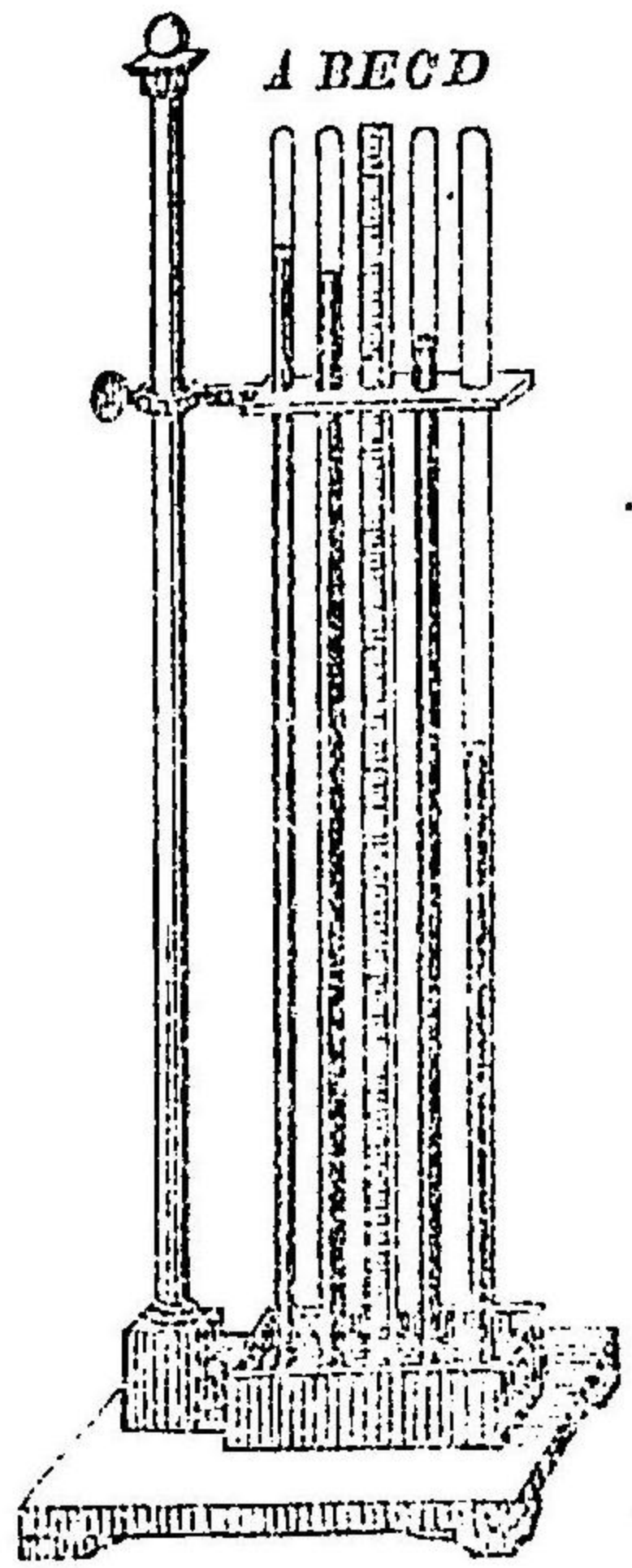


眞空内ニ於ケル氣發。前節ノ實驗ヲ行フニ方リテ、管中ノ液ノ氣化スルハ漸ヲ以テスルモノナルコトヲ認ムベシ、空氣中ニ於テ氣發スルニモ亦漸ヲ以テスルモノナリ。此等ノ場合ニ於テハ大氣ノ壓力ハ蒸氣ノ發生ヲ妨碍スルニ由ル、サレ

第九十七圖



ドモ眞空内ニ於テハ壓力ノ之ニ抗スルモノナキヲ以テ、液ハ忽チ氣發シ去ルナリ。例ヘバ第九十七圖ニ於テ見ルガゴトクA B C Dナル四箇ノ氣壓計ヲ製シ、Aヲバ其ノ儘ニシテ氣壓ヲ計ルノ具タラシメ、B管ニ數滴ノ水、C管ニハ同量ノ酒精、D管ニハ同量ノ依的

兒ヲ注入スベシ。此等數液ノ管ノ上部ニアル眞空ニ達スルヤ、管中ノ水銀ハ忽チ降下スベシ、是レ管中ニ入レル液ノ蒸氣ノ張力ニヨルナリ。然ルニ其ノ水銀柱ノ降下スル有様ハ各管ニ於テ一様ナラズ、Bニ於テハ降下少ナク、Cニ於テハ之レニ勝リ、Dニ於テハ一層甚シキコト圖ニ示スガ如シ、故ニ蒸氣ノ發生ニ關シテ二則ヲ得タ

リ。

(一) 眞空ニ於テハ氣發液ハ忽チ蒸氣ニ變ズルモノナリ。

(二) 同溫度ニ於テ各液ノ蒸氣ノ張力ハ相違アルモノナリ、例ヘバ攝氏二十度ニ於テハ依的兒蒸氣ノ張力ハ水蒸氣ノ張力ニ比シテ二十五倍ナルガ如シ。

蒸氣ノ飽和。

一液例ヘバ依的兒ノ少量ヲ氣壓計ノ眞空ニ入ルレバ、忽チ氣發

スル者ナルコトハ既ニ述ブルガ如シ、而シテ更ニ少量ヲ注加スレバ更ニ水銀柱ノ降下ヲ見ルベシト雖、之ヲ加ヘテ或ル一定ノ度ニ達スレバ、最早氣發スルコトナクシテ餘分ノ液ハ水銀柱ノ上部ニ滯ルベシ。此ノ時ニ方リテ彼ノ蒸氣ヲ有スル部分ヲ熱スレバ滯留セル液ハ氣發シ、溫度ヲ減ズレバ蒸氣ノ幾分更ニ收縮スベシ、故ニ知ル、一定ノ溫度ニ於テハ一定ノ間隙ヲ填充スル、各蒸氣ノ分量ニ定限アルモノナルコトヲ、此クノ如ク間隙ノ蒸氣ヲ以テ充分填充セラレタル場合ニ於テハ、此ノ間隙ハ蒸氣ヲ以テ飽和セラレタリト云フ。且ツ眞空内ニ於テ液ノ最早氣發セザルトキニ於テハ、水銀柱ハ降下セザルヲ以テ、蒸氣ノ張力ニモ亦限リアルコトヲ知ルベシ。換言スレバ蒸氣ハ各溫度ニ於テ最高張力ヲ有スルモノニテ、其ノ飽和ノトキハ

即チ此ノ最高張力ヲ有スルトキナリ、故ニ知ル蒸氣ノ最高張力ハ、溫度ト、液ノ性質トニ關係スルモノナルコトヲ、

左ニ零度ヨリ百度ニ至ル水蒸氣ノ最高壓力ヲ表出ス。

溫度	水蒸氣ノ最高張力	溫度	水蒸氣ノ最高張力
零	四、六〇〇	三〇	三一、五四八
一	四、九四〇	四〇	五四、九〇六
五	六、五三四	五〇	九一、九八二
一〇	九、一六五	七〇	一二三、〇九三
一五	一二、六九九	九〇	五二五、四五〇
二〇	一七、三九一	一〇〇	七六〇、〇〇〇

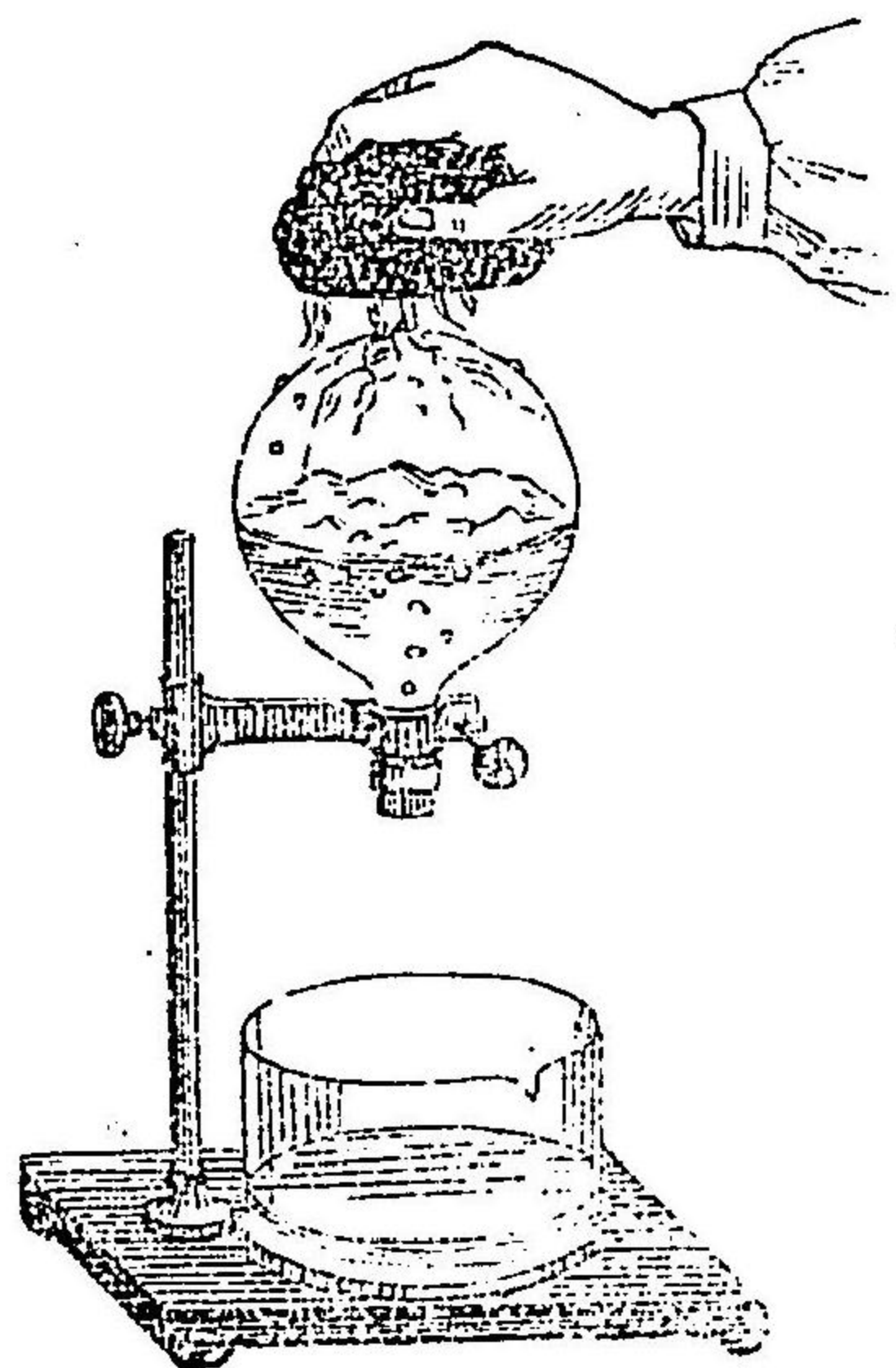
飽和セル蒸氣ハまじりたつとノ法則ニ從フモノニアラズ、何トナレバ壓力ヲ増セバ蒸氣ノ幾分収縮シテ液体トナリ、愈々増セバ愈々液化スルヲ以テナリ、蒸氣ニシテ右ノ規則ニ從フハ其ノ飽和セラレザルトキニアリト知ルベシ。

實驗ニヨルニ真空ニ於テモ、又ハ空氣中ニ於テモ、蒸氣ノ最高壓力ハ變ゼザルモノナリ、換言スレバ同一溫度ニシテ同一壓力ノトキニハ一定ノ間隙ヲ飽和スベキ蒸氣ノ分量ハ、假令其ノ間隙内ニ空氣ノ存在スルモ、若クハ真空ナルモ、決シテ相違ナキモノナリ、但真空ニ於テハ氣發速ニシテ空氣中ニ於テハ氣發徐々タルノ相違アルノミ。

沸騰點。液体ノ沸騰スル溫度ヲ稱シテ其ノ液体ノ沸騰點ト云フ、而シテ液体ノ

沸騰點ハ壓力ニ關係スルモノニシテ、溫度ニ關係スルモノニアラズ、例ヘバ一ふらすこヲ取り、其ノ容四分ノ一許水ヲ充テ、之ヲ五分間烈シク沸騰シ、然ル後栓ヲ以テ密閉シテ火ヲ去リ、第九十八圖ニ於テ見ルガ如ク之ヲ倒マニシテ沸騰セザルニ至ラシメ、ふらすこ

第九十八圖



底ニ海綿ヲ以テ冷水ヲ注グバ、器中ノ水ハ更ニ沸騰ヲ始ムベシ、此ノ際溫度ハ既ニ

通常沸騰點ノ下ニアルナリ。此ノ理由タル器底ヲ冷却スルヤ器中ニアル水蒸氣收縮シテ其ノ器中ノ水ニ及ボス壓力減ジタルヲ以テ、溫度降下シタルモ沸騰ヲ始メタルナリ。高山ニ登リテ水ヲ煮ルニ、其ノ沸騰點ノ下降スルハ空氣ノ壓力少ナキニ由ル。

若シ水、酒精、依的兒等ヲ排氣鐘内ニ置キテ空氣ヲ抽出スレハ孰レモ沸騰ヲ始メシ。凡ソ水若クハ他ノ液ニ於テ、其ノ蒸氣ハ最高張力ト、大氣ノ壓力ト相平均スルニ至リテ沸騰スルモノトス。

實驗上知り得タル沸騰ノ法則ハ左ノ如シ。

- (一) 沸騰點ハ壓力ニ準ジテ増加ス。
  - (二) 一定ノ壓力ニ於テ各液ノ沸騰ハ一定ノ溫度ニ於テ始マル、而シテ此ノ溫度ハ液体ニヨリ相違アレドモ同一ノ液ニ於テハ絶エテ變更ナシ。
  - (三) 一度沸騰ヲ始ムルヤ何如ニ熱ヲ強クスルモ液ノ溫度ハ増スコトナシ。
  - (四) 液体若シ他ノ固体ヲ溶解シテ含有スレバ其ノ沸騰點昇ルベシ。
- 蒸氣ノ潜熱。 固体ヲ融解スルニ方リテハ其ノ融解ヲ始メタル時ヨリ全ク融

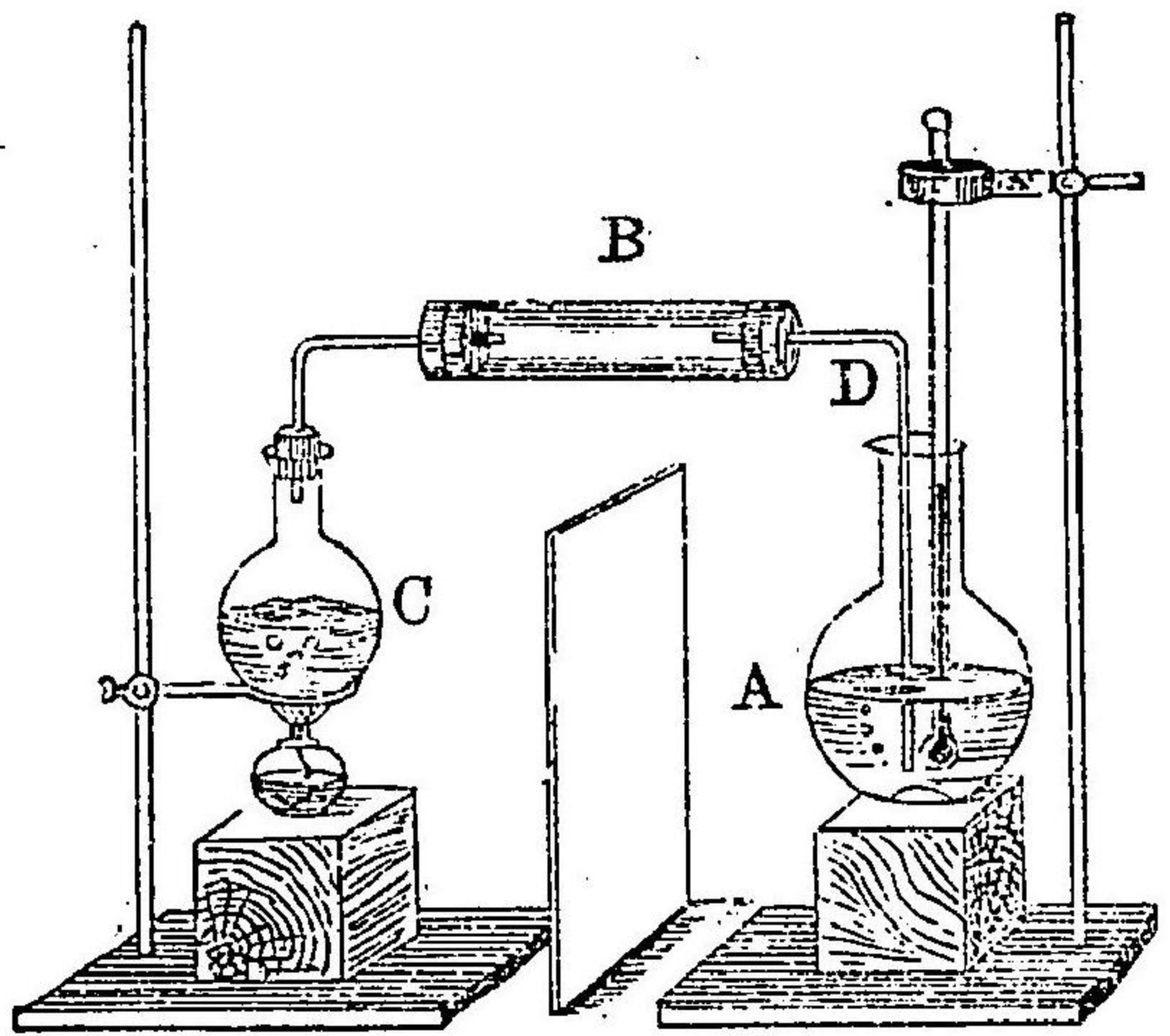
シ終ハルマデハ如何ニ熱ヲ加フルモ、溫度一定シテ變化ナキハ融解ノ際、餘分ノ熱ハ潜熱ニ變ズルニ由ルコトハ既ニ之ヲ説ケリ。蒸發ニ於テモ其ノ沸騰ヲ始ムルヤ何如ニ熱ヲ加フルモ液ノ溫度一定シテ不變ナルハ、餘分ノ熱ハ蒸氣ノ潜熱ニ變ズルニ由ル。換言スレバ此ノ餘分ノ熱ハ分子相互ノ引力ニ打勝チ、之ヲ離開シテ氣體ヲナスニ適セシムル動作ヲナスモノナリ。

沸騰點ニ於ケル某液ノ一單位ヲ同溫度ノ蒸氣ニ變スルニ要セラルハ、熱位ヲ該液ノ潜熱ト云フ。

水蒸氣ノ潜熱ヲ測定スル法。 第九十九圖ニ於ケルガ如ク水ヲ有スルA

Cナル二箇ノふらすコト、B筒トヲ裝置スベシ。但シAニアル水ノ重量ハ豫メ之ヲ測定スルヲ要ス。又此ノ二ふらすコトノ間ニ隔障ヲ立テテ、Cヲ熱シタルトキニ其ノ熱ノAニ及ブヲ防ギ、A器ノ水ニハ寒暖計ヲ挿入スベシ。此ノ裝置ニ於テ、始メA器ノ水ノ溫度ヲ知りCヲ熱シテ蒸氣ヲ發セシメ、此ノ蒸氣ヲシテ一定時間例ヘバ四五分間D管ヲ通シテAノ水中ニ入ラシメ、最後ニCヨリ蒸發シ來リテAニ加ハリタル水量ト溫度トヲ驗スベシ。

圖九十九第



例スルニ初メA器中ニアル水ノ分量ハ三〇〇ぐらむニシテ、温度ハ攝氏十三度ナリトシ、Cヨリ來リテ加ハリタル蒸氣ノ分量ハ二〇三ぐらむナリシニ、其ノ温度ハ五十二度ニ昇リタリトセバ、其解左ノ如シ

三〇〇ぐらむノ水ヲ三十九度(52°-13°=39°)熱スルニ要スル熱量ハ一七〇〇(300×39=11700) 熱位ナリ、而シテ此ノ熱位ハ二〇三ぐらむノ蒸氣ノ一〇〇度ヨリ五十二度ニ収縮冷却スルニ由リテ得ラレタルモノナリトス、而シテ二〇三ぐらむノ四十八度(100°-52°=48) 冷却スルニヨリテ發出スベキ熱量ハ九七四四(48×203=9744) 熱位ナルヲ以テ、一〇七二五、六 (11700-9744=10725.6) 熱位ハ百度ノ蒸氣二〇三ぐらむノ百度ノ水ニ變ズルニヨリテ放出シタル熱量ナリ、故ニ一ぐらむノ水蒸氣ノ潜熱ハ五二八、三 (10725.6÷20.3=528.3) 熱位ナルコトヲ知ル。

右ハ水ノ潜熱ヲ測定スルノ一例ヲ示シタルニ過ギス、精密ナル實驗ニ於テハ水ノ潜熱ハ五三六熱位、酒精ノ潜熱ハ二〇八熱位、依的兒ノ潜熱ハ九〇熱位ト測定セラ

ル。

**蒸發ニヨリテ寒冷ヲ生ズル法。** 液體ハ蒸發ノ際多量ノ潜熱ヲ吸收スル

モノナレバ、蒸發ヲ急速ナラシメテ寒冷ヲ生ズルコトヲ得ルモノナリ、今左ニ其ノ方法ノ二三ヲ擧ゲン。

- (一) 依的兒ヲ寒暖計ノ球子ニ注ゲバ、大ニ水銀ノ降下スルヲ認ムベシ、是レ其ノ蒸發ニヨリ球子ノ熱ヲ奪フニヨルナリ。又依的兒、酒精其ノ他ノ揮發液ヲ手ニ滴注スルニ其部ニ於テ大ニ冷感アルモ同理ニヨルナリ。
- (二) 木板ノ上ニ水ヲ少シク載セ、其ノ上ニ薄キ小銅皿ヲ置キ、皿ニ二硫化炭素ト稱スル極メテ揮發シ易キ液ヲ入レ、手帕ヲ以テ烈シク空氣ヲ皿内ニ吹キ込ミ、二硫化炭素ヲ急ニ揮發セシムレバ、水ハ氷結シテ木板ト銅皿トハ密着スベシ。
- (三) 排氣鐘内ニ強硫酸ヲ盛レル一器ヲ置キ、更ニ水ヲ盛レル一小皿ヲ置クベシ、今若

シ唧筒ヲ働カシムレバ皿中ノ水ハ速ニ蒸發シ、而シテ其ノ蒸發セル水蒸氣ハ忽チ硫酸ニ吸收セラル、ヲ以テ蒸發引キ續キテ烈シク、遂ニ皿中ノ水ハ氷結スルニ至ルベシ。

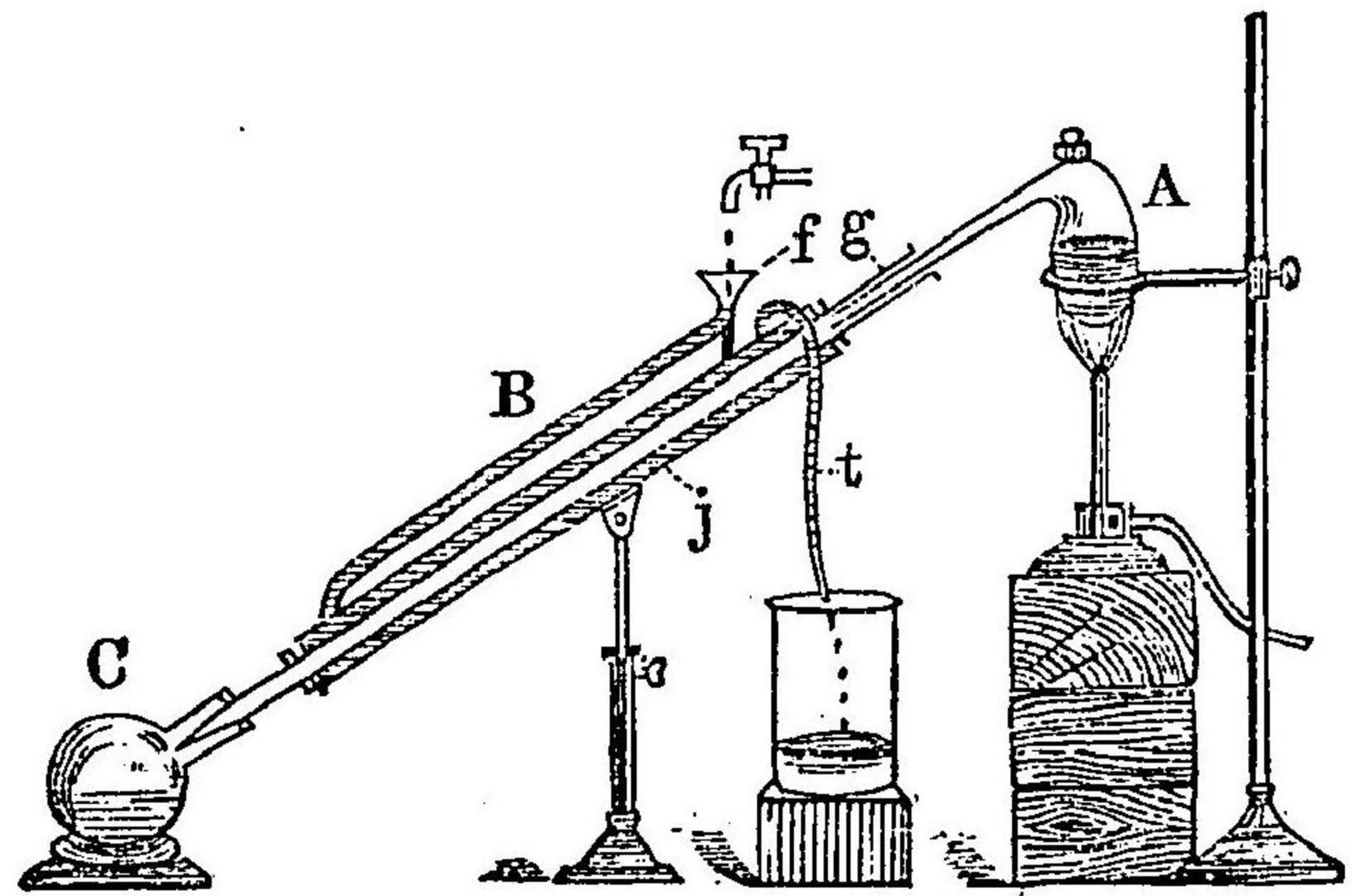
吾人風ニ觸レテ冷感ヲ覺ユルハ強チ風ノ冷ヤカナルニ由ルニアラズ、風ハ吾人ノ身體ヨリ水蒸氣ノ發散ヲ促ガスモノナルヲ以テ、此ノ感アルナリ。

**蒸氣ノ收縮蒸餾。** 蒸氣ノ液ニ變ズルヲ收縮ト云フ、而シテ其ノ收縮ノ際潛熱ヲ放出スルモノナルコトハ前節ニ於テ之ヲ述ベタリ。

蒸餾トハ液ヲ煮テ之ヨリ蒸氣ヲ發セシメ、更ニ之ヲ冷却シテ再ビ液狀ニ復スルノ法ヲ云フナリ。液體中固體ノ溶解シテ存在スルカ、若クハ混合シテ存在スルトキニ方リ、其液ヲ純精ナラシメンニハ、蒸餾ノ法ニヨルベシ、何トナレバ液ノ蒸氣ハ夾雜物ヲ含有セザルモノナレハナリ。揮發シ易キ液ヲ稍蒸發シ難キ液ト混合スルトキニ之ヲ分ツモ亦蒸餾法ニヨルベシ。

蒸餾器ノ原理ヲ知ルハ第百圖ニ就キテ見ルニアリ。Aハれどるとニシテ、液ヲ煮ルノ器ナリ、Cハ收縮セル液ヲ受クルノ器ニシテ、Bハ蒸氣ヲ收縮スルノ裝置ナリ。A

第百圖



ヨリ發セル蒸氣ノBノ中央管ヲ通過スルヤ、此ノ管ハ冷水ヲ以テ常ニ取圍マル、ヲ以テ此ノ部ニ於テ收縮シ、受器Cニ入ル。但シ蒸氣ノ潛熱ニヨリテBノ外部ニアル水ハ忽チ熱シ、蒸氣ヲ收縮セシムルノ目的ヲ達セザルノ不便アルヲ以テ、漏斗ニヨリテ管ノ下部ヨリ常ニ冷水ヲ送り、上部トヨリ熱水ヲ排除スルノ裝置アルナリ。

**大氣中ノ濕氣。** 大氣中ニハ常ニ水蒸氣ノ存在セザルコトナシ、吾人ノ空氣ハ乾燥セリト稱スルトキト雖、決シテ水蒸氣存在セザルニアラズ、唯ニ其ノ割合少キノミ。大氣中ニ

濕氣ノ存在スルヲ証明スルノ法々アリ、鹽化かるしうむ若クハ苛性曹達ヲ小皿ニ入レテ暫時空氣ニ曝セバ、自ラ溶解スベシ、是レ空氣中ヨリ濕氣ヲ吸收シタルニ

由ル冷水ヲ玻璃壘若クハ鐵瓶等ニ入レテ之ヲ温カナル室内ニ置クニ其ノ外部ニ露ノ收縮スルヲ見ルモ是レ又大氣中ニ濕氣アルヲ証ス。  
 大氣中ニ存在スル水蒸氣ハ大氣ノ温度降下シタルトキニ方リテ收縮スベシ此ノ收縮ヲ始ムル温度ハ即チ空氣ノ水蒸氣ニ飽和セラルル温度ナリ。  
 空氣ガ水蒸氣ニヨリテ飽和セラルル温度即チ水蒸氣ノ將ニ收縮ヲ始メントスルハ温度ヲ稱シテ露點ト云フ。

既ニ述ベタルガ如ク空氣ヲ飽和スベキ水蒸氣ノ分量ハ温度ニヨリテ相違アルモノナリ既ニ飽和度ニ達スレバ更ニ餘分ノ水蒸氣ヲ含有スルコト能ハザルヲ以テ蒸發阻止セラルベク少シク温度ノ降下スルアレバ更ニ飽和度下ルヲ以テ餘分ノ水蒸氣ハ收縮セン斯クテ露ヲ結ブ然レドモ更ニ濕潤ノ昇ルコトアラシカ飽和度一層進ムヲ以テ尙ホ多量ノ水蒸氣ヲ含有スルヲ得ベシ故ニ空氣ノ乾濕ト云フハ比較的ノ言ニシテ熱帶地方ノ乾燥空氣ハ溫帶地方ノ濕潤空氣ヨリハ却テ多量ノ水蒸氣ヲ含有スベク夏時ニ於テハ縱令空氣ハ乾燥スルモ冬時ニ於ケルヨリ多量ノ濕氣存在スルモノナリ畢竟スルニ乾ト云ヒ濕ト云フハ飽和度ニ達スルノ度合

ニヨリテ名狀スルモノニシテ決シテ水蒸氣ノ實量ニ就キテ云ヒタルモノニアラザルコトヲ了スベシ。

空氣中ノ濕氣ヲ驗スル法。

空氣中ニ存在スル濕氣ノ實際ノ分量ヲ驗知セント欲セバ化學上ノ方法ニヨラザルベカラズ左ニ其ノ方アリ。

一小皿ニ鹽化カルシウヲ置キテ其ノ重量ヲ驗シ之ヲ玻璃鐘ニテ蓋ヒ暫時放置スベシサスレバ鹽化カルシウハ鐘内空氣ノ水蒸氣ヲ吸收シテ其ノ重量ヲ増スベキヲ以テ鐘ノ容積ハ一立方尺アリト假定スレバ小皿ニ於ケル增量ハ則一立方尺ノ空氣中ニ存在スル水蒸氣ノ量ナルコトヲ知ルベシ。

強硫酸浸潤シテ浮石若クハ鹽化カルシウヲU字形ノ管ニ入レテ之ヲ秤量シ一定量例ヘバ五升ノ空氣ヲシテ此ノ管ヲ通過セシメ再ビ管ヲ秤量シ其ノ增量ヲ以テ五升ノ空氣中ニ存スル水蒸氣ノ量ト定ム但シ鹽化カルシウモ強硫酸モ共ニ能ク濕氣ヲ吸収スルノ用ヲナスモノナリ。

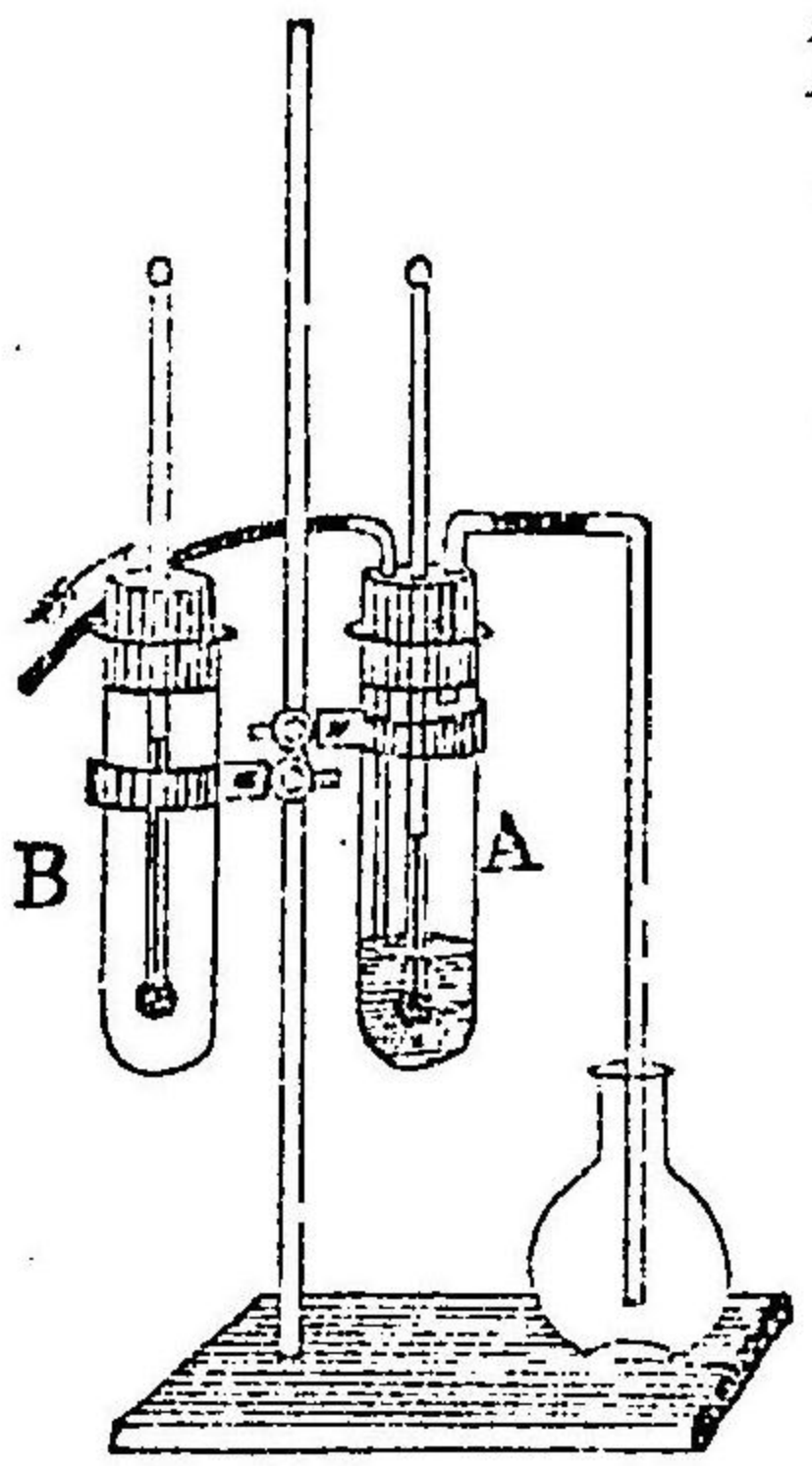
空氣ノ濕度トハ實際空氣中ニ存在スル水蒸氣ノ張力ト同濕度ニ於ケル飽和蒸氣ノ張力トノ比ヲ云フナリ故ニトヲ實際ノ水蒸氣ノ張力トシ、 $D$ ヲ同濕度ニ於テ空

氣ヲ飽和スベキ水蒸氣ノ張力トシ、Eヲ濕度トスレバ、左ノ式アリ、

$$E = \frac{p}{P}$$

驗濕器。空氣ノ濕度ヲ驗スルノ器ハ其ノ種類甚多シ、而シテ第百一圖ニ示スモノハれのうる氏ノ驗濕器ナリ。A、B二箇ノ試験管アリ、Aハ依的兒ヲ有シ、Bハ空虛

第百一圖



ナリ。圖ニ於テ見ル如クBニ木栓ヲ通シテ寒暖計ヲ挿入シ、Aニモ亦寒暖計ヲ挿入シ、其ノ水銀球ヲシテ依的兒ニ達セシム、且Aノ木栓ニハ別ニ二箇ノ孔アリ、此ノ孔ニ二本ノ玻璃管ヲ挿入シ、玻璃管ノ一ヲバ長クシテ、其ノ下端ヲ依的兒ニ没セシメ、右方ノ玻璃管ヲバ一長管ニ接シ、該管ノ下端ヲふらすこニ導ク。今若シ左方ヨリ韃ヲ以テ空氣ヲ吹キ送クレバ、此ノ空氣ハ依的兒内ヲ通過スル際之ガ蒸發ヲ促ガシテ、其ノ溫度ヲ降下スルコトハ寒暖計ニテ認識スベシ。

暫クシテA管ノ溫度降ルヤ空氣ノ濕氣之ニ觸レテ收縮シ、其ノ外部ニ露ヲ附着スルニ至ラバ、空氣ヲ送入スルコトヲ止メテ、Aノ寒暖計ヲ驗シ、其ノ溫度ヲtトシ、須臾ニシテ露ハ再ビ消滅スベキヲ以テ此ノ際又Aノ寒暖計ヲ驗シ、其ノ溫度ヲt'トシ、tトt'ノ平均  $\left(\frac{t+t'}{2}\right)$ ヲ露點ト定ム。

例ヘバBノ寒暖計ハ十五度ニシテ、Aノ寒暖計ニヨリテ露點ハ五度ナリト驗定シタリト假定スルニ、前節掲ゲタル表ニヨリテ、十五度ニ於ケル水蒸氣ノ最高張力ハ一二・六九九みりめいとするニシテ、五度ニ於ケル最高張力ハ六・五三四ナルヲ知ルヲ以テ濕度ハ左ノ如シ。

前節ニ於テ  $E = \frac{p}{P}$  トセルガtハ、六・五三四ニ當リ、Fハ一二・六九九ニ當ル、  
$$E = \frac{6.534}{12.699} = 0.514$$

即チ濕度Eハ〇・五一四ナルコトヲ知ル。

此ノ器械ノ精ナル者ニ於テハA、B二管ノ下部ヲ薄キ銀ニテ包被スルヲ常トス。

### 第五章 熱ノ傳導、熱ノ輸送

熱ノ擴散。吾人若シ火爐ノ如キ熱源ノ傍ニ在レバ、必ズ之ヨリ來ル所ノ溫熱

ヲ感ズ。此ノ熱タル我ガ體ト火爐トヲ隔ツル空氣ノ媒介ニヨリテ傳達セラレ、ニアラズ、何トナレバ此ノ間ノ空氣ハ更ニ其ノ溫度ヲ増スコトナキヲ以テナリ、試ミニ火爐ノ前ニ隔障ヲ立ツレバ溫熱ノ感覺全ク停止スベキハ是レ其ノ証ナリ。太陽ノ熱ノ我ガ地球ニ到達スルハ右ト同一ノ方法ニヨル。斯ク中間ノ溫度ニ何等ノ影響ヲモ及ボスコトナク熱源ヨリ隔離セル諸體ニ向テ溫熱ノ普及スルヲ輻射ト云フ。輻射ニ關スル詳細ノ解明ハ次章ニ於テ講究スベシ。

熱ノ擴散スルヤ主トシテ輻射法ニ據ルト雖、尙他ニ傳達ノ二法アリ、傳導及ビ輸送是ナリ。

**熱ノ傳導。** 一小金屬棍ヲ取り、其ノ一端ヲ熱スレバ次第ニ他端ノ方ニ其ノ熱傳達スベク、暫時ニシテ指頭ヲ外端ニ觸ル、コト能ハザル程ニ熱セン。斯クノ如ク一物體ノ一部ニ於テ強熱セラレ、ヤ、之ヨリ他ノ部分ニ向テ熱ヲ移流スルヲ傳導ト稱ス。物體ノ傳達性ハ物ニヨリテ各相違アリ、能ク熱ヲ傳フルモノヲ良導體ト稱シ、否ラザルモノヲ不良導體ト云フ。金屬類ハ概シテ良導體ナリ、普通ノ物體中不良導體ノ例トシテ見ルベキハ樹脂、玻璃、木片、毛布ノ如キモノニシテ、液體、氣體ノ如キ

ニ至リテハ最傳導性ニ乏シトス。

**固體ノ傳導性ヲ比較スル法。**

固體殊ニ諸金屬ノ傳導性ヲ比較スル方法一ニシテ足ラズ。同シ太サヲ有スル數箇ノ金屬線ヲ撚リ合セテ其ノ兩端ヲ切り揃へ、以テ一種ノ金屬繩ヲ製シ、繩ノ一端ヲ火焰ニ觸レシメテ赤熱スルニ至ラシムレバ、各金屬線ノ紅熾セル部分ニ長短ノ差アルヲ認ムベシ、此ノ長短ノ差ヲ比シテ畧各金屬線ノ傳導性ヲ比較スルヲ得ベシ、是レ最モ簡單ナル方法ノ一ナリ。其稍精密ナル方法ハ第百二圖ノ裝置ニヨリテ行フニアリ。

第百二圖



黃銅、鉛、銀、銅、木片、こるく等令其ノ傳導力ヲ比較セント欲スル各物體ニ就キテ豫メ同長同形ノ短圓柱ヲ製シ、先ヅ鉛柱ヲ第九十二圖ニ示セルガ如キ

空氣寒暖計ノ上頭ニ安置シ、別ニ用意シ置ケル銅ノ小圓柱ヲ沸騰水中ニ投シテ熱シ、之ヲ取り出シテ一分時間許リ水蒸氣中ニ支持シテ水分ヲ滴リ去ラシメ而シテ後彼ノ寒暖計ノ頭上ニ安置セル鉛片ノ上ニ載スベシ、斯クシテ二分時間放置シ、寒暖計ニ於ケル水柱ノ降下幾何ナリヤヲ記シ、更ニ黃銅柱、銅柱等ヲ鉛柱ニ換へ、順次



ニ寒暖計ノ指示スル所ヲ記スベシ。但シ各柱片ヲ以テ試ムルトキニ方リテハ、其ノ上ニ載置スベキ銅柱ヲバ毎時同一様ニ熱シ、且同時間載置セザルベカラザルコト勿論ナリ。

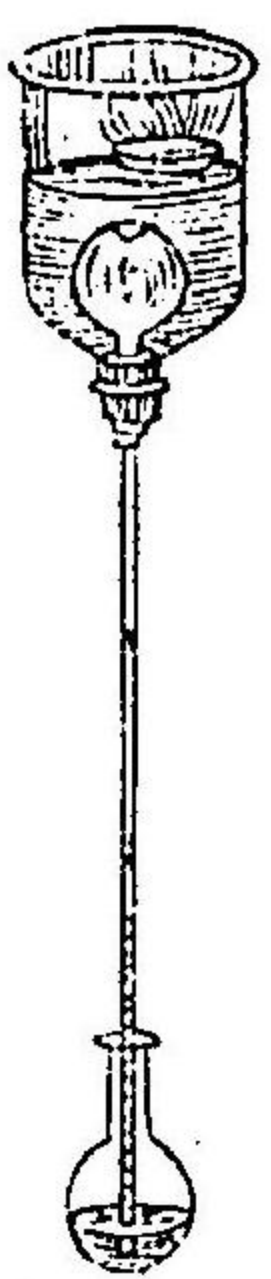
最精密ナル實驗ニヨルニ、金屬中最傳導性ニ富ムモノノ傳導力ヲ百度ト假定スレバ各金屬ノ比較的傳導力ハ左表ニ示スガ如クナルベシト云フ。

銀	一〇〇・〇	鐵	一一・九
銅	七三・六	鋼鐵	一一・六
黃金	五三・二	鉛	八・五
黃銅	二三・一	白金	八・四
亞鉛	一九・〇	蒼鉛	一・八
錫	一四・五		

### 液體ノ傳導性。

第百三圖ニ於テ見ルガ如ク、空氣寒暖計ノ上球ヲ一箇ノ玻璃鐘内ニ入ラシメ、殆ト鐘ノ上部ニ達スルマデ水ヲ充テ、別ニ小皿ニあるこうるヲ入レタルモノヲ水上ニ浮ベ、而シテ之ニ點火スルモ、寒暖計ノ水柱ニ於テ更ニ降下

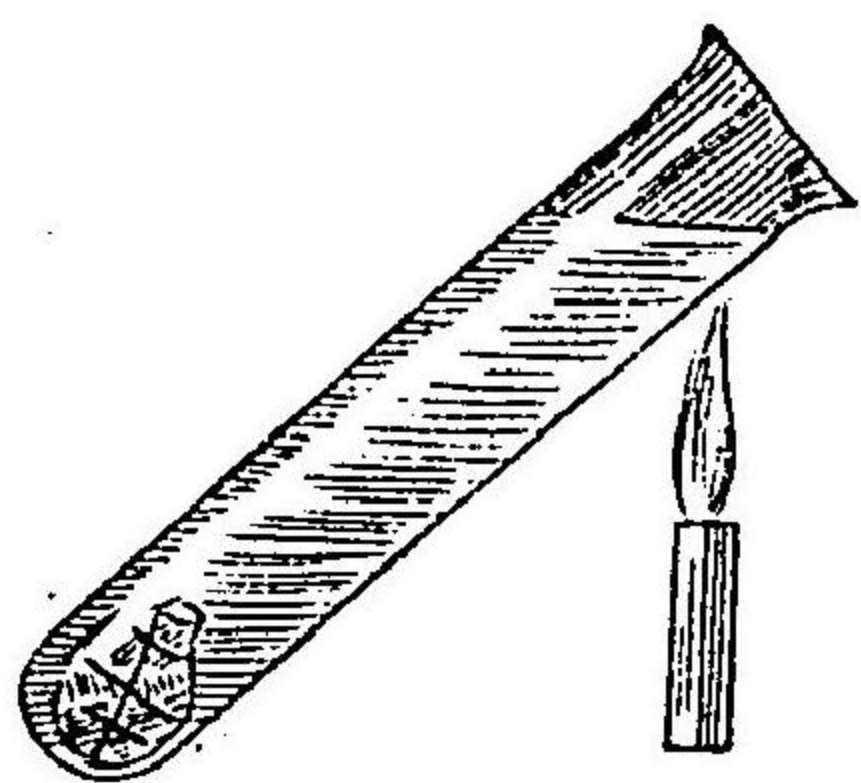
第百三圖



不良導體ナリ。

ナキヲ認ムベシ、是レ水ノ不良導體ナルコトヲ證ス。次ギニ水ニ代フルニ水銀ヲ以テシテ同一ノ實驗ヲ行ヘバ寒暖計ノ水柱ハ忽チ大ニ影響セララルヲ見ン。水銀ヲ除クノ外概シテ液體ハ水ト同ク

第百四圖



一小水塊ニ銅線ヲ卷キテ之ヲ試験管ノ水中ニ沈メ、水ノ上部ヲ酒精燈ノ火焰ヲ以テ熱スルニ、此ノ部ニ於ケル水沸騰スルモ、水塊依然トシテ容易ニ融解セザルベシ、是レ亦液體ノ不良導體ナルコトヲ證スル一實驗ナリ。(第百四圖)

### 氣體ノ傳導性。

氣體ハ甚シク熱ヲ傳導スルノ性ニ乏シキコトヲ證スル簡易法アリ、厚サニ

分許リノ一小石灰板ヲ製シ、之ヲ手掌ニ載セ、其ノ板上ニ紅熾セル鐵片ヲ觸接スレバ板ノ傳導性ハ忽チ手掌ニ熱ヲ感ゼシムベシト雖、若シ石灰粉ヲ手掌ニ載セ、其ノ

層ノ厚サヲ前ノ板片ト同様二分許リナラシメテ其ノ上ニ紅熱鐵片ヲ觸接スルコト始メノ如クスルモ、手掌ヲ燒クコトナカルベシ、是レ石灰粉ノ間ニアル空氣ノ不良導體ナルニヨルナリ。

精密ナル測定ニヨルニ、水ノ傳導性ハ銅ノ傳導性ノ九十五分ノ一ニシテ、空氣ノ傳導性ハ同金屬ノ一万九千八百五十五分ノ一ナルベシト云フ。

**應用解釋。** 吾人ガ日常各種ノ物體ニ觸レテ起ス處ノ熱冷ノ感覺ハ、主トシテ

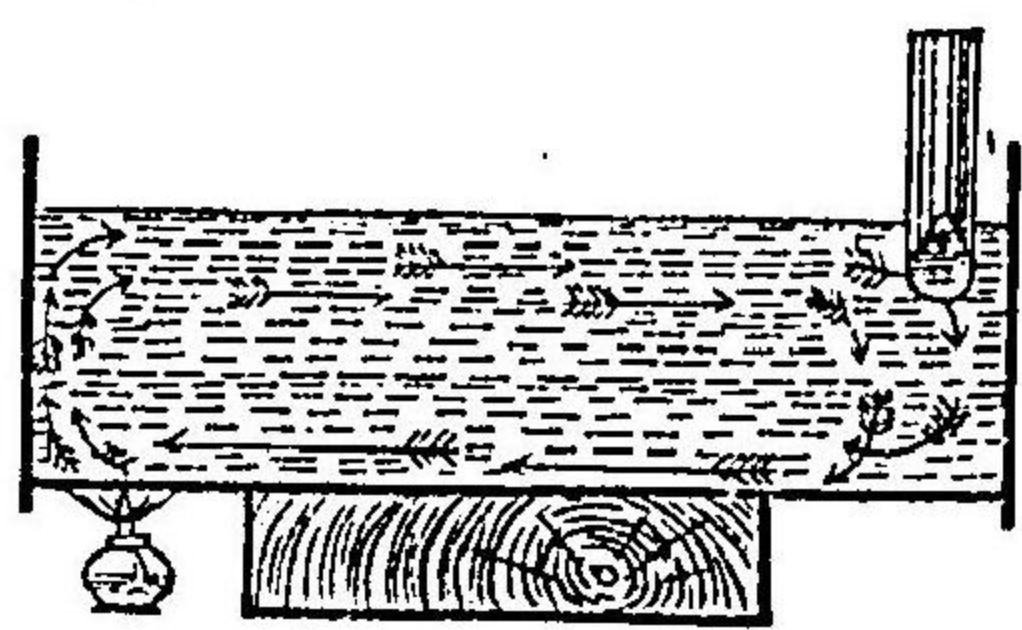
此等物體ノ傳導性ニ基クモノトス。若シ物體ノ溫度ニシテ吾人ノ體溫ヨリ低キトキハ、之ガタメニ體溫ヲ傳導シ去ラルルヲ以テ、冷感ヲ覺ユベク、其ノ體溫ヨリ高キ溫度ヲ有スル物體ニ觸ルレバ、熱ヲ附與セラル、ヲ以テ熱ク感ズルナリ。一室内ニアル各物ノ溫度ハ皆相同ジキコトハ、寒暖計ノ球子ヲ此等物體ニ觸レテ驗知スベシ、然ルニ手ヲ以テ各物ニ觸ルルニ、金屬類ハ概シテ冷ヤカニ感ゼラレ、毛布類ハ溫カニ感ゼラルルモノハ、傳導性ノ優劣ニ基クモノナルコトハ、容易ニ了セラルベシ。夏時毛布、鋸屑ノ如キ不良導體ヲ以テ包圍シ置ケバ、氷塊ノ容易ニ融解セザルハ何ゾヤ、彼ノ不良導體ハ外部ノ熱ヲ碍ケテ、氷塊ニ到達セシメザルニヨル。又冬時ニ於

テ食物等ノ溫度ヲ保タンガ爲メ、或ハ物ノ氷結スルヲ防ガンガ爲メ、不良導體ヲ以テ之ヲ包ムハ何ゾヤ、是レ内部ノ溫熱ヲ外部ニ傳散セシメザラントスルニヨル。厚キ板ヲ以テ家屋ノ壁ヲ二重ニ作り、其ノ間ニ藪屑等ノ如キ不良導體ヲ充ツレバ、能ク屋内ノ溫度ヲ傳導シ去ラザルヲ以テ、コレ寒地ニ於ケル適當ノ住宅ナリ。而シテ熱帶地方ニ於テモ亦此ノ類ノ屋壁ヲ有スル住宅ヲ甚佳ナリトス、何トナレバ同じク外部ノ熱ヲ屋内ニ導カザルモノナレバナリ。吾人ノ衣服殊ニ肌着ニ就キテ經驗スルニ、其ノ能ク身體ニ密着スルモノヨリハ、稍緩ヤカナルモノ反テ溫カキガ如ク思ハルルハ、身體ト衣服トノ間ニ最不良導體ナル空氣ノ滯留スベキ餘地ヲ存スルヲ以テナリ。氷塊ノ上ニ灰ヲ載セ、其ノ上ニ熱鐵片ヲ置クモ、氷ヲ融解スルコトナキモ亦傳導ノ理ニテ解スルコトヲ得ベシ。

**熱ノ輸送。** 液體、氣體ハ甚傳導性ニ乏シト雖、流動體ニ於ケル熱シタル部分ト冷

ヤカナル部分ト互ニ相動搖交代シテ全體ニ擴布スル一法アリ、之ヲ輸送ト云フ。第百五圖ニ示スガ如キ金屬器若クハ玻璃器(びいかる)ヲ木片上ニ載セテ、之ニ水ヲ充テ、其ノ一側ノ上部ニ方リ小試験管ニ氷塊ヲ入レタルモノヲ支持スルカ、又ハ他側

第五百圖



ノ下部ヨリ酒精燈ヲ以テ熱スレバ、器中ノ水ハ絶エズ矢ニテ示スガ如キ方向ニ流移スルモノナリ、豫メ水中ニ糠片ヲ散布シ置クカ、若クハ其ノ熱ヲ中ツル部分ニおよりん色料ノ小片ヲ沈メ置ケバ、明カニ此ノ流動ヲ認知スルコトヲ得ベシ。但シ試験管ノ氷ト火焰トヲ同時ニ使用スレバ、水ノ流移ハ一層速ナルベシ。斯クノ如クシテ冷ヤカナル部分ト温カナル部分ト相交代スレバ、遂ニ全水ニ熱ノ擴布セラルルニ至ルベシ。

水ハ熱セラレレバ膨脹シ、攝氏四度ニ至ルマデ冷却セラレレバ収縮ス、故ニ火焰ニ接近セル部分ノ水ハ近傍ノ水ヨリ輕ク、從テ上方ニ向フベク、又氷塊ニ接近セル水ハ稍重キガ故ニ下ニ向テ沈降セントス、斯クテ熱水ト冷水ト相交代スルコトナルナリ。吾人若シ此ノ水杯ヲ以テ大洋ト見做シ、左側ヲ熱帶地方トシ、右側ヲ寒帶地方トスレバ、温水ハ上流ヲナシテ赤道ヨリ南北ニ向ヒ冷水ハ反對ノ方向ヲ取リテ下流ヲナスコトヲ了スル足ラン。

空氣中ニ於テ熱ノ擴散スル法モ亦之ニ同ジ、即チ熱セラレタル空氣ハ輕疎トナリテ上昇シ、寒冷ナル空氣ハ稍密ナルヲ以テ之ニ代ハラント欲シテ下降スルナリ。室内空氣ノ新陳代謝スル法ヲ見ルニ、内部ノ温暖ナル空氣ハ室ノ上部ヨリ逃レ去ラントシ、戶外ノ新陳ナル冷空氣ハ下部ヨリ入り來ラントス、故ニ若燭火ヲ温暖ナル室ノ戸口ノ鴨居ト敷居トニ置ケバ、上部ノ焰ハ外ニ向ヒ、下部ノ焰ハ内ニ向フベシ。烟筒、らむぶ等ニ於テ之ヲ仔細ニ觀察セバ、愈交代ノ理ヲ曉知スベキナリ。

風。空氣ノ動搖シテ風ヲ生ズルハ、冷熱空氣ノ交代ニ原因スルモノナリ。太陽ノ輻射熱ノ地球ニ達スルヤ、其ノ大氣ヲ通過スルニ當リテ之ガタメニ吸收セララルコト甚微々タルヲ以テ空氣ヲメニ熱セズ、地上ニ來リテ始メテ地球表面ニ吸收セララルモノナリ。然ルニ地球ノ熱ヲ受クルハ赤道地方ニ於テ最強ク之ヨリ南北ニ至ルニ從テ次第ニ少ナキヲ以テ、赤道近傍ニ於テ地面ニ接スル空氣ノ熱セララルコト最甚シク爲ニ輕疎トナリテ上昇スレバ、温帶及ビ寒帶ノ稠密ナル空氣ハ之ヲ補ハント欲シテ南北ヨリ赤道ニ向テ進行スベシ、故ニ寒冷ナル空氣ハ常ニ下部ニ降リテ兩極ヨリ赤道地方ニ流移シ、熱セラレタル空氣ハ之ト反對ノ方向ヲ取リ、上

際ニ昇リテ赤道ヨリ兩極ニ流動スルナリ。貿易風トハ右下流ノ風ノ呼稱ニシテ。逆貿易風トハ上流ノ風ノ名稱ナリ。地球ハ常ニ西ヨリ東ニ向テ回轉スルモノニシテ、地上ノ萬體ヲ始メトシ、之ヲ圍包スル空氣モ亦共ニ回轉ス。然ルモ其ノ赤道ニアルモノハ南北ニアルモノニ比スレバ速度大ナルヲ以テ、其ノ赤道ニ向テ此ノ部ニアル空氣ト同一ノ速度ヲ以テ進ムコト能ハズ、爲ニ遲引セザルヲ得ザルノ結果ハ少シク其ノ方向ヲ西方ニ傾クル所以トナル。故ニ北半球ノ貿易風ハ北東ヨリ西南ニ向テ吹キ南半球ノ貿易風ハ南東ヨリ西北ニ向テ吹ク。逆貿易風ハ其ノ方向全ク之ト反對ニシ、北緯ニ於テハ北東ニ向ヒ南緯ニ於テハ南東ニ向フ、但此ノ風ハ兩極ニ達スルコトナク、通常南北三十度ノ緯度ニ到レバ、冷却シテ下降スルナリ。次ギニ陸風海風ト稱シ沿海地方ニ於テ常ニ吹ク所ノ風アリ。水ハ陸地ニ比スレバ熱シ難ク且冷ニ難キヲ以テ、日中ノ間ハ陸地ノ熱スルコト海ヨリ甚シク、爲メニ陸地ノ空氣輕疎トナリテ上昇シ、海上ノ空氣ハ之ヲ補ハント欲シテ陸ニ向フ、之ト反シテ夜間ハ陸地ノ冷却スルコト海ヨリ甚シキヲ以テ、先ノ交代法轉倒シ陸ノ冷氣ハ海ノ温氣ヲ補ハント欲シテ流動ス。故ニ日中ハ海風吹キ、夜間ハ陸起ル。

**洋流** 洋流ノ理ハ第一百五圖ニ示スガ如ク、兩極ノ冷水重クシテ、沈降シ赤道ノ熱水輕クシテ浮ビ、互ニ相交代スル所以ニ歸スルモノニシテ、其ノ方向ノ如キハ貿易風ノ理ニヨリテ之ヲ解スベシト雖、陸地、港灣、島嶼等ノタメニ影響セラルルコト甚シク、風ノ如ク整正ナルモノニアラズト知ルベシ。

### 第六章 熱ノ輻射

**輻射熱。** 吾人ハ傳導輸送ノ理ニヨリテ熱ノ太陽ヨリ地球ニ到達スル所以及び暖爐ノ室内ヲ暖ムル所以ヲ解了スルコト能ハズ、何トナレバ地球ト太陽トノ間ニ傳導若クハ輸送ニヨリテ熱ヲ傳達スル媒間ナシ、又室ノ暖マルヤ爐ノ近傍ニアリテ熱セラレタル空氣ノ擴布スル故ニアラザレバ、ナリ。夏時途上ニ於テ炎熱堪へ難キニ方リ、僅ニ數歩ヲ隔ツル日蔭ニ入レバ忽チ清涼洗フガ如キ感ヲ覺ユルハ何ノ故ゾ。若シ空氣ニシテ太陽ノ熱ヲ傳導シ若クハ之ヲ輸送スルモノナラシメバ、此クノ如ク著キ熱涼ノ差ヲ生ズベキ筈ナシ。畢竟樹蔭ニ入りテ清涼ナル感アルハ、是レ炎天ニ曝露セララルル時ニ方リテ受クル熱ハ熱セラレタル空氣ニ觸ルルニ由來スルニアラザル證ナリ。又爐前ニ立チ其ノ手掌ヲ開キテ顔面ノ前ニ持スレバ、忽チ熱

氣ヲ阻止シ得ルガ如キ同ジク右ノ所陳ヲ證スルモノトス。サレバ太陽ヨリ發射シ來ル所ノ熱ノ大部分ハ更ニ空氣ヲ熱スルコトナクシテ地上ニ達シ、而シテ後地面及ビ地上ノ諸體ヲ熱スルナリ。蓋シいせるナルモノ六合ノ間ニ充滿シテ光熱ノ媒間ヲナスモノニシテ、熱ノ輻射スルハ此ノ媒間ノ波動ニヨルナリ。但其ノいせるノ波動トシテ傳達スル間ハ熱トシテ感ゼラルルモノニアラズ、此ノ波動ノ物體ニ撞突スルヤ始メテ其ノ溫度ヲ増進セシムルモノトス、尙光篇ニ至リテ詳述スベシ。

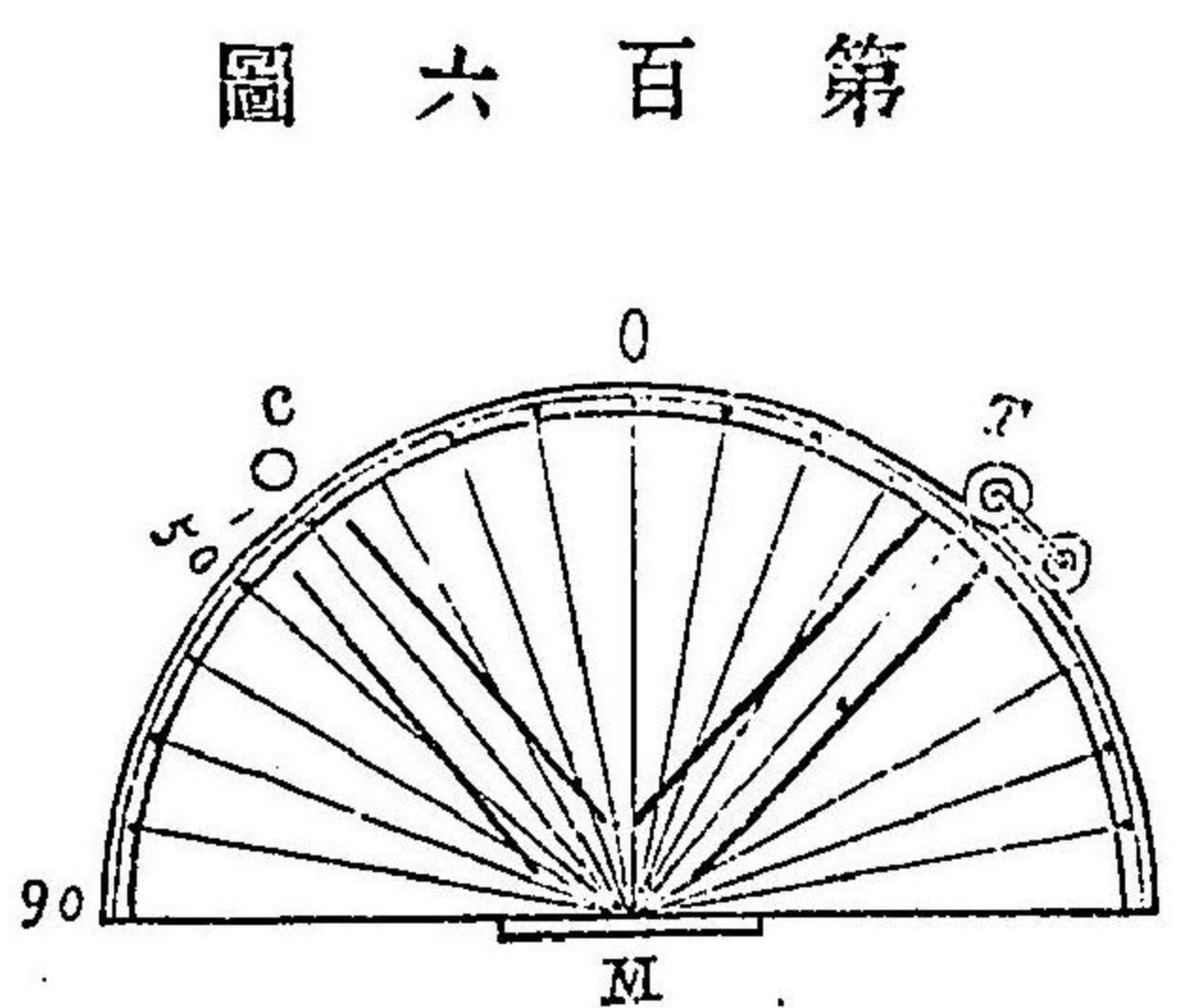
**輻射ノ規則。** 熱ノ輻射ニ關スル三箇ノ法則アリ。

(一) 輻射ハ熱源ノ周圍各方ニ走ルモノナリ。熱體ヲ持シ、其ノ周圍ニ方リ、少シク之ヨリ離レテ寒暖計ヲ持スルニ、其ノ何レノ方向ニ持スルヲ論ゼズ、必ズ輻射熱ノ寒暖計ニ及ブヲ覺知スベシ。

(二) 同稠同密度ノ媒間ニアリテハ輻射ハ直線ヲ沿フテ進ム。吾人若シ寒暖計ト熱源トノ直線路ニ方リテ障壁ヲ設クレバ、熱ノ寒暖計ニ感ズルコトナキヲ以テ之ヲ知ルベシ。熱若シ一媒間例ヘバ空氣ノ如キモノヨリ斜ニ他ノ媒間例ヘバ玻璃ノ如キモノニ入レバ必ズ其ノ方向ヲ變ズ、其ノ詳細ハ光ノ屈折ヲ論ズルニ方リテ知レ。

(三) 輻射ハ空氣ノ有無ニ關係セズ、此ノ理タル空氣ハ地球ヲ包圍スル所ノ薄皮ニ過ギザルモ、能ク遙遠ナル太陽ヨリ輻射熱ノ地球ニ達スル理ニテ明カナリ。

**熱ノ反射。** 示差寒暖計ノ一球ニ煙煤ヲ塗抹スベシ、斯クスレバ球子ノ熱ヲ感受スル性ヲ増スベシ、何トナレバ煙煤ハ能ク熱ヲ吸收スルモノナレハナリ。次ギニ二尺五寸許リノ半徑ヲ以テ机上ニ



一大半圓ヲ畫キ之ニ刻度スルコト第百六圖ニ示スガ如クシ、中央ニ於テ一片ノ馬口鐵板Mヲ垂直ニ安置シ、兩端開通セル馬口鐵ノ一管ヲ40ト記號セル半徑ノ位置ニ定メ、此管ノ外端ニ熱セラレタル銅球Cヲ置キ、更ニ他ノ開通馬口鐵管ノ内端ヲ中央ノ板面ニ向ケ、他端ニ墨塗セル示差寒暖計

ノ球子ヲ持シテ此ノ部ヲ動カシ、熱ノ寒暖計ニ感ズル位置ニ達セバ、管ヲ靜置スベシ。斯クテ管ノ位置ヲ驗スルニ、後ノ管モ亦前ノ管ト同ジク中央ノ零點ノ所ヨリ起算シテ四十度ノ所ニアルヲ認ムベシ。其他前管ヲ何如ナル位置ニ定ムルモ、二管ノ位置ハ同角度ヲナスモノナリ、是ニ於テカ熱モ亦入射角ト、反射角ト同ジク、且ツ入

射線ト、反射線ト、同一ノ平面内ニアルモノナリト云ヘル反射ノ定則ニ隨フモノナルコトヲ確認スベシ。

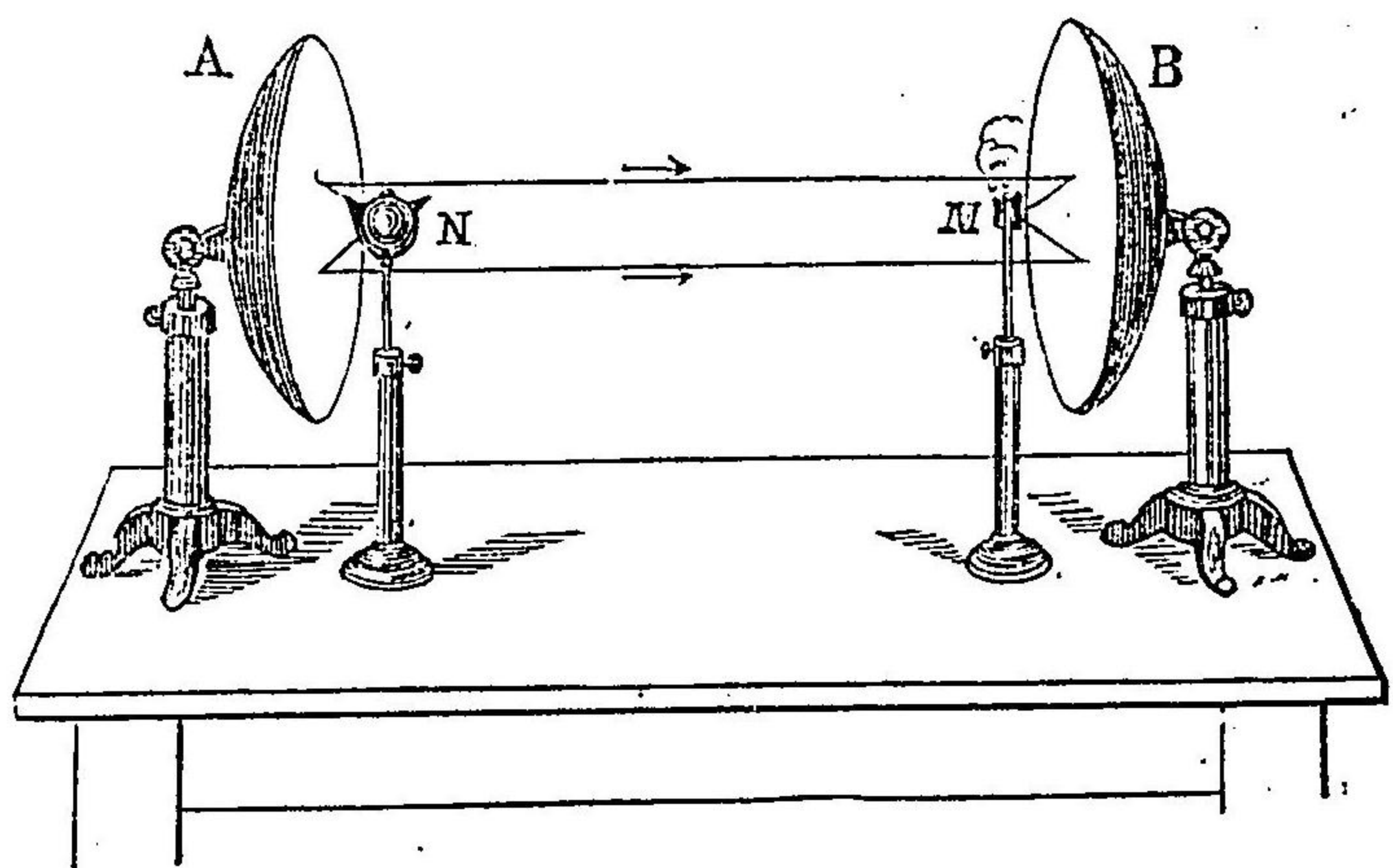
若シ此ノ實驗ニ於ケル馬口鐵板ニ油煙ヲ以テ塗抹セル厚紙板ヲ代用スレバ、至ク反射ナシ、又磨キタル黄銅板ヲ用フレバ反射一層佳ナルヲ認ムベシ。今若シ琢磨セル黄銅板ノ反射力ヲ百度トスレバ普通金屬及ビ玻璃ノ反射力ハ左ニ示スガ如キ割合ナリト云フ。

黄銅	一〇〇	鉛	六〇
銀	九〇	玻璃	一〇
錫	八〇	油煙	〇
鋼鐵	六〇		

### 凹鏡ニ於ケル熱ノ反射。

更ニ凹鏡ヲ使用スレバ輻射熱ハ光ト同様ニ反射スルモノナルコトヲ一層明カニスルコトヲ得ベシ、即マツ二箇ノ凹鏡ヲ相對向シテ排置シ、兩鏡燒點ノ位置ヲ認メ(光篇ニ詳ナリ)、一燒點ニ熱熾セル銅球ヲ支持シ、他ノ燒點 $m$ ニ一片ノ燐ヲ置ケバ、此ノ燐片ハ忽チ燃燒スベシ、其他何如ナルモノ

第百七圖

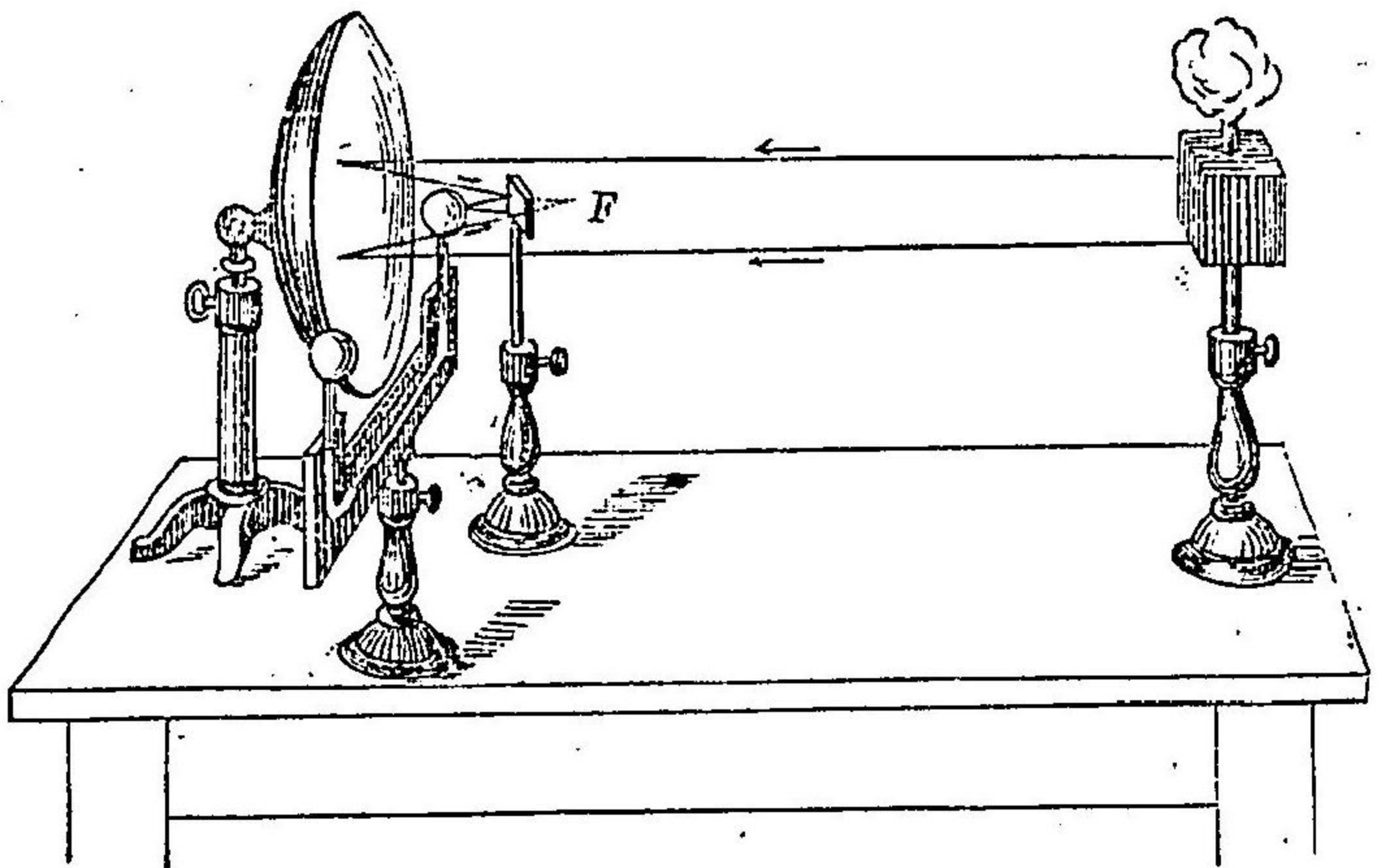


ヲ $m$ ニ置クモ其ノ能ク熱セラレモノナルコトヲ認ムルコト難カラザルナリ。

若シ小板ヲ以テ $m$ ヨリ直接ニ $m$ ニ來ル熱ヲ障グルモ、其ノ $m$ ヲ熱スルノ結果ニ於テ變化ナシ、是レ $m$ 體ノ熱スルハ主トシテ鏡面ヨリ反射スル熱ノ作用ニシテ $m$ 體ヨリ直接ニ發射シ來ル熱ニ由ルニアラザルコトヲ了スベシ。若シ又鏡面ヲ太陽ニ向ケテ其ノ燒點ニ紙片若クハ小木片ヲ支持スレバ、能ク燃燒スルモノナリ。

第百七圖ノ $m$ ニ氷片ト食塊トノ混和物ヲ入レタルムらすコトヲ置キ他ノ燒點ニ寒暖計ノ球子ヲ置ケバ、恰モ冷氣ノ反射シタルカノ如キ現象ヲ認ムベシト雖、熱ノ外ニ冷氣ナルモノ存在スル筈ナシ、此ノ理ハ後節溫熱交換ノ理ト題スル條ニ至リテ解クベシ。

第百八圖



れすりー氏ノ創意ニ係リ、熱ニ對スル種々ナル物質ノ反射性ヲ比較スル方法ハ第百八圖ニ於ケル装置ニ就キテ知ラル。此ノ場合ニ於ケル熱源ハ沸騰水ヲ有スル立方形ノ箱ニシテ、コレヨリ發射スル熱ヲ凹鏡面ニ受ケシムレバ、其ノ對偶燒點(光篇ニ詳説スベシ)ハFニ現ルトシ、此ノF點ヨリ少シク鏡面ニ接シ、反射性ヲ試驗セントスル物質ニテ造レル小板ヲ置キ、鏡面ヨリ反射シ來レル熱ヲ更ニ此ノ小板ニ受ケテ反射セシメ、之レヲ示差寒暖計ノ一球ニ受ケシム。斯クシテ種々ノ物體ニテ造レル小板ヲ使用スレバ、示差寒暖計ニ感ズル熱ノ強弱ニ由リテ各物ノ反射性ヲ比較シ得ベシ。

**吸収ト反射。** 次ギニ各物ノ吸收性ヲ試驗スル爲、れすりー氏ハ第百八圖ノ装置ヲ變シ、示差寒暖計ノ一球ヲF點ニ來ラシメ、烟煤、金箔、錫箔等ヲ以テ此ノ球子ヲ

被ヒ而シテ各物ノ吸收性ヲ比較セリ。蓋シ吸收性ト反射性トハ全ク正反對ニ出ツルモノニシテ、能ク吸收スル體例ハバ煙煤灰等凡テ粗面ヲ有スルモノハ最反射力ニ乏シキモノナリ、之レニ反シテ能ク反射スル體例ハバ琢磨セル金屬ノ如ク滑面ヲ有スルモノハ最吸收力ニ乏シキモノナリ。

熱ノ吸收性ニ關スル實例頗ル多シ。水ハ新シキ若クハ琢磨セル鍋釜ニ於ケルヨリハ底部ノ烟煤ヲ以テ覆ハレタルモノニ於テ速ニ沸騰ス、是レ烟煤ノ吸收性ニ富ムノ證ナリ。又示差寒暖計ノ一球ヲ烟煤ニテ塗抹シ、熱源ヨリ少シク離シテ兩球共ニ同量ノ熱ヲ受クルカ如クナストキハ、其ノ烟煤ヲ被ムレル球ノ熱ヲ受クルコト多キヲ知ラン。冬時ニ於テ灰ヲ以テ覆ハレタル氷塊ノ露出セル氷塊ヨリ稍速ニ溶解スルハ是レ灰ノ能ク熱ヲ吸收スルガ故ナリ。

**各物體ノ發射力。** 各物體ハ皆ニ熱ヲ反射スルノミナラズ、又能ク其表面ヨリ熱ヲ發射スルモノナリ。四個ノ同形ノ馬口鐵箱ヲ製シ、第一ヲバ其ノ面ヲ煙煤ニテ塗抹シ、第二ヲバ膠ヲ以テ塗抹シ、第三ヲ紙ニテ覆ヒ、第四ヲハ元來ノ儘トシ、此等四箱ニ同量ノ熱湯ヲ澆ギ、五分間放置シテ湯ノ温度ヲ驗スルニ最モ多ク其ノ温ヲ

失フモノハ煙煤ヲ以テ覆ハレタル器ノ湯ニシテ次ギハ膠ヲ以テ覆ヒタルモノ、次ギハ紙ヲ以テ覆ヒタルモノニシテ、其ノ最冷却シ難キハ元來ノ儘ニナシ置ケル馬口鐵箱ノ湯ナリトス。れすりー氏ハ第百八圖ニ於ケル立方箱ノ表面ヲ種々ナル物質ヲ以テ蓋ヒ、之レヨリ發射スル熱ノ反照セラレテ示差寒暖計ニ感ズル模様ヲ驗知シテ、各物ノ發射性ヲ比較セシニ左ノ成績ヲ得タリ。

- (一) 發射力ニ富ムモノハ吸收力ニ富ミ反射力ニ乏シ。
- (二) 發射力ニ乏キモノハ吸收力ニ乏ク反射力ニ富ム。

(三) 物體面ノ吸收力ト發射力トハ同一ナリ。

透熱體。 玻璃、空氣ノ如キハ熱ヲ透通スル體ナリ。太陽ノ熱ハ空氣ヲ通シテ地上ニ達シ、能ク玻璃窓ヲ通シテ室内ニ入ル、但シ各物體ノ發射熱ヲ透通スル性質ニ於テ差違アリ、其能ク發射熱ヲ通ズルモノヲ透熱體ト稱シ、之ニ反スルモノヲ不透熱體ト云フ。

能ク熱ヲ透通セザルモノハ熱ヲ吸收スルモノナルヲ以テ熱ヲ受クレバ其温度昇ルベシ、之ト反シテ能ク熱ヲ透通スルモノニ於テハ大ニ熱ヲ設クルモ温度ノ昇ルコト甚微々タルモノナリ。水ハ二硫化炭素ニ比スレバ透通弱シ、故ニ同形ノ玻璃器ニ同容ノ水及ヒ二硫化炭素ヲ入レ、同量ノ發射熱ヲシテ之ヲ通過セシムルニ、水ノ之ヲ通過スル量少クシテ、其ノ吸收スル量ノ多キヲ認ムベシ。氷塊ノ如キハ最透通力ニ乏シ、故ニ熱ト光線ニ對スル各物ノ透通性ハ必シモ同等ニ出デザルナリ、何トナレバ水及氷ハ光線ヲ透通スル性ニ於テハ二硫化炭素ノ上ニアルモ熱ヲ透通スル性ニ於テハ共ニ其下ニアレバナリ。

熱ハ亦全ク光線ト分離シテ透通セラルルコトアリ、例ヘバ二硫化炭素ヲ通過シ來レル光線ヲ凸形れんずニ受ケテ其燒點ニ白金片ヲ當テテ熱シ、次ギニ彼ノ二硫化炭素ニ沃素ヲ溶解シテ全ク光線ヲ通過シ得ザラシムルモ、凸形れんずノ燒點ニ於ケル白金片ハ前ト同ジク熱ヲ感受スベシ。

物體ヲ透通スル熱量ハ大ニ熱源ニ關スルモノナリ、例ヘバ玻璃ノ如キハ高温度ノ熱源(太陽、紅熾體等)ヨリ發射シ來レルモノヲバ幾分力透通スルノ性ヲ有スレトモ低温度ノ體ヨリ發射シ來レル熱ヲバ全ク之ヲ遮斷ス。サレバ温室ノ玻璃窓ハ能ク太陽ヨリ來レル光熱線ヲ透通シテ室内ヲ暖ムルモ、更ニ室内ヨリ發射スル熱ヲバ



全ク阻止スルナリ、故ニ室内大ニ暖氣ヲ帶ブルニ至ル。蓋シ玻璃ハ攝氏百度若クハ其ノ以下ノ熱ヲ透過スルコト能ハズ。水蒸氣モ大ニ玻璃ニ類似スル性質ヲ有シ、太陽ヨリ來ルモノヲ透過スルモ地球表面上ヨリ發射スル熱ヲハ之ヲ阻止ス、(露ノ條ヲ参照スベシ)、故ニ常ニ空氣ニ存在スル水蒸氣ハ夜間ニ至リ陸地ノ大ニ冷却スルヲ防グノ功アリ。

**交換ノ理。** 温熱交換ノ理ハふればすと氏ノ考究ニ係ル。其ノ説ニ曰ク、凡テ物體ハ絶エズ熱ヲ發射スルモノニシテ、其ノ發射セラルベキ熱量ハ各物體ノ状態ニ關シ外圍ノ事情ニ關係スルコトナシ。例ヘバ紅熾セラレタル金屬球ハ縱令之ヲ火爐ノ中央ニ置クモ、又ハ氷室中ニ置クモ、其レヨリ發射スベキ熱量ニ相違アルコトナシ、又氷塊ハ縱令之ヲ氷室中ニ置クモ又火爐ノ前ニ掛ケ置クモコレヨリ發射スル熱量ニ相違アルコトナシ。各物體ハ又常ニ外圍ノ諸物ヨリ發射スル所ノ熱ヲ吸收スルモノナリ、而シテ一物體ノ吸收スル熱量ニ比シテ其ノ發射スル熱量大ナルトキハ其ノ温度降下スベシ、之ト反シテ吸收スル熱量ノ發射スル熱量ヨリ大ナルトキハ其温度昇ルベシ、而シテ若シ吸收熱ト發射熱ト同量ナルトキハ其ノ温度一定シテ昇降ナカラシ。

此クノ如ク温度ノ高下ニ關セズ、各物體ハ幾分ノ熱ヲ發射シ、又吸收スルモノニシテ、其ノ吸收ト發射ノ割合ニヨリ、温度ニ昇降アルノ理ニヨリテ考フルニ、第七圖ノn點ニ氷塊ヲ置キシニ、mニ在ル寒暖計ノ降下セシ理由ヲ解スルコト難カラザルナリ。蓋シnヨリ發射スル熱ハmニ於テ吸收セラレ、mヨリ發射スル熱ハnニ於テ吸收セラルルヲ以テ、其ノnニ熱球ヲ置キシトキニハ、是レヨリ發射スル熱量多クシテ、mニアル寒暖計ノ球子ハ其ノ發射スル熱量ヨリ更ニ多量ノ熱ヲ吸收セシヲ以テ、其ノ温度昇リタルナリ。之ト反シテnニ氷塊ヲ置キシトキニ於テハmニアル寒暖計ノ球子ノ發射更ニ氷塊ノ發射ニ勝ルヲ以テ、氷塊ヨリ發射シ來ル熱ヲ吸收スルモ、球子ハ之ヲ以テ自ラ發射スル熱ヲ補フニ足ラズ、タメニ温度降下スルコトトナルナリ。

