

滑りの摩擦
(Sliding Friction)

觸部が一定せる場合の摩擦を滑りの摩擦といふ。廻轉の摩擦は概ね滑りの摩擦に比し甚だ小なり。自轉車等の軸の周圍に鋼鐵の小球を入るるは廻轉の摩擦の小なる事を利用せるなり。

二

第二章 簡單なる器械

力の能率
(Moment of force)

力の能率。諸種の器械は或場所に支へられ全體として移動せざる剛體より組み立てらるゝもの多し。例へば軸の周りに廻轉し得る滑車或は一點にて支へられたる挺子等の如し。此等の場合には其の釣合は物體が支點の周圍に廻轉するか否かの問題に歸す。物體を引廻はさんとする力の作用は力の能率により知り得。即ち力の大きさに支點より力の代表線に至る垂線距離

能率の臂
(Arm of moment)

三

挺子の支點
(Fulcrum)

を乗じ、此の乗積を支點に對する此の力の能率といひ、垂線距離を能率の臂といふ。二個の分銅を懸けたる棒の中間を吊して釣合に在るは、甲分銅の重力の能率と乙分銅の重力の能率とが互に反對の方向に棒を廻さんとし、其の大き相等しくして互に打ち消すが爲めなり。

挺子。棒の中程の一點を支へ、此の點の周圍に棒を廻轉し得べきものを挺子或は槓杆といひ、之を支へたる點を挺子の支點といふ。第四十圖に於て支點をMとし、挺子の兩端A、B二點にP及びQの力働きて釣合に在る爲めには次の關係あり。

$$Q = P \frac{AM}{BM}$$

即ちP力に打ち勝ちてAを上ぐるに必要な力はMBの長さほど小なり。此の理により挺子は小



第四十圖
挺子
(Lever)

天秤(上卷一〇)を参照せよ

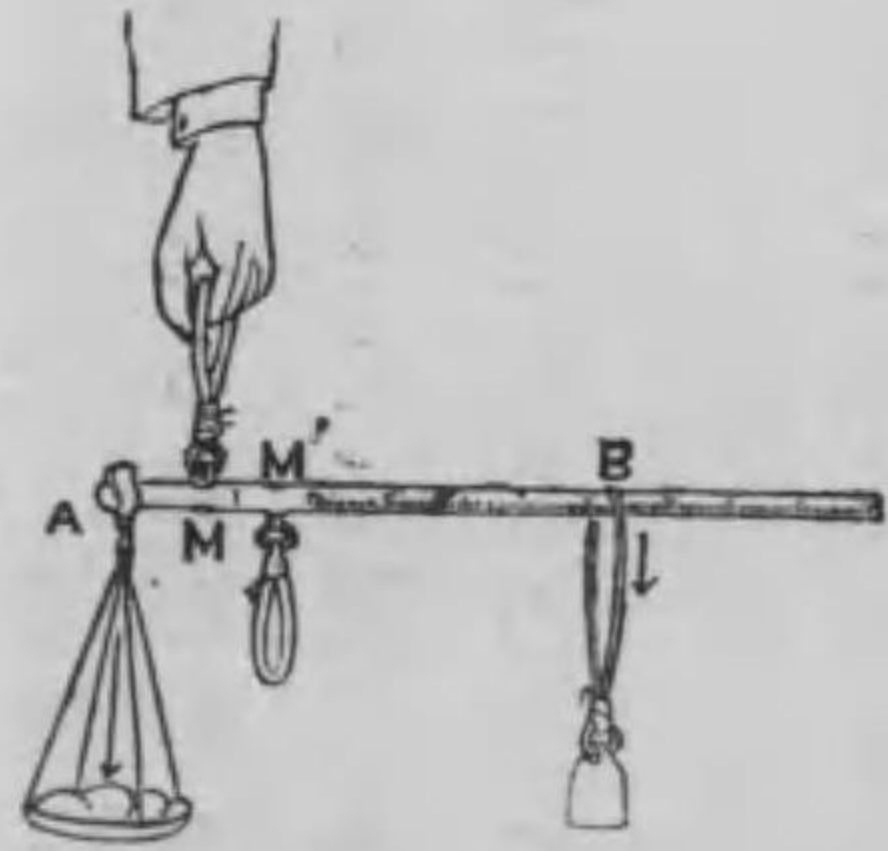
第四十一圖
桿秤
(Steel yard)

三

なる力を以て大なる力に對抗するに用ひらる。又此の釣合はP力の能率とQ力の能率とが相等しくして方向相反するが爲めにして、此の關係成立すればP力とQ力とは平行ならずとも釣合に達す。

挺子の理は甚だ廣く應用せらる。天秤も亦其の應用の一にして桿の兩端に働く重さは互に反對の方向に廻轉を起す能率を有す。其等の能率が互に等しき時は釣合に達す。されば尖双より兩端に至る距離相等しければ、此の能率の相等しきことは即ち兩端に働く重さの相等しきことを示す。

桿秤も亦挺子の理によりて作られたるものにて第四十一圖の如く、

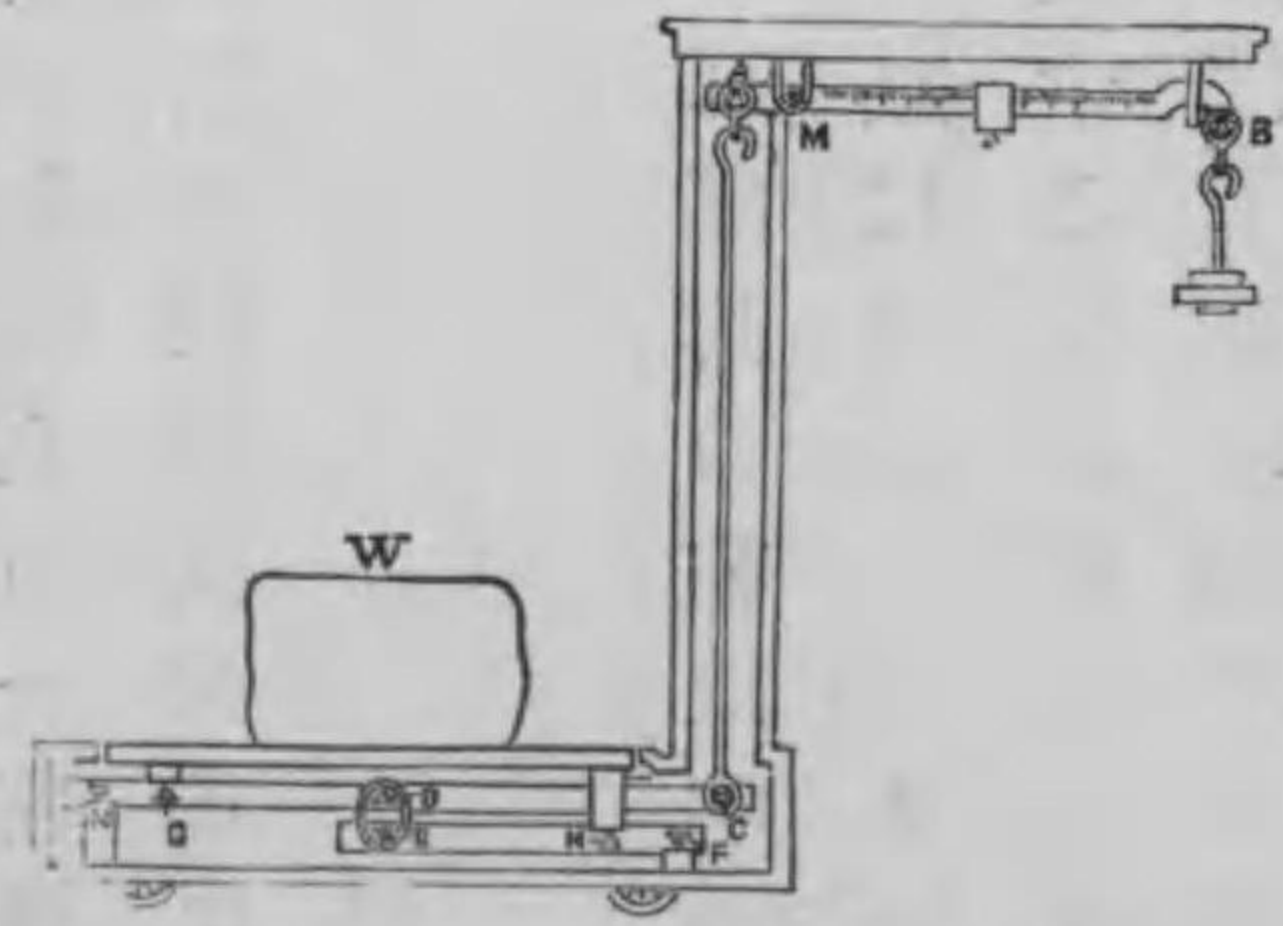


二四

第四十二圖
臺秤

支點Mの兩側に働く能率の臂相異なるものなり。即ちMBの臂を長くすれば比較的輕き分銅を用ひて稍重き物體の重さを秤り得べし。輕き物體を秤る時は支點をM'に移しAM'の臂の長くす。桿の上には支點がMとM'とに在る場合に相當する二様の目盛を施す。

臺秤。臺秤は重き物體の質量を測るに用ひられ、第四十二圖に示す如き構造を有し、三個の挺子を組み合せたるものなり。ABは一の挺子にしてMを支點とす。A點に連れるCNは第二の挺子にしてNを支點とす。CN中の一點Dに連れるEFは第三の挺子にしてFを支點とす。秤らんとする物體の



重さをWとすれば此の力はNC上の一^レ点Gと、EF上の一^レ点Hとに分れて作用す。而してD点及びE点の位置は次式に適合する様に作られあり。

$$\frac{ND}{NG} \parallel \frac{HE}{HE} \parallel \frac{1}{2}$$

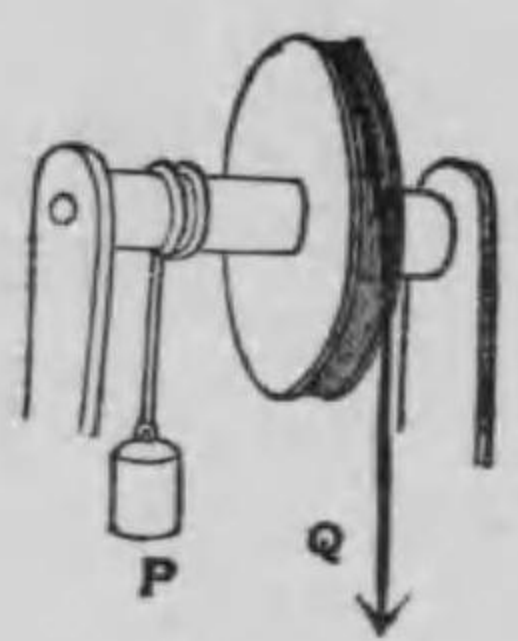
今G、Hの二^レ点に働く力をX及びYとすれば其の和は明かにWに等し。而して挺子の理によりD点には $\frac{X}{2} + \frac{Y}{2} = \frac{W}{2}$ の力作用す。故にXとYとは物體を載する位置によりて多少其値を變ずべきも其和は不變なれば、D点に働く力は常に一定なり。次に $\frac{ND}{ND} \parallel \frac{1}{2}$ とすればC点よりA点に及ぼす力はD点に作用する力の $\frac{1}{2}$ にして、 $\frac{W}{2mn}$ に等し。此の力を桿秤と同様にして測定するなり。

輪軸
(Wheel and axle)

一五

輪軸。稍太き軸に尙大なる半徑の輪を固定せしめたるものを輪軸といふ。第四十三圖の如く軸及び輪に繩を附し、

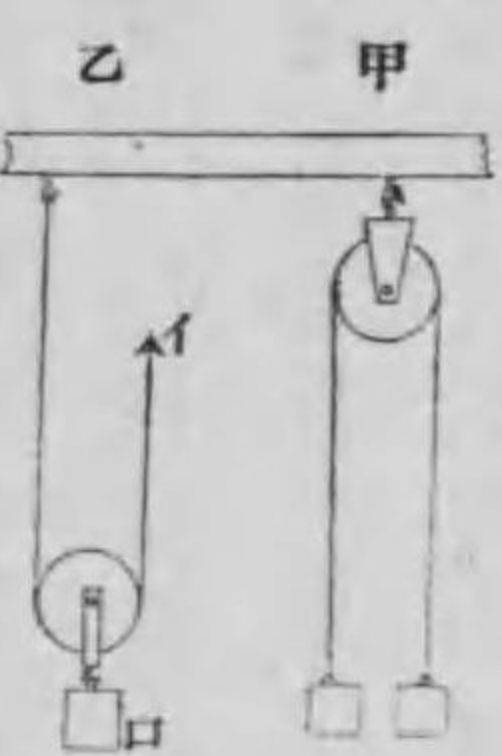
第四十三圖
輪軸



分銅の重さPと、輪に巻きたる繩に働く力Qと鈞合にありとす。即ち此等の能率は互に反對にして相等し。各能率の臂は軸の半徑と輪の半徑とに等しきを以て、輪を大ならしむるほどQ力を小にし得べし。實際に於ては軸と之を挿入せる軸受との間に摩擦力あるを以て、此の摩擦力の能率に相當する丈け輪に作用する力を増して始めて動くものなり。

一六

滑車。滑車は力の方向を變じ、又は之を節約するに用ひら



る。輪軸に於ては軸と輪とは固着し、滑車に於ては輪は軸の周圍に滑かに廻轉し得べし。輪の周圍の溝と之に懸けたる綱とは摩擦の爲めに互に滑る事なし。故に滑

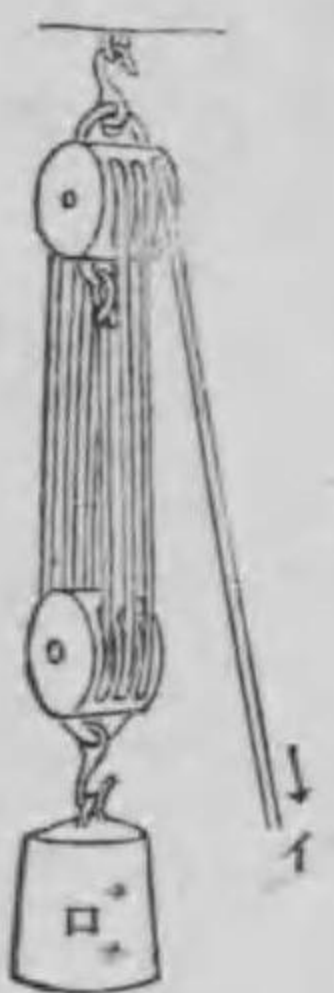
第四十四圖
滑車

定滑車
(Fixed pulley)

動滑車
(Movable pulley)

複滑車
(Compound pulley)

第四十五圖
複滑車



車は兩臂の長さ相等しき挺子と看做し得べし。従つて兩側に働く力の能率等しければ二力は相等し。即ち綱は兩側を通じて同じ力にて張らる。

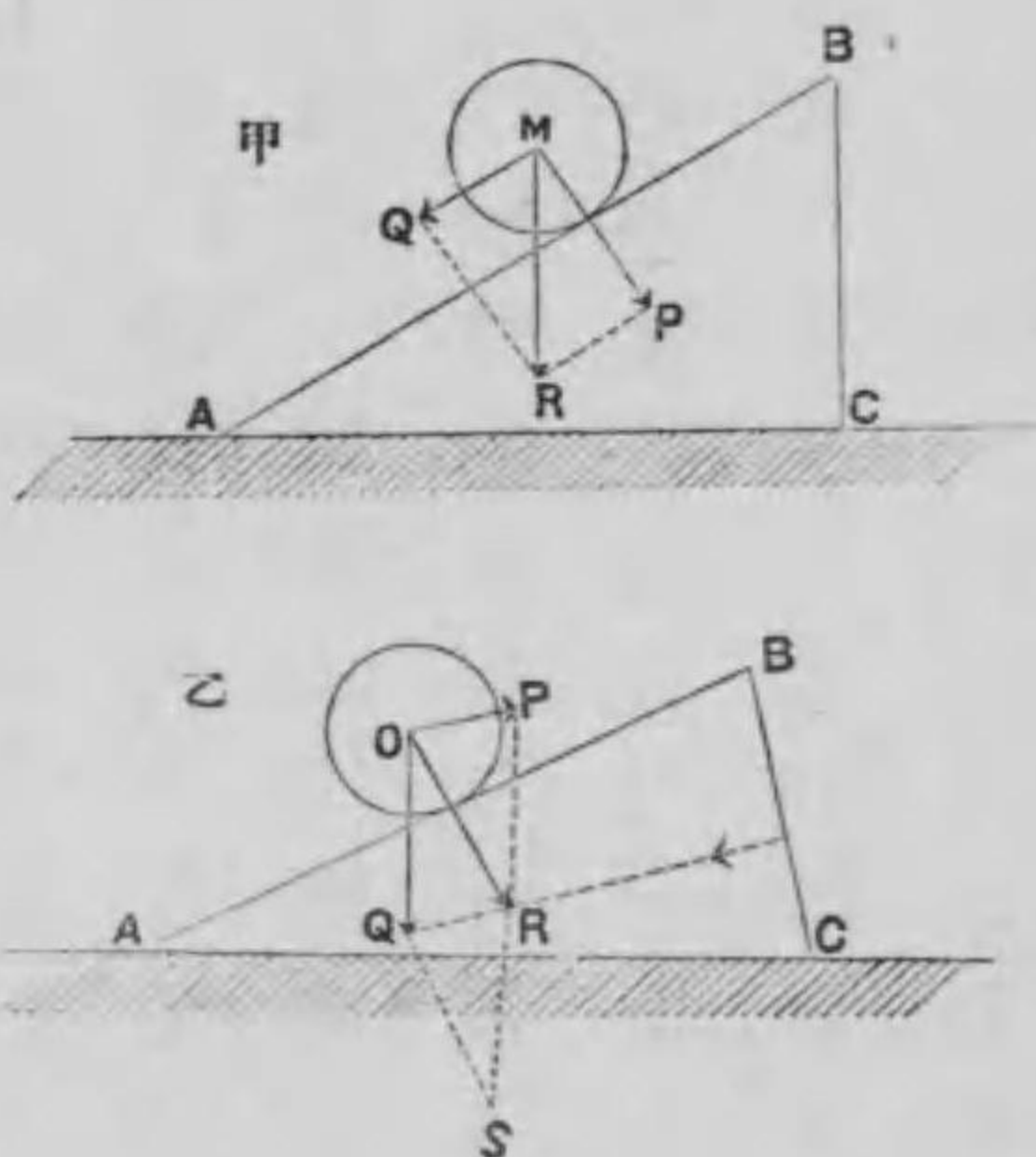
第四十四圖甲は井戸水を汲み出す等に用ふるものにして、滑車の位置は固定せり。斯の如きものを定滑車といふ。同圖乙は動かさんとする物體と共に滑車の位置變ずるものなり。斯の如きを動滑車と稱す。圖に於てはイに働く力は物體ロと滑車との總重量の二分の一にて可なり。

複滑車は數個の定滑車と動滑車とを組み合せたるものなり。第四十五圖に示すは通稱セミといひ、一本の綱を六個の滑車に巻きたるものなり。此の場合には物體口の重さの約 $\frac{1}{6}$ 以上の力をイに働かしむればロを引

一七

揚げ得。

斜面。斜面も亦力を節約するに用ひらる。第四十六圖甲



の如く或る物體が斜面ABの上
に在りとし、之に働く重力の代
表線をMRとす。此の力は斜面
に直角なる分力MPと、斜面に平
行なる分力MQとに分解し得。
ACを水平面とすればBAC角は
角、又はMRQ角に等し。故にBAC角
の小なるほど分力MQは重さMR
に比し小となる。ABの面は
常に之に直角なる分力MPを支
ふる丈の抵抗を有するを以て、
分力MQと摩擦力との和より大
なる力にて斜面と平行に右方に
引けば、此の物體を引揚げ得べし。
之に必要な

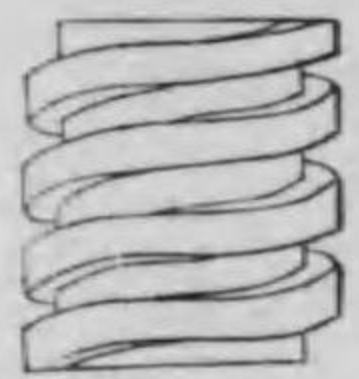
第四十六圖
斜面
(Inclined plane)

楔(Wedge)

一八

力はBAC角が小なるほど小なり。
 第四十六圖乙の如く斜面ABに直角なる力ORは斜面體の第二邊BCに直角なる力OPと、第三邊ACに直角なる力OQとに分
 解し得べし。反對に考ふればBCと直角に右方よりOPに等
 しき力RQを作用せしむればAB面に直角にしてORに等しき
 力と、AC面に直角にしてOQに等しき力とを生ずべし。即ち
 斜面體を用ふれば小なる力にて大なる力を兩側に及ぼし
 得。斯の如く用ひらるる斜面體を楔といふ。刃物は斜面
 體の頂角BACの甚だ小なるものなり。

第四十七圖
 雄ネヂ
 (Male screw)
 雌ネヂ
 (Female screw)

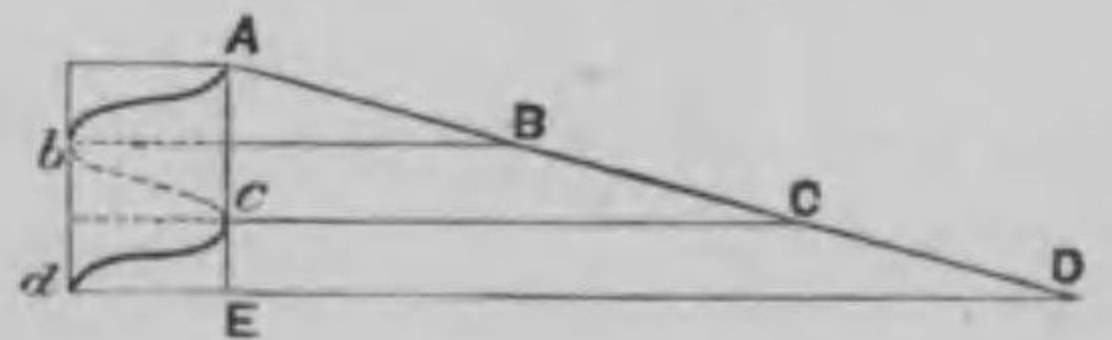


第四十七圖に示す如く、圓柱に沿ひて螺旋狀の突起
 を作りたるものを雄ネヂといふ。之と反對に
 圓筒狀の孔の内側を廻りて螺旋狀に溝を作り
 たるものを雌ネヂといふ。此の中に雄ネヂを

歩み
(Pitch)

第四十八圖
ネヂと斜面

捻ぢ込めば凸凹互に適合する様に作られあり。雄ネヂの
 凸所をネヂ山といひ、一のネヂ山より次のネヂ山に至る距
 離をばネヂの軸に平行に測れる長さをネヂの歩みといふ。
 ネヂは斜面を圓柱に巻き付けたるものと考へ得
 べき事は第四十八圖により明かなり。ネヂを廻
 すことは水平の方向に力を加ふることなれば圖
 に於てAEDを楔と看做せば、其のAE邊に直角に力を
 加ふることに相當す。従て大なる力を楔の兩側
 に及ぼすべきなり。此の楔のAD面はネヂ山の側
 面に相當し、ED面に直角なる力は即ちネヂを軸の
 方向に押す力に相當す。即ちネヂを廻す力と、ネヂの押す
 力との比はネヂの歩みAcと其の周邊Ceとの比に等しきを
 知るべし。ネヂの頭を太くして此の點に力を加へ、或は第



第四十九圖
ジャッキ
(Jack screw)



四十九圖に示す如く梃子を附して、力の働く周邊を大にすれば更に力を節約し得べし。圖に示すは通稱ジャッキ又はキリンといひ、重き物を揚ぐるに用ひらる。

第三章 運動

一九

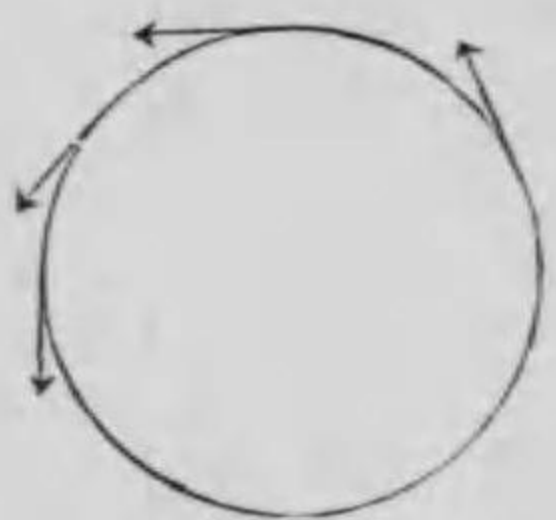
速度。 物體が位置を變ずる事を運動といふ。位置を變ずるには必ず或る時間を要するを以て、運動の有様を知るには先づ其の速さを考へざるべからず。運動の速さは單位時間に經過する距離を以て之を表はす。例へば二時間に一〇八軒を走る汽車の速さは毎時五四軒の速さとも表はし得べく、又毎秒一五〇〇糎或は畧して一五〇〇秒糎の速さとも表はし得べし。汽車の運動、落體の運動等を見るに、

速さ
(Speed)

速度
(Velocity)

其の速さは時刻によりて變ず。汽車が停車場を出發するや其の速さ漸々増し、次の停車場に近づくや其の速さ漸々減ず。落下する物體は時を経るに従ひ速さを増す。又石に糸を附して振り廻せば、其の速さは略同一なるも運動の方向は時々刻々に變じつゝあり。此等の關係を考ふれば運動の有様を明かにするには各時刻に於ける運動の方向と、其の方向に於ける速さとを求めざるべからず。斯く運動の方向と速さとを合せ考へたる量を速度といふ。速度は力と同様に代表線を以て之を表はし得。速度の不變なる運動を等速度運動といふ。即ち一直線上に同じ速さを以て動く場合なり。今距離sを經過するに時間tを要する等速度運動あらば、其の速度vは次の關係を有す。

第五十圖
圓運動の速度

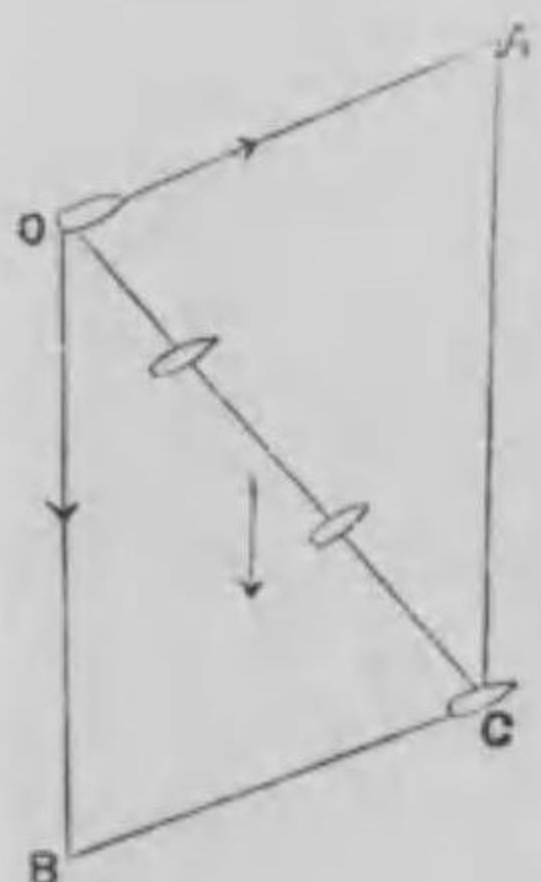


速度の大小或は方向、又は其の二つながら時刻により變ずる運動を不等速度運動といふ。此の場合には前式の如くして算出せる v の値は t 時間中の平均速度を與ふるものにして、或時刻の速度は物體が其の時刻に有する速度にて運動を續くるものと考ふる時、單位時間に經過すべき距離を以て測る。其の代表線の方向は運動の徑路を表はす曲線の切線なり。

第五十一圖
速度の合成

二〇

速度の中斜法。流を横切りて船を渡す時は、船は常に最初の目標點より下流の對岸に到着す。圖に於て船の漕ぎ行く速度をOAとし、水流の速度をOB



合速度
(Resultant
velocity)
分速度
(Component
velocity)

二

とすれば、其の結果として船はOA OBより成る平行四邊形の對角線に添ひ運動し、單位時間の後にC點に達すべし。故に一般に二つの速度を同時に與へらるるもの速度は、力の合成と同様に中斜法により其合速度を求め得べし。圖に於てOCは即ちOA OBの二速度の合速度なり。二つ以上の速度を同時に與へらるる場合には此方法を繰り返して終局の合速度を得べし。又逆に一つの速度を中斜法によりて二つ以上の分速度に分解し得る事明かなり。速度の中斜法は單位時間に起る運動の合成又は分解を示せるものにして、任意の時間に就いても亦同様に運動の合成及び分解を行ひ得ること明かなり。

加速度。 静止せる物體が重力の作用により落下する時は、漸々速度を増し、一秒の後には九八〇秒糶の速度を得、二秒

加速度
(Acceleration)

の後は其の二倍、 t 秒の後は其の t 倍の速度を得。斯の如く時刻により速度の變ずる場合、即ち不等速度運動に於ては單位時間に速度の變ずる割合を加速度と云ふ。等速度運動に於ては加速度は零なり。加速度も亦時刻により變ずる場合と、不變なる場合とあり。落下の加速度の如きは不變なり。

今一定の加速度を有し、一直線に添ひ運動する物體の速度が、 t 秒間に v 秒糎より v' 秒糎に變ずるものとせば加速度 a は次の關係により之を測る。

$$v' - v = at$$

秒と糎とを單位として加速度を測る時は、此の量は一秒間に速度の變ずる量を表はすを以て、毎秒 a 秒糎或は a 秒々糎と稱ふるを要す。例へば落體の加速度は九八〇秒々糎

なり。速度が時間と共に増す時は、前式に於て v' は v より大にして、加速度 a は正號なり。若し速度が時を経るに従ひ減ずる時は a は負號となる。加速度は速度と同様に方向を有する量にして、代表線を以て之を表はし得。例へば落體の加速度の方向は鉛直にして下方に向ふ。

三

運動の定律。 物體の運動の有様を變ずる原因は力にある事は既に之を學びたり。運動の有様を變ずるとは其の方向或は速さを變ずる事にして、加速度を生ずる事に外ならず。而して力と加速度との間には次の關係あり。

一、力が一の物體に作用する時は、其の力の働く間、其の方向に一定の加速度を生じ、此の加速度は力の大きさに正比例し、物體の質量に反比例す。

ニュートンの
三運動律
(Newton's three
laws of motion.)

