、故に燭火を尖端の前に置けば、燭の口にて吹かるゝが如く曲るを見る。

實驗二 數人が順次に手を握つて一列となり、端の一人が手を起電機の帯電せる部分に近づくとときは、火花が手と起電機との間を飛ぶと同時に、各人は一種の刺激を感ずべし。

實驗三 起電機の二つの導體を近づけ、其間に厚紙を置き、起電機を廻轉すれば、導體の兩球の間に、烈しき火花を連發して、厚紙に數多の小孔を穿つ。日光にすかして之を見よ。

實驗四 水槽の底部の小孔より進出する水は、細脈を爲して流出す、されど、水槽を絶縁せる臺上に置き、導線を以て水と起電機とを連絡して、帯電せしむれば、水は小孔を出て、直に飛散するを見る。

八 空中電氣 大氣は常に多少の電氣を帶ぶるものにして、雨天の時は陰陽常ならずと雖も、晴天の時は通常陽電氣を帶ぶ。若し多量に異種の電氣を帶べる雲と雲とが相接近するとき、は、電氣は中間の空氣を破りて放電し、所謂雷鳴及電光の現象を生ず、若し又電氣を帶べる雲



の降りて、地面に近づくことあるときは、地面は之に感應して、異種の電氣を生じ、遂に放電して所謂落電を生じ、往々家屋樹木等を破壊し、又人畜の死傷を來すことあり。

九 避雷針 避雷針は上端の尖れる長き金屬棒を屋上に立て、針金を以て之を地中に埋めたる長き金屬板に連結せるものなり、通常、其尖端を鍍金して、錆の生ずるを防ぐ。避雷針は雲の電氣と、感應に依りて地面に生じたる電氣とが、放電するに際し、電氣の多分を避雷針及針金を通りて中和せしめ、以て家屋の破損を防ぐの用を爲す。

### 第三章 電位

一 電位 水を盛れる甲乙二器を細管にて連通するとき、水は水位の高き方より低き方に向て流る、故に水流の方向に

よりにて、兩器の水位の高低を知ることを得。されば甲乙二器を細管にて繋ぐとき、其間に水の流動なきときは、兩器の水位相等しと云ひ、水が甲より乙に向て流るときは、甲器の水位は、乙器の水位よりも高しと云ふことを得。同様に、電氣の場合に於ても、二個の電氣を帶べる導體を繋ぐに、金屬線を以てするとき、その間に電氣の流動なければ、兩體は同一の電位を有すと云ひ、若し陽電氣が甲體より乙體に移るか、或は陰電氣が乙體より甲體に移るときは、甲體の電位は乙體の電位よりも高しと云ふ。されば陽電氣の量と電位との關係は、猶水量と水位との關係の如し、又兩者の關係は、能く熱量と溫度との關係に類す。

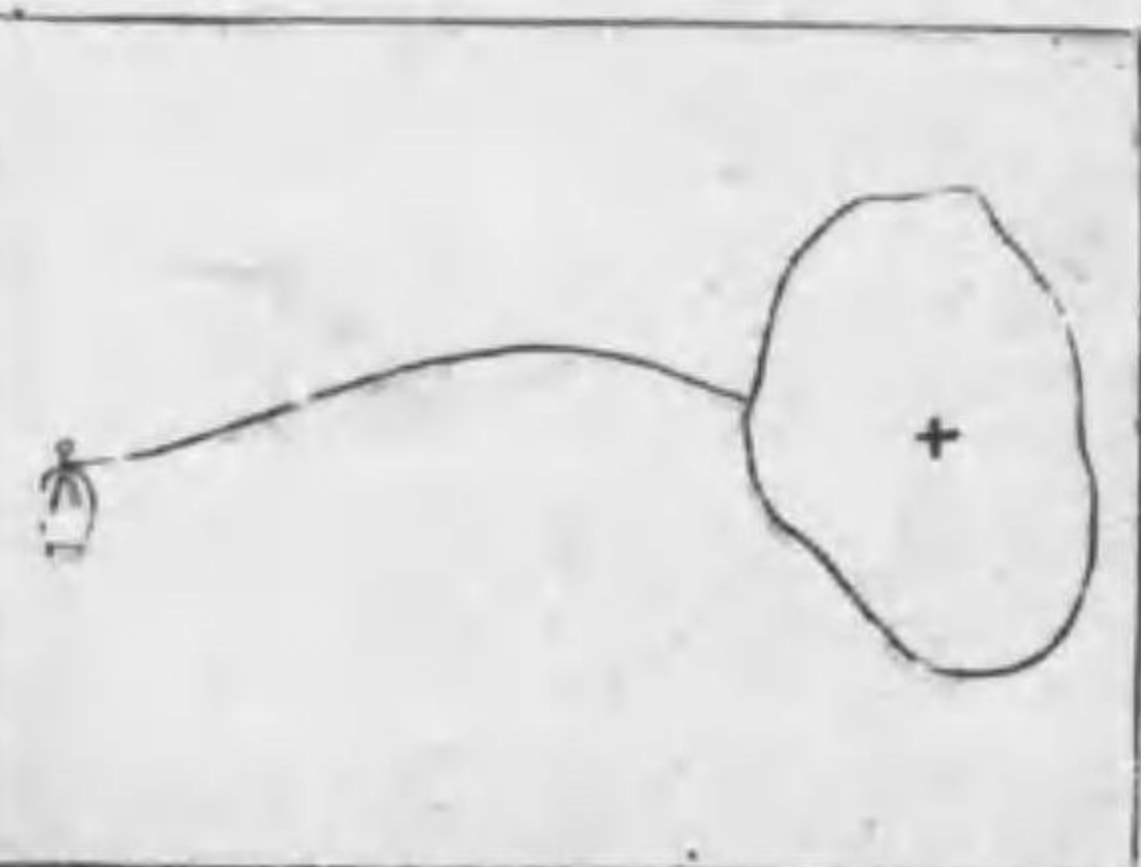
導體の各部に電位の差あるときは、電氣は直ちに流れて、其差なきに至りて靜止す、故に導體の電氣が靜止の有様にあ

電氣計

二

るときは、其各部の電位は同一ならざるべからず。同一の導體に於ては、陽電氣を増せば其電位昇り、陰電氣を増せば其電位降る、而して其電位の昇降は、増加せる電氣量に比例す。工業上には電位の差を電壓とも云ふ。

電位の測り方 帶電體の電位の高低は、金箔驗電器によりて比較することを得。今針金を以て、帶電體と金箔驗電器とを連絡するとき、金箔は帶電體の電氣を受けて開き、帶電體と同一の電位となる、金箔の開きの角は、其電位の高低を示すものなるを以て、角の大小に依て、帶電體の電位の高低を比較することを得。凡て電位の高低を測る器械を電壓計或は電氣計と云ふ。通常用ふる電位の單位をボルトと



云ふ。

三 電氣容量 等しき熱量を種々の物體に與ふるに、其品質及質量によりて、温度の上昇同一ならざるが如く、等量の陽電氣を種々の導體に與ふるも、その形狀大小によりて、電位の上昇等しからず、導體の電位を單位だけ昇すに必要なる電氣量を、其導體の電氣容量と云ふ。導體の容量大なる程、其電位を昇すに多量の電氣を要す、故に帶電導體を容量大なる導體に連絡するときは、多量の電氣は之に向て流入すべし。

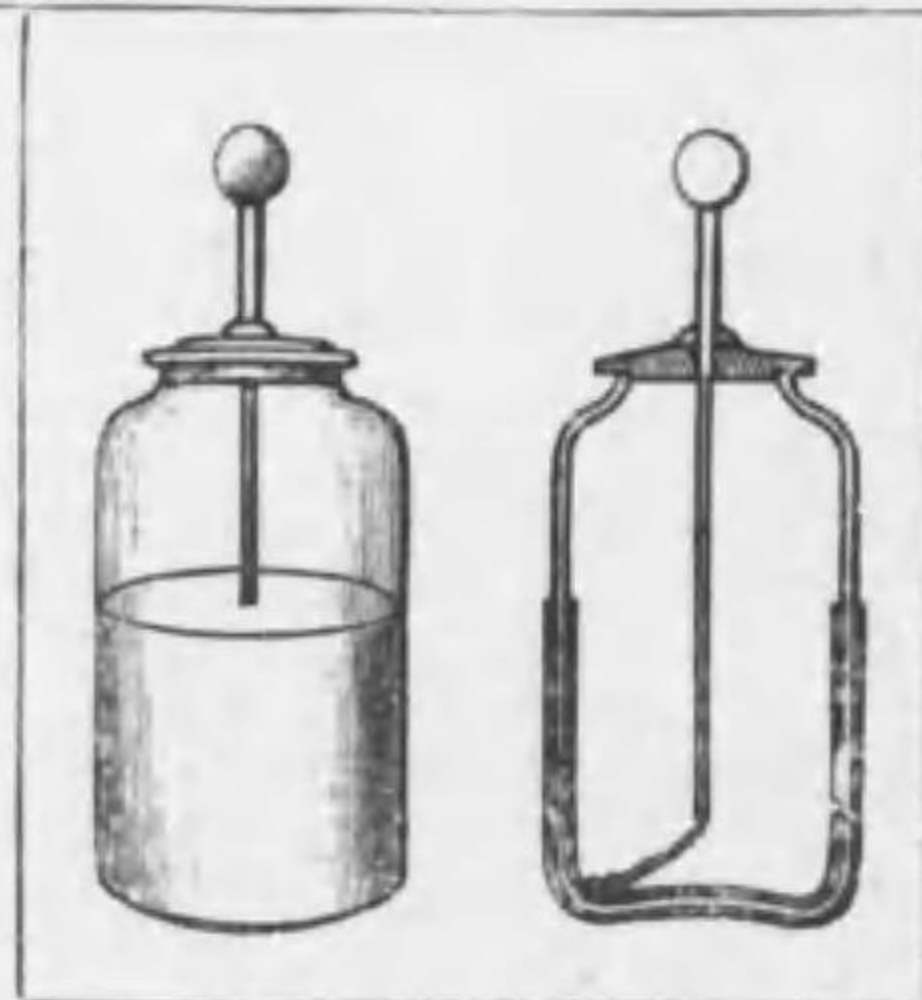
地球は一大導體にして、其容量甚だ大なるが故に、之に多少の電氣を與ふるも、電位の變化なきものと見るを得、故に地球の電位を零として、電位を測る所の原點とす。

四 蓄電器 二枚の金屬板甲乙を平行に對立せしめて、乙を地

地球の電位

球に連絡するときは、甲の電氣容量は、それが單獨に在るときに比すれば著しく増加し、従つて多量の電氣を集積するに適す、依てかゝる装置を蓄電器と名づけ、多量の電氣を蓄ふるに用ふ。

ライデン瓶は蓄電器の一種にして、圖に示すが如く、硝子瓶の内外兩面に、相對して錫箔を貼り、蓋に金屬棒を挿し、下端に鎖を下げて、内部の錫箔と連絡す。之を用ふるには、外側の錫箔を地球に連絡し、金屬棒を起電機に繋ぐべし。起電機には通常ライデン瓶を附して、其電氣容量を増す。



一七四六年和蘭國の Leyden にて蓄電器發明せらる。

### 第四章 電流及電池

電流 甲乙の導體ありて、甲は陽電氣を帶びて高電位に在りとし、乙は陰電氣を帶びて低電位に在るものとす。若し甲と乙とを針金にて連絡するときは、陽電氣の一部は甲より乙に向て流れ、陰電氣の一部は乙より甲に向て流る、かゝる電氣の流れ、即ち電流は、極めて少時の後、甲乙兩導體の電位が同一となるに至りて止む。されど甲乙の兩導體をウ、ム、シャルスト起電機の兩極に繋ぎて、起電機の圓板を廻轉するときは、生じたる電氣は導體に集まり、集まれば直ちに針金を流れて中和す。此作用は、圓板の廻轉する間は繰返へさるゝが故に、電流は絶えず針金を流るべし。

電流の強弱を測るには、單位時間に針金の切口を、一方に流るゝ陽電氣の量と、反對の方向に流るゝ陰電氣の量との和を以てし、陽電氣の流るゝ方向を電流の方向とす。通常二

## 二

秒間に針金を一方に流るゝ陽電氣の量と、他方に流るゝ陰電氣の量との和が、一クーロンなるときの電流を一アンペアと云ひ、電流を測る所の單位とす。

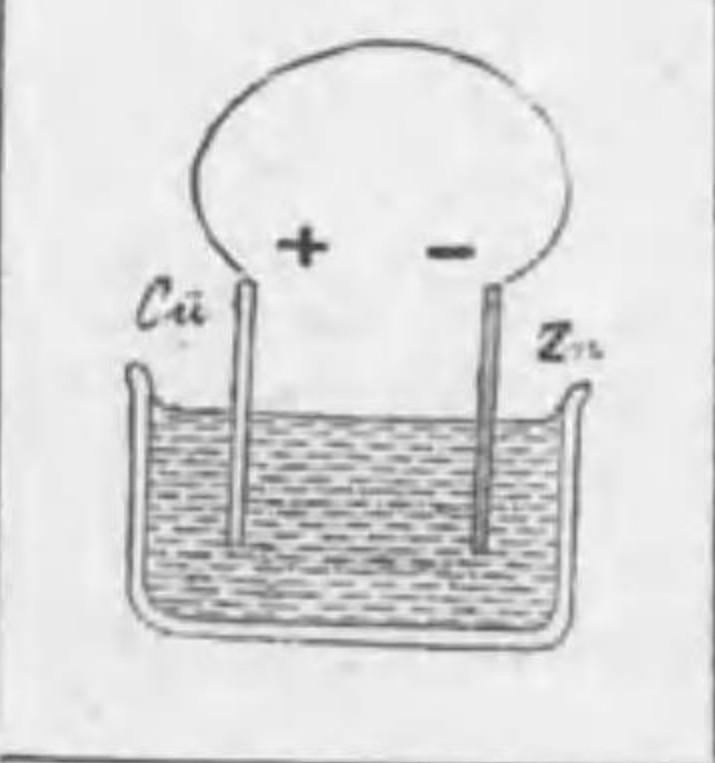
電流は電流の流るゝ針金の周圍に在る磁石に磁力を及ぼすが故に、磁針を其近傍に持來すときは、磁針は南北の方向より偏するを見る。針金に電流が流るゝや否やを驗するには、此法に依るを最も便なりとす。

ボルタの電池 硝子器に稀硫酸を盛り、銅及亞鉛の板を液中に對立せしめたるものをボルタの電池と云ふ。此電池に於ては、銅は陽電氣を帶び、亞鉛は陰電氣を帶び、銅の電位は亞鉛の電位よりも高く、其差略一ボルトなり。銅及亞鉛を電池の極と云ひ、銅を陽極、亞鉛を陰極と云ふ。今此兩極を針金にて連結するときは、電流は陽極より針金を經て陰極

に向て流れ、兩極の電位を同一ならしめんとす、之と同時に硫酸は亞鉛に作用して硫酸亞鉛と水素とを生じ、水素は銅板面より發生す、即ち



此化學反應に伴ひ、銅板は陽電氣を得、亞鉛板は陰電氣を得て、電流は絶えず針金を流るべし、此の如く電流の流るゝ道を輪道と云ふ。



電池の兩極を連結せざる時に於ける、兩極の電位の差は、極の金屬及液の品質に依るものにして、毫も極の形狀及液の多少に依ることなし、此電位の差を電池の動電力と云ふ。電池の分極、ボルタの電池に於ては、發生したる水素は一部銅板に附着して、電流の流るゝを妨ぐるのみならず、電流

電池の動電力

三

四

を反對の方向に送る所の小なる動電力を生じて、電池の動電力を削減す、此作用を電池の分極と云ふ、電流を通ずると久しければ、分極作用益、盛にして、電流甚だ微弱となる。ダニエルの電池、ダニエルの電池は、陶器製或は硝子製の

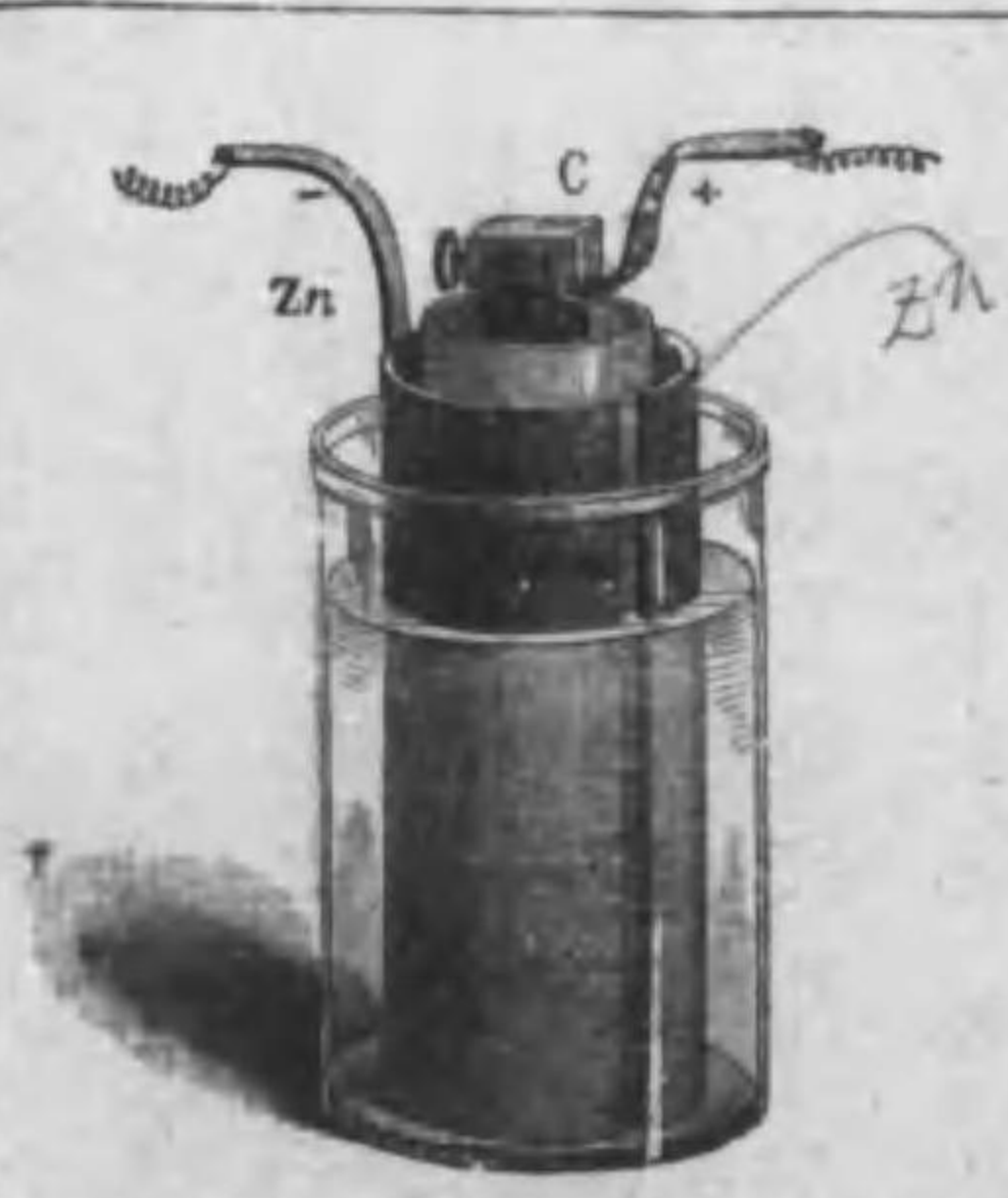


器中に、硫酸銅の濃厚なる溶液を盛り、内に圓筒形の銅板を立て、中央には稀硫酸の溶液を盛りたる素焼の土器を立て、更に此中に亞鉛棒を入れたるものなり。通常亞鉛の表面には水銀を塗りて、電池の兩極を連結せざるに當り、硫酸の爲めに、亞鉛の無益に腐蝕せらるゝを防ぐ。

ダニエル電池に於ては、銅は陽極、亞鉛は陰極にして、動電力

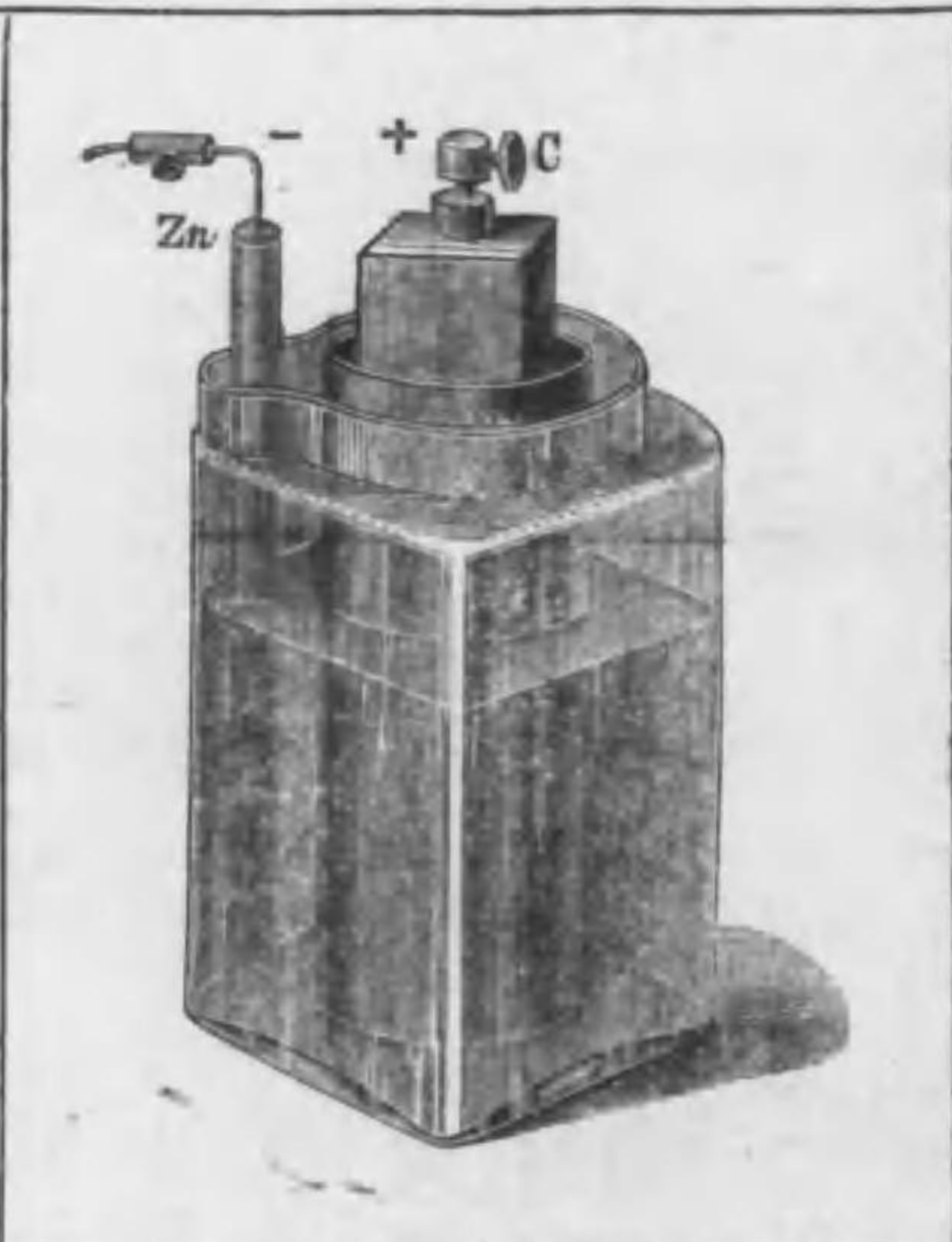
は一〇八ボルトなり。今電池の兩極を針金にて連絡するときは、硫酸は亞鉛に作用して硫酸亞鉛と水素とを生ず、此水素は素焼を通過して、硫酸銅に作用して、硫酸と銅とを生じ、銅は陽極の銅板に附着す、故にボルタの電池の如く、分極を生ずることなし。

五  
ブンゼンの電池　ブンゼンの電池は、稀硫酸を盛りたる器中に亞鉛筒を立て、強硝酸を盛りたる素焼の土器を其中に置き、土器内に炭素棒を立てたるものなり。此電池に於ては、炭素棒は陽極、亞鉛板は陰極にして、動電力は一・九ボルトなり。硫酸と亞鉛との作用に依て生ずる水素は、素焼



六

ル克蘭シエの電池　ル克蘭シエの電池は、ブンゼン電池の内の硝酸に作用して、水と酸化窒素とを生ず。



鉛との作用に依て、鹽化亞鉛、アンモニア及水素を生ず、此水素は過酸化マンガンを酸化せられて水となる。此電池に於て、酸化アンモニウムの液を木髓の如きものに

稀硫酸の代りに、鹽化アンモニウムの濃厚なる溶液を用ひ、硝酸の代りに、炭素粉と二酸化マンガンを混じたる粉末を用ひたるものなり、炭素棒は陽極、亞鉛棒は陰極にして、動電力は一・五ボルトなり。鹽化アンモニウムと亞