**雨、雪、雹。** 太陽ノ熱ハ絶エズ地上ニ於ケル水ヲ蒸發スルヲ以テ、空氣ハ常ニ水蒸氣ヲ抱有ス。然ルニ水蒸氣ト空氣トノ混合氣ハ稍純粹ノ空氣ヨリ輕キ故ニ、彼ノ熱セラレテ輕疎トナリタル空氣ト共ニ上際ニ昇ル、而シテ上際ニ至レバ壓力大ニ

減少シ、含濕空氣ハ膨脹スベシ。氣體ノ膨脹ハ即其ノ動作ナルヲ以テ、其ノ膨脹ノ割合ニ準ジテ溫度ヲ失フモノナリ(次章ヲ參照スベシ)斯クシテ熱セラレタル濕潤空氣ノ膨脹シテ冷却スルヤ、其ノ中ニ含有スル水蒸氣收縮シ、微細ナル水球トナリテ雲ヲ形成ス。但水蒸氣ノ收縮スルニ方リテハ熱ヲ放出スベク、此熱ハ更ニ他ノ水蒸氣ノ收縮ヲ防クベシ、若シ蒸氣ノ收縮ニシテ速ニ行ハルレバ彼ノ微細ナル水球更ニ増大シ、雨トナリテ降下ス。熱帶地方ニ於テ屢起ル處ノ大雨ノ理モ亦此ニ由リテ解スベシ。

水蒸氣ヲ抱含スル空氣ノ或ハ冷風ニ遇ヒ或ハ山ノ冷カナル表面ニ觸レ、或ハ其他ノ方法ニテ冷却スルヤ忽チ蒸氣ノ收縮ヲ來シ遂ニ雨ヲ降ラシム。

地球大ニ熱シ此ノ部ヨリ昇ル處ノ空氣ハ往々水蒸氣ヲ以テ飽和セラレ、而シテ溫度降下シ蒸氣ノ地面ニ接シテ收縮スルコトアリ、此ノ際霧ヲ現出ス。

大氣中ニハ微細ナル塵埃存在スルモノニシテ、水蒸氣ノ收縮スルニ當リテハ、大ニ此ノ塵埃ノ助ケヲ籍ルモノナリト云フ、即チ蒸氣ハ之ヲ基トシテ收縮ヲ始ム、若シ塵埃存在セザレバ霧雲、雨ナルモノ生ゼザルベシトハ、わいどけん氏ノ實驗上斷定

セシ處ナリ。

大氣ノ溫度攝氏ノ零度以下ニ降ルトキハ收縮セル水蒸氣ハ氷結シテ小結晶體ヲ形成シ、是等結晶片相集結シテ雪トナルナリ。又雹ハ雨ノ降リテ寒冷ナル空氣中ヲ通過スルノ際形成セラレベキモノナルベシト雖、未之ニ關シテ充分ナル解説ナシ。

露。若シ空氣冷却シ露點以下ニ降レバ水蒸氣收縮シテ各物體ニ附着ス。今露ノ結ブ理ヲ説明センニ、地面ハ夜間ニ於テハ其晝間受ケタル熱ヲ發射シ、此ノ發射熱ハ更ニ空氣ヲ熱スルコトナクシテ通過シ去ルモノナリ、而シテ晝間ハ甚暖カニシテ空氣ハ水蒸氣ヲ以テ飽和セラレタリトセンニ、夜間ニ於テ草其他ノ地上ノ物質熱ヲ發射シテ露點以下ニ降レバ、此處ニ露ヲ結ブナリ。吾人ハ既ニ善キ反射體ハ發射性ニ乏シキモノナルコトヲ知レリ、サレバ露ハ艸木ノ葉ニ結ブモ滑澤アル金屬等ノ表面ニ結ハサルナリ。又夜間空ノ曇レルトキニハ雲ハ地面ノ發射熱ヲ遮斷シ、更ニ之ヲ地上ニ反射スルヲ以テ、地面ハ著ク冷却スルコト能ハズ、故ニ結露ヲ見ズ。露ノ結ブニ方リテ空氣ノ溫度攝氏ノ零度以下ニ降レリトセバ水蒸氣凝結シテ霜トナル。

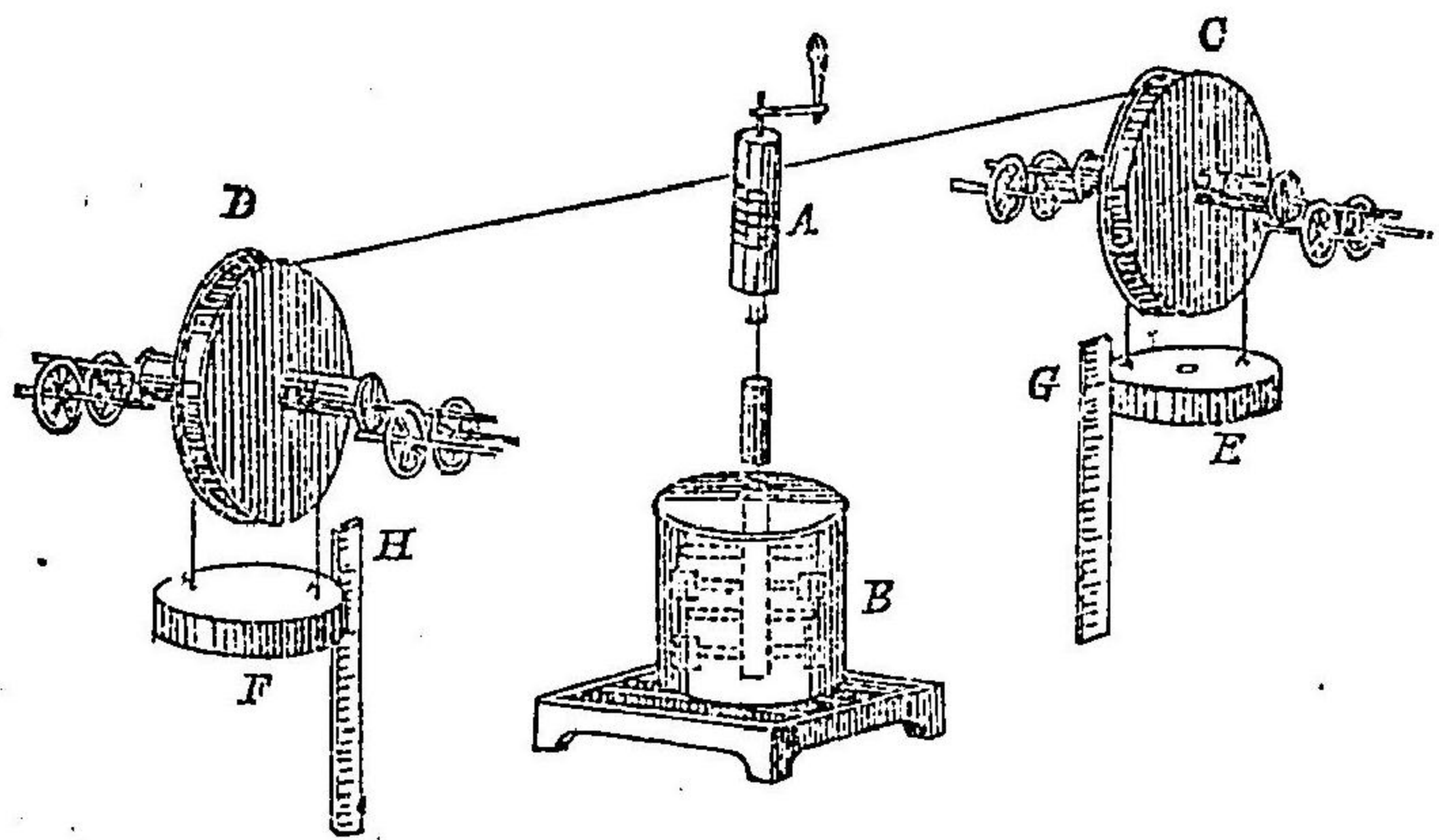
第七章 熱ト運動ノ當量

熱源。

熱源ヲ舉グルコト左ノ如シ。

- (一) 太陽。太陽ハ吾人ニ光熱ヲ與フル最大原因ナリ、而シテ此ノ光熱ハ宇宙間ニ充滿スルイせるナル煤間ノ波動ニヨリテ傳達セラレルモノナリ。
- (二) 化學作用。石炭瓦斯薪炭等ノ燃燒スルハ其一例ナリ。凡テ化學作用ナルモノハ必ズ熱ノ發生若クハ吸收ト關聯スルモノトス。
- (三) 機械的作用。壓搾、摩擦、打擊等ノ機械的運動ニ依リテ熱ヲ發生スルノ實例ハ常ニ吾人ノ目撃スル處ナリ。
- (四) 理學的狀體ノ變化。蒸氣ノ收縮シ、液體ノ固結スル際ニ熱ヲ發生スルコトハ既ニ之ヲ了セリ。
- (五) 電氣。電氣燈ノ如キハ其一例ナリ、其解ハ電氣篇ニ詳ナリ。
- (六) 地球ノ熱。地球ノ内部ニ熱ノ存在スルコトハ火山、温泉等ノ現象ヲ見テ以テ之ヲ了スベシ。又摩擦ハ熱ノ一源ナルヲ以テ、潮汐ノ進退モ亦熱ヲ發生スル一原因トナルモノナリ。

圖 九 百 第



熱ト運動ノ關係。

熱ハ物体ニ非ズ、分子ノ運動ニ基ク勢ノ一種ナリ、是摩擦等其他ノ機械的作用ニ由リテ物体ノ分子ヲ擊動スレバ熱ヲ發生スルヲ以テ之ヲ知ルベシ。彼ノ蒸氣機械ハ熱ト運動トノ親密ナル關係ヲ示ス、而シテ熱ノ單位ト動作ノ單位トノ間ニ常ニ一定不變ノ關係アルコトハ

ヒ、よる氏ノ始メテ實驗セシ處ナリ。第九圖ニ於テ見ルガ如ク、Bナル銅器アリ、ソノ内ニ水かきヲ藏ス(圖中、点線ニ由テ之ヲ示ス)。AハE、Fノ重錘ニ由リテ回轉セシメラルモノニシテ、此ノE、F二錘ノ墜落セル距離ハH、Gナル尺度ニ由テ計スル。又Aヨリ來ル處ノ糸ハC、Dナル減摩擦車ニ通ズ。此ノ實驗ヲ行フニ當リテ、始メB水ノ溫度ヲ驗シ、數次重錘ヲ墜落シ、水ヲ攪動シタル后ニ至リテ更ニ其ノ

溫度ヲ驗シ、以テ重錘ノ墜落セル爲ニ水ノ溫度ノ昇リシ様ヲ精密ニ極ム。  
 右ニ述ブルガ如キ裝置ニ由リテ精密ニ試験セシニ、一封度ノ重錘ノ七百七十二呎  
 降下スル間、若クハ七百七十二封度錘ノ一呎降下スル間ニナセル動作ハ華氏ノ五  
 十度ナル一封度ノ水ノ溫度ヲ五十一度ニ昇ラシムルコトヲ得ベシト云フ。此ニ於  
 テ七百七十二ふーとをうんごノ動作ハ、華氏寒暖計ニテ一封度ノ水ヲ一度昇ラ  
 シムル熱ト當量ナリ、若シ之ヲ攝氏ノ寒暖計ニ換算スレバ一千三百九十九ふーとば  
 うんごニ當ル。

今一二ノ例ヲ擧ケテ熱ト運動ノ關係ヲ測定スル方法ヲ明カニスベシ。

(一) 一封度ノ亞鉛アリテ二百呎ノ高處ヨリ墜落セリ、若シ其降りテ地上ヲ打チ由リ  
 テ生ゼル熱ノ全量ヲシテ全ク此ノ亞鉛ヲ熱セシムルモノトスレバ、亞鉛ノ溫度幾  
 度ニ昇ルベキヤ、但シ亞鉛ノ比熱ハ〇〇九五ナリ。

之ヲ解スルニ、一磅ノ亞鉛ノ二百呎下ルニ當リテ生ズル處ノ熱量ハ同量ノ水ヲバ  
 $\frac{200}{772}$  度(華氏)ニ上ラシムルコトヲ得ベシ、然ルニ亞鉛ノ比熱ハ〇〇九五ナルヲ以テ  
 其式左ノ如シ。

$$\frac{200}{772} \times 1 = 0.095$$

(二) 一噸ノ重量アルモノハ蒸氣機械ニ由リテ三百八十呎ノ高所ニ上ラシメラル、然  
 ラハ之ヲナスニ費ヤサレタル熱量ハ幾何ナル可キヤ。

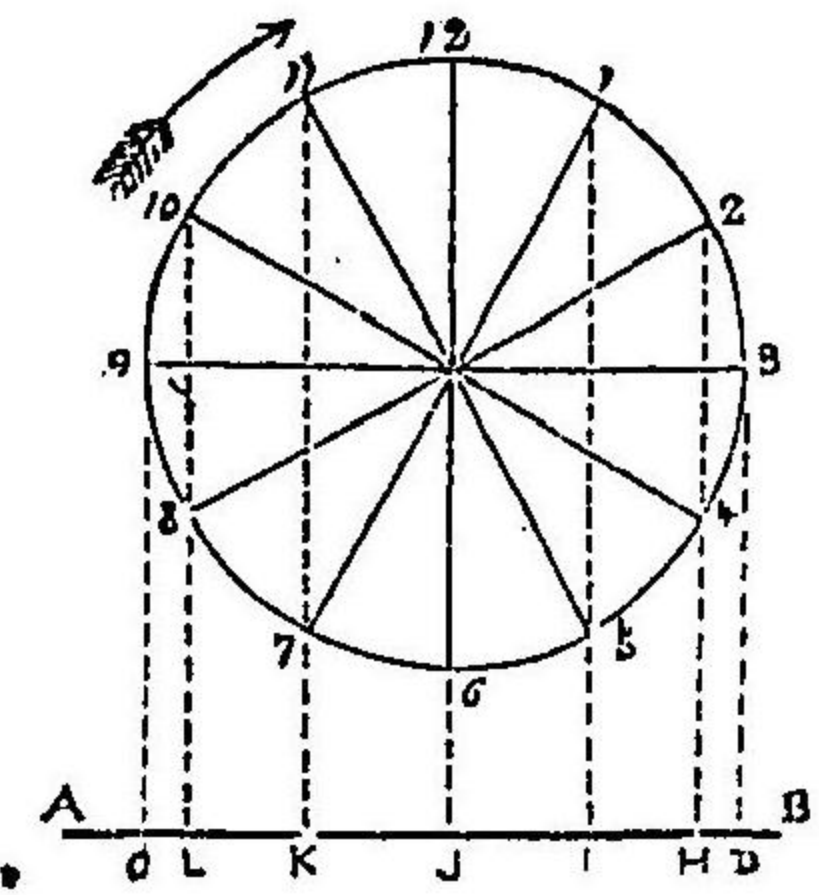
之ヲ解スルニ、一噸ハ二千二百四十封度ナルヲ以テ、此ノ際作爲セラレタル動作ハ  
 $2240 \times 386$  ふーとばうんごナリ、然ルニ七百七十二ふーとばうんごハ一封度ノ水ヲ  
 華氏ノ一度昇ラシムルニ足ルヲ以テ、七七二ニテ除スレバ度數ヲ得ベシ、左ニ其式  
 アリ。

$$\frac{2240 \times 386}{772} = 1120$$

即チ知ル、右ノ動作ハ一封度ノ水ヲ一千百二十度(華氏)若シクハ一千百二十封度ノ  
 水ヲ一度(華氏)昇ラシムルニ足ル熱量ニ均シキコトヲ。

弦運動。鉛ノ銃丸ヲ細キ糸ニテ懸垂シ、以テ振子トナシ、糸ノ上端ヨリ鉛球ノ中心マテノ長サ即振子ノ長サヲ三尺二寸七分(〇九九三め)許ニナシテ振搖セシムレバ、此ノ振子ハ一分時ニ六十振即一秒時ニ一振ヲナスベシ。但シ振子ニ於テハ其ノ振動スル彎形路ノ一端ヨリ他端ニ至リ、ソレヨリ再ビ元ノ位置ニ復リ來ルニ振リノ運動ヲ一振動ト稱ス。今此ノ振子ヲシテ、水平ナル圓形ヲナシツツ運動セシメテ其ノ時間ヲ驗スレバ其ノ一回轉ヲナス間ハ二秒時ニシテ、正ニ一振動ヲ

第百十圖



ナス時間ト同一ナルヲ曉ルベシ。而シテ振子ノ回轉スルニ方リ、其ノ圓路ノ恰モ一直線ニ見ユルガ如キ横側ノ位置ニ眼ヲ定メ、振子ノ運動ニ注目スルニ、球子ハ線ノ各端ヨリ次第ニ中央ニ近接スルニ從テ其ノ速度ヲ増シ、中央ヨリ兩端ニ近接スルニ從テ其ノ速度ヲ減ズ。上圖ノ圓ヲシテ振子ノ通路ヲ上方ヨリ見タル形トナ

シ、A B 線ヲシテ此ノ通路ヲ横側ヨリ見タル形トセバ C D ハ圓ノ直徑ニ同シカルベシ。假リニ振子ノ一回轉ヲナス時間ヲ一秒時トシ、圓周ヲ十二等分スレバ、振子ガ此ノ一分畫ヲ運動スル時間ハ正ニ一秒時ノ十二分ノ一ナルベシ。故ニ A B 線ニ就キテ見ルトキハ、振子ガ A L L K K J 等ノ區分ヲ經過スル時間モ亦一秒時ノ十二分ノ一ナラン、乃チ兩端ヨリ中央ニ近ヅクニ隨テ速度ノ増加スルコト明カナリ。右ニ述ブル所ノ振子ガ C D 線ヲ沿フテ振動スルガ如ク、一直線ヲ沿フテ物ノ振動スルトキニハ此ノ運動ヲ名ヅケテ弦運動ト云フ。而シテ C D 距離即チ圓ノ直徑ニ等シキモノヲ振幅ト云ヒ、振子ノ一振動ヲナス時間即チ C ヨリ D ニ至リ又 D ヨリ再ビ C ニ復ル時間ヲ振動ノ週期ト云フ。

吾人若シ通常振子ノ通路ヲ一線ニ見ユルガ如クナストキハ、其ノ運動ハ A B 線ニ示シアルガ如キ弦運動ノ法則ニ從フモノナリ。

波形。

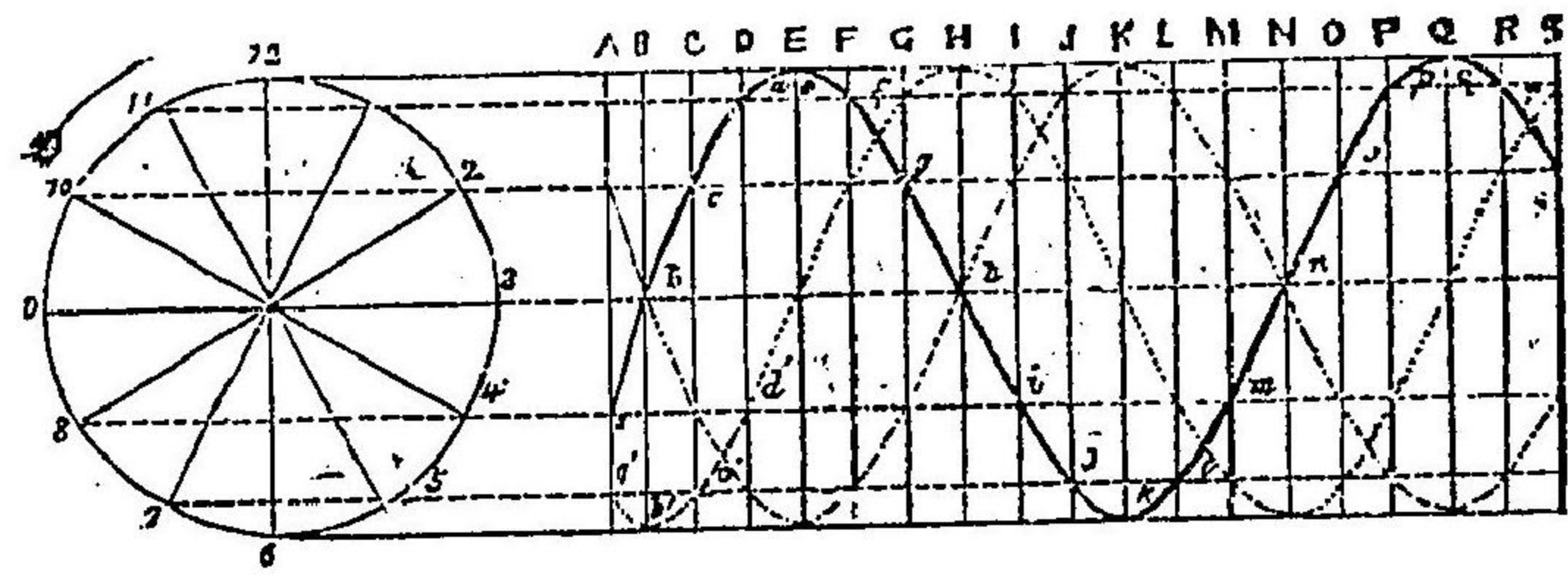
吾人若シ小池ニ瓦礫ヲ投ズレバ、其ノ瓦礫ノ水面ニ觸ル、所ニ於テ波形ヲ現出シ、此ノ波形ハ四圍ニ擴ガリテ池ノ岸ニ及ブベク、斯ク波形ノ一點ヨリ四圍ニ進ムヲ見ルト雖、是レ決シテ水ノ移動ニアラザルナリ。試ミニ一片ノ木葉ヲ水

上ニ浮ベテ波動ヲ起サンニ此ノ葉片ハ其ノ原地位ニアリテ上下ニ運動ヲナスノ

ミニノ決シテ岸邊ニ向テ流動スルモノニアラザルコトヲ知ルベシ。風ノ田面ニ當リ、稻穂ノ搖動シテ波形ノ此ヨリ彼レニ及ブモノアルガ如キ、又一條ノ繩ヲ張り其ノ一端ヲ持シ迅速ニ上下ニ動搖スルトキハ、波形ノ此ノ端ヨリ他ノ端ニ及ブモノアルガ如キ、凡ベテ波動ノ場合ニ就キテ研究スルニ、波動ナルモノハ實質ノ移動ニアラズ、單ニ波形ノ傳達スルマデナルコトヲ了スベシ。波形ノ傳達ハ吾人ノ波動ト呼ブ。

物體ノ細粒子若干アリ、各、弦運動ノ規則ニ從ヒ、同一ノ距離ヲ隔テタル、A、B、C、D、等ノ直線路ヲ沿ヒテ平行ニ運動ストシ、各粒子ハ必ズ其ノ左方ニアルモノヨリ十二分ノ一秒宛後ル、モノト假定スベシ。今此ノ運動ヲ圖式ニヨリテ表サントス。先ヅ一圓ヲ畫キ、前ノ如ク其

圖 一 十 百 第



ノ圓周ヲ十二等分シ、9、3ノ符ヲ有スル直徑ト平行シテ各分點ヨリ點線ヲ畫スベシ。而シテ圓周ヲ回轉スル粒子ハ時計ニ於ケル指針ノ運動ト同一ノ運動ヲナスト假定シ、A線ニ於ケル粒子ハa點即チ圓ノ分畫4ニ對スル位置ニアリト假定スベシ。然ルトキハB線ニ於ケル粒子ハaニ後ル、コト十二分ノ一秒時ナルベキヲ以テ、圓周上ノ3ト對スルノ位置即チbニ在ルベク、C線ニ於ケルモノハ十二分ノ二秒時後ルベキヲ以テc點ニアリ。其ノ他ノ粒子ハd、e、f等ノ諸點ニアルベシ。此等ノ諸點即ちa、b、c、d等ヲ連結セル凸凹曲線ハ波形ヲ表示スベキナリ。

ソレヨリ十二分ノ三秒時ノ後ニ於テ此ノ波形ハ何如ニ變ズベキヤヲ究ムルニ、此ノ時ニ方リテaノ粒子ハ4ヨリ7マデ運動セシヲ以テ、A線ニ於ケル其ノ位置ハaニ遠シ、bハbニ至リ、而シテ點線ノ波形a'b'c'd'ヲ現出スベシ。乃チ波形ハAヨリSノ方ニ向テ搖動スルヲ知ルベシ。又其ノ十二分ノ六秒時ヲ經過シタル後ニ於テハ、第一ノ波形ト正反對ノ状態ヲ有スル波形(圖中---線ヲ以テ示ス)トナリ、十二分ノ十二秒時即チ一秒時ヲ經過セル後ニ於テハ第一ノ波形ト同一ノ波形ヲ現出スベシト雖モ、波形ハEヨリQ、若クハAヨリMニ移動セルコトハ、讀者若シ

右ニ述ブルガ如キ方法ニテ曲線ヲ書セバ明カニ了知セラルベシ。  
 波ノ長サ。 第百十一圖ニ示スガ如キ波ノ形ノ最モ高キ凸部ヲ峯ト云ヒ、最モ  
 低キ凹部ヲ谷ト云フ、而シテ一峯ヨリ隣リノ一峯ニ至ルマデノ距離、若クハ一谷ヨ  
 リ隣リノ一谷マデノ距離ヲ波ノ長サ又波徑ト云フ、別語ヲ以テ之ヲ云ヘバ波徑ト  
 ハ一ノ粒子ヨリ其ノ通路上一ノ位置ニアリテ且ツ同一ノ方位ニ運動スル所ノ  
 隣リノ粒子マデノ距離ヲ云フナリ、例ヘバ圖ニ就テCナル粒子ヲ取ランニ、他ノ粒  
 子Gハ之ト同一ノ位置ヲ占ム、然レモCノ下方ニ動クトキニ方リテGハ上方ニ動  
 クヲ以テ、其ノ運動ノ方向全ク轉倒ス、乃チC、Gヲ以テ波ノ長サト見做スコト能ハ  
 ズ、然ルニ次ギニ同一ノ地位ニアルO粒子ハCト同一ノ方向ニ動クヲ以テCヨリ  
 Oマデヲ波ノ長サト云フ、若シ粒子bヲ探レバ、nハ之ト同位置同方向ヲ有スルヲ  
 以テbヨリnマデモ亦コレ波徑ニシテ、其ノC、Oニ等シキコトハ圖ニ就テ知ラル  
 、ナラン。

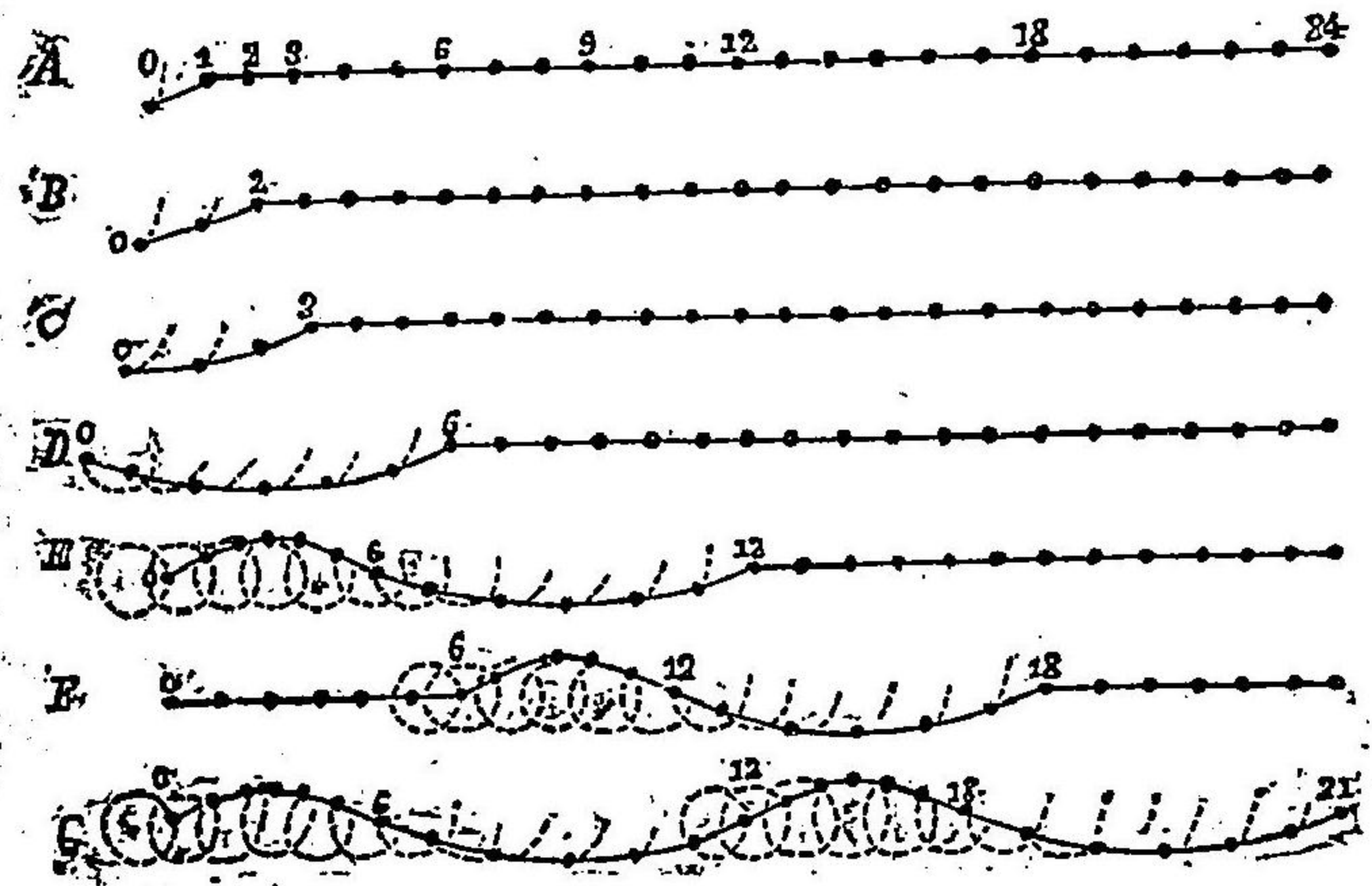
圖ニ於テ波形ノEヨリQニ及ブニ若干時ヲ要スルヤヲ究ムルニ四分ノ一週期ノ  
 後ニ於テハ峯ハHニ達シ、二分ノ一週期ニハKニ到リ、四分ノ三週期ニハNニ到リ

四分ノ四週期即チ全ク一週期ヲ經過シテ峯ノQニ及ブヲ見ルベシ、故ニ波形ノ一  
 週期間ニ傳達スル距離ハ即波徑ナリ。

波形傳達ノ解説。 長キ槽ニ水ヲ盛

リ鐵粉ト蠟トヲ混ジテ水ト同一ノ比重ヲ  
 有スル様ニ製セル細球ヲ深サヲ異ニシテ  
 水中ノ所々ニ懸垂シ、槽水ノ一端ニ方リ木  
 片ヲ以テ波動ヲ送遣スレバ、水中ノ細球ハ  
 圓形或ハ楕圓形ヲナシテ回轉スベシト雖、  
 各自ノ平均位置ニ於テ變化アルコトナシ。  
 第百十二圖ハ粒子ノ斯ク回轉シテ波動ヲ  
 生ズルノ理ヲ示スモノナリ、0、1、2、3等ノ  
 粒子靜定ノ位置ニアリト假定シ、0マツ圓  
 狀ノ回轉ヲ始メタリトシ、其ノ回轉ノ週期  
 ハ一秒時ナリト假定シ、各粒子ハ其ノ前ニ

圖 二 十 百 第



アルモノヨリ十二分ノ一秒時後レテ運動スト假定スベシ。圖中ノAハ十二分ノ一週期秒時ノ後ニ於ケル状態ヲ示シ、次ギニ十二分ノ二週期ヲ過グレバBノ状態ヲ取り、十二分ノ三週期ニ至レバCノ状態トナリ、十二分ノ六週期ニ至レバDノ状態トナル。此ノ時ニ方リテ粒子0ハ既ニ半圓形ノ回轉ヲ成就シタルナリ、而シテ0ノ全ク一回轉ヲナシタル後即一週期ノ後ニ至レバ、正ニEノ状態ヲ成サン。此ノ時ニ方リテ0ト12トハ同一ノ位置ニアリテ、且ツ同一ノ方ニ回轉ヲ始ム、故ニEニ於テ0ヨリ12マデノ距離ハ波徑ナルコト明カナリ。若シ一回轉ヲナシタル後粒子靜止スルモノトセバ、0ノ靜止シテ十二分ノ六週時ヲ經テFノ状態ヲナサン。此ノ時ニ方リテ波形ハ波徑ノ二分ノ一丈移動シタリ、之ト反シテ粒子尙回轉ヲ始ムルトキハ、更ニ波形ヲ遠キニ及ボスベシ、其狀Gニ示スガ如ケン。

以上ハ水波ノ理ヲ説明スルモノナリ、而シテ波形ノ移動ニ於テ各細粒ハ決シテ其ノ平均ノ地位ヲ變ズルモノニアラザルコトヲ知ラシム。

### 緊張セル條線ノ波動。

前節ニ講述セル所ハ粒子ノ運動純然タル圓形ヲナスモノト見做シタレドモ、凡ソ波形ノ起ルヤ必シモ此クノ如キ圓形ヲナス者ニ

アラズ、此ノ圓形ノ水平ノ直徑ト鉛直ノ直徑トノ増減スルニヨリ、扁平ナル、若シハ隆起セル楕圓形ヲナスベシ、而シテ若シ水平ノ直徑漸次減少シテ遂ニ無トナレバ、各粒子ハ波形ノ傳達スル方向ト直角ヲナシテ上下ニ運動スベシ、此ノ種ノ運動ノ例ヲ見ント欲セバ、繩索ヲ緊張シテ其ノ一端ニ強ク打撃ヲ與フベシ、或ハ一繩ヲ横

ヘ、其ノ一端ヲ持シテ急速ニ之ヲ上下ニ動搖スルモ亦此ノ種ノ波動ヲ見ルベシ。  
**縱波。** 右ニ述ブル波形ハ其ノ傳達ノ方向ニ直角ヲナスモノナレドモ、波形ノ傳達セラル、方法ハ獨リ之ノミニ止マラザルナリ。今若シ一條ノ護謨管ヲ取り、其ノ一端ヲ室ノ天井ニ結び着ケ、手ニ他端ヲ持シテ鉛直ニ少シク之ヲ緊張シテ保持シ、其ノ長サニ沿フテ他手ニテ管ヲ摩スレバ、波形ノ下ヨリ上ニ及ビ、更ニ上ヨリ反射シ來リテ下ニ向フヲ見ルベシ。豫メ管ノ上部ニ墨又ハ白墨ニテ一點ヲ記シ置ケバ、其ノ動搖ハ明カナ管ノ震動ヲ示サン。

又別法アリ。一ノ太キ長キ管ニ相密接シテ列ブ様ニ金屬線ヲ卷キテ管ヲ拔ケバ、一ノ螺線ヲ得ベシ。斯クシテ得タル螺線ノ一端ヲ緊着シ、他端ヲ持シ、小刀ノ刃ヲ以テ三四ノ環ヲ螺線ノ長サノ方向ニ沿フテ敏速ニ摩擦スベシ、然スルトキハ螺線ノ一

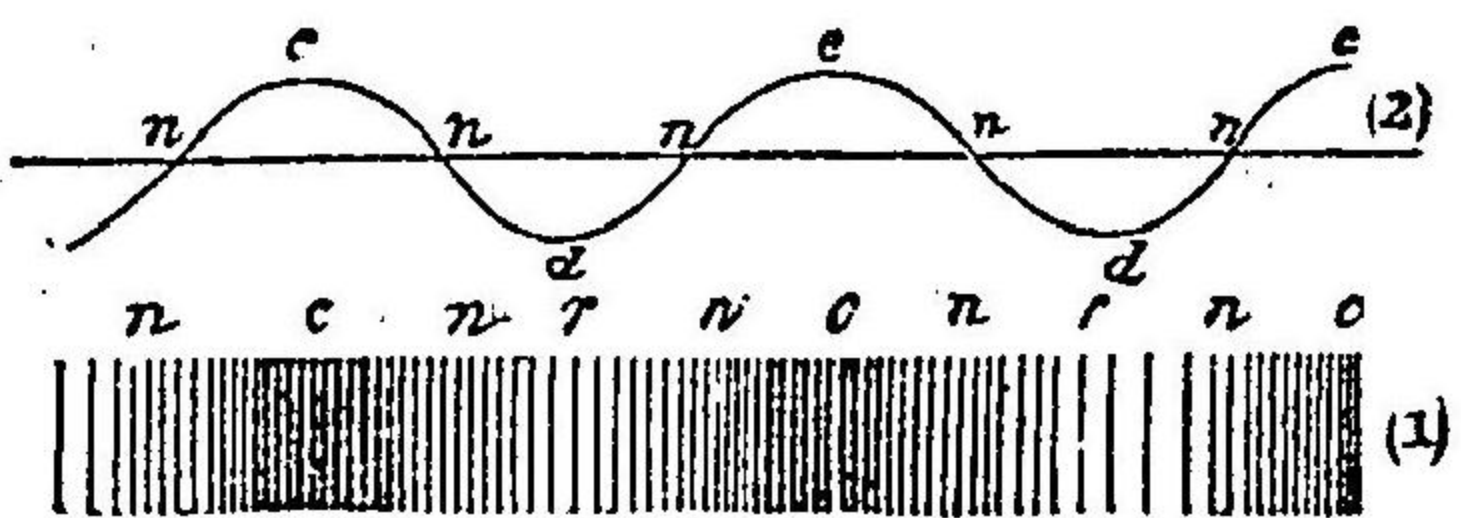


部ハ收縮シ、此ノ收縮ハ線ノ全長ヲ通シテ傳達セン。換言スレバ其ノ摩擦ヲ與ヘタル所ヨリ、螺環中收縮シタル部分ト離開シタル部分ト、交互ニ傳達スルヲ見ルベシ。是ニ由リテ之ヲ觀ルニ、此ノ類ノ波動ハ彼ノ水、繩等ノ波動ニ於テ粒子ノ傳達ノ方向ニ直角ヲナシテ運動スルト異ナリ、傳達ノ方向ニ沿フテ震動スルモノナルコトヲ了スベシ。此クノ如キハ之ヲ縱ノ震動ト稱シ、斯クシテ生

シタル波動ヲ縱波ト云フ、之ニ對シテ繩索等ノ波動ヲ橫ノ震動ト稱ス。

第百十三圖ハ橫ノ波動(2)ト縱ノ波動(1)トヲ比較シタルモノナリ。即前者ニ於テハ峯ト谷ト交互ニ相次ギ、後者ニ於テハ濃縮セル部分ト、離開セル部分ト相接續スルナリ。今縱波ノ濃縮セル部分ヲ橫波ノ波ト比シ、其ノ離開セル部分ヲ谷ト較スレバ、縱波ニ於ケル波徑ハ濃部ヨリ隣リノ濃部マデノ距離(c)若クハ一分子ヨリ同一ノ地位ニアリ且ツ同一ノ方向ニ運動セントスル隣リノ一分子マデノ距離(n, n, n)ヲ云フナリ。

第百十三圖



### 彈性体ト波動ノ媒間。

水、緊張シタル繩索、護謨管、金屬螺線等ノ波動ヲ傳達スルハ彈性アルカ故ナリ。物体アリ若シ一タビ外力ノ作用ニヨリテ其ノ状態ヲ變ジタル後、外力去レバ、更ニ原狀ニ復セントスルノ反動ヲ生ジ、反動又更ニ他ノ反動ヲ生ズルノ彈性ヲ有セズンバ、決シテ波形状ヲ傳達スルノ媒間タルヲ能ハザルベシ。

### 第二章 音ノ發生及ビ音ノ傳達

#### 音源。

音響ノ發生スル所以ハ空氣中ニアリテ彈性体ノ迅速ニ震動スルニアリ。打撃若クハ摩擦ニヨリテ彈性体ニ迅速ナル震動ヲ與フレバ、此ノ物必ズ發音ノ源因トナルベシ。一條ノ弦線ヲ緊張シテ之ヲ彈ジ、其ノ音響ヲ發スル際ニ絃ノ状態ヲ凝視スレバ、明カニ其ノ震動ヲ認ムベシ。鐘ノ如キ、太鼓ノ如キ、又音叉ノ如キ、其ノ音響ヲ發スルトキニ方リテ吾人之ニ手ヲ觸ルレバ、其ノ振動ヲ感知スルコト難カラザルナリ。

#### 音ノ媒間。

音響ヲ發スル原因ハ彈性体ノ振動ニアリト雖、之ヲ能ク吾人ノ耳朵ニ達セシムルモノハ實ニ媒間ノ功ナリ。而シテ普通ノ媒間ハ空氣ナリ、サレドモ其ノ他ノ氣體ヲ始メ、液体、固体モ亦媒間トナラザルナシ。

眞空ニ於テハ音響ノ傳達セザルコトヲ證スル實驗少カラズ。其ノ一法ハ排氣器ノ圓板上ニ綿ノ如キモノヲ布キ、此ノ上ニ音高キ時計若クハねるごうるノ如キモノヲ安置シ、鐘ヲ蓋ヒテ空氣ヲ排除スレバ、音響次第ニ衰滅シ、空氣ノ充分排除セラレテ殆ト眞空トナルニ及ベバ、全ク其ノ音ヲ聞クコトナキニ至ル。此ノ際若シ排氣器ノ下部ニ具シアル活塞ヲ開キテ再ビ空氣ヲ入ルレバ、音響始メノ如ク恢復セラレシ。但シ發音体ヲ置クニ方リテ綿ヲ布クハ、音ノ下部ノ固体ヨリ傳達スルヲ妨ゲンガタメナリ。

獨リ空氣ノミナラズ、其ノ他ノ氣體モ亦音響ヲ傳フルノ性ヲ有スルモノナルコトヲ試ミント欲セバ、空氣ヲ排除シタル鐘内ニ種々ノ氣體ヲ入レテ驗スベシ。此ノ際鐘内ニ入レタル各氣體ノ比重ヲ知リ、且ツ其ノ發生スル音響ヲ聞キ分クルニ、音ノ強弱ハ之ヲ傳達スル氣體ノ濃度ニ準ズルコトヲ曉ルベシ。又水ノ音響ヲ傳達スルハ水中ニ在リテ種々ノ響キヲ聞クコトヲ得ルニテ之ヲ知ルベク、固体ノ音ヲ傳達スルハ金屬棍ノ如キモノヲ持シ、其ノ一端ヲ耳ニ當テ、他端ヲ搔キテ其ノ音ヲ聽知スルニテ之ヲ了スベシ。

### 音波

空氣ノ音響ヲ傳達スルヤ、其ノ分子風ノ如ク移動シテ之ヲ送致スルニアラズ、先震動体ニ接邇セル空氣ノ分子此ノ震動ヲ受

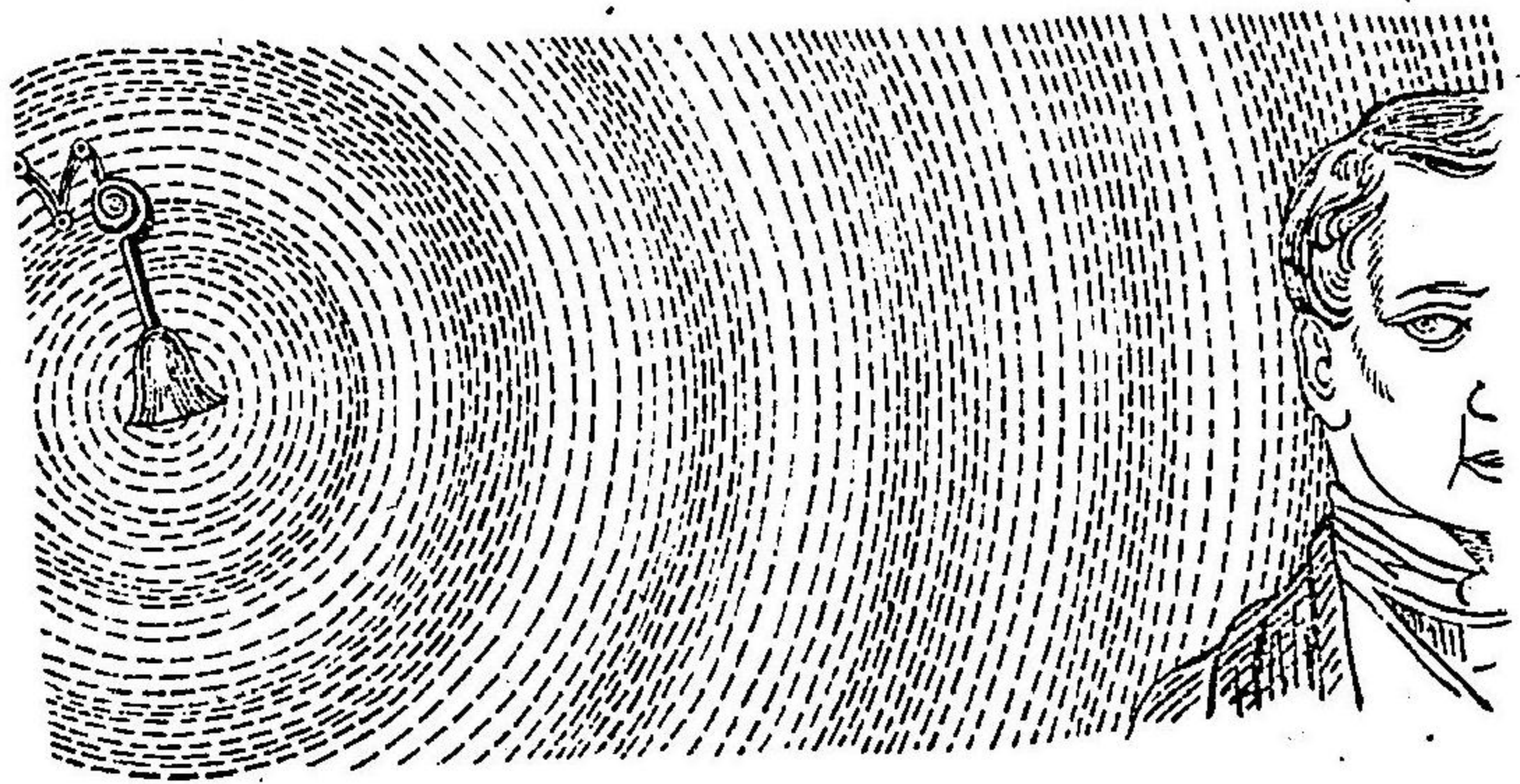


圖 四 十 百 第

ケ、其レヨリ次第ニ此ノ震動ヲ周圍ニ傳達スルニ由ルナリ。試ミニ大砲ヲ放ツ處ニ於テ見ルモ、硝煙ハ音ト共ニ四圍ニ移動セザルニテモ、之ヲ微知スベシ、又太キ護謨管ニ漏斗ヲ附シ、他端ヲ點火セル蠟燭ノ焰ニ向ケ、豫メ管中ニ煙ヲ込メ置キ、彼ノ漏斗ノ傍ニ在リテ横ニ短銃ヲ放テバ、蠟燭ハ空氣ノ波動ノ爲ニ消滅スベシト雖、管中ノ煙依然タルヲ見ル、是レ風ノ如ク空氣ノ管ヲ通シテ移動シタルニ非ザルコトヲ了スベシ。要スルニ音波ノ傳達ハ空氣ノ分子ノ流動ニ非ザルナリ、而シテ其ノ傳達ノ狀ハ前章縱波ト題スル條下ニ論ジタルガ如ク、空氣ノ震動ハ濃厚ナル部分ト、稀薄ナル部分ト交互ニ傳達開進スルニ由ルモ

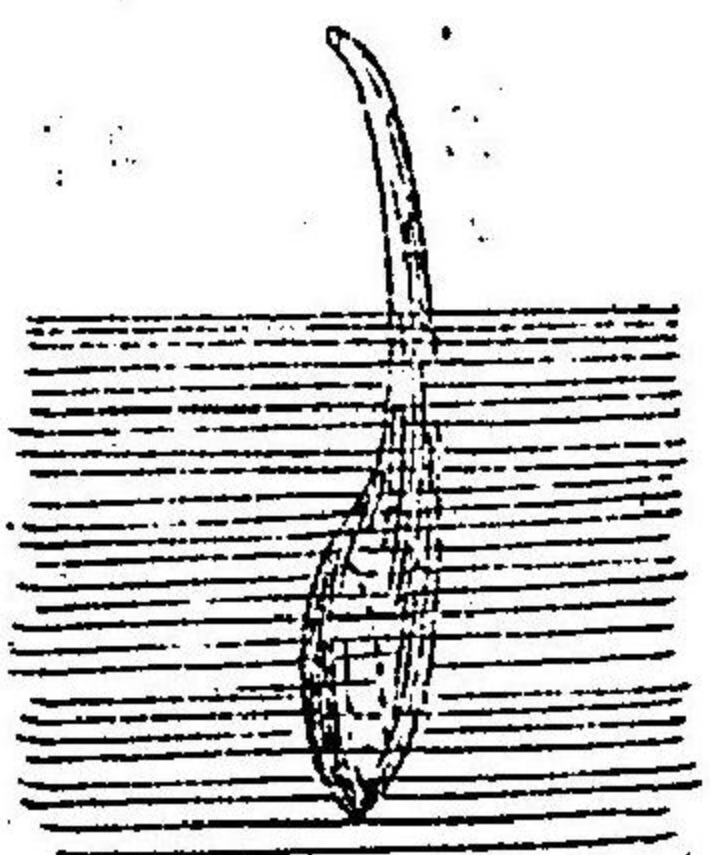
ノナリ。第百十四圖ハ斯クシテ音響ノ四圍ニ傳達スル狀ヲ示スモノナリ。圖中點線ノ濃淡ニ由リテ空氣ノ波動ヲ了スベシ。

**空氣中ニ於ケル音ノ速度。** 電光ト雷鳴トハ同時ニ發生スルモノナレドモ吾人ノ雷鳴ヲ聽クハ電光ヲ認メタル后ニ在リ。又遠方ニ在リテ大砲ヲ放ツモノアリトセンニ、硝煙先ヅ目ニ入り、若干時ヲ經テ砲音耳ニ達ス。然レドモ大砲ヲ放ツ場處ニ在レバ、硝煙ト砲音ト同時ニ感覺セラルルナリ。是レ光線ノ極メテ迅速ナルニ比シ、音響ノ傳達ハ徐々ニ行ハルルガ故ナリ。若シ音響ノ速度ヲ測定セント欲セバ、空氣ノ極メテ靜カナル日平原ニ出デ、若干距離ヲ隔テテ甲乙二停處ヲ設ケ、其間ノ距離ヲ精密ニ測定シ、一方ニハ大砲ヲ備ヒ、一方ニハ觀測者ヲ置キ、而シテ大砲ヲ放チタルトキニ觀測者ハ硝煙ヲ認メタル后幾許時ヲ經テ音響ノ傳達シタルヤヲ究ムレバ可ナリ。但シ此際光線ハ殆ト速度ナキモノト見做シテ可ナリ。(光線ノ速度ハ二十英里ヲ一秒時ノ九千三百分ノ一ニテ走ル割合ナリ)。右ノ方法ニ由リ、屢實驗ヲ積ミテ得タル平均數ニ由レバ、通常ノ溫度ニ在リテハ一秒一千百十八呎ナリ、而シテ溫度ノ増減ハ速度ニ關係ナク有ス、即チ攝氏ノ零度ニ在

リテハ其速度ハ一千〇九十呎ナレドモ、溫度ニ一度ノ増加アル毎ニ、殆ト二呎ヲ増スヲ以テ、攝氏十五度即常溫ニ於テハ一千百二十呎トナル。又晴雨計ノ變化ハ音響ニ影響スルコトナシ。

**水中ニ於ケル音響ノ速度。** 水中ニ於テ音響ノ傳達セラルル速度ハ、初メヒえねばノ湖水ニ於テ測定セラレタリ。其方先ヅ二艘ノ舟ヲ若干距離ヲ隔テテ相對置シ、一艘ニハ聽音器第百十五圖ヲ持セル觀測者ヲ載セ、他ノ一艘ノ舟ニテハ鐘ヲ水中ニ沈メ、觀測者ハ聽音器ノ細端ニ耳ヲ當テ、其開端ヲ鐘ノ方ニ向ケ置クナリ。而シテ他船ノ人鐘ヲ打ツト同時ニ、火藥ヲ點ジテ相圖ヲナセバ、觀測者ハ硝煙ヲ見タル時ヨリ音響ノ到達スル迄ノ時間ヲ計ルナリ。斯クシテ測定セシニ、五万一千七百呎ノ距離ヲ通過スルニ十一秒時ヲ要セシト云フ、即チ一秒ノ速度四千七百呎ナリ。但シ種々ノ試驗ニ由リテ平均セル成績ニ由レバ一秒ノ速度ヲ四千七百八呎ト算定ス、即チ空氣ニ於ケル速度ノ四倍ナリ。又水中ニ於テハ溫度ノ變化ハ此ノ

第百五十圖



速度ニ著シキ影響ヲ及ボサズト云フ。

固体ニ於ケル音響ノ速度。

一ノ電信柱ニ耳ヲ當テ人ヲシテ此ニ隣レル他ノ電信柱ヲ打撃セシムレバ其音ヲ二度聽クコトアリ、是レ一ハ電線ノ傳フルモノニシテ他ノ一ハ空氣ノ傳フルモノナリ。實驗ニ由ルニ銅ノ音響ヲ傳達スル速度ハ一秒一万一千六百六十六呎ニシテ、鐵ハ一万六千八百五十二呎ナリト云フ。知ルベシ固体ニ於テハ音響ノ速度最速ニシテ、液体之ニ次ギ、氣體更ニ其下ニアルヲ。

音ノ強弱ニ關スル規則。

音響ノ傳達スル狀ヲ見ルニ、空氣ノ波形ハ音源ヲ中心トナシ、是レヨリ球狀ヲナシテ四圍ニ擴展スルモノナルヲ以テ、波動愈進メバ震動セラルベキ分子愈増加スルヲ以テ、音響ハ次第ニ其ノ強度ヲ減セザルヲ得ズ、而シテ其割合ハ距離ノ自乘ニ反比例スルコトハ、重力ヲ論ズルニ方リテ解説セシモノト異ナルコトナシ、故ニ曰ク、音響ノ強度ハ發音体ヲ離ルルニ隨ヒ距離ノ自乘ニ反比例スルモノナリト。次ギニ音響ノ強度ハ振幅即チ空氣ノ分子ノ反復動搖スル間隙ノ廣狹ニ關係ス、而シテ其ノ割合ハ殆ト振幅ハ自乘ニ比例スト云フ。第三ニ音響ノ強度ノ之ヲ傳達スル媒間ノ性質ニ由ルコトハ既ニ之ヲ述ベタリ、音ノ媒

間ト題スル條ヲ參照スベシ。第四ニ音ノ強度ハ振動体ノ面積ニ關ス、試ミニ音叉ヲ打チ、之ヲ振動セシメテ其ノ柄ヲ机面若クハ薄板ノ面ニ當ツレバ、大ニ其ノ強度ヲ増スベシ、是レ板面モ亦音叉ノ影響ニヨリテ振動スルニ由ルナリ、若シ板面上ニ細末粉ヲ布ケバ、其ノ動搖ニヨリテ板面ノ振動ヲ微知スベシ。琴、三絃等其他多クノ樂器ニ胴即チ共鳴器ナルモノヲ要スルノ理モ亦之ニテ知ラルルナリ。

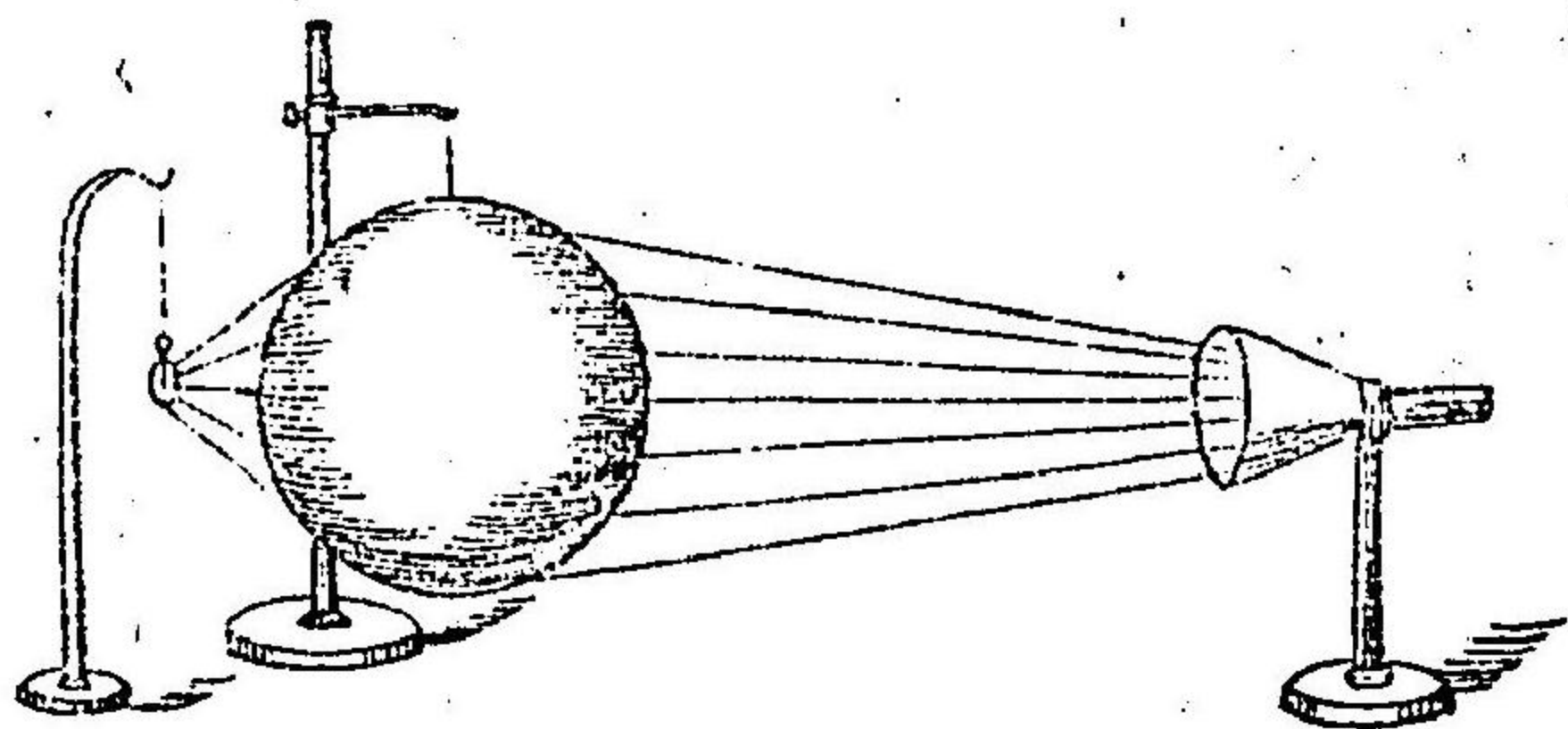
音ノ反射返響。

水波ノ進ミテ岸若クハ岩ニ衝突スルヤ、之ヨリ反射シテ此ノ處ヨリ更ニ反對ノ方向ニ波形ノ傳達スルハ吾人ノ常ニ目撃スル所ナリ。空氣ノ波動ニ於テモ亦固体ニ衝突スレバ、コレヨリ反射スルモノニテ、而モ普通ノ反射則ニ隨フモノトス。第七圖ニアルガ如ク、二箇ノ凹鏡ヲ三十呎許ヲ隔テ相對向シテ排置シ、一ノ燒點ニ懐中時計ヲ置キ、他ノ燒點ニ聽音器(第百十五圖)ノ開端ヲ當テテ此ノ部ニ集マレル音ヲ受ケシメ、細口ヲ耳ニ中ツレハ響音能ク聽キ取ラルベシ。森林、丘岡等ノ傍ニアリテ吾人往々山彦ト稱スル返響ヲ聞クコトアリ、是レ聲音ノ山側、屋壁、林側等ニ衝突シテ之ヨリ反射スルニヨルナリ。

音ノ屈折。

謹謨製ノ薄囊ニ炭酸瓦斯ヲ充テテ之レヲ懸垂シ、其ノ傍ニ懐中時

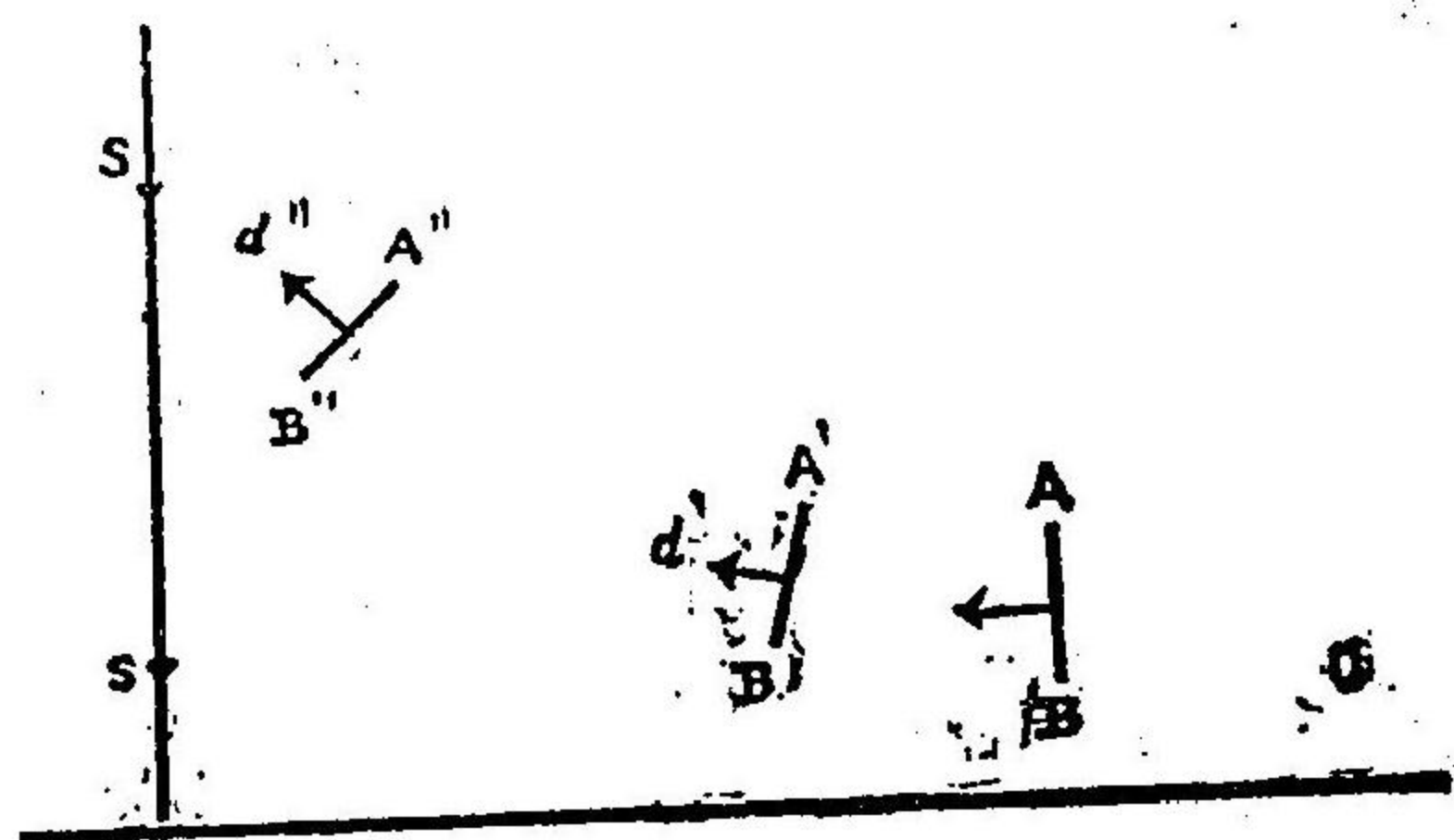
圖 六 十 百 第



計ヲ掛ケ、球囊ヨリ數尺ヲ隔テテ漏斗ヲ置キ、(第百十六圖) 漏斗ノ細端ニ耳ヲ當テツツ其ノ位置ヲ前後ニ動かセバ、或ル適當ノ位置ニ達シタルトキニ於テハ時計ノ音響強ク聽カルベシ、是レ音波ノ球囊ニヨリテ其ノ通路ヲ屈折セラレ、而シテ漏斗ニ集マリタルニヨルナリ、音ノ反射及ビ屈折ニ關スル詳細ヲ知ラント欲セバ、光線ノ部ニ説ク所ヲ參照スベシ。

風ノ影響。音響ノ速度ハ風ノ之ト同一ノ方向ニ吹クト、之ニ反抗スルトノ別ニヨリテ、或ハ進捗セラレ或ハ遅引セラルルモノナリトハ、普ク人ノ信ズル所ナレドモ、時トシテ風ノ之ニ反抗スルトキニ方リテ、音ノ全ク消滅セシガ如ク思ハルルノ理ハ之ニテ解スルコト能ハズ、すといくす氏ハ之ガ説明ヲ與ヘタリ、例ヘハ第百十七圖ニ示スガ如ク、發音體Cニアリテ之ヨリ發出セル音波ハA、Bノ位置ヲ占メ、Sニ向テ進マントス、然ルニ風ハ此ノ方向ニ反對シ

圖 七 十 百 第



テ吹クト假定セシニ、風ノ速度ハ其ノ地面ニ接スル部ト、上部トニヨリテ相違アリ、即チ其ノ地面ニ接スル所ニ於テハ之ト摩擦スルガ故ニ上部ヨリハ其ノ速度少カルベシ、サレバA、B音波ノ碍ケラルルヤ、上部ニ於テ甚シク下部ニ於テ弱シ、故ニ其ノ進ミテd'ノ位置ニ達スルヤA'、B'ト方向ヲ變ジd''ニ達スレバA''、B''トナリ、遂ニSニ於テ聞カルベキ音響ハ遙ニ其ノ上ニ位スルS'ニ於テ聞カルコトトナルナリ、此ノ説明ニシテ果シテ信ナリトセバ、斯カル際ニ塔ノ如キ高所ニ於テ能ク音響ヲ聞クナルベシ、是レ實際

ニ於テ其ノ然ルヲ明知セシ所ナリ。

氣象ト音響ノ關係。

霧、雨、雪、雹等ハ音響ノ傳達ニ影響スベシトハ、一般ニ推想スル所ニテアリシガ、ちんだる氏ノ實驗ハ殆ト此等數者ノ影響ナキコトヲ證セリ、氏ハ空氣中ニ霧ノ存在スルトキハ音響ノ傳達甚平等ニシテ、且都合宜キヲ發見

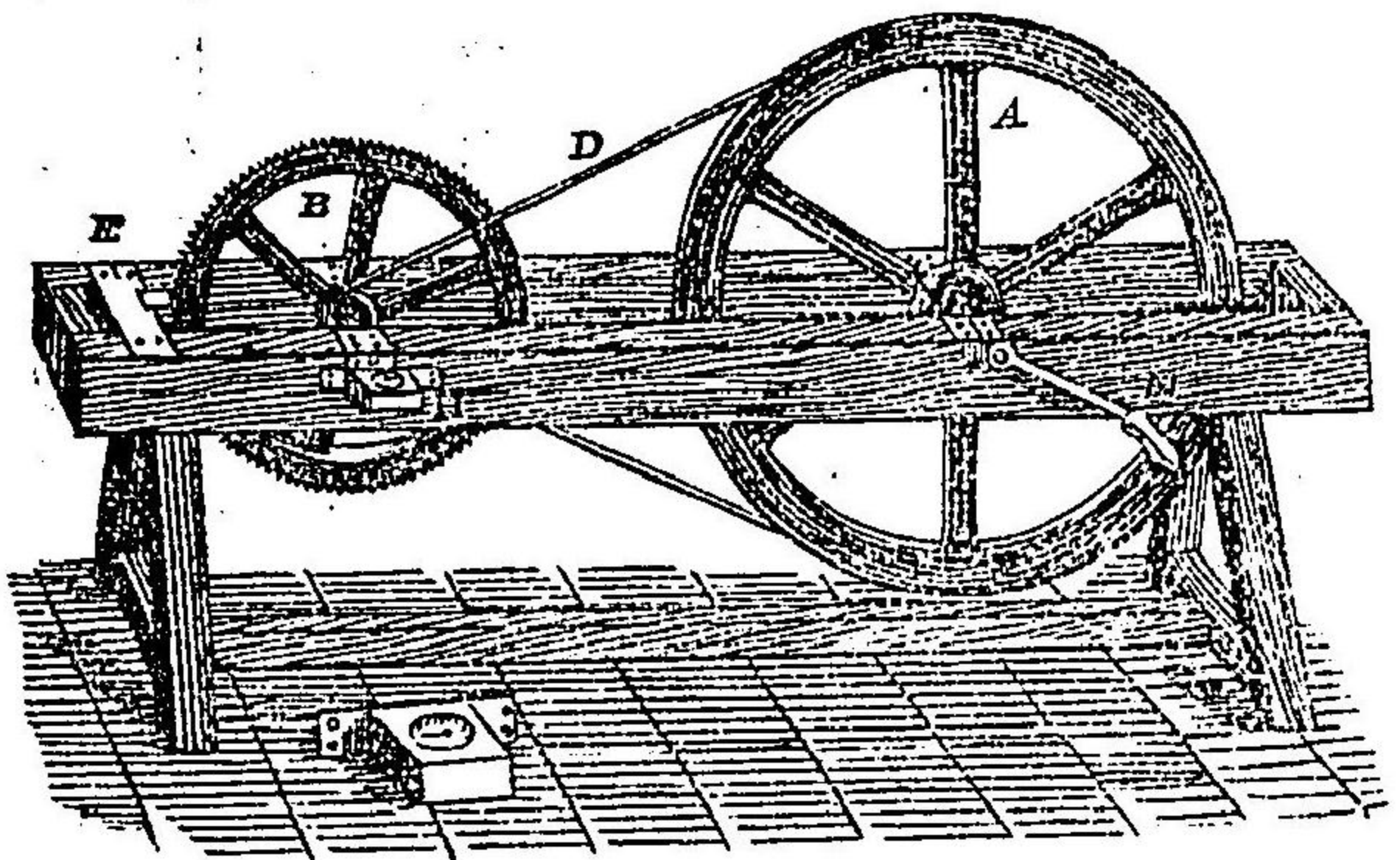
セリ。又氏ハ推想シテ曰ク、晴天ノ日ト雖全ク音響ヲ透過セズシテ之ヲ反射スル雲アリト、之ヲ拒音雲ト云フ。拒音雲ノ空氣中ニ生ズルハ大氣中ノ密度異ナル空氣ノ層層存在スルトキニアルベシト云フ。

### 第三章 樂音。

樂音ノ性質。音響ニシテ吾人ノ耳覺ニ觸レテ愉快ニ感ゼシムルモノアリ、或ハ愉快ノ感覺ヲ惹起スルコトナク、却テ噪シク感ゼラル、モノアリ、前者ハ即チ樂音ニシテ、後者ハ噪音ナリ、二個ノ石片ヲ持シ互ニ之ヲ打撃スレバ一種ノ響音ヲ發スルモ、是レ決シテ樂音ト稱スベキモノニアラズ。サレバ樂音トハ規則正シキ振動ノ連續スルニヨリテ發セラル、モノナリ、規則正シキ振動トハ一定時間ニ一定ノ振動數ヲ有スルコトヲ云フ。各種ノ樂音ニ通有ナル重ナル性質三アリ、曰ク音調、曰ク強度、曰ク音色是レナリ、此ノ三性質中強度ハ距離、波幅等ニ關スルコトハ既ニ前章ニ於テ之ヲ講述セリ、故ニ本章ニ於テハ先ヅ音調、音色ノ何物タルヲ説キ、而シテ後ニ音樂ノ理ニ及ブベシ。

音調。音調ノ相違ハ振動ノ遲速ニ關係ス、試ミニ絃線ヲ張リテ之ヲ振動シ、其ノ

第百十八圖



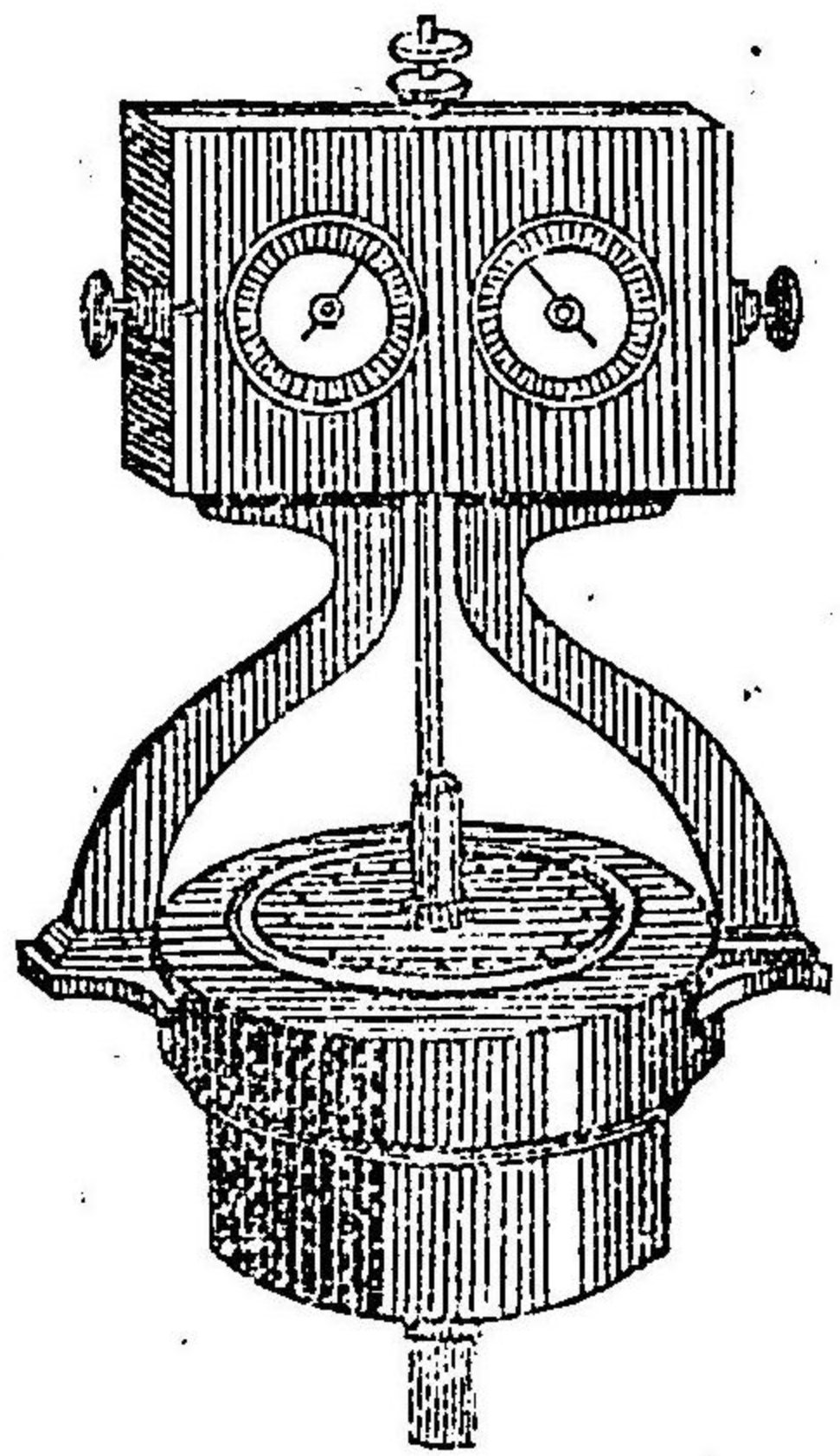
音響ヲ記憶シ、更ニ此ノ絃線ヲ短縮シテ之ヲ振動セバ、後ニ發セル音ハ先ニ發セル音ニ比シテ銳ナルヲ覺ルベシ。音ノ銳鈍ハ振動ノ遲速ニ關スルモノニシテ、振動迅速ナレバ音響銳ク、振動遲々タレバ音響鈍シ、而シテ銳キ音ハ即チ吾人ノ呼ビテ調子即チ音調高キ音トナスモノナリ、故ニ知ルベシ振動迅速ナルトキハ銳音即チ音調高キモノヲ發シ、振動遲引スルニ隨ヒ音調減ジテ鈍音ヲ發スルヲ。

さばーと氏ノ器械。音調ノ振動數ヲ算定スベキ器械中、其ノ最モ簡單ナルモノヲさばーと氏ノ器械ナリトス。此ノ器械ハ第百十八圖ニ示スガ如ク、Aナル大輪トBナル齒輪トヨリ成リ、之ヲ支持スルニ堅牢ナル木框ヲ以テシ、Aヲ廻轉スレバ掛絲Dニヨリテ齒輪Bノ廻轉スル裝置ナリ、木框ノ左端ニ薄板Eアリ、Bノ廻轉スルニ方リ、其ノ

齒ニテ彈擊セラレテ音響ヲ發スルモノニシテ、且ハB輪ノ廻轉ヲ指示スベキ指針ヲ藏スルモノナリ。

今若シ車ヲ廻轉スレバB輪ノ各齒ノ薄板Eニ當ル音ハ別々ニ聞カレ得ベキモ、次第ニ廻轉ノ速度ヲ増セバ遂ニハ連續セル銳音ヲ聞クニ至ルヘク、廻轉愈、迅速ナレバ音調愈、高カルベシ。此ノ器械ヲ用ヒテ或樂音ノ振動數ヲ測定セント欲セバ、先ツ該樂音ヲ發シ、次第ニ車輪ノ廻轉度ヲ迅速ナラシメ、薄板Eニ於テ彼ノ樂音ト同調ノ音響ヲ發スルニ至ラバ、暫時(數秒時間)此ノ迅速ヲ變ゼシテ車輪ヲ廻轉セシメ、B

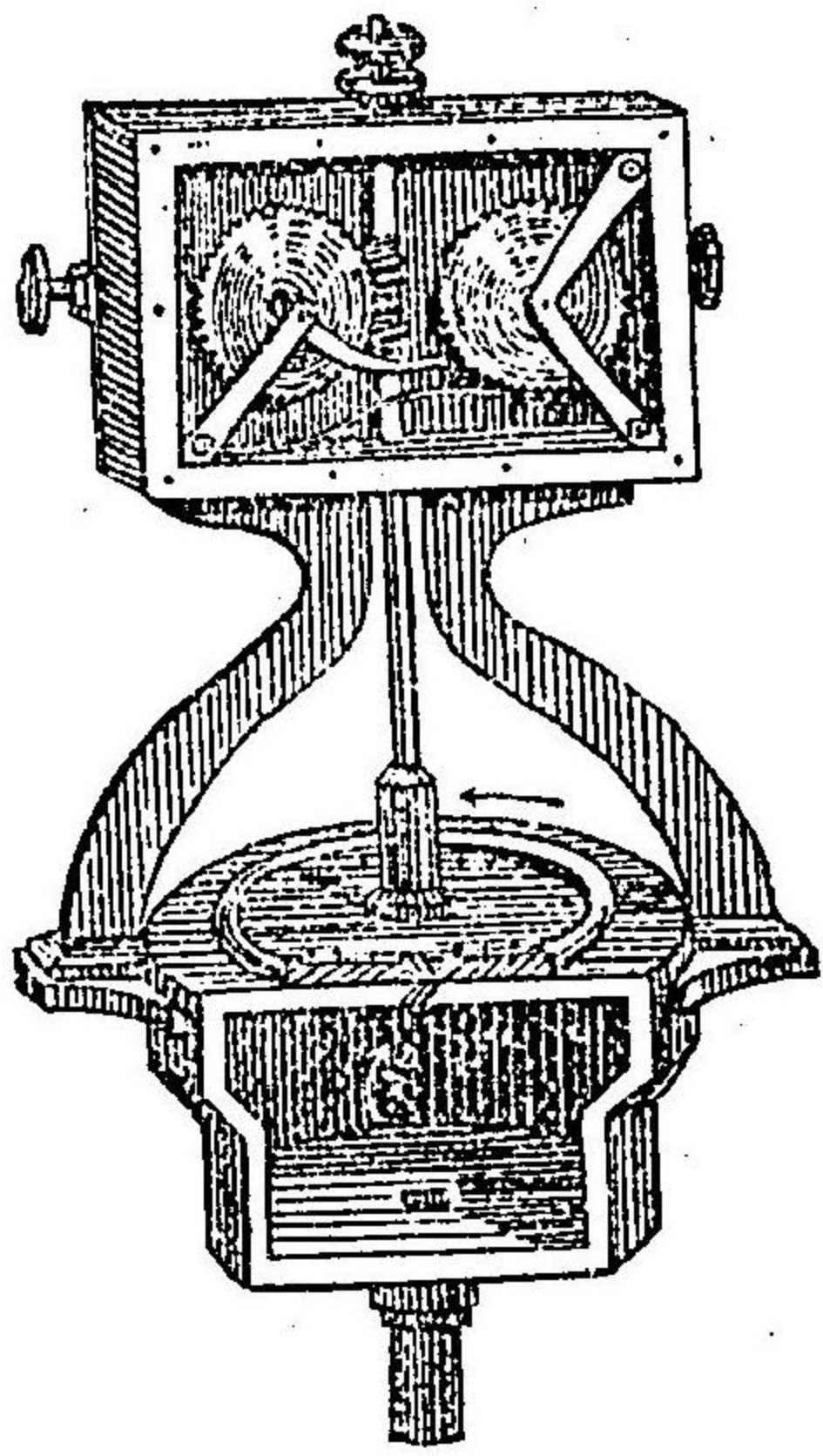
圖 九 十 百 第



輪ノ廻轉セル度數幾回ナリヤヲ究メ、此ノ度數ニ輪ノ齒數ヲ乘ズレハ該時間中ノ全振動數ヲ得ベク、此ノ數ヲ秒數ニテ除スレバ即ヲ一秒時ノ振動數ヲ得ベキナリ。

じれん。 じれんモ亦音ノ速度ヲ測定スルニ用ヒラル、便器ナリ、第百十九

圖 十 二 百 第



圖ハ此ノ器械ノ前面ヲ示シ、第百二十圖ハ後面ヨリ内部ノ構造ヲ見タル圖形ナリ。

今此ノ器ノ構造ヲ解説セン、其ノ本体ハ圓筒狀ノ風室ニシテ、風室ノ上面ニ於テハ十五箇ノ小孔同距離ヲ隔テ、圓形ニ相駢列シ、此ノ上ニ方リテ同一様ニ穿

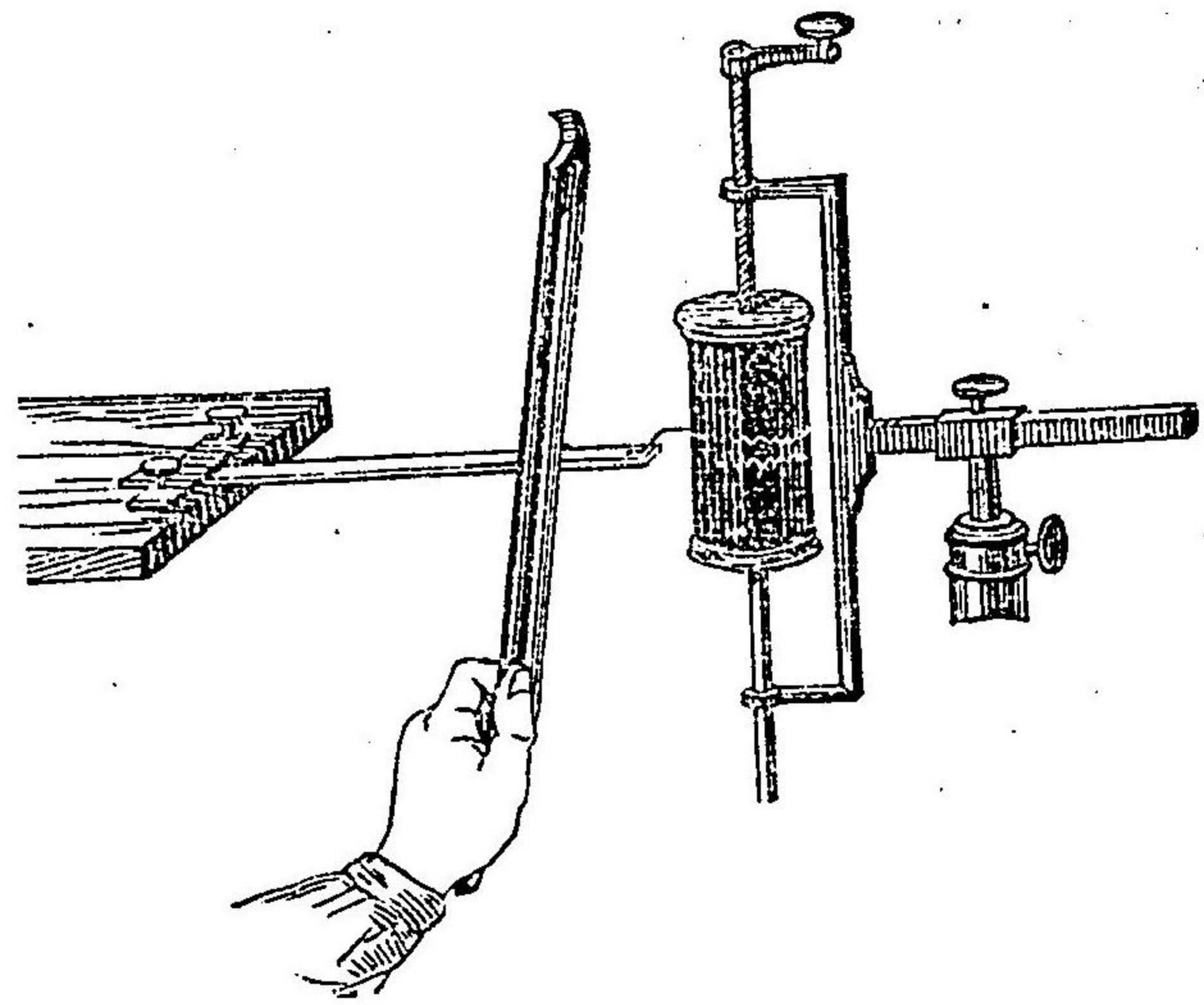
タルタル同數ノ小孔ヲ有スル圓板アリ、此ノ圓板ハ其ノ中央ヨリ上方ニ向テ突出スル軸ニテ廻轉シ得ルモノトス。而シテ此ノ廻轉ハ風櫃ニヨリテ下部ヨリ輸リ出ダサレ、風室内ニ入りタル空氣ノ小孔ヲ逃レ出デントスル勢ニヨリテ惹起セラレルモノトス。此ノ目的ヲ達センガため小孔ノ穿道直立ナラズシテ傾斜ス、且ツ圓板ト風室頭ノ孔道各、反對ノ方向ヲ有スルコト第百二十圖ニ示スガ如シ。圓板ノ廻轉スルヤ空氣ノ通路タル小孔ハ或ハ閉ヂ、或ハ開クヲ以テ、其ノ一廻轉ヲナスヤ十五ノ低風音ヲ聞クヘシト雖、廻轉迅速トナレバ各風音相連ナリテ一ノ聯續樂音ヲ發

スベク、廻轉愈、迅速トナレバ愈、鋭音ヲ發スルモノナリ。又圓板軸ノ上部ニ方リ、無終螺線アリテ齒車ニ接シ、其ノ一廻轉ハ第一齒車ノ針ヲ一分畫丈進マシメ、此ノ針一周百分劃ヲナセハ第二ノ齒車ハ其ノ針ヲ一分劃進マシムルノ裝置ナリ、サレバ第一齒車ノ針ニシテ一分劃ヲ進メバ、是レ即チ十五振動ヲ表シ、第二齒車針ノ一分劃ヲ進ミタルトキハ、第一齒車針ノ一周ヲ示スモノニシテ、是レ即チ一千五百ノ振動ヲ表スモノナリ。