三

之を運動の定律といひ、慣性の定律及び反作用の定律と共に總稱してニュートンの三運動律といふ。此の定律は力が作用する時、物體が靜止せるか、運動せるか、又既に他力の作用せるものあるか否かに關係せず常に成立するものにして、力を f とし、質量を m とすれば此の力の方向に毎秒増加する速度は常に f/m に比例する事を示す。
ダイーン。 運動の定律に基きて力の單位を定め得。即ち單位質量の物體に作用して單位の加速度を生ずる力を力の單位として可なり。一ダイーンは一瓦の物體に作用して毎秒一秒糶の加速度を生ずる力をいふなり。今 m 瓦の物體に作用して毎秒 a 秒糶の加速度を生ずる力を f とすれば次の關係あり。

$$f = ma \text{ ダイーン}$$

絶對單位
(Absolute unit)

二

此の單位を力の絶對單位といふ。重力の作用により落下する物體は毎秒九八〇秒糶の加速度を得るを以て、一瓦に働く重力は九八〇ダイーンなり。之によりて力の重力單位と絶對單位との關係を知るを得。
運動量。 v 秒糶の速度を以て進行する m 瓦の物體に速度と反對の方向の力 f ダイーンが t 秒間働きて之を靜止せしめたりとす。 v なる速度を t 秒の後に零となすには、加速度 a 及び力 f は次の關係により與へらる。

$$a = \frac{v-0}{t} \quad f = ma = \frac{mv}{t}$$

$$\therefore f = mv$$

運動量
(Momentum)
力積
(Impulse)

此の式の兩側にある量中、 mv 即ち運動體の質量と速度との相乗積を運動量といひ、 f 即ち力と其の働く時間との相乗積を力積といふ。上式を換言すれば、力の作用によりて生

ずる運動量の變化は力積に等し。

一定の運動體を靜止せしむるに必要な力積は前式により一定なるを以て、之に要する力 F は時間 t の小なる程大なり。打撃及び衝突は運動體が極めて短時間に靜止に達し、或は殆ど運動を止むる現象なれば、此の短時間に於て二物體の接觸點に生ずる力は非常に大なり。鐵鎚が釘を押し込み、彈丸が物體を穿つ如きは、皆大なる運動量が瞬間に變ずる爲めなり、打撃、衝突の如き場合の効果を避けんとするには運動量の減ずる時間を長くし、生ずる力を小にすべし。發條の種類は此の目的に適する物にして、打撃を振動に變じ、運動量の變化を緩漫にするものなり。

三五

運動の勢力。 mv の運動量を有する物體が力 F により t 秒の後靜止せりとすれば、此の運動體は力 F に對し或距離動

きたるを以て若干の仕事爲せり。即ち此の物體が運動しつゝある爲めに有する勢力は此の仕事により測り得、力が作用し始めし時刻の速度は v にして、作用し終りし時刻の速度は零なり。此の間速度は一様に減じつゝあるを以て平均速度は $\frac{v}{2}$ なり。此の速度を以て t 秒間動きたる結果は實際速度が一様に減じつゝ t 秒間動きたる結果と同一なり。即ち此の間に進行せし距離は $\frac{v}{2}t$ 糶なり。故に力 F に對し爲したる仕事 W は次の如し。

$$W = fs = f \cdot \frac{v}{2}t \quad ft = mv.$$

$$\therefore W = \frac{1}{2}mv^2$$

即ち m 、 v の物體が v 秒糶の速度にて運動する時、有する運動の勢力は $\frac{mv^2}{2}$ なり。

第四章 地球上の運動

三

萬有引力。地上の物體は常に之を下方に動かさんとする力を受く。之れ即ち重力にして、地上の物體と地球との間に作用する引力に外ならず。斯の如き引力は宇宙間に在る總ての物體の間に存在するものにして、此の力を萬有引力といふ。月が地球を廻ぐり、遊星が太陽を廻りて飛び去らざるは此等の天體間に萬有引力の作用する事により之を説明し得。地上にある種々の物體も亦相互に引力を有するものなれども、其の力小なる爲め之を認め難し。されど質量甚だ大なる時は引力の影響を認め得べし。例へば山の近傍に於ては垂下せる物體は僅かに山の側に傾くが如し。

二、物體の間に働く萬有引力は、兩物體の質量の相乗積に正比例し、兩物體の重心間の距離の自乗に反比例す。

地上の物體と地球との間の引力を考ふる時は、其の間の距離は物體と地球との重力の中心の間の距離と看做すべきなり。地球上同一の場所に於ては物體に作用する重力を變じ得る諸量は、其の物體の質量の外皆一定にして、重力は即ち物體の質量に正比例す。地球上の位置異なれば同一物體に作用する重力も亦少しく變ず。即ち物體の重さは赤道より極に進むに従ひ少しく増加し、低所より高所に上るに従ひ少しく減ず。

重力は場所により異なるを以て、落體の加速度も亦従つて少しく差異を生ず。此の加速度は約毎秒九八〇秒糶にして、之を g にて表はす。一瓦の物體に作用する重力は g ダイ

二七

ンにして、之を重力の強さといふ。
落體の運動。 静止せる物體が落下する時は、毎秒、秒の速度を増し、 t 秒の後の速度 v は次式により與へらる。

$$v = gt \dots\dots\dots (1)$$

此の間の平均速度は $\frac{gt}{2}$ にして、 t 秒間に落下する距離を s 糎とすれば、次の關係あり。

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (2)$$

前兩式より t を消去すれば、次の關係を得。

$$v^2 = 2gs \dots\dots\dots (3)$$

次に物體を v_0 秒糎の速度にて垂直に抛げ上げ、 t 秒後の速度を v とすれば、次の關係あり。

$$v = v_0 - gt \dots\dots\dots (4)$$

t 秒後の高さを s とすれば次の如し。

$$s = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (5)$$

以上兩式より t を消去すれば、次の關係を得。

$$v^2 = v_0^2 - 2gs \dots\dots\dots (6)$$

次に初速度 v_0 秒糎にて垂直に突き落せる場合には、 t 秒後の速度 v 、落下距離 s の間に次の關係あり。

$$v = v_0 + gt \dots\dots\dots (7)$$

$$s = v_0t + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (8)$$

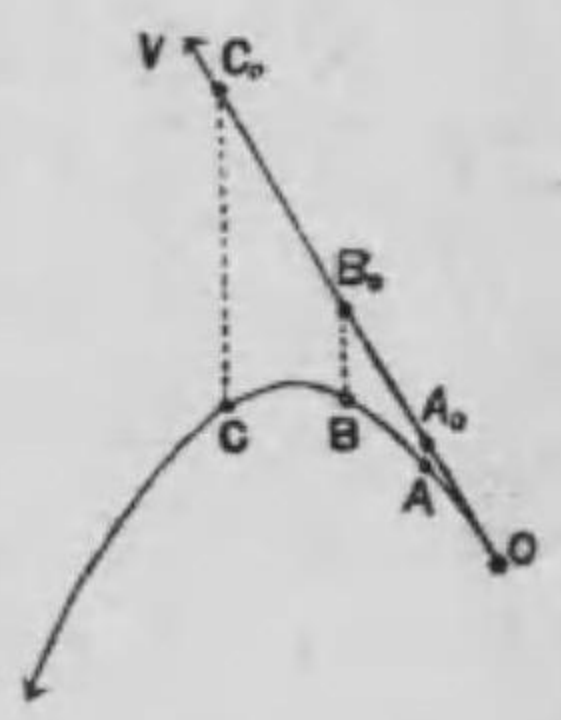
$$v^2 = v_0^2 + 2gs \dots\dots\dots (9)$$

二八

抛射體の運動。 重力の作用を受くる運動體の初速度が鉛直ならざる場合にも、初速のみに基く結果と重力に基く結果とを合成して、其の運動の有様を知り得。

今一點 O より OV の方向に初速度 v 秒糎にて物體を抛射せりとす。 若し重力無しとすれば物體は等速度運動をなし、

第五十二圖
拋射體
(Projectile)



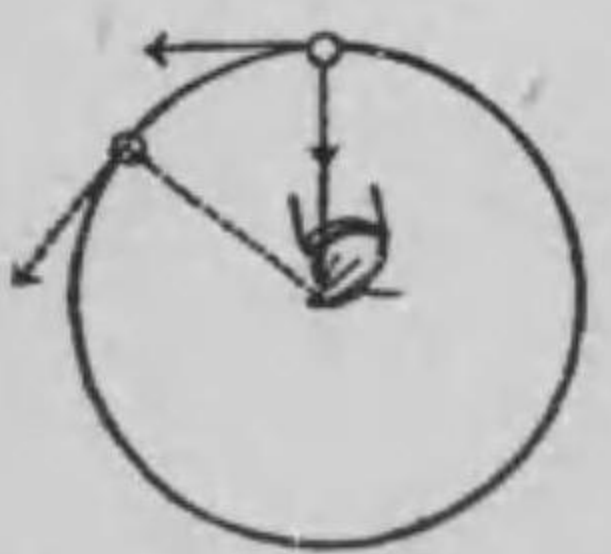
t 秒の後には vt 丈け進みて A_0 に達すべし。此の時間に重力は物體を gt^2 丈け落下せしむるを以て、兩種の運動を合成すれば t 秒の後には A 點に達すべし。同様にして $2t$ 秒及び $3t$ 秒の後には初速によりては B_0 及び C_0 に達すべく、重力により落下して B 及び C にあるべし。斯くして物體が運動する徑路は $O \rightarrow B \rightarrow C$ の曲線を爲す。之を拋物線といふ。

拋物線
(Parabola)

第五十二圖
圓運動
(Circular motion)

二六

圓運動。糸の一端に錘を結び著けて振り回せば、錘は圓運動をなす。此の場合に錘が運動する速さは一定なりとするも、其の方向は常に變じつゝあり。かく運動の有様を變ずるは力の作用する事を示す。此の力は即ち糸の張力に



求心力
(Centripetal force)
遠心力
(Centrifugal force)

して、絶へず錘を中心に向つて引き着けんとするなり。之を求心力と云ふ、其の反作用として、錘が糸を外方に引くと考ふる時は之を遠心力といふ。若し糸切斷して、此の力の作用止む時は錘は其の慣性により圓の切線に添ひて飛び去るべし。

第五十四圖
自轉車



m 瓦の物體が半徑 r 厘の圓周上を v 秒厘の速さにて運動する場合に、求心力を F ダインとすれば理論上の計算により次の關係を得。

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

自轉車にて曲り角を通過する時は體を内方に傾くるを要す。之れ重力の作用により内方に働く分力を生ぜしむる爲めなり。其の力は前式

により、速度の自乗に比例し、又描く圓の半径小なるほど大なるを要するを以て、速く小さく廻らんとするほど多く體を傾くるを要す。

三〇

流體中の運動。 空氣を排除せる管内に於ては、彈丸も、羽毛も同一の加速度を以て落下するも、普通空氣中に於ては兩物體の落下に大に遅速の差あり。之れ空氣と運動體とが常に衝突しつゝあるを以て、其の結果として物體の運動に反對する方向に抵抗を生ずるを以てなり。此の抵抗は運動體の斷面積に比例す。

今球形の雨滴を考ふれば、之に働く重力は其の質量に比例するを以て、半径の三乗に比例す。此の落下に對する空氣の抵抗は、球の斷面積に比例するを以て、半径の二乗に比例す。故に抵抗と重力との比は球の半径に反比例し、雨滴の

小となるほど下方に向ふ力を減ず。即ち普通の霧は雨よりも小なる加速度を受く。其の他微小なる塵埃等は何れも同理により落下遅し。

同一運動體に對する空氣の抵抗は速度の二乗に比例するものなり。落體の速度著しく大となれば、抵抗も亦甚だ増加し、其の値重力と等しきに至れば、遂に加速度を得ずして等速度運動を爲すに至る。

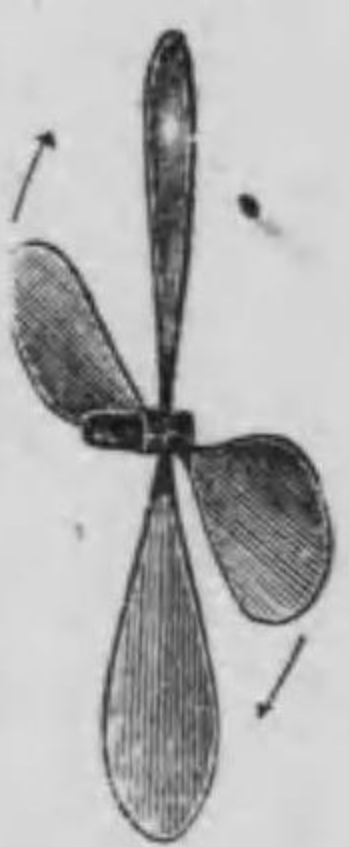
氣體及び液體の中に運動する物體が受くる抵抗は概ね前記の定律に従ふものにして、液體の場合には密度の大なる爲め抵抗は氣體に比し遙に大なり。又上下の運動に對しては浮力の影響著し。

流體中の運動體は位置の勢力を失ふだけ運動の勢力を増さずして、周圍の流體に一部の運動の勢力を與ふ。而して

三

流體の各部は運動の際互に摩擦を有するを以て、此の勢力は遂に變じて熱となるなり。

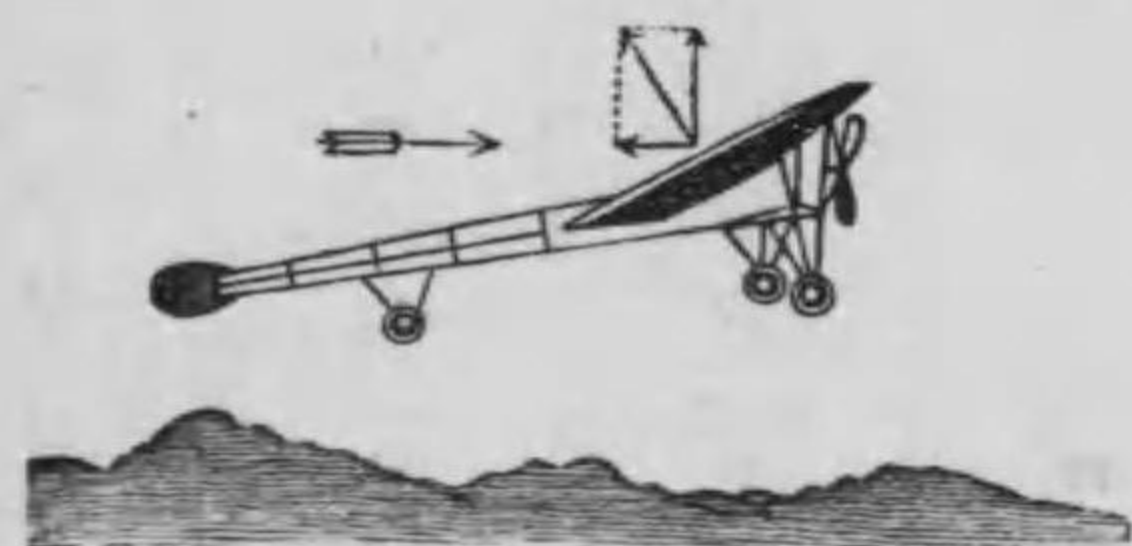
船。水上に用ゆる船に於ては、其の重量は水の浮力と自然の釣合にあり。船を進行せしむるには、水平の方向に働く力を必要とす。短艇にては、此の力は櫂と水との間の抵抗の水平分力なり。汽船に於ては、此の力は船尾に附したる推進機と水との抵抗を利用す。推進機は電氣扇と同様の形を有し、圖の如く數個の翼板を少しく振れたる位置にて軸に取附けたるものなり。機關により之を廻轉し、水の及ぼす抵抗により船を前進せしむ。飛行機、航空船に於ても皆同様の推進機を用ふ。舵機は常に船尾にあり。之を曲ぐれば船の兩側に抵抗の差を生じ、船首は抵抗の大なる側に



第五十五圖
推進機
(Propeller)

三

廻轉す。航空船は水素を充せる大なる袋に、短艇狀の乗り物を附し、推進機と舵機とを備ふ。器の重量は空氣の浮力により支へらる。舵機は水平、垂直の二種を有す。水平舵は昇降を司り、垂直舵は左右の運動を司る。飛行機は斜に上に向へる前面を有する翼を備へ、



第五十六圖
飛行機
(Aeroplane)

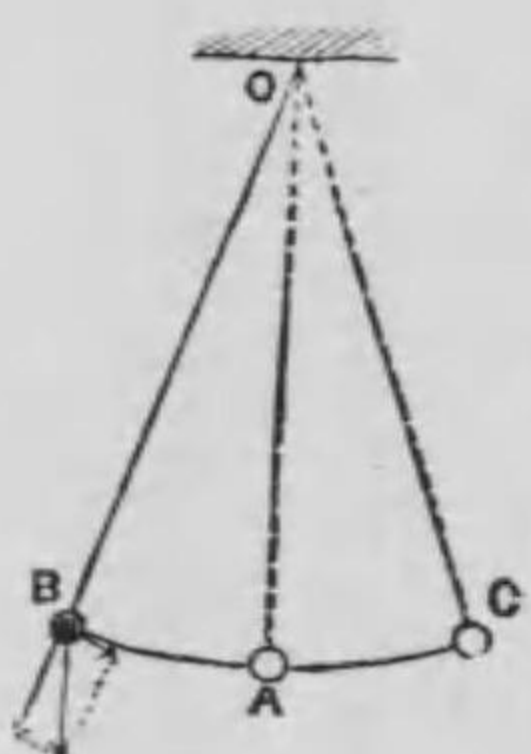
推進機によりて前進運動を起す。然る時は翼に直角に作用する空氣の抵抗は上方に向ふ分力を生ず。此の分力が機の全重力を支ふるに至れば、空氣中に浮游して前進し得るなり。翼の一枚なるを單葉式といひ、二重なるを複葉式といふ。舵機は水平垂直の二種を備ふ。

● 風が空氣中にて釣合にある場合には、風は静止し空氣は運動す。其の相互の關係は全體として静止せる空氣中に風が運動すると同様なり。風が其の位置を保つは、之に作用する重力と、糸の張力と、風面に作用する風壓との三力が中斜法の定律に従ひ釣合にあるを以てなり。

第五章 振動 波動

三

第五十七圖
振子 (Pendulum)
振幅 (Amplitude)
週期 (Period)



振子。細き絲にて錘を吊し絲を斜にして錘を放てば錘は圓弧を畫きて往復振動すべし。此の如き装置を振子といふ。錘の静止の位置A點より振動の一端Bに至る距離を振幅といひ、BよりCに至り又Bに歸へる一往復に要する時間を週期といひ、絲の長さを振子の長さ

といふ。振子が振動するは錘に働く重力が之をA點に向つて動かさんとする分力を生ずるためなり。理論上の計算及び實驗によれば振幅の大ならざる時は週期T、長さl、重力の強さgとの間には次の關係あり。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

但しπは圓周率なり。此の如き振子の週期は錘の質量及び振幅に關係なく一定の場所に於ては唯振子の長さにのみ關係す。之を振子の等時性といふ。又此の式によりて振子の週期と長さとを知らばlの値を求め得べし。下に其の値を擧ぐ。

三

● 彈性振動。細長き鋼鐵板の一端を固定し、他端を静止の位置より曲げて靜に放てば鐵片は靜止の位置の兩側に振動すること振子の

赤道	978.0
東京	979.8
富士山頂	978.8
緯度 45°	980.6
極	983.2

等時性 (Isochronism)

第五十八圖
鬚ゼンマイ

三五

如し。此の運動を起すは重力の爲に非らずして鐵片が彈性のため静止の位置に復せんとするがためなり。此の種の運動も亦其の週期は振幅の大小に關せず一定にして等時性を有す。

錘をゼンマイにて吊し静止の位置より引き下げて放つ時は錘は上下の方向に振動す。此の振動も亦ゼンマイの彈性によるものにして等時性を有す。

懐中時計に於て用ひらるる振動部は鬚ゼンマイ(H)と稱する渦狀螺旋の一端をAに固定し、他端をテンブ(T)と稱する金屬輪の廻轉軸に固著す。T輪を静止の位置より廻して放つ時はゼンマイの彈性により等時性の廻轉振動をなす。

時計。振子時計は振子の等時性を應用したる



第五十九圖
振子時計



ものなり。齒車Eは此と連絡せる他の齒車及びゼンマイの作用により、常に矢の方向に廻

轉せんとす。振子の振動は棒Bにより軸Cに傳へられ、此に固著せる齒止Dは等時性を以て運動し、一齒づゝ齒車をおくるなり。又齒車が齒止を押す力は振子の運動の衰ふるを防ぐなり。ネヂFは振子の錘を上下し其の週期を調整するためなり。

懐中時計等に於ては振子の代りに鬚ゼンマイとテンブとを用ひ、其の廻轉振動の等時性を應用して時計の進みを調整す。

波動。静かなる水面に小石を投ずる時は輪狀の波紋は四方に擴がり進む。此の運動により水は全體として或方向

三六

波動
(Wave motion)
媒質
(Medium)

三七

に進むことなく、唯其の各部が順次に振動をなすのみなり。此の事は水面に浮べる物體が波の過ぎし後、略其の位置に止まるを以て知るべし。此の如く物質中の一部に起る動搖が物體を全體として移動せしむることなく、其の各部の相互の作用により傳播する現象を波動といひ、水の如く波動を生ずる物質を其の媒質といふ。

横波、縦波。 弛く懸けたる綱の一端をとり、綱に直角に之を振る時は綱は波動をなす。此の如き波動に於て一定時間の1、2、3倍等を経る毎にイロハニ等各部に運動の傳播する有様は第六〇圖に示せる如し。即ち各部は波の進行と直角の方向に振動するなり。此の如く波の進行する方向と媒質の各部が振動する方向と互に直角なる波動を横波或は高低波といふ。

横波
(Transverse wave)

縦波
(Longitudinal wave)

第六十圖
波動

第六十圖及び第六十一圖に比較して示す如く横波に於て最高處たるべき部分は縦波に於ては最も右に偏し、横波に於て最低處にあべき部分は最も左に偏す。其の結果として縦波に於て

媒質の各部が波の進行する方向と並行に振動する波動を縦波或は疎密波といふ。第六〇圖を一直角丈け回轉して見たる場合に左方より波動進み來るとすれば、一定時のI II 倍等を経るに従ひ媒質の各部A B C等が圖の如く位置を變ずるは即ち縦波なり。其の結果として波動の進行の方向に沿ひて媒質に疎密の差を生じ其の有様が傳播するなり。故に疎密波ともいふ。

第六十一圖
縦波横波の
比較

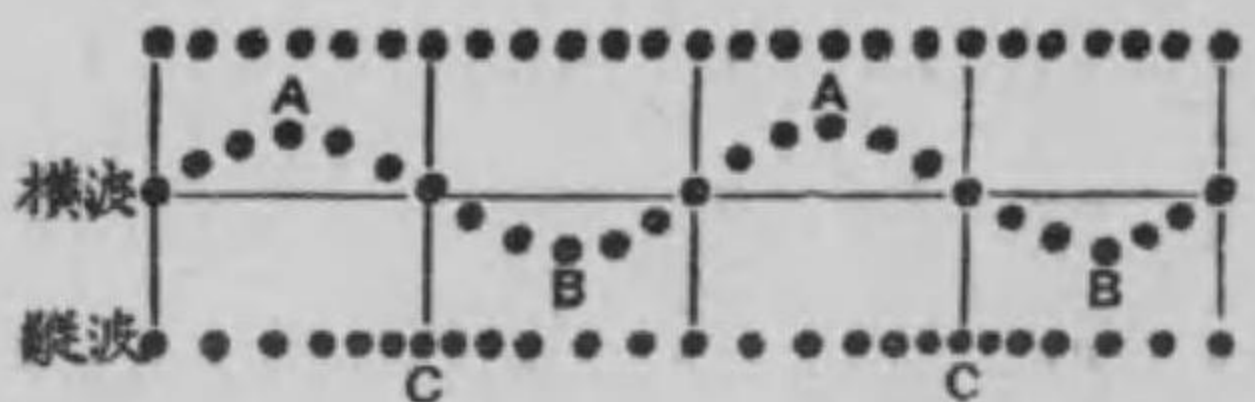
三八

山 (Crest)
谷 (Trough)
位相 (Phase)
波長 (Wave length)

ては媒質の最疎或は最密なる部分は横波に於いて水平の位置を保つ部分に相當す。

波長と週期。 横波に於て最も高き部分Aを波の山といひ最も低き部分Bを波の谷といふ。一の山と次の山、一の谷と次の谷の如く同じ運動の有様にある點は同じ位相を有すといふ。相隣れる波の中同じ位相を有する二點間の距離を波長といふ。上圖に於てはA A、B B或はC Cの距離なり。

規則正しき波動の起るは波の源が一定の週期を以て振動し繰返して波を送り出すためなり。波動の成立を考ふるに波源が一往復の振動を終れば波形は一波長だけ進行す。即ち波長 l を週期 T にて除すれば波の進む速度 V を得。



振動數
(Frequency)

又一秒間の振動數を n とすれば次の關係あり。

$$V = \frac{l}{T} \quad l = VT$$

$$n = \frac{1}{T} \quad V = nl$$

第二篇 音

第六章 音波

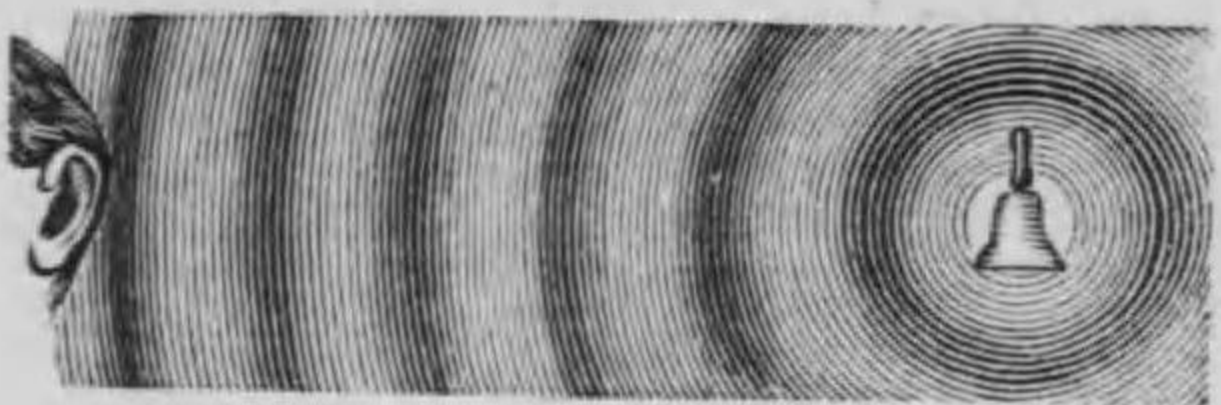
三九

音(Sound)

音、其の速度。吾人は耳によりて音を知覺す。樂器、絃、太鼓の皮等音を發しつゝある物體を見れば其の振動しつゝ

あることは容易に認め得べし。

發音體を眞空中に置けば其の音を知覺せざるを以て音の傳播は通常空氣の存在によることを知る。又鐵道の軌上に耳をつけて聞けば汽車の音を強く感ずるを以て見れば固體等も亦音を傳播し得。音は實に發音體が空氣其他の媒質に振動を與へ、此より生ずる疎密波が耳に達して感覺を生ずるものなり。



第六十二圖 音波

空氣中の音の速度は溫度等の變化により多少の差を生ずれども凡そ毎秒三四〇米(約三丁)なり。音の速度は媒質により大差あり。固體に於ては最速かにして液體、氣體之に次ぐ。空氣中の速度に比すれば水中の速度は約四倍、鐵中の速度は約十五倍なり。

四〇

反射 (Reflection)

反響 (Echo)

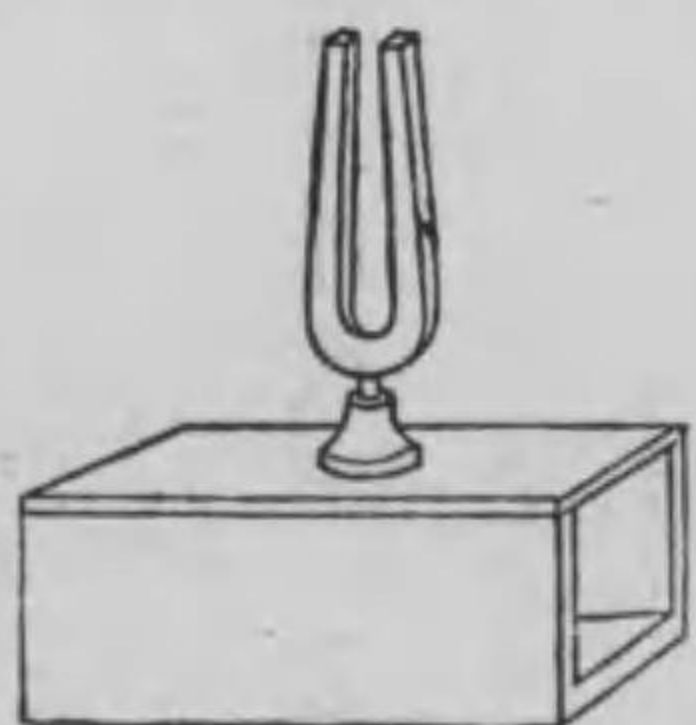
音の反射。靜かなる水上に生ずる波動は大なる板等の面に達すれば、反射せられ新なる波形の板より進み來るを認むべし。音波は縦波なるも亦同様に反射の現象を起す。隔りたる建物の壁に向ひて聲を發すれば、壁の方より之を繰り返す如く聞ゆ。是れ音波の反射し來れるものにして、之を反響といふ。谷間に於て山彦を聞くも其の例なり。室内に於て聲を發する時は四方の壁は反響を生ず。室小なれば原音と反響とは殆ど同時に知覺せらるるを以て、室

内に於いては開きたる場所に於けるよりも音聲を聞きとり易し。

四二

樂音 (Musical sound)
噪音 (Noise)

樂音、噪音。樂器の發する音の如きは愉快なる感覺を與ふ。是れ其の振動が規則正しく繰返さるるを以てなり。此の如き音を樂音といふ、音又はU字形の鋼鐵を木の箱に立てたるものにして、之を軽く打てば最も規則正しき單純なる樂音を發するものなり。



第六十三圖
音叉 (Tuning fork)

四三

音の強さ。音の源たる振動體は運動するがために運動の勢力を有す。又靜止の位置に歸らんとする彈力のために

音の強さ (Loudness)

四三

調子 (Pitch)

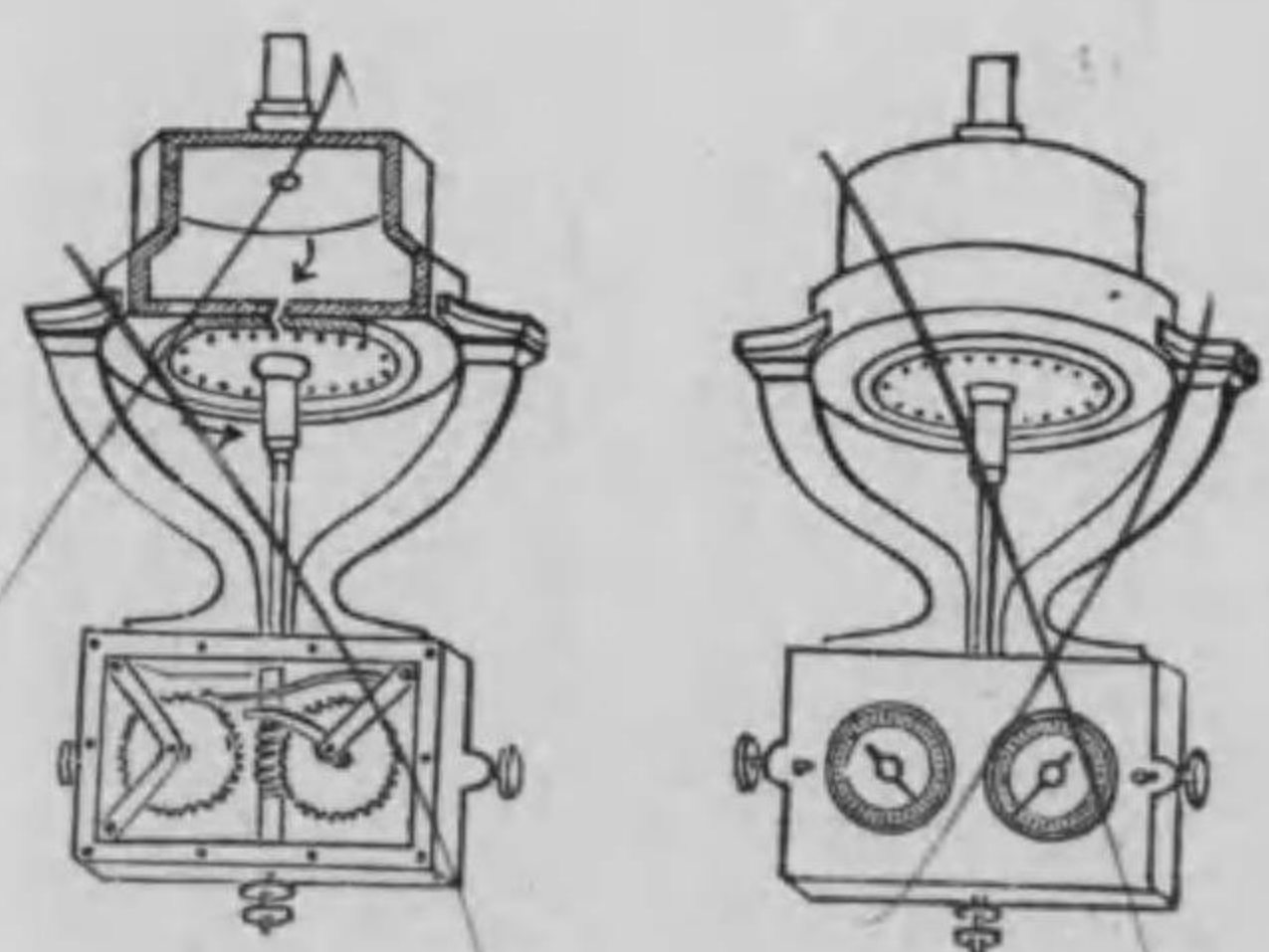
位置の勢力を有す。振動體に接せる空氣は此の勢力の一部を受取り音波として遠方に傳ふるなり。同種の音を聞くに強弱の差あるは、耳の受くる音波の勢力の大小によるなり。空氣の振動の振幅大なれば勢力大にして音を強く感ず。發音體より傳へらるる勢力は球面をなせる音波となりて擴がるを以て、一定量の空氣が有する音波の勢力は音源を遠ざかるに隨ひ減ず。即ち振動の振幅は小となり音の強さを減ず。

音の高さ、音色。略同じ太さの種々の音叉を鳴らして之を聞くに脚の短きものは調子の高き音を發し、脚の長きものは調子低し。長き彈性體は短き彈性體よりも振動の週期大にして振動數少なり。即ち調子の高きことは振動數の大なることなり。一定の有様にある發音體は打ち方に

音色
(Timbre)

より音の強さに差あれども其の調子は一定の高さなり。琴、風琴等は音の強さと調子とを一致せしむるも尙異りたる感覺を生ず。此の如きを音色を異にすといふ。振動體は唯一種の振動のみを生ずるものに非ずして、主要なる振動に伴ひて更に勢力の小なる他種の振動を生ず。此等の配合の異なるに従ひ、生ずる音波の形を異にし音色の差を生ずるなり。強さ、高さ及び音色を樂音の性質を定むる三要素とす。

サイレン。 サイレンは音の振動數を測るに用ゆる器にして、第六十四圖は其の構造の概要を示す。下部の筒に空気を吹き送り、蓋の周邊に



第六十四圖
サイレン
(Siren)

四

圓く排列して穿ちたる多數の孔より之を逃れしむ。此の蓋の上に廻轉し得る圓板ありて、蓋の孔と相重る位置に同數の孔を備ふ。此の孔は蓋の孔と傾斜反對に穿たれあるを以て、氣流の噴出により圓板は押されて廻轉を起し、上下の孔が重る毎に空氣逃れ波動を起す。即ち圓板の一廻轉中に孔の數 n に相當する波を生じ音を發す。此の圓板の廻轉數は上部にある指針により知り得べし。今一秒間に m 廻轉をなすとせば、其の音の振動數は mn に等し。

五

調和、音階。 毎秒一六乃至四〇〇〇の振動數を有する波は音として人の耳に感じ得。人聲の振動數は一〇〇乃至一〇〇〇なり。數個の樂音が同時に聞ゆる時愉快なる感を生ずる場合と然らざる場合とあり。各音の振動數の比が 1:2 2:3 3:4 等の如く簡單なる場合には快感を生ず。此の如

調和
(Harmony)

き諸音は互に調和せりといふ。
音楽は音を調和せしめて快感を興ふるを目的とす。此に用ふる諸音の振動数は互に定まれる比を有す。洋樂自然長音階に於ける振動数の比は次の如し。

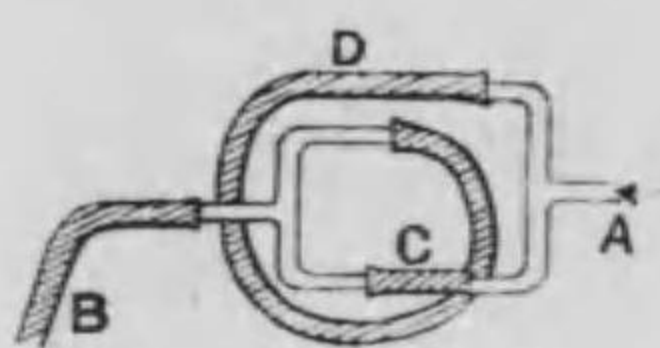
1	ヒ
$\frac{9}{8}$	フ
$\frac{5}{4}$	ミ
$\frac{4}{3}$	ヨ
$\frac{3}{2}$	イ
$\frac{5}{3}$	ム
$\frac{15}{8}$	ナ
2	ヒ

音階
(Musical scale)

四六

干涉
(Interference)

第六十五圖
干涉管

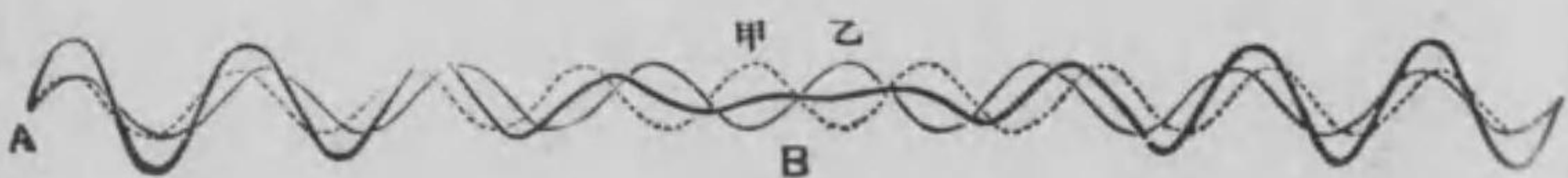


此の如き音の排列を音階といふ。
干涉、唸り。二つの音波が同時に空気中を進む時兩波の密部と密部、疎部と疎部とが相重る場所に於ては、兩波相助けて振幅大となり其の音を強くす。是に反して一方の密部と他の疎部と相重る時は、其の場所に於る振幅小となり著しく音の強さを減ず。これを音波の干涉といふ。

第六十六圖
唸り
(Beat)

第六十五圖の如き曲管をゴム管にて連結しA端の前にて發音しB端に耳を當て、聞けばCD二管の長さの差により音の強さ大いに異なる。CDの道程の差が半波長の奇數倍なる時は、相別れて進める二つの音波は殆ど完全に消合ひ、音の強さは著しく減ず。

下圖に於て點線を以て代表せる甲波と細線を以て代表せる乙波と同時に起り其の全體の結果を太き線にて表せりとす。A點の近傍に於ては兩波の疎密殆んど相重り振幅を増す。甲乙の波長少しく異なるがために漸々喰違ひ、B點の近傍に於ては甲の密部と乙の疎部と殆ど相重り、甚しく振幅を減ず。此の理により波長或は振動数の少し



く異なる二の音波が同時に起る時は音の強さは一定の時間を隔て、消長す。之を唸りといふ。一つの唸りより次の唸りまでの時間は、甲波と乙波とが一波长喰違ふ時間、即ち振動の数が一つ違ふ時間なり。故に一秒間の唸りの数は二音の振動数の差に等し。釣鐘の唸るは其の複雑なる運動の結果として振動数甚だ近き二種の音を發するを以てなり。唸りの有様は二音の調和の程度と密接なる關係あり。

