

レタル試験管ヲ立テ空氣ヲ吹き込シ盛ニ蒸發セシムレバ其氣化ニ要スル熱ヲ自己及ビ周圍カラ奪フカラ溫度ハ著シク降下シ管内ノ水ハ遂ニ氷結スルニ至ル。又素焼ノ如キ多孔質ノ容器ニ水ヲ入レルト其周圍ヨリ水ガ蒸發スルタメニ氣化熱ヲ吸收スル故素焼ノ溫度ハ其周圍ノ空氣ノ溫度ヨリモ降下スルヲ見ル。



圖 128

例 [1] 空氣中ニ開放セル瓶内ノ水ノ溫度ハ室内ノ溫度ヨリモ低ク之ニ栓ヲ施セバ室内ノ溫度ト同一ナルハ何故カ。

解 開放セル瓶内ノ水ハ絶エズ蒸發スル故ニ氣化熱ノ爲メニ水ノ溫度ハ周圍ヨリモ低シ、然ルニ瓶ニ栓ヲ施セバ瓶内ノ空氣ガ水蒸氣ヲ以テ飽和セラレタル後ニハ蒸發止ミ水ノ溫度ハ周圍ノ溫度ト同一ナル。

問 [2] 少量ノエーテルヲ掌ニ注ゲバ著シク冷ク感ズルハ何故カ。

解 エーテルガ蒸發スル時之ガ氣化ニ要スル氣化熱ヲ手ヨリ奪ヒ去ルニヨル。

[16] 製氷機. 工業上ニ氷ヲ製造スルニハ液體アンモニアノ氣化ニヨル熱ノ吸收ヲ利用シタ冷却装置ヲ用フ製氷機ハ圖 129ニ示ス如ク

壓縮ポンプPデアンモニア蒸氣ヲ壓縮シ之ヲ冷水デ冷却サルル蛇管C内ニ

送リテ液化セシムル、次ニ細孔ヲ有スル調節活塞Vヲ開ケバ、液體アンモニアハ蒸發管E内ニ膨脹スル際盛ニ蒸發シテ多量ノ熱ヲ吸收スル。此氣化セルアンモニアハ再ビ壓縮ポンプPニ導カレ更

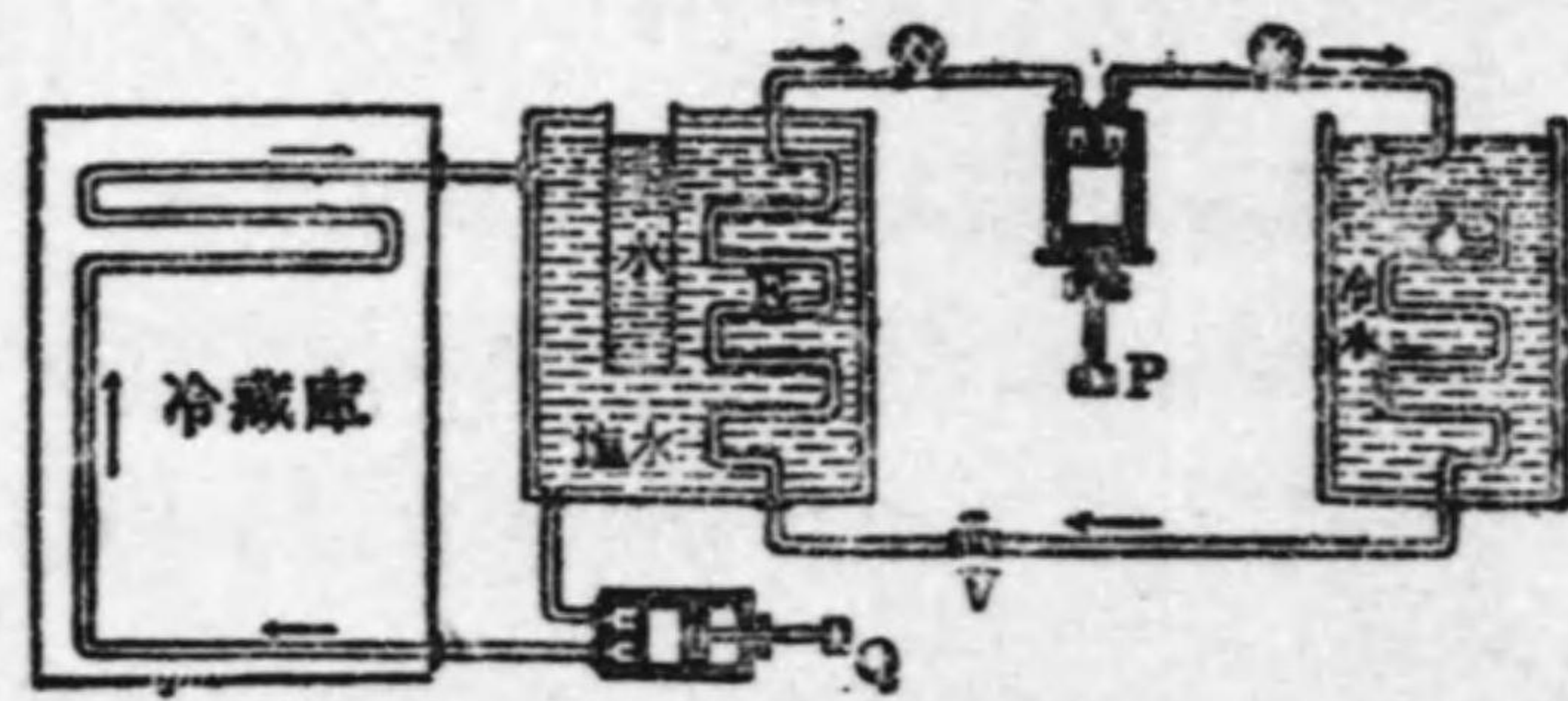


圖 129

ニ壓縮セラレ之ヲ冷水デ冷却セル蛇管C内ニ送リテ液化シ同様ノ變化ヲ再三繰返ス故Eヲ包ム鹽水ハ -10° 以下ニ冷サル、故ニ此鹽水中ニ圖ノ如ク淡水ヲ入レタ金屬器ヲ置ケバ直チニ氷結シテ氷トナル。アンモニア以外ニ無水亞硫酸又ハ炭酸瓦斯ヲ用ヒルコトアリ。又鹽水ノ代リニ鹽化カルシウム或ハ鹽化マグネシウムノ溶液ヲ用ヒルコトモアル。

斯ノ如クシテ冷却セラレタル鹽水ヲポンプQデ冷藏庫内ニ循環セシムレバ、庫内ノ溫度ハ低下スル故肉類、魚類、蠶等ヲ貯藏スル得コト。

問 [1] 水ノ熱ニ關シテ有スル特性ヲ列舉シ各特性ノ地球及ビ生物ニ對スル影響ヲ述ベヨ。

解 水ノ熱ニ關シテ有スル特性ハ(1)比熱大ナルコト(2)融解熱及氣化熱ノ大ナルコト(3) 4° ニ於テ最大密度ヲ有シ且 0° ノ方密度却ツテ小ナルコト(4)壓力ヲ増セバ融解點下ルコト(5)熱ノ不良導體ナルコト。

水ノ地球及ビ生物ニ對スル影響ハ(1)同質量ノ他ノ固體、液體ヨリハ水ハ其熱容量大ナルヲ以テ從テ熱シ難ク一且熱セラレレバ冷エ難イ、故ニ氣候ノ激變ヲ調整シ緩和スル(2)冬季ハ水ハ氷結シテ融解熱ヲ出シ、夏季ハ蒸發シテ氣化熱ヲ吹收シ氣候ヲ緩和ス。(3)水ハ 4°C ニ於テ最大密度ヲ有スル故冬季寒冷ナル空氣ニ觸レテ表面ノ水ガ 0° トナリ氷結シ始ムルモ水ハ熱ノ不良導體ナルヲ以テ水底ハ 4°C ニ止マリ生物ハ生存スルコトヲ得。(4)山上等ニアル大ナル氷塊ハ其重サニヨリテ地面ヲ壓シテ地面ト接セル部分ノ融解點ハ下リ從ツテ氷ハ地面ト接シタル部分ヨリ融ケ山ノ傾斜面ヲ下リテ川ニ入ル所謂水河ノ起因トナル。

問 [2] 人工的ニ低溫度ニ物體ヲ冷却セシムル方法ニテ上ゲヨ。

解 液體ヲ急速ニ蒸發セシムルカ又ハ壓縮シタ瓦斯ヲ急ニ膨脹セシムルカスレバ可ナリ。

問 [3] 100°C ノ水蒸氣5瓦ヲ 20°C ノ水500瓦中ニ通ズレバ水ノ溫度ハ何度トナルカ。

解 最終ノ温度ヲ $t^{\circ}\text{C}$ トセバ 100°C ノ水蒸氣5瓦ガ $t^{\circ}\text{C}$ ノ水トナルニハ $536 \times 5 + (100 - t) \times 5$ カロリーヲ放出シ 20°C ノ水500瓦ガ $t^{\circ}\text{C}$ ニナルニハ $(t - 20) \times 500$ カロリーヲ吸収ス.

$$\therefore 536 \times 5 + (100 - t) \times 5 = (t - 20) \times 500 \quad \therefore t = 26.1^{\circ}\text{C} \quad (\text{答})$$

問 [4] 0°C ノ氷89瓦ヲ 100°C ノ水蒸氣45瓦中ニ投ズルトキハ其結果如何.

解 0°C ノ氷89瓦ガ 100° ノ湯ニナルニ要スル熱ハ

$$(89 \times 80) + (89 \times 100) = 16020 \text{ カロリー}$$

100° ノ水蒸氣 m 瓦ガ 100° ノ湯ニナルトキ發生スル熱量ニヨリテ上ノ 0°C ノ氷89瓦ヲ 100°C ノ湯ニシタリトセバ $536m = 16020 \quad \therefore m = 29.9$ 瓦

$$\text{故ニ } 100^{\circ}\text{ノ湯 } 89 + 29.9 = 118.9 \text{ 瓦} \quad (\text{答})$$

$$100^{\circ}\text{ノ水蒸氣ハ } 45 - 29.9 = 15.1 \text{ 瓦} \quad (\text{答})$$

問 [5] -5°C ノ氷10瓦ヲ 100°C ノ水蒸氣トナスニ必要ナル熱量ヲ問フ但シ氷ノ比熱ハ0.5トス.

解 -5°C ノ氷10瓦ノ温度ヲ 0°C ノ氷トナスニ要スル熱最ハ $5 \times 0.5 \times 10 = 25$ カロリー, 氷ヲ融解スル熱量ハ 10×80 カロリー, 0°C ノ水ヲ 100°C ニ熱スル熱量ハ $10 \times 100 = 1000$ カロリー, 氣化ニ要スル熱量ハ 10×536 カロリー故ニ全體ノ熱量ハ

$$25 + 800 + 1000 + 5360 = 7185 \text{ カロリー} \quad (\text{答})$$

問 [6] 温度 0°C 重サ400瓦ノ銅塊ヲ 0°C ノ氷60瓦, 10°C ノ水600瓦, 100°C ノ水蒸氣20瓦ノ混合液中ニ投入スルトキハ最後ノ温度ハ何度ニテ平均スルカ. 但シ銅ノ比熱ハ0.095トス

解 求ムル平均ノ温度ヲ $t^{\circ}\text{C}$ トセバ

400瓦ノ銅ガ 0°C ヨリ $t^{\circ}\text{C}$ ニ上昇スルニ要スル熱量ハ $400 \times 0.095 \times t = 38t$ カロリー, 60瓦ノ氷ガ融解シ更ニ $t^{\circ}\text{C}$ ニ上昇スルニ要スル熱量ハ $80 \times 60 + 60 \times t = 4800 + 60t$ カロリー, 600瓦ノ 10°C ノ水ガ $t^{\circ}\text{C}$ ニ上昇スルニ要スル熱量ハ $(t - 10) \times 600 = 600t - 6000$ カロリー, 上ノ三ツノ熱量ノ和, 20瓦ノ 100°C ノ水蒸氣ガ 100°C ノ水トナリ更ニ $t^{\circ}\text{C}$ ニ冷却スル時ニ發生スル熱量即チ

$$536 \times 20 + (100 - t) \times 20 = 12720 - 20t \text{ カロリー}$$

ニ等シカラザルベカラズ.

$$\therefore 38t + 4800 + 60t + 600t - 6000 = 12720 - 20t \quad \therefore t = 19.4^{\circ} \quad (\text{答})$$

問 [7] 0°C ノ氷, 50°C ノ水, 100°C ノ水蒸氣ヲ重量ノ比10:9:1ニ混ズルトキノ結果如何.

解 混合後ハ水トナルコトヲ想像ス, 此水ノ温度ヲ $t^{\circ}\text{C}$ トス. 水蒸氣ノ量ヲ m 瓦トセバ水ハ9 m 瓦水ハ10 m 瓦ナリ.

10 m 瓦ノ氷ガ $t^{\circ}\text{C}$ ノ水トナルニ要スル熱量ハ $80 \times 10m \times 10mt$ カロリー, 又 m 瓦 100°C ノ水蒸氣ガ 100°C ノ湯ニナリ更ニ $t^{\circ}\text{C}$ 迄冷却スル際放出スル熱量ハ $536m + m(100 - t)$ カロリー, 又 50°C ノ水9 m 瓦ガ $t^{\circ}\text{C}$ トナル迄ニ放出スル熱量ハ $9m(50 - t)$ カロリー, 而シテ氷ノ得タ熱量ハ他ノ二ツノ放出スル熱量ニ等シキ故

$$800mt + 10mt = 536m + m(100 - t) + 9m(50 - t)$$

$$\therefore 20mt = 286m \quad \therefore t = 14.3^{\circ}\text{C} \quad (\text{答})$$

問 [8] 0° ノ氷ニ一定ノ割合ニテ, 熱ヲ供給セシニ, 20分ノ後温度上昇シ始メ, 更ニ25分ノ後沸騰シ始メ, 更ニ45分ノ後 $\frac{1}{3}$ ダケノ水ガ氣化セリト云フ. 沸騰前ノ水ノ蒸發ヲ無視シテ氷及ビ水ノ潜熱ヲ求ム.

解 氷ノ質量ヲ m 瓦, 一定ノ割合ヲ加ヘタ熱ヲ毎分 x カロリー, 氷ノ融解熱ヲ1瓦ニツキ a カロリー, 水ノ氣化熱ヲ1瓦ニツキ b カロリートス, 20分後ニ温度ガ昇リ始メタル故此間ニ氷全部ガ融解セリ, 故ニ 0° ノ氷ガ全部融解スル迄ニ加ヘタ熱量ハ

$$20x = ma \dots\dots\dots(1)$$

更ニ25分後ニ沸騰シ始メタル故此間ニ氷ハ 0° カラ 100° ニ温メラル

$$\therefore 25x = m \times 10 \dots\dots\dots(2)$$

更ニ45分後ニ $\frac{1}{3}$ ダケノ水ガ氣化セル故此間ニ加ヘタ熱ハ

$$45x = \frac{1}{3}mb \dots\dots\dots(3)$$

(2)ヨリ $x = 4m$, 之ヲ(1)ニ代入スレバ

$$80m = ma \quad \therefore a = 80 \text{ カロリー} \quad (\text{答})$$

$$x = 4m \text{ ヲ}(3) \text{ニ代入シテ } b = 540 \text{ カロリー} \quad (\text{答})$$

問 [9] 石炭1瓦ヲ完全ニ燃焼スレバ7500カロリーノ熱ヲ發ス. 16°C ノ水1石ヲ蒸發セシムルニハ石炭幾斤ヲ要スベキカ, 但シ水1升ハ1800瓦, 石炭1斤ハ600瓦トス.

解 16°Cノ水1石ヲ蒸發セシムルニ要スル熱量ハ

$$1800 \times 100 \times (100 - 16) + 1800 \times 100 \times 536 = 111600000 \text{ カロリー}$$

故ニ求ムル石炭ノ斤數ハ

$$111600000 \div (600 \times 7500) = 24.8 \text{ 斤 (答)}$$

問 [10] 温度10°C 1斤ノ水ヲ硝子圓筒ニ入レ其中ニ100°Cノ水蒸氣16.4瓦ヲ注入シテ凝結セシメタルニ水ノ最後ノ温度20°Cトナリタリト云フ、水ノ氣化熱ヲ求メヨ。

解 求ムル氣化熱ヲxカロリートスレバ

$$16.4x + 16.4(100 - 10) = 1000(20 - 10) \therefore x = 350 \text{ カロリー}$$

[17] 液 化. 既ニ述ベタ如ク液體ハ液面ニ接スル其ノ蒸氣ノ壓力ガ其温度ニ於ケル最大張力ニ達スル迄ハ氣化シテ蒸氣ニナレドモ、其ノ最大張力ニ達スレバ飽和ノ状態トナリテ最早液體ヨリ蒸氣ヲ生ゼズ、コノ液體ヨリ生ズル蒸氣ノ最大張力ハ一定ノ温度デハ一定ノ値ヲ有ス。若シ蒸氣ヲ壓縮シテ蒸氣ノ壓力ヲ其温度ノ最大張力ヨリ大ナラシメントセバ蒸氣ノ一部ハ液化ス。又蒸氣ノ最大張力ハ温度ノ下ルニ從ヒ減ズルガ故ニ或温度デ飽和セザル蒸氣モ次第ニ冷却セバ遂ニ最大張力ニ達シ更ニコレヲ冷セバ其ノ一部ハ液化シ始ム、之ニ由テ蒸氣ヲ液化スルニハ壓力ヲ増スカ温度ヲ下スカ或ハ温度ヲ下スト共ニ壓力ヲ加フルコトヲ要ス。夏水ヲ入レタ容器ノ周圍ニ露ガ生ズルハ容器ニ接スル空氣ガ冷却シ、其中ニアル水蒸氣ガ其温度ニ對スル最大張力ニ達シテ飽和ノ状態ニ達シテ液化セシニヨル。

炭酸瓦斯、空氣、酸素、窒素等ノ氣體モ充分其温度ヲ下セバ液化ス又其温度ガ氣體ニ就テ一定スル或温度ヨリ低ケレバ單ニ壓力ヲ加ヘタダケデハ液化セズ、例ヘバ炭酸瓦斯デハ31.2°C以上ノ温度ニアル時ハ如何ニ強大ナル壓力ヲ加ヘテモ液化セヌガ31.2°C以下ノ

温度ニアルトキハ壓力ヲ加ヘルト液化スル。

此事實ヨリ瓦斯ヲ液化スルニハ其瓦斯ノ温度ヲ一定ノ温度以下ニ冷却シテ壓力ヲ加フルヲ要ス。此瓦斯ヲ液化セシムルニ要スル最高ノ温度ヲ其瓦斯ノ臨界温度ト云ヒ、臨界温度ニ於テ丁度液化スルニ足ルベキ壓力ヲ臨界壓力ト云フ。即チ瓦斯ガ臨界温度以下ニアルトキハ單ニ壓縮スルコトニヨリテ之ヲ液化スルコトヲ得、

通常氣體ノ温度ガ臨界温度以上ノトキハ之ヲ瓦斯ト云ヒ、臨界温度以下ノトキハ之ヲ蒸氣ト云フ。昔空氣、酸素、窒素、水素等ヲ到底液化シナイモノト考ヘ、之ヲ永久瓦斯ト稱セシハ此等ノ臨界温度ハ非常ニ低キ事ヲ知ラズニ單ニ壓力ノミニヨツテ液化セント試ミタルニヨル、種々ノ氣體ノ臨界温度ト臨界壓力トノ關係ハ右表ノ如シ。

氣體	臨界温度	臨界壓力
水蒸氣	+365°C	197氣壓
精酒蒸氣	243	63
アンモニア	134	109
炭酸瓦斯	31	74
メタン	-80	55
アルゴン	-117	53
空氣	-140	39
窒素	-147	35
酸素	-118	50
アセチレン	36.5	61.6
ネオン	-211	—
水素	-241	15
ヘリウム	-257	2

[18] 液體空氣ノ性質. 上表ノ示ス如ク空氣ノ臨界温度ハ非常ニ低キ故之ヲ液化スルニハ非常ニ冷却セザルベカラズ、實驗ニヨルニ強大ナル壓力ヲ受ケタ氣體ヲ細孔ヨリ低キ壓力ノ所ヘ噴出セシムレバ著シク冷却スルモノニシテ例ヘバ空氣ハ内外ノ壓力ノ差200氣壓ナルトキハ約50度降下ス、圖130ノハンブソン式液體空氣製造機ハ此理ヲ應用シテ空氣ヲ液化セシムルモノナリ。先ヅ空氣中ニ混ズル炭酸瓦斯ヲ除ク爲メニ生石炭中ヲ通ツテ入り來ル空氣

ヲ壓縮ポンプPデ150氣壓ニ壓縮シ此空氣ヲ乾カスト共ニ残留セ

ル炭酸瓦斯ヲ除去スル爲メニ苛性加里ヲ

入レタ圓筒中ヲ通シテ内徑1耗位ノ厚肉

ノ銅ノ細イ蛇管ノ中ニ送り其下端ニアル

細孔Oカラ噴出セシム、此噴出ノ際空氣ハ

著シク冷却スル、斯クシテ冷却シタル空

氣ハ蛇管ノ外部ヲ通ツテ蛇管内ノ空氣ヲ

冷却シツツ銅管Tヲ經テ再ビポンプPニ還ル、故ニ此ポンプヲ絶

エズ働カセテ上ノ操作ヲ繰返スト蛇管中ノ空氣ハ非常ニ冷却シテ

遂ニ空氣ノ臨界溫度 -145°C 以下ニ達シ噴出ノ際液化スルニ至ル。

液體空氣ハ少シク青色ヲ帯ビタル透明ノ液體デ普通ノ空氣ト同

ジク窒素及酸素ノ混合物ナリ、壓力1氣壓ノトキノ窒素ノ沸騰點

ハ -195.7° ニシテ酸素ノ沸騰點ハ -182.8° ナル故液體空氣ヲ空氣

中ニ晒スト窒素ガ酸素ヨリモ速カニ蒸發シテ酸素ニ富ミタルモノ

トナル。液體空氣ハ臨界壓力39氣壓ノ許デハ -145°C ニテ沸騰ス

レドモ1氣壓ノ許デハ -193.5°C デ沸騰ス、故ニ之ヲ通常ノ容器

ニ入ルレバ速カニ周圍ヨリ熱ヲ吸收シテ蒸發シ去ル故特ニ注意シ

テ作レル魔法瓶ニ入ルルヲ要ス、液體空氣ハ非常ニ低溫度(約 -190°C)

ノ液體ナル故一般ニ低溫度ノ研究ニ利用セラル、酒精ヲ

液體空氣ニテ冷却スレバ固體トナリ、又常溫ニテ彈性ヲ有セザル

鉛モ之ヲ液體空氣ニテ冷却スレバ銅ノ如キ彈性ヲ得ルニ至ル。

液體水素、液體ヘリウム等ヲ造ルニハ其臨界溫度更ニ低キ故液

體空氣ヲ造ルトキヨリモ更ニ溫度ヲ降下シテ壓縮スルヲ要ス。

問 液體空氣ノ中ニ小時間手ヲ入レ之ヲ手ニ注ギ掛クルモ危險ナキハ何故

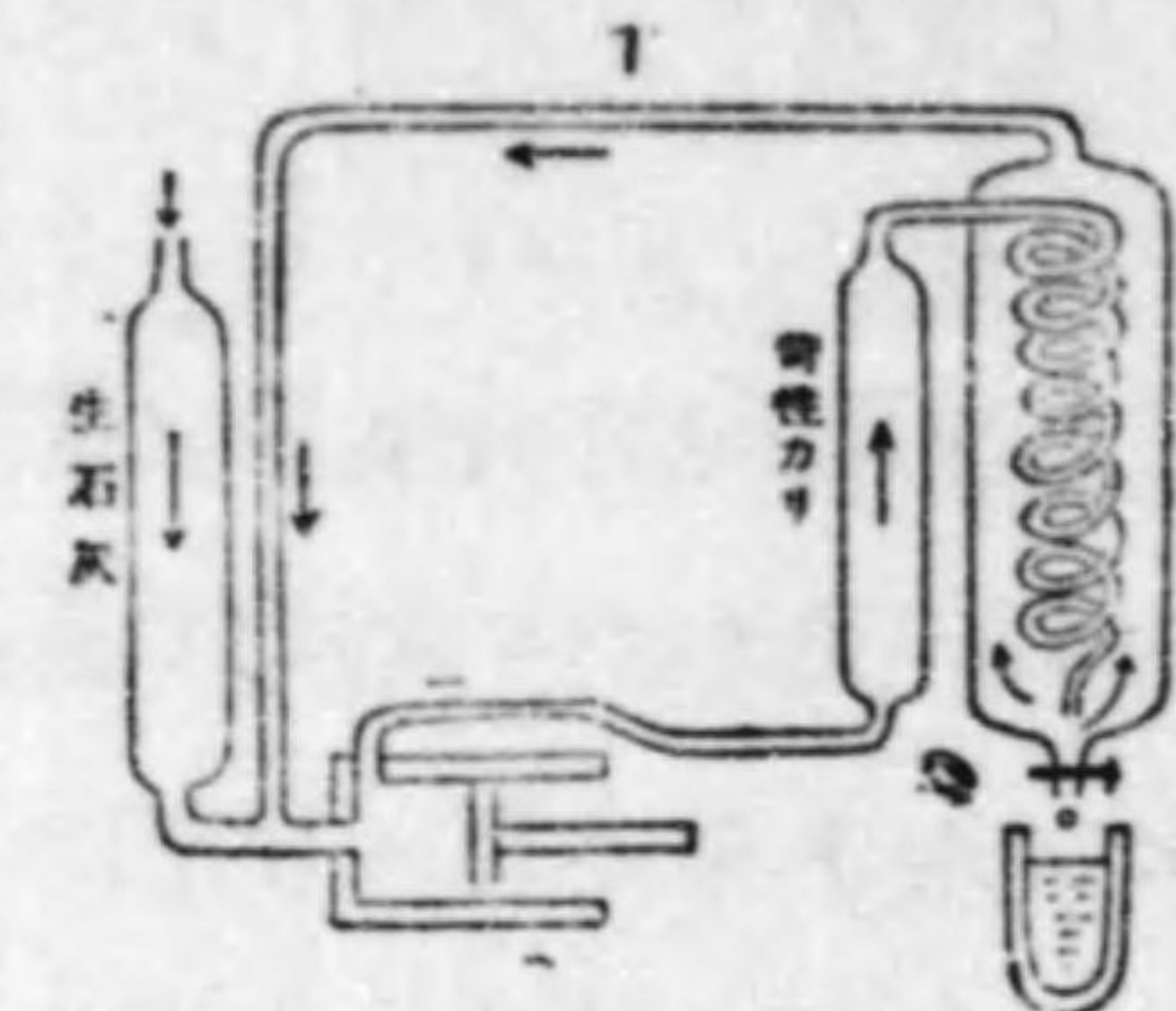


圖 130

カ。

解 液體空氣ノ溫度ハ非常ニ低溫度ナル故之ヲ手ニ注グバ一見危險ナル如キモ手が液體空氣ニ對スル關係ハ恰モ通常ノ水ガ 200°C 以上ニ熱シタル金屬板ニ接スルト同様ナルガ故ニ所謂球狀態ノ現象ヲ呈シ手ハ直接ニ液體空氣ニ接セザルガ爲メナリ。

[19] 大氣中ノ水蒸氣。大氣ハ常ニ水陸ノ表面ヨリ蒸發スル多少ノ水蒸氣ヲ含ムモ飽和ノ狀態ニ達セザルコト多シ。若シ大氣中ノ水蒸氣ノ壓力ガ當時ノ溫度ノ最大張力ニ近カケレバ即チ飽和ノ狀態ニ近カキ時ニハ蒸發ハ少ナキモ飽和ノ狀態ヨリ遠ケレバ蒸發ハ盛ニ行ハル。コノ水蒸氣ノ最大張力ハ溫度ガ高クナルト大トナルカラ、或溫度デ飽和ニ近イ空氣モ溫度ガ高クナルト飽和ニ遠ザカリテ水ノ蒸發ガ盛ニ行ハレル、濡レタ着物ヲ冷タイ日影ニ置クヨリモ温カイ日向ニ置ケバ善ク乾クハ此理ニヨル。

又空氣ガ流動シナイ時ニハ濡レタ物ノ表面ニ接スル空氣ハ其物ヨリ蒸發スル水蒸氣デ飽和ノ狀態ニ近イモノニナルガ、空氣ガ流動シテ濡レタ物ノ表面ニ絶エズ飽和ノ狀態ヨリ遠ザカル空氣ガ新陳代謝スレバ蒸發ハ絶エズ行ハル、濡レタ着物ヲ乾カスニ風通シノヨイ所ヲ撰ブノハ此理ニヨル。水蒸氣ノ最大張力ハ溫度ガ昇ルト大トナリ、溫度ガ下ルト小トナルカラ或溫度デ飽和ノ狀態ニ達シナイ空氣モ、其溫度ガ下レバ其下ツタ溫度ニ對シテハ飽和ノ狀態ニ達ス。故ニ空空中ニアル物體ガ冷却スレバ其周圍ニアル空氣ノ溫度モ下ツテ其中ニアル水蒸氣ハ遂ニ飽和ノ狀態ニ達シテ物體ノ表面ニ微小ノ水滴即チ露トナツテ附着ス。コノ露ヲ結ブ物體ノ溫度ヲ露點ト云フ。露點ハ大氣中ニアル水蒸氣ノ壓力ガ最大張力ニ達シ此水蒸氣ガ液化シ始メル溫度デアラカラ大氣中ニ多量ノ水

蒸氣ヲ含ムトキハ露點ハ高ク之レニ含ム水蒸氣ノ量ガ小ナレバ露點ハ低シ、梅雨ノ季節ニ蒸シ暑ク感ズルハ大氣中ノ水蒸氣ノ量多ク飽和ニ近イ故蒸發少ナキニヨル。

[20] 濕度. 空氣ノ乾濕ノ度合ハ單ニ其中ニ含マルル水蒸氣ノ量ノ多少デ定マラズ空氣中ノ水蒸氣ノ量ガ一定シテ温度高ケレバ高キ程尙ホ多量ノ水蒸氣ヲ其内ニ含ミ得ル故蒸發ガ盛ニ行ハレテ乾ケル空氣ノ如ク感ジ之ニ反シ温度ガ低キ時ハ蒸發ガ徐々ニ行ハルル故濕ツタ空氣ノ如ク感ズ. 故ニ空氣ノ乾濕ノ度合ハ其中ニアル水蒸氣ガ飽和ノ状態ニ遠キカ近キカニヨリ定マル. 或温度ニ於ケル大氣中ニアル水蒸氣ノ壓力ト其温度ニ於ケル水蒸氣ノ最大壓力(即チ飽和水蒸氣ノ壓力)トノ比ヲ其温度ニ於ケル濕度ト云フ、今 P ヲ現在ノ温度ノ水蒸氣ノ最大壓力、 p ヲ現在ノ大氣中ノ水蒸氣ノ壓力トセバ濕度ハ $\frac{p}{P}$ デアル、此ノ比ハ常ニ1ヨリ小ナル故通常之ヲ100倍シタルモノヲ用フ. 例ヘバ濕度ガ100デアレバ $P=p$ 即チ空氣中ノ水蒸氣ガ飽和ノ状態ニアリ、濕度ガ50デアレバ $p=\frac{1}{2}P$ デ現在ノ水蒸氣ノ壓力ハ其温度ノ最大壓力ノ半分ナルコトヲ示ス. 濕度高ケレバ身體ヨリノ發汗ガ容易ニ行ハレズ蒸暑ク感ジ反對ニ濕度ガ低過ギルト身體ノ粘膜ハ水分ヲ奪ハレテ殊ニ呼吸器等ニ害アリ. 衛生上最良イ濕度ハ50—60ナリ.

[21] 濕度計. 濕度ヲ測ル装置ヲ濕度計ト云フ、濕度ヲ測ルニハ現在ノ温度ニ於ケル大氣中ニアル水蒸氣ノ壓力ト、大氣ノ濕度トヲ知ツテ其最大張力ヲ求ムレバ可ナリ. 然ルニ現在ノ温度ニ於ケル大氣中ノ水蒸氣ノ壓力ハ露點ヲ測レバ、其露點ニ於ケル最大壓力ナリ、故ニ濕度計ニハ露點ヲ測ル装置ト空氣ノ温度ヲ測ル

寒暖計トヲ有ス.

ダニエルノ濕度計ハ圖131ノ如クA, B 二球ヲ有スル曲ツタ硝子管ヨリナリ、A球ハ半分エーテルヲ充タシ、其中ニ寒暖計ヲ立テ、B球ハ外側ヲ麻布デ覆ヒ、管中ノ空氣ハ充分ニ排除シテエーテルノ蒸氣ノミ管中ニ残留ス. 此装置デ空氣ノ濕度ヲ測ルニハ先ツB球ノ麻布ニエーテルヲ注ゲバ其蒸發ニ伴ヒ氣化熱ヲ奪フ故B球ハ冷却シ從テB球内ノエーテルガ凝結スルカラA球ノエーテルガ盛ニ蒸發シ、其周圍ヨリ熱ヲ奪フ、故ニA球ハ次第ニ冷却シ遂ニ周圍ノ空氣ヲ飽和セシメテA球ノ表面

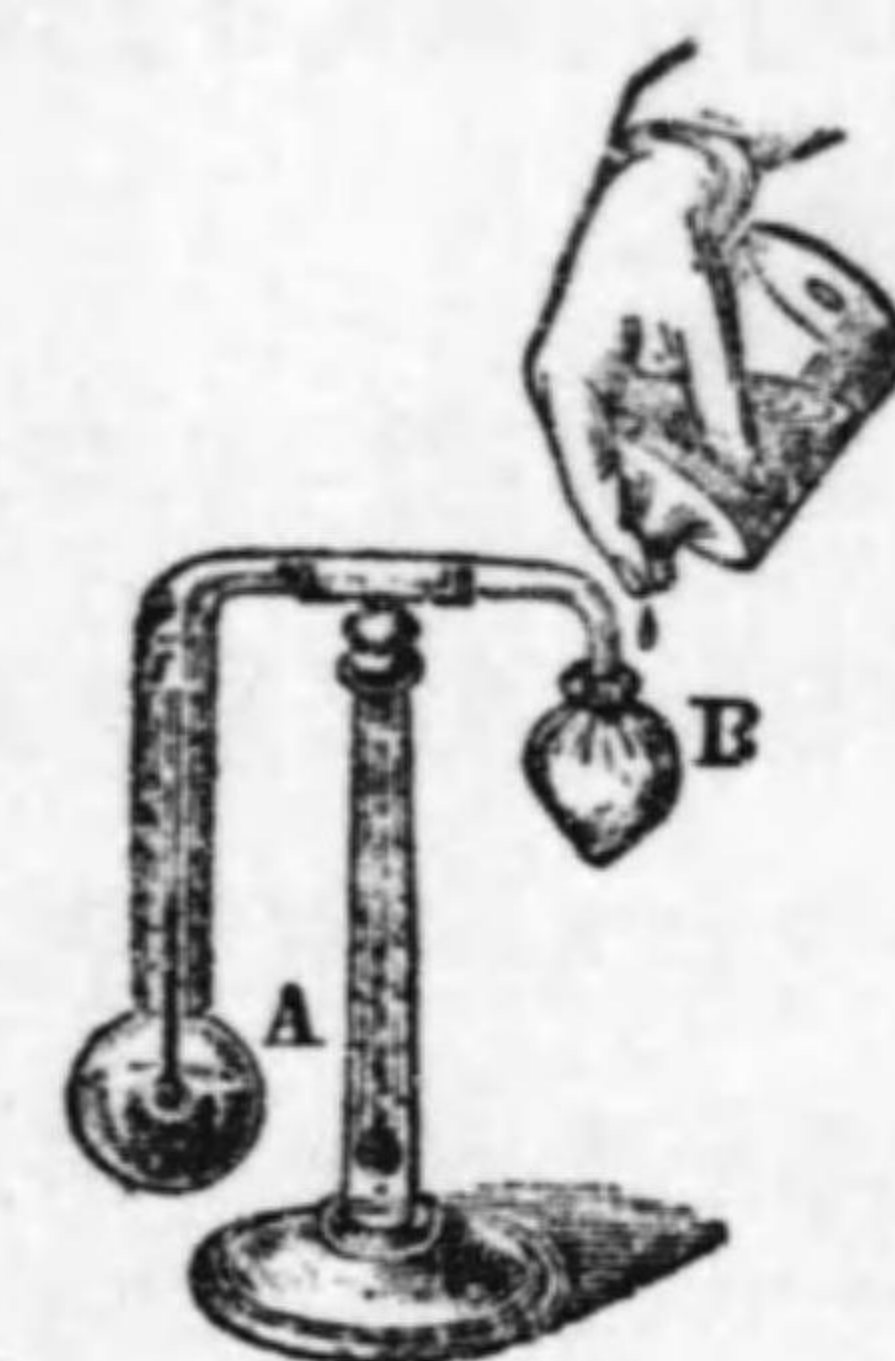


圖 131

ニ露ガ附着ス. 此露ノ附着シ始メタトキノA球内ノ寒暖計ノ示温度ガ露點ナリ. 此露點ト其當時ノ空氣ノ温度ヲ讀メバ温度ト最大張力トノ關係ヲ示ス表ニヨリ其温度ニ於ケル水蒸氣ノ最大壓力ガ求メラル、此最大壓力ハ之ヲ冷ス前ニ水蒸氣ノ呈スル壓力ニ等シ、次ニ空氣ノ初メノ温度ニ對スル最大張力モ表ニヨリ求メ得ラルルガ故ニ前者ヲ後者ニテ割レバ濕度ヲ知ルコトヲ得.

乾濕球濕度計ハ最簡ニ濕度ヲ測ル装置デ二個ノ同ジ寒暖計A, Bヲ竝列シ其一方Bノ球ヲ濕シタ布デ包ミ、布ノ一端ヲ絶エズCナル器中ノ水ニ浸セルモノナリ. 大氣ノ濕度ガ小ナレバ、布ノ表面ヨリノ水ノ蒸發ガ盛ナル故布デ包メル寒暖計ノ温度ハ著シク下リ濕度が大ナレバ水ノ蒸發ハ徐々ナルヲ以テ温度ノ下リハ小ナリ. 即チ此二個

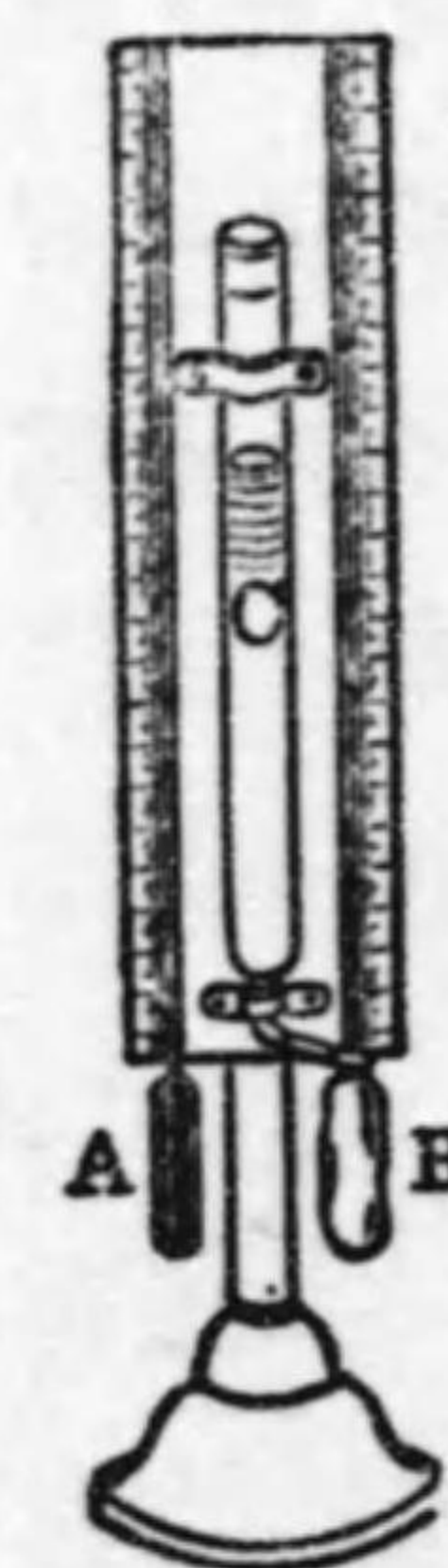


圖 132

ノ寒暖計ノ溫度ノ差が大ナレバ空氣ノ濕度ノ小ナルコトヲ示シ、其差ガ小ナレバ濕度ノ大ナルコトヲ示ス、今乾球寒暖計ノ溫度即チ空氣ノ溫度ヲ t° 、濕球寒暖計ノ溫度ヲ t'° 、トシ、其時ノ水蒸氣ノ壓力ヲ p 、其溫度ニ於ケル飽和水蒸氣ノ壓力ヲ P トセバ實驗上次ノ關係アリ。

$$p = P - 0.52(t - t')$$

故ニ t ト t' トヲ讀メバ t° ニ於ケル P ハ表ヨリ見出サルル故 P 或ハ $\frac{f}{P}$ ヲ知ルコトヲ得、實際ニハ t ト t' トヲ知ルト直チニ濕度ヲ求メ得ル表ガ作ラル。

ランプレヒトノ濕度計ハ空氣ノ露點ヲ測リテ濕度ヲ測ル器械デ

圖 133 ニ於テ A ハ金屬器ニシテ之ニエーテルヲ入レ空氣ヲ吹き送レバエーテルハ蒸發シテ熱ヲ奪フ故金屬器ニ接セル金屬板 B ノ表面ニ露ヲ生ジ兩側ノ C ノ部分トハ光澤ガ異ナル、コノトキ空氣ノ送入ヲ止ムレバ溫度上リテ B ノ表面ノ露ハ消失ス、濕ノ生ズル時ト消滅スルトキノ溫度ノ平均ヲ取レバ之レ露點ナリコノ露點ト空氣ノ溫度ヲ知レバ濕度ヲ測ルコトヲ得。

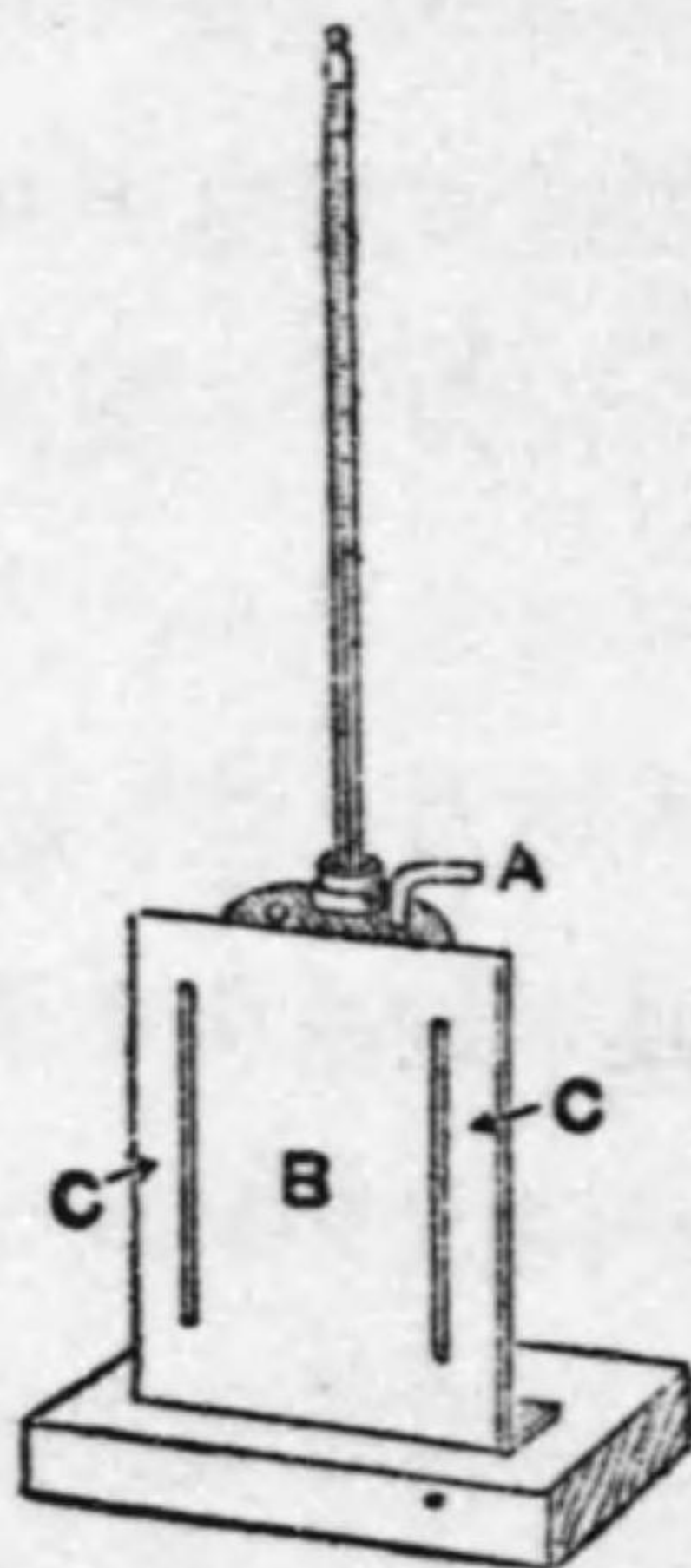


圖 133

問 [1] 水ヲ入レタコップ又ハ病人ノ頭ヲ冷ス膀胱中ニ水ヲ入レルトキハ其外側ニ盛ニ露ガ附着ス、此現象ハ夏季ニ於テ殊ニ著シキハ何故カ。

解 コップ、膀胱等ニ露ノ着クハ此等ノ溫度ガ其周圍ノ水蒸氣ノ露點ヨリ低キヲ以テ水蒸氣ガ凝結シテ附着スルタメナリ。夏ニ此現象ガ特ニ著シキハ夏ハ冬ヨリ空氣ノ濕度高ク、從テ少シク冷エテモ水蒸氣ハ直チニ飽和ノ状態ニ達スルヲ以テ露ガ結ビ易キニヨル。

問 [2] 夏氣溫左程高カラザルニ蒸暑ク感ズルコトアリ、如何ナル場合ニ於テ然ルカ。

解 吾人が寒暖ヲ感ズルハ溫度ノ高低ニヨルハ勿論ナルモ其他皮膚ヨリノ水分ノ蒸發ノ多少ニモ關ス。即チ皮膚ヨリノ水分ノ蒸發ガ盛ニ行ハルレバ氣溫ハ暑クトモ冷タク感ジ之ニ反シ蒸發ガ緩慢ナレバ蒸暑ク感ズ。

問 [3] 濡物ヲ速ニ乾カスニハ如何ニナスベキカ。

解 (a)濡物ヲ成ル可ク擴ゲテ水分ノ蒸發面ヲ廣クス(b)風通シノ善イ所ニ置キ常ニ乾燥セル空氣ニ觸レシム。(c)日當リノ善キ所ニ置キテ濡物ヲ暖メル、最大張力ハ溫度ヲ高ムレバ大ナル故溫度ヲ高ムレバ水分ハ盛ニ蒸發スルニ至レバナリ。

問 [4] 或場所ニ於テ溫度 20°C ノトキ露點ヲ測リシニ 14°C トナレリト云フ、此場所ノ濕度ヲ求ム。但シ 14°C ニ於ケル水蒸氣ノ最大張力ハ 11.9 耗、 20°C ニ於ケル最大張力ハ 17.4 耗ナリトス

解 現在ノ水蒸氣ノ張力ハ 14°C ニ於ケル水蒸氣ノ最大張力 11.9 耗ニシテ 20°C ニ於ケル最大張力ハ 17.4 耗ナルヲ以テ

$$\text{求ムル濕度ハ } \frac{p}{P} = \frac{11.9}{17.4} \times 100 = 64\% \text{ (答)}$$

問 [5] 或ル室内ノ空氣ノ溫度 17°C 又露點ハ實驗ニヨルニ 14.5°C ナリト云フ、此時ノ濕度表ヲ次表ヲ用ヒテ計算セヨ。

溫度(C)	14°	15°	16°	17°
水蒸氣ノ最大張力(耗)	12.0	12.8	13.6	14.5

解 露點 14.5° ニ於ケル水蒸氣ノ最大張力ハ

$$\frac{12.0 + 12.8}{2} = 12.4 \text{ 耗}$$

又 17° ニ於ケル水蒸氣ノ最大張力ハ 14.5 耗ナル故

$$\text{求ムル濕度} = \frac{12.4}{14.5} \times 100 = 86\% \text{ (答)}$$

問 [6] 大氣ノ壓力ガ 25°ア 、濕度ガ 80°ア ルトキ其1立方米内ニアル水蒸氣ノ質量ヲ計算セヨ。但シ 26°ア ハ飽和水蒸氣ノ壓力ハ 25 耗、同溫同壓ノ下テ水蒸氣ノ密度ハ乾燥シタ空氣ノ密度ノ $\frac{5}{8}$ テ、 26° 、1氣壓ノ乾燥空氣1立方米ノ質量ハ 1180 瓦テアル。

解 現在ノ水蒸氣ノ壓力ヲ p トシ、若シ飽和セバ壓力ガ P ニナルモノトスレバ。

$$\text{溫度} = \frac{P}{P_0} \times 100 = 80 \quad \text{故} = P = 25 \quad \therefore \frac{P}{25} \times 100 = 80.$$

\therefore 水蒸氣ノ壓力 $p = 20$ 耗

故 = 26°, 20 耗ノ時ノ空氣ノ密度ヲ每立方米瓦ニテ求メ之 = $\frac{5}{8}$ ナ乗ズレバ可ナリ. 然ルニ質量 1180 瓦, 體積 1 立方米, 壓力 1 氣壓ノ空氣ガ同溫度即 26°, 壓力 20 耗トナレル時ノ體積ヲ v 立方米トセバボイルノ法則ニヨリ

$$760 \times 1 = 20 \times v \quad \therefore v = \frac{760 \times 1}{20} \text{ 立方米}$$

故 = 26°, 20 耗ノ乾燥空氣ノ密度ヲ d トセバ

$$d = \frac{m}{v} = 1180 \times \frac{20}{760} \text{ 立方米瓦}$$

故 = 1 立方米中ニ含マルル水蒸氣ノ量ハ

$$1180 \times \frac{20}{760} \times \frac{5}{8} = 19.5 \text{ 瓦 (答)}$$

問 [7] 或地方テ大氣ノ溫度ハ 16.8° テ溫度ハ 85 ナリト云フ. 其時ノ露點ハ何度カ. 但シ各溫度ニ對スル飽和水蒸氣ノ壓力ハ水銀柱(糧)ニテ下表ノ如シ.