此ノ器ヲ用ヒテ一樂音ノ振動數ヲ測定センニハ、さばーと氏ノ器械ヲ用ヒシト異ナルコトナシ。即チ先ツ算定セントスル樂音ヲ發セシメ、風櫃ニテ空氣ヲ輸送シ、以テ圓板ヲ廻轉セシメ、次第ニ速度ヲ加ヘテ彼ノ樂音ト同調音ヲ發スルニ至ラバ、若干時間此ノ速度ヲ維持シ、第一及ビ第二齒車ノ針ハ何秒時ニ何程進ムヤヲ極メテ而シテ振動數ヲ算定シ之ヲ秒數ニテ除スレバ則チ一秒時ノ振動數ヲ得ベシ。

**振動ヲ圖形ニ現ス法。** 音又若クハ彈條ノ振動ヲ圖式ニ現ス法ハ、第百二十一圖ノ裝置ニヨリテ知ラル。先ツ其ノ振動數ヲ測定セントスル彈條ノ一端ヲ固持シ、其ノ他端ニハ一小針ヲ附シ、針ノ尖端ヲシテ油煙ヲ以テ墨塗セル紙ニテ巻包

第 百 二 十 一 圖



セラレタル圓筒ノ面ニ當ラシメ、彈條ヲ振動シテ圓筒ヲ廻轉スレバ、紙面ニ白ク波形線ヲ畫スルニ至ルベシ。但シ圓筒ノ軸ハ螺線ナルヲ以テ、圓筒ヲ數回廻轉スレバ波形線ハ同ク螺線狀ニ相駢ビ決シテ相重疊スル事ナカルベシ。此ノ器械ハ二個ノ音又ノ振動ヲ比較セントスル時ニ特效アリ。

**音調ト波徑ノ關係。** さばーと氏ノ器械及ビヒレん等ニヨリテ測定スル、ニ音ノ鋭鈍即チ音調ハ振動ノ遲速ニ關係スルコト愈、明カナリ。然ルニ音ノ速度ハ波徑ニ關係スルモノニテ、振動愈、迅速ナレバ波徑愈短キモノトス。今此ノ理ヲ解説スルニ方リ、一秒時ニ五百六十ノ振動數ヲ有スル一音アリトスベシ、然ルニ音ノ速度ハ一秒一千百二十呎ナルヲ以テ、一秒時間ニ五百六十ノ音波ハ一千百二十呎ノ距離ノ



間ニ興起セラルベキ筈ナリ故ニ此ノ音波ノ長サ即チ波徑ハ二呎 ( $1120 + 560 = 2$ ) ナリトス。若シ又音調進ミテ一秒一千振動ヲナストスレバ此ノ音ノ波徑ハ一呎十二分ノ一 ( $1120 + 1000 \approx 112$ ) トナルコト容易ニ知ラル、ナリ故ニ知ルベシ波徑ハ音調ヲ定ムルモノナルコトヲ更ニ音調ノ解ヲ左ニ述ベシ。

音調ハ振動ノ速度、波徑ノ長短ニ關係ス、發音体ノ振動迅速ナレバ波徑隨テ短ク、音調之ニ準ジテ高シ。

人耳ニ聞知セラルベキ音響ノ限界ハ人ニヨリテ相違アリト雖、通常十六乃至二十四振動以下ノモノ及ビ四万一千振動以上ノモノハ耳覺ニ感ゼザルベシト云フ。サレドモ一万二千乃至一万六千振動ノ音ヲ感ジ得ザル人往々ニシテ之アリ、又樂音ノ限界ハ通常四十振動以上二万振動以下ノ間ニアリ。

**音色**。各樂器ヨリ發スル所ノ音ハ一種ノ特質ヲ有シ、之ガ區別容易ナリ、之ヲ音色ト云フ故ニ音色トハ樂器固有ノ音質ヲ云フナリ。吾人若シ笛、箏、三絃其ノ他種々ノ樂器ニ就キ同調ノ音ヲ合奏セシメテ之ヲ聞クニ、能ク音調ニ於テハ合スルモ各自ノ性質明瞭ニシテ、之カ區別容易ナリ、是レ皆特種ノ音色ヲ有スルニヨルナリ。

**音階**

吾人ハ數種ノ樂音ヲ聞キテ其ノ銳ナルモノト鈍ナルモノトヲ感別スルコトヲ得ルノミナラズ、尙ホ樂音ニヨリテハ彼此相關係スルモノアルヲ認知スルナリ。二ツノ樂音或ハ接續シ、或ハ同時ニ發スルトキニ方リテ各自ノ振動數ニ一定ノ關係アルトキハ、愉快ナル音樂上ノ感覺ヲ惹起スルモノナリ。此ノ類ノ關係ヲ有スル音ヲ駢列シタルモノハ即チ音樂上ニ所謂音階ナリ。

音階ハ七音ヨリ成立ス、本邦及ビ英國ニ於テ用フル各音ノ呼稱、符號及ビ振動數ノ割合ハ左表ニ示スガ如シ。

符號	第一音	第二音	第三音	第四音	第五音	第六音	第七音	第八音
本邦ノ呼稱	ウー	ド	ミ	レ	ソ	ニ	ハ	カ
英國ノ呼稱	セー	ド	ミ	レ	ソ	ニ	ハ	カ
各音ノ振動數割合	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{4}{3}$	2

右ノ表ニ就キテ見ルニ、實際八種ノ音アリト雖、第八音ハ第一音即チ元音ニ二倍ノ振動數ヲ有スルモノニテ、更ニ一段高キ音階ヲ形成スルトキニ方リテ其ノ元音トナルモノナレバ、其ノ呼稱、符號共ニ更ニ最初ノ第一音ト異ナルナシ、但(カ)符ニテ別ス、

(1) 符ハ一階高キ即チ倍數ノ振動數ヲ有スル同音ナリトノ意ヲ示スナリ。  
 C 即チ元音ハ格段ナル振動數ヲ有スルモノニアラズシテ、何如ナル樂音ニテモ元音ト定ムルヲ得ベシ、而シテ元音ヲ定ムレバ以下ノ諸音ハ右表ニ記スル所ノ割合ニ隨ヘル一定ノ振動數ヲ有セザルベカラズ、故ニC音ノ定メ次第ニヨリテD、E以下ノ音定マルモノニテ、一度Cヲ定ムレバ他ノ諸音ハ確定スベシ。今假リニ一秒四百ノ振動ヲナス音ヲ元音ト定ムレバ、第二音ハ五百 $(400 \times \frac{5}{4} = 500)$ 、第五音ハ六百 $(400 \times \frac{3}{2} = 600)$ 、第八音即チ一階高キC音ハ八百 $(400 \times 2 = 800)$ ノ振動數ヲ有セザルベカラズ、吾人若シ第一音ヲ二十四ナル數ニテ現セバ、各自ノ比率ハ左ノ如シ。

C	D	E	F	G	A	B	C'
24	27	30	32	36	40	45	48

振動迅速ナレバ波徑隨テ短ク、凡ベテ振動數ト波徑トハ相反比例スルヲ以テ、C音ノ波徑ヲ一トスレバ、以下ノ各音ノ波徑ハ左ノ割合ナリ。

C	D	E	F	G	A	B	C'
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

階音ノ間隙。

各音相互ノ比ヲ階音ノ間隙ト云フ、即チ左ノ如シ。

C:D	D:E	E:F	F:G	G:A	A:B	B:C'
$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{15}{13}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{15}{13}$

第四章 絃、棍及ビ板ノ振動、管中ニ於ケル空氣ノ振動。

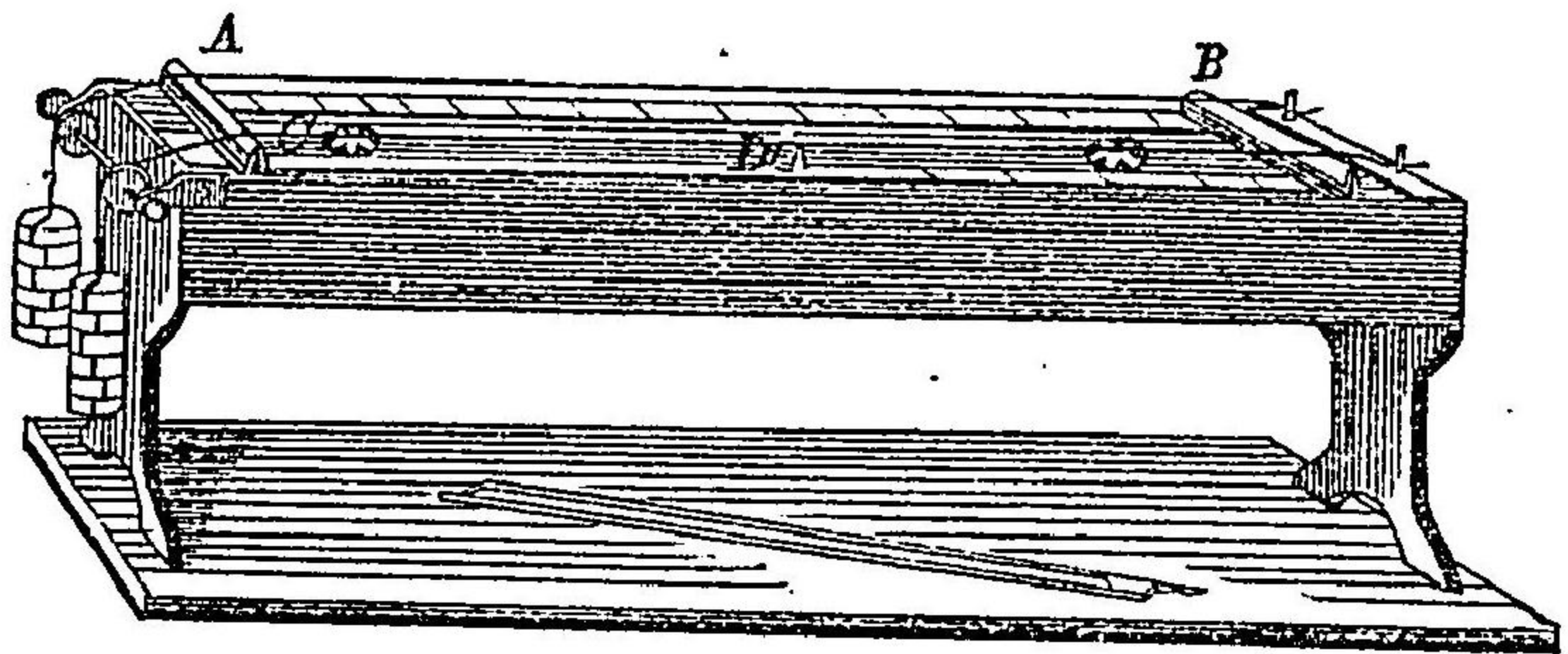
絃ノ振動。 一條ノ絃線ヲ緊張シテ之ヲ彈ズレバ、暫時振動シテ響音ヲ發スベシ。各種ノ絃器ニ於ケル絃線ハ金屬線若クハ線絲ニシテ、之ヲ振動セシムルニハ或ハ胡弓ヲ用ヒテ摩スルアリ、或ハ小槌ヲ以テ打撃スルアリ、或ハ撥ヲ以テ彈ズルアリト雖、絃線ノ振動ハ各自皆絃ノ長サニ直角ヲナス横ノ振動タリ。

絃線振動ノ規則。

絃線ノ振動ニ關スル規則ヲ知ラント欲セバ、第二百二十二

圖ニ於テ見ルガ如キ一種ノ絃琴ヲ用フルヲ可トス。此ノ器ハ之ヲそのめどるト稱ス、長サ凡ソ四尺許ノ木框ニシテ、其ノ兩端ニハA、Bナル二箇ノ琴柱固定セラレ、別ニ自由ニ移動シ得ベキ一箇ノ小琴柱Dヲ載ス。此等ノ琴柱ヲ超エテA、B、C、Dノ二絃緊張セラル。此ノ二絃ハ其ノ一端ニ於テ固着セラレ、他端ハ琴端ニアル滑車ヲ越エテ下リ、重錘ニテ緊張セラル、モノトス。

圖 二 十 二 百 第



絃線ノ振動ニ關スル規則ハ左ノ如シ。  
 (一) 緊張力一定ナレハ、絃線ノ振動數ハ其ノ長さニ反比例ス。

一絃ノ緊張セルアリ、一秒時ノ振動數ハ百八十ナリト假定センニ、若シ其ノ緊張力ヲ變ゼズシテ中央ニ琴柱ヲ置キ、振動ノ長さヲ二分ノ一トスレバ、振動數ハ二倍シテ三百六十トナリ、三分ノ二ノ所ニ琴柱ヲ置キテ残りノ三分ノ一ヲ振動スレバ、振動數ハ三倍シテ五百四十トナルベシ。三絃等ニ於テ指頭ヲ以テ絃ノ一部ヲ抑ヘ、其ノ振動ノ長さヲ増減シテ種々音調ヲ變化スルハ、右ノ規則ヲ應用スルノ一例ナリ。  
 (二) 緊張力ト長さト一定ナレバ、絃線ノ振動數ハ其ノ直徑ニ反比例ス。

細キ絃ハ太キ絃ニ比スレバ其ノ振動迅速ナリ。同一ノ緊張力ヲ以テ張ラレ、同一

ノ長さヲ有スル二絃アリトシ、甲ノ直徑ハ乙ノ直徑ニ二倍ストスレバ、乙ハ甲ノ發スル音ニ比シテ二倍ノ振動數ヲ有スル音即チ第八音ヲ發スベシ。

(三) 長さト太さト同一ナルトキハ、絃線ノ振動數ハ緊張力ノ平方根ニ反比例ス。

一絃ヲ張り、其ノ發スル音ヲ元音トシ、更ニ此ノ緊張力ヲ四倍シテ之ヲ振動セシムレバ、第八音即チ前音ニ二倍スルノ振動數ヲ有スル音響ヲ發スベシ。各種ノ絃器ニ於テ見ルガ如ク緊張ニヨリテ音調ヲ變ズルハ此ノ理アルニヨレリ。

(四) 緊張力長サ太さ共ニ一定ナルトキハ、絃線ノ振動數ハ其ノ密度ノ平方根ニ反比例スベシ。

質重密ナル物質ニテ製セラレタル絃線ノ音ハ、輕疎ノ体ニテ製セラレタル絃線ノ音ニ比シテ音調低カルベシ。

以上ノ諸則ハ其ニ之のめとるニテ之ヲ證明シ得ベキモノナリ。

第一則ヲ證セント欲セバ精密ニ同一ナル絃線二條ヲ張り、緊張力同クシ、Dヲ動カシテ一絃ノ正中ニ至ラシムレバ、C、Dノ振動數ハA、Bノ振動數ニ二倍スベク、C、DヲA、Bノ三分一トシテ振動セシムレバ、其ノ振動數ハ三倍スベシ。又第二則ハ太

キ線ト細キ線トヲ張リテ之ヲ驗シ得ベシ、第三則ハ緊張錘ヲ増減シテ之ヲ試ムベク、第四則ハ比重相異ナル物質ニテ製セル線ヲ張リテ之ヲ證シ得ベシ。

第二法則ノ詳説。

通常絃線ハ其ノ直径甚小ナルヲ以テ、直接ニ之ヲ測定シ難シ、同一物質ヨリ製セラレタル絃ノ比較的直径ハ重量ニテ之ヲ測定スルヲ得ベシ。今絃線ヲ一種ノ圓筒ト見做シ、 $r$ ヲ半径トシ、 $l$ ヲ長サトシ、 $d$ ヲ密度トスレハ、幾何學上圓柱體ノ積ヲ知ルベキ公式ニヨリテ、絃線ノ容積ハ左式ノ如クナルベシ。

$$\text{容積} = \pi r^2 l$$

右ノ容積ニ密度  $d$  ヲ乗ジタルモノハ即チ重量ナリ、何トナレバ  $d$  ハ一單位ノ容積ノ重量ヲ示スモノナレバナリ。

$$\text{重量} = \pi r^2 l d$$

今同長、同質ノ二絃ノ直径ヲ其ノ重量ニテ測定スルノ方法ヲ述ベンニ、 $M$  ヲ甲ノ質量(重量)トシ、 $M'$  ヲ乙ノ質量(重量)トシ、 $r$  ヲ甲ノ半径トシ、 $r'$  ヲ乙ノ半径トスレバ、 $M$  ト  $M'$  ノ比例ハ左ノ如シ。

$$\frac{M}{M'} = \frac{\pi r^2 l d}{\pi r'^2 l d} = \frac{r^2}{r'^2} \quad \text{故ニ} \quad \frac{r}{r'} = \sqrt{\frac{M}{M'}}$$

是ニ由リテ之ヲ觀ルニ、甲乙二線ノ半径ノ比ハ其ノ質量(重量)ノ平方根ノ比ニ同ジキコトヲ知ル、サレハ兩線直径ノ比モ亦之ニ同ジカルベク、第二法則ノ文言ヲ左ノ如ク改ムルコトヲ得ベシ、曰ク、緊張力ト長サト一定ナレバ、絃線ノ振動ハ其ノ重量ノ平方根ニ(其ノ直径ニ)反比例スト。

一絃ニヨリテ音階ノ各音ヲ知ル法。 第一ノ法則ヲ適用シ、一張ノ絃線

ニ就キテ音階ノ各音ヲ知ルコトヲ得ベシ。例ヘバ一絃線ノ發スル音ヲ元音トスレバ、第二、第三以下ノ諸音ハ下ノ如クシテ發セラレン。即チ絃ノ九分ノ一ノ所ヲ抑ヘテ其ノ九分ノ八ヲ振動セシムレハ第二音ヲ得ベク、五分ノ四ヲ振動セシムレバ第三音ヲ得ベク、四分ノ三ナレバ第四音ヲ發シ、三分ノ二ナレバ第五音ヲ發スベシ、而シテ第六音ヲ發セシメント欲セハ五分ノ三ヲ振動セシムベシ、第七音ヲ得ント欲セハ五分ノ八ヲ振動セシムベシ、遂ニ二分ノ一ニシテ第八音ヲ得ン。斯クシテ種

圖 三 十 二 百 第

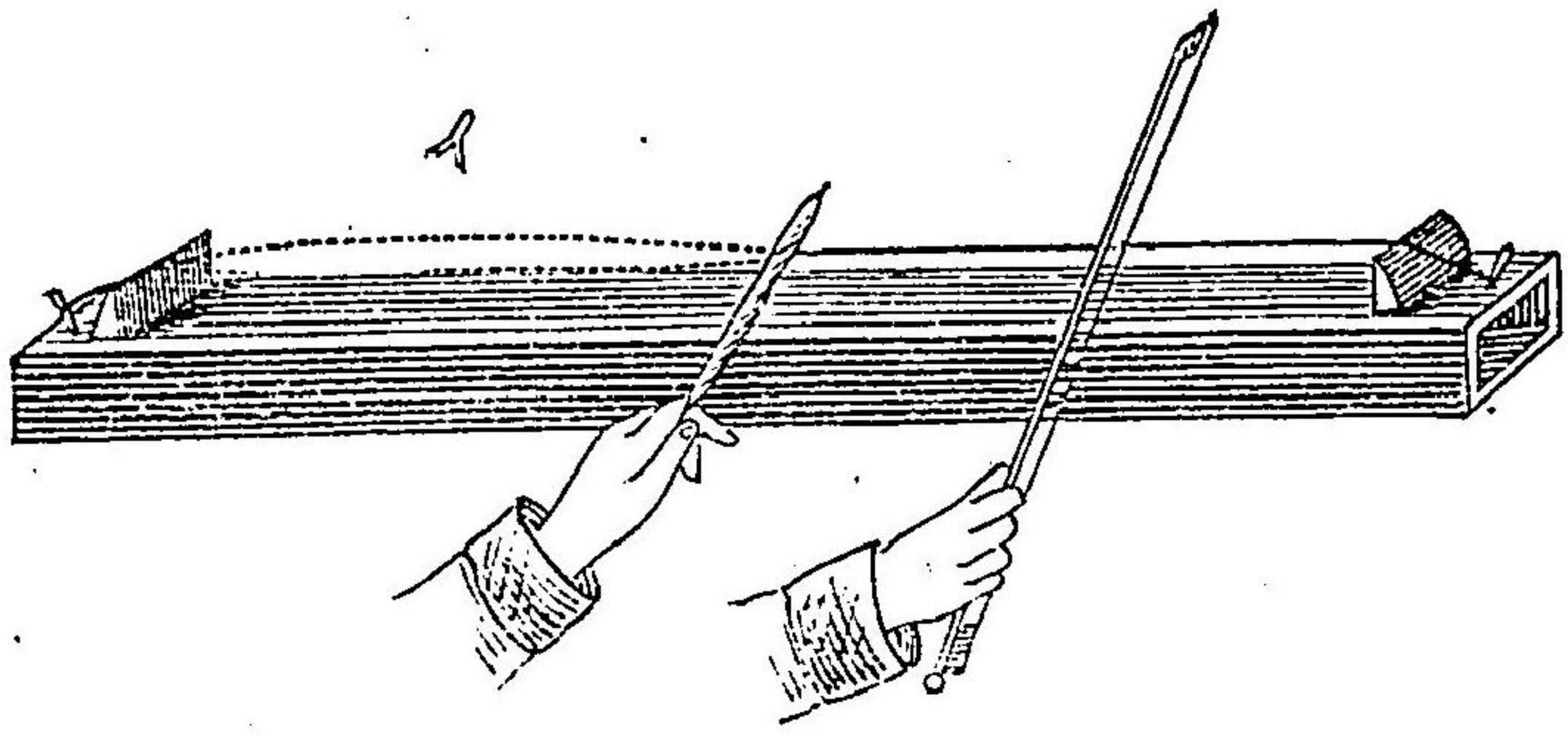
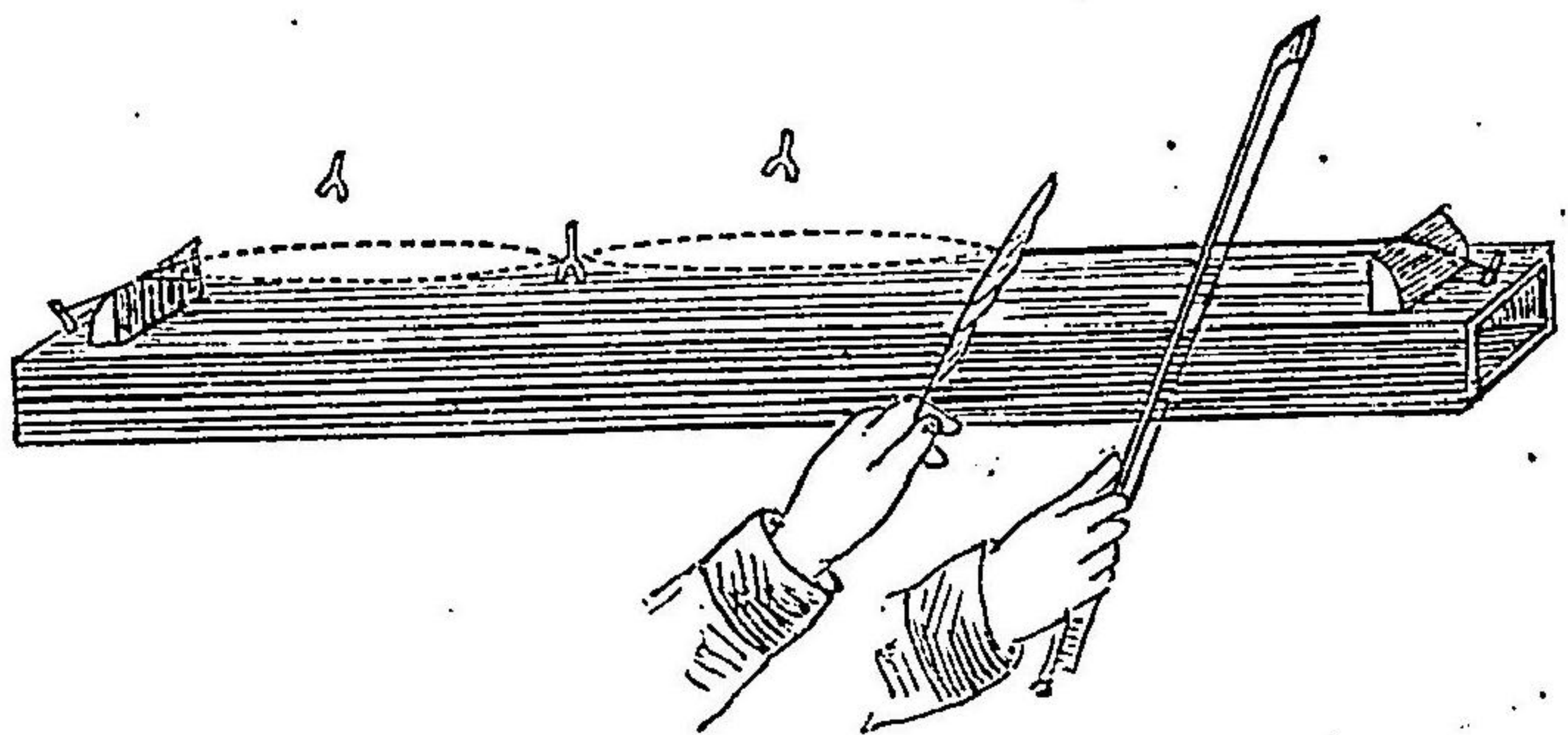


圖 四 十 二 百 第



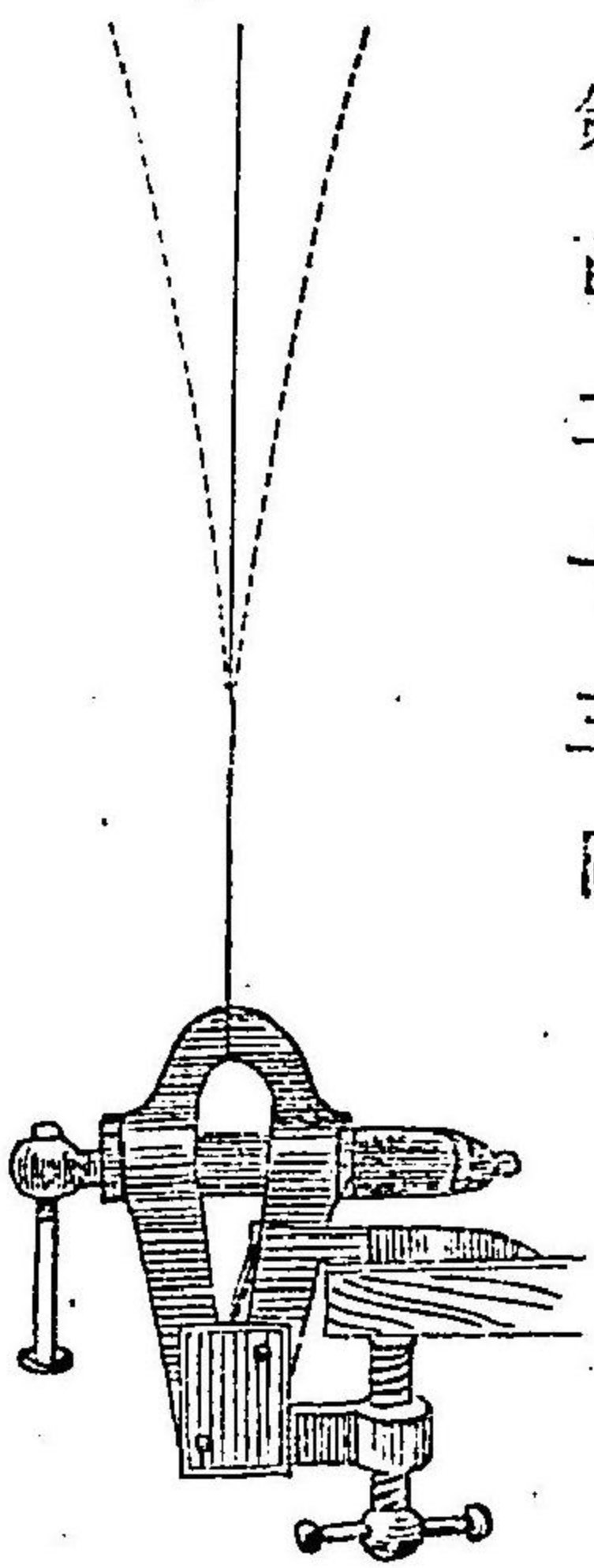
テ絃ノ中央ヲ支持シ、胡弓ヲ以テ其ノ一半ヲ振動セシムレバ、吾人ハ全長絃ノ發ス

々振動ノ長サヲ變ズレバ、何如ナル樂音ヲモ發スルコトヲ得ルモノナリ、一絃ニテ能ク各種ノ音調ヲ發スル一絃琴ノ理ハ之ニテ知ラルヘシ。  
のーど。 第二百二十二  
圖ノそのめどるニ於テ、絃ノ長サヲ短縮セントスル時ニ琴柱ヲ用ヒタリシモ、若シ之ニ代フルニ一片ノ鳥羽ヲ以テシ、第二百二十三  
圖ニ於テ見ルガ如ク之ニ

ル音ニ對スル第八音ヲ得ベシ。此ノ時ニ方リ彈摩セザル他ノ一半モ亦能ク振動スルモノナリ。試ミニ紙製ノ輕キ跨形片ヲ此ノ一半ノ中央部ニ置キテ、而シテ初メノ如ク右方ノ一半ヲ摩スレバ、跨形片ハ絃ノ振動ニヨリテ放彈セラルベシ。  
次ギニ第二百二十四圖ニ於テ見ルガ如ク、羽片ヲ絃ノ一端ヨリ三分一ノ所ニ當テ、其ノ三分一ノ部分ヲ摩シ、豫メ殘リノ三分ノ二ノ正中ニ青色ノ一跨形片ヲ置キ、此ノ跨形片ニテ分割セル兩側ノ部分ノ中央ニ各一個ノ赤色跨形片ヲ置ケバ、赤色ノ二跨片ハ放彈セラルベキモ、青色ノ跨形片ハ依然トシテ其ノ位置ニアルベシ。斯クテ三分ノ二ノ部分ハ其ノ正中ニ於ケル定點ニヨリテ二分セラレ、各分共ニ振動スルモノナルコトヲ曉ルベシ。此ノ定點ヲのーどト云フ。此ノ際羽片ヲ去ルモ全絃ハ三等部分ニ分カレテ振動シ、其ノ間ニ二個ノのーどヲ有スベシ。之ト同理ニテ四、五、六若クハ數多ノ等長部分ニ分ケ、其ノ間ニのーどヲ生ジテ振動セシムルコト容易ナリ。但シ實際ノ場合ニ於テハ如何ナル絃器ニテモ絃ノ全長ヲ振動セシムルトキニ多少其ノ間ニのーどヲ生ジ、小部分ノ振動アルヲ常トス。  
倍音。 右ニ述ブルガ如ク、各絃器ニ於ケル絃ノ振動ハ單純ナルモノニアラズシ

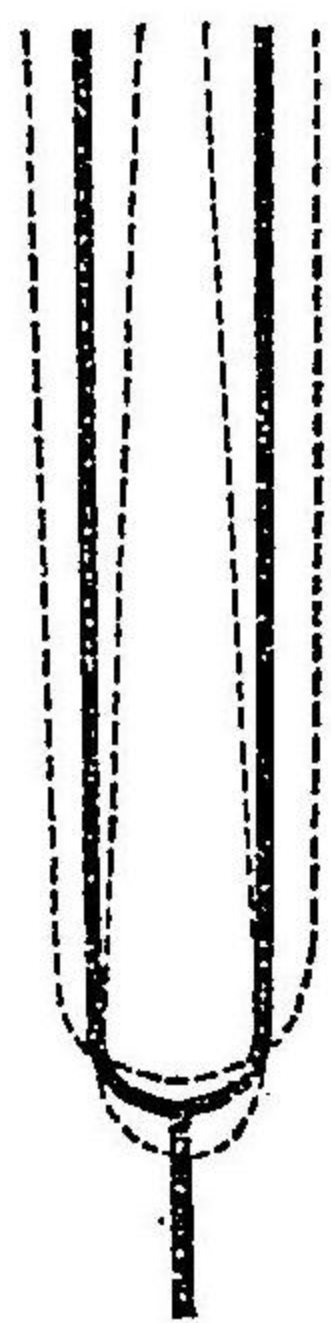
テ、其ノ全長ヲ彈シタルトキニハ全長ノ振動アルコト勿論ナガラ、之ト同時ニ小部  
分ノ振動アルヲ以テ、此ノ小部分ノ振動ニヨリテ發スル音ヲ倍音ト云フ。獨リ絃ニ  
於テノミ然ルニアラズ、何種ノ振動ニモ倍音アルモノナリ。倍音ノ元音ト混同スル  
ハ即チ音調同ジキモ樂器異ナルニヨリテ音ノ性質ニ相違ヲ惹起スル原因トナル  
ナリ、乃チ音色ノ理ハ倍音ノ元音ト混同スルニアリト知ルベシ。

第百二十五圖



其ノ游離端ヲ彈ズレバ音響ヲ發スベ  
ク之ヲ短縮スレバ音調上ルモノニテ、  
其ノ振動數ハ凡テ棍ノ長サノ自乘ニ、  
反比例スルモノナリ。棍ノ振動ニ基ツ  
ク樂器ノ一例ハ木琴ナリ。但シ此ノ器  
ノ如ク棍ノ兩端ヲ游離シテ而モ全長  
ノ振動ヲ惹キ起サンニハ、各棍ヲバ其ノ兩端ヨリ算シテ全長ノ五分ノ一ト四分ノ  
一ノ間ニ於テ支持スルヲ良シトス。

第百二十六圖

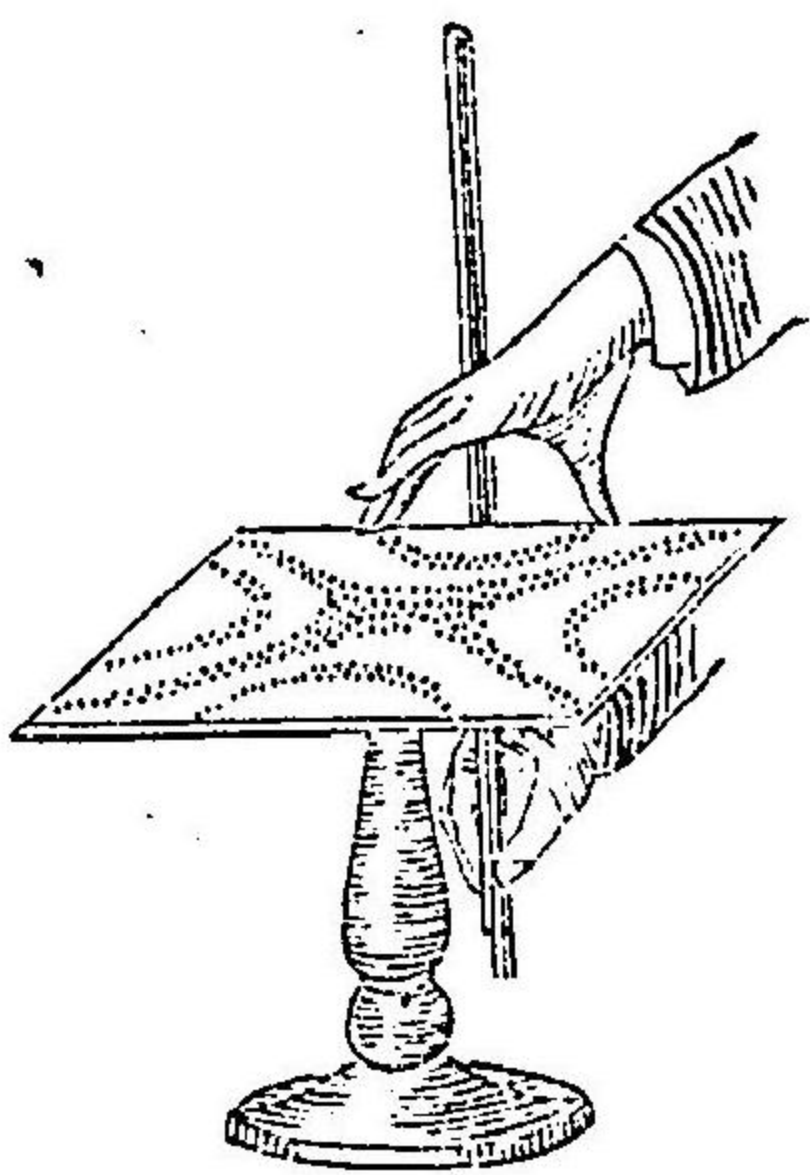


音又ハ兩端游離セル棍ノ中央ニ於テ曲ゲラレタ  
ルモノニシテ、其ノ振動ノ狀態ハ第百二十六圖ニ  
於テ見ルガ如シ。之ヲ振動セシメテ其ノ柄ヲ響篋  
ニ中ツレバ、大ニ其ノ音勢ヲ増スモノナリ。通常音  
又ヲ載スル響篋ハ五面塞ガリ横ノ一面ニ於テ開  
キタル木框ナリトス。

板ノ振動

第百二十七圖ニ示スガ如キ玻璃若クハ金屬製ノ方形板ノ中央ヲ

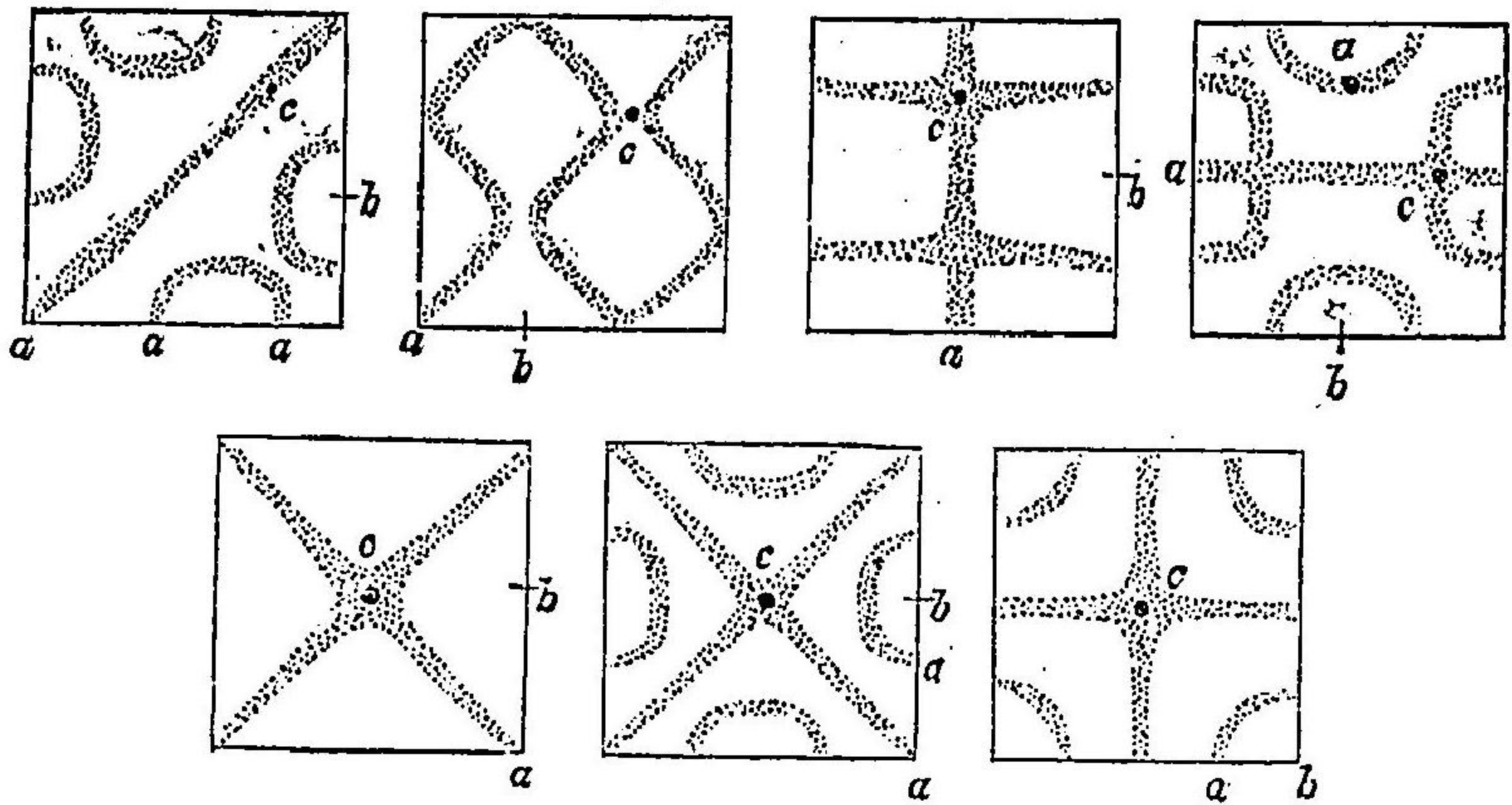
第百二十七圖



臺頂ニ當テ、助手ヲシテ固ク之ヲ壓持セシメ、板上ニ  
ハ細砂ヲ擴布シ、其ノ一側ニ二指ヲ當テ、側ノ中  
央ヲ胡弓ニテ摩スレバ、板上ノ細砂動搖シテ板面  
ニ一種ノ奇形ヲ畫スルニ至ルベシ。是レ細砂ハ板  
ノ動搖スル部分ヲ去リテ動搖セザル部分ニ聚マ  
ルモノナルヲ以テ、其ノ砂ノ聚積セル部分ハ板ノ

のーどナリト知ルベシ。若シ指ヲ以テ壓持スル所ト、指ヲ當ツル所ト、胡弓ヲ以テ摩

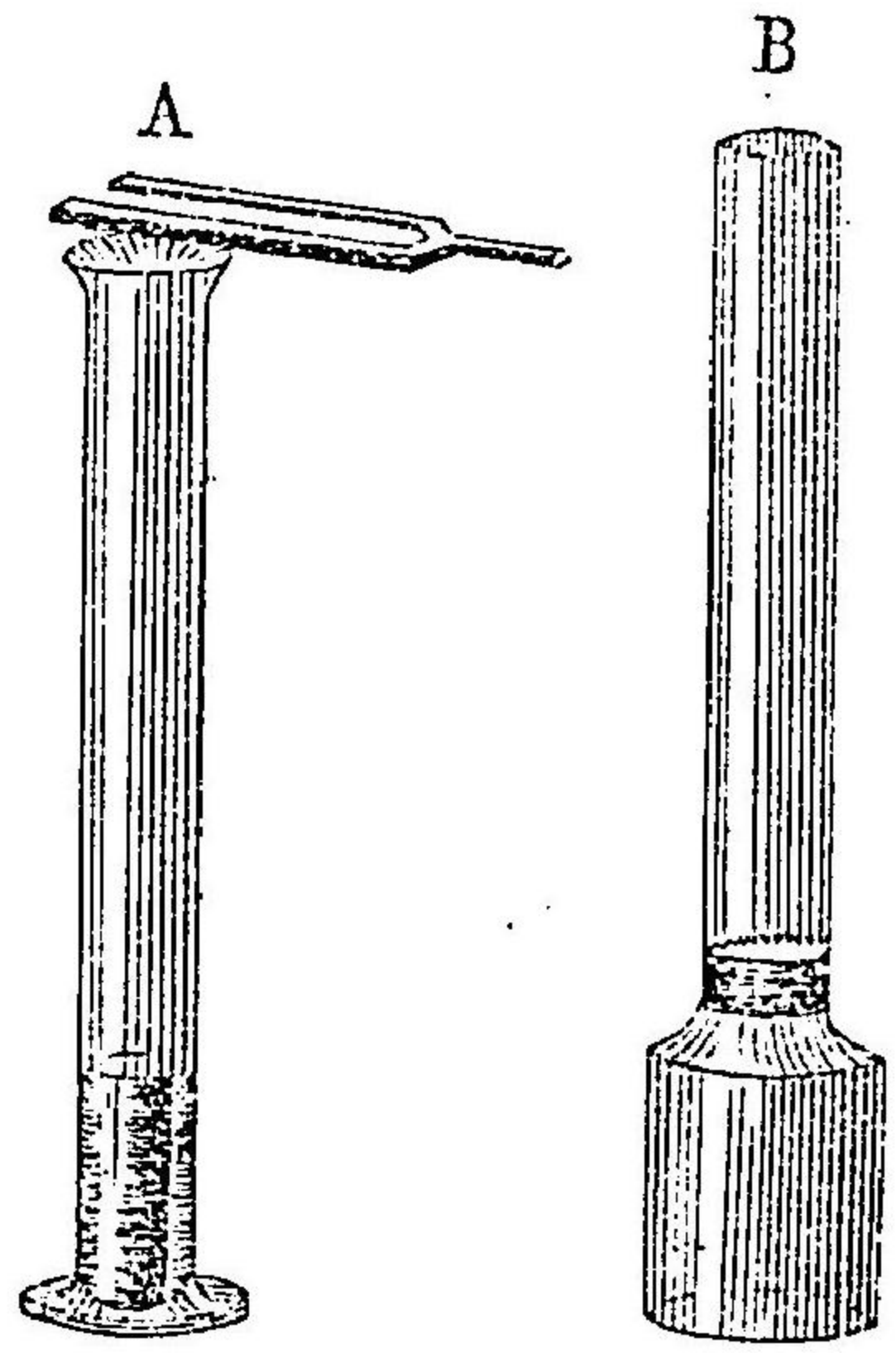
圖 八 十 二 百 第



スル所ノ位置ヲ種々變更スレバ、のゝ位  
置變更シテ、細砂ハ種々ノ形狀ヲ畫スベシ。  
上圖ハ斯クシテ生ズベキ圖形ノ一斑ヲ示セ  
ルモノナリ。  
圖中cハ指頭ヲ以テ壓持スル所ヲ示シ、aハ  
指ヲ當ツベキ位置、bハ胡弓ヲ以テ摩スル位  
置ヲ示セルモノナリ。  
管中ニ於ケル空氣ノ振動。 前數節  
ニ於テ講説シ來リシハ、固体ノ振動ニ基ツク  
音響ナリト雖、獨リ固体ノミナラズ、氣體ニテ  
モ其ノ管中ニ包有セラル、モノハ音源トナ  
ルコトヲ得ベシ。試ミニ直徑各一時、長サ十六  
吋、十二吋、十吋、及ビ八吋ニシテ、一端閉合セル  
四本ノ竹管ヲ製シ、其ノ開端ニ口ヲ當テ、強

ク斜ニ呼氣ヲ吹ケバ、各一種ノ音響ヲ發スベシ、而シテ各音ノ振動數ヲ驗スルニ、十  
六吋アルモノ、發スル音ヲ元音トスレバ、十二吋アルモノ、發スル音ハ第三音ニ  
當リ、十吋アルモノ、音ハ第五音ニ當リ、八吋管ノ發スル音ハ第八音ニ當ル。次ギニ  
兩端開通セル細管ヲ取り、其ノ一端ヲ指頭ニテ閉テ、他端ニ當リ前ノ如ク吹キテ一  
音ヲ發セシメ、之ヲ元音ト名ツケ、更ニ指頭ヲ放チテ再ビ吹ケバ第八音ヲ發スルコ  
トヲ認ムベシ。其ノ他何如ナル長サヲ有スル管ニアリテモ、必ズ此クノ如クナルベ  
シ。サレバ一端閉合セル管ニヨリテ發セラルル音ハ兩端開通セル同長同形ノ管ニ  
ヨリテ發セラル、音ヨリハ一音階低キヲ曉ルベシ。  
管中ニ於ケル空氣ノ振動ニ基ツク樂器ニ二類アリ、其ノ一ハ管ノ口機動カザルモ  
ノニシテ笛、尺八、風琴管等之ニ屬シ、他ノ一ハ舌機ト稱シ、能ク振動シ得ベキ薄片ヲ  
有スルモノニシテ、箏、箏等之ニ屬ス。  
共鳴。 一音又ヲ取り、之ヲ振動セシメ、第百二十九圖ノAニ示スガ如ク高キ玻璃  
器ノ口邊ニ致シ、器ニ水ヲ注入スベシ。斯ク水ヲ加ヘテ或ル一定ノ高サニ達スレバ、  
音響遠ニ強大セン、此ノ際口邊ヨリ水面マデノ距離ヲ測定スベシ。之ヨリ更ニ多量

圖 九 十 二 百 第



ノ水ヲ加フレバ音響ノ強度衰ヘン。斯クノ如ク音響ノ強大スルヲ共鳴ト云フ。上圖ノBニ於テ見ルガ如ク、らんぶ火屋ニ木栓ヲ挿入スルモ、同一ノ結果ヲ得ベシ。但シ音又ニヨリテ其ノ要スル所ノ深サニ相違アルモノナリ。共鳴ノ理ハ筒中ニアル空氣ノ音又ト同調ニ振動スルニ由ル、若シ筒ノ口邊ニ方リテ斜ニ呼氣ヲ吹キ込メバ、同調ノ音

ヲ發スルニヨリテ之ヲ知ルベシ。種々ノ樂器ニ於テ見ル所ノ共鳴器即チ胴ナルモノハ、右ノ理ニ基ヅキテ製作セラレタルモノニシテ、其ノ中ニ包有セラレ、空氣ハ振動體ノ發スル音ト同調ニ振動スルニヨリテ、大ニ響音ノ勢ヲ増スモノトス。但シ共鳴器ニヨリテ音響ノ強大セラレ、又音響ノ經續スル時間ヲ短縮スルコト勢不滅說ノ原理ヨリ當ニ然ルベキ結果ナリトス。

第五章

音響ノ協合、交錯、發聲機、聽音機、音響學上ノ器械。

ノ器械。

音響ノ協合及ビ交錯。二様ノ音

波ハ相助ゲテ大ニ音勢ヲ強大ナラシムルコトアリ、或ハ相妨ゲテ音響ヲ消滅スルコトアリ、前者ヲ音ノ協合ト云ヒ、後者ヲ音ノ交錯ト云フ。

例へバA、B二箇ノ音又ハ共ニ同調ノ音響ヲ發スト假定スベシ、即チ兩者ノ發スル音波ノ長サハ共ニ同一ナリトシ、兩者ヲ振動シテ一音波ノ長サ丈ヲ隔テ、相對立スルニ、二種ノ音波相協合シテ大ニ其ノ音勢ヲ増スベシ(第百三十圖)。若シ夫レ之ト反シ、兩又ヲ對持スルニ方リテ其

圖 十 三 百 第

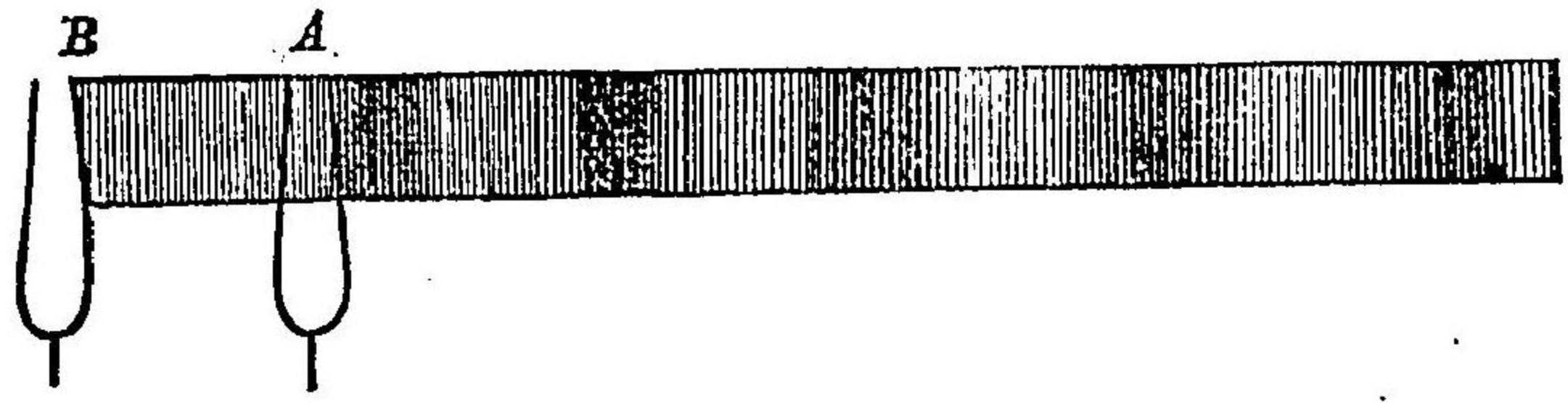
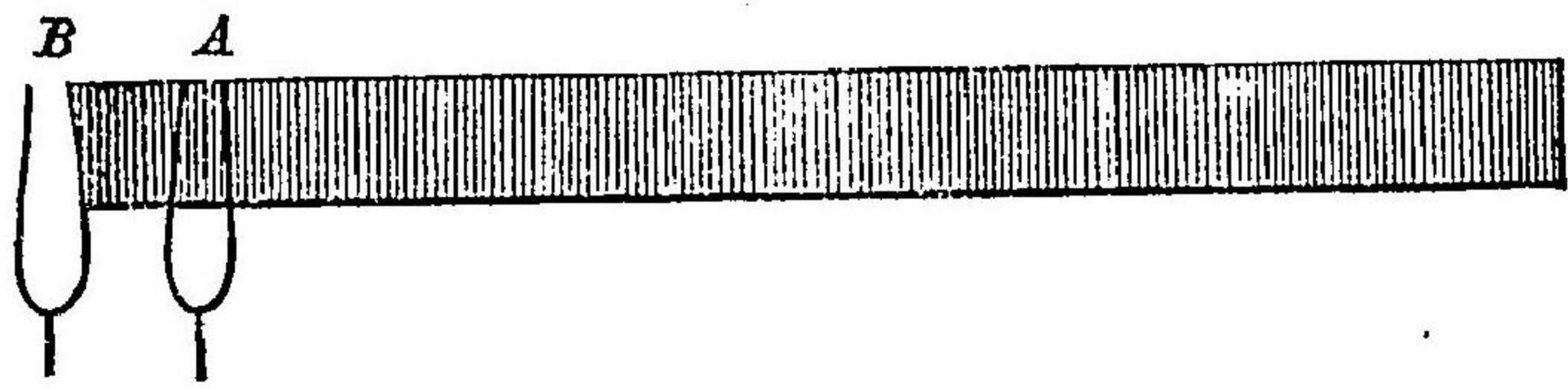


圖 一 十 三 百 第

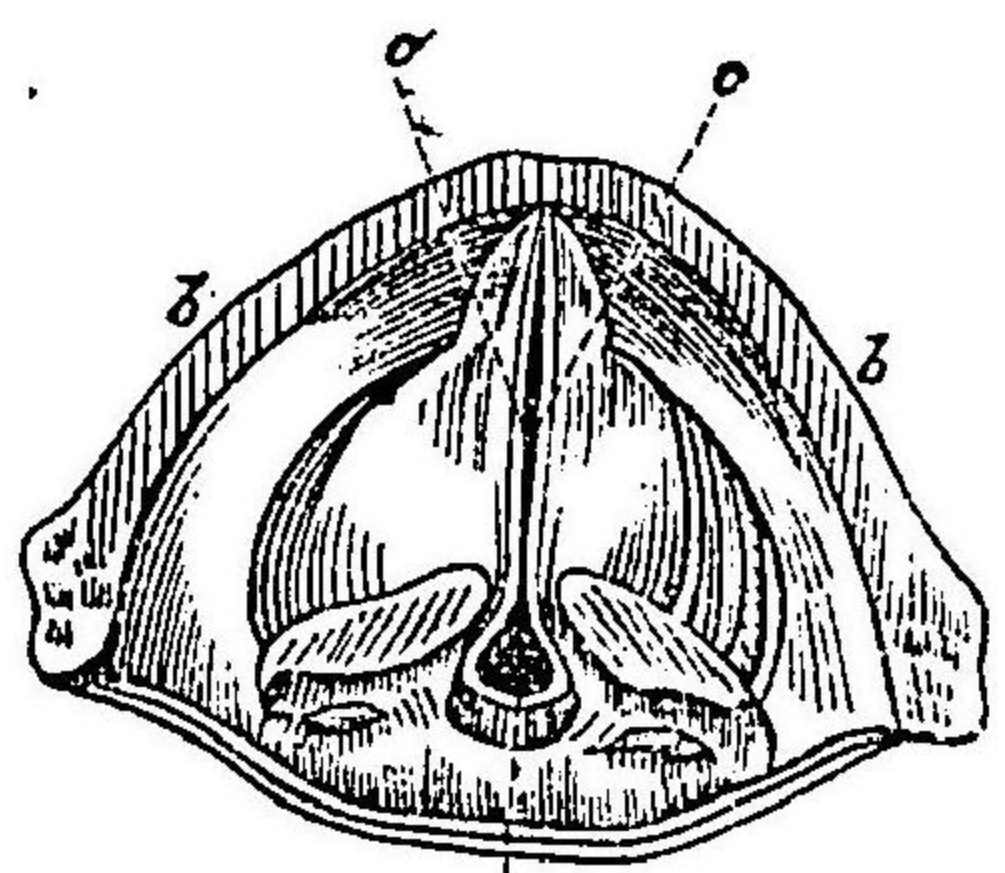




ノ間ノ距離ヲ波徑ノ二分ノ一トナセバ、一音又ノ空氣ヲ濃縮セントスル所ヲ、他ノ音又ハ之ヲ稀薄ニセントスルヲ以テ兩波相中和シ(第百三十一圖)音響ヲ消滅セン。音波交錯ノ實例ヲ見ント欲セバ、一箇ノ音又ヲ振動セシメ、其ノ柄ヲ持シテ之ヲ耳邊ニ致シ、指ニテ柄ヲ廻轉スベシ、其ノ一廻轉ヲナス間ニ音又ノ位置ニヨリ、音ノ協合スルコト及ビ音ノ交錯スルコト數次ナルヲ曉ルベシ。

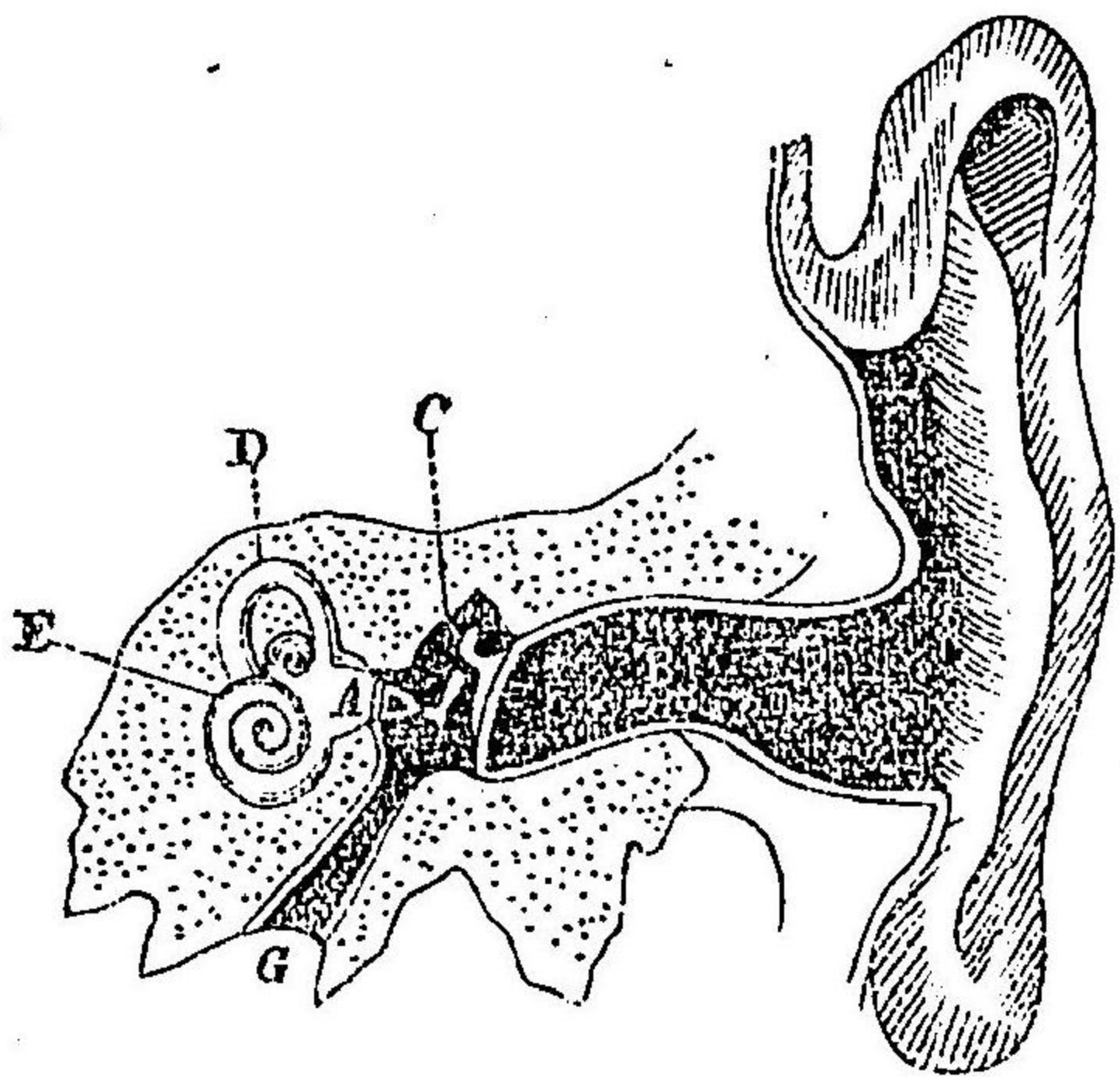
うあり。其ノ音調全ク契合スルコト能ハザル音又ヲ同時ニ振動セシムルニ、一様ニ連續セル音響ヲ開クコトナク、音勢或ハ増シ或ハ衰フノ響キヲ感覺スベシ、是レ兩音波ノ相進ムヤ、全ク相協合シ、若クハ全ク相交錯スルコトナク、所ニヨリテ或ハ協合ノ傾向ヲナシテ音勢ヲ強クシ、或ハ交錯ノ傾向ヲ生ジテ音勢ヲ衰ヘシムルニ由ルモノニシテ、音樂家ハ此クノ如キ音響ヲ稱シテラウナリト呼ブ。

圖二十三第



發聲機。音聲ハ肺中ヨリ呼出セラルル空氣ノ喉頭ヲ通過スル際、此ノ部ニ在ル聲帶ト稱スル薄膜ヲ振動

圖三十三第



スルニヨリテ生ズルモノナリ。第百三十二圖ハ即チ喉頭ノ橫、截面ヲ示ス、 $b$ ハ氣管ノ軟骨、 $c$ ハ聲帶ニシテ、其ノ間ノ細間隙ヲ聲門ト呼ビ、聲門ノ一端ハ三角孔(リ)ヲナス。通常呼吸ノ際ニハ聲門相開キテ聲帶振動セザレドモ、聲音ヲ發セントスルニ方リテハ聲帶接近シ、聲門細縮シ、以テ聲帶ノ振動ヲ惹起スルモノニシテ、聲帶愈接近スレバ聲調愈昇騰スルモノトス。小兒及ビ婦人ノ音聲高調ナルハ、其ノ聲帶ノ薄小ニシテ、其ノ振動敏速ナル所以ニテ、成丁以上ノ男子ニ於テハ、聲帶ハ厚ク、且ツ大ニシテ、振動敏速ナラズ、是レ其ノ音聲ノ稍鈍ナル所以ナリ。通常ノ談話ニ於テ男子ノ發スル音響ノ波徑ハ其ノ長サ八呎乃至十二呎ニシテ、女子ニ於テハ二呎乃至四呎ナリト云フ。

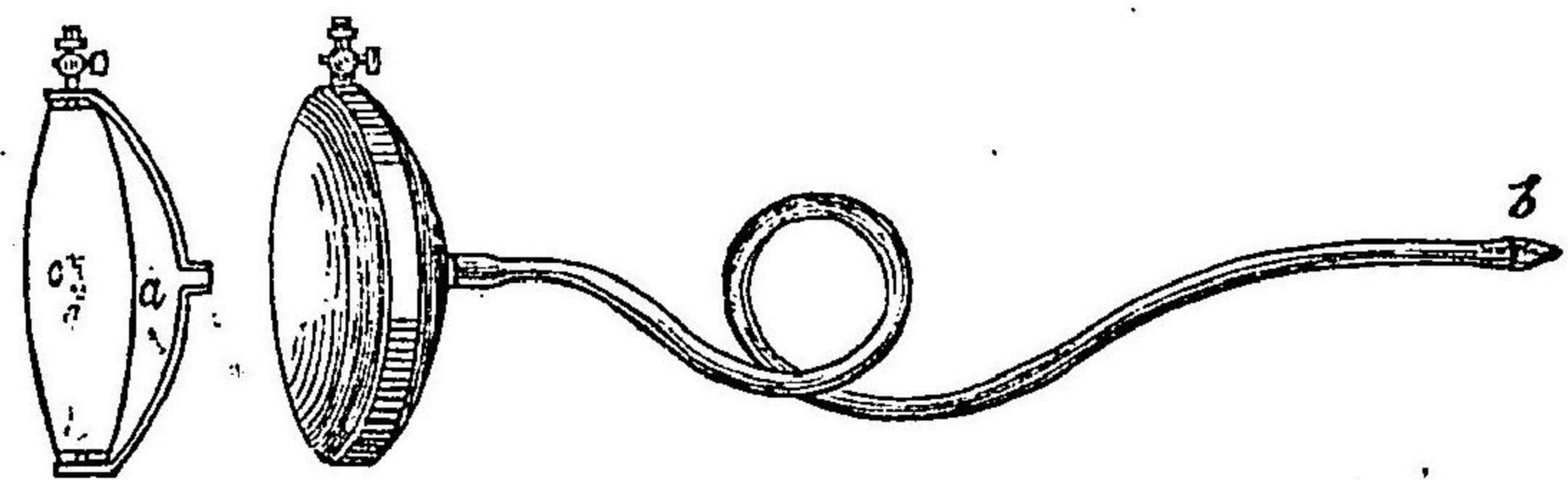
聽音機。聽音機即チ耳ノ構造ハ第百三十三圖ニ示スガ如シ。外部ハ之ヲ外耳ト稱シ、音

波ヲ聚ムル用ヲナスモノニテ、外耳ヲ入りテ孔道Bアリ、之ヲ聽道ト云フ。聽道ノ内端一ノ薄膜アリ以テ之ヲ閉合ス、是レ即チ鼓膜ニシテ、音波ハ先ヅ此ノ鼓膜ニ觸レテ之ヲ振動シ、鼓膜ノ振動ハ中耳ノ耳骨Cニ傳ハリ、ソレヨリ三半規管Dハ半規管ノ一ヲ示ス及ビ蝸牛殼管Eヨリ成ル所ノ内耳ニ達ス。内耳ノ内部ニハ複雑ナル機アリテ、音響ノ振動ヲ聽神經ニ感ゼシム。Gハ中耳ヨリ咽喉ニ導クモノニシテ之ヲゆるすたけおん管ト云フ、此ノ管ノ用ハ中耳ノ空氣ト外氣トノ通路ヲナスニアリ。

喇叭。喇叭ノ音聲ヲ強大ニスルノ理ハ、管ノ音響ヲ傳達スルノ理及ビ管内ニ於テ音響ヲ反射シ、愈其ノ傳達ノ勢ヲ増スノ理ニ基ヅクモノトス。其ノ他傳話管、聽音管ノ如キハ共ニ管中傳導ノ理ニヨリテ製作セラレタルモノニシテ、話言ヲ遠キニ致サントスルトキ、若クハ聽官衰へタル老人ニ向テ談話スルトキニ用アリ。

聽胸器。醫術上ニ使用スル聽胸器ノ構造ハ第三百三十四圖ニ示スガ如ク、空洞ナル金屬製半球ノ縁周ニ二葉ノ護謨片a、bヲ附着シ、半球縁ニ活塞ヲ裝シ、護謨膜ノ間ニ空氣ヲ入レテ之ヲ膨大スルニ適セシム。又半球ノ中央ヨリ護謨管ヲ導キ、管端ニ角或ハ象牙ヲ以テ製セル一小管ヲ附ス。之ヲ用ヒテ胸部ノ響音ヲ聽取センニ

第三百四十四圖

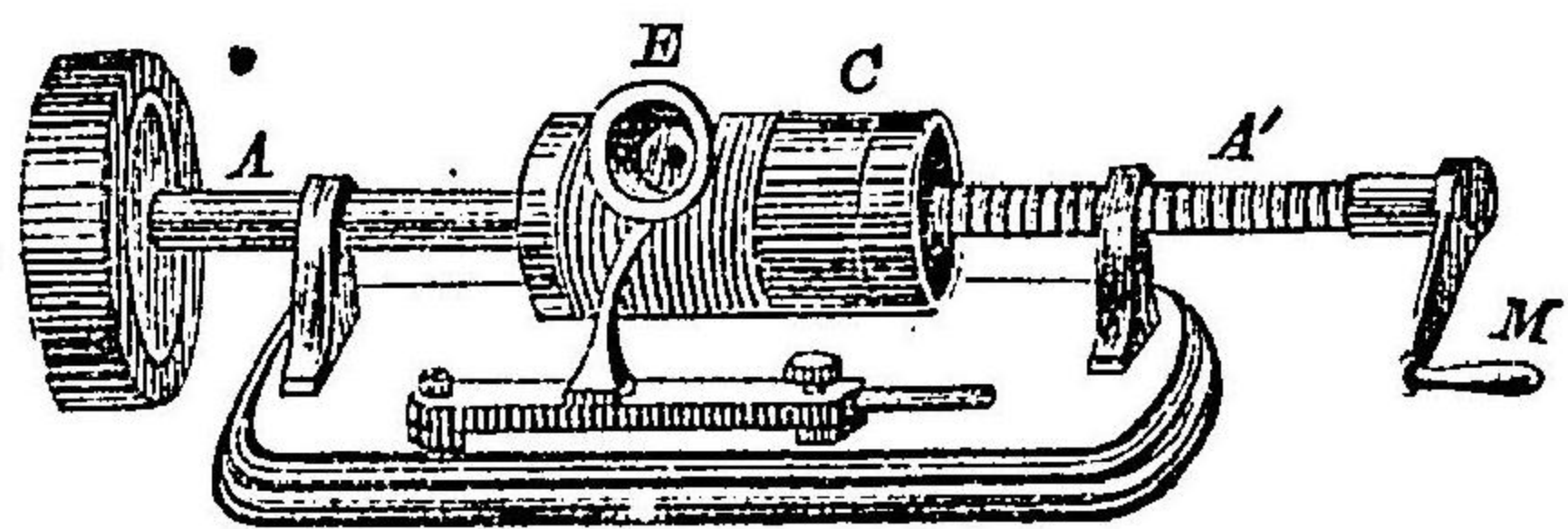


ハ、先ヅ護謨膜ヲ膨大シ之ヲ凸形れんずノ形狀トナシ、其ノ外面ヲ胸部ニ當テ、b管ヲ耳孔ニ挿入スベシ。

蘇言機。蘇言機又蓄音機ハ、米人伍奇そん氏ノ發明ニ係ル。第三百三十五圖ノEハ口部ニシテ、其ノ底ハ薄クシテ彈性アル金屬板ニテ閉テラレ、板ノ下面ノ中央部ニハ彈機ニヨリテ其ノ尖端ヲ摩擦セル細鋼鐵針ノ附着セラル、アリ、此ノ針ノ尖端ハ薄錫箔ノ表面ヲ壓シ、薄板ノ振動ヲ之ニ印スルモノトス。第三百三十六圖ハ即チ右ノ構造ヲ増大シテ示スモノナリ。

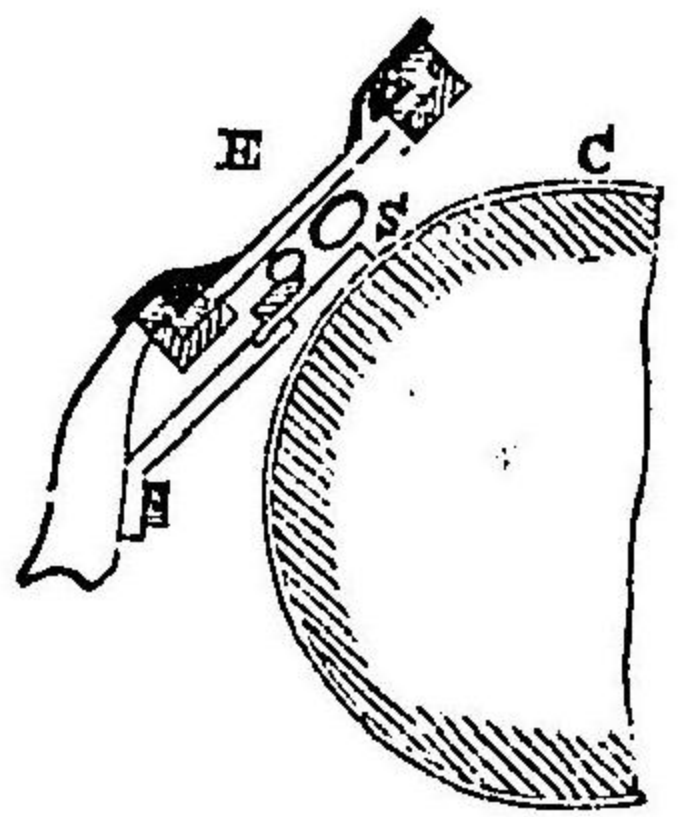
錫箔ハ圓柱體Cノ表面ニ貼付セラ

第三百五十五圖



ルモノニシテ、精密ニ作ラレタル螺線狀ノ細溝アリ、A

第三百三十六圖



ルモノナリ。

此ク凹凸ヲ印セラレタル薄板ハ、蘇言ノ目的ヲ遂グルモノナリ。即チ若シ口部ヲ離シ、軸ヲ反對ノ方向ニ廻轉シ、針端ヲシテ最初ノ位置ニアラシメ、再ビ初メノ如ク軸ヲ廻轉スレバ、針ノ凹凸ニ觸レテ上下スル運動ハ薄板ニ傳ハリ、之ヲシテ初メ蓄音セシトキト同一様ニ振動セシムベク、此ノ振動ハ即チ言語ヲ蘇生セシムルナリ。一度言語ヲ印刷セラレタル錫箔ハ永ク保存セラレ得ベキモノニテ、幾度ニテモ蘇言ノ目的ヲ達スベシ。

A 軸ノ螺線條ハ能ク此ノ圓柱體ノ條溝ニ一致スルモノナルヲ以テ、M 柄ニテ軸ヲ廻轉スレバ、針ノ端ハ精密ニ細溝ノ上ヲ經過スベシ、之ニ音聲ヲ蓄ヘント欲セバ、圓柱ニ錫箔ヲ貼附シタル後、口部ヲ圓柱ノ左端ニ在ラシメ、人ヲシテ口部ニ對シテ音聲ヲ發セシメ、而シテ平等ニ軸ヲ廻轉スルトキハ、薄板ハ振動シ、鋼鐵針ハ細溝ヲ沿フテ錫箔ニ種々ノ凹凸ヲ印ス

第五篇 光學。

第一章 總論。

光體、光源。光ヲ發射スルモノハ吾人之ヲ名ヅケテ發光體。又光體ト云フ。多クノ物体ハ光體ニアラズ、光體即チ光源ヨリ發射シ來ル所ノ光ヲ受ケ、之ヲ反射擴布スルニヨリテ、能ク其ノ体形ヲ吾人ノ視覺ニ感ゼシムルモノナリ。物体中光ノ原因ヲナスモノヲ枚擧スレバ太陽、恒星、熱、化學作用、燐光及ビ電氣是レナリ。

凡ソ物体ノ熱セラレテ攝氏寒暖計ニテ五百度以上ニ達スレバ、必ズ光ヲ發射スルモノニシテ、其レヨリ温度愈、昇レバ光ヲ發スルコト愈、盛ナリ。化學作用ニヨリテ發生セラル、光ハ大熱ニ伴フモノニシテ、通常ノ燃燒ハ即チ其ノ一例ナリ。又燐光ナルモノハ熱度高カラズシテ光ヲ發スル場合ニ於テ之ヲ認ムベシ。動植物ノ腐敗スルトキ、又ハ或種ノ礦物ニ於テ其ノ例ヲ見ル、螢光ノ如キモ亦一種ノ例ナルベシ。然レドモ通常ノ場合ニ於テハ光ハ必ズ熱ト伴生スルモノナリ。但シ電氣ト光ノ關係ハ電氣篇ニ於テ之ヲ詳論スベシ。

光媒、透明、不透明。光ヲ通過スルノ媒間ヲナスモノ之ヲ光媒ト云フ。又物体ニ

シテ光ヲ透過スルモノ之ヲ透明体ト云フ。玻璃、空氣ノ如シ。吾人ハ透明体ヲ隔テ、明カニ各物ヲ認ムルコトヲ得ルモノナレドモ、物体中光ヲ透過スルモ吾人ハ之ヲ隔テ、明カニ各物ヲ認ムルコト能ハザル。油紙、粗面玻璃ノ如キアリ、此クノ如キヲ半透明体ト云フ。而シテ光ヲ全ク阻碍シテ少シモ透過スルコトナキモノ之ヲ不透明体ト云フ。石、瓦、金屬類ノ如シ。但シ概シテ金屬類ハ之ヲ薄片トナセバ半透明性ヲ現スモノナリ。

光媒ノ化學的成分ト密度ト共ニ均等ナルトキハ、吾人之ヲ稱シテ單純光媒ト云フ。光ノ傳達。光ノ理ヲ説明スルノ學說ニシテ、普ク理學者ノ採用スル所トナルモノヲ波動說トナス。此ノ說ニヨレバ空間ハ一種ノ物質ヲ以テ充滿セラレ、此ノ物質ハ普ク光ノ媒間ヲナス、之ヲいせるト假稱ス。即チ光体ニ於テハ其ノ分子ノ振動甚ダ迅速ニシテ、此ノ振動ハ彼ノ媒間ニ傳ハリ、茲ニ波動ヲ生ジ、恰モ音響ノ空氣ノ波動ニヨリテ傳達セラル、ガ如ク、いせるノ波動ニヨリテ傳達セラル、モノナリトナス。但シ光及ビ熱ノいせるヲ通ジテ傳達セラル、ヤ、いせるノ波形ハ空氣ノ波形ノ如キ縦波ニアラズシテ横波ナルベシト推想セラル。此ノ說ノ價值ハ其ノ各種ノ

光學現象ヲ解説スルニアルモノナルヲ以テ、後章ニ至ルニ隨テ充分之ヲ認識スルコトヲ得ベシ。

いせるナルモノ、性質ヲ推察スルニ、極メテ稀薄ニシテ極メテ彈性アリ、能ク各物體ノ孔竅ニ侵入シテ分子ヲ包圍シ、其ノ重量ハ吾人殆ト之ヲ感知スルコト能ハズ、且ツ普ク空間ニ充滿スト雖、重密ナル天體ノ運動ヲ阻碍スルコトナシ、唯小ナル彗星ニ於テ其ノ運動ノ遅引セラル、ヲ認ムルノミ。例ヘバ、いんけ彗星ノ一週期ハ三年ト三分ノ一ナレドモ、其ノ一廻轉毎ニ〇・一日一日ノ百分ノ十一宛其ノ期ヲ減少ス、此ノ減少ハ實ニいせるノ存立ヲ證スルモノト考ヘラル、ナリ。

光線傳達ノ方向。光ノ沿フテ傳達セラル、線ヲ光線ト云フ、而シテ單純光媒ニ於テハ光ハ直線ヲ沿フテ傳達セラルベシ、何トナレバ光點ト眼球トヲ連續スル直線路ニ方リテ一小不透明體ヲ置ケバ、其ノ光點全ク隱蔽セラルベキヲ以テナリ。光ノ小孔ヲ通ジテ室内ニ入レルモノ、直線ナルコトハ、室内ニ浮游スル塵埃ノ、光線ニ照ラサル、ニヨリテ認知セラル。

光線ノ相聚合セルモノハ之ヲ光束線ト云フ、而シテ光線ハ光源ヲ中心トシテ相擴

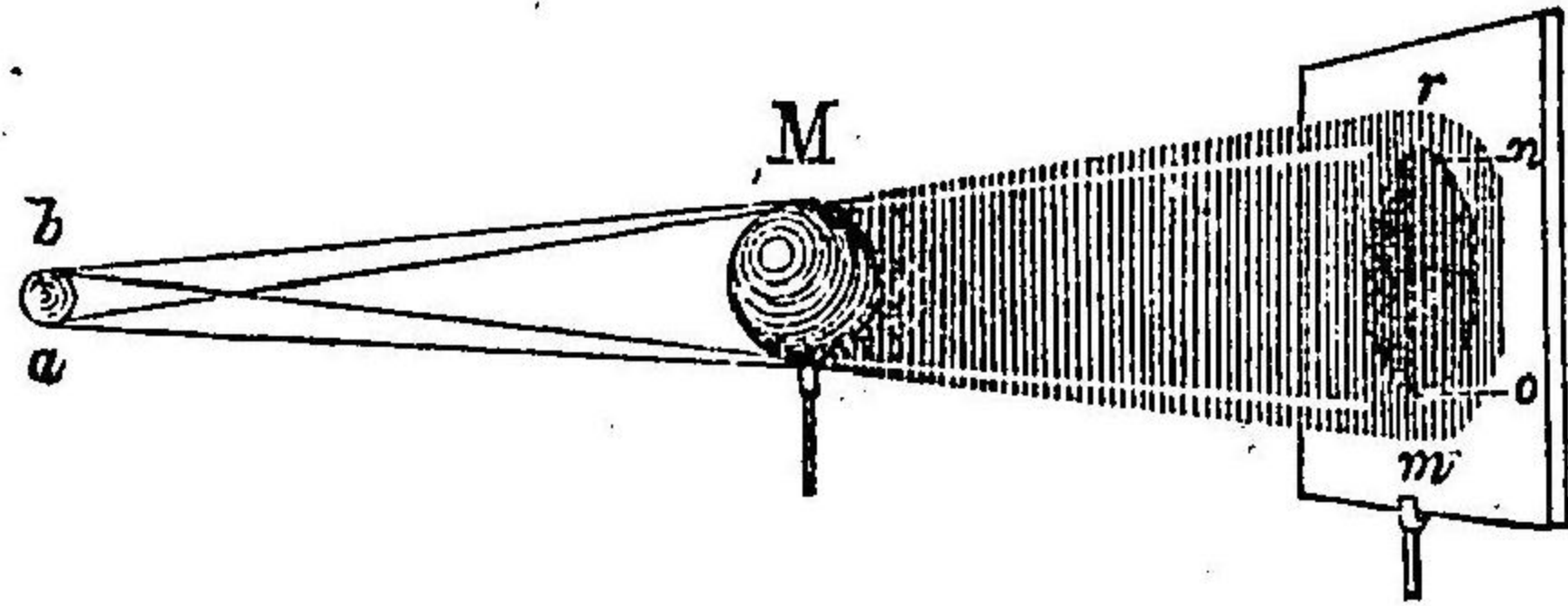
布スルモノナルヲ以テ、光束線ハ圓錐狀ヲナスヲ常トス、然レドモ光線相平行シテ進ムトキハ、光束線ハ當ニ圓柱狀ナルベシ、太陽ハ其ノ積極メテ大ナルヲ以テ、地球ニ達スル日光線ハ平行ニシテ、光束線ハ圓柱狀ヲナス。

光線ノ直進スルハ單純光媒ヲ通過スルトキニ限ルモノナリ、其ノ一光媒ヨリ他光媒ニ通過スルトキニ進路ノ屈曲スルコトハ後章ニ之ヲ説クベシ。

**陰影。** 光線ハ直進スルモノナルヲ以テ、其ノ不透明體ニ遭フヤ、此ノ體ノ後部ニ當ル空間ハ全ク光ヲ受クルコトナシ、此クノ如キヲ不透明體ハ陰影ヲ放ツト云フ。燭光若クハらんぷヲ以テ光源トナシ、一寸平方許ノ厚紙片ヲ以テ陰影ヲ生ズル物體トシ、之ニ光ヲ受ケシメ、其ノ陰影ヲ大ナル紙片ニ受ケシメテ之ヲ熟視スルニ、其ノ中央部ハ最モ暗黒ナレドモ、陰影ノ縁邊ハ稍薄キヲ感ズベシ。今若シ紙片ノ陰影ヲ受クル部分ニ種々ノ針孔ヲ通ジ、其ノ後部ニ至リ針孔ヲ通ジテ光源ヲ視フトキハ、其ノ中央部ノ最モ暗黒ナル部分ノ針孔ヨリハ少シモ光源ヲ認ムルコト能ハズト雖、其ノ縁邊ノ左程暗黒ナラザル部分ヨリ之ヲ視フトキハ光源ノ一部分ヲ認ムルコトヲ得ベシ。サレバ陰影ノ中央部ハ全ク光線ヲ受ケズ、其ノ縁邊ハ一部分ノ光線

ヲ受クルコトヲ了スベシ、是ニ於テ吾人ハ陰影中ニ眞陰影ト半陰影トアルコトヲ認識ス。

今陰影ニ斯ク二種ノ別ヲ生ズル理ヲ解説スベシ、第三百三十七圖ニ於テ $a$ ヲ光源

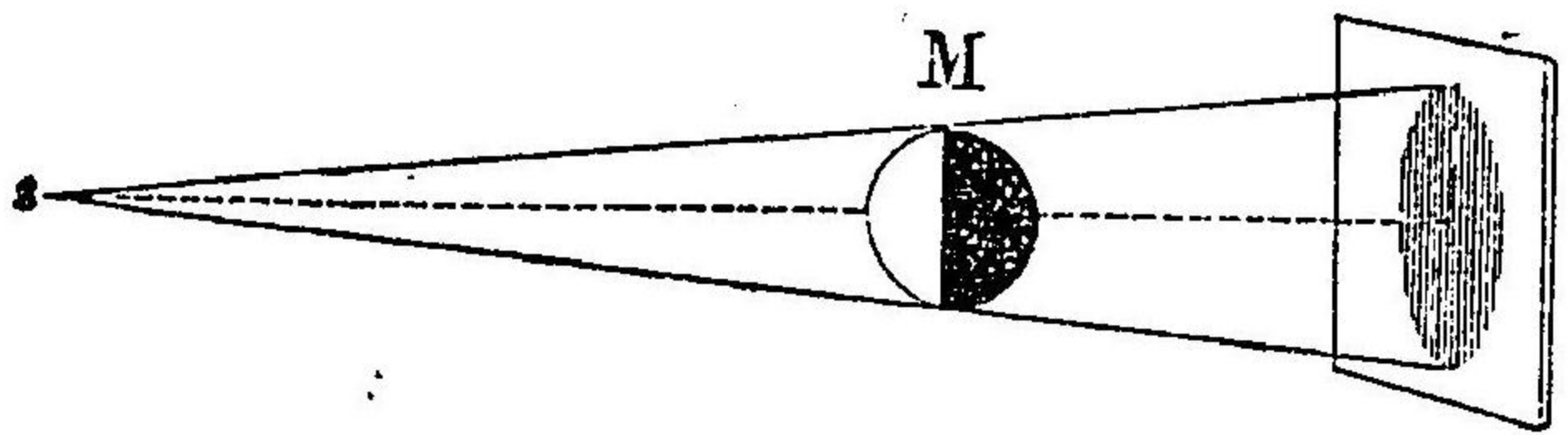


第三百三十七圖

トシ、 $M$ ヲ不透明體トセンニ、 $r$ ヲ直徑トスルトコロノ圓形ハ陰影ノ全形ナレドモ、其ノ中央部即チ $o$ ノ直徑トスルトコロノ圓形部ハ全ク光ヲ受クルコトナク、其ノ周邊ノ環形部ハ一部分ノ光ヲ受クルモノナリ。例ヘバ $r$ ノ部分ニ於テ、見ルニ $a$ ヨリ發スル光線ハ $r$ ニ來リ、其レヨリ内部ハ陰影ヲナスモ、 $o$ ヨリ來ルモノルニ當ルガ故ニ一部ノ光線 $r$ ノ部分ヲ照ラヌヲ以テ、此ノ部ハ遂ニ純然タル陰影ヲナスコト能ハザルナリ。