第七章 發音體

絃(Chord)

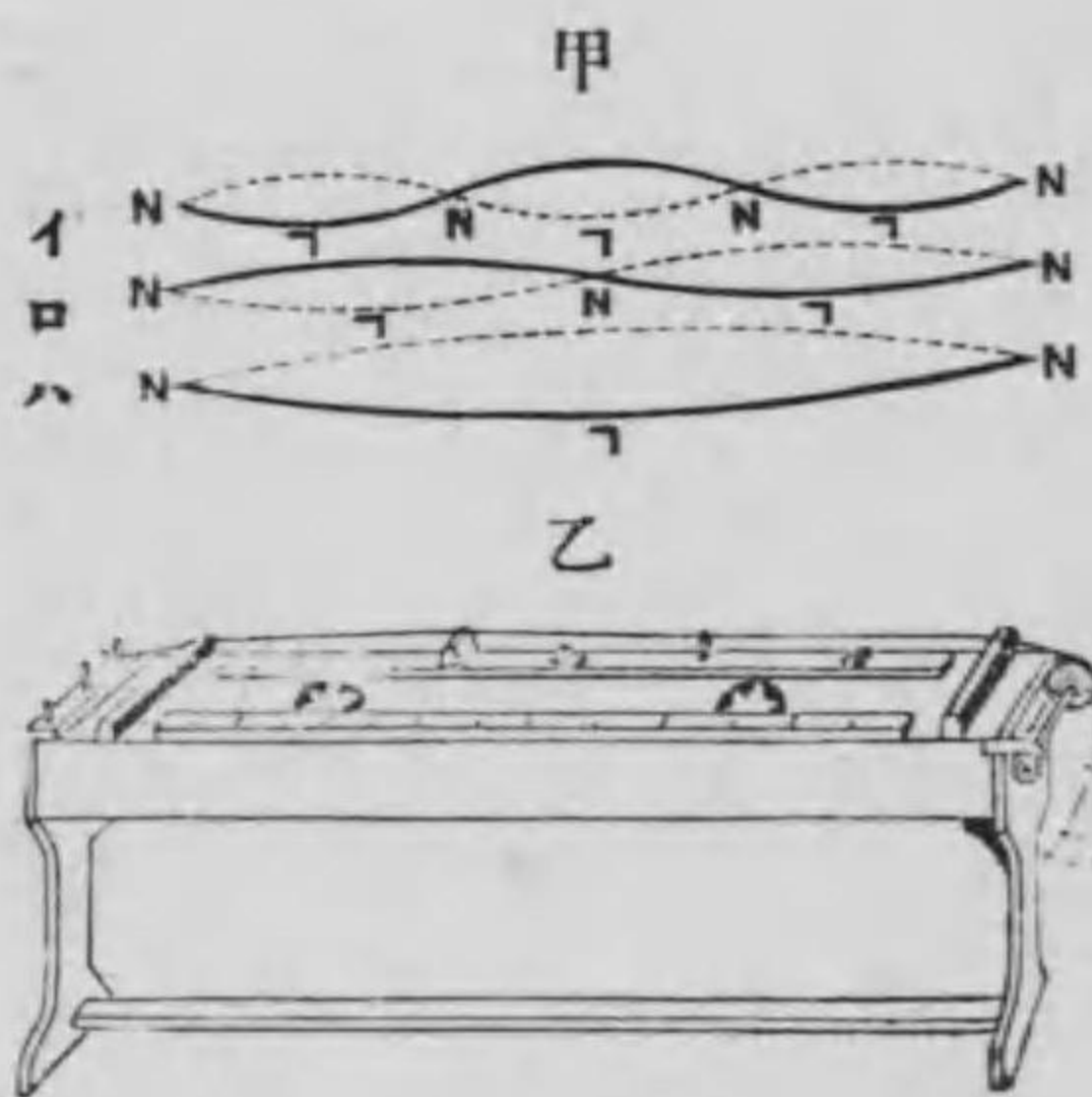
四七

絃。乙圖に示せる琴は絃の一端に錘を懸け、其の張力を調整し得るものなり。此の如き装置にて實驗し又理論上の計算によれば、絃の發する音の振動数 n と張力 T 、振動部の

$$n \propto \sqrt{\frac{T}{l}}$$

長さ l 、絃の單位の長さの質量 ρ との間には次の關係あり。

第六十七圖
絃の振動



三味線の絲巻きを締むれば調子の高まるは張力 T を増すことなり。低音を出す絃の太きは質量 ρ を大にせるなり。

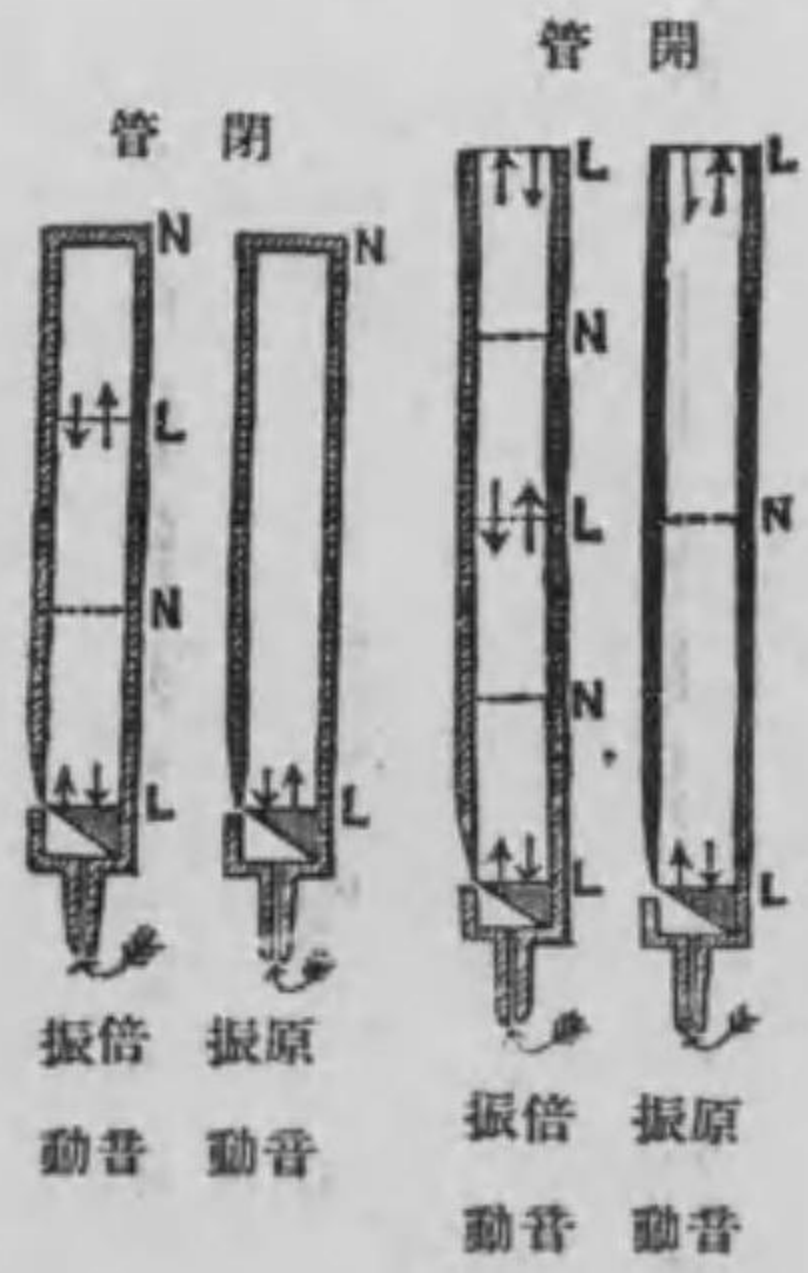
張りたる絃の中央を弾ずれば絃は全體として振動すること甲圖イの

原音
(Fundamental
tone)
倍音
(Harmonics)

如し、此時發する音を原音といふ。絃長の $1/2$ 、 $1/3$ 等の點を支へ短き部分の中央を弾ずればロハの如く振動す。絃の諸所に輕き紙片をかけて谷と山とを知り得べし。此の種の音を倍音といふ。原音は常に倍音を伴ふを以て種々の音色を生ずるなり。

四八

管。吹きて鳴らす楽器を管といふ。風琴管の構造は圖に示す如く下方の管より吹き入れたる空氣が狭き間隙より出て、楔状の唇に當り管中の空氣を振動せしむるなり。風琴管の上端開放せるものは開管と稱し其の鳴る時は上下の兩端に於て空氣の振動最も盛んなり。上端の閉ぢたる管は閉管と稱し其の鳴る時は上端は靜止し下端に於て振動最も盛んなり。



第六十八圖 風琴管 (Organ pipe)

波 (Loop)

節 (Node)

此を振動の腹(L)といひ、其の靜止せる部分を振動の節(N)といふ。風琴管が鳴る時は原音の外倍音をも生ず。風琴管の振動に於ける腹、節の位置は圖に示す如し。管の發する音の振動數は管の長さの反比例す。即ち長管は短管よりも低音を發す。笛の指孔を開閉するは、振動する空氣柱の長さを變じ以て振動數を加減する目的なり。

四九

第六十九圖 棒の振動

棒及び音叉。棒を打ちて振動する場合、は絃を弾ずると略同じ。一端を固定すれば全長を一區として振動する原音及び其の倍音を發す。二點にて支ふれば其の間を一區とする原音及び倍音を發す。音叉は一點にて支へたる棒をU字形に曲げたるものと看做し得べく、振動の有様は第七〇圖の如し。



第七十圖 音叉の振動

音叉は倍音を伴ふこと少く其の波狀甚だ規則正しきを以て清朗なる音を發す。

舌

板、膜。薄き板、太鼓の皮、張りたる膜等は棒或は絃の相集りたるものと考へ得べく、其の振動は更に複雑なり。方形又は圓形の板の中央を固定し或點を支へて胡弓にて摩すれば發音す。豫め細砂を板上に置けば砂は板の靜止せる部分に集り種々の形を生ず。



第七十一圖
舌
(Tongue)

聲帯
(Vocal cord)

多くの小樂器には舌と稱する發音部あり。圖の如く長方形の孔に、正に之を蔽ふだけの薄板を載せ、其の一端を固定せるものなり。空氣を吹き送れば舌は振動を起して空氣の通路を開閉し音波を生ずるなり。

人の聲は聲帯と稱する二枚の膜の振動により生ずるなり。聲を發せざる時は其の間隙廣く空氣は自由に通過して呼吸し得。聲帯緊張して間隙小となれば空氣の通過により

エヂソン

(Edison)

五二

膜の振動を生ず。聲の高低は聲帯の張力により變ずるなり。

蓄音機。一度受けたる音を後に再び發せしむる装置にして、米人エヂソンの發明せるものなり。

其の形種々あれども近時は多く平圓盤蓄音機を用ふ。大なる喇叭管の底部に垂直の方向に張られたる雲母の薄板あり。其の運動は小なる槓杆により銳き針に傳へらる。此の針を水平に廻轉する蠟製の圓盤に觸れしめ喇叭に向つて發音すれば針は雲母板の振動の跡を刻す。同時に圓盤を廻轉して且つ針を漸々内方に進ましむ



第七十二圖
蓄音機
(Gramophone)

れば圓盤上に微細なる波状を描ける渦線を生ず。之をエポナイト製の圓盤に復寫したるものを發聲に用ふ。發聲の時の運動の順序は前と反對にして針は稍鈍きものを用ひ、其の振動を薄板に傳へしむ。

五

共鳴。 振動數相等しき二個の音叉を並べ置き甲を鳴らし、て暫時の後之を止むれば、乙は弱き音を發して自ら鳴る。是乙に達する空氣の振動數と此の音叉の振動數と同じきが爲めに、音波の打撃が繰返さるるに隨ひ乙は振幅を増し遂に聞き得る音を發するに至るなり。此の如く靜止せる發音體が其の固有の振動數と同じ振動數を有する音波により音を發するを共鳴といふ。

共鳴
(Resonance)

が共鳴するなり。 琴、三味線等に箱あるも亦同理にして、絃

の支柱を経て箱内の空氣を共鳴せしむるためなり。

第三篇 光

第八章 光の直進

五三

光と物體。吾人が物體を視得るは光によるものなり。太陽、蠟燭等は自ら光を發するものにして此等を發光體といふ。多くの物體は太陽又は他の發光體の光を受け其の一部を周圍に送出すが故に目に視ゆるなり。此等は暗體と稱す。光を周圍に送出す物體は發光體にせよ暗體にせよ總て之を光源といふ。

空氣、水、硝子等の如く之を透して他物を視得るものを透明體といひ、木石等の如く光を遮る物質を不透明體といふ。曇硝子の如く幾分か光を通過せしむるものを半透明體といふ。此等の區別は判然たるものに非らず。例へば金は

光(Light)

發光體

(Luminous body)

暗體

(Dark body)

光源

(Light source)

透明體

(Transparent body)

不透明體

(Opaque body)

半透明體

(Translucent body)

光線

(Ray)

五四

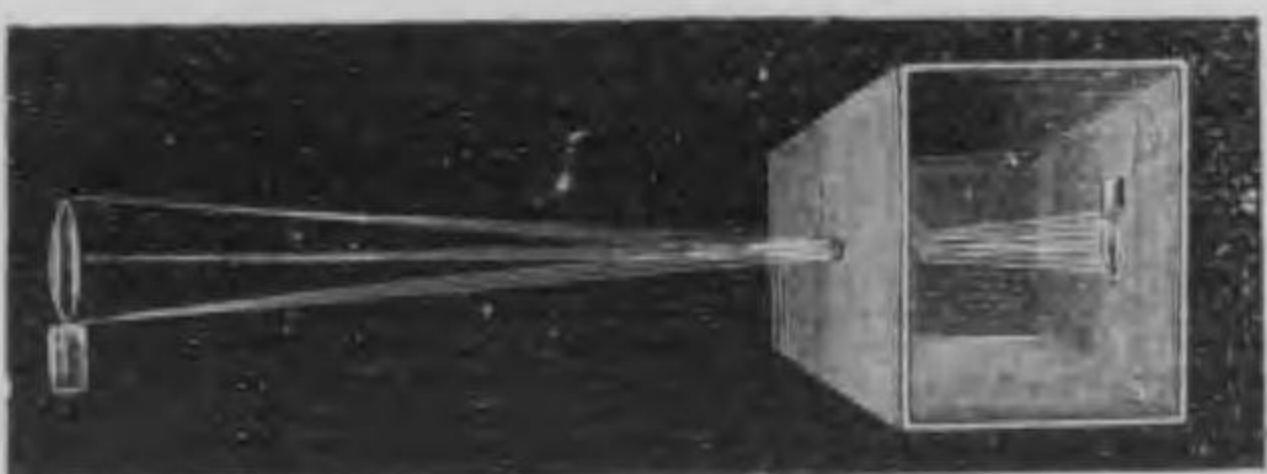
通常不透明黄色なれど薄き金箔は透明綠色なり。

光線。光源と目とを結ぶ直線上に不透明體あれば光は目に達せず。即ち光は直線に進行することを知る。光を其の進行する直線に就いて考ふる時は之を光線といふ。

内側を暗くせる箱の壁に一つの鼻孔を穿ち其の前に焰を置けば、箱の對壁に焰の倒立せる像を生ず。此の場合には焰の各點より出づる光は對壁に孔の像を生じ、此等が相集りて略焰の狀をなすなり。故に孔の小なる程像は判明なり。

五五

影。光源より進む光の進路に不透明體あれば其の背後に影を生ず。光源が一點なれば影は判明なれども、光源が面積を有する時は

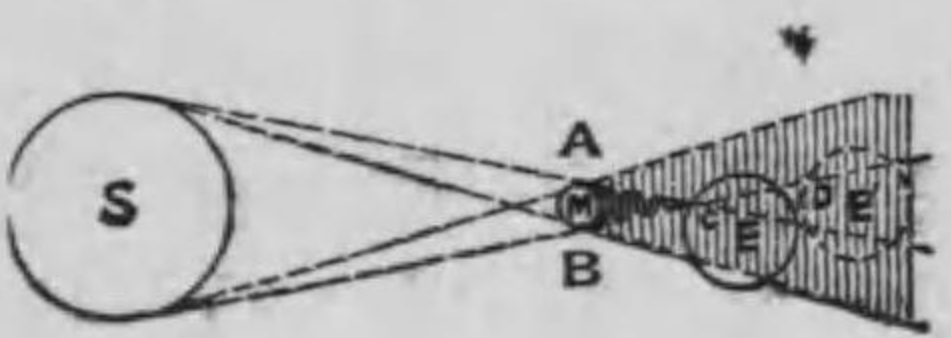


第七十三圖 暗箱

影 (Shi dow)

本影
(Umbra)
半影
(Penumbra)

第七十四圖
日蝕
(Solar eclipse)
皆既蝕
(Total eclipse)
分蝕
(Partial eclipse)



影に濃淡を生ず。前圖に於て孔を不透明體と考へ像を影と考ふれば、影に濃淡を生ずる理を知り得べし。影の中光源の何れの部分よりも光を受けざる場所を本影といひ、光源の一部のみより光の達する場所を半影といふ。日蝕は太陽Sを光源とせる月Mの影が地球Eの表面に達するにより生ず。A・B部は本影にして此の中に居るものは太陽を見る能はず。即ち皆既蝕なり。本影の外側に淡き影線を施したる部分は半影にして此の中に居る人は太陽の一部分を見る。即ち分蝕なり。月蝕は太陽を光源とせる地球の本影が月に達したる場合に生ずる現象にして、日蝕の如く地球上の位置により差を見ることなし。

五六

光エーテル
(Light ether)
吸収
(Absorption)

光の勢力。太陽の光に直射せられたる物體は熱せらる。煤炭の如き物質は最も著し。此等の物質が水の如き透明體を通過したる日光に當る時は發熱の程度は直射の場合と差あるも常に若干の熱を生ず。即ち光は熱に變じ得るものなるを以て勢力の一態なること明なり。光は眞空内にも通過し得るを以て、此の種の勢力が傳播するには通常の物質を要せざることを知る。理論及び實驗によるに光は一種の波動にして光波を傳ふる媒質は眞空及び物質中に瀰漫せる光エーテル(單にエーテルとも稱す)なり。光波が物質に入りて其分子の運動の勢力を増せば即ち熱を發し温度上るなり。此の如く光が物質中に於て他種の勢力に變ずるを光の吸収といふ。光を煤炭の如き物質に吸収せしめ發する熱量を測れば光の量を定め得。

五七

光の速度。 光は波動なれば其の進行には一定の速度あるべし。精巧なる實測によるに真空又は空氣中に於る光の速度は毎秒約三億米にして、一秒間に地球を七周半すべき割合なり。液體及び固體の中にては光の速度は空氣中に於るよりも少しく小なり。

光の速度は甚だ大なるを以て地上通常の距離を進むに要する時間は之を無視して可なり。然れども天體間の關係に於ては常に之に注意せざるべからず。例へば太陽、地球間を進むには約八分二十秒を要す。

照度。 一定の性質を有する物質の面が光に照さるる時の明るさは其の單位面積が單位時間に受くる光の量によるものにして之を其の面の**照度**といふ。同じ光源によりて照らさるる面の照度は光線と面とのなす角度及び光源と

照度
(Illuminosity)

五八

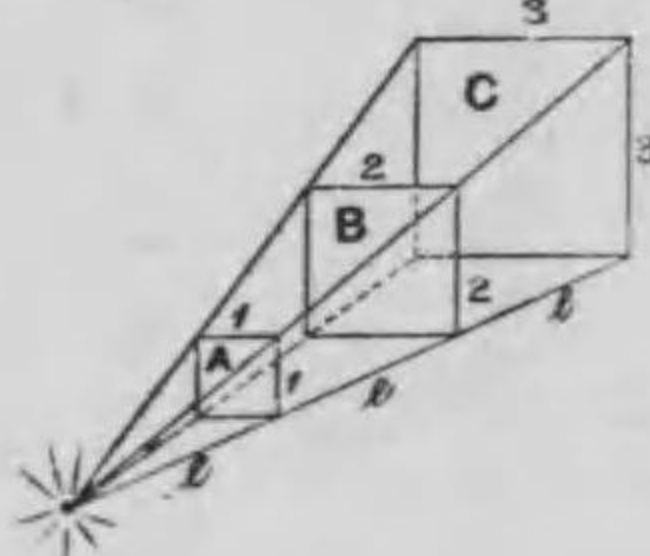
第七十五圖
斜面の照度



面との距離により變ず。一定の距離に於ては光線に垂直なる面ABの照度Iは最大にして、之との角をなせる斜なる面ACの照度I'は之に比して $I \frac{AB}{AC}$ に減ず。

$$I' = I \cos \theta$$

第七十六圖
照度と距離



第七十六圖に示せる如く光源より同量の光を受くる互に平行なる面ABC等の面積は、光源との距離が二倍となれば四倍となり、距離が三倍となれば九倍となる。従て此等の照度は光源との距離の二乗に反比例す。

光度。 光源より一定の距離に於て一定の方向に置かれたる或る面の照度は光源より出づる光の強さ即ち**光度**により異なる。光度の標準としては一定の方式により製したる

光度
(Illuminating
power)

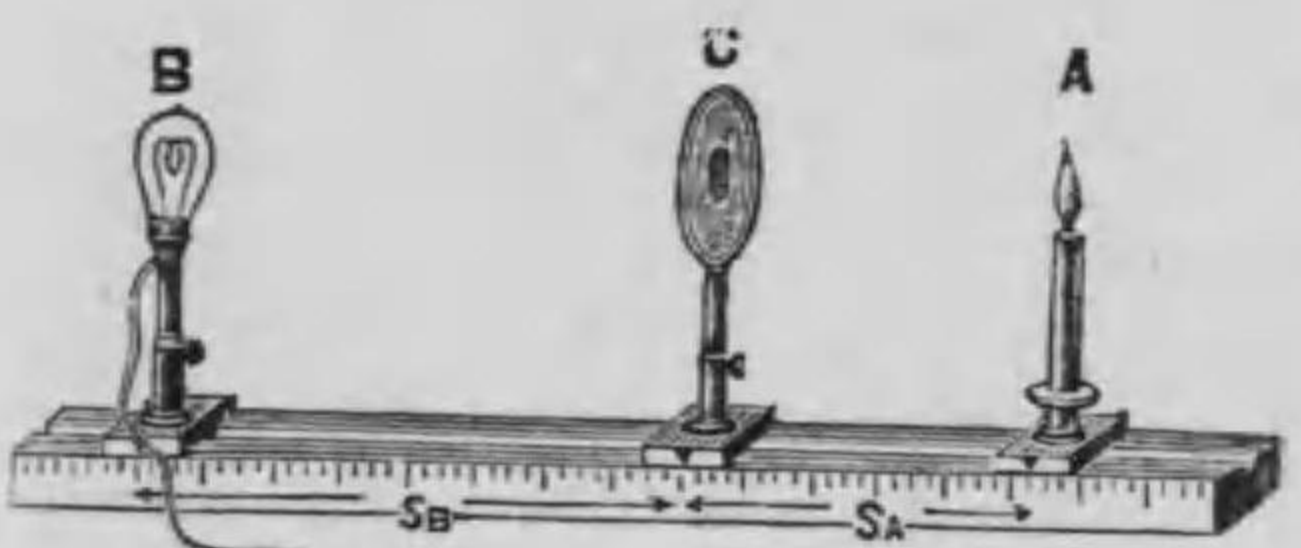
五九

燭光
(Candle power)

鯨蠟製蠟燭を用ひ、此が一時間に七、七七六瓦宛燃ゆる場合の光度を一燭光といふ。普通の大きさの西洋蠟燭の光度は一燭光に近し。

光度を測るに用ひらるる最簡單なる装置はブンゼンの光度計なり。圖の如く光源A、Bの間に、一滴の油を塗りたる

第七十七圖
ブンゼン光度計
(Bunsen's photometer)



紙Cを置く。Cを適當の位置に置けば油滴と其の周圍とは同じ明るさを有し、何れの側より見るも殆ど周圍と區別すること能はず。此の位置に於てはA、B二光源の照度相等し。AとBとの光度を夫々 L_A 、 L_B としCとの距離を夫々 S_A 、 S_B とすれば次の關係あり。

$$\frac{L_B}{L_A} = \frac{S_A^2}{S_B^2}$$

即ちAが燭光既知の光源ならば、Bの光度は

上式により算出し得。

第九章 光の反射

六〇

反射。鏡を窓の傍にて太陽に向け適當の位置に置けば強

く天井を照し得るは、太陽の光が反射せらるる

なり。一般に光が甲媒質より乙媒質に進む時、

界面に於て方向を變じ甲媒質に進むことを反

射といふ。

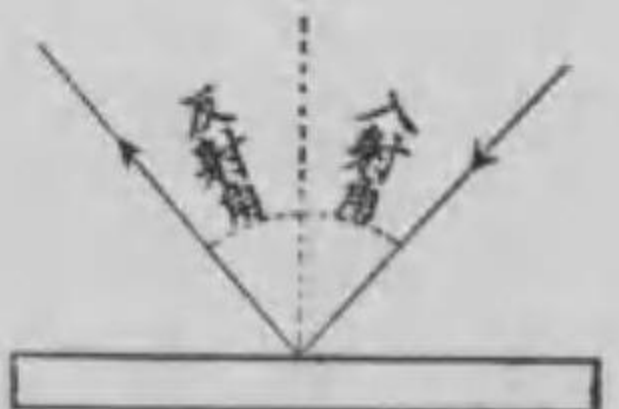
鏡の如き平滑なる面の一點に入射せる光線と

此の點より反射せる光線との間には次の關係あり。

(一) 反射光線と入射光線とは入射點にて界面に立てたる

垂線と同一平面内にあり。

(二) 入射角即ち垂線と入射光線とのなす角と、反射角即ち



第七十八圖
反射
(Reflection)

入射角
(Angle of
incidence)
反射角
(Angle of
reflection)

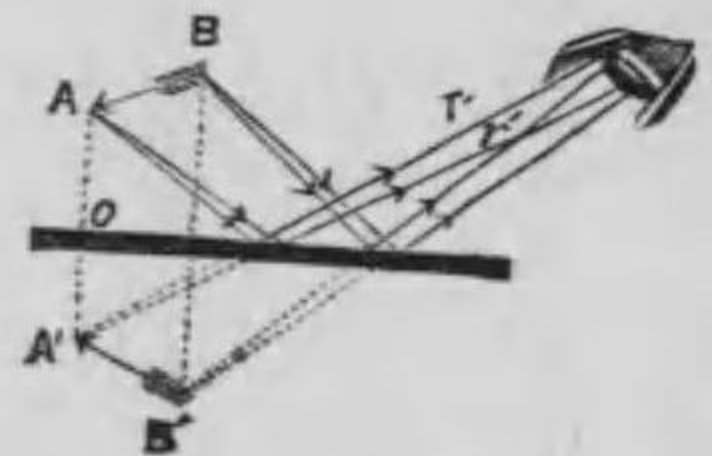
散光
(Diffused
light)

六二

平面鏡
(Plane mirror)

垂線と反射光線とのなす角とは互に相等し。物質の表面が平滑ならざる時は、同じ方向に入射せる光線と雖も反射せられて種々相異りたる方向に向ふ。之を亂反射といひ、亂反射したる光を散光と稱す。吾人が暗體を見得るは散光のためなり。

平面鏡。平面鏡の前にABなる物體ありとす。A點より發して鏡に達する光線は皆反射の定律に従ひ反射せられ反射光中r'の間に來るものは目に達す。A點より鏡面に垂線AOを立て鏡面の背後に於て $\angle O = \angle A'O$ なる一點A'を定む。入射角と反射角とは相等しきを以てA點より發する光の反射光線を延長すれば何れもA'點を通過すること容易に證明し得べし。故に反射光線を受けたる目は其の光



第七十九圖
平面鏡の像

像
(Image)

六三

凹面鏡
(Concave mirror)
球面鏡
(Spherical
mirror)

がA點より來れるものの如く感ず。又B點より發する光も同様にして鏡と對稱の位置にあるB'點より來るもの如く感ぜらる。此の如くして鏡に向へばABの像をA'B'に見る。此の場合に像と實物との大さは相等しく鏡面に對しては像と實物とは對稱の關係あり。二枚の鏡を並行に向ひ合はせ其の間に光源を置く時は反射は何回も繰返され種々の方向の反射光が目に入るを以て無數の像が一直線上に排列するを見るべし。凹面鏡。球面の一部分を反射面としたる鏡を球面鏡といふ。通常の凹面鏡は、球面鏡の内側を反射面とせるものにして、且つ鏡の直徑は球の直徑に比し甚だ小なるものなり。第八十圖に於て鏡の中心をAとし、球の中心をOとすれば之を結ぶ直線AOを鏡の軸といふ。日光が軸に並行に入射す

焦点
(Focus)
焦点距離
(Focal distance)

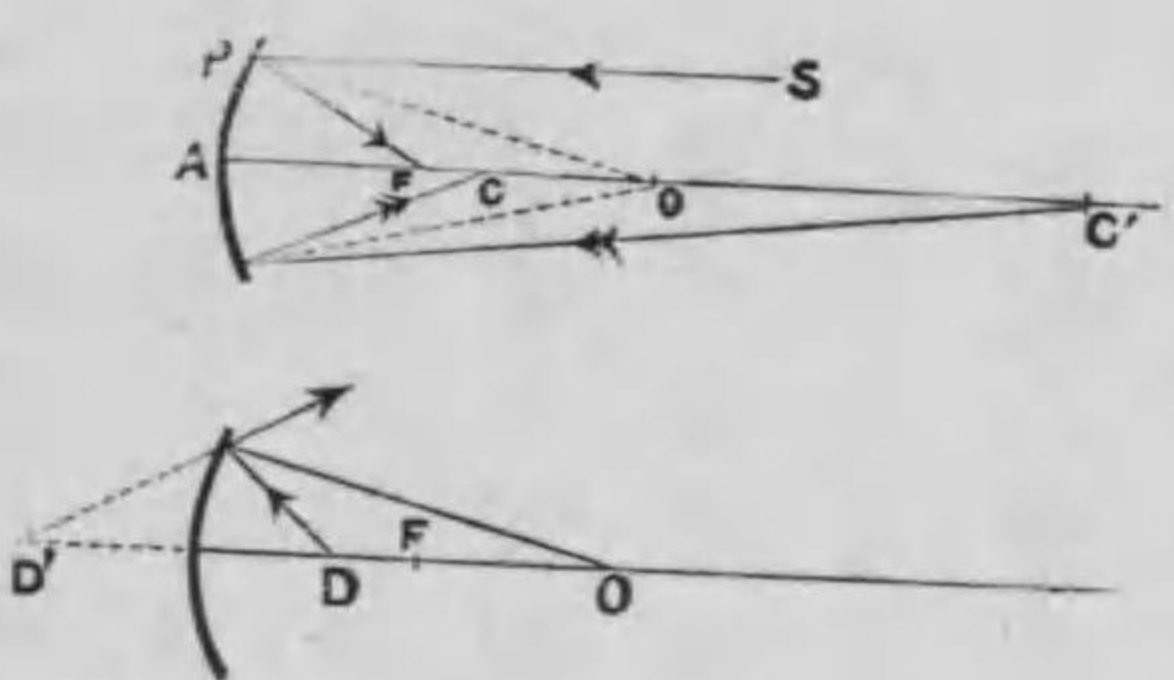
る時は反射の後殆ど一点Fに集合す。此の点を凹面鏡の焦点といひ、鏡とFとの距離AFを焦点距離といふ。球面上の一点Pに軸と平行に入射する光線SPがPFの方向に反射せられたりとす。球面の性質によりP點に立てたる垂線は球の中心Oを通過し、且つ反射の定律によりPO線はSPF角を等分す。随つて

次の關係あり。

$$\angle SPO = \angle OPF, \quad \angle SPO = \angle POF$$

$$\therefore \angle OPF = \angle POF \quad \therefore PF = OF$$

又實際に於てはAPはAO又はAFに比し甚だ小なるを以てPFとAFとは相等しと看做し得。故にOFとAFとは相等し。太陽は其距離非常に大なる光源なれば鏡に入射する日光は平行光線



第八十圖
凹鏡面の反射

共軛點
(Conjugate point)

をなす。故に鏡の軸に平行に入射したる日光は球面の何れの點より反射せらるるも同理により皆F點を通過す。即ちFは焦点にして焦点距離AFは球の半径AOの二分の一なり。若し焦点Fに光源を置くとすれば反射光線は軸に平行することとなる。平行光線は遠距離に至るも照度を減ぜざるを以て遠距離を照すには此の理を應用す。光源が軸上に於て焦点と球の中心との間Cにあれば反射光は軸上の一点C'に集る。光源が焦点と鏡との間Dにある時は反射光は一点に集らざるも、其の延長線は鏡の背後の一点D'を通過す。一般に光源が軸上或は軸外の一点にある時反射光は光源と球心とを結ぶ直線上の一点を通過するものにして光源點と此の點とを共軛點なりといふ。二つの共軛點より夫々鏡面に至る距離をu及びvとし、球

の半径を r とすれば次の關係あり。

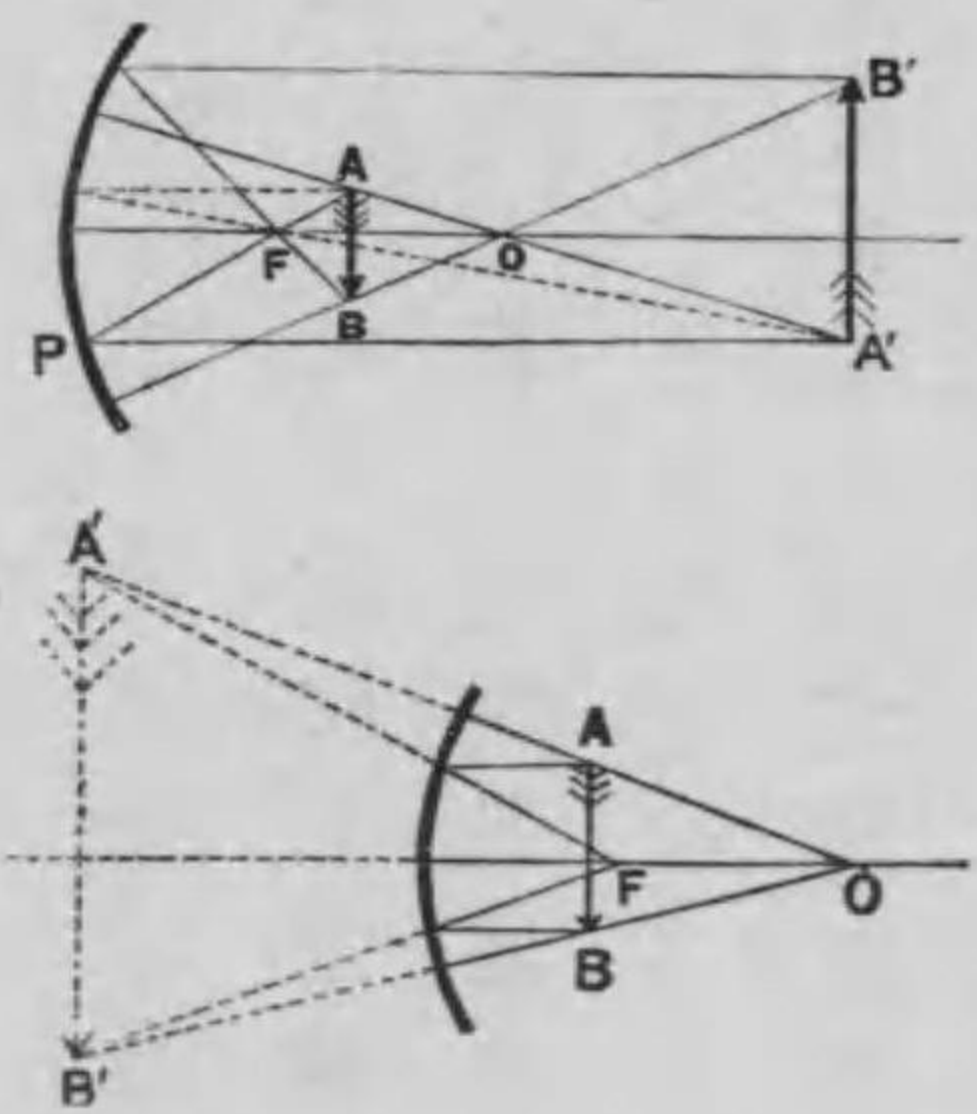
$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{r}$$