溫度	13°	14°	15°	16°	17°	18°
飽和水蒸氣ノ壓力	11.23	11.98	12.78	13.62	14.52	15.46

解 16.8° ノ時ノ飽和水蒸氣ノ壓力ハ表ヨリ比例式ヲ用ヒテ

$$13.62 + (14.52 - 13.62) \times \frac{8}{10} = 14.34 \text{ 糧.}$$

此時ニ現存スル水蒸氣ノ壓力ハ

$$14.34 \times \frac{85}{100} = 12.19 \text{ 糧}$$

而シテ 12.19 糧ニ對スル露點ハ 14° ト 15° トノ間ニアリテ溫度ト飽和水蒸氣ノ壓力トガ比例スルモノトセバ

$$14^\circ : x^\circ = 12.78 - 11.98 : 12.19 - 11.98 \quad \therefore x = 14.2^\circ$$

即チ求ムル露點ハ 14.2° ナリ.

[22] 大氣中ノ水蒸氣ノ變遷. 地上ノ物體ハ日中ハ太陽ヨリ來ル輻射熱ヲ吸收シテ空氣ヨリモ高溫度トナルガ, 夜間ハ自ラ輻射熱ヲ逸散シテ冷却スル故周圍ノ空氣モ亦冷却ス, 夜間地面ガ次第ニ冷ヘテ下層ノ空氣ガ露點ニ達スレバ水蒸氣ノ一部ハ凝結シテ地

上ニ落下シ, 或ハ比較的低溫度ノ物體例ヘバ木葉等ニ觸レテ凝結シテ露ヲ生ズ. 晴天ノ夜ハ輻射ニヨリテ盛ニ熱ヲ放散スル故下層ノ空氣ハ著シク冷却ス. 又空氣ガ動カザレバ地上ニ接スル空氣ハ速ニ冷却ス. 故ニ空氣中ニ多量ノ水蒸氣ヲ含ムコト, 空ガ晴レテ熱ノ輻射ガ盛ンデアルコト, 風ノナキコト等ハ露ノ發生ヲ助ケル事項デアル. 露ハ多ク空氣中ノ水蒸氣ヨリ來ルベキモ多少ハ木葉地面等ヨリ出ル水蒸氣ノ直チニ凝結スルニ依テ生ズ, 又冬季露點ガ 0° 以下ニ降レバ水蒸氣ハ凝結ノ際凍ツテ霜ヲ生ズ.

水蒸氣ヲ含ム空氣ガ冷却シテ其溫度ガ露點以下ニ達シタ時又ハ暖カイ空氣ガ寒イ空氣ニ混ジテ冷却スル時ニ屢々雲ヲ生ズルガ雲ヲ生ズル最モ普通ノ原因ハ空氣ノ一大部分ガ上昇シテ膨脹スル際ニ生ズル冷却デアル. 一般ニ氣體ガ外部ノ壓力ヲ排シテ膨脹スレバ著シク冷却スルコトハ口ヲ細クシテ吹キタル氣流ヲ掌ニ當テテ知ルコトヲ得. 高山ノ頂ニ現ルル雲ハ多ク此原因ニヨリ生ズ. 即チ水蒸氣ヲ多量ニ含ム飽和ニ近イ空氣ガ風ノ爲メニ山腹ヲ昇レバ氣壓ガ次第ニ減ズル故空氣ハ膨脹シテ冷却シ, 水蒸氣ノ一部ハ凝結シテ雲ヲ生ズ.

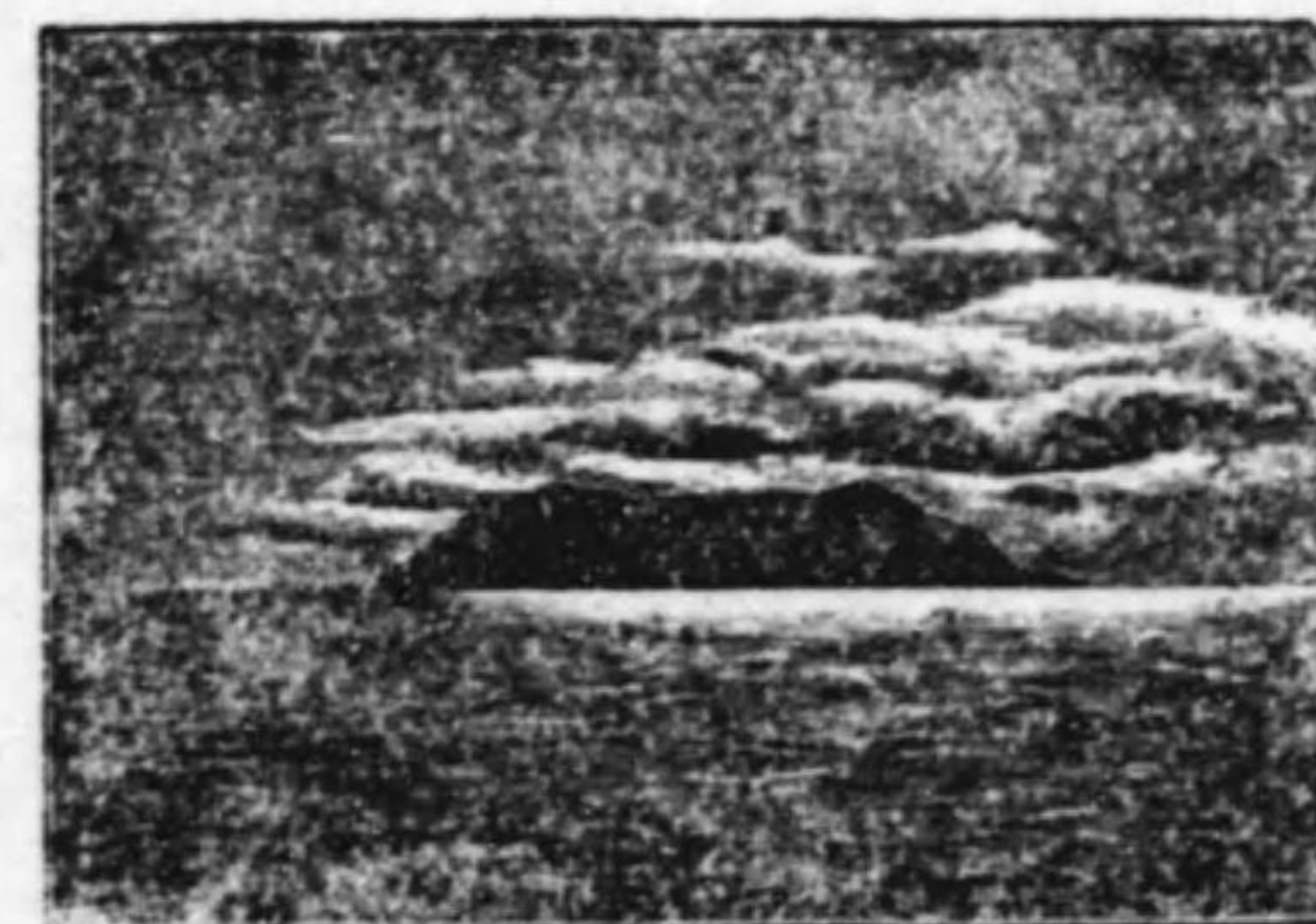


圖 134

夏日地面ニ近イ濕潤ナル空氣ガ地面ノ爲メニ著シク熱セラレテ密度ガ減ジ其大ナル部分ガ全體トシテ上昇シ氣壓ノ小ナル所ニ至ツテ膨脹シテ冷却シ或高サニ達スレバ飽和ノ状態ニナツテ雲ヲ生ズ, 所謂積雲ト稱シテ夏日屢々巨大ノ雲ガ圖 134 ノ如ク地平線ヨリ上昇スルヲ見ルハ此種ノ原

因=ヨル。夏夕立ノ起ルノハ土地=接シタ空氣ガ温メラレテ上昇スルト同時=膨脹シテ冷却スル=ヨル。

又飽和シタ大氣若クバ飽和=近キ温度ノ異ナル=從ツテ密度ノ異ナル二ツノ氣流上下=異ナル速度デ流ルルトキハ恰モ海面ガ其上ヲ吹ク風ノ爲メ=波ヲ生ズル如ク、二ツノ氣流ノ境=空氣ノ波ヲ

生ジテ空氣ハ上下=運動シツツ流動ス。若シ此境ノ空氣ガ飽和ノ状態=近ケレバ波ノ山=アル空氣ハ膨脹=ヨリ冷却シテ雲ヲ生ジ波ノ



圖 135

谷=アル空氣ハ飽和ノ状態=達セザル故雲ヲ生ゼズ。從ツテ鱗狀=雲ガ排列セラル圖135ノ卷雲ハ即チ之ナリ。

大氣中=含マルル水蒸氣ガ比較的下層=アル低温度ノ土地又ハ森林等=觸レ露點以下=達スレバ水蒸氣ノ一部ハ凝結シテ微細ナル水滴トナル之レ即チ霧ナリ。地表=近イ空氣ハ多量ノ塵ヲ含ム故水蒸氣ハ容易=其上=凝結シ、微小ナル無數ノ水滴ヲ生ズ。若シ風ナケレバ霧ハ全體トシテ地面=近ク止マル、即チ霧ハ地上=近ク生ズル雲デアル、暖流ノ上ヲ吹き渡ル風ガ冷却セル陸地=向ツテ吹き來ル時霧ヲ生ズ。

雲ノ下=アル空氣ガ飽和シテ雲ヨリモ高温度=アレバ水滴ノ温度低キ爲メ水滴ノ周圍ノ空氣ガ冷却シテ露點以下=降り、水蒸氣ノ一部ヲ水滴ノ上=凝結スル故水滴ハ大キクナリ雨トナリテ落下ス我國ハ世界有數ノ雨量多キ國デ其平均雨量ハ一ケ年1680耗デ之ヲ坪當リ=換算スレバ一坪=就キ一ケ年30石7斗4升ノ割リニナル。

若シ上層ノ空氣ガ非常=低温度デ其露點ガ零度以下=下レバ水蒸氣ハ凝結スル際直チ=氷結シテ氷ノ微小ナ結晶ヲ生ジ空氣ノ上層=浮遊シコレガ雪トナリテ落下ス。霰ハ雨ガ氷結スル時=生ズルモノデ、大氣中デ氣温ガ急=冷却シテ水蒸氣ガ速カ=凝固氷結スル際=霰ヲ生ズ。

電ハ氣壓ノ急激ノ變化ノ爲、水蒸氣ヲ含ム空氣ガ非常=上層=上ルトキ=生ズル現象デ通常電ハ氷ト雪トノ層ガ交互=相重ナツテ生ズ、上層ノ雪ガ氷點以上ノ層ヲ落下スレバ水ハ其上=凝結シテ氷結シ之ガ再ビ雪ノ浮遊セル層ヲ通過スレバ雪ハ其表面=附着ス、斯ノ如ク電ハ次第=其大サヲ増シ遂=地上=落下ス。

夏季温度ガ高ク水ノ蒸發ガ盛ナル時=ハ地上ノ物體カラ氣化熱=相當スル熱量ヲ吸收スル故大氣中ノ水蒸氣ハ炎熱ヲ和グル役目ヲナス。又露、霜、雪等ガ生ズルト氣化熱、融解熱=相當スル熱量ヲ放出スル故寒氣ヲ緩ム。即チ大氣中ノ水蒸氣ハ常=氣温ノ急激ナ變化ヲ調節スル偉大ナル作用ヲナス。

問 [1] 太陽カラ地面ノ一部分ガ熱ヲ受ケルトキハ、ソレニ接スル空氣ハ(1)上方へ昇リ、シカモ(2)上方へ昇ルニツレテ冷却シ、終ニ雲ヲ生ズル此三段=就イテ其理ヲ説明セヨ。

解 (1)地面ニ接スル空氣ハ先ヅ傳導=ヨリ地面ノ熱ヲ得テ温度上昇シ、膨脹シテ密度ヲ減ズルト周圍ノ冷ナ空氣ヨリ受クル浮力が自己ノ重サニ勝ルカラ上昇スル(2)空氣ガ上層ニ昇ルトキハ周圍ノ空氣ノ壓力ガ減少スル故膨脹ス、此際=周圍ノ空氣ノ壓力=抗シテ仕事ヲナス此仕事ヲスルニ要スルエネルギーハ膨脹スル空氣自身ノ有スル熱=ヨツテ供給サレルカラ空氣自身ハ冷却スル。之ハ斷熱變化ト云フ現象=屬スル、今體積 v ノ氣體ガ定壓力 p =抗シテ膨脹シテ體積 v' トナレバ其際=氣體ガ外壓=抗シテナス仕事ハ $p(v'-v)$ デアル。故=氣體ガ急速=膨脹スルトキニハ

熱ノ不導體ヲ圍マレルタメ周圍カラ熱ノ取捨ガナイトキ所謂斷熱的ニ膨脹スルトキハ仕事 $p(v'-v)$ ニ相當スル熱ヲ氣體自身ガ供給セザルベカラズ、之ニヨツテ氣體ハソレダケ冷却スルコトニナル。(3)空氣ガ充分ニ冷却シテ露點ニ達スルトキハ其中ニ含マルル水蒸氣ノ一部分ハ凝結シテ微細ナ小滴ニナリ雲ヲ生ズ。

問 [2] 太陽ハ正午ニ最モ高イノニ、空氣ノ溫度ハ通常午後二時頃ニ最モ高キハ何故カ。

解 空氣ノ溫度ノ上昇スルハ直接ニ太陽又ハ地面カラ發スル輻射熱ヲ吸收スル爲メニアラズシテ熱セラレタ地面ニ接スル空氣ガ熱ノ傳導ニヨツテ温メラレ、其空氣ガ輕クナリテ上騰スルニ由ル。故ニ空氣ノ溫度ハ地面程高カラズ。地面ガ太陽熱ノ爲メニ温マルノハ太陽ガ高クナルニ從ヒ大トナリ正午ニ最大トナル。而シ空氣ハ正午後モ尙地面カラ熱ヲ奪ヒ、午後二時頃ニ至リテ空氣ノ溫度ト地面ノ溫度トガ相等シクナル。其後太陽ノ高度ガ減ズルコト大ナル故地面ノ失フ熱ハ太陽カラ受クル熱ヨリモ多クナリ地面ハ冷エ始メル。故ニ空氣ハ午後二時頃最モ溫度ガ高シ。

第五章 熱 機 關

[1] 蒸汽機關. 種々ノ蒸汽機關, 蒸氣タービン及内燃機關等ヲ總稱シテ熱機關ト云フ。

蒸汽機關ノ要部ハ水ヲ蒸氣ニ變ズル汽罐及ビ其蒸氣ヲシテ働作ヲ起サシムル機關ナリ。

圖136ハ汽罐ニシテ、後端ニアル罐K中ニ生ズル煙及熱セラレタル瓦斯ハ汽罐内ヲ通ル多クノ細管内ヲ經テ煙筒Cヨリ出ヅ、汽罐内ノ水ハ成可リ加熱面ヲ廣クセ

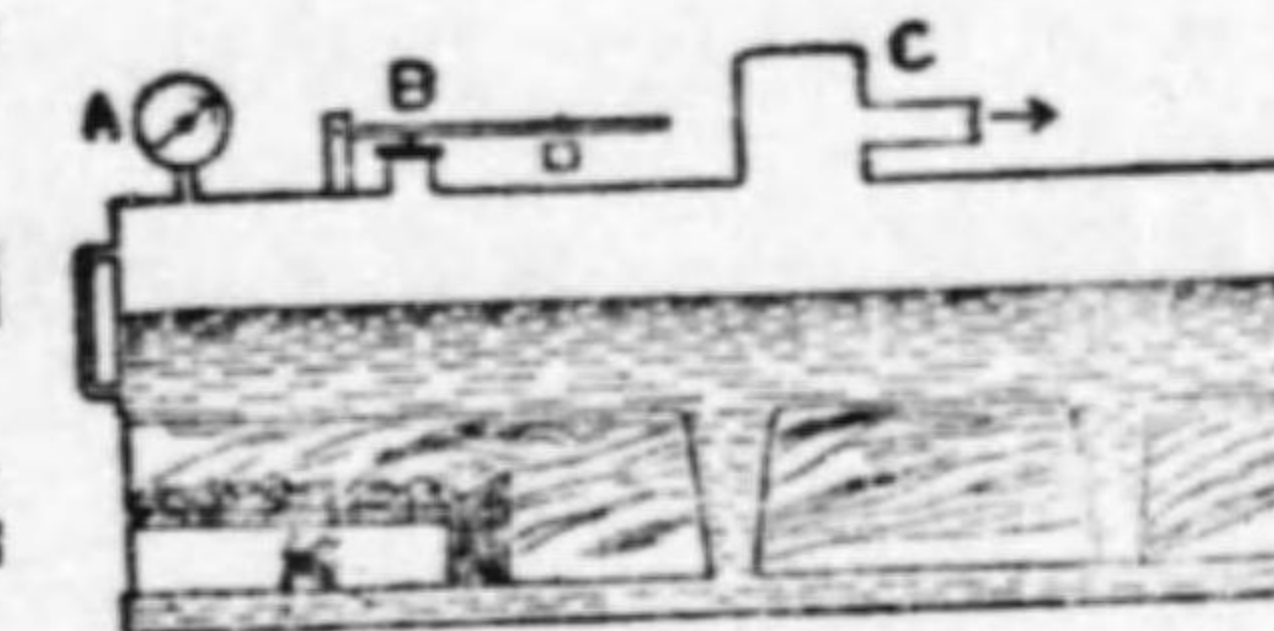


圖 136

シムル爲メ竈及數多ノ細管ヲ圍ムガ故ニ多量ノ熱ヲ吸收シ遂ニ高壓ノ蒸氣ハ罐ノ上部ヲ充タスコトトナル、又汽罐ニハ測壓器A及安全瓣B等ヲ有ス。測壓器ハ汽罐内ノ蒸氣ノ壓力ヲ示ス。蒸氣ノ壓力過度ニ大ナレバ蒸氣ハ自ラ安全瓣ヲ押シ開キテ外ニ漏ルルガ故ニ内部ノ壓力ヲ減ジ罐ガ過度ノ壓力ニヨリテ破裂スルコトヲ防グ。

機關ノ構造ハ圖137ニ示ス如ク汽筒cノ側方ニ配分器dアリテ其中ニ滑り瓣vアリ。

今活塞Pガ汽筒ノ下部ニアリ、滑り瓣ガ配分器ノ上部ニアリテ汽門aヲ開キ汽門bヲ塞ゲリトセ

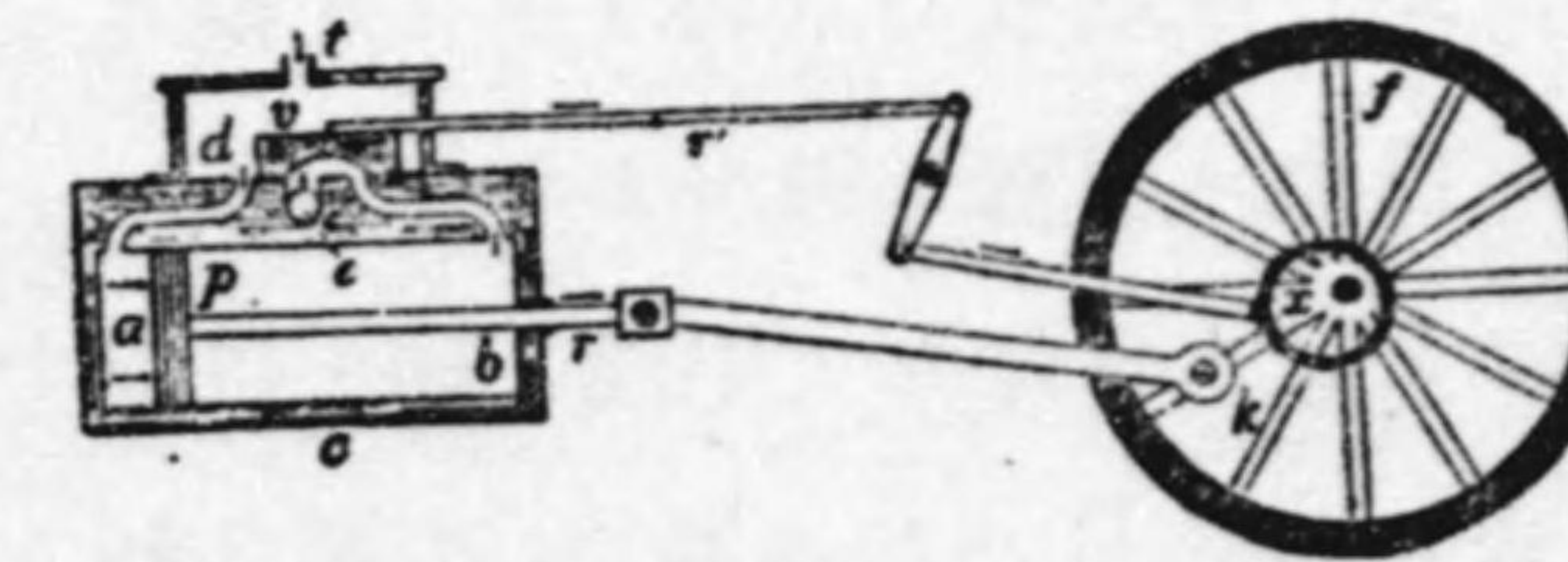


圖 137

バ外部ニアル汽罐ヨリ來タル蒸氣ハt管ヨリ配分器ニ導カレa口ヨ

リ汽笛ノ下部ニ進入シ其壓力ニヨリ活塞ヲ押シ上グルヲ以テ活塞桿 r ハ連桿 k ニヨツテハズミ車 f ヲ動かス。同時ニ活塞ノ上部ニアリシ水蒸氣ハ b 口ヨリ排出サレテ排汽管 e ヲ經テ凝結器又ハ外氣中ニ至ル。而シテ活塞ガ上部ニ達スルトキ滑り瓣 v ハ既ニ動キテ a 口ヲ塞ギ b 口ヲ開クヲ以テ水蒸氣ハ b 口ヨリ進入シ活塞ノ下部ニアル蒸氣ハ排汽管 e ヲ經テ凝結器或ハ外氣ト通ジテ壓力ヲ減ズル故ニ活塞ハ下方ニ押シ下ゲラル、斯クノ如ク水蒸氣ハ滑り瓣 v ノ作用ニヨリ交互ニ汽笛内ニ入りテ活塞ヲ動かス故ニ之ニ連結セル活塞桿及連桿 k ニヨリテ此往復運動ヲハズミ車ノ廻轉運動ニ變ゼシムルコトヲ得。

機關車ノ場合ニハ一度使ツタ水蒸氣ハ直ニ外氣ニ排出サセルガ工場及汽船等デハ一度使ツタ水蒸氣ヲ排汽管 e ヨリ冷水ヲ充セル凝結器ニ導ク、凝結器中ニ入ル水蒸氣ハ冷水ニ逢ヒテ直チニ凝結スル故、水蒸氣ヲ空氣中ニ出スヨリモ活塞ノ運動ハ容易ニ行ハル。

活塞ノ往復運動ハ之ニ連結セル關節ニヨリテクランク軸ト稱スル車軸ニ傳ヘ之ヲ廻轉セシム此クランク軸ノ運動ヲ滑り瓣ニ傳ヘルニハ偏心板 x ヲ用ヒル、偏心板ハ圖138ニ示ス如ク、クランク軸 A ニ圓板 S ヲ固定シ圓板ノ中心ハクランク軸ノ中心カラ少シ離シテアル。此圓板ハ其周リニアル輪ノ

内ヲ自由ニ廻轉シ得ルカラ今假リニクランク軸ガ廻轉シテ甲圖ノ如キ位置ニ來レバ桿 P ハ左ニ進ミ、乙圖ノ如キ位置ニ來レバ桿 P ハ右ニ進ムコト

ニナリ、クランク軸ノ廻轉ニツレテ桿 P ハ左右ニ往復運動ヲナス。

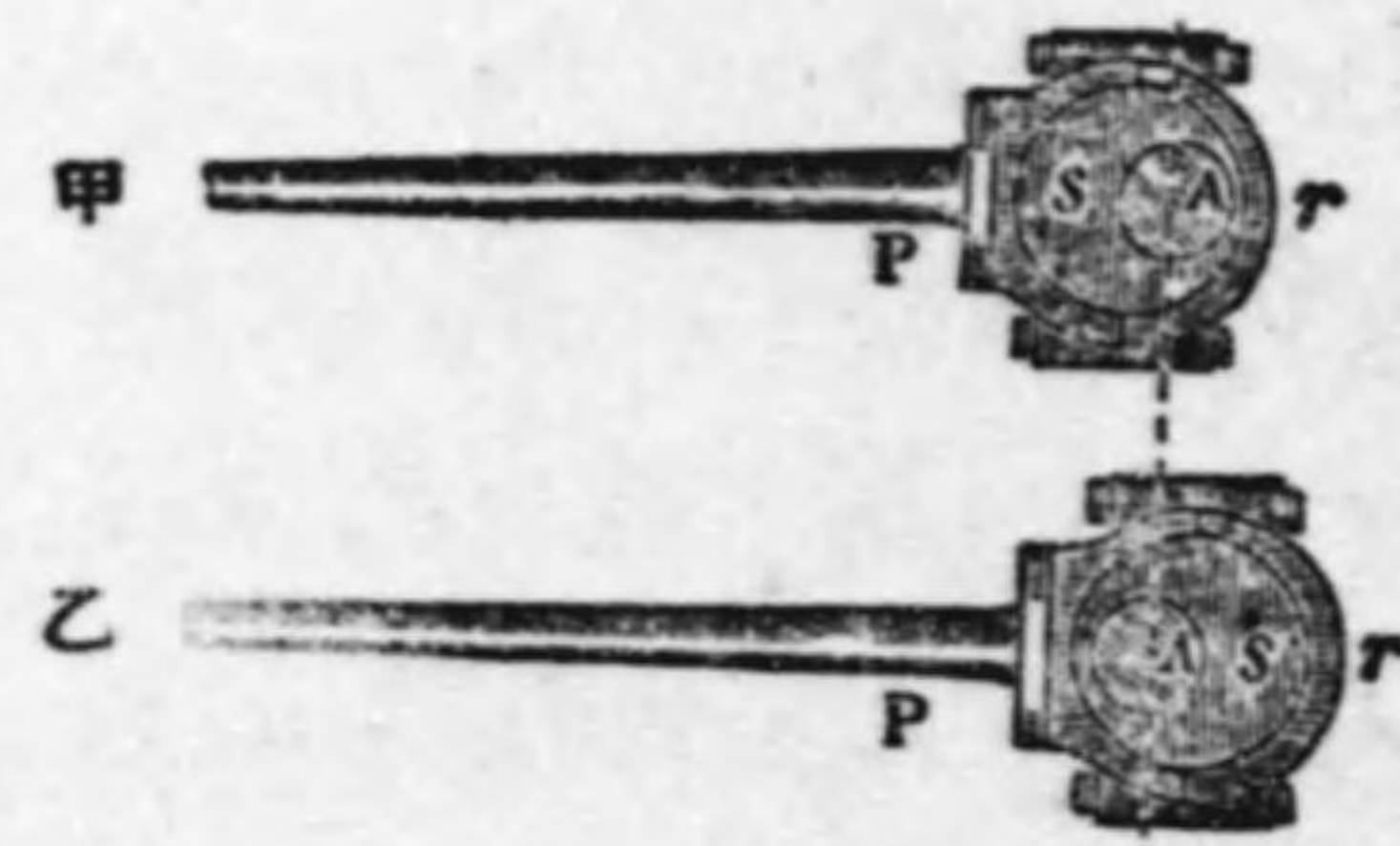


圖 133

故ニ桿 P ヲ滑り瓣ニ連結スレバクランク軸ノ運動ヲ利用シテ滑り瓣ニ活塞ノ運動ト反對方向ノ直線運動ヲナサシムルコトヲ得。

[2] 蒸氣タービン. 蒸氣機關ハ蒸氣ノ壓力ヲ以テ活塞ノ往復運動ヲ起シ更ニ廻轉運動ニ直スモノナル故運動ノ方向ノ急激ノ變化ノ爲メニ蒸氣ノ効用ヲ幾分浪費スルノミナラズ機關ノ廻轉軸ヲ激シク動搖セシムル缺點ヲ有ス、蒸氣タービンハ蒸氣ノ噴出カヲ利用シテ直チニ廻轉運動ヲ起サシムルモノナル故前ノ缺點ヲ除クコトヲ得、蒸氣タービンノ構造ハ水力タービント約同ジ、即チ圓筒中ニ二種ノ翼ヲ備ヘ、一ツハ圓筒ノ内面ニ固着シ蒸氣ヲ導ク作用ヲナシ他ノ一ツハ蒸氣ノ噴出カヲ受ケテ軸ト共ニ廻轉ス。

蒸氣ハ之ヲ低イ壓力ノ所ニ噴出サセルト速度ヲ得ルノデ其時得ル速度ハ兩所ノ壓力ノ差ガ大ナル程大デア、而シテ蒸氣ノ速度ト翼ノ周邊ノ速度トノ關係ハ前者ガ後者ノ二倍ナル時最モ良好ナルコトハ理論上ノ研究カラ知ラル。蒸氣ガ低壓力ノ所ニ噴出スルトキニ得ル速度ハ極メテ大ナル故翼ノ周邊ノ速度モ亦從テ非常ニ大トナル。翼ガ斯様ナ高速度デ廻轉スレバ翼ハ破損ヲ招クベク又假リニ破損セザルトスルモ斯ノ如キ高速度ノ廻轉ヲナス翼ノ運動ヲ有用ノ目的ニ使用スルノハ困難デア、依テ此速度ヲ低減セシムルト共ニ蒸氣ノ壓力ヲ最モ有効ニ費ス方法ヲ講ゼネバナラス之ニ(1)壓力低下ニヨル方法(2)速度減小ニヨル方法トノ二種アリ。

(1)ハ蒸氣ヲ一度ニ膨脹サセズ之ヲ數回ニ區分シテ膨脹シ、其毎回膨脹ノ壓力ノ低下ヲ等シクシテ、噴出ノ速度ヲ均等ナラシムルモノデア、從テ此方法ニヨルト翼ノ各區間ニ於ケル羽根ヲ同ジ速度デ廻轉セサルコトニナル。(2)ハ蒸氣ヲ一度ニ翼ニ吹き附ケ

ズ之ヲ數段ニ分ケテ翼ニ吹キ附ケ各段ニ於テ速度ノ幾分ヲ失ハシメ最後ノ速度ヲ零トナル如クシ且ツ各段ニ於テ失ハレタ速度ヲ互ニ等シクナル様ニシタモノデアル。

(1)ハ主ニ噴出蒸氣ノ反動ヲ利用セル故之ヲ反動式タービント云ヒ(2)ハ主ニ噴出蒸氣ノ衝擊力ヲ利用セル故之ヲ衝動タービント云フ。

圖139ハドラヴェルガ案出シタ衝動タービンノ主要部デ廻轉軸ノアル車輪Bノ周ニ羽根形ノ金屬片ヲ澤山ニ並ベ高壓ノ蒸氣ヲ導管Aノ圓錐狀ノ口ヨリ大ナル速度デ車軸Bノ羽根ニ略ボ切線ノ方向ニ吹キ附ケルト此蒸氣ハ車ノ導板Cニ當ツテ車ヲ廻轉セシメ殆ンド其切線方向ノ速度ヲ失ツテ車軸ノ他ノ側ノ空氣中又ハ凝結器中ニ出ル故ニ車輪ノ廻轉ヲ利用シテ種々ノ目的ニ利用スルコトヲ得。

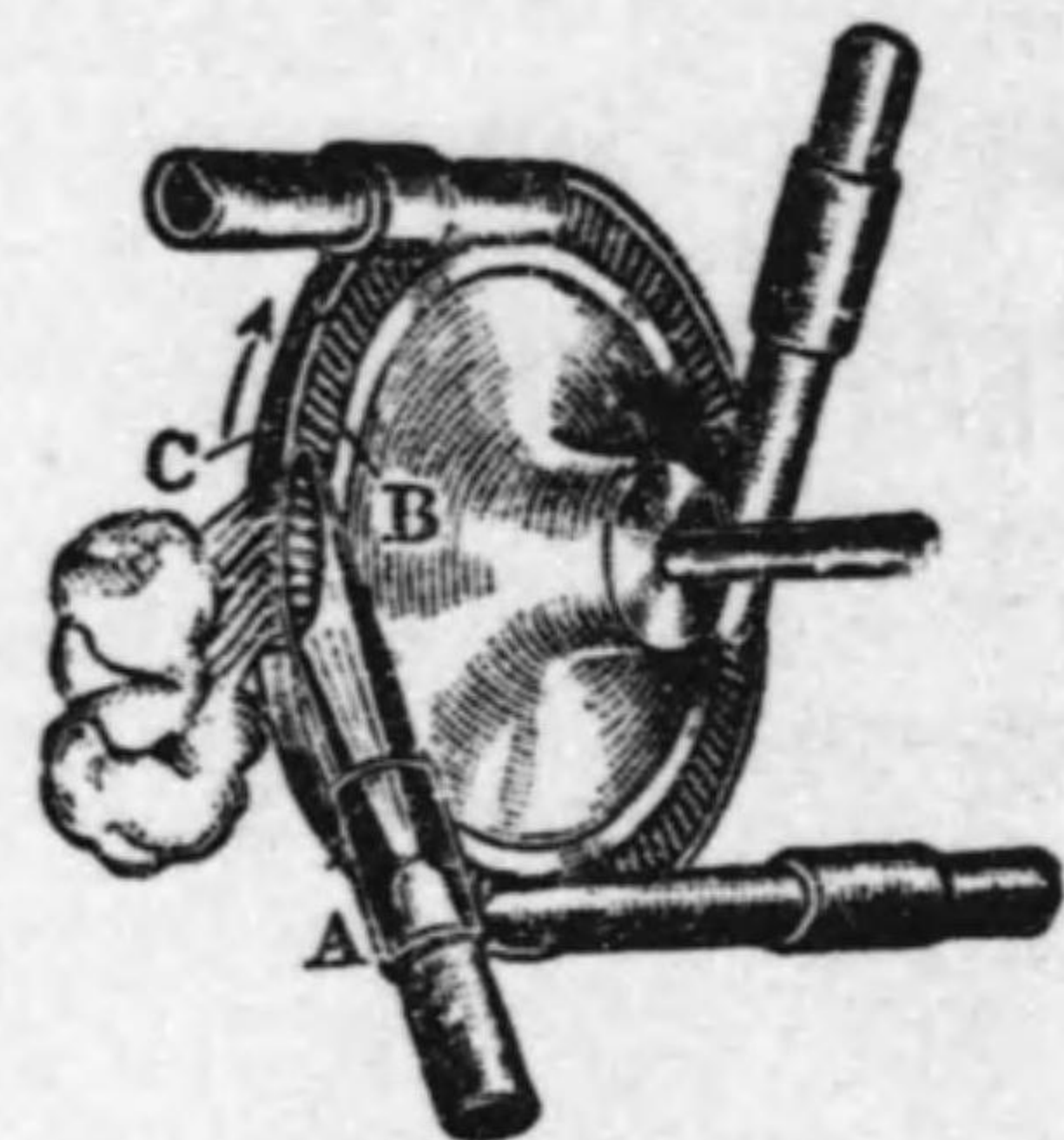
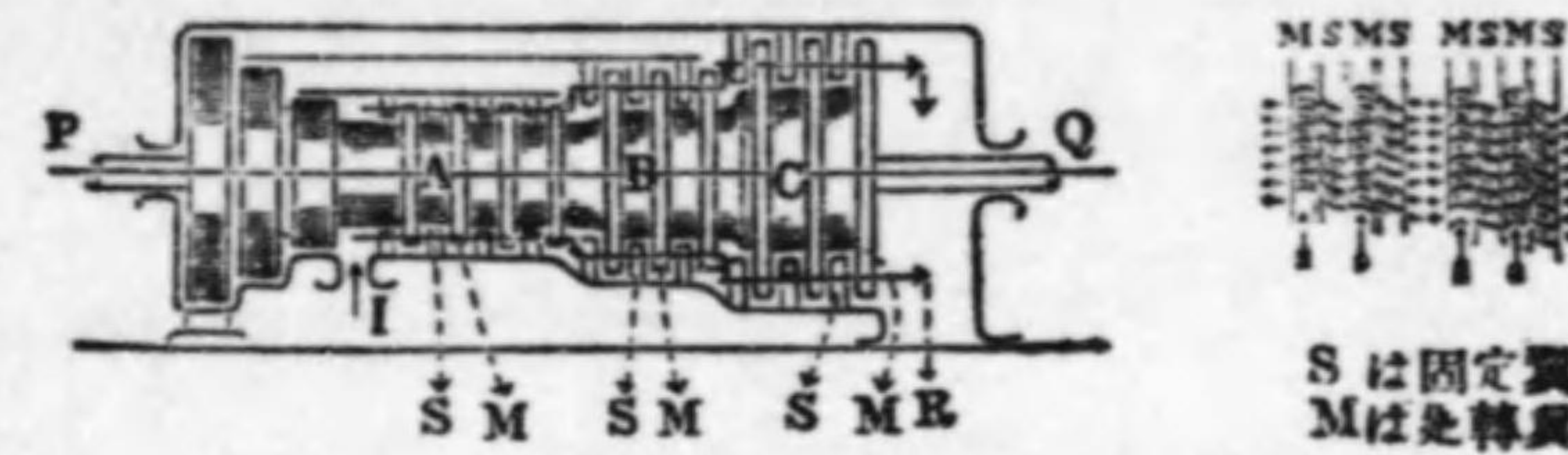


圖 139

圖140ハ現今最モ多ク用ヒラルルパーソンスノ案出シタ反動タービンデ、圓筒及翼ハA, B, Cノ三段ニ分レ又圓柱軸PQノ周圍ニハ澤山ノ三日月形ノ切口ヲ有スル翼Mガ取附ケラル、コノ翼ハ蒸氣力ヲ受ケテ軸ト共ニ廻轉スルカラ廻轉翼ト云フ。固定翼Sハコノ廻轉翼ト交互ニ圓柱軸ヲ包ム胴ノ内壁ニ固定セラレテ蒸氣ヲ導ク用ヲナス。

今給汽口Iカラ高壓ノ蒸氣ヲ矢ノ方向ニ送ルト蒸氣ハ三段ニ分ラレタルA, B, Cノ部分ノ固定翼Sト廻轉翼Mトノ間ヲ右圖ニ示セル細イ矢ノ方向ニ進ミ翼Mニ衝突セル後翼Sノ爲メニ方向ヲ變ジ

更ニMト衝突シ其反動作用ニヨツテ翼Mヲ太イ矢ノ方向ニ廻轉シ凝結器ト通ズル排汽口Rヨリ出ル。



蒸氣タービンハ主ニ高速度ノ船舶ニ賞用セラレ、其ノ汽罐ニハコ

圖 140

ーニッシ汽罐、ランカシアー汽罐、火管式汽罐、水管式汽罐等アリ。前二者ハ發生スル蒸氣量ノ割合ニ其形ノ大ナルノガ缺點ナルモ、構造簡單デ掃除手入等ニ便利デ且ツ破損スルコトモ少ナイカラ水質良好ナラザル場合ハ手數ヲ厭フ場合ニ用ヒラル。後二者ハ其形體ガ小ナル割ニ蒸氣ノ發生量ガ大デ且ツ高壓蒸氣ノ發生ニ堪エ得ル特徴ガアルガ其構造ガ複雑デ掃除ガ困難ナ上ニ不良ナ水ガ用ヒラレヌノガ缺點デアル。

[3] 內燃機關. 彈丸ガ銃口ヨリ發射セラルル主因ハ銃身内ノ火藥ガ點火スル時ニ生ズル爆發ニヨル強大ナル瓦斯ノ膨脹ナリ今火藥ノ代リニ石炭瓦斯ト空氣トノ混合物ヲ、又彈丸ノ代リニ活塞ヲ代用スルト考フレバ、瓦斯ガ圓筒内ニ爆發スル時強大ナル壓力ヲ生ジ其壓力ハ圓筒内ノ活塞ヲ動カシ車輪ヲ廻轉セシム。瓦斯機關及ガソリン機關ノ如ク機關ノ内部ニ於テ燃燒ヲ起サシメ實際ノ爆發力ヲ利用シテ車輪ヲ廻轉サセル装置ヲ內燃機關ト云フ。

瓦斯機關及ガソリン機關ハ殆ンド同様ニシテ唯燃料ヲ異ニス即チ前者ハ石炭瓦斯其他燃燒スル瓦斯ヲ、後者ハ石油若クハ輕油ヲ噴霧器ニテ霧トナシタルモノヲ適當ノ空氣ト混ジ此混合物ヲ圓筒内ニ入レ適當ノ裝置ニテ之ニ點火シ爆發セシメ活塞ヲ押シ動カシ