乾電池

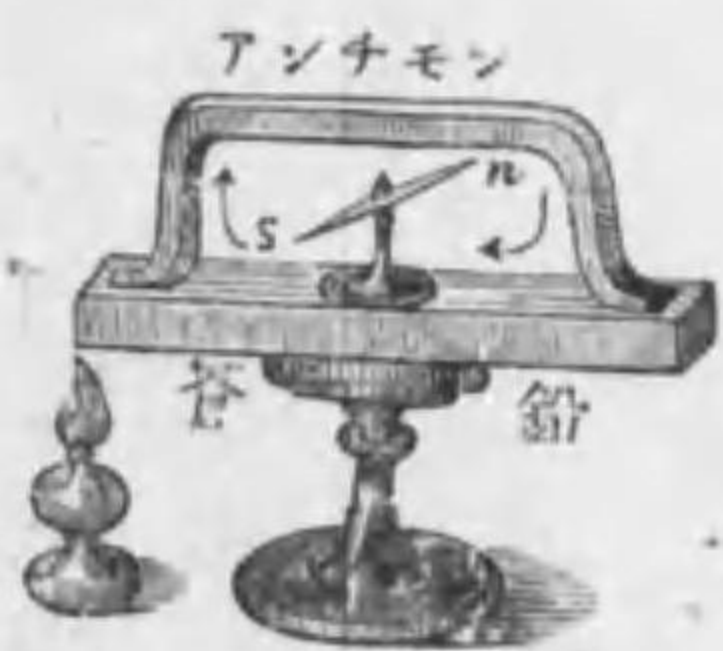
七

一八二一年  
Seebeck  
(1770-1831)  
熱電流を發見す

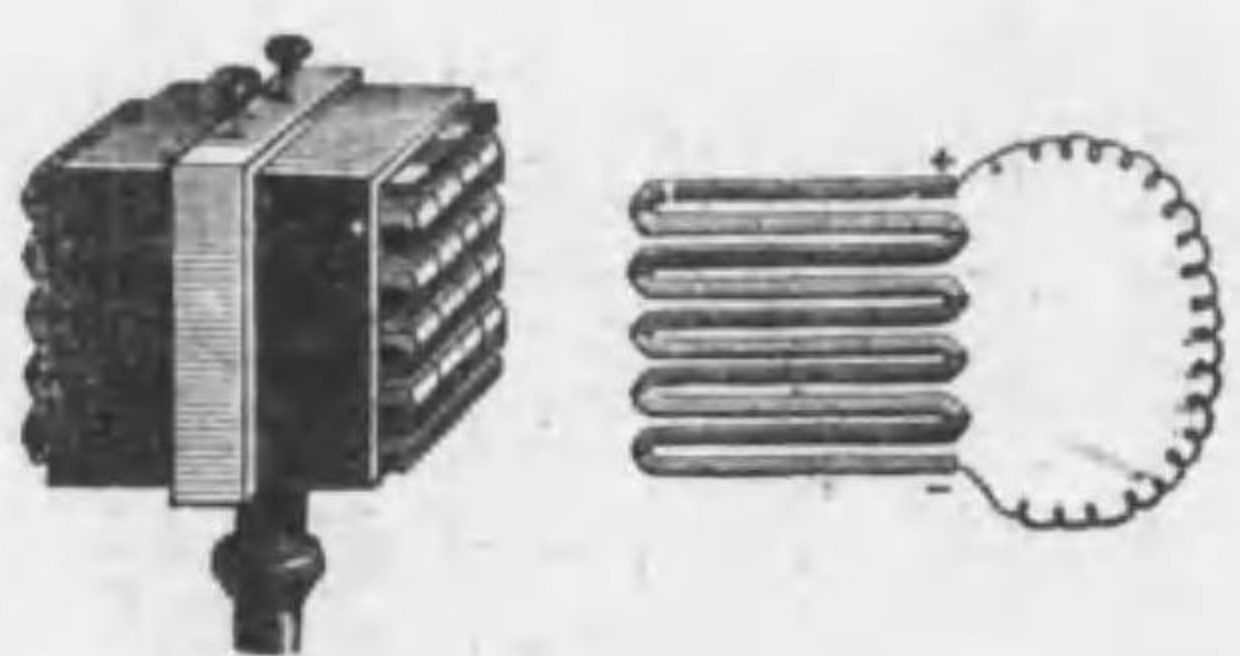


浸すときは、一見液體を有せざるが如き電池と爲すを得て、携帶に便なり、之を乾電池と云ふ。

の差を生ぜしむるときは、此輪道に電流の流るゝを見る、之を熱電流と云ふ。電流の強さ及方向は、導體の種類によりて異なるものにして、或二種の導體にありては、電流の強さは、繼目の温度の差小なる間は、其差に比例す、又繼目の一つが他の繼目よりも、其温度高きときと低きときは、電流の方向相反す。



八



熱電堆 熱電流は輪道の繼目に於ける温度の差甚だ小なるも、之を測り得るが故に、逆に此電流の強弱によりて、微小なる温度の差を知ることを得。熱電堆は此理を應用したるものにして、主に輻射熱の測定に用ふ、通常蒼鉛及アンチモンの棒を交互に併列し、之を接続することと上圖の如くし、其兩端を針金にて連結す。若し輻射熱が一方の繼目に當りて、少しにても之を温むるときは、輪道に生ずる電流によりて、輻射熱の多少を知ることを得るなり。又熱電流は水銀寒暖計の用を爲さざる高温度の測定に用ひらる、此場合には、通常白金と白金及ロヂウムの合金とより成る一對の針金を用ふ。



### 第五章 電氣抵抗

一  
**オームの法則** 甲乙二器の水位の差を一定に保ち、種々の太さの管を以て兩器を繋ぐに、同一時間に其中を流るゝ水量に多少あり、同様に一定の電位の差を有する電池の兩極を種々の針金にて連結するに、針金の品質、太さ、長さ等によりて、之を流るゝ電流に強弱あり、此場合には是等の針金の**抵抗**異なること云ふ。針金の抵抗の大小を測るには、其兩端に於ける電位の差を、針金を流るゝ電流の強さにて除したる商を以てす、例へば針金の兩端に於ける電位の差をEボルトとし、針金を流るゝ電流の強さをIアンペアとすれば、針金の抵抗はE/Iなり、之をRとすれば、次式を得、

$$R = \frac{E}{I} \quad \therefore E = RI$$

針金の抵抗

$$C = \frac{E}{R}$$

獨人 Ohm  
 (1789-1854)  
 導體の抵抗を  
 研究す。

オームの研究によれば、針金を流るゝ電流の強さは、針金の兩端に於ける電位の差に比例す、換言すれば、針金の抵抗は其兩端に於ける電位の差の大小に依ることなく、常に一定の値を有す、之をオームの法則と云ふ。

若し針金の兩端に於ける電位の差一ボルトにして、針金を流るゝ電流の強さ一アンペアなるときは、其抵抗を一オームと名づく、一オームは長さ一〇六・三糎、切口の面積一平方糎の水銀柱が、溫度零度のときに有する抵抗に等し。

問 針金の兩端に於ける電位の差二ボルトにして、其抵抗三五オームなりと云ふ、電流の強さを求む。

實驗に依るに、同一の物質の針金に於ては、其抵抗は長さに正比例し、切口の面積に逆比例す、又溫度の昇るに従ひ、抵抗を増すもの多し。左に長さ一米、切口の面積一平方糎の針

金が、零度に於て有する抵抗の表を掲ぐ。

抵抗の表

蒼鉛	.....	1.313
水銀	.....	0.943
洋銀	.....	0.267
鉛	.....	0.196
ニッケル	.....	0.124
鐵	.....	0.097
白金	.....	0.091
金	.....	0.0206
銅	.....	0.0160
銀	.....	0.0150

問 長さ一五米、直径一耗の銀線の抵抗と、長さ二五米、直径一二耗の銅線の抵抗とを比較せよ。

行並び

二

**全抵抗** 次圖に示す如く、AB BC CD等の針金を順次に連絡することを**行並び**と云ふ。今各針金の抵抗を夫々 $R_1 R_2 R_3$ とし、A B C Dの諸點に於ける電位を夫々 $E_A E_B E_C E_D$ とし、針金を流るゝ電流の強さを $C$ とすれば、オームの法則によりて左の關係を得、

列並び

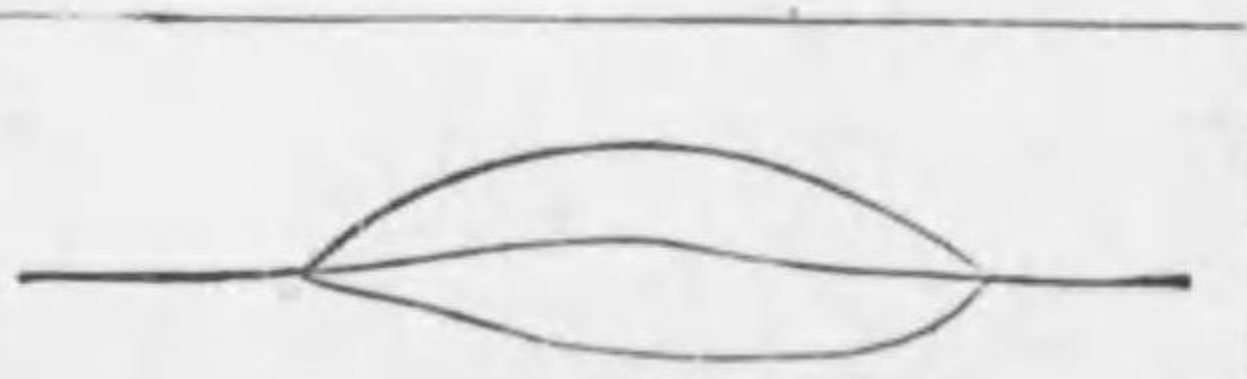


故に  $E_A - E_B = R_1 C$ ,  $E_B - E_C = R_2 C$ ,  $E_C - E_D = R_3 C$   
 故に  $E_A - E_D = (R_1 + R_2 + R_3) C$   
 故に全抵抗を $R$ とすれば、  
 $R = R_1 + R_2 + R_3$   
 故に、行並びに於ては、全抵抗は、各針金の抵抗の和に等し。

針金の各端を、下圖の如く一束とすること  
 を**列並び**と云ふ。かく連結せられたる針  
 金に電流を通ずるときは、針金の兩端に於ける電  
 位の差は、各線共に同一なり、之を $E$ とし、各針金に  
 於ける電流の強さを $C_1 C_2 C_3$ とすれば、

$$E = R_1 C_1 = R_2 C_2 = R_3 C_3$$

即ち各針金を流るゝ電流の強さは、其針金の抵抗



に逆比例するを知る。今全抵抗をRとし、全電流をCとすれば、

$$E = CR, \quad C = C_1 + C_2 + C_3 = E \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

故に  
故に、列並びに於ては、全抵抗は何れの針金の抵抗よりも小なり。

三 内抵抗と外抵抗

電池の抵抗 電池も一の導體にして、電流が之を流るゝに多少の抵抗あり、此抵抗を内抵抗と云ひ、之に對して兩極を連結せる針金の抵抗を外抵抗と云ふ。今電池の動電力をE、電流の強さをC、外抵抗をR、内抵抗をrとすれば、次の關係を得、

$$E = C(R+r)$$

之に依て、電池の兩極を針金にて連結するときの兩極の電

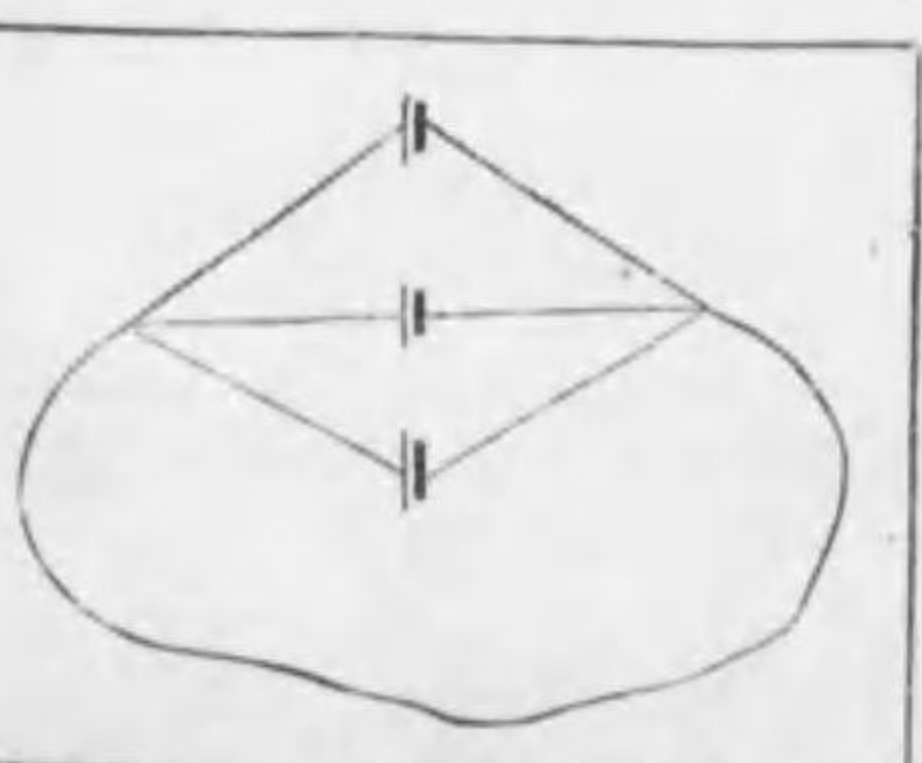
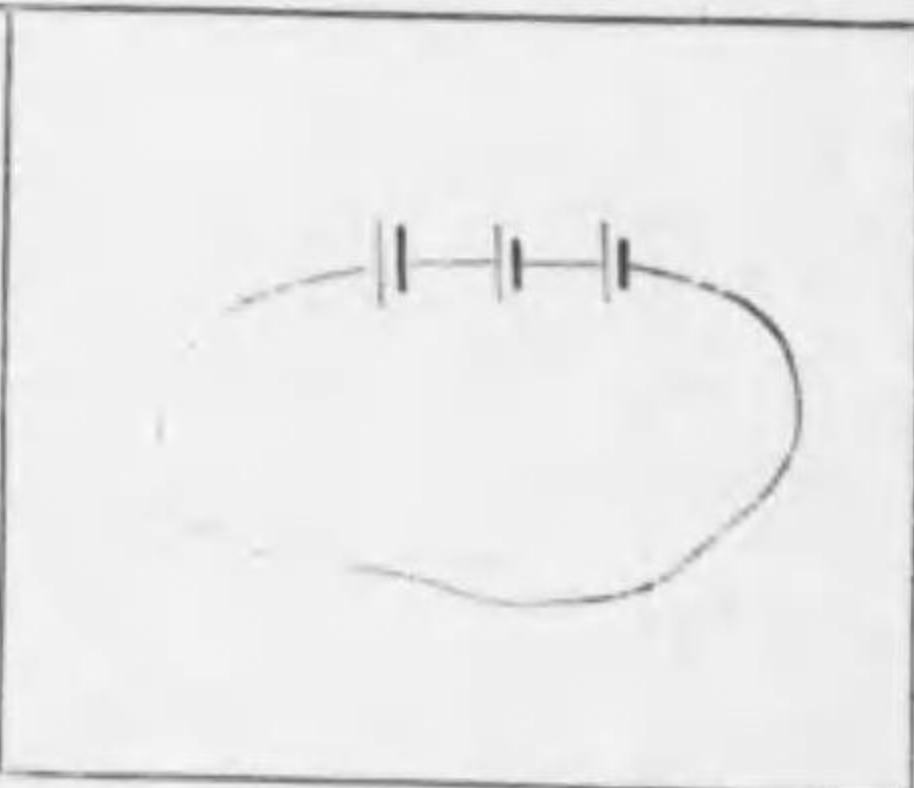
四 行の連結

四

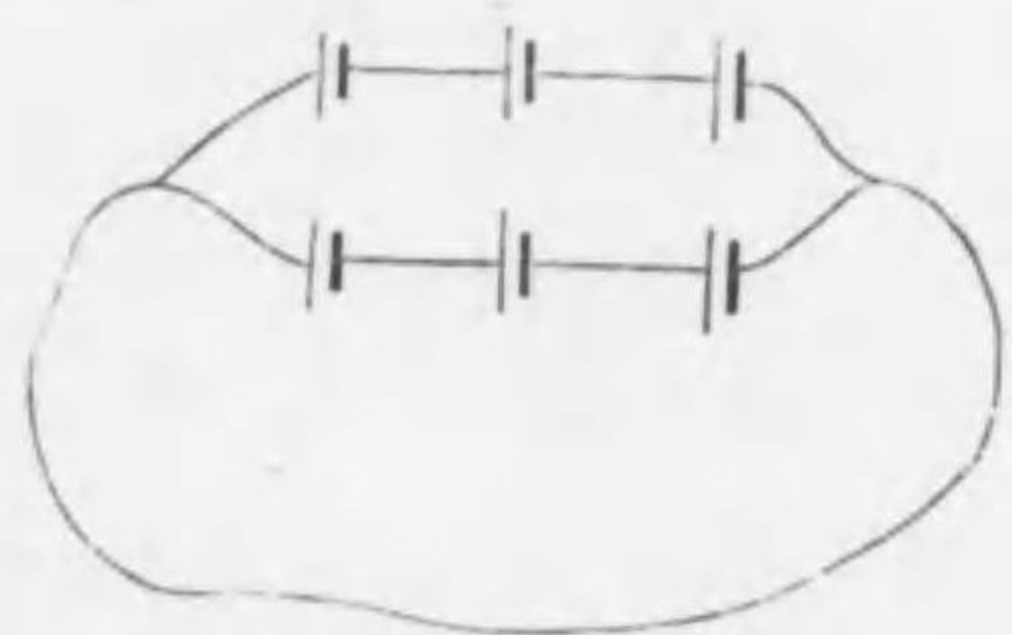
電池の連絡 等しき電池n個を取り、順次に前者の陽極と、後者の陰極とを連結して行に繋ぐときは、全内抵抗及全動電力は夫々各電池の内抵抗及動電力のn倍に等し、故に各電池の内抵抗及動電力を夫々r及Eとし、電流の強さをC<sub>全</sub>外抵抗をRとすれば、左の關係を得、

$$C = \frac{nE}{R+nr}$$

次に各電池の陽極及陰極を別々に一束として列に繋ぐときは、全動電力は各電池の動電力と異なることなく、全内抵抗は各電池の内抵抗の1/nに等しきを以て、



列の連結



次に  $q$  個の電池を行に繋ぎたるもの  $p$  組を作り、之を列に繋ぐときは、動電力  $qE$  内抵抗  $q$  なる電池  $p$  個を列に繋ぐと同様なるを以て

$$C = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR + r}$$

$$C = \frac{qE}{R + \frac{q}{p}} = \frac{pqE}{pR + q} = \frac{nE}{pR + q}$$

茲に  $n$  は電池の總數  $pq$  を表はすものとす。

- 問 (一) 内抵抗五オームのダニエル電池五個を列に繋ぎたるときの電流の強さを問ふ、但し外抵抗を一四オームとす。  
 (二) 内抵抗〇・二オームのブンゼン電池四個あり、外抵抗を三オームとすれば、是等を用ひて最も強き電流を得る連結法、及電流の強さを求む。

- (三) 抵抗二オーム、〇・六オーム、九五オームの三種の針金を列にし、其兩端に動電力二ボルト、内抵抗〇・五オームの電池の兩極を連結すれば、各線に於ける電流の強さ幾何となるか。

## 第六章 電流の效果

### 第一節 電流と熱

一 ジールの法則 電流が輪道中を流るゝときは、輪道の各部分は多少熱せらるゝものなり。今細き白金線を取り、之に電流を通ずるときは、白金線は熱せられて、電流相當に強きときは、遂に光を放つに至るを見るべし。此熱は電流が供給するものにして、電流が導體を流るゝときは、電流の有するエネルギーの一部は、電流より導體に移り、熱として現はるるなり。ジールは電流の強さ、導體の抵抗、發生したる熱量

則ジュールの法

間の關係を研究して、次の法則を發見せり。  
輪道の一部に單位時間に生ずる熱量は、電流の自乗と、其部分の抵抗との相乗積に比例す。

之をジュールの法則と云ふ。さて輪道の一部の抵抗をRとし、之を流るゝ電流をCとし、單位時間に發生する熱量をHとすれば、

$$H \propto RC^2 \text{ 或は } JH = RC^2$$

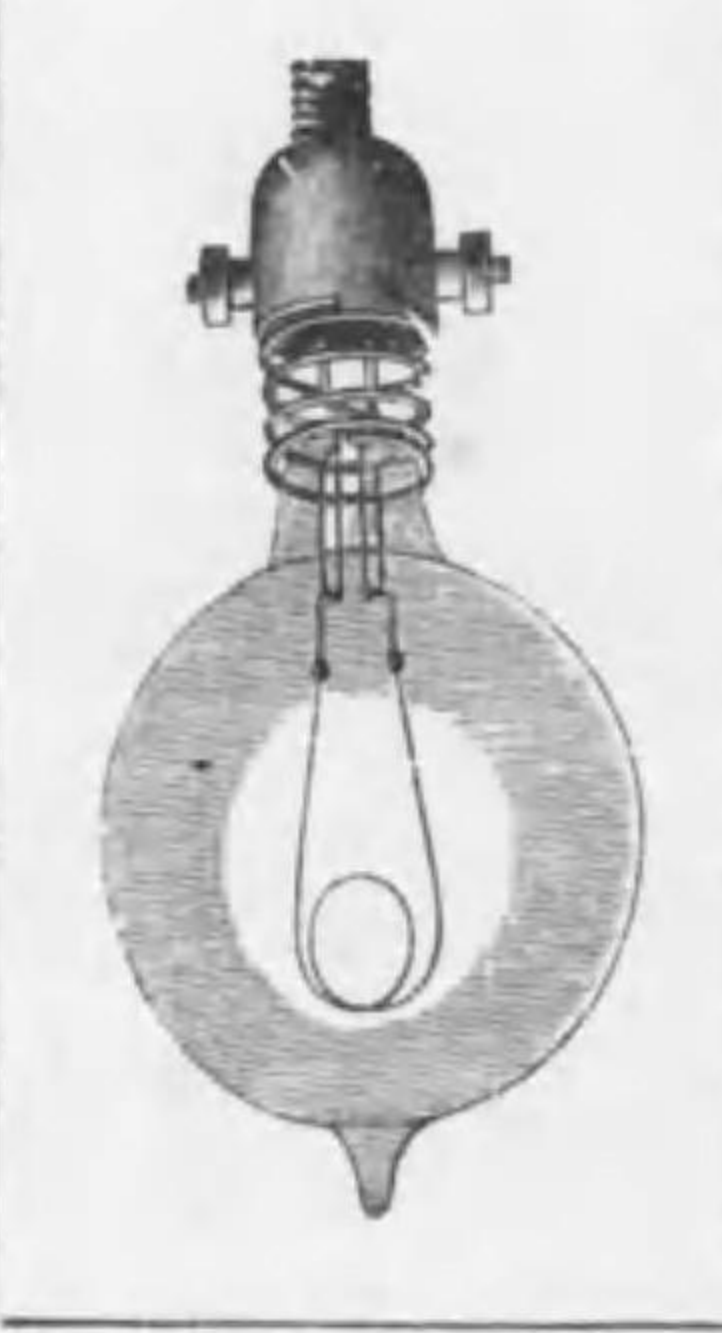
茲にJは比例の常數なり。ジュールは實驗によりてJの値を測定し、熱の仕事當量に等しきことを發見せり、然るにJHは單位時間に發生せる熱量を仕事單位にて表はせるものなるが故に、RCは單位時間に電流より導體に移れるエネルギー、即ち單位時間に電流の爲せる仕事に等し。さて輪道の一部の兩端に於ける電位の差をEとすれば、

$$E = RC \text{ 故に } JH = EC$$

故に、電位の差Eなる導體の二點間をCなる電流が流るゝとき、單位時間に電流の爲す仕事即ち工率はECに等し。通常一ボルトの電位の差を有する二點間を一アンペアの電流が流るゝ場合に、電流が一秒間に爲す仕事を單位に取り、之を一ワットと云ふ、七四六ワットは一馬力に當る。

電燈は電流より生ずる熱を利用したるものにして、

白熱燈及弧燈の二種あり、上圖に示すは白熱燈にして、略球狀を爲せる硝子器内に細き炭素線を封入し、其中の空氣を能く排除したるものなり。之に強き電流を通ずるときは、炭素線は烈しく熱せられて、遂に光を發するに



一八七九年  
Swan 及  
Edison 炭素線  
を用ふる白熱  
燈を作る

二

弧燈



至る、器内の空氣を排除するは、酸化によりて炭素線の燃焼するを防ぐが爲めなり。通常用ふる十六燭光の白熱燈に於ては、炭素線の兩端の電位の差一〇〇ボルト、電流〇・五七アンペアを要す、即ち電流の工率は五七ワットなり。

弧燈は二本の炭素棒より成る、是等の棒の兩端を接觸せしめ、之に強き電流を通じて後、少しく兩端を引離すときは、白色の火花は弧狀を爲して間隙を飛び、兩端は二千度以上に熱せらる。また炭素棒の兩端は漸次消耗するを以て、其間隔を適當に保たざるべからず、凡て是等の動作は、調整器と名づくる装置により