右ノ圖ニ就キテ見ルニ、光源若シ $M$ 體ヨリ小ナルトキニハ、 $M$ ノ陰影ハ愈、コレヲ遠ザカルニ隨テ開放スベク、

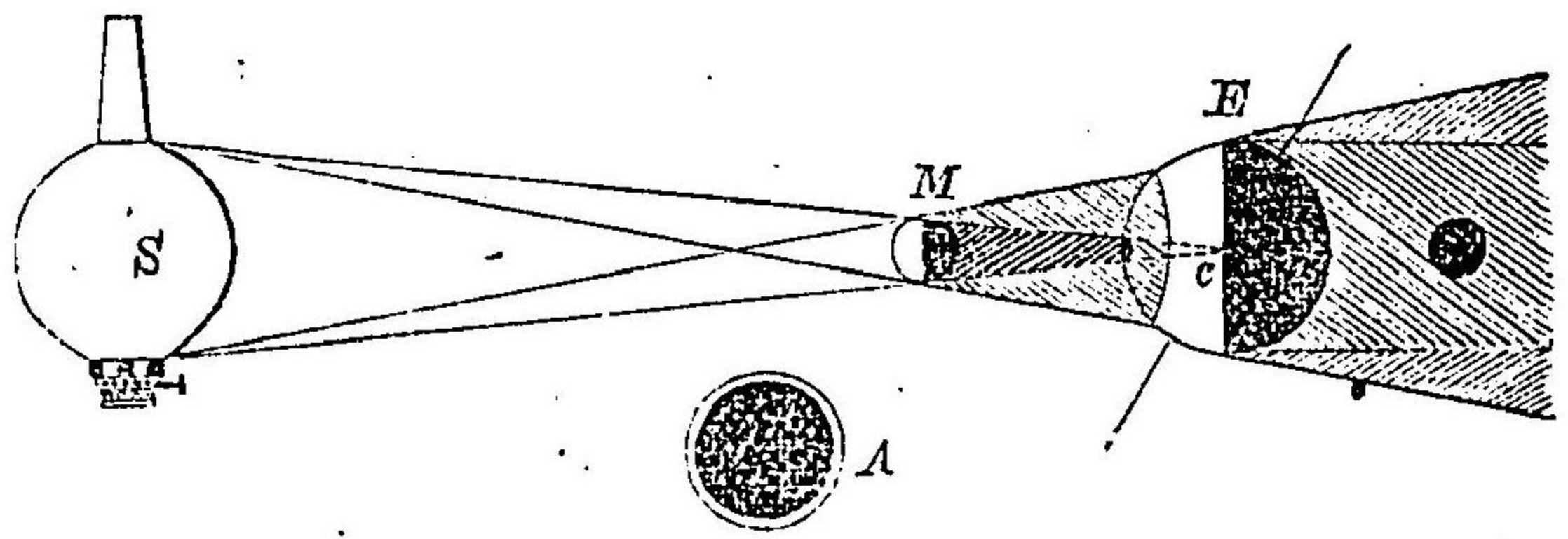
圖八十三百第



光源M体ヨリ大ナルトキハ、陰影ハ縮小シテ遂ニ一点ニ歸スベク、若シM体ト光源ト同一ノ大サヲ有スルトキハ、陰影ノ大サモ亦同一ナルベシ。又光源ト陰影ヲ生ズル体及ビ陰影ヲ受クル体トノ相互ノ位置ニヨリ、陰影ノ或ハ擴放シ、或ハ縮小スルコトモ亦容易ニ知悉セラルベシ。但シ一点ヨリ光線ノ發射シ來ルトキハ半陰影ヲ生ゼザルコト第百三十八圖ニ示スガ如シト雖、實際光源ハ幾分ノ大サヲ有スルモノニテ、吾人ハ一点ヨリ成ル所ノ光源ヲ得ルコト能ハズ、故ニ凡テ實際ニ現ル、陰影ハ必ズ二部ノ區分ヲ有スルモノナリト知ルベシ。

日蝕、月蝕。日蝕、月蝕ノ理ハ第百三十九圖ニヨリテ之ヲ解スルコトヲ得ベシ。Sヲ太陽トシMヲ月トシ、Eヲ地球トセンニ、月ノ眞陰影中ヨリ見ルトキハ日蝕皆既トナリ、半陰影中ヨリ見ルトキハ部分蝕ヲ現スベシ。月ニ於テモ亦然リ、其ノ地球ノ眞陰影中ニ入りタルトキハ皆

圖九十三百第



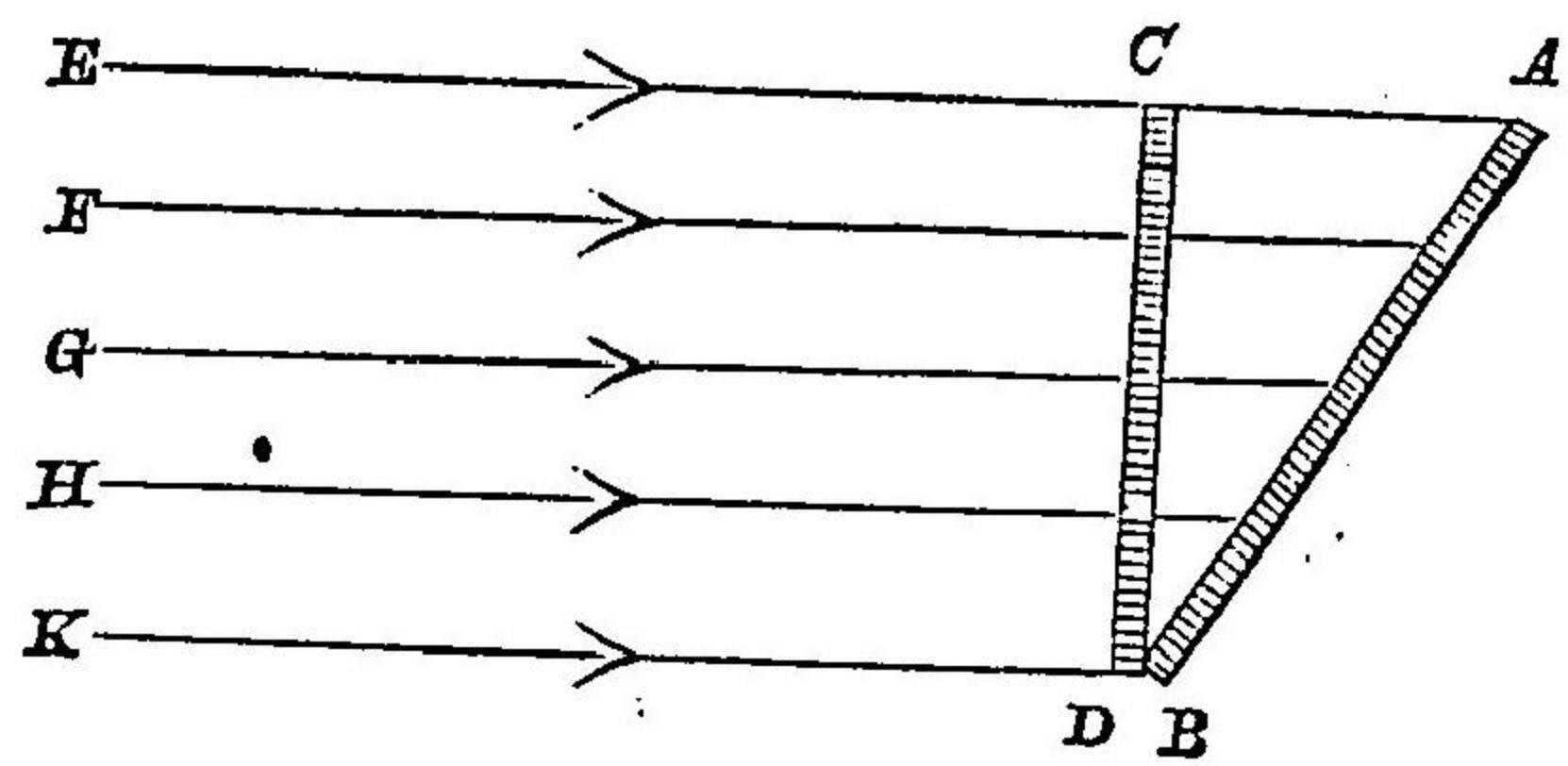
既ヲナシ、半陰影中ニ入りタルトキハ部分蝕ヲナサン。又金圈蝕ノ理ヲ解説セムニ、上圖ニ於ケルEノ位置ニ紙片ヲ置キ、徐々之ヲ右方ニ遠ザケテC點ヲ外ヅルレバ、其ノ紙片ニ受クル陰影ハ悉ク半陰影ナルベシ。此ノ際紙片ノ半陰影中ニ針孔ヲ穿チテ光源ヲ覗ヘバ、其ノ周圍ノミヲ認ムベシ(圖中A)。若シ月ノ地球ニ向テ與フル陰影悉ク半陰影ナルトキハ、此ノ陰影ニ當ル部分ノ地ヨリ望ムノ日蝕ハ圖中Aノ如キ金圈蝕ナルベシ。

光度計。光線ハ光源ヲ中心トシテ四圍ニ擴布スルモノナルヲ以テ距離ノ遠ザカルニ隨ヒ其ノ光度ノ衰弱スルハ勿論ナリ。光度トハ一定ノ表面ニ到ル光線ノ量ヲ云フ、而シテ光度ト距離ノ關係ハ重力、熱、音響ノ部ニ於テ既ニ述べタルガ如ク、光度ハ凡テ距離ノ自乘ニ

反比例スルモノナリ(第二十三圖ノ解釋ヲ參照スベシ)。

光度ハ獨リ距離ノミニ止マラズ、一平面ノ光線ヲ直角ニ受クルト斜メニ受クルトノ相違ニヨリテ異ナルベシ、即チ若シ一面ニ光線ヲ斜ニ受クレバ、其ノ直角ニ受クル時ニ比シ少量ノ光線ニテ割合ニ廣キ面積ヲ照ラスコトトナルヲ以テ、光度ハ減少セザルヲ得ズ。

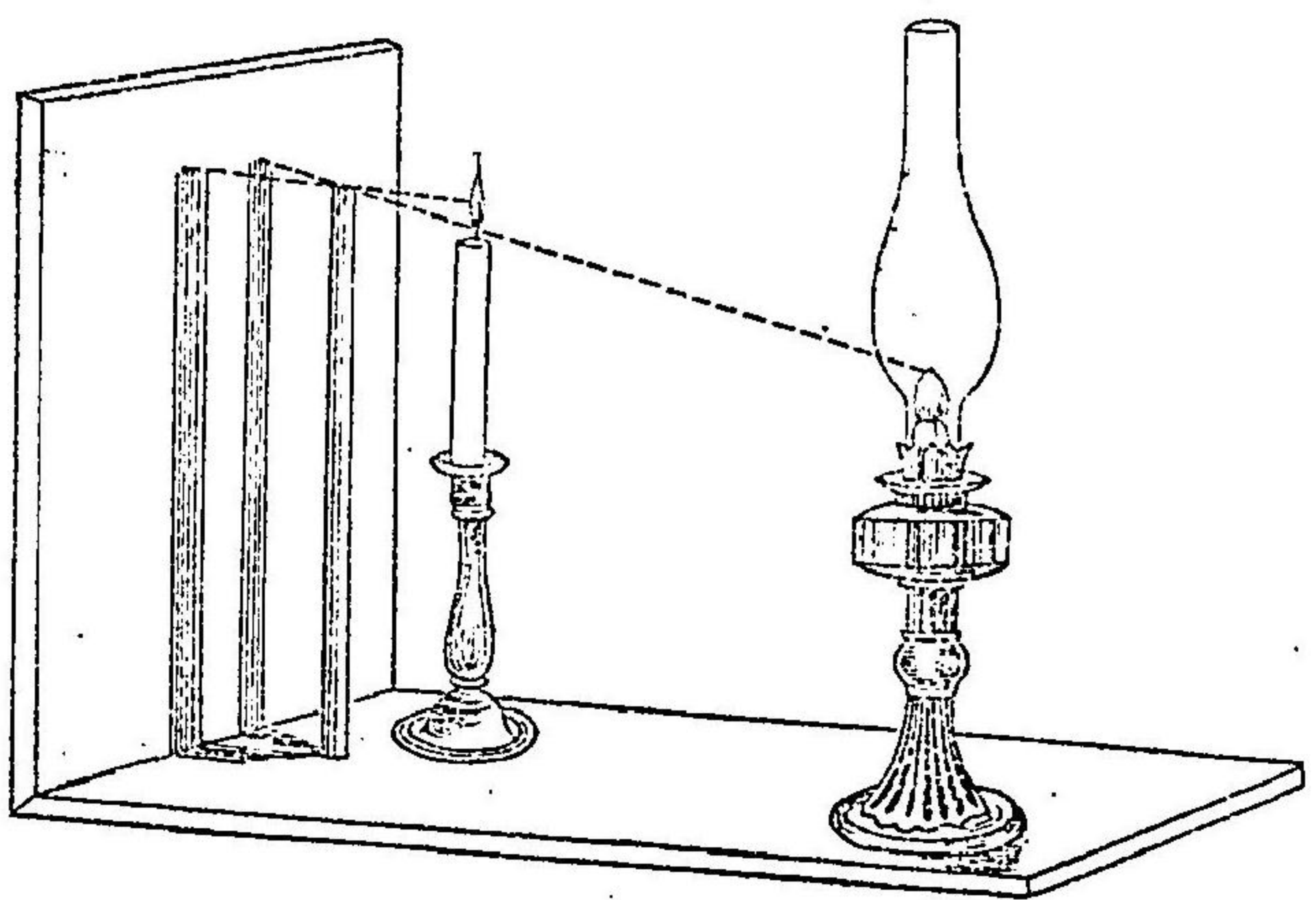
圖十四百第



第四百十圖ニ於テC Dヲ鉛直ナル面ノ切截口トシ、A Bヲ斜面ノ切截口トシ、E、F、G等ノ諸線ヲ以テ一ノ光束線ヲ現ハストシ、此ノ光束線ハ共ニ精密ニC D平面若クハA B平面ヲ照ラスコトヲ得ルトセンニ、C Dノ面積ノA Bノ面積ヨリ少ナキコト勿論ナリ、即チ同一ノ光束線ヲ以テ面積相違セルC D若クハA Bヲ照ラスコトヲ得ルコトトナルヲ以テ、其ノA Bヲ照ラスニ方リテヤC Dヲ照ラストキニ比シテ同一面積ニ當ル光線即チ光度ノ減少スベキコトハ容易ニ知ラルルナリ。

光度計トハ種々ノ光源ノ光度ヲ測定スル器ニシテ、其ノ最モ簡單ナルモノハ第百

圖一十四百第

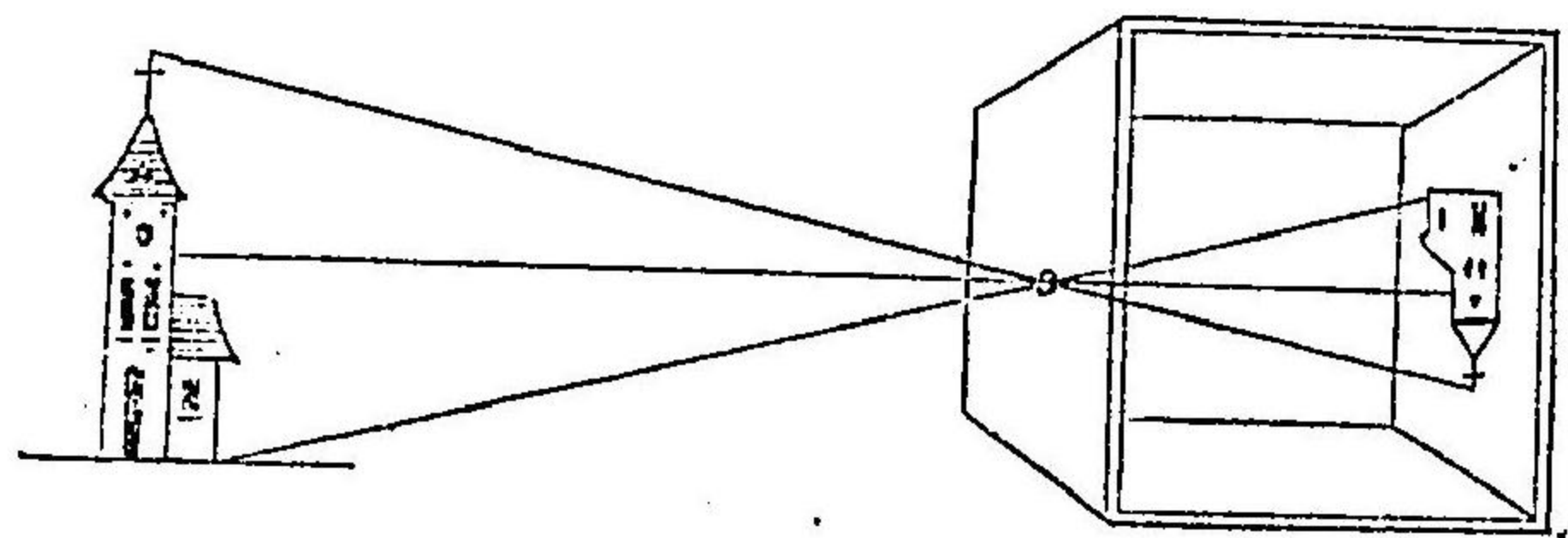


ズ、是レニテ光度ハ距離ノ自乗ニ反比例スルコトヲ證スベシ。

四十一圖ニ示スガ如シ、其ノ面ノ磨粗セラレタル玻璃板ヲ樹テ、其ノ前ニ方リテ不透明體ヲ以テ作りタル一棍ヲ立ツ。今若シ此ノ棍ヲ隔テ、同距離ニ同光力ヲ有スル二箇ノ燭火ヲ置カンニ、棍ノ生ズル二箇ノ陰影ハ、其ノ暗黒ノ度ニ於テハ全ク同一ナルベシ。若シ甲燭ヲシテ棍ヲ隔ツルコト乙燭ニ比シテ二倍ノ距離ニアラシメバ、甲燭ノ棍ニ就キテ生ズル陰影ハ大ニ薄ラグベク、甲燭ノ位置ニ四燭ヲ立テザレバ決シテ同等ノ陰影ヲ見ルベカラズ、若シ甲ノ距離ヲ乙ノ距離ニ三倍ナラシメバ、九燭ヲ用ヒザレバ同等ノ陰影ヲ得ベカラ

今若シ此ノ器ヲ以テ二光例へばらんぶ光ト蠟燭光トノ光度ヲ測定セントスルニ  
 方リ、先ヅ一光ノ位置ヲ定メ、種々他ノ一光ノ位置ヲ移動シ、兩光ヲシテ同等ノ陰影  
 ヲ玻璃板上ニ生ズルニ至ラシメ、棍ヨリ燭ニ至ルノ距離ニ比シ、其ノらんぶニ至ル  
 ノ距離幾何ナリヤヲ極メ、此ノ數ヲ自乗シタルモノハ即チラ  
 んぶ光ノ燭光ニ倍スル光度ナリ。

圖二十四第



小孔ノ倒像。 反對ノ兩面相開通セル一筐ヲ得、其ノ内部  
 チ黒塗シ、其ノ一面ニ錫箔ヲ貼附シ、他ノ一面ヲバ油紙ヲ以テ  
 閉ヂ、錫箔ノ中央ニ針端ニテ小孔ヲ穿チ、其ノ錫箔面ヲ明所ノ  
 物體ニ向クレバ、其ノ物體ノ影像ハ倒立シテ油紙ニ現ルベシ  
 (第百四十二圖)其ノ理ハ物體ノ各部ヨリ出ヅル光線ハ、針孔ヲ  
 通ズル際相交又スルニ由ルモノナリ。若シ錫箔ニ於テ此クノ  
 如キ小孔ヲ數箇穿ツトキハ、數箇ノ物像ヲ生ズベシト雖、小孔  
 ノ數愈多キトキハ、各像相累層シテ判然タラザルベシ。又錫箔  
 ヲ全ク除去スレバ、油紙ハ一體ニ光線ヲ受クルニ至ルモノナ

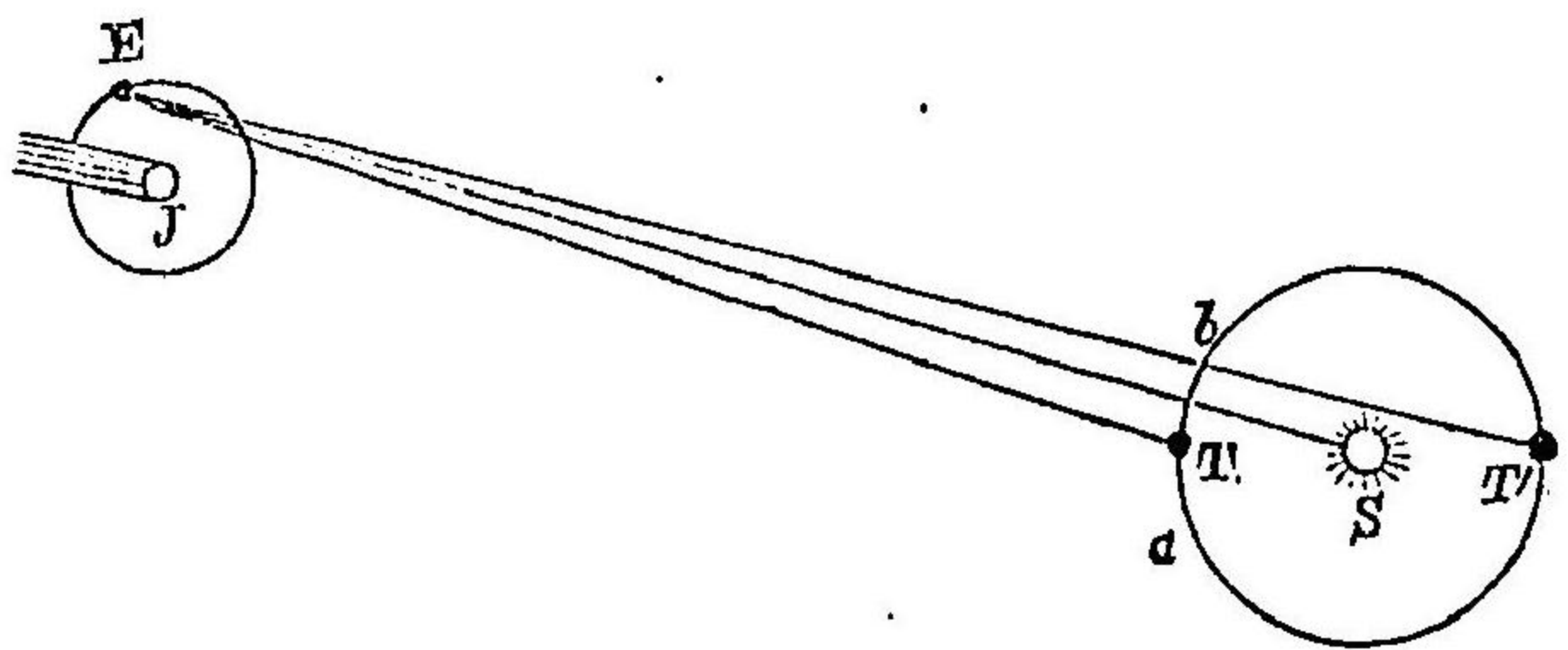
リ、是レ蓋シ無數ノ物像相層重スルノ故ナリト知ラル。  
 樹木鬱蒼セル森林ニ入り、木葉相蔽ヘル蔭ニ至レバ、太陽ノ影像幾個トナク地面ニ

寫ルコトアリ、是レ葉間ニ小孔ヲ殘ス故ニシテ、其ノ理ハ  
 右ニ述ブル所ニ同ジ。

光ノ速度。 光ノ走ル速度ハ甚ダ迅急ナルヲ以テ、之  
 ヲ測定スルコト容易ナラズ、丁抹ノ天文學者ろーめるガ、  
 天文學上ノ方法ニテ始メテ之ヲ究知セシハ實ニ一千六  
 百七十五年ニアリ、氏ノ方法ヲ左ニ解説スベシ。

木星ハ四個ノ衛星ヲ有ス、其ノ第一衛星(圖中E)ハ四十二  
 時二十八分三十六秒毎ニ主星Jヲ一周シテ一回ノ蝕ヲ  
 ナスモノトス、而シテ地球ガ其ノ軌道中ノ最モ木星ニ近  
 キ部分a、b邊ヲ廻轉スルトキニ方リテハ、該星トノ距離  
 ニ大差ナク、Eノ蝕スル間ノ間隙ハ殆ト同一ナリ。然ルニ  
 地球ノ廻轉シ去リテ前位置ト全ク反對ノ位置ニ來ラン

圖三十四第





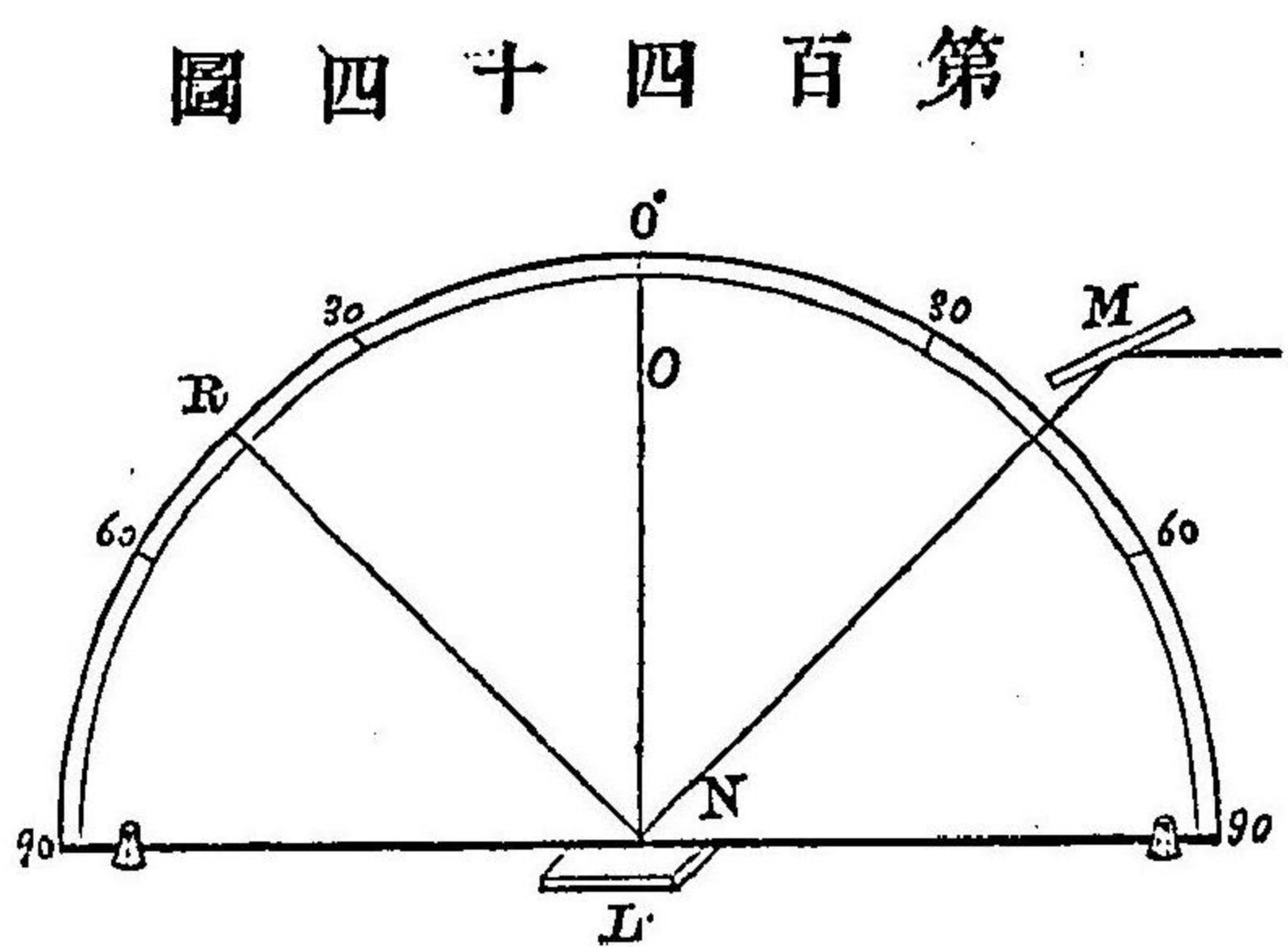
トスルヤ、一ノ蝕ト次キノ蝕トノ間ノ間隙ハ次第ニ増加シ、六ヶ月ノ後地球ノTヨリT'ニ到レバ、此ノ間隙ノ遅引スルコト實ニ十六分三十六秒ナリ。然ルニ地球ノTニ在ルトキハ、Eヨリ反射セラレタル太陽ノ光線ハETノ距離ヲ通過スルモノニシテ、其ノT'ニ在ルトキハE'ノ距離ヲ經過セザルベカラズ、此ノ距離ノ前距離ヨリ長キコトT'T'ナリ、故ニ彼ノ十六分三十六秒ハ、光線ノ此ノT'T'距離ヲ經過スルニ要セラル、時間ナリト考ヘザルベカラズ、而シテT'T'ハ地球軌道ノ直徑即チ地球ト太陽トノ距離ノ二倍ニシテ、一億八千六百万哩ナリ、此ノ數ヲ十六分三十六秒ニテ除スレバ一秒凡十九万哩ナリ、之ヲ光速度トス。

第二章 光ノ反射、鏡ノ影像。

反射ノ規則。

琢磨セル金屬、玻璃、水等ノ表面ハ能ク光線ヲ反射スルノ性質ヲ有スルモノナリ、而シテ其ノ反射ノ規則ハ既ニ運動、熱、音響等ノ諸篇ニ於テ講述セシモノト異ナルコトナシ。

一ノ平面鏡Lヲ水平ニ置キ、殆ト一尺許ノ半徑ヲ有スル厚紙ノ半圓ヲ製シ、其ノ周縁ニ刻度シ、之ヲ垂直ニ樹ツルコト、第四百四十四圖ニ於テ見ルガ如クシ、二箇ノ木栓



第四百四十四圖

ヲ附シテ之ヲ倒レシメザル様ニナスベシ。但シ半圓ノ中心ハ鏡面ノ中央部ニ在ルヲ要ス。今一ノ光束線ヲ室内ニ導キ、之ヲM鏡ニ受ケ、之ヨリ反射セシメ、半圓ノO符ヲ有スル半徑ノ下部Nニ來ラシメ、ソレヨリL鏡ニテ反射セシメタルニNRノ方向ニ走レリト假定スベシ、然ルトキニハMNO角トRNO角トハ精密ニ相等シキモノナリ。

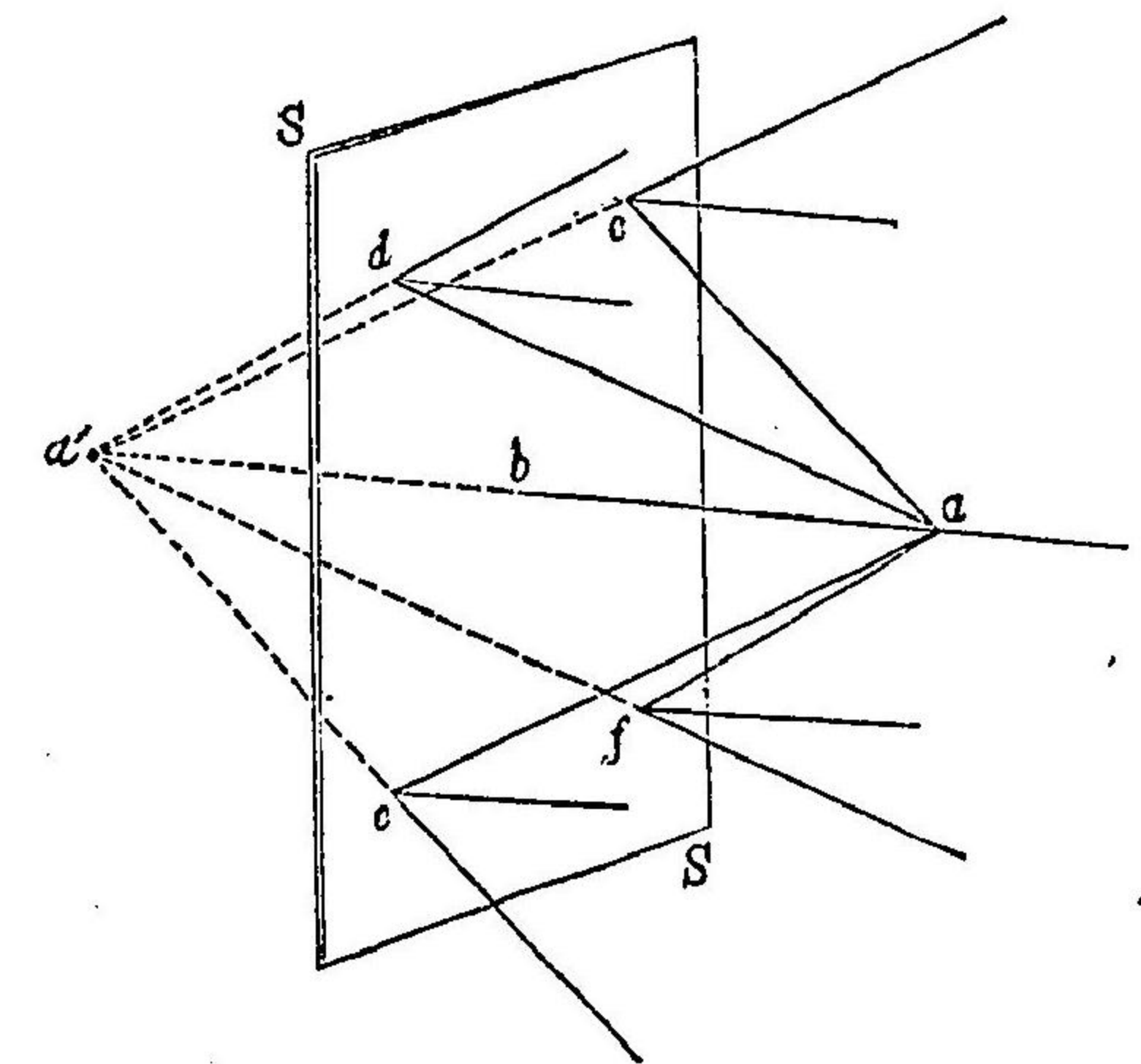
先ヅ來リテ鏡面ヲ射ル光線MNヲ入射光ト云ヒ、其ノ反射シ去ル光線NRヲ反射光ト云フ。又ON線ハ鏡面ニ垂直ナルコト勿論ニシテ、此ノ垂線トMN線トニテ生ズル角即チMNO角ヲ入射角ト云ヒ、其ノNR線トニテ生ズル角即チRNO角ヲ反射角ト云フ、故ニ入射角ト反射角トハ常ニ同一ナルモノニテ、反射角ハ凡テ入射角ニ從テ増減スルモノナリ。但シ光線ハ其レ自身ニ於テハ視覺ニ感ゼザルモノナルヲ以テ、此ノ實驗ヲ行フニ方リ光線ノ通過スル邊ニ煙若クハ塵埃ヲ散布スレバ光線之ニ映ジテ其ノ通路明カナルベシ。

**整反射、不整反射。** 一室ヲ暗黒ニシテ之ニ一條ノ日光若クハ燈光ヲ導キ、之ヲシテ順次ニ鏡面、錫箔面、白色厚紙面及ビ黑色厚紙面上ニ受ケシムベシ。然ルトキハ鏡面ハ壁上ニ反射光ヲ映ズベク、吾人若シ眼ヲ反射光ノ通路ニ置カザレバ鏡面ヲ認識スルコト能ハズ。錫箔面ニ於テモ亦反射光ヲ壁上ニ映ズト雖、鏡ノ如ク鮮明ナラズ、室内ノ諸部ヨリ、之ヲ望ムコト鏡面ヨリハ容易ナリ。之ト反シテ白色厚紙面ハ反射光ヲ映ゼザルモ、室ノ各部分ヨリ之ヲ認知スルコト最モ明カニシテ、黑色厚紙面ノ如キハ全ク光ヲ反射スルコト能ハザルナリ。

鏡面及ビ琢磨セル金屬面ハ能ク光線ヲ反射スルモノニシテ、整然反射則ニ隨フ、故ニ其ノ反射光ハ悉ク唯一ノ方向ニ走ルモノナリ、厚紙ノ表面モ亦光ヲ反射スト雖其ノ反射タル甚ダ不整正ニシテ、反射光ハ一定ノ方向ヲ求ムルコトナク、種々ノ方向ニ走ルモノナリ、是レ室ノ各部ヨリ明カニ其ノ形像ヲ認メ得ル所以ナリ、又黑色面ヲ有スルモノハ、凡テ光線ヲ反射スルノ性ヲ有セザルモノトス、不整正ニ反射セラル、光ハ各方ニ散布セラル、ヲ以テ、吾人之ヲ名ヅケテ散光ト云フ、日中各物ノ明カニ認識セラル、ハ、散光アルニヨレリ。若シ樹木其ノ他ノ事物

ニシテ皆整正ニ光ヲ反射スルモノナランニハ、吾人ハ各方ヨリ此等ヲ望見スルコト能ハザルノミナラズ、其ノ之ヲ見得ベキ一方ニ於テモ恰モ、鏡面ヨリ反射スル日光ヲ眼球ニ受クルガ如ク、閃々トシテ其ノ形狀ヲ熟視スルニ堪ヘザルベシ。

**平面鏡ノ反射。** 第四百十五圖ノSSヲ平面鏡ノ反射面ト假定シ、aヲ一ノ光

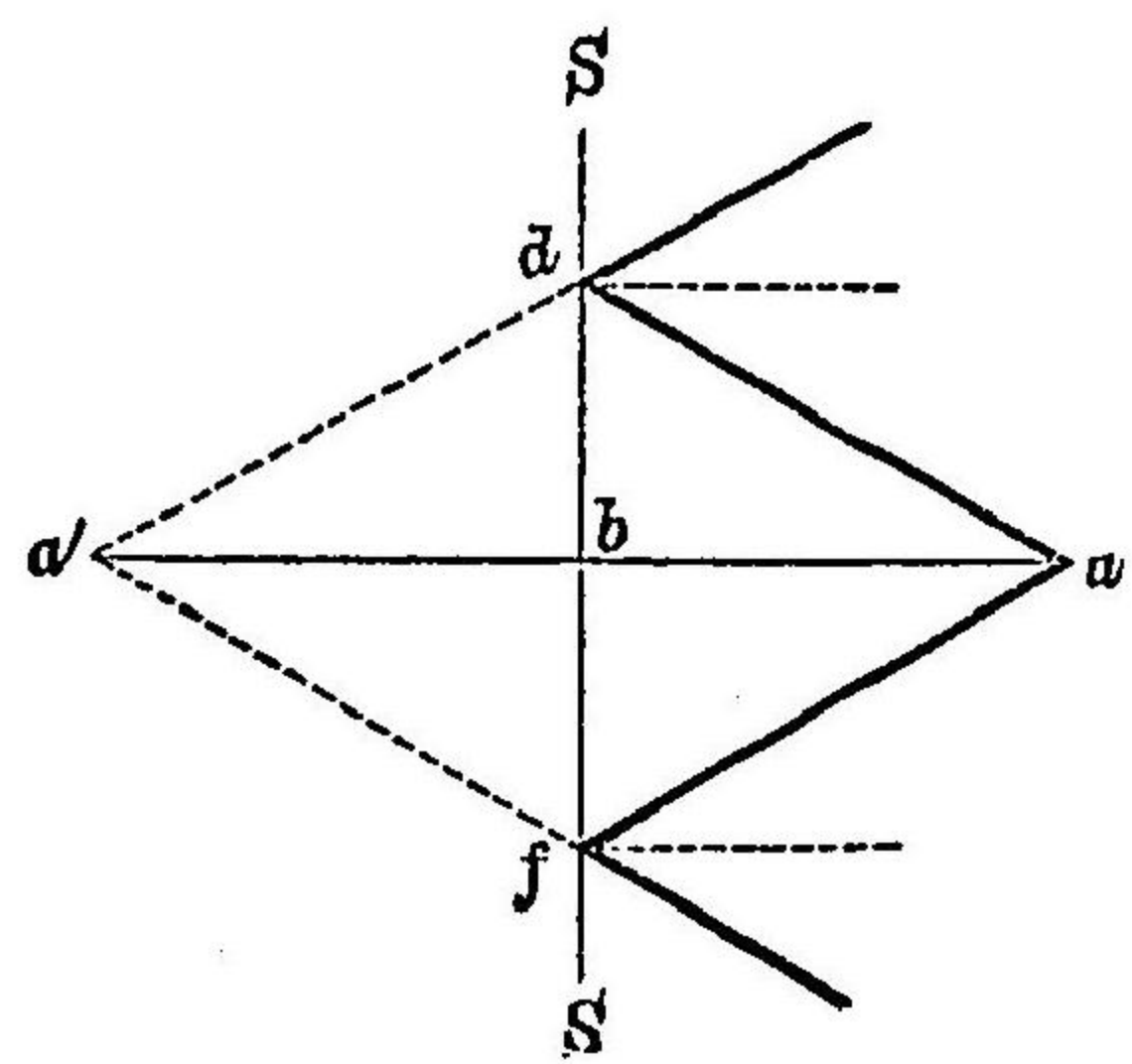


第四百五十五圖

點ト假定センニ、光線ハ此ノa點ヨリ各方ニ散布スベシ。今ab、ac、ad、ae、afノ諸線ヲ以テ、此等光線中其ノ鏡面ヲ射ルモノ、三四ヲ表サシメ、幾何學上ノ理ニ隨テ反射光線ヲ畫キ、此等ノ諸線ヲ鏡面ノ後部ニ延長スレバ、必ズ鏡後ノ一點圖中a'ニ於テ會合スベク、a'點ヨリ鏡面ニ向テ垂線abヲ引キ、而シテ之ヲ延長スレバ、此ノ線ハ必ズa'點ヲ通過スベク、且ツabトa'bト

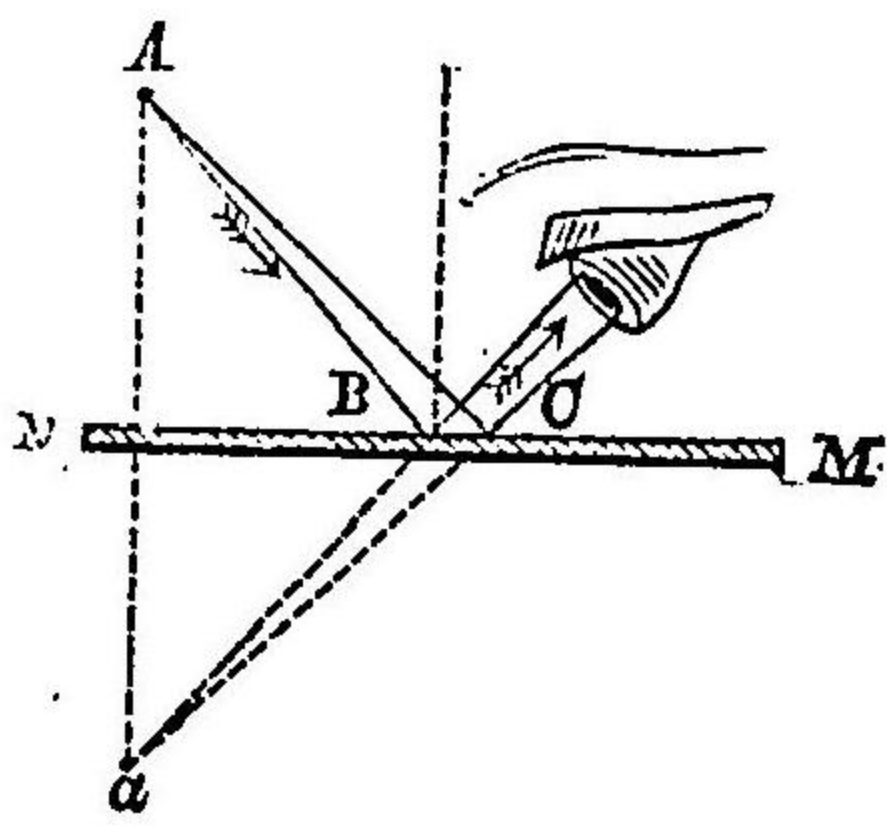
等長ナルベキハ幾何學上ノ理ニテ明カナリ、吾人若シ此ノ反射光ヲ眼球ニ受クル

圖六十四百第



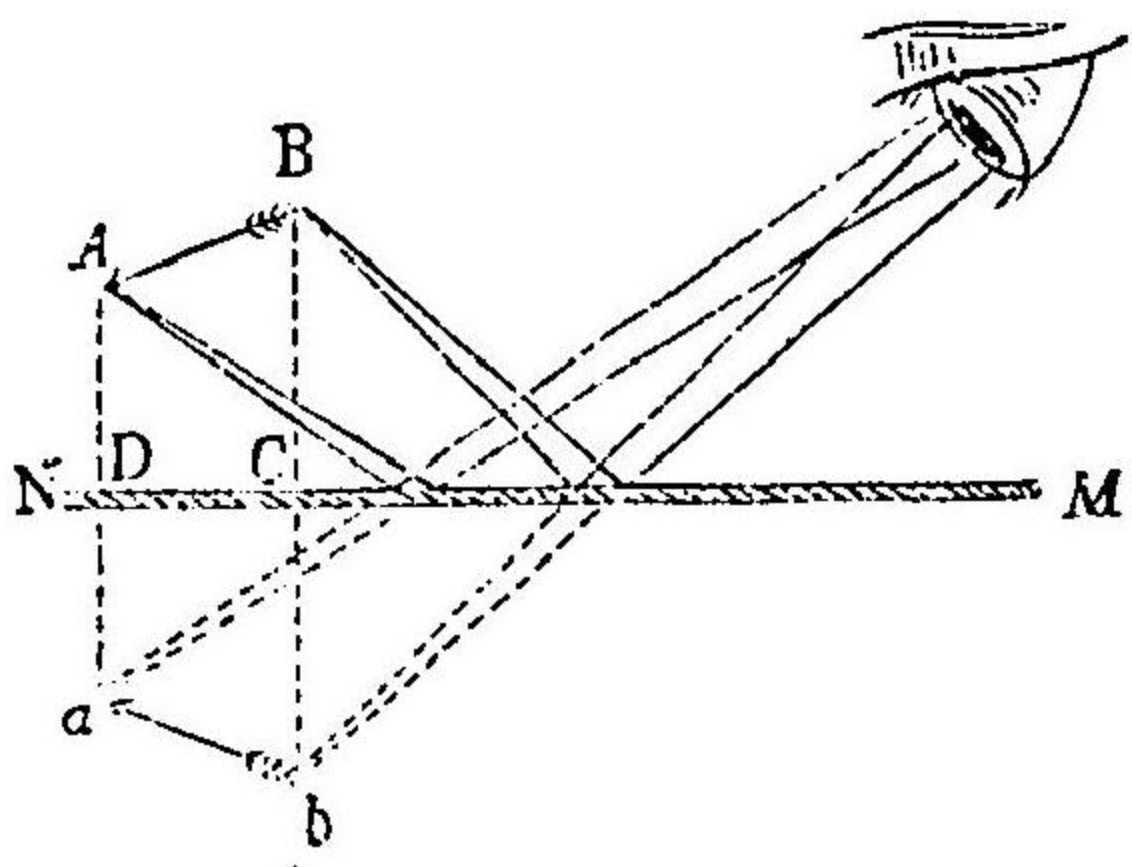
トキハ、各反射光ハ此ノ  $a'$  點ヨリ發射シ來レルガ如ク感ゼラレ、 $a$  點ハ恰モ  $a'$  ニ在ル如クニ見エン。  
 鏡面ノ全體ヲ現スコト甚ダ不便ナレバ、第百四十六圖ニ示スガ如ク、 $S$   $S$  線ヲ以テ鏡面ノ切斷面ヲ表サシメバ、反射線ノ延長一點ニ會合スルコト及ビ  $a$   $b$   $t$   $a'$   $b$  ト同長ナルコト等ハ容易ニ了解セララルベシ。  
**平面鏡ノ影像。** 第百四十七圖ハ平面鏡ニ於テ

圖七十四百第



點ノ影像ノ生ズル有様ヲ示ス、 $A$  ヲ鏡面ノ上部ニアル一點トシ、 $N$   $M$  ヲ反射鏡トスベシ、 $A$  ヲヨリ出デタル光線ノ  $B$  點ト  $C$  點トニ中レル光線ハ、鏡面ニ於テ反射シ、一方ニ於ル眼ノ瞳孔ノ兩端ニ入レリトスベシ、其ノ  $B$   $C$  ノ間ニ於テ反射セラレタル光線ノ悉ク瞳孔ニ入ルベキハ勿論ナリ、然ルニ吾人ノ物ノ位置ヲ認知スルヤ、必ず眼球ニ入り來ル所ノ光線ノ方向ニアリト想像スルヲ以テ、實際眼ニ入ルモノハ

圖八十四百第



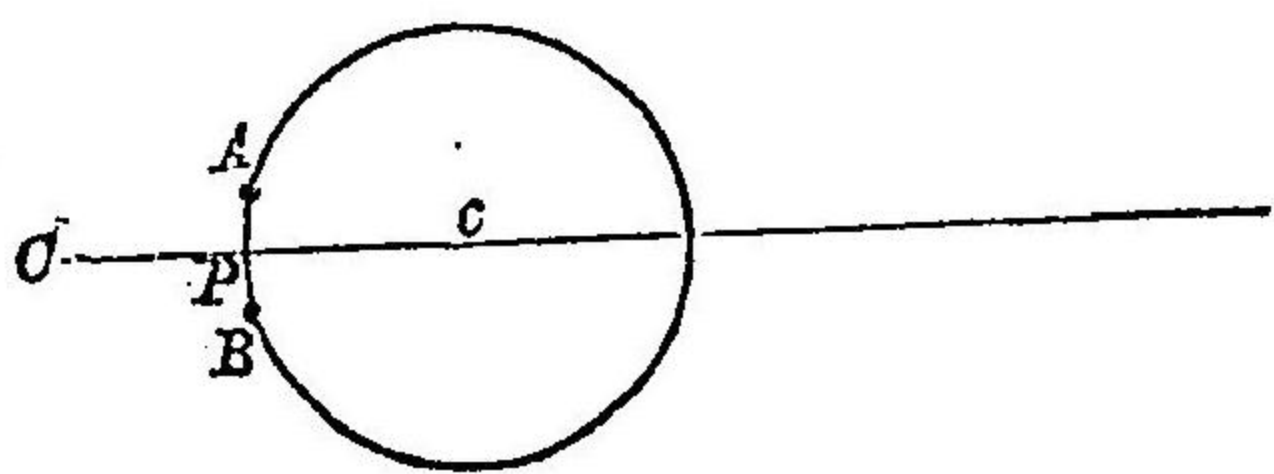
$A$  ヲヨリ來ル光線ナリト雖、其ノ實  $a$  點ヨリ來ルガ如ク感ズベシ、但シ此ノ場合ニ於テ  $a$  ハ  $A$   $N$  垂線ノ延長セル方向ニアリテ、且ツ  $A$   $N$  ハ  $a$   $N$  ニ同ジキコト勿論ナリ、第百四十八圖ハ物像ノ影寫スル摸樣ヲ示ス、 $A$   $B$  體ノ  $A$  點ハ恰モ  $a$  ニ在ルガ如ク思ハレ、 $B$  點ハ  $b$  ニ在ルガ如ク思ハレ、 $A$   $B$  ノ間ノ諸點ハ  $a$   $b$  ノ間ニ在ルガ如ク思ハルベキヲ以テ、 $A$   $B$  ハ全ク  $a$   $b$  ニ在リト思ハルベシ、圖中  $A$   $D$   $b$   $a$   $D$  ニ同ジク  $B$   $C$  ハ  $b$   $C$   $a$   $D$   $N$   $M$  面ノ下ニ在ルモノトス。

離ル、ホド  $a$   $b$  ハ  $N$   $M$  面ノ下ニ在ルモノトス。  
 吾人若シ平面鏡ノ前面ニ立タンニ鏡面ニ寫レル吾人ノ影像ハ必ズ吾人ト其ノ左右ヲ異ニスベシ、即チ吾人ノ右ハ影像ノ左ニ當リ、影像ノ右ハ吾人ノ左ニ當ル。

凹凸鏡

第百四十九圖ハ空洞球ノ截斷形ヲ示ス、吾人若

圖九十四百第

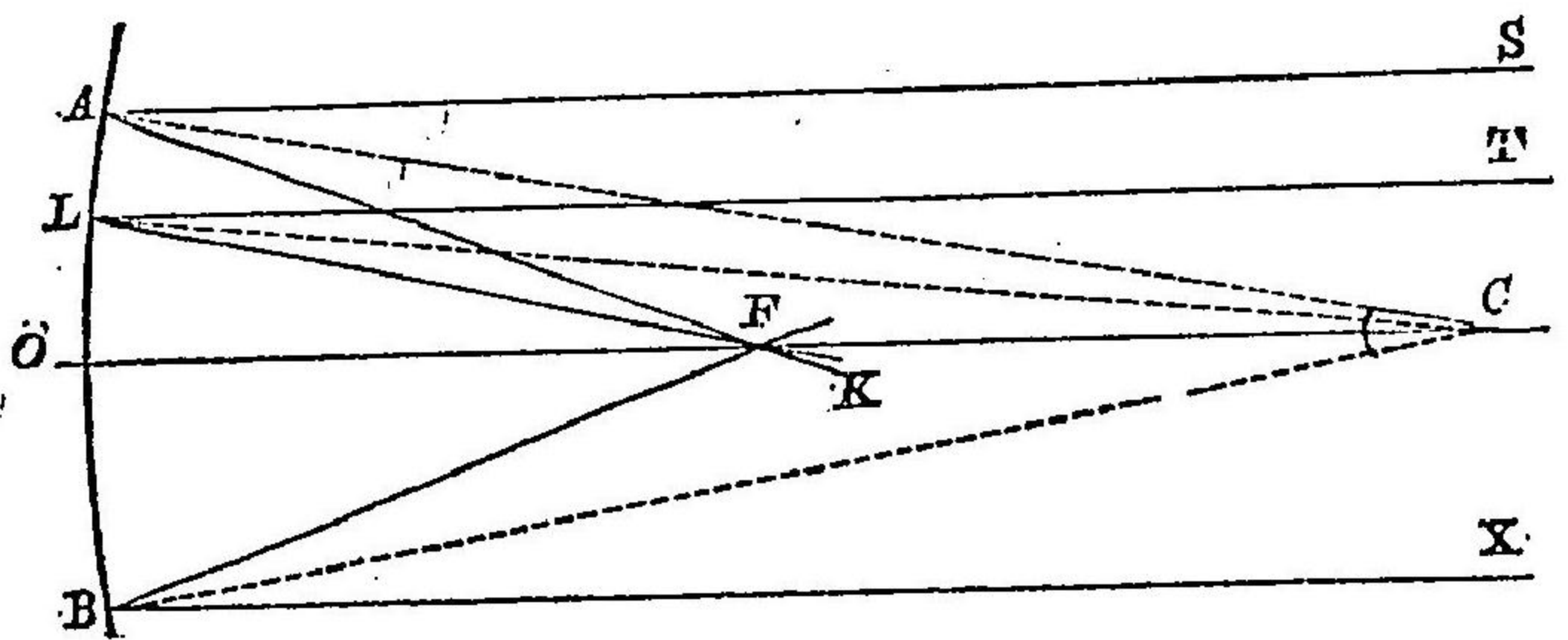


シ此ノ球ニ就キ、其ノ表面ノ一小部分例へバA Bヲ取レバ、A Bハ即チ凹凸鏡ノ截斷口ヲ示スベク、若シA B凹部即チCニ近接スル面ニ於テ能ク光ヲ反射スルトキハ凹鏡トナリ、其ノ凸部即チCニ近接スル面ニ於テ反射性ヲ有スルトキハ凸鏡トナル、而シテC C線ヲ鏡ノ本軸ト稱シ、Cヲ鏡ノ中心ト云フ、Pヲ鏡頂ト云ヒ、P Cヲ弧ノ半徑ト云フ。

燒點。 殆ト五寸許ノ半徑ヲ以テ、Cヲ中心トシテ一小弧A Bヲ畫クベシ(第百五十圖)但A C B角ハ二十度ヲ超ユベカラズ。次ギニ本軸C Oニ平行シS A T L X B等ノ諸線ヲ引キ、A Cヲ連結スベシ。吾人ハAニ於ケル表面ノ小部分ヲ平面ト見做スコトヲ得ベキガ故ニ、C A線ハ此ノ面ニ垂直ナリ、乃チ反射ノ定則ニヨリテ、S Aヲ入射光トスレバ、反射線ハA Kナルベク、此ノ線ハ本軸ヲ或一點即チFニ於テ切ルベシ(C A K角トS A C角ト同一ナルコト勿論ナリ)。之ト同理ニヨリ、T L入射光ノ反射光ハF點ヲ通過スベシ。凡テ此ノ鏡ニ於テ、本軸ニ平行シテ、鏡面ヲ射ル光線ノ反射光ハ本軸ニ於ケルF點ヲ通過スルモノニテ、吾人ハ此ノF點ヲ名ヅケテ燒點ト云フ。若シ此ノF點ニ光源ヲ置ケバ、之ヨリ發射シ、鏡面ニテ反射セラル、光線

ハ本軸ト平行スベシ。

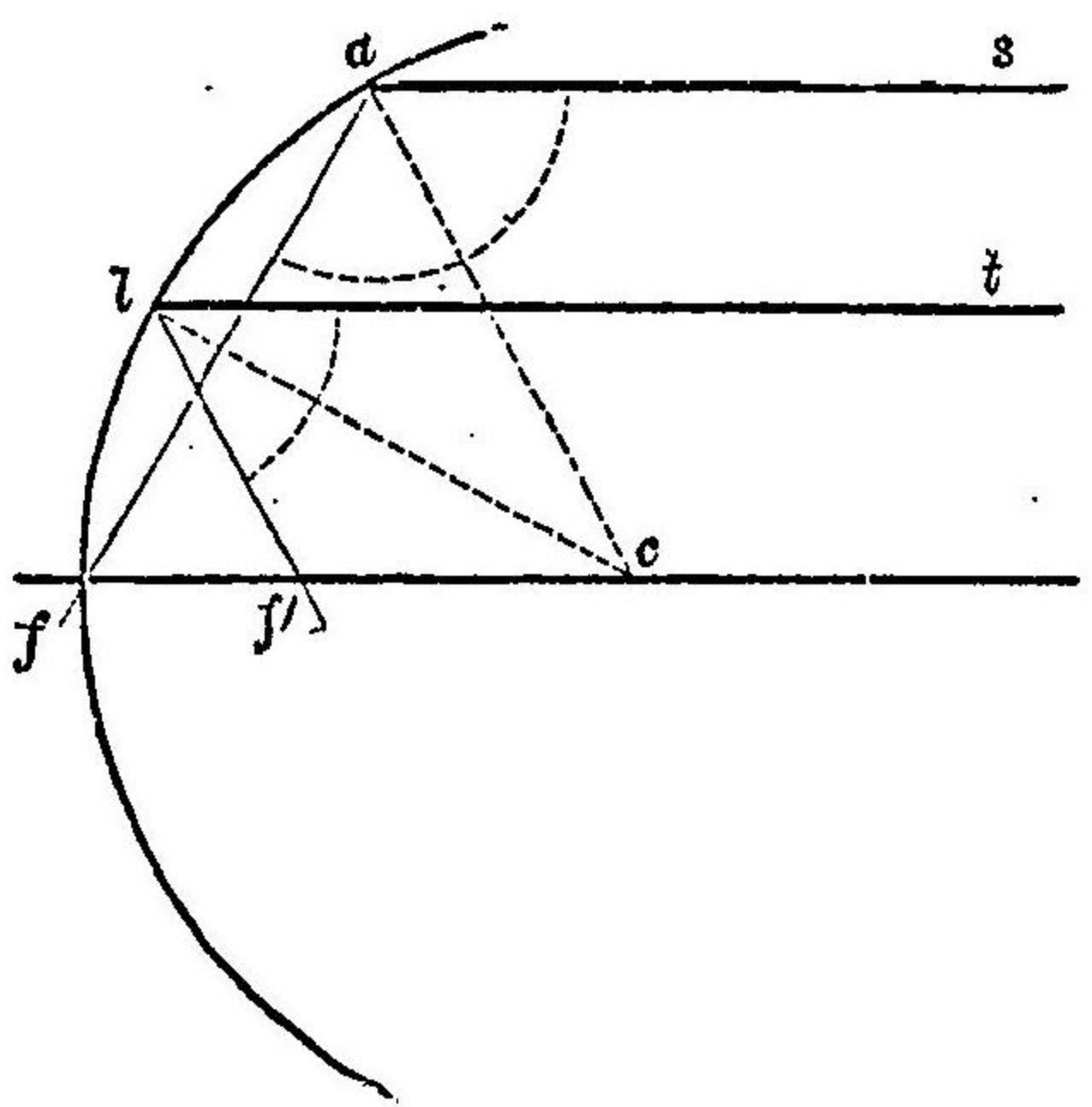
圖 十 五 百 第



凹鏡ノ燒點ヲ發見セント欲セバ、鏡面ヲ太陽ニ向ケ日光ヲシテ本軸ト平行シテ、鏡面ニ射シムベシ、而シテ一小紙片ヲ取り、鏡面ヲ少シク隔テタル所ニ持シ、種々之ヲ上下シテ、遂ニ鏡面ヨリ反射セル光線ノ相集マリテ一光點ヲナセシモノヲ紙面ニ受ケシムベシ、此ノ光點ハ即チ燒點ナリ。凹鏡ノ燒點トハ本軸ト平行セル光線ノ鏡面ヨリ反射シテ本軸ニ集交スル一點ヲ云フナリ。實測ニヨルニ、F OハF Cニ等シ、故ニ凹鏡ニ於テハ凹面ヨリ燒點マデノ距離ハ半徑ノ二分ノ一ナルコトヲ知ルベシ。又Cニ光源ヲ置ケバ、之レヨリ發射シテ鏡面ニ觸レタル光線ハ恰モ平面鏡ニ垂直ニ衝突セル光線ノ垂

直ニ反射スルト同ジク、再ビC點ニ反リ來ルベシ。  
 凹鏡ニ於テ燒點ノ生ズルハ其ノ弧ノ大ナラザルトキニアルモノナリ、吾人若シ一  
 寸五分許ノ半徑ヲ以テ一ノ弧ヲ畫キ(第百五十一圖、第百五十圖ニ於テ説ケルガ如  
 ク、本軸ト平行セル光線ノ反射光何レニ來ル  
 ヤヲ驗スルニ、s a 入射光ノ反射光ハ a f ノ  
 方向ニ走リ t l 入射光ノ反射光ハ l f 走  
 ルガ如ク、唯一ノ燒點ヲ生セズ、是レ弧ノ彎形  
 大ナルニ由ルナリ、故ニ凹鏡ニ於テハ弧ノ彎  
 形ハ甚タ小ナルヲ要ス、凸鏡ニ於テハ弧ノ彎  
 彎形小ナラザルベカラズ、委クハ後節ニ説ク  
 所ニ就テ推考スベシ。以下ノ圖ニ於テ凹凸鏡  
 ノ弧ノ彎形ヲ著大ニセルハ、明瞭ニ圖形ヲ了

圖一十五百第

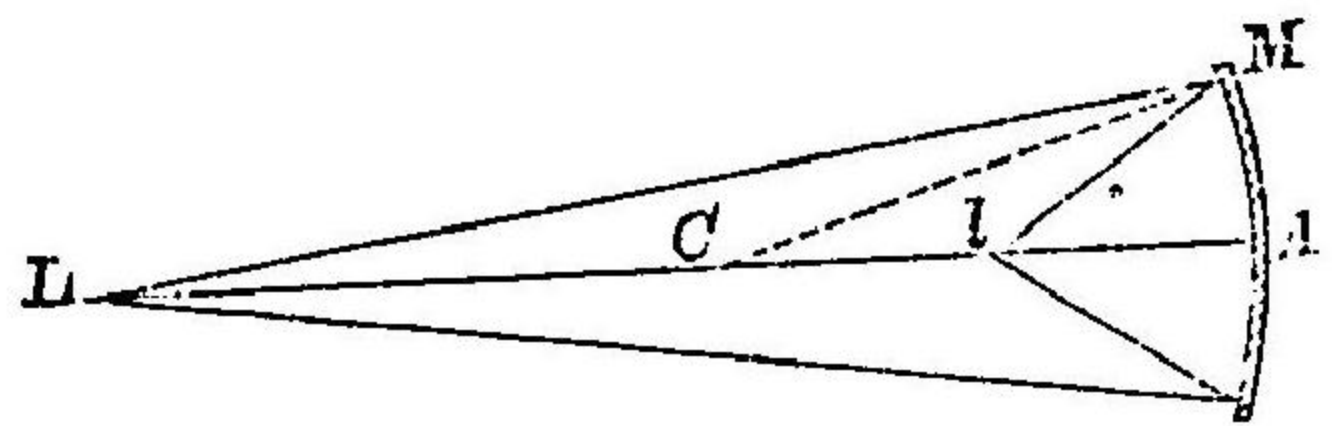


セシメントノ故意ニ出デタルモノト知ルベシ。

對偶燒點

第百五十二圖ニ於テMハ凹鏡、Aハ鏡頂、Cハ鏡弧ノ中心、L點ハ光

圖二十五百第



源ナリ。若シ鏡ノ弧形大ナラザルトキハLヨリ發射セル光線  
 ノ鏡面ヲ射テ反射セルモノハ、一點例ヘバLニ集合スベシ。但  
 シ圖ニ於テハ、筒ヲ欲シ、單ニ此クノ如キ光線二本ノミヲ畫キ  
 タリ。而シテlハLノ影像タリ、若シlヲ光源トスレバLハ則  
 チ反射光ノ集マル燒點トナルベシ、此ノL l 二點ハ吾人之ヲ  
 稱シテ對偶燒點ト云フ。

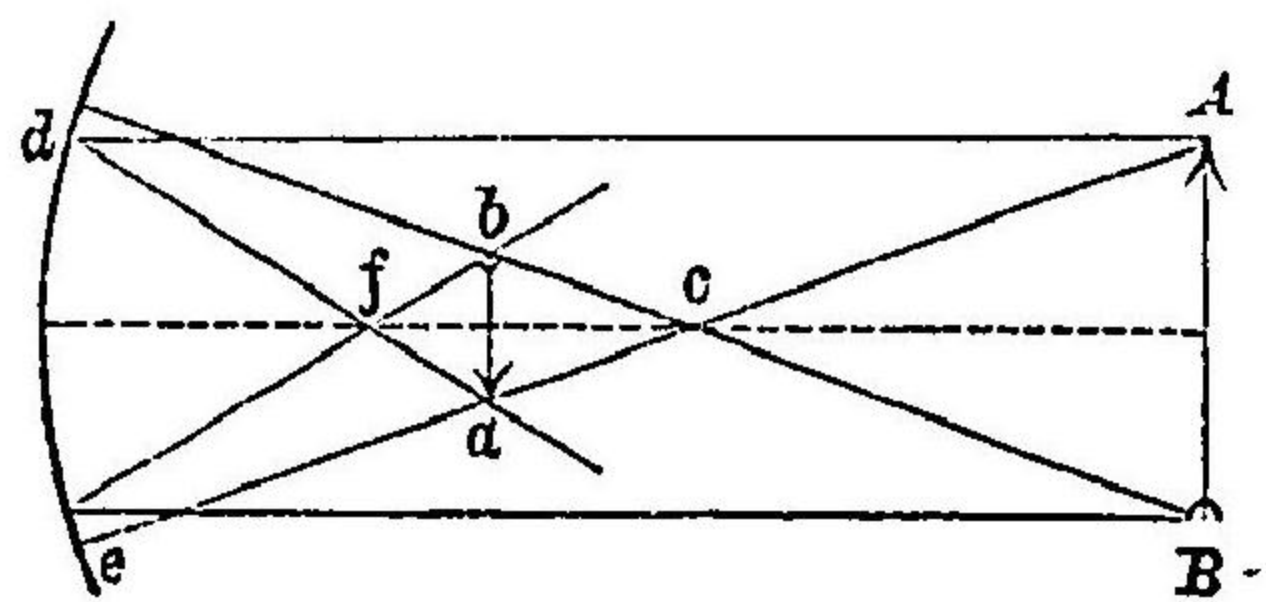
凹鏡面ノ影像

凹鏡面ノ物像ヲ生  
 ズル理ハ、第百五十三圖ニ就キテ之ヲ解

スベシ。

A Bナル物體アリ、其ノA點ヨリ本軸ト平行ニ出デタル光線  
 ハdヲ射タリトセバ、燒點ヲ通シテd f aノ方向ニ反射シ、又  
 A點ヨリ鏡弧ノ中心cヲ貫キeニ於テ鏡面ヲ射タル光線ハ  
 同一ノ方向即チe aノ方向ニ反射シ、此二線ハaニ於テ交錯  
 スベシ。單ニ此ノ二線ノミナラズ、鏡弧ノ彎形ニシテ甚タ小ナ

圖三十五百第

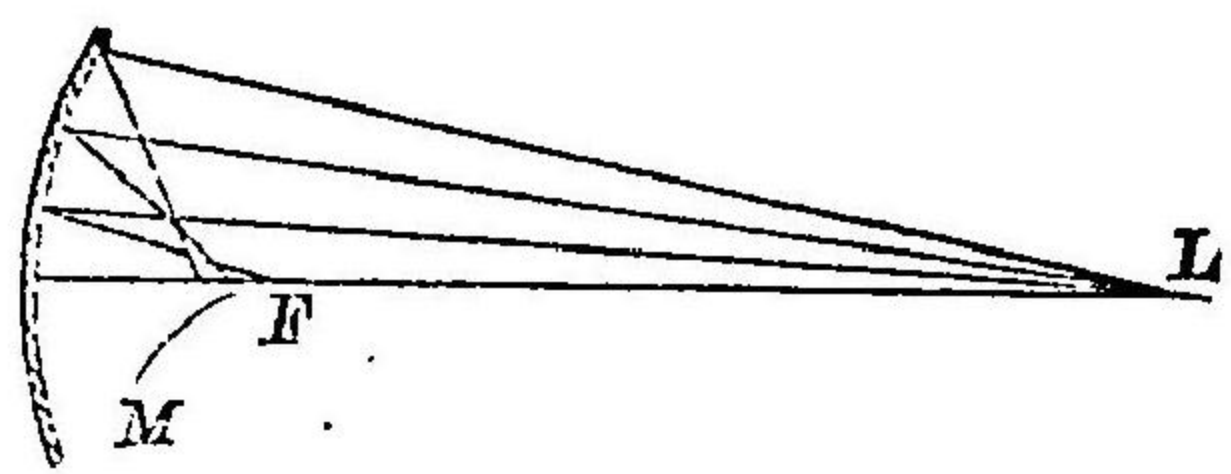


ルトキハ、A 點ヨリ出デタル總ベテノ光線ハ悉ク a 點ニ於テ交錯スルモノナリ、故  
 ニ A ノ影像ハ a ニ生ズ。之ト同理ニテ b ハ B ノ影像ニシテ、A B ノ間ノ諸點ノ影像  
 ハ a b トノ間ニ生ズベシ、即チ b a ハ A B ノ全影像ニシテ、倒立セルモノタリ。A  
 c a 若クハ B c b 線ノ如キハ吾人之ヲ名ツケテ A 點若クハ B 點ノ副軸ト稱ス。

球狀收差

若シ鏡面弧ノ彎形直徑ニ比シテ大ナルト  
 キハ、影像ハ整正ナラズシテ、朦朧タラン、食ヒノ凹面ヲ琢磨  
 シ之ニ物像ヲ映ゼシムルトキ、此ノ例ヲ見ル、是レ數多ノ燒  
 點各所ニ現出シテ單一ノ影像ヲ生ゼザルニ由ル。例ヘバ上  
 圖ヲ彎形大ナル凹鏡ナリトセバ、L 點ヨリ出デタル光線ノ  
 反射光ハ、悉ク對偶燒點 F ヲ通過セズシテ、各相交錯セン、之  
 ヲ球狀收差ト云フ。此ノ交錯ノ諸點ヲ連結スルトキハ、本軸  
 ノ上下ニ M F ノ如キ弧面ヲ得ベシ、此クノ如キ弧面ヲ火面  
 ト云フ。球狀收差ヲ避クルハ弧ノ彎形ノ至リテ小ナル鏡ヲ

圖四十五百第



フルニ在ルノミ。

眞像及ビ虚像

鏡面ニ映寫スル物像ニ眞像ト虚像ノ別アリ。第百五十三圖  
 ニ於テ見ルガ如ク、其ノ物像ハ實際光線ノ通過ニヨリテ生ゼラレ、之ヲ紙片ニ受ク  
 ルコトヲ得ルノミナラズ、直ニ之ヲ眼球若クハ凸形れんずニヨリテ驗取スルコト  
 ヲ得ベキモノ、之ヲ眞像ト云フ。

之ト反シテ、實際光線ハ物像ヲ通過スルコトナク、單ニ光線ノ延長部ニ現出セルガ  
 如ク思ハレ、實現スルニアラザルヲ虚像ト云フ。既ニ講述セル平面鏡ノ影像ハ即チ  
 虚像ナリ。

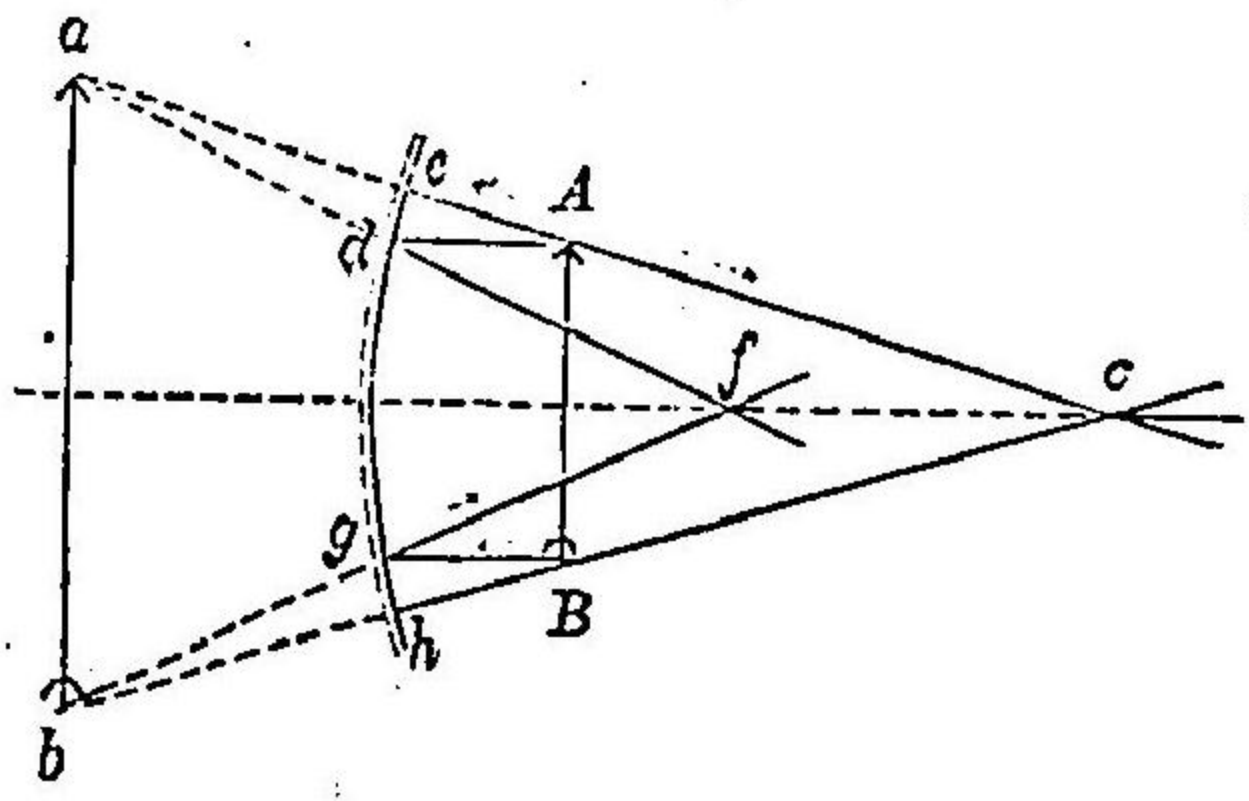
物体ノ位置ニヨリ凹鏡ノ影像ニ相違アルコト

(第一)第百五十三  
 圖ニ於テ見ルガ如ク、物体若シ凹鏡ノ中心 c ノ外ニアルトキハ、其ノ影像ハ倒立セ  
 ル眞像ニシテ、實物ヨリ小ナリ。

(第二)吾人若シ同圖ニ於テ b a ヲ實物ト見做ストキハ、其ノ影像ハ則チ A B ナルベ  
 キガ故ニ、下ノ如ク云フコトヲ得ベシ、曰ク、物体若シ凹鏡ノ中心ト燒點トノ間ニア  
 ルトキハ、其ノ影像ハ倒立セル大ナル眞像ニシテ、其ノ位置ハ中心ノ外ニアリト。

(第三)吾人若シ第百五十五圖ニ於テ見ルガ如ク、物体 A B ヲ凹鏡ノ燒點 f 内ニ置ク

第五百五十五圖



像ハ a b ニ在ルガ如クニ感ゼラルベシト雖此ノ影像ハ之ヲ紙幕ニ受クルコト能ハズ故ニ曰ク物体若シ燒點ト鏡面トノ間ニ在ルトキハ其ノ影像ハ直立セル大ナル虚像ナリト。

**影像ノ大サ。** 平面鏡ニ於テハ影像ノ大サト實物ノ大サトハ同一ナレドモ凹鏡ニ於テハ然ラズシテ或ハ影像ノ實物ヨリ小ナルコトアリ或ハ大ナルコトアリ凡テ實物ト影像トノ比ヲ知ルコト容易ナリ即チ第百五十三圖ノ場合ニ於テハ左

ノ比例ヲ得ベシ。

$$AB : ab :: Ac : ac$$

又第百五十五圖ノ場合ニ於テモ同ク左ノ式ヲ得ベシ。

$$AB : ab :: Ac : ac$$

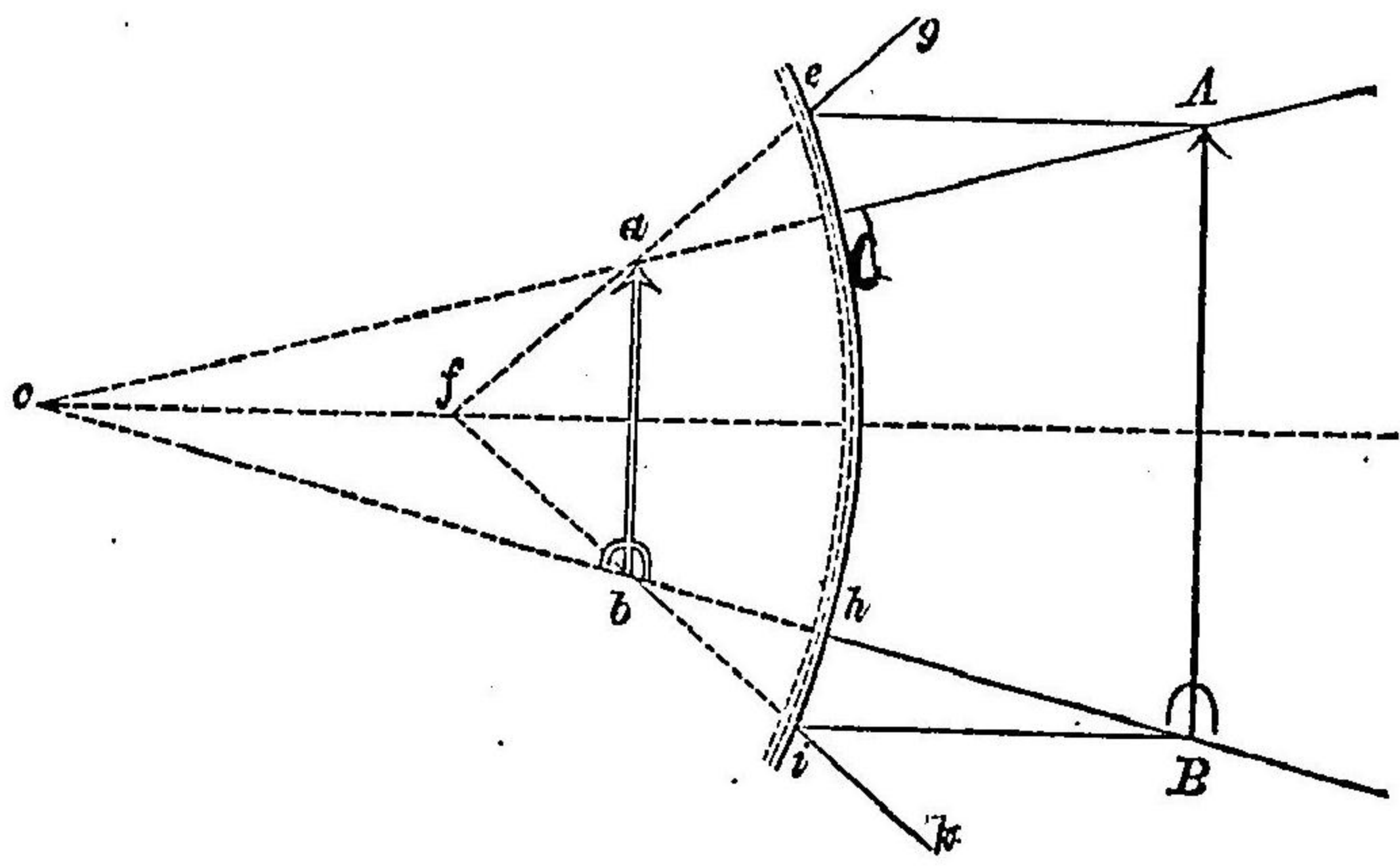
**凸鏡ノ影像。**

懐中時計ノ表面ニ用フル玻璃ヲ取り其ノ凹部ヲ黒塗セバ即チ簡單ナル凸鏡ヲ得ベシ而シテ凸鏡面ニ影寫スル物像ハ凡テ直立セル虚像ニシテ實物ヨリ小ナリ。

凸鏡ニ平行光線ヲ受ケシメテ其ノ反射ヲ視フニ凡テ反射光ハ鏡後ノ一点ヨリ發射セルガ如キ觀ヲナスモノナリ故ニ其ノ燒點ハ眞燒點ニアラズ虚燒點又假燒點ナリ。此ノ場合ニ於テモ鏡面ヨリ燒點マデノ距離ハ弧ノ半徑ノ二分ノ一ナルコト、凹鏡ニ於ケルトキト異ナルコトナシ。

第百五十六圖ハ凸鏡面ノ物像ヲ映寫スル狀ヲ示スモノナリ。A B 物体ノ A 及ビ B ヨリ發射セル光線ノ e t i t' ヲ射レルモノハ e g 及ビ i h' ノ方向ニ反射セリト假定シ其ノ d t h t' ヲ射レルモノハ d A 及ビ h B ノ方向ニ反射スト假定スベシ。

圖六十五百第



然ルニe gハfヨリ發シ、d Aハcヨリ發セルガ如ク思ハル、ヲ以テ、A點ヨリ出デタル光線ハ凡ベテaヨリ發射シ來レルガ如ク思ハル、故ニAノ影像ハaニ生ズルガ如ク感ゼラル。之ト同理ニテBノ影像ハbニ生ズルガ如ク感ゼラレ、A Bノ間ノ諸點ヨリ發射セル光線ハa bノ間ヨリ發シ來ルガ如ク思ハルルヲ以テ、a bハ即チA Bノ全影像ナリ、即チ影像ノ虚ニシテ直立シ、而モ實物ヨリ小ナルコトヲ了スベシ。凸鏡ノ場合ニ於テモ亦彼ノ凹鏡ノ場合ニ於ケルガ如ク、鏡弧ノ彎形小ナラザレバ球狀収差ヲ生ジ、鮮明ナル物像ヲ生ゼザルモノトス。

第三章 光ノ屈折、及び及れんず。

屈折トハ何ゾヤ。 空氣中ヲ通過シ來レル光線若シ玻璃面、水面等ニ鉛直ニ衝突スレバ、其ノ方向ヲ變ゼズシテ進行スベシト雖、若シ夫レ之ト反シ、此ノ光線ニ

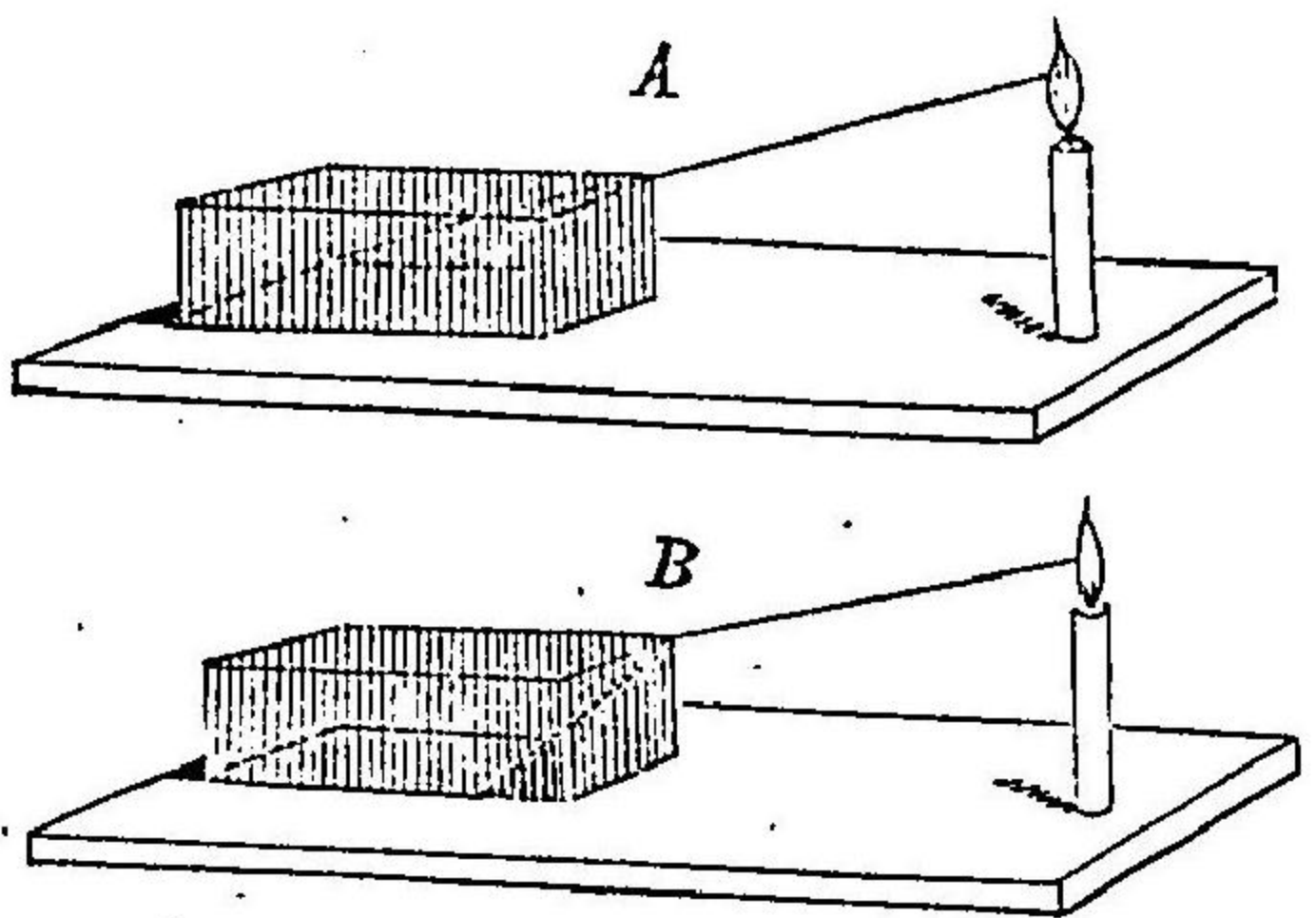
シテ斜ニ衝突スレバ、此ノ處ニ於テ其ノ進路ヲ變ズベシ、之ヲ光線ノ屈折ト云フ、故ニ屈折トハ光ノ一光媒ヨリ密度等シカラザル他光媒ニ斜ニ入ラントスルトキニ方リテ、其ノ方向ヲ變ズルコトヲ云フナリ。