テ車輪ヲ廻轉セシムルモノナリ。而シテ爆發ハ唯活塞ノ一側ニ於

テノミ行ハレ蒸氣機關ノ如ク活塞

ノ兩側ニ於テ行ハレズシテ活塞ガ

二往復スル毎ニ一回ノ爆發アルガ

故ニ其動作ハ之ヲ四段ニ分チテ考

フルコトヲ得。圖141ハ普通ノ瓦

斯機關ノ略圖デ其上下兩端ニA, B

ナル二ツノ瓣アリ, Aハ燃燒スベ

キ瓦斯ト空氣トノ混合物ノ流入ス

ル瓣デBハ圓筒内デ燃燒シタ瓦斯

ヲ排出スル瓣ナリ(1)ハツミ車ノ

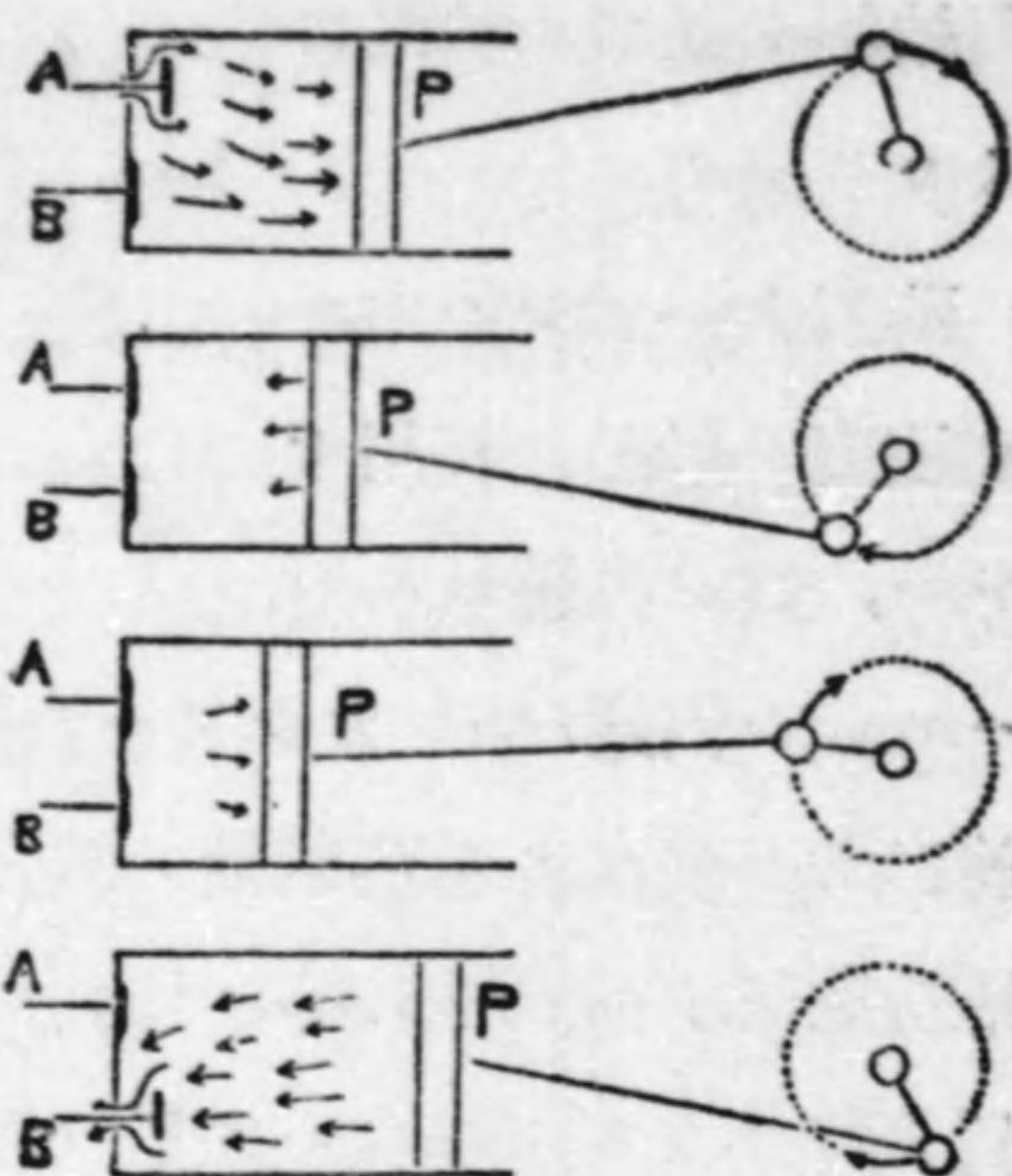


圖 141

廻轉ニヨリテ活塞ガ圓筒ノ後方ヨリ前方ニ動ク時ニハBハ閉ヂA

ハ開キテ石炭瓦斯ト空氣トノ混合物ハ圓筒内ニ流入シ(2)活塞ガ

反對ノ内方ニ動キ來タルトキニハA及B瓣ハ共ニ閉ヂ混合瓦斯ヲ

壓縮シ(3)活塞ガ左端ニ達シ再ビ前方ニ向ツテ將ニ運動ヲ始メン

トスル時ニ混合瓦斯ハ電氣火花又ハ赤熱セル物體ニ觸レテ點火爆

發ス。其大ナル壓力デ活塞ヲ前方ニ押ス。(4)活塞ガ再ビ後方ニ動

クトキA瓣ハ閉ヂB瓣ハ開キ爆發ニヨリ生ジタル瓦斯ヲ圓筒外ニ

吐キ出シテ始メノ状態ニ歸ル, 此四段ノ動作ハ絶エズ繰返サレテ

車輪ノ廻轉ヲ生ズ, 此四段ノ動作中唯爆發力ノ作用ヲ受ケルノハ

(3)ノ時ノミデ他ノ三ツノ動作ハハズミ車ノ慣性ニヨリテ行ハル。

點火裝置ハ瓦斯機關特有ノモノデ小サイ發電機ト之ニ連結セル

回路トヨリナル, 回路ノ一部ハ圓筒内ニ入り, 左端ニ極メテ僅カ

ノ間隙ヲ作ル, 故ニ回路ニ電流ガ通ズレバ回路ノ間隙ニ火花ヲ發

シ, 瓦斯ニ點火ス。

シ, 瓦斯ニ點火ス。

内燃機關ハ圓筒内ニ生ズル燃料

ノ爆發的燃燒ノ壓力ヲ利用スルモ

ノナル故蒸氣機關ノ如ク汽罐ヲ要

セズ, 從テ輕ク且ツ場所ヲ節約シ

得ルノミナラズ燃料ノ燃燒ニ由ル

高溫度ノ熱ヲ直接ニ利用スル故此種ノ

機關ノ効率ハ蒸氣機ヨリモ遙カニ大ナ

リ。航空機, 自動車戰車, 潜水艦ノ發

達ハ主トシテ此等内燃機關ノ出現ノ結

果ニ由ルモノナリ。

飛行機用ノモノハ數個ノ汽笛ガ連結

シテ推進機ヲ廻轉サセル仕組トナレリ。

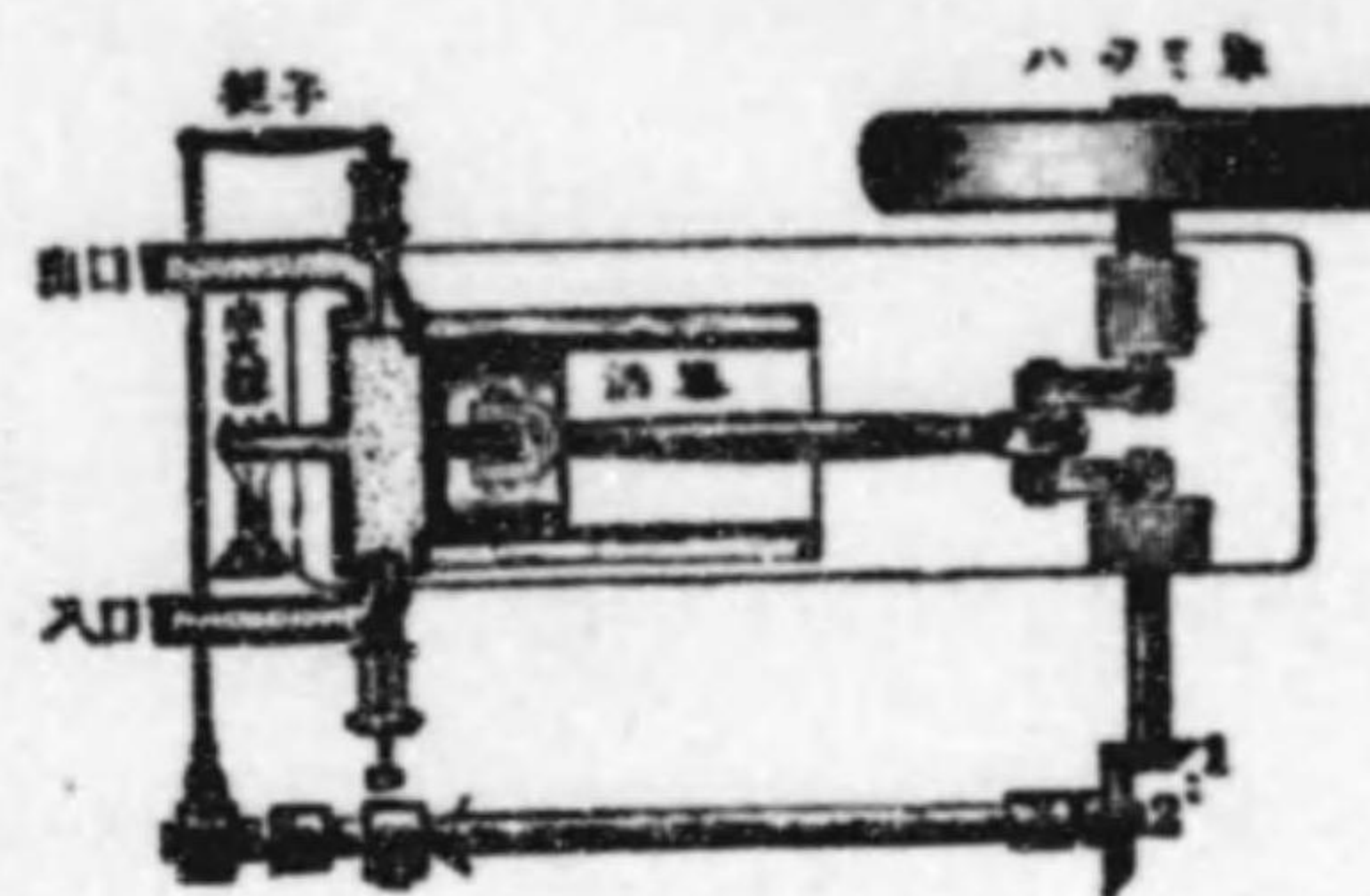


圖 142

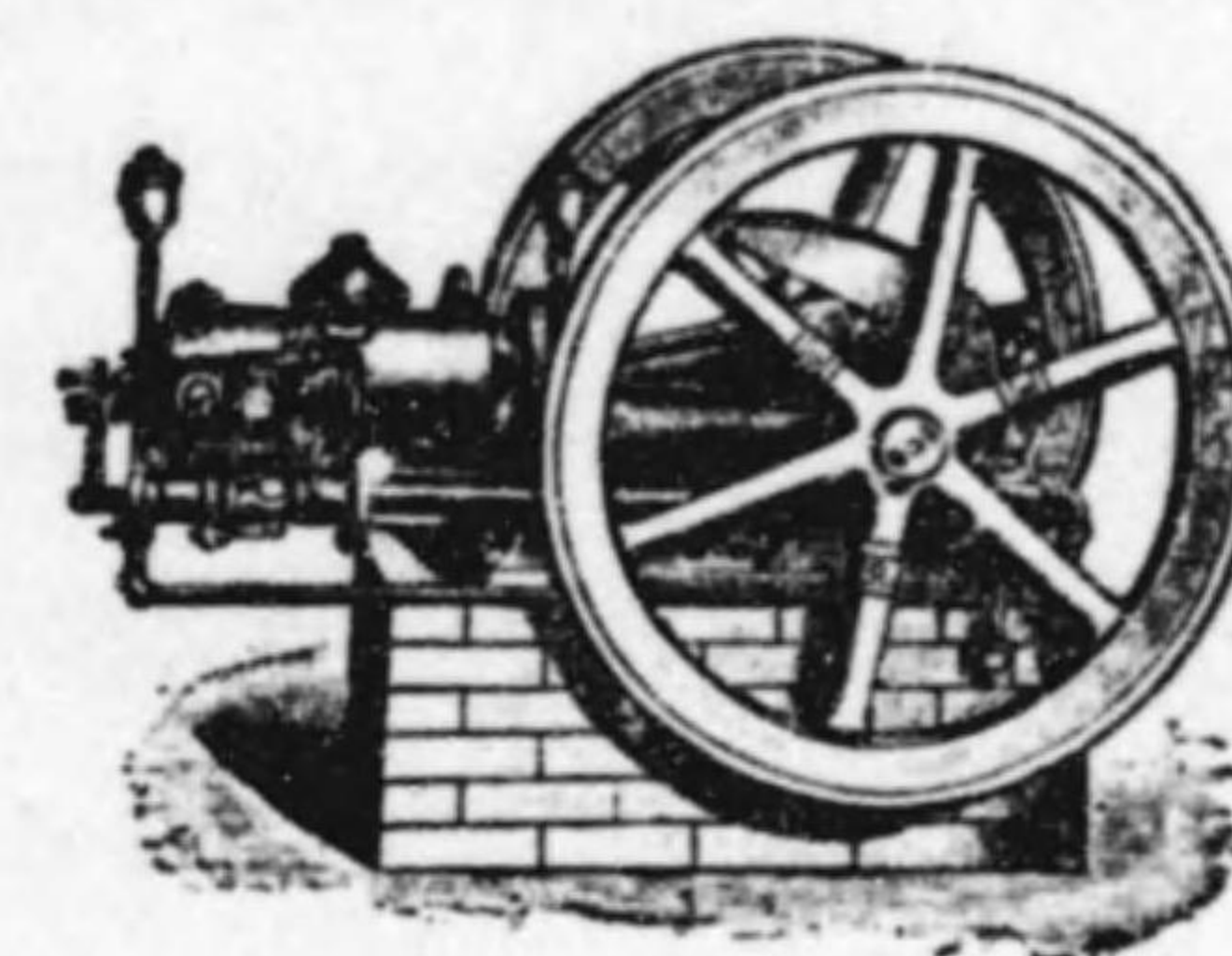


圖 143

第三編 音

[1] 振 動. 鐵ノ如キ彈性アル物質ノ狭イ板ノ一端ヲ固定シ他端ヲ靜止ノ位置ヨリ一方ニ引キテ放ツト板ハ靜止ノ位置ノ兩側ニ往復運動ヲナス. 又ゼンマイノ一端ニ球ヲ付ケ, 他端ヲ固定シテ之ヲ引キテ放テバ球ハ舊位置ノ上下ニ往復運動ヲナス. 斯ノ如ク物體ガ靜止ノ位置ノ兩側ヲ往復シテ運動スルヲ振動ト云フ, 此振動ノ一端Aヨリ他端Bニ至ル道ノ長サABヲ振幅ト云ヒ, AヨリBニ至リ再ビAニ歸ル迄ノ時間即チ一振幅ABヲ往復スルニ要スル時間ヲ振動ノ週期ト云ヒ, 單位時間即チ1秒間ニ振動スル回數ヲ振動數ト云フ, 1秒間ニ振動スル回數ヲ n トシ振動ノ週期ヲ T トセバ

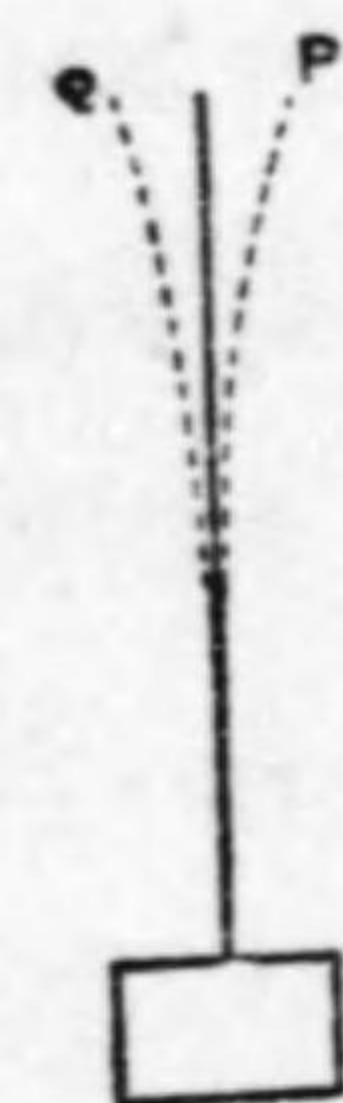


圖 144

$$1\text{秒} : T\text{秒} = n\text{回} : 1\text{回} \therefore nT = 1 \text{ 或 } T = \frac{1}{n}\text{秒}$$

[2] 波 動. 靜ナ水面ニ小石ヲ投ズルト, 石ノ落下シタ所ノ水面ハ先ヅ上下ニ振動シ, 其振動ハ周圍ノ水ノ各部ニ傳ハル故水面ノ上下運動ガ次第ニ擴ガリテ水面ニ圓形ノ波形ヲ生ズル. 此場合ニ水面ノ振動状態ハ次第ニ傳播スレドモ水面ノ各部ハ舊ノ位置ノ周リヲ上下ノ振動ヲスルノミデ少シモ前進セザルコトハ水面ニ浮ブ木ノ葉等ガ同一ノ場所ニ止ツテ單ニ上下ノ振動ヲナスコトカラ知り得ル. 斯ノ如ク振動状態ノ傳播即チ物體ノ各部ガ少シヅツ後レテ同様ノ振動ヲ繰リ返ス現象ヲ波動ト云ヒ, 凡テ波動ヲ傳ヘル物質ヲ媒質ト云フ. 一般ニ彈性體ノ一部ニ振動起リ之ニ隣近セル各部ニ逐次振動ガ傳播スレバ波動ヲ生ズ.

[3] 音 波. 太鼓ノ皮, 琴ノ絃, 鐘等ノ發音スル際ニ指頭ヲ以テ輕ク觸ルレバ明カニ一種ノ振動ヲ感ズ稍ヤ強ク觸レテ其振動ヲ止ムレバ發音モ亦止マルヲ認ム. 此等ノ實驗ニヨリ音ハ物體ノ振動ニ基クコトヲ知ル.

圖 145 ノ如ク排氣鐘内ニ一ツノ電鈴ヲ裝置シ之レヲ鳴ラシツツ鐘内ノ空氣ヲ次第ニ抜ケバ鈴ハ打タレツツアルモ音ハ漸時微弱トナルヲ認ム然レドモ再ビ空氣ヲ送入スレバ音ハ再ビ強大トナリ明カニ聞キ得ルニ至ル之レニ由テ音ヲ傳ヘルニハ空氣ナル媒質ヲ要スルヲ知ル,

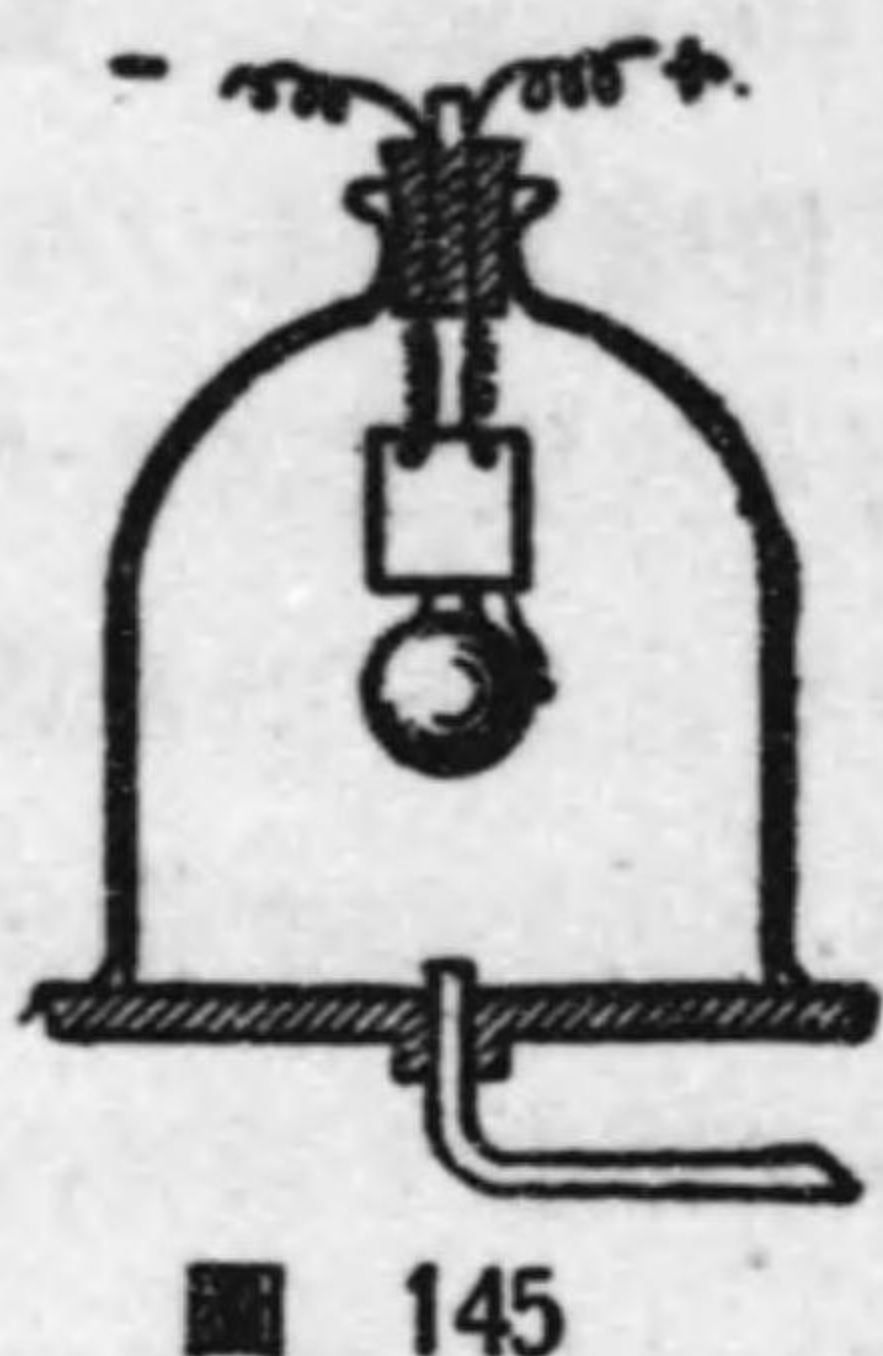


圖 145

音ハ物體ガ激シク振動スルトキ其振動空氣ニ傳ハリテ波動ヲ生ジ之ガ吾人ノ耳ニ達シテ鼓膜ヲ振動シ, 聽神經ヲ刺撃シテ感覺ヲ起サシムニ由ル, 但シ其波動ノ有様ハ水面ニ生ズルモノトハ趣ヲ異ニスル故今太鼓ヲ打チタル場合ニツキ音ノ生ズル模様ヲ説明セン.

先ヅ太鼓ノ皮ガ外ニ向ツテ動クト其表面ニ接スル空氣ハ壓迫セラレテ外ニ動クカラ此部分ノ空氣ハ密ニナル, 斯ク密トナリタル空氣ハ壓力ノ増加ニヨリテ更ニ外方ノ空氣ヲ壓迫ス此部分ガ密ニナリテ外方ニ動クト更ニ其外方ノ空氣ヲ壓迫ス, 斯クシテ密部ハ漸次外ニ向ツテ進行ス.

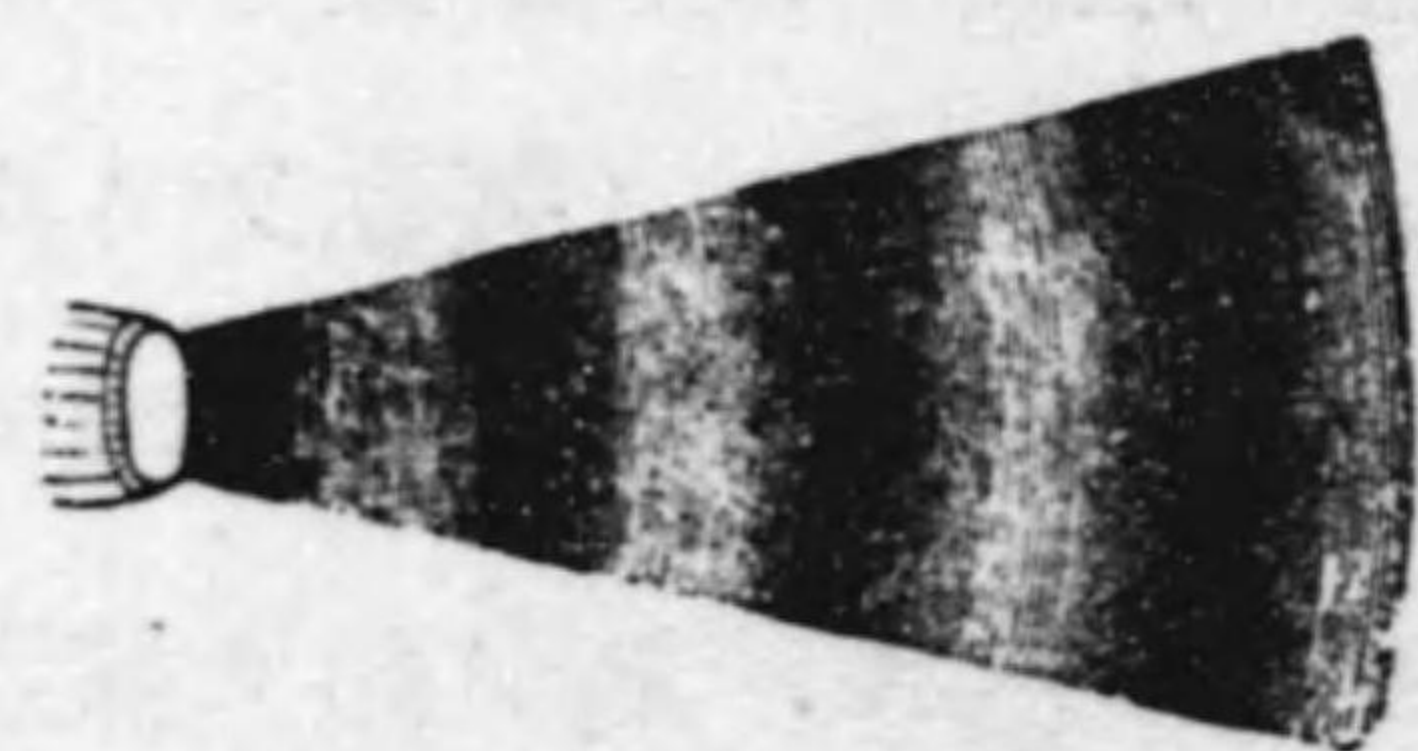


圖 146

次ニ太鼓ノ皮ガ内ニ向ツテ動クトキハ其表面ノ空氣ハ疎トナリ壓力減少スル故ニ外方ノ空氣ハ之ニ向ツテ流レ其部ノ空氣ハ又疎

トナル, 斯ク疎ニナルト其隣ノ空氣ハ流レ來ル故疎部ハ漸次外ニ向ツテ進行ス. 故ニ太鼓ノ皮ガ内外ニ振動スルト之ニ隣レル空氣ノ各部ハ遂次前後ニ振動シ疎密ノ状態ハ此部分ヲ中心トシテ四方ニ傳播ス. 之ヲ音波ト云フ. 圖 146 ハ太鼓ヲ鳴ラシタルトキ音波ノ傳播スル有様ヲ示ス.

斯ク空氣中ニ生ズル音波ハ空氣ノ密部ト疎部トガ連続セシモノナリ. 發音體ガ毎秒 n 回振動ヲナストキハ n ヲ其振動數ト云フ. 音波ノ振動數ハ之ヲ生ゼシムル發音體ノ振動數ニ等シ. 發音體ノ振幅トハソレガ最初靜止セントキノ位置ト振動シテ最モ遠ク離レシトキノ位置トノ距離ヲ云フ. 音波ノ振幅トハ空氣ノ各部ノ振動ノ振幅ヲ云フ. 圖 147 ニ於テ空氣ノ最モ密部Aト次ノ最モ密部Bノ距離又ハ最モ疎部Cト次ノ最モ疎部Dトノ距離ヲ音波ノ波長ト云ヒ, 最モ密部Aト

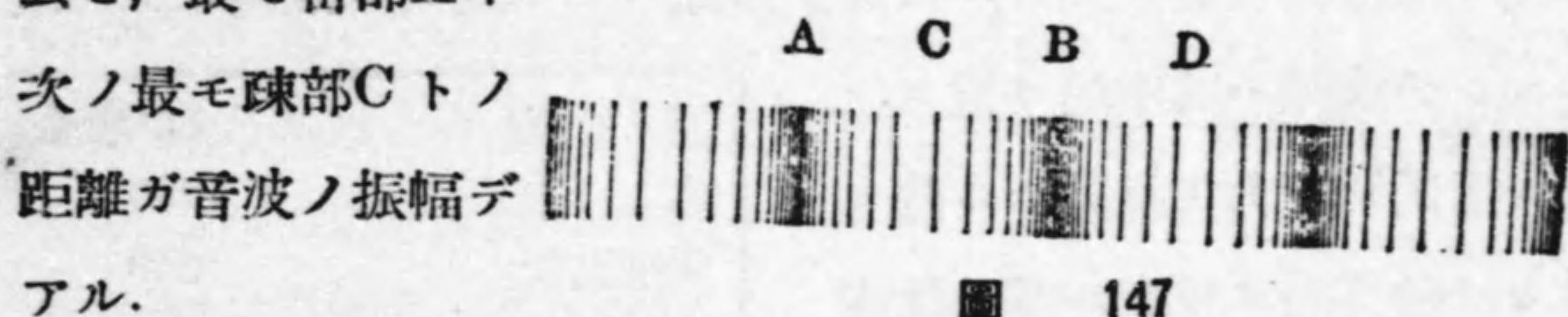


圖 147

[4] 音波ノ速度. 遠方ノ人ガ槌ヲ打チ込ムノヲ見ルニ先ヅ槌ノ落ちルノヲ見テ後ニ音ヲ聞キ, 又遠方ノ花火ヲ見ルニ花火ノ開クヲ見テ後爆發ノ音ヲ聞ク事カラ想像スレバ音ガ甲所ヨリ乙所ヘ傳ハルニハ多少ノ時間ヲ要スルヲ知ル. 空氣中デノ音ノ速度ヲ測ルニハ離レタ甲乙二個所ニ鐵砲ト時計トヲ備ヘ先ヅ甲デ發砲シテ煙ノ出ヅル時刻ト音ノ聞ヘタ時刻トノ差ヲ乙地デ觀測シ, 次ニ乙デ發砲シテ煙ノ出ヅル時刻ト音ノ聞エタ時刻トノ差ヲ甲地デ觀測シ, 數回此ノ實驗ヲ行ヒ此時間ノ平均ヲ求メテ之デ二個所ノ

距離ヲ割レバ空氣中ニ於ケル音ノ速度ガ求マル。音ノ速度ハ風即チ空氣ノ流動ノ爲メニ多少影響セラルル故甲乙兩地ニテ交互ニ發砲シテ此ノ實驗ヲ反復シ、平均ノ時間ヲ求メ風ノ影響ヲ去ルナリ。若シ音ガ甲ヨリ乙ヘ進ムトキ風ノ爲メニ助ケラルレバ逆ニ音ガ乙ヨリ甲ヘ進ムトキハ同ジ割合デ風ニ妨ゲラルレカラ此二回ノ實驗デ得タ時間ヲ平均スレバ風ノ影響ハ省ケル。

音ノ速度ハ氣温ニヨリテ變化ス、即チ氣温 15°C ノ空氣中デハ音ノ速度ハ每秒340米ニシテ溫度 1°C 上昇スル毎ニ約0.6米秒ノ速度ヲ増ス、故ニ 0°C ニ於ケル速度ハ331米トナル。今 $t^{\circ}\text{C}$ ニ於ケル音ノ速度ヲ v 秒米トセバ

$$v = 331 \text{ 米} + 0.6 \text{ 米} \times t.$$

音ノ速度ハ之ヲ傳フル物質即チ媒質ニアリ異ナル、即チ媒質ノ容積ノ弾性及密度ニ關スルモノデ固體ニテハ最大ニ氣體ニテハ最小ニシテ液體ハ其中間ニ位ス。

次ニ攝氏 0° 壓力1氣壓ナル時ニ種々ノ物質内ニ於ケル音ノ速度ノ表ヲ掲グ。

水中ニ於ケル音ノ速度ヲ測ルニハ湖上ニ可ナリ遠イ距離ニ二ツノ小舟ヲ浮ベ一方ノ小舟ヨリ鐘ヲ水中ニ吊シ挺子仕掛デコノ鐘ヲ打ツト同時ニ舟ノ上デ火藥

ヲ爆發サセ他ノ舟デハ長キラツパ形ノ口ニゴムヲ張ツタモノヲ備ヘ下端ヲ水ニ沈メ上端ヲ耳ニ當テテ水中ヲ傳播シテ來ル音ヲ聞ク

空氣	331秒米
水素	1280
炭酸瓦斯	259
水蒸氣	(110°)413
水	(4°)1400
酒精	1260
エーテル	1150
鋼鐵	4700
鑄鐵	4300
銅	3800
銀	2600
硝子	5600

サテ火藥ヲ爆發シテ音ノ聞エル迄ノ時間ヲ測リ又豫メ二個ノ距離ヲ測レバ後者ヲ前者デ割レバ水中ニ於ケル音ノ速度ガ求マル、體積ノ彈性ヲ有セザル物質例ヘバ羅紗、フェルト、綿、羽毛等ハ音ヲ傳ヘヌ、机上ニ置ケル時計ノ細イ音モ直接机ニ耳ヲ當テルト能ク聞エルガ机ト時計トノ間ニ羅紗ヲ入レルト殆ンド音ハ聞エヌ。

問 [1] 電光ヲ見テ2.5秒ヲ經テ雷鳴ヲ聞ケリトセバ雷鳴ノ起ツタ場所迄ノ距離ヲ求ム。

解 空氣ノ溫度ヲ $t^{\circ}\text{C}$ トセバ求ムル距離 S ハ

$$S = (331 + 0.6 \times t) \times 2.5 \text{ 米}$$

$$t = 15^{\circ}\text{C} \text{ トセバ } S = 340 \times 2.5 = 850 \text{ 米 (答)}$$

問 [2] 午砲ヲ發スル場所ヨリ3里ト5里トヲ隔テタル兩所ニテハ各幾許時ノ後ニ之ヲ聞クカ。

解 3里ト5里トノ場所ニ到着スルニ要スル時間ヲ夫々 t_1 及 t_2 秒トスレバ音ノ速度ハ每秒340米ナル故一里ヲ4000米トシテ

$$t_1 = \frac{3 \times 4000}{340} = 35 \text{ 秒}, \quad t_2 = \frac{5 \times 4000}{340} = 59 \text{ 秒 (答)}$$

問 [3] 長サ1軒ノ鐵軌ノ一端ヲ打チテ他端ニテ其音ヲ聞クトキ鐵軌ヲ傳リ來ル音ト、空氣ヲ傳リ來ル音トノ到着時間ノ差ヲ求ム。但シ鋼鐵中ニ於ケル音ノ速度ハ5000秒米トス。

解 求ムル時間ヲ t 秒トセバ

$$t = \frac{1000}{340} - \frac{1000}{5000} = \frac{50}{17} - \frac{1}{5} = 2.7 \text{ 秒 (答)}$$

問 [4] 75米ノ銅線ノ一端ヲ打チタルニ銅線ヲ傳リ來ル音ハ空氣中ヲ傳リ來リシ音ヨリモ0.2秒早ク他端ニ達セリト云フ銅中ノ音ノ速サヲ求ム。

解 銅中ノ音ノ速サヲ v 秒米トセバ

$$\frac{75}{340} - \frac{75}{v} = 0.2 \quad v = 3642 \text{ 秒米 (答)}$$

[5] 音波ノ反射ト屈折。靜水面ニ生ジタ水波ガ岸ニ當ルト反射シテ逆ノ方向ニ進行スルト同様ニ音波モ一ツノ媒質ヨリ他ノ媒質ノ境界面ニ來ルト一部ハ反射シ、一部ハ箸ガ茶碗ノ水面デ屈シ

テ見エル様ニ屈折スル、遠ク離レタ山或ハ村落ニ對シテ大聲ヲ發スレバ少シク時ヲ經テ再ビ其聲ヲ聞クノハ音波ガコノ障害物ニ當ツテ反射シ再ビ耳ニ達スルニヨル此現象ヲ反響ト云フ。山彦ハ音波ガ山ニ當ツテ生ズル反響ナリ、汽船ガ入港スルトキ汽笛ヲ鳴ラセバ汽笛ノ止ンダ後暫ク其音ヲ聞クハ種々ノ部分ヨリ反射シ來ル音ヲ順次ニ聞クニ由ル。又室内ノ如ク反射面ガ近キ時ハ反響ハ直チニ歸ツテ原音ト合シ原音ヲ助ケルコトニナルガ音楽堂、講堂等ノ如キ廣間モ床ヤ天井ガ堅イ者デ造ラレルト反響ノ爲メ談話ガ妨ゲラルルコトガアル、反響ヲ妨グニハ室ノ窓掛ヤ壁等ニ軟ナル物質ヲ用ヒテ反射スル音波ヲ取去レバ可ナリ。

逆風ニ向ツテ發スル砲聲ハ順風ニ沿フテ發スル砲聲ヨリモ遠方ニ達セズ、此原因ノ一部ハ音波ノ屈折ニ由ル。蓋シ風ハ地上ニ近ヅクニ從ヒ、地上ノ物體トノ摩擦ノ爲ニ多少其速度ヲ減ズ、今音波ガ逆風ニ向ツテ進行スルモノトシ或時ニ圖148ノAB迄達シタト

セバ音ノ速度ハABノ上部デハ下部ヨリモ多ク減ゼラルル結果トシテ音波ハ左ニ進ムニ從ヒ次第ニ上方ニ屈折スルコトトナル、然ルニ若シ風ガ順風

デ音波ノ進行スル方向ニ吹ケバABノ上部ハ下部ヨリモ其速度ハ多少大デアル結果音波ハ次第ニ下方ニ屈折スル、故ニ順風ノ場合ニハ逆風ノ場所ヨリモ地上ノ觀測者ニハ遠方マデ聞エル、之ト同様ノ現象ハ空氣ノ上層ト

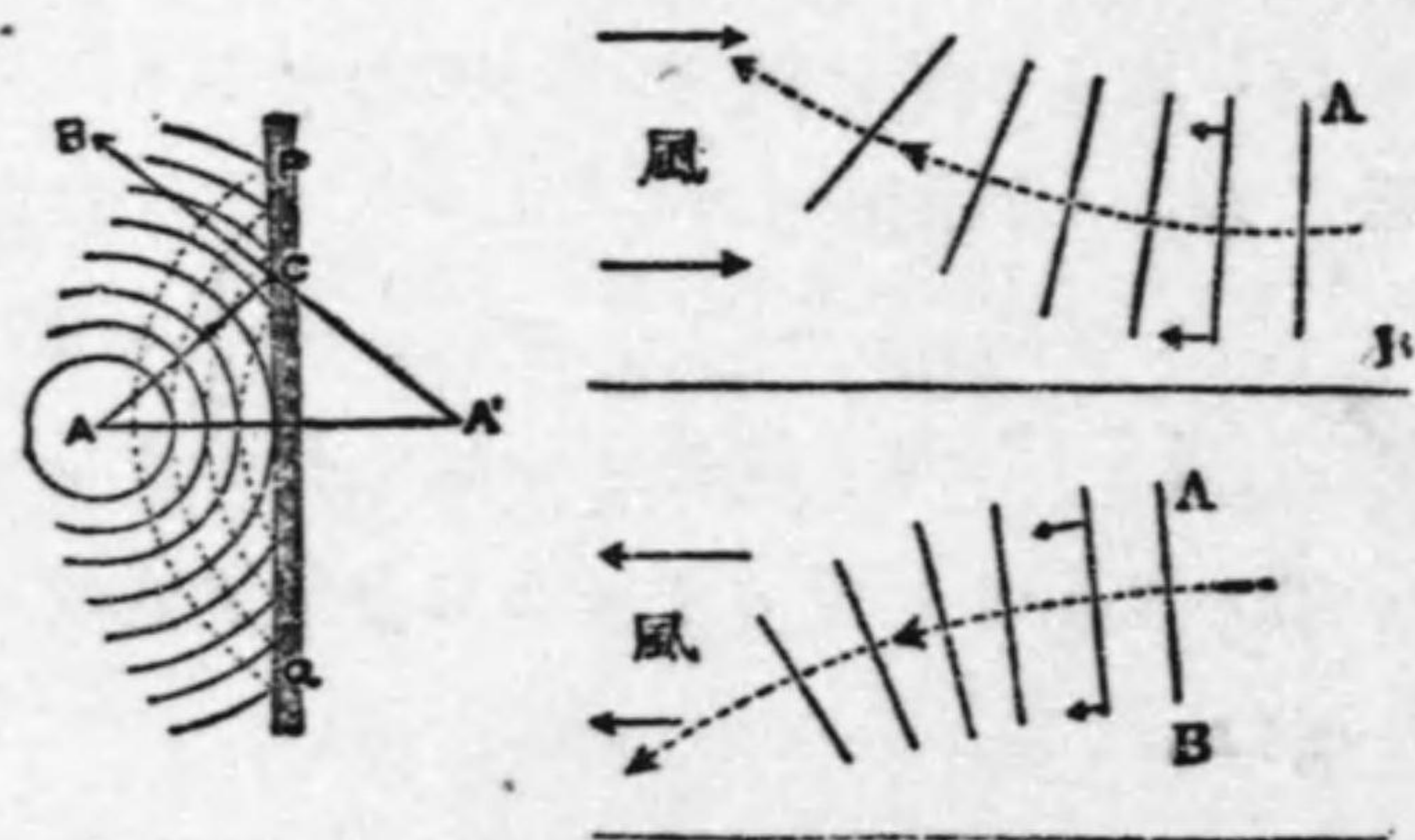


圖 148

下層トノ溫度ノ異ナルコトヨリモ起ル。即チ晝間ハ下層ノ空氣ノ溫度ハ上層ノソレヨリ高キ故下層ノ空氣中ニ於ケル音波ノ速度ハ上層ニ於ケルソレヨリモ大デアル。從テ水平ニ來ル音波モ次第ニ上方ニ屈折セラルルコトニナル。圖148左ハ音波反射ノ模様ヲ示ス。點線ハ反射波デアル。

問 [1] 溫度15°Cノトキ塀ニ向ツテ聲ヲ發シタルニ1.5秒ニシテ其反響ヲ聞キタリ、塀迄ノ距離ヲ求ム。

解 所要ノ距離ヲ x 米トセバ

$$2x = 340 \times 1.5 \quad \therefore x = 255 \text{ 米 (答)}$$

問 [2] 溫度15°Cノトキ井底ニ向ツテ發シタ聲ガ0.5秒ノ後再ビ聞エタ水面迄ノ深サヲ求ム。

解 水面迄ノ距ヲ x 米トセバ音ガ水面迄ヲ往復スルノニ0.5秒ヲ要スル故

$$2x = 340 \times 0.5 \quad x = 85 \text{ 米 (答)}$$

問 [3] 船ノ前面ニ斷崖アリ。船ト斷崖トノ距離ヲ知ラントシテ船上ヨリ號笛ヲ吹キタルニ5秒ノ後其反響ヲ聞キタリ。船ト斷崖トノ距離如何。但シ(a)船ガ靜止セルトキ。(b)船ガ崖ニ向ツテ10秒米ニテ近ヅキツツアルトキ。(c)船ガ靜止スルモ風ガ船ヨリ崖ノ方ニ10秒米ノ速サニテ吹ケルトキ。

解 (a) 求ムル距離ハ音ガ5秒間ニ往復スベキ距離ナル故

$$(340 \times 5) \div 2 = 850 \text{ 米 (答)}$$

(b) 船ハ號笛ヲ吹キテ反響ヲ聞ク迄ニ既ニ $10 \times 5 = 50$ 米ダケ崖ニ近ケル故5秒間ニ音ノ進ム距離カラ此船ガ5秒間ニ進ム距離ヲ減ジタ差ノ半分ガ反響ヲ聞キシトキノ船ト斷崖トノ距離トナル。即チ求ムル距離ハ

$$(340 \times 5 - 10 \times 5) \div 2 = 825 \text{ 米 (答)}$$

(c) 求ムル距離ヲ x 米トセバ、音ガ斷崖ニ向フトキ風ガ音ヲ助ケル故 $(340 + 10)$ 秒米ノ速サヲ進ミ、反響ハ風ニ妨ゲラルル故 $(340 - 10)$ 米ノ速サヲ進ム故ニ

$$\frac{x}{340 + 10} + \frac{x}{340 - 10} = 5 \quad \therefore x = 949 \text{ 米 (約)}$$

問 [4] 75米ノ銅線ノ端ヲ打チタルニ銅線ヲ傳ハリシ音ハ空氣中ヲ傳ハ

リシ音ヨリモ0.2秒早く他端ニ達シタ、銅中ノ音ノ速サヲ求ム。

解 銅線ヲ傳ハル音ノ速サヲ毎秒ノ米トセバ

$$\frac{75}{340} - \frac{75}{v} = 0.2 \quad v = 3642 \text{ 秒米}$$

問 [5] 吾人ノ聽官ガ二ツノ音ヲ區別シテ聞キ得ル爲メニハ其二ツノ音ヲ聞ク時間ガ0.1秒ヨリ少ナカラザルヲ要スト云フ。然ラバ其反響ヲ元ノ音ト區別シテ聞キ得ル爲メニハ發音者ト障壁トノ最短距離如何、又一緩ノ單音ヲ發スルニ通常2秒時ヲ要ストセバ其反響ヲヨク聞キ得ルタメニ發者音ヨリ障壁迄ノ最短距離如何。

解 (1) $340 \times \frac{1}{2} \times 0.1 = 17$ 米ノ前方ニテ發音スルヲ要ス。(2) $340 \times \frac{1}{2} \times 0.2 = 34$ 米ノ距離ニテ發音スルヲ要ス。

[6] 樂音ト噪音。種々ノ發音體ノ發スル音ニ種々アリ、笛ノ音、琴ノ音ノ如ク我等ノ耳ニ入リテ快感ヲ起ス如キ音ヲ樂音ト云ヒ、砲聲ノ轟キ、車ノ礫上ヲ軋ル音ノ如ク吾人ノ耳ニ不快ヲ與フル如キ音ヲ噪音ト云フ、樂音ハ發音體ノ振動ガ簡單デ規則正シク之ニ由テ生ズル音波モ簡單デ規則正シキ時ニ生ジ、噪音ハ發音體ガ不規則ニ振動シ之ニ由テ生ズル音波モ不規則ナル時又ハ多クノ樂音ガ不規則ニ混合シタ結果生ズ。

音又ハU字形ノ鋼鐵棒ヨリナリ之ヲ木製ノ箱ノ上ニ立テテアル、又ノ一端ヲ輕ク叩ケバ規則正シキ振動ヲナシテ清澄ナル樂音ヲ發スル故音樂及ビ音響學ノ實驗ニ缺クベカラザル發音體ナリ。

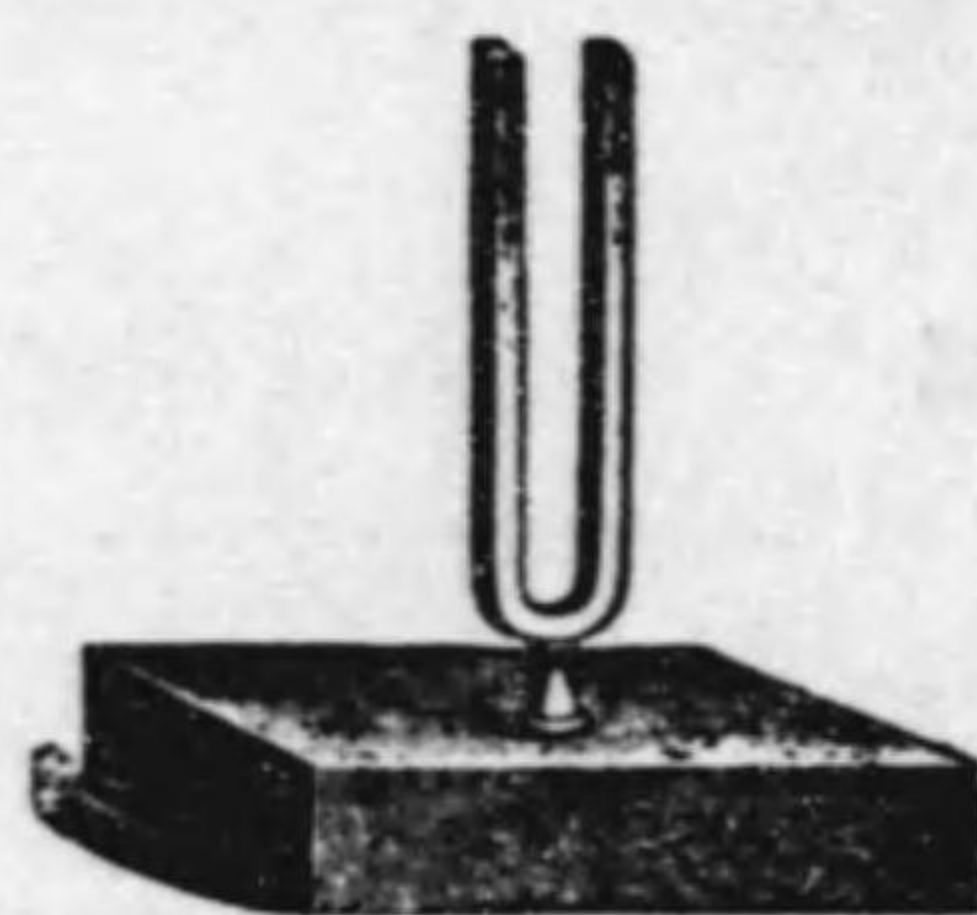


圖 149

[7] 音ノ強弱。琴ノ絃ヲ強ク彈クト烈シク振動シテ強イ音ヲ發スルガ、輕ク彈ケバ其振動モ小サク音ハ弱ク聞エ、之レ發音體ガ振動スルト同大ノ振幅デ周圍ノ空氣ヲ振動セシムル故、發音體ノ振動ノ振幅が大ナラバ空氣中ノ音波ノ振幅モ大ニシテ從ツテ吾