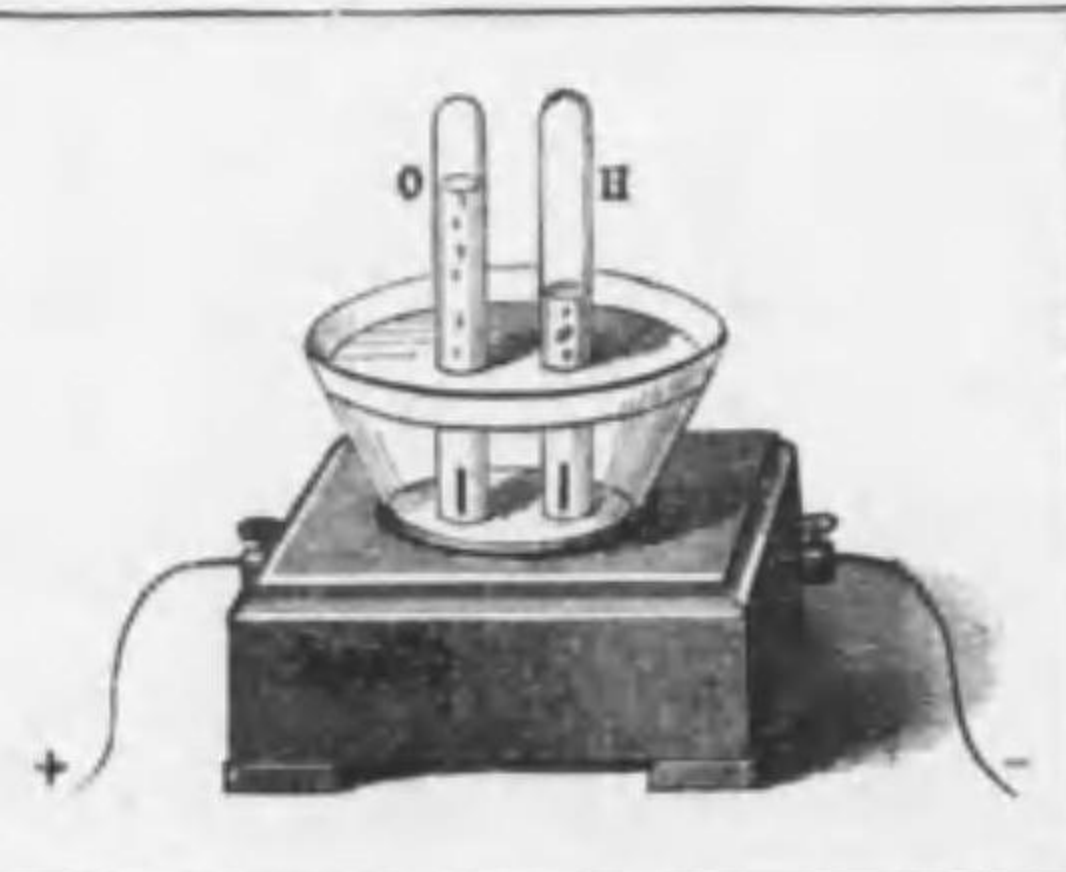
て、自動的に行はる。前圖は炭素棒間の模様を寫影したるものなり。

通常、屋内に用ひらるゝ五百燭光の弧燈に於ては、兩極間の電位の差四五ボルト、電流三・五アンペアを要す、即ち電流の工率は一五八ワットなり。

### 第二節 電氣分解

**電氣分解** 稀硫酸中に二枚の白金を浸し、之を兩極として電流を通ずるときは、溶液の一部は分解して、陽極に酸素、陰極に水素を發生するを見る、此の如き現象を**電氣分解**と云ひ、分解せらるゝ物質を**電解質**と云ふ、酸類及金屬鹽の溶液の多くは電解質なり。電解の現象は**イオン説**によりて簡單

イオン説



に説明することを得、例へば硫酸の水溶液に於ては、硫酸の一分子  $H_2SO_4$  は陽電氣を帶べる水素イオン  $H$  二個と、陰電氣を帶べる硫酸イオン  $SO_4$  一個とに分離す、依て之に電氣を通ずるときは水素イオンは陰極に集まり、其電氣を失ひ、水素瓦斯となりて發生し、硫酸イオンは陽極に集まり、其電氣を失ひ、水に作用して酸素瓦斯を發生するなり。

ニ

**ファラデーの法則**　ファラデーは電解質を通過する電氣の量と之に依りて分解せらるゝイオンの量との關係を研究して、次の二法則を發見せり。

ファラデーの法則

- (一) 電流に依りて分解せらるゝイオンの量は、電解質を通過する電氣の總量に比例す。
- (二) 同じ電氣量によりて分解せらるゝ種々のイオンの量は、イオンの化學當量に比例す。

是に依て見れば、電解質を通じて弱き電流を長時間送るも、強き電流を暫時送るも、電氣の總量等しき時は、電流に依りて分解せらるゝイオンの量は相等し、又種々の電解質に同一の電流を通じて、水素、酸素、鹽素、銀等を發生する者とすれば、水素一瓦に對し、酸素八瓦、鹽素三五五瓦、銀一〇八瓦を生ず。

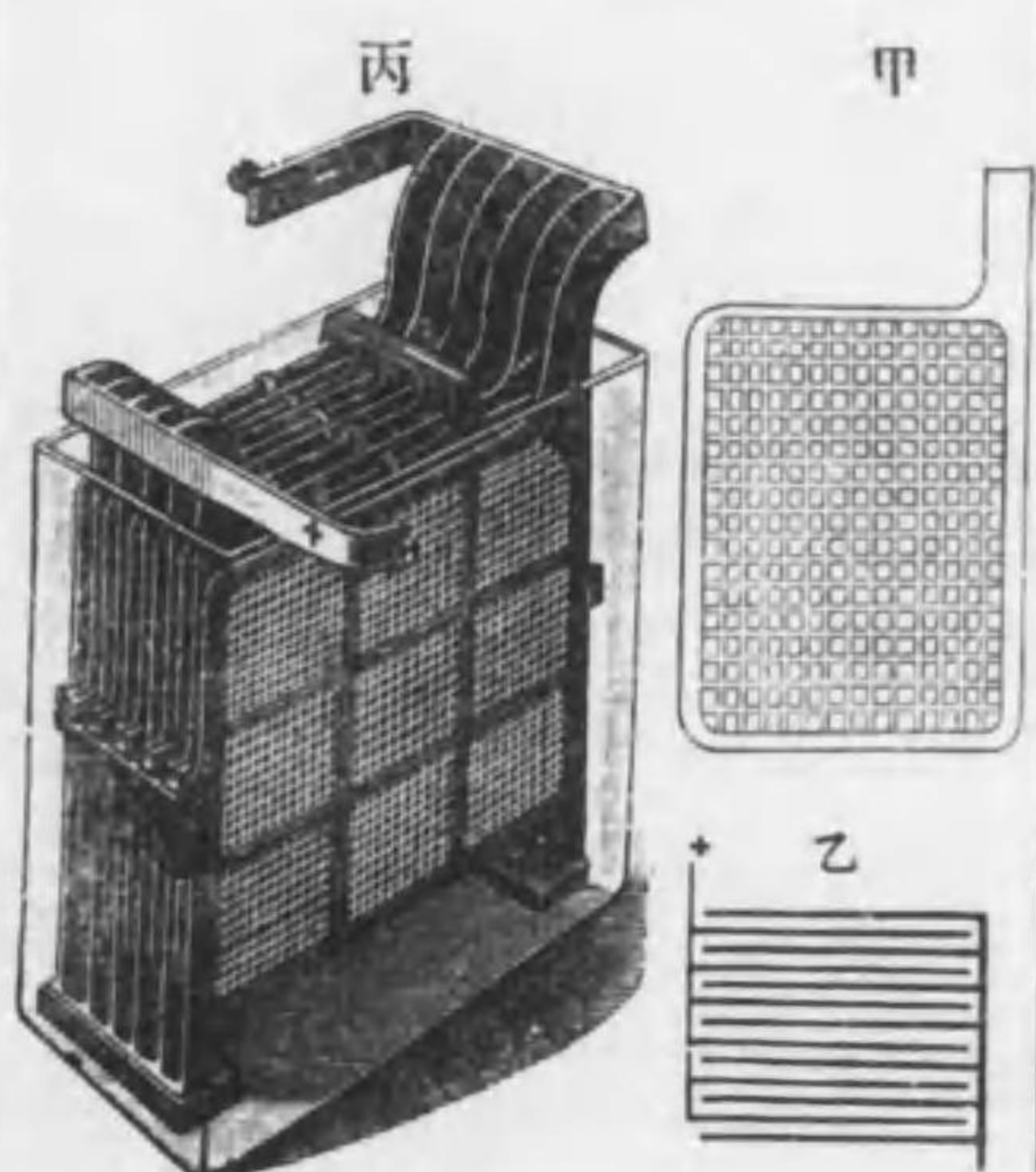
三

**電鍍術**　電鍍術は電氣分解によりて、金銀等を以て他の金屬の表面を覆ふ所の方法にして、先づ鍍せんと欲する金或は銀を電池の陽極に繋ぎ、同じ金屬の鹽類の溶液中に浸し、次に鍍せらるべき金屬の表面を清潔にし、之を電池の陰極に繋ぎ、溶液中に浸すべし。然るときは、電流は鹽類の溶液を分解して、其金屬を陰極にある金屬の表面に附着せしむ、之と同時に陽極にある金屬は溶液中に溶解して、鹽類

中の金屬の消耗を補ふ。銅を鍍せんに、硫酸銅の溶液を用ひ、銀を鍍せんには、シアン化銀とシアン化カリウムとの混合液を用ひ、金を鍍せんには、鹽化金とシアン化カリウムとの混合液を用ふ。

四

蓄電池 蓄電池は分極作用を利用したるものにして、其構造は甲圖の如く、格子状を爲して數多の小孔を有する二枚の鉛板を取り、一酸化鉛を稀硫酸にて煉りたるものを小孔に詰め、稀硫酸を盛りたる器中に對立せしめたるものなり、先づ鉛板を兩極として強き電流を送るときは、硫



造は甲圖の如く、格子状を爲して數多の小孔を有する二枚の鉛板を取り、一酸化鉛を稀硫酸にて煉りたるものを小孔に詰め、稀硫酸を盛りたる器中に對立せしめたるものなり、先づ鉛板を兩極として強き電流を送るときは、硫

蓄電池の放電

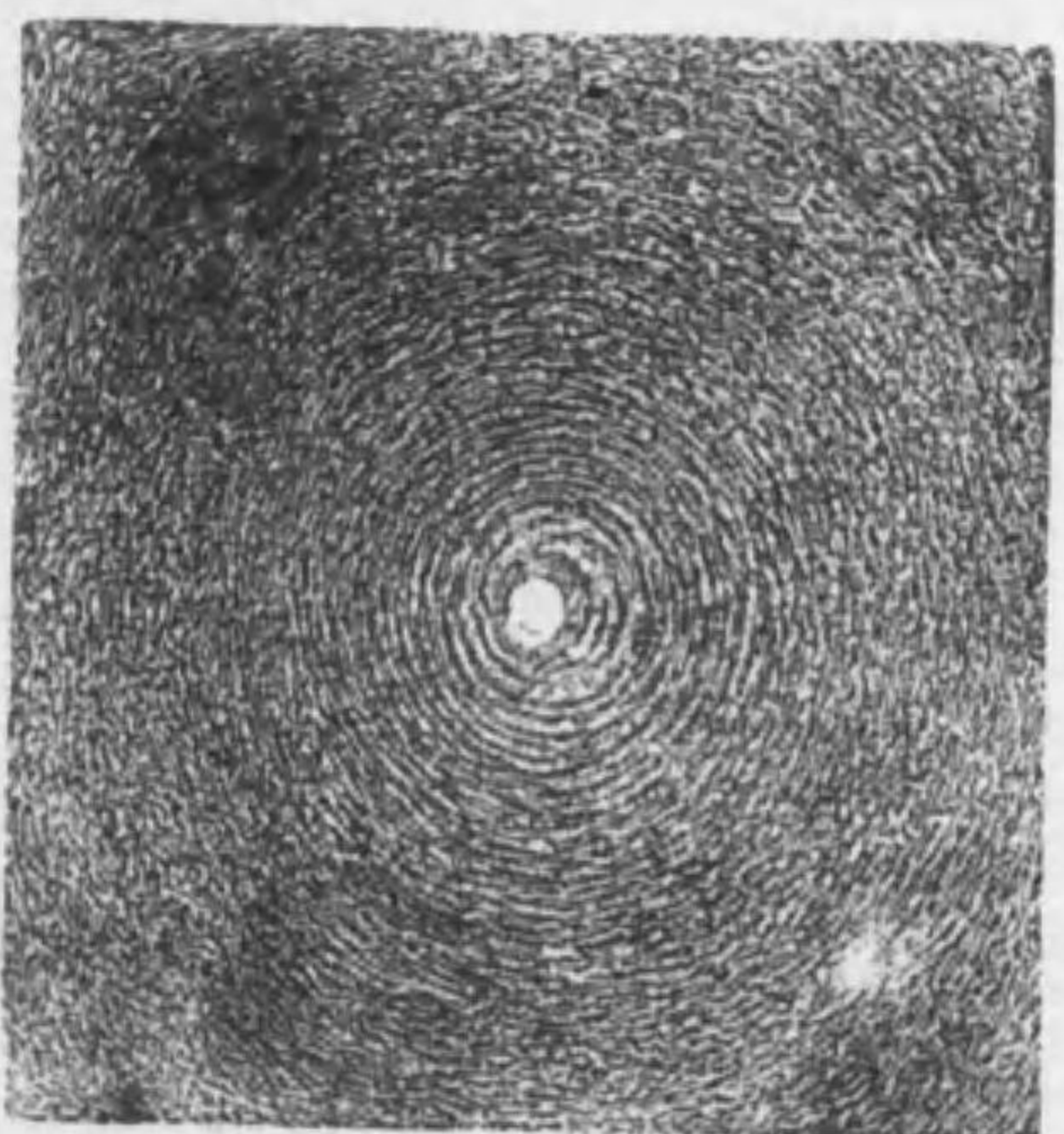
其充電

酸の電氣分解に依て、陽極の一酸化鉛は酸化して二酸化鉛となり、陰極の一酸化鉛は還元して鉛の細末となる。是に於て、電流を断てば、二つの鉛板間に電位の差を生じ、二酸化鉛の附着せる鉛板は陽極となり、他の鉛板は陰極となる。依て針金にて兩極を連結するときは、電流は陽極より針金を經て陰極に向て流る、電流の流るゝに従ひ、硫酸鉛の電氣分解によりて、陰陽兩極は漸々硫酸鉛に變じ、次第に電池の動電力を削減す、之を電池の放電と云ふ。一旦放電せる電池に再び強き電流を送るときは、陽極に二酸化鉛を生じ、陰極に鉛を生じて、兩極は初の状態に復す、之を電池の充電と云ふ。實際の電池に於ては、前圖乙及丙に示すが如く、鉛板の數對を列に繋ぎて電池の容量を大にす。此電池の動電力は二ボルト以上にして、其内抵抗は甚だ小なり。



### 第三節 電流の磁氣作用

電流の磁氣作用 電流を通せる直線狀の導線にて厚紙の中央を貫き、之を紙面に垂直に立て、厚紙の上に鐵粉を撒布し、數回軽く打つて之に振動を與ふるときは、鐵粉は各磁氣



を帯びて、小磁石となり、圖に示すが如く、導線を中心とせる同心圓を作りて配列す。是に依て見れば、電流の流るる導線の周圍は磁場にして、其指力線は之に垂直なる平面上に在りて、導線を中心とせる同心圓を爲す、而して、電流の方向と、磁石の極との間

佛人  
Amperé  
(1775-1836)  
大に電流の作  
用を研究す、  
氏は磁氣を説  
明するに電流  
を以てせり



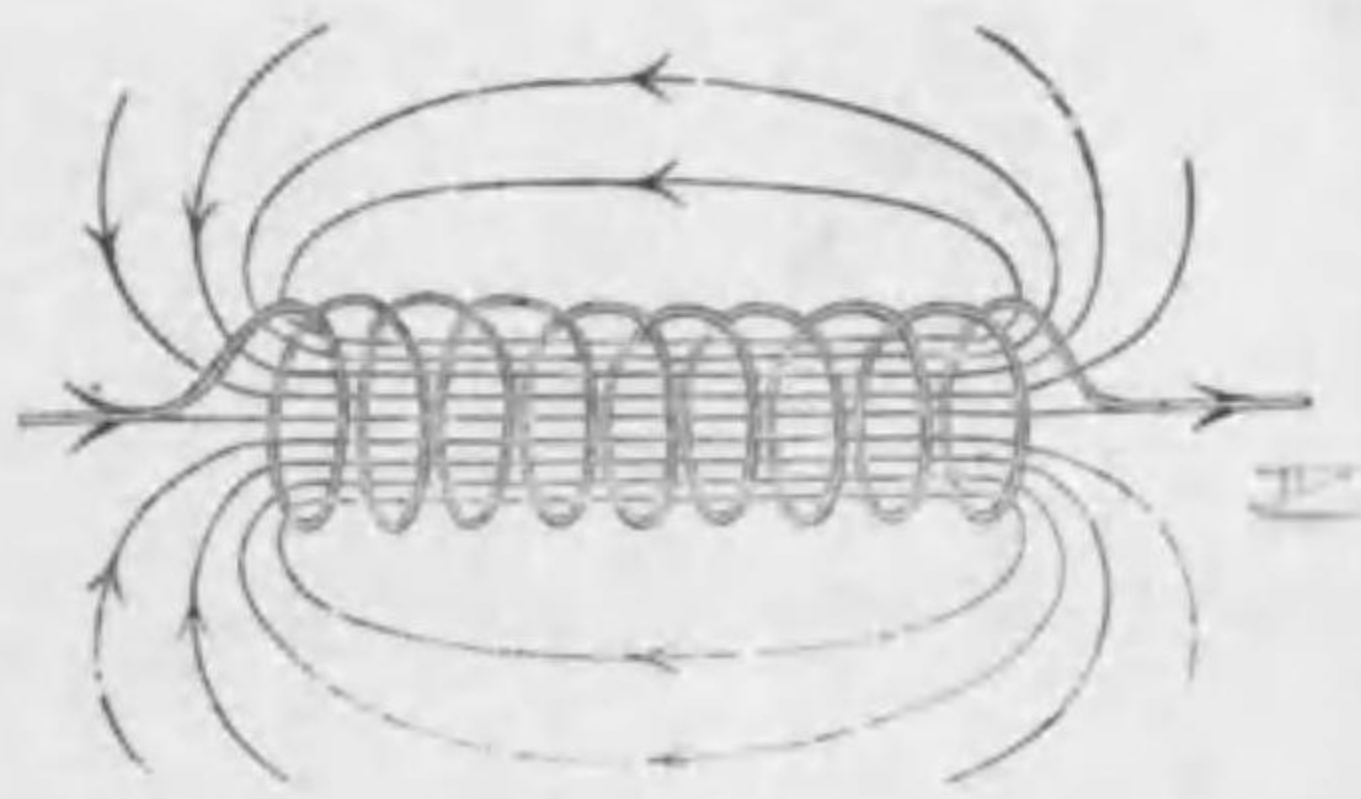
には、次の關係あり、  
ネヂを電流の方向に向け、  
之を電流の方向に進むる  
様に廻轉するものと考ふ  
るときは、磁針の北極はネ  
ヂの廻轉の向に動かさる。

之をアンペアの法則と云ふ。

問 南北を指せる磁針の上に導線を置き、之に南より北に電流を通ずると

きは、磁針の北極は如何に偏るか。

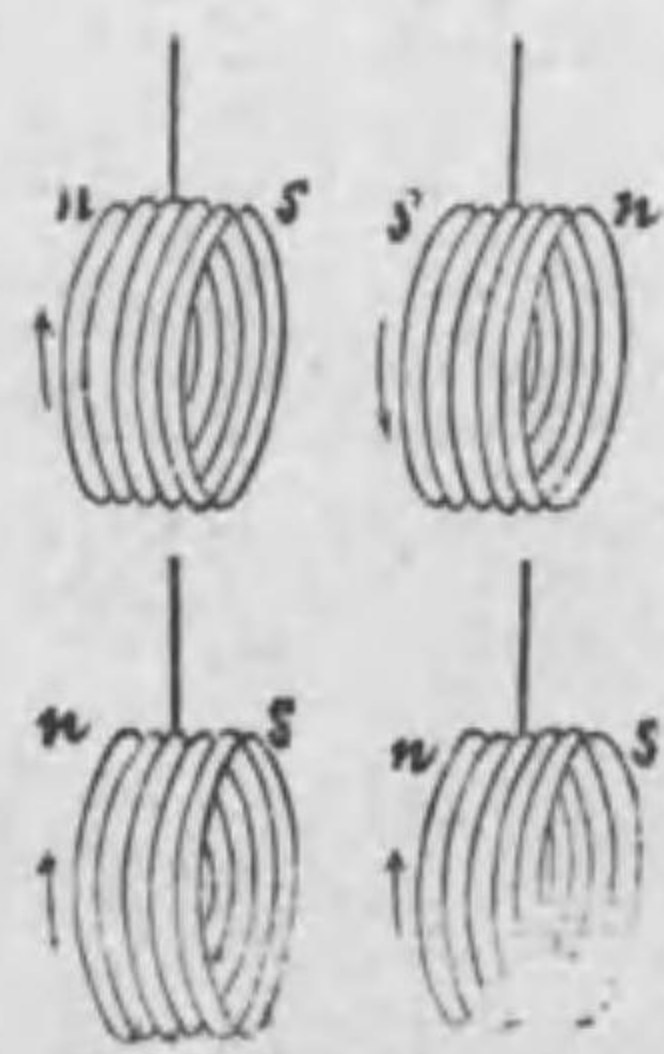
ニ  
コイル 絹絲を巻きて絶縁したる針金を、密に圓筒に巻き  
て螺旋狀と爲し、之に電流を通ずれば、螺旋の内部の指力線  
は、兩端に近き部分を除きては、其軸に平行し、螺旋の外部の  
指力線は、磁石の場合と同じ形を爲すこと、次圖に示すが如



極はネヂの進む方向に在り。

次に二つのコイルを取り、之を圖の如く相對せしめて、同じ向に電流を通ずるときは、兩者は互に吸引し、反

チヂをコイルの中に挿入し、之を電流の方向に廻轉するものと考ふるときは、コイルの北



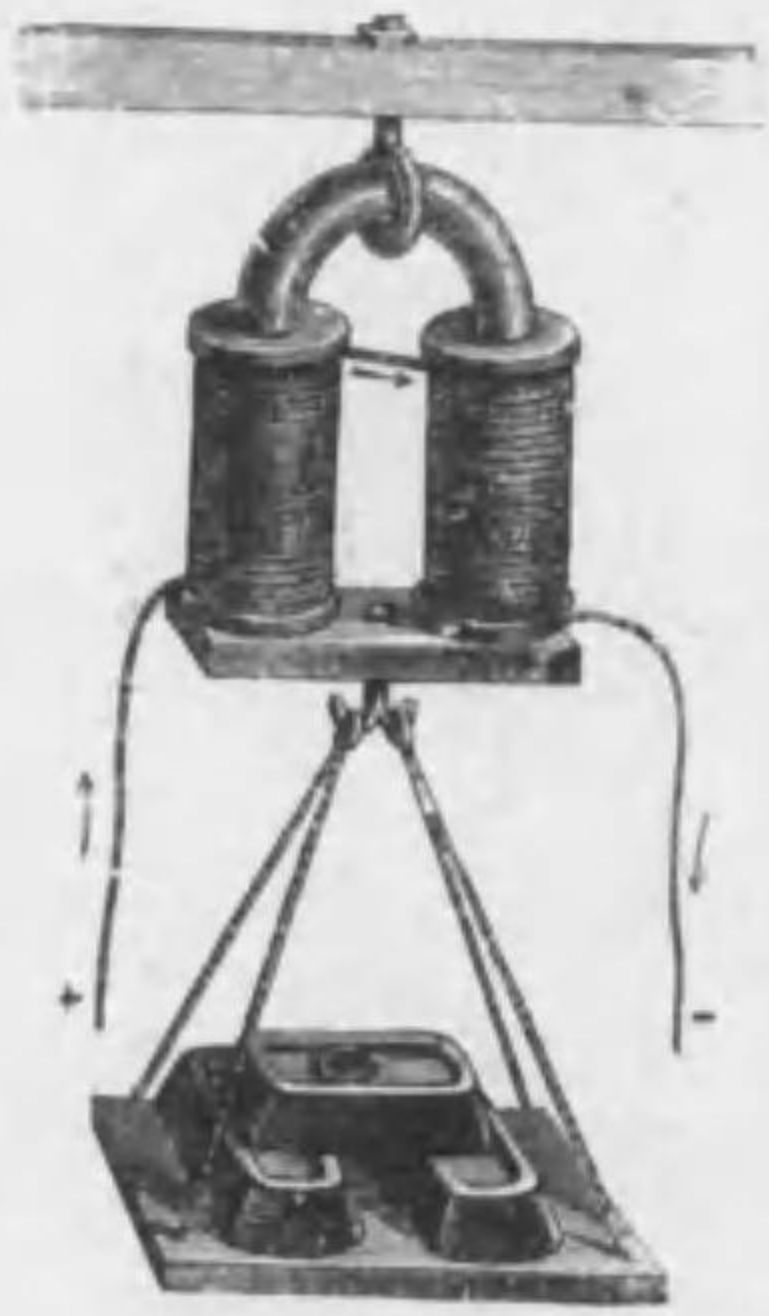
對の向に電流を通ずるときは、互に排斥す、これ電流を通ぜるコイルは、磁石と同じ作用を爲せばなり。又直線は、無限大の半徑を有する圓の一部と見做し得べきが故に、二つの互に平行なる直線に、同じ向に電流を通ずるときは、互に吸引し、反對の向に電流を通ずるときは、互に排斥す。