第百五十七圖ノAニ於テ見ルガ如ク、其ノ蓋ナキ一箱ヲ取り、傍ニ燭火ヲ置キ、之ヲシテ箱ノ一側ヲ超エテ精密ニ之ニ反對スル他ノ一側ヲ照サシムルガ如クナスベシ、而シテ若シ箱ニ水ヲ充ツレバ、上圖ノBニ示スガ如ク、單ニ箱ノ一側ノミナラズ、其ノ底ノ一部分モ亦能ク

光ヲ受クルニ至ラン、故ニBニ於テハ光線屈折シテ其ノ方向ヲ變ジタルコトハ圖中ノ點線ニテ之ヲ了スベシ。

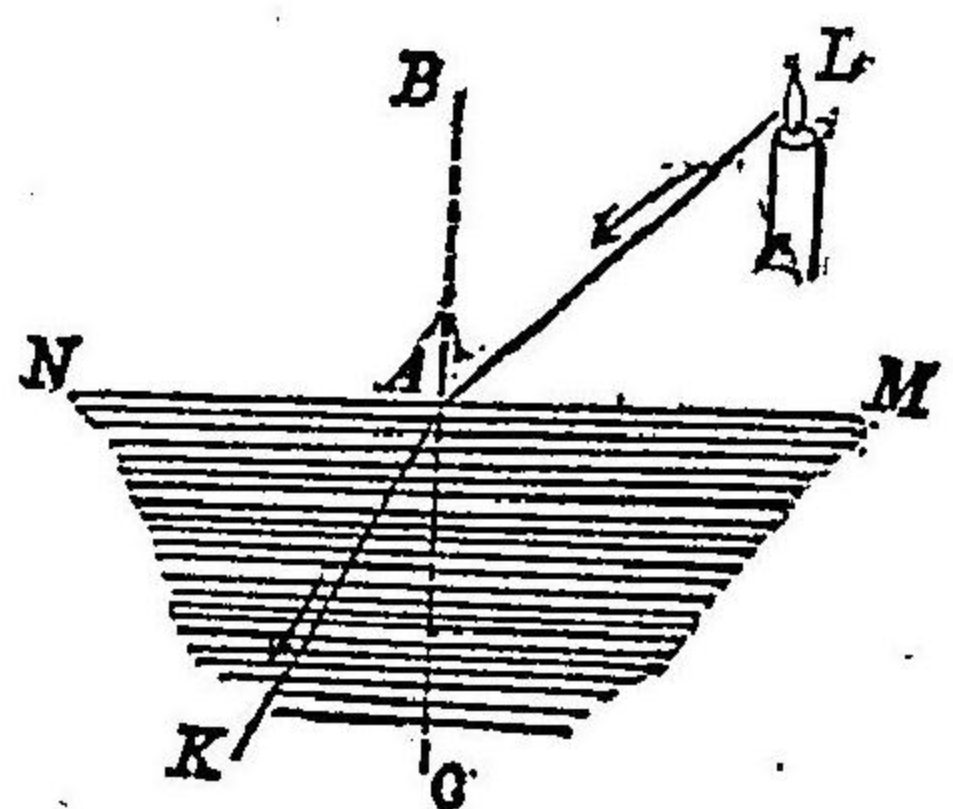
第百五十八圖ノ光線L Aハ斜ニ他ノ光媒ノ表面M Nヲ射リテ屈折シ、A Kノ方向ニ進ミタリト假定スレバ、此ノL Aヲ入射光ト云ヒ、A Kヲ屈折光ト云フ。又垂線ト入射線ニテ作レル角B A Lヲ入射角ト云ヒ、垂線ト

圖七十五百第





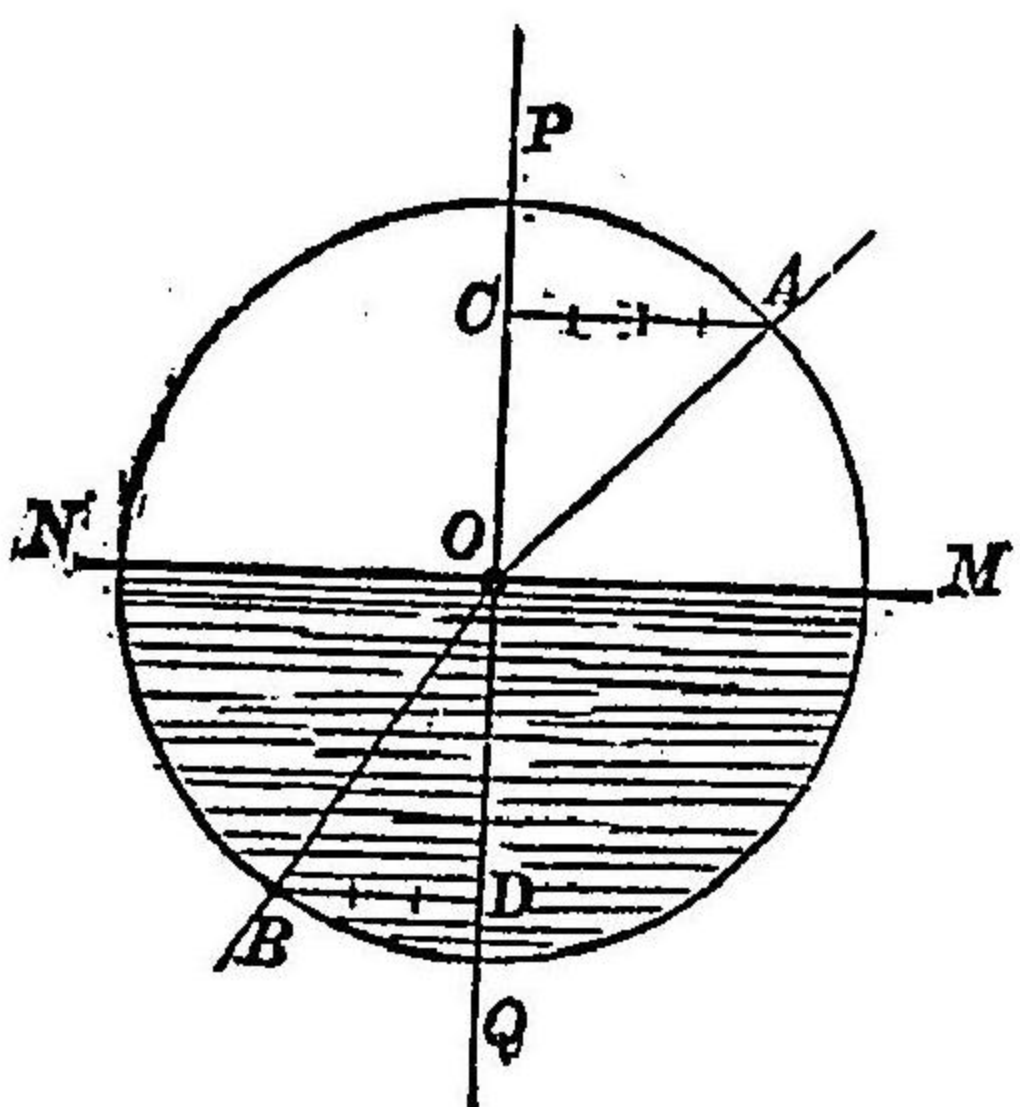
第百五十八圖



ハ水ニ入ルトキニ於テ之ヲ見ルベシ。後者ノ例ハ此ノ順序反對セルトキニ於テ之ヲ見ルベシ。但シ入射線ト屈折線ト同一平面ニアルコト勿論ナリ。

屈折ノ指數

第百五十九圖ニ於テM Nヲ水面



トシP Qヲ垂線トシ、A Oヲ入射光トシ、O Bヲ屈折光トシ、Oヲ中心トシ、一圓ヲ畫キ、其ノ圓周ノO A、O B二線ト交ハレル點即チAトBトヨリA C、B Dノ二垂線ヲ引クベシ、而シテ若シ此ノ二線ノ比ヲ測定スルトキハ始ト左ノ如クナルベシ。

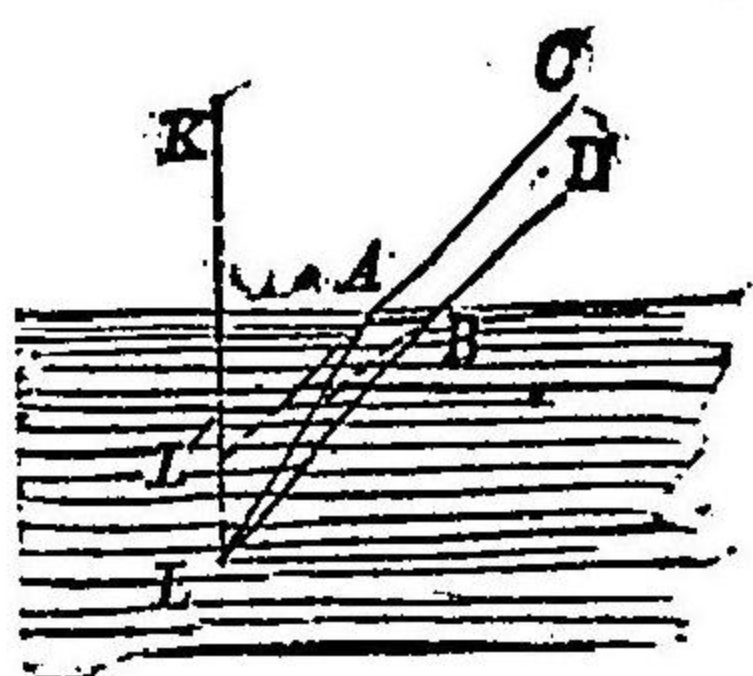
第百五十九圖

$$\frac{AO}{BD} = \frac{4}{3}$$

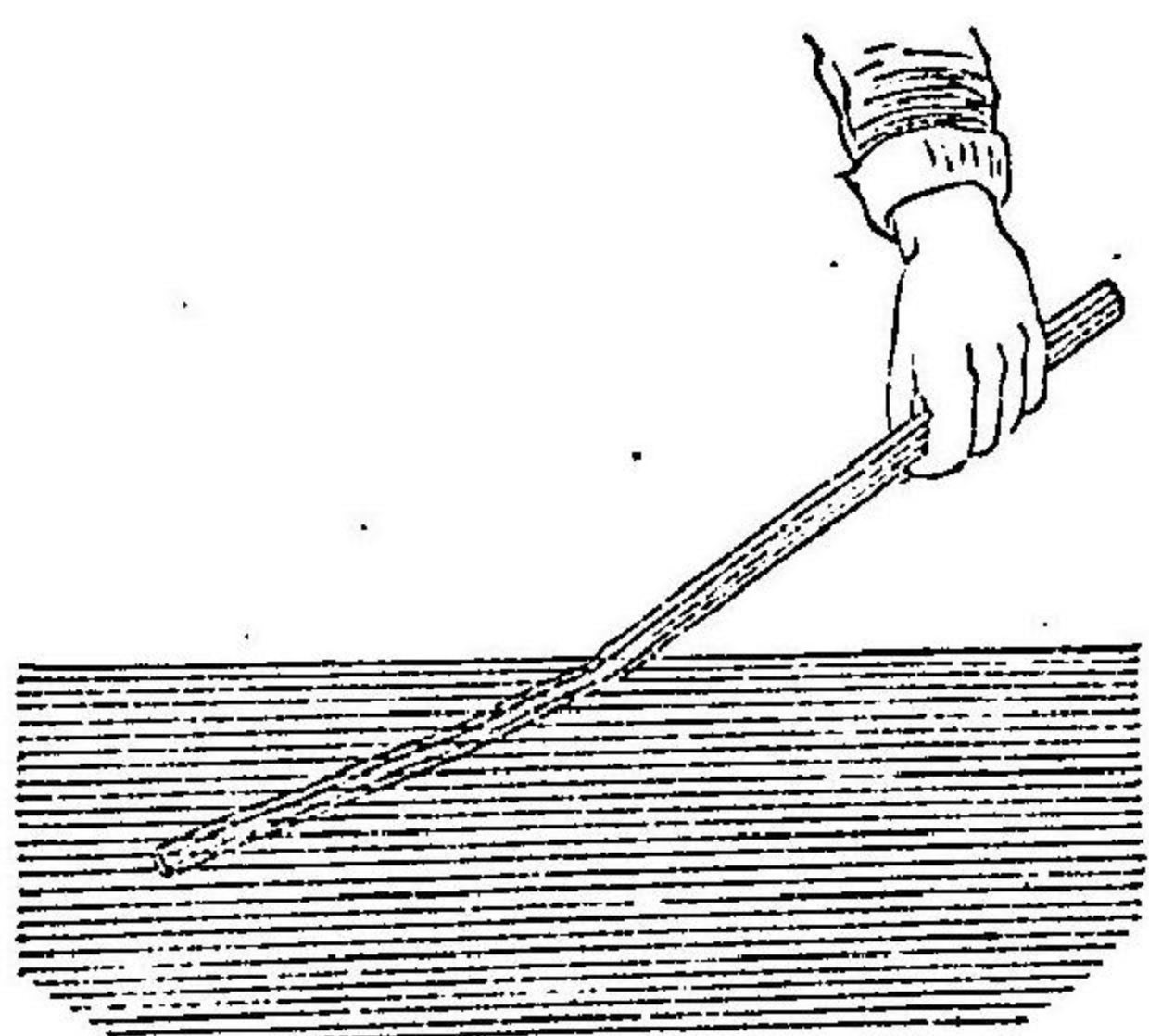
然ルニA Cハ入射角ノ正弦ニシテ、B Dハ屈折角ノ正弦ナリ、入射角ノ正弦ト屈折角ノ正弦トノ比ヲ稱シテ屈折ノ指數ト云フ。

光線ノ空氣中ヨリ水ニ入ルトキニハ、其ノ指數ハ殆ト三分ノ四(4/3)ニシテ、空氣中ヨリ玻璃ニ入ルトキハ殆ト二分ノ三(3/2)ナリ、之ト反シテ水ヲ出デ、空氣ニ入ルトキハ前比ノ反倒ニシテ四分ノ三(3/4)、玻璃ヲ出デ、空氣ニ入ルトキハ同ジク反倒ニシテ三分ノ二(2/3)ナリト知ルベシ。

第百六十圖



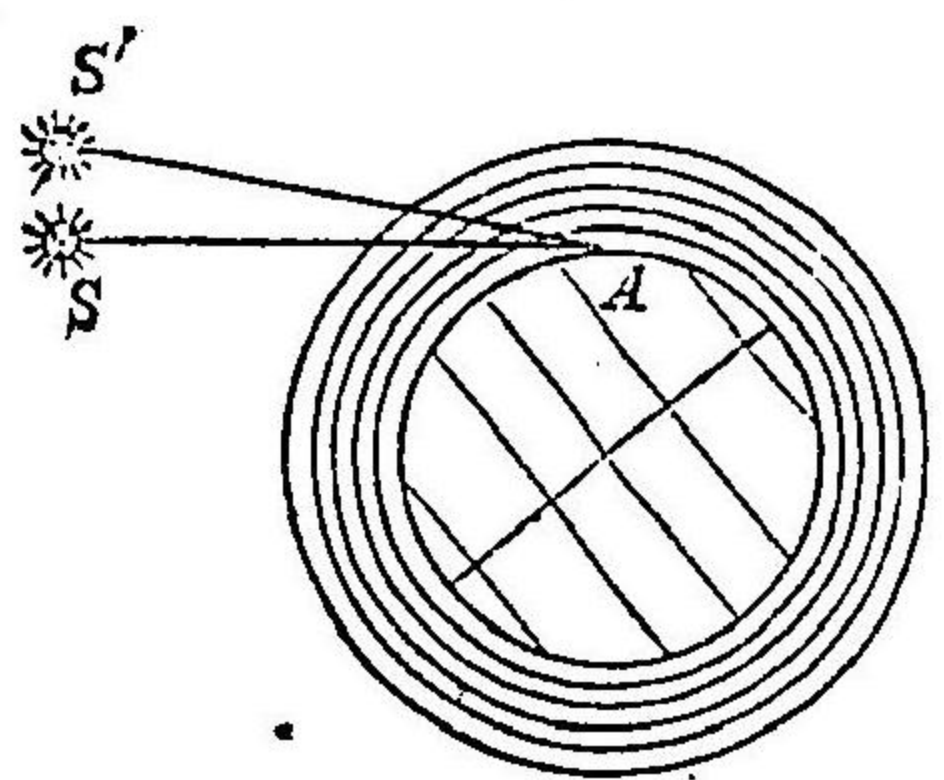
第百六十一圖



屈折ノ實例。池水ノ底ハ實際ヨリモ淺ク見ユルハ常ノ事ナリ、其ノ所以ハ屈折ノ理ニテ解スルコトヲ得ベシ。第百六十圖ニ於テ、水底ノ一部Lヨリ來レル光線ノ水面ヲ出デ、空氣中ニ入ルニ際シ、A B等ノ諸

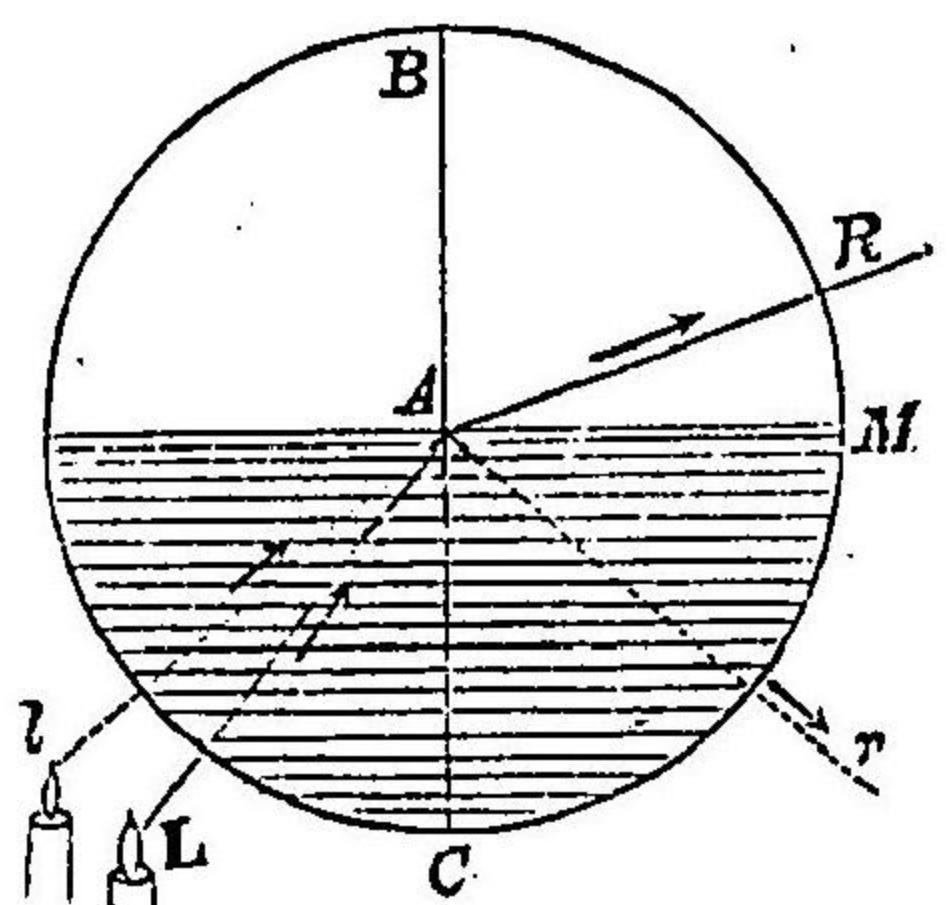
點ニ於テ屈折シ、A、C、B、D等ノ方向ニ走リテ眼球ニ入レリト假定スベシ、然ルニ物  
 体ハ眼球ニ入レル光線ノ方向ニ於テ見ラル、モノナルヲ以テ、Lハ少シク上リ、L  
 ニ於テ見ラル、ルベシ。之ト同理ニテ、木棍ノ半ヲ斜ニ水ニ入ル、ニ其ノ水面ニ於テ  
 屈折シテ見ユルハ、水中ニ入レル部分ノ少シク上リテ見ユルガ故ナリ(第百六十一  
 圖)。又一ノ實例ヲ舉ゲンニ、一片ノ銅貨ヲ杯器ノ底ニ置キ、其ノ縁ヲ超エテ漸ク見得  
 ベカラザルノ位置ニ立チ、助手ヲシテ杯ニ水ヲ注ガシムレバ、銅貨ハ漸々上リ、縁邊  
 ヲ超エテ見ラル、ニ至ルベシ。

第百六十二圖



大氣ハ其ノ上際ニ至ルニ隨テ漸々稀薄トナルモノナリ、故  
 ニ吾人ハ之ヲ以テ順次ニ其ノ密度ヲ増ス所ノ氣層ヨリ成  
 立スルモノト想像スルコトヲ得ベシ。茲ニ於テ日、月、星ノ光  
 ハ一直線ヲナシテ地上ニ達スルコトナク、各層ニ於テ屈折  
 スルヲ常トス、即チSヨリ來ル光線ハ恰モS'ヨリ來レルガ  
 如ク思ハル(第百六十二圖)。サレバ太陽ハ地平線上ニ出デザ  
 ル前ニ見ラレ、其ノ地平線下ニ入リテモ暫時見ラルベキノ

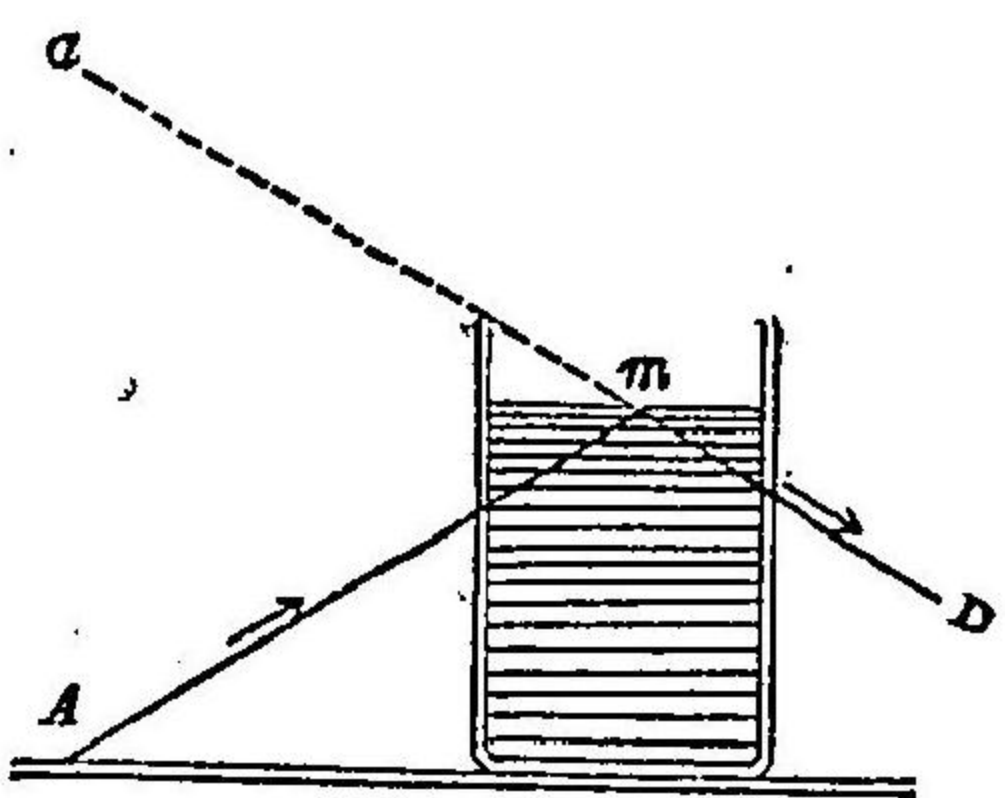
第百六十三圖



理ヲ解スベシ。  
 全反射境角。 第百六十三圖ニ於テ、A、Mヲ水面  
 ト假定シ、Lヲ燭火トセンニ、此ノ燭火ヨリ出ヅル光線  
 ハ水ヲ通過シ、A點ニ達シ、是レヨリ空氣中ニ出デント  
 スルニ方リテハ垂線B、Cヲ遠カラントスルヲ以テ、屈  
 折光線A、RハA、M面ノ方ニ接近スベシ。即チ光線ノ濃

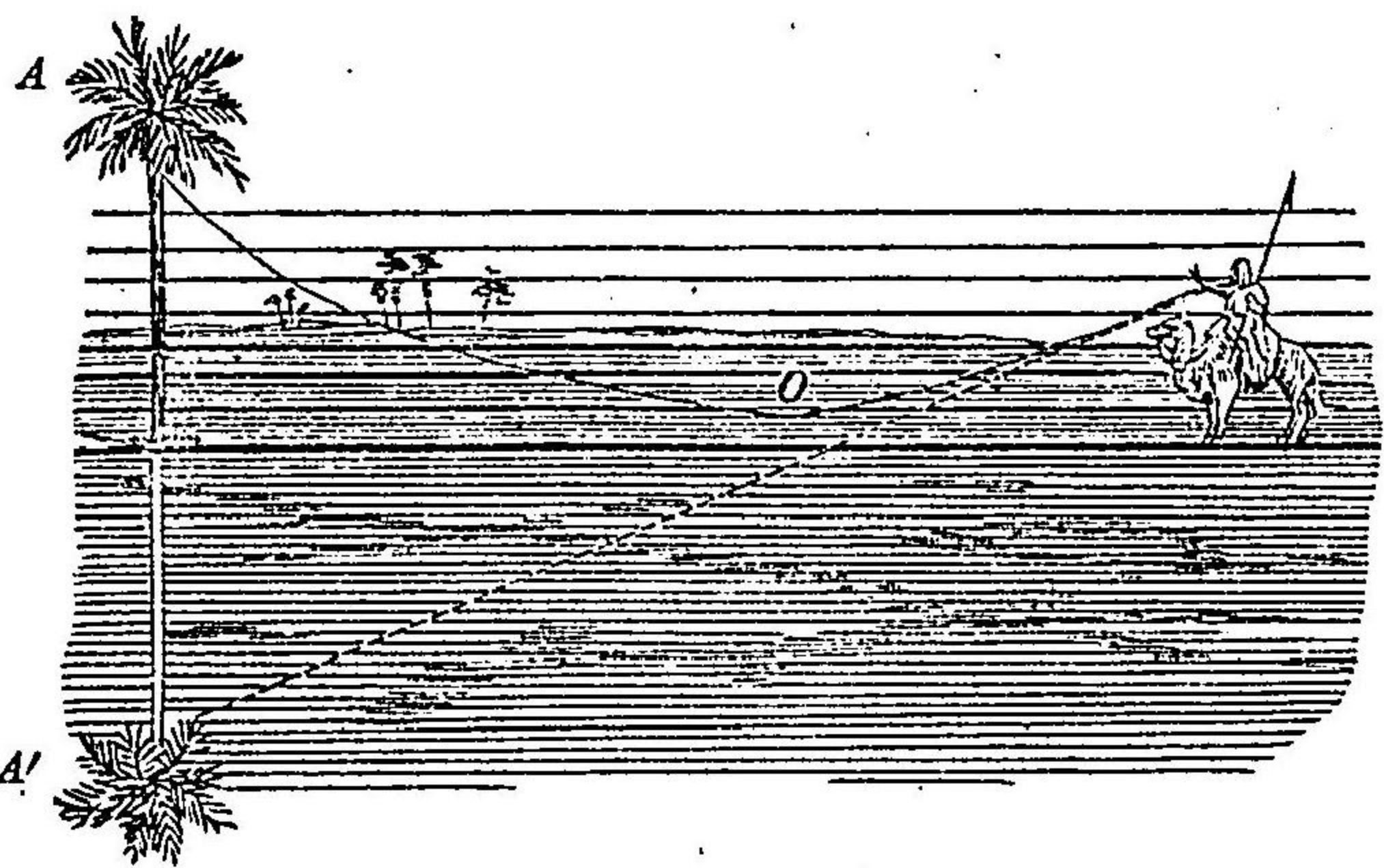
厚ナル媒間ヨリ稀薄ナル媒間ニ斜メニ出デントスルニ方リテハ、二媒間ノ接續面  
 ノ方ニ接近スルコト勿論ナリ。斯クテ入射角L、A、Cノ愈大ナルニ隨ヒ、屈折角モ亦  
 愈大トナリテ、A、R線ハ愈々A、Mノ方ニ接近シ、遂ニ此ノ入射角ニシテ一定ノ大サニ  
 達スレバ、A、Rハ全クA、M線ト相一致スルニ至ルベシ。斯ク屈折光線ヲシテ垂線ト  
 直角ニ走ラシムル一定ノ入射角ヲ境角ト云フ。而シテ入射角若シ境角ヨリ大ナル  
 トキハ、光線全ク水中ヲ出ヅルコト能ハズシテ水面ニ於テ全ク内方ニ反射スベシ  
 斯クノ如キ反射ヲ全反射ト云フ。圖中A、rハA光線ノ全反射ヲナセル反射光ヲ  
 示ス。

圖 四 十 六 百 第



全反射ノ實例。 第六十四圖ハ全反射ノ一例ヲ示スモノナリ。一ノ玻璃器ニ水ヲ充テ、A 點ニ一物ヲ置キ、横ヨリ之ヲ覗フニ、A ハ a ニ在ルガ如ク見ラルベシ。是レ A ヨリ來レル光線ノ水面 M ニ於テ全反射

圖 五 十 六 百 第



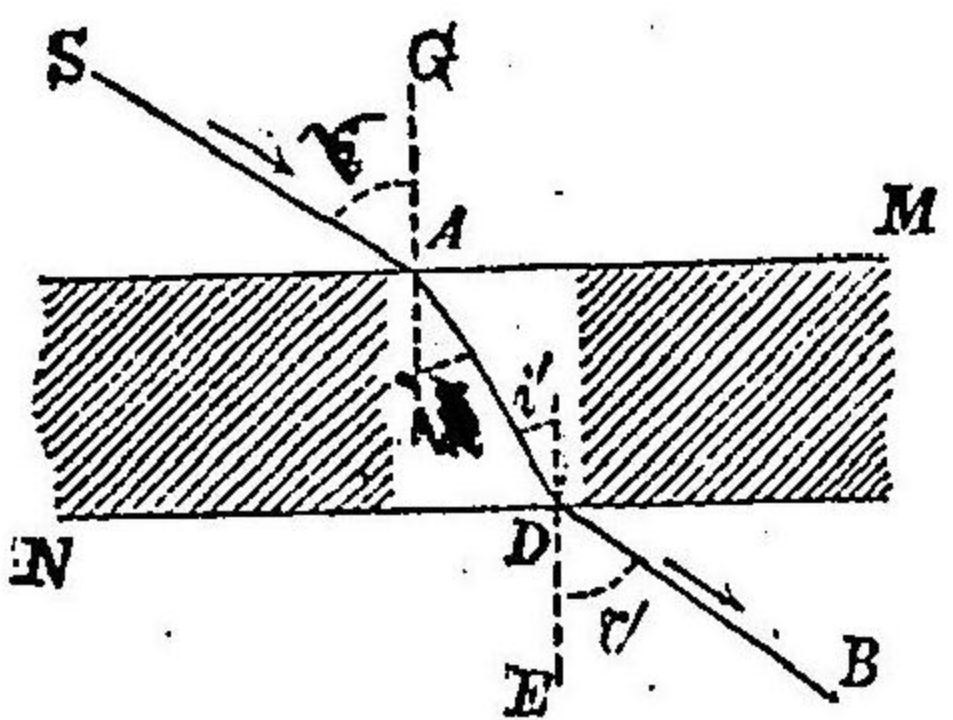
ヲナシ、再ビ水中ヲ通過シテ、眼ニ達シタルニ依ルナリ。又此ノ際ニ於テ水面ハ恰モ鏡面ノ如ク見ユルモノナリ。是レ又水面ノ光線ヲ反射シテ、眼球ニ達セシムルニ由ルナリ。熱帶地方ニ於テハ、遠方ニアル事物ノ地中ニ倒立スルガ如ク見ユルコトアリ。其ノ理ハ、第六十五圖ニヨリテ解スルコトヲ得ベシ。即チ熱帶地方ニ於テハ、地面大ニ熱ヲ吸收シテ、其ノ温

度昇ルヲ以テ、空氣ノ地面ニ接スルモノハ最モ稀薄ニシテ、其レヨリ次第ニ上方ニ及ブニ隨テ濃厚ナリ。故ニ此ノ際ニ於テハ、次第ニ濃厚ナル氣層ノ地面ヨリ上ニ向テ層々累重スルモノト假定スルコトヲ得ベシ。是ニ於テカ遠方ノ樹木等ヨリ發射シ來レル光線ハ、氣層ヲ通過スル際漸々上方ニ向テ屈折シ、遂ニ O 點ニ於テ全反射ヲナシ、其レヨリ眼ニ達スルトキハ A 點ハ A' ニ在ルガ如ク見ラレ、樹木ハ全ク地中ニ倒立スルガ如ク見ユベシ。

厚玻璃板ニ於ケル屈折。

第六十六圖ノ MN ヲ以テ平行面ヲ有スル玻

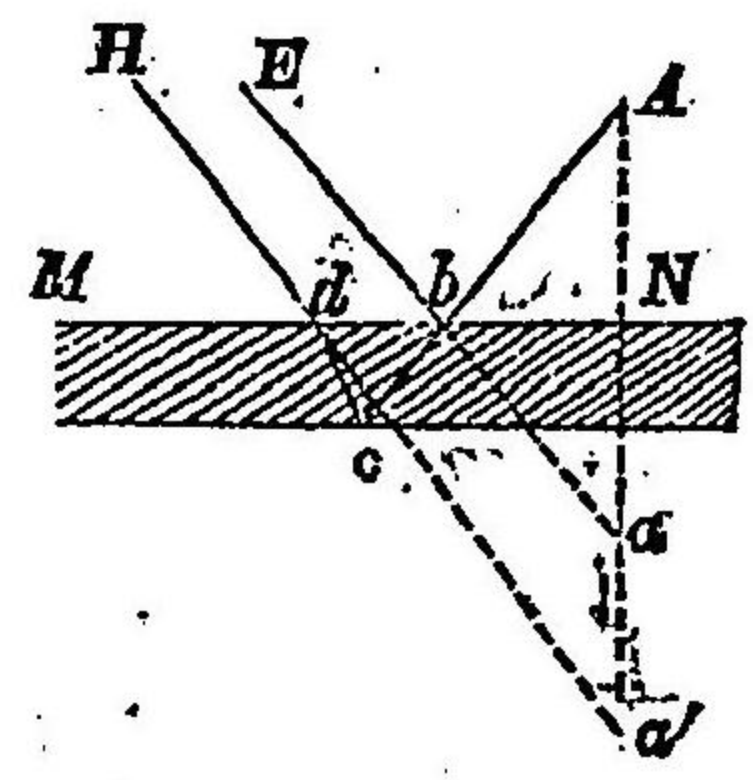
圖 六 十 六 百 第



璃板トシ、S A 光線來リテ、其ノ一面ヲ射レリトスルトキハ、此ノ光線ハ屈折シテ、玻璃片ヲ通過シ、再ビ玻璃ヲ出デ、空氣中ニ出ヅルトキニ屈折スルコト圖ニ示スガ如クナルベシ。然ルニ A G 垂線ト D E 垂線トハ平行ナルヲ以テ、r 角ト i 角トハ相等シク、隨テ i 角ト r 角トハ相等シカラザルヲ得ズ。故ニ D B 光線ノ方向ハ S A 光線ノ方向ト平行ナリ。吾人若シ MN ノ如キ厚玻璃板ヲ隔テ、斜ニ物ヲ見ルトキ、其

ノ物ノ見ユル位置ハ眞ノ位置ニアラズ、前圖ニ於テ、一物Bニ在リテ眼ハSニアレバ、此ノ物ハSA線ノ方向ニ在ルガ如ク見ユベケレバナリ。

玻璃鏡ニ於テ物像ノ數多現出スル理。 玻璃製ノ鏡ニ於テ斜ニ物像ヲ影寫セシメテ之ヲ覗フニ、其ノ鮮明ナルモノ、外ニ朦朧タルモノ數箇相累ナリテ



第百六十七圖

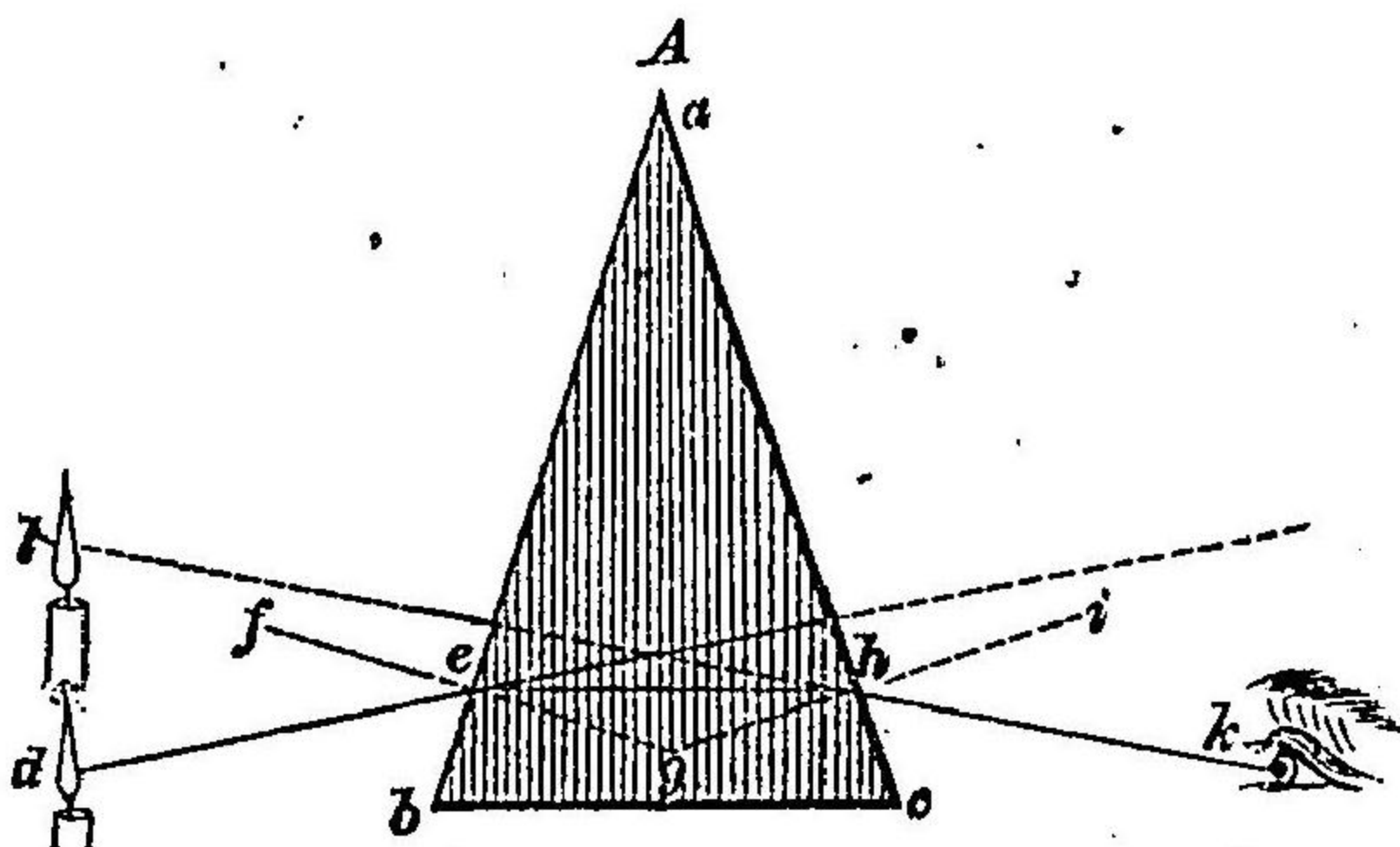
現出スベシ、此ノ現象ハ反射ト屈折トノ二原因ニヨリテ生ズ。例ヘバ第百六十七圖ニ於テ見ルガ如ク、Aヨリ出ヅル光線ハ玻璃面MNトbニ於テ會セリトセハ、眼ハaニ於テAノ影像ヲ認ムベシ。然ルニ光線ノ一部分ハ玻璃ニ侵入シテc點ニ達シ、玻璃板ノ下面ニ接セル水銀面ニ遭ヒテ之ヨリ反射シ、更ニd點ニ於テ屈折シ、dHノ方向ニ進ミ、而シテ眼球ニ入ル、故ニ眼ハa'ニ於テAノ影像ヲ見ン。此ノa'ノ影像ハ最モ鮮明ナルモノナリ。而シテAノ影像ハa、t、a'トノミニテ止マズ、c、d光線ノ一部ハd點ヨリ反射シ、前ト同一ノ順序ニヨリテ水銀面ヨリ反射シ、朦朧タル影像ヲ生ズ、斯クテ數多ノ影像續々現出スルモノナリ。然レドモ影像愈増スニ隨ヒ、光度愈衰弱ス

ルヲ以テ、遂ニハ全く見得ベカラザルニ至ル。此クノ如キ現象ハ玻璃面ニ燭火ヲ映

ゼシムルニ方リテ最モ能ク認識スルヲ得ルナリ。 ぶりすむ。 光學上所謂ぶりすむトハ、相偏倚セ

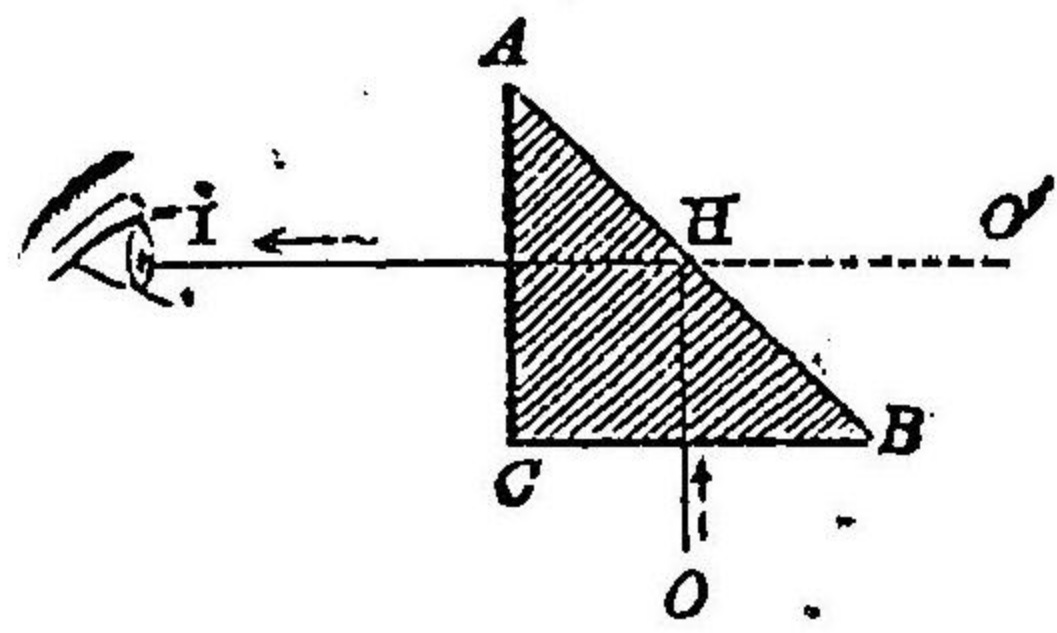
ル二平面ヲ有スル透明ナル光媒ヲ云フナリ。通常其ノ形狀ハ三角柱狀ノ透明体(玻璃)ナリ。

第百六十八圖



第百六十八圖ハぶりすむノ横截面ニシテ、a、b、a'cハ其ノ屈折面ヲ示ス。今若シa、b面ノ側ニ燭火dヲ置キ、a、c側ヨリ之ヲ覗フニ、之ヨリ出デタル光線例ヘバd、eノ點ヲ射ルヤ、其レヨリ濃厚ナル光媒ニ入ルヲ以テ垂線e、gニ接近シテ屈折シ、e、hノ方向ニ進ミ、h點ニ於テ空氣中ニ出デントスルヤ、更ニ垂線h、iヲ遠カリテ進ミ、h、kノ方向ヲ取り、而シテ眼球ニ入ル。サレバdノ燭火ハ恰モトニ在ルガ如ク見ラル、ナリ。 ぶりすむノ反射。 二等邊直角三角形ノ横截面ヲ有スルぶりすむハ、反射器トシテ使用セラル、コトヲ得ベシ。左圖ハ即チ此クノ如キぶりすむヲ示ストセン

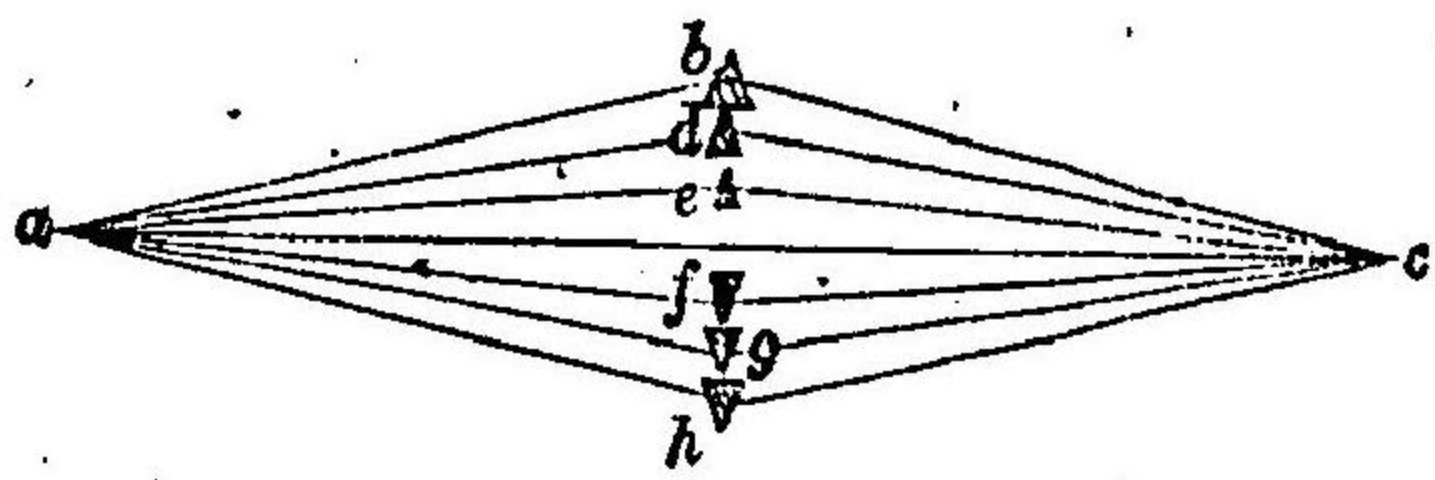
圖九十六百第



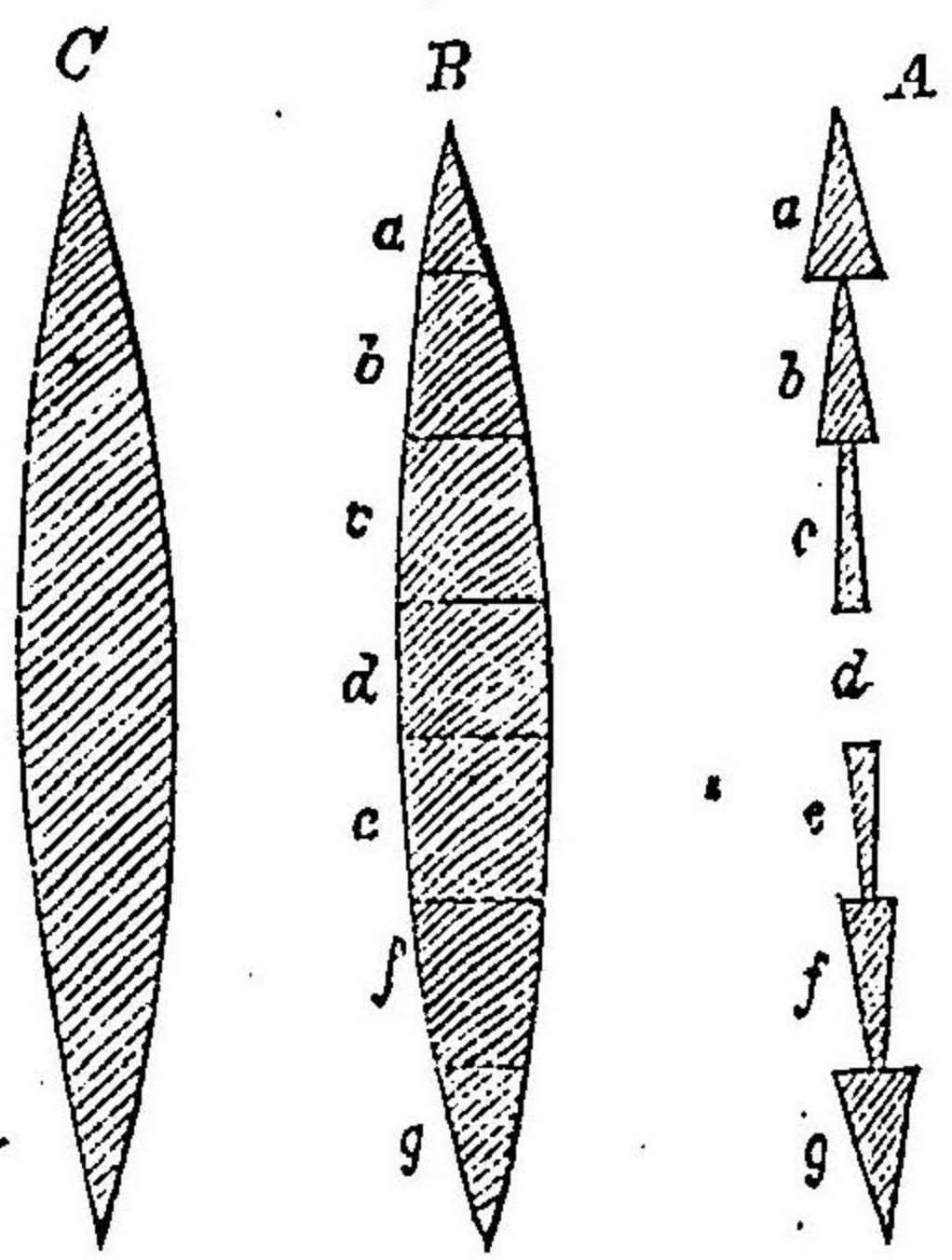
ニOニ光源アリテ、是レヨリ出デタル光線ノBC面ヲ垂直ニ射レルモノハ屈折スルコトナクシテHニ達スベシ、此ノOH線ハH點ニ於テAB面ニ直角ニ立テラレタル垂線ト四十五度ノ角度ヲナス。然ルニ玻璃ノ境角ハ四十一度四十八分ナリ、乃チH點ニ於ケル垂線トOH線トニテ生ズル角度ハ境角ヨリ大ナルヲ以テOH光線ハ屈折シテ空氣中ニ出ヅルコトナク、H點ニ於テ全反射ヲナス、而シテ此ノ反射光ハ垂線ト四十五度ノ角度即チOHト直角ヲナスベキヲ以テ、AC面ニ直角ニ來リ、茲ニテ屈折セラル、コトナクシテHiノ方ニ進ム、故ニ若シiニ眼アリテ此ノ光ヲ受クレバ、Oハ恰モO'ニ在ルガ如ク思ハル、ナリ。

れんず。吾人ハ既ニふりすむハ光線ノ方向ヲ變ズルコトヲ學ベリ。今若シ第百七十圖ノ如クふりすむヲ排列スレバ如何。

圖十七百第



圖一十七百第

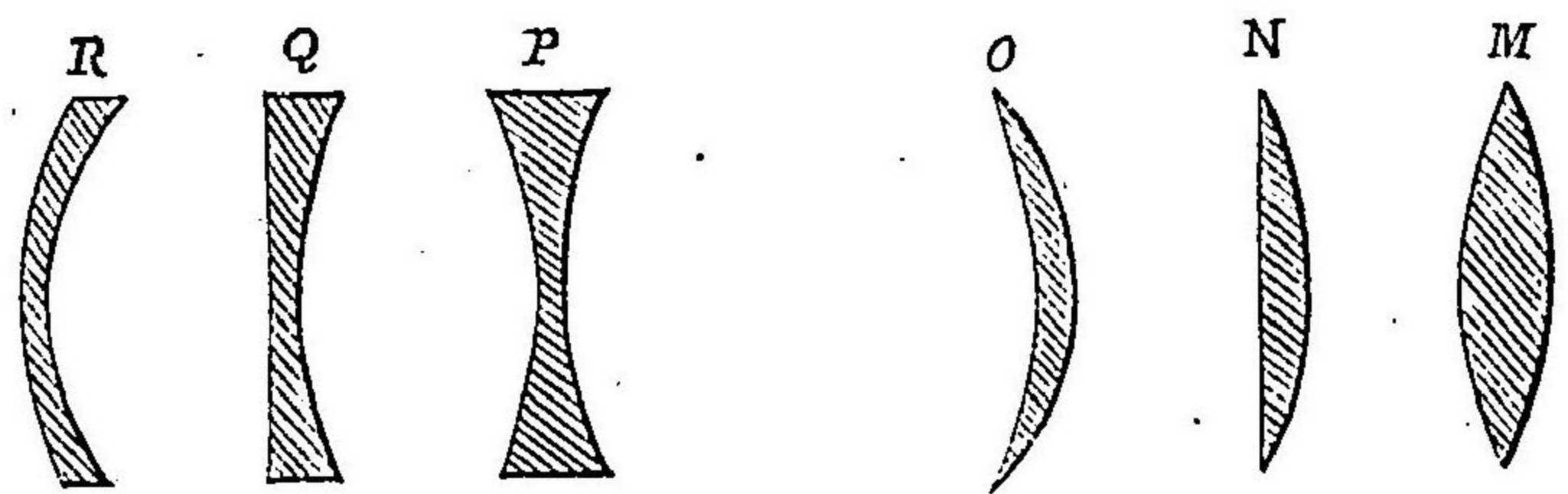


bde等ノふりすむニ於テ、其ノ兩端ニアルモノ即チbトdトハ大ニ光線ノ方向ヲ變ズトシ、dトgトハ之ニ次デ光線ノ方向ヲ變ジ、eトfトハ更ニ其ノ次ギナリト假定シ、此等ノふりすむヲ適宜ニ配置スルトキハ、此等ヲシテ光點aヨリ出デタル光線ヲ受ケ、之ヲc點ニ聚束セシムルコトヲ得ベシ。吾人若シ第百七十一圖ノBニ於テ、見ルガ如ク、此クノ如キふりすむヲ多ク聚メテ精密ニ適合セシムルトキハ、遂ニハCノ如キ截斷口ヲ有スル光媒ヲ得ベシ。

玻璃其ノ他ノ透明體ヨリ製セラレ、其ノ形圓形ニシテ、Cノ如キ截斷口ヲ有スルモノヲれんずト稱ス。

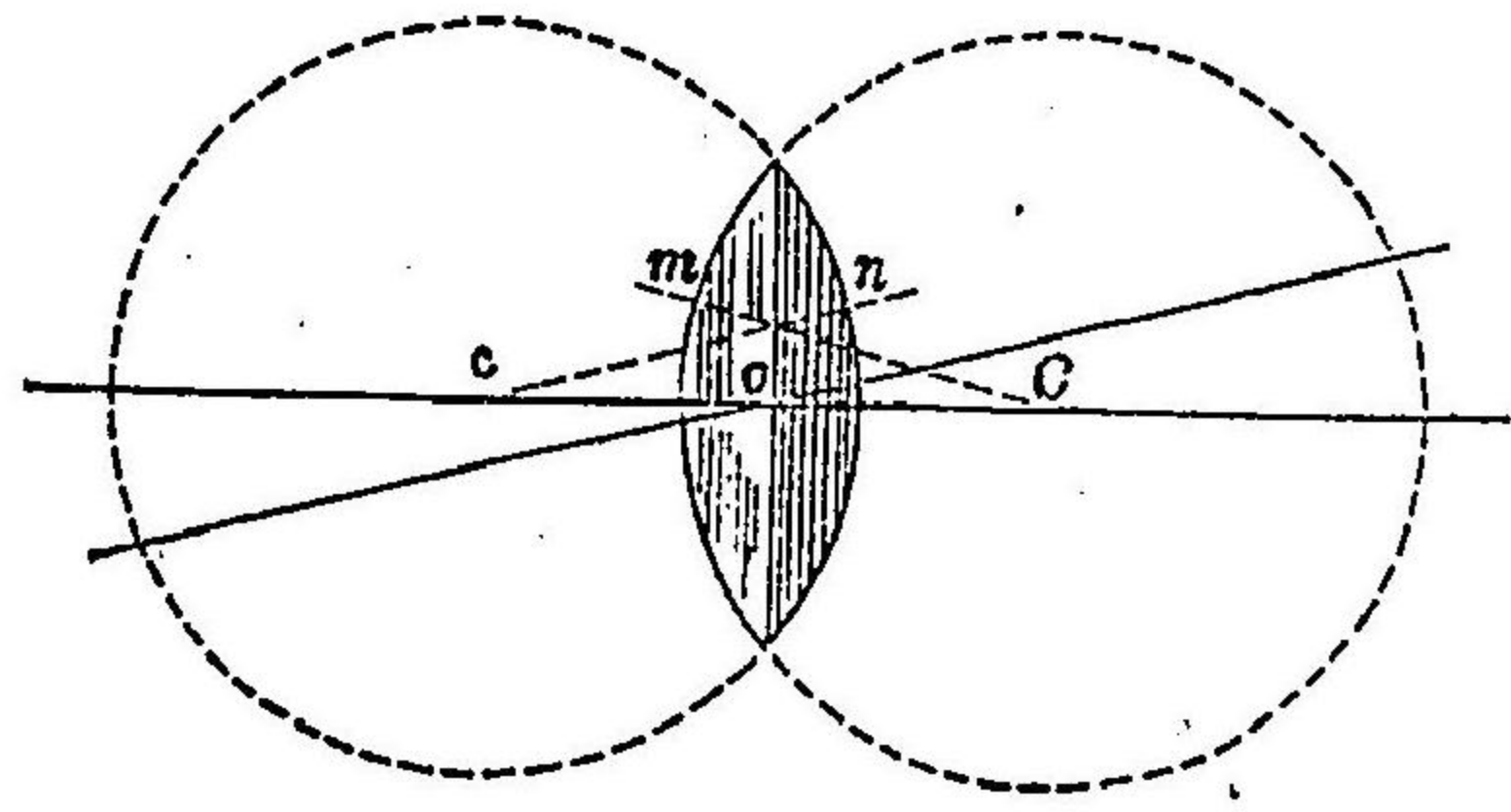
れんずノ種類ニ六アリ、第百七十二圖ノ如シ。

圖二十七百第



Mヲ兩凸面れんずト云ヒ、Nヲ單凸面れんずト云ヒ、Oヲ凹凸れんずト云フ、此ノ三者ハ中央ニ於テ厚ク、兩端ニ於テ薄シ、故ニ其ニ光線ヲ聚束スルノ用アルモノナリ。又Pヲ兩凹面れんずト云ヒ、Qヲ單凹面れんずト云ヒ、Rヲ凸凹れんずト云フ、此ノ三者ハ中央ニ於テ薄ク、兩端ニ於テ厚シ、故ニ其ニ光線ヲ擴散スルノ用アルモノナリ。

圖 三 十 七 百 第



れんずニ通用スル術語ノ解。 第七十三圖  
ハ兩凸面れんずノ生ズル狀ヲ示ス、C。ハ兩凸面ノ中心ニシテ、此ノ二點ヲ連結セル線ヲ本軸ト稱シ、Oヲれんずノ中心ト云フ。凡テ前章凹鏡面ノ理ヲ講セル所ヲ參照スルトキハ大ニ了解ヲ助クルモノアルベシ。他ノれんずノ生ズル狀ノ如キハ少シク推考スレバ容易ニ了セラルベキヲ以テ茲ニ贅セズ。  
圖ニ於テ、光線若シ本軸ト平行シ來リテ一面ヲ射タリ

圖 四 十 七 百 第

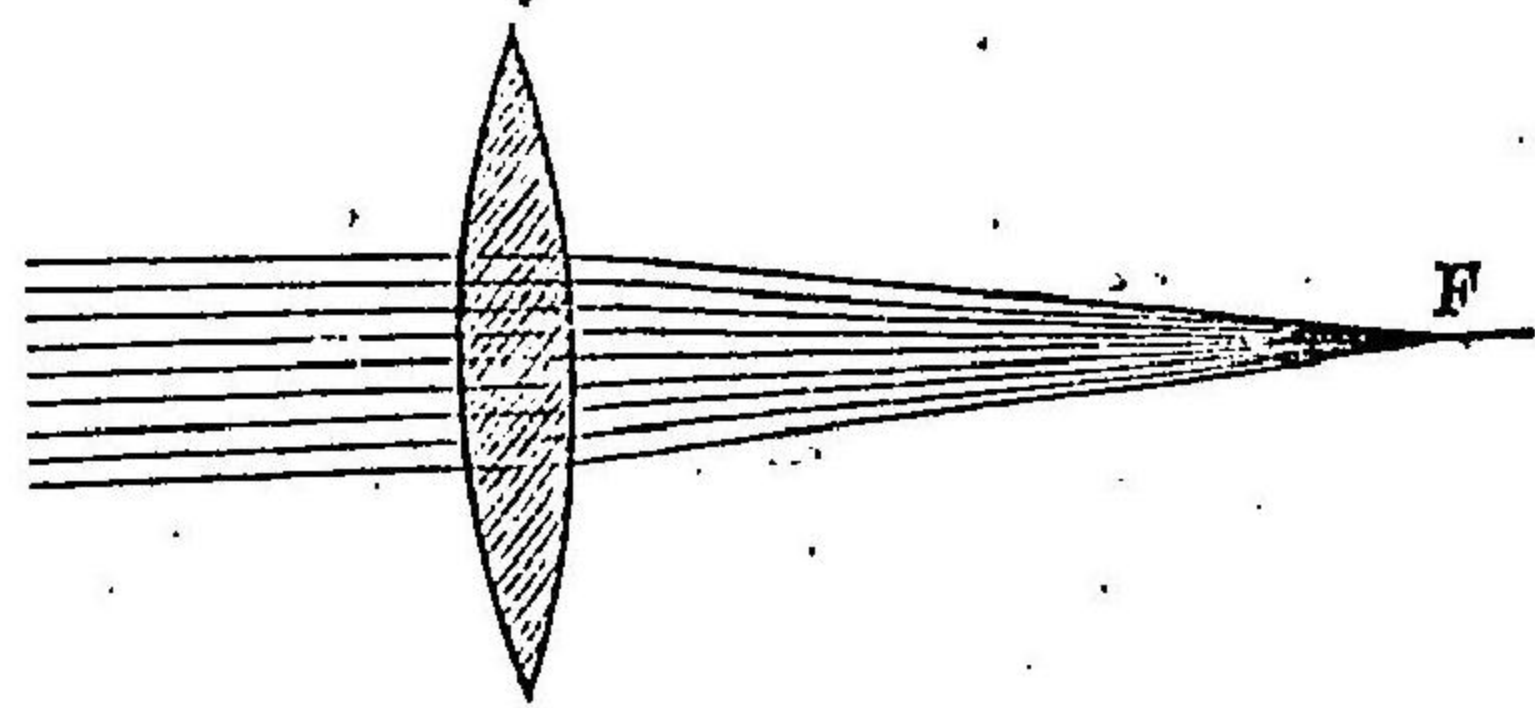
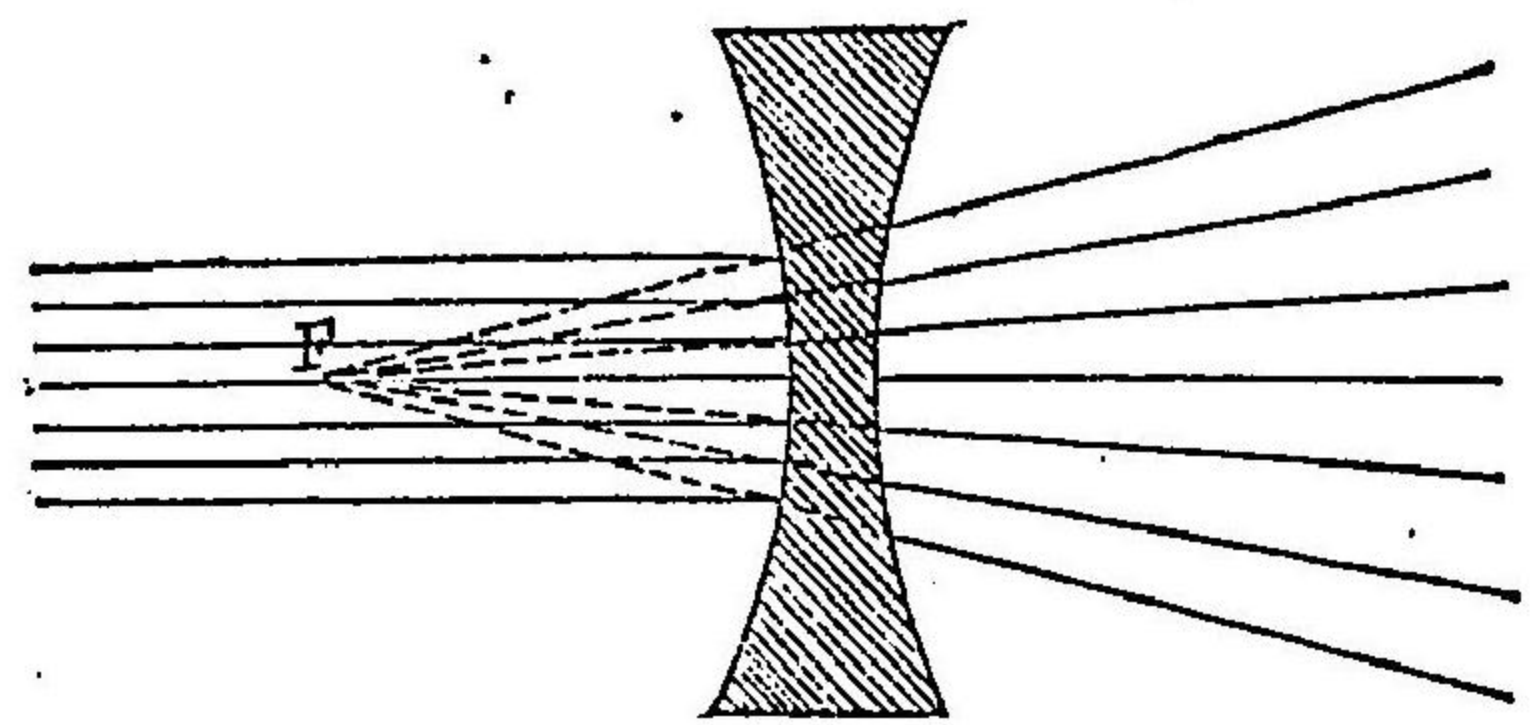


圖 五 十 七 百 第

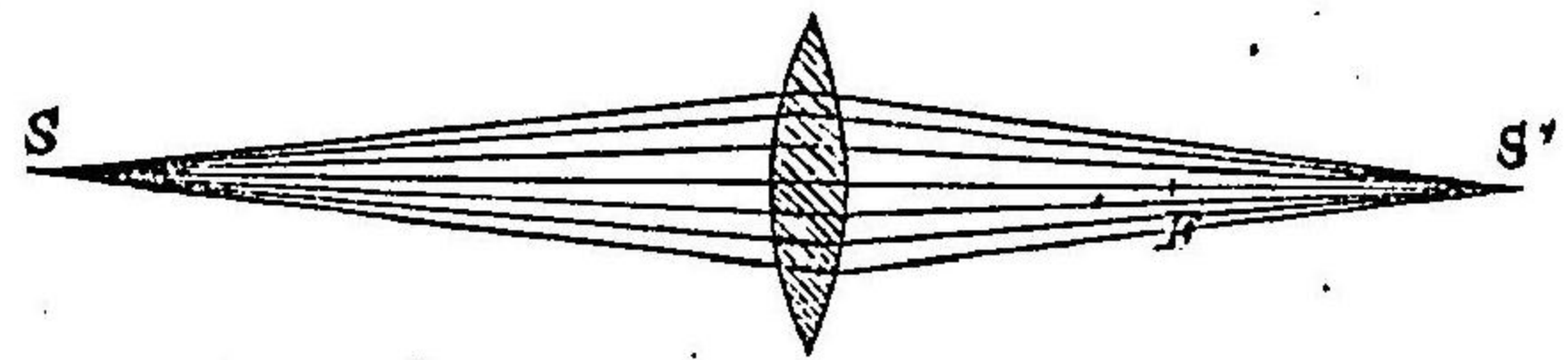


トセバ、之ヲ通過スル際相接近シ、他面ヲ起エテ一點Fニ聚束スベシ、此ノF點ヲ主要燒點ト云フ。之ト反シテ第七十五圖ノ兩凹面れんずニ於テハ、本軸ト平行シテ一面ヲ射レル光線ハ之ヲ通過シタル後、擴散シテ聚束スル所ナシ、而シテ此等ノ擴散光線ハ恰モFヨリ發射シ來レルガ如ク思ハルベシ、此ノF點ハ凹れんずノ主要燒點ナレドモ、凸れんず

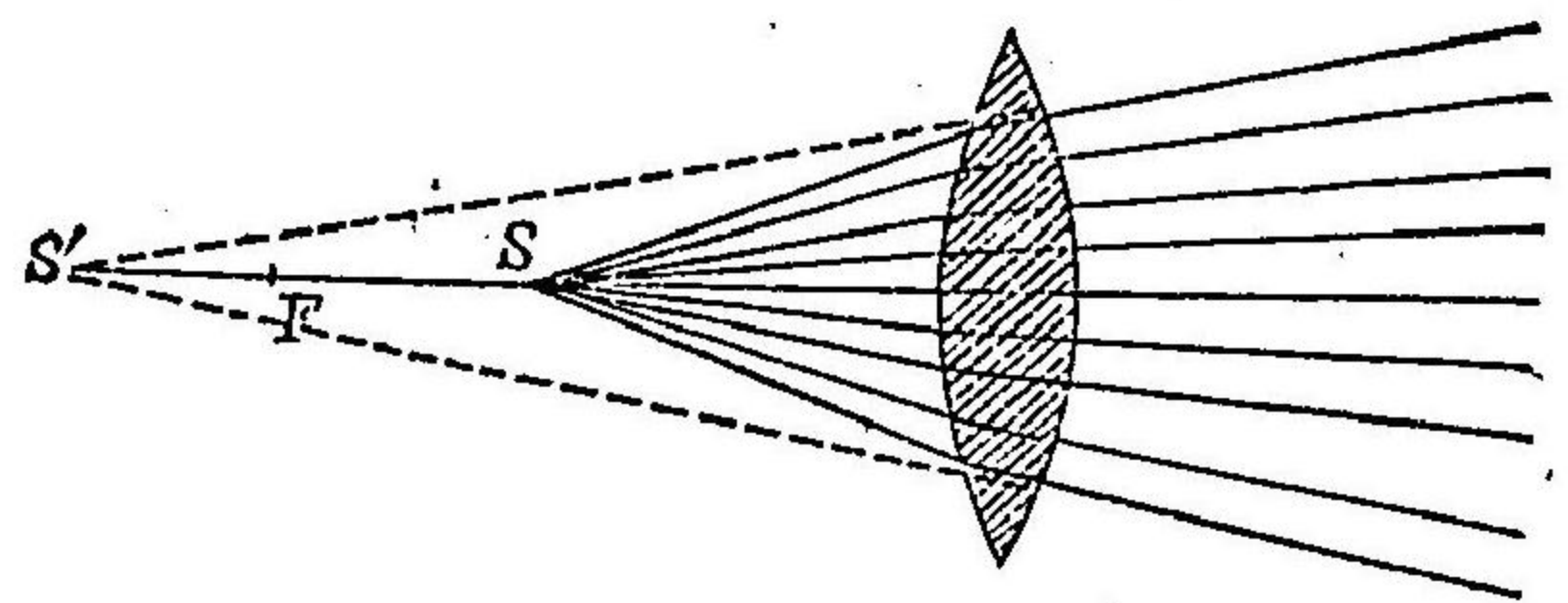
ノ例ニ於テ見ルガ如ク、實燒點ニアラズシテ、假燒點ナルコト勿論ナリ。  
對偶燒點。 凸れんずノ燒點ニ光源アリテ、是レヨリ發出セル光線ハ、之ガタメ

ニ平行光線トナサレ、本軸ニ平行シテ傳達スベシ、又凹れんずニ於テハ、恰モ此ノれんずノ燒點ニ聚合スルガ如ク聚束シテ來ル所ノ光線ハ、之ガタメニ平行光線トナ

圖六十七百第



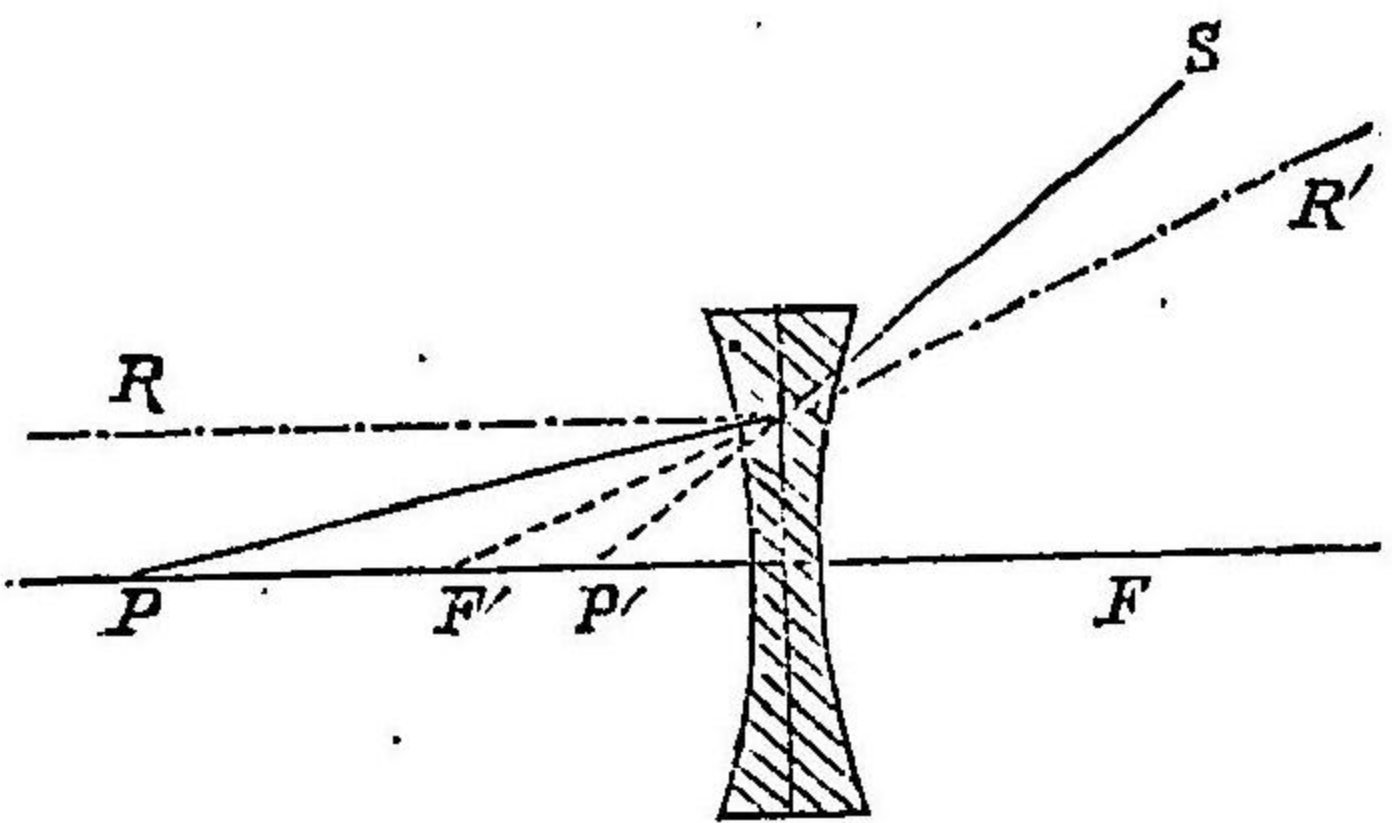
圖七十七百第



サルベシ。之ト反シテ光線若シ主要燒點外ノ一點例ヘバ第百七十六圖ノSヨリ出デテ、凸れんずヲ射レバ、其ノ聚束點ハ他ノ主要燒點外ノ一點例ヘバS'ニ生ズベシ。之ト反シテS'ヲ光源トスレバ、Sハ即チ燒點トナルナリ、此ノSトS'ノ二點ヲ對偶燒點ト云フ。

吾人若シ主要燒點内ノ一點例ヘバ第百七十七圖ノSニ光源ヲ置ケバ、之ヨリれんずヲ射レル光線ハ之ガタメニ擴散セラルベク、而シテ擴散光線ノ源ハS'ニ在ルガ如ク思ハルベシ、故ニ凸れんずノ一面ヨリ恰モS'ニ聚合スルガ如キ狀ヲナシテ射レル光線ノ燒點ハ、Sニ現出スベシ。光線若シ凹れんずノ本軸ニ於ケル主要燒點外ノ一點例ヘバ第百七十八圖ノPヨリ出デ、れんずヲ射レバ、其光線ハ一層擴散セラレ、恰モP'點ヨリ發射シ來リシモ

圖八十七百第



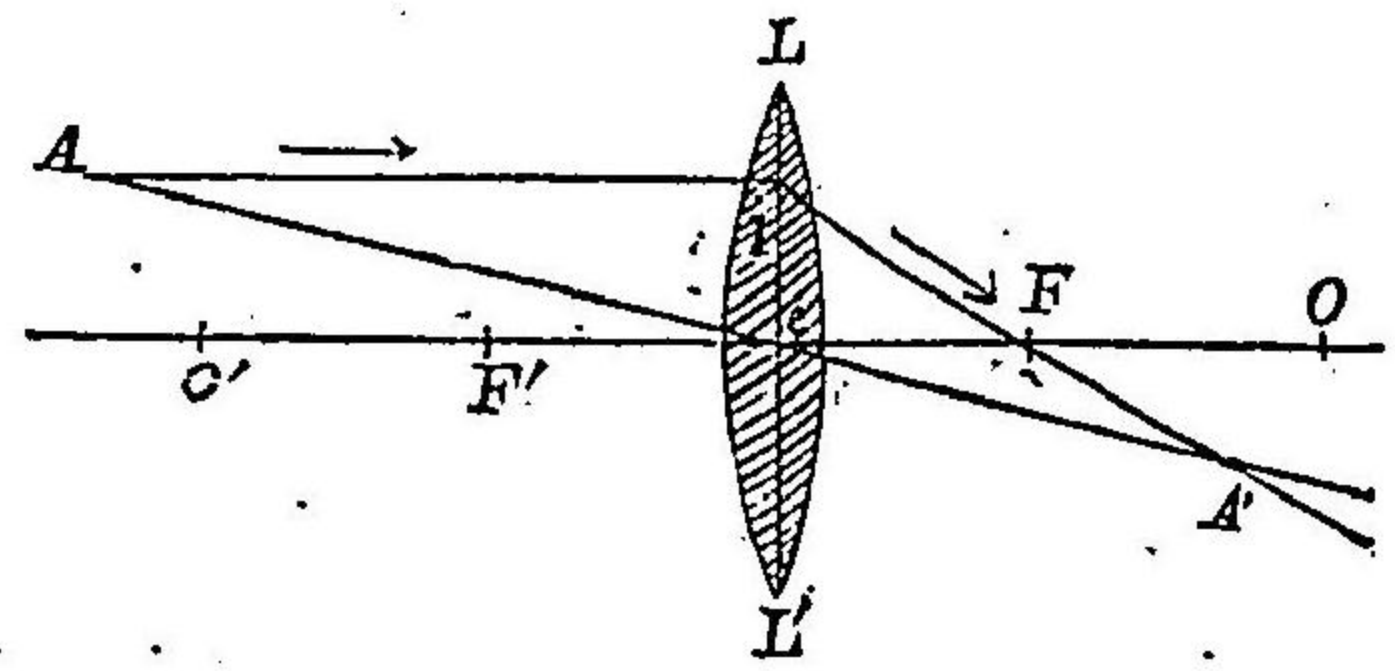
ノ、如ク感ゼラルベシ。

れんずノ中心。れんずノ中心一名れんずノ光學上ノ中心ハ、恰モ彎形鏡ノ鏡頂ニ對スベキ點ニシテ、兩凸面若クハ兩凹面れんずニ於テハ、れんずノ体ノ中心ニアリ、單凸面若クハ單凹面れんずニ於テハ、凸面若クハ凹面ニアリ、又凹凸れんず若クハ凸凹れんずニ於テハ、れんずノ体外ニアリ、此ノ點ハ一ノ特性ヲ有ス、即チ此ノ點ヲ通ジテ引カレタル線ハ、必ズれんずノ兩面ト同一ノ角度ヲナスコト是レナリ、サレバ此ノ點ヲ通ジテれんずヲ經過セル光線ハ、恰モ玻璃

板ヲ通過セル光線ノ如ク、通過ノ後ト雖初メ射リ來レルトキト同一ノ方向ヲ有スルモノナリ、乃チれんずヲ射レル光線ノ方向トれんずヲ通過セル後ノ方向ハ共ニ平行ナルベシ。光學上ニ於テハ、れんずノ厚サハ其ノ他ノ距離ニ比シテ甚ダ小ナルヲ以テ、通常れんずノ中心ヲ經過セル光線ノ方向ハ、一直線ナリト假定ス。

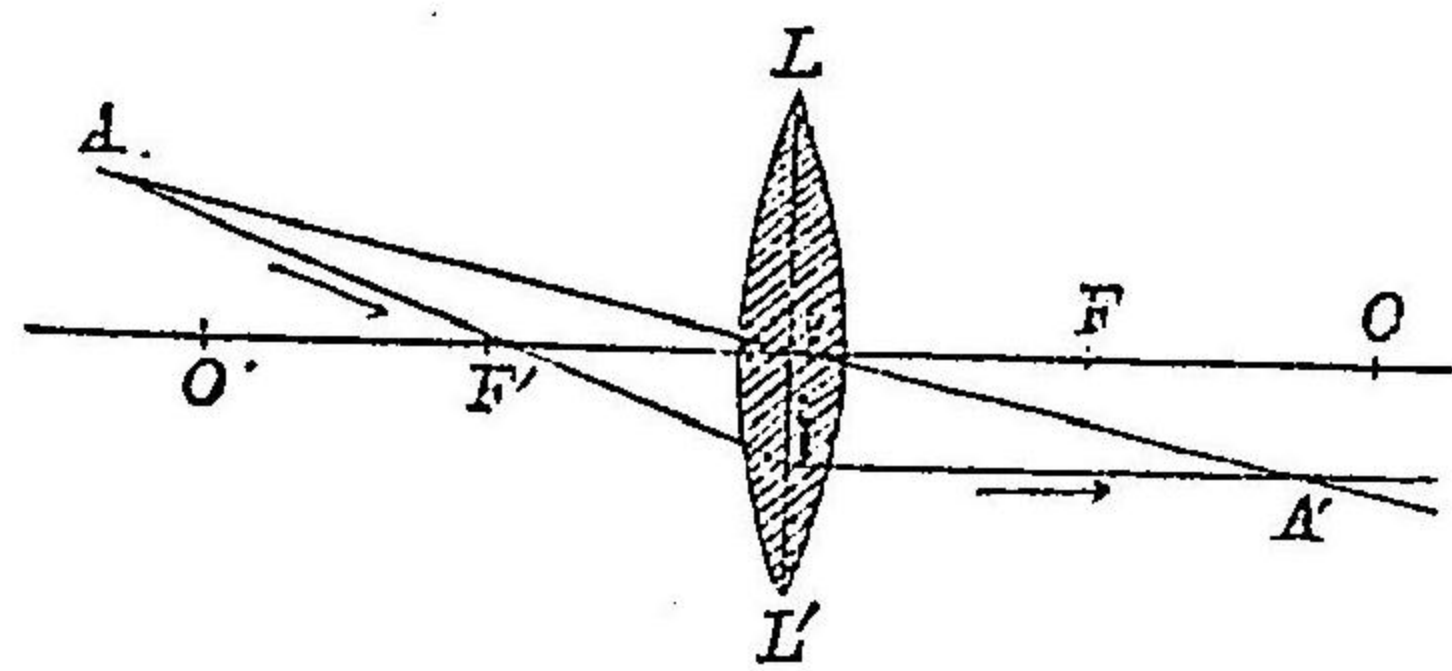
凸れんずノ生スル影像。 第百七十九圖ニ於テ見ルガ如ク、凸れんず(L)ノ

圖九十七百第



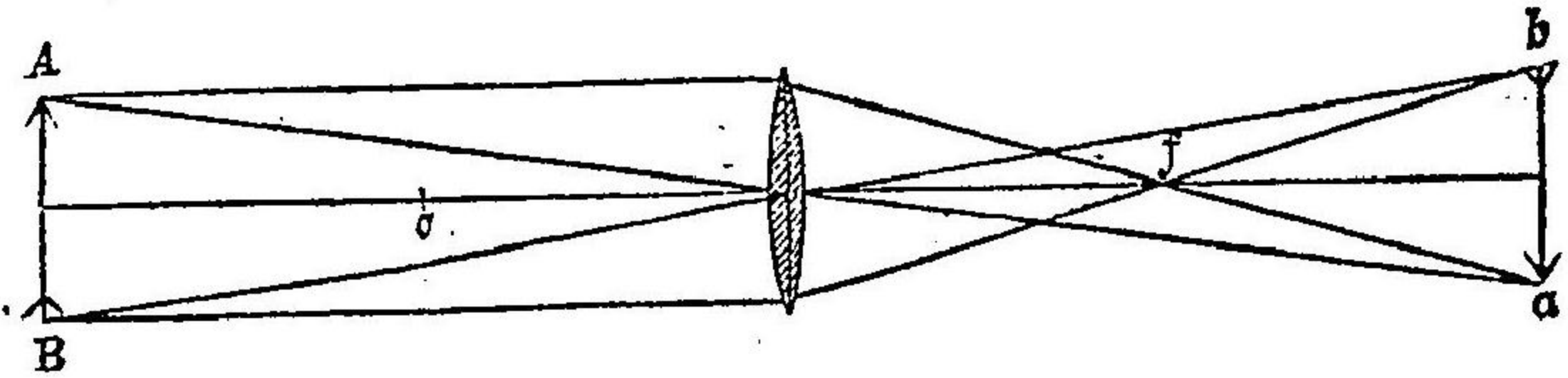
ノ本軸外ニA點アリトセバ、之ヨリ出デ本軸ト平行シテれん  
 ずヲ射レル光線ハ主要燒點Fヲ經過スベク、又れんずノ中心  
 Cヲ通過セル光線ハ前節ノ理ニヨリテ一直線ト見做スコト  
 ヲ得ベキヲ以テ、Aノ影像ハ此ノ二線ノ交點A'ニ現ハルベシ。  
 又第百八十圖ノ場合モ右ニ同ジ、即チAヨリ出デ主要燒點F'  
 ヲ過ギテれんずヲ射レル光線ハ、之ニヨ  
 リ本軸ニ平行スル光線トナリ、i A'ノ方  
 ニ進ミ、其ノ中心Cヲ通過シ來レル光線  
 トA'ニ交ハリテ、Aノ影像ヲ生ズベシ。