人ノ鼓膜ニ強キ振動ヲ與フル結果強キ音ノ感ジヲ生ゼシムニヨル即チ音ノ強弱ハ發音體ノ振幅ノ大小ニヨリテ生ズルコトヲ和ル。

又發音體ノ振幅一定ナルモ之ヲ遠ザカルニ從ヒテ其音ハ弱ク感ズ、之レ發音體ニヨリテ生ズル音波ハ四方ニ波及シ常ニ發音體ヲ中心トスル球面上ニ配布セラル、而シテ球ノ表面積ハ中心ヨリノ距離ノ二乗ニ比例シテ増スガ故ニ其振幅ハ距離ノ二乗ニ反比例シテ減ズ、從テ音ノ強サハ發音體ヨリノ距離ノ二乗ニ反比例シテ減ズ、音ガ管内ヲ進行スル間ハ音波ハ常ニ同ジ面積上ニアル故其振幅減ズルコトナシ、從テ音ノ弱クナルコトナシ、船内ノ通話器、メガホン、聽診器等ハ此音波ノ廣ガリヲ防ギテ音ヲ遠方ニ送ル裝置ナリ。又高山ノ頂ヤ飛行機上等ニテハ空氣ガ稀薄ナル爲メ音ハ弱シ一般ニ音ノ強弱ハ其音波ヲ傳ヘル媒質ノ密度ニモ關ス。

[8] 音ノ高低。音ニハ高イ低イ即チ調子ノ差ガアル。速ニ回轉スル齒車ノ齒ニ厚紙ヲ觸レ、之ヲ振動サセテ音ヲ發セシムレバ厚紙ガ一定時間ニ振動スルコトノ多少ニヨツテ音ニ高低ノアルコトヲ知ル。一般ニ振動數ガ多イ程音ハ高シ。發音體ガ速ニ振動スルト音波ノ密部ト密部トノ距離從テ疎部ト疎部トノ距離即チ音波ノ波長ハ小サク徐々ニ振動スルト波長ハ大ナリ、即チ波長ノ短カイ音波ハ調子ガ高く、波長ノ長イ音波ハ調子ガ低イ音ヲ生ズ、吾人ノ耳ニ聽キ得ル樂音ノ振動數ハ人ニヨリ又年齡ニヨリ多少ノ差アルベキモ通常毎16乃至40000デアアル、通常ノ談話デ男子ノ聲ハ每秒90乃至140、女子ノ聲ハ每秒270乃至550位デアアル。

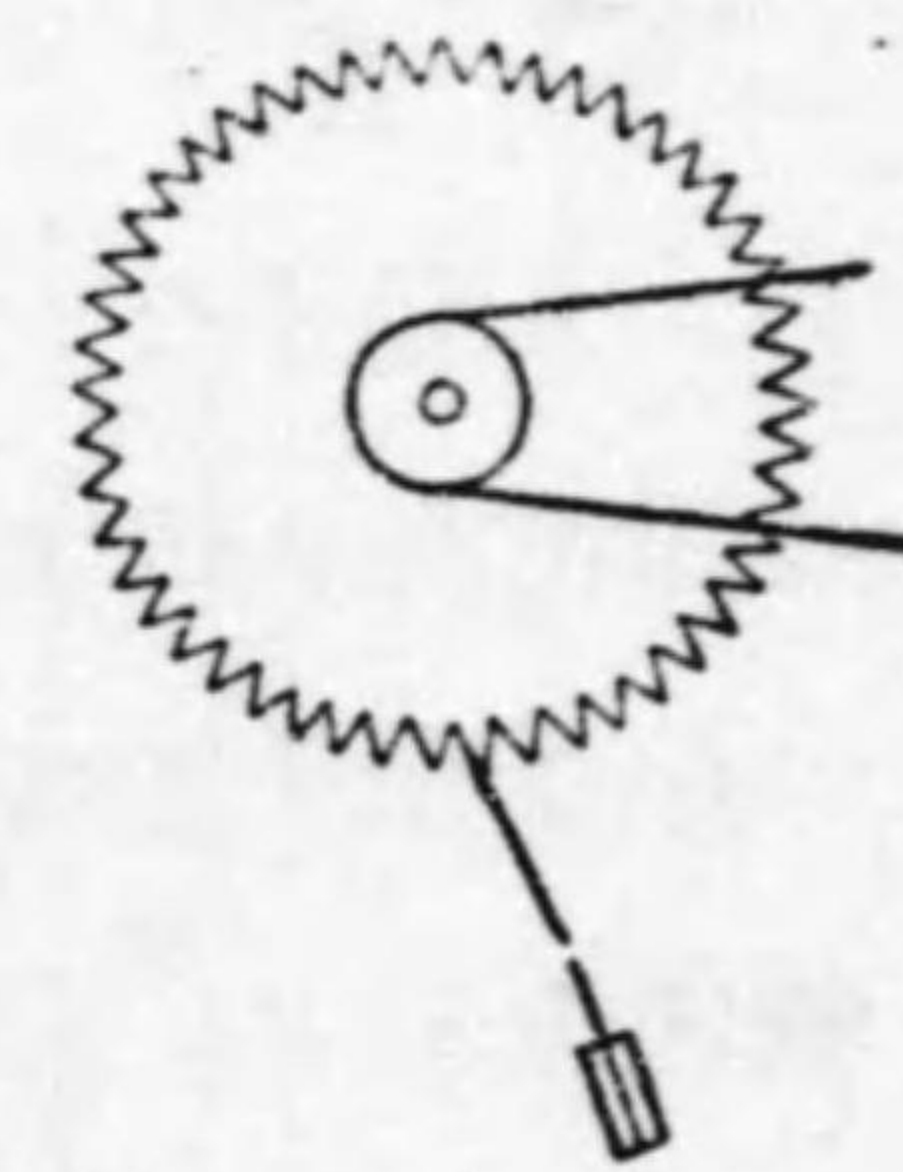


圖 150

振動數ヲ測ルニハ通常サイレンヲ用フ、其構造ハ金屬製ノ圓筒狀ニナツタ胴ガアツテ圖151ニ示ス如ク其上面ニハ圓周上ノ等距離ニ作ツタ斜メ向キノ孔ヲ明ケ、更ニ其上ニ重ネタ金屬板ニハ前トハ逆向キニ傾イタ同數ノ孔ヲ設ケテアル、今胴ノ下部ヨリ空氣ヲ吹き込ムト空氣ハ下板ヨリ押出サレテ上板ノ小孔ノ側壁ニ當ル故、圓板ハ軸ト共ニ一定ノ方向ニ廻

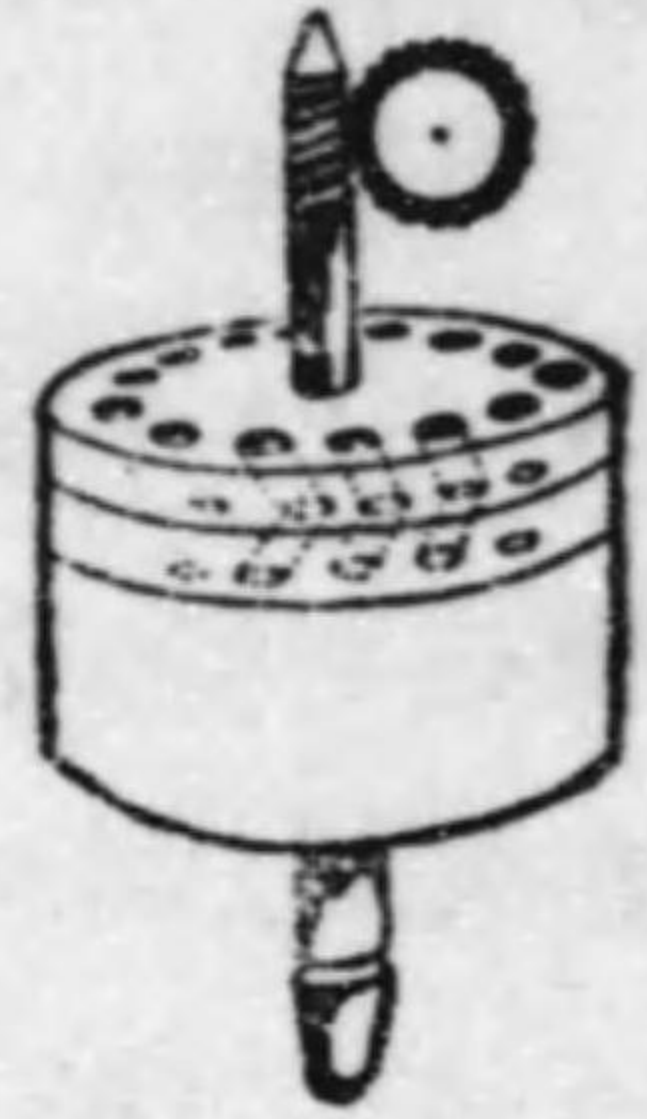


圖 151

轉ス、故ニ上下ノ孔ガ通ズル位置ニ來タ時ハ空氣ハ流出シテ密部ヲ生ジ喰ヒ違フトキハ疎部ヲ生ズル故ニ空氣中ニ疎密ノ波ヲ生ジ圓板ノ廻轉ノ速度ヲ變ズレバ任意ノ高サノ音ヲ發セシメ得、サイレンニヨリ發音體ノ振動數ヲ測ルニハ先ヅ圓板ノ廻轉數ヲ加減シテ其發スル音ノ高サヲ發音體ノソレト一致セシメ其時ニ於ケル圓板ノ1秒時間ノ廻轉數ヲ軸ニ附セル齒車仕掛ニヨリ指針ニヨリ讀ミ此讀ミヲmトシ小孔ノ數ヲnトセバサイレンノ發スル音ノ振動數即チ發音體ノ振動數ハmnナリ。

[9] 音色. 尺八、琴、三味線等ノ絃ヲ等シキ強サ、等シキ高サニテ發音セシメ能ク調子ヲ合セ合奏スルモ、尺八ニハ尺八、琴ニハ琴特有ノ音アリテ各自異ナル所アリテ之ヲ聞キ分ケ得ベシ、斯ノ如ク強サ及ビ高サ以外ニ各種ノ發音體ニ特有ナル音ノ特徴ヲ其音色ト云フ。此音色ノ差ヲ生ズルハ發音體ノ振動ハ簡單ナル振動デナク主ナル振動ノ外ニ小サイ振動ガ同時ニ加ハルタメニ音波ノ波形即チ密カラ疎ニ移ル移リ方ニ相違ヲ生ズルニヨル。音樂ノ價値ハ實ニコノ音色ニ基クモノナリ。

樂音ハ規則正シク、其振幅、振動數、振動ノ有様即チ強サ、高サ、音

色ノ三ツノ特質ヲ有ス、此三ツヲ樂音ノ三要素ト云フ。

[10] 共鳴. ブランコニ乗ツタ人ヲ輕ク押シ、還ツテ來タ時ニ又輕ク押シ、幾度モ同ジコトヲ繰返スト、ブランコノ振動ハ其都度助成サレテ次第ニ大キクナル、之ト同様ニ音波モ或物體ノ固有ノ振動數ト調和スル時ニハ其物體ニ大ナル振動ヲ起サシメ得ベシ、之ノ現象ヲ音波ノ共鳴ト云フ。

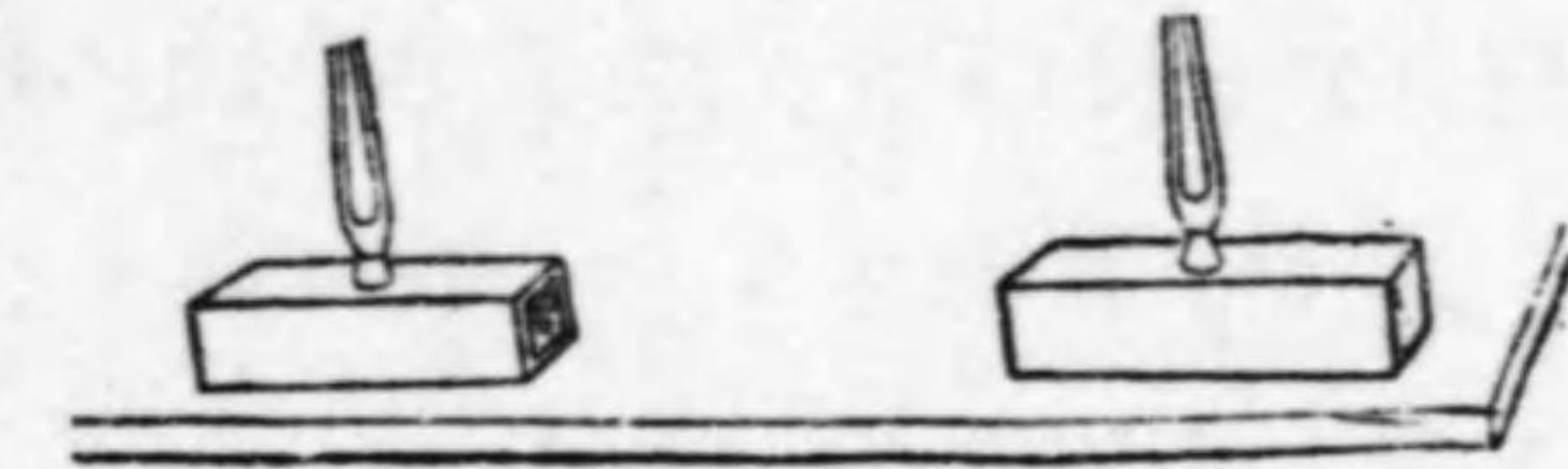


圖 152

振動數ノ同ジキ二本ノ音又ヲ
1 米位離シ置キ其一ツヲ槌デ烈

シク打ツテ鳴ラシタル後、ソレヲ手デ押ヘテ音ヲ止メルト他ノ音又ノ自然ニ鳴リ出スヲ認ム。之ハ前ノ音又カラノ音波ノ爲メニ共鳴ニヨリテ鳴リ出スノデアル。此現象ハ少シ異ナル高サノ音ヲ出ス音又ノ場合ニハ起ラズ。此實驗デ音又ハ一端ノ開イタ木箱ノ上ニ載セラル、コレハ音又ノ音ヲ強クスル爲メデ、箱ノ中ノ空氣柱ハ音又ノ柄ノ媒介ニヨツテ音又ト共鳴スル、コノ箱ヲ共鳴箱ト云フ。

問 三味線ノ胴ノ役目ヲ問フ。

解 三味線ノ胴ハ其中ニ含ム空氣柱ガ絃ト共鳴シテ絃ノ音ヲ強クス。

[11] 人ノ音聲. 人ノ音聲ハ喉頭ニ張レル二枚ノ薄膜所謂聲帶ノ振動ニヨツテ生ズ、圖153ハ喉頭ノ斷面ニシテA,Aハ聲帶ナリ、通常呼吸スル時ハ聲帶弛ミ、空氣ハOヲ通りテ音ヲ發セザルモ聲ヲ發セントスル時ニハ聲帶緊張シテOヲ閉ヂ、A,Aノ間ヲ甚ダ狭クスルヲ以テ強ク呼氣ヲ出ストキ聲帶ノ振動ヲ生ズ、聲帶ハ筋肉ノ働キニヨリ其緊張ノ度ヲ變ジ從テ振動數ノ差即チ音聲ノ高低ヲ

生ズ、又呼氣ノ強弱ニヨリ音聲ニ強弱ノ差ヲ生ズ、又口腔内ノ空氣ハ聲帶ノ振動ニ共鳴スルヲ以テ、口腔ノ形ヲ色々變ヘルカ或ハ舌唇ヲ動かシテ種々ノ音色ノ音ヲ出スコトヲ得、同ジ張力ニ對シテハ膜ハ薄ク短カキモノ程其振動數多シ、女子ヤ小供ノ音聲ガ、男子ノ音聲ヨリモ一般ニ高キハ聲帶ガ薄ク短カキニヨル。



圖 153

[12] 音波ノ干涉. ニツノ音波ガ空氣中ニ進行スル時此ノ二ツノ波ノ密部ト密部トガ相合スル所ハ非常ニ密トナリ。疎部ト疎部トガ相合スル所ハ非常ニ疎トナル故密ト疎トノ差ガ著シク大トナル結果、音波ノ振幅ガ大トナリ音ハ強ク聞ユ、之ニ反シテ二ツノ音波ノ密部ト他ノ音波ノ疎部トガ相合スル所ハ疎密ノ程度ハ減少スル故振幅ハ少サク從テ音ハ弱クナル。斯ノ如ク二ツノ音波ガ重ナリ合フ結果トシテ音ガ強ク或ハ弱クナル現象ヲ音波ノ干涉ト云フ

今圖 154 ノ如ク二個ノU字形ノ曲管ヲ取り之ヲ長短二個ノゴム管デ連結シAノ前デ音又ヲ鳴ラシBニ耳ヲ當テ聞クニ、ゴム管ノ長サノ差ガ音又カラ出ル音波ノ波長ノ

半分ノ偶數倍即チ波長ノ整數倍ニ等シキ時ハ一方ノ管カラ來タ音波ノ密部ト他ノ管カラ來タ音波ノ密部ト合



圖 154

シ又一方ノ管カラ來タ音波ノ疎部ハ他方ノ管カラ來タ音波ノ疎部ト合スル故音ハ強クナル。之ニ反シテ二ツノゴム管ノ長サノ差ガ波長ノ半分ノ奇數倍デアレバ一方ノ管カラ來タ音波ノ密部ハ他方

ノ管カラ來タ音波ノ疎部ト合スル故兩波ハ互ニ相殺シテ音ノ強サハ甚ダ弱クナル。

[13] 唸リ. 唸リハ音ノ干涉ノ一例ナリ。振動數ノ相等シキ二ツノ音又ヲ竝ベ、其一本ニハ臂ニ小サイ金屬片ヲ附ケテ、少シ振動數ヲ變ヘテ置キ同時ニ兩音又ヲ鳴ラスト或時ハ強ク或ル時ハ弱クナル一種ノ音ヲ聞ク、之レヲ唸リト云フ。

略ボ相等シキ振動數ヲ有スル二個ノ發音體ヲ近ク置イテ、同時ニ發音セシムル場合ヲ考フレバ波長ハ振動數ニ逆比例スル故是等ノ發音體ヨリハ波長ノ殆ンド相等シキ二組ノ波ガ發生ス、今圖155ノ如キ波長ノ少シク異ナル甲ト乙トノ二ツノ音波ガ同時ニ空氣中ノ同ジ場所ニ來ルトスルト、Aノ所デハ甲波ノ密部ト乙波ノ密部トガ互ニ一致シテ振幅ガ大トナリ從テ音ガ最モ強イ。此處ヲ過グレバ甲乙兩波ノ疎密ノ關係ハ次第ニ喰ヒ違ツテ行キ振幅モソレニツレテ縮少シテ音ハ

次第ニ弱クナリ。遂ニBノ所ニ來ルト甲



圖 155

波ニハ疎部、乙波ニハ密部ガ生ジ其結果、振幅ガ零トナリ音ハ消ユ。又コレヲ過グレバ兩波ノ密部ト密部トハ互ニ接近シ遂ニCノ所ニ來ルト互ニ一致シテ音ハ又最モ強クナル。コノ強弱ガ週期的ニ起ルコトニヨリテ所謂唸リノ現象ガ起ルモノデ圖ノ丙波ハ之ヲ表ハス。

唸リハ二ツノ音波ノ密部ガ他ノ音波ノ密部ト重ナリ、ソレヨリ密部ノ喰ヒ違ヒヲ生ジ、其喰ヒ違ヒガ短カイ波長ノ音波ノ一波長ニ等シクナルト再ビ密部同士ガ互ニ相重ナルコトカラ起ルモノデ

其間=一回ノ唸リガ聞エル理デアル。圖156ハ甲波ノ4振動ト乙波ノ5振動ト=ヨリ一回ノ唸リヲ生ズル場合ノ説明圖デアル。

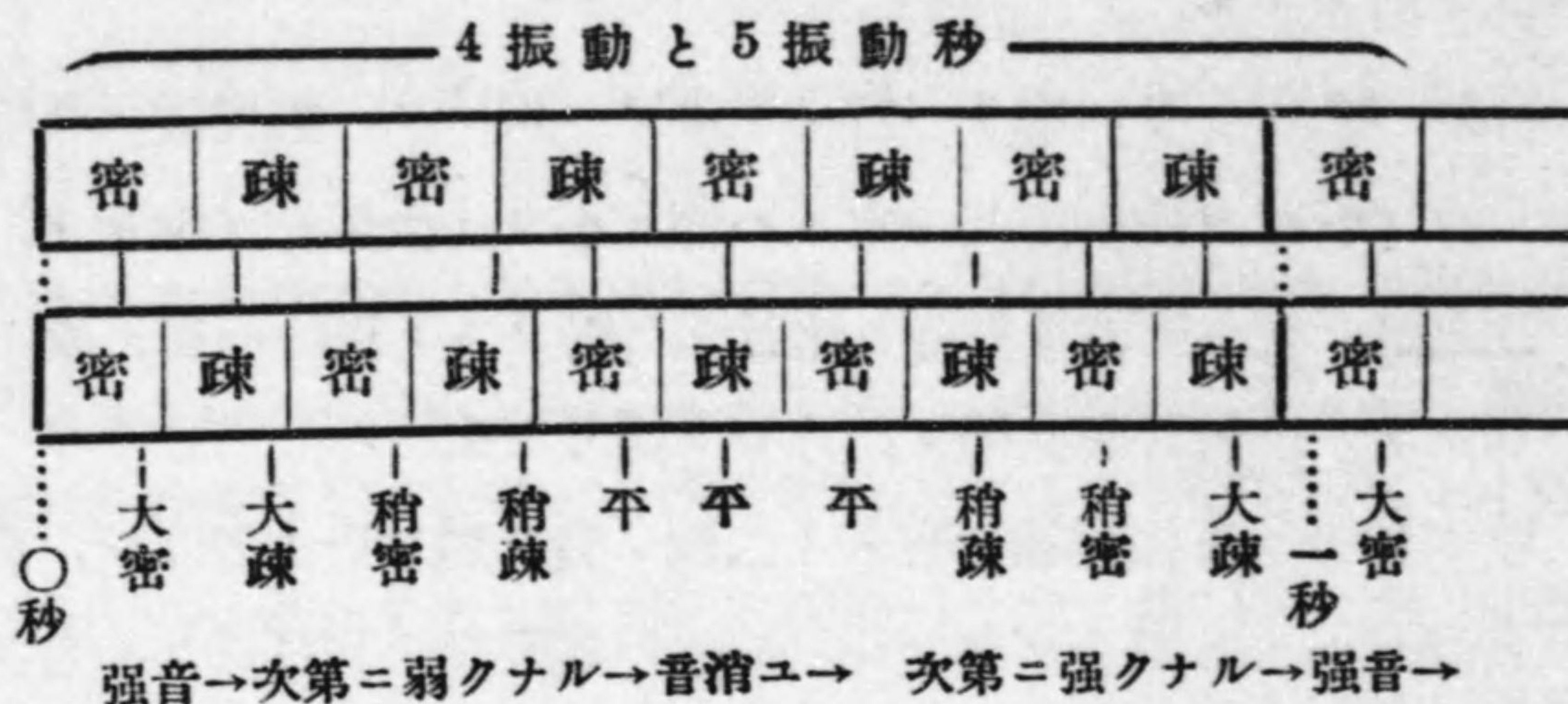


圖 156

一般=發音體ノ振動數ノ差ハ、1 秒間=生ズル唸リノ數=等シ、
 例ヘバ振動數264ト267ノ音トハ1 秒間=三ツノ唸リヲ生ズ。
 問 甲、乙、丙三ケノ音又アリ、乙ノ振動數ハ565、丙ノ振動數ハ570ナリト云フ
 甲ト乙トナ同時=鳴ラスト毎秒3回ノ唸リヲ聞キ、甲ト丙トナ同時=鳴ス
 ト毎秒2回ノ唸リヲ聞クト云フ。甲ノ振動數ヲ求ム。
 解 1 秒間=生ズル唸リノ數ハ振動數ノ差=等シキ故甲ト乙トテ3 回ノ唸
 リヲ生ズルコトカラ甲ノ振動數ハ565+3=568カ或ハ565-3=562デアル、
 甲ト丙トテ2 回ノ唸リヲ生ズルコトカラ甲ノ振動數ハ570+2=572カ570
 -2=568カデアル故ニ、甲ノ振動數ハ毎秒568デアル。

[14] 蓄音機 蓄音機ハ米
 人エヂソンノ發明デ音波=由テ
 記録シタ音ヲ再ビ出サセルタメ
 ノ装置ナリ。現今用ヒラルル蓄
 音機ハ圖 157 =示ス如ク垂直軸
 ノ周リ=廻轉スルエポナイト製
 平圓板ヲ用ヒ、時計仕掛ケ=ヨ

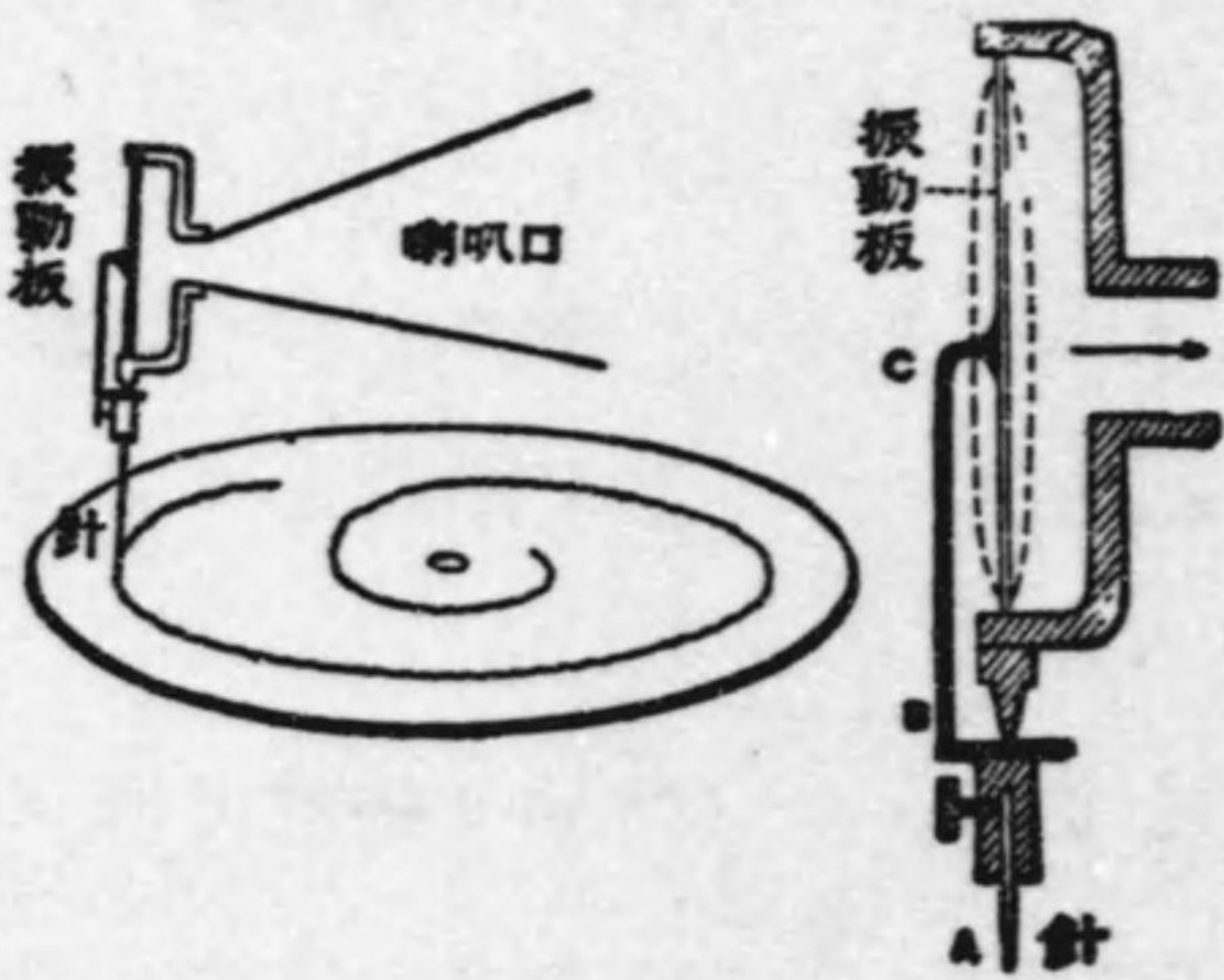


圖 157

リ一定ノ速サデ廻轉セシメ、喇叭ノ底部ノ側面=アル針ハ圓板ノ
 廻轉スルニツレ渦線ヲ畫キテ其内方=動キテ音聲ヲ發セシム。エ
 ポナイト製平圓板=音ヲ記録スルニハ先ヅ垂直軸ノ周リ=廻轉ス
 ル圓板臺上=軟キ脂ヲ薄ク塗ツタ亞鉛製ノ圓板ヲ載セ、喇叭ノ底
 部ノ雲母ノ薄膜=取り附ケタル針ノ尖端ヲ之=觸レシメ、圓板ヲ
 廻轉スレバ針ハ脂ヲカキワケテ次第=圓板ノ中心=向ヒテ移動シ
 板上=渦線ヲ畫ク、此時喇叭口=向ツテ發音スレバ薄膜ハ其音ノ
 強弱、高低、音色=應ジテ振動スル故之=取付ケタル針ノ尖端ハ
 圓板ノ半徑方向=振動シテ脂ヲカキワケ、音聲=相當スル波狀ノ
 渦線ヲ生ズ、此板上=酸ヲ注ゲバ注狀渦線ノ部分丈ケノ亞鉛板ハ
 酸ノ爲メ=腐蝕セラルル故其腐蝕ノ程度ヲ見テ水ニテ洗ヒ脂ヲ取
 リ去リタル後電鍍法=ヨリテ銅型ヲ製ス、此銅型ハ突起セル波狀
 渦線ヲナス、之ヲ原型トシ熱ト壓力ト=ヨリテ初メノ亞鉛板ト回
 ジ波狀渦線ヲ有スルエポナイト板所謂レコードヲ複製ス。

レコードヨリ音ヲ出サセルニハ記録シタ時ト逆ノ方法=ヨル、
 即チレコードヲ臺=載セ之ヲ廻轉セシメ置キ、喇叭ノ底部=取付
 ケタル針端ヲ渦線ノ溝=入ルレバ針ト共=膜ハ振動シテ前=吹キ
 込ム音聲ト強弱、高底、音色ノ異ナラザル音聲ヲ喇叭口カラ出スナ
 リ。

第四編 光

第一章 光ノ直線進行

[1] 光體, 透明體. 吾人ノ眼ニ入ツテ視覺ヲ起サシムル原因ヲ光ト云フ. 太陽, 恒星, 燭火等ノ如ク自ラ光ヲ出シテ吾人ノ眼ヲシテ其存在ヲ知ラシムル物體ヲ光體或ハ光源ト云ヒ, 月, 地球遊星及机, 書籍等ノ如ク自ラ發光スルコトナク他ノ光體ニ照ラサレネバ視ルコト能ハザル物體ヲ暗體ト云フ. 暗體モ他カラ光ヲ受ケテ之ヲ照リ返シテ輝ケル時ハ之ヲ光體ト見ルコトヲ得.

硝子, 水晶, 水, 空氣等ノ如ク, 能ク光ヲ通過セシムル物體ヲ透明體ト云ヒ, 木, 石, 金屬等ノ如ク光ヲ通過セシメザル物體ヲ不透明體ト云フ. 勿論此區別ハ判然タルモノデナク, 硝子, 水ノ如キ透明體モ厚クナルト稍々不透明ニナリ又金ノ如キ不透明體モ箔トナセバ幾分光ヲ透ス如クナル. スリ硝子, 油紙等ノ如ク多少光ヲ通過セシムレドモ之ヲ透シテ他ノ物體ヲ見ルコト能ハザル物體ヲ半透明體ト云フ. 光ガ通過シ得ル物體ヲ光ヲ導イテ透スト云フ意味ニテ媒質ト云フ.

[2] 光ノ直線進行. 小孔ヲ通ジテ日光ヲ室内ニ入レ横カラ見ルト空氣中ノ塵埃ヲ照シテ光ノ通路ガ直線狀ヲナセルコトヲ認ム, 斯ノ如ク總テ一様ナル物質中ニ通過スル光ノ進路ハ直線狀ナリ, 之ヲ光ノ直線進行ト云フ. 而シテ光ノ進ミ行ク直線ヲ光線ト云フ. 故ニ光ガ同一物質中ヲ通過スル路ヲ表ハスニハ光源ヨリ引キタル

直線ヲ以テス。光線ガ數條來ル時ハコレヲ**光束**ト云ヒ、若シ光束ガ皆直線ニシテ且ツ平行シ居ルトキハ之ヲ**平行光線**ト云フ、太陽ノ一點ヨリ發スル光線ハ之ヲ地球上ヨリ見ルトキハ平行光線ト看做シ得。

圖158ノ如ク暗箱ノ壁ニ小孔Oヲ穿チテ其前ニ點火シテ蠟燭ヲ置ケバ暗箱ノ内壁上ニ蠟燭ノ倒立シタ像ヲ生ズ即チ蠟燭ノ一端Aカラ出タ光ハ小孔Oヲ經テ一直線ニ進ミA'ニ達シ、蠟燭ノ他端Cカラ出タ光ハOヲ經テ一直線ニC'ニ達ス、同様ニBヨリ出タ光ハOヲ經テB'ニ達ス

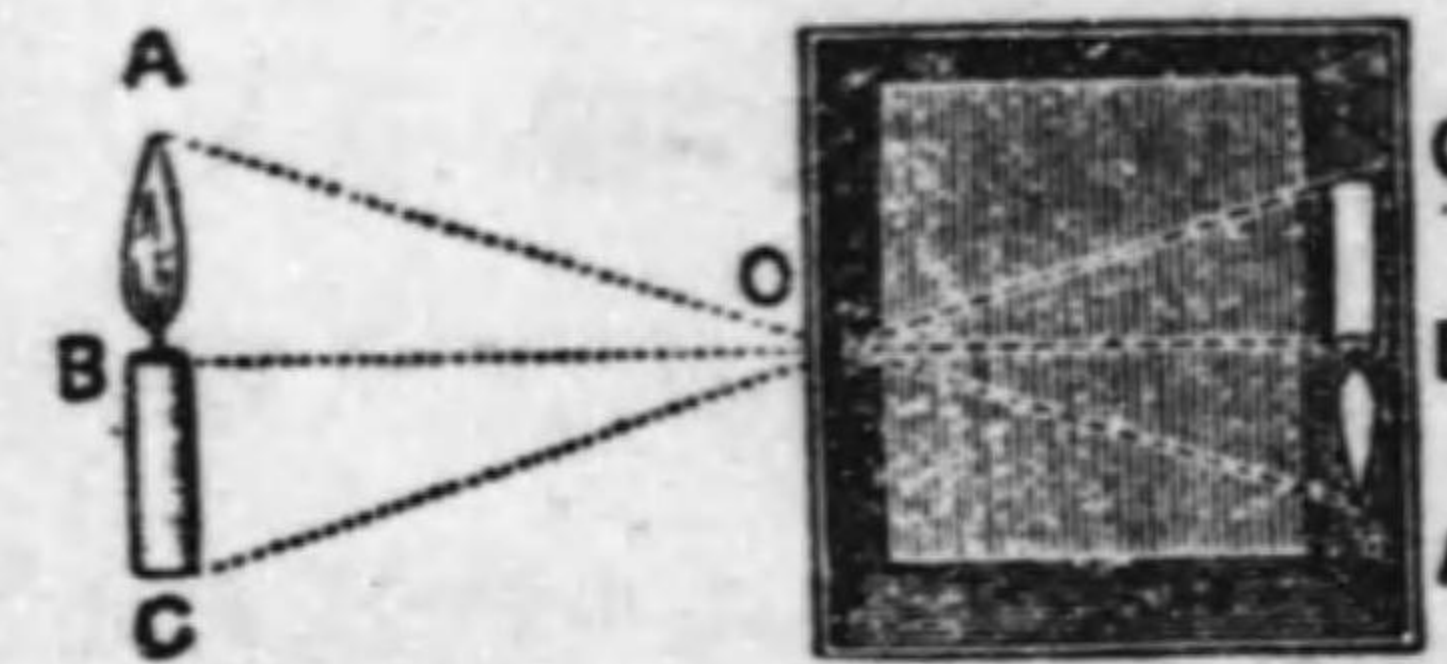


圖 158

ス。如ク蠟燭ノ各點カラ出タ光ハ何レモO點ヲ經テ直線進行シテ内壁上ニ達スル結果無數ノ孔像相集マリテ燭火ノ倒像ヲ作ルコトトナル、依テ孔ガ小サクテ光源ヨリ遠イ程其像ハ益々鮮明ナリ。暗室ノ壁ニ小孔ヲアケルトキ之ニ對スル壁上ニ室外ノ景色ノ倒像ヲ見ルモ光ノ直線進行ノ結果ナリ。

次ニ孔ガ小サクナリ且ツ光源ヨリ餘リ離レテ居ラネバ光源ノ一點例ヘバaヨリ發スル光ハ圖159ノ如ク孔ヲ經テ壁ニ達シa'a''ニ孔ノ像ヲ映ズ。又bヨリ發スル光モb'b''ニ孔ノ像ヲ映ジ又abノ中間ノ各點ヨリ發スル光モ同様ニa'b'間ニ孔ノ像ヲ映ズル故壁ノ上ニハ不鮮明ナル蠟燭ノ像ヲ生ジ其ノ輪廓ハ不明瞭ナリ。

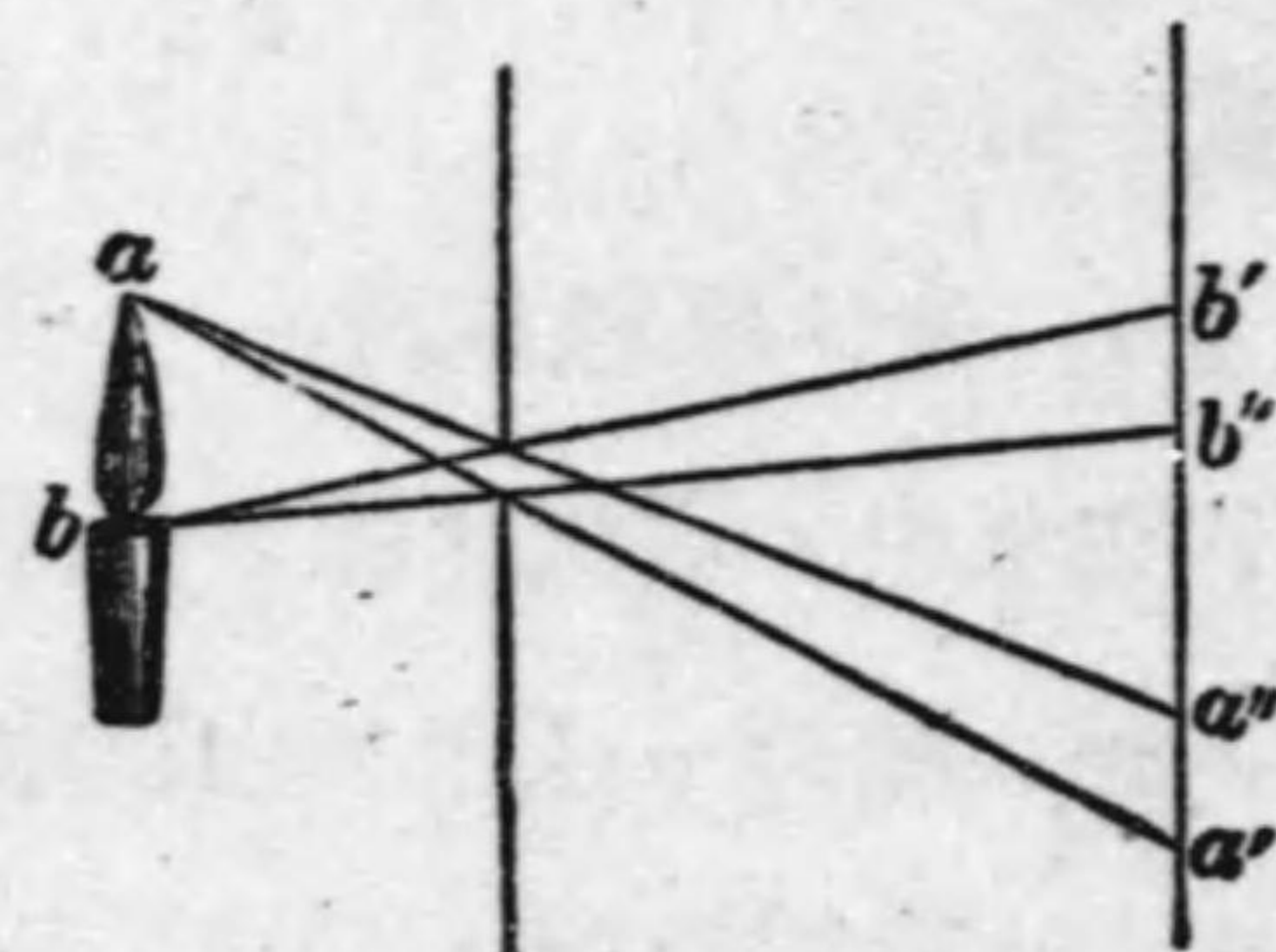


圖 159

森林ノ木ノ葉ヨリ漏レル日光ガ地上ニ無數ノ圓形ヲナセル太陽ノ像ヲ

映ズルモ同様ニ無數ノ木葉ノ間隙ハ前ノ小孔ト看做サルルカラ太陽ヨリ來ル光線ハ是等ノ孔ヲ經テ地上ニ太陽ノ像ヲ作ル故小孔ノ形ニ關セズ圓クナル。

問 [1] 銃砲ノ狙ヒヲ定ムル方法如何。

解 照尺、照星、的ノ三ツチ一直線上ニアラシムレバ可ナリ。之レ上ノ直線ハ銃身ニ平行シ、銃丸ハ速度大ナル間ハ銃身ノ方向ニ進ムニ由ル。

問 [2] 其他光ノ直線進行ノ應用ヲ列記セヨ。

解 弓ノ狙ヒヲ定ムルコト、棒ノ曲リヲ見ルコト、砲ノ双ノ出入ヲ見ル事、小孔ニヨリテ作レル寫眞畫、日覆ヲ用ヒテ影ヲ作ルコト、物體ノ在存スル方向ヲ決定スルコト等ナリ。

[3] 影 光ハ直線進行ヲナス故發光體ノ前ニ不透明體ヲ置ケバ其後ニ光ノ達セザル暗黒部ヲ生ズ之ヲ影ト云フ。光源ガ一點ト見做サレル程小ナル時ハ是レヨリ不透明球ニ引キタル切線ニテ成レル圓錐内ニ於テ球ノ背後ハ一様ニ暗イ。光源ヲ點ト看做シ得ザル場合ニハ影ハ單純デナイ。圖160ニ於テAヲ光源トシBヲ不透明體トスレバAトBトヲ包ム圓錐ノBノ背後ニ於ケル影ニ濃淡ノ差アルヲ認ム。即チBSノ部分ニハ光線少シモ達セズ全ク暗黒ナリ之レヲ**本影**ト云フ。此ノ周圍ニ一

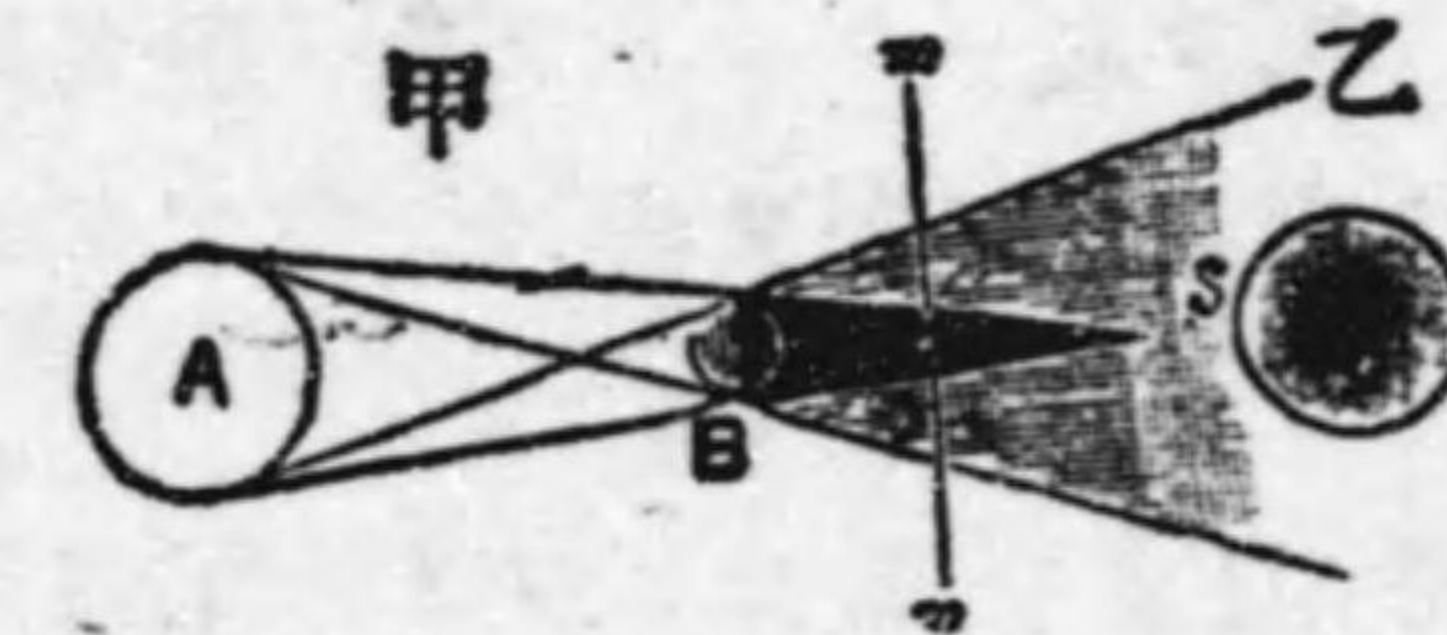


圖 160

部分ノ光線ヲ受クル淡キ影アリ之ヲ**半影**ト云フ。今mnニ衝立ヲ立ツレバ全ク暗キ本影ノ周圍ニ薄暗キ半影ヲ認ムルコト圖160ニ示スガ如シ。

日蝕ハ月Mガ太陽Sト地球Eトノ間ニ入ツテ其影ヲ地球ノ表面ニ投ズルコトニヨリテ生ズル現象デアル。月ノ本影ノ長サハ地球ノ半徑ノ57倍乃至59倍ニシテ地球ト月トノ距離ハ地球ノ半徑ノ55倍乃至62倍ニ變化ス。故ニ月ガ地球ト太陽トノ間ニ來ルトキ其本