電磁石 電流の通ぜるコイルの中に軟鐵棒を入るゝときは、軟鐵は感應によりて、磁氣を帯びて磁石となり、其兩極は

コイルの兩極と一致す、されどコイルの電流を斷つときは、軟鐵は直に磁氣の大部分を失ふ。次に軟鐵棒の代りに、綱鐵棒を入るゝときは、感應によりて磁氣を帶ぶること軟鐵の如く容

米人 Henry (1797-1878) 大に電磁石に改良を加ふ。

三



四

易ならずと雖も、一旦磁氣を帶ぶれば、電流を斷つも之を失ふこと少なし、強大なる磁石は、多く此方法によりて作らる。凡て軟鐵棒に絶縁したる針金を螺旋狀に巻き、之に電流を通じて、磁石と爲す装置を電磁石と云ふ。

**電流計** 電流計は電流の通ぜるコイルが、其中心にある磁石に及ぼす作用を利用して、電流の強さを測る器械なり。次圖に示すは物理學の實驗に用ふる鋭敏なる電流計にし

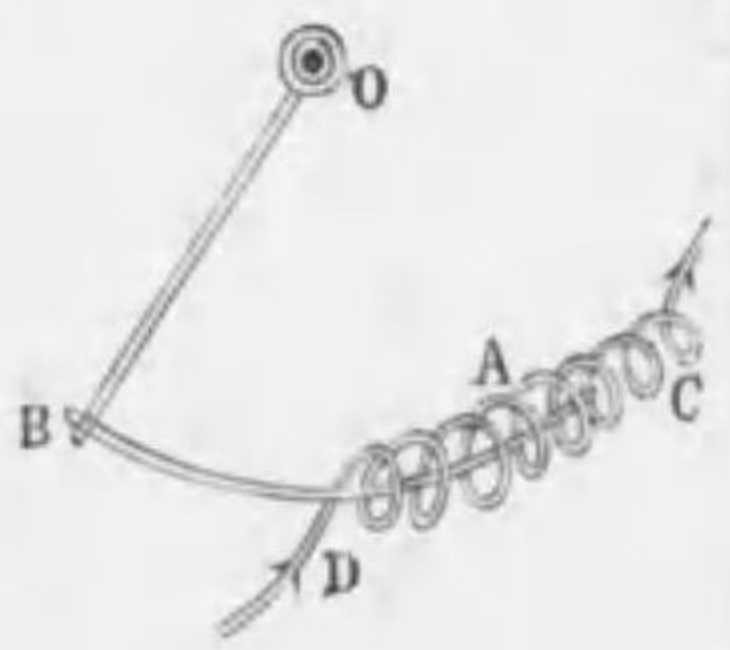


て、絶縁したる銅線を圓形に巻き、扁平なるコイルを作り、之を鉛直に立て、其中央に度盛りしたる圓板を水平に置き、圓板の中心に、長き指針を有する小磁針を据えた

五

るものなり。今コイルの面を地球磁氣の子午線上に置き、之に電流を通ずるときは、中央の磁針は電流の生ずる磁力の作用を受けて、南北の方向より偏り、磁力強き程磁針のフレは大となる、然るに、電流の生ずる磁力の強さは、電流に比例するものなるが故に、磁針のフレの大小に依りて、電流の強さを比較することを得。

**アンペア計** アンペア計は工業上強き電流を測るに用ふる電流計にして、其構造種々あり、上圖は其一種を示す。CD

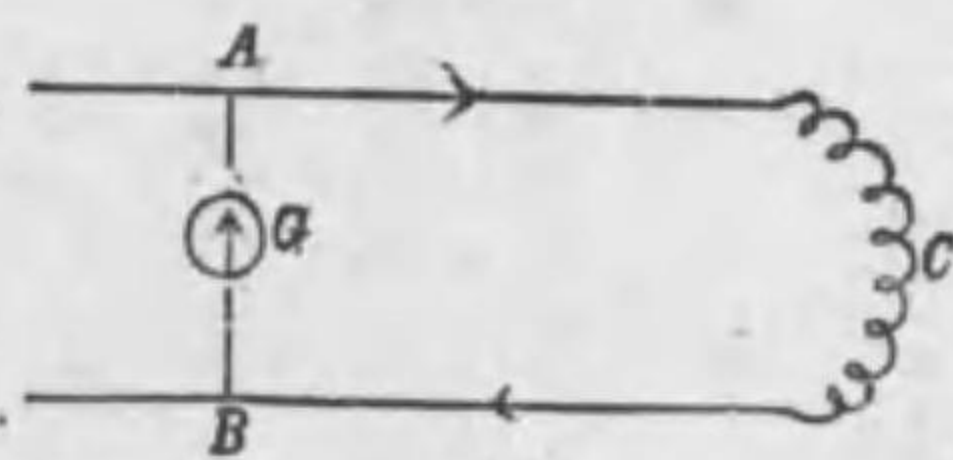


は弧狀を爲せるコイル、OBはOを軸として廻轉するを得る輕き棒、ABは弧狀の軟鐵棒にして、OBの下端に固定せらる。又軸Oに固定せる指針ありて、棒OBと共に回轉す。電流がコイルに通ずれば、軟鐵棒は其磁力

アンペア計

の作用を受けてコイルの中に吸込まれる、電流の強き程軟鐵の吸込まれること大に、従て指針の運動大なるが故に、之に依て電流の強弱を測ることを得。

強き電流の流るゝ導線ACBの二點例へばABに、抵抗甚だ大なる電流計



Gを連絡すれば、之を流るゝ電流は極めて小なるが故に、ACBを流るゝ電流は變化せざるものと見做すことを得。今AB間の電位の差をEとし、電流計の抵抗をR、其中を流るゝ電流をCとすれば

$$E = RC$$



ボルト計

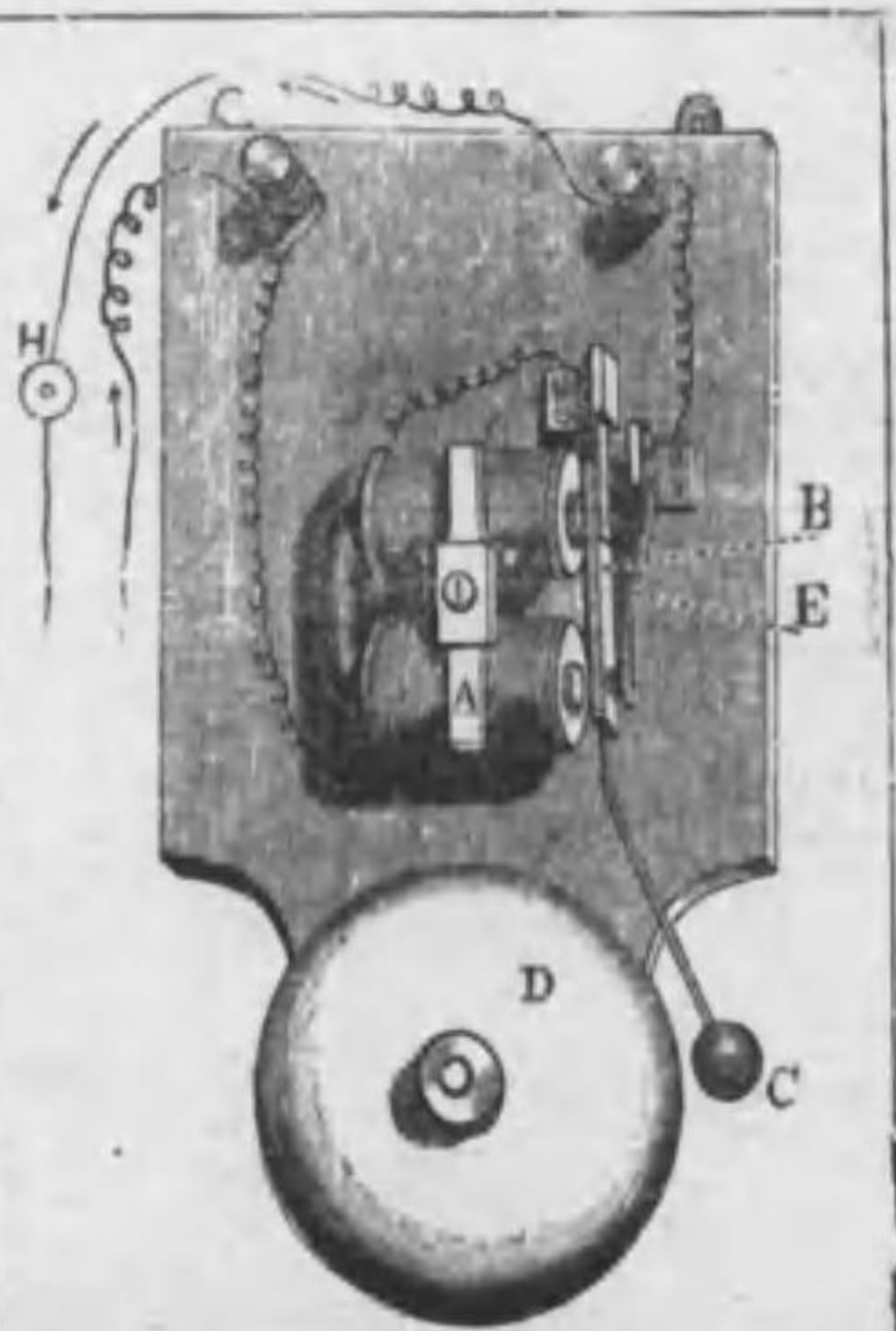
六

測る器械にして、アンペア計の抵抗を極めて大にしたるものなり。

電鈴 電鈴の構造は圖に示すが如く、電磁石の前に軟鐵片Bを吊し、之より錘Cを出す、此鐵

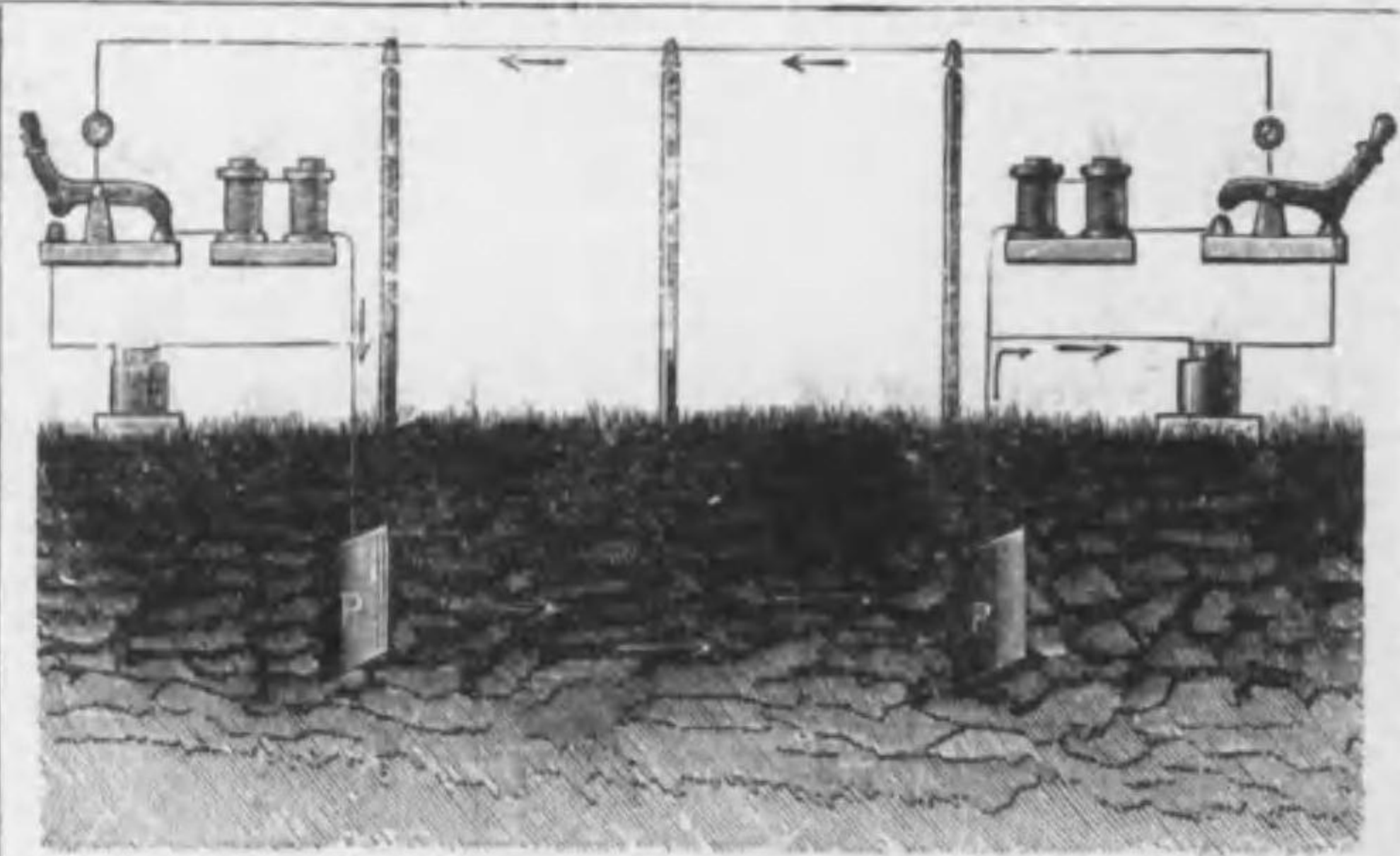
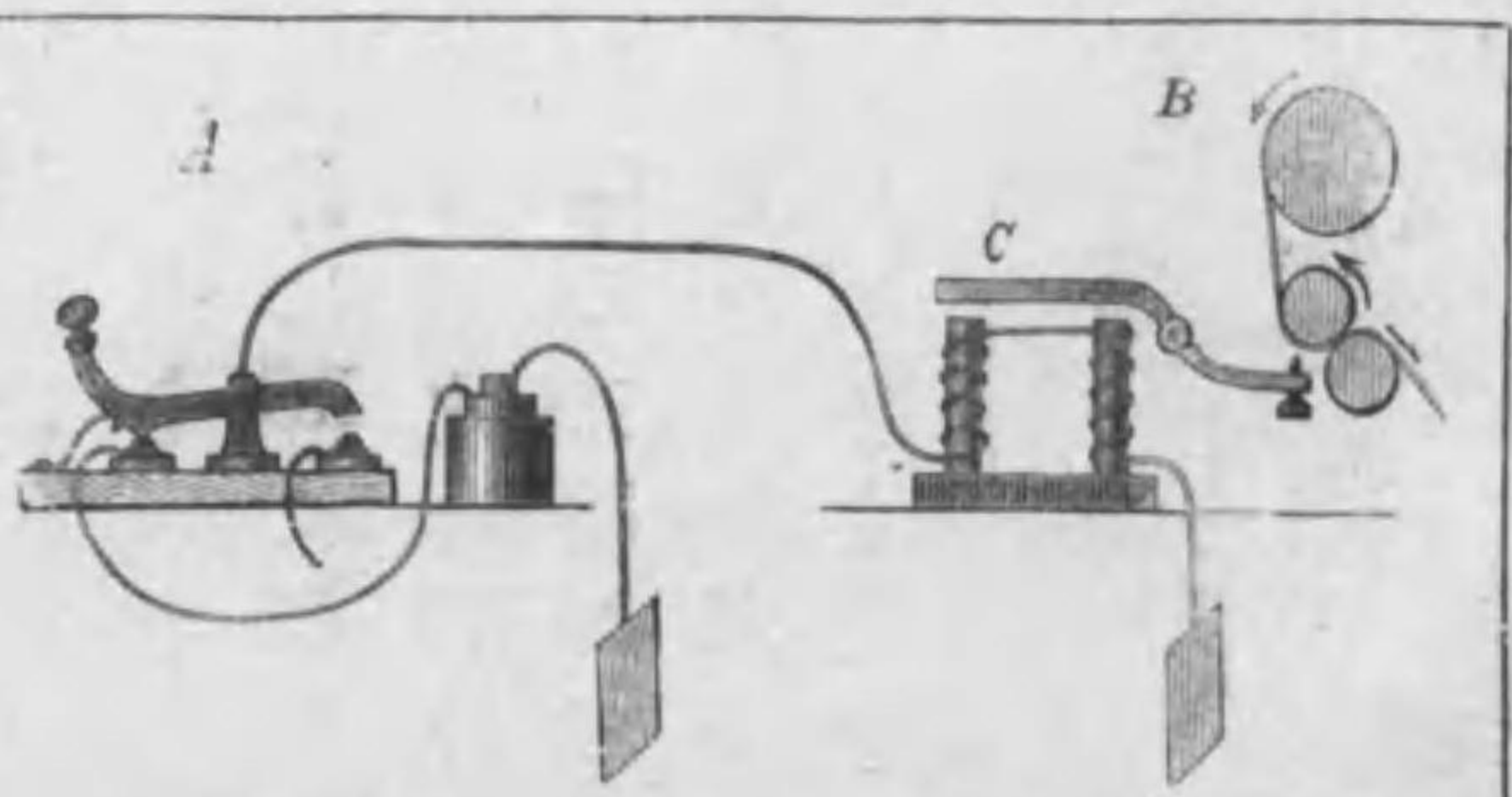


Rは已知の數なるが故に、此電流計の讀みよりRC即ちEを求むるを得、若し豫め電流計にRCに相當する目盛を施すときは、之を用ひて電流の流るゝ導線の二點間の電位の差を知ることが得。ボルト計は上記の理により、電位差を

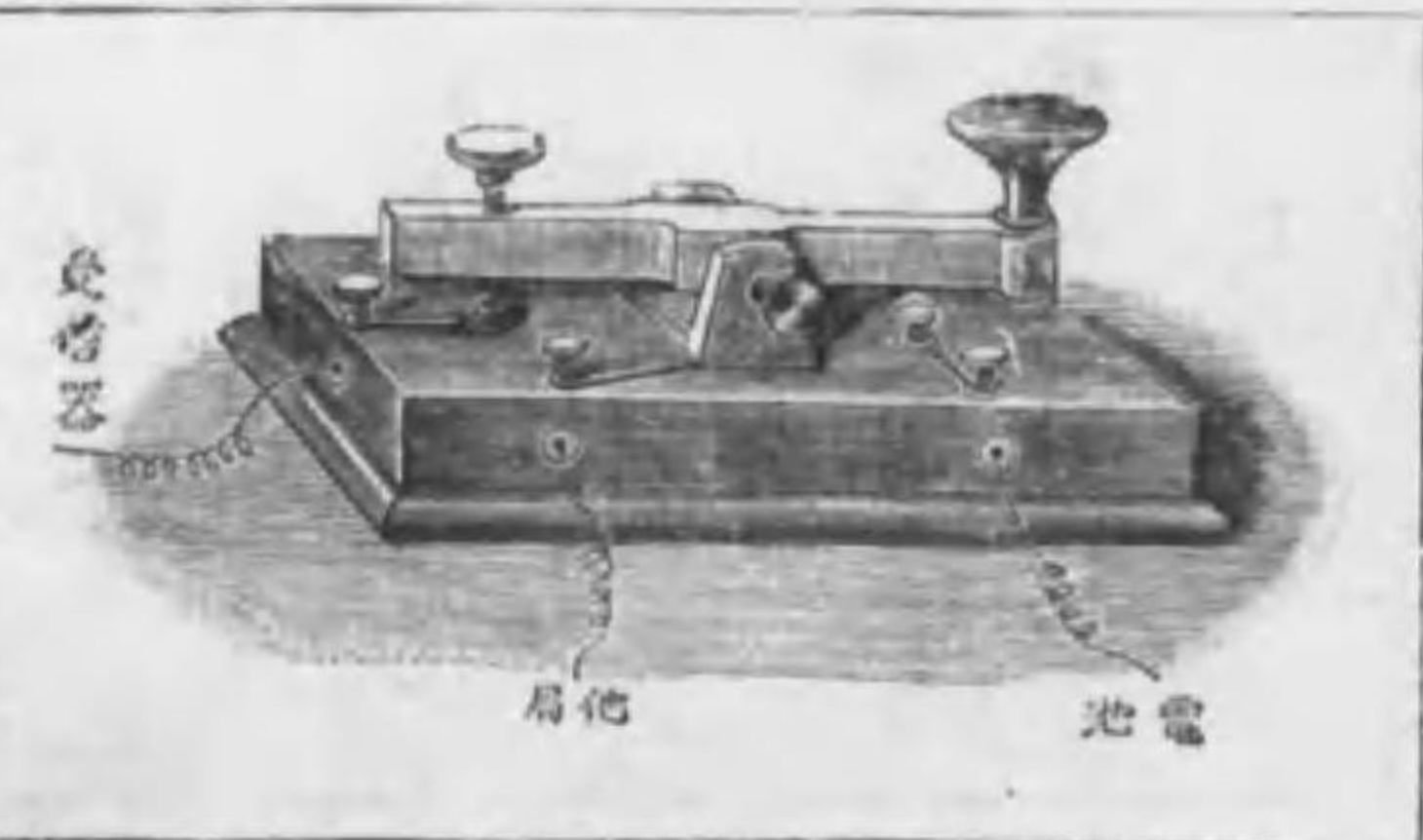


片はバネEの一端に觸る、今釦Hを押して電流を通ずるときは、鐵片は電磁石に吸引せらるゝを以て、鎚は鈴Dを撃つ之と同時に、鐵片はバネより離るゝが故に、電流は斷絶して、電磁石は磁氣を失ひ、鐵片は舊位に復す、是に於て、電流再び通じて、鎚は鈴を撃つ、故に釦を押す間は、此動作反覆して、鈴は鳴り續くべし。通常電鈴にはルクランシェの電池又は乾電池を用ふ。

七  
電信機 電信機の原理は下圖に示すが如く、發信器Aの挺子を動かして電流を斷續すれば、受信器Bの鐵片Cは之に應じて上下に運動し、其一端に附せる針に



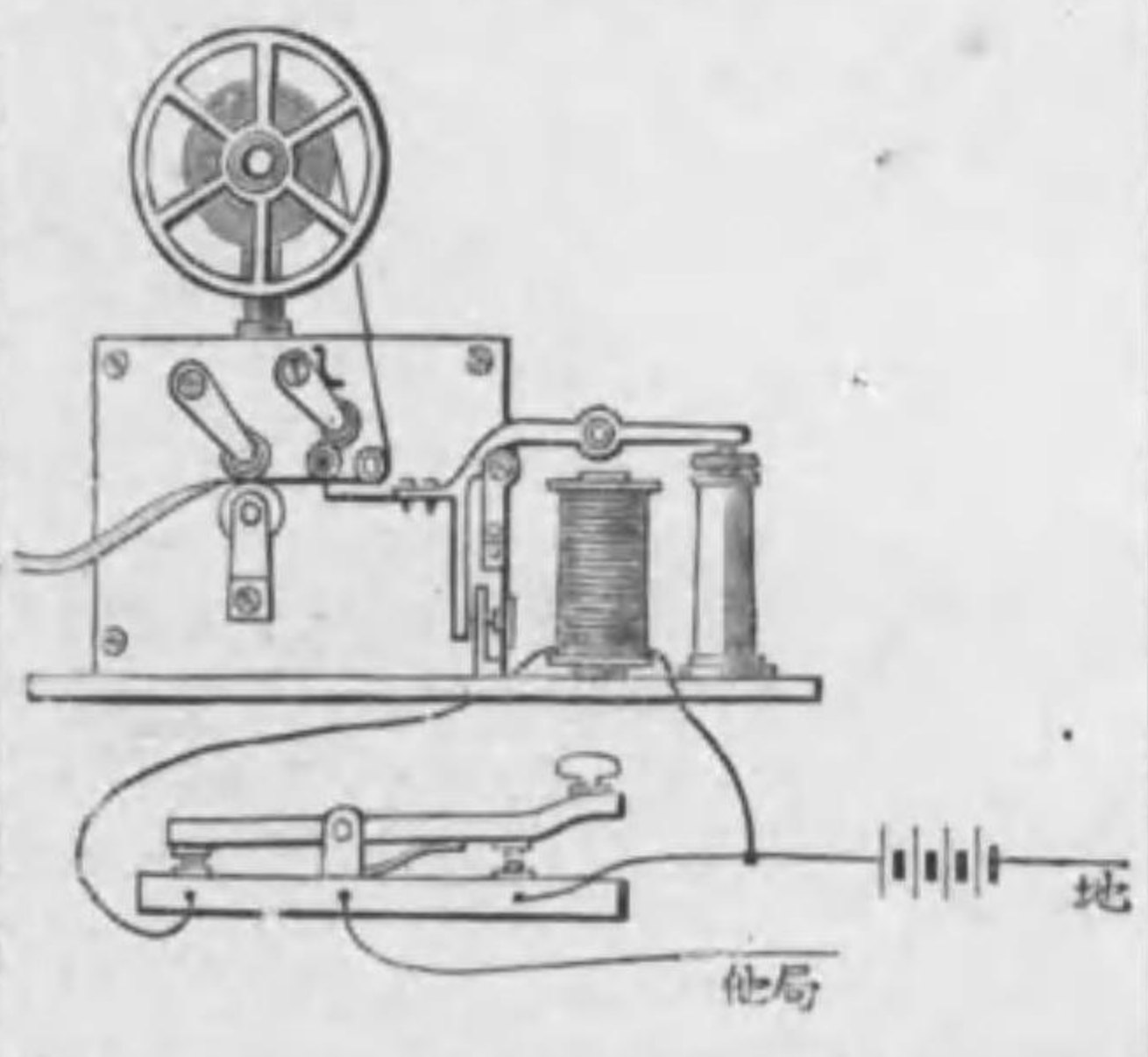
の臺に金屬の挺子を附したるものにして、



依て、紙に信號を印せしむるなり。導線は往復二線を要すれども、其内一條には地球を代用することを得、導線に地球を代用せんには、導線の端に銅板を附し、之

を地中に埋む。通常電信機にはダニエルの電池を用ふ。上圖は甲乙二局間の連結の模様を示す。發信器は下圖に示すが如く、木製の臺に金屬の挺子を附したるものにして、

一八三七年米人 Morse (1791-1872) 受信器を作る。



釘を押さざる間は、挺子の一端に在るバネの作用によりて、電池と他局に至る電線との連絡を断ち、自局の受信器と他局の発信器とを連絡し、釘を押すときは、受信器との連絡を絶ち、電線と電池とを連絡し、電流を他局の受信器に通ず。受信器の形種々あり、上圖に示せるはモールの受信器にして、電流之に通ずるときは、電磁石は挺子に附着せる鐵片を吸引して挺子を動かす、又信號を記すべき紙片は、挺子の一端に附せる針の上を通りて、時計仕掛によりて徐々に引出さる、故に挺子が電磁石に吸引せらるゝときは、針は紙片を押して之に記號を附す。本邦に於て電信に