圖十八百第



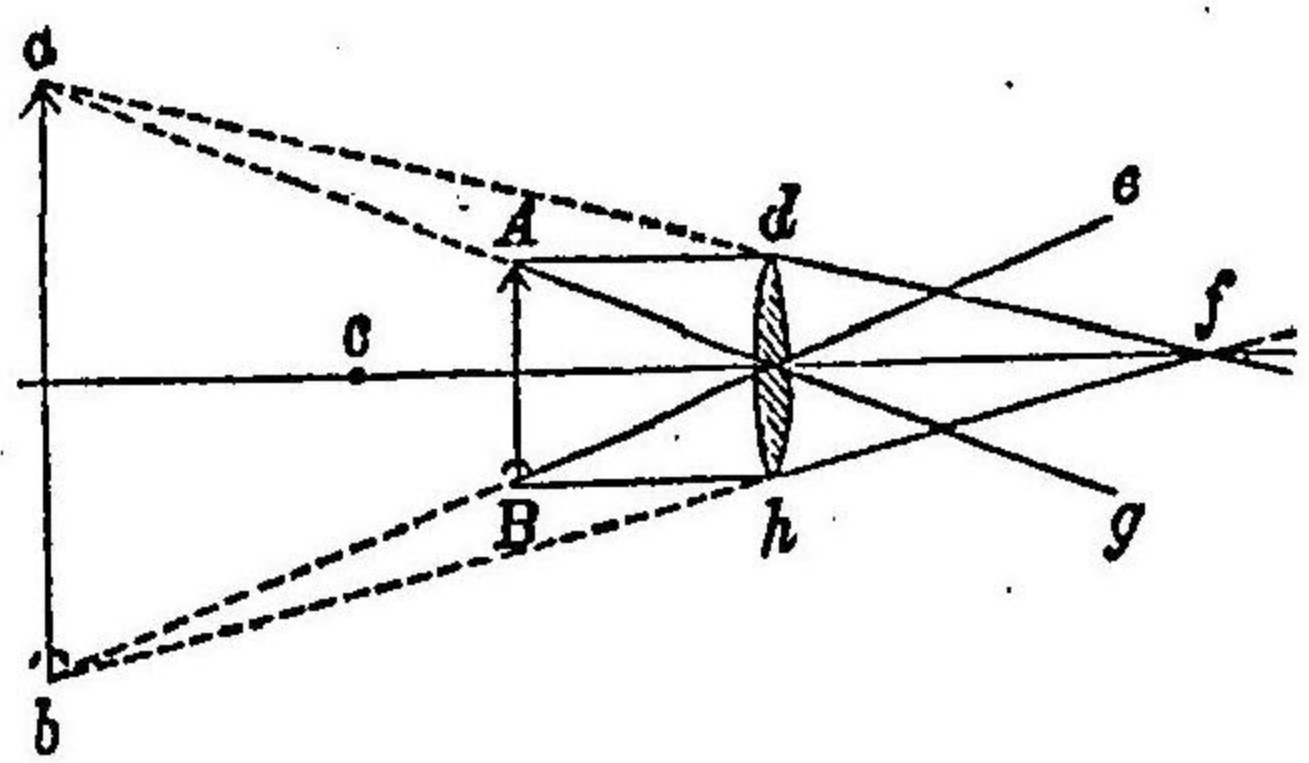
生ズル有様ヲ示ス。A Bハ主要燒點(C)外ニ在ル一物体ナリト  
 センニ、前述ノ理ニヨリ、A點ノ影像ハaニ生ジ、B點ノ影像ハ  
 b點ニ生ズルヲ以テ、b aハA Bノ影像ニシテ、而カモ、倒立セ  
 ル眞像ナリ。

圖一十八百第

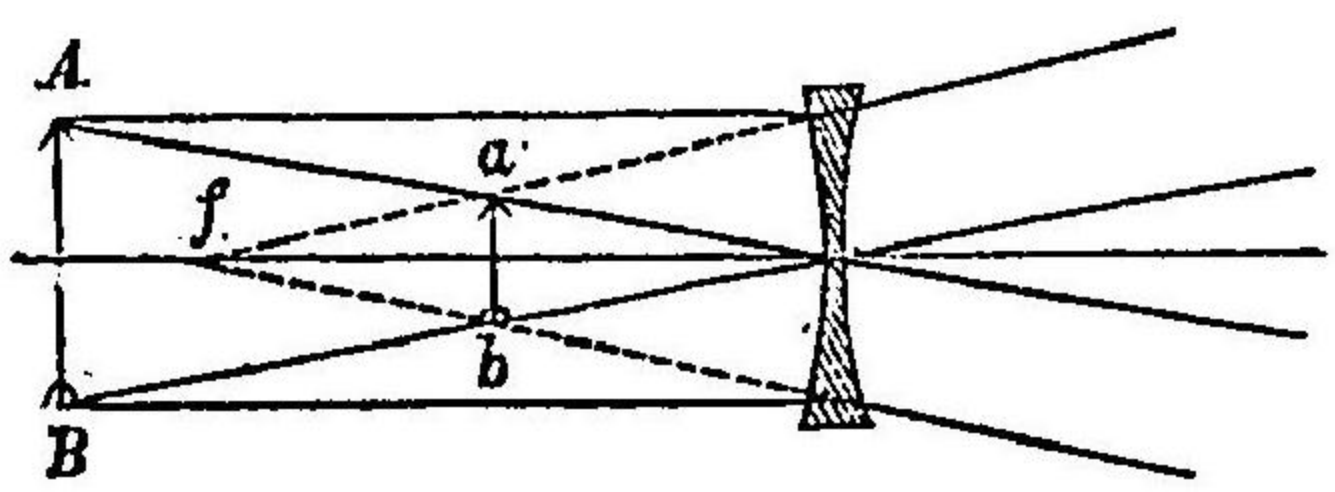


故ニA Bノ影像ハa bナリ、即チ凹れんず

圖二十八百第



圖三十八百第



之ト反シテA B若シ燒點(C)内ニ在ルコト第百八十二圖ニ示ス  
 ガ如クナルトキハ、A點ヨリ出デテれんずヲ通過セル光線d f  
 A gハ愈、遠ザカルニ隨テ愈、擴散シ、到底聚合スルコトナシ、乃チ  
 其ノ假燒點ハaニ在リ、右ト同理ニテBノ假燒點ハbニ在リ、故  
 ニA Bノ影像ハa bナリ、知ルベシ、凸れんずノ主要燒點内ニ物  
 体ヲ置ケバ、其ノ影像ハ直立セル大ナル虚像ナルコトヲ。



ノ生ズルモノハ直立セル小ナル虚像ナリ。但シ此ノ場合ニ於テハ何如ナル位置ニ  
物体ヲ置クモ其ノ影像ハ右ニ示スガ如シ。

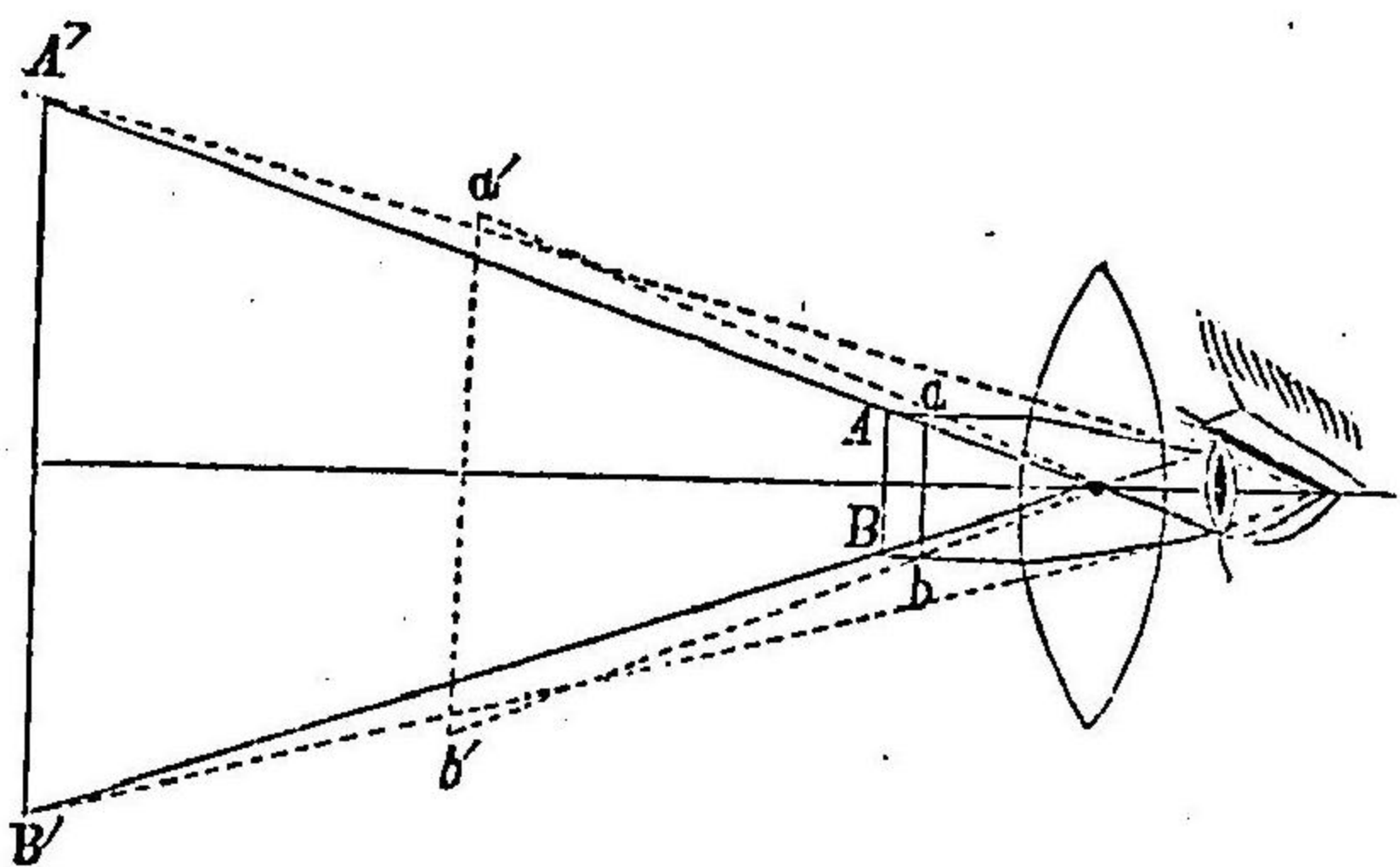
### 第四章 光學上ノ器械—眼球。 寫真用ノ暗筐。

此ノ器械ハ最モ寫真師ニ要アルモノニシテ、物像ヲ筐内ニ

映寫セシムルモノトス。其ノ構造ハ本篇第一章ニ於テ  
小孔ノ倒像ト題スル節(第四百四十二圖)ニ説ケル筐ニ同  
ジク、唯其ノ異ナル所ハ小孔ニ代用スルニ凸れんずヲ  
以テシタルモノニシテ、此ノれんずハ前章第百八十一  
圖ニ示スガ如キ有様ニテ筐外ニ在ル物体ノ影像ヲ筐  
内ニ致セバ、之ヲ寫真板ニ受ケシムルノ裝置ナリ。

**顯微鏡** 顯微鏡ニハ單複ノ二種アリ。單顯微鏡ハ  
凸れんぜニ過ギズ。第百八十四圖ハ即チれんずノ物像  
ヲ増大スルヲ示ス。物体若シ  $AB$  ニ在レバ、其ノ影像ハ  
 $A'B'$  ニ在ルガ如ク思ハレ、 $ab$  ニ在レバ、 $a'b'$  ニ在ルガ

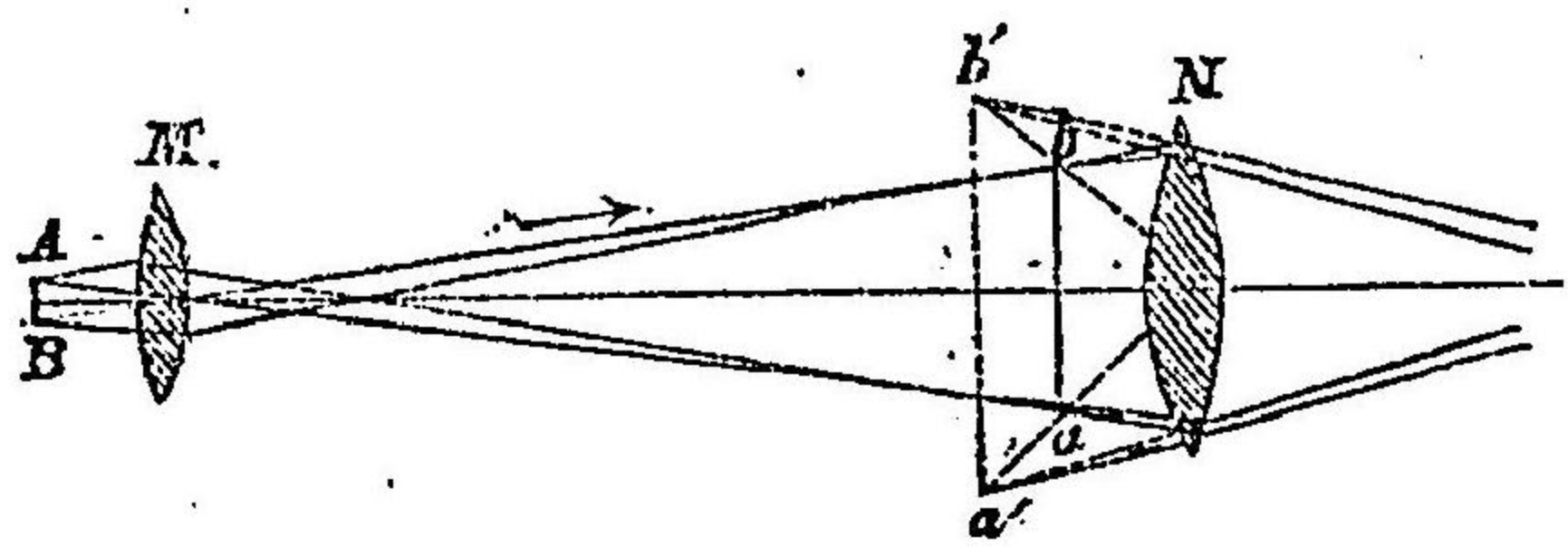
第百八十四圖



如ク思ハルルノ理ハ圖ニ就キテ之ヲ了スベシ。

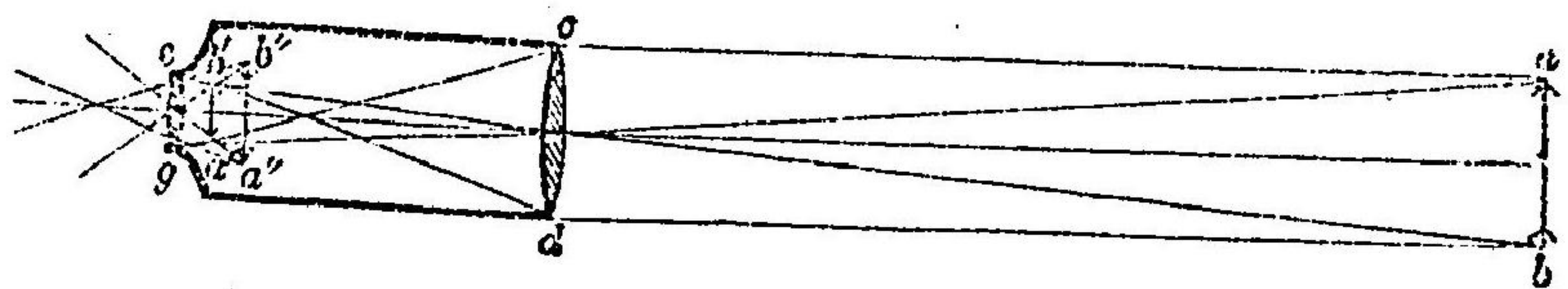
複顯微鏡ハ二種ノ凸れんずヨリ成ルモノナリ。第百八十五圖ノ  $M$  凸れんずハ  $AB$  ノ  
影像ヲ増大シテ  $ab$  ニ顯出セシム、然ルニ此ノ  $ab$  ハ  $N$  凸れんずノ主要燒點内ニ在  
ルヲ以テ、更ニ之ヲ増大シテ  $a'b'$  ニ顯出セシム、故ニ複顯微鏡  
ノ顯スモノハ倒立セル大虚像ナリ。凡テ複顯微鏡ニアリテハ  
其ノ實物ニ接スルモノ  $(M)$  ヲ接物れんずト云ヒ、其ノ眼ニ近接  
スルモノ  $(N)$  ヲ接眼れんずト稱シ、兩者ハ内部ヲ黒塗セル管内  
ニ藏セラル。

第百八十五圖



**望遠鏡** 天文用望遠鏡モ亦顯微鏡ト同ジク接物、接眼二  
種ノれんずヨリ成立ス。唯遠隔ナル物体ヲ寫スモノナルヲ以  
テ、顯微鏡ニ於ケルガ如ク著ク増大スルコト能ハザルノミ。第  
百八十六圖ニ於テ、 $ab$  ハ遠隔ナル場所ニ在ル物体ナリトセ  
バ、其ノ影像ハ  $cd$  凸れんずニヨリテ  $b'a'$  ニ顯出シ、更ニ  $e'g'$  凸  
れんずノタメニ増大セラレテ  $b''a''$  ニ顯出ス。

圖六十八百第



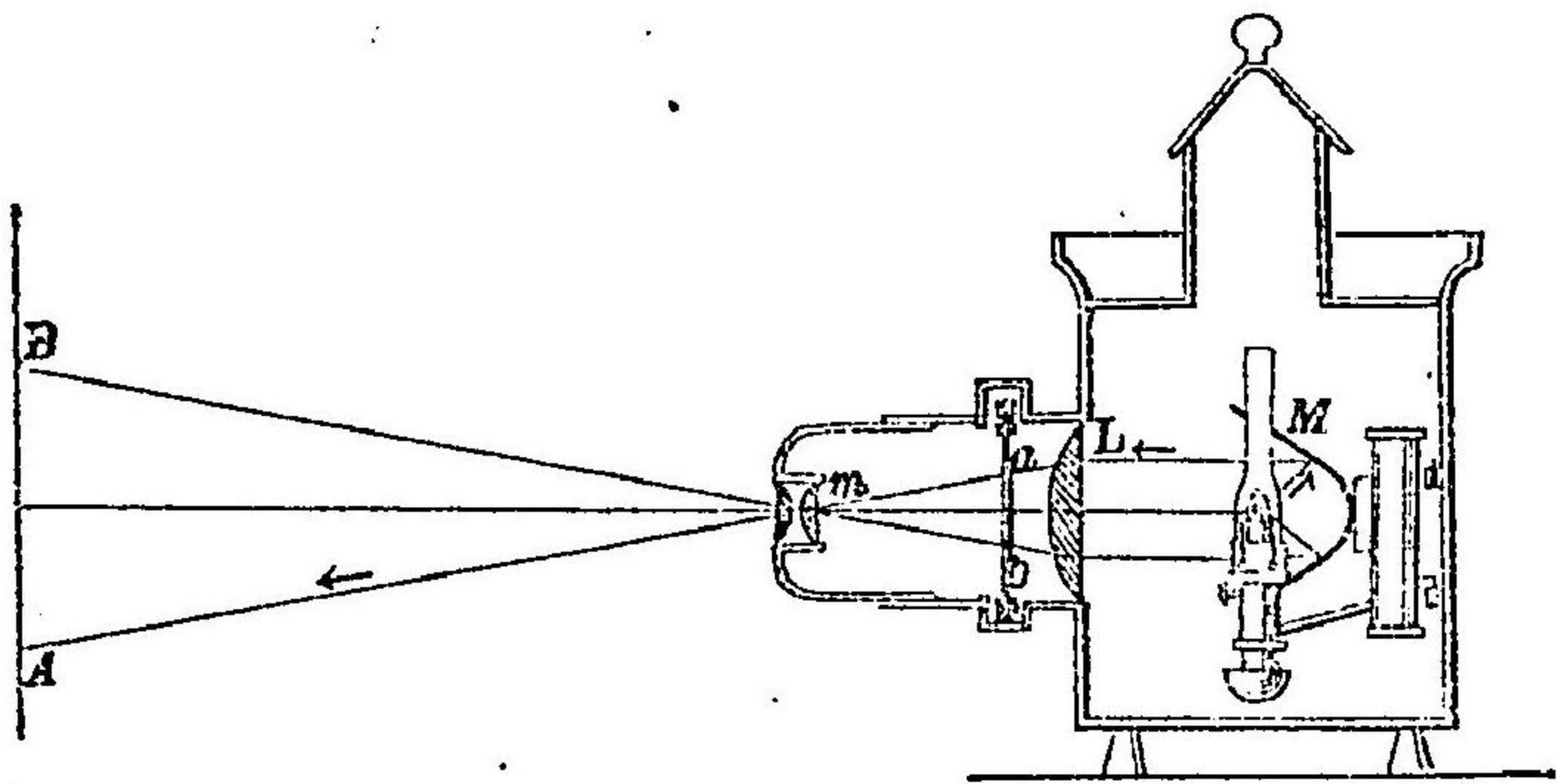
圖七十八百第



がられたノ發明ニ係ル望遠鏡ハ、凹凸二枚ノれんずヲ以テ遠方ノ物體ノ影像ヲ直立シテ映寫セシムルモノニシテ、通常双眼鏡ニ此ノ構造ヲ用フ。第百八十七圖ニ於テ、 $a, b$ ヲ遠隔ノ物體トセンニ、凸形ナル接物れんずハ先ヅ其ノ影像ヲ $b', a'$ ニ現出セシメントス、然ルニ其ノ中途ニ凹れんず $e, g$ ヲ置キテ彼聚束スル光線ヲ擴散セシム、例へバ $a$ 點ヨリ出デタル光線ノ $a'$ ニ聚合セントスルモノハ凹れんずノタメニ擴散セラ、 $l$ ヲ以テ、其ノ假燒點即チ虚像ハ $a''$ ニ顯出ス、之ト同理ニテ $b$ ノ虚像ハ $b''$ ニ顯出シ、 $a'', b''$ ハ即チ $a, b$ ノ直立セル虚像トナルナリ。

幻燈。幻燈ノ構造ハ第百八十八圖ニ就キテ之ヲ了スベシ。一筐ノ中ニ凹鏡 $M$ ヲ置キ其ノ燒、

圖八十八百第

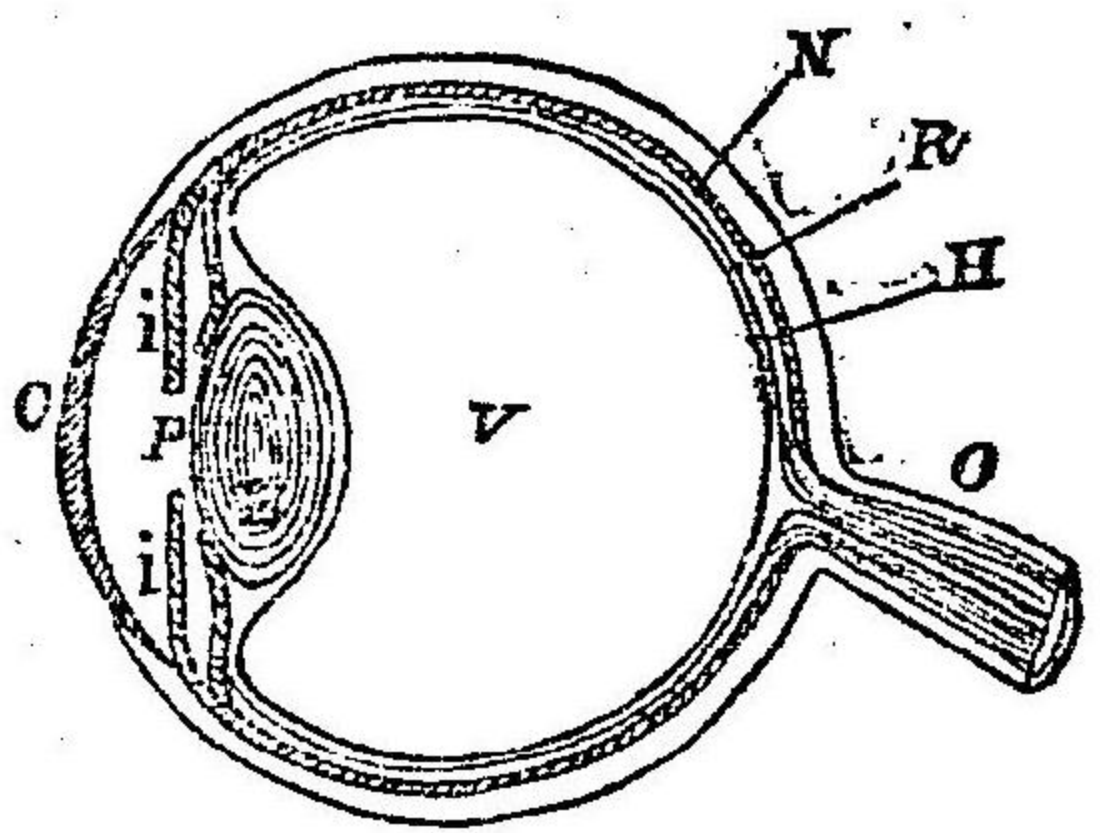


點ニ當ル所ニ光源アリ、 $L$ ハ單凸面れんずニシテ、 $m$ ニハ二箇ノ單凸面れんずアリ、相共ニ一個ノ凸れんずノ如キ作用ヲナス。又 $a, b$ ハ寫出セントスル像形ヲ畫ケル玻璃板ナリ。此ノ器ノ理ハ $M$ ヨリ反射セラレタル光線ハ、光源ヨリ出デタル他ノ光線ト共ニ $L$ ヲ射テ、之ガタメニ聚束セラレ、畫板 $a, b$ ノ影像ヲ寫シテ進ム。然ルニ此ノ影像ハ $m$ ノ凸れんずニテ更ニ倒立シテ幕ニ映寫スルハ、第百八十一圖ノ理ニテ之ヲ解スベシ。但シ幕ニ直立セル影像ヲ寫サント欲セバ豫メ $a, b$ ノ畫板ヲ倒置セザルベカラズ。

眼球ノ構造。第百八十九圖ハ眼球ノ截断面ヲ示ス。其ノ最モ外部ニ位スルモノヲ硬膜ト云フ、白色不透明ノ強硬膜ニシテ、其ノ前面ハ圓キ孔ヲナシ、此ノ孔ハ角膜 $C$ ト稱シ、恰モ懷中時計面ノ玻璃ニ似タ

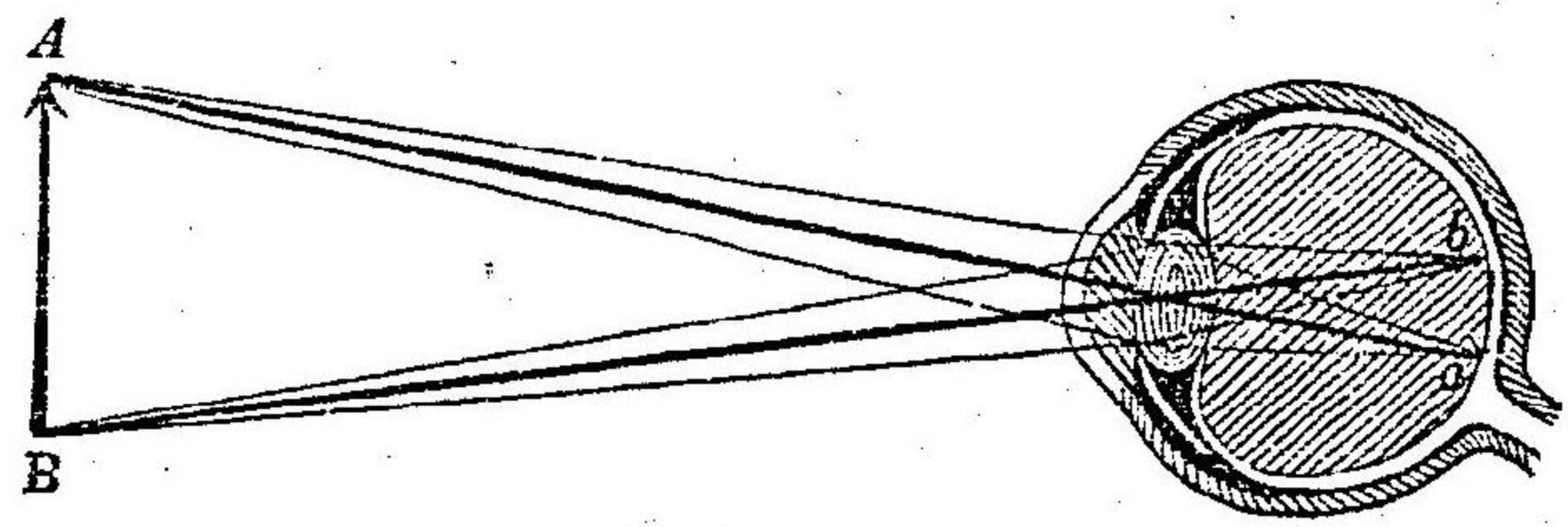
ル透明ナル圓狀膜ヲ以テ蓋ハル。角膜ノ後部ニ當ル空洞部ハ水樣液ト稱スル一種ノ液ヲ以テ充タサレ、更ニ眼球ノ大半部ヲ占ムル所ノ空洞部ハ稍濃厚ナル液ヲ以テ充タサル、之ヲ硝子樣液(V)ト云フ。此ノ二液ノ間ニハ透明ナルれんす體即チ水晶體Lアリ、此ノ水晶體ハ透明ナル薄膜中ニ包藏セラレ、且之ニヨリテ外壁ニ繫ガル。

第百八十九圖



吾人前面ヨリ眼球ヲ望メバ、中央ニ圓孔ヲ有スル有色ノ虹彩膜ヲ見ル、其ノ位置ハ水晶體ノ直前ニアリ(圖中i、i)又虹彩膜ノ中央孔(P)ヲ瞳孔ト云フ。硬膜ノ次ギニ位スル膜Nヲ脈給膜ト稱ス、此ノ膜ノ内面ハ黑色ナリ、是レ餘分ノ光線ヲ吸收スルノ用ヲナスモノニシテ、顯微鏡管及ヒ望遠鏡管ノ内面ヲ黒塗スルト一般ナリ。眼球ノ後部Oハ視神經ニシテ、視神經ノ末端ハ薄膜ニ變ジ、眼球ノ内面ヲ蔽フ、是レ網膜Rナリ。網膜ノ内部ニ一層薄キ透明ノ膜Hアリ之ヲ硝子膜ト云フ。眼球内ノ影像 第百九十圖ハ眼球内ニ物像ノ映寫スル狀ヲ示スモノナリ、物體A、BノA點ヨリ出ヅル光線ハ角膜ヲ通ジテ入り、先ヅ水樣液ニヨリテ屈折セラ

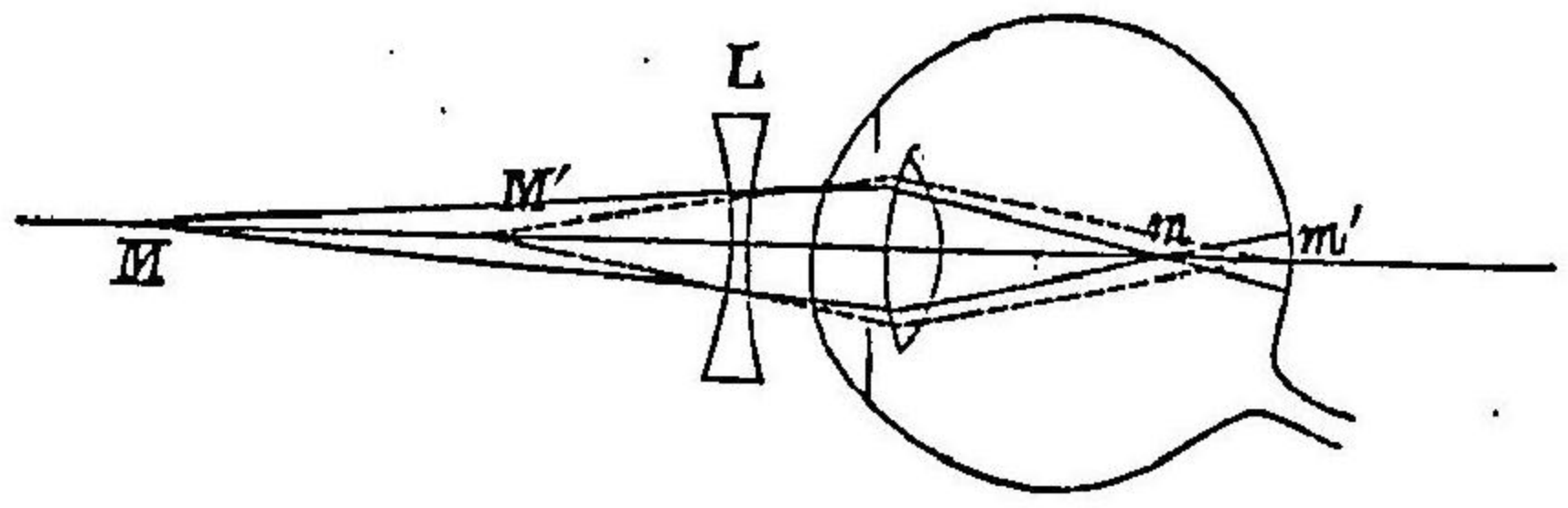
第百九十九圖



レ、瞳ヲ通ジテ水晶體ニ遭フヤ、之ニテ大ニ屈折シ、更ニ硝子樣液ニテモ亦屈折セラレテ聚束光線トナリ、遂ニAノ影像ヲaニ現出ス。之ト同理ニテB點ノ影像ハbニ生ズ、乃チb、aハ網膜上ニ映ゼルA、Bノ影像ナリ。右ニ述ブル所ニヨリテ、吾人ハ眼球ヲ寫真用ノ暗筐ニ比スルコトヲ得ベシ、而シテ、物體ノ影像ハ倒立シテ映寫スルモノナルコトヲ知レリ、然ルニ吾人ノ之ヲ直立シテ感ズルハ何如ナル故ナルヤハ、人ノ疑フ所ナラン。要スルニ頭腦ハ網膜ノ後ニ在リテ物像ヲ視覺スト思フハ、是レ右ノ疑ノ愈、解ケ難キ所以ナルベシ。頭腦ハ物像ヲ直視スルニアラズシテ、いせるノ刺激ノ網膜ヨリ視神經ヲ過ギテ來ルモノニヨリテ、視覺ヲ惹起スルナリ。其ノ眼球内網膜ノ上部ヲ刺激スル影響ハ物體ノ下部ヨリ來リ、其ノ下部ヲ刺激スル影響ハ上部ヨリ來ルモノト感受スルナリ。但シ之ガ詳細ノ説明ニ至リテハ、寧ロ心理學ノ部ニ屬スルヲ以テ茲ニ贅セズ。

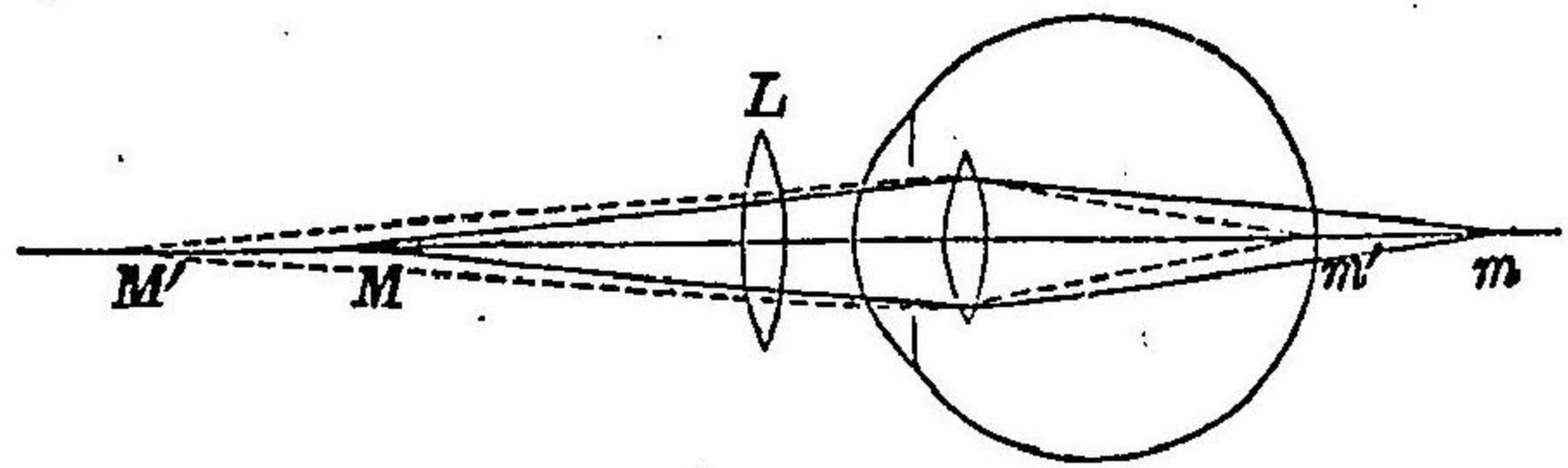
### 近視眼及遠視眼

眼球ノ角膜若クハ水晶體ノ著ク凸形ヲナスハ近視眼ノ原因ナリ。例ヘバ第百九十一圖ニ在リテ、Mヨリ來レル光線ノ眼球ニ入ルアリト



セシニ、若シ角膜及ビ水晶體ノ凸形甚シキトキハ、光線ノ屈折モ亦甚シキヲ以テ、其鮮明ナル影像  $m$  ハ網膜上ニ生ゼズ、網膜ハ單ニ朦朧タル物像ヲ受クルノミ。此ノ時若シ適當ノ凹レンズヲ使用スレバ、之レニテ少シク光線ヲ擴散スルヲ以テ、Mノ影像ハ  $m'$  即チ網膜上ニ生ズ。遠視眼ノ原因ハ角膜及ビ水晶體ノ稍扁平ナルニ在リ。第百九十二圖ニ於テ、Mノ光線ノ眼球ニ入りテ、其ノ屈折スルコト適度ヲ超エテ少キトキハ、燒

第百九十二圖



點ノ位置ハ  $m$  ニ在リ、此ノ際凸れんズヲ以テ更ニ屈折度ヲ増セバ、其ノ燒點ヲシテ  $m'$  即チ網膜上ニ來ラシムルヲ得ベシ。

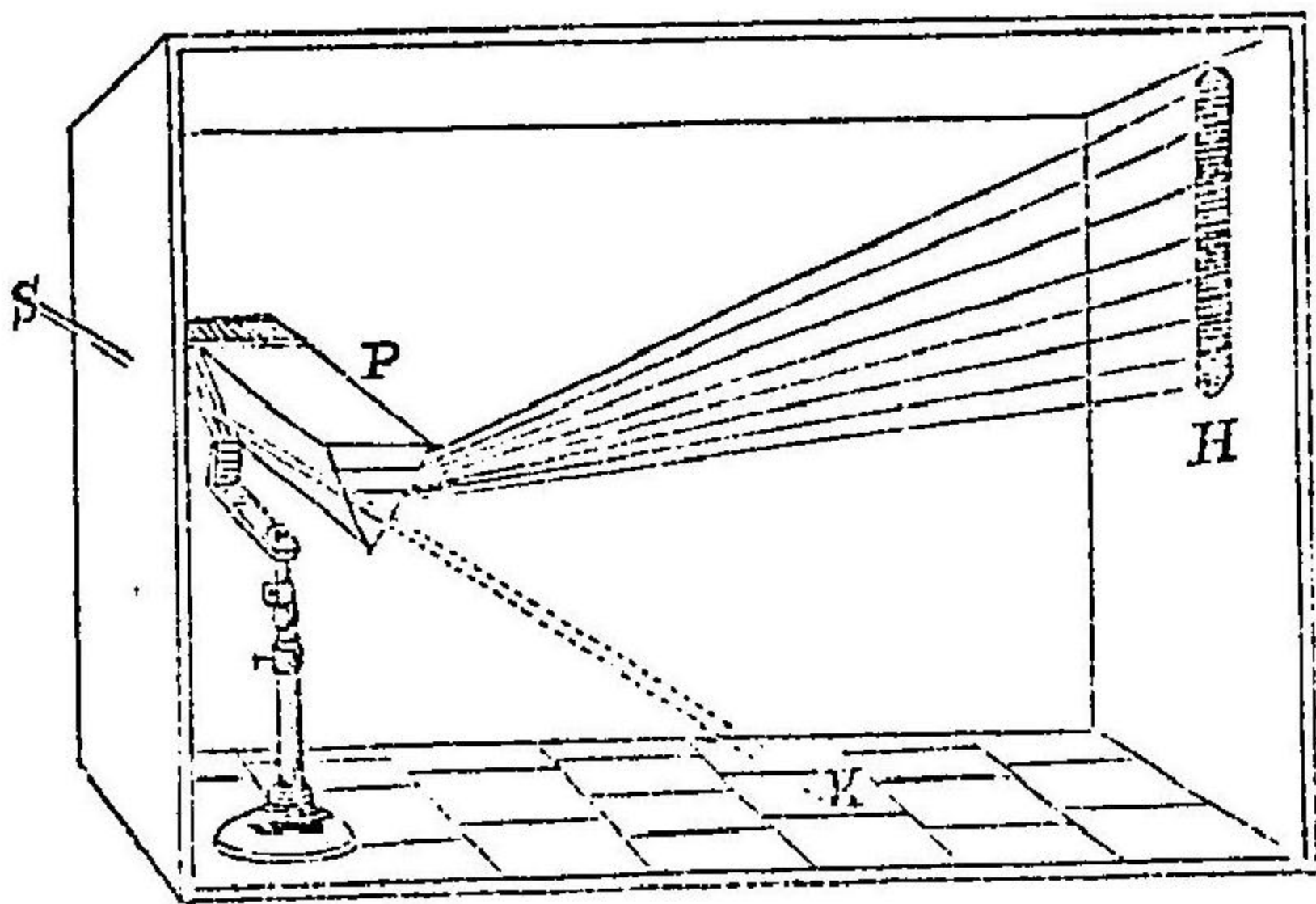
### 第五章

すべくとらむノ現象及ビ物色。

### 光線ノ分解。

一室ヲ暗黒ニシテ戸ニ一小孔ヲ穿テ、錫箔ヲ以テ此ノ孔ヲ覆ヒ、更ニ微小ナル一孔ヲ錫箔上ニ穿ツベシ。今若シ室外ニ一鏡ヲ置キ、之ニ日光ヲ受ケテ、其ノ反射光  $S$  ヲ彼ノ錫箔ノ微小孔ニ向ケシムルトキハ、此ノ光線ハ室内ニ入

第百九十三圖



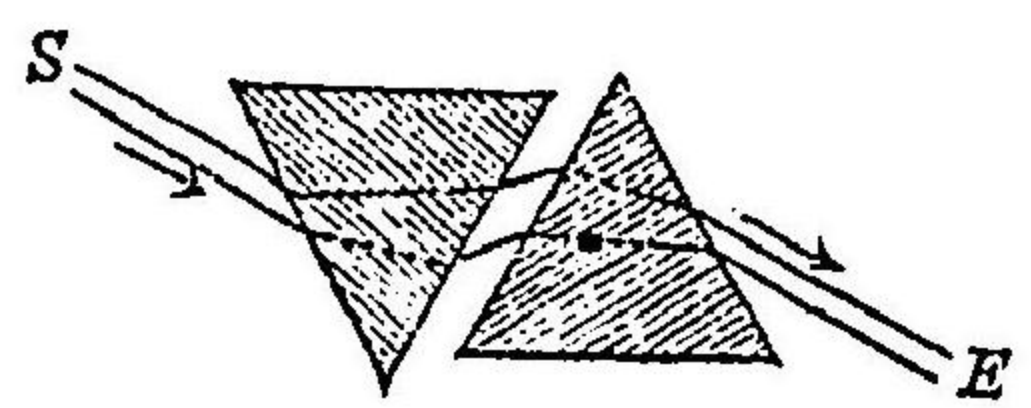
リテ一光點  $K$  ヲ現スベシ。然ルニ此ノ光線ノ通路ニおりずむ  $P$  ヲ置キテ之ヲ通過セシムレバ、反對ノ壁上ニ種々ノ彩光ヨリ成ル帶狀光  $H$  ヲ現出スベシ。此ノ帶狀光ヲすべくとらむト稱ス(第百九十三圖)。斯クシテ現レタルすべくとらむノ彩光ハ概七色ニ分カツコトヲ得ベク、其ノ上ヨリ下ニ及ブ彩光ノ順序ハ左ノ如シ。

紫 紺 青 綠 黃 樺 紅

右ノ實驗ハ日光ヲ分解シタルモノナリ、而シテ吾人ハ太陽ノ光ハ單純ナル光ニアラズシテ、種々ノ彩光

ヨリ合成セラル、モノナルコトヲ推想ス、更ニ此ノ推想ヲ確ムルハ總合法ニアリ。  
**光線ノ總合。** 七種ノ彩光ヲ總合シテ白光ヲ生ズルノ法種々アリ、其ノ第一

第百九十四圖



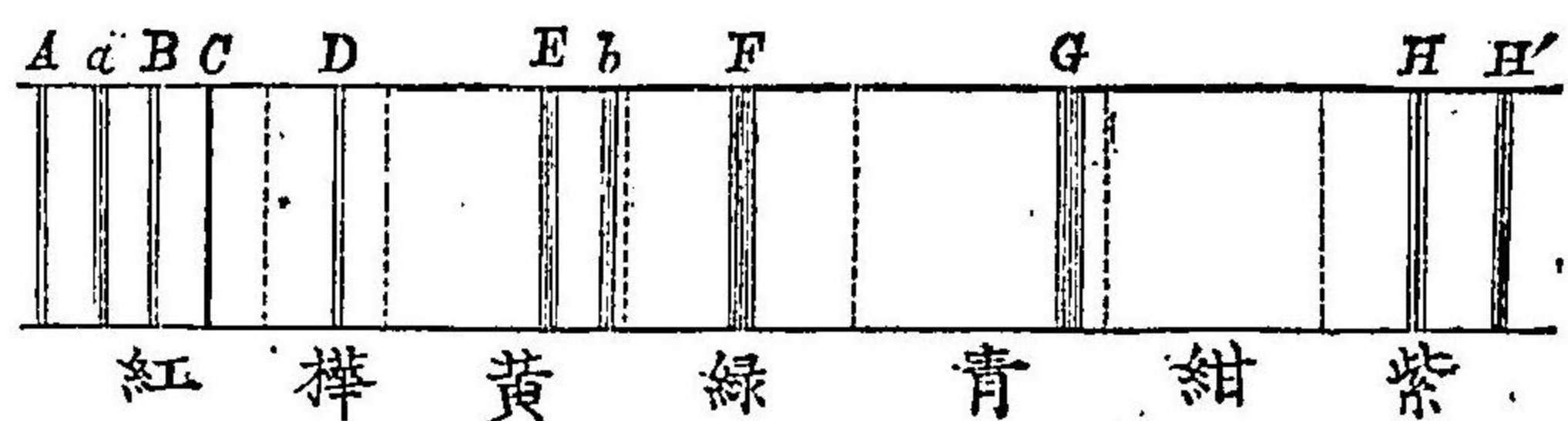
法ハ第百九十四圖ニ於ケルガ如ク、二箇ノ同形ノふりすむヲ反對ニ装置シ、甲ヲシテ一條ノ白光(S)ヲ分解セシメ、乙ヲシテ更ニ前者ニヨリテ分解セラレタル彩光ヲ受ケシムレバ、化シテ一條ノ白光(E)ヲ現出スベシ、若シ乙がふりすむニ代フルニ凸れんずヲ以テスルモ、亦能ク其ノ燒點ニ於テ白光ヲ現出スベシ。

是ニ由リテ之ヲ觀ルニ、白光ハ七種ノ彩光ヨリ成リ、各彩光ハ屈折度ヲ異ニスルモノナルコトヲ了スベシ。即チ第百九十三圖ニヨリテ見ルニ、紫光ハ其屈折度最モ大ニシテ、紺青等之ニ次ギ、紅光ハ屈折度最モ少ナキナリ。但シ日光すべくとらむヲ七種ノ彩光コ分カツハ、便宜上ニ基キタルモノニシテ、實ハ各彩光ノ境界判然タラズ、種々彩色ノ度ヲ異ニスル無種ノ彩光ヨリ成ルモノ、如シ。

日光すべくとらむ中ノ暗線。

日光ヲ分解スルニ方リテ、善良ナルが

第百九十五圖



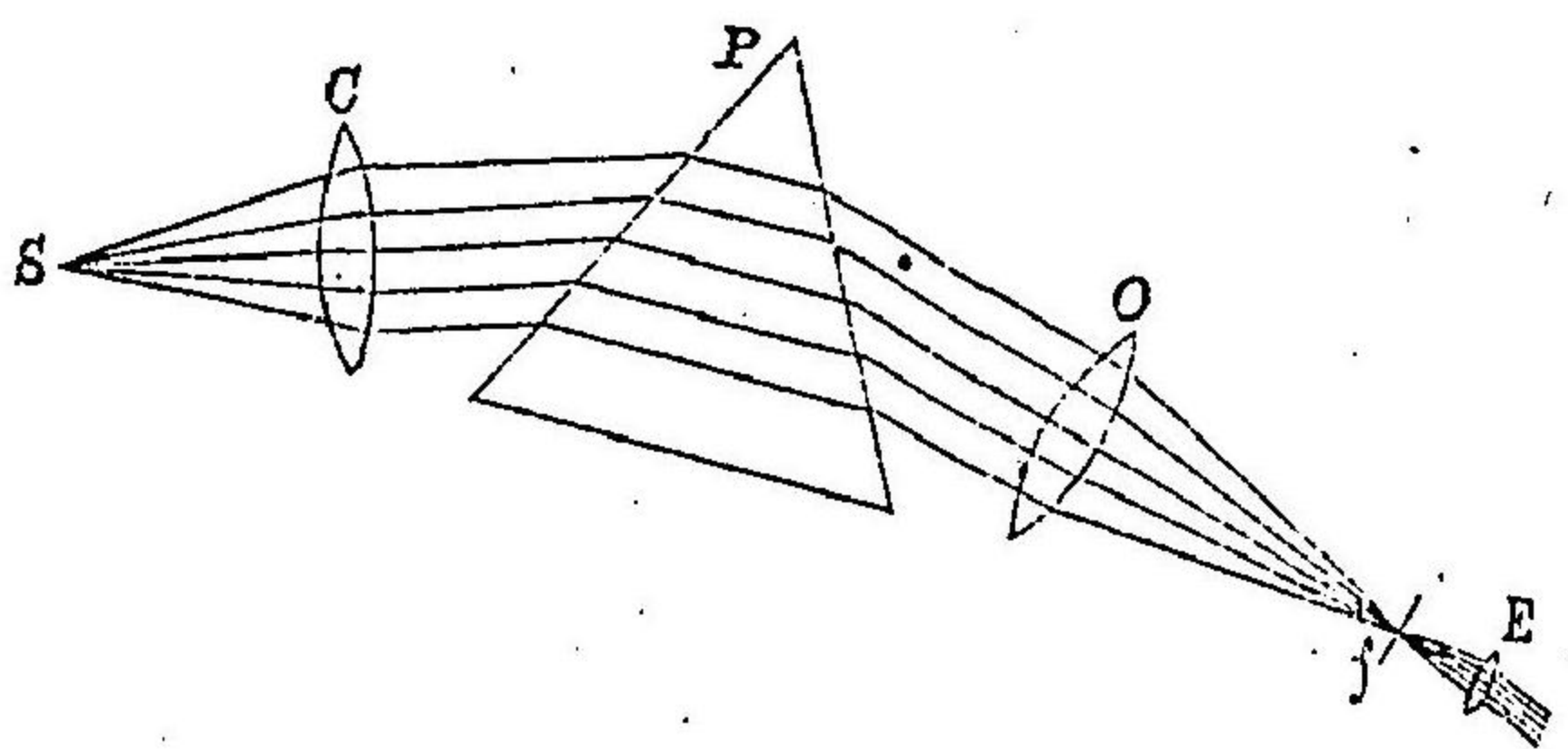
すむヲ用ヒ、且ツ光線ノ入ルベキ間隙ヲ微小ナル細線トナシテ、此ノ細線ヨリ入レル光線ヲ横ニ分解セシムルトキハ、斯クシテ現出セルすべくとらむ中ニ數多ノ暗線横斷シ在ルヲ認メン。斯ク暗線ヲ現出セシムルニハ、光束線至リテ細小ナラザレバ能ハズ、否ラザレバ各種ノ彩光相累重シテ、暗線ヲ滅却スベケレバナリ。故ニすべくとらむ中ニ暗線ノ現出スルハ、是レ其ノ稍純潔ナル徵候ニシテ、愈、純潔ナルトキハ、暗線ノ數甚多クシテ、數百ニ上ルヘシ。

第百九十五圖ハ日光すべくとらむ中ノ重ナル暗線及ビ其ノ符號ヲ示ス。圖中ノ点線ハ各彩光ノ界線ナリ。此等ノ暗線ハ獨逸ノ理學者ふらんほうふえるノ攻究ニヨリテ明カニナリタルヲ以テ、ふらんほうふえる線ト名ヅク。

分光鏡。

分光鏡トハすべくとらむヲ觀察スルノ器械ニシテ、其ノ要部ハ光線ヲ通過スベキ細長ナル間隙ト、此ノ光ヲ平行ナラシムベキ凸れんずト、之ヲ分解ス

第百九十六圖



ベキよりすむとすべくとらむヲ増大シテ見ルベキ望遠鏡的構造トノ諸部ヨリ成ルモノナリ。  
 第百九十六圖ハ分光線ノ原理ヲ了解セシムベキ概圖ナリ。  
 Sハ細小溝ニシテ、是レヨリ入レル光線ハ凸れんずCニヨリテ平行光線トナリ、よりすむPニ達シ、之ニテ分解セラレ、以テ生ジタルすべくとらむハ望遠鏡的構造ニ進ム。凸れんずOハ即チ望遠鏡ノ接物れんずニシテ、此ノれんずハすべくとらむヲフニ生ジ、接眼れんずEハ之ヲ増大シテ見セシムルモノナリ。

人造光ノすべくとらむ。吾人若シ分光鏡ノ細隙

ヲ通ジテ、燭光、燈光若クハ電氣燈光ヲ通過セシムレバ、必ズ一種ノすべくとらむヲ認ムベシ。但シ電氣燈光ノすべくとらむハ殆ト日光すべくとらむニ近ク、燭光、燈光ノ現出スルすべくとらむハ之ヲ日光すべくとらむニ比スレバ、紫紺青等ノ諸彩光甚弱ク、紅黃等ノ諸彩光獨リ著明ナリ。

以上ノ諸光ニ於テハ決シテ暗線即チムらんほうふえる線ヲ現出スルコトナク、所謂連續すべくとらむタリ。此ノ線ハ日光すべくとらむノ特有ナリ。

獨リ燭光、燈光、電氣燈光ノミナラズ、總ベテ紅熾セル固体及ビ液体例セバ熔解セル紅熾鐵ハ必ズ連續すべくとらむヲ現出スルモノナリ。但シ鈍紅熾体ノすべくとらむニ於テハ紅彩光主要部ヲ占ムルト雖、温度愈増スニ隨テ他ノ諸光次第ニ其ノ勢ヲ増シ、此ノ際紅彩光モ亦其ノ光度ヲ増スト雖、獨リ著明ナルガ如キコトナシ、而シテ温度愈昇リテ白熾スルニ至レバ、日光すべくとらむニ類似スルニ至ル。

熱線及ビ化學線。吾人ノ眼ニヨリテ之ヲ認ムルすべくとらむハ、日光すべくとらむ全体ノ中部分ナリ、其ノ紅光ヲ超エテ暗黒ナル部分ニハ熱ヲ與フルモノ即チ熱線アリ、此ノ部ニ寒暖計ノ球子ヲ當テテ之ヲ驗知スルコトヲ得ベシ。又紫光ヲ超ユレバ化學的作用ヲナスモノ即チ化學線アリ、試ミニ硝酸銀ノ溶液ヲ紙ニ附ケテ此ノ部ニ觸レシムレバ、化學的分解ヲナシテ紙面ニ黑色ヲ呈スルニヨリテ之ヲ知ルベシ。

輝線すべくとらむ。酒精燈ノ火焰ニ少許ノ食鹽ヲ入レテ焰ニ黃色ヲ帶

パシメ、此ノ光ヲシテ分光鏡ノ間隙ヲ通過セシムレバ、帶狀ノすべくとらむヲ生ズルコトナク、全体暗黒ニシテ單黃色ナル二條輝線ノ之ヲ横斷スルヲ見ン。サレバ斯クシテ生ゼラレタル光ハ、日光ノ如ク彩光ヨリ合成セラル、コトナク、甚單純ナル彩光ヨリ成ルモノナルコトヲ知ルベシ。是レ火焰中ニ熱燾セルそぢゆむノ蒸氣ノ存在スルニヨリテ生ズルモノニシテ、此ノ輝線ヲそぢゆむ線ト稱シ、此クノ如キまべくとらむヲ輝線すべくとらむト云フ。獨リそぢゆむノミナラズ、各金屬ヲ其ノ揮發ノ難易ニヨリ酒精燈、ぶんせん燈若クハ電氣燈ニテ揮發セシメ、而シテ其ノすべくとらむヲ驗スレバ、何レモ一種特別ノ輝線すべくとらむヲ現出スルモノナリ。總ベテ氣體ノ熱燾セルモノハ、必ズ輝線すべくとらむヲ發ス。例へバ水素ノすべくとらむハ四條ノ輝線ヨリ成立ス、一ハ赤色ニシテ、二ハ青色、而シテ他ノ一ハ紫色ニシテ、其ノ光度他ノ三線ヨリ弱シ。

ふらんほうふえる線ノ原因。

日光すべくとらむ中ノ暗線ハ、概テ地球

上ニ存在スル種々ナル物体ノすべくとらむ輝線ト其ノ位置ニ於テ精密ニ相一致スルコトハすべくとらむ現象ノ最モ著キ事實ナリ。例へバそぢゆむ線ハふらんほう

うふえる線Dト精密ニ一致スルガ如シ。此ク輝線ト暗線ト相一致スルコトハ、分光鏡ノ間隙ニ特別ノ裝置ヲ設ケ、日光すべくとらむト輝線すべくとらむト相駢ビテ現出セシムルニヨリテ之ヲ徴知スベシ。

今若シ人爲ノ光ヲシテ分光鏡内ニ連續すべくとらむヲ現出セシメ、而シテ後チニ此ノ光源ト間隙トノ間ニ食鹽ニテ彩色セル酒精燈焰ヲ置キ、彼ノ燈焰ヲシテ之ヲ通過セシムルトキハ、先ノ連續すべくとらむハ恰モそぢゆむ線ノ現出スベキ所ニ暗線ヲ現ス、知ルベシそぢゆむ焰ハ其ノ現出スベキ光線ト同一ノ光線ヲ吸收スルノ力アルコトヲ。

以上ノ事實ニヨリテ推想スルニ、太陽ノ中心ハ固体若クハ液体ノ紅燾セルモノニシテ、此ノ部ヨリ發スル光ハ連續すべくとらむヲ生ズルモノナレドモ、此ノ中心ヲ圍繞スル所ノくるもすふはや(炎太氣)中ニハ種々ノ物質ノ熱燾蒸氣存在シテ、各自特有ノすべくとらむニ對スベキ彩光ヲ吸收スルモノナルベシ、是レふらんほううふはる線ノ原因ナリ。加旃吾人ハ此ノ理ヲ推シテ太陽ノ炎太氣中ニ存在スル物質ヲ察知スルコトヲ得ルナリ。

### 恒星及行星雲ノすべくとらむ。

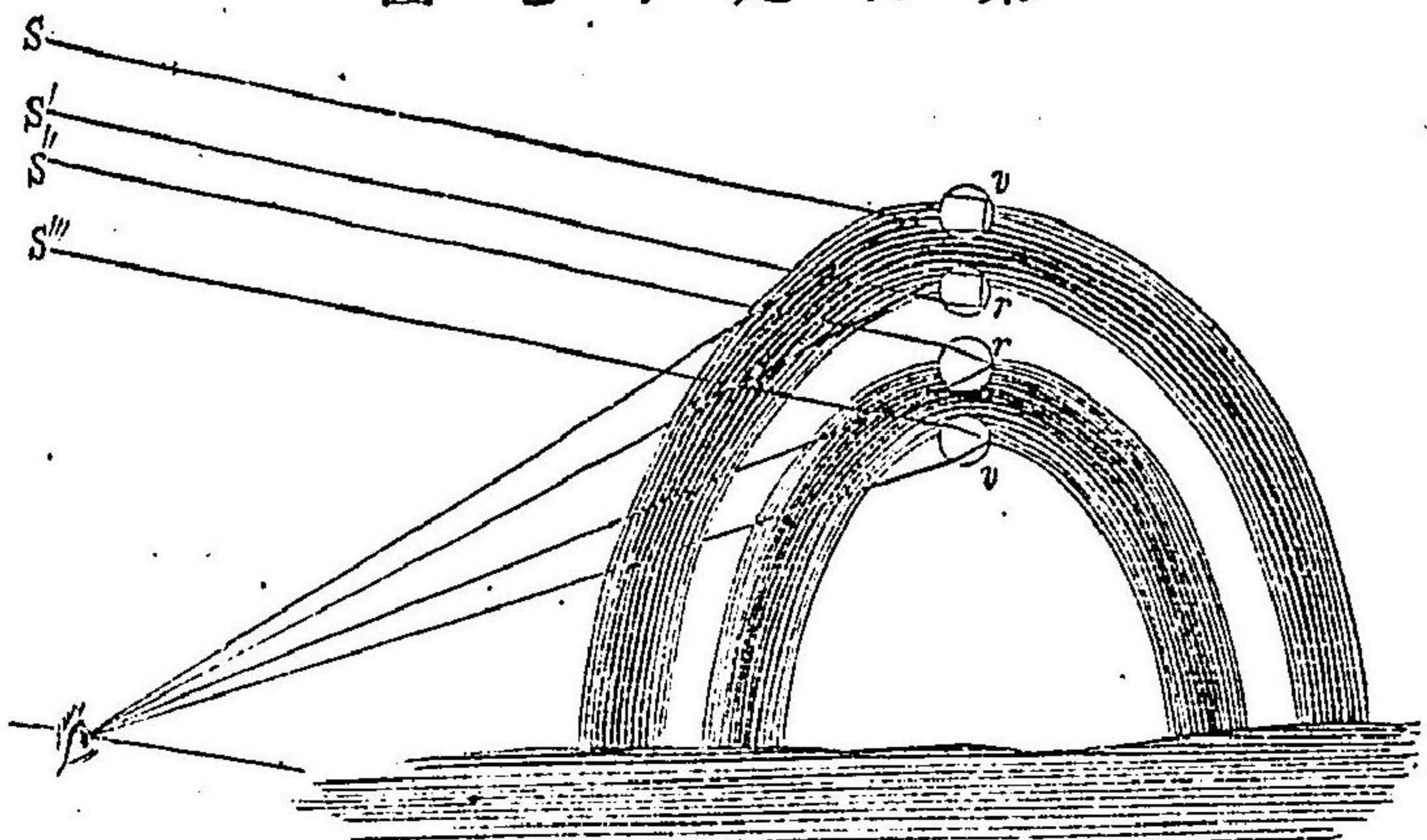
太陽ノ成分ヲ知ル、尙之ヲ恒星及行星雲ニ應用スレバ其ノ構造及成分ヲ知ルコトヲ得ベシ。天体化學ノ基礎ハ實ニ分光鏡ニ在ルナリ。恒星ノすべくとらむハ恰モ太陽すべくとらむハ輝線タリ、故ニ恒星ハ太陽ノ如キ構造ヲ有スルモノナルコトヲ知ルベク、星雲ハ熱燦セル氣體ナルコトヲ了スベシ。但シ古昔ニ星雲ト思ハレ、今者精密ナル望遠鏡ノ發明ニヨリテ星雲ノ狀ヲ有スレドモ、實ハ星ノ集合セルモノナリト知ラレタルモノ、すべくとらむハ、無論恒星ノすべくとらむニ類ス。

### 虹ノ理。

虹ハ空中ニ存在スル水滴ノ、日光ヲ分解シテ之ヲ反射スルニヨリテ生ズ、故ニ其ノ現ハル、ヤ必ズ太陽ト反對シタル方向ニ於テスルモノトス。又同時ニ往々二種ノ虹ヲ見ルコトアリ、其ノ鮮明ナルモノヲ本虹ト云ヒ、其ノ彩色弱キモノヲ副虹ト云フ。

第九十七圖ハ虹ノ現出スル理ヲ解セシムルモノナリ。S、S'、S''、S'''光線ノ水滴ニ遭フヤ、二重ノ屈折ト一次遭フヤ、之ニヨリテ二重ノ屈折ト、二重ノ反射トヲナシ、其ノ際分解セラレテ眼ニ達

第九十七圖



ス、又S''、S'''光線ノ水滴ニ遭フヤ、二重ノ屈折ト一次ノ反射トニヨリテ眼ニ達ス、故ニ其ノ上ニ現ル、モノハ其ノ下ニ現ル、モノニ比スレバ彩色甚薄シ。下ノ虹即チ本虹ニ於テハ、紫ハ下ニシテ紅ハ上ナリ、又副虹ニ於テハ此ノ位置反對ナリ。

### 物色ノ原因

物体ノ色彩ヲ現スノ理ハ、其ノ白光ヲ受クルヤ、其ノ中ノ或ル彩光ヲバ之ヲ存シ、他ヲバ全ク之ヲ吸収スルニヨルモノナリ、而シテ其ノ存セラレタル彩光ノ、物体ヲ通過スルトキハ該物体ハ有色ノ透明体トナリ、反射スルトキハ該物体ハ不透明ナル有色体トシテ見ラル、ナリ。故ニ兩者ノ場合ニ於テ、物体ニ色彩ヲ與フルモノハ吸収セラレザル彩光ニアリトス。物体若シ其ノ受クル所ノ光線ヲ全ク吸収スルトキハ、黒色ニ見え、全ク之ヲ反射シ若クハ透過スルトキハ白色又ハ無色透明ニ見ユル



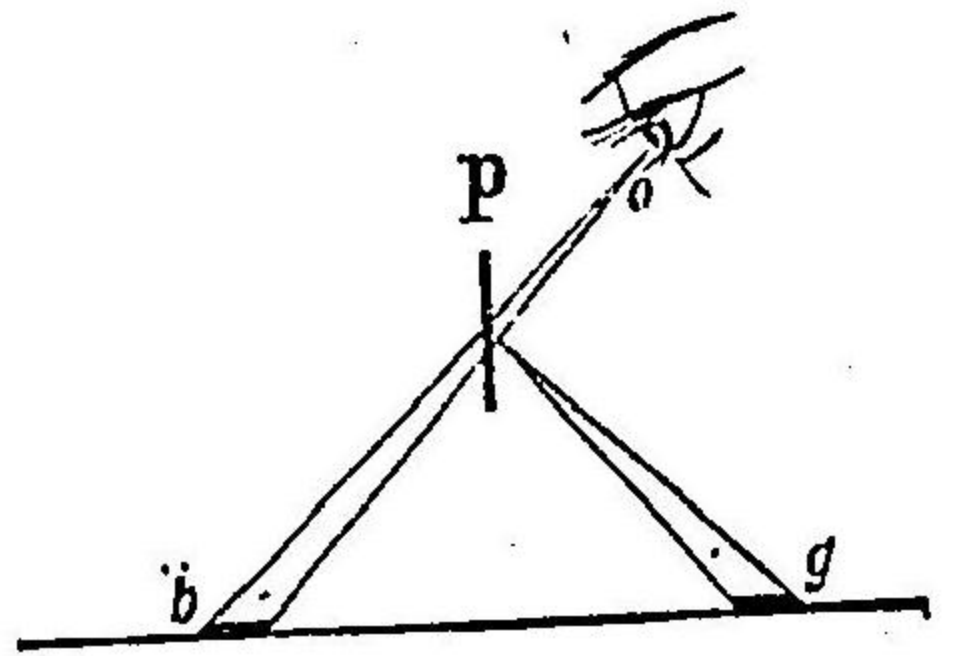
ナリ。サレバ色彩ナルモノハ物體ノ固有性ニアラズ。全ク光線ノ作用ニ基ク。故ニ光線ニシテ各種ノ彩光ヲ含有スルコトナクシテ、單一種ノ彩光ヨリ成レルモノナラシニハ、吾人ハ物體ニ於テ種々ナル色彩ヲ認ムルコト能ハズ。例ヘバ暗室ニ入り、食鹽ヲ附着セル白金線ヲふんせん燈ニテ熱熾シ、之ヲ以テ室内ノ物體ヲ見ルニ、其ノ黄色ナルモノハ鮮明ニ見ユベキモ、其ノ他ノ色ヲ帶ブル物體ハ悉ク黒ク見エシ、是レ食鹽ハ單一種ノ彩光即チ黄色光ノミヲ供スルヲ以テナリ。

色ノ混合、補色。

色ヲ混合スト云フハ網膜ノ同一部分ニ同時ニ異種ノ彩光ヲ受ケシメテ、何如ナル感覺ヲ惹起スルカヲ知ルコト是レナリ。吾人若シ適宜ノ二色ヲ撰ビテ之ヲ混合スレバ、白光ノ感覺ヲ與フルモノナリ。此クノ如キ二色ヲ相互ノ補色ト云フ。例ヘバすべくとらむノ紅色光ノミヲ殘シテ其ノ他ノ六色光ヲ總合スレバ、綠青色ヲ現出スベク、此ノ綠青色光ニ紅色光ヲ混合スレバ、必ズ白光ヲ現出スヘシ、故ニ綠青色ハ紅色ノ補色ニシテ、紅色ハ亦綠青色ノ補色ナリ、其ノ他青色ト黄色ト如キモ亦相互ニ補色ヲナス。

黄色ト青色トヲ混合シテ白色ヲ生ゼシメントセバ、第百九十八圖ニ於テ見ルガ如ク

第百九十八圖



ク玻璃板Pヲ鉛直ニ立テ、bニ青色紙ヲ置キ、gニ黄色紙ヲ置キ、oニ目ノ位置ヲ定メテ、gノ色ヲ玻璃板ノ反射ニテ見、bヲバ玻璃ヲ通過シテ見ルトキハ、bトgノ感覺ハ同時ニ目ニ入りテ、俱ニ白色ノ感覺ヲ與フベシ。若シ又bノ位置トgノ位置トニ種々ナル色紙ヲ置クトキハ、各色ノ混合ニヨリテ生ズル色ヲ認メ得ベシ。

繪具ノ混合。

右ニ述ブル處ハ通常吾人ノ經驗ニ反スルモノノ如シ。黄色ノ繪具ト青色ノ繪具トヲ混交シテ生ズル色ハ白色ニアラズシテ綠色ナリ、コレ繪具ノ混合ハ實際色ノ混合ニアラザルガ故ナリ。試ニ透明ナル青色ノ液ヲ通過セル光線ヲ分解スレバ、單一青色光ト綠色光ノ一部分ノミヲ殘シテ、其ノ他ノ彩光ハ全ク消滅スルモノナリ。若シ又青色ノ液ニ代フルニ透明ナル黄色ノ液ヲ以テセバ、黄色ノ光ト綠色光ノ一部分トヲ殘シテ、其ノ他ノ彩光ハ全ク消滅スベシ、コレヲ以テ青色ノ繪具ハ青色光ト綠色光トノミヲ反射シテ、其ノ他ヲ吸收シ、黄色ノ繪具ハ黄色光ト綠色光トノミヲ反射シテ、其ノ他ノ光ヲ吸收スルモノナルコトヲ知ル、故ニ黄

色ノ繪具ト青色ノ繪具トヲ混合スレバ、其ノ單ニ反射セラル、ハ綠色光ノミニシテ、其ノ他ノ彩光ハ悉ク吸收セラル、モノナリ。是レニ由リテ繪具ヲ混合スルハ實際色ヲ混合スルモノニアラザルコトヲ曉ルベシ。

色消れんぎ。

れんぎハふりすむノ合成ニ外チラザレバ、其ノ光線ヲ屈折スル際ニ亦之ヲ分解シテ彩光ヲ現スモノナリ、斯クテ物像等ニ其ノ固有ニアラサル色彩ヲ附着スルノ不便アリ、斯クノ如キヲ色ノ收差ト云フ、此



ノ不便ヲ廢スル爲ニ用ユルヲ色消れんぎト稱ス。色消れんぎハ上圖ニ於テ見ルガ如ク、くらおん玻璃ノ凸れんぎBト、燧石

ニ於テハBニヨリテ分解セラレタル光線ハAニヨリテ矯正セラレ、再白光トナリテ屈折スベシ、是レくらおんれんぎノ屈折度ハ燧石れんぎノ屈折度ニ比シテ、尠キヨリ、兩者ニ適當ノ厚サヲ與ヘテ組成セルモノニシテ、此ノ合成れんぎハ恰モ單一ノれんぎノ如ク働ク。

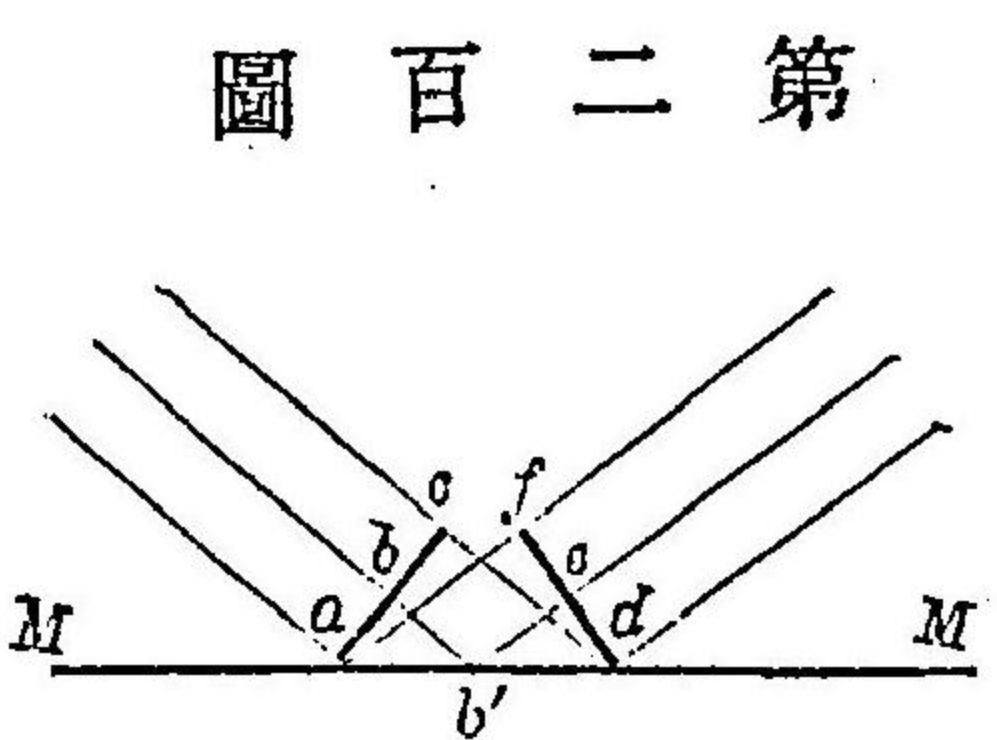
### 第六章 波動說ノ真相——光ノ分極。

#### 波動說ノ價值。

古來光ノ本性ニ關シテハ二種ノ說アリ、其ノ一ハ發射說ニシテ、他ノ一ハ波動說ナリ、發射說ニ由レバ光ヲ一種ノ物質ト見做シ、此ノ物質光体ヨリ發射スルモノトナス、然レドモ今日ノ理學者ハ皆波動說ヲ採用スルニ至レリ、是レ波動說ハ最善ク光ノ現象ヲ解明スルニ足ルヲ以テナリ、本章ニ於テハ光ノ屈折、反射其ノ他ノ現象ニ就キテ波動說ノ真相ヲ明カニスベシ。

#### 反射ノ理。

第二百圖ハ反射ノ理ヲ説明スルモノナリ。例ヘバ一束ノ平行光線



第 二 百 圖

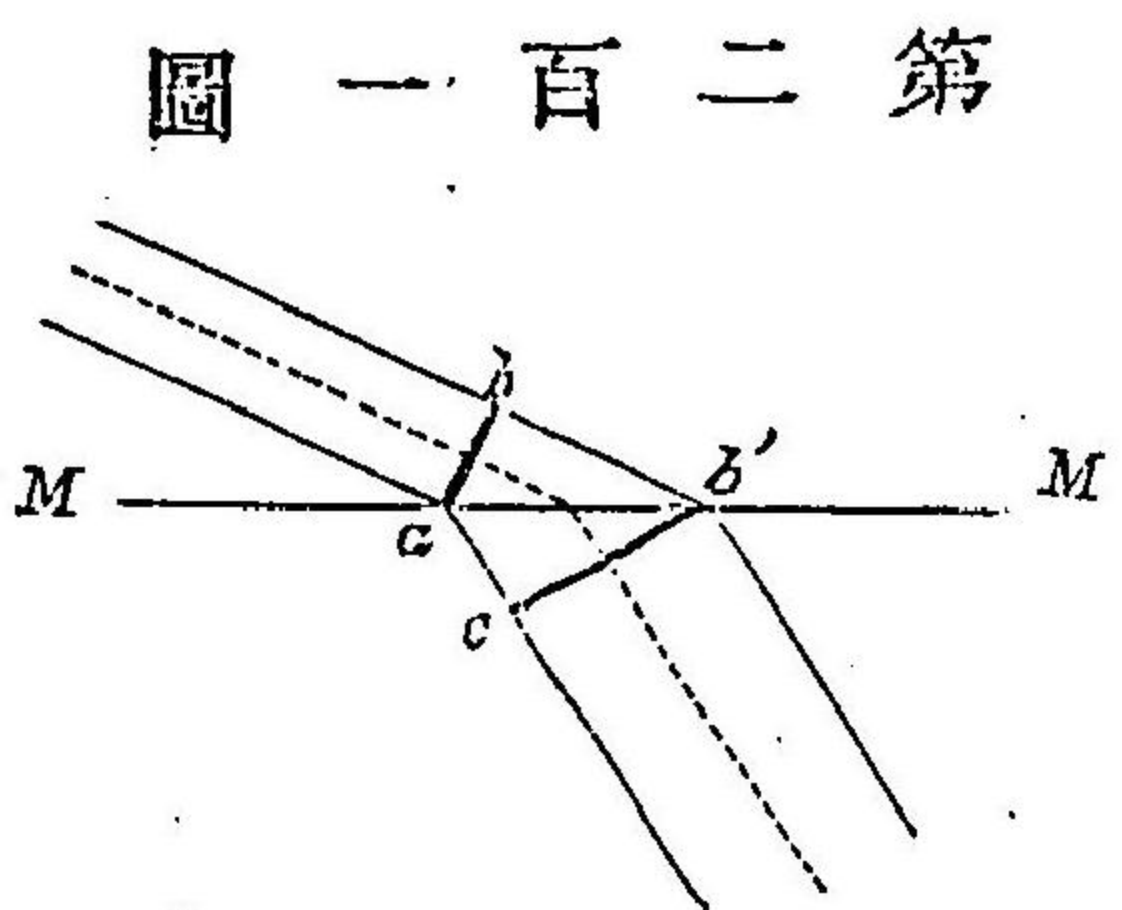
進ミ來リテ、平面鏡MMヲ射ルト仮定シ、 $a, b, c$ ハ光波ノ前面ヲ現スモノト仮定ス

ベシ。然ルニ光線 $a$ ハ先ヅ鏡面ヲ射テ $a, f$ ノ方向ニ反射シ、次ニ光線 $b$ ハ $b, e$ ノ方向ニ反射シ、最後ニ光線 $c$ ハ $d$ 点ヨリ反射スルナリ。然ルニ $a$ ハ最先キニ反射シ、 $b$ ハ其ノ次ニ位スルヲ以テ、 $a$ 光線ノ $f$ ニ進ミ、 $b$ 光線ノ $e$ ニ進ミタルトキ、 $c$ ハ漸ク $d$ ニ達スルガ故ニ $a, b, c$ ノ光波ハ $d, e, f$ ノ位置ニ於テ進ムコトトナル。又入射角ト反射角ト同一ナル理ヲ解カンニ、 $a, f$ ハ $c, d$ ニ同シ、

バナリ、且  $a f d$  角ト  $a c d$  角ハ直角ニシテ、共ニ同ジク、 $a d$  ハ通有ナルヲ以テ、 $a f d$  三角形ト  $a c d$  三角形トハ共ニ相等シ、故ニ  $c d a$  角ハ  $f a d$  角ニ同ジキナリ、乃チ入射角ト反射角ト相同シキコトヲ微知スベシ。

屈折ノ理

次ニ屈折ノ理ヲ説キ明カサンニ、一束ノ光線アリ、其ノ前面ハ  $a b$



第 二 百 一 圖

ニシテ、斜ニ一体  $M M$  ニ衝突シ、此ノ  $M M$  ヲ界トシ、其レヨリ后ハ光線ノ速度遅緩スト仮定スベシ、然レバ光線  $a$  先ヅ  $M M$  ヲ射テ、其ノ速度遅緩セル際ニ、光線  $b$  ハ尙初メノ速度ヲ以テ進ムベキモノナリ、故ニ  $b$  ノ  $b'$  ニ達スル間ニ、 $a$  ハ漸ク  $c$  ニ達セリトセバ、 $a c$  ハ  $b b'$  ヲヨリ短キコト勿論ナリ、即チ  $a b$  ナル一列ノ  $a$  端ノ方先ヅ、其ノ速度ヲ減ズル割合ナルヲ以テ、 $b$  點ノ全ク  $b'$  點ニ達スル迄ニハ  $a b$  ハ  $c b'$  ノ位置ヲ取ラサルベカラズ、是レ光線ノ方向屈折セザルヲ得ザル所以ナリ。ヨリテ考フルニ、濃厚ナル光媒ニ於テハ稀薄ナル光媒ニ於ケルヨリハ、其ノ速度遅シ、是レ緻密ナル透明体ニ於テハいせるハ是等ノ分子ノ爲ニ多少、其ノ速度ヲ妨ゲラルルガ故ナルベシ。

各彩光ノ光波

波動説ニ據レバ、白光ノ分解セラレテ種々ノ彩光ヲ現出ス

ルハ、元來白光ハ單一ノ光波ヨリ成立スルニアラズシテ、種々其ノ波徑ヲ異ニスル光波ヨリ成立スル故ナリト云フ。而シテ其ノ光波タル紫色光ニ於テ波徑最モ短ク、順次ニ其ノ波徑ヲ増シ、紅色光ニ於テ其ノ波徑最モ長シ。

熱ノ常ニ光線ニ伴フハ同ジクいせるノ波動ナルヲ以テナリ、而シテ熱線ノ位置ハすべくとらむ中、紅色光ノ端ヲ超エテ存在スルハ、其ノ波徑ハ紅色光ノ波徑ヨリモ長キ故ナルベシ、之ト反シテ化學線ハ紫光ノ端ヲ超エテ存在スルヲ以テ、其ノ波徑ハ一層短キモノタラズンバアラズ。

波徑ノ長キハ振動遅々タルノ徴ニシテ、波徑ノ短キハ振動迅速ナルノ徴ナルコトハ既ニ音響篇ニ於テ之ヲ講ジタリ、故ニ化學線ニ於テハ振動最モ迅速ニシテ、熱線ニ於テ振動最モ遅緩ナルヲ推察スベシ、然ルニ人耳ニ感ズベキ音響ノ振動數ニハ一定ノ限界アリテ、此ノ限界ヲ超エテ迅速ナルモノ、若クハ遅緩ナルモノハ、聽覺ヲ惹起セザルガ如ク、いせるノ波動ニ於テモ一定ノ限界アリ、此ノ限界ノ下ハ即チ紅光ノ振動ニシテ、上ハ即チ紫光ノ振動ナリ、此ノ上下ノ限界ヲ超エタル振動ハ網膜

ヲ刺激スルモ視覺ヲ惹起セズ、是レ化學線ト熱線トハ共ニ之ヲ視ルコト能ハザル所以ナリ。

光ノ交錯。 音波ニ交錯アルガ如ク、光波ニモ亦交錯ノ現象アリ、即チ若シ光ノ二波同一ノ方向ニ進ミテ甲ノ峯ト乙ノ峯ト相合シ、甲ノ谷ト乙ノ谷ト相合スルトキハ、彼ノ音ノ協合ニ於ケルト同ジク、振幅ヲ増シテ光度ヲ高ムベシト雖、若シ一波ノ峯ト他ノ一波ノ谷ト位置相同ジキトキハ、二波相中和シテ全ク光ヲ消滅セシムベシ此クノ如キヲ交。錯ト云フ。

光ノ交錯ヲ知ルベキ簡易ノ例ハ、いとんノ環ト稱スル現象ニアリ。平坦ナル玻璃板ヲ安置シ、單凸面れんすノ凸面ヲ此ノ上ニ接シテ置クベシ(第百二圖)。今若シ單一ノ彩光ヨリ成ル所ノ光ヲシテ垂直ニ之ヲ射ラシメテ覗フトキハ、此ノ光線ノ一部分ハれんすノ下面ヨリ反射セラレ、一部分ハ玻璃板ノ上面ヨリ反射セラルベシ、而シテ此ノ際現ルルモノハ第百三圖ニ示スガ如キ明暗交互ノ環ナリトス。即チ其ノ中央ハ暗黒ノ圓點ニシテ、其ノ周リハ明環、其ノ次ギ

第百二圖



第百三圖



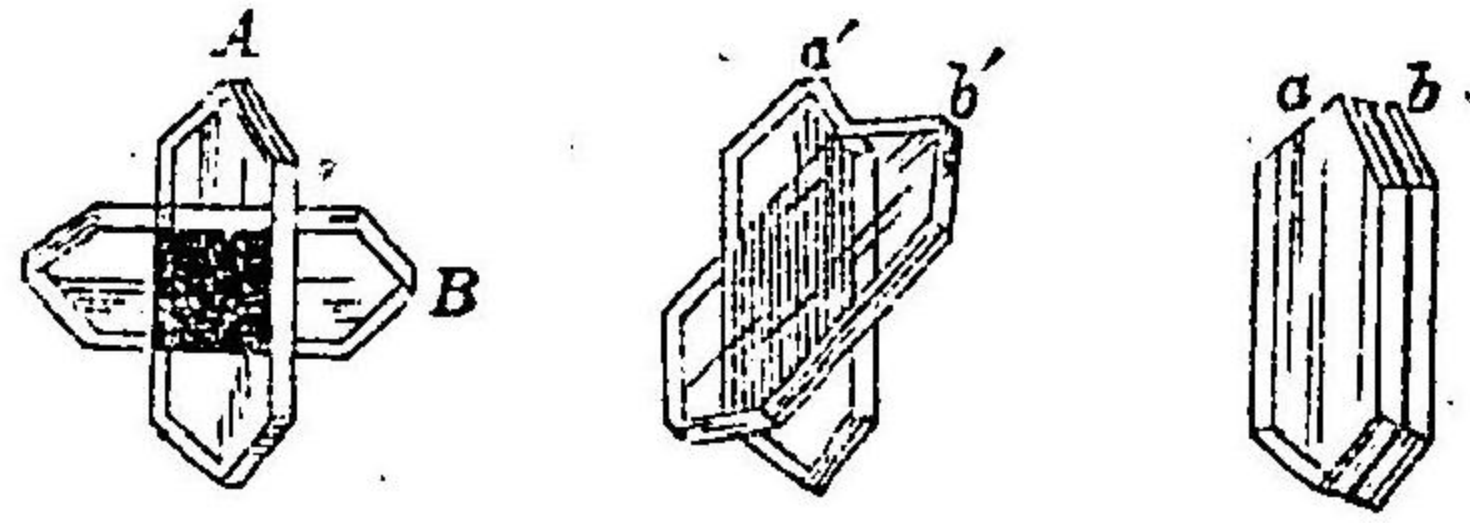
ハ暗黒環ト、順次ニ排列ス。但シ明環ノ色ハ光ヲ射レル彩光ノ色タルベキコト勿論ナリ。若シ單一ノ光ニヨラズ、白光ヲ以テ此ノ現象ヲ生セシムルトキハ、各明環ハすべくとらむノ色ヲ現ハスベク、紫光ハ必ず環ノ内部ヲナシ、紅光ハ必ず環ノ外部ヲナサン。