光源が焦點にある時は其の共軛點は無限大の距離にあり。反射光が鏡の背後に集るは r の負號となる場合なり。

六三

凹面鏡によりて生ずる像。凹面鏡の前面に於て焦點 F と球心 O との間に光源 AB を置く時は A 點より發する光は其

の共軛點 A' に集まり、 B 點より發する光は其の共軛點 B' に集り、倒立せる像 $A'B'$ を生ず。
 A より焦點 F の方向に進みたる光が P 點に於て鏡面に達すれば軸と並行に反射せらる。即ち P より鏡軸に平行なる線を引き之



第八十一圖
凹面鏡と像

と AO 線との交點を求むれば A' の位置を得。同様にして像の他の點の位置をも求め得。

光源が焦點に近づくに隨ひ像の生ずる距離は大となり、光源が F 點に在れば像は無限大の距離にあり。

光源が F より鏡に近き時は反射光の延長線は鏡の背後に於て會し光源が正立廓大して鏡の背後にある如く見ゆべし。其の位置及び大さは圖に示すが如く前と類似の作圖により之を定め得。

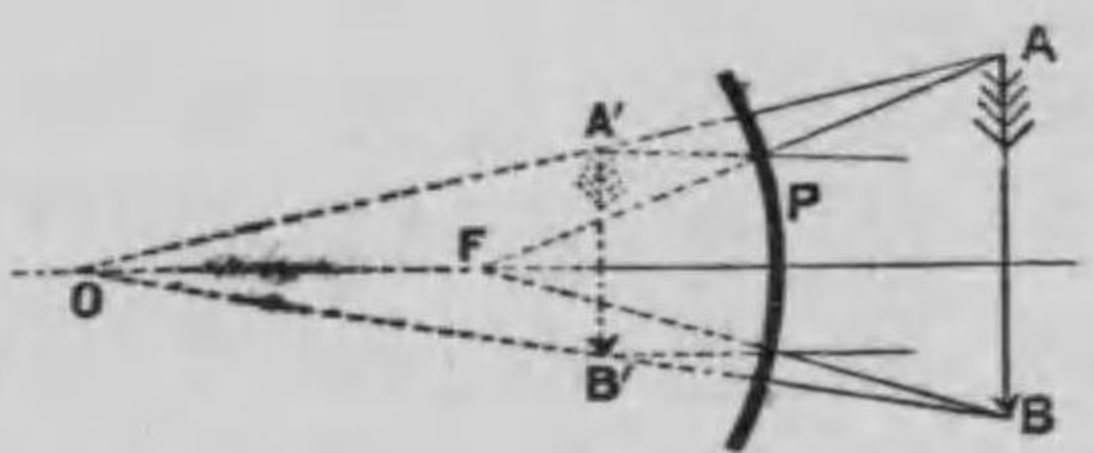
虚像
(Virtual image)
實像
(Real image)

六四

此の場合の如く光線が實際通過せざる位置に生ずる像を虚像といひ、然らざる場合を實像といふ。

凸面鏡。凸面鏡は球面の小部分を取り其の外側を反射面とせる鏡なり。凸面鏡に當れる光線は反射により一點に集まることなし。鏡軸と平行なる光線が凸面鏡に當れば、

第八十二圖
凸面鏡と像



反射光線の方向は同じ面を凹面鏡としたる場合と同じ直線上にあり。故に反射光線の延長線は鏡の背後の一點に集まる。此の點を虚焦點といふ。凸面鏡の虚焦點は之を其の儘凹面鏡としたる焦點と同位置にあり。其の他一般の反射についても凹面鏡の場合と同様にして、共軛點と鏡との距離 r と、球の半径 r との間には次の關係あり。但し鏡より光源の方へ測れる距離を正號とす。即ち r は負號なり。

$$\frac{1}{r} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

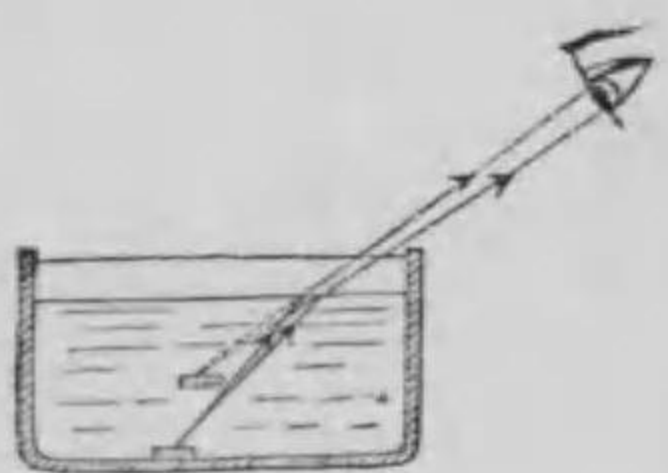
凸面鏡の前面に置ける物體の像は前項と同様の作圖により之を求め得べく、其の位置は鏡と虚焦點との間にありて正立し其の大きさは實物より小なり。

第十章 光の屈折

六五

光の屈折

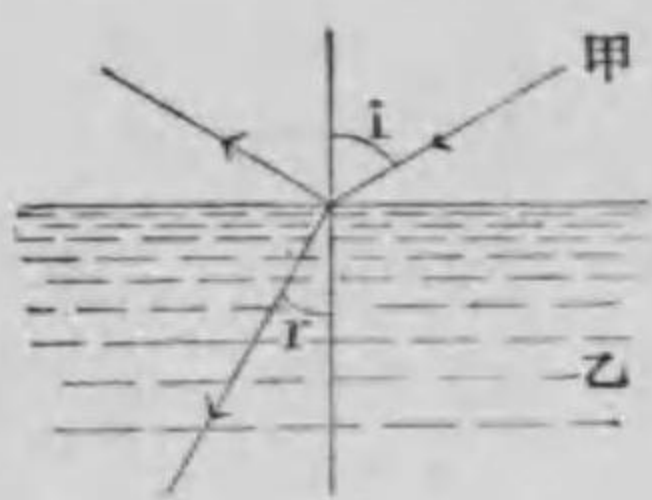
第八十三圖
光の屈折



水中に沈み得る小物體を器底に置き、其が器の縁に隠れて殆ど見えざる位置に目を置き、靜かに水を注げば其の物體の全部を見得るに至るべし。是れ水中の物體より出づる光線は水より空氣に出づる時方向を變ずること第八十三圖の如くなるを以てなり。凡そ光線が甲媒質より乙媒質に入る時方向を變ずるを光の屈折といひ、斯くて乙媒質を進む光線を屈折光線といふ。屈折光線と界面に立てたる垂線とのなす角 r 角即ち屈折角と入射角 i 角との間には次の關係あり。

(一) 入射光線と屈折光線とは屈折面に立てたる

屈折
(Refraction)
屈折光線
(Refracted ray)
屈折角
(Angle of refraction)
第八十四圖
屈折の定律



垂線と同じ平面内にありて且つ垂線を挟みて相對する側にあり。

(二)入射角*i*の正弦と屈折角*r*の正弦との比は、定まれる。兩媒質については入射の方向に關せず一定の値を有す。

此の比を*n*とすれば次の如く表し得。

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

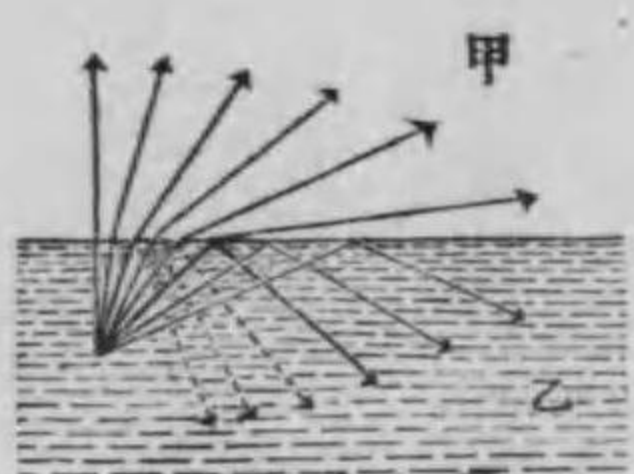
此の比を甲媒質に對する乙媒質の屈折率といふ。空氣に對する屈折率は水一、三三、硝子一、五一、一、七、金剛石二、四七なり。

六

全反射。 乙媒質が甲媒質に對し一より大なる屈折率を有する場合に、乙媒質の方より光線が入射するものとすれば、屈折角は常に入射角より大なり。例へば乙を水、甲を空氣

屈折率
(Refractive
index)

第八十五圖
全反射
(Total
reflection)
臨界角
(Critical angle)



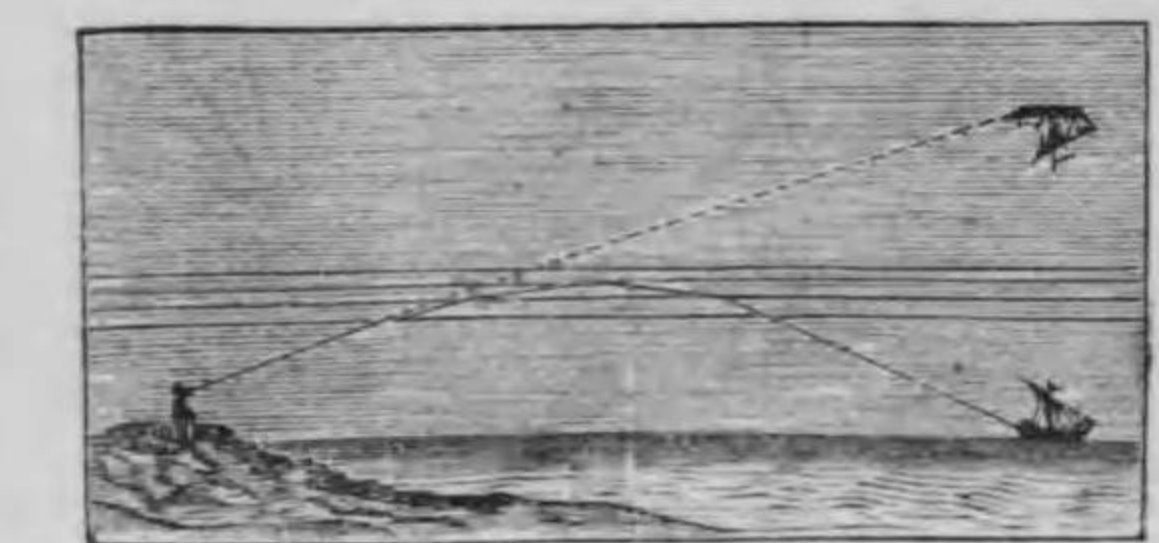
とすれば入射角四八、五度に達すれば屈折角は九〇度となる。入射角之より大なる時は光は空氣中に出づる能はずして全部反射す。此の如き現象を光の全反射といひ、屈折角の九〇度となるときの入射角を臨界角といふ。硝子器

に水を入れ水面より少しく下に目を置き斜に水面を覗へば水面が鏡の如く見ゆ。之れ全反射の理によるなり。光が二媒質の界面に達すれば一部は反射し一部は屈折す。此の際反射光と屈折光との割合は面の性質により異なる。金屬の如く不透明にして平滑なる面を有するものは最もよく反射す。硝子、水等の如き透明體の界面に於ては、反射光の分量は、二媒質の屈折率の差著しく、入射角大なる程多し。入射角が臨界角以上に至れば全部反射するなり。

六七

連続屈折。光の進行する媒質が連続的に其の性質を異にする時は光も亦連続的に屈折す。例へば光が濃淡の差ある溶液中を通過し、或は到る所密度を異にする氣體中を通過する場合の如き之れなり。

大氣層は上方に昇るに従ひ密度小なるを以て天體より來る光線は常に少しづつ、屈折す。従て凡て天體は眞の位置よりも多少高く見ゆるものなり。

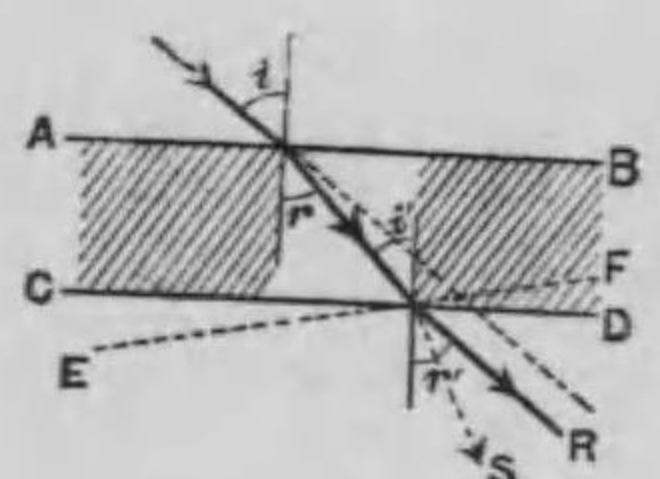


第八十六圖
蜃氣樓

六八

二面の屈折。第八十七圖に示す如く兩面ABとCDが互に並行なる硝子板を光が通過する時は、一面に起る屈折と他の

第八十七圖
二面の屈折



面にて起る屈折とは互に反對の結果を及ぼし、光線は唯其の位置を變ずるのみにて方向を變ぜず。若し一面が點線EFにて描ける如く傾斜せりとすれば、此の面に於ける入射角は小となり、空氣中に出づる光線は並行面の場合よりも左方に偏倚したる進路を採り、Sの方向に進むべし。

プリズム
(Prism)

にして通常硝子の三角柱を用ふ。其の二面のなす角をプリズムの角といふ。上に説明せる如くプリズムの屈折率が周圍の媒質に對し一より大なる時は、通過せる光線は入射光線よりもプリズムの厚き方に向つて屈折す。入射光線とプリズムを出づる光線とのなす角即ちフレはプリズムの角の大なる程大なり。

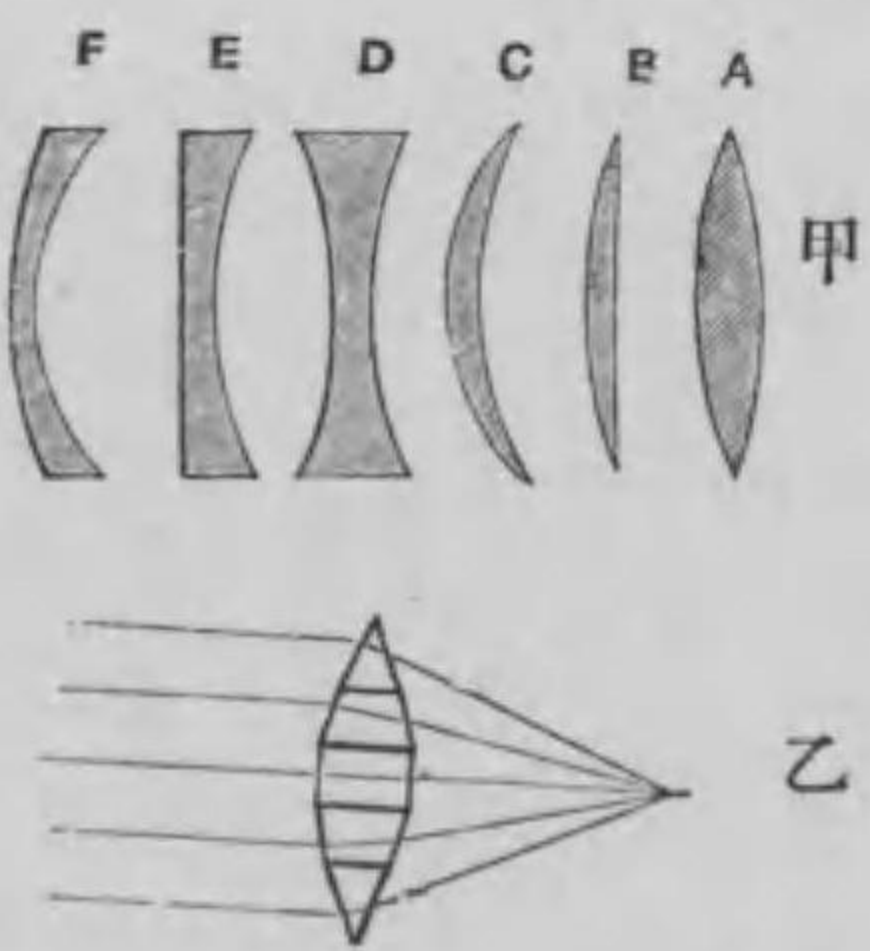
フレ
(Deflection)

レンズ
(Lens)
凸レンズ
(Convex lens)
凹レンズ
(Concave lens)

六九

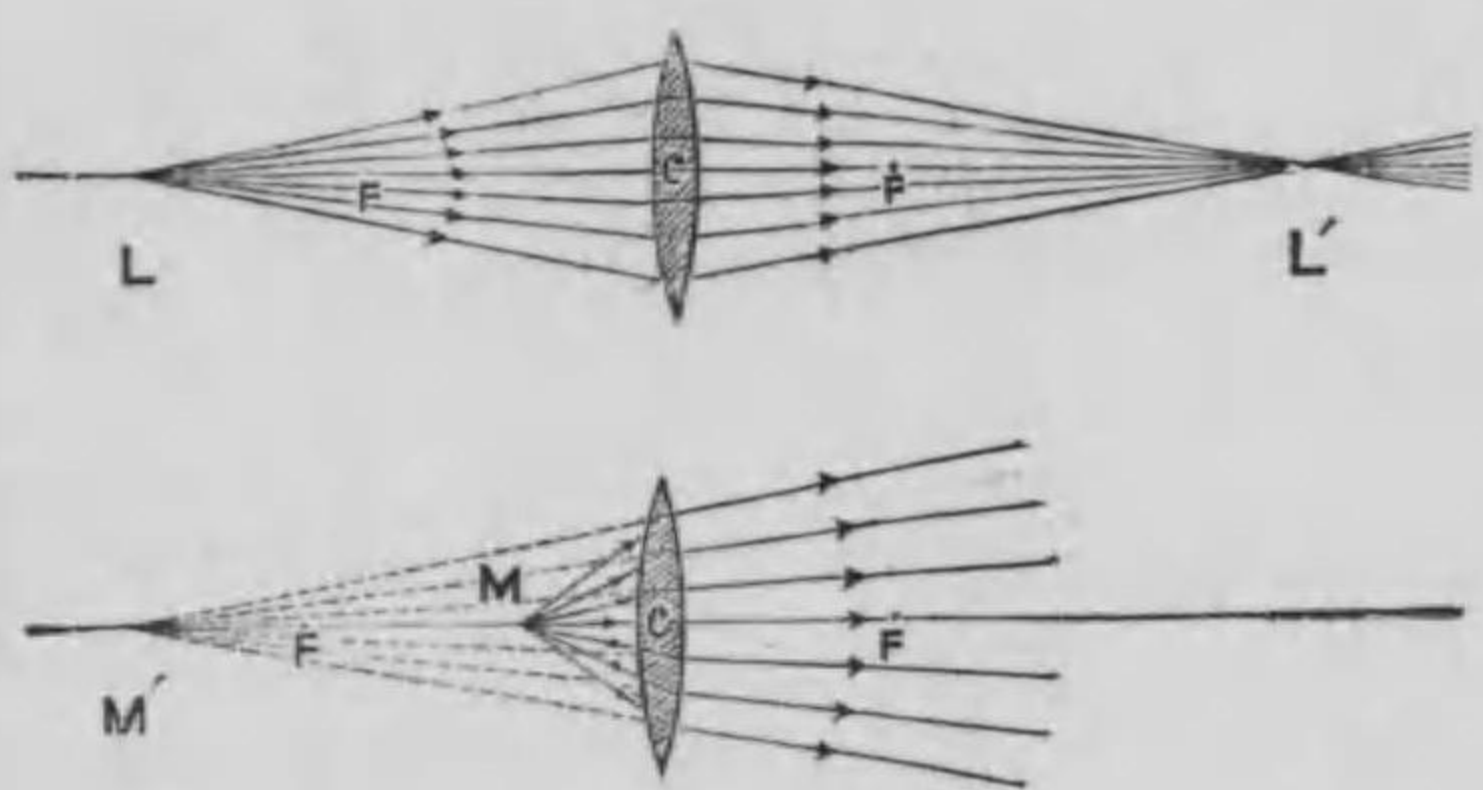
レンズは圖甲の如く二つの球面又は球面と平面とを組合せて作れる透明體にして、中央部の厚きものを凸レンズといひ、中央部の薄きものを凹レンズと稱す。又レンズの中心と球面の中心とを結ぶ直線をレンズの軸といふ。圖乙に示す如くレンズは、プリズムの角の次第に異りたるを多く集めて組立てたるものと看做し得べきを以て、光線は之を通過すれば厚き方に屈折す。

凸レンズ。 太陽より來れる並行光線と直角に凸レンズを置けば通過せる光線は皆、厚き方に屈折し殆ど軸上の一點に集まる。此の點をレンズの焦点といひ、焦点とレンズの中心との距離を其の焦点距離といふ。太陽の光線を焦点に集め其の位置



第八十五圖
レンズ

第八十九圖
凸レンズの屈折



に紙片を置けば輝きたる太陽の像を生じ、暫時にして紙を焦がすべし。又焦点に光源を置けば光はレンズを通過したる後並行光線となる。一定の物質より成るレンズの焦点距離は両面の球の半径小なる程短し。焦点Fよりも遠距離にある一點Lより發せる光はレンズを通過せる後、光源とレンズの中心とを結ぶ直線上の一點L'に集る。此の二點はレンズの共軛點にして、そのレンズとの距離を夫々rとし、焦点距離をfとすれば次の關係あり。

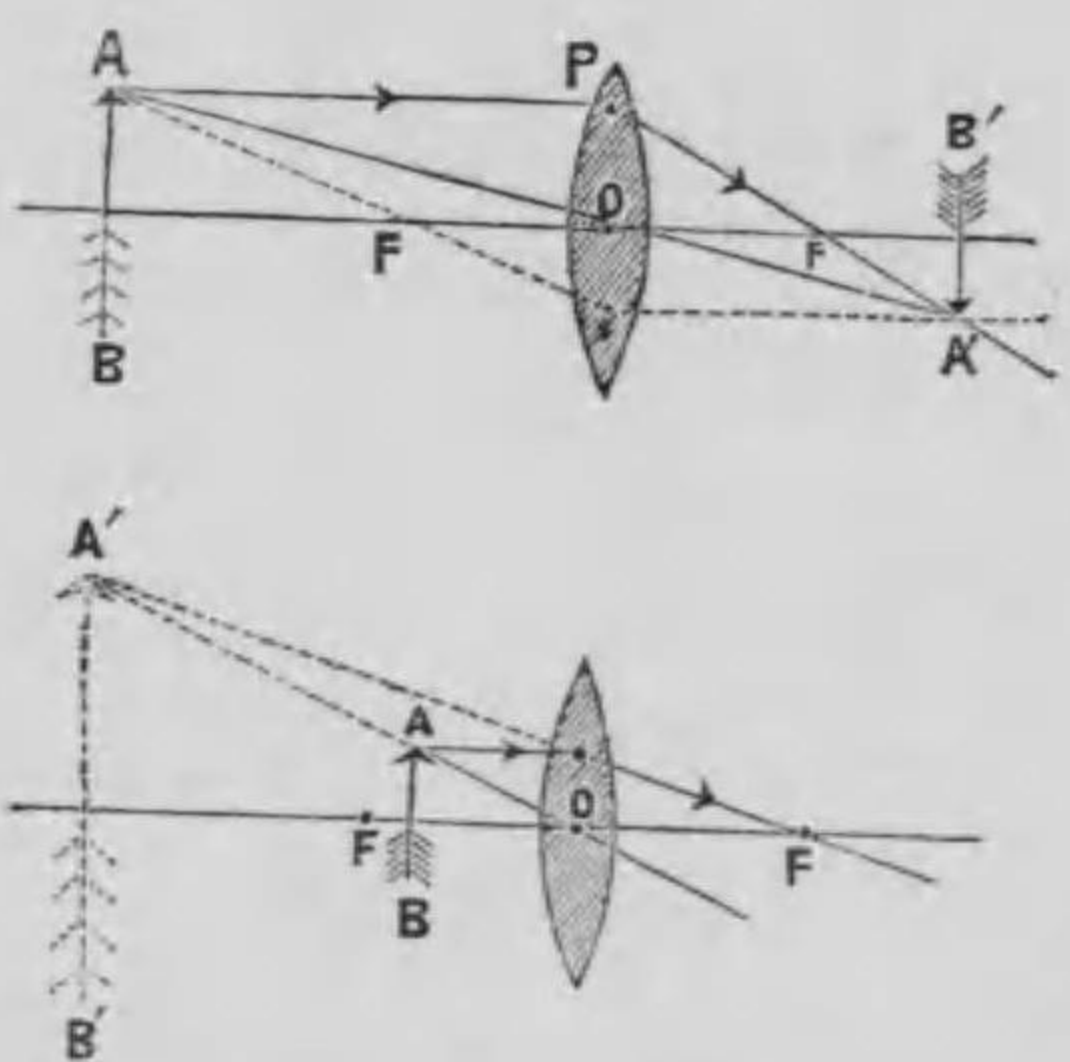
$$\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} = \frac{1}{f}$$

光源が焦点とレンズとの間にある時はレンズを通過せる光は開散すれども其

ま

の延長線はレンズの前方に於ける一点Mに會す。之れ前式に於て ρ が負號となる場合なり。

凸レンズの生ずる像。 レンズによりて生ずる像の位置は鏡の場合と同様にして求め得。凸



鏡の場合と同様にして求め得。凸レンズの焦点よりも外にABなる物体ある時はA点より發する光はそれとレンズの中心とを結ぶ直線AO上の一点に集まり、又軸に平行なる光線はレンズを通過したる後焦点Fの方向に進むを以て、A点の像A'の位置を定め得。同様にしてB点の像はB'に生じ、倒立せる實像を生ず。

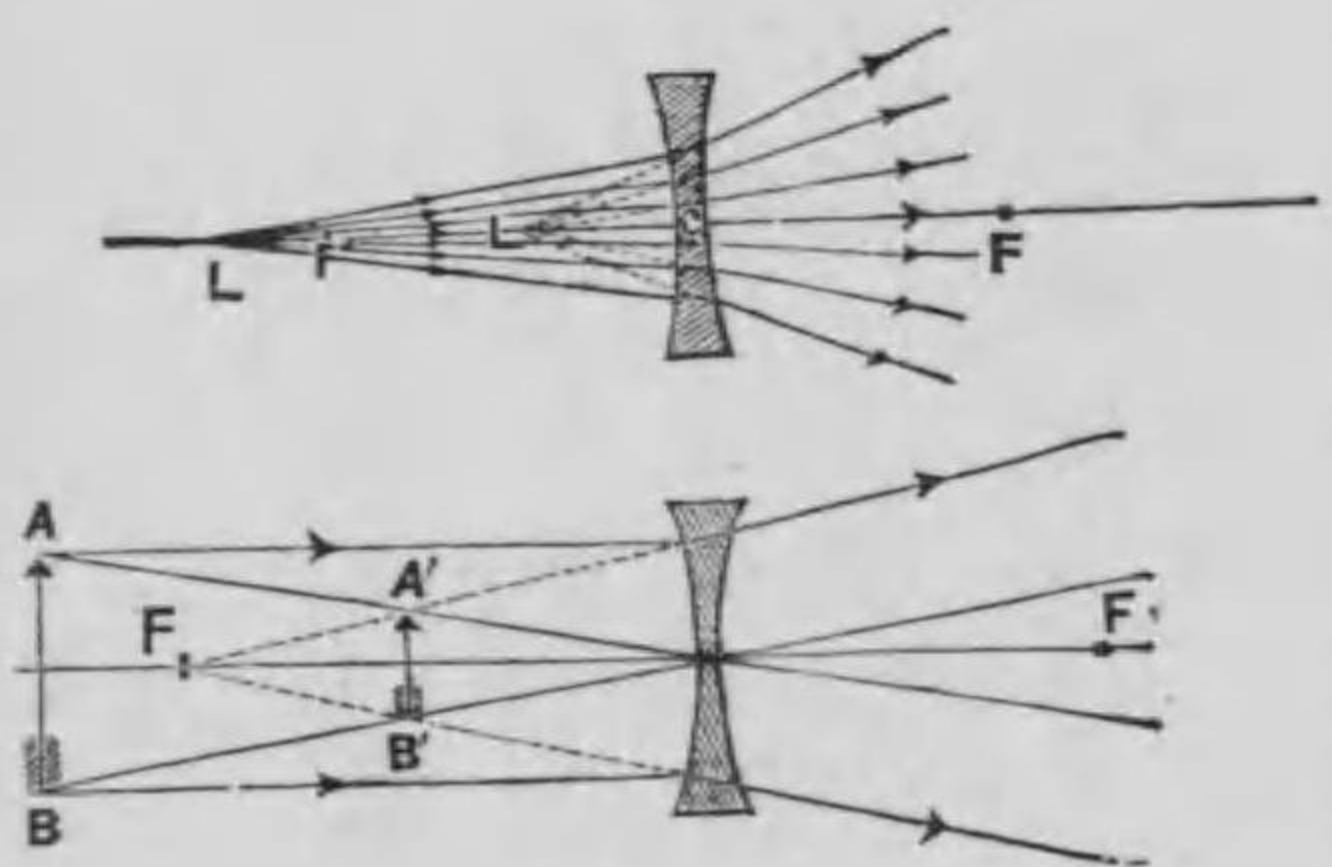
光源が焦点以内にある時は光線はレンズを通過したる後

第九十圖
凸レンズの像

七

開散す。其の延長線の會する點を求めれば正立廓大せる虚像を得。蟲眼鏡は此の理に基く。

凹レンズ。 凹レンズの軸に並行なる光線は通過の後開散し其の延長線は一点に會す。即ち虚焦点にしてこの點とレンズとの距離を凹レンズの焦点距離といふ。光源が有限の距離にある時はこれより發する光は通過の後一層開散す。従て凹レンズは常に光源體の虚像を生ず。其の位置は常に焦点距離以内でありて正立し實物より小なり。



第九十一圖
凹レンズの屈折

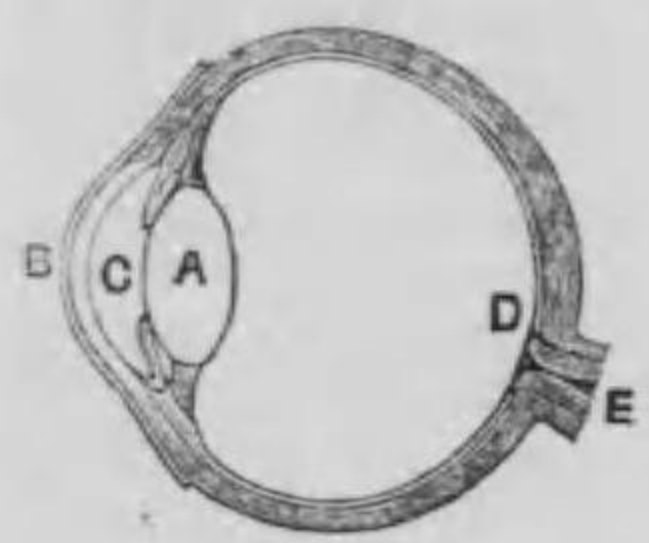
光點、像點、焦點の各距離の關係は凸レンズの場合と同様にして、像を求

むる作圖法も亦同様なり。

第十一章 眼及び光學機械

眼。眼は焦點距離を變じ得る凸レンズに外ならず。レンズの作用をなす部分Aを水晶體といふ。其の前後には之より稍小なる屈折率を有する液あり。前面を保護するものは透明なる角膜Bなり。通過光線の量は瞳孔Cの大きさにより加減せらる。背後の内面Dを網膜といひ、視神經Eの末端其の全面に擴がれり。

光源より發する光は瞳孔に來り水晶體により屈折せられ網膜の上に倒立せる像を生じ視神經に視覺を與ふ。水晶體の形は之を支ふる筋肉の作用により變じ得るを以て、距離



第九十二圖 眼

七三

近眼 (Short sight)

遠眼 (Long sight)

七三

の遠近に拘らず鮮明なる像を網膜上に結ぶ。然れども眼前一五糎以内にある物體は明瞭に見るを得ず。健全なる目は約二五糎を最明視の距離とす。近眼は水晶體の彎曲過多なるか、又は眼球の奥行が過大なるために遠き物體の像が網膜より前方に生じ之を明視し得ざるなり。之を補ふに用ふる近眼鏡は一の凹レンズにして光を適度に開散せしめ以て像を網膜上に作らしむるなり。眼鏡の度は焦點距離を吋にて表したるものなり。遠眼は水晶體の彎曲過小なるか又は眼底淺くして近き物體の像は網膜よりも後方に生ずるものなり。老眼は水晶體の調節筋肉衰弱して遠眼と同じく近き物體を明視し能はざるなり。此等を補ふには凸レンズの眼鏡を用ふ。

目の感覺。物體が網膜上に生ずる像の大小は物體の兩端

視角
(Visual angle)

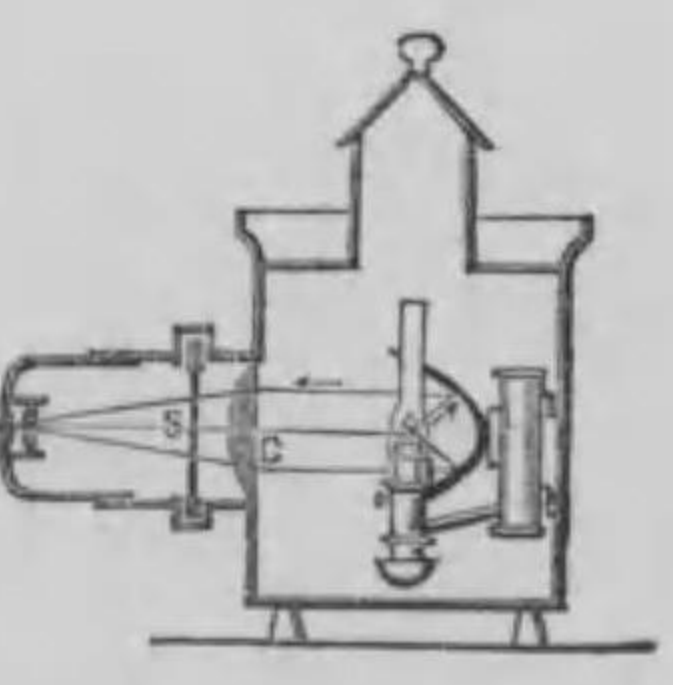
を瞳孔の中心と結べる直線の挟む角度による。之を視角といふ。小なるものも近距離にて見れば視角は大なり。随つて物體の大小を察するには、視角と同時に距離の感覺を要す。吾人が視界を平面と見ずして奥行を感ずるは主として左右兩眼を用ふるためなり。兩眼に映ずる像は其の物體の近き程相互の差著し。吾人は自然の經驗により左右の視神經が受くる像の差の多少により物體の遠近を知るなり。天體の如く遠距離にあるものは左右兩像の差なきを以て其の遠近を察する能はず。實體鏡はこの理を應用し平面なる繪を實物の如く感ぜしむる装置なり。視覺は光源の作用止みたる後も少しく繼續す。落下する花火が線狀に見え、進行する汽車より見れば路上の砂利が流るゝが如く見ゆるは其の例なり。此の理を應用したる