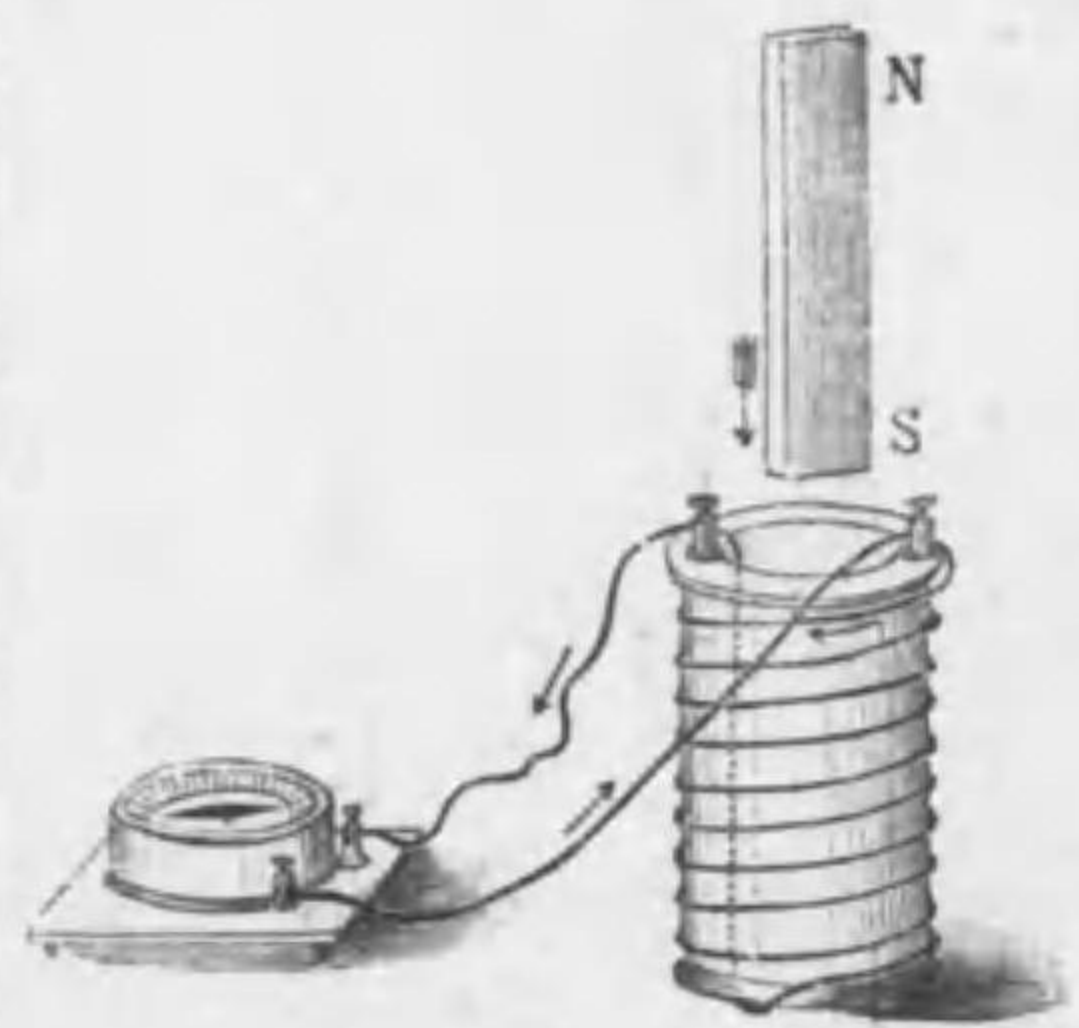
用ふる符牒は左の如し。

ノ	イ
ハ	ロ
ヘ	ハ
ニ	ニ
ホ	ホ
ヘ	ヘ
ト	ト
チ	チ
リ	リ
メ	メ
ル	ル
ナ	ナ
ソ	ソ
カ	カ
コ	コ
タ	タ
レ	レ
ソ	ソ
ツ	ツ
ネ	ネ
ナ	ナ
ラ	ラ
ム	ム
ウ	ウ
キ	キ

### 第七章 感應電流

感應電流 圖に示すが如く、コイルの輪道に感じ善き電流計を繋ぎ、コイルの中に急に強き磁石を差入るゝときは、電流計の針は一時一方に傾きて、瞬時の電流がコイルの輪道に生ずるを示す。次に差入れたる磁石を急に引出すときは、電流計の針は一時前と反對の方向に傾きて、コイルの輪

一八三二年 Faraday 感應電流を発見す。



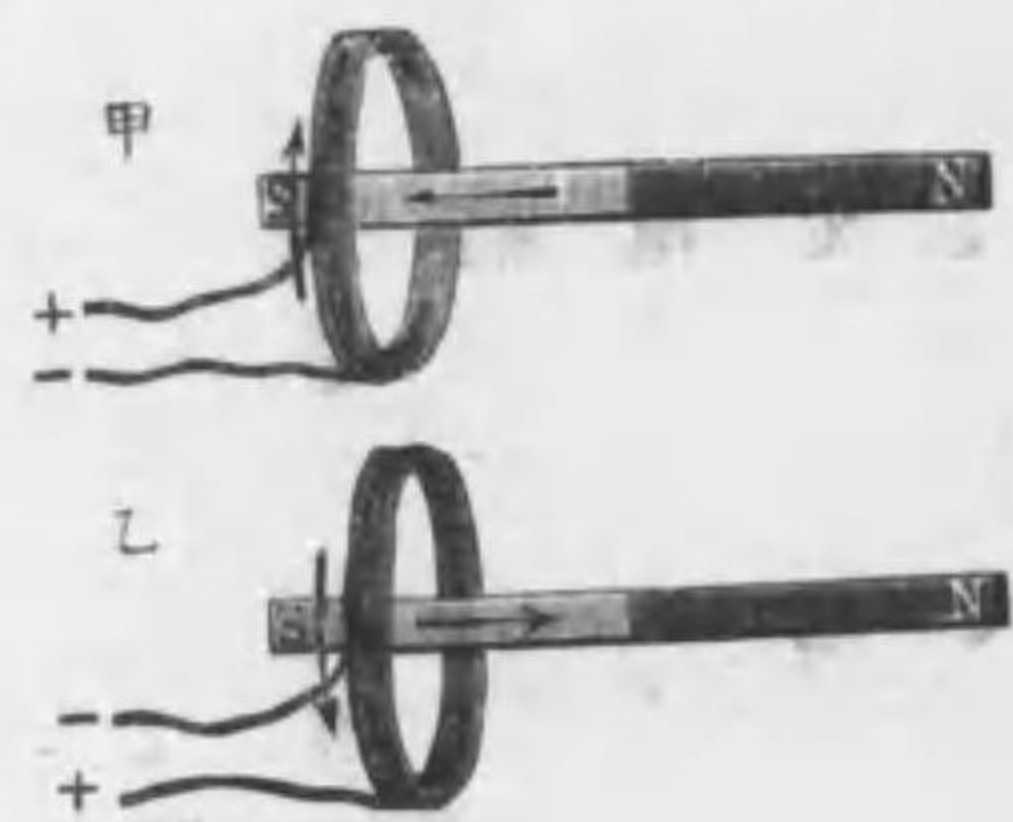
道に、前と反對の方向に流るゝ瞬時の電流を生ずるを示す。又磁石の極を逆にして、之をコイルの中に入すれば、前の場合と反方向の瞬時の電流を生ず。此の如き電流を感應電流と云ふ。

一般に感應電流は、輪道の内側に於ける磁力が變化するときのみ起るものにして、磁力の變化の止むと共に消滅す、且つ輪道の内側の磁力の増加するときと、減少するときとは、電流の方向相反す。

二

一八三四年露人Lenz氏の名を冠せる法則を發見す

レンツの法則 レンツは磁石の運動の方向と、感應電流の方向との關係を研究し、次の法則を發見せり。感應によりて生ずる電流は、輪道に對する磁石の運動を



妨ぐるが如き方向に流る。

例へば、甲圖の如く、南極を先にして、磁石を輪道内に入るゝときは、輪道に生ずる電流の方向は矢を以て示すが如し、何となれば、電流が矢の向に流るゝときは、輪道は扁平なる磁石の作用を爲し、右面は南極、左面は北極となりて、磁石の之に近づくを妨ぐればなり。次に乙圖に示すが如く、一旦挿入したる磁石を引出すときは、電流は前と反對の方向に流れて、磁石の輪道より遠ざかるを妨ぐ。

三

相互感應及自己感應 電流の通ずるコイルは磁石の作用を爲すが故に、磁石の代りにコイルを用ふるも、亦前の場合の如く感應電流を生ず、即ち甲乙二個のコイルを取り、甲に

相互感應と自己感應

Henry は Faraday に先だつ二年自己感應を發見す

電流を通じて、乙の内に入るゝときは、乙の輪道に反對の向に流るゝ感應電流を生じ、甲を乙より出すときは、此輪道に同じ向に流るゝ感應電流を生ず。又甲を乙の内に入れたる後、甲に電流を通ずるときは、乙に反對の向の電流を生じ、甲の電流を斷つときは、乙に同じ向の電流を生ず、此の如き現象を**相互感應**と云ふ。又一つの輪道に電流を通ずれば、其輪道の周りに磁力を生ずるが故に、輪道に本電流と反對の向に流るゝ瞬時の感應電流を生じて、電流は一時に十分の強さに達するを妨げらる。若し又輪道の電流を斷つときは、輪道に本電流と同じ向に流るゝ瞬時の感應電流を生じて、電流は一時増加す、此の如き現象を**自己感應**と云ふ。凡そ感應電流の動電力は、コイル内の磁力の變化急激なる程大なり、又同じ磁力の變化に就ては、コイルの太さ及針金の

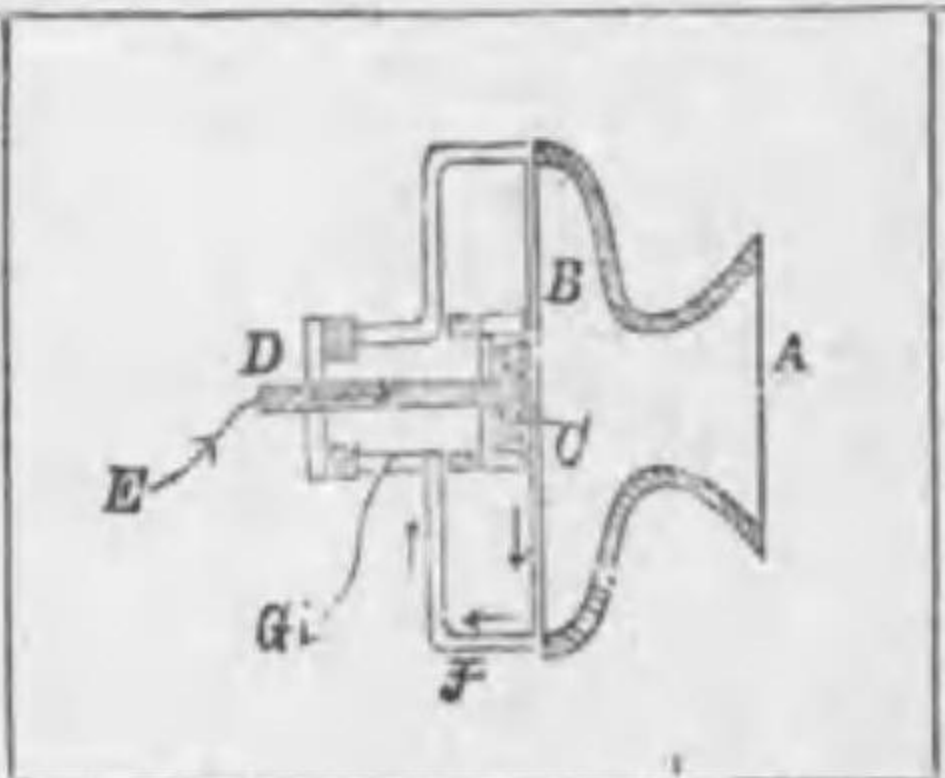
の巻數に比例す。故に動電力を強大ならしめんには、コイルを太くし、且つ針金を幾重にも巻きて、其巻數を多くすることを要す。

四

電話機

電話機は送話器と受話器と、是等を連絡する導線

とよりなる。送話機は炭素棒の軽く相接觸する部分の抵抗が、甚だ微弱なる振動に依て著しく變化することを利用したるものにして、上圖は其斷面を表はす。Bは薄き炭素板、Cは數多の小なる炭素球、Dは炭素棒なり、電流はEよりD、Cを経て、炭素板に移り、Fを経てGに出づ。

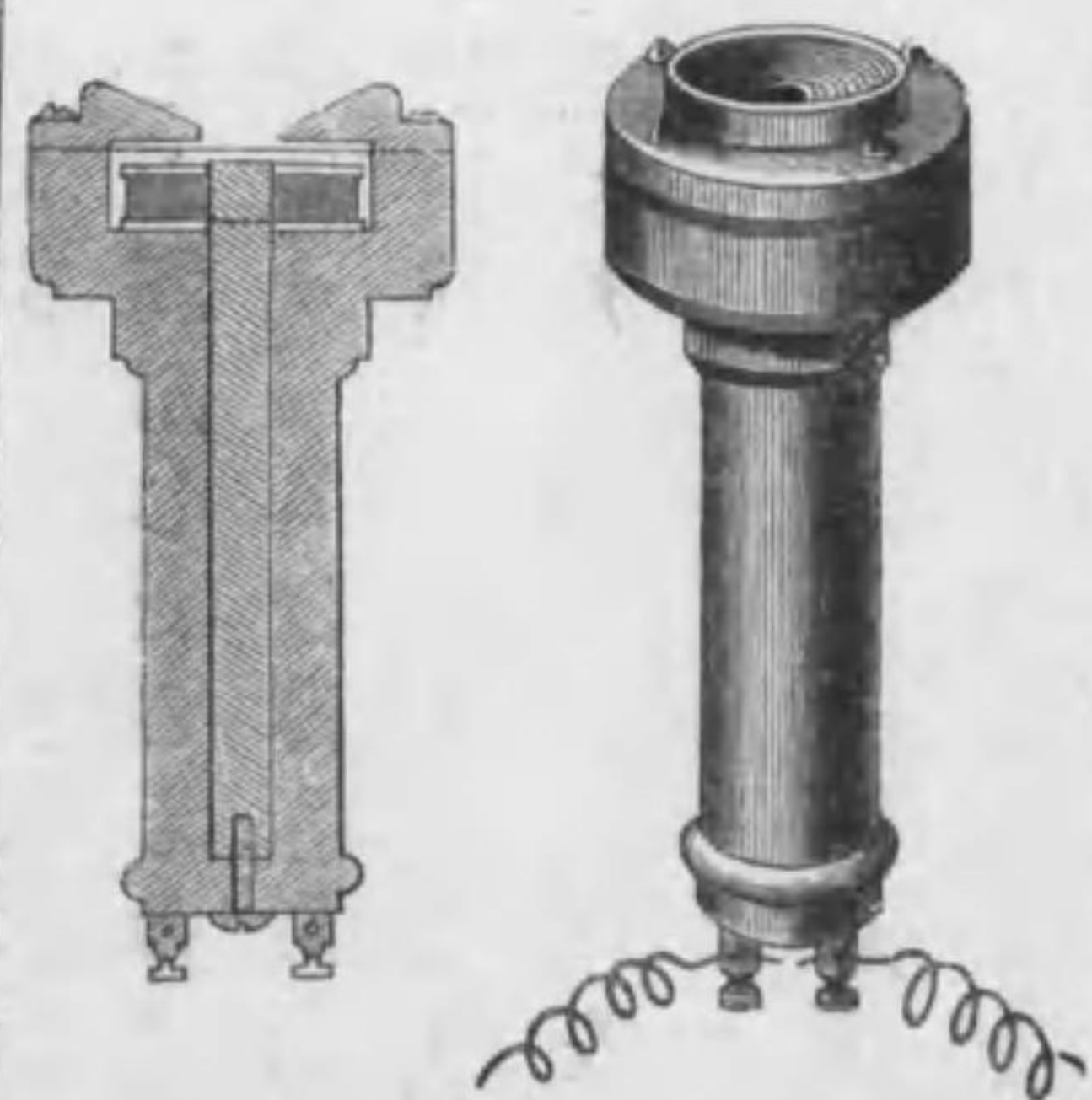


一八七七年 Edison 炭素棒に依れる送話器を發明す

受話器は次圖に示すが如く、棒状磁石の一端に、同じ太さの短き軟鐵を繼ぎ、之にコイルを巻き、その前に薄き鐵板を置



きたるものなり。さて送話器及受話器を電池の輪道中に繋ぎ、送話器に向て言語を發するときは、炭素板は聲に應じて振動し、炭素の小球に之に相當する振動を與へ、其接觸部の抵抗を變じて電流に強弱を生ず、この電流の變化は、受話器のコイルの磁力を増減し、其前にある鐵板を振動せしむ、故に此振動を耳に受くるときは、言語を聞き取ることを得。



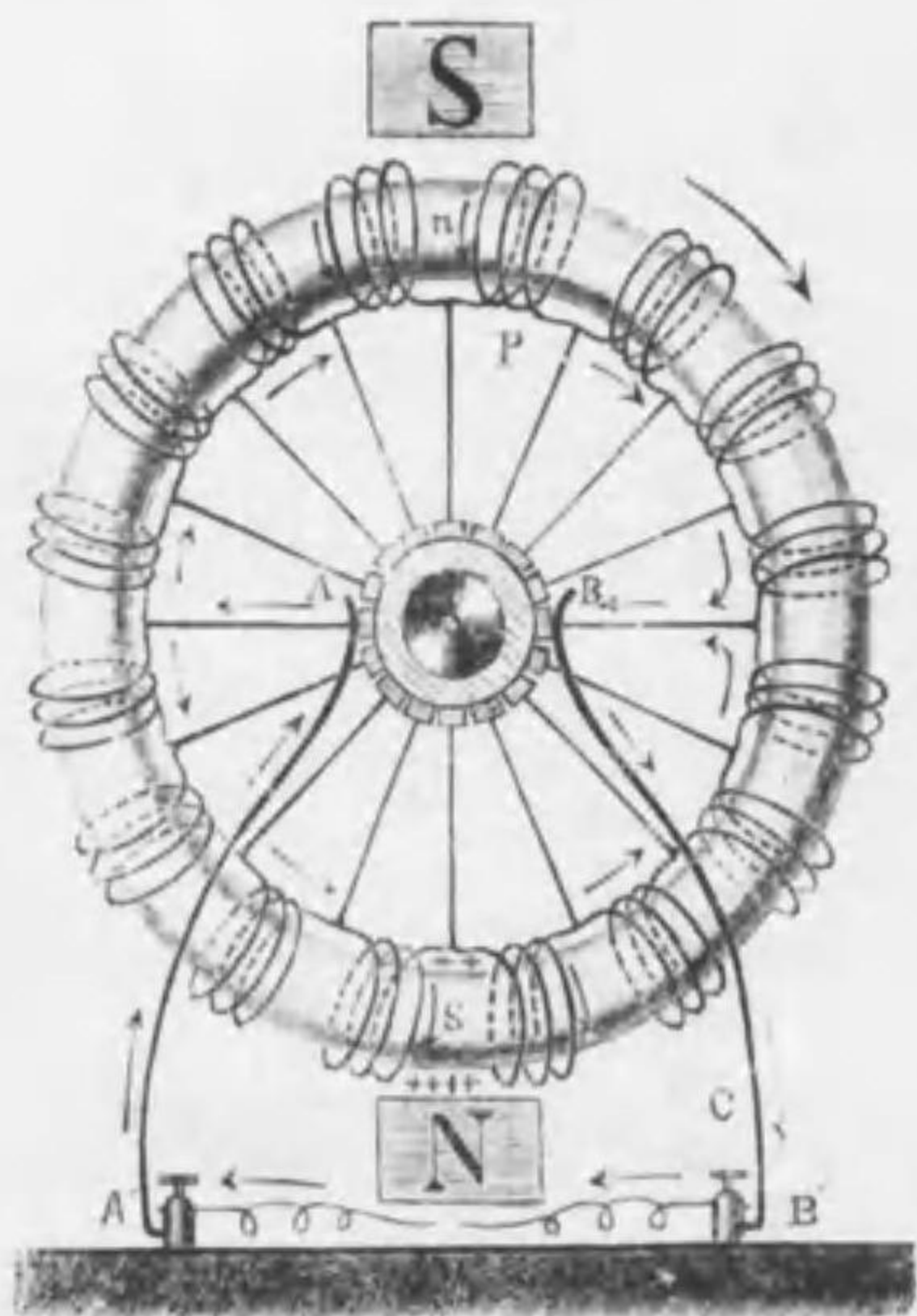
一八六八年  
Gramme環狀  
軟鐵を用ふる  
ダイナモを作る

五

**ダイナモ** ダイナモは感應作用を利用して、強き電流を得る器械にして、強大なる磁場にコイルを廻轉して、之に感應電流を生ぜしむるなり、磁場を作るには、場磁石と稱する大

なる電磁石を以てす、コイルは軟鐵心の上に銅線を巻付けたるものより成り、之を發電子と云ふ。

佛人グラムの創作せしダイナモに於ては、發電子は環狀の軟鐵心を有するものにして、之をグラム環と云ふ。次圖に於てコイルは十六個の部分に分たる、又軸の周圍には互に



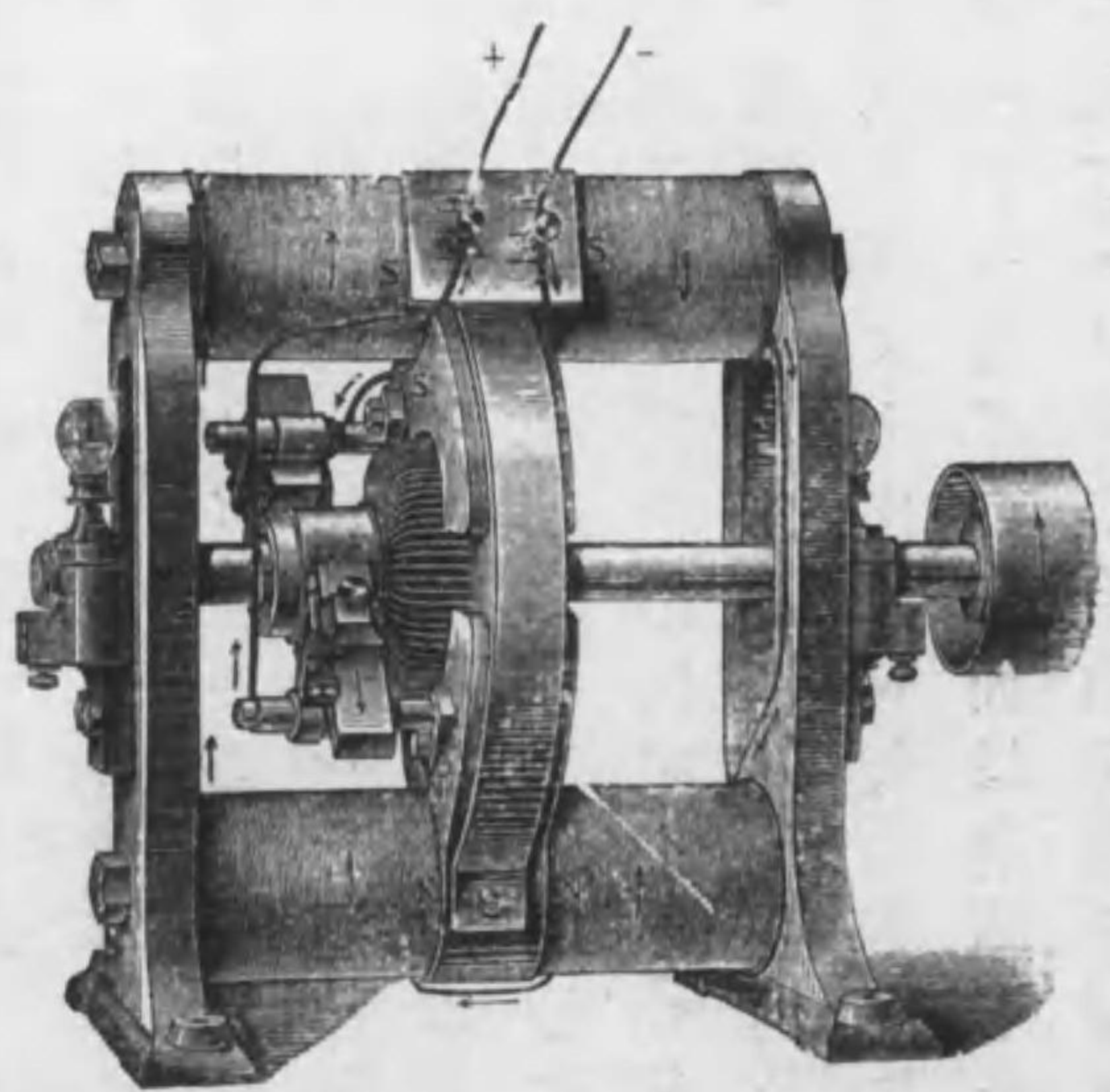
絶縁せる十六個の銅片ありて、各コイルの端は此銅片に連絡す、銅片は軸と共に廻轉し、その相對せる一對の銅片は、順次にA B二點に於て、外部に導く所の導線AA' BB'に接觸す。説明に便なる爲め、軟鐵環は靜