以上ノ現象タル、れんすノ下面ト玻璃板ノ上面トヨリ反射シ來ル光線ノ、或ハ協合シ、或ハ交錯シテ生ズルモノニシテ、若シ此ノ二板ノ間ノ距離ヲ測定スルコトヲ得レバ、各光ノ波徑ヲ測定スルコトヲ得ベキナリ。

眞珠及石決明貝ノ美麗ナル彩色ヲ現スハ、其ノ表面ニ微細ナル無數ノ小凹線アリテ、其ノ凹部ト凸部トヨリ反射スル光線ノ交錯作用ニ基ヅクモノナリ。石鹼球ノ美麗ナル彩色ヲ現スモ亦其ノ皮膜ノ内面ト外面トヨリ反射スル光線ノ交錯作用ニ基ヅクモノナリ。

光ノ分極。 電氣石ト稱スル半透明ナル礦石アリ、其ノ結晶軸ニ平行シテ切り、以テ二枚ノ小板ヲ製シ、之ヲ第百四圖ノA、Bニ示スガ如ク累ヌルトキハ、二板ノ接觸スル所ハ全ク不透明トナルベシ。然ルニ其ノ一板ヲ動カサズシテ他ノ一板ヲ

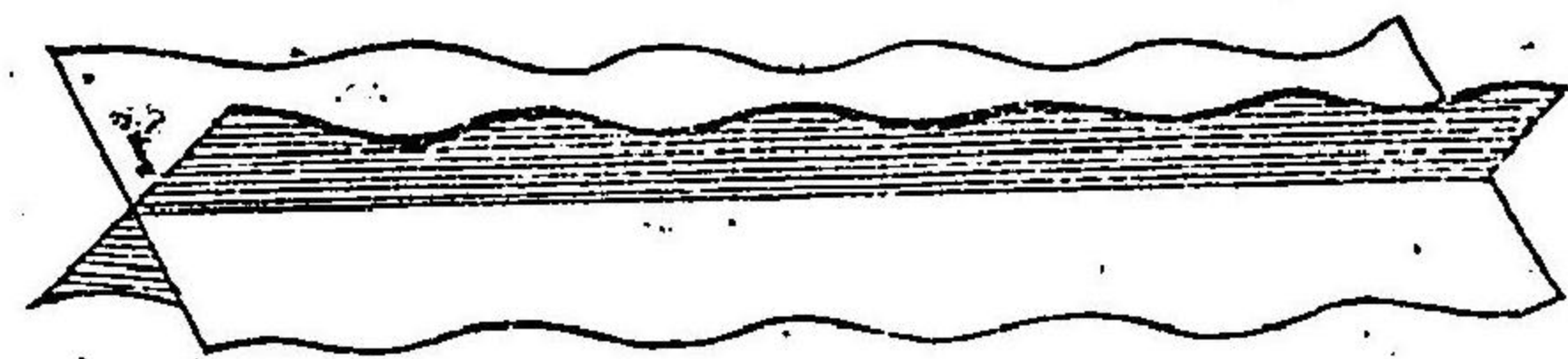
圖四百二第



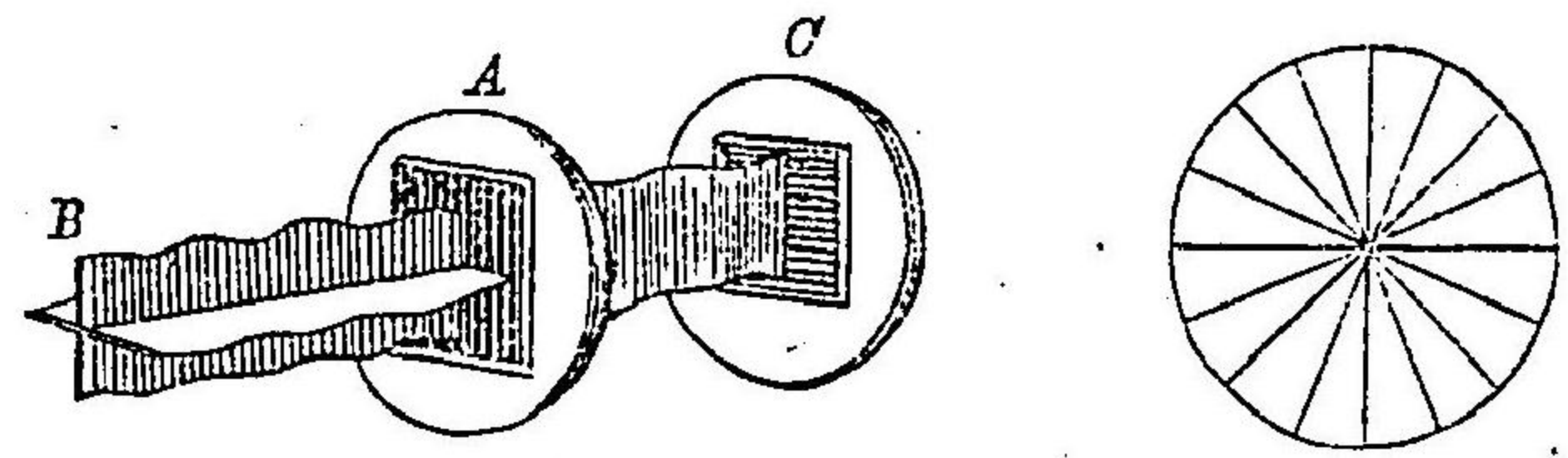
ノ波動ノ如ク縦ノ振動即チ稀稠波ニアラズ、且ツ第二百五圖ニ示スガ如ク、上下ノ波ト左右ノ波ト相交又セルモノ平等ニ混同スルヲ以テ、其ノ横断面ハ恰モ第二百六圖ニ示スガ如キ觀ヲナスベシ。然ルニ電氣石板ハ第二百五圖ノ如キ光波ノ、一面ニ於テ振動スルモノノミヲ通過スルヲ得ルコト、第二百七圖ニ於テ見ルガ如シ。即チ電氣石板ハ格子ノ如キモノニシテ、光線ノ其ノ一板ヲ通過スルニ方リテハ、格子

此ノ上ニ就キテ廻轉スルトキハ、次第ニ透明トナリ、兩者若シ  $a, b$  ノ位置ヲ占ムルニ至レバ、最モ透明トナリ、ソレヨリ尙廻轉スレバ漸次透明度ヲ減ジ、再ビ兩板ヲ直角ニ交ハラシムルトキハ不透明トナルベシ。此ノ實驗ニヨリテ考フルニ、一板ヲ通過セル光線ハ板ノ位置ニヨリテ、他ノ一板ヲモ通過スルコトアリ、或ハ之ニヨリテ遮斷セラルルコトアルヲ知ル、換言スレバ電氣石ノ一板ヲ通過セル光線ハ、通常ノ光ト相異スル一種ノ性質ヲ有スルコトヲ曉ルベシ、此クノ如キ光ヲ分極セラレタル光ト云フ。波動說ニヨルニ、光波即チいせるノ波動ハ横ノ振動ニシテ、音響

圖五百二第



圖七百二第 圖六百二第



スルノミニヨリテ生ズルモノニアラズ、玻璃、木片、象牙、其ノ他ノ非金屬ノ琢磨セルニヨリ反射セラルルトキニ於テモ亦能ク分極スルモノナリ。但シ此等ノ物質ヨリ

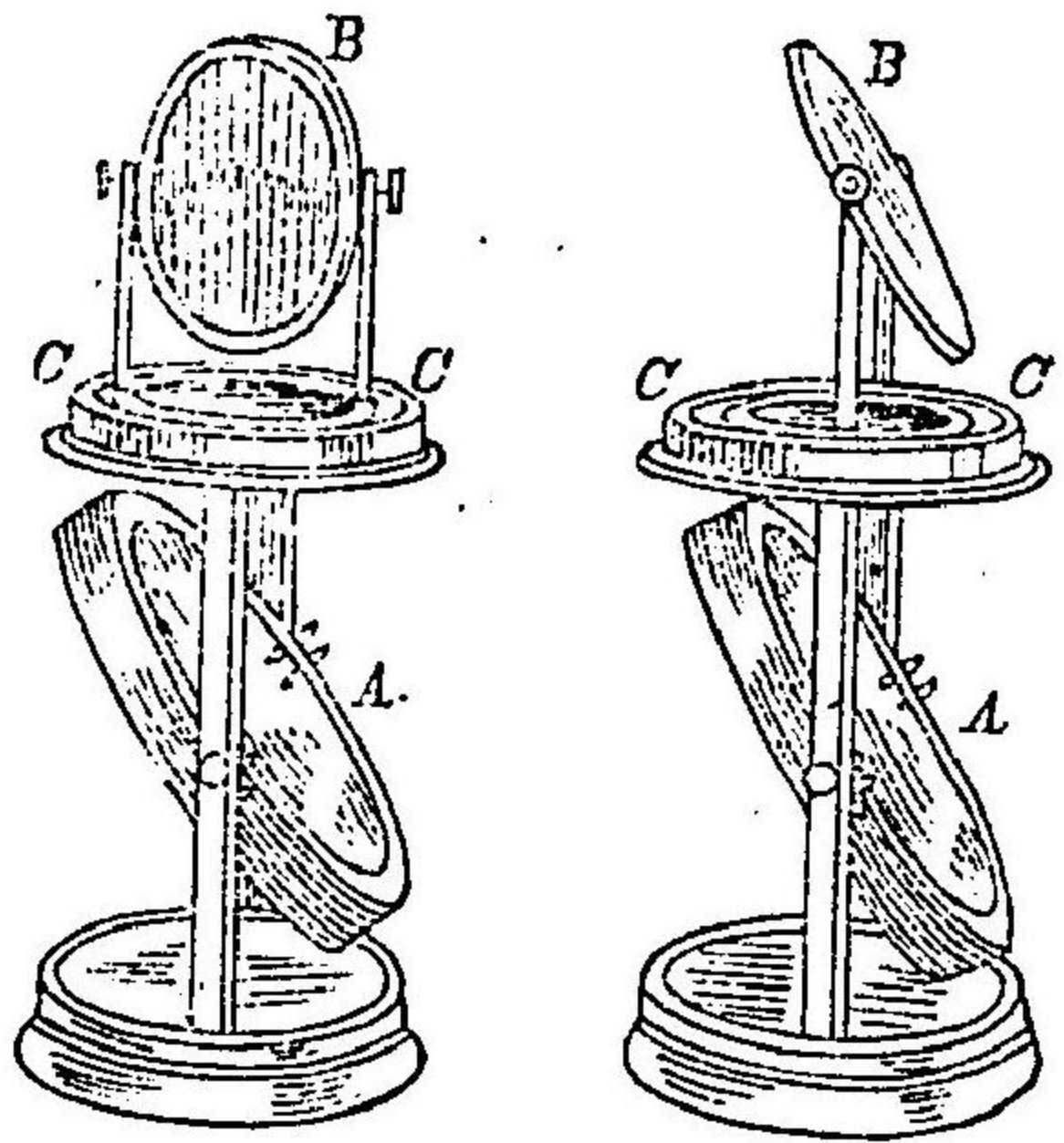
ノ線ト平行ニ振動スル波ヲ通過シ、之ト直角ニ交ハルモノヲバ全ク遮斷ス。斯クテ假定光線Bノ、假定電氣石板Aヲ通過シタルモノハ、單ニ一平面ヲナスノ光波即チ分極光トナルナリ。此ノ分極光ノ更ニ他ノ電氣石板Cニ遭フヤ、若シ此ノ板ノ格子線條ニシテAノ線條ト平行ヲナストキハ、能ク通過スルコトヲ得ベキモ、若シ圖ニ於テ見ルガ如ク直角ヲナストキハ、全ク遮斷セラルルコトトナル。故ニ此ノ場合ニ於テAトCトハBニ對シテ不透明トナルナリ。

反射ニヨリテ光ノ分極スルコト。

光線ノ分極ハ單ニ或種類ノ透明結晶体ヲ透過

反射セラレタル光ニシテ能ク分極センニハ、各自一定ノ角度ヲ要ス。例へバ玻璃ニ於テハ其ノ面ト反射線トニテ作ル角度ハ三十五度二十五分ナラザルベカラザルガ如シ。

反射ノ分極ヲ驗スルノ器ハ第二百八圖ニ示スガ如シ。此ノ器ハA、B二箇ノ反射鏡ヲ有ス、此ノ二鏡ハ平行ノ軸ニテ廻轉スベク、且ツB鏡ハ更ニC環ノ上ヲ鉛直ノ軸ニテ廻轉スルコトヲ得ベキモノナリ。最モ著キ結果ヲ得ント欲セバA、Bノ二鏡ヲシテ共ニ垂線ト殆ト三十五度二十五分ノ角度ヲナサシメ、通常ノ一強光ヲシテA鏡ヨリ反射セシメ、此ノ反射鏡ヲ鉛直ニ上ノ反射鏡ニ向ケ、其ノ中心ヲ射ラシムベシ。然レバ兩鏡



圖八百二第

ニ於テ入射角ト反射角トハ殆ド五十四度三十五分ヲナスベシ。又Aヨリ反射セラレタル光線ハ分極光ナリ。今觀測者ハ上ノ反射鏡Bヲ鉛直ニ廻轉シテ反射光ヲ見ルニ、第二百八圖ノ右方ニ於テ見ルガ如ク、B鏡面トA鏡面ト平行ヲチシタルトキ

及ビ此ノ位置ヨリ百八十度廻轉シタルトキハ、Bヨリノ反射光最モ強クシテ、該位置ヨリ兩方ニ九十度廻轉シタル位置ニ於テハ、Bヨリ光ノ反射セラレルコトナク、

單ニB鏡ノ中心ニ黑點ヲ認ムベシ。

分極角。

非金屬ノ各反射体ヲシテ充分ナル光線ノ

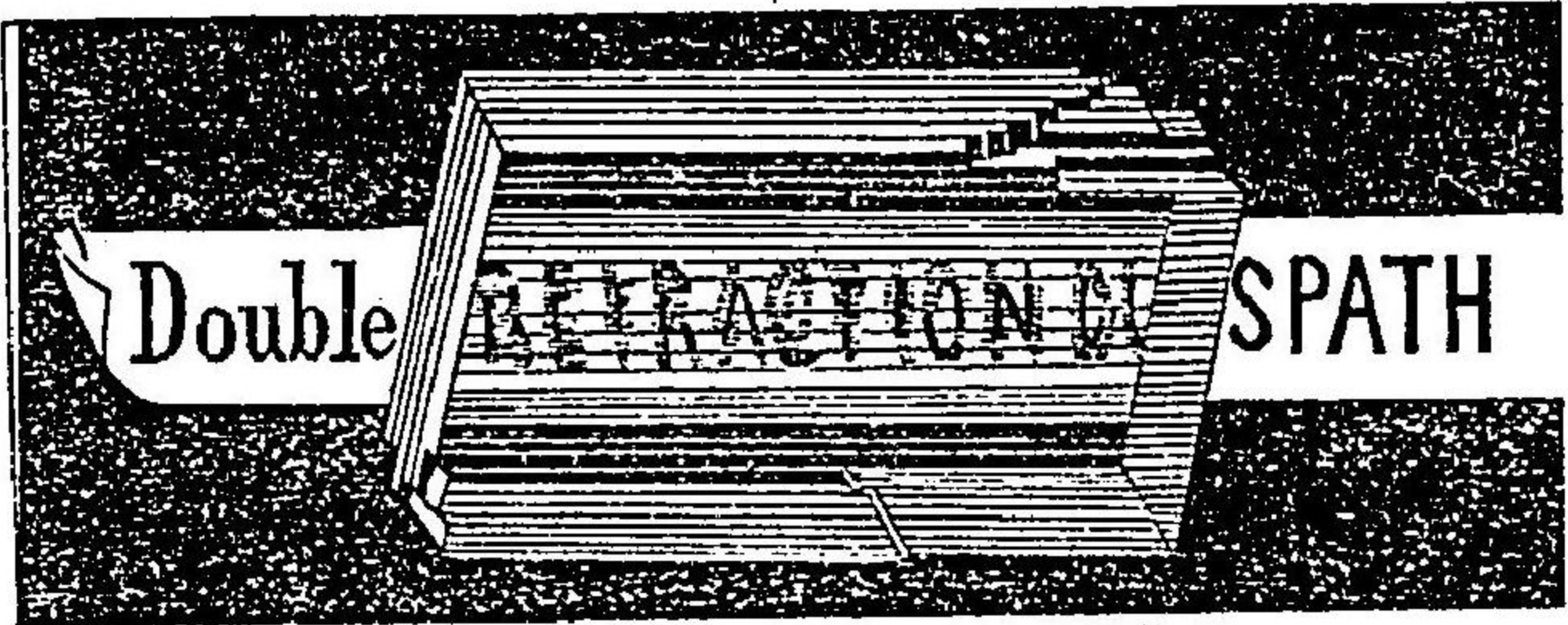
分極ヲナサシムルニハ、一定ノ入射角ヲ要ス、此ノ一定角ヲ名ツケテ該物体ノ分極角ト云フ。玻璃ニ於テハ前ニ述ブルガ如ク此ノ角ハ五十四度三十五分、水ニ於テハ五十二度四十五分、石英ニ於テハ五十七度三十二分、金剛石ニ於テハ六十八度ナリ。

重屈折。

種々ナル結晶体ニ一種ノ性質アリ、即チ之

ニヨリテ屈折セラレル光線ハ二ツニ分カルルコト是レナリ。故ニ此クノ如キ結晶体ヲ通過シテ一物ヲ見レバ其ノ物ハ必ス二ツニ見ユルコト第二百九圖ニ示スガ如シ。此ノ圖ハ寒水石ニヨリテ文字ヲ見タルモノナリ。此クノ如

圖九百二第



・キ現象ヲ重屈折ト云ヒ、結晶体ニ於ケル分子排列ノ状態ニヨリ、其ノ体中ニ存在スルイせるハ方向ノ異ナルニヨリテ彈性ヲ異ニスル故ナリ。但シ此クノ如キ結晶体ニ於テ、其ノ軸ニ沿フテ物ヲ見ルトキハ、相分離スルニ光ハ一致シテ重屈折ナシ、此ク重屈折ナキ晶軸ヲ稱シテ結晶体ノ光軸ト云フ、若シ光軸ト直角ヲナストキハ、重屈折最モ著シ、是レニ光ノ分離最モ甚シキニヨル。

重屈折ヲ受ケタル光線ハ二者共ニ分極シタルモノニシテ、二者分極ノ平面ハ相互ニ直角ヲナスモノトス。

### 第六篇(上) 靜電氣學。

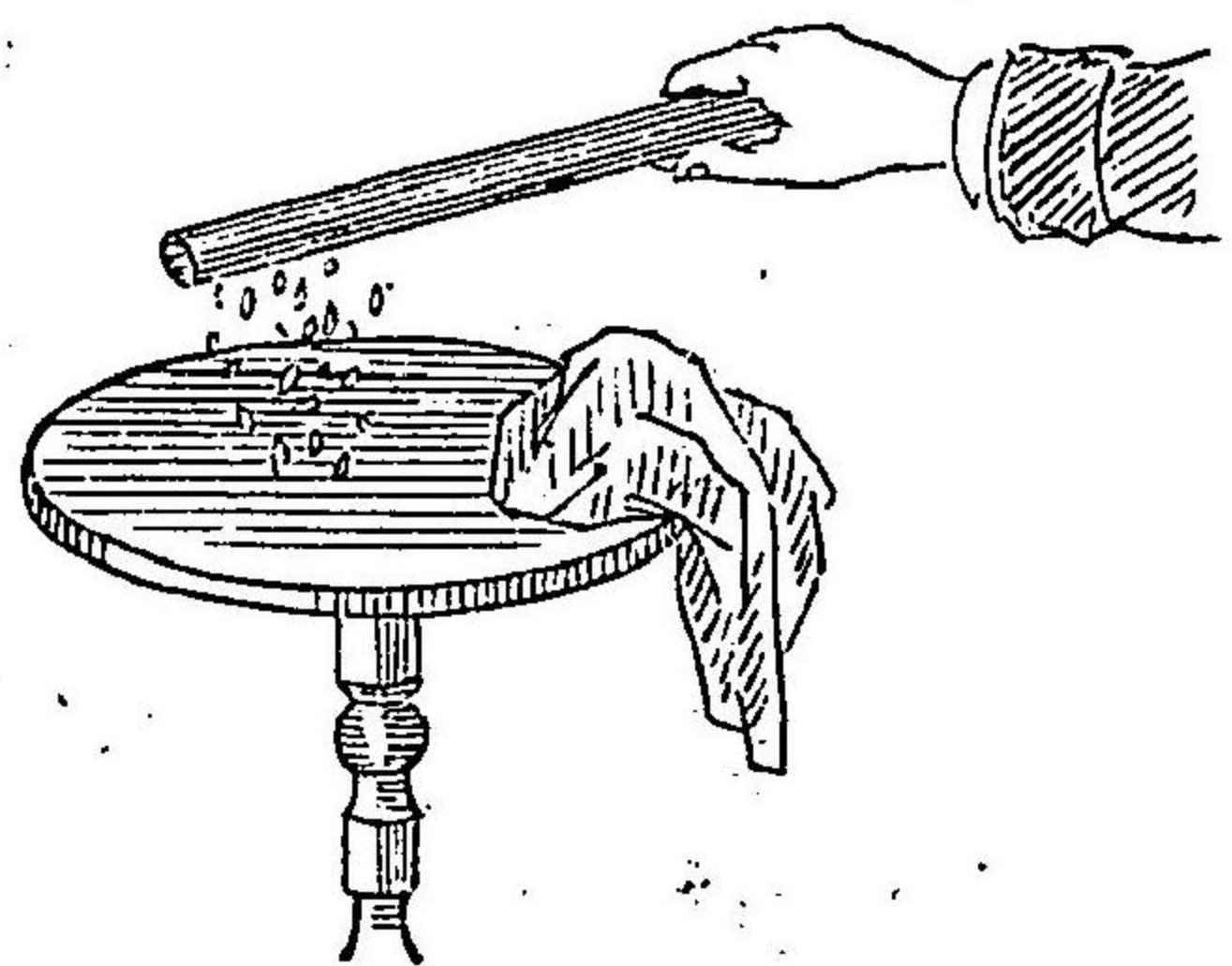
#### 第一章 靜電氣ノ性質。

本篇ノ區分。電氣ノ本性ハ未ダ之ヲ究極スルニ至ラズト雖、分子ノ運動ニ基ツク勢ノ一種タルコトハ各種ノ電氣的現象ニ就キテ之ヲ確認スルコトヲ得タリ、而シテ其ノ特性ハ分極シテ二態ヲ現出スルコトニアリ、又他種ノ勢ト關係ヲ有シ、俱ニ共ニ勢轉化ノ法則ニ隨フコト以下ノ數章ニ於テ明カナルベシ。

余ハ本篇ヲ上下二部ニ區分シ、其ノ第一部ニ於テハ靜電氣即チ摩擦電氣ノ現象ヲ講明シ、第二部ニ於テハ動電氣即チダるバに電氣ノ本性ニ及ブベシ、但シ磁氣ハ電氣ノ一相ニ過ギザレバ、第二部中ニ編入スルコトトセリ。

摩擦電氣ノ發生。樹脂棍若クハ封蠟棍ヲふらんねる又ハ猫ノ毛皮ニテ摩擦シ、其ノ摩擦シタル部分ヲ紙片、糠等ノ輕体ニ接近スレバ、能ク之

第二百十圖

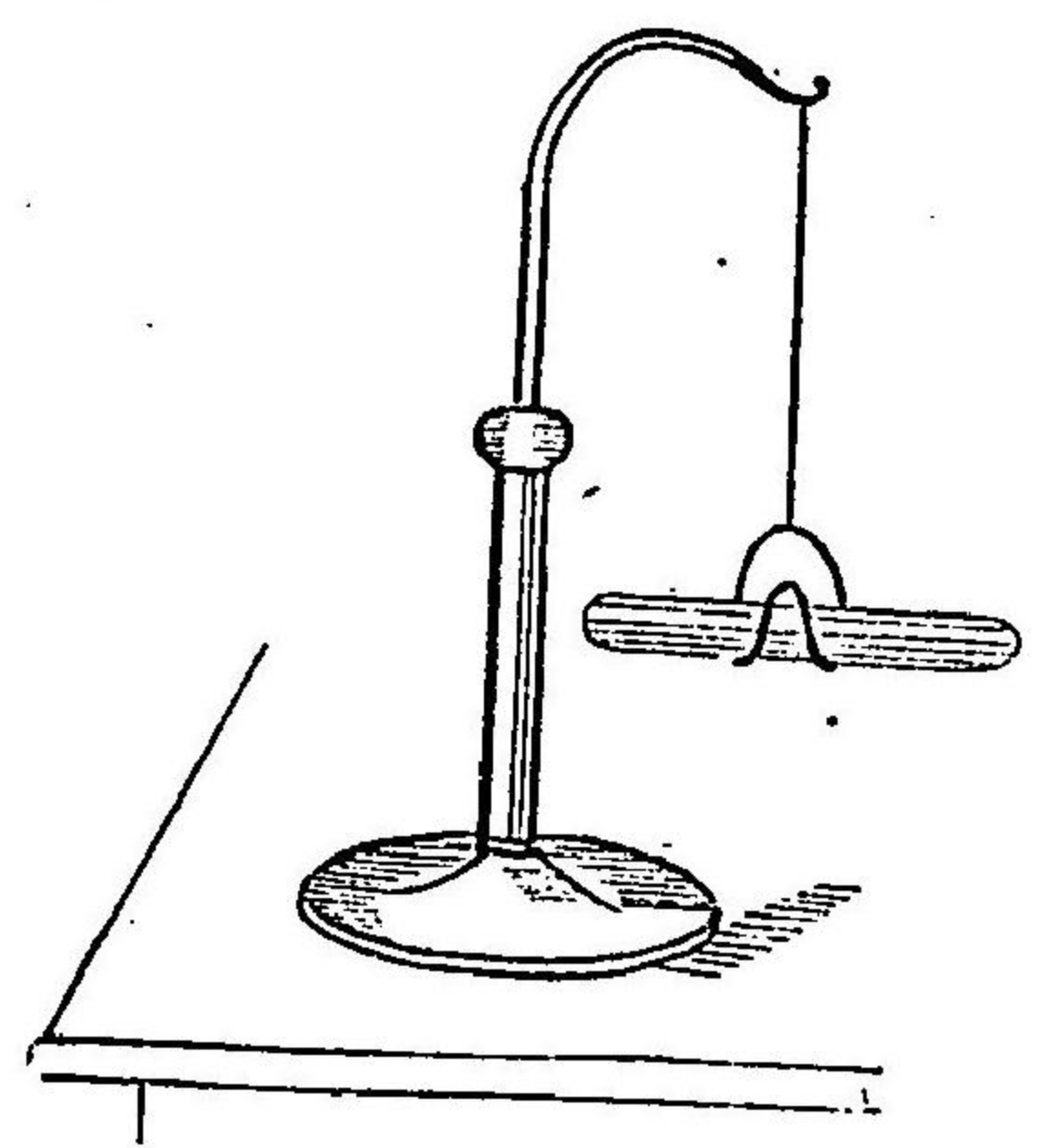


ヲ吸引スベク(第二百十圖)其ノ輕体ノ或モノハ一度吸引セラレタル後更ニ反撥セラルベシ。此クノ如キ性質ハ樹脂ト封蠟トノミニ限ラズ、玻璃棍ヲ能ク乾カシ、絹ノ手巾ニテ之ヲ摩擦スルモ、亦能ク此ノ性質ヲ現スベシ。其ノ他硫黃、琥珀等斯カル性質ヲ有スル物体尠カラザルナリ。

右ノ實驗ニ於テ吾人ハ樹脂、封蠟等ハ摩擦ナル器械運動ニヨリテ一種ノ作用ヲナスノ力ヲ現出スルコトヲ知レリ、此ノ力ハ吾人之ヲ靜電氣ト稱ス(別稱摩擦電氣又乾電氣)。

吸引及拒斥、摩擦電氣ノ二種。 上圖ニ

於テ見ルガ如ク、針金ノ輪ヲ一種ノ奇形ニ曲ゲタルモノヲ細キ絹絲ニテ吊ルシ、乾キタル絹ノ手巾ヲ以テ摩擦シ、以テ電氣ヲ發セシメタル玻璃棍ヲ載セ、別ニふらんねる又ハ毛皮ニテ摩擦セル封蠟棍ヲ接近スルトキハ、玻璃棍ハ之ガタメニ吸引セラレベシ、(先ヅ摩擦セル封蠟棍ヲ吊



第二百一十圖

ルシ、而シテ後摩擦セル玻璃棍ニテ之ヲ吸引セシムルモ可ナリ、故ニ吾人ハ玻璃棍ニ生ゼル電氣ト、封蠟棍ニ生ゼル電氣トハ互ニ相吸引スル性アルヲ知ル。次ギニ初メノ如ク先ヅ絹布ニテ摩擦セル玻璃棍ヲ載セ、別ニ同様ニ摩擦セル玻璃棍ヲ接近スルトキハ、二者相拒斥スベシ、(先ヅ摩擦セル封蠟棍ヲ載セ、而シテ後之ニ同様ニ摩擦セル封蠟棍ヲ接近スルモ同一ノ結果ヲ得ベシ)故ニ吾人ハ二箇ノ玻璃棍ニ生ゼル電氣若クハ二箇ノ封蠟棍ニ生ゼル電氣ハ相互ニ拒斥スルノ性アルコトヲ知ル。

右二種ノ實驗ニヨリ、絹ヲ以テ摩擦セラレタル封蠟ハ同ジク絹ヲ以テ摩擦セラレタル玻璃ヲ反撥シ、ふらんねるヲ以テ摩擦セラレタル封蠟ハ同ジクふらんねるヲ以テ摩擦セラレタル封蠟ヲ拒斥スルヲ知ルヲ以テ、吾人ハ同性ハ電氣ハ互ニ拒斥スト断定セザルヲ得ズ、又絹ヲ以テ摩擦セラレタル玻璃ハふらんねるヲ以テ摩擦セラレタル封蠟ヲ吸引スルニヨリテ、吾人ハ異性ハ電氣ハ互ニ吸引スト確認セザルヲ得ズ、而シテ此ノ引カト拒カトノ強弱ハ、凡テ距離ノ自乘ニ反比例スルコトハ實驗上確證セラルル所ナリ。



斯クテ摩擦電氣ニハ玻璃棍ニ生ズルモノト、封蠟棍ニ生ズルモノトノ二種アルコトヲ知ル、乃チ前者ヲ玻璃電氣ト稱シ、後者ヲ樹脂電氣ト云フ。吾人ハ時トシテ玻璃電氣ヲ陽性電氣、又積極電氣ト稱シ、樹脂電氣ヲ陰性電氣、又消極電氣ト呼ブ。然リト雖吾人ハ未右二種ノ摩擦電氣ノ眞性ヲ究極スルニ至ラズ、故ニ或ハ陰陽ト云ヒ、或ハ積極消極ト稱スルノ唱呼ハ、元來假定ノモノニシテ、便宜上使用スルノ區別ト知ルベシ。

**傳導体及絶縁体。** 物体中能ク電氣ヲ傳達スルモノアリ、之ヲ傳導体又良導体ト云フ。之ト反シテ全ク電氣ヲ傳達スルコト能ハザルモノハ、吾人之ヲ絶縁体又不良導体ト云フ。左ニ普通ノ傳導体及ビ絶縁体ヲ掲グ。

傳導体		絶縁体	
金屬類	木炭	氷	護謨
石墨	酸類	乾燥空氣	蠟
水	動物体	玻璃	琥珀
水ニ溶解シ易キ鹽類		硫黃及ビ樹脂類	

しゆるらつく

傳導性ト絶縁体ノ區分ハ急激ナルモノニアラズ、傳導体ノ最下ナルモノハ幾分カ絶縁体タルコトヲ得ベシ、最モ良好ナル傳導体ト雖電氣ノ通過ニ向テ幾分ノ抵抗ヲ與ヘザルモノアルコトナシ。玻璃ノ如キハ通常絶縁体ナレドモ、之ヲ紅熾スレバ傳導体トナルナリ。又電氣ノ實驗ヲ行ハント欲セバ空氣ノ乾燥スルヲ要ス、若シ空氣中ニ水蒸氣ヲ存在シテ電氣器械ノ上ニ水滴ノ凝着スルトキハ、直ニ之ヲ傳導シ去ルヲ以テナリ。

**電氣ニ關スル臆想。** 摩擦電氣ノ現象ヲ解説スル爲、便宜上吾人ハ之ヲ以テ二種ノ流動体ヨリ成立スルモノト假想ス。此ノ臆想ニ由レバ總テノ物体ハ積極電氣及ビ消極電氣ノ相中和セルモノヲ限リナク含有シ、種々ナル方法ニテ此ノ中和電氣ヲ分解シ、其ノ一電氣ヲ一物体ニ帶バシムレバ、此ノモノ即チ電氣性ヲ現スコトトナル。摩擦セラレタル玻璃棍若クハ封蠟棍ノ如キハ其ノ一例ナリ。サレバニツノ物体ヲ摩擦シテ一物ニ一電氣ヲ帶バシムレバ、他物ハ必ズ同量ノ反對電氣ヲ分取ス、例ヘバ絹ノ手巾ヲ以テ玻璃棍ヲ摩擦スルニ兩者ノ中和電氣分解セラレテ積

極電氣ハ悉ク玻璃棍ニ聚積シ、消極電氣ハ絹ニ聚積ス。

摩擦ニ由リテ電氣ヲ發生セシムルハ現勢ヲ潛勢ニ變ズルノ一例ナリ、即チ吾人ハ密ニ相結合スル所ノ二種ノ電氣ヲ器械的運動ノ勢ニテ分解シタルハ是レ潛勢ヲ蓄ヘタルモノナリ、此ノ潛勢ハ其ノ相和合スルニ方リテ光熱其ノ他ノ現勢ニ變ズルコトハ後ニ至リテ明了ナルベシ。

左表ハ摩擦ニ由リテ電氣ヲ發生スル物体ノ名ヲ列記シタルモノナリ、吾人若シ表中ノ二者ヲ擇ビテ相摩スルトキハ、其ノ前ニ位スルモノハ必ズ積極電氣ヲ分取シ、其ノ後ニ位スルモノハ必ズ消極電氣ヲ分取セン。

- 第一 猫ノ毛皮
- 第二 ふらんねる
- 第三 象牙
- 第四 玻璃
- 第五 綿木綿
- 第六 絹
- 第七 手
- 第八 木材
- 第九 しえるらつく
- 第十 樹脂
- 第十一 金属
- 第十二 硫黄
- 第十三 彈性護謨
- 第十四 がつたべるちや(護謨ノ一種)
- 第十五 火綿

### 電氣ヲ發生スル他ノ原因。

電氣ヲ發生スルハ摩擦ノ一法ニ限ラズ、壓搾、劈開等ニヨリテ物体分子ノ排列ヲ妨グルトキハ、之レヲ發生スルモノナリ。寒水石ノ結晶片ヲ指ニテ壓搾スレバ、積極電氣ヲ帶ブルニ至ルベク、暗室ニ於テ砂糖ノ一塊ヲ破壊スルトキニ微光ヲ發スルコトアリ、是レ分子ヲ分離スルニ方リテ電氣ノ發生スル故ナリ。又雲母ヲ急激ニ劈開スルトキニモ同ジク電氣ヲ發生スベク、電氣石、紅寶石ノ如キハ之レヲ熱スレバ能ク電氣的現象ヲ發生スルニ至ル。

以上ノ方法ニヨリテ發生セル電氣ハ摩擦ニテ發生セル電氣ニ同ジ、而シテ吾人ガ摩擦電氣ヲ靜電氣ト名ヅクル所以ハ、其ノ發電體ノ上ニ留止セラルル性アルヲ以テナリ。

### 起電法。

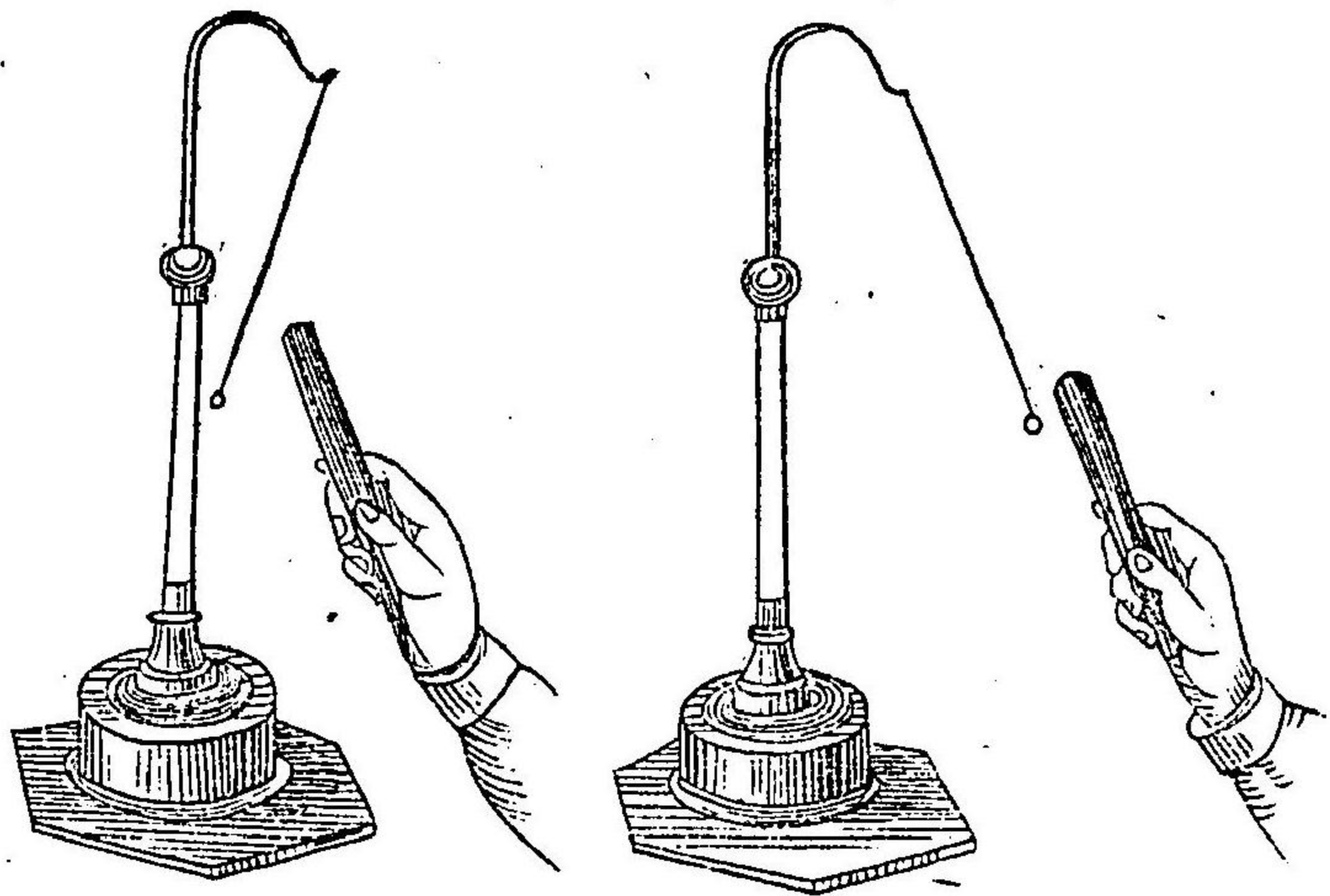
絶縁體ニ電氣ヲ帶バシメント欲セバ、單ニ摩擦ノ一法ニ由ラザルベカラズ、然レドモ傳導體ニ電氣ヲ帶バシムルニ方リテハ摩擦法ノ外ニ觸接ト感應トノ二法アリ。

凡テ金屬類ニ電氣ヲ起サシメント欲セバ、之ヲ絶縁セザルベカラズ、即チ絶縁體ヲ以テ全ク之レヲ圍ミ、而シテ絶縁體ヲ以テ之ヲ摩擦セザルベカラズ、通常ノ方法ハ

金屬類ヲ玻璃ノ臺上ニ載セ、絹布ノ如キ不良導體ヲ以テ之ヲ摩擦スルニ在リ。若シ金屬ヲ絶縁セザレバ電氣發生スルヤ否ヤ忽チ地中ニ逃レ去ルベク、若シ又絶縁體ヲ以テ之レヲ摩擦セザルトキハ電氣ハ實驗者ノ手及ビ體ヲ通ジテ地中ニ遁レ去ルベケレバナリ。

電氣振子。電氣ノ存在ヲ知ルベキ最簡單ナル機械ハ電氣振子ナリ。其ノ構造ハ第二百十二圖ニ示スガ如ク、接骨木ノ小球ヲ絹糸ニ附シ、之ヲ懸垂シタルモノナリ。吾人若シ電氣ヲ帶ベル玻璃棍ヲ是ニ接近スレバ、振子ハ之レガ爲ニ吸引セラレ、一タビ觸接シタル後ハ之レガ爲ニ拒斥セララルベシ、是レ觸接ニ由リテ電氣ヲ分取シ、玻璃ト

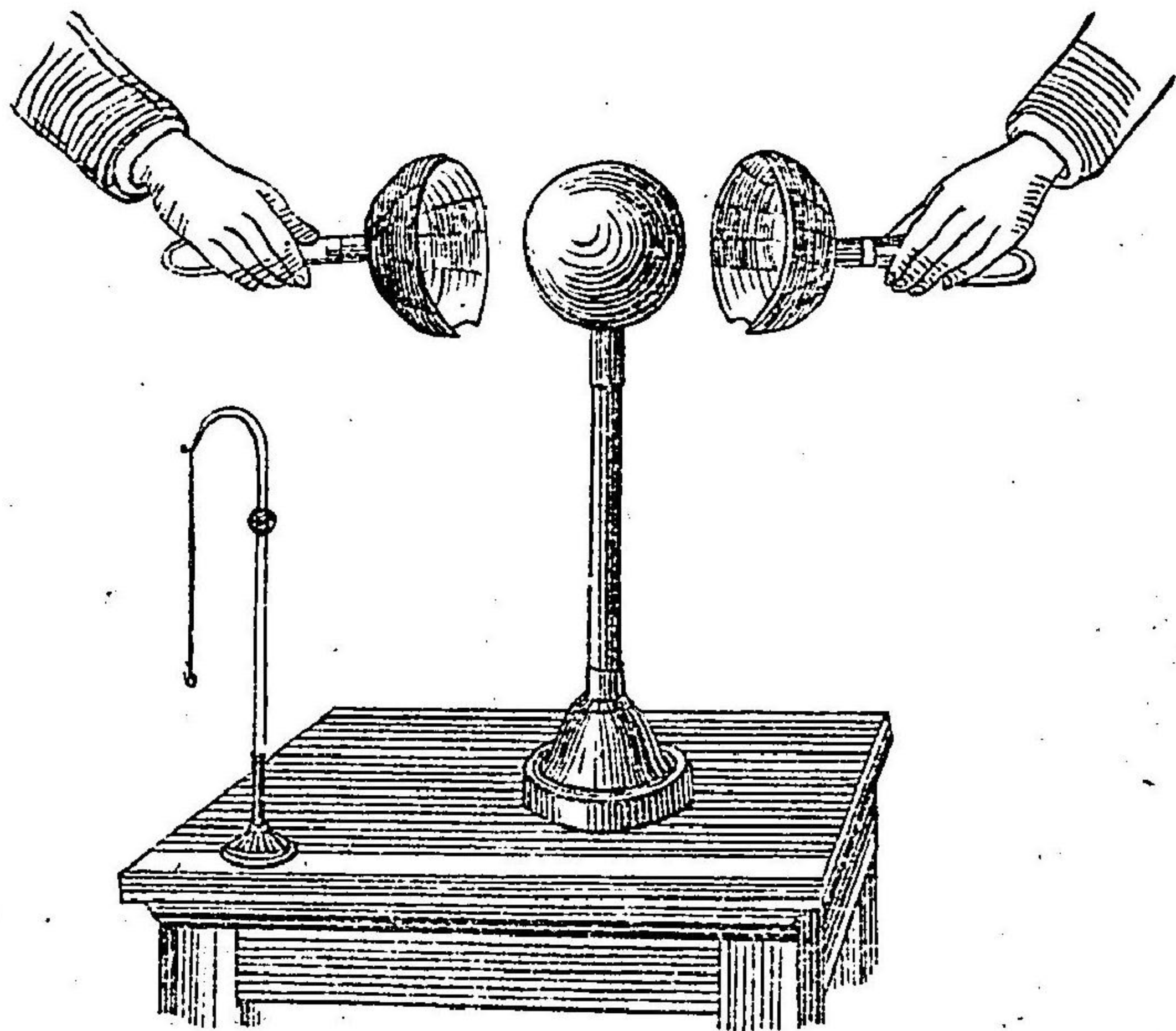
圖二百十二第



同性ノ電氣ヲ帶ビタルガ故ナリ。吾人ハ之レニ因リテ一物ノ帶ブル電氣ノ積極性ナリヤ又ハ消極性ナリヤヲ驗知スルコト易シ。例ヘバ一物ノ電氣ヲ帶ブルモノアリ、此ノ物ノ電氣性如何ヲ極メントス、マヅ玻璃棍ヲ絹手巾ニテ摩擦シ、電氣振子ニ接近スレバ、一タビ相觸ルルノ後ハ之レガ爲ニ拒斥セララルベシ、此ノ時彼ノ試験セントスル物體ヲ振子ニ接近スルニ、振子之レガ爲ニ吸引セララルトキハ其ノ帶ブル電氣ハ陰性電氣即チ玻璃電氣ト反對ナルコトヲ悟ルベク、若シ拒斥セララルトキハ陽性電氣即チ玻璃電氣ト同性ナルコトヲ曉ルベシ。但シふらんねるニテ摩擦セル封蠟棍ヲ玻璃棍ニ代用スルモ可ナリ、但シ此ノ場合ニ於テハ其ノ結果全ク右ニ反スルコトト知ルベシ。

電氣ハ物体ノ外面ニ擴ガル。一物體ニ電氣ヲ帶バシムルトキハ、其ノ電氣ハ悉ク内部ヲ去リテ物體ノ外面ニミ擴ガルモノナリ。之ヲ證スルノ器ハ第二百十三圖ニ示スガ如シ。銅ノ一球ヲ玻璃柱上ニ載セテ之ヲ絶縁シ、別ニ精密ニ此ノ球ヲ被フベキ空洞ナル銅製ノ半球アリ、其把柄ハ玻璃棍ヲ以テ作ル。今銅球ニ電氣ヲ帶バシメ、空洞半球ヲ以テ之ヲ圍ミ、而シテ、急ニ此ノ半球ヲ去リテ之ヲ接骨木ノ

圖 三 十 百 二 第



所ノ二體ヲ相接近スルトキハ、兩者ハ結合セント欲スベシ、然レドモ空氣ハ不良導體ニシテ、電氣ノ流動ヲ妨グルモノナルガ故ニ、忽チ結合スルコト能ハズト雖若シ

振子ニ接近スレバ、振子ノ吸引セラルルニ由リテ半球ニ電氣ヲ帶ブルコトヲ知ル、然レドモ銅球ヲ接近スレバ少シモ振子ニ感ゼザルモノナリ。此ノ實驗ハ電氣ハ盡ク物體ノ外部ニ擴ガリ、其内部ニ存在セザルモノナルコトヲ證ス。

**電氣ノ張力。**

物體ノ表面ニ擴ガレル電氣ハ茲ヲ逃レ去ラントスル力ヲ有ス、之レヲ電氣ノ張力ト云フ。此力ハ一電氣ガ其近傍ニアル物體ノ中和電氣ヲ分解シ、之レト相結合セントスルニ由リテ起ルモノナリ。若シ反對ノ電氣ヲ帶ブル

距離相短キカ、若クハ電氣ノ力強大ナルトキハ、遂ニ空氣ノ抵抗ニ打勝チテ二者相結合スベシ、此ノ如キヲ電氣ノ脱奔ト云フ。此ノ際靜電氣ハ動電氣ニ變ズルモノニシテ、且ツ火花ヲ發生スルヲ常トス。空氣若シ濕氣ヲ含有スルトキハ物體ノ電氣ハ徐々ニ脱奔スベシ、是レ濕氣ノ之レヲ傳達シ去ルガ故ナリ。

**尖端ノ電氣ヲ脱奔スル性。**

物體ノ表面ニ電氣ノ擴ガルヤ、其形狀ニ由リ

テ差違アリ。物體球狀ナルトキハ、電氣ハ各部ニ一樣ニ擴ガルモノナリ、之レヲ證スルニハ證據板ヲ用フ。證據板トハ封蠟棍ノ端ニ金屬製ノ小圓板ヲ附シタルモノニシテ、物體ノ各部ニ此圓板ヲ觸レシメ、電氣ヲ分取セシメテ之レヲ電氣振子若クハ電氣計(電氣計ノコト後章ニ詳ナリ)ニ接近シテ、其分取セル電氣ノ量ヲ檢スルナリ。物體球狀ナルトキハ何レノ部分ニ此證據板ヲ觸ルルモ、其分取スベキ電氣ノ量ニ差違ナシ。然レドモ第二、百十四圖ニ示スガ如キ形ヲ有スル金屬體ニ電氣ヲ帶バシメテ試験スルトキハ、其尖端ヨリ分取セラレタル電氣ノ量ハ他ノ部分ヨリ分取セルモノニ比シテ更ニ多量ナリ、而シテ尖端愈、銳ナレバ此部ニ集マル電氣ノ量ハ愈多カルベシ、是ニ由リテ之レヲ觀ルニ、電氣ハ尖銳ナル部分ニ最モ多ク集マルモノ

ニテ、從テ此部分ヨリ速ニ脱奔スルモノトス。

### 第二章 電氣ノ感應作用、電氣計。

電氣ノ感應。二箇ノ絶縁セル傳導體アリ、吾人若シ其ノ一ニ電氣ヲ帶バシメテ二者ヲ接近スルトキハ、所謂感應作用アリ、今其ノ電氣ヲ帶ブル體ハ起電機ノ導子(次章ニ詳解アリ)ナリトシ、茲ニ陽性電氣聚積スト假定センニ、此ノ陽性電氣ハBC傳導體ノ中和電氣ヲ分解シ、其ノ陰性電氣ヲバ之レヲB端ニ吸引シ、其ノ陽性電氣ヲバ之レヲC端ニ拒斥スルコト第二十五圖ニ於テ見ルガ如クナルベシ。但シ圖中ノ(+)ハ陽性電氣ノ符ニシテ、(-)ハ陰性電氣ノ符ナリ。BC體ハ元來中央

圖 四 十 百 二 第

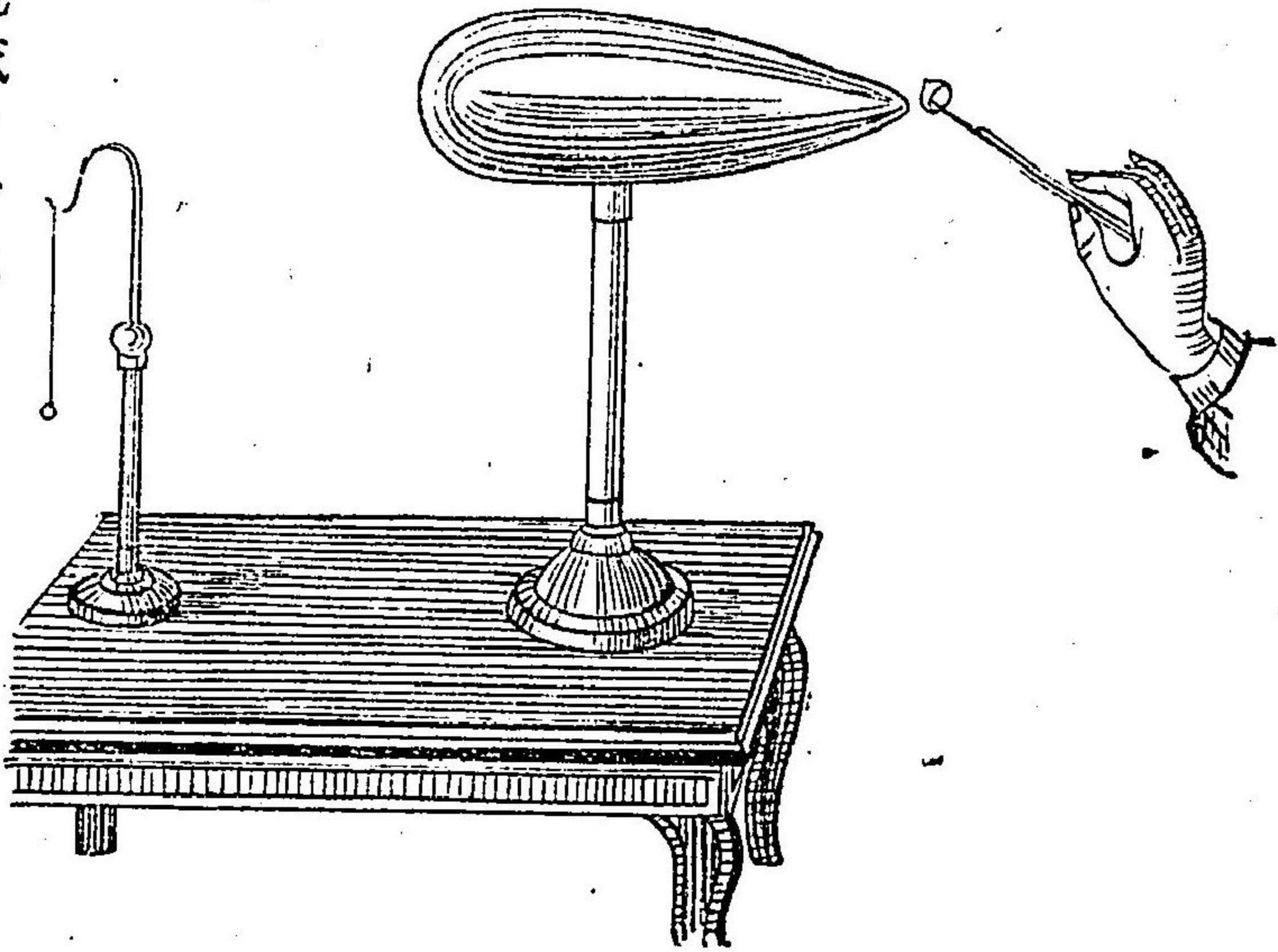
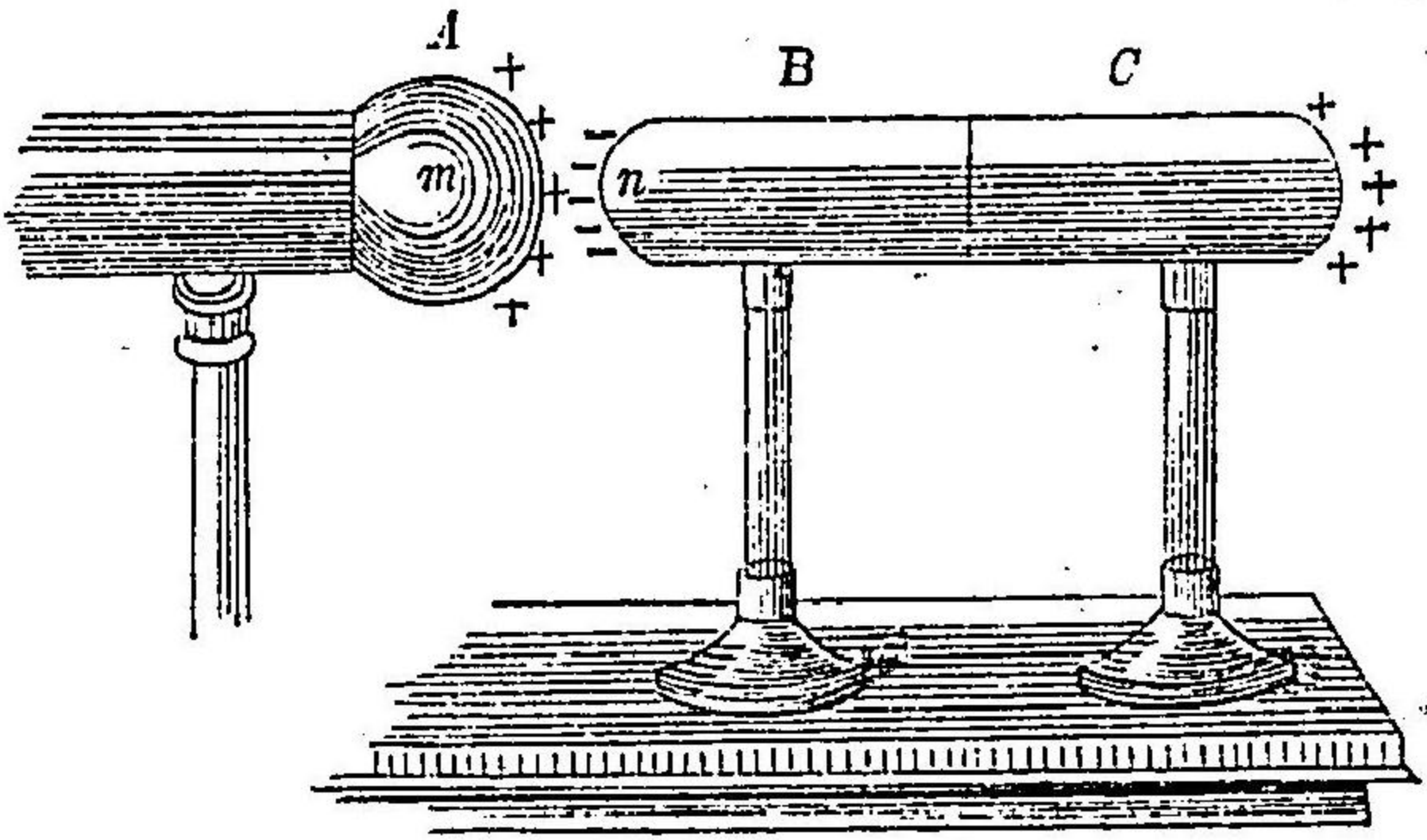
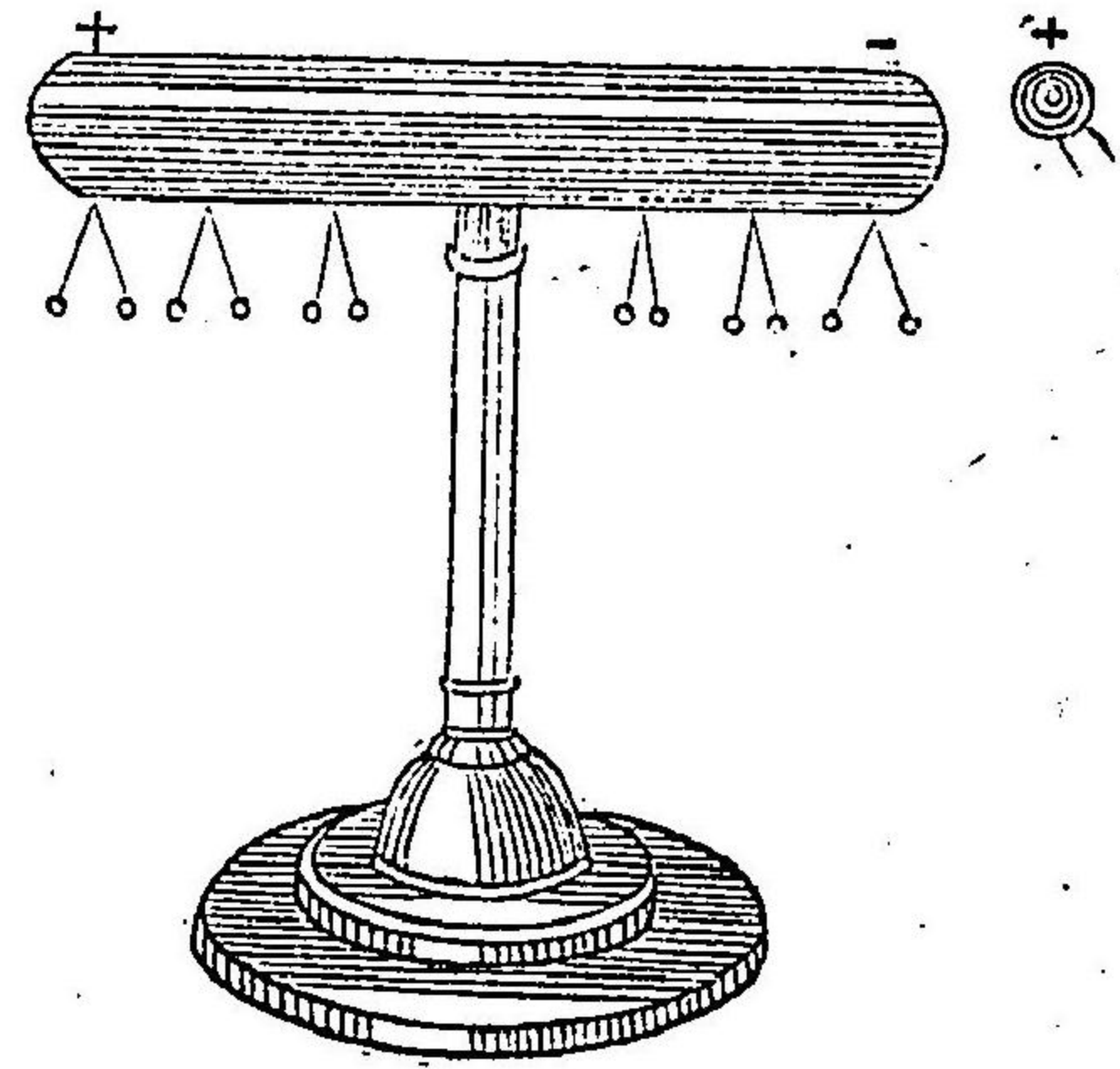


圖 五 十 百 二 第



ニ於テ接合シ、臨時ニ之レヲ離スコトヲ得ベキ裝置ナランニハ、吾人之レヲ分カチテBニ陽性電氣ヲ止メ、Cニ陰性電氣ヲ止ムルコトヲ得ベシ。此ノ實驗ニ於テ電氣ハAノ端ヨリBCニ移動シタルニ非ズ、單ニ其ノ影響ニヨリテBCノ中和電氣ヲ分解シタルモノナリ、此ノ影響ヲ名ヅケ感應作用ト云フ。少シク右ノ實驗ヲ變更シ、BトCトヲ離スコトナクシテ、C端ヲ導子ノ端ニ接近スルトキハ、前者ノ陰性電氣ト後者ノ陽性電氣トハ相結合シテ、Cハ全ク其ノ陰性電氣ヲ失ヒ、mハ其ノ陽性電氣ノ一部分ヲ失フベク、BC體ニハ陽性電氣ヲ止ムベシ、而シテ其ノ結果ハ恰モmヨリ直接ニ陽性電氣ノBC體ニ移動シタルニ同ジ。若シ初メノ如クBCノ中和電氣ヲ分解シテ指頭ヲ之レニ觸ルルトキハ、彼ノC端ニ拒斥セラレタル中和電氣ハ愈拒斥セラレントスルヲ以テ、身體ヲ通ジテ地中ニ

圖六十百二第

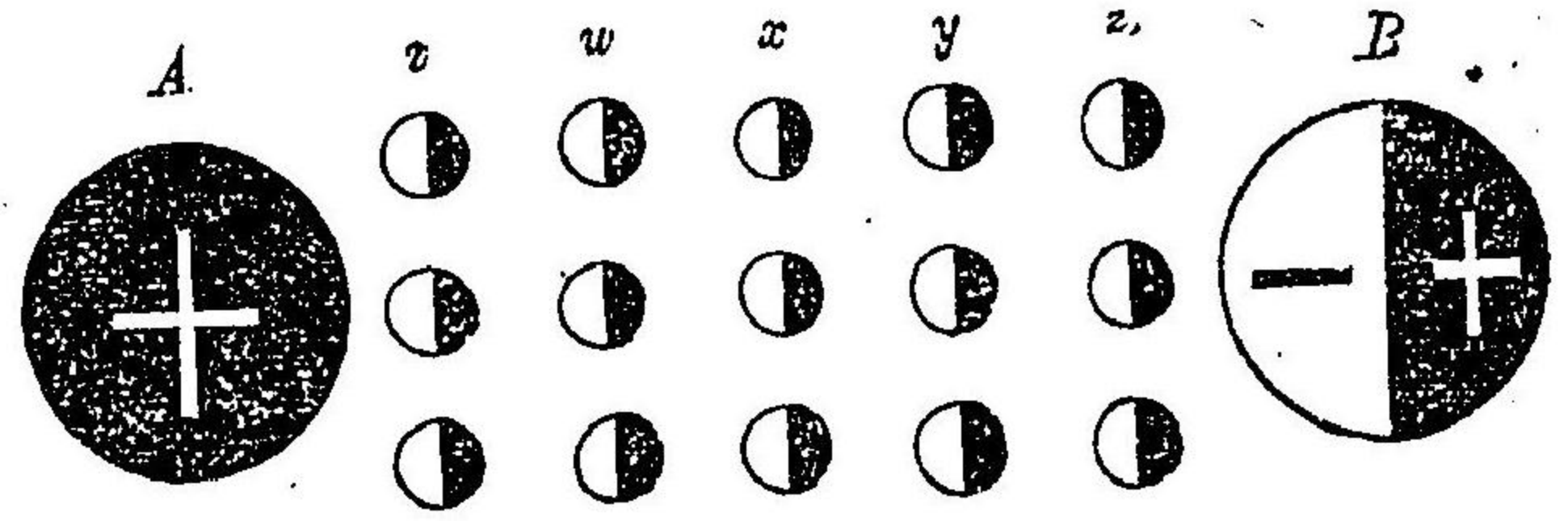


逃レ走ルモノナリ故ニ此ノ際指頭ヲ放テバBC  
 體上ニ陰性電氣ヲ止ムベシ。  
 吾人若シ絶縁セル傳導體ノ下部ニ方リ或ル傳導  
 體ニテ製セル線條ニテ接骨木振子ヲ吊リタルモ  
 ノ二箇ツ、ヲ垂下スルコト第二百十六圖ニ於テ  
 見ルガ如クスルトキハ、二ツノ振子ハ互ニ相拒斥  
 スベシト雖、其ノ拒斥スル有様ハ兩端ニ於テ最モ  
 甚シク、中央ニ接スルニ隨テ離開少シ、斯クテ兩端

ニハ最モ多ク電氣ノ聚積スルコトヲ證ス。  
 感應ノ理。 ふわらでーノ解明ニ係ル感應ノ理ハ、第二百十七圖ニヨリテ之ヲ

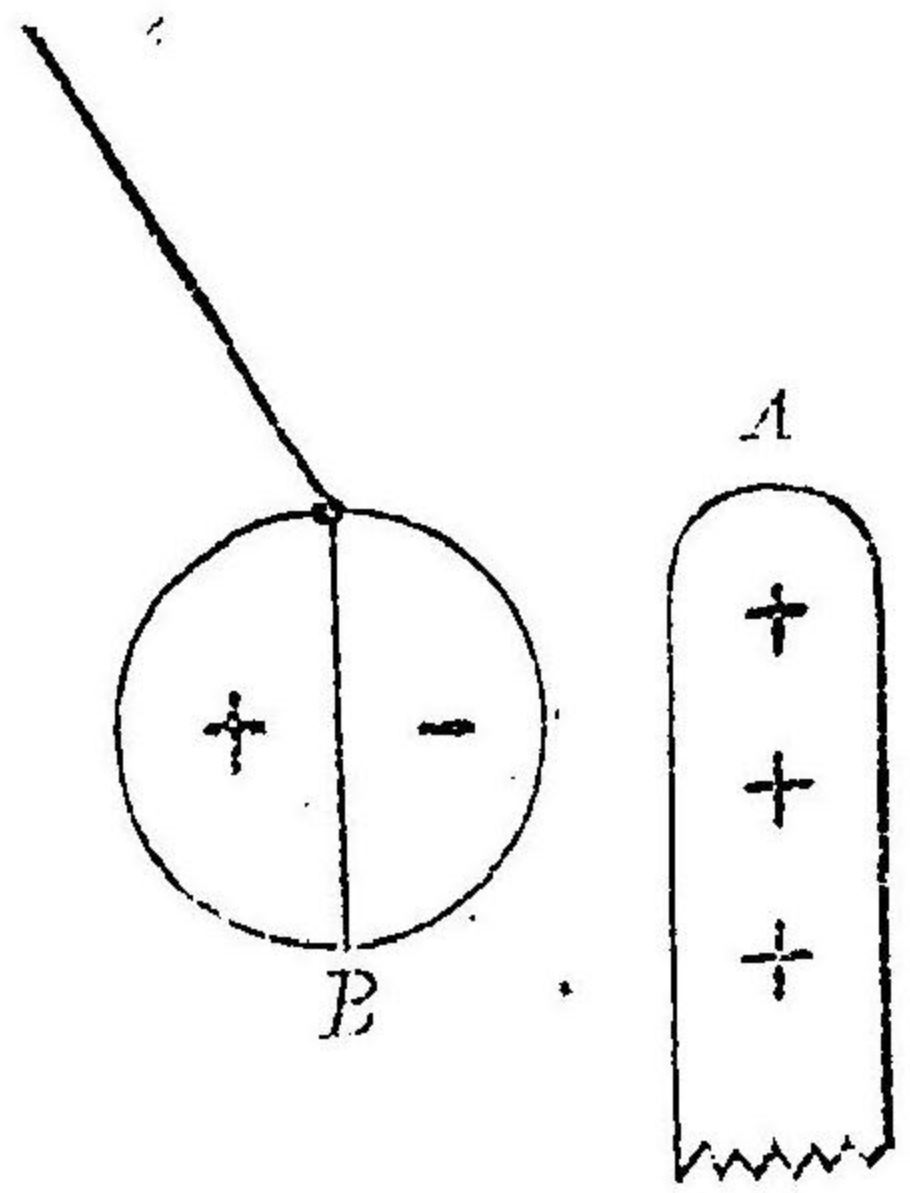
知ルベシ。Aハ電氣ヲ帶ベル體ニシテ、Bハ其ノ感應作用ヲ受クル體ナリトシ、  
 等ハ此ノ二體ノ間ニ存スル空氣分子ノ列ナリト假定スベシ。今黒ヲ陽性電氣ト  
 シ、白ヲ陰性電氣トシ、Aハ陽性電氣ヲ帶ブル體ナリトセンニ、此ノ電氣ハ先ヅ列  
 ノ空氣ニ働キ、其ノ中和電氣ヲ分極セシムルコト黒白ノ染分ケニテ明カナリ、然ル

圖七十百二第

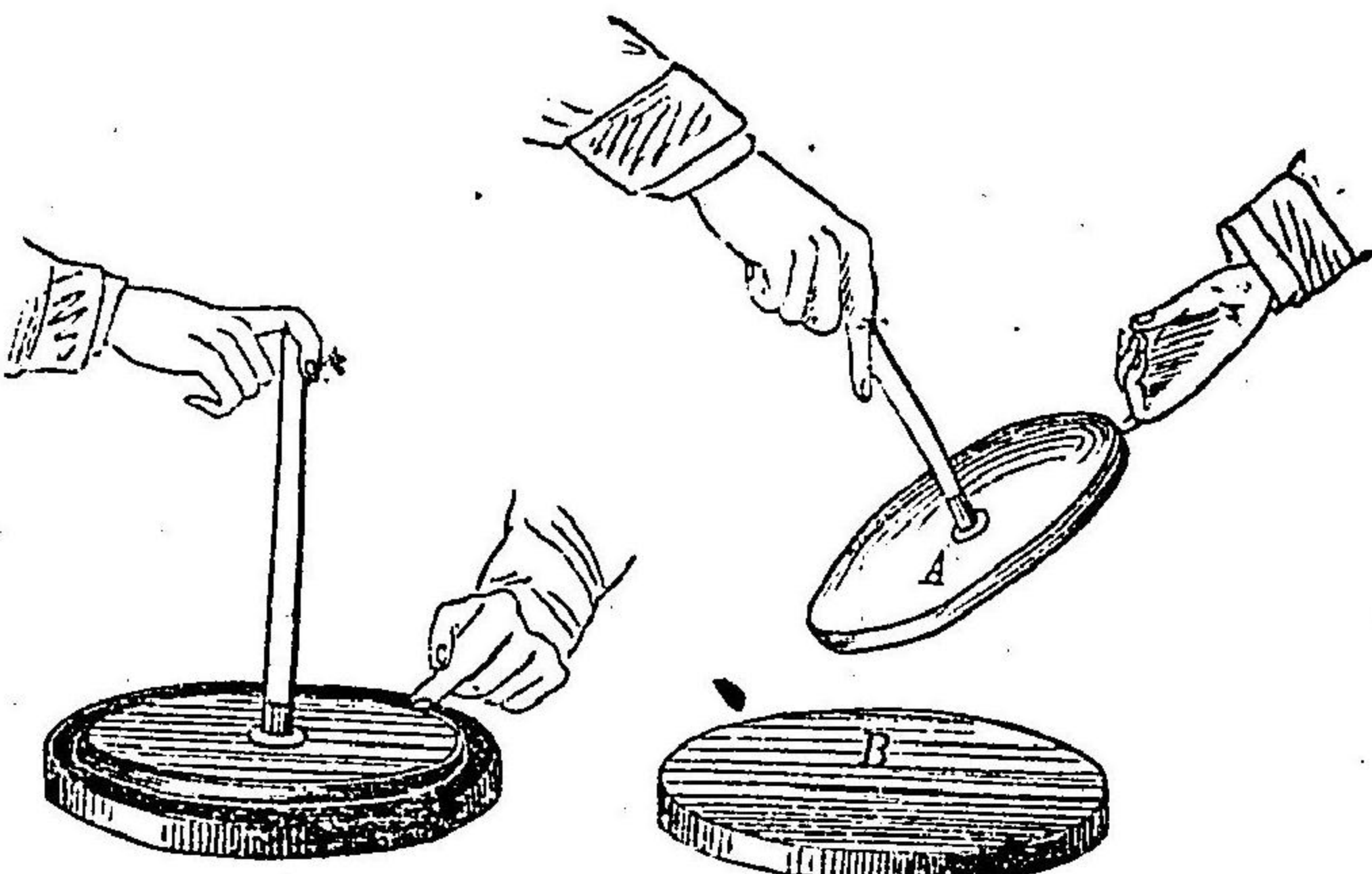


ニ此ノ一列ノ分子ハ次ギノ一列ノ分子ニ働キ、順次ニ空氣分子  
 ノ分極セラルルヤ、其ノ最後ノ一列即チ空氣分子ハ更ニ其  
 ノ影響ヲB體ニ及ボシ、同様ニ其分極ヲ惹起スルナリ。  
 電氣ヲ帶ベル物體ガ能ク接骨木球ノ如キ輕體ヲ吸引スルハ感  
 應ノ理ニテ之レヲ解スベシ。第二百十八圖ノAヲ電氣ヲ帶ブル  
 體トシ、Bハ接骨木球ナリトスルニ、Aノ感應ハ先ヅBノ中和電  
 氣ヲ分極シテ左右ニ分極セシム。然ルニAノ電氣陽性ナレバ、B  
 球ニ於ケル陰性電氣ハ陽性電氣ヨリモAノ方ニ接近スベキ筈  
 ナルヲ以テ、Aノ電氣ガBノ陰  
 性電氣ニ及ボス引力ハ其ノ陽  
 性電氣ニ及ボス引力ニ比シテ

大ナリ、是レBノAニ接近スル所以ナリ。  
 電氣盆。 電氣盆トハ摩擦電氣ヲ起スタメニ  
 使用セラルル最モ簡單ナル器械ニシテ、元來感應



ノ理ニ基ヅキテ製作セラレタルモノナリ。此ノ器ハ二ツノ部分ヨリ成ル(第二百十九圖) Bハ樹脂ニテ製セル盆狀板ニシテ、Aハ玻璃ノ如キ絶縁體ノ柄ヲ有スル金屬板ナリ。之レヲ使用スルニ方リ先ヅ毛皮ヲ以テ樹脂盆ヲ烈ク打撃シ、若クハ摩擦スベシ、然ルトキハ茲ニ陰性電氣ヲ起シ、且ツ其ノ感應作用ニヨリテ盆ヲ負載スル机上面ハ陽性電氣ヲ帶ブルニ至ラン。今金屬板面ト盆面トヲ接合スルニ、此ノ二面ハ精密ニ一致スルコトナクシテ、單ニ數點ニ於テ接觸スルノミナリ、何トナレバ吾人ハA及ビBノ二面ヲシテ、精密ニ相一致スルガ如ク平滑ニ作ルコト能ハザルヲ以テナリ。斯ク二板面ノ間ニハ空氣ノ薄層存在シ、盆ノ陰性電氣ハ金屬板ニ感應作用ヲ及ボシテ其ノ中和電氣ヲ分極シ、其ノ陽



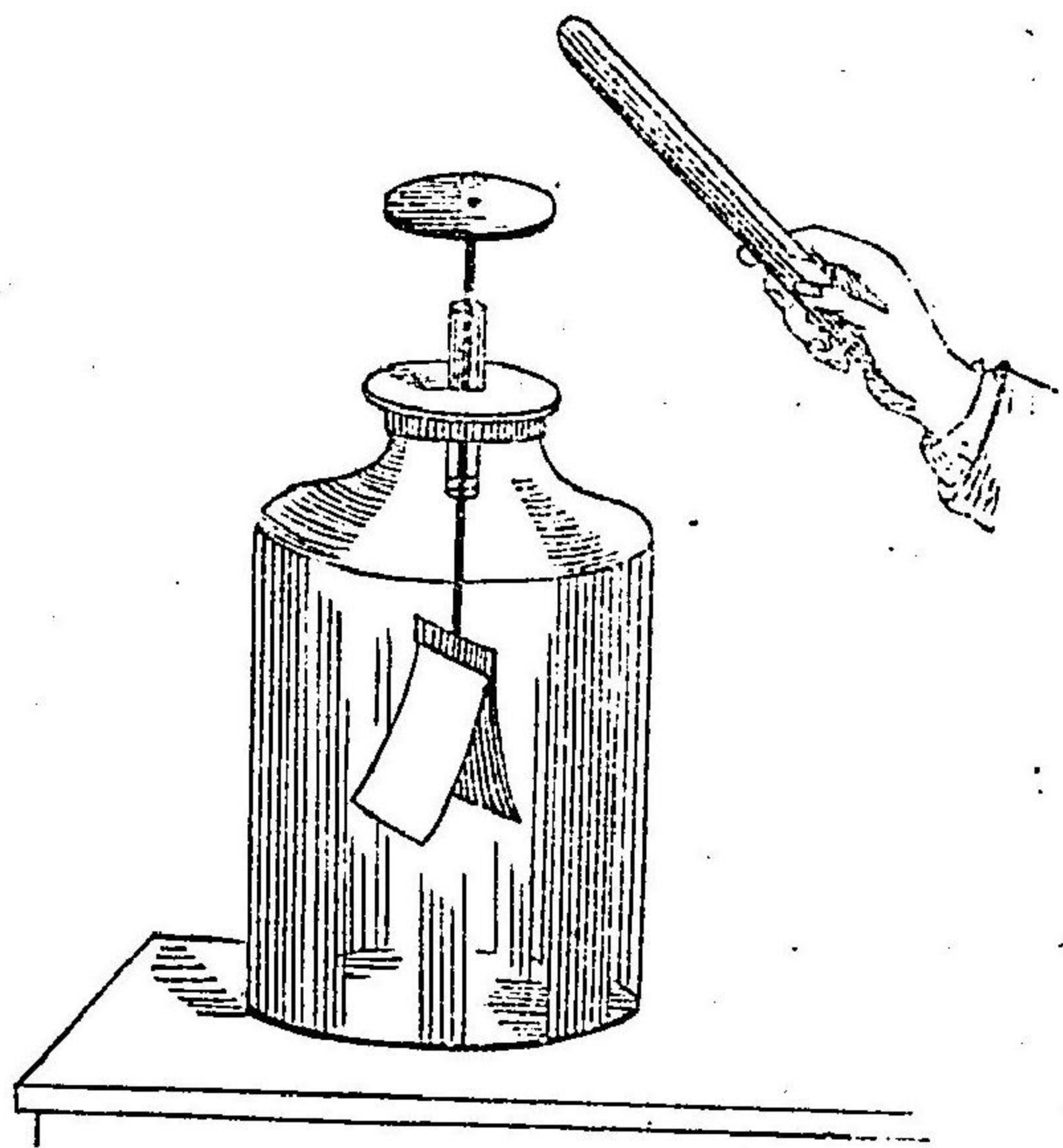
圖九百二第

性電ヲ下面ニ引キ、陰性電氣ヲ上面ニ拒斥ス。此ノ際金屬板ノ上面ニ指頭ヲ觸ルルコト圖ニ於テ見ルガ如クスレバ、彼ノ拒斥セラレタル陰性電氣ハ身體ヲ通ジテ地中ニ走り去リ、金屬板ニ陽性電氣ノミヲ止ムベキヲ以テ、之レヲ離シテ指節ヲ接近スレバ、其ノ間ニ火花ノ發生スルヲ認メン。

一度此ノ實驗ヲ行ヒタル後ト雖Bハ決シテ其ノ電氣ヲ失ハザルベク、幾度トナクAニ陽性電氣ヲ帶バシムルコトヲ得ベシ。斯ク云ハ、電氣盆ハ限リナキ勢ノ分量ヲ供給シ得ルガ如ク思ハルベシト雖決シテ然ラズ、何トナレバBニ電氣ヲ帶ブルトキハ、電氣ヲ帶バザルトキヨリハ其ノAヲ離スコト稍難シトナス、乃チ右ノ實驗ニ於テ單ニAヲBヨリ離ストキヨリハ餘分ニ消費セラルル勢ハ、電氣勢ノ原因トナル、筋肉ノ運動勢ハ能ク摩擦電氣ニ變ズル勢轉化ノ一例ノミ。

**驗電器。** 驗電器ノ最モ簡單ナルモノハ電氣振子ナリ、吾人ハ此ノ振子ノ吸引セラルル度合ニヨリテ稍電氣ノ強弱ヲトスベシ、又之レニ由リテ電氣ノ陽性ナリヤ又陰性ナリヤヲ驗スルノ法ハ既ニ前章ニ於テ之レヲ講述セリ。  
金箔製ノ驗電氣ヲ用フレバ電氣振子ニ感ゼザル程ノ少量ノ電氣ヲモ能ク之レヲ

圖 十 二 百 二 第



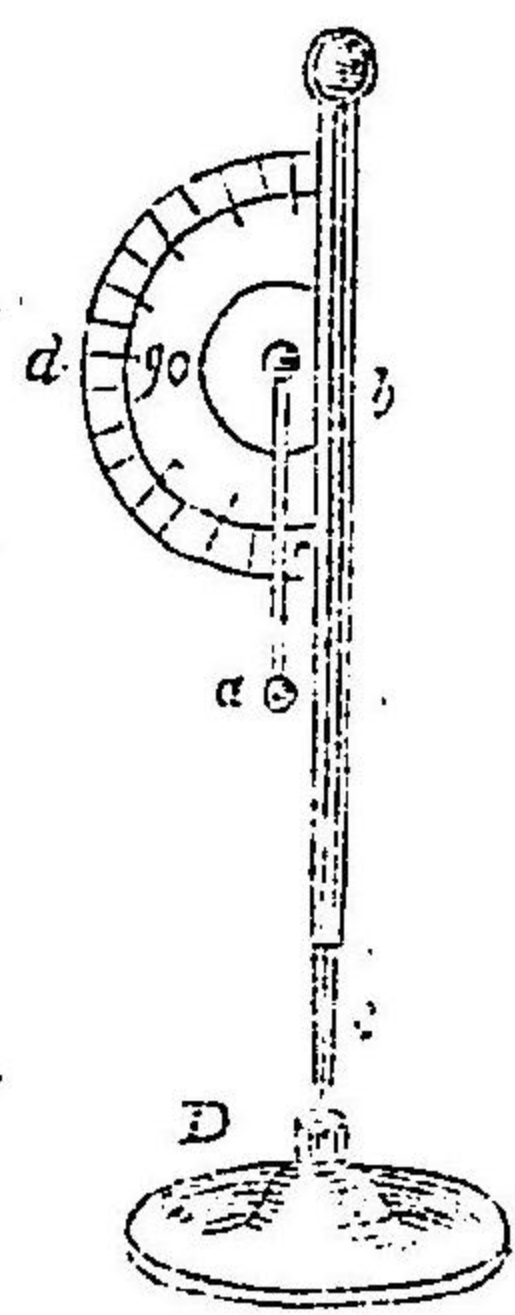
其ノ感應作用ニヨリテ反對ノ電氣ハ圓板ノ方ニ吸引セラレ、同性ノ電氣ハ金箔ノ方ニ拒斥セラレニ、枚ノ金箔ハ同一ノ電氣ヲ帶ブルニ至ルヲ以テ相拒斥シテ離開スベキガ故ニ、此ノ離開ノ多少ニヨリテ元物ニ於ケル電氣ノ強弱ヲ畧感知スルコトヲ得ベシ。

吾人ハ又此ノ器ヲ用ヒテ元物ニ於ケル電氣ノ陽性ナリヤ將陰性ナリヤヲ判定セ

驗知スルコトヲ得ベシ、此ノ器第百二十圖ハ一ノ廣口壺ヨリ成リ、其ノ口ヲ閉ヅベキ護謨栓ノ中央ニ玻璃管ヲ挿入シ、管中ニ封蠟ヲ填メ、銅線ヲ熱シテ封蠟ヲ穿通シ、線ノ上部ニ銅製或ハ黃銅製ノ小圓板銅貨ヲ可トス、又ハ球ヲ附着シ、線ノ下部ニハ二枚ノ金箔ヲ垂レタルモノナリ、電氣ヲ帶ベル體ヲ上頭ニ接近スレ

ントス、之レヲナサント欲セバ初メノ如ク先ツ驗知セントスル電氣ヲ帶ブル體ヲ圓板ニ接近シテ金箔ニ感ゼシメ、而シテ指頭ヲ圓板ニ觸ルレバ、金箔ノ方ニ拒斥セラレタル電氣ハ今ハ指頭ヨリ身體ニ入り、更ニ地中ニ逃レ去ルベキヲ以テ、金箔ハ垂下スベシ、次ギニ指頭ト彼ノ物體トヲ去レバ、圓板ノ方ニ吸引セラレタル電氣ハ銅線ヲ通ジテ金箔ノ方ニ擴ガルベキヲ以テ、金箔片ハ再ビ離開スベシ、此ノ際金箔圓板及ビ銅線ニ存留スルモノハ元物ノ有スルモノト反對ノ電氣ナリ、茲ニ於テ絹手巾ヲ以テ玻璃棍ヲ摩擦シ、之レヲ圓板ニ接近スルニ、金箔愈、離開スルトキハ之レニ存留セシモノハ陽性電氣ナルコトヲ知ルガ故ニ、元物ノ電氣ハ陰性ナリ、若シ之レト反シ、金箔ノ離開減ズルトキハ、之レニ存留セシモノハ陰性ナルコトヲ知ルガ

第 二 百 二 十 一 圖



故ニ元物ノ電氣ハ陽性ナリ。

四分規電氣計。四分規電氣計トハ黃銅製棍りノ上部ニ四分規若クハ半圓規ヲ附シタルモノナリ、(第百二十一圖)但シ此ノ器ノ名稱ニヨリテ知ラルルガ如ク、四分規ニテ可ナレドモ、通常



ハ半圓規ヲ使用ス之ヲ製スルニハ象牙厚紙若クハ木片ヲ以テシ、周邊ニ度ヲ刻シ、規ノ中央ヨリハ葉片ヲ垂レ、其ノ端ニ接骨木球ヲ附ス此ノ葉片ハ能ク周邊ニ沿フテ廻轉シ、指針トナルベキモノナリ。