實體鏡
(Stereoscope)

活動寫眞
(Kinetograph)

七四

は活動寫眞なり。即ち運動せる物體を一秒數回の割合にて寫眞を撮り其の順序により速かに之を幻燈に現す時に實際物體が運動しつゝある如く感ずるなり。
幻燈。 幻燈の装置は圖の如く透明畫をSの位置に置き強き光にて之を照し凸レンズLを適宜の位置に置き隔りたる衝立に大なる實像を生ぜしむるなり。レンズC及ランプの後方の反射鏡は光を強く集むる爲めなり。
寫眞。 寫眞機械の主部は内部暗黒なる伸縮自在の箱にして之を暗箱といふ。其の前端には凸レンズありて後壁は摩硝子板にて塞がる。撮影せんとするにはレンズを物體に向はしめ、その像を摩硝子の面に

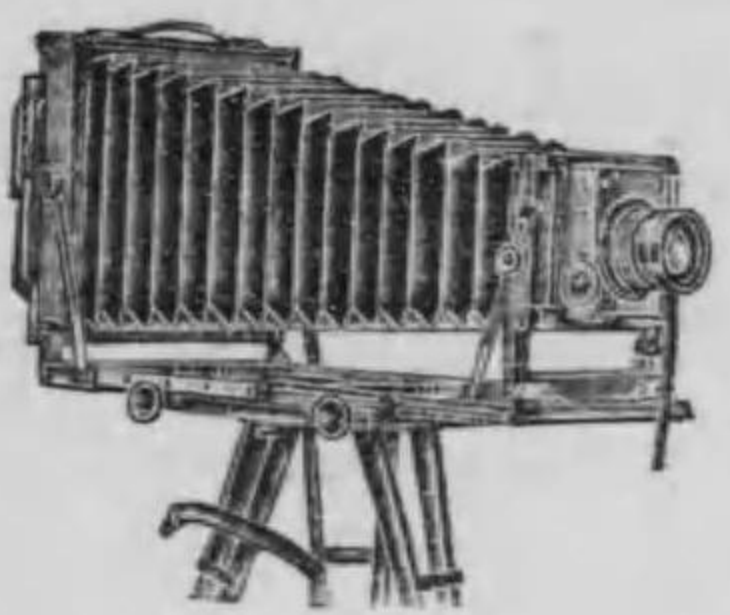


七五

第九十三圖
幻燈
(Magic lantern)
暗箱
(Camera)

乾板
(Dry plate)

生ぜしむ。次に摩硝子の位置に乾板を置き適當なる時間光の作用を受けしむ。通常の乾板は臭化銀とゼラチンとを混和したる乳劑を硝子板に塗布したるものにして、光に當りたる部分は還元せられ易き性質を得。次に之を還元



第九十四圖
寫眞機械
陰畫 (Negative)
現像 (Developing)
定著 (Fixing)
陽畫 (Positive)

劑にて處理すれば光に感じたる部分は速かに銀を遊離し、明暗實物と反對なる畫即ち陰畫を生ず。此の操作を現像といふ。次にチオ硫酸ナトリウム等を含める溶液にて洗ひ、還元せられざりし銀鹽を除去す。之を定著といひ、此くして得たるものを種板といふ。陰畫より明暗實際に相當せる畫即ち陽畫を得るには、銀鹽を塗布せる感光紙を種板と重ねて強き光線に當て、直接に銀を遊離せしめて後、定著法を行ふなり。

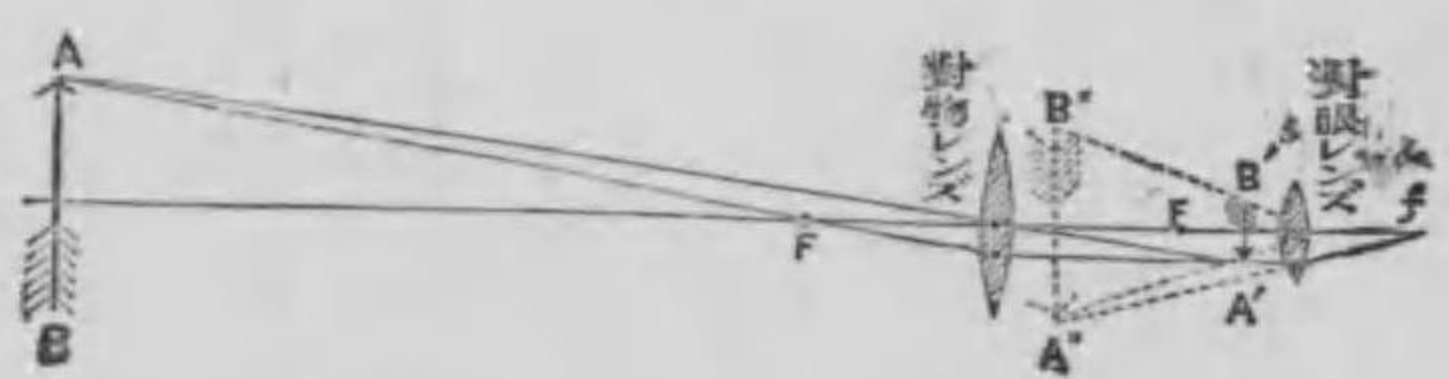
七六

望遠鏡

望遠鏡は伸縮し得る金屬筒の兩端に二個の凸レンズを備へたるものなり。前方にあるものは對物レンズと



第九十五圖
望遠鏡 (Telescope)
對物レンズ (Objective)
對眼レンズ (Ocular)



七七

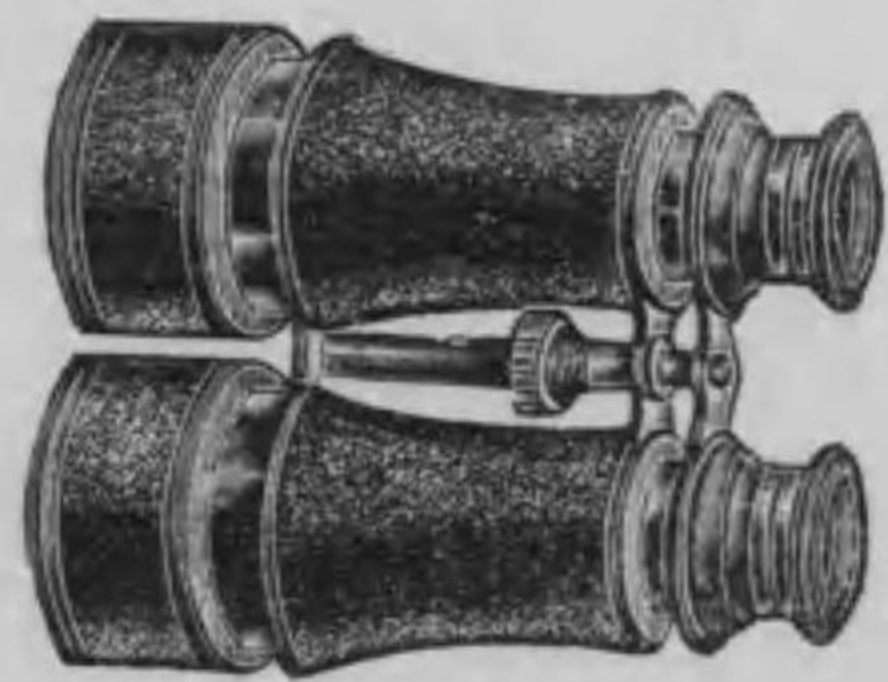
雙眼鏡

通常の雙眼鏡は凸形對物レンズと凹形對眼レンズの焦點距離以内にあらしむれば、之を通じて廓大せる虚像を見得。實物と此の虚像とは互に倒立す。

第六十六圖
雙眼鏡
(Opera glass)

六

ズとを組合せたる望遠鏡の一対なり。對眼レンズは對物レンズと之により生ずべき實像との中間にあり。然る時は對物レンズより來る光線は對眼凹レンズにより開散せられ廓大せる虚像を生ず。此の虚像は正立するを以て地上の物體を見るに便なり。
顯微鏡。 顯微鏡は焦點距離甚だ短き對物凸レンズと對眼凸レンズとを組合せたるものなり。物體を對物レンズの焦點より少しく遠き所に置き廓大せる實像を生ぜしめ、對眼レンズにより更に廓大したる虚像を



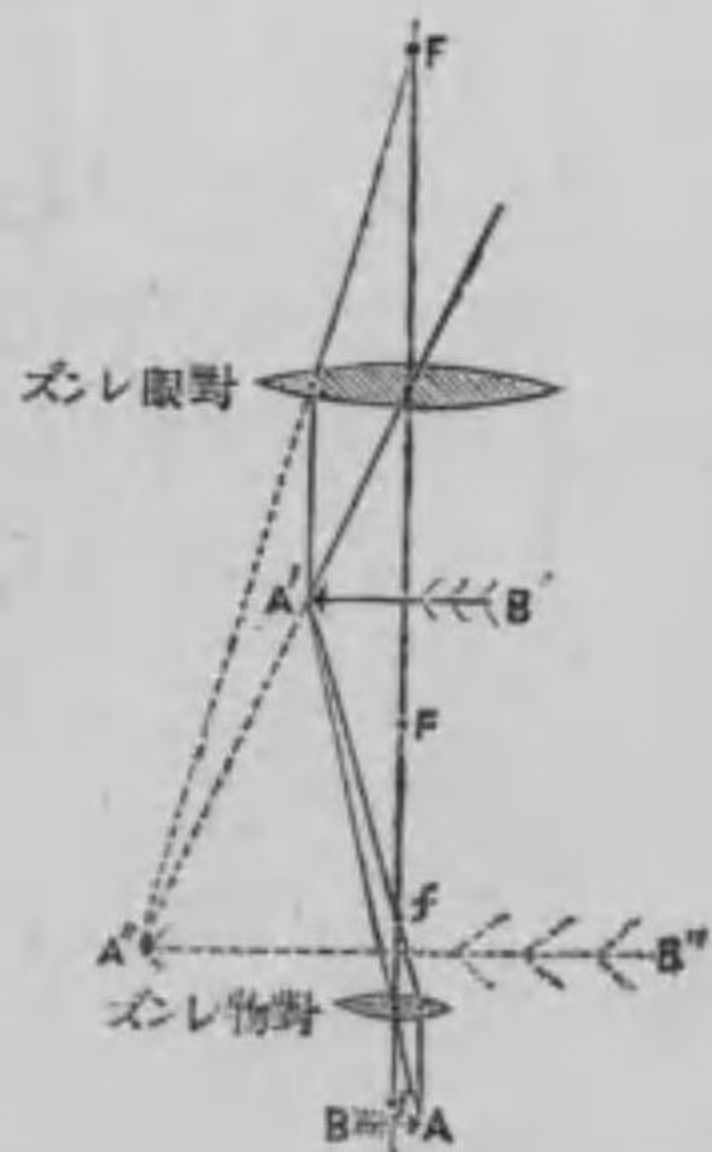
第九十七圖
顯微鏡
(Microscope)
倍率
(Magnifying
power)

七

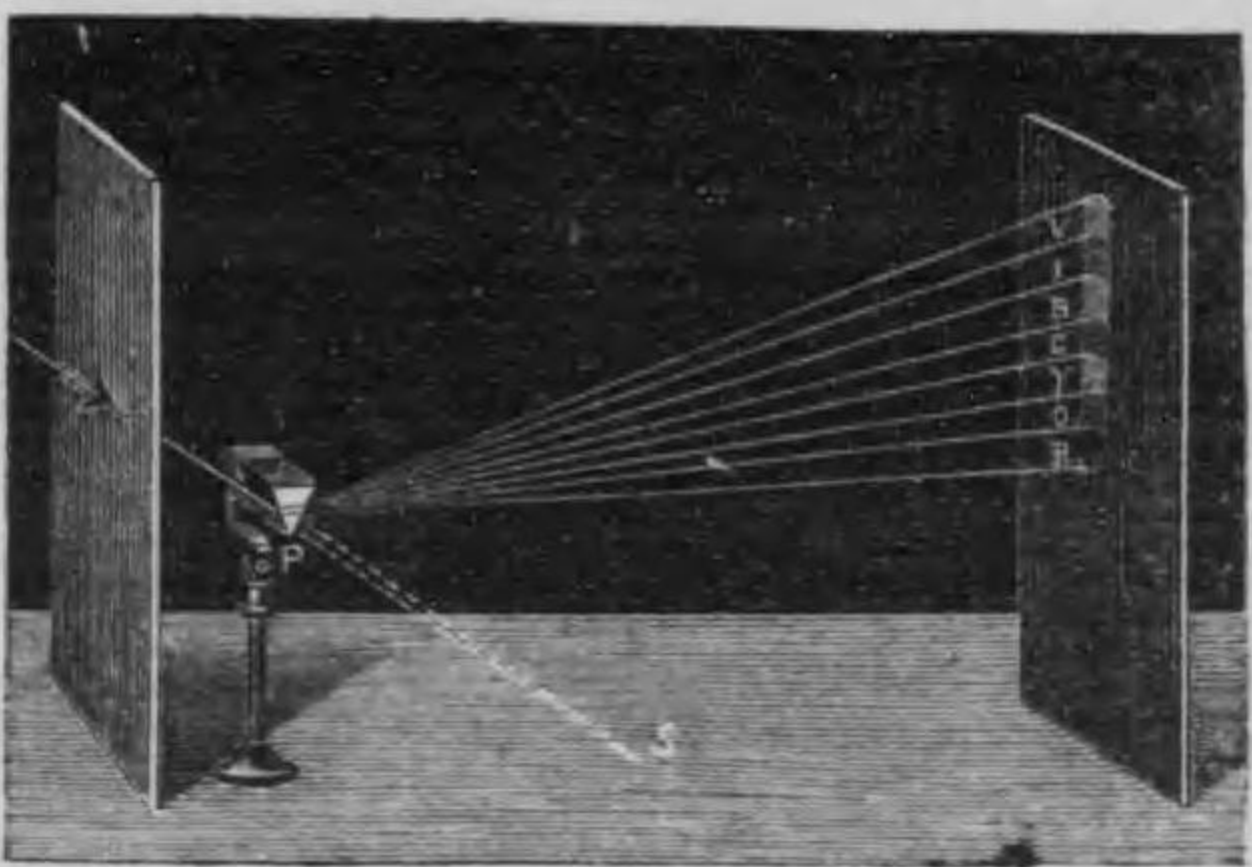
生ぜしむるなり。此の虚像の直径と實物の直径との比を顯微鏡の倍率といふ。

第十二章 色

光の分散。 細隙を通りたる太陽の光をプリズムにあて屈折せしむれば、之を通過したる後散開して進行し、衝立上に美麗なる色帯をなして排列するを見る。次圖の如くプリズムの厚き方が上に向へる時は色帯の順序は赤色最も下にありて、赤、橙、黄、緑、青、藍、堇の順序なり。今厚き方を下に向はしめたる第二のプリズムに此の光を通ずれば、七色の帯は變じて衝立には白き像を生ず。



第九十八圖
光の分散
(Dispersion
of light)
赤 (Red)
橙 (Orange)
黄 (Yellow)
緑 (Green)
青 (Blue)
藍 (Indigo)
紫 (Violet)



第二のプリズムの代りに凸レンズを適當に用ふるも同様の結果を生ず。又此等の七色に染め別けたる圓板を速かに廻轉せしむれば七色相混じて板は灰白色に見ゆ。

此等の實驗により日光は種々の色の光の集まれるものにしてプリズムは之を分解せしことを知る。之れニウトンの發見せるところにして、斯く光の分解する現象を分散といふ。

光の分散を起す所以は各色の光がそれぞれ屈折率を異にするためにして、赤光は屈折率最小なるを以てフレ最も少く、紫光は屈折率最も大なるがために最も多く方向を變ず。即ち屈折率に僅かづゝの差ある色光

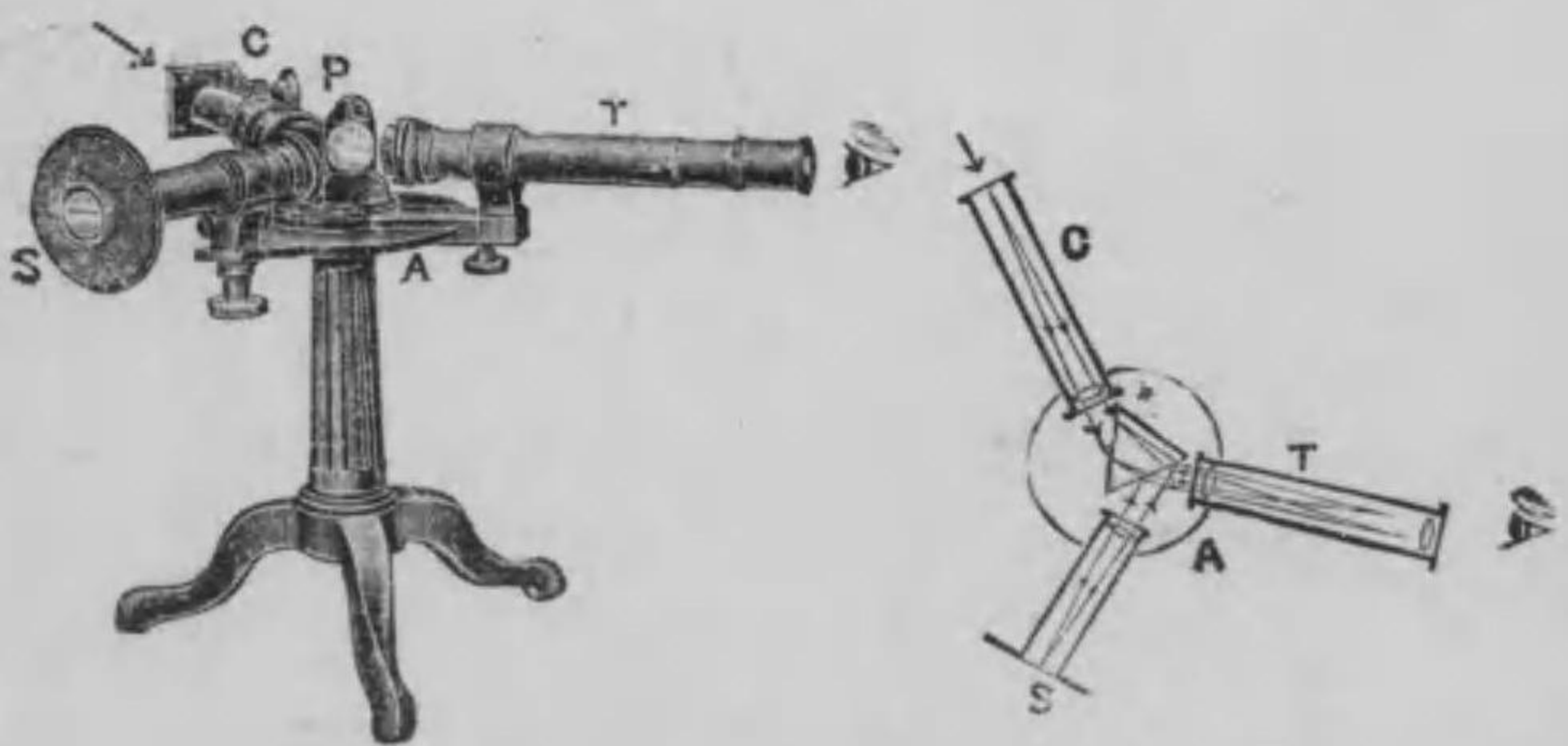
スペクトル
(Spectrum)
複光
(Polychromatic
light)
單光
(Monochromatic
light)

第九十九圖
分光器
(Spectroscope)
コリメーター
(Collimator)

ハ

が別々に細隙の像を生じて相連続し色帯を形成せるものなり。此の如く光の分解せられて生ずる細隙の像の配列をスペクトルといふ。日光の如く數種の光の混ざるものを複光といひ、之を組成する各色光を單光といふ。

分光器 分光器はスペクトルを観測するに用ひらる。圖の如く圓板Aの上にプリズムPを載す。Cはコリメーターと稱する圓筒にして、其の外端に細隙あり、内端にレンズありて細隙より入り來たる光を並行光線としプリズムに投射せしむ。かくて屈折分



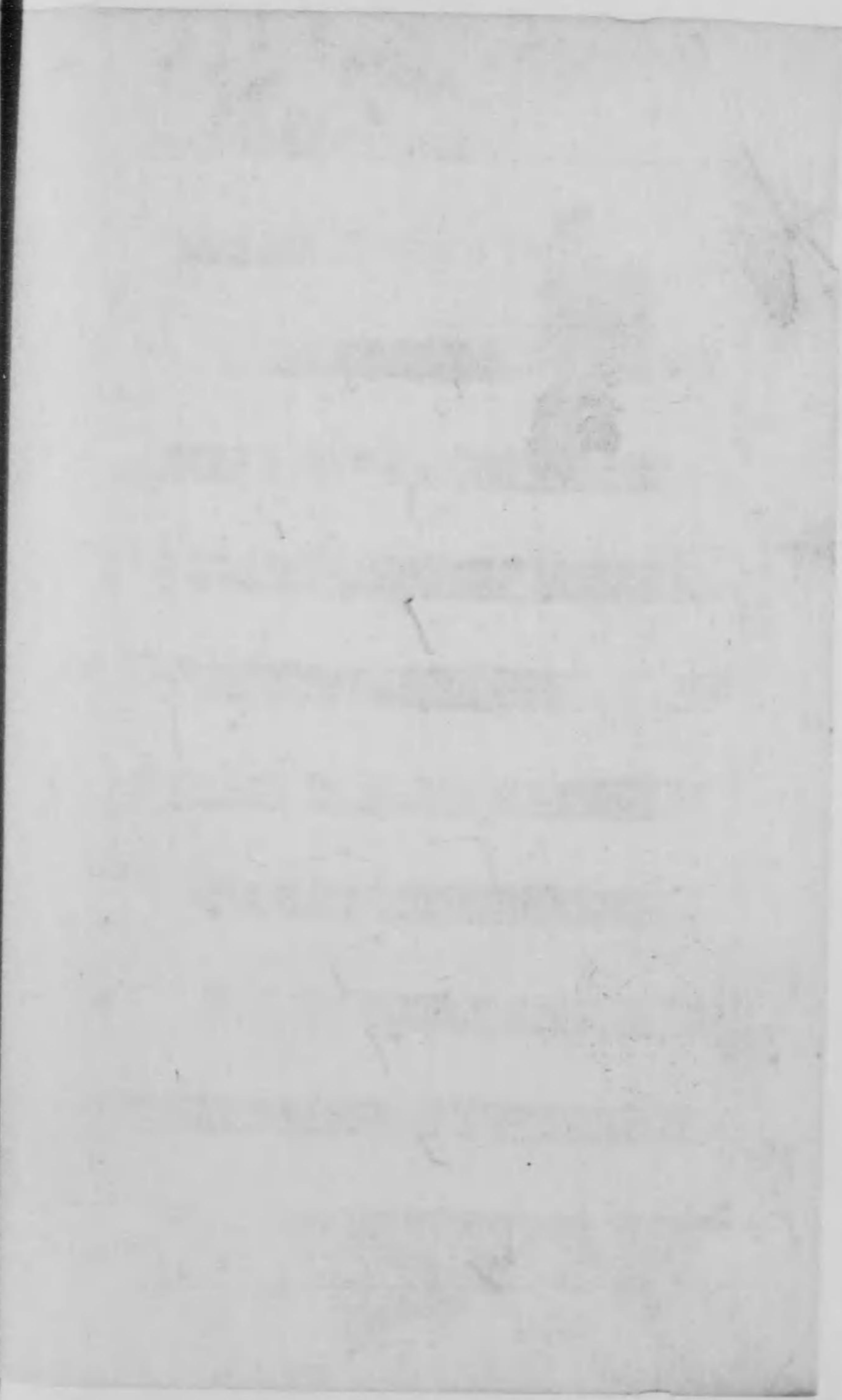
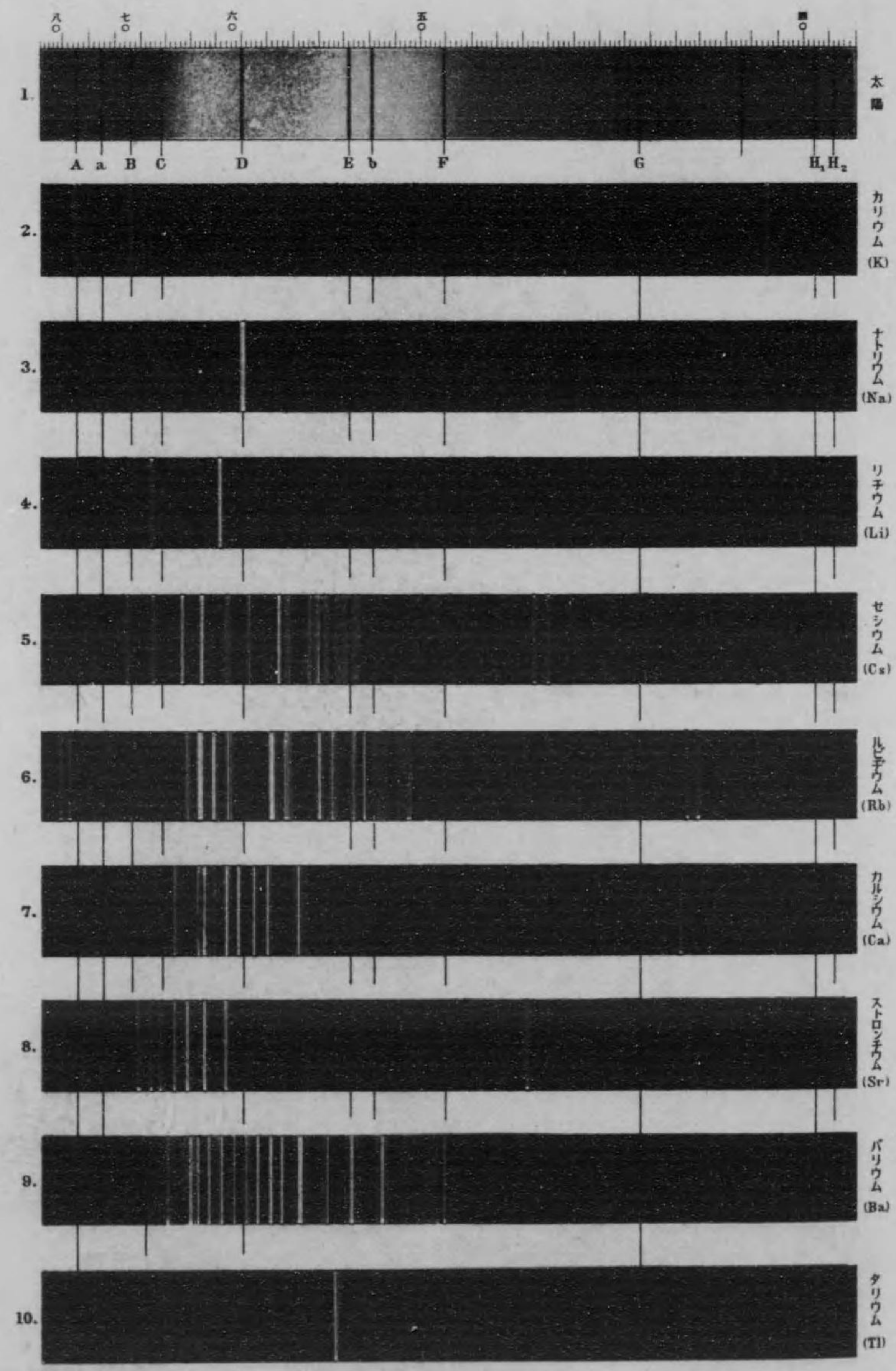
散せられたる光は望遠鏡 T に入り目に達す。又 S 筒は尺度管と稱し、その外端に微細なる物指あり。物指を照す光はプリズムの面より反射して望遠鏡に入る。かくしてスペクトルと物指とを同時に見て各色の位置を定む。

八一

輝線スペクトル
(Line spectrum)

スペクトルの鑑別。 鹽化ナトリウム及び鹽化カリウムをブンゼン燈にて熱し、其の光を分光器にて檢すればナトリウム鹽にては一本の黄色線を見、カリウム鹽にては二本の赤色線と一本の堇色線を見る。此の如く輝きたる線より成るスペクトルの種類を輝線スペクトルといふ。着色焰又は氣體中にて電氣の火花を飛したるとき生ずる光は主として輝線スペクトルより成る。

電燈の光を分光器にて檢すれば各色相連りて帶狀をなすを見る。此の如く切れ目なき色帶をなせるスペクトルを



連続スペクトル
(Continuous spectrum)

スペクトル分析
(Spectrum analysis)

八三

連続スペクトルといふ。高温度にある固体或は液体の光は主として連続スペクトルなり。カリウム鹽とナトリウム鹽とを混じてブンゼン燈にて熱し其のスペクトルを検すれば輝線の位置により直ちに此の二元素の存在を知り得。此の如くスペクトルによりて物質を判定する方法をスペクトル分析といふ。此の方法は甚だ微量に存在する元素をも検出し得べく、之によりて初て発見せられたる元素多し。又スペクトルの種類を見て發光體の態種を判定し得べし。例へば太陽のスペクトルは概ね連続スペクトルなるを以て、其の實質は氣體ならざるを知る。之に反して主として輝線スペクトルを生ずる星は其の實質氣體なるを知る。

色消しレンズ。レンズはプリズムの集合と看做し得べき

色収差
(Chromatic
aberration)

第百圖
色消レンズ
(Achromatic
lens)

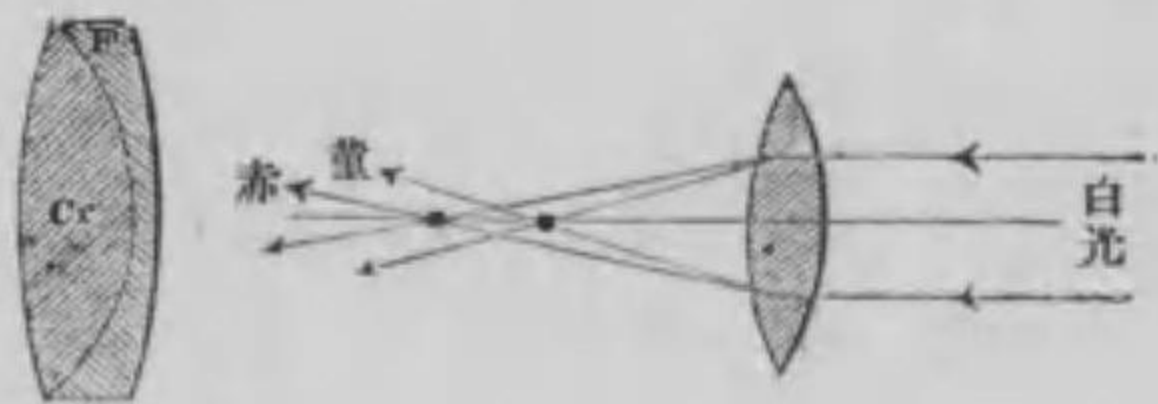
虹
(Rainbow)

八三

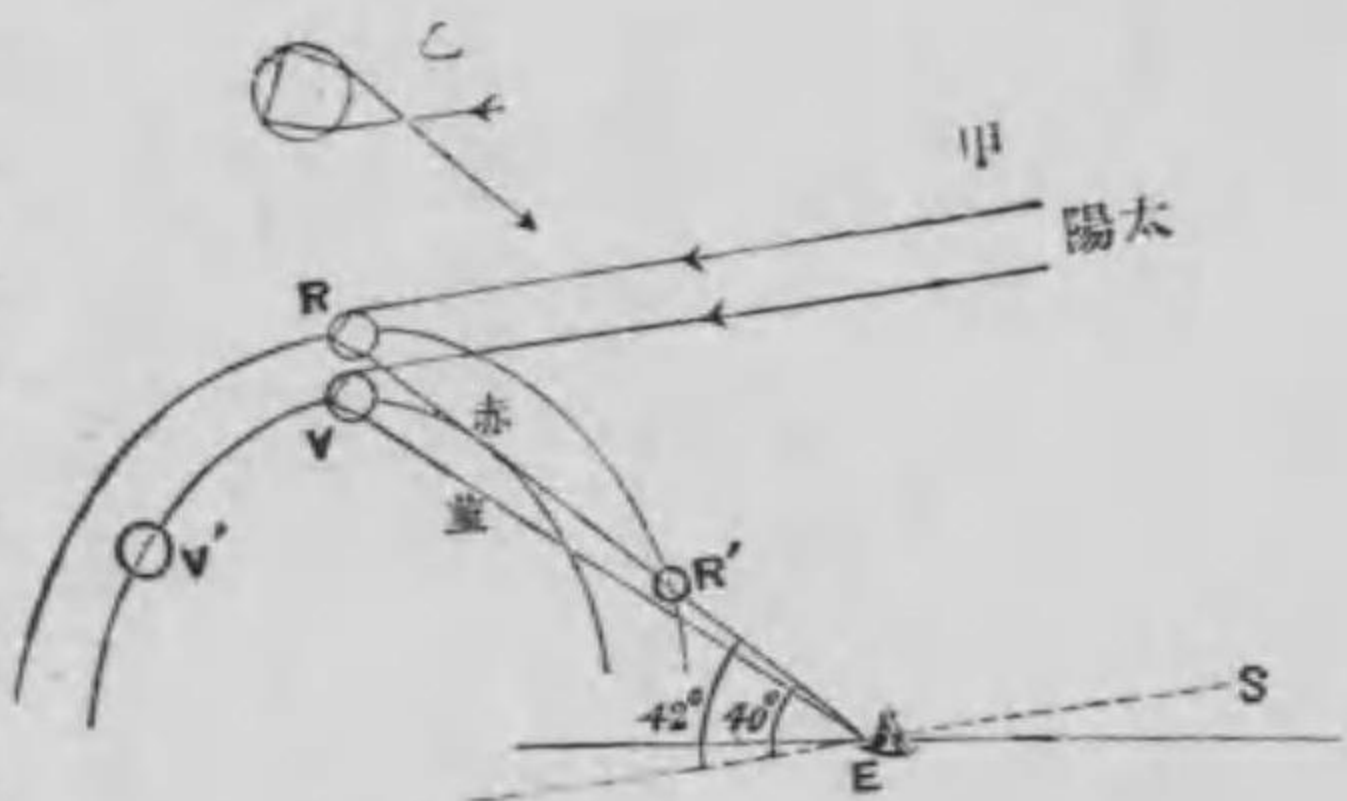
を以て、之を通過せる日光は各色の屈折率異なるために分散し、赤は遠く、莖は近く其の焦点を結ぶべき理なり。従て單一なるレンズにより單一の焦点を得ること能はず。此の現象をレンズの色収差といふ。

色消レンズは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相接して重ねたるものなり。凸レンズにより強弱種々に収斂されたる色光を凹レンズによりて之に相當したる度合に分散せしめ、以て各色の焦点を殆ど一致せしむるなり。