止して、場磁石の兩極 N S 間に在るものとすれば、磁氣の感應に依て、N に近き側に南極 s を生じ、S に近き側に北極 n



を生ず、コイルが環を滑りて矢の向に動くときは、環の磁氣の爲めに、コイルに感應電流を生ず、コイルの一部 P を取りて考ふるに、P は環の北極より遠ざかるが故に、感應電流はコイルの左面に南極、右面に北極を生じて、コイルの運動を妨ぐるが如き方向に流る、同様にコイルの他部について一々電流の方向を考ふれば、結局感應電流は矢を以て示すが如く、A より發して兩途に別れ、B に向て集まるが如き方向に

流るゝを知る、故に A 及 B を別に針金にて連結するときは、電流は之に沿うて流るべし。實際に於ては、軟鐵環はコイルと共に迴轉すと雖も、感應に依て、常に場磁石の N 極に近く南極を生じ、S 極に近く北極を生ずるが故に、之を靜止するものと見做すも、理論上大なる相違あることなし。又コイルに生ずる電流の一部は、之を場磁石のコイルに導きて其磁力を強くし、磁力と



## 六

電流と互に輔佐して、益々電流を強大ならしむ。發電子の形は種々あり、二九六頁に示せるは、圓筒状を爲せる發電子にして、前頁の圖は此發電子を用ひたるダイナモの形を示す。

**電氣發動機** ダイナモに於ては、磁場内にコイルを迴轉せしめて電流を得れども、若し外よりコイルに電流を送るときはコイルは迴轉すべし。電氣發動機は此理を應用して、ダイナモを逆に使用する器械にして、其構造はダイナモと同一なり。今前條のグラム環に就て考ふるに、外より供給する電流が $\Delta\Delta$ よりコイルに入り、 $BB'$ より出て、矢の方向にコイルを流るゝときは、コイルの一部 $P$ の左面は南極となりて、環の $\mu$ 極に吸引せらる、故にコイルが自由に環を滑り得るものとすれば、コイルの各部は環の $\mu$ 或は $s$ 極に作用せられて、ダイナモの場合と反對の向に環を沿うて迴轉す

## 七

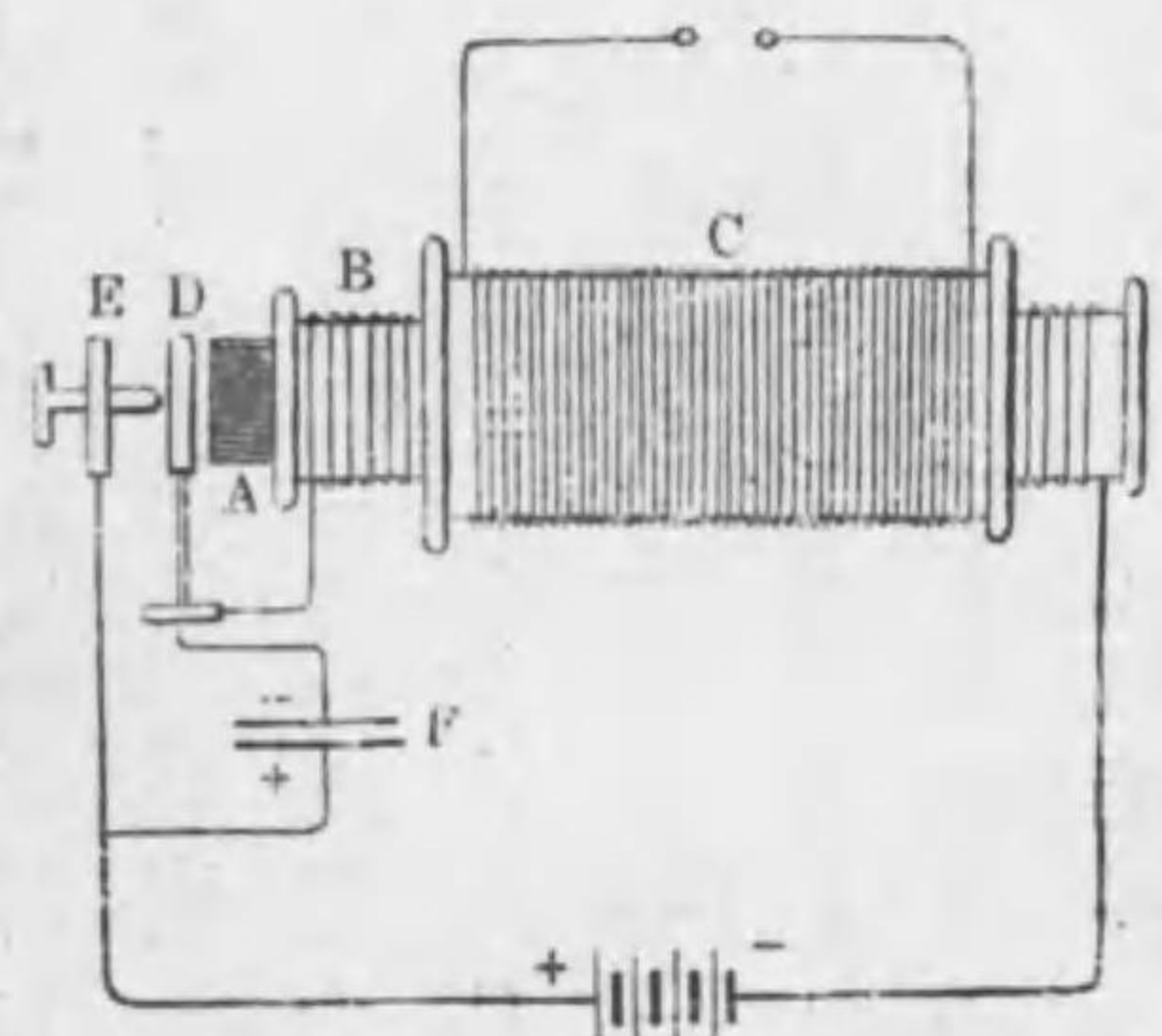
C. G. Page  
(1812—1868)  
感應コイルを  
作る。

Rahmkorff  
(1803—1877)  
大に感應コ  
イルを改良す。

べし。實際にはコイルは環に固定す、されど環の迴轉に依て $\mu$ 或は $s$ の位置に變化を生ぜざるが故に、磁氣のみ其位置に止まり、之とコイルとの作用に依て、グラム環の迴轉を生ずるものと考ふることを得。

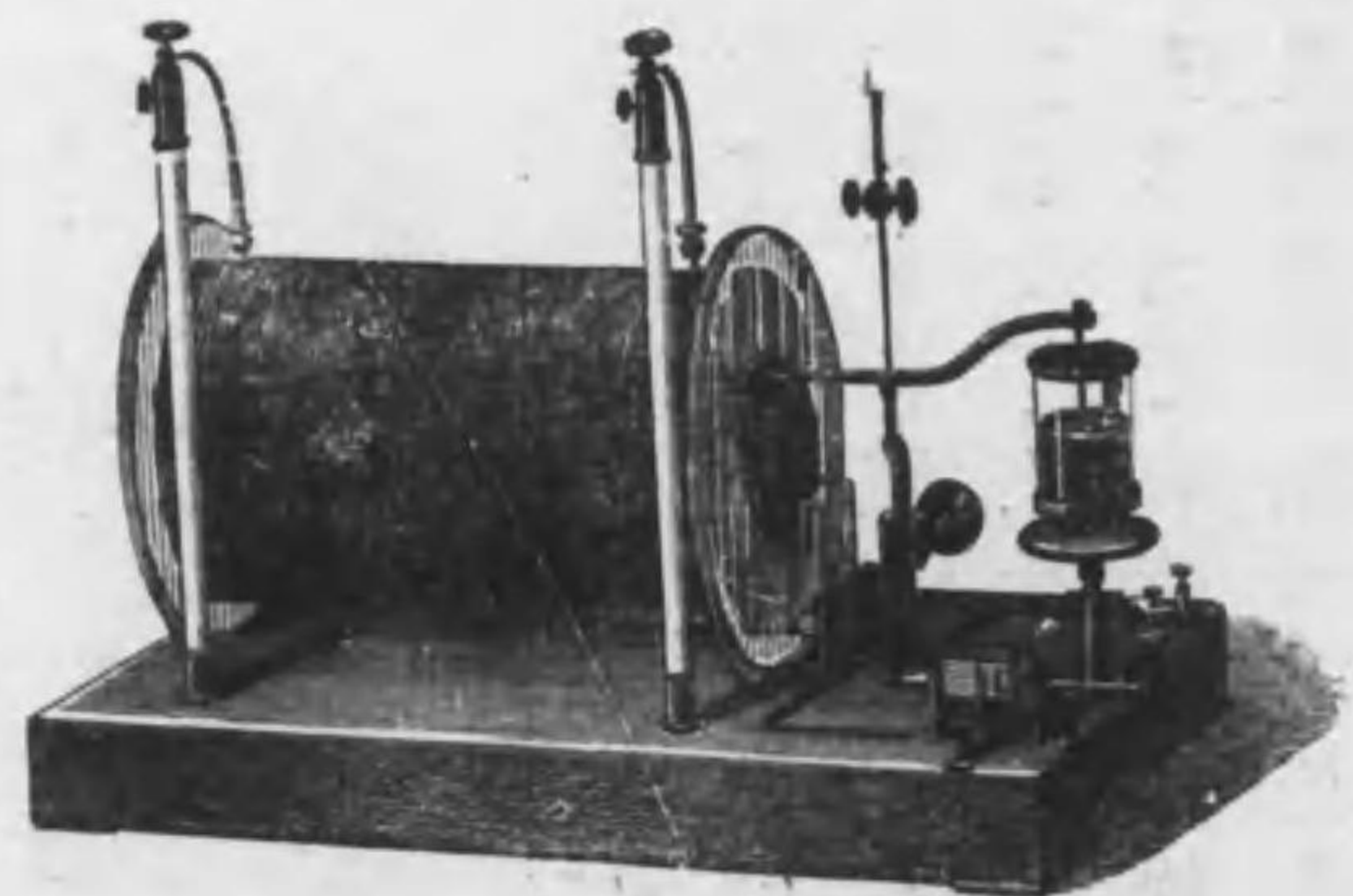
電氣發動機は電車、電扇等に應用せられ、又取扱簡便なるを以て、小規模の工場に於ては、原動機として盛に使用せらる。

**感應コイル** 感應コイルは強大なる動電力を得る装置にして、其構造の重要な部分は、次圖に示すが如く、鐵心 $A$ と二重のコイル $B$ 及 $C$ とより成る、 $B$ は絶縁したる太き銅線より成り、之を第一コイルとなす、其中に數十條の軟鐵線を一束としたる鐵心 $A$ を挿入す、 $C$ は極めて能く絶縁したる細き銅線を、幾回となく巻付けたるものにして、之を第二コイルとなす。第一コイルは電池に繋がれ、其輪道は鐵片 $D$



及ネヂ E によりて、斷續せらるゝこ  
と電鈴の場合の如し、第二コイルの  
導線の兩端は、各硝子棒にて絶縁し  
たる金屬棒に連結せらる、F は錫箔  
と蠟紙とを交互に積重ねたる蓄電  
器にして、通常感應コイルの臺中に  
置かる。

輪道の開閉によりて、第一コイルの  
電流を斷續するときは、第二コイルに強大なる動電力を生  
ず、而して電流を斷つときに生ずる動電力は、電流を通ずる  
ときに生ずる動電力と、其方向相反す。又第一コイルの電  
流を斷つときは、自己感應に依て大なる火花を發するが故  
に、蓄電器の兩極を、切斷部の兩側に繋ぎて之を防ぐ、蓄電器

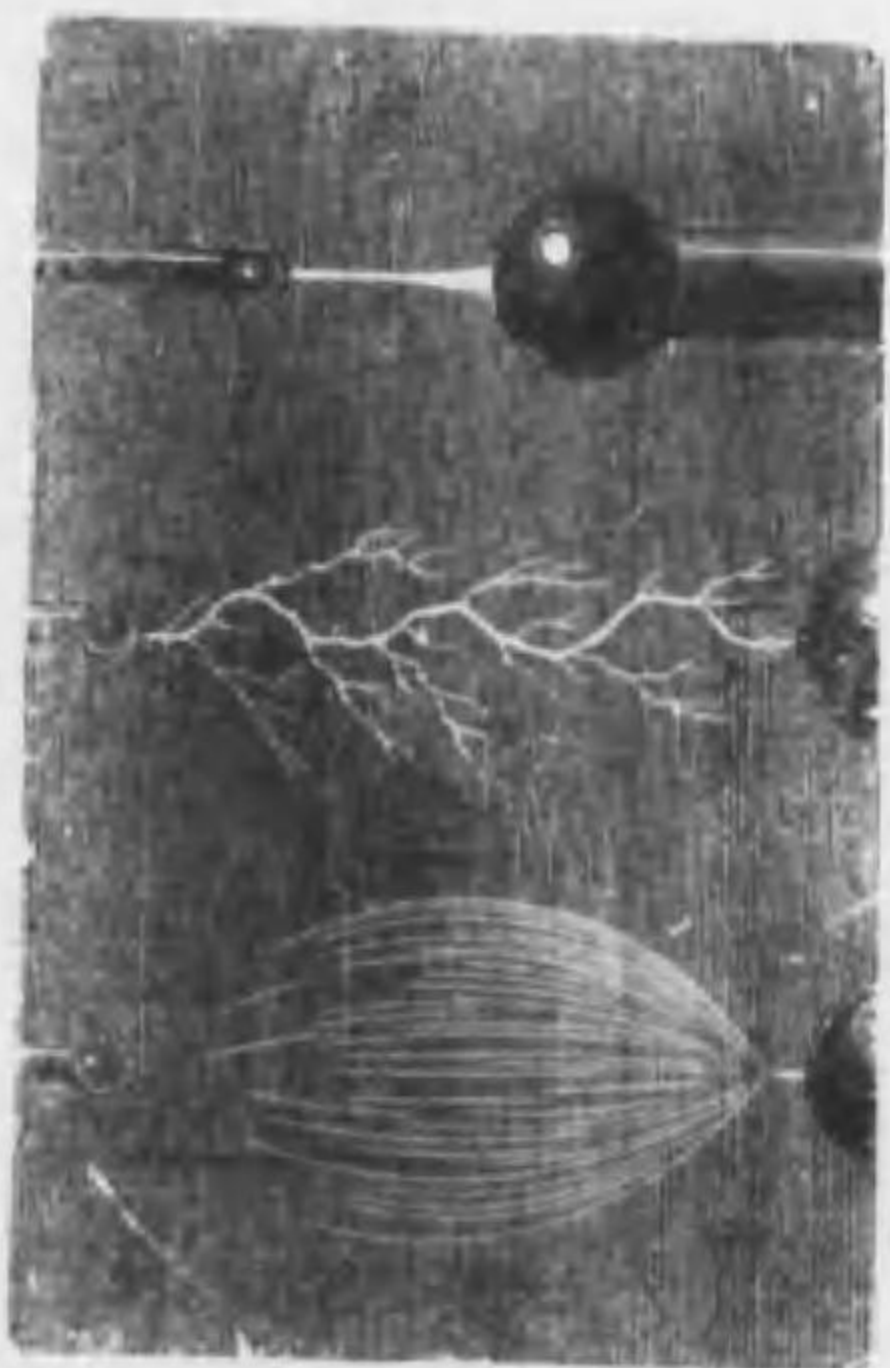


は又第二コイルに生ずる動電力を  
増加せしむる作用をなす。  
上圖は通常用ふる感應コイルの一  
にして、第一コイルの電流を斷續す  
るに、前記の裝置に依らずして、水銀  
斷續器を用ふ、水銀斷續器は振動子  
によりて、一振動毎に、一度其臂と器  
中の水銀とを連絡せしめ、以て電流  
を斷續する裝置なり。

實驗 二個の金屬棒の各に、感應コイルの極  
を繋ぎて放電せしむるに、動電力十分強大

なるときは、次頁の甲圖の如き眞直なる火花を發し、兩金屬棒間の距離大  
なるときは、乙圖の如き岐路を有する火花を發す、又棒の一方が尖端を有  
するときは、丙圖の如く刷毛狀を爲せる火花を發す。

八



甲 乙 丙

電波と無線電信 水位の異なる甲乙の二器を、太き管にて連絡すれば、水は先づ水位の高き甲器より、水位の低き乙器に向つて流れ、次に乙器より甲器へと、數回兩器の間を往復振動して、遂に靜止す。

一八四二年  
Henry ライデ  
ン瓶の放電の  
週期的なるを  
發見す。  
一八四七年  
Helmholtz 又  
同事實を發見  
す。  
一八五三年  
Kelvin 卿  
(1824-1907)  
は論理上より  
此事實を研究  
す。

同様に電位の異なる甲乙の導體を、抵抗小なる太き導線にて連絡するときは、電流は先づ電位の高き甲體より、電位の低き乙體に、次て乙體より甲體へと、幾回となく往復して後、遂に靜止す、されど電氣が放電し始めてより、靜止するに至るまでの時間は極めて小なり。若し、甲乙兩體の電氣量及電流の強さが週期的に變化するときは、周圍の媒質中に

獨人 H. Hertz  
(1857-1894)  
一八八八年有  
名なる電波の  
實驗を始む。  
英人  
C. Maxwell  
(1831-1879)  
一八七二年電  
磁氣光學説を  
提出す。



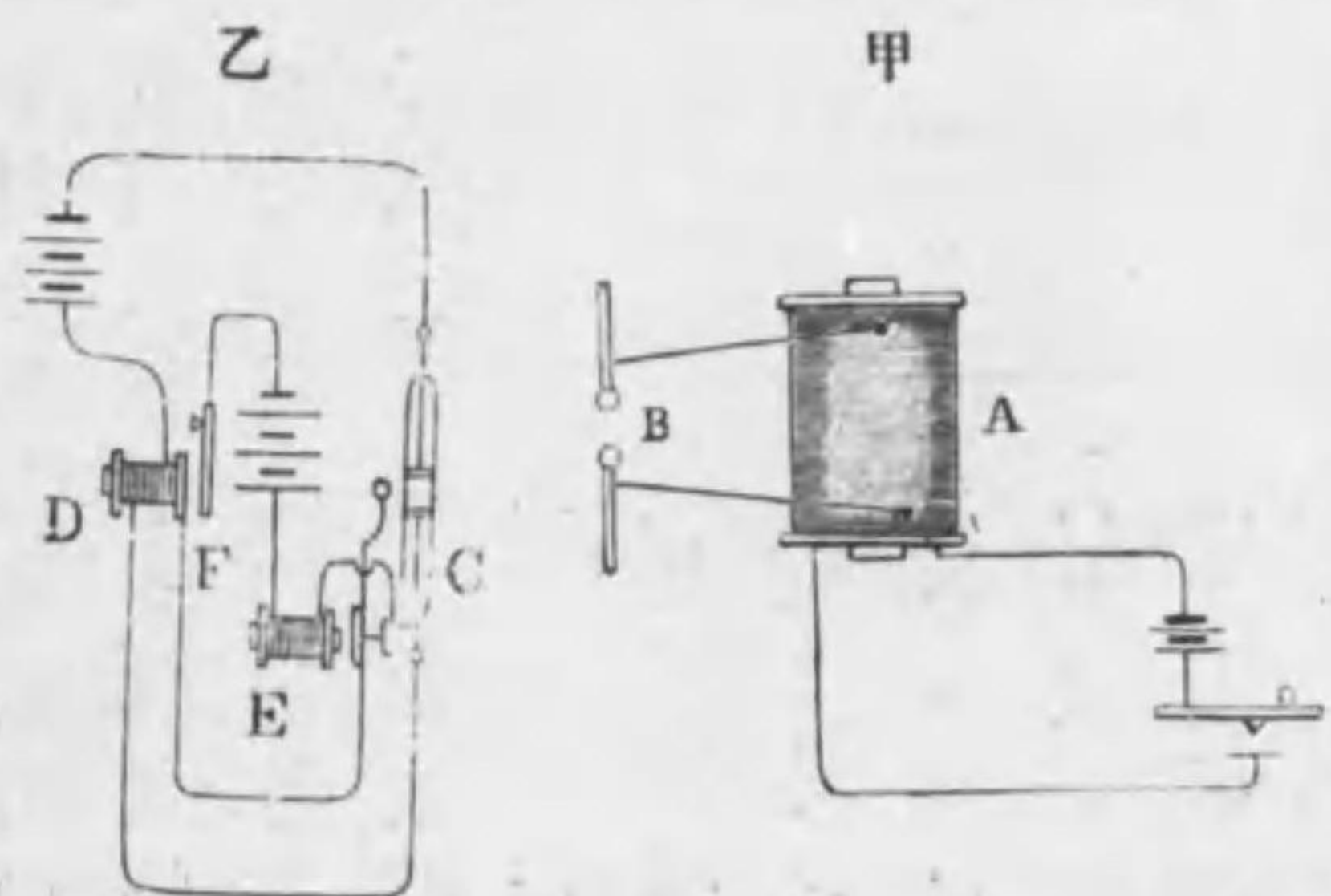
於ける電力及磁力の強さは、共に週期的に變化し、波動的に四方に傳播す、其狀恰も水面の一部が、週期的に上下に振動するが爲め、圓形を爲せる波形が四方に進行するが如し、かく電力及磁力が波動的に傳播するを電波と云ふ。  
電波は光波と同じ法則に従て、反射、屈折、偏り等の現象を呈し、又其傳播の速度は光波の速度に等し、唯、電波の

光波と異なる所は、波長の著しく長きにあるのみ。  
ニッテル粉に少量の銀粉を混じ、之を細き硝子管に入れ、金屬板二個を以て兩側より軽く押へ、之を電池の兩極に結びて輪道の一部と爲すに、粉の抵抗多くして、電流は之を通ずること能はずと雖も、若し電波の來りて、之に當ることあるときは、粉の抵抗大に減じて、電池の輪道に電流の流るゝを見る。