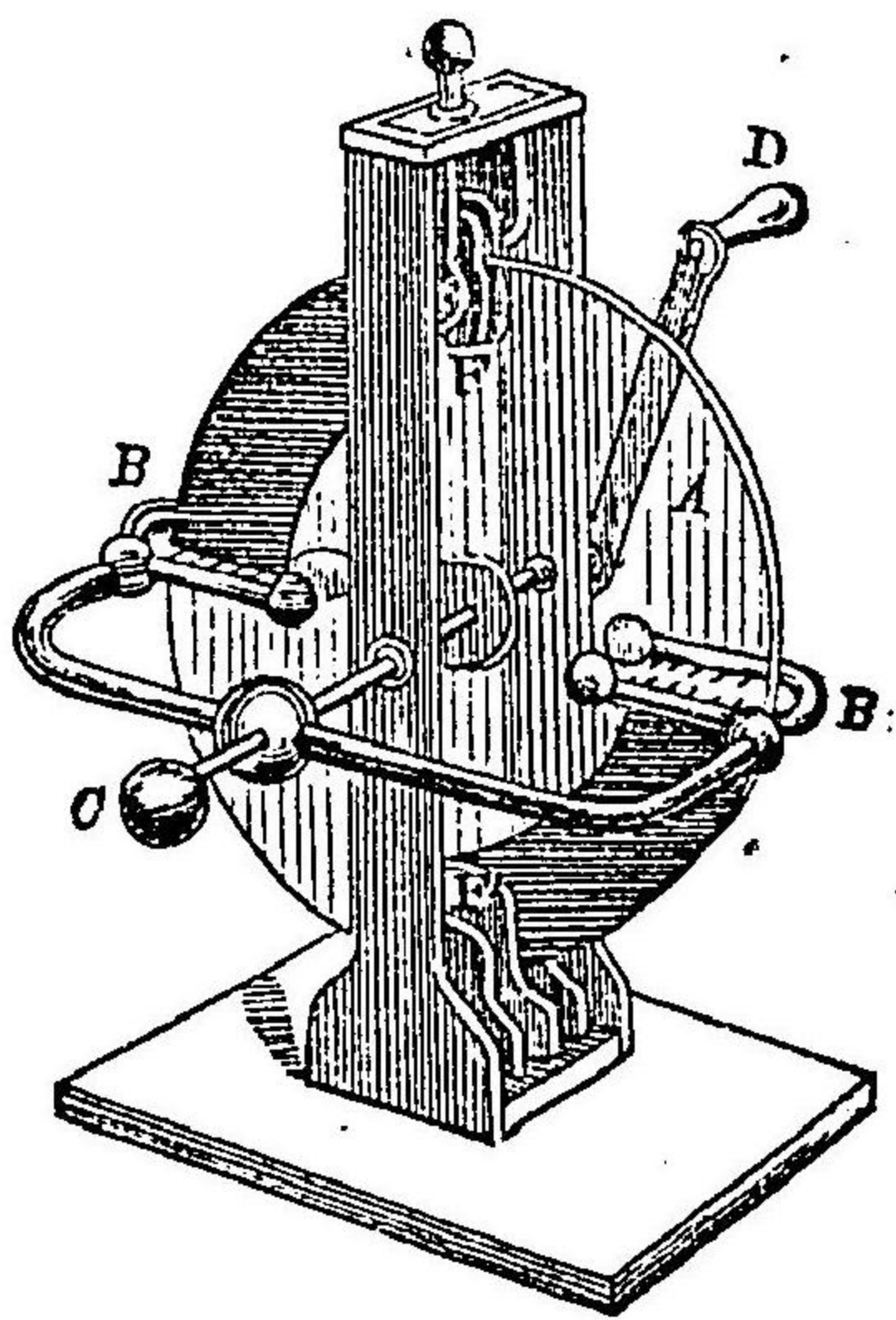
之ヲ使用スルニハ其ノ蓄藏スル電氣ノ量ヲ驗セントスル物體例へバ起電機ノ導子ニ孔ヲ穿テ、之ニC端ヲ插入スルカ、若クハ之ヲ其ノ木基Dニ插入スルモ可ナリ、只b棍ノ下端ハ全ク基ヲ貫キ、電氣ヲ有スル體ノ上ニ基ヲ安置セシトキニ、bノ端ハ能ク彼ノ體ニ觸ルルコトヲ得セシムレバ則チ可ナリ。b棍ニ電氣傳ハルヤa球ハ棍ニ觸レテ忽チ其ノ電氣ヲ分取シ而シテ拒斥セラルベキヲ以テ、其ノ拒斥セラルル度ノ大小ニヨリテ稍電氣ノ強度ヲ判知スベキナリ。但シ此ノ電氣計ハ主トシテ起電機ノ導子ニ於テ使用セラルルモノトス。

### 第三章 電氣器械及電氣ノ現象。

#### 圓板起電機。

此ノ器ノ構造ハ第二百二十二圖ニ示スガ如シ。玻璃ノ圓板Aヲ木框ニテ支持シ、圓板ノ中央軸ニ把柄Dヲ附シ、之ニヨリテ圓板ヲ廻轉ス。又木框ノ上下ニ二對ノ擦子F、F'アリ、柔革又ハ絹布ノ下ニ綿毛等ヲ入レテ之ヲ小木板ニ附

第二百二十二圖



着シタルモノニシテ、其ノ玻璃板ニ觸ルル面ニハ一分ノ亞鉛ト一部ノ錫トヲ熔合シ、之ヲ二分ノ水銀ト和シタル汞和金ヲ塗抹スルヲ要ス。斯クスルトキハ大ニ電氣ノ發生ヲ速ニスルモノナリ。又金屬棍ヲU字形ニ曲ゲ、其ノ脚ノ内部ニ金屬針ヲ櫛狀ニ列ベタルモノニ箇BBヲ以テ玻璃板ノ左右ヲ擁ス。但シ針ノ尖端將

ニ觸レントスル許ニ玻璃板面ニ接邇スルモノトス。此ノ兩曲棍ヨリ起リ、中央ニ於テ相合シ、金屬製ノ球子ニ終ハルモノ即チCハ吾人之レヲ稱シテ起電機ノ導子ト云フ。

此ノ器械ヲ使用スルニ方リテハ、先ヅ二對ノ擦子ヲ壓着セシメ、且ツ金屬線ヲ以テ之ヲ連結シ、更ニ其ノ金屬線ニ鏈鎖ヲ附シテ之ヲ床上ニ横へ、把柄ヲ取リテ之ヲ廻轉スルトキハ、玻璃板面ニ陽性電氣ヲ生ジ、擦子面ニ陰性電氣ヲ生ズ、而シテ擦子面

ニ生ジタル陰性電氣ハ鏈鎖ヲ通ジテ地中ニ入り、玻璃板面ニ生ジタル陽性電氣ハ曲棍Bノ櫛狀針ニ接スルヤ、之レニ感應作用ヲ及ボシ、其ノ陰性電氣ヲ吸引シテ之レト相中和シ、陽性電氣ヲ導子ノ方ニ拒斥ス。斯クテ其ノ玻璃面ニ生ジタル電氣ハ隨テ生ズレバ隨テ中和セラレ遂ニ導子ニ強力ナル陽性電氣ヲ帶バシムルニ至ルモノトス。

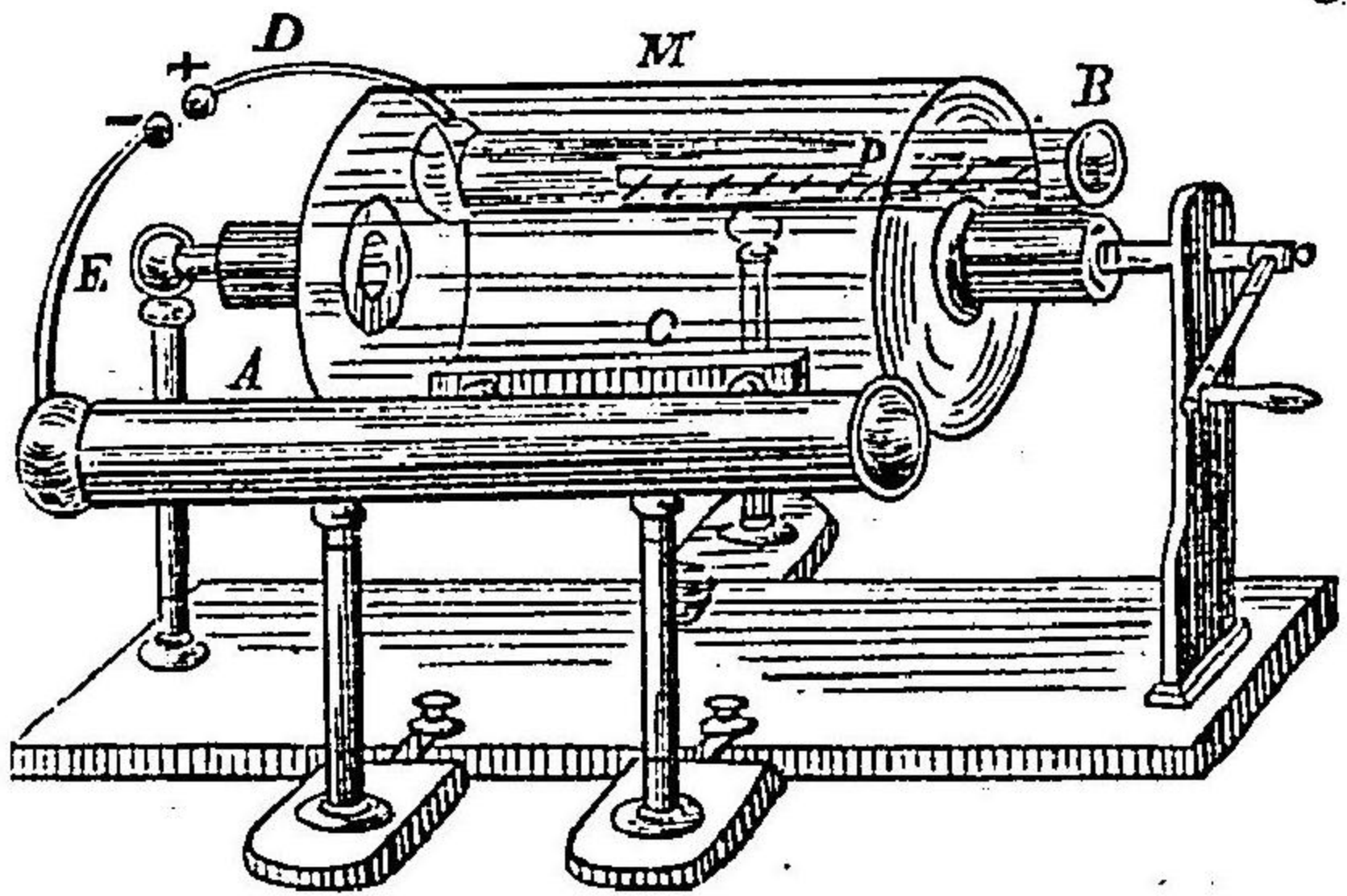
但シ陰性電氣ヲ得ント欲セバ導子ニ鏈鎖ヲ附シテ之レヲ床上ニ横へ、以テ地中トノ通路ヲ開キ、彼ノ擦子ヨリ來ル所ノ鏈鎖ヲ絶縁スベシ。

此ノ器械ヲ使用スルニ方リテ注意ヲ要スルコト尠カラズ。第一ニ玻璃板ニ水蒸氣ヲ附着セシメザルコト緊要ナリ、此ノ不便ヲ避ケンガため、近來ハ玻璃板ニ代用スルニ硬護膜板ヲ以テス、又玻璃板面ヨリ電氣ノ逃散スルヲ防ガンガためニ、上ノ擦子ヨリ一曲棍マデノ間及ビ下ノ擦子ヨリ他ノ一曲棍マデノ間ヲ油絹布ニテ保護スルヲ要ス。

**圓筒起電機。**

此ノ器械ニ於テハ圓板ニ玻璃圓筒ヲ代用シタルモノニシテ、其ノ原理ハ少シモ前器械ト異ナルコトナシ。

圖 三 十 二 百 二 第



第二百二十三圖ハ即チ圓筒起電機ノ構造ヲ示ス。Aハ圓筒、Cハ擦子、Pハ櫛狀針、A、Eハ陰性電氣ノ導子ニシテ、B、Dハ陽性電氣ノ導子ナリ。此ノ器ニ於テハ陰陽ノ電氣ヲ自由ニ使用シ得ルノ便アリ。擦子ヨリ圓筒ヲ超エテ櫛狀針マデ油絹ヲ以テ覆ヒ、電氣ノ逃散ヲ防グコト緊要ナリ。

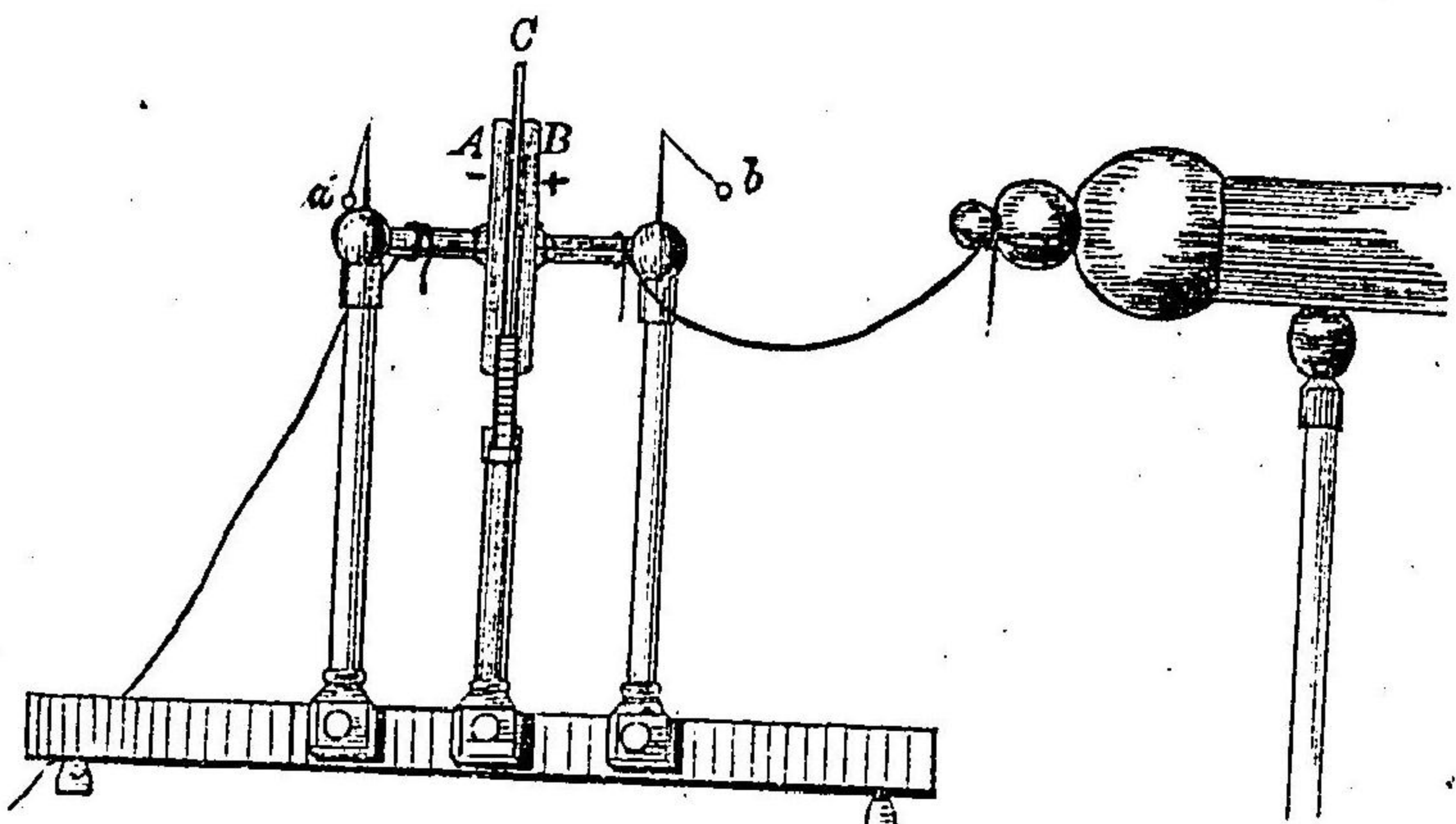
**蓄電器。**

蓄電器トハ小表面ニ多量ノ電氣ヲ蓄積

セシムルノ器ニシテ、其ノ形狀一ニシテ足ラズト雖、要スルニ二箇ノ絶縁セル傳導体ニテ一ノ絶縁体ヲ抱持セルモノナリ。今其ノ最モ簡單ナルモノニ就キテ蓄電

ノ理ヲ講究セン、黃銅製ノ圓板二(A、B)アリ、其ニ玻璃棍上ニアリテ絶縁セラレ、其ノ間ニ玻璃板Cヲ置キテ兩者ヲ離隔シ、且二箇ノ黃銅板ハ電氣振子ヲ有ス、(第二百二十四圖)吾人ハ説明上ノ便ヲ計リテA、B板ノ玻璃板ニ對スル面ヲ前面ト云ヒ、之ニ反スル面ヲ後面ト稱スベシ。

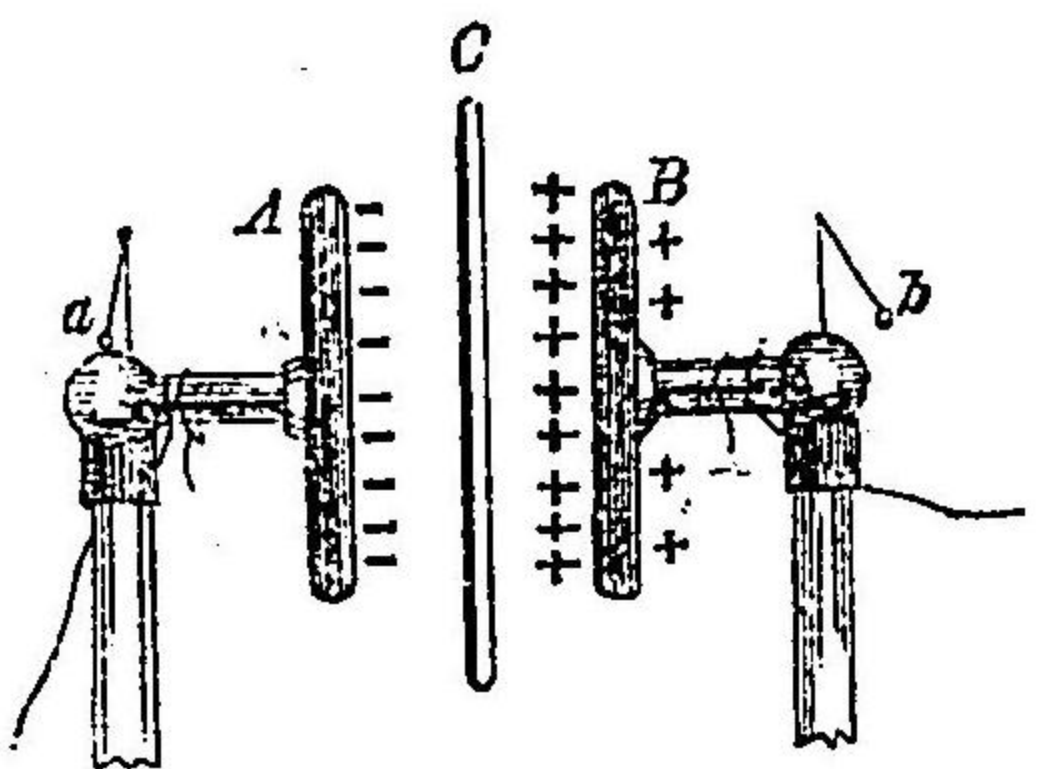
圖四十二百二第



氣作用ハ反覆行ハルルモノニテ、遂ニハA B 二板ノ前面ニ方リテ多量ノ電氣ヲ聚

此ノ器ニ電氣ヲ蓄積セント欲セバ、二板ノ前面ヲ Cト接觸シ、鍵鎖ヲ以テAト地中トノ電氣上ノ通路ヲ開カシメ、B板ヲバ同ジク鍵鎖ヲ以テ起電機ノ導子ニ接ス。然レバ導子ヨリB板ニ來レル陽性電氣ハ玻璃板ヲ隔テテAニ感應作用ヲ及ボシ、其中和電氣ヲ分解シ、陽性電氣ヲ地中ニ拒斥シ、陰性電氣ヲAノ前面ニ吸引ス。然ルニ此ノ陰性電氣ハ更ニ其ノ反動作用ヲBノ陽性電氣ニ及ボシ、之ヲシテ同ク其ノ前面ニ來ラシム。茲ニ於テカB板ハ更ニ電氣ヲ導子ヨリ分取スルコトヲ得ベク、新ニ來レル電氣ハ又又同一ノ作用ヲAニ及ボシテ前面ニ聚積スベキ陰性電氣ヲ増シ、再ビ其ノ反動ニヨリテBノ前面ニ聚積ス。此クノ如キ兩面ノ電

圖五十二百二第



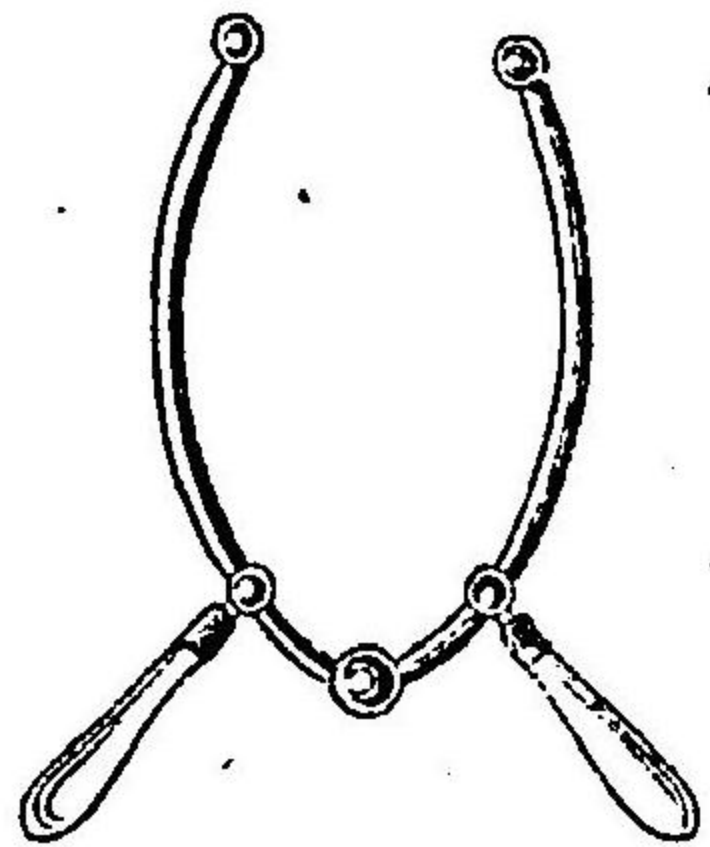
積スルニ至ル。但シA板ニ於テハ單ニ其ノ前面ニノミ電氣ヲ有シ、後面ニハ之ヲ有セザレドモ、B板ニ於テハ其ノ起電機ノ導子ト接スルガ故ニ、後面ニモ亦幾分ノ電氣ヲ有スルモノナリ、是レ二者ノ前面ヲC板ニ接觸スルトキニ方リテ、如何ニ多量ノ電氣ヲ蓄フルモaノ振子ハ靜垂シ、bノ振子ノミ拒斥セラルルニヨリテ之ヲ了スベシ(第二百二十五圖)。

セバ、Aト地中トノ通路ヲ絶チ、且ツBト導子トノ通路ヲモ斷チ、二板ヲ玻璃板ヨリ互ニ反對ノ方ニ離スベシ、然ルトキハ彼ノ相牽引セシ電氣ハ今ハA B 二板ノ全体ノ上ニ擴ガルヲ以テ、aノ振子ノ反撥ハ一層甚シカルベシ。

放電器。

蓄電器中ニ蓄ヘタル電氣ヲ脱奔セシムルニハ、放電氣ナルモノヲ用フ。此ノ器ハ黃銅製ノ二曲棍ヲ其ノ一端ニ於テ接シ、他端ニハ金屬製ノ球子ヲ附シ、接合點ニ近ク玻璃製ノ把柄アリ、(第二百二十六圖)此ノ球頭ハ或ハ接近シ、或ハ離開スルコトヲ得ベキ裝置ナリ。之ヲ以テ電氣ヲ脱奔セシメント欲セバ、先ヅ一球頭ヲ

圖六十二百二第



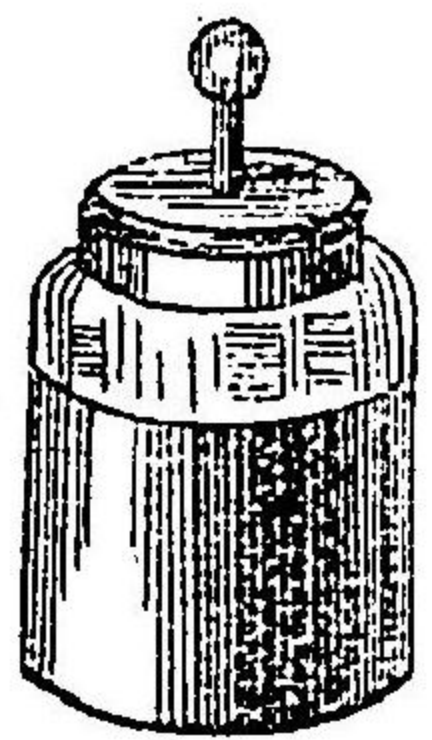
蓄電器ノA板ニ觸レシメ、他ノ球頭ヲB板ニ接近スベシ、然ルトキハ、Bト此ノ球頭トノ間ニ烈キ火花ヲ發シテ陰陽ノ兩電氣ハ相中和スベシ。

れいでん壘。

蓄電器ノ最モ便利ナルモノヲれい

外面ヲ錫箔ニテ覆ヒ、上部ヲ少シク裸出シタルモノニシテ、壘ノ木栓ニハ金屬ノ球

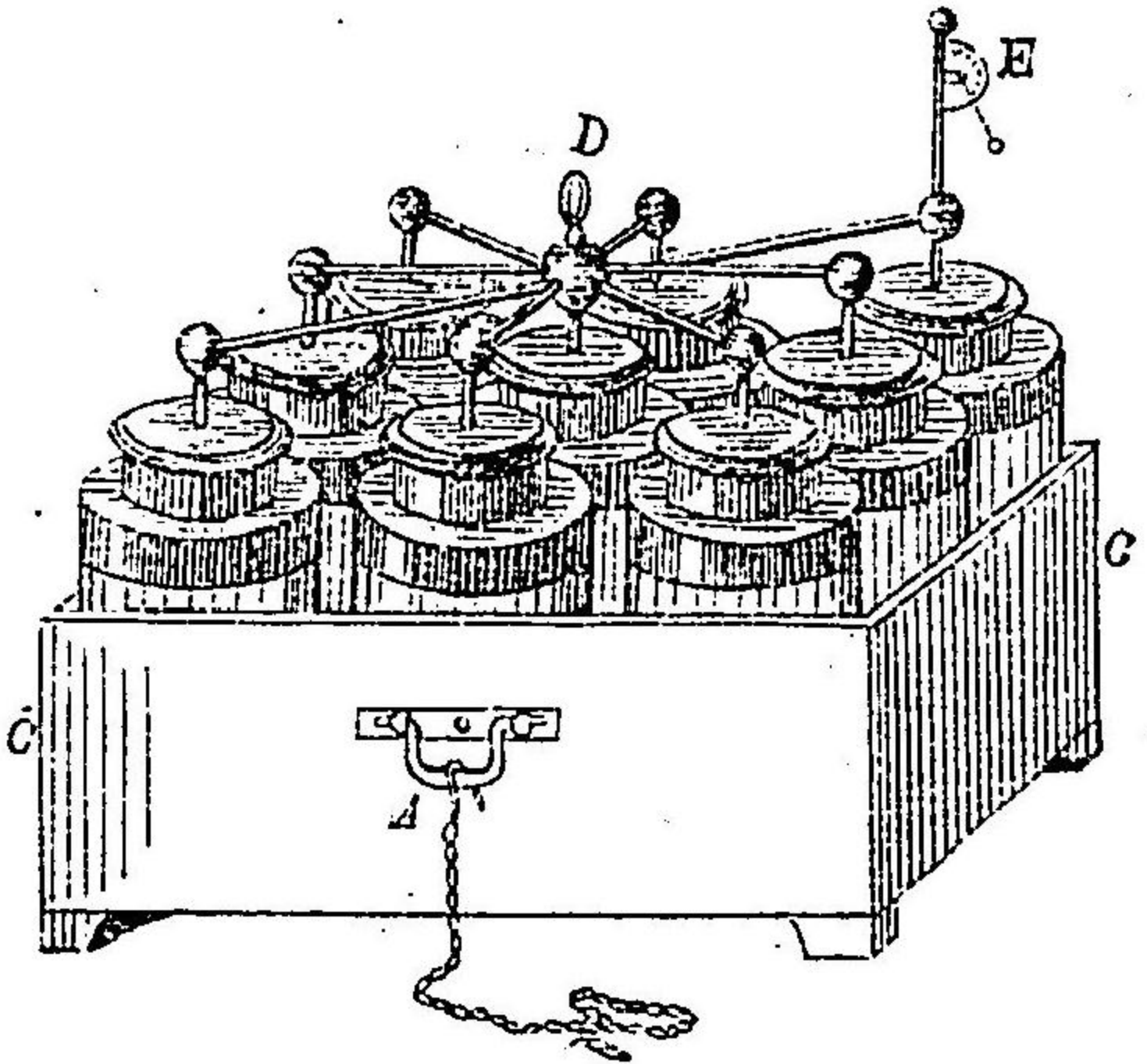
第二百二十七圖



頭ヲ有スル金屬棍ヲ挿シ、棍ノ下端ニ錠鎖ヲ附シテ之ヲ壘内ノ錫箔ニ觸レシム。此ノ器ニ於テハ壘内ノ錫箔ハ第二十二五圖ノA板ニ當リ、内面ノ錫箔ハB板ニ當リ、壘ハC板ニ比セラルベキモノナリ。

之ニ電氣ヲ蓄積セント欲セバ、實驗者ハ外面ノ錫箔ニテ覆ヘル部分ヲ手ニテ携ヘ、球頭ヲ起電機ノ導子ニ觸レシムレバ、實驗者ノ體ハ地中トノ通路ヲナスベキガ故ニ、既ニ講述セル理ニヨリテ内外ノ箔ニ陽性、陰性ノ電氣ヲ蓄積スベシ。

圖八十二百二第



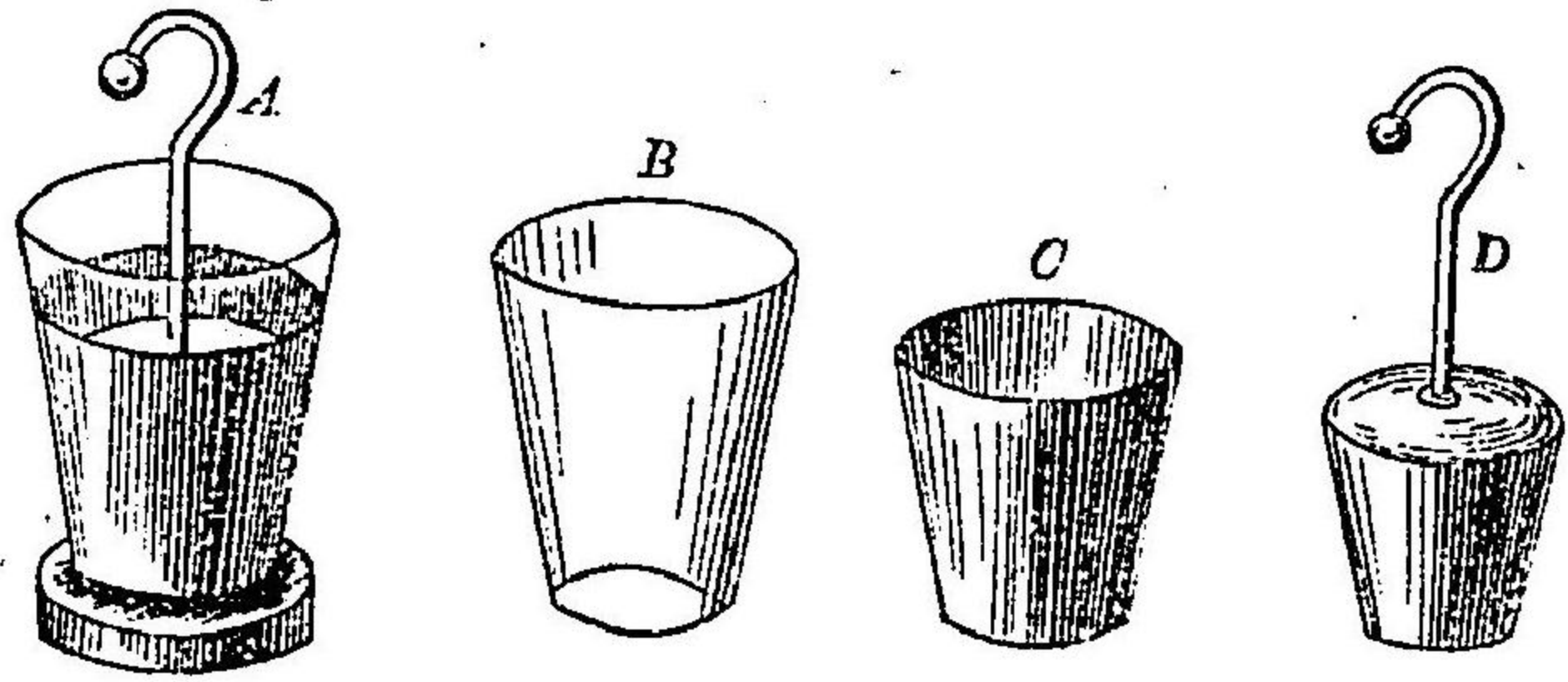
最モ多量ノ電氣ヲ蓄ヘントスルトキハ、れいでんばつてりーヲ使用ス。此ノ器ハ數箇ノれいでん壘ヲ錫箔ヲ以テ其ノ底ヲ蔽ヘル一箱CCノ中ニ納メ、此ノ錫箔ヨリ地中ニ電氣ノ通路ヲ開クコトヲ得ベカラシメ、且ツ球頭ヲ接續シタルモノナリ。斯クテ數多ノれいでん壘ハ其ノ外部ノ錫箔及ビ内部ノ錫箔ニ於テ各相連結セラルルコトトナルヲ以テ、甚ダ強力ナル作用ヲ呈スルコトヲ得ベシ。(第二十二圖)圖ニ於ケル引

手Aハ箱底ノ錫箔即チれいでん壘ノ外部ノ錫箔ト通ズルモノニシテ、或ハ之ニ錠鎖ヲ附シ、或ハ去リテ、地中トノ交通ヲ開閉スルコト容易ナリ。

れいでん壘ノ電氣ヲ蓄フル狀。

蓄電器ニ於テハ電器ハ悉ク兩金屬板ニ蓄ヘラルベシトハ讀者ノ推想ナラント雖、其ノ主トシテ電氣ヲ蓄フル部分ハ金屬板ニアラザルナリ。之ヲ證スルノ器ハ第二二十九圖Aニ於テ見ルガ如キ、一種ノれい

圖九十二百二第



靜電氣ノ現象。

スルニ於テ、火光ヲ發スルコトナリ。若シ分光鏡ヲ以テ此ノ火光ヲ視ハ、電體ノ末

靜電氣ノ現象中其ノ最モ著キモノハ陰陽ノ兩電氣相化合

でん壘ナリ。此ノ器ハBナル玻璃器ニ取り放シノ自由ナル  
錫製或ハ亞鉛製ノ内外衣C、Dヲ組ミ合セタルモノナリ。  
此ノ器ニ電氣ヲ蓄ヘタル後、絶縁體ノ上ニ置キ、マヅ內衣ヲ  
去リ、次ギニ玻璃器ヲ去リテ、三者ヲ机上ニ置クベシ。斯ク  
トDトヲ去ルニ於テモ、兩者ハ殆ド電氣ヲ含蓄セザルコト  
ヲ曉ルベシ。縦令含蓄セリトスルモ、既ニ机上ニ置カレタル  
上ハC、Dノ電氣ハ全ク放散セルコト明カナリ。然レドモ再  
ビ絶縁体上ニ三者ヲ組ミ立テ、放電器ヲ以テ之ヲ驗スルト  
キハ、Aハ内外衣ヲ離サズシテ直ニ放電セシメタルトキト  
殆ト同量ノ電氣ヲ蓄積スルコトヲ了セン。

テ玻璃器ノ内外面ニ擴布シテ蓄積セラル、ヤ明カナリ。

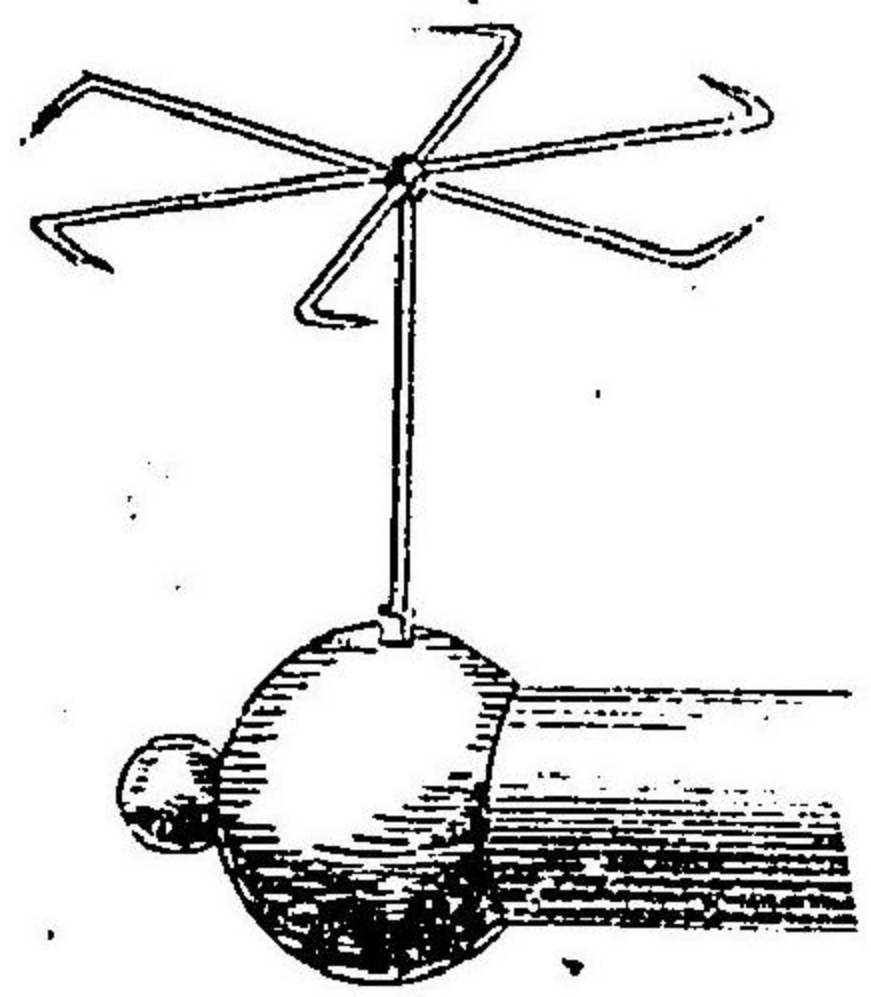
端部氣化シテ白熾スルニ由ルコトヲ知ル、且ツ此ノ際電體ノ末端部ニ存在スル空  
氣モ亦白熾スルモノナリ。此ノ現象ニ由リテ吾人ハ電體ニ於ケル靜電氣ノ相化合  
スルニ方リテハ互ニ相流動シテ動電氣ニ變リ、且ツ此ノ際別種ノ勢即チ光熱ニ變  
ズルコトヲ了スベシ。

靜電氣ノ現象ハ單ニ光熱ヲ發スル作用ノミニ止マラズ、其ノ身体ヲ通ズルトキハ  
諸關節ニ於テ激動ヲ與ヘ、若シ導線ニテ之ヲ流通セシムルトキハ化學作用、發磁作  
用ヲ惹起スルコト凡テ動電氣ト異ナルコトナシ。唯動電氣ト異ナル所ハ其ノ流動  
時間甚短急ナルヲ以テ火藥ヲ爆裂セシムルガ如キ急速ノ効果ヲ呈セシムルトキ

ノ外ハ之ヲ實用ニ供シ難キノミ。

吾人ハ亦靜電氣ヲシテ能ク器械的運動ヲ生ゼシムル  
コトヲ得ベシ。摩擦セル玻璃棍若クハ封蠟棍ヲ以テ輕  
體ヲ吸引セシムルガ如キハ其ノ一例ナレドモ、最モ興  
アル一實驗ハ、第二百三十圖ノ如キ金屬線ヲ以テ製セ  
ル車様ノモノヲ用フルニアリ。此ノ器ニ於テハ金屬線

圖十三百二第



ノ尖端ハ皆同一ノ方向ニ曲ゲラレ、其ノ中央ノ凹所ハ起電機ノ導子ノ上ニ立テラレタル金屬線ノ上端ニ應合シテ平均シ、能ク廻轉スルニ適ス。導子ノ電氣若シ此ノ車ニ傳フレバ、此ノ車ハ曲尖端ノ向フ方向ニ反對シテ迅速ニ廻轉スベシ。

太氣中ノ電氣。

太氣中ニハ晴曇ニ拘ハラズ、電氣ヲ存セザルナシ。其ノ原因

ニ關シテハ未ダ正確ナル説明ナシト雖、空氣ノ摩擦、水ノ蒸發及ビ收縮、植物、燃燒等ハ共ニ其ノ發生ニ關係アルベシト思考セラル、就中水蒸發ハ之ガ大原因ヲナスモノノ如シ。太氣ノ快晴ナルトキニハ電氣ノ性質ハ必ス積極性ニシテ日出後ト日没後ニハ最モ強ク、日中ト日出前ニハ最モ少シ。又曇天ノ日ニハ空中ノ電氣ハ或ハ陽性ナルコトアリ、或ハ陰性ナルコトアリ、雨、雪、霜等ヲ驗電器ニ受クルトキニ或ハ陽性ナルコト或ハ陰性ナルコトアルヲ以テ之ヲ知ル。

電光ハ反對ノ電氣ヲ帶ブル雲ト雲ノ間ニ起ル電氣結合ノ結果ナリ。若シ此ノ如キ雲ノ地上ニ接近スルニ方リテハ、高塔、樹木等ニ感應作用ヲ及ボシ、其ノ中和電氣ヲ分解シ、異性ノ電氣ヲ吸引シテ之ト結合ス、俗ニ所謂落雷即チ是レナリ。又雷鳴ハ電火ノ起ルニ方リテ其ノ間ノ空氣ノ熱セラレテ速ニ膨脹シ、以テ振動ヲ惹起スルニ

ルニ由ルナリ。

避雷針。

高樓大厦ノ電火ニ擊タルルヲ防ガントスルノ目的ニ使用スルモノ

ヲ避雷針ト稱ス。鐵棍若クハ銅棍ノ端ヲ尖銳ニシテ鍍金シ、之ヲ屋上ニ樹テ、其ノ下端ヲ長ク延キテ地中若クハ井水中ニ埋没シタルモノナリ。既ニ學ベルガ如ク、金屬ノ尖銳ナルモノハ絶エズ電氣ヲ放散スルノ性アルヲ以テ、電氣ヲ帶ベル雲ノ避雷針上ニ來ルヤ、之ニ感應作用ヲ及ボシテ異性ノ電氣ヲ尖端ニ引キ、同性ノ電氣ヲ地中ニ拒斥スベシ、而シテ彼ノ尖端ニ引カレタル電氣ハ絶エズ此ノ部ヲ去リテ雲中ノ電氣ヲ中和スベキヲ以テ、遂ニハ全ク之ヲ消滅セシムベキナリ。尖銳ナラザルモノニ於テハ電氣ヲ放散スルコト難キヲ以テ電火ニ擊タルルコトトナルナリ、以テ

避雷針ヲ用フルノ理ヲ詳察スベシ。

返撃ト稱シ落雷セル地ヨリ遠隔ナル地ニ於ルケ人ニシテ激烈ナル打撃ヲ感ズルコトアリ。其ノ理ハ電氣ヲ帶ベル雲ガ其ノ近傍地上ニ在ル物体ニ感應シ、此等ヲシテ大ニ反對ノ電氣ヲ帶バシメタルトキニ、其ノ雲ノ電氣ガ、或ル部分ヲ擊チテ中和シタリトセバ、其ノ感應作用止ムヲ以テ、始メ近傍ノ事物ニ聚積シタル反對ノ電氣

ハ元ノ状態ニ返ラントシ、人畜ニ打撃ヲ與フルニ由ルナリ。

**摘要。** 電氣ハ分子ノ運動ニ基ヅク勢ナルコト勿論ナリト雖、未ダ其ノ真相ヲ知悉スルニ至ラザルヲ以テ、假リニ二種ノ異名電氣アリテ強大ナル相互ノ牽引力ヲ有スルモノト見做シタリ、故ニ其ノ中和セルモノヲ分離スルニハ別種ノ勢ヲ費サザルベカラザルコト、恰モ地上ノ石ヲ高所ニ登ラシムルニ同ジ。斯クテ離隔セラレタル靜電氣ハ潛勢タルノ狀ヲナシ、其ノ相結合スルトキニ於テ顯勢ニ變ズルナリ。且ツ兩電氣ノ移動シテ結合スルハ當ニ水流ニ比スベシ、吾人水ノ一處ヨリ他處ニ移動スルヲ見ルニ、必ズ此ノ間ニ高低ノ差異ナキハナシ、甲處乙處共ニ同一ノ水平線ヲナサバ、何ヲ以テカ此ノ間ニ水流ノ存スルヲ見シ、電氣力ニ於テモ亦然リ、二個ノ導體間ニ流動アルトキハ、吾人ハ之ヲ電氣力高低ノ差ニ歸セザルベカラズ、此ノ點ハ尙流動電氣ノ部ニ於テ明カナルベシ。

### 第六篇(下) 動電氣學。

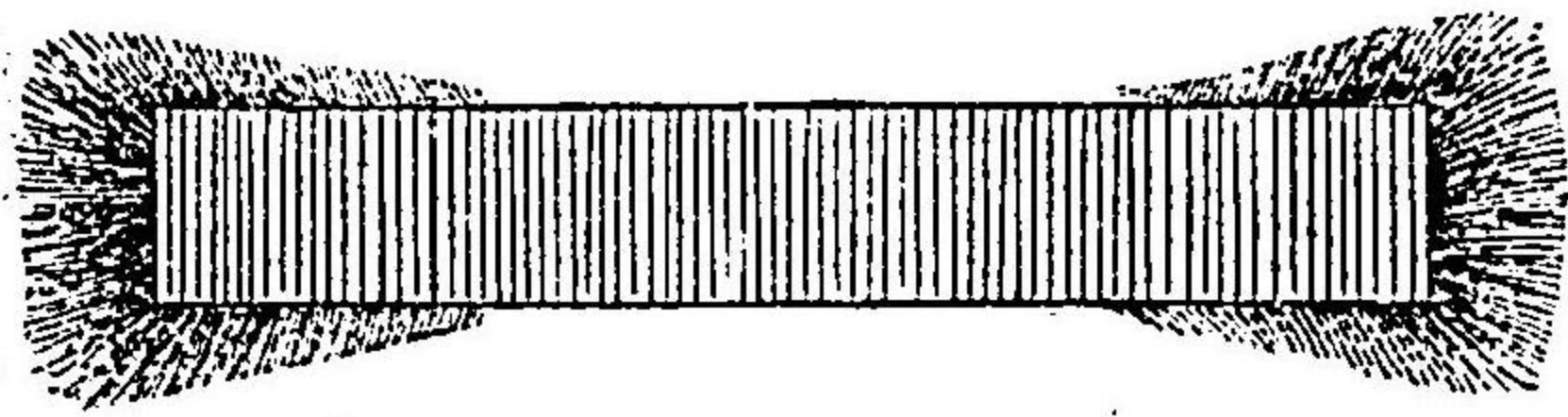
#### 第一章 磁氣ヲ論ズ。

**磁石。** 天然存在スル酸化鐵礦ノ一種ニ鐵ヲ吸引スルノ奇性ヲ具フルモノアリ、之ヲ天然磁石ト云ヒ、其ノ吸引力ヲ磁氣又磁力ト云フ。鋼鐵ノ如キハ天然磁石ノ感

應作用ニヨリテ能ク此ノ磁性ヲ得了ス、サレバ人爲ヲ以テ鋼鐵ニ磁力ヲ帶バシメタルモノハ之ヲ名ヅケテ人造磁石ト云フ、吾人ハ人爲ヲ以テ大ニ天然物ニ勝ルノ磁石ヲ製作シ得ルモノナリ、故ニ磁力ノ性質ヲ研究スルニハ人造ノ磁石ヲ使用スルヲ便ナリトス。

**磁力ノ配布。** 磁石ガ鐵ニ向テ現ス所ノ吸引力ハ凡テノ部分ニ於テ一様ナラズ、其ノ兩端ニ於テハ此ノ力最モ強大ニシテ、其レヨリ中央ニ近ヅクニ隨テ次第ニ弱ク、遂ニ正中ニ達殆ト全ク消滅ス、之ヲ證セント欲セバ盆上ニ鐵粉ヲ布、鋼鐵棍ヨリ成ル所ノ人造磁石ヲ横ニ鐵粉上ニ置キテ直ニ取リ

圖 一 十 三 百 二 第



上クベシ然ルトキハ鐵粉ハ第二百三十一圖ニ示スガ如ク兩端ニ附着スルコト最モ多ク次第ニ中央ニ近ツクニ至リテ減少セン。

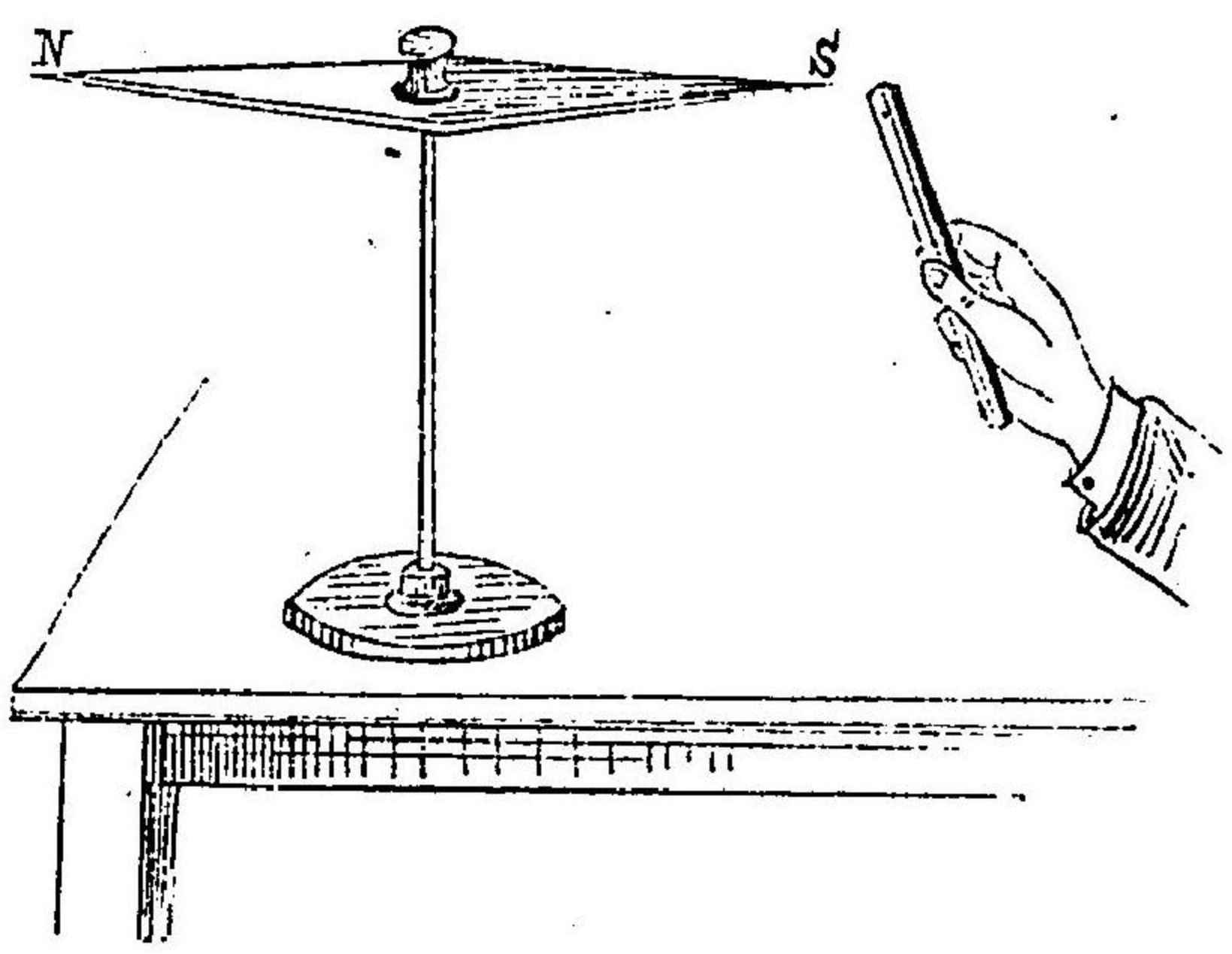
吾人ハ斯ク磁力ノ最モ強大ナル磁石ノ兩端ヲ極ト稱シ其ノ中央ノ磁力ナキ所ヲ横斷セル線ヲ中央線又赤道線ト云ヒ此ノ中央線ニ直角ヲナシテ兩極ヲ通過スル線ヲ磁石ノ軸又子午線ト云フ。

### 兩極交互ノ作用

吾人若シ一條ノ磁石ヲ

取り其ノ中央部ニ絲ヲ附シテ兩端相平均スル様ニ懸垂スルカ或ハ中央部ニ凹所ヲ作りテ之ヲ細線軸ノ尖端ニ當テテ平均セシムルトキハ其ノ一極ハ必ス北ヲ指シ之ニ反對スル極ハ必ズ南ヲ指スベシ如何ニ此ノ磁石ノ方向ヲ變ズルモ必ズ前ノ如ク南北ヲ指シテ靜定スベシ而シテ極ノ北ニ向フモノヲ磁石ノ北極ト稱シ其ノ南ヲ指スヲ南極ト云フ此ノ兩極ヲ區別スルタメニ(N)若クハ(S)

圖二十三 百二 第



チ北極ノ符トシ(S)若クハ(一)ヲ南極ノ符トス斯ク南北ヲ指示スルノ性質ハ磁石ノ特有ニシテ其ノ航海者測量家等ニ向テ最モ用アルハ一ニ此ノ性ニ由レリ。

磁石ノ兩極ハ尋常ノ鐵片ニ向テ共ニ吸引作用ヲ及ボスト雖一磁石ノ極ト他ノ磁石ノ極トヲ相接近スルトキハ或ハ吸引スルコトアリ或ハ拒斥スルコトアリ試ミニ一條ノ磁石ヲ懸垂シ別ニ鐵ノ一小片ヲ取リテN極若クハS極ニ接近スレバ磁石ハ廻轉シ來リテ能ク之ト觸接スベシト雖豫メ其ノ南北兩極ヲ判知セル一ノ磁石ヲ取リテ甲ノN極ト乙ノN極若クハ甲ノS極ト乙ノS極トヲ接近スレバ互ニ相拒斥スルヲ示シ甲ノN極ト乙ノS極若クハ甲ノS極ト乙ノN極トヲ接近スレバ互ニ相吸引ス。サレバ彼ノ電氣ニ於テ同名相拒斥異名相引クガ如ク磁石ニ於テモ亦同名ノ極ハ相拒斥シ異名ノ極ハ相引クモノナルコトヲ曉ルベシ。兩極ノ吸引力及ビ反撥力ハ彼ノ電氣ノ場合ニ於ケルト同ジク距離ノ自乘ニ反比例ストハ實驗上ヨリ知了スル所ナリ。

### 磁石ノ折斷片ニ於ケル分極

吾人若シ一條ノ磁石ヲ折斷シテ之ヲ數片

トナストキハ各片悉ク南北極ヲ現シテ一ノ完全ナル磁石トナルベシ此等ノ小片



圖 三十三百二第

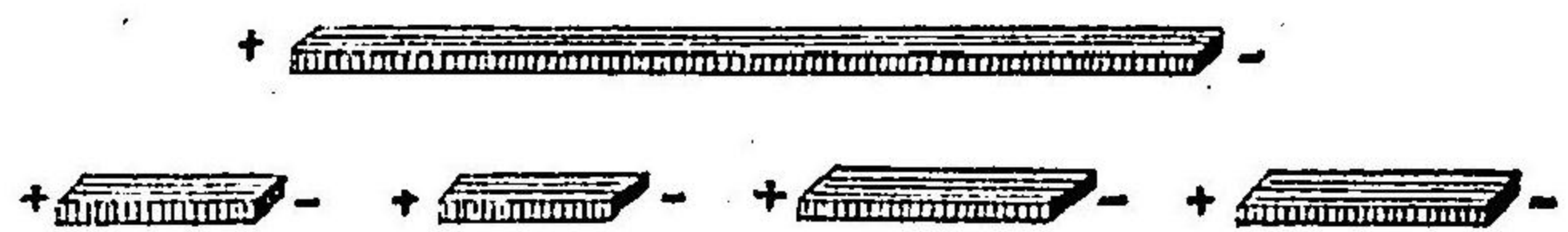


圖 四十三百二第



ヲ更ニ小分スルトキハ、吾人ハ亦無數ノ小磁石ヲ得ベシ(第二百三十三圖)。

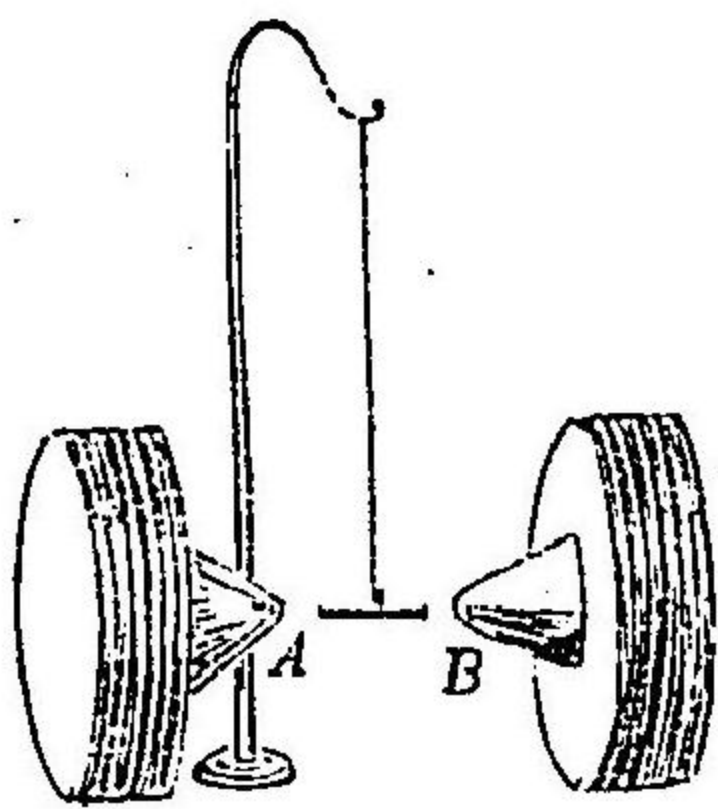
此ノ理ヲ解セントセバ磁石ヲ構成スル各分子ヲ以テ、皆悉ク南北ノ兩極ヲ有スル一ノ完全磁石ナリト考ヘザルベカラズ。例ヘバ第二百三十四圖ノNS磁石ニ於テ、小圓ヲ分子ナリトシ、白ノ半圓ヲ北極性ノ磁力ト假定シ、黒ノ半圓ヲ南極性ノ磁力ナリト假定スレバ、其ノ正中部ニ於テハ北極南極相平均スルヲ以テ中性トナリ、兩極ニ於テハ磁力最モ強キノ理ヲ解スルコト容易ナルベシ。

後章ニ於テ證明セラルルガ如ク、磁力ハ電氣ニ由來スル一種ノ力ナリト雖、彼ノ靜電氣ノ場合ニ於ケルト同ジク、各磁石ハ北極南極二種ノ磁氣同量ヲ含有スルモノナリト想像スルトキハ、磁石ノ現象ヲ解スルコト容易ナルベキヲ以テ便宜上斯ク假定スルモ可ナリ。

磁性体、反磁性体。磁石ニヨリテ吸引セラルル体ハ單ニ鐵ノミニ止マラズ、よ

つける、こばるとノ如キモ亦強キ磁石ニ遭ヘバ能ク吸引セラル、而シテ更ニ強力ナル磁石ヲ以テ試験スルトキハ、まんがね、紙、封蠟、石墨、赤色酸化鉛(鉛丹)、硫酸亞鉛(皓礬)、木炭ノ如キモ亦能ク吸引セラルベシト云フ。之ト反シテ蒼鉛、あんちもに、亞鉛、錫、水銀、鉛、銅、黄金、砒、明礬、玻璃、硝石、硫黃、樹脂、水、木材、柔草ノ如キハ強力ナル磁氣ニ遭ヘバ拒斥セラルベシ。其ノ磁石ノタメニ吸引セラルル物体ヲ磁性体ト稱シ、其ノ拒斥セラルルモノヲ反磁性体ト云フ。以上掲ゲタル物名ノ排列ハ、磁性及ビ反磁性ニ富メルモノヲ先ニシ、之ニ劣レルモノハ其ノ順序ニ從ヒタルモノナリ。

圖 五十三百二第



試ミニ最モ強力ナル磁石ノ北極ト、南極トヲ對向シ(第二百三十五圖)、磁性体例ヘバ鐵ニテ製セル小針ヲ其ノ間ニ懸垂スルトキハ、此ノ針ハ兩極ニ吸引セラルベキヲ以テ、其ノ方向ハ圖ニ於テ見ルガ如ク、磁石ノ軸ト平行スベシ、之ト反シテ反磁性体例ヘバ蒼鉛ヲ以テ製セル針ヲ懸垂スルトキハ、兩極ノタメニ反撥セラルベキヲ以テ、其ノ方

向ハ磁石ノ軸ト直角ヲナスベシ、此クノ如キ裝置ニヨリテ吾人ハ一物ノ磁性体ナルヤ、又反磁性体ナルヤヲ驗知シ得ベキナリ。

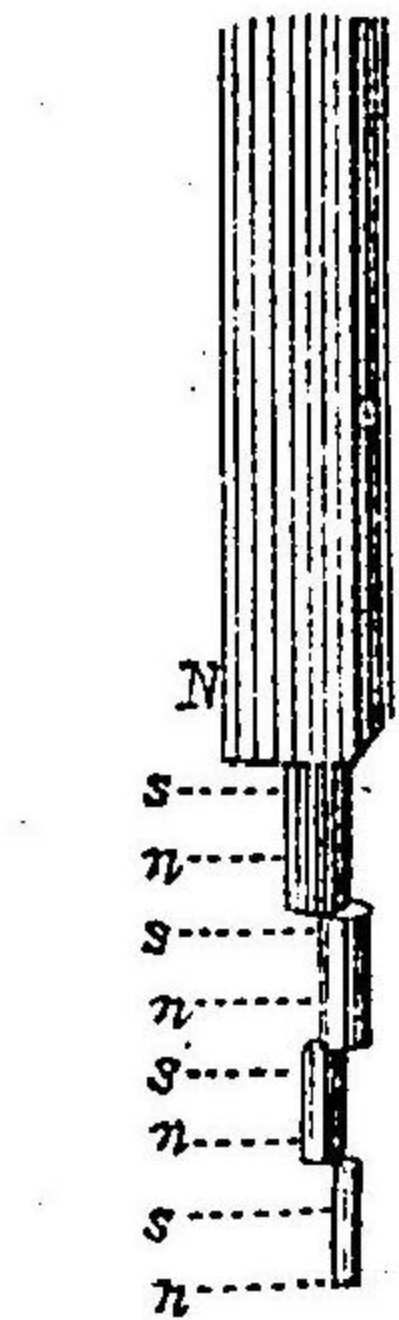
茲ニ磁性体及ビ反磁性体ノ別アル所以ヲ説述スベシ。吾人若シ前圖ノ裝置ヲナシ、一片ノ雲母石ヲ兩極ノ間ニ懸垂スルトキハ、則チ軸ト平行スルノ位置ヲ取リテ磁性体ナルコトヲ示スベシト雖、若シ空氣中ニ於テ懸垂スルコトヲ止メ、雲母石ヨリ勝レル磁性体ナル第一鹽化錫(SnCl<sub>2</sub>)ノ溶液中ニ懸垂シテ、右ト同様ナル實驗ヲ行ヘバ、彼ノ雲母石片ハ軸ト平行シテ靜定セズシテ、之ト直角ヲナシ、此ノ際ニハ反磁性体トナレルコトヲ證スベシ。此ノ實驗ヲ重テテ吾人ハ左ノ歸結ニ達セリ、曰ク、一ノ磁性体ヲ取リ、之ヨリ更ニ強キ磁性体ナル流動体中ニ懸垂スルトキハ、反磁性体タルノ現象ヲ呈シ、一ノ反磁性体ヲ取リ、之ヨリ更ニ強キ反磁性体ナル流動体中ニ懸垂スルトキハ、磁性体タルノ現象ヲ呈スベシト。

既ニ列記セル磁性体及ビ反磁性体ノ區別ハ、空氣中ニ懸垂シテ定メタルモノナルコト勿論ナリ。

磁氣力ノ感應作用。磁性体ノ磁石ノタメニ吸引セララルルハ恰モ諸物体ノ電

体ニ吸引セララルルト大ニ類似スルモノアリ、即チ磁性体中ニ含有セララルル中和磁氣ハ其ノ影響ニ由リ分解セラレテ分極スルニ由ルモノナリ。吾人若シ圓筒狀ノ鍛

第二百三十六圖



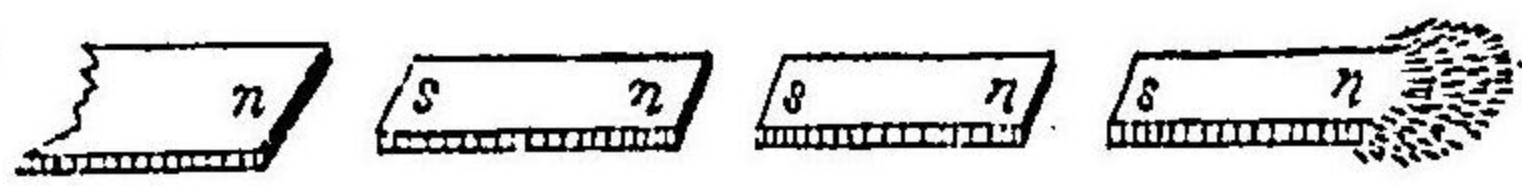
鐵片ヲ磁石棍ノ一端ニ吸引セシメテ、更ニ其ノ下ニ數箇ノ鍛鐵片ヲ順次ニ接觸スレバ、第二百三十六圖ニ於テ見ルガ如ク、吸着スルモノナリ、而シテ鍛鐵ノ附着セシ磁石ノ端ハ北極ナランニハ、各圓筒片ノ下端ハ悉ク北極ニシテ、上端ハ悉ク南極ナルベシ。其ノ

理ハ磁石ノ北極ハ先ヅ第一鍛鐵片ニ感應作用ヲ及ボシテ、其ノ中和磁氣ヲ分解シ、異名ノ磁氣ヲバ上端ニ吸引シ、同名ノ磁氣ヲバ下端ニ拒斥ス、斯クテ第一ノ圓筒片ハ、通常磁石ノ如キ性質ヲ帶ブルニ至ルヲ以テ、同様ノ作用ヲ第二ニ及ボシ、第二ハ第三ニ及ボスガ如ク、順次ニ其ノ感應作用アルモノナリ、然レドモ若シ第一ノ片ヨリ磁石ヲ離去スレバ、各片皆悉ク離レ墜ツルモノナリ。是レ各鍛鐵片ニ於テ分極セラレタル磁氣ハ、再ビ相結合シテ中和シタルニ由ルナリ。若シ鍛鐵片ニ代フルニ鋼鐵片ヲ以テセバ、一度分解セラレタル兩種ノ磁氣ハ、再ビ相中和スルコトナク、永ク

其ノ分極ヲ維持スベシ故ニ知ル鍛鐵ハ磁石ノ感應作用ニヨリテ一時ノ磁石トナリ、鋼鐵ハ永久ノ磁石トナルモノナルコトヲ此ノ點ニ於テハにつけるハ鍛鐵ニ類似シ、こバるとハ鋼鐵ニ類似ス。

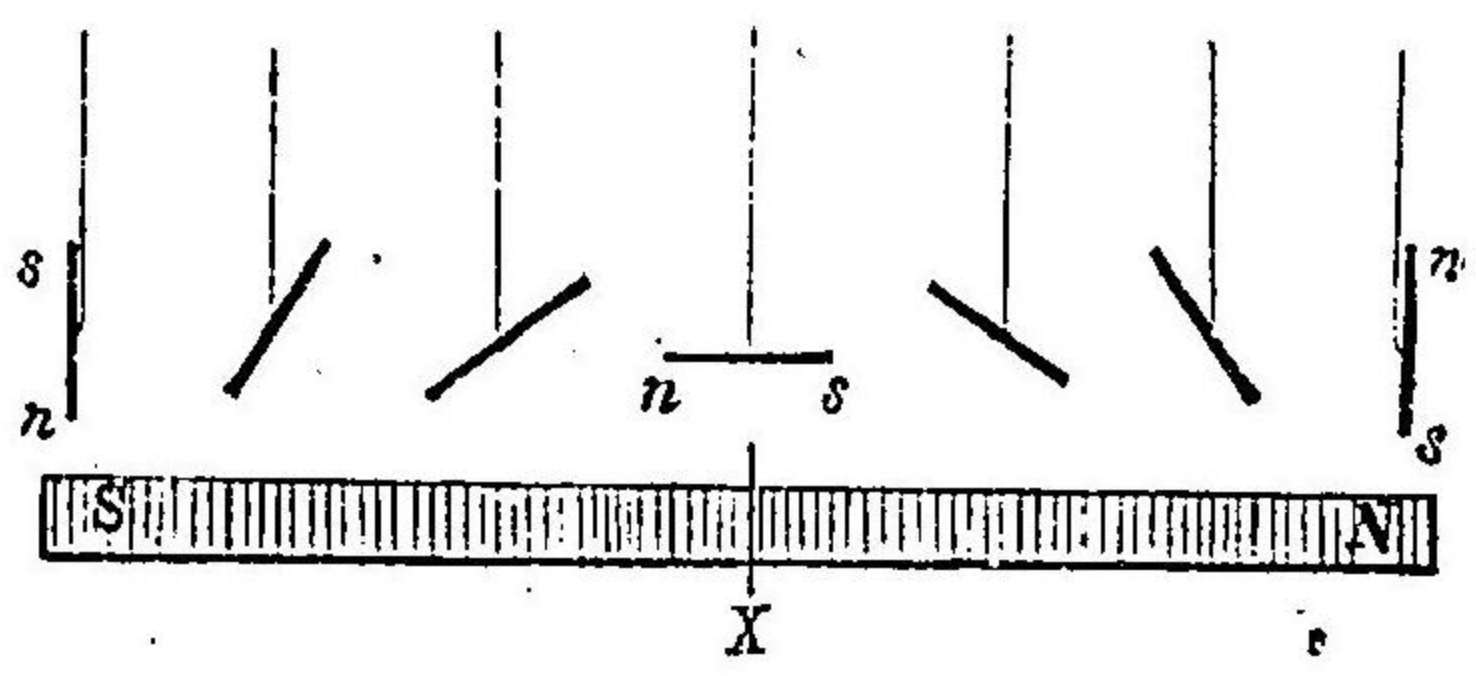
磁石ノ感應作用ハ磁性体ノ觸接シタルトキニ起ルモノニアラズ、第二百三十七圖ニ於テ見ルガ如ク、其ノ間ヲ離隔シテ排置スルモ尙ホ能ク感應作用アルノミナラズ、其ノ間隙ニ紙片、玻璃片、木片ノ如キヲ置クモ分極スルモノナリ。

第二百三十七圖



磁石ノ傾角(ちつぷ)。一條ノ磁石ヲ机上一ニ横タヘ、數本ノ縫針ニ磁氣ヲ與ヘ(鋼鐵ニ磁氣ヲ與フルノ法後節ニ詳ナリ)其ノ中央ニ細キ絹糸ヲ附シテ之ニ懸垂セシメ、而シテ此等ノ小磁石ヲシテ磁棍ヲ沿フテ一列ニ駢列セシムルトキハ、小磁針ノ極ハ凡ベテ大磁石ノS極ヲ指スベク、且中央線ノ上ニ在ル磁針ハ磁石ト平行スベキモ、之レヨリ

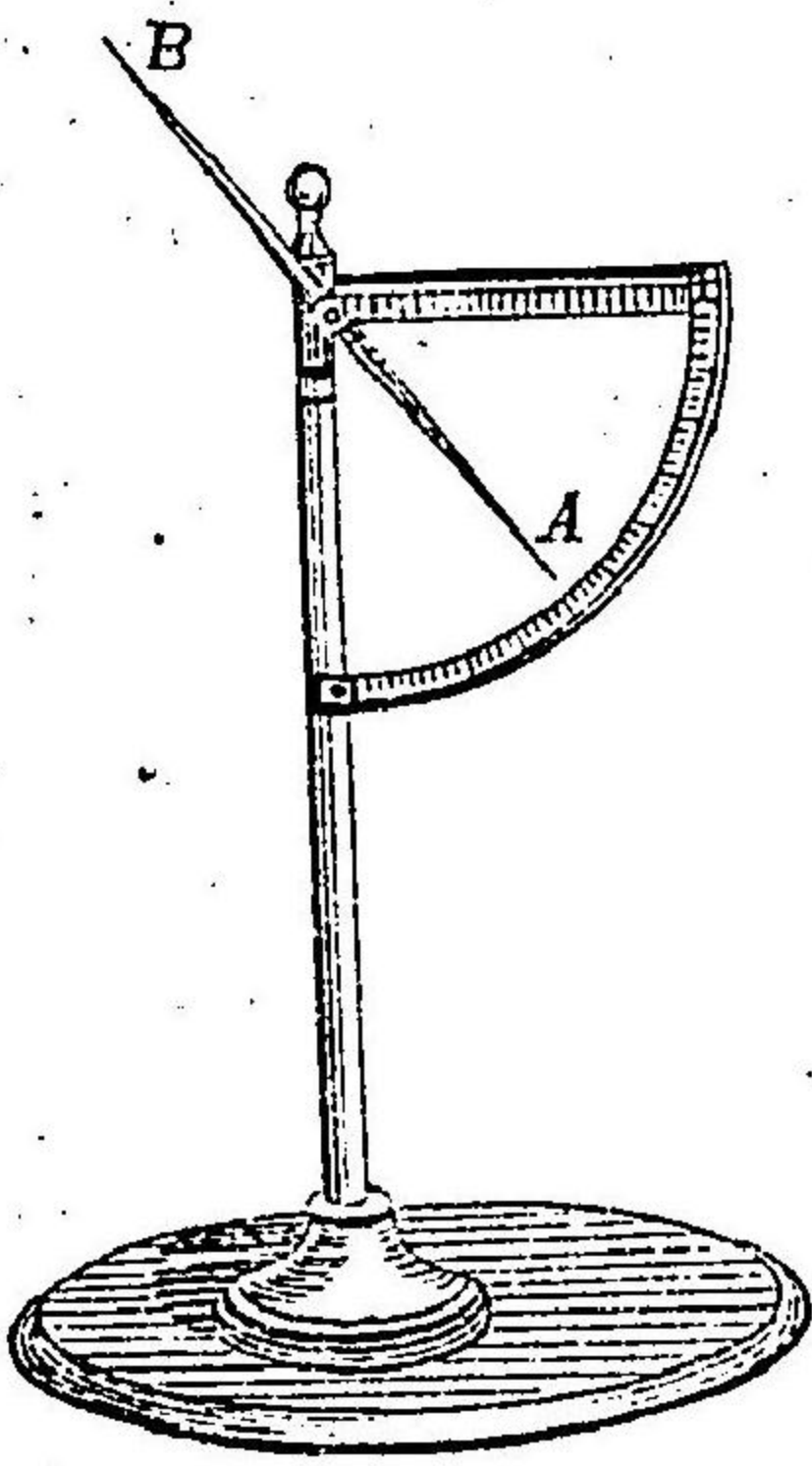
第二百三十八圖



兩極ニ接スルニ隨テ傾斜愈甚シク、其ノ磁石ノ兩極ニ在ル磁針ハ全ク直立スルコト第二百三十八圖ニ示スガ如クナルベシ。是レ其ノ中央ニ在ルモノハ兩極ノ磁氣ニヨリテ平等ニ作用セラルルモ、愈一方ニ倚ルニ隨テ兩極ノ作用不平均ヲ生ズレバナリ。

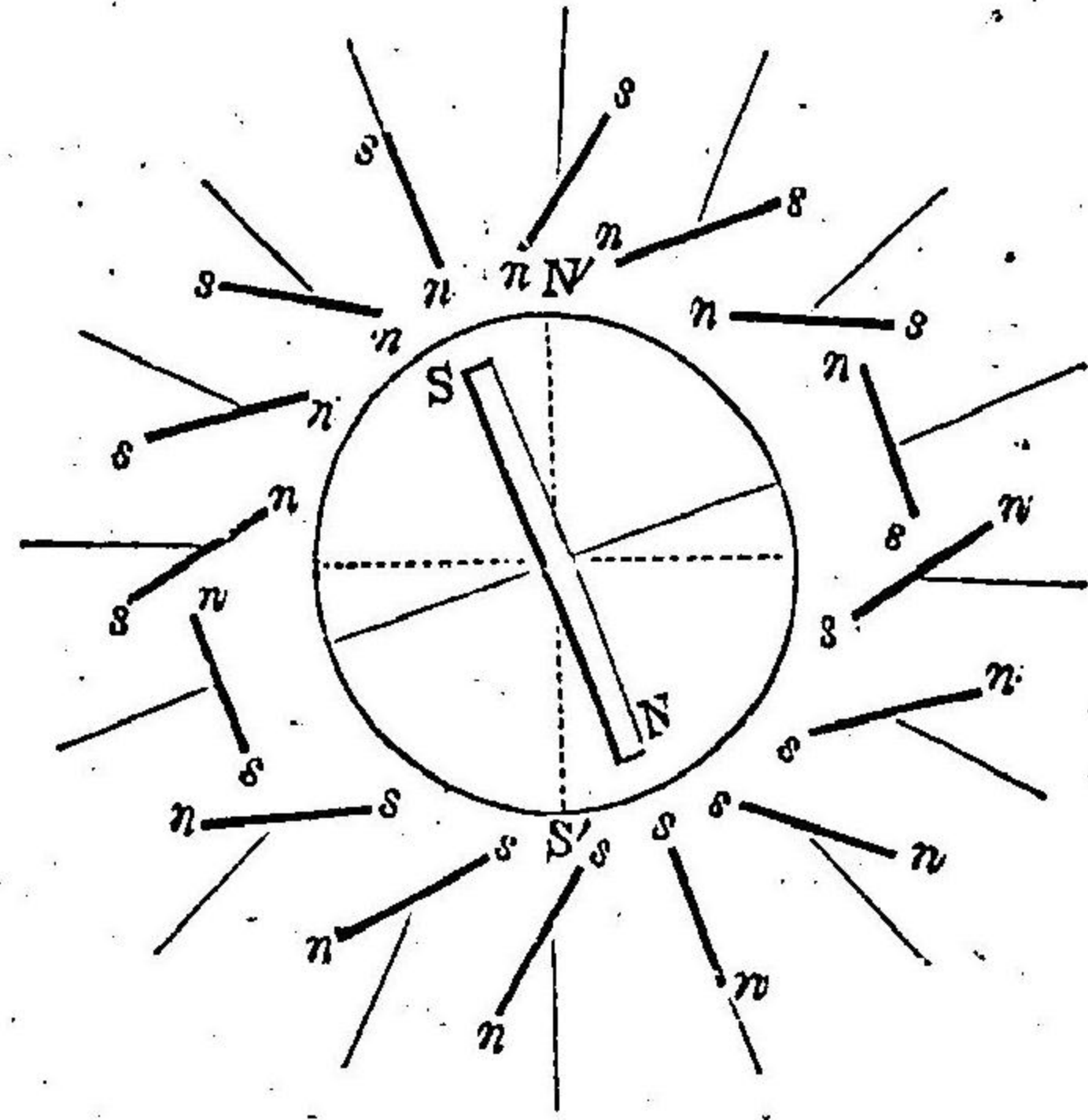
地球上ニ於テモ亦此クノ如キ現象アリ、今之ヲ説クニ方リテ先ヅ傾角計ノ構造ヲ述ブベシ。磁針ノ軸ニ直角ヲナシテ中央ニ一小針ヲ挿シ、針ノ兩端ヲ支持シ、此ノ磁針ハ鉛直ノ圓ヲ沿フテ自由ニ廻轉シ得ベカラシメタルモノヲ傾角計ト云フ(第二百三十九圖)傾角計ノ四分規若クハ圓規ハ傾角ヲ

第二百三十九圖



計ルノ目的ニテ附セラレタルモノトス。傾角計ニ於ケル磁針ハ赤道地方ニ於テハ水平線ト平行スルモ、北半球ニ於テハ其ノ北極端傾降シ、南半球ニ於テハ其ノ南極端傾降ス、而シテ緯度ヲ進ムニ隨テ此ノ傾降愈甚シク、若シ之ヲ圖形ニ示ストキハ當ニ第二百四十圖ノ如クナルベシ。即地

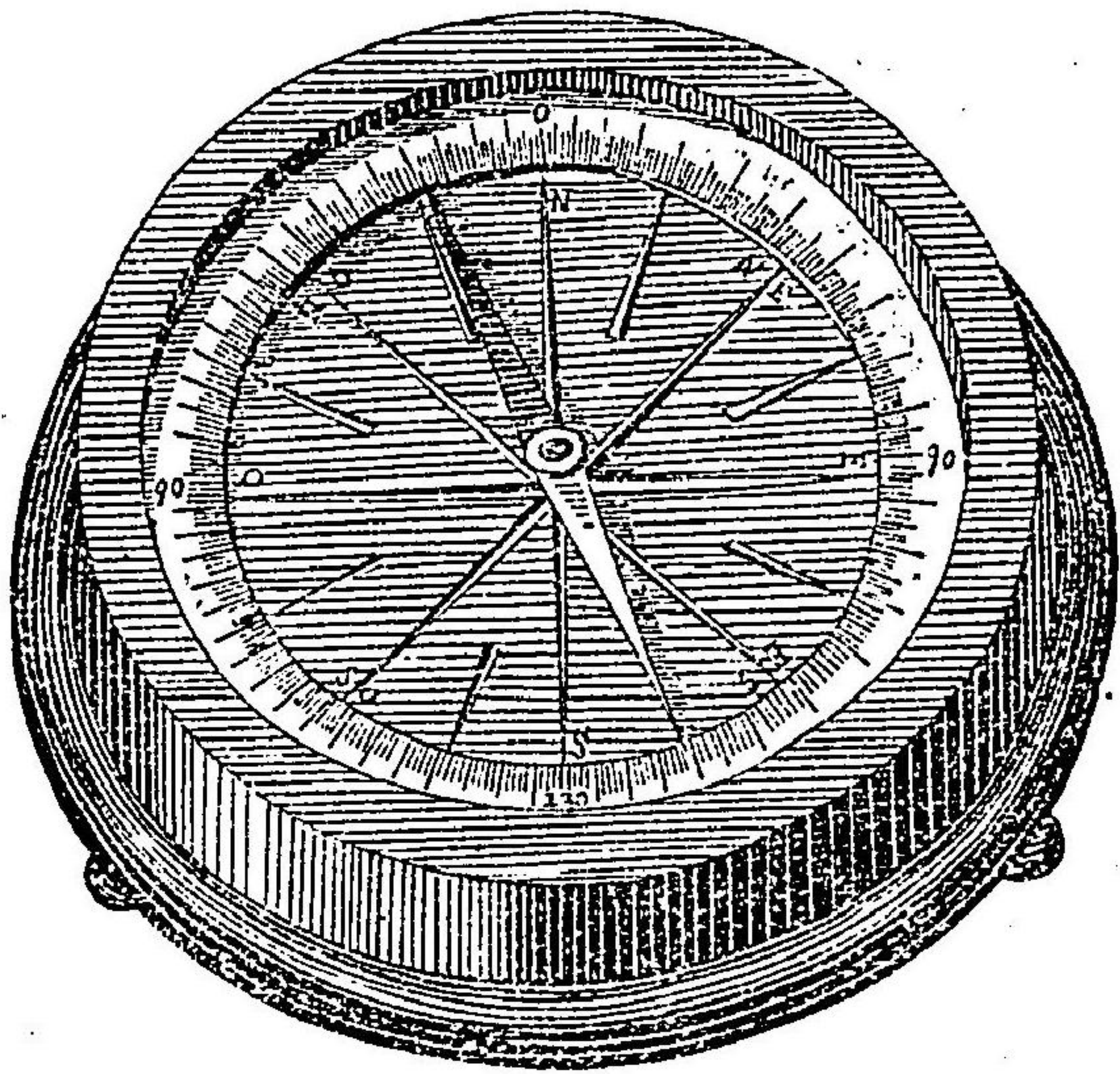
圖十四百二第



球ハ恰モ其ノ中央ヲ通ズル一大磁石ヲ有スル  
 カノ如キ働ヲナスヲ以テ、吾人ハ地球ヲ以テ一  
 大磁石ナリト考ヘザルベカラズ。斯クテ磁針ノ  
 常ニ南北ヲ指シテ平定スルノ理ヲ解スベシ。但  
 シ磁氣ハ同名相拒シ、異名相引クヲ以テ、磁針北  
 極ノ磁氣ハ地球南極ノ磁氣ニ同ジク、磁針南極  
 ノ磁氣ハ地球北極ノ磁氣ニ同キコト勿論ナリ。  
 羅針盤。羅針盤ハ磁針ニヨリテ方位ヲ知ル  
 ベキ圓形ノ器ニシテ、航海者、測量家等ニハ最も用

アルモノナリ(第二百四十一圖)。此ノ器ニ於ケル磁針ハ水平ノ圓ヲ沿フテ廻轉シ得  
 ベキモノニテ、盤ノ周圍ニ刻度アリ。但シ未ダ磁氣ヲ帶バシメザルトキニ、磁針トナ  
 スベキ鋼鐵針ヲ精密ニ平均スルガ如ク製スレバ其ノ磁氣ヲ與ヘタルトキニ傾角  
 ヲ生ズベキヲ以テ、之ヲ使用スル國々ノ緯度ニ準ジ、北半球ニ於テハ未ダ磁氣ヲ與  
 ヘザル鋼鐵針ノ南極トナルベキ部分ヲ、又南半球ニ於テハ北極トナルベキ部分ヲ

圖一十四百二第



少シク重クシ、磁針トナリタルトキニ精密  
 ニ平均スルガ如ク製作ス。

磁針ノ方位角(でくりねーじよん)

某地ノ地理學上子午線ト云フハ、該地ト地  
 球ノ南北極ヲ通過セリト假定セル想像上  
 ノ平面ナリ、而シテ此ノ平面ノ地球表面ト  
 會合シテ生ゼル線ヲ通常該地ノ子午線ト  
 稱スルナリ。又某地ノ磁石の子午線トハ、該  
 地ニ於テ磁針ヲ懸垂靜定シ、其ノ兩極ヲ通  
 ジテ垂直ニ平面ヲ通過セリト假定シ、此ノ

平面ノ地球表面ニ會シテ生ジタル線即チ是レナリ。然ルニ此ノ兩種ノ子午線ハ實  
 際相一致セオシテ、多少ノ交角ヲ生ズ。換言スレバ磁針ノ軸ハ精密ニ南北極ヲ指示  
 セザルナリ、吾人ハ通常ノ子午線ト磁石の子午線ト相交ハリテ生ゼル角ヲ方位角  
 ト云フ。