虹は日光が空気中の水滴によりて反射屈折せられ分散を起すために生ずる現象なり。日光が水滴に入れば一度屈折し、次に内面にて反射したる



第百一圖
虹



後再び屈折して空気中に出づ。赤光については入射光線と四二度の角をなす方向に屈折して出づること最も強く、莖光は四〇度の角に於て最も強し。今、圖甲に於てEを目の位置とすれば之と太陽とを結ぶ直線ESと四〇度の角をなす方向にある水滴V'等は目に莖光を送る。次にESと四二度の角をなす方向にある水滴R'等は目に赤色を送る。斯くして莖色を内側とし、赤色を外側とし、視角約二度の幅を有する輪状スペクトルを見る。是れ即ち虹にして其の位置は常に太陽と反対の方向にありて、虹輪の中心はES線上にあること明かなり。又圖乙の如く雨滴内にて二度反射し空気中に出づる

八四

光は通常の虹の外側に第二の虹を生ず。通常其の光度弱くして認め難し。此の虹は赤を内側とし堇を外側とす。

吸収スペクトル。プリズムにて日光を分解する時細隙を赤硝子にて蔽へば、スペクトルの中赤色の部分のみを残す。即ち赤色の光のみ赤硝子を通過せるなり。又赤硝子を反射光線にて見るも他種の色を認めざるを以て、赤以外の光が反射し去りたるにも非らず。即ち此の場合には赤以外の光は吸収せられたるなり。

電燈の光を、ナトリウム鹽を入れたる焰を通過せしめ、之を分光器にて檢すれば、電燈の生ずる連続スペクトルの中に一本の黒線あり。其の位置はナトリウムの輝線スケベトルと一致す。電燈はナトリウム焰よりも高温度にして、其の發する種々の光の中ナトリウムの輝線に相當する部分

吸収スペクトル
(Absorption spectrum)

フラウンホー
フェル線
(Fraunhofer line)

八五

は焰中にあるナトリウム蒸氣により吸収せられたるなり。此の如く吸収により生ずるスペクトルを吸収スペクトルといひ前記の如く線状をなすこともあり又帶状をなすこともあり。

太陽のスペクトルを詳細に檢すれば連続スペクトルの中に數多の黒線あり。其の發見者の名を冠してフラウンホーフェル線といふ。此等の線の位置は水素、ヘリウム、ナトリウム、鐵等の元素の輝線スペクトルと其の位置同じきが故に、此等の元素の蒸氣が太陽の外圍の温度稍低きところにおいて内部より發する光を吸収せることを知る。

物體の色。不透明體の色は特種の光を反射するに基く。白き物體は何れの色光をも良く反射するものにして、從て赤光にて照せば赤く見え、綠光にて照せば綠に見ゆ。黒き

物體は光を悉く吸収するものにして、何れの光にて照すも黒し。其の他、色ある物體は皆其の色のみを著しく反射するものなり。透明體の色は多く通過する光の種類による。例へば色硝子、染料の溶液等の如し。硝子、水の如きは日光を其の儘通過するを以て無色なり。然れども硝子粉、雪は白色なり。之れ粉末狀に於ては光線の進行甚だ複雑にして其の大部分が再び入射面に出て來たるを以てなり。繪具、塗料等は多く細粉狀をなせるものを含み、光の或種類を吸収して殘部を前面に反射し、各色を呈するなり。

色の混合。 太陽の光は連續せる七色より成れども、次の各對の光を適當の割合に合するも亦白光を得。

餘色
(Complementary
colour)

赤 橙 黄 黄綠
青綠 青 藍 堇

八六

原色
(Fundamental
colour)

此の如く相合して白色を生ずる二種の色は互に餘色なりと云ふ。又赤、黄、青の三色を適當に混ざれば殆んど任意の色を生ぜしめ得。此の三色を原色といふ。三色版は之を應用して作れるものなり。

光を混ざる場合と繪具を混ざる場合とは結果大に異なる。例へば黄色光と藍色光とは互に餘色にして之を混ざれば白色光を生ずれども、此の二種の繪具を混ざれば綠色を得。黄色の粉末は日光中の青、藍、堇を吸収し、藍色の粉末は赤、橙、黄を吸収し、各其の殘部を反射す。故に此の混合物を日光にて照せば七色中唯綠のみ反射せらるるなり。總て光を混ざれば光量を増して白色に近づき、之に反して繪具を混ざれば反射光の量を減じ却て黑色に近づくなり。

八七

第十三章 光波と輻射

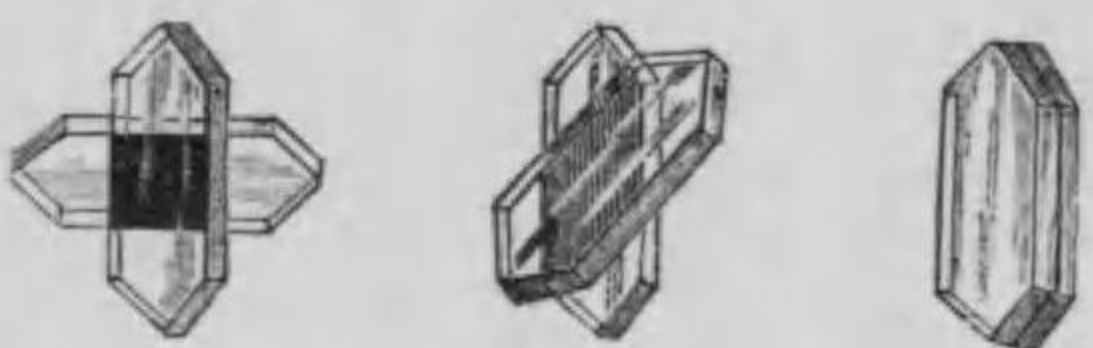
光波。 空氣中にある物質が振動すれば音波を生ずると同様に、光エーテル中にあるものが適當の振動をなせば其の中に光波を生じ四方に傳播す。音の強さは音波の振幅による如く光の強さも亦光波の振幅大なる程大なり。音波が波長及び其の組合せにより種々の調子及び音色を生ずる如く、光波も亦波長と組合せにより性質を異にすべし。是れ即ち色にして、スペクトルの一定の部分は一定の波長を有す。例へばナトリウムのスペクトルの黄色は波長約〇・〇〇〇五九糎なり。赤光の波長は約一〇萬分の八糎にして、スペクトルの順序に随ひ小となり堇光の波長は約一〇萬分の四糎なり。

八八

偏光
(Polarised light)

光は波動なるを以て音波に於て見たる如く干涉の現象を起す。石油は元來無色なるも水の表面に薄く擴がりたるものは種々の美しき色を呈す。是れ石油の上面より反射したる光と石油と水との界面より反射したる光との干涉によるなり。即ち石油の層の厚さと光の波長との關係より、光波の山と山と重なるものは強さを増し他種のもものは然らざるにより、白光の中特種の色を示すなり。
偏光。 音波は空氣の縦波なるが、光波は之と異り光エーテルの横波なり。通常の光に於て進行の方向を前方とすれば其の振動は上下左右總ての方向に起りつゝあり。然るに次の如き方法によれば振動の方向一定せる光を得べし。之を偏光といふ。
電氣石と稱する鑛物を結晶の主軸に並行に切りて作りた

第二百二圖
偏光



る板は、透明にして稍青緑色を帯ぶ。此の板二枚を重ねて透し見れば夫等の結晶軸が互に平行なる位置にある時は能く光を通すと雖も、一枚を廻轉する時は漸々暗くなり、之を直角だけ廻轉すれば全く暗黒となる。是れ電氣石の板は振動の方向一定せる光波のみを通過し、此の板を通過したる光は偏光なるを以てなり。即ち二枚の板の結晶軸が互に直角なる時は、一枚を通過せる偏光は他の板を通過し能はざるなり。

八九

複屈折。 方解石の良き結晶を通して文字を見れば二重に見ゆ。此の如き結晶の中には、光線が二つの方向に屈折せらるる爲めに、一つの光點も目に二個と見ゆるなり。此の現象を複屈折といふ。此の場合に生ずる二種の屈折光

第二百三圖
複屈折
(Double refraction)
ニコルのプリズム
(Nichols Prism)

九〇

は共に偏光にして其の振動の方向は互に直角なり。方解石を適當の形に加工したるものは偏光を得る装置として屢用ひらる。ニコルのプリズムと稱するもの之れなり。

莖外線。 空氣の縦波には波長及び振動數種々あり得れども其の中音として耳



莖外線
(Ultraviolet ray)

に感ずるものは一定の範囲内にあり。光波に就ても目に感覺を起すものは赤莖の間にあるスペクトルのみにして、之れ以外の波動は目に見る事能はざるなり。分光器に寫眞装置を附しスペクトルを撮影すれば、莖色よりも更に波長小なる部分に幾多の線を現はす。此の部分を莖外線と稱し目に感ぜざれども寫眞板に感ずる作用強

化學線
(Actinic ray)

し。故に或は化學線ともいふ。通常無色透明に見ゆるものも莖外線を吸収するもの多し。此の部分を能く通過せしむるものは石英硝子、螢石等なり。

九二

赤外線。光が物體に吸収せらるる時は通常熱を發す。發熱作用は青色以下の波長のもの弱くして波長大なるもの強し。而して赤以上の波長に相當する部分も亦發熱作用あり。即ち此の部分は目に感ぜずして發熱により知り得るものなるを以て赤外線或は熱線といふ。

赤外線

(Infrared ray)

熱線

(Heat ray)

眞空を通じて熱が輻射することはスペクトル各部の發熱作用を總括して觀察せるものにして、輻射熱とは此の作用を其の効果の方面より命名せるなり。

九三

輻射線。視覺を起す光線、莖外線、赤外線は共に光エーテルの横波にして唯其の波長を異にするのみなり。反射屈折

輻射線
(Radiant ray)

可視線
(Visible ray)

暗線
(Dark ray)

赤熱
(Red heat)

白熱
(White heat)

九三

等の關係は何れに就いても皆同様なり。此等を總稱して輻射線といふ。赤莖の間目に感ずる部分は可視線ともいひ、之れに對して他の部分を暗線ともいふ。高溫度に耐ゆる固體を熱すれば溫度上るに隨ひ先づ赤外線を發し、約六〇〇度に到れば赤光を發して赤く見ゆ。所謂赤熱なり。更に熱せらるれば漸々波長小なるスペクトルを發し、約一六〇〇度に達すれば可視線の全部現はる。所謂白熱なり。此の關係を應用してスペクトル各部の強弱を検すれば、發光體の溫度を推定し得べし。例へば此の法により太陽の溫度は約六〇〇〇度と認めらる。螢光と燐光。日光にあたれる石油は淡藍色を呈し、日光を遮れば其の色止む。此の種の物質は白光を受けて其の一部を特種の光に變じ之れを周圍に出すなり。斯る現象を

螢光といふ。フリユオレシンと稱する色素のアルカリ性溶液、白金シアン化バリウム等は螢光作用に富むものなり。硫化カルシウムの適當に製したるものを日光にあて之れを暗室内にて見れば稍青き光を放つ。此の如く光源を去りたる後も自ら發光する現象を燐光といふ。

螢光及び燐光は物體の溫度低きも生ずるなり。螢及び燐と直接の關係なし。

第四篇 電磁氣

第十四章 磁氣

九四

磁氣 (Magnetism)
磁石 (Magnet)
棒磁 (Bar magnet)
馬蹄磁石 (Horseshoe magnet)
磁針 (Magnetic needle)
電磁石 (Electromagnet)

磁石。鐵棒に絶縁物にて被覆せる導線を卷付け、之に電流を通ずれば、鐵粉を吸引する性質を帶ぶ。鐵棒が適當なる組成の鋼鐵なる時は電流を斷ちたる後も猶鐵粉を吸引す。此の特殊なる現象を磁氣の現象と云ひ、磁氣を有する物を磁石と稱す。通常用ふる磁石は形により棒磁石、馬蹄磁石、磁針等あり。電流を通ずる時のみ磁氣を生ずるものは電磁石といふ。



磁針を水平面内に自由に廻轉し得る様に置く時は殆んど正南北の方向を採る。北に向ふ端を磁石の北極Nといひ、南に向ふ

第四百四圖 磁石

第五圖
磁石間の力



端を磁石の南極Sといふ。磁針を鐵粉中に入れ取り出せば鐵粉は主として南北兩極に附着す。即ち兩極は磁氣の作用最も強き部分なり。

一の磁石に他の磁石を近づければ同種の極は相斥け、異種の極は相引く。磁石が他

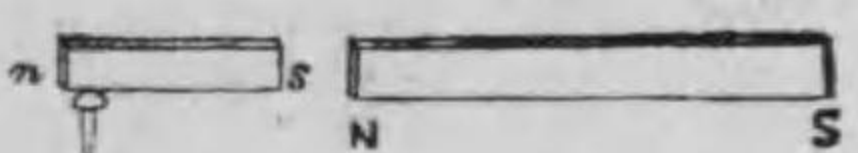
の磁石に作用し或は鐵粉を吸引する等磁氣により生ずる力を磁力と云ふ。

實驗によるに磁力は陰陽兩電氣の間に作用する力と似たる關係を有す。即ち次の如し。

甲磁石の極と乙磁石の極との間に作用する力は各極の強さに比例し、相互の距離の二乗に反比例す。之れ亦クーロムの定律と云ふ。

磁力
(Magnetic force)

第六圖
磁氣の感應
(Magnetic Induction)



磁氣の感應。磁石の一極に近く鍊鐵棒を置く時は此の棒が又磁石となるを見る。斯る現象を磁氣の感應と云ふ。感應に於ては原磁石の北極に近き部分には南極を生じ、他端に北極を生ずるなり。鐵片或は鐵粉が磁石に吸引せらるゝは感應により磁氣を生ずる爲めなり。

純粹に近き鐵は感應により強き磁石となれども、感應の原因を去れば殆ど磁氣を失ふ。然るに鋼鐵は感應の原因を去りたる後も猶磁氣を帶ぶ。磁石として用ふるには磁氣を永く保存する事必要なるを以て、人造磁石は適當の鋼鐵を以て製す。

感應により磁石に吸引せらるゝ物は鐵の外ニツケル、コバルト等あり。又磁鐵鑛の如き化合物も此の性あり。此等

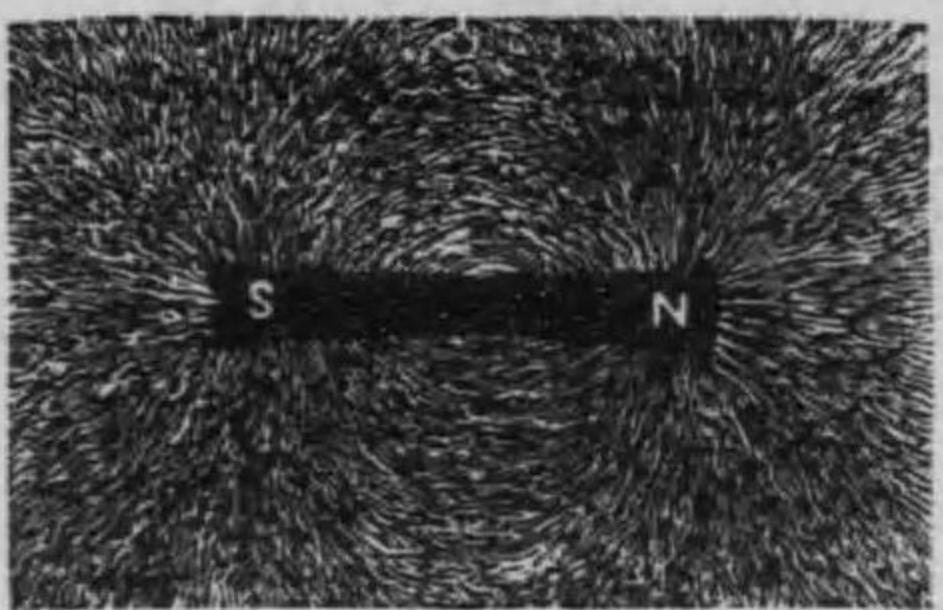
常磁性體
(Paramagnetic
substance)

九六

磁場
(Magnetic field)

を總稱して常磁性體と云ふ。
磁場。磁力の作用する場所を磁場と云ふ。鐵粉を撒布し

第百七圖
磁場内の鐵粉



磁力線
(Lines of
magnetic force)

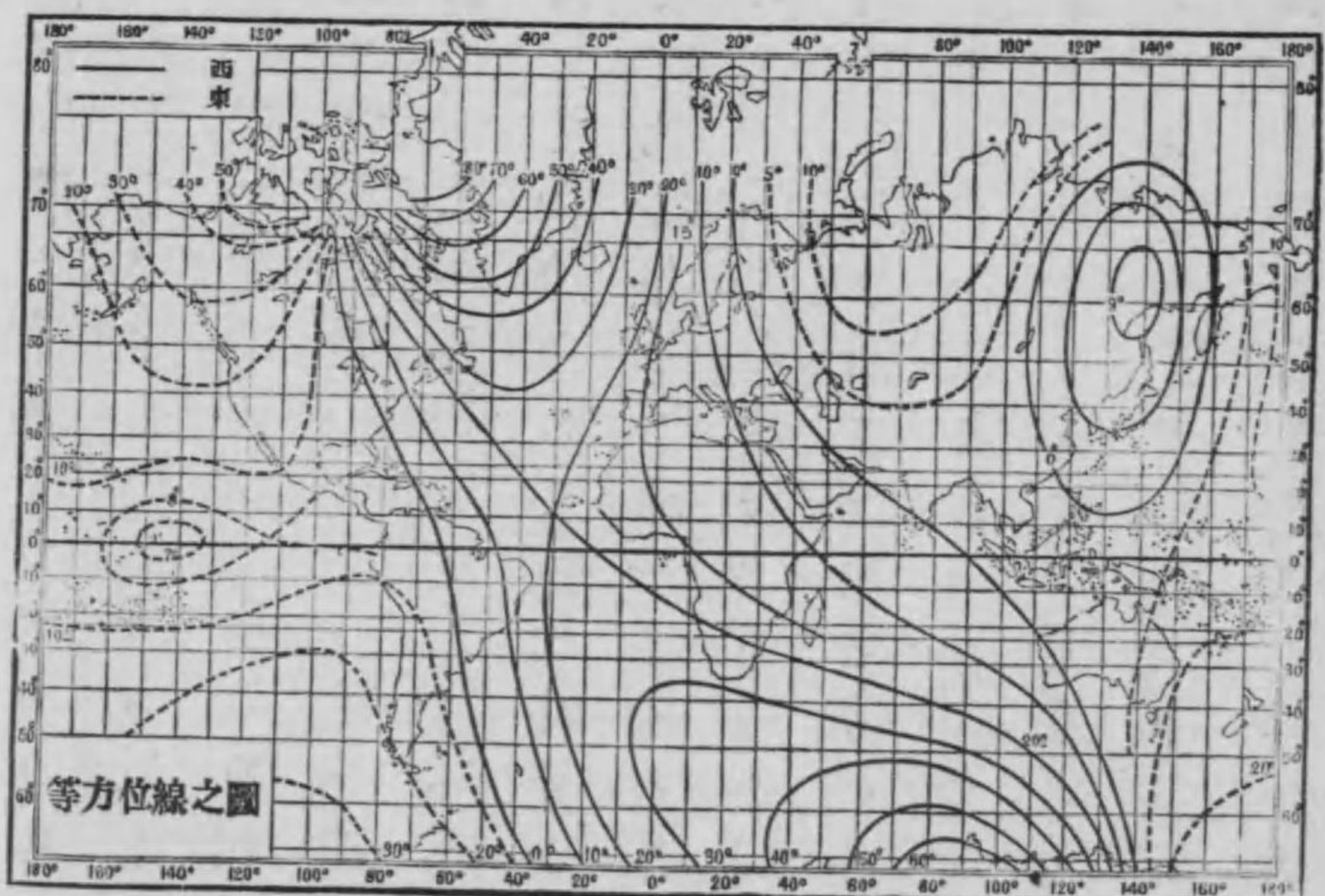
九七

示すものにして、斯の如き曲線を磁力線と云ふ。磁力線は
兩極の近傍に最も密集し、之を遠ざかるに従ひ疎となる。
其の疎密は磁場内の磁力の強弱を示す。
磁石の組織。一の棒磁石を中央より二つに折れば、各兩極
を備へたる二個の磁石となる。磁石が一本なりし初めよ

九八

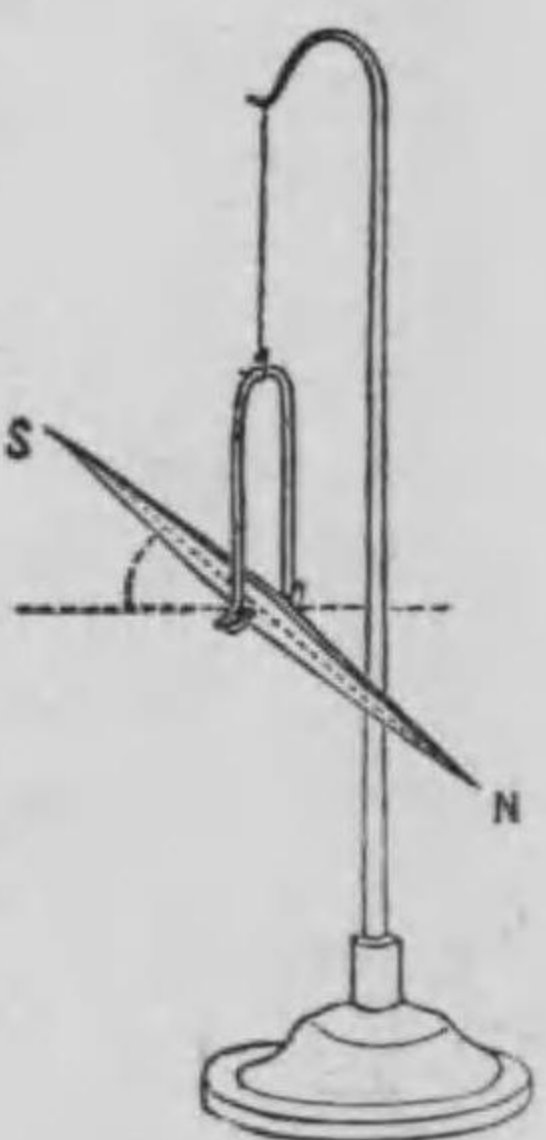
り中央部には南北兩極ありしも、唯其の作用互に打ち消し
たる爲め之を認め得ざりしものと考ふれば、此の事實を説
明し得。此の關係は磁石を如何に細分するも同様なるを
以て常磁性體の分子は皆小磁石なりと看做し得。
常磁性體が磁場に在らざる時は各分子磁石の方向は亂雜
にして全體として極の性質を顯はさず。然るに之を磁場
に置けば各分子磁石は磁力の爲めに一定の方向に配列せ
んとす。其の結果は即ち磁氣の感應に外ならず。純鐵が
感應により強き磁性を帶ぶるは分子磁石が一定の方向に
整列し易きによる。
地球の磁場。磁針が殆ど南北に向ふ事に依り地球の周圍
は磁場なる事を知る。即ち地球は北方を磁氣の南極とし、
南方を磁氣の北極とせる一大磁石なり。

方位角
(Declination)
第百八圖
磁力の等方位
線



水平面内に廻轉する磁針の指す方向は少しく正南北と異なる。我が國にては磁針の北極は正北より西に偏する事約五度の方向を指す。斯の如き差角を方位角と云ふ。方位角は地方によりて大差あり。圖に於て實線は方位角の西偏を示し、點線は其の東偏を示す。磁針の重心が兩極を結ぶ直線上にあるものを採り、其の重心を貫きて之を吊せば、磁

第百九圖
伏角
(Dip)



針の採る方向は地球磁石の磁力線の方向なり。此の場合に北極は水平線より著しく下方に傾くを見る。我が邦にては磁針と水

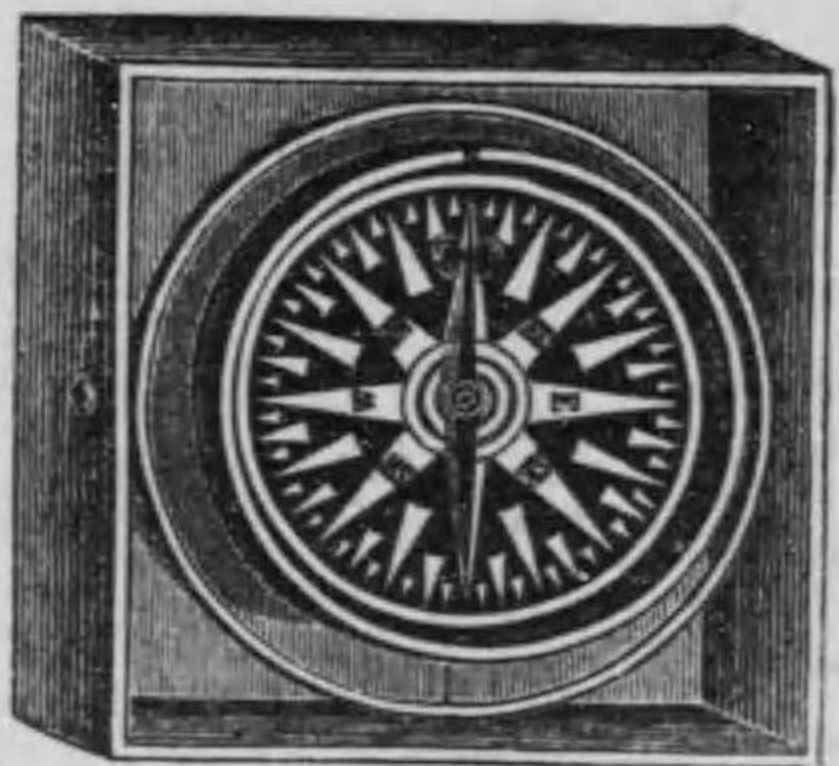
平面となす角度は四〇—六〇度なり。此の如き角を伏角と云ふ。伏角も亦地方により大差あり、南半球にては南極下に傾く。

水平磁力
(Horizontal
magnetic force)

九九

地球の磁氣を定むる要素として方位角及び伏角の外、猶水平磁力を知るを必要とす。此の値は單位と定めたる磁極に對して水平の方向に作用する地球の磁力を云ふ。同じ場所に於ても此の三要素は時により變ず。羅針盤。圖は航海用の羅針盤を上方より見たるものなり。盤面には二進法により等分せられたる方位を記し、盤の裏

第一百十圖
羅針盤
(Magnetic compass)



るなり。

面には平行に列べたる幾多の磁針附着し、其の方向は盤面の南北と一致す。羅針盤を支ふるには、船如何に動揺するも圓板を常に水平に保つ装置あり。航海者は羅針盤の指す方向と其の場所に於ける方位角とを知りて船の方向を求む

第十五章 電流と磁氣

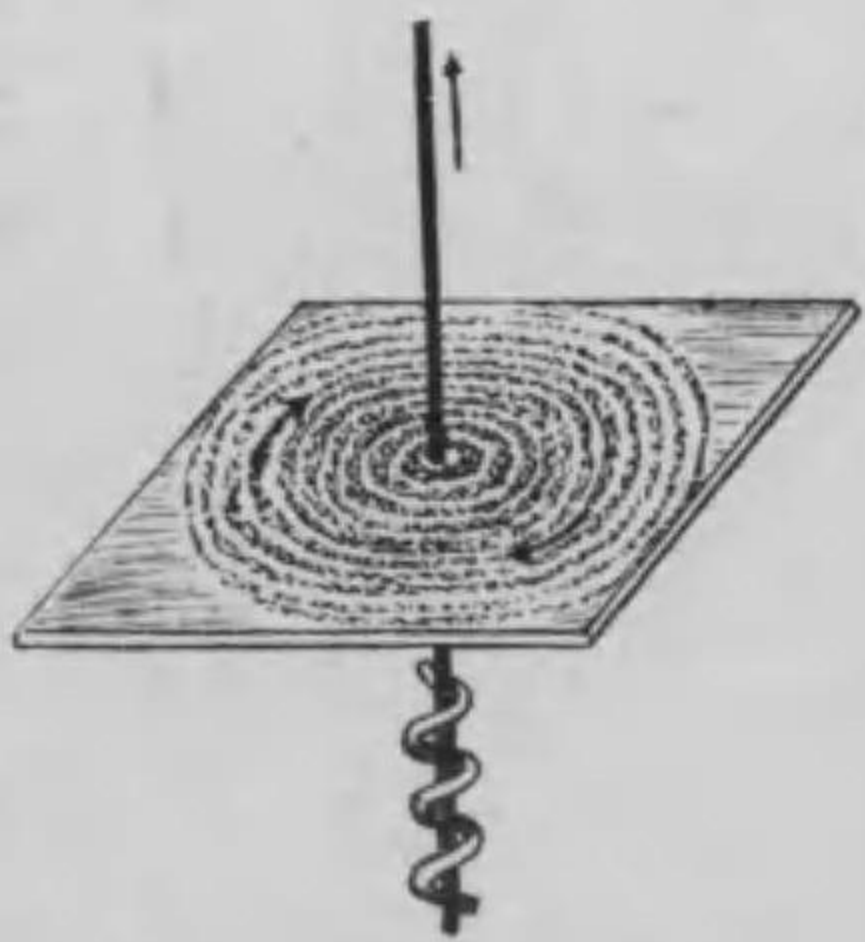
一〇〇

電流の生ずる磁場。南北に向ひ靜止せる磁針に近く、電流の通ずる導線を持來せば磁針の方向變ず。即ち電流は磁場を生ずるなり。同距離に於て電流が磁針の方位に及ぼす影響は導線が略ぼ南北の方向にあるとき最大にして、磁

第一百十一圖
電流と磁場

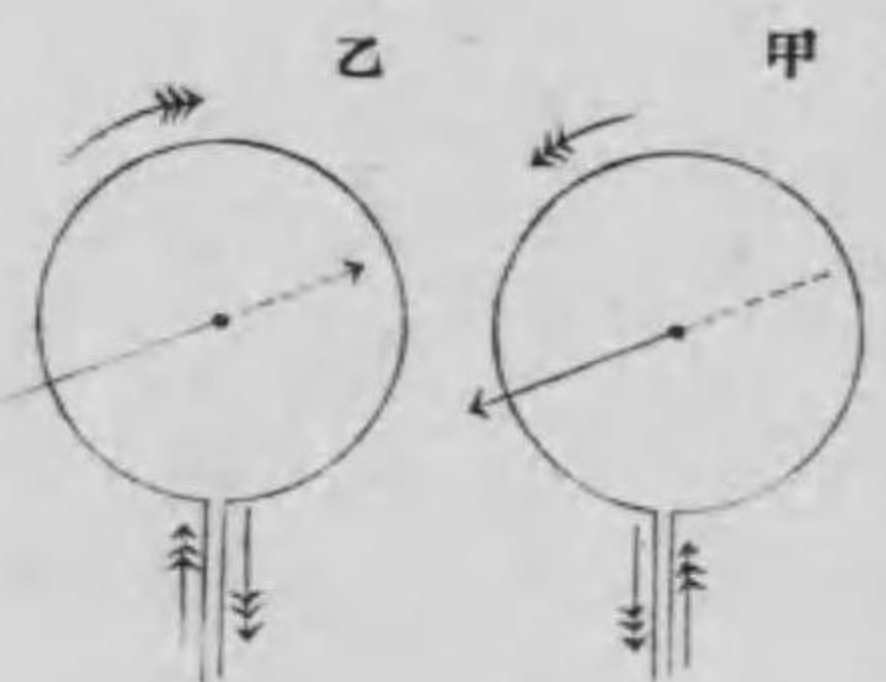
一〇一

針が導線の上方或は下方に在るに従ひ磁力の方向反對なり。此等種々の關係より次の定律を得。
通常のネヂを電流の方向に扱ぢ込むとすればネヂを廻轉する方向は磁針の北極が動かさるゝ方向なり。
強き電流の通ずる導線の周圍にて板紙上に鐵粉を撒布し、之を叩く時は鐵粉は同心圓を作り、磁力線の方向を示す。



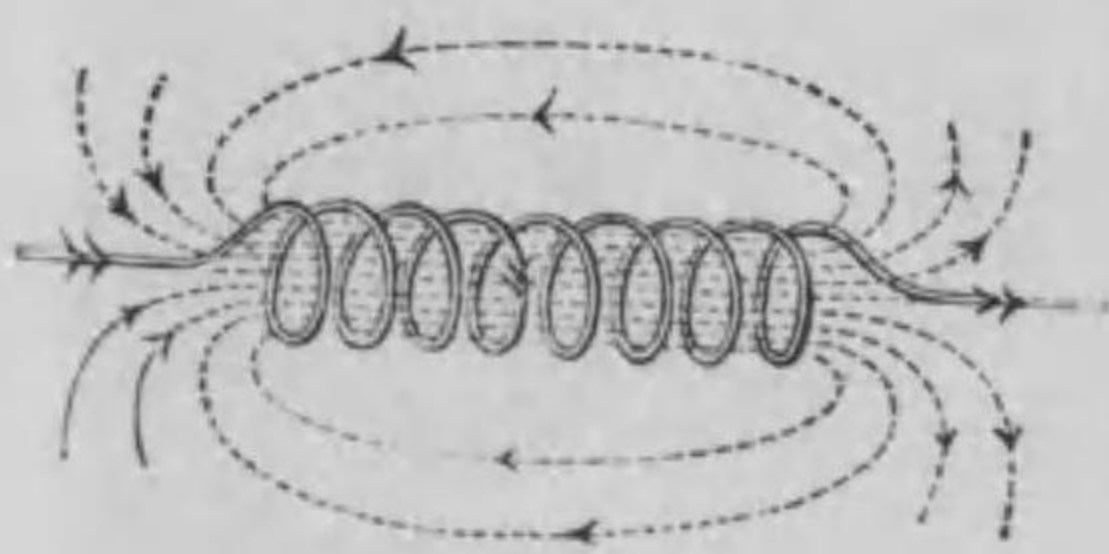
コイル。第一百十二圖の如く圓形に曲けたる導線をとリ復矢の方向に電流通ずるものとす。電流の方向が甲圖の如くなる時は、之れにより生ずる磁場は圖の何れの部分に就て考ふるも、圓の内側に於て磁針の北極を後方より前方に動かさんとす。

第一百十二圖
輪道の磁場



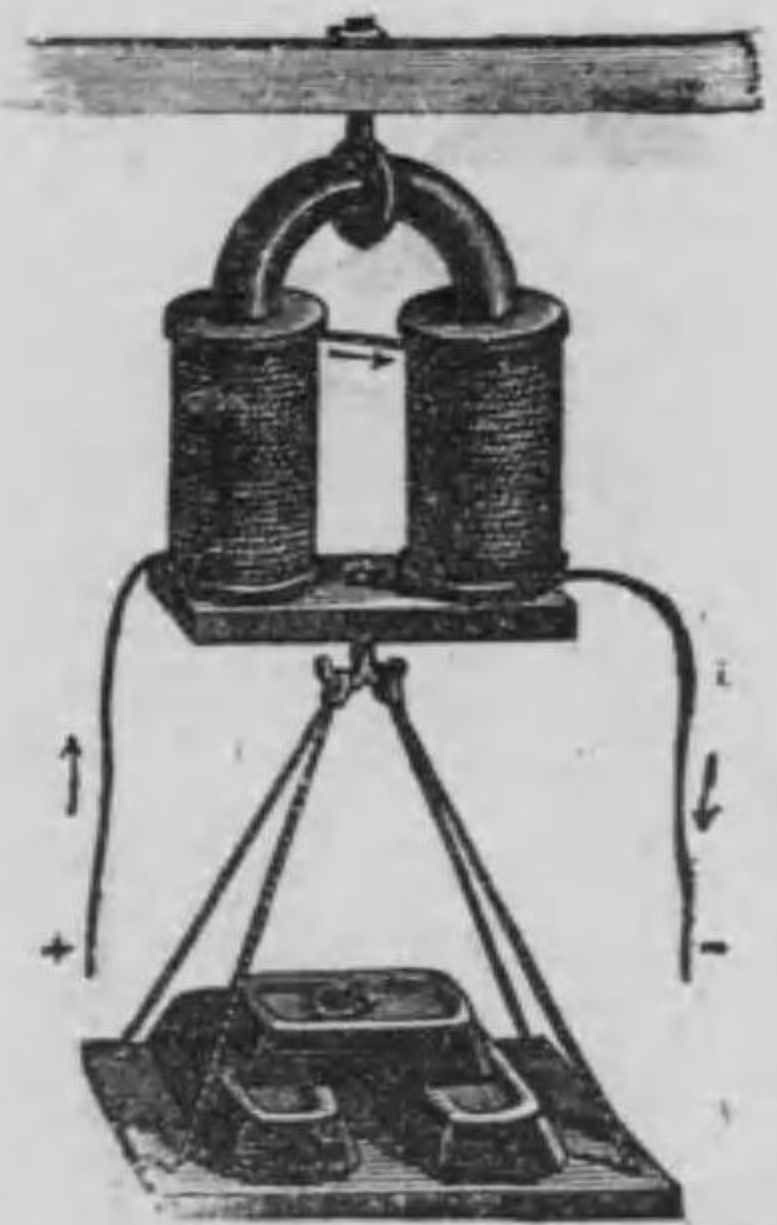
又電流乙の如く流るゝ時は圓の内側に於ては磁針の北極を前方より後方に動さんとする磁場を生ず。圓の外側に就て考ふれば磁場の方向は圓内と反對なり。今下圖の如く螺旋狀に卷きたる導線に複矢の方向に電流を通ずれば、螺旋の一卷毎