コヘラ

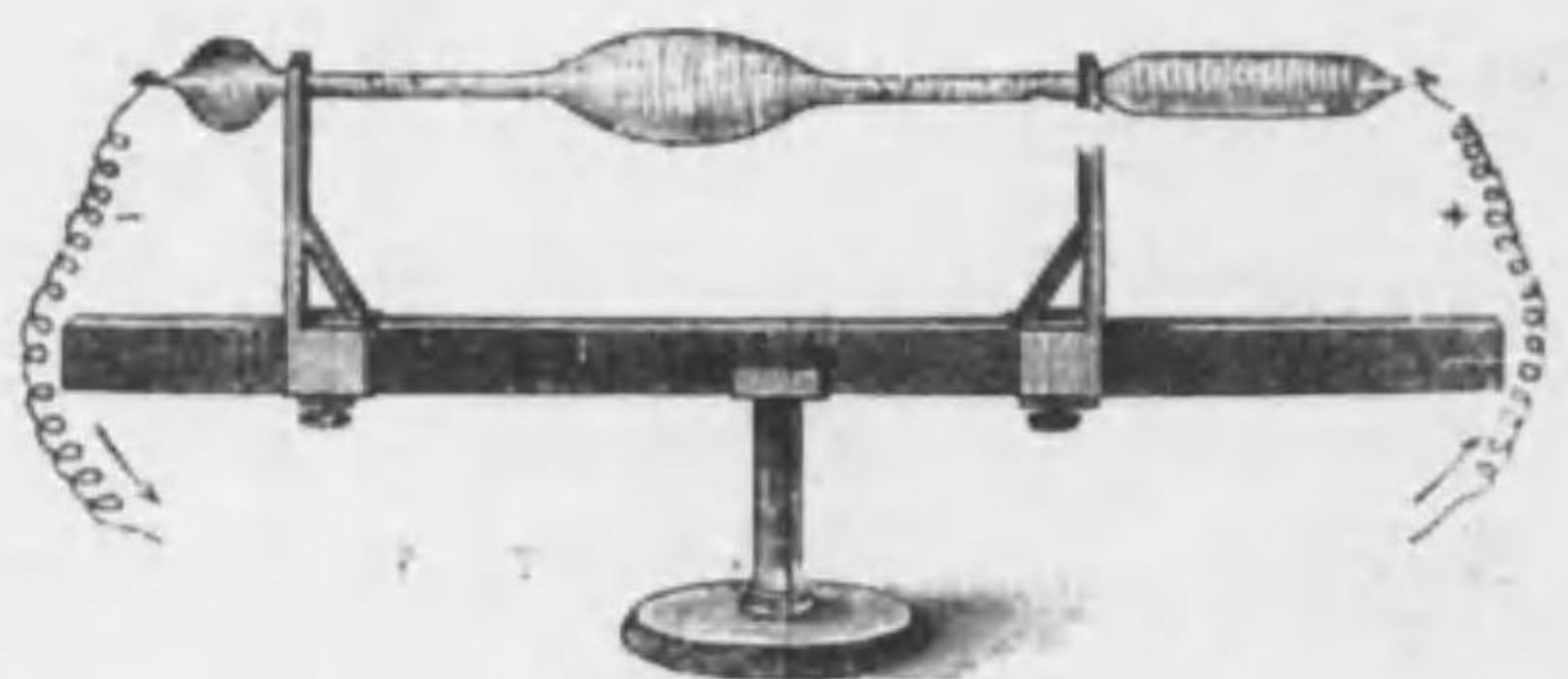
次に此管を軽く撃ちて、粉を振動せしむるときは、粉は原の状態に復して、電流の輪道を通るのを防ぐ、此管をコヘラと云ふ。

伊太利人  
G. Marconi は一  
八九六年無線  
電信法を發明  
す



今電波を起す装置を發信器とし、上記のコヘラを受信器とするときは、電線を用ひずして、通信を爲すことを得。上圖は無線電信の装置の要部を示すものにして、甲は發信器、乙は受信器なり、感應コイルAによりて火花をBに發せしむれば、電波は波及してコヘラCに當り、其抵抗を減ずるを以て、電流は輪道中を流るべし、此電流に依て、電磁石Dは働き

感應コイルの  
兩極とは、第  
二コイルの兩  
端と云ふ、而  
して第一コイ  
ルを切るとき  
に生ずる高電



て輪道Fを閉づ、然るときは、電鈴と同じ作用に依りて、鍵はコヘラを撃ち、粉末を初の状態に復して電流を遮斷す、故に

コヘラは、電波を受くる間は、電流の通ずるを許せども、電波の止むと同時に電流を遮斷す、是に依りて、甲所より乙所に音信を傳ふることを得。

### 第八章 真空管内の放電放射物質

**ガイスレル管** 氣體中に於ける電氣の放電は、氣體の壓力餘り小ならざる間は、壓力の減ずるほど容易なり。今長さ約八寸の硝子管を取り、其兩端に白金線を融着し、其中に極めて少量の空氣或は他の氣體を入れ、白金線を感應コイルの兩極に連結するとき、電氣

位の極を感應  
コイルの陽極  
と云ひ、低電  
位の極を其陰  
極と云ふ。

二

Crookes  
大に陰極線を  
研究す



は容易に管内を通りて放電し、管中に無数の鱗状の微光が并列して現はるるを見る。此光は氣體の種類に依て異なる色を呈し、分光器に依て之を分析するに、其氣體に特有なる輝線を現はす。此管をガイスレル管と云ふ。

**陰極線** ガイスレル管内の空氣を一層稀薄にするときは、鱗状の光は次第に減じ、遂に全く消滅し、唯、陰極に對する管壁に青緑色の微光の現はるゝを見る。これ陰極より陰極線と名づくる放射線を發し、之が壁に當りて螢光を

放たしむるに依るなり、陰極線は電子と名づくる陰電氣を帶べる微粒子より成る。

陰極線は直進するを以て、若し道の一部分に金屬板を置くときは、其背後に影を生ず。例へば上圖の如き眞空管を取り、Aを陰極、Bを陽極として感應コイルの兩極に繋ぎ、之に電流を通ずるときは、陰極線の道に在る障害物Cは、其背後の壁上Dに影を投ず。

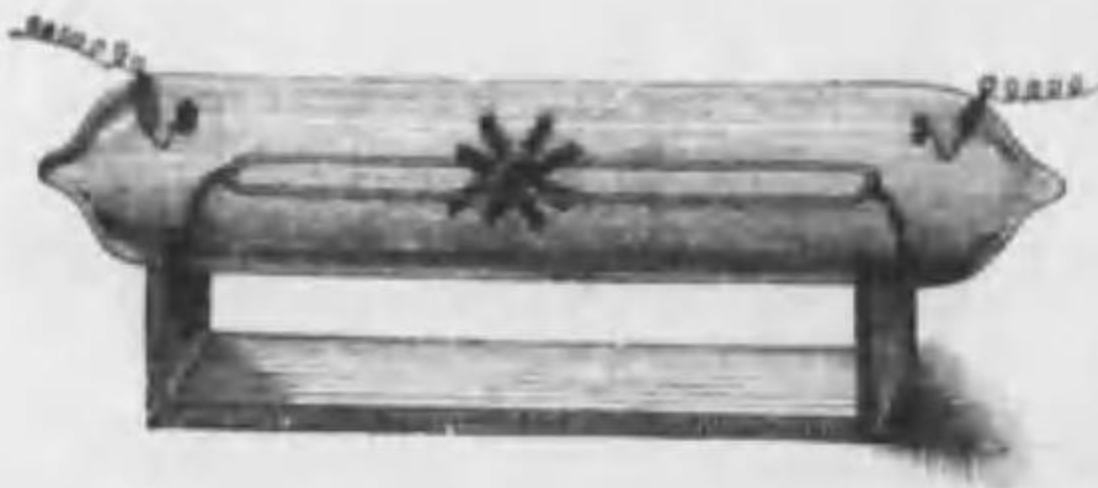
又次圖の如き眞空管内に硝子の軌條を架し、其上に雲母の翼を有する輕き車を載せ、之に陰極線を當つるとき

三

一八九五年  
Röntgen X線  
を發見す

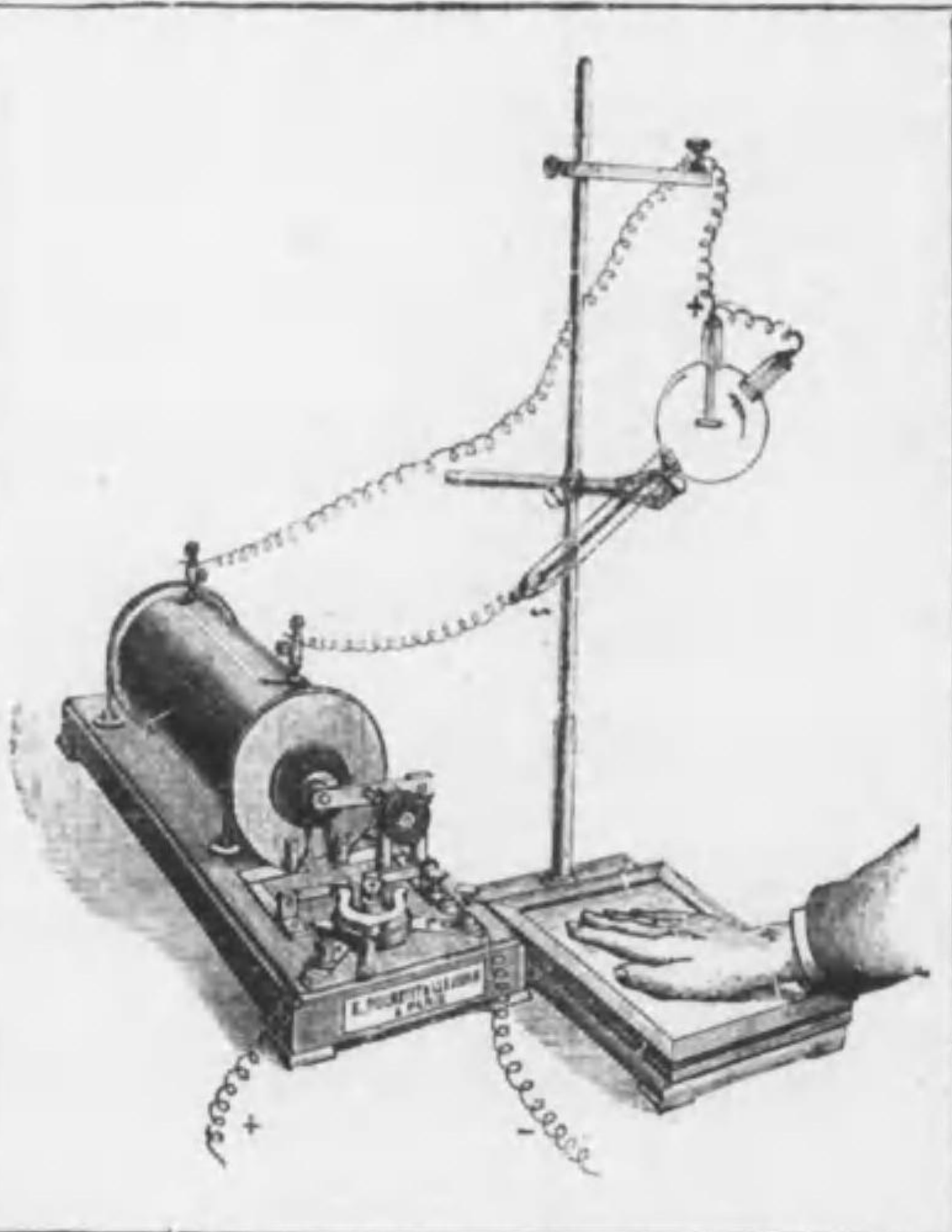
は、車は陰極より陽極に向つて動かさるゝを見る。

**X線** 高度の眞空管に於て、陰極線の衝突する部分よりは、X線と名づくる一種の放射線を發射す。例へば陰極線が管壁に當れば、其部分より螢光を發すると同時に、X線をも發射す。若し又眞空管内に白金の圓板を置きて、之に陰極線を當つるときは、此部分より盛んにX線を發射す。



X線は肉眼に感ぜずと雖も、能く通常の寫眞板に作用し、且つシアン化白金カリウム或はシアン化白金バリウム

にX線を發射す。



に當りて、之に螢光を放たしむ。殊にX線の著しき性質は、通常の光の透過し得ざる物質をも能く通過し得ることなり、例へばX線は容易にアルミニウム・木・布・紙肉等の不透明體を通過す、されど其他の金屬骨等を通過すること難し。一般にX線の透過度は、物質の密度に逆比例す。又空氣がX線を受くるときは、良く電氣を導く性を得。X線は獨人レントゲンの發見せる所にして、醫術上の應用廣し。前圖は白金板を有する真空管を用ひて、手を撮影する模様を示せるものなり、又上圖はX線にて撮影したる手の寫真なり。



四

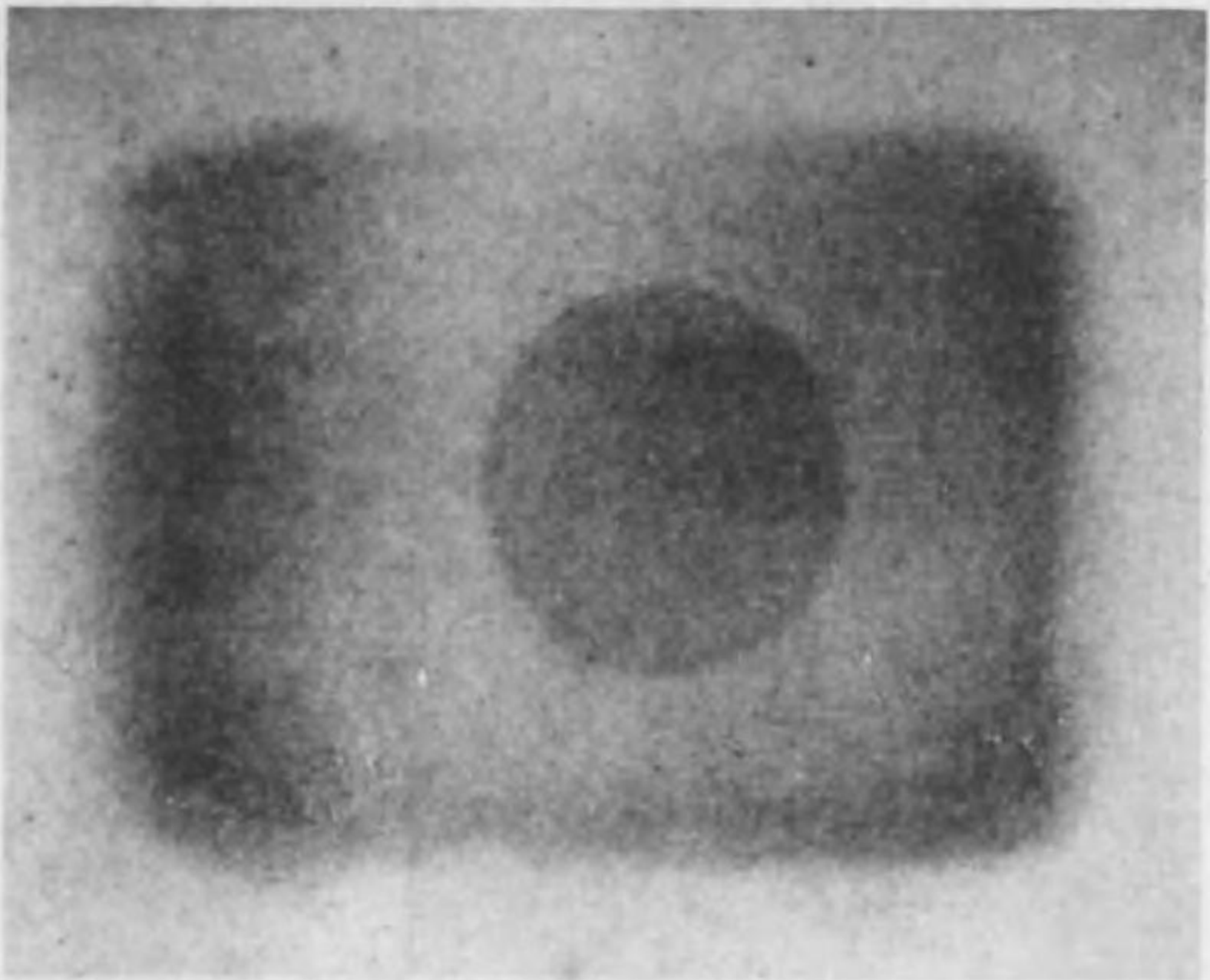
放射物質

レントゲンがX線を發見して後幾何ならずして、ベクレルはウラニウム及其鹽類は常にX線に類似せる放射線を發射するを發見せり、此現象を放射能と云ふ。其後キュリー夫妻は、ウラニウムよりも著しく強き放射能を有するラヂウムと名づくる新元素を發見せり、ラヂウムより發する放射線は、良く種々の金屬を通過し、寫真板に作用を及ぼし、又空氣をして電氣の導體たらしむ。