影ガ地球ニ達スル時ト然ラザル時トアリ、其本影ガ地球ニ達スル
處デハ太陽ヲ全ク見ルコト

ガ出来ナイカラ皆既蝕ヲ見

又本影ノ周圍ノ半影ニ當ル

處デハ太陽ノ一部分ガ見ラ

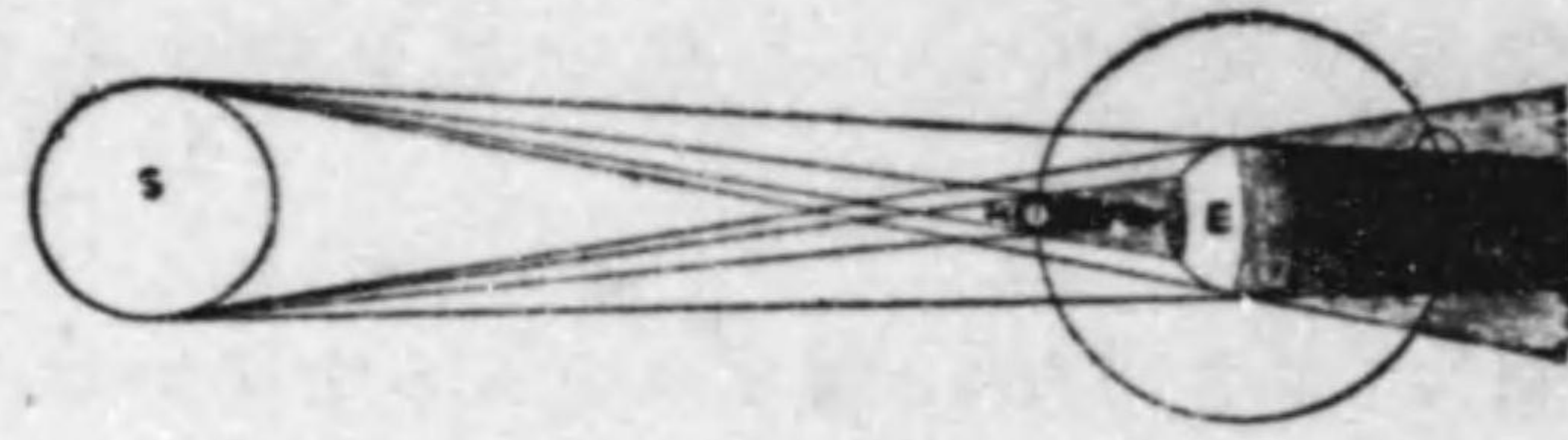


圖 161

レルカラ部分蝕ヲ見ル。又本影ガ地球ニ達セザル場合ニハ皆既蝕
ヲ見ルコトナク、其直下ノ地デハ太陽ノ中央部暗黒ニシテ周圍ノ
ミ輝キタル部分蝕ヲ見ル之レヲ金環蝕ト云フ。此場合モ半影ニ當
ル周邊ノ部分カラハ發部分蝕ヲ見ル。

月蝕ハ地球ガ其影ヲ月ノ表面ニ投ズルニ依テ生ズル現象ナリ。
地球ノ本影ノ長サハ地球ノ半徑ノ 216 倍ニシテ地球ト月トノ距離
ヨリ遙カニ大デアラカラ月ハ地球ノ本影内ニ全ク入ルコトアリ。
或ハ一部分ガ入ルコトアリ故ニ皆既蝕或ハ部分蝕ヲ生ズ。

問 [1] 電燈ノ光ヲ蚊帳ノ内ニ投射セシムレバ蚊帳ノ糸ノ影ヲ生ズルガ
電燈ヲ白布ヲ包メバ糸ノ影ヲ生ジナイノハ何故カ。

解 電燈ヲ白布ヲ包ムト光源ノ面積ヲ廣クシタコトニナル、故ニ物體ノ本
影ヲ短クスルカラ糸ノ影ガ生ゼズ、白布ヲ包ンダ電燈モ遠クヘ離セバ蚊
帳ノ糸ノ影ヲ生ズ又包マザル電燈モ之ヲ蚊帳ニ近ズクレバ糸ノ影ガ見エ
ザルコト多シ。

問 [2] 日光ニヨリテ電柱ハ黒キ影ヲ地上ニ投ズルモ、電線ハ然ラズ其
理由ヲ問フ。

解 電柱ハ太イカラ日光ヲ遮ツテ生ズル本影ノ部分ガ電線ノ生ズル本影ヨ
リモ長クシテ其端ガ地上ニ達スルコトヲ得ル故ニ黒イ影ガ生ズ、電線アハ
本影ガ短クテ地上ニ達シナイカラ影ヲ生ゼズ。

[4] 光ノ強サ・照度。光源ヲ出タル光ハ四方ニ直線進行スル
ガ故ニ光源ヲ一點トスレバ光ハ之レヲ中心トシテ漸次ニ半徑ノ大

ナル球面上ニ擴ガル故ニ單位面積ニ受ケル光ノ量ハ次第ニ減少スル

今光源 Sヲ中心トシテ半徑 r, R ナル二ツノ球面

ヲ畫ケバ此兩球面ノ受ケル光ノ量ハ何レモ光源

Sカラ出タモノデアラカラ相等シイ、面シテ此

兩球面ノ表面積ハ $4\pi r^2, 4\pi R^2$ デアルカラ兩球面

ノ單位面積ニ受ケタル光ノ量ヲ I_1, I_2 トスレバ

$$4\pi r^2 I_1 = 4\pi R^2 I_2 \quad \therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{R^2}{r^2}$$

即チ光ノ強サハ光源カラノ距離ノ二乗ニ逆比例ス。

此照ラサレタル單位面積ノ表面ガ單位時間ニ受ケル光ノ量即チ

光ノ強サヲ其表面ノ照度ト云フ、次ニ光線ガ一點ヨリ發散セズ平

行ニ來レバ光線ガ之レニ直角ノ表

面ヲ照ラス廣サハ面ノ遠近ニ關セ

ズ常ニ同一デアラ故ニ光線ニ垂直ナ

面ノ照度ハ何處デモ同一デアラ。

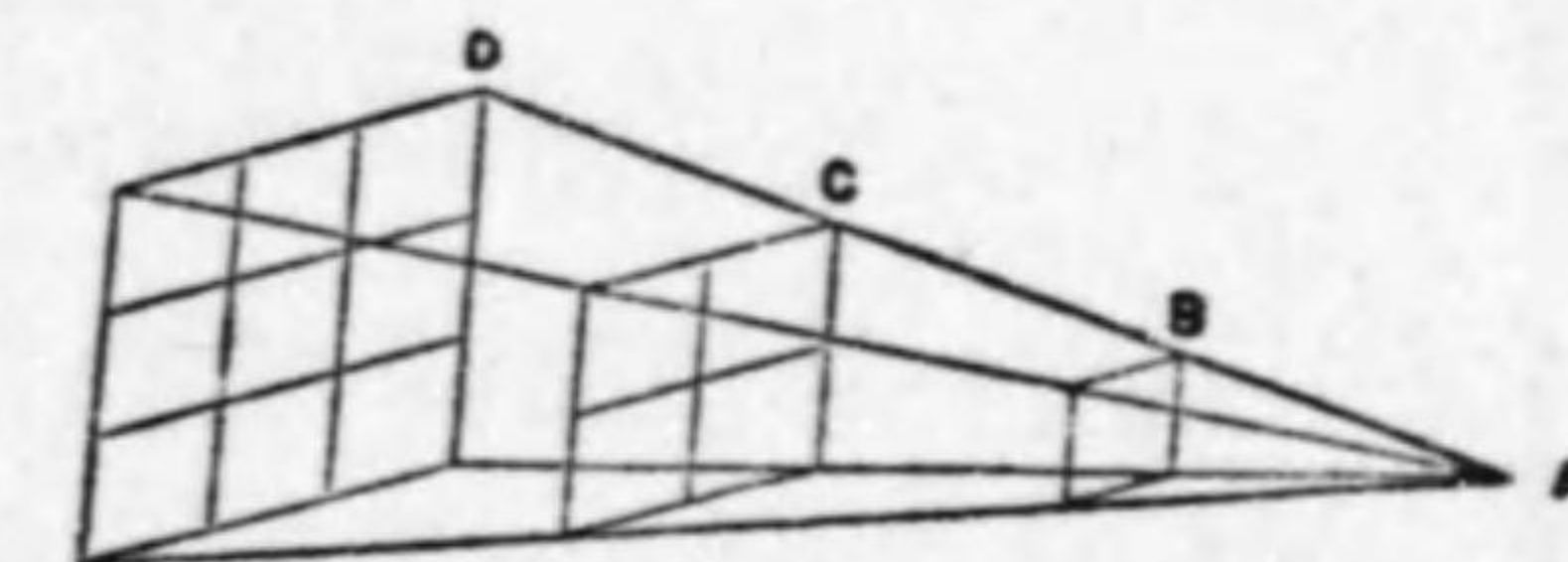


圖 163

然シ面ガ光線ニ斜デアルト同ジ光ノ量デ廣イ面積ヲ照ラス事ニナ

ルカラ其照度ハ小デアラ。例ヘバ ABヲ平行光線ニ垂直ノ面 AC

ヲ斜メノ面トシ、其間ノ角 CABヲ θ トシ、AB, ACノ面積ヲ S_1, S_2 ,

ソノ照底ヲ I_1, I_2 トセバ $S_1 = S_2 \cos \theta$

$$I_1 S_1 = I_2 S_2 = I_1 S_2 \cos \theta \quad \therefore I_2 = I_1 \cos \theta$$

$$\text{又 } \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{\cos \theta} = \frac{AC}{AB}$$

即チ光ヲ受ケル面ガ光線ニ對シテ斜メニナル程照度ハ減少ス。

夏ノ太陽ハ冬ノ太陽ヨリ天頂ニ近イカラ太陽ヨリ來ル光線ハ夏ハ

冬ヨリモ地面ニ對シテ傾キガ小サイ、從テ地表ニ於ケル夏ノ太陽

ノ照度ハ冬ノソレヨリモ大デアラ。之ハ夏ト冬トデ寒暑ノ差ヲ生

ズル主要原因デアリ、又朝ト夕方ノ光ノ弱イノモ全ク同理ニヨル。

光ヲ照サレル面ノ明サハ同一ノ面ナラバ其單位面積ガ單位時間ニ受ケル光ノ量即チ照度ノ大小ニヨルコトハ勿論デアルガ其他著シク面ノ性質ニヨル、例ヘバ白紙ト色紙トヲ光源ニ對シテ全ク同一ノ位置ニ置イテ同一ノ照度ニ照シテモ其明ルサハ同一デナイ。

問 北側ニ向イタ屋根ノ雪ノ融ケルノガ遅イノハ何故カ。

解 受光面ガ光線ニ斜ナ場合ハ垂直ナ場合ヨリモ照度ガ小デアルカラ北側ニ向イタ屋根ノ雪ハ照度ガ小テ融ケルノガ遅イ。

[5] 光度・光度計。光源ノ種類ニヨリテ光ニ強弱ガアル、光源ヨリ單位ノ距離ニアル單位面積ヲバ直角ニ照ラス光ノ量ヲ其光度ト云フ、之レ單位面積ノ受ケル光ノ量ハ光源カラノ距離及光ノ方向ニ對スル面ノ傾キニ關スレバナリ、光度ハ光源ノ強弱ヲ表ハス量デ照度ハ單位面積ノ受ケル光ノ量ノ多少ヲ表ハス量ナリ、二ツノ光源ノ光度ヲ比較スル装置ヲ光度計ト云フ。

ジ。リーノ光度計ハ厚サ一様ナ二枚ノパラフィン板二個ノ間ニ一枚ノ錫箔ヲ入レサンドキツチ式ニシタモノヲ圖164ノ如ク其面ガ兩光源ヲ結ブ直線ニ對シテ垂直トナル如クニ置ク、此時兩光源ハソレニ面スルパラフィン板ヲ照ラスカラ此ノパラフィン

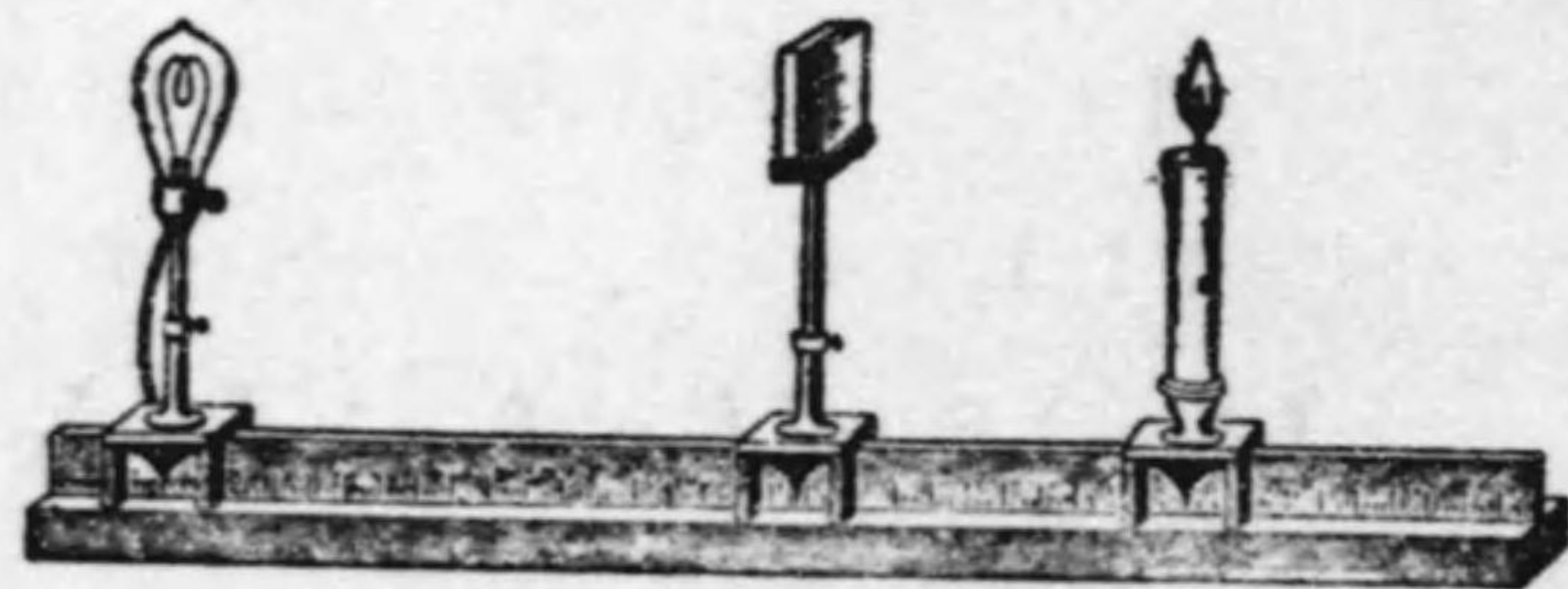


圖 164

板ヲ兩光源ノ間ニ動カシテ側面ノ切口カラ見テ二枚ノパラフィン板ノ明ルサガ一様ナ位置ヲ求メルト兩光源カラ光ノ強サハ此パラフィン板ノ所デハ相等シイコトニナル、此時ノパラフィン板カラ兩光源ニ至ル距離ヲ d_1, d_2 トシ兩光源ノ光度ヲ I_1, I_2 トセバ

$$\frac{I_1}{d_1^2}, \frac{I_2}{d_2^2} \text{ハ夫々パラフィン板ノ兩側ノ照度ニ等シキ故}$$

$$\frac{I_1}{d_1^2} = \frac{I_2}{d_2^2} \text{ 或ハ } \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

即チ兩光源ヨリパラフィン板ニ至ル距離ヲ測ルト光度ヲ比較シ得ル。

ブンゼンノ光度計ハジ。リーノ光度計ノパラフィン板ノ代リニ一滴ノ蠟ヲ塗ツタ紙ノ衝立ヲ置イタモノデアル、蠟ヲ塗ツタ部分ハ塗ラナイ部分ヨリモ能ク光ヲ透スカラ、光源ノ側カラ見レバ蠟ノナイ部分ノ反射ガ大ナルタメ蠟ノ部分ハ暗ク見エル、又光源ト反對ノ側カラ見レバ蠟ノ部分ハ能ク光ヲ透スカラ蠟ノナイ部分ヨリモ明ルク見エル。故ニ此衝立ヲ兩光源ノ間ニ動カシテ何レノ側カラ見ルモ蠟ノ明ルサノ等シク見エル位置ヲ求メルト一方ヨリ蠟ノ部分ヲ通過スル光ノ量ハ他方ヨリ此部分ヲ通過スル光ノ量ニ等シイコトヲ示ス、即チ此衝立ノ所デ兩光源ノ照度ハ相等シイコトヲ示ス、故ニジ。リーノ光度計ノ公式ニヨリ兩光源ノ光度ノ比較ヲナシ得。

光度ノ單位ヲ1燭光ト云フ。英國ノ光度ノ標準蠟燭ハ直徑1吋重サ $\frac{1}{6}$ 封度ノ鯨蠟製ノモノデ焰ノ高サ45耗ニテ、毎時間ニ120グレイン(7.776瓦)ツツ燃ユルモノヲ1燭光ト云フ。獨逸ノ光度ノ標準燈ナルヘフネル燈ハ醋酸アミルヲ用フル一種ノ洋燈デ口金ノ直徑8耗、焰ノ高サ40耗デ燃ユル時ノ光度ヲ標準トス。

此二ツノ標準燈ノ間ニハ1.151ヘフネル光度ニ英燭光。

我國ノ法令ニヨル1燭光ハ氣壓760耗、1立方米ニ付8立ノ水蒸氣ヲ含ム空氣中ニ於テ燃燒スルハーコート氏10燭光ペンテーン燈(ペンタンノ蒸氣ト空氣トノ混合瓦斯ヲ燃燒ス)ノ光度ノ $\frac{1}{10}$ ヲ以

テス. 上ノ英1燭光ハ約1.03燭光=當ル.

五分心洋燈ノ光度ハ約5燭光, 毎時3立方呎ノ瓦斯ヲ消費スル白熱瓦斯ノ光度ハ約40燭光ナリ.

問 [1] 衝立ヨリ10種ノ距離ニアル16燭光ノ電球ト100種ノ距離ニアル孤燈トガ衝立ヲ同ジ明ルサニ照ラス, 此孤燈ハ何燭光ナルカ.

解 求ムル孤燈ノ光度 x ヲ燭光トスレバ

$$\frac{x}{16} = \frac{100^2}{10^2} \therefore x = \frac{100^2 \times 16}{10^2} = 1600 \text{燭光 (答)}$$

問 [2] 或平面ヲ日光ニ直角ニ向クルト45°ノ傾ニ向クルト, ソノ照度ノ比如何.

解 日光ハ平行光線ナルカラ或平面ニ之レテ直角ニ當レルトキノ光ノ量ヲ I トスレバ同一ノ平面ヲ45°ニ傾ケテ當レルトキノ照度ハ $I \cos 45^\circ$ トナル故ニ其比ヲ r トスレバ

$$r = I : I \cos 45^\circ = 1 : \frac{1}{\sqrt{2}} = 1.41 : 1.$$

問 [3] 簾ヲ透シテ室内ヨリ外ノ事物ハ能ク見ユルモ室外ヨリ内ノ事物ヲ見ルコト難キハ何故カ.

解 簾ヲ透シテ室内ヨリ外ノ事物ヲ見ルトキノハ物體カラ比較的強イ光ガ眼ニ達スルモ, 室内ノ物體ヨリ發スル光ハ甚ダ弱イ故ニ室外ヨリ室内ノ物ヲ見ルコトハ困難ナル. 尙室外ニアツテハ太陽ノ直射光線ガ眼ニ入ルタメ吾々ハ瞳孔ヲ小サクシテ居ルコトモ上ノ相違ヲ來ス一ノ原因ナリ.

問 [4] 電燈カラ8種ノ距離ヲ寫眞ヲ燒キツケルニ20秒ヲ要ストセバ電燈カラ16種ノ距離ヲハ何秒ヲ要スルカ.

解 求ムル時間ヲ x 秒トセバ

$$\frac{x}{20} = \frac{16^2}{8^2} \therefore x = 80 \text{秒 (答)}$$

問 [5] m 燭光ノ光Aト n 燭光ノ光Bトノ間隔ヲ a 米トスレバ, 直線上AトBトノ中間ニ於テAヲ距ルルコト幾米ノ所ニ置キタル物體ガ兩方ノ光源ヨリ等シイ強サノ光ヲ受ケルカ.

解 求ムル距離ヲ x 米トスレバ

$$\frac{m}{x^2} = \frac{n}{(a-x)^2}$$
 此式ヲ解キテ x ヲ求ムレバ $x = \frac{a(m \pm \sqrt{mn})}{m-n}$ 此二根ヲ吟味スルニ $\frac{m+\sqrt{mn}}{m-n}$ ハ1ヨリ大. 從ツテ x ガ a ヨリ大ニナリテ問題ニ適合セズ 故ニ答ハ $x = \frac{a(m-\sqrt{mn})}{m-n}$

問 [6] ニツノ光源A, BアリBヨリAヲ通ル水平面ヘノ距離BOヲ h トス. 今AOニ垂直ニ立テタル障子Sヲ兩光源ノ光ニテ照ラスニSノ兩面ノ照度相等シト云フ. Aノ光度ヲ單位トシテBノ光度ヲ求メヨ.

解 A, BニヨリSノ照度相等シキ故

$$\frac{Aノ光度}{(AS)^2} = \frac{Bノ光度}{(BS)^2} \cos BSOc$$

$$AS = d, SO = d' \text{ト置ケバ}$$

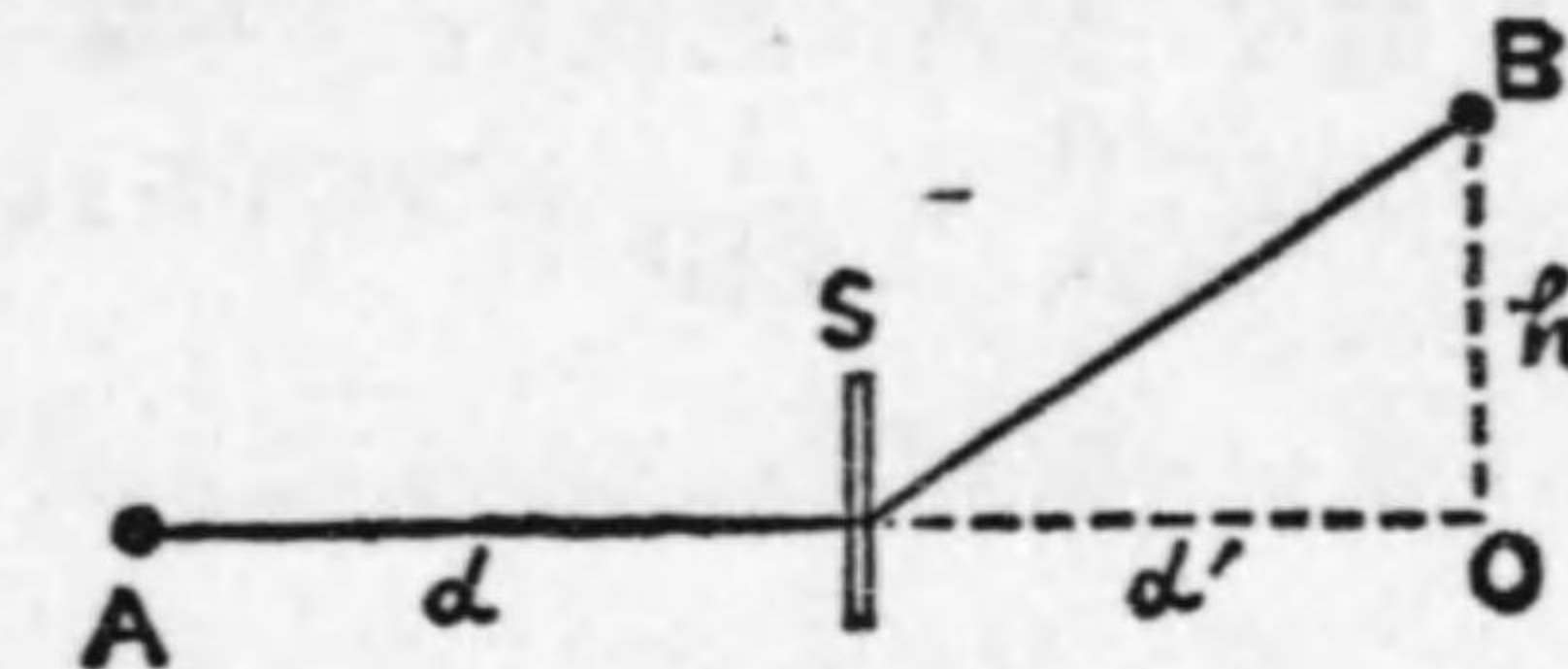


圖 165

$$BS = \sqrt{d'^2 + h^2}$$

$$\cos BSO = \frac{d'}{\sqrt{d'^2 + h^2}}$$

$$\frac{Aノ光度}{d^2} = \frac{Bノ光度}{d'^2 + h^2} \times \frac{d'}{\sqrt{d'^2 + h^2}}$$

$$\therefore Bノ光度 = (Aノ光度) \times \frac{(d'^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{d^2 d'}$$

問 [7] 21尺ヲ隔テテ16燭光ト9燭光ノ二ツノ燈火アリ. 二燈ヲ結ブ直線上ニ於テ各燈ヨリ等シク照ラサルベキ點ノ位置ヲ求ム.

解 求ムル點ノ16燭光ノ燈ヨリノ距離ヲ x 尺トスレバ

$$\frac{16}{x^2} = \frac{9}{(21-x)^2} \Rightarrow x = 12 \text{尺 } x = 84 \text{尺}$$

即チ16燭光ヨリ12尺ノ所ト兩燈火ヲ結ブ直線ノ延長上16燭光燈ヨリ84尺ノ所ト二ヶ所ナリ.

問 [8] 床面ヨリ5尺5寸ノ高さニ互ニ10尺ヲ隔テテ光力ノ異ナル二ツノ燈火アリ. 兩燈火ノ直下ニ位スル床面上ノ二點ヲ結付クル直線ノ中點ニ長サ5寸ノ棒ヲ直立スルトキ此ノ棒ガ其兩側ニ投ズル各陰影ノ長サ如何, 又其兩陰影ノ中何レガ濃厚ナルカ.

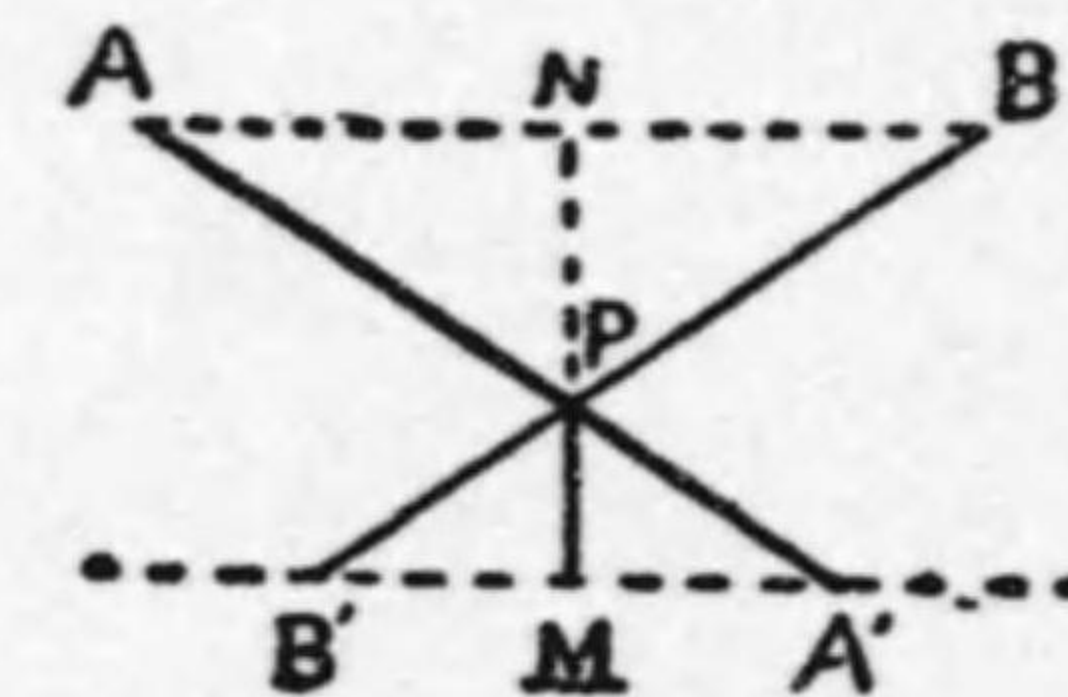


圖 166

解 圖166ノA, Bヲ光源ノ位置, PMヲ棒A'M及B'Mヲ陰影ノ長サトスレバ

$$\triangle APN \sim \triangle A'PM \therefore NP : AN = PM : A'M.$$

$$(5.5 - 5) : \frac{10}{2} = 0.5 : AM' \therefore AM' = 0.5 \text{尺}$$

陰影ノ長サB'MハA'Mニ等シク0.5尺ナリ. 又陰影ノ濃サハ強イ光源ノ爲ニ生ズル方濃厚ナリ. 何トナレバ陰影ノ部分ハ一方ノ光ノミニ照ラサレテ其距離相等シキ故強イ光源ノ側ハ照度大ニナリ影ハ淡クナル.

問 [9] 太陽ガ地球上ノ一點ヲ照ラス強サハ5500燭光ノ光ガ12吋ノ距離

ニアル點ヲ照ラス強サニ相等シク、又月ガ地球上ノ一點ヲ照ラス強サハ
1燭光ノ光ガ126吋ノ距離ニアル點ヲ照ラス強サニ等シト云フ。太陽ト
月トガ地球ノ一點ヲ照ラス強サノ比如何。

解 照度ハ光度ニ比例シ、其距離ノ二乗ニ反比例スル故求ムル比ハ

$$\frac{5500}{12^2} : \frac{1}{126^2} = 606375 : 1$$

第二章 光ノ反射

[1] 光ノ反射ノ法則. 光ハ組織一樣ナ媒質ノ中デハ直線進行
ヲスレドモ二ツノ媒質ノ境界面ヘ達スルト其一部ハ其進行方向ヲ
變ジテ初メノ媒質内ニ一定ノ方向ニ歸ヘル. 此ノ現象ヲ光ノ反射
ト云ヒ、他ノ一部分ハ第二ノ媒質ノ中ヘ進ミ行ク、コノ初メノ光線
ヲ入射光線、第一ノ媒質中ニ歸ル光ヲ反射光線、第二ノ媒質中ニ進
ム光線ヲ屈折光線ト云ヒ、入射光線ト

境界面トノ交點Oヲ入射點、Oニ於ケ
ルコノ境界面ノ垂線ヲONトシ、ONト
入射光線SOトノナス角SONヲ入射角、
ONト反射光線OTトノナス角TONヲ
反射角、ONト屈折光線ORトノナス
角N'ORヲ屈折角ト云フ。

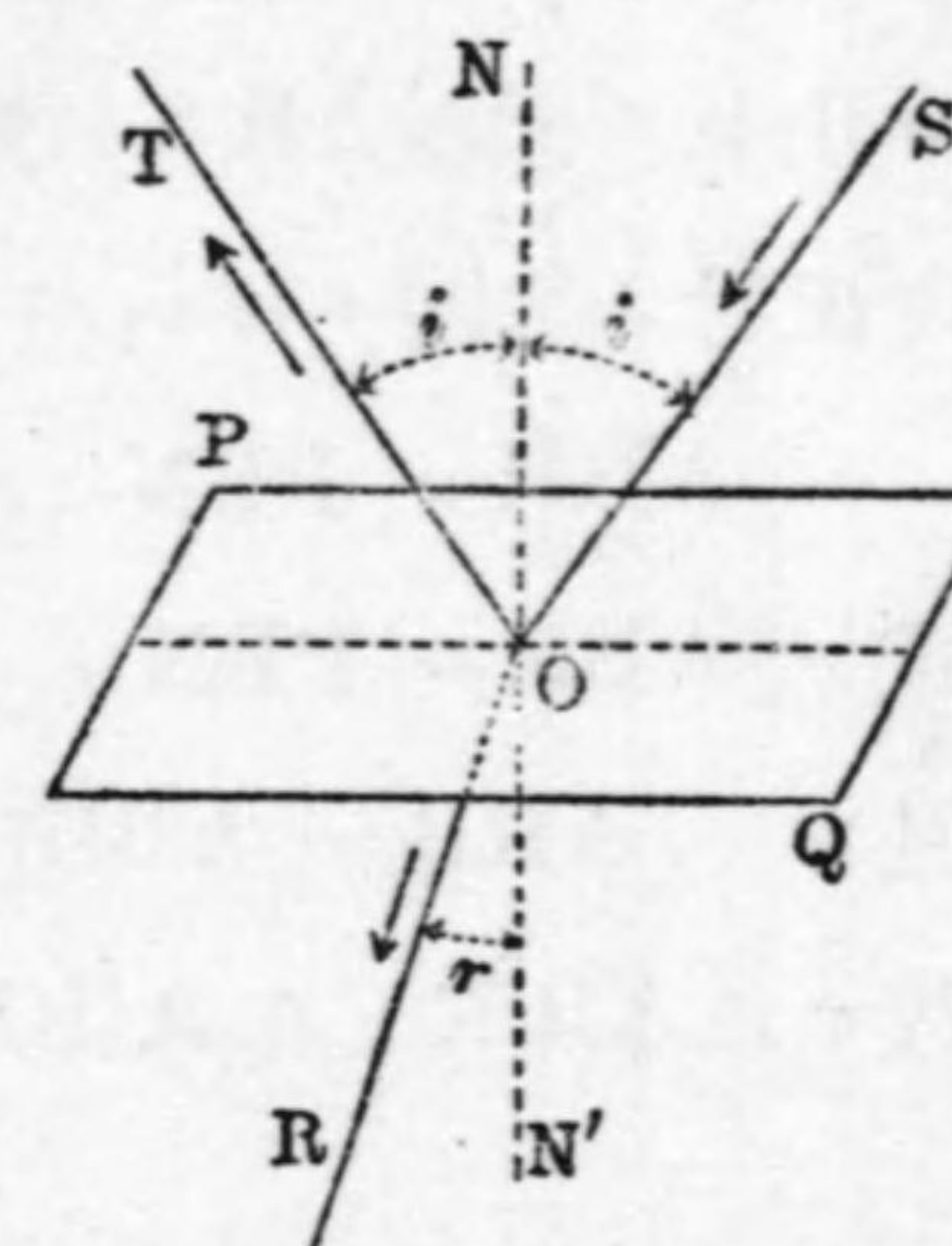


圖 167

或面ノ反射スル光ノ量ハ反射面ノ性
質ニヨツテ異ナル、能ク磨イタ金屬ノ

表面ハ光ヲ反射スルコト強ク金屬中デモ銀ハ特ニ能ク反射スル、
硝子ノ如キ透明體ノ表面ハ僅カニ反射スルガ炭ヤ黒布ノ如キ物體
ノ表面ハ殆ンド光ヲ反射セズ、又同ジ表面デモ入射角ノ大小ニヨ
ツテ反射光線ノ量ニ多少ノ違ヒガアル、入射角ガ零即チ光ガ表面
ニ垂直ニ當ルトキハ反射光線ハ最モ弱ク入射角ガ零ヨリ増スニ從
ヒ反射光線ノ量ハ次第ニ増ス。

實驗ニ由レバ反射光線ノ方向ハ次ノ二ツノ法則ニ從フ。

1. 反射光線ハ入射光線ト入射點ニ於ケル反射面ニ立テタ垂線ト同一ノ平面内ニアツテ垂線ノ兩側ニアル。

2. 入射角ノ大小ニ關セズ入射角ト反射角トハ常ニ相等シ。之ヲ**反射ノ法則**ト云フ。

[2] **平面鏡ニヨル反射** 光ノ反射ハ上ノ二法則ニ從フ故。平面鏡ノ前面ニ光點ヲ置イテ鏡ニ向ツテ見レバ光點ハ恰モ鏡ノ後ニアル如ク見ユ。今光點Aヨリ出デ鏡MNニ反射スル任意ノ光線ABヲ取り、其反射光線BPノ方向ヲ

逆ニ延長スレバ此線ハ光點ヨリ鏡面ニ引ケル垂線ARヲ一**點A'**デ切ル。反射ノ法則ニヨレバ

$$\angle ABM = \angle PBN$$

$$\text{或 } \angle ABR = \angle PBN = \angle A'BR$$

$$\text{且ツ } \angle ARB = \angle A'BR = \angle R$$

故ニ $\triangle ABR$ ト $\triangle A'BR$ トハ一邊ト二角トガ等シイカラ互ニ相等シ。

故ニ $AR = A'R$ トナル。即チ**A'**ハ鏡ノ後ニ鏡ヨリAト等シキ距離ニアル一定點デ所謂點A'ハ鏡ニ對ステ點Aノ對稱點デアル。

ABハ任意ノ反射光線デアルカラ他ノ反射光線CQニ就テ其方向ヲ逆ニ延長シタモノモ皆A'點ヲ通過スル從テ反射光線ヲ眼ニ受クレバ光ハ恰モA'ヨリ發スル如ク見ユル、此A'點ヲ光點Aノ像ト云フ。

平面鏡ノ前面ニ大サアル物體ガアル場合ニハ其各點ハ上ノ理ニヨツテ鏡ニ對シテ對稱ノ位置ニ其像ヲ作ル、從テ物體ハ現物ト同

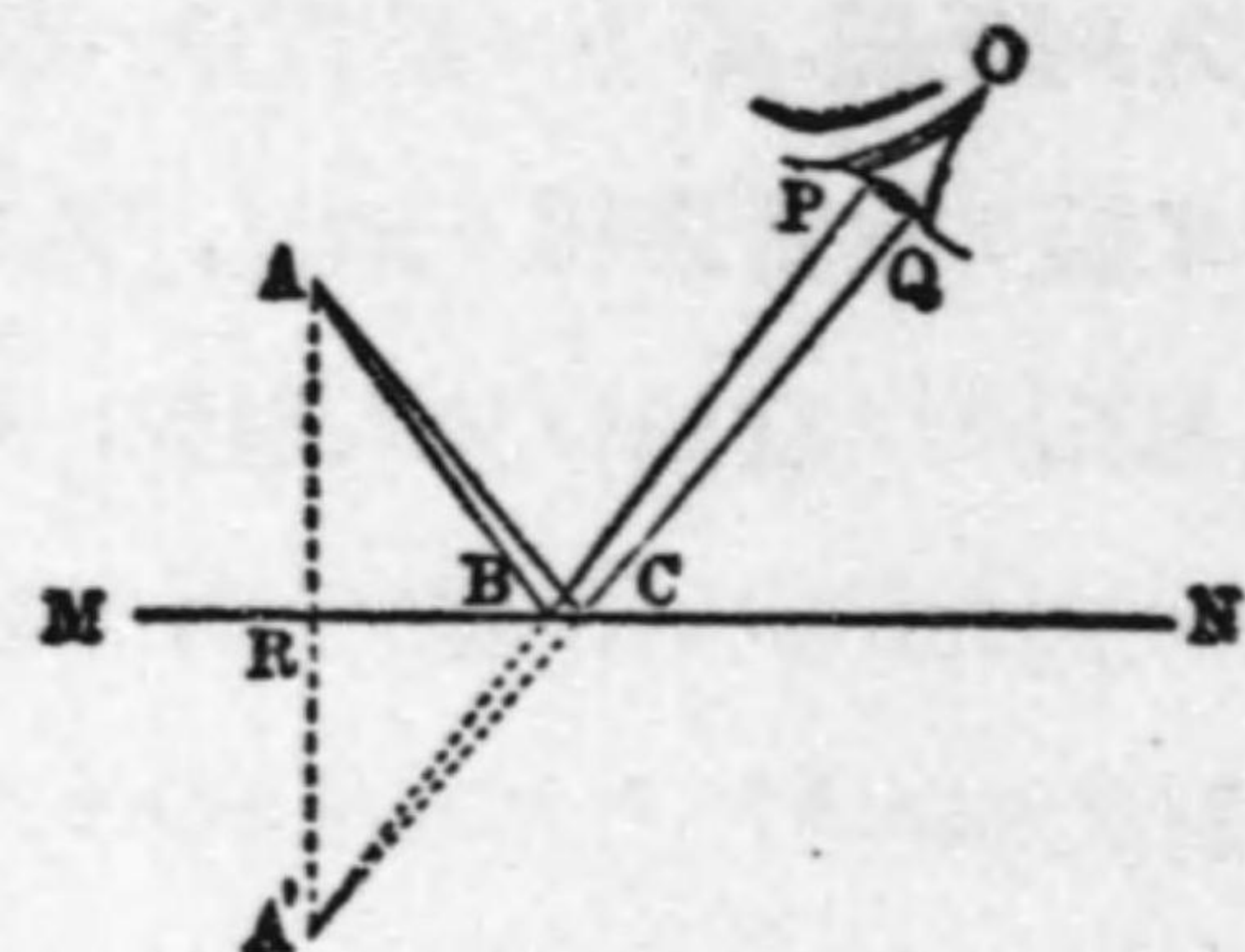


圖 168

ジク鏡ニ對シテ對稱ノ位置ニ現ハル例ヘバADヲ鏡MNノ前ニアル物體トスレバA點ノ像ハ鏡ノ後ノ對稱點A'ニ生ジ、D點ノ像ハ鏡ノ後ノ對稱點D'ニ生ズルカラ結局ADノ像ハA'D'ノ如ク鏡ニ對シテ對稱ノ位置ニ現ハル。

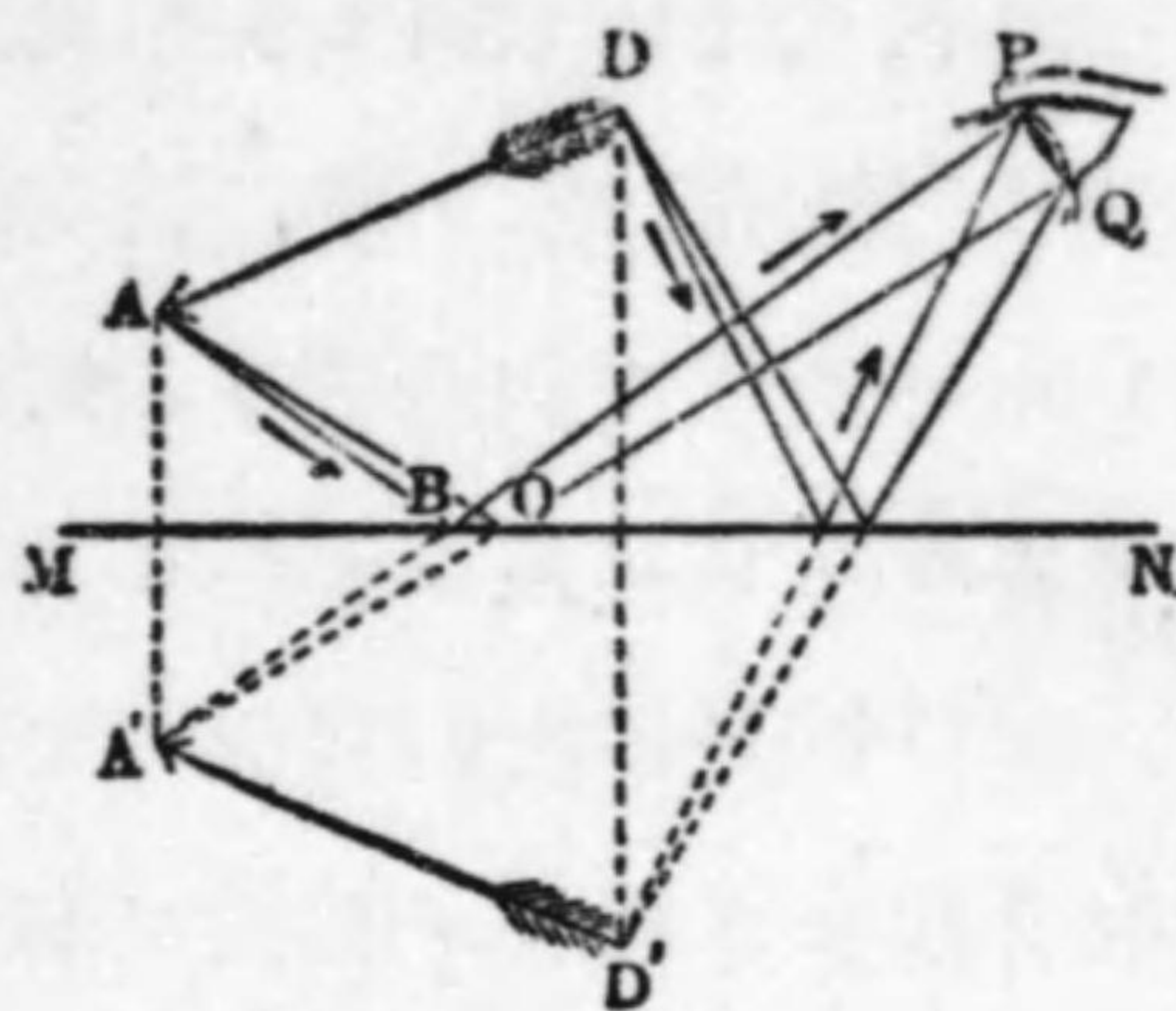


圖 169

次ニ平面鏡ノ前面ノ任意ノ點Eニ眼ヲ置イタ時、コノ鏡ニ映ジテ見得ル範圍ヲ考ヘン。先ヅ圖170ノ鏡ノ兩端M、M'カラ反射シテ眼ニ達スル光線ME、M'Eノ反射前ノ方向AM、BM'ヲ延長スルト、Eニ對稱ナルE'ニ於テ相會スルコトハ反射ノ法則デ證明シ得ル、コノAM、BM'ハ鏡ノ

兩端デ反射シテ眼ニ達スル光デアルカラ此AM、BM'デ圍マレタ角AE'B内ノ物體ハ凡テ見エルガソレ以外ノ物體ハ見エナイ而シ眼ノ位置Eガ鏡ニ近ヅクト角AE'Bハ大キクナルカラ同ジ大サノ鏡デモ廣イ範圍ガ見え、眼Eガ鏡カラ遠ザカルト角AE'Bガ小ニナルカラ同大ノ鏡デ見エル範圍ガ狭クナル