に生ずる磁場は其の方向を同じくし全體として點線にて示す如き磁場を生じ、磁針の北極は單矢の方向に力を受く。斯の如く卷きたる導線をコイルと云ふ。圖に於てコイルの左方に磁針の北極を置けば吸引せられ右方に之を置けば反撥せらる。即ちコイルは一の棒磁石と同じ作用を爲す。以上の關係



第一百十三圖
コイル
(Coil)

を簡明に述べれば次の如くし。コイルに通ずる電流の方向にネヂを廻はすと想像すれば、ネヂの進み行く方向の端はコイルの北極にして反對の端は南極なり。



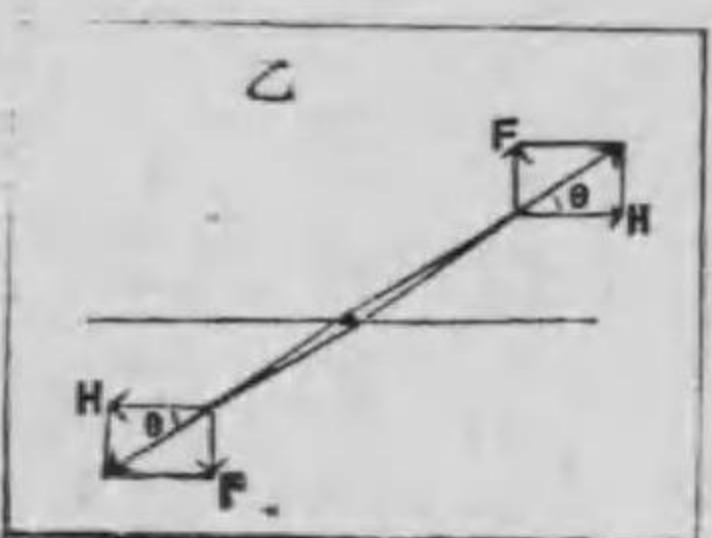
第一百十四圖
電磁石

電磁石はコイルの性質を應用して作たるものなり。コイルの中に軟鐵棒を挿入して、コイルに電流を通ずれば強き磁石となり、電流を断てば磁性を失ふ。圖の如くU字形の軟鐵の兩脚をコイルに入れ馬蹄磁石となし得るものは最も普通

に用ひらる。鐵工場に於ては大なる電磁石を用ひ、鐵屑を運搬す。

三〇二

電流計。 大きさ及び巻き数の一定せるコイルを用ふれば、其の生ずる磁氣作用は之に通ずる電流の強さに比例す。故に其の磁力を測りて電流の強さを知り得べし。圖に示すは正切電流計の一種にして、直立せる圓形コイルCの中心に指針を有する小磁針Mを支へ、其の方位のフレを讀むなり。今地球磁氣の水平分力をHとし、コイルの生ずる磁力をFとすれば、磁針は此の二力の合力の方向を採りて靜止す。電流を通ずる前に磁針の方向をコイルの面内に在らしむれば、其の方向は即ちHの方向なり。次に電流を通ずれば之と直角の方向の磁力を生ず。此の爲めに磁針の偏りたる



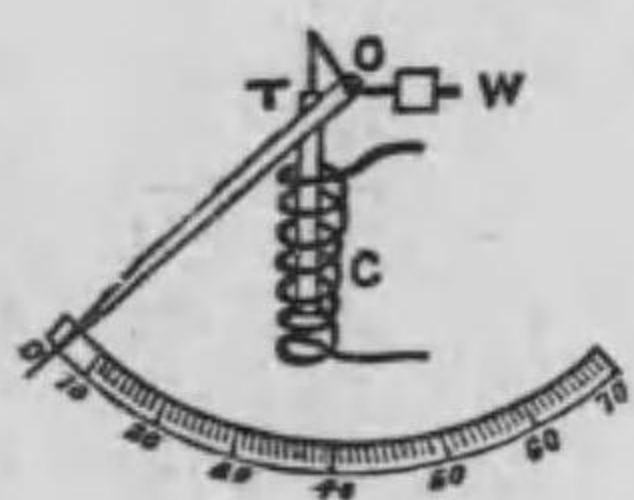
第百十五圖
正切電流計
(Tangent
galvanometer.)

角をθとすれば乙圖に示す如く明かに次の關係あり。

$$F = H \tan \theta.$$

Hの價は其場所に於て一定なるを以て前式によりFを求め、從てFに比例する電流の強さを知り得べし。

電流計の目盛が直ちに幾アマペアなるかを示すものをアマペア計と云ふ。上圖は其の一種の構造を示す。軟鐵棒Tと小分銅Wとは釣合にありてO點を中心とし廻轉し得べし。コイルCに電流を通ずれば感應により軟鐵を吸込み、附屬せる指針が其の爲めに動くを目盛にて讀むなり。

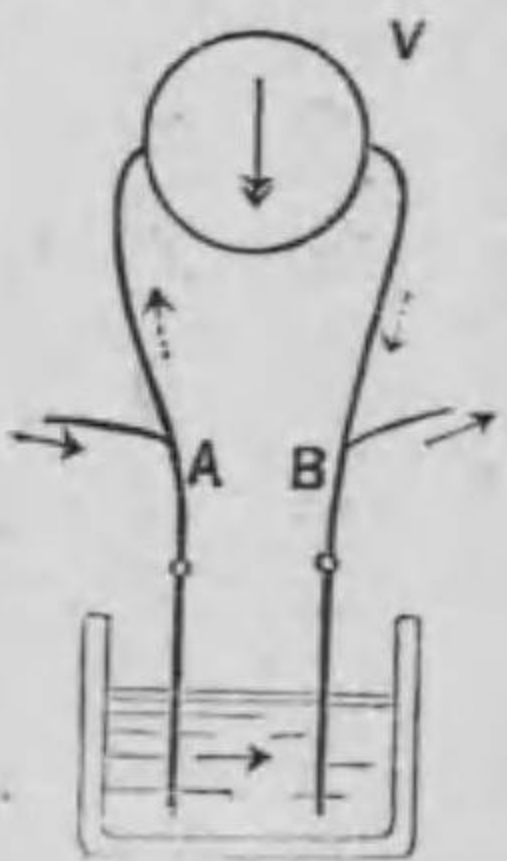


第百十六圖
アマペア計
(Ampere-hour
meter.)

電位差をボルト單位にて直ちに讀み得る装置をボルト計と云ふ。其の構造はアマペア計と同様にして只細き線を

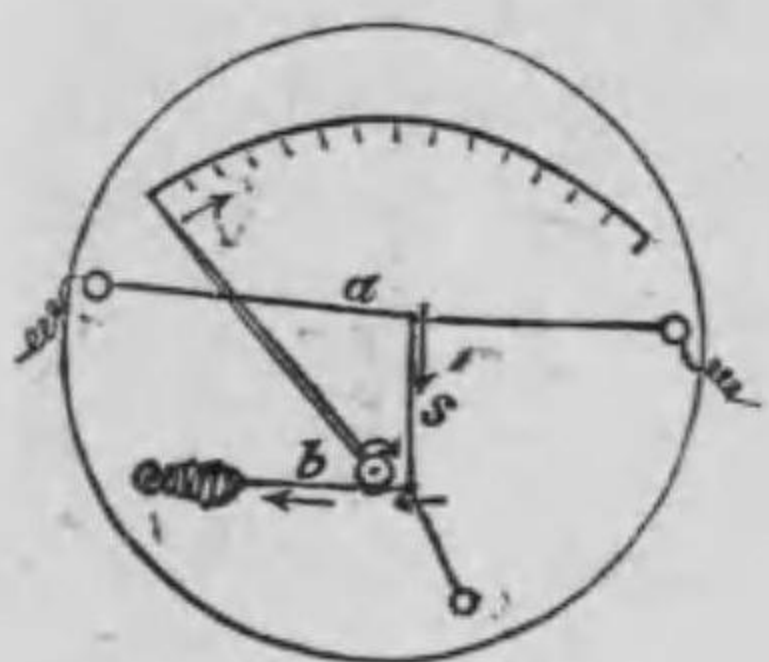
ボルト計
(Voltmeter.)

第百十七圖
ボルト計の連
結



多く巻きコイルの抵抗を大にせるものなり。圖の如く電解物の兩極にボルト計Vを連結するに、其の抵抗が液の抵抗に比し甚だ大なれば本電流に殆ど變化なしとして可なり。而してボルト計の抵抗は一定なるを以てA、B二點間の電位差は之に通ずる弱き電流に比例す。之に相當して目盛を施せば目的に適するものを得べし。

第百十八圖
熱線アムペア
計
(Hot wire
Amperemeter)



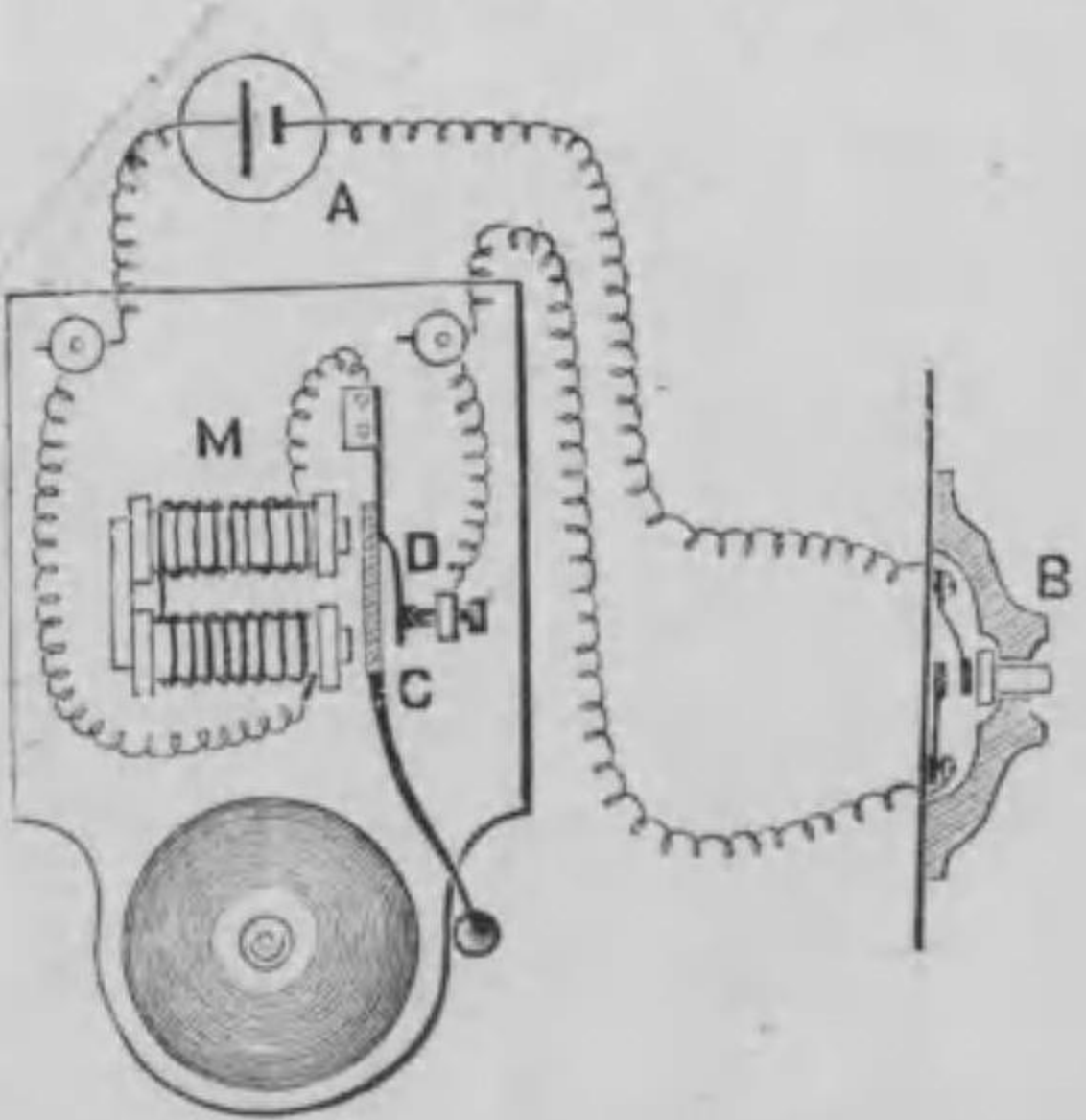
アムペア計及びボルト計には電流の發熱を應用せるものあり。上圖の如く金屬線aを張り其の途中に線を附し、此の線を横より發條にて引く。aに電流を通ずれば熱せられ長さを増すを以てSは弛み、

第百十九圖
電鈴
(Electric bell)

一〇三

は左に動く。此の運動を指計に傳へて目盛上を動かさしむ。此の種の装置は電流の方向如何に關せず用ひ得。

電鈴。電池Aの輪道に於て押釦Bを押せば、電磁石Mは磁性を生じて之に近き軟鐵片Cを吸引し、之に附屬せる槌は鈴を打つ。此の時接點D離れ、電流止むが故に電磁石は磁性を失ひ、Cは之を固定せる發條の弾力により電磁石より離れ、D點再び接す。こゝに再び電流通じて又槌を動かす。斯くして押釦を押せる間は電流週期的に斷續して鈴を鳴らすなり。



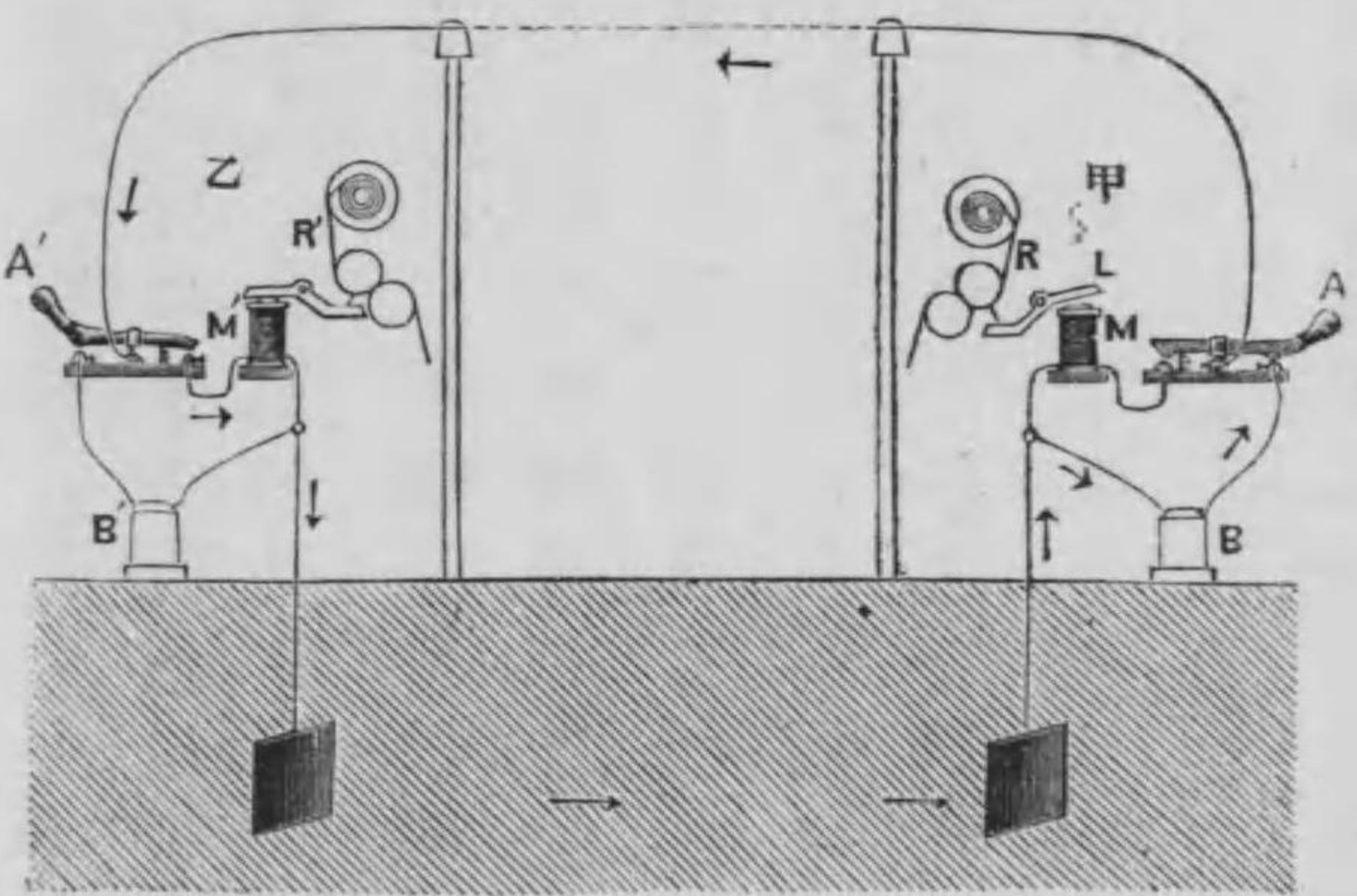
電信機。電信は甲地に於て斷續する電流により、乙地に在る電磁石の磁性を斷續せしめ、以て信號となすなり。最も

一〇四

簡單なる場合には圖の如く導線を連結し、大地は導體なるを以て輪道の一部に用ふ。甲局に於て發信機Aを押すと

きは電池Bを電源とし單矢にて示せる輪道を作り、乙局にある受信機の電磁石M'を働かしめ、横杆により受信機上の紙片R'に點或は線を書く。近時は紙片に信號を描くを目的とせずして、只電磁石の前にある軟鐵片の發する音を聞きて信號を受くる方法行はる。

實際に於て兩局相遠き時は輪道の抵抗大にして電流小となり、直



第二百十圖
電信
(Telegraph)

接を受信機の横杆を動かし得ざるを以て、別に繼電器と稱する装置を用ひ信號を助くるなり。

第十六章 感應電流

一〇五

電磁氣感應。コイルの兩端を鋭敏なる電流計に結び、棒磁石の一端を急にコイルに挿入すれば、其の瞬間のみ短時間の電流を生ずるを見る。又挿入したる磁石を急にコイルより引き出せば、其の瞬時に前と反對の方向の電流通ず。磁石の他の極を以て同様の實驗を行へば、電流の方向は夫々前の場合と反對なり。又一つのコイルの中に他のコイルを入れ、之に通ずる電流を斷續するも同じく瞬間の電流を生ず。總て一の輪道内の磁場が變じつゝある時は、其の間、輪道に電流を生ず。此の現象を電磁氣感應と云ひ、生ず

電磁氣感應
(Electro-magnetic
induction)

第二百一十一圖
感應電流
(Induction
current)

る電流を感應電流と云ふ。

感應電流の通じつゝある間はコイルは磁石と同様なり。電流の方向を検して其の極を考ふるに、棒磁石の北極を下に向けコイルに入れつゝある間はコイルの上端北極となるを見る。即ち磁石の進み入るを妨げんとする方向の感應電流を生ず。此の關係は他の極を下に向け或は他のコイルを用ふる時も同様にして之を總括すれば次の關係を得。



感應電流は其の原因たる磁場の變化に反對する方向に起るものなり。

レンツの定律
(Lenz's law)

之をレンツの定律と云ふ。
一のコイルに通ずる電流が變じつゝある時はコイル内の

自己感應
(Self induction)

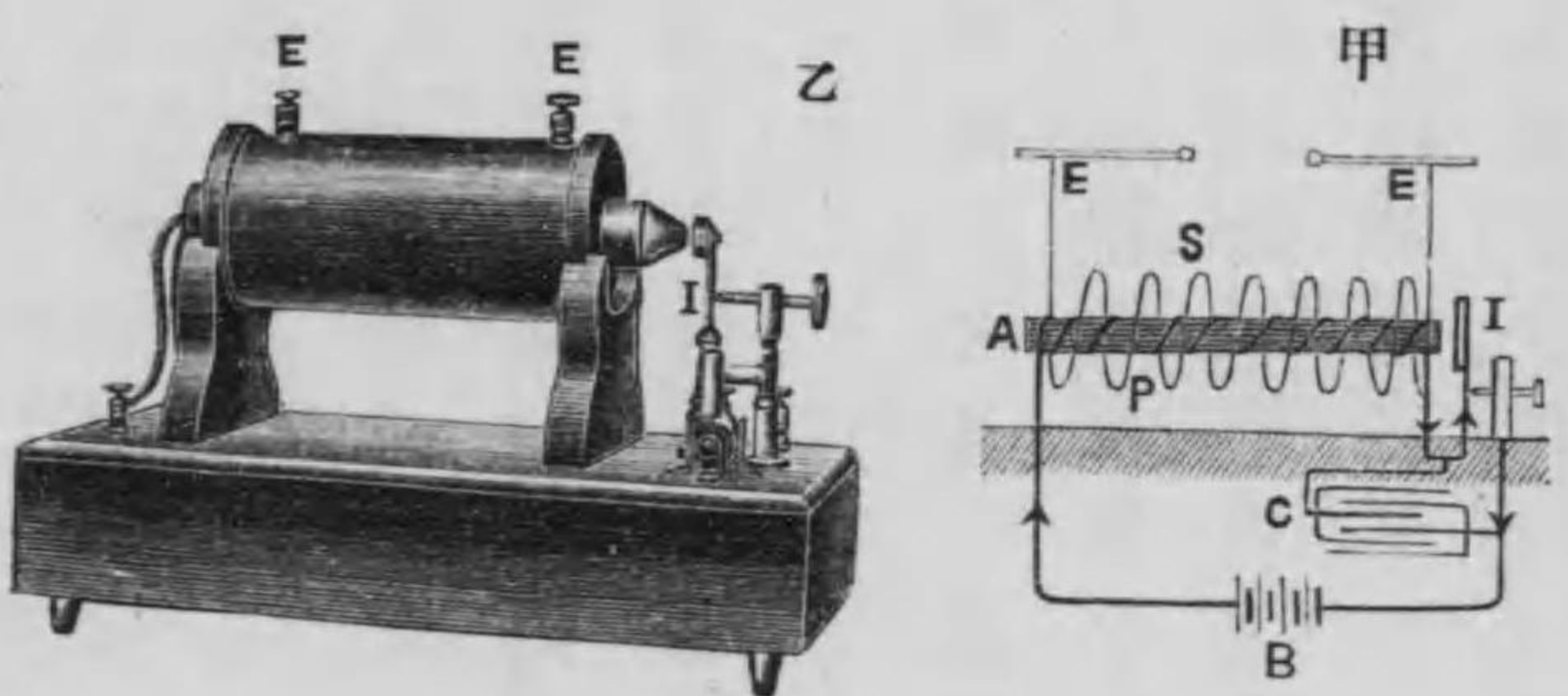
磁場は變ず。其の結果は棒磁石を近づけ或は遠ざくると同一なるものを以てコイル其のものの中に感應電流を生ず。此の現象を自己感應と云ふ。其の方向はレンツの定律により明かにして、電流が弱はりつゝある時は之を増さんとし、電流が増しつゝある時は之を弱めんとす。輪道を斷つ瞬間には磁場の變化最も急なるを以て著しき自己感應を起す。電流を斷つ時火花を生ずるは此の原因に外ならず。

一〇六

第一コイル
(Primary coil)
第二コイル
(Secondary coil)

感應コイル。感應コイルは電磁氣感應により大なる動電力を得るに用ひらる。鐵線を束ねたる心Aに稍太き被覆導線を巻く。之を第一コイルPと云ふ。其の外圍によく絶縁せる細き導線を幾層も重ね巻く。之を第二コイルSと云ふ。第二コイルの兩端は電極EEに連なる。第一コイ

第二百十圖
感應
(Induction coil)

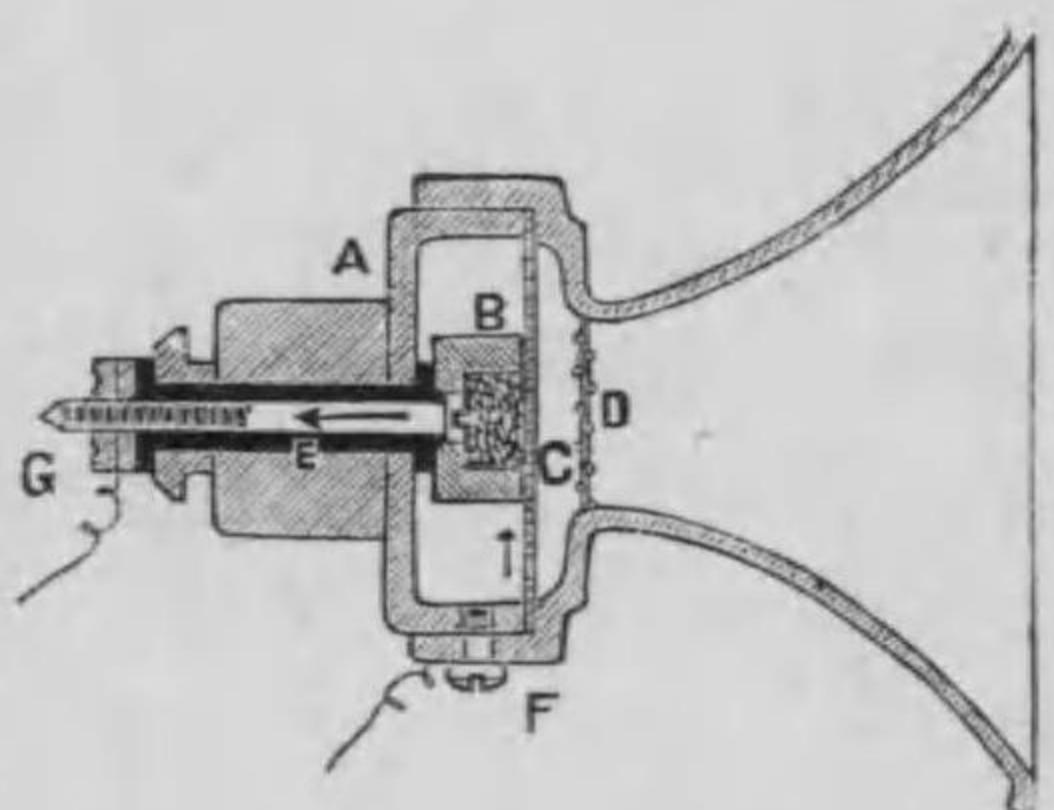


ルは電池 B を電源として自働斷續器 I を通じて輪道を作る。自働斷續器は種々あれども圖に示すは電鈴等に於けると同様の物なり。第一コイルに電流通ずれば鐵心と相助けて強き磁場を生じ、電流を断てば急に之を失ふ。即ち自働斷續器が輪道を開閉する毎に第二コイルに方向交互に異なる感應電流を生じ、其の巻き數大なるを以て動電力は甚だ大となり、長き火花を飛ばし得。電流を断つ時の磁場の變化は之を通ずる時よりも遙かに急なるを以て、第二コイルの兩極遠き場合には電流を断つときの感

電話
(Telephone)

104

第二百十三圖
送話器
(Transmitter)



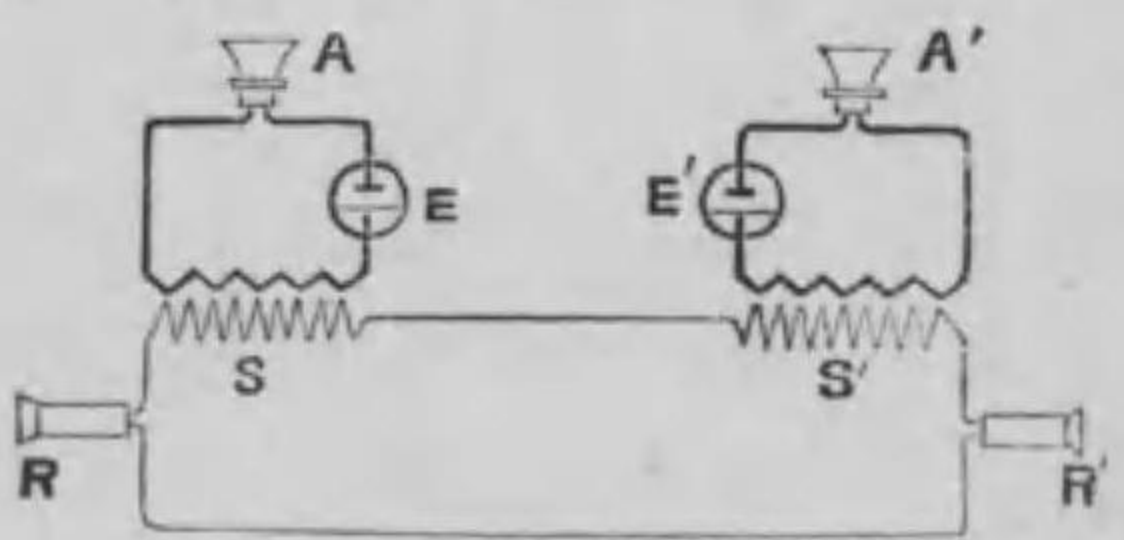
應動電力のみ火花を飛ばし極の陰陽は自ら一定す。電流を断つ時自己感應の爲めに第一コイルの斷續器に強き火花の生ずるを防ぐ爲め、感應コイルの臺の中に蓄電器 C を備へあり。

電話。電話は音波の振動により輪道の抵抗を變ぜしめ、之によりて起る電流の變化を遠方に傳へ再び音波を生ぜしむる装置なり。上圖は送話器を示す。金屬匣 A を覆ひて薄き炭素の蓋板 C あり、板に密接して炭素製の小箱 B に炭素の小粒を充たせり。電流は F より C B を經て金屬ネヂを通過し G に至る。黒く表はしたる部分 E は絶縁體より成る。今保護用の金網 D の前にて發音すれば

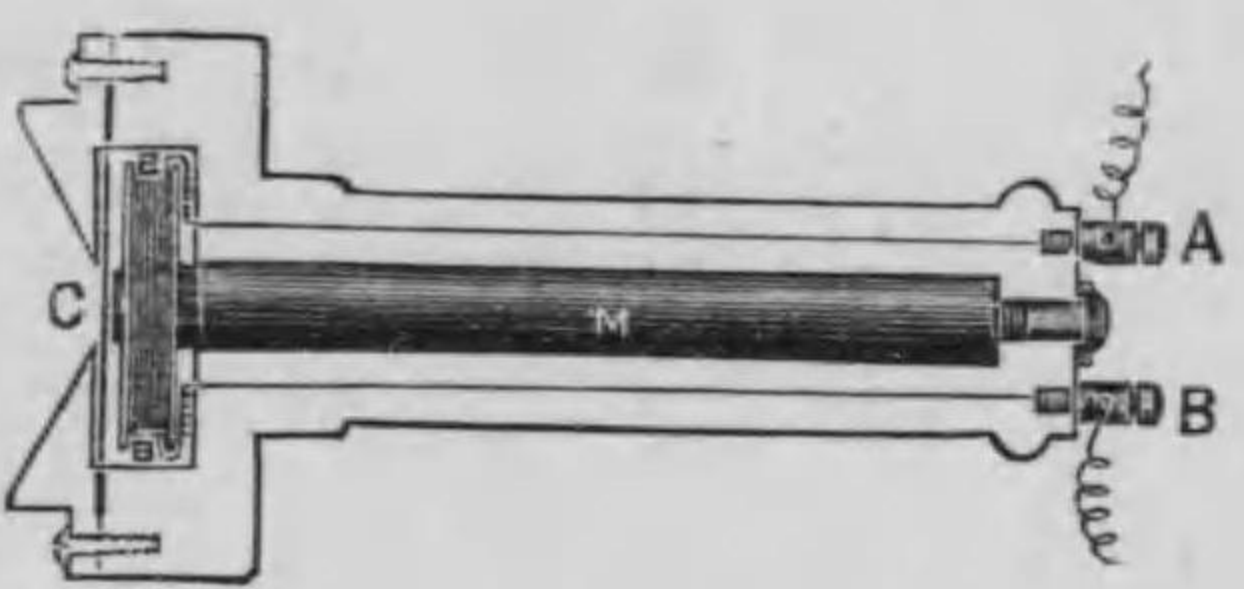
第二百二十四圖
電話の連結

音波の力によりC板は震動し、炭素粒との接觸は振動的に變じ従つて輪道の抵抗は振動的に増減す。

第二百二十四圖は電話線の最も簡單なる連結を示すものにして、A、A'は送話器を示し、夫々



第二百二十五圖
受話器
(Receiver)



E、E'の電池により輪道を作る。此の輪道の一部を感應コイルの第一コイルの如く用ひ、之を圍める第二コイルS、S'、受話器R、R'とを以て兩地間の輪道を作る。

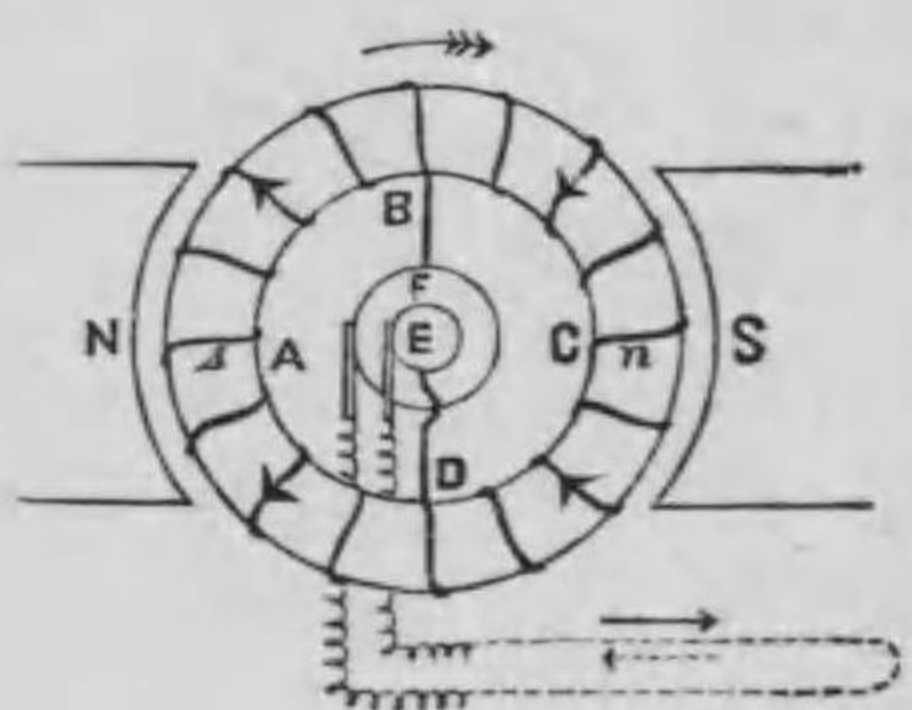
受話器の構造は上圖に示す如し。棒磁石Mの一端を扁平なるコイルにて圍み、之に近く薄き鐵板あり。遠方に於て第二コイルに感