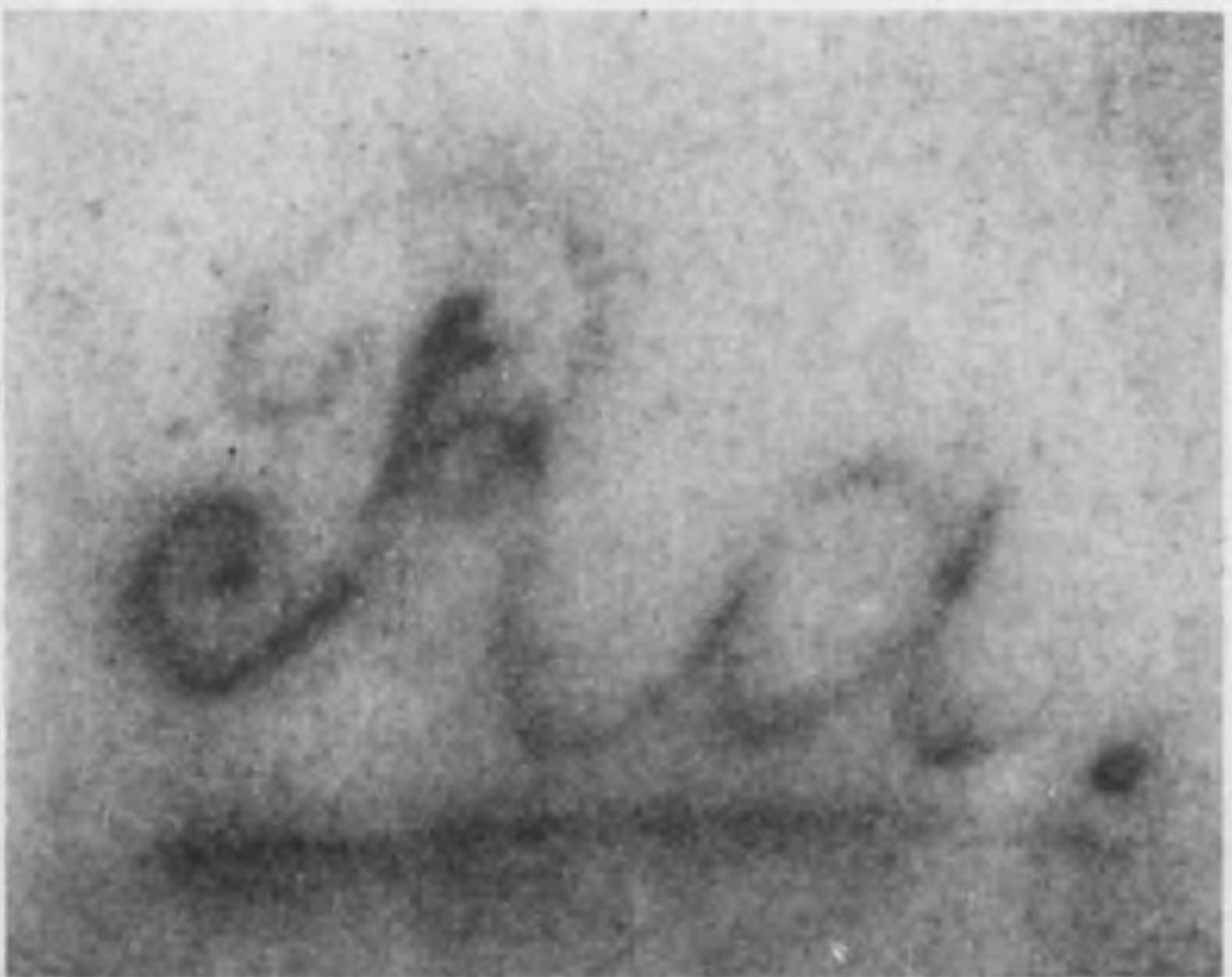
一八九八年より一八九九年に渡り、佛人Curie夫妻はラヂウムを發見す。



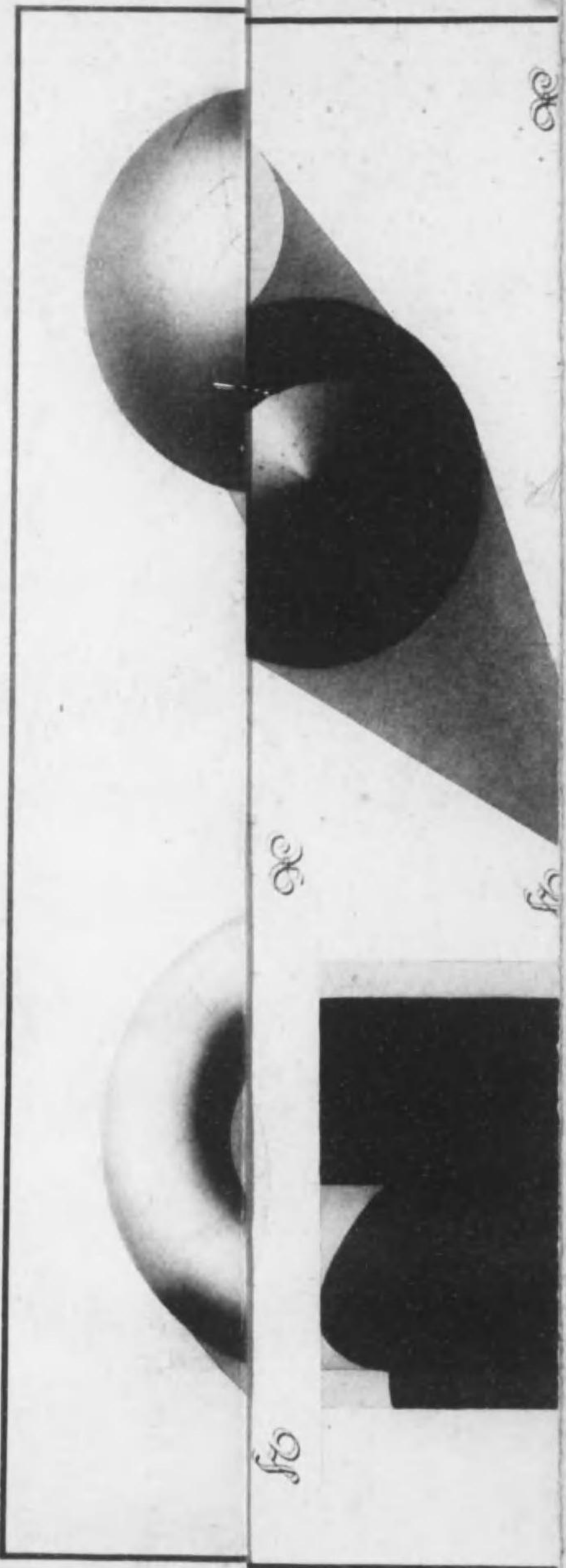
銀のマッチの箱に金貨を入れ、ラザウム放射線で撮りたる写真



臭化ラザウムの少量を入れた硝子管で黒紙に包んだ乾板に、文字を書いて現像したるもの



黒紙に包んだ乾板の上に、硝酸ウラニウムの結晶を Uranium なる語の通りに配列して、六日の後現像したるもの

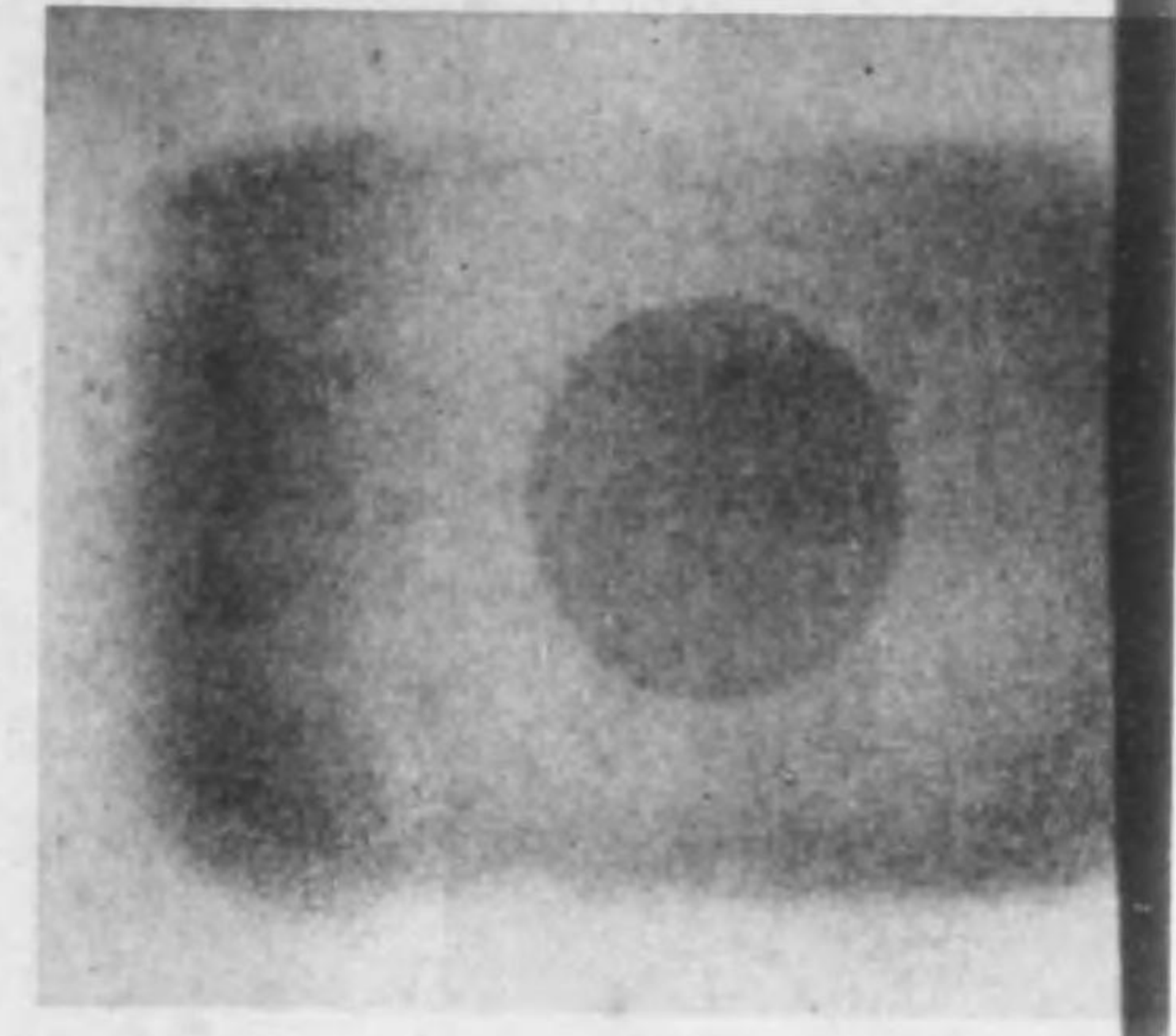
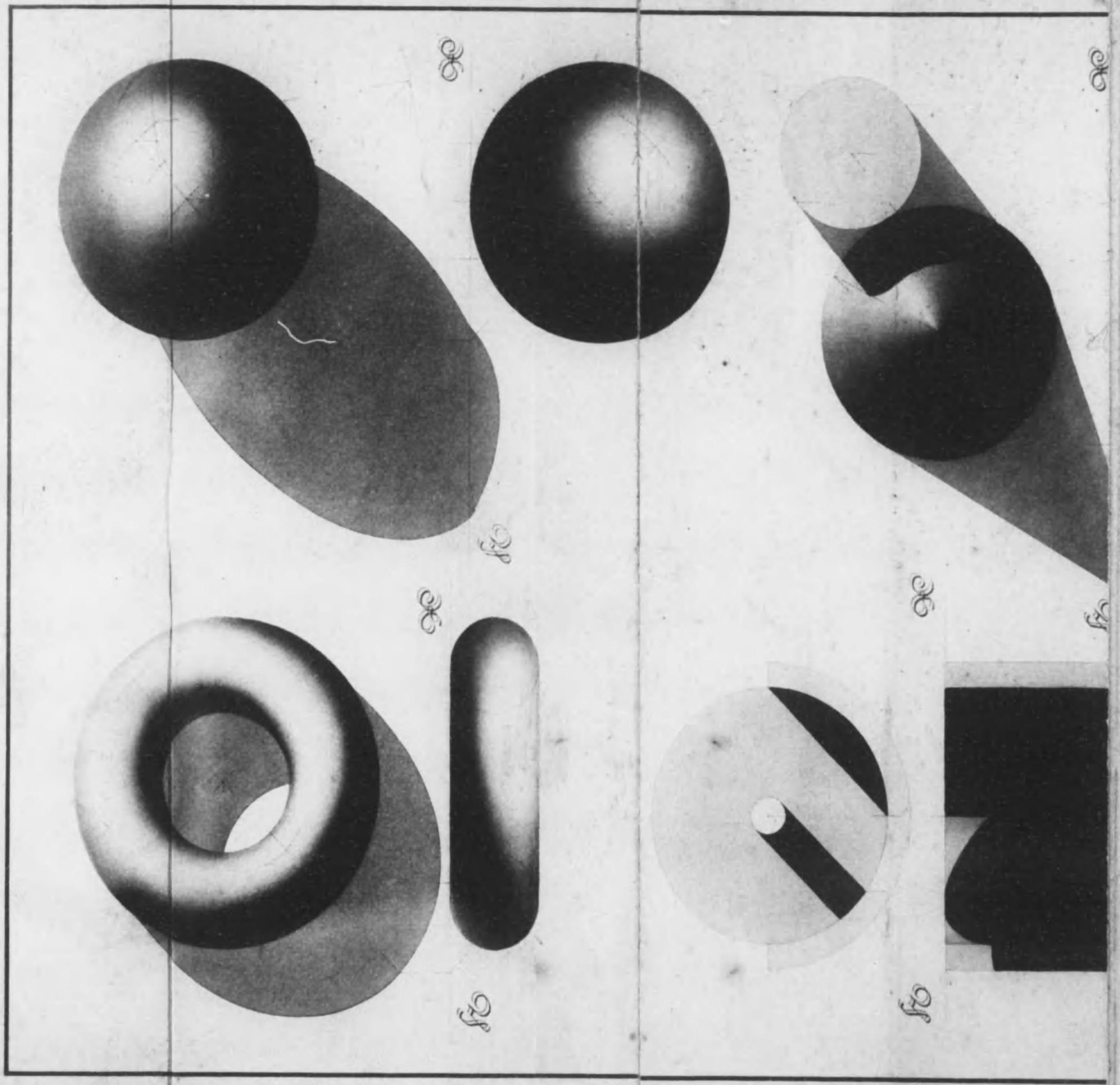


Dr. Viada.

新物理學叢書

第七篇 電氣學 第八章 真空管内の放電放射物質

05. 21a0a.



ラヂウムの放射線は著しく透過度を異にせる三種の放射線より成る、之を $\alpha$ 線 $\beta$ 線 $\gamma$ 線と名づく、其中 $\gamma$ 線は透過度最大にして其性質X線に酷似す、 $\beta$ 線は透過度之に亞ぎて、陰極線と其性質を同らす、又 $\alpha$ 線は透過度最も小にして、陽電氣を帶べる微粒子より成る。ラヂウムの外ポロニウム、アクチニウム、トリウム等數多の放射能を有する物質發見されたりと雖も其能ラヂウムに比して著しく小なり、凡て放射能を有する物質を放射物質と云ふ。ラヂウムが放射線を發射するを目撃せんには、閃光鏡と名づくる装置を用ふ。其構造は小なる圓筒の一端に、硫化亞鉛を塗れる板を置き、ラヂウム鹽の微量を針の尖端に附着せしめて、之を其上に横たへ、圓筒の他端に凸レンズを箝めたるものなり。此レンズを透して内部を窺ふときは、星の如き光は彼方に消え、此方に現はれて、恰も線香花火を見るが如し。

### 最新物理學教科書終

理學博士 中村清二

理學博士 田丸卓郎 協議案 物理學術語集

理學博士 本多光太郎

Centi—	厘	總 論	
Milli—	毫		
Molecule	分子	Action	作用
Motion	運動	Adhesion	附着力
Phenomenon	現象	Area	面積
Physics	物理學	Chemistry	化學
Porosity	有孔性	Cohesion	凝集力
Position	位置	Conservation of mass	物質不滅
Principle	原則, 原理	Correction	補正
Properties of matter	物性	Density	密度
Prototype	原器	Experiment	實驗
Pyknometer	比重罐	Explanation	證明
Reaction	反作用	Fluid	流體
Rest	靜止	Force	力
Scale	物指 (スケール)	Gas	氣體, 瓦斯
Screw-gauge	ネチ指	Gram	瓦
Solid	固體	Kilo—	疋
Specific gravity	比重	Centi—	厘
Speed	速さ (スピード)	Milli—	毫
State (of aggregation)	狀態	Gravity	重力
Theory	理論, 說	Hypothesis	假說
Time	時, 時間	Impenetrability	不可入性
Unit	單位	Inertia	慣性
Absolute—	絕對—	Law (physical)	法則, 定律
C.G.S.—	C.G.S.—	Length	長さ
Gravitational—	重力—	Liquid	液體
Universal gravitation	萬有引力	Mass	質量
Velocity	速度	Matter	物質
Vertical	鉛直	Mean solar day	平均太陽日
Viscous body	粘體	Meter	米
Weight	重さ, 分銅	Kilo—	斤

此術語集は田丸卓郎中村清二の二氏と共に現今世間に  
 流布せる中等教育用の物理書を集め其中にある術語に  
 つきて協議の上定めたる者なり故に列記の順序は多数  
 の物理書に採用せられたる配布に従へり

Male —	雄—
Female —	雌—
Pitch of a —	—の歩み
Simple machines	單一機械
Smooth	滑
Speed	速さ(ハヤサ)
Spring balance	センマイ秤 (バカリ)
Stability	座り(スハリ), 安定度
Steelyard	桿秤(サオバ)
Strain	歪(ヒヅミ)
Stress	歪力
Tension	張力
Torsion	振り(ネマリ)
Velocity	速度
Virtual (displacement)	假設(假位)
Wedge	楔
Weight	分銅, 重さ
Wheel-and-Axle	輪軸
Work	仕事

流 體

Absorption	吸收
Adsorption	凝着
Air chamber (of a pump)	空氣室
Aneroid	アネロイド
Atmosphere	大氣, 氣壓 (單位の名)
Barometer	晴雨計
Buoyancy	浮力
Capillary phenomena	毛管現象
Communicating vessel	連通器

Motion	運動
Circular —	圓—
Non-uniform —	不等速—
Simple harmonic —	單弦—, 單振動
Uniform —	等速—
Parallelogram (of forces)	
Particle	中斜法(力の) 質點
Path	路
Pendulum	振子
Compound —	複—
Compensated —	補整—
Equivalent simple —	相當單—
Simple —	單—
Period	週期
Position	位置
Power	工率
Pressure	壓力
Principle of virtual displacements	假設運動の原理
Projectile	拋射體
Pulley	滑車
Fixed —	定—
Movable —	動—
Reaction	反作用
Repulsion	斥力
Resultant (of forces)	合(力)
Rigid body	剛體
Rotation	廻轉
Rough	粗
Screw	ネヂ

Kinetic —	運動の—
Potential	位置の—
Equilibrium	釣合(ツリ)
Indifferent	中立の—
Neutral —	”
Stable —	安定の—
Unstable —	不安定の—
Erg	エルグ
Falling body	落體
Flexure	撓み
Force	力
Centrifugal —	遠心—
Centripetal —	求心—
Point of application	
of a —	着力點
Friction	摩擦
Coefficient of —	—係數
Kinetic —	運動—
Statical —	靜止—
Fulcrum	支點
Horse power	馬力(バッキ)
Impulse	力積
Impulsive force	撃力
Inclined plane	斜面
Inertia	慣性
Isochronism	等時性
Knife edge	刃
Lever	挺子(テコ)
Mass	質量
Moment	能率
Momentum	運動量

力 學

Acceleration	加速度
Action	作用
Amplitude	振幅
Arm	臂(クア)
Attraction	引力
Axis	軸
Balance	天秤
Beam	桿(サカ)
Center	心中
— of gravity	重心
— of inertia	慣性の中心
— of mass	質量の中心
— of oscillation	振動の中心
— of suspension	懸りの點
Component —	分—
Composition (of velocities)	合成
Couple	偶力
Displacement	變位
Dynamics	力學
Dyne	ダイン
Efficiency	有効率
Elastic body	彈性體
Elastic force	彈力
Elasticity	彈性
Limit of —	彈性的限
Elongation	延び
Energy	エネルギー, 勢力
Conservation of —	—の不滅
Dissipation of —	—の散逸

Supersaturation	過和飽	Freezing mixture	寒劑
Temperature	溫度	Freezing point	凝固點, 冰點 (寒暖計の)
Absolute —	絕對—	Fusion	融解
Critical —	臨界—	Governor	調整器
Thermometer	寒暖計	Graduation	目盛り
Air —	空氣—	Heat	熱
Alcohol —	アルコール—	Heat capacity	熱容量
Differential —	示差—	Humidity	濕度
Maximum —	最高—	Hygrometer	濕度計
Mercury —	水銀—	Hair —	毛髮—
Minimum —	最低—	Dry and wet bulb—	乾濕球—
Thermopile	熱電堆	Latent heat (of vaporization)	潛熱(氣化の)
Vaporization	氣化	Liquefaction	液化
Vapour	蒸氣	Mechanical equivalent of heat	熱の仕事當量
Saturated —	飽和—	Melting	融解
— tension	—張力	Melting point	融解點

音響學及波動

Acoustics	音響學	Psychrometer	乾濕球濕度計
Beat	唸り	Radiation	輻射
Consonance	調和	Reaumur's (scale)	列氏の(度盛)
Crest	山	Regelation	復氷
Dissonance	不調和	Solidification	凝固
Echo	反響	Solidifying point	凝固點
Fifth	第五音, 第五度	Solution	溶液
Fundamental tone	原音	Solvent	溶媒
Harmonics	倍音	Spheroidal state	球狀態
Intensity	強さ	Specific heat	比熱
Interference	干涉	Steam-engine	蒸汽機關
Interval	音程	Supercooling	過冷却
		Superfusion	過融解

熱學

Absorption	吸收	Cylinder	圓筒
Boiling	沸騰	Dialysis	滲透分析法
Boiling point	沸騰點	Diffusion	擴散
Bolometer	ボロメータル, 抵抗熱計	Efflux	流出
Bulb (of a thermometer)	球(タマ)	Floating body	浮體
Calorie	カロリー	Horizontal plane	水平面
Calorimeter	熱量計	Hydraulic press	水壓機
Celsius's (scale)	攝氏の(度盛)	Hydrometer	浮秤 (ウキバカリ)
Centigrade (scale)	„	Level	水準器
Compensated pendulum	補整振り子	Level surface	水平面
Condenser	凝結器	Manometer	測壓器
Conduction	傳導	Osmosis	滲透
Conductor	導體	Partial pressure	部分壓
Convection	對流	Piston	活塞
Critical (temperature)	臨界(溫度)	Pressure	壓力
Dew point	露點	Intensity of —	—の強さ
Dissolution	溶解	Total —	全—
Distillation	蒸溜	Pressure gauge	壓力計
Ebullition	沸騰	Pump	ポンプ
Evaporation	蒸發	Air —	排氣機, 空氣—
Evolution	發生	Mercurial air —	水銀空氣—
Expansion	膨脹	Force —	押上げ—
Apparent —	見掛の—	Suction —	吸上げ—
Coefficient of —	—係數	Pyknometer	比重壺
Cubical —	體—	Semi-permeable (wall)	半透性(壁)
Linear —	線—	Stop-cock	カラン
Fahrenheit's (scale)	華氏の(度盛)	Surface tension	表面張力
Fly wheel	ハヅミ車	Syphon	サイフォン
Freezing	凝固	Vacuum	真空
		Vena contracta	縮脈

Plano concave — 平凹—	Double refraction 複屈折
Convexo concave — 凸凹—	Dry plate 乾板(カン)
Concavo convex — 凹凸—	Emission theory 放射説
Light 光	Ether エーテル
Compound — 複	Eye 眼
Homogeneous — 單—	Normal — 正—
Line of collimation 視線	Old sighted — 老—
Luminous body 發光體	Short sighted — 近—
Magic lantern 幻燈	Long sighted — 遠—
Magnifying power 倍率	Eye piece 對眼レンズ
Medium 媒質	Fix 定着
Microscope (compound) 顯微鏡	Fluorescence 螢光
Microscope (simple) 蟲眼鏡	Focal distance 焦距距離
Mirage 蜃氣樓	Fraunhofer's dark line フラウンホーフェル暗線
Mirror 鏡	Green 綠
Plane — 平面—	Halo ロハ
Convex — 凸面—	Illumination 照度
Concave — 凹面—	Image 像
Spherical — 球面—	Real — 實—
Negative 陰畫	Virtual — 虛—
Normal 法線	Index of refraction 屈折率
Objective 對物レンズ	Indigo 藍
Ocular 對眼レンズ	Infra-red 赤外
Opaque 不透明	Intensity of light 光度
Opera glass 双眼鏡	Lens レンズ
Optical center 光心	Achromatic — 色消—
Optics 光學	Convex — 凸—
Orange 橙	Concave — 凹—
Penumbra 半影	Biconvex — 兩凸—
Phosphorescence 磷光	Biconcave — 兩凹—
	Plano convex — 平凸—

Stationary — 定常—	Transverse — 橫—
Wave length 波長	Wave front 等相面
Wave motion 波動	

光 學

Aberration 收差	Chromatic — 色—
Spherical — 球面—	Accommodation 調節
Angle of incidence 入射角	Angle of reflection 反射角
Angle of refraction 屈折角	Axis, Principal axis 軸, 主軸
Blue 青	Camera obscura 暗箱
Candle power 燭光	Complementary colours 餘色
Conjugate foci 共軛點	Corpuscular theory 微粒説
Critical angle 臨界角	Crystalline lens 水晶體
Dense (optically) 密(光學的)	Develop 現像
Diffraction 廻折	Diffused light 散光
Dispersion 分散	Distance of distinct vision 明視の距離

Loudness 強さ	Loop 腹
Medium 媒質	Musical sound 樂音
Nodal line 節線	Node 節(フシ)
Noise 噪音	Overtones 倍音
Octave 第八音, 第八度	Phase 位相
Pipe 管	Open pipe 開管
Closed pipe 閉管	Phonograph 蓄音器
Pitch 高さ	Plate 板
Reed 舌(シタ)	Reflection 反射
Resonance 共鳴	Rod 棒
Scale 音階	Sound 音
String 絃	Syren サイレン
Timber 音色(ネイロ)	Trough 谷
Tuning Fork 音叉	Vibration 振動
Vocal chord 聲帶	Wave 波
Wave 波	Longitudinal — 縱—



Ampere	アンペア	Inclination	伏角
Anion	アニオン	Induction(magnetic)	感應
Anode	陽極	Isogonic line	等方位線
Arc lamp	弧燈	Isoclinic line	等伏線
Armature	アルマチュア	Isodynamic line	等力線
Astatic needle	無定位針	Lines of force	指力線
Battery	電槽	Magnet	磁石
Dry —	乾一	Bar —	棒一
Secondary —	蓄一	Horse-shoe --	蹄鐵一
Storage —	”	Magnetic equator	磁氣赤道
Bolometer	ボロメータル, 抵抗熱計	Magnetic field	磁場
Capacity (electric)	電氣容量	Magnetic meridian	磁氣子午線
Cathion	カチオン	Magnetic needle	磁針
Cathode	陰極	Magnetic pole	磁極
Circuit	輪道 (ソミチ)	Magnetic storm	磁氣嵐
Coherer	コヒーラー	Magnetize	付磁する
Coil	コイル	Intensity of magnetization	帶磁度
Induction —	感應一	Magnetism	磁氣
Primary —	第一一	Moment (magnetic)	能率 (磁氣)
Secondary —	第二一	Paramagnetic substance	常磁性體
Condenser	蓄電器	Pole	極
Conductor	導體	North —	北一
Coulomb	クーロン	South —	南一
Crookes's tube	クルークス管	Terrestrial magnetism	地磁氣
Current	電流	Torsion balance	振り秤
Alternate —	交流一		
Direct —	直流一		
Induced —	感應一		
Thermo-electric —	熱一		
Dielectric	電媒體 電媒質, デレキ體		
Discharge	放電		

電氣學

Spectroscope	分光器	Photography	寫真術
Spectrum	スペクトル	Photometer	光度計
Continuous —	連續一	Polarization	光の偏り
Absorption —	吸收一	Polarized light	偏光
Bright line —	輝線一	Polarizing angle	偏光角
Spectrum Analysis	スペクトル 分析術	Principal focus	焦點
Stereoscope	實體眼鏡	Primary colours	原色
Telescope	望遠鏡	Prism	プリズム
Reflecting —	反射一	Projection apparatus	投影器械
Refracting —	屈折一	Rainbow	虹
Astronomical —	天體一	Primary —	第一の一
Terrestrial —	地上一	Secondary —	第二の一
Translucent	半透明	Rare (optically)	疎 (光學的)
Ultra-violet	紫外	Ray (of light)	光線
Umbra	本影	Actinic —	化學線
Undulatory theory	波動說	Chemical —	化學線
Violet	堇	Dark —	暗線
Visual angle	視角	Heat —	熱線
Wave theory	波動說	Incident —	入射一
Yellow	黃	Reflected —	反射一
		Refracted —	屈折一
		Emergent —	出射一
		Red	赤
		Reflection	反射
		Regular —	正一
		Irregular —	亂一
		Total —	全一
		Refraction	屈折
		Retina	網膜
		Screen	衝立
		Shadow	影

磁氣學

Armature	渡し
Coercive force	頑性
Declination	方位角
Diamagnetic substance	反磁性體
Dip	伏角
Ferromagnetic substance	強磁性體
Horizontal intensity	水平磁力

Shunt	近路 (チカ)	Positive —	陽—
Solenoid	ソレノイド	Negative —	陰—
Spark	火花	Potential (electric)	電位
Telegraphy	電信	Proof plane	験し板
Telephone	電話	Pyrometer	高溫計
Thermopile	熱電堆	Receiver	受信器, 受話器
Transmitter	發信器, 送話器	Relay	繼電器
Vacuum tube	真空管	Resistance	抵抗
Volt	ボルト	Internal —	内—
Voltaic cell	電池	External —	外—
Voltmeter	ボルト計	Resistance box	抵抗箱
Voltmeter	ボルト觀	Secondary product (electrolysis)	副生物
Wireless telegraphy	無線電信	Series	行
X-rays	X線		

Sole	底	Disruptive —	火花—
Cover	蓋	Glow —	微光—
Cake	中身 (ナカミ)	Brush —	刷毛狀—
Electroscope	驗電器	Discharger	放電叉
Electrotyping	電鑄術	Dry cell	乾電池
Field magnet	場磁石	Dynamo	ダイナモ 發電機
Galvanometer	電流計	Electric bell	電鈴
Tangent —	正切—	Electric convection	電氣對流
Astatic —	無定位—	Electric field	電場
Mirror —	鏡—	Electric machine	起電機
Geissler's tube	ガイスレル管	Electric motor	電氣發動機
Incandescent lamp	白熱燈	Electric oscillation	電氣振動
Induction	感應	Electric pendulum	電氣振子
Electrostatic —	靜電氣—	Electric wave	電氣波
Electromagnetic —	電磁氣—	Electricity	電氣
Mutual —	相互—	Positive —	陽—
Self—	自己—	Negative —	陰—
Influence machine	感應起電機	Contact —	接觸—
Insulated wire	絕緣線	Atmospheric —	空中—
Insulator	絕緣體	Electrify	電氣を起す
Interrupter	斷續器	Electrification	帶電
Ion	イオン	Electrodes	電極
Junction	繼ぎ目	Electro-chemical equivalent	電氣化學當量
Leyden jar	ライデン瓶	Electroplating	電鍍術
Lightning conductor	避雷針, 避雷器	Electromagnet	電磁石
Microphone	微音器	Electrolysis	電氣分解
Non-conductor	不導體	Electrolyte	電解物
Ohm	オーム	Electrometer	電氣計
Parallel	列	Electromotive force	動電力
Polarization	分極	Electrophorus	電氣盆
Poles	極		

### 和佛英度量衡比較表

		度	
和	1尺	= 0.303 米	= 0.9942 呎
	1町	= 109.1 米	= 119.3 嗎
	1里	= 3.97 杆	= 2.44 哩
佛	1纏	= 3.3 分	= 0.3937 吋
	1米	= 3.3 尺	= 3.281 呎
	1杆	= 0.2546 里	= 0.6214 哩
英	1吋	= 8.382 分	= 2.540 纏
	1呎	= 1.006 尺	= 30.48 纏
	1哩	= 0.4098 里	= 1.609 杆

		量	
和佛英	1升	= 1.804 立	= 0.397 ガロン
	1立	= 0.5544 升	= 0.2201 ガロン
	1ガロン	= 2.519 升	= 4.544 立

		衡	
和佛	1匁	= 3.75 瓦	= 0.1323 オンス
	1貫	= 3.75 庇	= 8.267 ポンド
	1瓦	= 0.2667 匁	= 15.43 グレーン
英	1庇	= 0.2667 貫	= 2.205 ポンド
	1オンス	= 7.560 匁	= 28.35 瓦
	1ポンド	= 121.0 匁	= 453.6 瓦
	1噸	= 270.9 貫	= 1016 庇

明明明明明明明明  
 治治治治治治治治  
 四四四四四四四四  
 十十十十十十十十  
 三三三三三三三三  
 年年年年年年年年  
 十十三三三二二一  
 月月月月月月月月  
 三廿四一十七七七  
 日日日日日日日日  
 訂印第印訂印發印  
 正四版發行刷行刷行  
 者者者者者者者者



### 發行所

東京市日本橋區大傳馬町  
 二丁目十六番地

### 内田老鶴圃

東京市牛込區市ヶ谷加賀町二丁目十二番地  
 藤本兼吉  
 東京市日本橋區大傳馬町二丁目十六番地  
 内田淺郎  
 東京市牛込區市ヶ谷加賀町二丁目十二番地  
 株式會社 秀英舍第一工場

最新物理學教科書  
 賣價金八拾五錢

4992

理學博士本多光太郎著

●增訂

物理學詳解講義

全一冊

定價金一圓五十錢  
郵稅金十錢

理學博士本多光太郎著

●物理學的

勢力不滅論

全一冊

定價金十五錢  
郵稅金二錢

理學博士近重真澄著

●最新

化學教科書

全一冊

定價金八錢  
郵稅金八錢

理學博士塚本又三郎著

●增補

近世化學講義

全一冊

定價金十二錢  
郵稅金二錢

理學博士高松豐吉著

●增訂

化學語彙

全一冊

定價金六錢  
郵稅金四錢

工學士高木祐吉著

●回

轉汽機

全二冊

定價金十六錢  
郵稅金十錢

理學士田邊尚雄著

●懷中

新式對數表

全一冊

定價金五十四錢  
郵稅金四錢

理學士岩崎重三著

●日

本鑛石學

第一卷

石炭編  
定價金壹圓五十錢  
郵稅金八錢

理學博士中村清二著

●實用

大物理學講義

全三冊

近刊

第二卷金編  
第三卷銀編  
近刊

46

98□

終