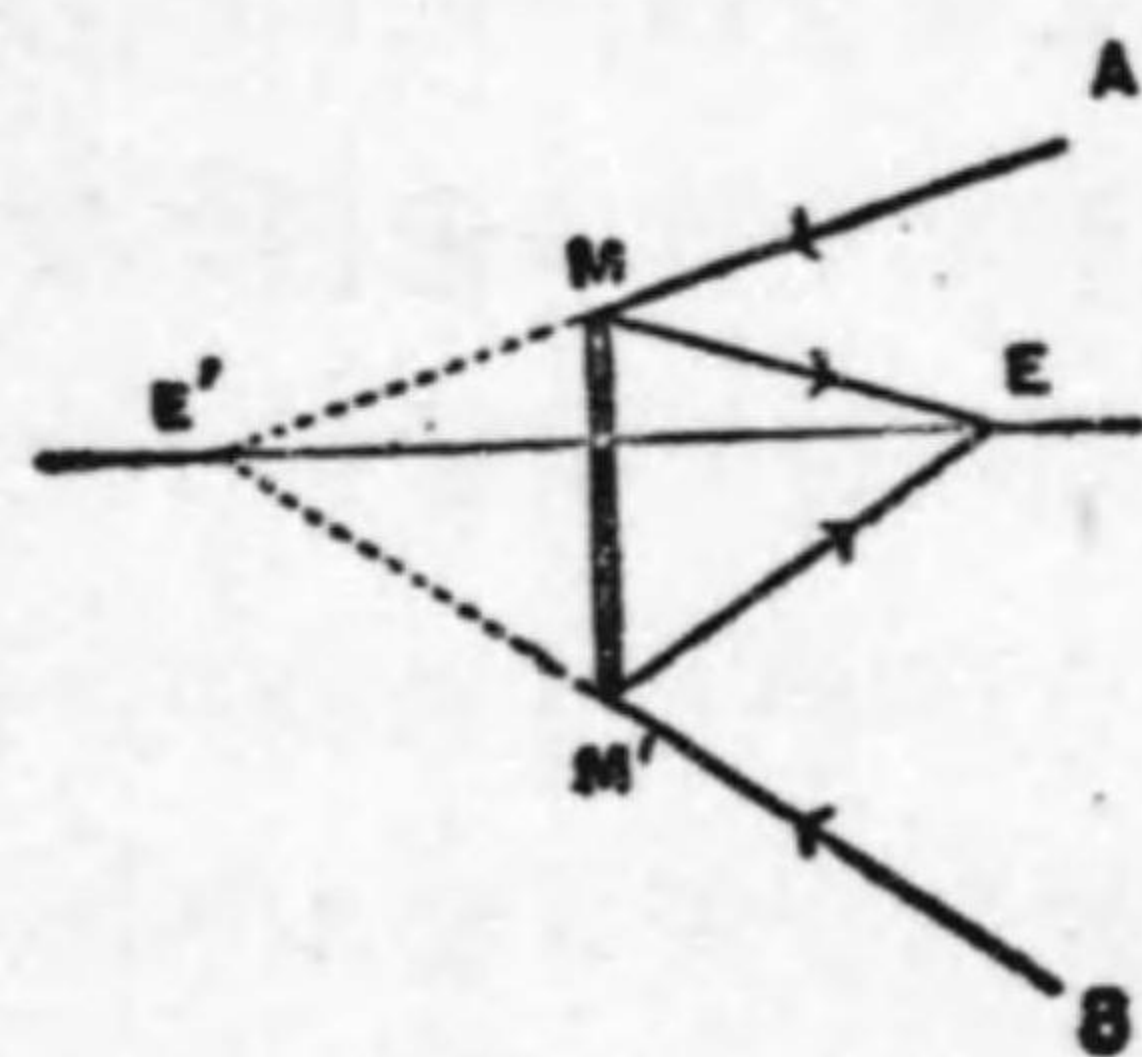


圖 170

問 姿見テ自己ノ全身ヲ寫シ得ル鏡ノ最小ノ大サヲ求ム。

解 眼ト全身トハ同一平面内ニアリト考ヘ。圖171ノABヲ全身、Eヲ眼、MM'ヲ求ムル鏡ノ長サトセバ、AM、BM'ノ交リE'ハ鏡ニ對シEノ對稱點デアル。故ニ $EF = E'F$ 、 $EE' = 2EF$ 、從テ $AB = 2MM'$ 、故ニ鏡MM'ハ全身ノ長サノ半分

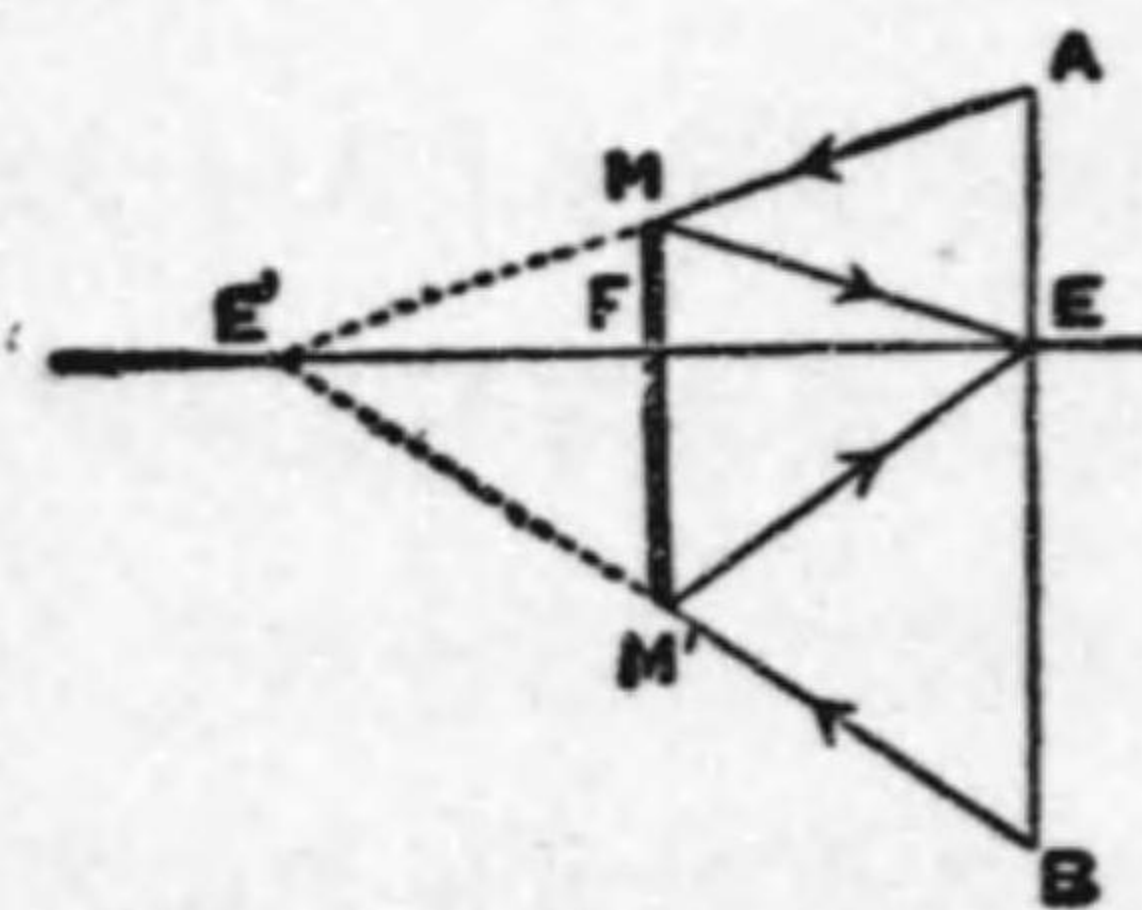


圖 171

テヨイ、横幅ニ就テモ全ク同様テ其人ノ半分ノ幅ノ鏡アヨイ。

[3] 亂反射 机、紙等ノ表面ハ全體トシテ平面ナルモ其各部分ニハ小ナル凹凸アリ、即チ種々ノ方向ヲ有スル小平面ノ集合デアル。之レニ光ガ當ルト其小ナル個々ノ平面ニ就テハ反射ノ法則ニ從ツテ光ガ反射スレドモ此等小平面ハ種々ノ向キヲ有スル故

反射光線モ亦種々ノ方向ヲ有ス、即チ入射光線ハ種々ノ方向ヘ散ツテ反射セララルルヲ以テ何レノ方面ヨリスルモ此等ノ物體ヲ認ムルヲ得、斯ル反射ヲ亂反射ト云ヒ、亂反射ヲナセル光線ヲ散光ト云ヒ、之ニ對シ

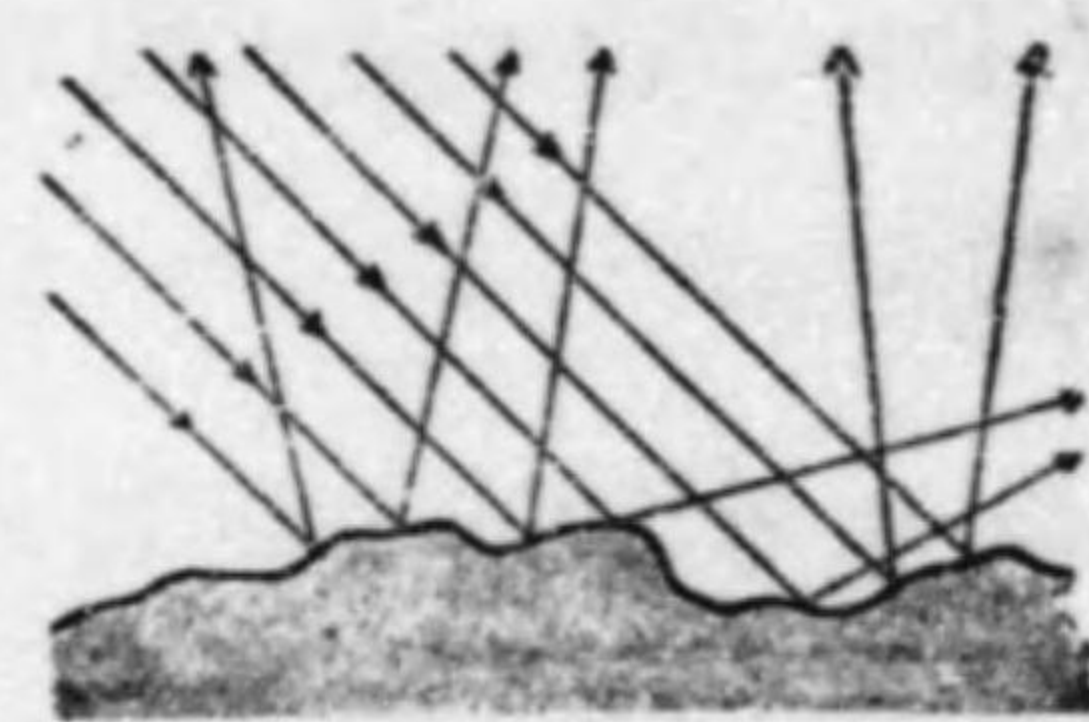


圖 172

テ前ニ述ベタ種類ノ反射ヲ正反射ト云フ、吾人ガ光源以外ノ物體ヲ見得ルノハ太陽或ハ燭火等ノ發光體ヨリ發スル光ガ是等ノ物體ノ粗造ノ面ニ當ルトキノ散光ノ爲メナリ。

波立テル水ノ表面ハ恰モ水平ニ對シテ種々ノ傾キヲ有スル數多ノ平面鏡ガ並ブト同様デ、從テ諸處ノ波面カラ反射スル光ガ眼ニ入ルコトヲ得、故ニ波立テル水面ニ映ル月影ハ長ク引イテ見エル

[4] 複反射 圖173ノ如ク平面鏡ヲ互ニ直角ニ置キ其間ニ

光點Aヲ置ケバ、三ツノ像ガA', A'', A'''ノ如キ位置ニ現ハル。A'ハ鉛直ノ鏡ニ由ル反射光ニテ生ズル像デ、A''ハ水平ノ鏡ニ由ル反射光ニテ生ズル

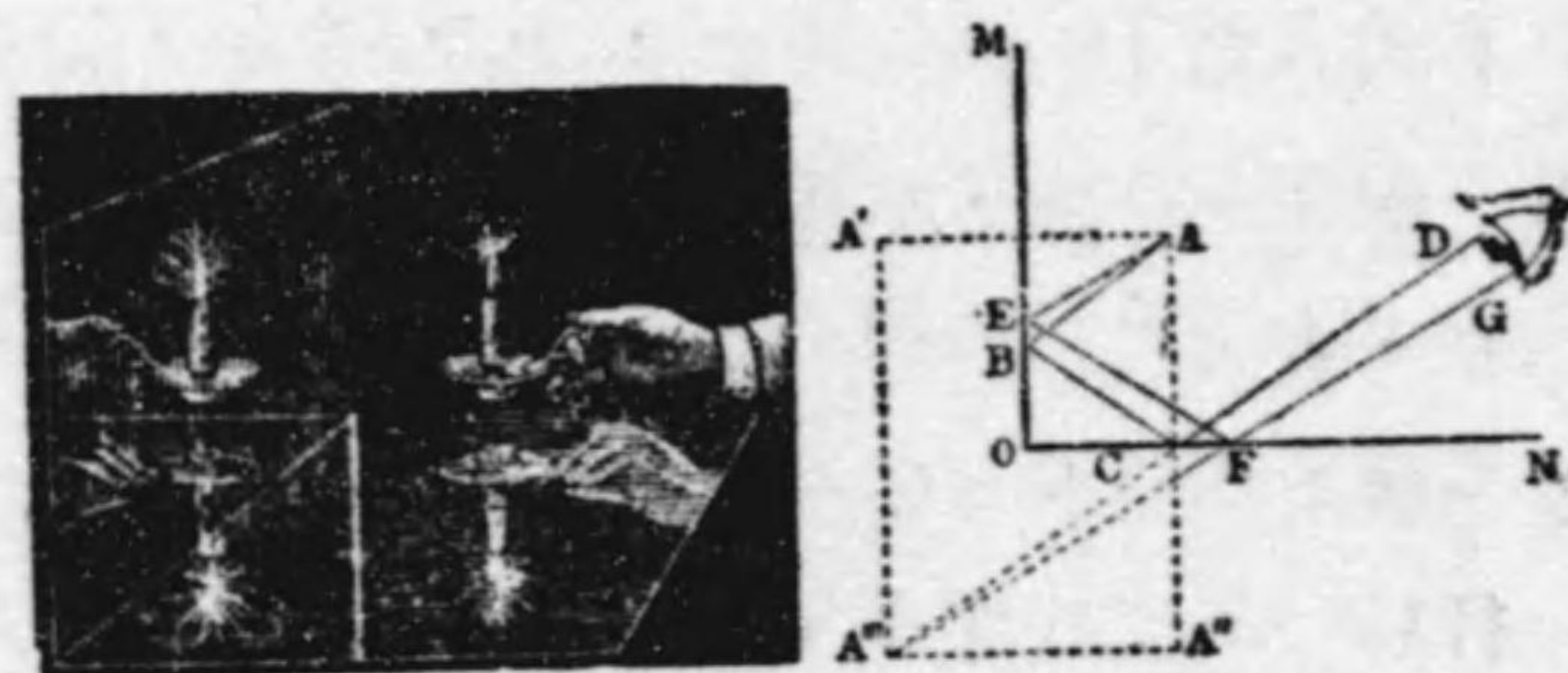


圖 173

像デ、A'''ハ各ノ鏡面ニ由ル一度ヅツノ反射光ニヨリテ生ズル像

デアル。又二ツノ鏡ヲ平行ニ立テ、其間ニ光體ヲ置ケバ光體ノ無數ノ像ガ光源ヨリ鏡ニ引ケル垂線上ニ出來ル。

圖174ニテM, Nヲ二ツノ平行ノ鏡トシ、Lヲ光源トシ圖ノ眼ノ位置ヨリ見レバLハ恰モ i, i', I''ト i, I', i''等ニアル如ク見エル、

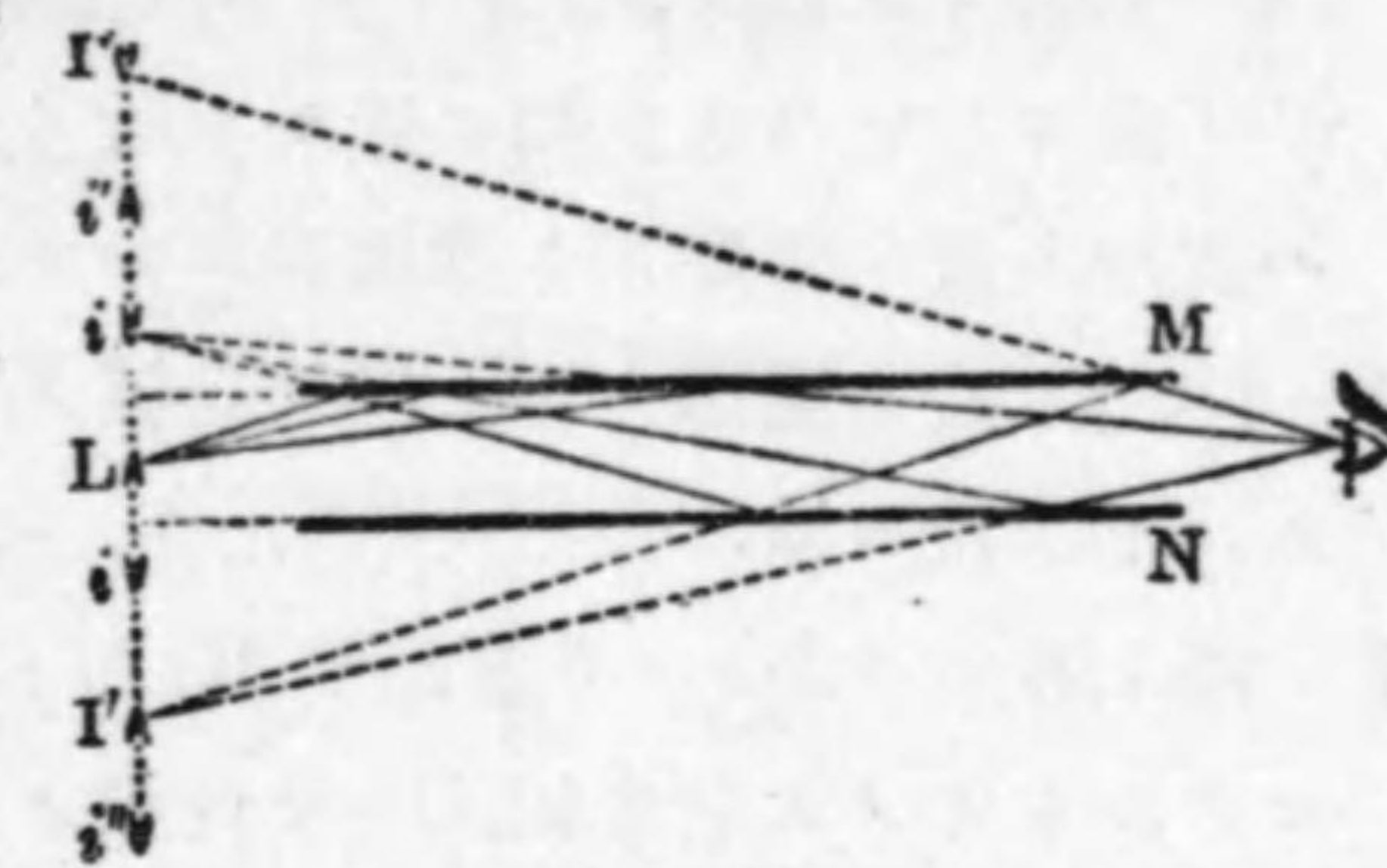


圖 174

Lヨリ出ル光線ノ内平面鏡Mニ一回反射セルモノハiニ像ヲ結ビ、M及Nニ一回宛反射シタモノハI'ニ、又Mニ二回Nニ一回反射セルモノハI''ニ像ヲ結ブ、全く同様ノコトハ平面鏡Nニ就テモ云フコトヲ得。i, I', I''ニ相當スルNノ場合ノ像ハ i, i', i''デアル。

[注意] 一般ニ二面ノナス角ガ360°ノn分ノ一ナルトキnガ奇數ナレバ像ノ數ハn個出來ル、而シ光源ガ角ノ二等分線上ニアルト(n-1)個トナル、nガ偶數ノ時ハ像ノ數ハ(n-1)個出來ル。

問 [1] 通常硝子板ニ寫ル像ノ薄キハ何故ナルカ。

解 硝子ハ能ク光ヲ通過セシムル故反射光線ノ量ガ少ナイ、從テ反射光ニヨツテ生ズル像ハ甚ダ薄シ、若シ水銀或ハ銀ヲ塗ルトキハ是等ノ金屬面ニ於テハ多量ノ光ガ反射セララルル故濃キ像ヲ生ズ。

問 [2] 硝子鏡ニ對シ、少シク斜ニ物體ノ像ヲ見ルトキハ明確ナル像ノ外ニ、薄キ數個ノ像ヲ認ムルハ何故ナルカ。

解 物體カラ發スル光ハ硝子鏡ノ表面ニ當リ一部ハ反射シテ薄キ像ヲ生ジ、一部ハ内部ニ侵入シ裏面ノ塗銀面ニ於テ反射シテ明確ナル濃キ像ヲ生ズ。此外、表裏兩面ニ於テ數回反射シタル光ニヨツテ數個ノ薄キ像ヲ生ズ、何トナレバ光リハ反射スル毎ニ幾分カ弱ルガ故ナリ。

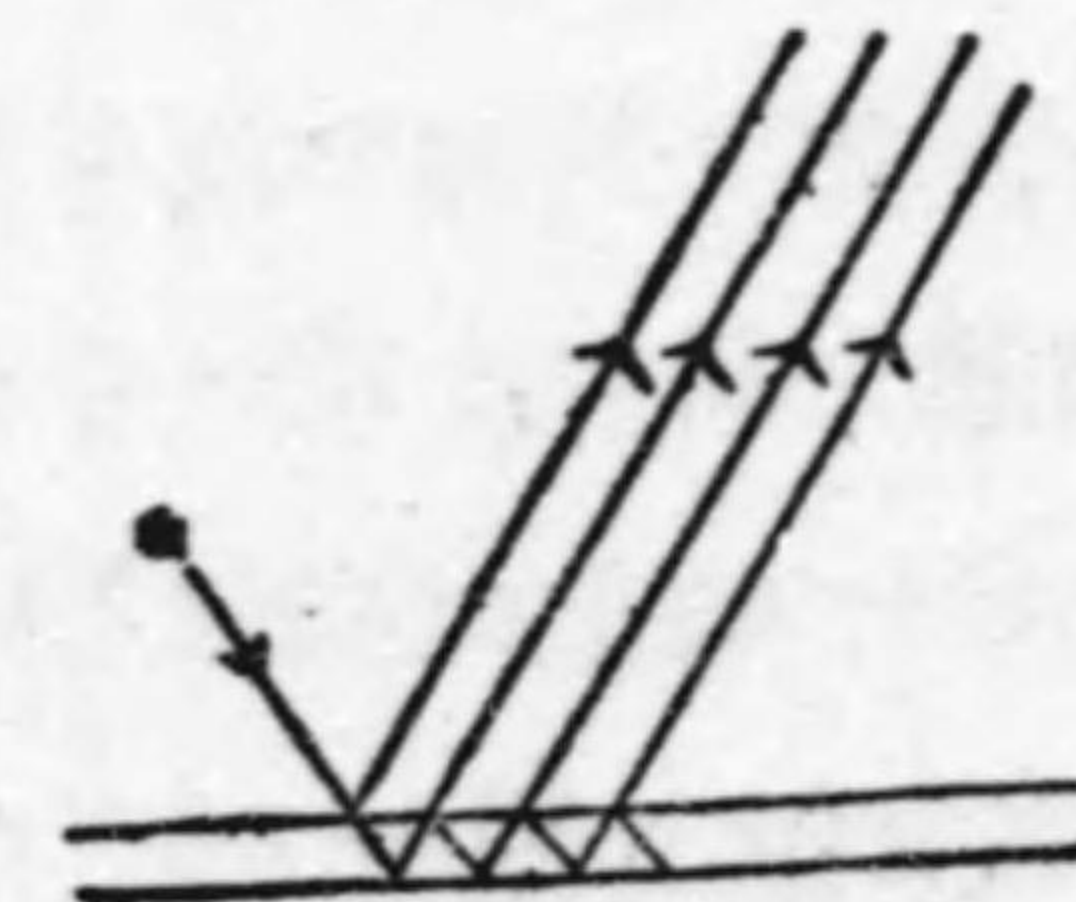


圖 175

問 [3] 百色眼鏡ノ理ヲ説明セヨ。

解 百色眼鏡ハ裏ニ墨ヲ塗りタル三枚ノ硝子板ニテ等邊三角嚢ヲ作り、其内ニ色硝子ノ破片、着色シタル麥藁等ヲ入レタルモノナリ。硝子板ハ各60°ノ傾キヲナス故其間ニ置ケル硝子片等ハ5個ノ像ヲ作り然モ此等ノ像ハ實物ト共ニ規則正シク羅列スルヲ以テ美觀ヲ呈ス。

問 [4] 鏡ヲ回轉スルト反射光線ノ方向ハ其廻轉角 α ノ二倍ダケ廻轉スルコトヲ證セヨ。

解 圖 176 ニテAOハ平面鏡ガM₁M₁'ニアルトキノ入射光線、ONヲ此鏡ノOニ於ケル垂線トセバ反射光線ノ方向ハ $\angle AON = \angle BON$ ナル關係ヲ定マルOBノ方向ナルコトハ反射ノ法則カラ知ラル。今此鏡ガOヲ中心トシテ角 α ダケ廻轉シテM₂M₂'ノ位置ヲ占ムルトセバOニ於ケル垂線ノ方向モ角 α ダケ廻轉シテON'トナル故新ナル入射角ハ

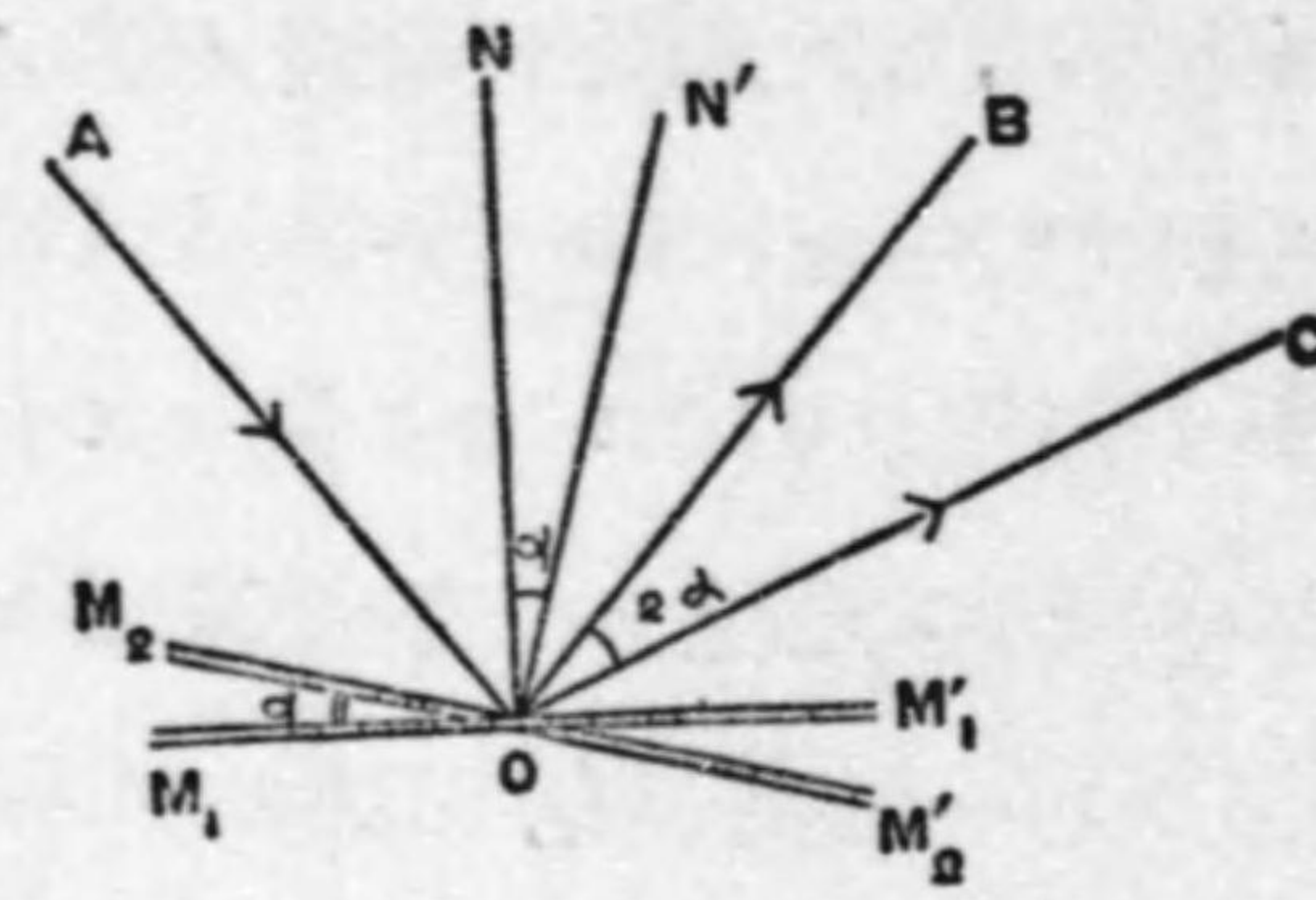


圖 176

$$\angle AON' = \angle AON + \alpha = \angle BON + \alpha$$

故ニ新ナル反射光線ノ方向ハ

$$\angle N'OC = \angle BON + \alpha$$

ナル關係ヲ有スルOCノ方向ニナル

$$\therefore \angle COB = \angle COA - \angle AOB = 2(\angle BON + \alpha) - 2\angle BON = 2\alpha$$

即チ同ジ入射光線AOニ對シテ反射光線ハ2 α ダケ廻轉シテOCノ方向ニ進ム。

[5] 球面鏡. 球面ノ一部分ヲ反射面トセル鏡ヲ球面鏡ト云ヒ、其ノ凹部ヲ反射面トセルヲ凹面鏡、凸部ヲ反射面トセルヲ凸面鏡ト云ヒ、球ノ中心Oト鏡ノ中點即チ鏡心Cトヲ結ブ直線COヲ鏡ノ軸ト稱シ、角MONヲ鏡ノ開キト云フ。

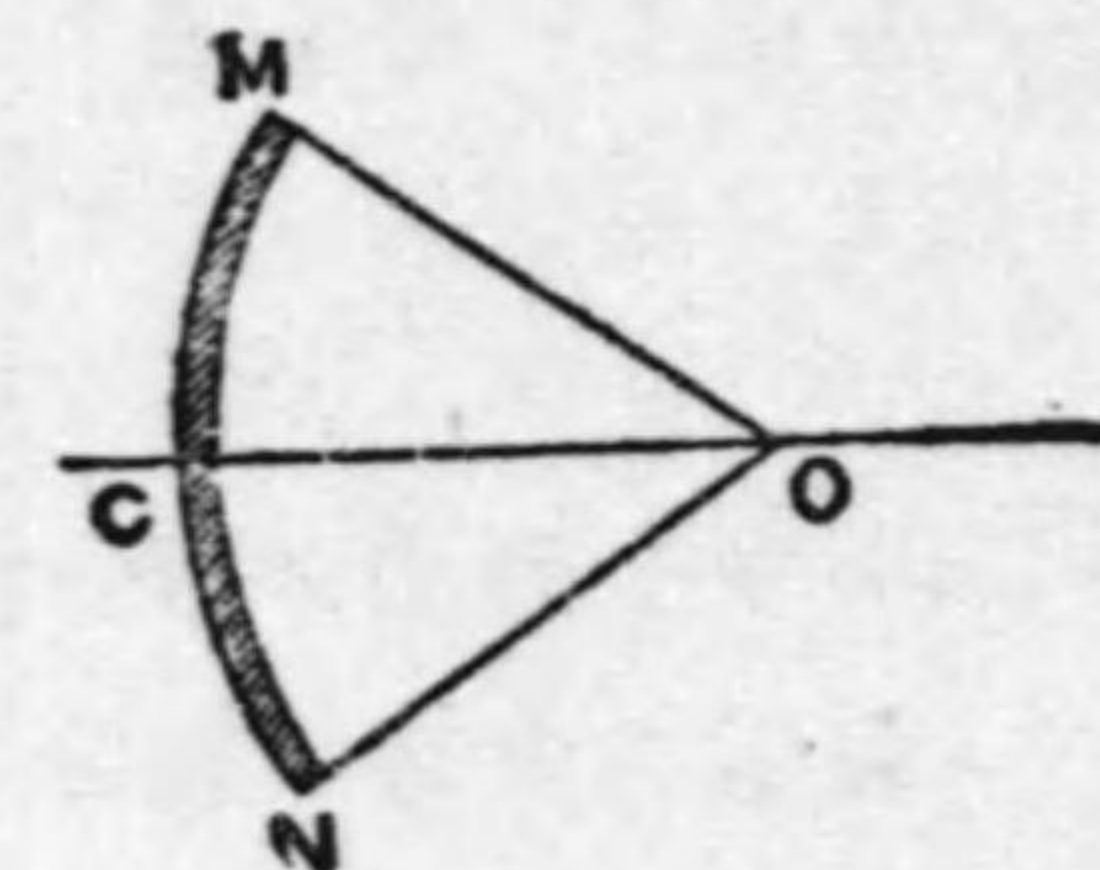


圖 177

[6] 凹面鏡. Oヲ球面ノ中心トセル凹面鏡Lノ鏡ノ軸上ノ一點Aニ光點ガアル

トキ、Aカラ出テ鏡ノ一點Pニ入射スル光線ヲ考ヘヨ、球面ノ中心OトPトヲ結ブ直線OPハP點ニ於ケル此球面ノ垂線デアアル。故ニ

P點ニ於テ極メテ狭イ球面ノ一部分ヲ考ヘルト此小部分ハ平面ト看做サルル故反射光線ハ紙面内ニ於テ入射光線ニ對シテ $\angle APO = \angle OPB$

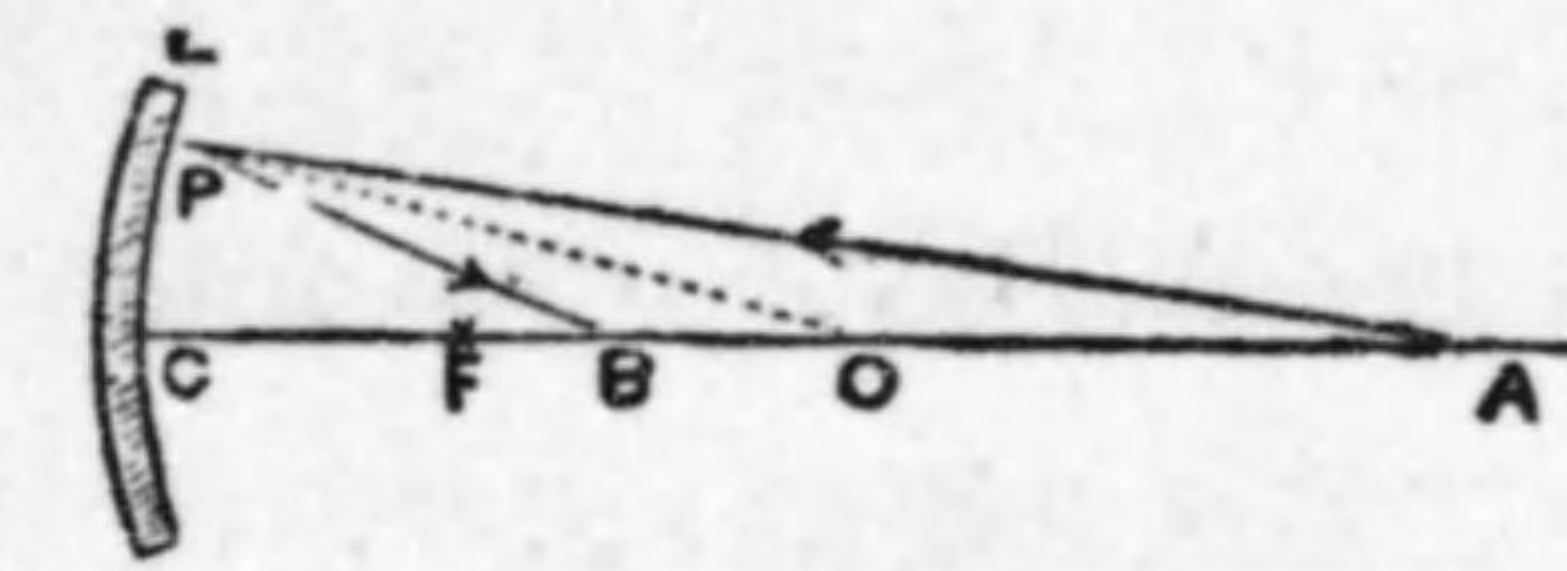


圖 178

Bナル關係ヲ有スルPBノ方向ヲ有ス。此反射光線PBト鏡ノ軸トノ交點ヲBトスレバ幾何學ノ定理ニヨリ

$$AP : BP = AO : BO$$

此凹面鏡ガ小サク弧CPガAP, BPニ比シテ小ナリトセバ AP = AC, BP = BCト看做シ得ル故次式ヲ得

$$AC : BC = (AC - OC) : (OC - BC)$$

今 AC = a, BC = b, OC = rトスルト上式ハ

$$a : b = (a - r) : (r - b) \therefore a(r - b) = b(a - r)$$

此式ノ各項ヲabrニ割リテ移項スレバ

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \dots \dots \dots (A)$$

AC = aハ鏡ト光點トノ距離、AO = rハ此鏡ノ球面ノ半径デアアル故鏡ガ與ヘラレ、光點ノ位置Aガ定マレバrトaトハ定マルカラ(1)式ニヨリテ反射光線ガ鏡ノ軸ヲ切ル點Bハ定マル、即チ鏡ト光點ノ位置ガ定マレバB點ノ位置ハ定マルカラAヨリ出デテ鏡面ヨリ反射スル光ハ皆鏡軸上ノ一點Bヲ通過ス、即チBハ光點Aノ像デアアル、此凹面鏡ノ生ズル像ノ如ク實際光ガ集マツテ生ズル像ヲ實像ト云ヒ、之レニ對シテ平面鏡ノ像ノ如ク實際光ガ相會セザル像ヲ虚像ト云フ。

若シ光點ヲBニ置ケバ光ノ逆行ノ理ヨリ入射光線BPニ對スル反射光線ハPAニナルカラAガBニ對スル像ニナル。此事ハ(A)ニ於テaトbトヲ交換シテモ全ク同一ノ形ニナルコトカラモ明ナリ。斯ノ如クA, B點ノ一ツニ光點ヲ置ケバ他ニ實像ヲ生ズル故AトBトノ二點ヲ共軛點ト云フ。次ニ凹面鏡ニ於テ光點ト像ノ位置トノ關係ヲ研究セン。

(1) 若シ光點Aガ非常ニ遠方ニアレバAカラ鏡面ニ入射スル光線ハ、鏡ノ軸ニ平行ナ光線トナル此場合ニ(A)式ニ於テaハ無限大ナル故 $\frac{1}{a} = 0$ トナルカラ $b = \frac{r}{2}$ トナル即チ凹面鏡ノ軸ニ平行ナ光線例ヘバ太陽ノ光線ハ鏡面ニ當ツテ反射シタ後鏡心カラ $\frac{r}{2}$ 丈ケ距レル一點Fニ像ヲ結ブ、rハ球面ノ半徑デ一定デアアルカラ $\frac{r}{2}$ デ定マルF點ハ鏡ニ就テハ定點デアアル、此ノF點ヲ此凹面鏡ノ焦點ト云ヒ、此焦點ト鏡心トノ距離 $CF = \frac{r}{2} = f$ ヲ焦點距離ト云フ。焦點距離ハ球面ノ半徑ノ半分ニ等シ。

今焦點距離fヲ用ヒテ(A)式ヲ示セバ

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \dots\dots (2) \quad 2f = r.$$

(2) 光點Aガ無限大ノ距離カラ次第ニ球面ノ中心ニ近ヅクト像ヲ生ズル點ハ次第ニ球面ノ中心Oニ近ヅク。

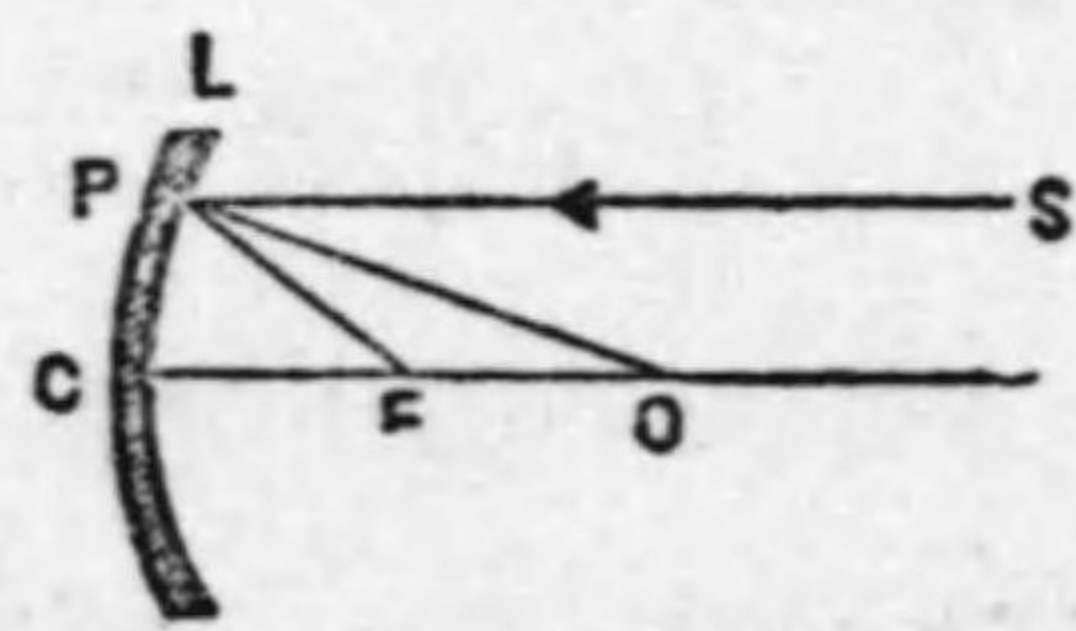
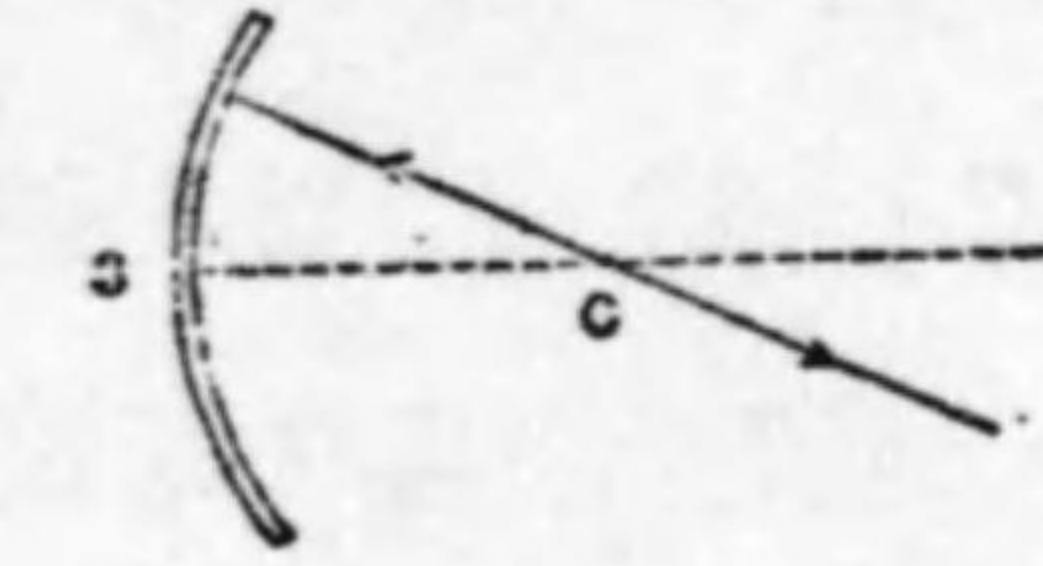
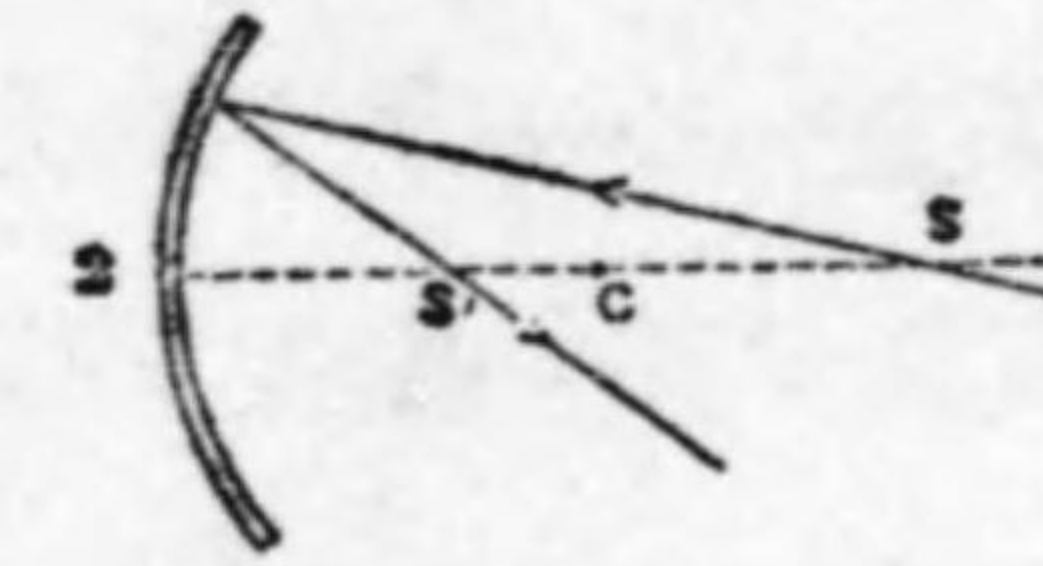
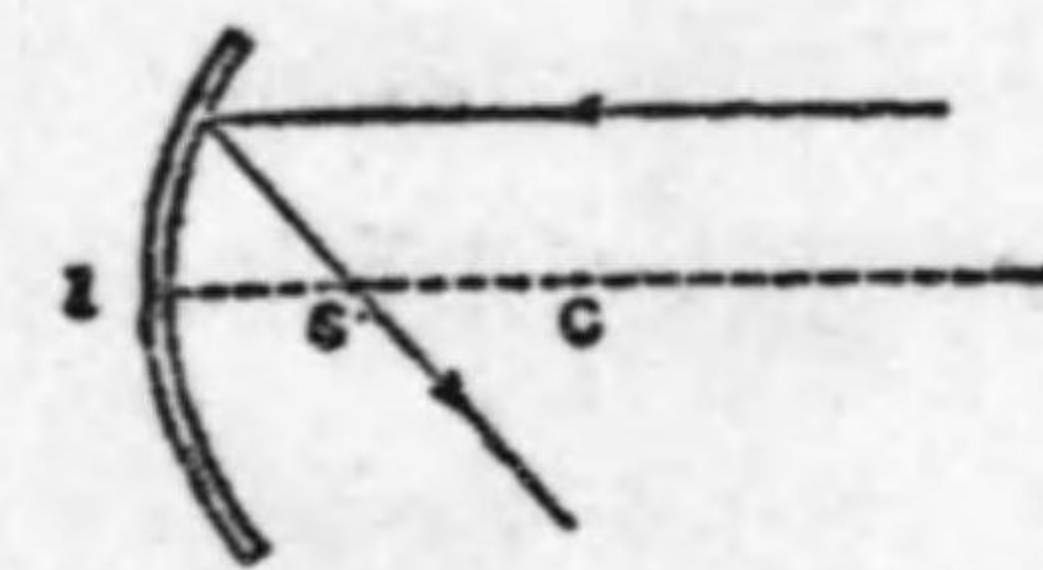


圖 179

(3) 光點Aガ球面ノ中心ニ來ルト光點カラ出タ光線ハ總テ球面ノ半徑ニ沿フテ進ミ且ツ球面ノ半徑ハ其球面ニ垂直デ反射光線モ亦此球面ノ半徑ニ沿フテ反射スルカラ再ビ球面ノ中心ヲ通過スル此場合ニハ(A)式ニ於テa=rデアアルカラb=rトナリO點ニ於テ二者一致スルカラデアアル。

(4) 光點Aガ球面ノ中心ヨリモ鏡ニ近ヅクト、其像ハ球面ノ中心以外ニ出來テ光點ガ焦點ニ近ヅクニ從ヒ球面ノ中心ヨリ次第ニ遠クナル

(5) 光點Aガ焦點ニ來ルト像ハ無限ニ遠イ所ニ出來、即チ焦點ニ光點ヲ置ケバ反射光線ハ軸ニ沿フテ平行ニ進ム、此事ハ(A)式ニ於テ $a = \frac{r}{2}$ ト置クト $\frac{1}{b} = 0$ 從テ $b = \infty$ トナルコトカラモ知ラル。此理ハ光ヲ遠方ニ送ルニ屢々應用セラル。