一〇八

應せらるゝ、振動電流はA、B點よりコイルを通じ、M磁石の極は其の感應により強さを變ずるを以てC板を引く力は従ひて變じ、此の板を振動せしめ音波を生ず。

交流發電機。第二百二十六圖の如く磁石の北極Nと南極Sとの間に軟鐵環に巻き付けたるコイルが複矢の方向に廻轉するものとす。然る時は感應により軟鐵環の一端に南極を生じ、他端に北極を生じ、其の位置は環を廻轉するも變ずる事なし。即ち軟鐵環は半圓形馬蹄磁石を二つ合せたるものと同様なり。故にコイルを軟鐵環と共に廻轉するも、磁力の關係は軟鐵環を固定して、コイルのみを動かすと同なり。AB間にあるコイルの部分を考ふるに鐵心の南極を遠ざかりつゝあるを以てB點の方をコイルの南極とする感應電流起らんとす。其の方向は單矢にて示せ

第二百二十六圖
交流發電機



れんとする動電力を生ず。故にB D兩點を互に絶縁したるE F部に連結し、之を導體に連ねて輪道を作ればEよりFに流るゝ電流を得。然るに迴轉を續けてD點が上に位置しB點が下に位置するに於ては電流の方向は反對となる。斯くして環状コイルが二直角迴轉する毎に方向反對となる電流を得。此の種の電流を交流と稱し、之れに對して方向一定せる電流を直流と云ふ。

交流
(Alternating current)
直流
(Direct current)

交流發電機
(Alternating current dynamo)
場磁石
(Field magnet)
發電子
(Armature)

交流は大規模の電氣工業に於て最も普通に應用せらるゝものにして、之を生ずるに用ひらるゝ交流發電機の大意は上に説明せる如きものなり。圖に於て兩側に表はせる磁石に相當する物を場磁石と云ひ、實際には多數の場磁石を用ふ。環状コイルの部は發電子と云ふ。發電子を迴轉するも場磁石を迴轉するも結果に於ては同一なり。交流は電燈の如く發熱の目的に用ひ或は機械を迴轉せしむる等の作用に於ては、直流と同様に用ひ得べくして寧ろ之よりも便なり。其の電流及び電壓は常に變じつゝあるも其の平均値は容易に測り得べし。第百十八圖に示せる如きアムペヤ計、ボルト計は交流にも用ひ得べし。交流に於て電流と電壓が一定の有様より次の同じ有様に達する迄を一サイクルと云ふ。電流と電壓の外交流の性質を定

サイクル
(Cycle)

一九

電力輸送
(Electrical
transmission
of power)

むるには一秒間のサイクル数を知るを要す。通常の交流に就ては其の値五〇或は六〇なり。

電力輸送 大規模の電力を得るには山間の水流を利用してタービンを用ひ、発電機を廻轉せしむる事多し。之によりて得る電流を導線により遠隔の市街に送り、諸種の用に供す。斯くして甲地にある勢力を電流として乙地に送る事を**電力輸送**と云ふ。電力輸送には甚だ長き導線を要す。其の材料を節約し、成るべく細きものを用ひんとするには電流を弱くするを要す。電氣の工率は電流と電壓との相乗積に比例するを以て、小なる電流にて一定時間に大なる勢力を輸送せんとすれば甚だ大なる電壓を要す。實際電力輸送には數萬ボルトの電壓を用ゆる事稀ならず。交流発電機にて生ずる電壓は通常數千ボルトにして電燈

變壓器
(Transformer)

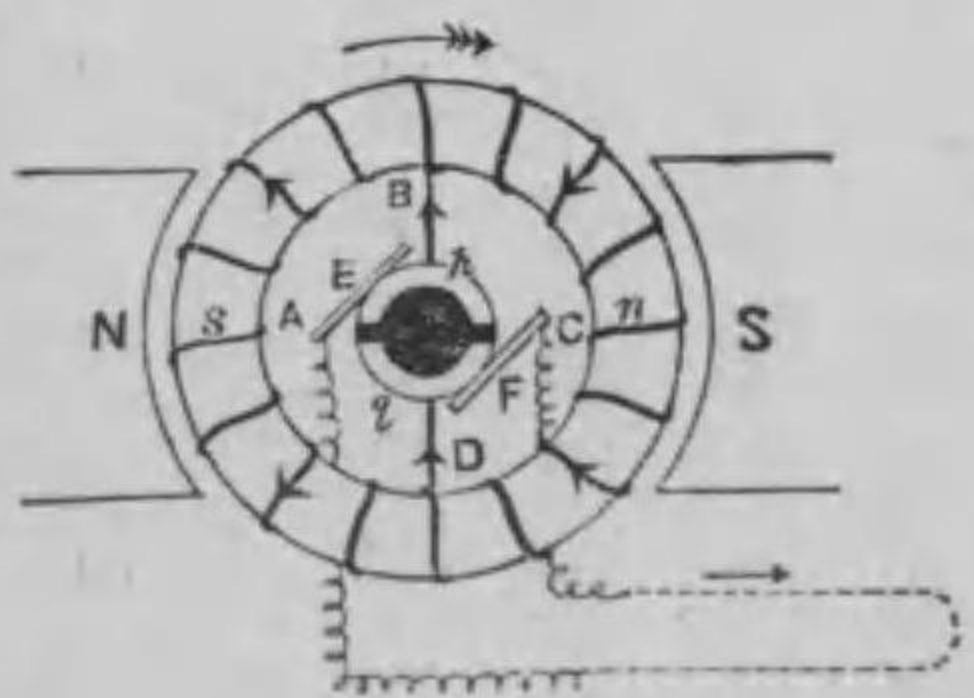
二〇

第百廿七圖
直流發電機
(Direct current
dynamo)

等に用ふるは約一〇〇ボルトなり。斯の如く電壓を變じて種々の値とするには**變壓器**を用ふ。變壓器の大意は感應コイルと同一にして、第一コイルには電壓低く電流大なるものを送り、第二コイルには感應により電壓高くして電流小なるものを生ぜしむ。之を逆に用ふれば高電壓より低電壓を得。

直流發電機 下圖に示す如く場磁石の間に廻轉する發電子のB點を半圓形の金屬Pに結び、D點を同形のQに結び、各個に金屬刷毛EFを接觸せしめたりとす。然る時は發電子の廻轉と共にP、Qの位置交代するを以て電流は常にFよりEに流る。即ち直流を得。

直流發電機の大意は斯の如きものにして



整流子
(Commutator)

PPに相當する部分を整流子と稱し、實際の構造は更に複雑なり。

直流電動機
(Direct current motor)

直流電動機。直流電動機の大意は直流發電機を逆に用ひたるものなり。前圖に於て整流子より單矢の方向に電流を外より通ずれば、B點にコイルの南極を生じD點にコイルの北極を生ずるを以て場磁石との引力及び斥力により環狀コイルは復矢と逆の方向に廻轉す。斯の如くして電流により廻轉運動を生じ得。直流電動機は弘く用ひられ、電車の運轉も亦之に依る。直流が二本の架空導線より通ずるものは我が國市街地に多く用ひられ、郊外に於ては一の導線を鐵軌にて代用し單線架空とす。

第十七章 真空放電 電氣振動

一一三

第二百十六圖

真空管

(Vacuum tube)

ガイッセル管

(Geissler tube)

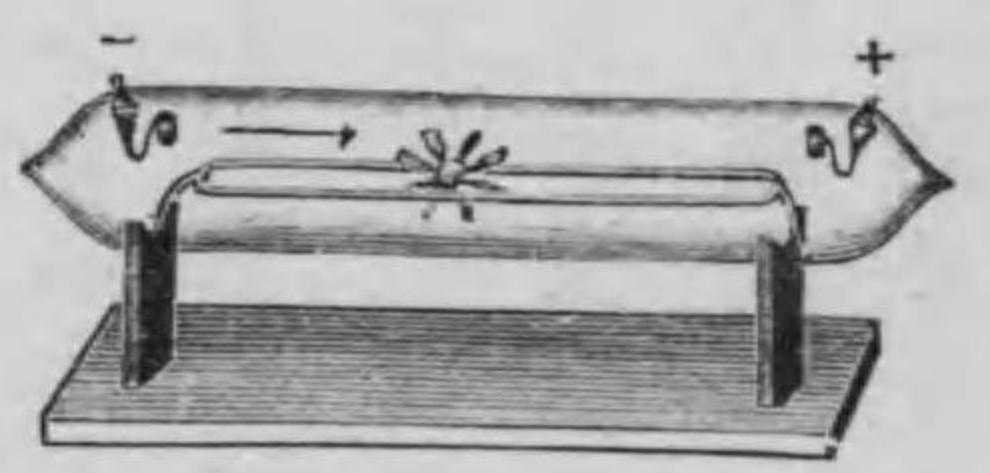


真空管。感應コイルを用ひて低壓の氣體内に放電せしむれば興味ある現象を呈す。此の實驗の爲めに水銀數耗以下の壓にて種々の氣體を充し、電極を備へて封したる硝子管を用ふ。之を真空管と通稱す。其の中壓が一、耗内外に作られたる物はガイッセル管と稱す。圖に示すは氣體のスペクトルを檢するに屢々用ひらるゝ此の種の管なり。之を通じて放電すれば火花は鱗片狀となり、美觀を呈す。氣體の壓を減ずるに従ひ鱗片は漸々陰極より遠ざかりて遂に消失し、管の内部は暗黒となり、同時に陰極と反對の管壁より螢光を放つに至る。

一一三

陰極線。螢光を發するに至れる真空管に於ては、放電の際陰極より射出せらるゝものあり。兩極の間に圖の如く輕

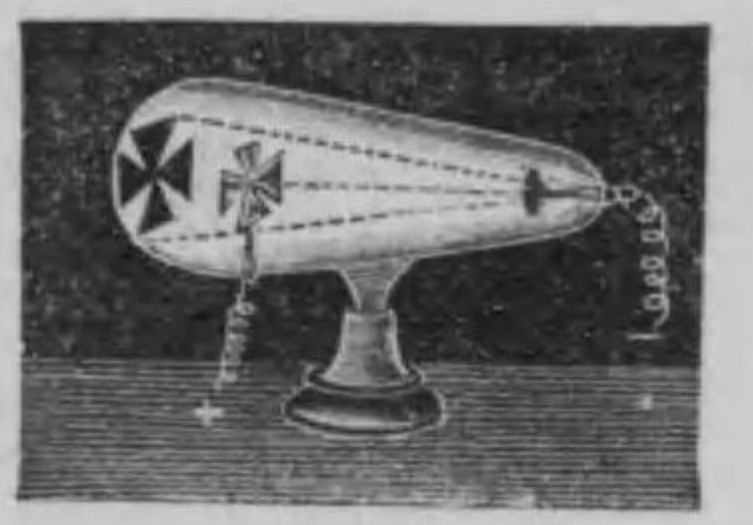
第二百二十九圖



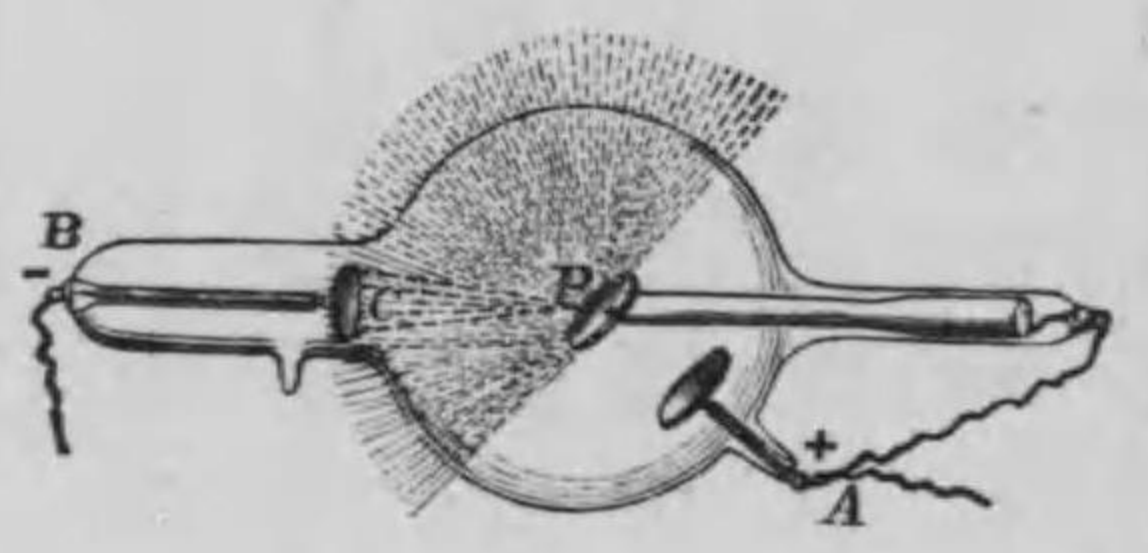
き車を装置すれば之を陽極の方に廻轉せしむ。又管壁の螢光は射出せられたるものが管壁に衝突するが爲めにして、途中を遮ぎれば影を生ず。此の際管に磁石を近づければ影の位置を變ずるを以て、其の方向を検して電氣的陰性のものが射出せらるゝ事を知る。斯の如き性質を有する射出線を陰極線といふ。陰極線は電子と稱する電氣的陰性の微粒が非常に大なる速さを以て運動せるものなり。

第三百十圖
陰極線
(Cathode ray)
電子
一二四
(Electron)
レントゲン線
(Röntgen ray)

X線。陰極線に當る金屬或は硝子よりはX線或はレントゲン線と稱する特殊の輻射線を發す。通常之を生ぜしむるには第三百三十一圖の如きレントゲン管を用ふ。陰極Cの面を凹形に作り、之れより發



第三百三十一圖
X線管
(X ray tube)



する陰極線を白金面Pに集中せしめ、其の作用を強からしむるなり。X線は白金シヤン化バリウム等に強き螢光を起し、又寫眞板によく感ずる等の性あり。螢光を應用してX線の作用を實驗するに重金屬は不透明にして、紙、布等は黑色のものと雖もよく通過す。X線を人體の一部に通じ、寫眞板に當つれば鮮明なる骨の像を得。此

第三百三十二圖
X線寫眞
一二五

の特殊の性質によりX線は人體の内部を検するに用ひらる。**放射能。**ラヂウム化合物等が所謂放射能を有する事は其の物質より陰極線とX線とを發し、且つ陽電氣を帯びたるヘリウムイ



オン即ち陽性線を射出するによる。此の三種の放射線の
 中陰極線と陽性線とは磁石により反對の方向に曲げられ、
 X線は其の作用を受けざるを以て相互に區別し得べし。
 放射能は原子の崩壊に基くものなれば、上記の關係は電氣
 と物質との關係に就き近年大に學說の變化を來たせり。
 即ち總ての物質中には電子存在し、其の數と排列とにより
 種々異りたる元素の原子を生ずるものと認めらるゝに至
 れり。

一一六

電氣振動。 放電により火花を生ずる時は、電氣は簡單なる
 中和を起すものに非ず。高所より放たれたる振子が直接
 に靜止の位置に止まらずして往復運動を爲すが如く、電氣
 も亦中和の状態を通り過ぎ幾回も往復して漸々靜止に至
 るなり。斯る現象を電氣振動と云ふ。電氣振動の週期は

電氣振動
(Electric
oscillation)

電波
(Electric wave)

一一七

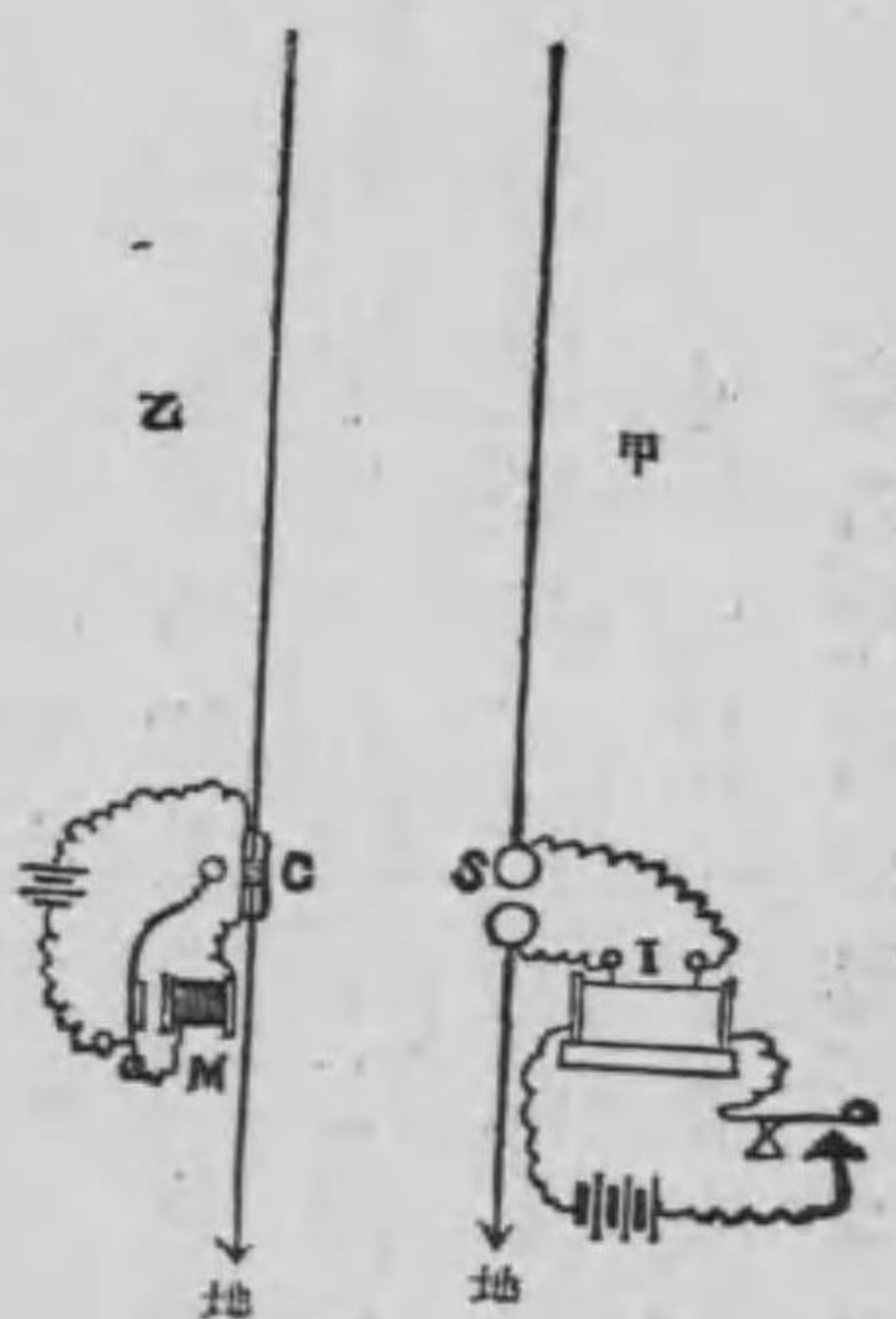
甚だ短かくして、多數の振動を反復して中和するも只一の
 火花とのみ見ゆるなり。
 電氣振動は交流の一種に外ならず。従つて其の近傍に磁
 場を生じ、其の磁場も亦電氣振動に伴ひて週期的に變ず。
電波。 電氣振動あれば電氣力及び磁力の變化を起し、周圍
 に一種の波動を生ず。之を稱して電波といふ。電波を検
 するには種々の装置あり。圖に示すはコヒラーと稱し、硝
 子管中に相對せる電極の板の間に金屬粉を軽く充
 したる物なり。之を電池の輪道に入るゝも抵抗多
 くして電流殆ど通ぜず。然るに電波を當つれば金
 屬粉は互に密接し、抵抗減じて電流を通ず。之を輕
 く打てば抵抗舊の如く大となり、繰り返し電波を検
 するに用ひ得。コヒラーの如く電波を驗知する装



第五百三十三圖
コヒラー
(Cocher)

驗波器
(Wave detector)

百三十四圖
無線電信
(Wireless
telegraphy)



ルの電流を斷續して兩極Sの間隙に斷續せる火花を生ぜしめ其の度毎に地上に高く立てたる導體に電氣振動を起さしむ。此の電波が受信局に達すれば發信局と同様に地上に高く立てる導體に電氣振動を誘起し、コヒラーCの抵抗は之れが爲めに變化す。このコヒラーを輪道の一部とし通常の電信の受信器に作用せしむれば通信を爲し得。コヒラーは電波を受けたる度毎に之を叩きて舊態に復す

置を驗波器と稱し、其の種類
少なからず。
無線電信は電波と驗波器と
を應用して遠地に通信する
方法なり。發信局には感應
コイルを備へ、其の第一コイ

二八

る必要あり。故に實際は之を水平に置き電磁石を用ひて電鈴の槌と同様にして常にコヒラーを叩かしむ。
輻射の本性。電波は反射、屈折、其の他種々の性質、光波と同様にして、其の傳播の速度も光の速度と同一なり。只通常の電波は波長數釐乃至數米にして、光波よりもその値甚だ大なるの差あるのみにして、電波も光波も共にエーテル中の横波なり。電波は電氣振動により生ずるものなれば、光波も亦然るべきなり。光波の如く振動數大なる電波を生ずるものは物質中にある帶電せる原子或は電子なりと信ぜらる。X線も亦同種類のものにして、其の波長光波よりも猶甚だ小なるものなりと認めらる。

中等理化教科書下終

中等理化教科書下附録の一

第二卷 化學の下

第一章 電解質

問一 鹽化物の溶液に銀鹽を加ふれば鹽化銀を沈澱するも鹽素酸カリウムは鹽素を含むに拘らず此の反應なし。之を説明せよ。

問二 氣罐が水質不良なる爲めに侵蝕され易き時其の中に鐵線を以て亞鉛板を吊せば之を防ぎ得といふ。其の理を説明せよ。

問三 銅銀は稀酸に溶解せず。鐵亞鉛は稀酸に溶解すれども水に溶解せず。ナトリウム・カルシウムは水にも溶解す。之を説明せよ。

問四 食鹽の電解により苛性曹達一庇を一〇時間に得るには少くとも幾アムペヤを要するか。

第二章 元素の分類

問五 合金の融解點に就き嘗て學べる事項を記せ。

問六 同族元素の原子量の間には何等か簡單なる關係なきかを檢せよ。

第三章 珪素 硼素

問七 無水珪酸と炭酸アルカリとを熔融する時の變化を説明せよ。
問八 硼酸の構造式を記せ。

第四章 磷

問九 黃磷と赤磷とは同素體なる事を如何にして證明すべきか。

問一〇 過磷酸石灰の有効成分は三種の磷酸ナトリウム中何れに相當する鹽なるか。

第五章 砒素 其他の非金屬

問一一 輝安礦よりアンチモンを製する變化の化學方程式を問ふ。

問一二 砒化水素に點火すれば如何なる變化あるか。

第六章 銅及び貴金屬

問一三 銀を濃硫酸と熱すれば如何なる變化有るべきか。

問一四 白金鹽化水素酸に亞鉛を作用せしむれば如何なる變化あるか。

問一五 銅と銀との類似の點を擧げよ。

第七章 マグネシウム族元素

問一六 マグネシウム化合物とカルシウム化合物との類似せる點を擧げよ。

問一七 水銀を王水に溶解すれば主として如何なる物質を生ずるか。

問一八 昇汞の水溶液は電解傳導性甚だ少し。其の結氷點の降下は如何なるべきか。

第八章 土類金屬

問一九 アルミニウム及び其の化合物は珪素亞鉛及び其等の化合物と類似せる點あるか。

問二〇 隨意の場所にて多量の水素を製するにはアルミニウムとアルカリとを用ゆるが携帶上便利なり。之を説明せよ。

第九章 錫 鉛 蒼鉛

問二一 錫の冶金法の化學方程式を記せ。

問二二 プリキ板は腐蝕して穿たれ易くトタン板は然らず。何故か。

問二三 鹽化第二水銀の溶液に鹽化第一錫を加ふれば白色の沈澱を生じ、之を熱すれば灰黑色に變ず。そも何物を生じたるか。

問二四 鉛丹と磁性酸化鐵との組成を比較して説明せよ。

第十章 クロム マンガン

問五 クロム酸カリウムと重クロム酸カリウムとの相互の變化をイオンの化學方程式として記せ。

問六 マンガン酸イオンと過マンガン酸イオンとを比較せよ。

第十一章 第八族元素及び稀有金屬

問七 硝酸と鹽酸數滴を用ひてニッケル鍍したるものと鍍銀せるものを區別する方法如何。

第十二章 木材乾溜

問八 蜂に刺されたる時アムモニヤ水を塗るは何の意味か。

問九 炭酸・蟻酸・一酸化炭素の組成を比較して説明せよ。

問十 水素六六九%、炭素三九九五%、酸素五三三六%より成り、分子量六〇なる物質の分子式を記せ。

問十一 上卷に於て學びたる有機化合物を列舉し、其内窒素を含まざるものの化學構造を示せ。

第十三章 アルコホル・エステル・エーテル

問十二 エチルアルコホルの燃焼を化學方程式にて表せ。

問十三 醋酸メチルの生成及び其の鹼化を化學方程式にて示せ。

問十四 エチルアルコホルと濃硫酸とより得らるべき物質はエーテルの外猶ほ既に述べたるものあり。之を問ふ。

問十五 メチルエーテルの生成を化學方程式にて示せ。

問十六 アルコホル・エステル・エーテルを金屬の水酸化物・鹽酸化物と比較せよ。

第十四章 脂肪 蠟 グリセリン

問十七 石鹼を鹽酸にて處理すれば如何なる變化あるか。

問十八 西洋蠟燭をアルカリにて處理すれば如何なる變化あるか。

問十九 脂肪の三成分の中何れが不飽和化合物なるか。

第十五章 炭水化物

問二十 絹布を洗ふに洗濯曹達は不適當なるは何故か。

問二十一 硝酸及び硝酸鹽を用ひて製したる爆發性物質を列舉せよ。

第十六章 多置換體

問二十二 琥珀酸・林檎酸・酒石酸の構造を相互の置換體として比較せよ。

問二十三 乳酸菌は酸性強ければ其の作用を失ふ。今酸酵により成るべく濃厚なる乳

酸化合物を得んとするには如何にすべきか。

第十七章 芳香屬炭化水素 石炭酸
石炭酸の電離式を示せ。

第十八章 芳香屬酸類

醫藥として鐵劑を服用しつゝある人は茶を飲む事を禁ぜらる。何故か。

第十九章 色素の人造

問四六 ベンゼンよりニトロベンゼンを生ずる化學方程式を記せ。

問四七 ニトロベンゼン一〇〇瓦よりアニリン六五瓦を得たり。計算量の何%なるか。

問四八 アニリンの鹽酸鹽の組成如何。

第三卷 物理の下

第一章 力の釣合

問四九 小銃を發射すれば肩に打撃を感ずることを説明せよ。

問五〇 滑車の周圍に接せる綱の中に働く力の代表線を描け。

問五一 互に直角をなして大き相等しき二力の合力は分力の何倍なるか。

問五二 方向反對にて大き等しき二平行力の合力は之を求め得べきか。

問五三 二人が棒にて物體を擔ふとき、力の弱き者は物體に遠ざかるを便とするは何故か。

問五四 長さ八寸にして二〇匁の重さある丸き棒の兩端に五〇〇匁及び一貫目の球を附したるものは、何れの點を吊し下げたる時棒が水平となるべきか。

問五五 重荷を負ひたる人の前方に屈むは何故か。

問五六 不倒翁を投げたる時起き上る理由を説明せよ。

問五七 物體を載せたる机を傾け遂に物體が滑り出すことを説明せよ。

第二章 簡單なる器械

問五八 和式の鋏及び洋式の鋏を挺子の理によりて比較説明せよ。

問五九 挺子は力を節約するも仕事を節約せざることを證明せよ。

問六〇 滑車の綱溝の巾に比し甚だ細きは手心地悪きことを説明せよ。

問六一 山腹の道路を \sim の字に作ることを説明せよ。

問六二 ネヂの歩み五分のジャッキを用ひ、軸の中心より挺子の端まで二尺ありとす

問三 れば艇子を廻す力の何倍の重さに堪え得るか。
輪軸と複滑車とに就て勢力の總和一定なることを説明せよ。

第三章 運動

問四

汽車より眺むれば風なき日も雨の斜に見ゆることを説明せよ。

問五

毎秒三米の速度を以て河流と直角に船を漕ぎ出し、流水の速度が毎秒四米にして幅一五〇米の河を渡る時は直角對岸より何米下流に到着するか。又流水の速度異なる時は對岸に達する時間も亦異なるか。

問六

毎時五四軒を走りつゝある汽車が一分間の後停車場に入りて静止せり。此の間の平均加速度を秒、種、の單位にて表はせ。

問七

初め静止せる五瓦の物體に二〇〇ダインの力一分間作用せりとす。初めより三〇秒の後幾何の速度を有するか。又二分の後幾何の速度を有するか。

問八

同物體を低き所より落すよりも高き所より落せば破碎し易きは何故か。板の上に落せば破碎する物も布團の上に落せば破碎せざるは何故か。

問九

三〇瓦の象牙球を一〇〇秒種の速度にて堅き板に投げつけ、同じ速さにて飛び返りたる時は板面に作用せし力積如何。

第四章 地球上の運動

問一

石を抛げ上げて六米の高さに達せしむるに必要な最小初速度を秒種にて表し、此間の運動の勢力及び位置の勢力の變化を説明せよ。

問二

前問に於て石が最高點六米に達して三米の高さまで返るには何秒を要するか。

問三

高さ h 米の點より v 秒種の速度にて水平に抛けたる物體は發射點の直下より幾米の前方に落つるか。

問四

前問の場合と直下に落ちたる場合と同時刻に於ける位置の勢力を比較せよ。

問五

濡れたる雨傘を振り廻はす時、水滴の飛び去る有様を説明せよ。

問六

屈曲多き鐵道は最急行列車を通じ難しといふ。其の理を問ふ。

問七

麥酒の中に生ずる小なる氣泡は液中を上昇すること緩慢なるは何故か。

問八

空氣中に直上に投げ上げられたる球は實際投げ上げしと同じ速度にて地上に落つるか。

問九

矢に附したる羽の作用を説明せよ。

問一〇

速く進む短艇には小なる舵を附し、遅く進む荷船には大なる舵を附するは何

故か。

第五章 振動及び波動

問八一 東京に於て一秒の週期を有する振子は赤道に於ては何秒の週期を有するか。又其の長さを問ふ。

第六章 音波

問八二 大砲の煙を見てより八秒の後其の音を聞けり。其の距離を問ふ。

問八三 振動数二〇〇なる發音體の發する音波の空氣中に於ける波長を問ふ。

問八四 大なる講堂に於ては音聲重なり聞えて明晰ならざることあるは何故か。

問八五 谷間に於て時として山彦を二回聞くことあり。之を説明せよ。

問八六 毎秒の振動数二五六なる音叉と同時に鳴らせば一分間に一八〇回の唸りを聞く音叉あり。此の音叉の振動数は直に算出し得るか。

第七章 發音體

問八七 琴柱は何の目的に用ひらるるか。

第八章 光の直進

問八八 地球が第七四圖のE'の位置にある時D點に居る人は太陽を如何に見るか。

問八九 一六燭光の電燈は如何なる距離に於て二尺の距離に置きたる標準蠟燭と照度相等しきか。

問九〇 机上一六尺の高さにありし電燈を二尺だけ引き下さば机上の照度は如何に變ずるか。

第九章 光の反射

問九一 暗體が何れの方向よりも見ゆるは何故か。

問九二 理髮店にて鏡に向へば理髮師が左手に鏡を持てる如く感ずることを説明せよ。

問九三 晝間窓硝子に向へば室内に點燈せるも己れの像を見ず。然るに夜間は之を見るは何故か。

問九四 二枚の平面鏡を内側に向け互に直角に置けば其の前にある物體の像三個を生ず。光の進路を説明せよ。

問九五 漣ある水面は帶の如き月影を生ずるは何故か。

問九六 凹面鏡の前面三尺の距離に蠟燭を置けば鏡より二尺の距離にある紙上に明かなる像を生ず。此の鏡の焦點距離如何。

問七 平面鏡に焦點ありとすれば焦點距離は如何なる値となるか。
 問八 球半徑一尺なる凸面鏡の前方五十糎に置きたる物體の生ずる像の位置及び
 大いさを求めよ。

第十章 光の屈折

問九 水中に入れたる棒は折れて短く見ゆることを説明せよ。
 問一〇 二媒質の界面に於ける入射光線、反射光線、屈折光線の關係を綜合して述べよ。
 問一一 結晶面を正しく現せる金剛石はギラ／＼と輝きて見ゆる事を説明せよ。
 問一二 厚き硝子鏡に對する時濃淡二様の像を見ることを説明せよ。
 問一三 凸レンズにより生ずる像と光源との大いさ相等しき時は、それ等の距離と焦點距離との關係如何。

第十一章 眼及び光學機械

問一四 望遠鏡又は雙眼鏡は實物より大なる像を生ずる理なけれども物體を大きく見するといふは如何なる意味か。
 問一五 老眼鏡をかけたる老人と望遠鏡とを比較せよ。
 問一六 雙眼鏡を逆に向けて見たる現象を説明し、之と近眼鏡をかけたる人とを比較せよ。

第十二章 色

問一七 ランプにて見れば黄と白とを區別し難し。之を説明せよ。
 問一八 虹の遠近を推知し得るか。

第十三章 光波と輻射

問一九 ナトリウムスペクトルの黄色線の振動数を算出せよ。
 問二〇 ランプの光は黄に感じ、アセチレン燈の光は白く感ず。之を説明せよ。
 問二一 強き電弧を幻燈の光源に用ふる場合には其の光を先づ水中を通過せしめて使用する。之を説明せよ。

第十四章 磁氣

問二二 磁石を熱し、或は強く叩けば磁性を減ず。之を説明せよ。
 問二三 天然に産する磁鐵礦は磁性を帯ぶ。其の理如何。
 問二四 鐵片を吸引するには棒磁石よりも馬蹄磁石を便とす。之を説明せよ。

第十五章 電流と磁氣

問二五 コイルの一端に他のコイルを近づけ、共に電流を通ずる時は、其の間の作用と

問二六

電流の方向との關係如何。
ボルト計と一オームの抵抗とを列に結びたるものはアムペア計として用ひ得べし。之を説明せよ。

第十六章

問二七

山間の水流を利用して電力輸送を行ひ、電燈として用ふる迄の勢力の變遷を説明せよ。

問二八

市街地にて單線架空式電車を用ふれば道路中の水道鐵管等に害ありといふ。何故か。

弊國發行の圖書は常に供給差支えなきやう多數の製本準備仕置候に付萬一各地賣捌店にて品切と相成り御差支への節は直接御注文被下候はゞ直ちに發送可仕候

版權所有

著者	片山正夫
發行者	内田老鶴園

大正六年十二月五日印刷
大正六年十二月八日發行

中等理化教科書下
定價金壹圓

著者 片山正夫

發行兼印刷者 内田老鶴園
東京市日本橋區大傳馬町二丁目十六番

發行所

内田老鶴園

東京市日本橋區大傳馬町二丁目十六番
電話東京一四一四六番
電話浪花一三三五番

(刷印合英秀)

46
180

終