(6) 光點Aガ更ニ焦點Fヲ超エテ鏡心ニ近ヅケバ反射光線ハ鏡軸ト會スルコト能ハザレドモ之レヲ逆ニ延長スレバ鏡後ノ一點Bニ於テ之レト交ル、即チ光點ガ鏡ノ焦點ヨリモ更ニ近イ時ニハ虚像ガBニ生ズ、此場合ニハ半徑rハ $\triangle APB$ ノ頂點Pニ於ケル外角ヲ二等分スルカラ

$$OA : OB = PA : PB \dots\dots (1)$$

鏡ノ開キガ球面ノ半徑ニ比シテ小ナリト假定スルト

$$PA = AC, \quad PB = BC$$

ト見得ルカラ

$$AC = a, \quad BC = b, \quad OC = r$$

ト置クト(A)式ハ次ノ如クナル

$$(r-a) : (r+b) = a : b$$

$$\therefore \frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \dots\dots (B)$$

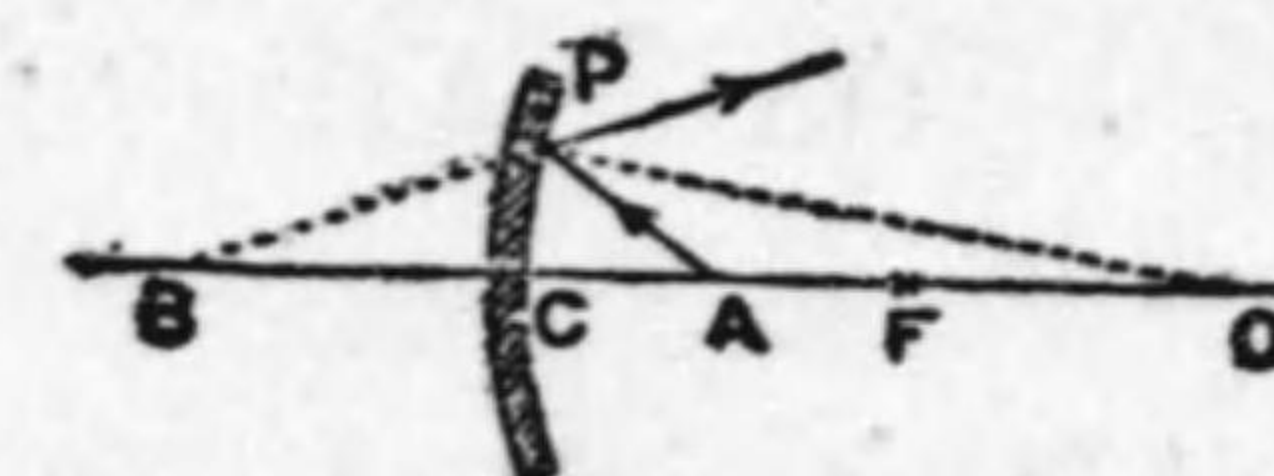


圖 181

圖 180

即チ光點ノ位置 a ガ與ヘラルル時、虚像ノ位置 b ガ定マル。

(A)式ハ光點ガ凹面鏡ノ焦點以外ニアツテ實像ヲ生ズル場合ニ用ヒラレ(B)式ハ光點ガ焦點以内ニアツテ虚像ヲ生ズル場合ニ用ヒラル、此ノ(A)式ト(B)式トノ差ハ b ノ符號ガ異ナルノミデア
ルカラ一般ニ球面ノ半徑 r ナル凹面鏡ノ光點ノ位置 a ト、像ノ位置 b
トノ關係ハ(A)式ノ

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$$

定マルモノトシ光點ガ焦點以内ニアルトキハ鏡ニ對シテ光點
ト反對ノ側ニ虚像ヲ生ズル故、 b ノ符號ヲ(-)ニ取ルト心得レバ
可ナリ。

[7] 副 軸. 鏡軸CO外ノ一點Aニ光點アリトセバAヲ中心
Oニ連結シ之ヲ延長シテ鏡面トD點ニ於テ交ラシムレバA點ヨ
リ出ル光線AMノ反射光線ガADト交ハル點BハAノ像トナル。

反射ノ法則ニヨリ

$$\begin{aligned} \angle AMO &= \angle OMB \\ \therefore \frac{OB}{OA} &= \frac{MB}{MA} \end{aligned}$$

然ルニ鏡ノ開キガ球面ノ半徑ニ比

シテ小ナルモノトスレバ

BM=BD, AM=ADト看做シ得ル故

$$\frac{OB}{OA} = \frac{BD}{AD} \quad \therefore \frac{DO-BD}{AD-DO} = \frac{BD}{AD}$$

AD= a , BD= b , DO= r トスレバ

$$\begin{aligned} \frac{r-b}{a-r} &= \frac{b}{a} \quad \therefore a(r-b) = b(a-r) \\ \therefore \frac{1}{a} + \frac{1}{b} &= \frac{2}{r} \end{aligned}$$

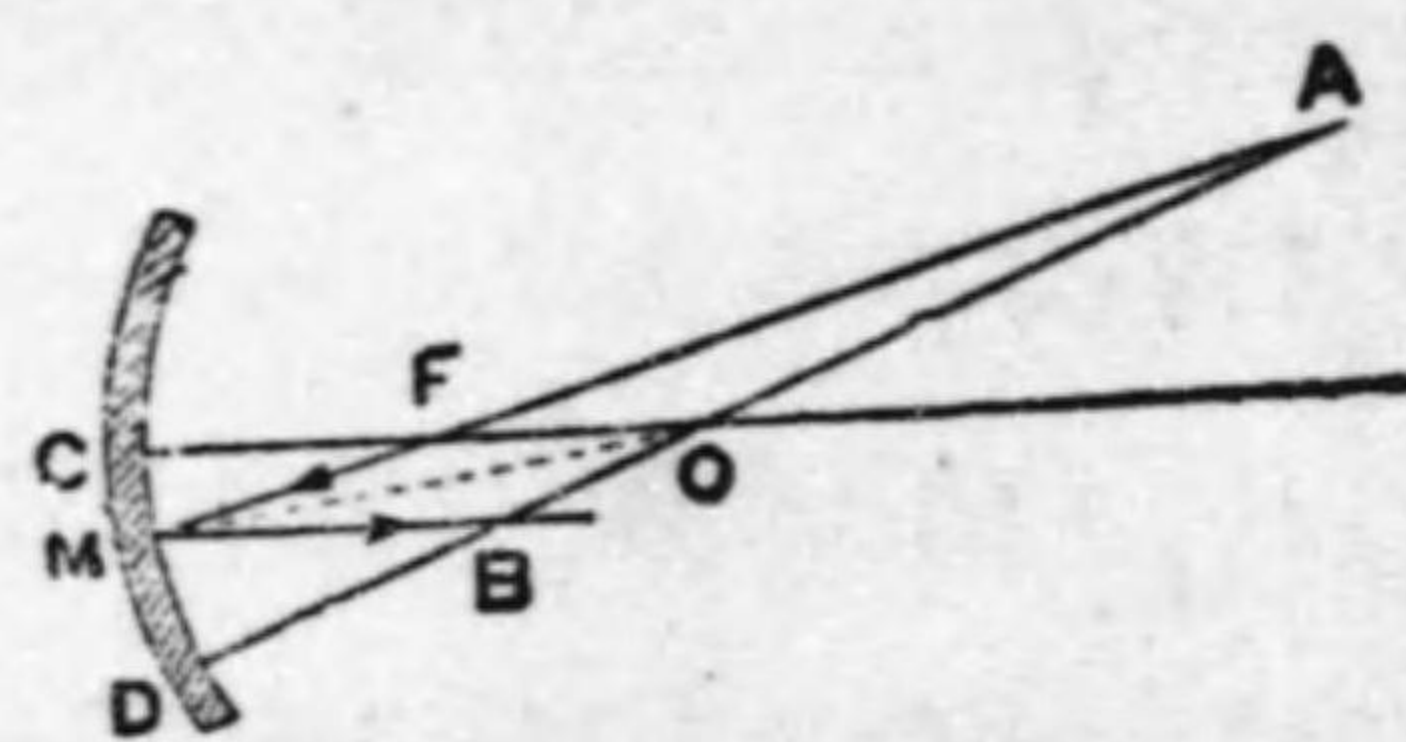


圖 182

之レ凹面鏡ノ公式ナル故、BハAノ像ナルヲ知ル、故ニA點ヨリ發
スル光リハ反射ノ後DA上ノ一點Bニ集マル。又逆ニ此ノBニ光
點ヲ置ケバ其反射光線ハA點ニ集マル。此場合ノAD線ノ如ク球
面ノ中心ヲ通ル直線ヲA點ニ關スル副軸ト云ヒ、之ニ對シテCO軸
ヲ主軸ト云フ。而シテA、Bハ副軸上ニ於ケル共軛點ナリ。

斯ノ如ク光點ヨリ發スル光線ハ光點ガ主軸上ニアルト否トニ關
セズ反射ノ後ニハ常ニ一點ニ會スル故光點カラ出ル任意ノ二光線
ガ反射ノ後ニ相會スル點ヲ求メルト其點ガ光點ノ像デアル、此二
光線トシテ何レノ方向ニ鏡面ニ入射スル光線ヲ撰ンデモヨイガ反
射光線ヲ見出シ得ルハ次ノ三ツノ光線ナリ。(1)鏡軸ニ平行ニ鏡
面ニ入射スル光線ハ反射ノ後焦點ヲ通過ス。(2)副軸ニ沿フテ入
射スル光線ハ又副軸ニ沿フテ反射ス。(3)焦點ヲ通りテ入射スル
光線ハ鏡軸ニ平行ニ反射ス。

即チ焦點及ビ球面ノ中心ハ與ヘラレタ凹面鏡デハ一定ノ點デア
ルカラ此焦點及ビ球面ノ中心ヲ通ル反射光線ヲ取ルガ便利デア

[8] 凹面鏡ニヨツテ生ズル物體ノ像. 先ヅ凹面鏡ノ實像ヲ生
ズル場合即チ物體ガ鏡ノ焦點以外ニアル場合ヲ考ヘル。物體AC
ノ各點ハ各光點ト看做シ得ル故圖183

ニ於テACヲ軸ニ直立セル物體トスレ
バAヨリ發シテ鏡軸ニ平行ナル光線A
Pハ反射ノ後ニ焦點Fヲ通り又Aカラ

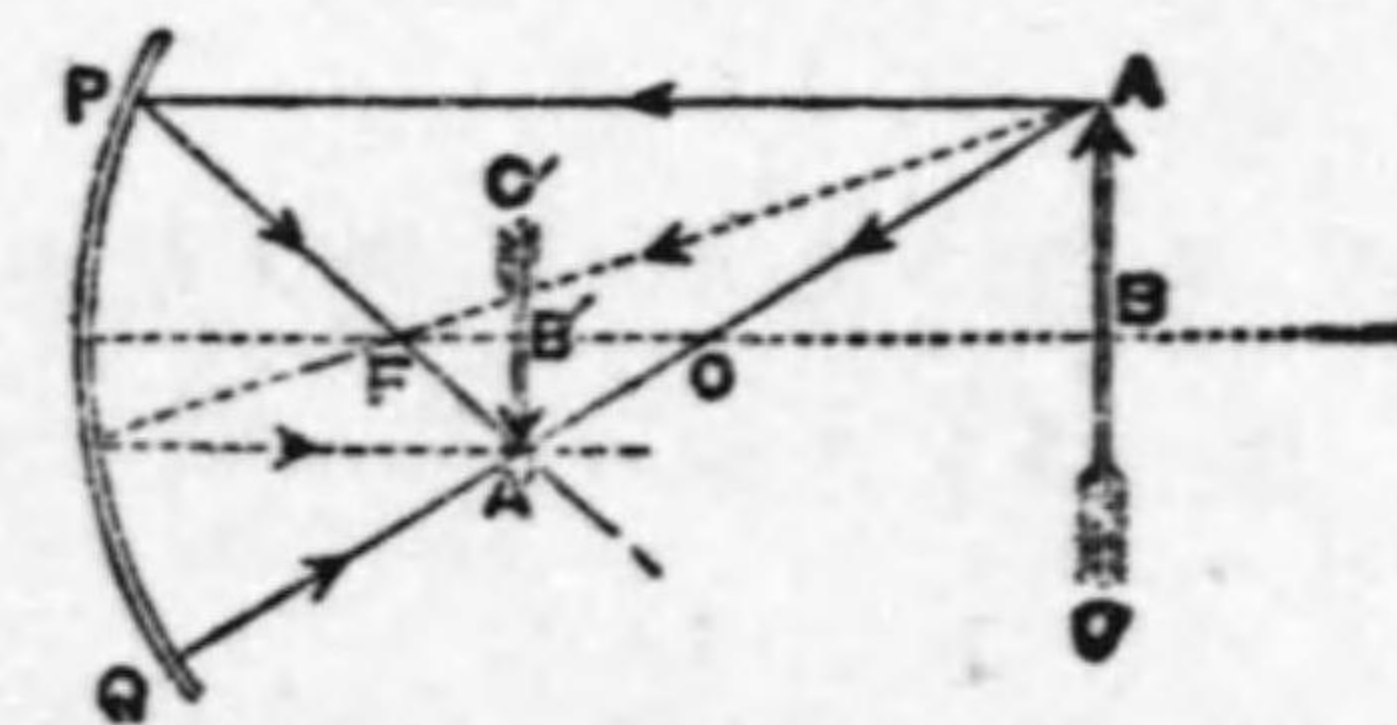


圖 183

出テ球ノ中心Oヲ過ギテ鏡面ニ入射スル光線即チAニ關スル副軸
AQニ沿ヘル光線AQハ反射ノ後ニモ同ジ道ヲ歸ル。此二ツノ反
射光線ノ交點A'ハAノ像デアル。同様ニCノ像C'ガ得ラル。而シ

テAC間ノ諸點ノ像ハA'トC'トノ間ニアル故A'C'ハACノ實像ニシテ且ツ倒立シ、其大サハ常ニ實物ヨリ小ナリ。逆ニ物體ガA'C'ニアレバ倒立セル實像ACヲ生ズ。

次ニ物體ガ圖184ノ如ク焦點F以內ニアルト前ト同様ニ鏡軸ニ平行ナル光線及ビ物體ノ一點ト鏡ノ球面ノ中心トヲ結ブ直線上ヲ進ム光線トニ就テ前ト同様ノ作圖ヲナセバ、鏡ノ後方ニ直立セル虚像ヲ生ジ其大サハ實物ヨリ大ナリ。

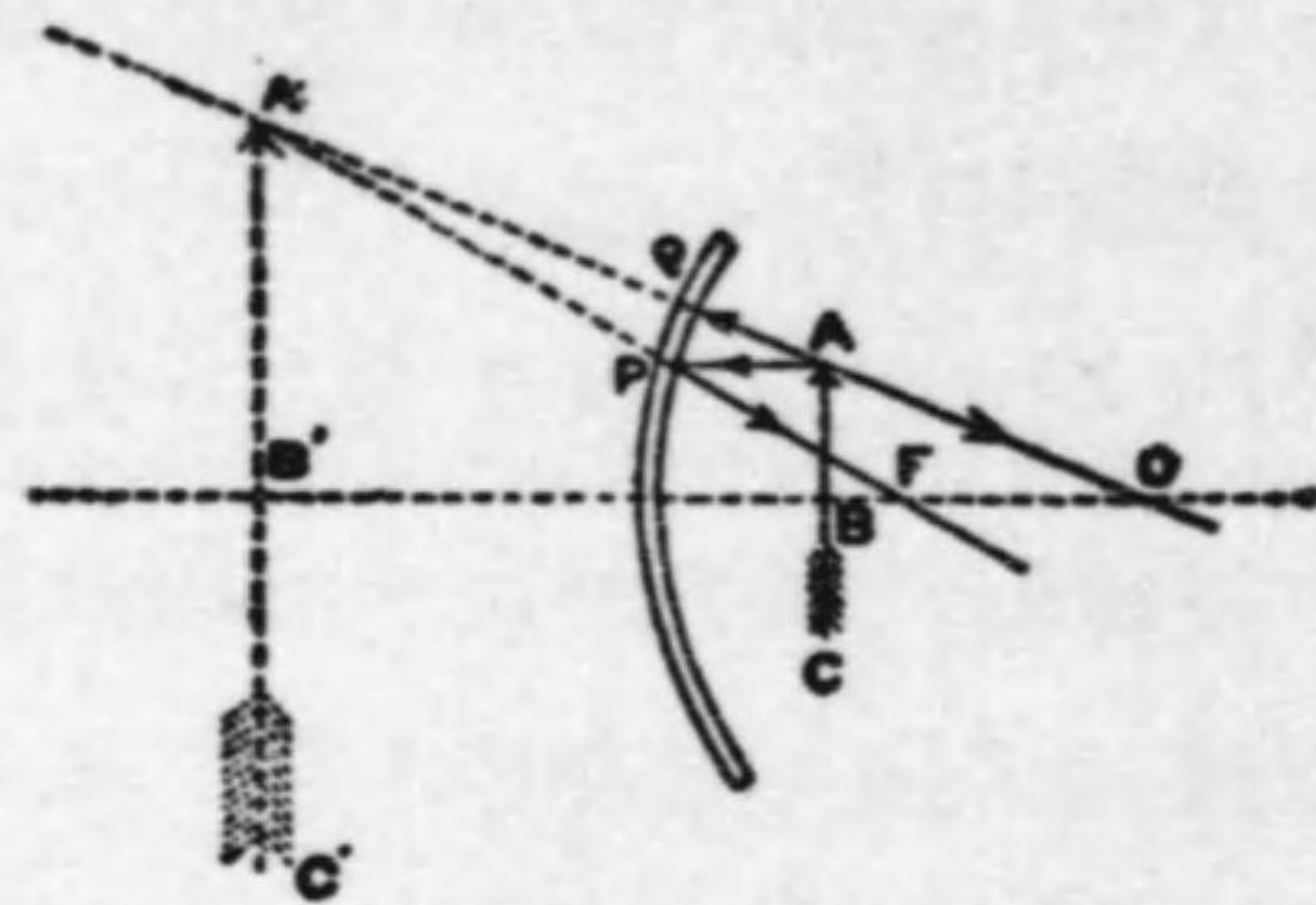


圖 184

今物體ノ大サト像ノ大サトノ比ヲ求メル。

$$\triangle AOB \sim \triangle A'OB' \therefore \frac{AB}{A'B'} = \frac{OB}{OB'} = \frac{a}{b}$$

即チ $\frac{2AB}{2A'B'} = \frac{AC}{A'C'} = \frac{a}{b}$

茲ニa,bハ物體及像ノ鏡心ヨリ距離ヲ表ハス。

即チ物體ガ焦點以外ト以內トニアルニ關セズ物體ノ大サト像ノ

大サトノ比ハ鏡心ヨリ物體及像ニ至ル距離ノ比ニ等シ。

問 [1] 壁ヨリ8米離レタ所ニ立テタル棒アリ。其17倍ノ實像ヲ凹面鏡ニヨリテ壁上ニ生セシメントス、球面ノ半徑何程ノ鏡ヲ如何ナル位置ニ置ケバ可ナルカ。

解 物體ノ長サヲL、像ノ長サヲl、物體ヨリ鏡迄ノ距離ヲa、像ヨリ鏡迄ノ距離ヲbトスレバ $\frac{L}{l} = \frac{a}{b}$ ナル關係アリ。L=1, l=17, a=b-8ナル故

$$\frac{1}{17} = \frac{b-8}{b} \therefore b=8.5$$

又球面ノ半徑ヲrトスレバ

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \therefore \frac{1}{8.5-8.0} + \frac{1}{8.5} = \frac{2}{r}$$

$\therefore r=94$ 種。即チ半徑94種ノ凹面鏡ヲ發光點ヨリ50種。壁ヨリ8.5米ノ所ニ壁ニ面シテ置ケバ可ナリ。

問 [2] 半徑35種ノ球面鏡ノ鏡軸上、鏡心ヨリ25種ノ距離ニ光點ヲ置クトキハ、鏡ノ中心ヨリ像ニ至ル距離幾何。

解 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$ ニ代入シテ $\frac{1}{25} + \frac{1}{b} = \frac{2}{35}$ $b=58$ 種。

問 [3] 前問ニ於テ鏡心ヨリ25種ノ所ニ長サ5種ノ尺度ヲ立ツルトキ、像ノ大サ幾何、又鏡心ヨリ15種ノ所ニ、コノ尺度ヲ置クトキハ、虚像ノ位置及其大サ如何。

解 $\frac{1}{20} + \frac{1}{b} = \frac{2}{35} \therefore b=140$ 種。

從ツテ球ノ中心ヨリ光點及像ニ至ル距離ハ夫々15種及105種テアル。

又實物ト像ノ大サトノ比ハ此等ノ距離ノ比ニ等シキ故像ノ大サヲx種トスレバ

$$x:5=105:15 \therefore x=35$$
 種。

次ニ虚像ノ場合ニハ $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$, $\frac{1}{15} - \frac{1}{b} = \frac{2}{35}$

$\therefore b=150$ 種。從テ球ノ中心ヨリ光點及像ニ至ル距離ヲ夫々c及d種トスレバ

$$c=35-15=20$$
 種。 $d=105+35=140$ 種。

故ニ像ノ大サヲxトスレバ

$$x:5=140:20 \therefore x=35$$
 種。

問 [4] 凹面鏡ノ前1米ノ所ニ物體ヲ置クトキハ0.5米ノ處ニ實像ヲ生ズ。此凹面鏡ノ焦點距離ヲ求ム。

解 凹面鏡ノ球ノ半徑ヲrトスレバ

$$\frac{1}{1.0} + \frac{1}{0.5} = \frac{2}{r} \therefore r = \frac{2}{3} = 0.67$$
 米

問 [5] 鏡心ヨリ共軛點迄ノ距離ヲ35種及15種トセバ焦點距離幾何ナルカ。

解 $\frac{1}{35} + \frac{1}{15} = \frac{1}{f} \therefore f=10.5$ 種。

問 [6] 半徑20米ノ凹面鏡ニヨツテ生ズル太陽ノ像ノ半徑ヲ求メヨ。但シ太陽ノ視半徑ハ16'又 $\tan 16' = 0.00465$ トス。

解 太陽ハ鏡カラ無窮遠ノ距離ニアル故、其像ハ球ノ半徑ノ $\frac{1}{2}$ ノ所即チ焦點ニ生ズ。即チ鏡ノ中心ヨリ像迄ノ距離ハ10米テアル。故ニ像ノ大サヲdトスレバ

$$d=1000 \tan 16' = 4.65$$
 種。

問 [7] 半徑24種ノ凹面鏡アリ。物體ガ鏡ノ前方(a)15種(b)120種(c)9

種ノ處ニアル時像ノ位置ヲ求メヨ。

- 解 (a) $\frac{1}{15} + \frac{1}{b} = \frac{2}{24} \therefore b = 60$ 種.
 (b) $\frac{1}{120} + \frac{1}{b} = \frac{2}{24} \therefore b = 13.33$ 種.
 (c) $\frac{1}{9} - \frac{1}{b} = \frac{2}{24} \therefore b = 36$ 種.

問 [8] 前問ニ於テ物體ガ鏡軸上ニ直立スルモノトスレバ像ノ長サハ各物體ノ長サノ何倍ニ當ルカ。

- 解 (a) 所要ノ長サヲ M_1 倍トスレバ
 $M_1 : 1 = (60 - 24) : (24 - 15) \therefore M_1 = 4$ 倍
 (b) 所要ノ長サヲ M_2 倍トスレバ
 $M_2 : 1 = (24 - 13.33) : (120 - 24) \therefore M_2 = 0.11$ 倍.
 (c) 所要ノ長サヲ M_3 倍トスレバ
 $M_3 : 1 = (24 + 36) : (24 - 9) \therefore M_3 = 4$ 倍

問 [9] 凹面鏡ノ前ニ物體ヲ置キタルニ物體カラ更ニ3尺隔ツタ所ニ1.4倍ノ擴大セル實像ヲ生ジタ。鏡ノ半徑ヲ求メヨ。

- 解 球ノ中心カラ實物及像ニ至ル距離ヲ x_1, x_2 トシ、鏡心カラ實物及像ニ至ル距離ヲ夫々 a, b トシ球ノ半徑ヲ r 尺トスレバ
 $1.4 : 1 = x_2 : x_1, x_1 = r - a, x_2 = a + 3 - r$
 $\therefore 1.4 = \frac{x_2}{x_1} = \frac{a + 3 - r}{r - a} \therefore a = r - 1.25 \quad a + 3 = r + 1.75$
 然ルニ $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \therefore \frac{1}{r - 1.25} + \frac{1}{r + 1.75} = \frac{2}{r}$
 $\therefore r = 8.75$ 尺

問 [10] 曲率半徑20種ナル凹面鏡ノ前方15種ノ所ニ物體 $A A'$ ヲ鏡軸ニ直角ニ置キ、更ニソレヨリ5種距リテ平面鏡 $M N$ ヲ鏡軸ニ 45° ノ角ヲナシテ置ケバ、像ハ何處ニ如何ナル大サニ生ズルカ。

解 光ハ圖185ノ如ク CC' ニ實像ヲ生ズ、今若シ平面鏡ナシトセバ像 BB' ノ生ズベキ位置ハ凹面鏡ヨリ次式ノ b ナル距離ニ生ズベキナリ。

$$\frac{1}{15} + \frac{1}{b} = \frac{2}{20} \therefore b = 30$$
 種

而シテ凹面鏡ト平面鏡トノ距離ハ $15 + 5 = 20$ 種。

故ニ像 CC' ト平面鏡上ノ O 點トノ距離ハ

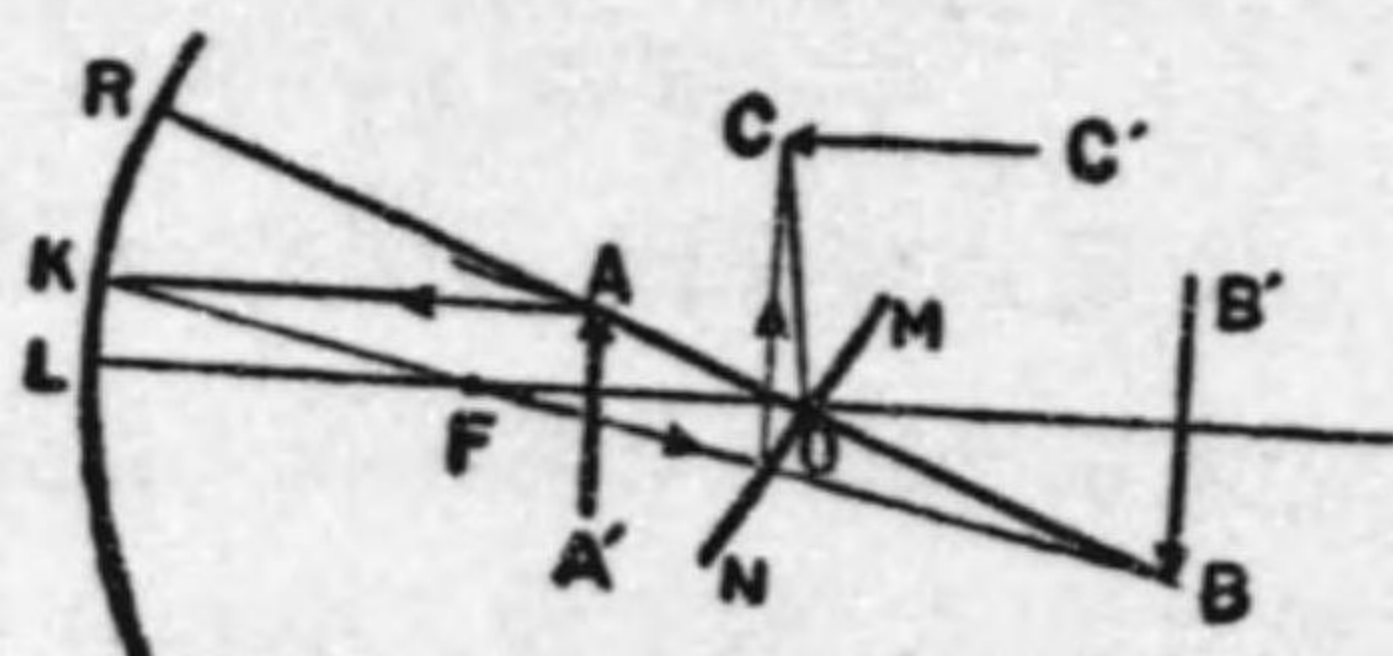


圖 185

$$30 - 20 = 10$$
 種。

而シテ $BB' = CC'$ ナル故次ノ比例式ヲ得。

$$AA' : CC' = 15 : 30 = 1 : 2$$

故ニ像ハ物體ノ2倍ノ大ナリ。

[9] 凸面鏡。球面ノ凹部ヲ反射面トセル鏡ヲ凸面鏡ト云フ。

圖186ノ如ク O ヲ球面ノ中心トシ LC ヲ反射面トセル凸面鏡ノ鏡軸

上ノ一點ニ光點 A ガアルト此 A カラ出テ鏡ノ任意ノ一點 P ニ入射スル光線 AP ハ入射角 $\angle APN$ ト等シキ角ヲナス $\angle NPE$ ノ方向ニ反射ス、斯ク凸面鏡ニ入射スル光ハ反射ノ後發散スルガ之レヲ逆ニ延長

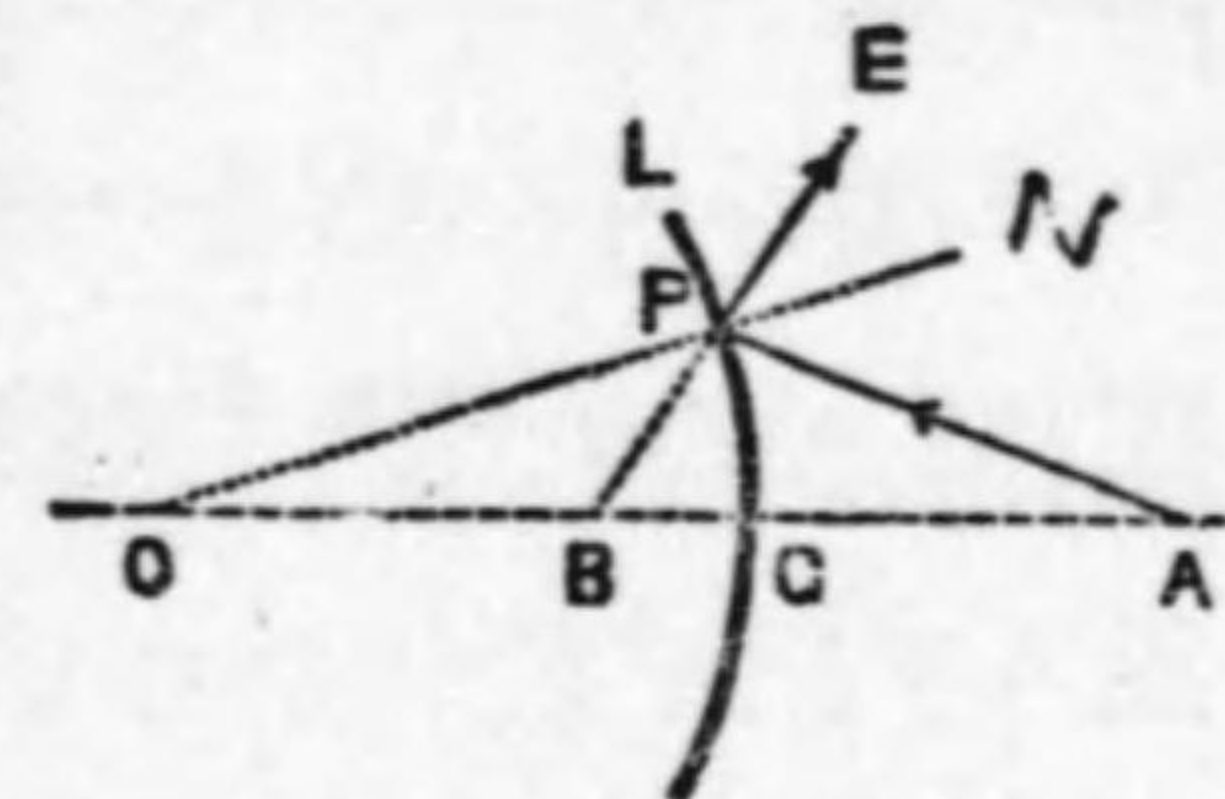


圖 186

スレバ鏡軸上ノ一點 B ヲ通過ス即チ B ハ A ノ共軛點ナルヲ知ル、故ニ光點ハ恰モ鏡ノ後方 B ニアル如ク見ユ、即チ B ハ A ノ虚像デアル此場合ニ鏡ト光點トノ距離 AC ヲ a トシ、鏡ト像トノ距離ヲ b 、鏡ノ球面ノ半徑ヲ r トスレバ凹面鏡ニ於ケル同様ニ次ノ關係式ヲ得ベシ

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{r} \quad \text{或} \quad \frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$$

圖187ノ如クーツノ光線 SP ガ軸ニ平行ニ鏡面 P ニ入射シタリト

セバ P 點ニ於テ反射シ PE ノ方向ヲ取ル、此反射光線ハ OC ノ二等點 F ヨリ發シタルニ同ジ此ノ F ヲ虚焦點ト云フ。

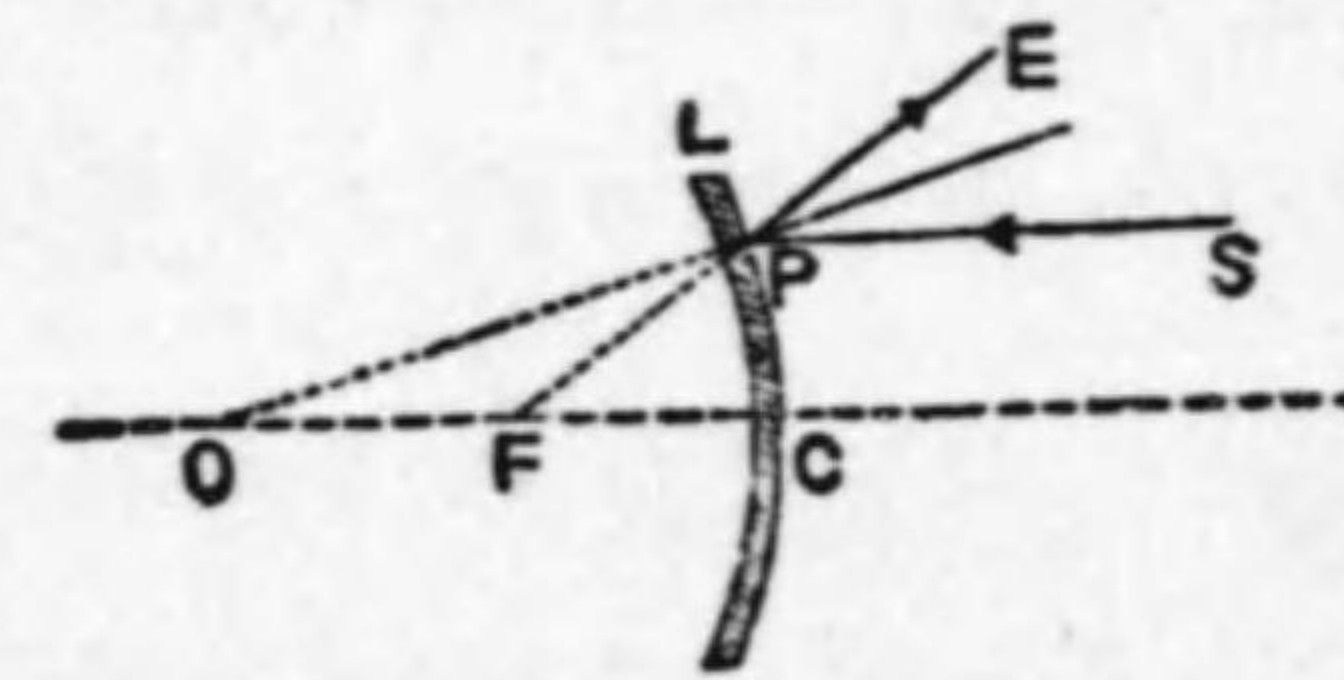


圖 187

凸面鏡ノ前ニ物體ヲ置ケバ其像ハ凹面積ノ場合ト同様ニ作用シテ求メラル而シテ像ハ直立セル虚像ニシテ實物ヨリ小ナリ、凸面鏡ニ於ケル物體ノ大サト像ノ大サトノ關係

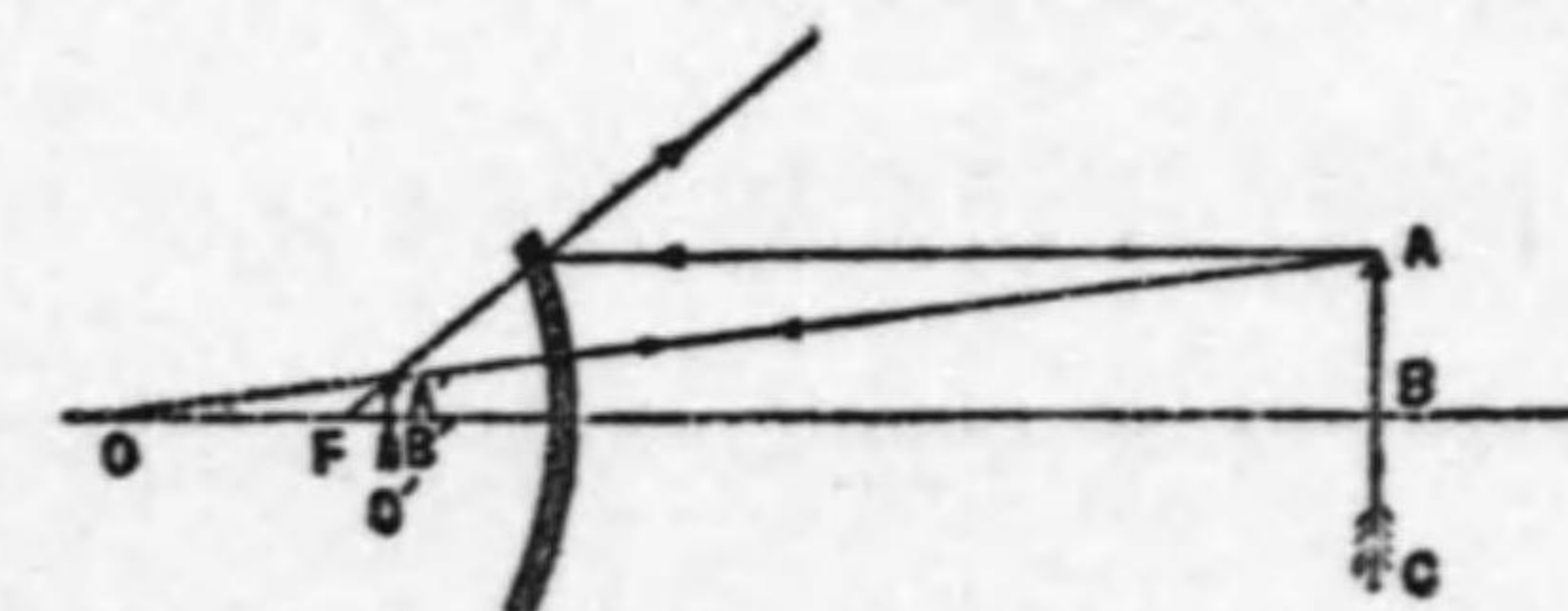


圖 188

ハ凹面鏡ノ場合ト同様ナリ即チ物體ノ大サハ像ノ大サトノ比ハ鏡心ヨリ物體及像ニ至ル距離ノ比ニ等シ即チ

$$\frac{AC}{A'C'} = \frac{a}{b}$$

[10] 鏡ノ球面収差. 以上述ベク如ク鏡ノ開キガ其球面ノ半徑ニ比シテ小サイ時ニハ一點カラ出タ光ハ鏡ニテ反射ノ後ニ殆ンド一點ニ集マル然シ鏡ノ開キガ相當ニ大キイ時ニハ一點ヨリ出テ鏡面カラ反射スル光線ハ一點ニ集ラズ此現象ヲ鏡ノ球面収差ト云フ

圖189ニ於テCP'''ヲ鏡面,Oヲ其中心,Aヲ光源トスレバ鏡軸上ノ一點Aヲ出テ鏡ノ中心Cニ近ク

入射スル光線AP'ハ反射ノ後S'ニ集マルガP''ニ近イ點カラ反射スル光線ハS''ニ集マリP'''ニ近イ點カラ反射スル光線ハS'''ニ集マルコトニナルナラ、鏡ノ種々ノ部分カラ反射シタ光源ハr'S'S'''rナル曲線ヲ鏡軸ノ周

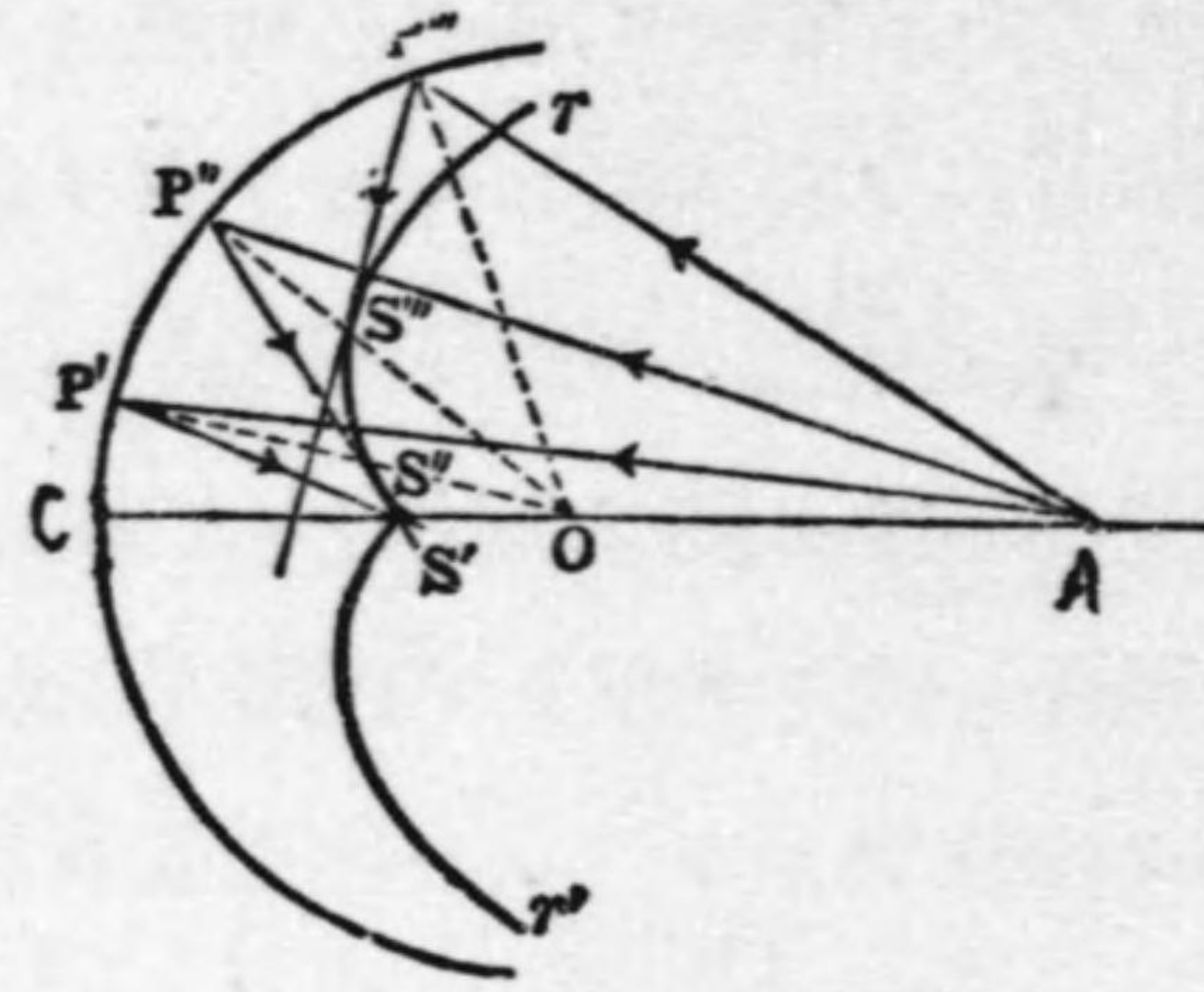


圖 189

リニ廻轉シテ生ズル表面ニ集マルコトニナルノデ此ノ表面ハ他ノ部分ヨリモ強ク輝イテ見エル此面ヲ焦面ト云フ茶碗ニ入レタ牛乳ノ表面ニ現レル輝イタ曲線ハ茶碗ノ内面ヨリ反射スル光ノ生ズル焦面ト、液面トノ交リデアル.

同様ニ平行光線ガ開キノ小ナラザル鏡デ反射スルトキニモ焦面ヲ生ズ、而シ鏡面ガ球面デナク其切口ガ圖190ノ如ク拋物線デアル拋物鏡デ

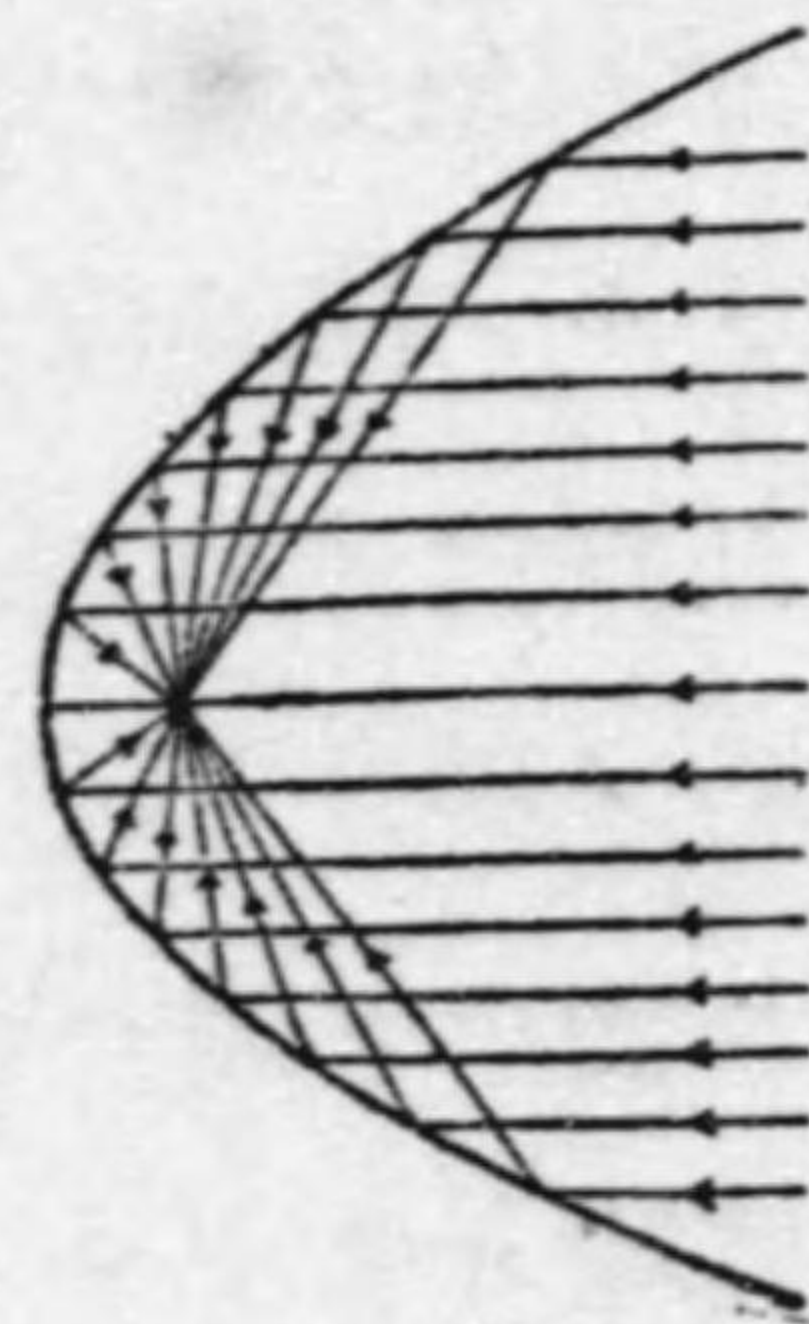


圖 190

アレバ拋物線ノ幾何學の性質カラ其軸ニ平行ニ來ル光線ハ反射ノ後皆拋物線ノ焦點ト稱スル一點ニ集マル. 又逆ニ光源ヲ此焦點ニ置ケバ反射光線ハ平行光線トシテ進行スル故ニ遠方ニ進ムモ其強サヲ減ゼズ、從テ軍艦、砲臺等ヨリ遠方ヲ照スニハ必ズ此種ノ反射鏡ヲ用ヒテ光源ヲ其焦點ニ置ク、又反射天體望遠鏡ニモ拋物鏡ヲ用ヒ天體カラ來ル平行光線ニヨツテ焦點ノ近クニ天體ノ像ヲ作ラシム.

問 半徑20種ノ凸面鏡ノ前面30種ノ所ニ6種ノ物體ヲ鏡ニ平行ニ置ケバ像ノ大キサ何程ナルカ.

解 像ノ位置ヲ鏡ヨリbトスレバ

$$-\frac{1}{30} + \frac{1}{b} = -\frac{2}{20} \therefore b = 7.5 \text{種}$$

$$\text{像ノ大サハ } 20 : 7.5 = b : l \therefore l = 2.25 \text{種}$$

第三章 光ノ屈折

[1] 光ノ屈折ノ法則. 暗室内デ小孔ヨリ日光ヲ導キ水ヲ盛りタル硝子器ノ水面ニ斜ニ其日光ヲ入射スレバ光ノ一部ハ水面ヨリ反射シ殘部ハ其方向ヲ變ジテ水中ニ入ルスノ如ク光ガ甲媒質ヨリ乙媒質ニ入ルトキ其境界面ニ於テ其方向ヲ變ズル現象ヲ光ノ屈折ト云ヒ, 方向ヲ變ジタル乙媒質内ニアル光線ヲ屈折光線ト云フ. 此ノ屈折光線ト入射點ニ於テコノ境界面ニ立テタ垂線トノ間ノ角ヲ屈折角ト云フ.

圖191ニ於テEFヲ二ツノ媒質ノ境界面, ABヲ入射角トスレバBCハ屈折角ニシテ入射點Bニ垂線NN'ヲ立ツレバ角ABNハ入射角デ角CBN'ハ屈折角ナリ.

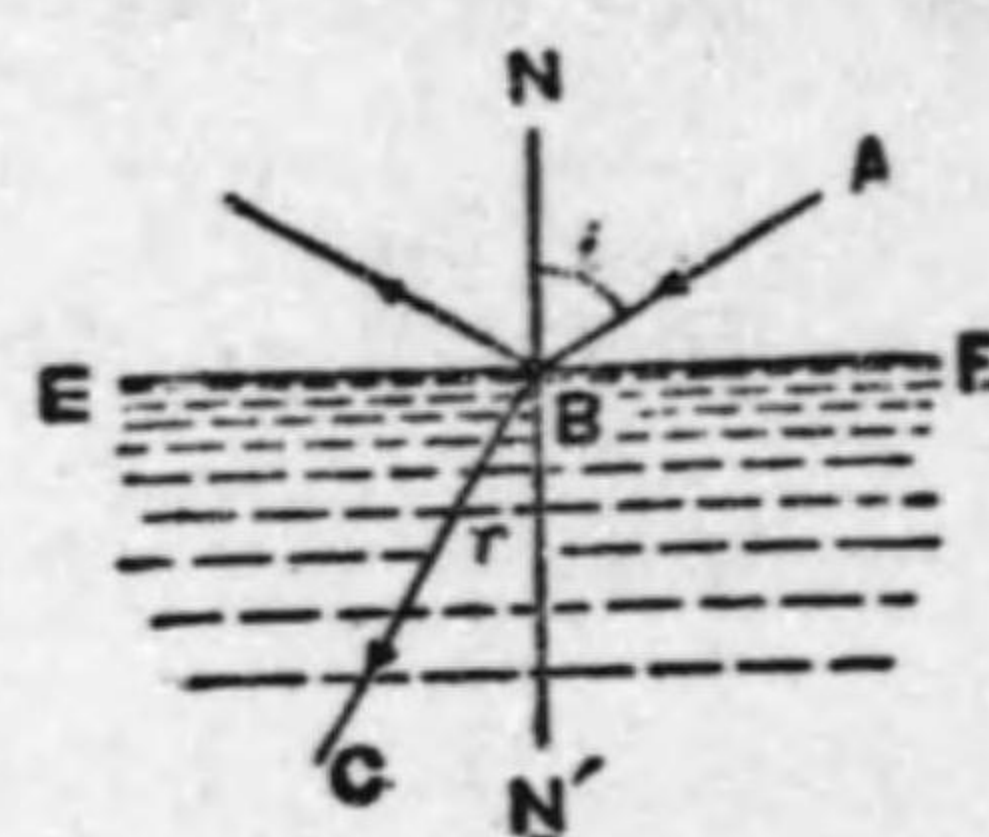


圖 191

實驗ニヨレバ次ノ屈折ノ法則アリ.

1. 入射光線ト屈折光線トハ入射點ニ立テタル垂線ト同一平面内ニアリテ且ツ垂線ノ兩側ニアリ.

2. 入射點Oヲ中心トシテ描イタ任意ノ圓ニ入射光線ガ交ル點Bト屈折光線ガ交ル點Aトヨリ夫々境界面ノ垂線ニ立テ

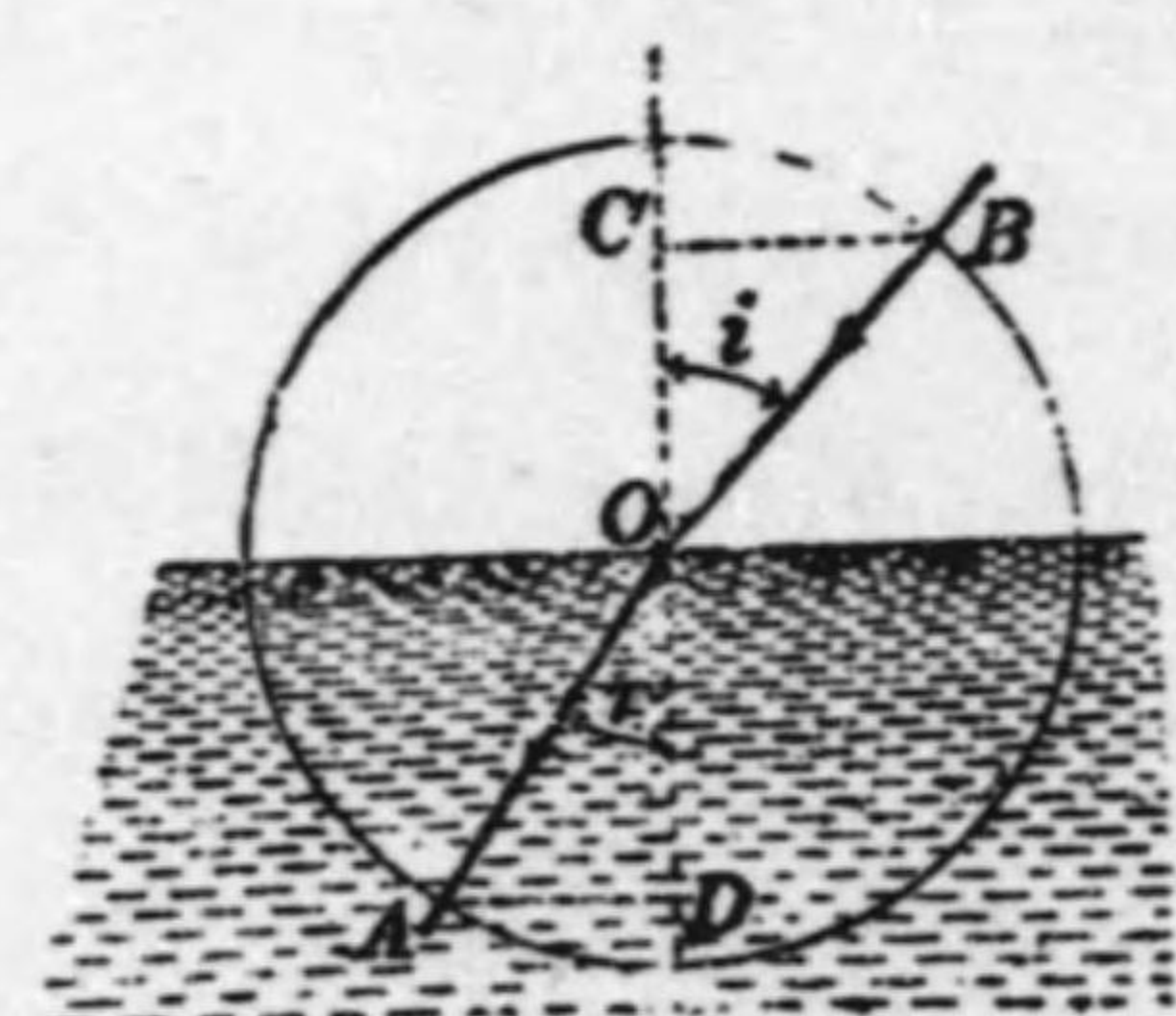


圖 192

タ垂線BCトADトノ比 $\frac{BC}{AD}$ ハ一定ナリ. 或ハ入射角ノ正弦ト屈折角ノ正弦トノ比ハ入射角ノ大小ニ關セズ常ニ一定ノ値ヲ有ス.

今入射角ヲi, 屈折角ヲrトシ其正弦ノ比ヲnトスレバ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \text{ 或 } \frac{BC}{AD} = n. \text{ (圖194)}$$

此nヲ光ガ甲媒質カラ乙媒質ニ入ルトキノ屈折率ト云ヒ, 特ニ甲ガ真空ナルトキノnヲ單ニ乙媒質ノ屈折率ト云フ. 真空ニ對スル空氣ノ屈折率ハ氣温0°C, 一氣壓ノ標準狀態ニ於テ $n=1.000293$ デ或媒質ノ真空ニ對スル屈折率モ空氣ニ對スル屈折率モ大差ナキ故普通屈折率ト云フノハ其物質ノ空氣ニ對スル屈折率ノコトナリ. 例ヘバ水ノ屈折率 $\frac{4}{3}$, 硝子ノ屈折率 $\frac{3}{2}$ ト云フハ光ガ空氣ヨリ, 水及ビ硝子ニ入ルトキ即チ水及硝子ノ空氣ニ對スル屈折率ノコトナリ.

		空氣ニ對スル屈折率
水		1.33
酒	精	1.33
硝	{クラウン	1.46-1.52
	{フリント	1.54-1.96
ニトロベンゼン		1.55
二硫化炭素		1.63
金剛石		2.42

屈折率nガ1ヨリ大ナルトキハ乙媒質ハ甲媒質ヨリ光學的ニ密ナリト云ヒ, nガ1ヨリ小ナルトキハ乙ハ甲ヨリ光學的

ニ疎ナリト云フ. 光ガ空氣ヨリ水ニ入ルトキノ如ク第一ノ透明體ガ第二ノ透明體ヨリ光學的ニ疎ナルトキハ屈折光線ハ投射光線ヨリモ垂線ニ近ヅキテ屈折シ之ニ反シテ光ガ水ヨリ空氣ニ入ルトキノ如ク第一ノ透明體ガ第二ノ透明體ヨリモ光學的ニ密ナルトキハ屈折光線ハ入射光線ヨリモ垂線ニ遠ガリテ屈折ス. 茲ニ注意スベキハ物質ガ光學的ニ密ナリトハ屈折率ノ大ナルコトニシテ必ズシモ其密度ノ大ナルコトヲ意味セザルコトナリ, 例ヘバ酒精ハ水ヨリモ光學的ニ密ナレドモ其密度ハ小ナルヲ知ル.

今EFヲ二ツノ媒質ノ境界面トシ, ABヲ入射光線BCヲ屈折光線トス. BCノ方向ニ直角ニ小ナル平面鏡ヲ置ケバ屈折光線BCハ此

鏡=垂直=入射スル故其反射光線モ亦此鏡
 =垂直ナCBノ方向=進ミB點デ角rデ入射
 シBAノ方向=屈折ス、即チ光ハ同ジ経路ヲ
 逆行ス。第一ノ媒質カラ第二ノ媒質ヘ光ガ
 入ルトキノ入射角ガ*i*、屈折角ガ*r*ナラバ其
 ノ屈折率 n_1, n_2 ハ次ノ如シ

$${}_1n_2 = \frac{\sin i}{\sin r}$$

若シ第二ノ媒質カラCBノ方向=光ガ此境界面ヘ入射スレバ逆
 行ノ理=ヨリ屈折光線ハBAノ方向ヲ取ル、從テ入射角ガ*r*、屈折角
 ガ*i*トナル故第二ノ媒質カラ第一ノ媒質=入ルトキノ屈折率 n_2, n_1 ハ
 次ノ如シ。

$${}_2n_1 = \frac{\sin r}{\sin i} \therefore {}_1n_2 = \frac{1}{{}_2n_1}$$

即チ乙媒質=對スル甲媒質ノ屈折率ハ甲媒質=對スル乙媒質ノ
 屈折率ノ逆數ナリ。

例ヘバ水ノ空氣=對スル屈折率ハ $\frac{4}{3}$ ナル故、空氣ノ水=對スル
 屈折率ハ $\frac{3}{4}=0.75$ ナリ。

硝子ノ如キ透面體ノ兩面ガ平行ナ板
 =光ガ空氣中カラABノ方向=第一面
 =入射シBCノ方向=屈折シテC點デ
 第二面=入射シCDノ方向=再ビ空氣
 中=屈折シテ出タトセバ圖194ノ如ク
 第一面=於ケル入射角*i*、屈折角ヲ*r*ト
 セバ第一及第二ノ面ハ互ニ平行ナル故

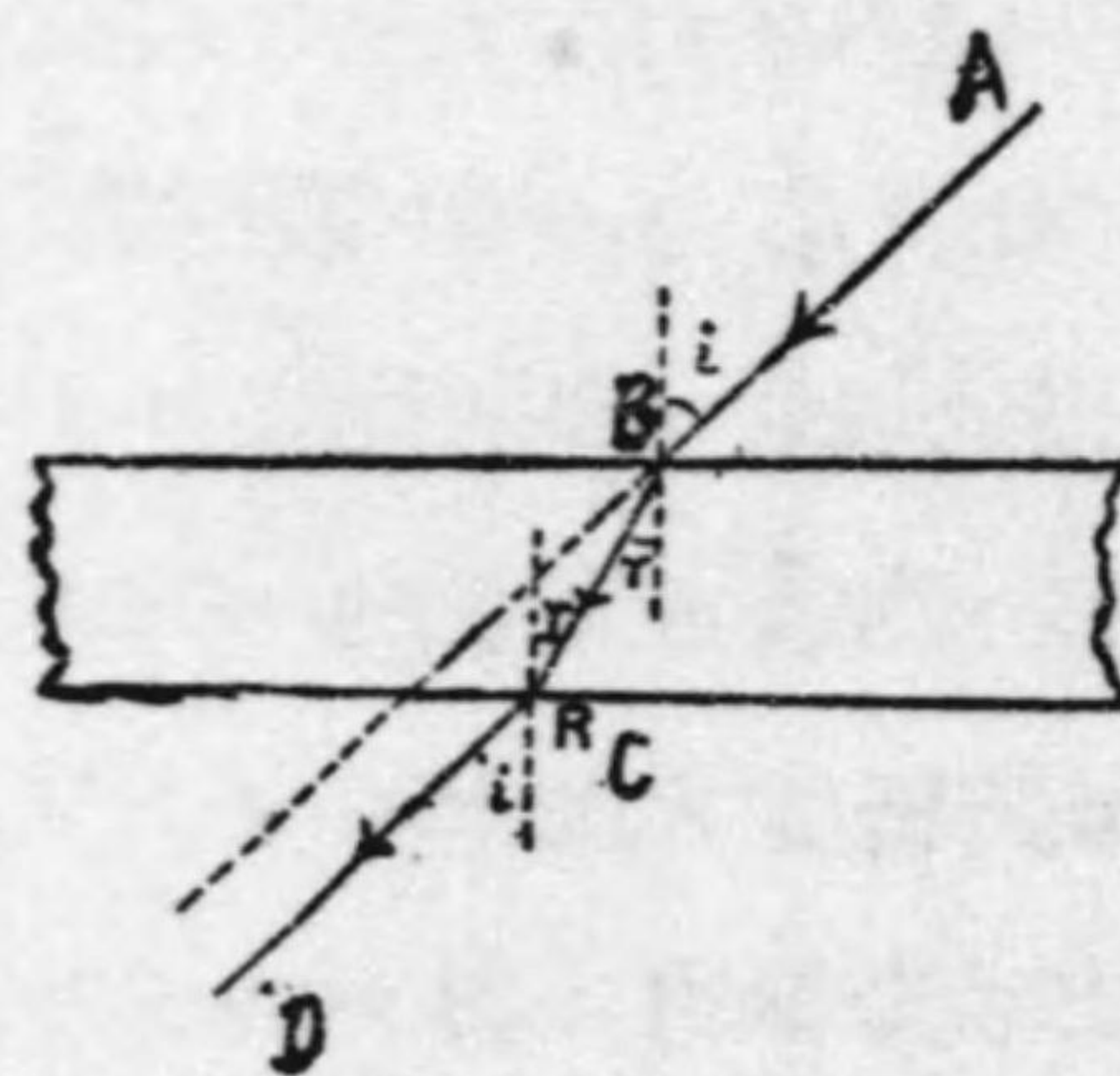


圖 194

第二面=於ケル入射角ハ*r*デアル。且ツ空氣=對スル硝子ノ屈折

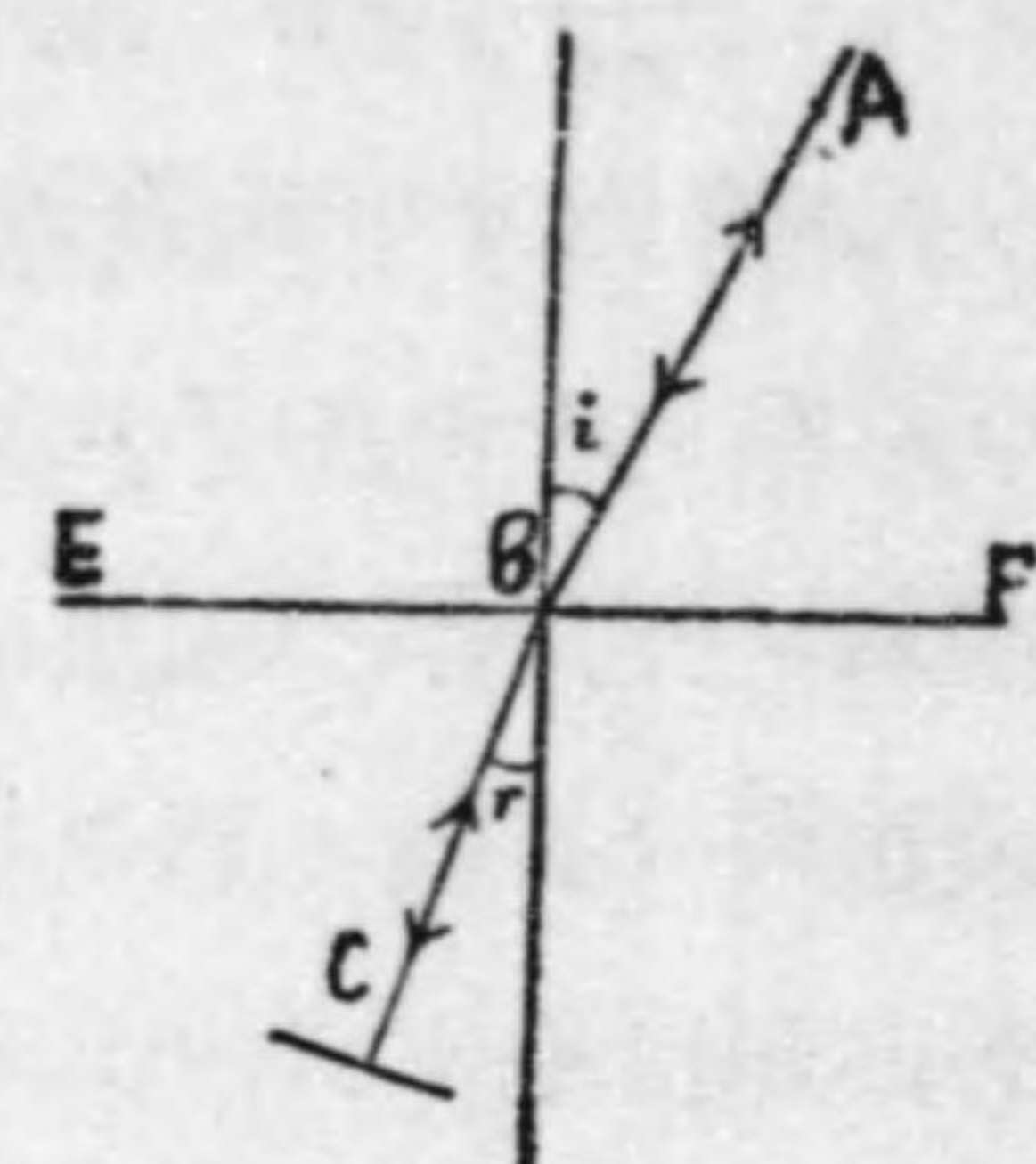


圖 193

率ハ、硝子=對スル空氣ノ屈折率ノ逆數ナル故此第二面カラ空氣
 中=出ルトキノ屈折角ハ*i*ナラザルベカラズ即チABトCDトハ平
 行ナリ。即チ兩面平行ナル透明體ヲ光ヲ通セバ入射光線ト此透明
 體ヲ通ツテ出ル光線トハ互ニ平行ス。又平行ノ面ヲ有スル異ナル
 物質ノ二枚ノ板ヲ互ニ密着シ之レ=光ヲ入射セシムモ此等ノ板ヲ
 通ツタ後ノ光ノ方向ハ入射光線ノ方向ト平行ス。

問 水中ノ光源ヨリ發スル光ガ 20° ノ入射角ニテ水面ニ當リ、 34° ノ屈折角
 ニテ空氣中ニ出タトセバ空氣=對スル水ノ屈折率幾何

解 求ムル屈折率ヲ*n*トセバ

$$n = \frac{\sin 34^\circ}{\sin 20^\circ} = \frac{0.5592}{0.3420} = 1.94 \text{ (答)}$$

[2] 屈折ニヨツテ生ズル像. 茶碗ノ

底=銅貨ヲ入レテ縁=隠レテ見エザル様
 =ナシ置キ然ル後水ヲ注ゲバ銅貨ハ浮キ
 上リテ見ユル=至ル、又水ヲ盛りタル茶



圖 195

碗=箸ヲ斜ニ入ルレバ水
 面ニテ折レテ見エ河ノ水
 底ヲ窺ヘバ眞ノ深サヨリ
 淺ク見エ、總テ此等ハ光
 線ガ水面ヲ出ル時屈折ス
 ル爲メ=生ズル現象ナリ

圖196ノ如ク水平面ヲ
 境界面トシ水ト空氣トガ
 相接シ水中=光點Lガア
 ル時Lヨリ出ル光ハLA

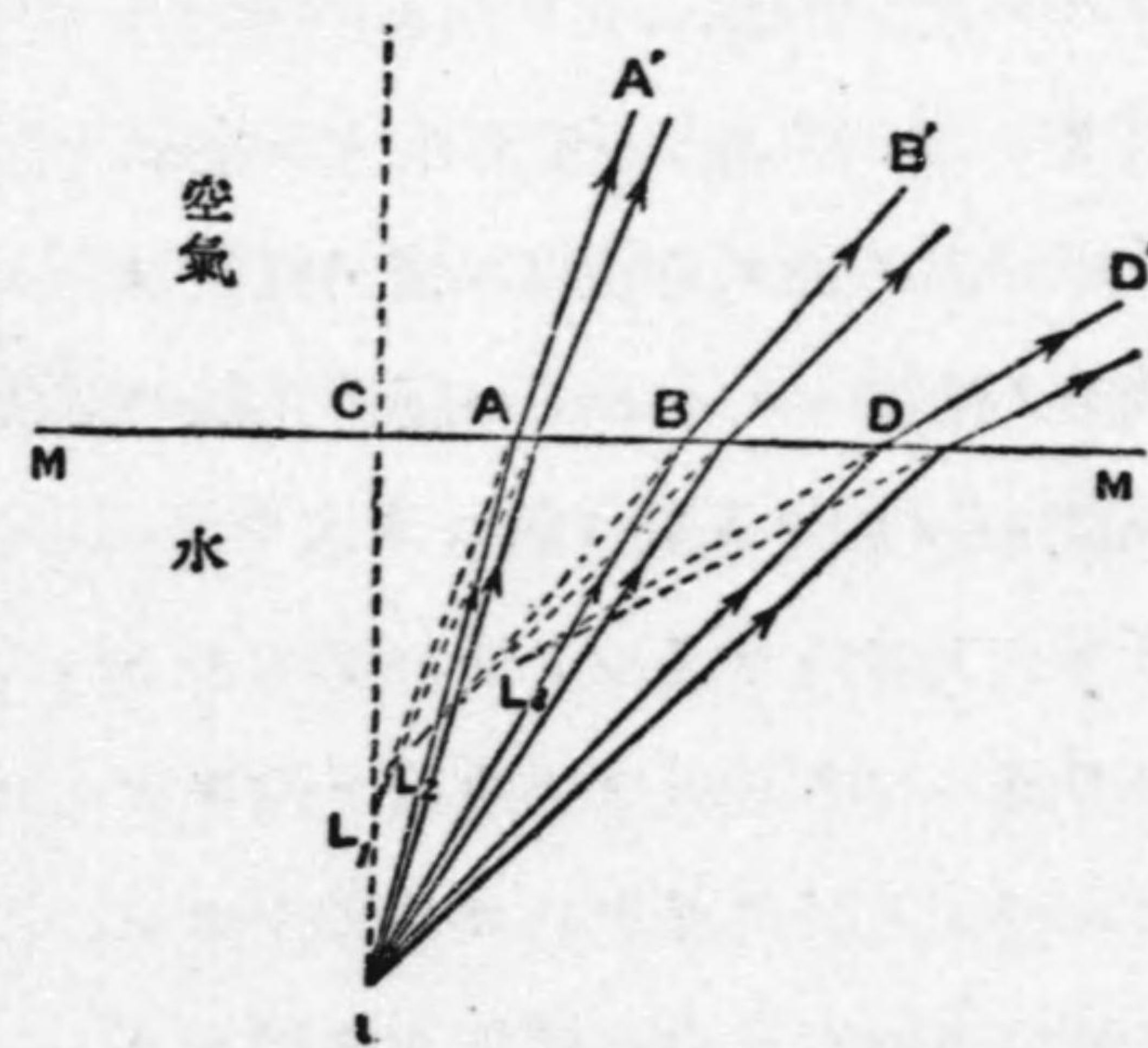


圖 196

A'ノ路ヲ取り空氣中へ屈折シテ出ヅ、今CLヲLヲ通ル鉛直線トシ、AヲC=極メテ近イ點トス。屈折光線AA'ヲ逆=延長シテCLトノ交點ヲL₁トセバL₁ハ眼ヲLノ眞上=置イテ見ル時ノLノ虚像ノ位置ナリ。而シテ水ノ屈折率ハ約 $\frac{4}{3}$ =等シキ故

$$n = \frac{3}{4} = \frac{\sin i}{\sin r} \frac{AC \div AL_1}{AC \div AL} = \frac{AL}{AL_1}$$

AハC=極メテ近キ故AL₁Cハ非常=小ナリ從ツテAL=CL, AL₁=CL₁ト見得

$$\therefore \frac{4}{3} = \frac{CL}{CL_1} \therefore CL_1 = \frac{3}{4} CL$$

即チ見掛ケノ深サハ眞ノ深サノ $\frac{3}{4}$ =等シ。

次=棒ANノ一部MNヲ斜=水中=入ルレバ前ト同理=ヨリ棒ノ下端Nハ少シ上部=浮キ上リN'ノ位置=見え其他ノ水中=アル部分モ少シク浮キ上リテ上部=見えル故棒ノ一部MNハ恰モMN'=アル如ク見え、從ツテ棒ハ圖197ノ如ク水面=テ折レテ見え。

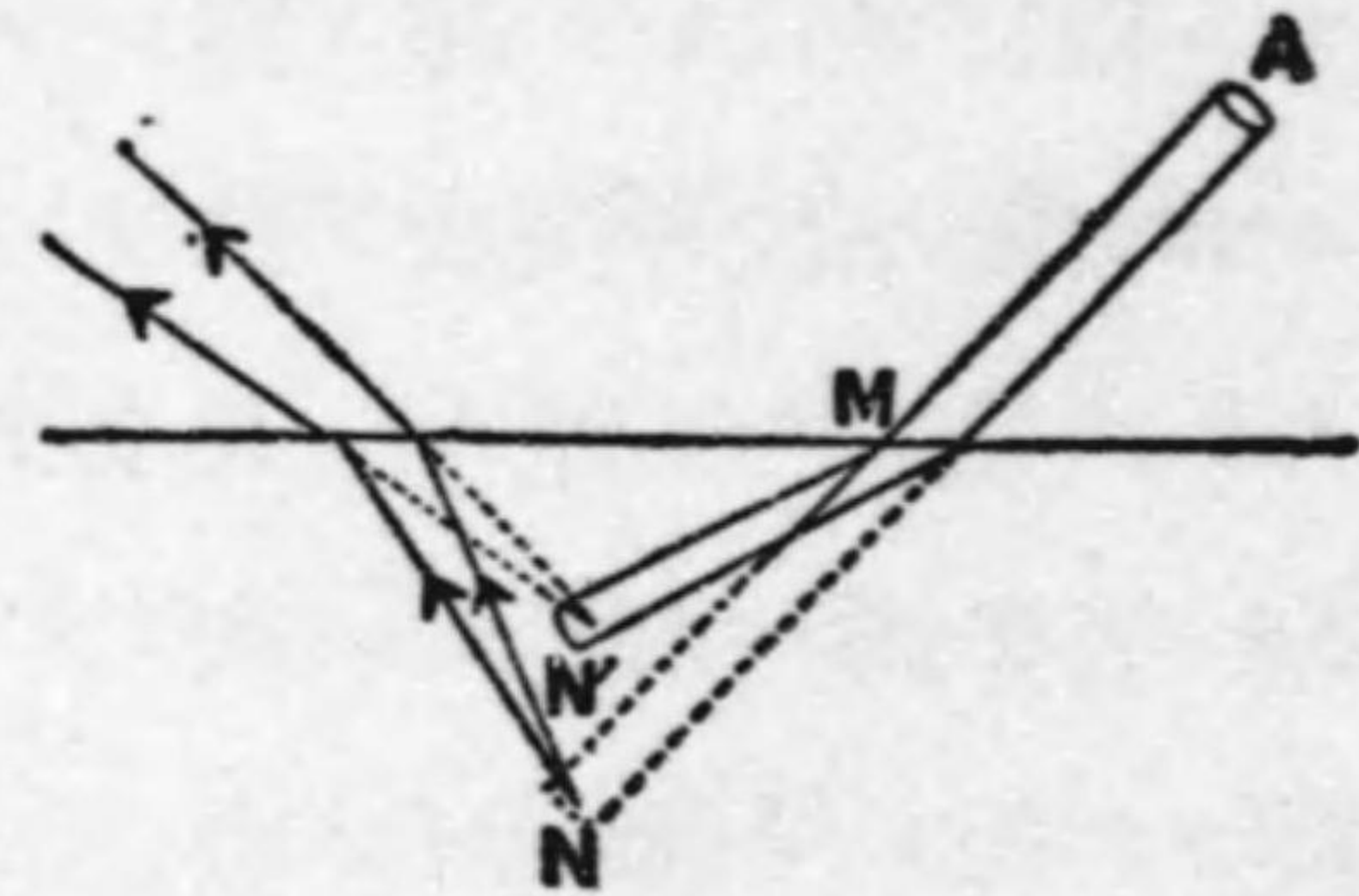


圖 197

[3] 全反射. 光ガ水カラ空氣=入ル時ノ如ク光學的=密ノ媒質ヨ

リ疎ノ媒質=入ルトキハ屈折光線ハ垂線=遠ザカル故=屈折角 r

ハ圖198ノ如ク入射 i 角ヨリ大ナリ。從ツテ入射角ガ或ル大サ=達スルト屈折角ハ 90° = ナツテ水面=沿フテ進ム更=入射角ガ之レヨリ大トナレバ最早光ハ空氣中=屈折シテ出ルコト能ハズ全部水中=反射ス、此ノ現

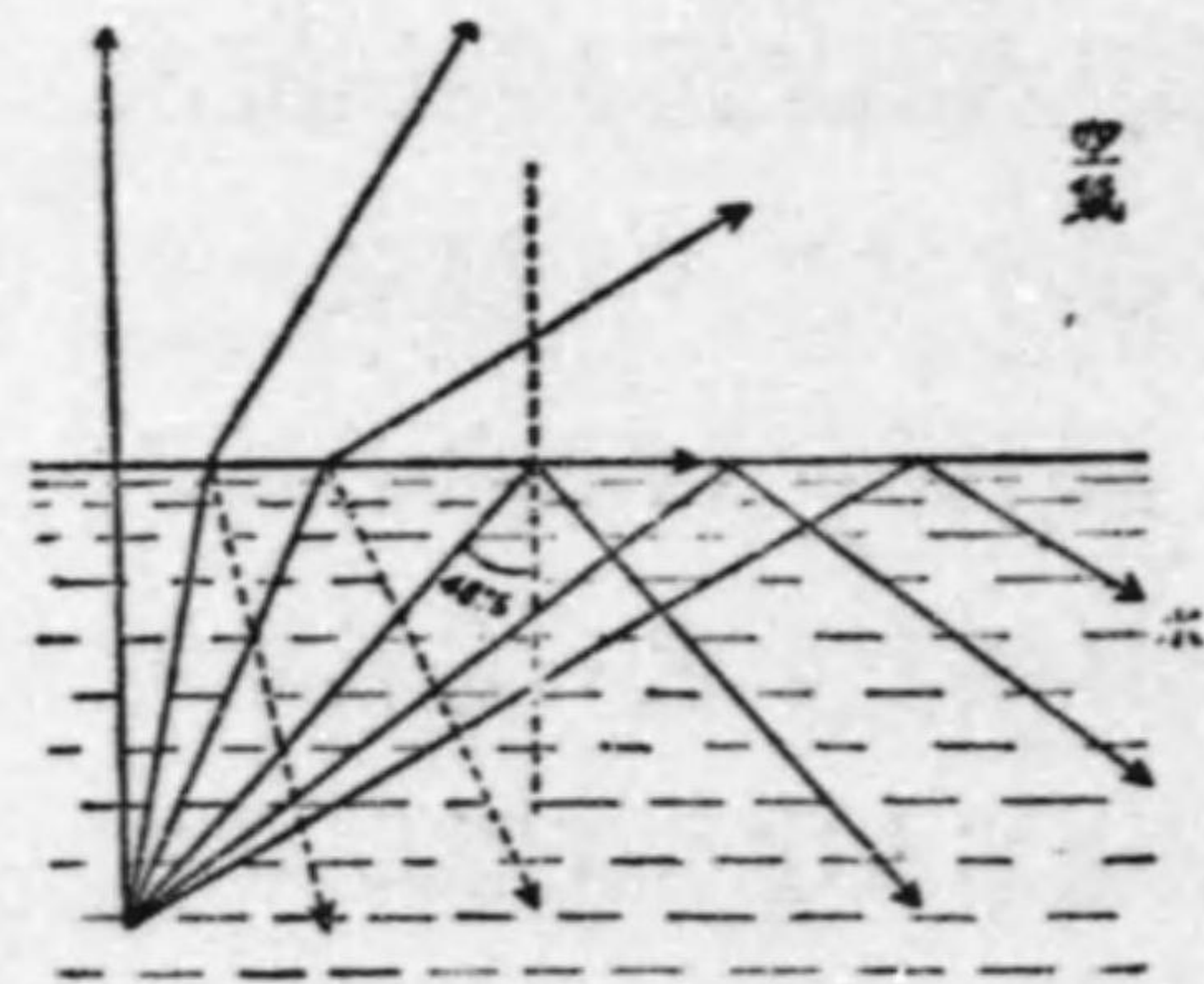


圖 198

象ヲ光ノ全反射ト云ヒ、屈折角ガ90° = 達シタ時ノ入射角ヲ臨界角ト云フ。水ノ空氣=對スル屈折率ハ $\frac{4}{3}$ ナル故水カラ空氣へ光ガ屈折シテ出ル時ノ屈折率ハ此ノ逆數=等シ、今光ガ水ヨリ空氣=屈折スルトキノ臨界角ヲ i トスレバ

$$\frac{3}{4} = \frac{\sin i}{\sin 90^\circ} = \sin i$$

此關係ヲ有スル i ノ値ハ i = 48°30' ナリ。

一般=或物質ヨリ空氣中=出ルトキノ臨界角ヲ i トスレバ屈折角ハ90°デ此物質ノ屈折率ヲ n トスレバ光ガ此物質ヨリ空氣中=出ルトキノ屈折率ハ $\frac{1}{n}$ デ故=

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i}{\sin 90^\circ} = \sin i$$

從テ屈折率 n = 1.5 ナルクラウン硝子ノ臨界角ハ約42°デ屈折率 n = 2.4 ナル金剛石ノ臨界角ハ約23°45' デアル。

入射角ガ臨界角ヨリ小ナル光ノ一部ハ屈折シテ空氣中=出デ、一部ハ反射シテ水中=歸レドモ、臨界角以上ノ角デ境界面=入射シタル光ハ全反射ヲナシ少シモ空氣中=出デズ、即チ水面ハ48.5°以上ノ角デ入射セル光線=對シテハ恰モ平面鏡ノ如キ作用ヲナス中空ノ試験管ヲ斜=水中=挿入シテ上方ヨリ見レバ銀色=輝キテ見えルハ光ガ水ヨリ管内ノ空氣中へ入ル時全反射ヲナスニヨル、然ル=管内=水ヲ入ルレバ此現象止ム。又金剛石ノ良ク輝クハ其臨界角小=シテ入射光線ノ大部分ヲ全反射スルニヨル、光ガ水ヨリ空氣へ入ルトキノ臨界角ハ 48.5° ナル故潜水夫ハ眼ヲ頂點トシテ半頂角48.5°ノ圓錐中=アル水上ノ全光景ヲ見ルコトヲ得。

問 [1] 臨界角ガ45°ナル物質ノ屈折率ヲ求メヨ。

解 $\frac{1}{n} = \frac{\sin i}{\sin r} = \sin i$ = 於テ r = 90°, i = 45°トスレバ

$$n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} = 1.41 \text{ (答)}$$

問 [2] 角Aが30°ナル硝子製ノプリズムABCノAB邊ニ垂直ニ光ヲアツメルトキAC邊ヲ出ル光線ハ入射光線ト30°ノ角ヲナス, コノ硝子ノ屈折率ヲ求メヨ.

解 圖199ニ於テ入射光線ハAB邊ニ垂直ナル故ニ屈折スルコトナクプリズム内ニ直進スル, 從テAC面ヘノ入射角ハ30°テ又AC面ヲ出ル屈折角[QMN]=[QMP]+[PMN]=60°ナルコト明ナリ.

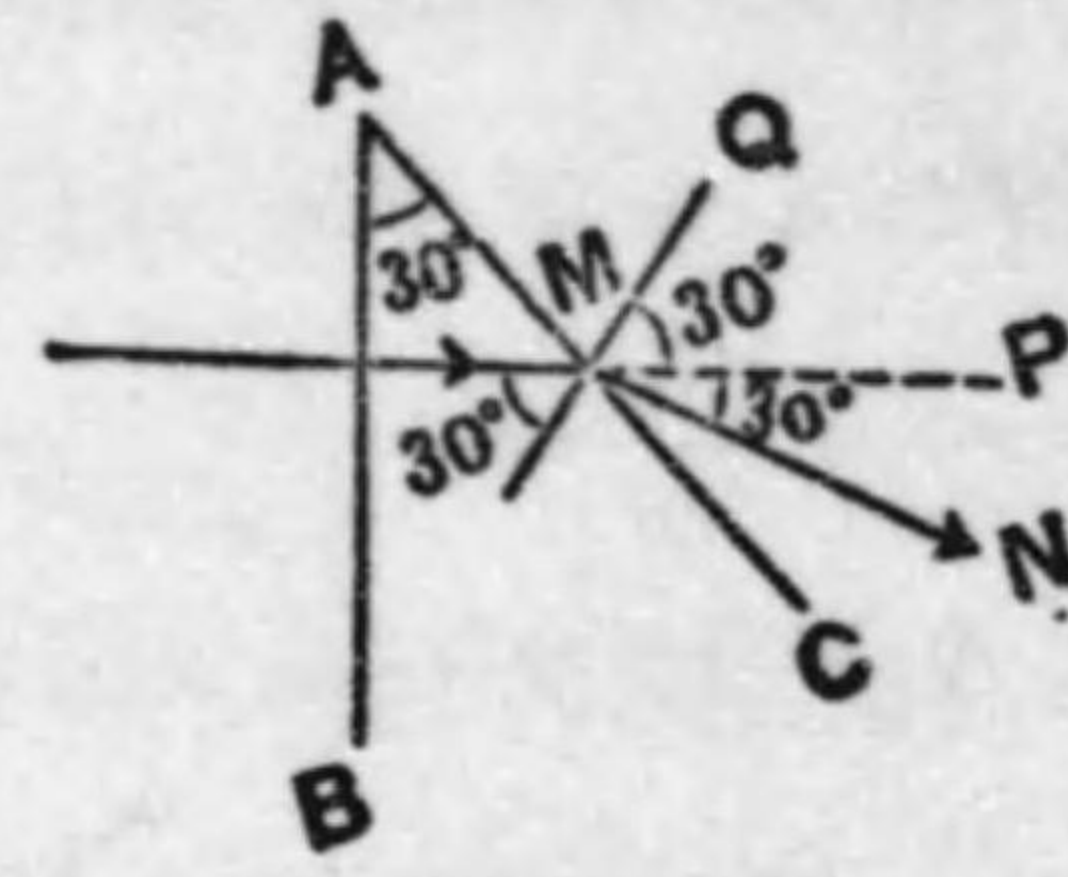


圖 199

$$\therefore n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} = 1.732 \text{ (答)}$$

問 深サ10種ノ水中ニ置カレタ光源ヨリ水面上ニ出ル光ノ範圍ハ水面上ニ於テ幾何ノ半徑ノ圓トナルカ. 但シ水ノ屈折率ハ $\frac{4}{3}$ トス.

解 Sヲ光源SO=10種. AO=BO=rヲ求ムル半徑トセバ[OSA]=[OSB]ハ臨界面ニ等シ

$$\therefore \sin [OSA] = \frac{4}{3}$$

$$\sin [OSA] = \frac{AO}{AS} = \frac{AO}{\sqrt{OA^2 + OS^2}}$$

$$= \frac{r}{\sqrt{r^2 + 10^2}} = \frac{4}{3} \therefore r = 11.3 \text{ 種 (答)}$$

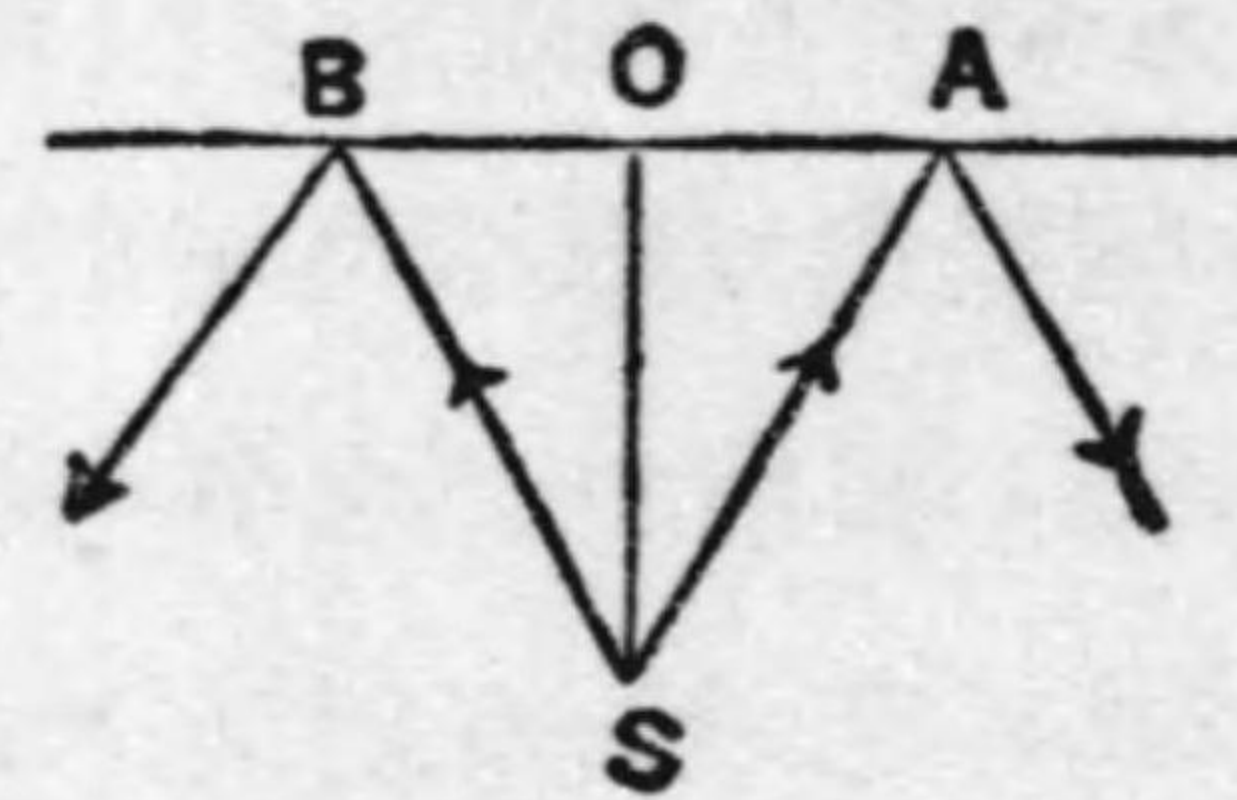


圖 200

[4] 大氣中ノ屈折. 光ガ屈折率ノ大

キナ物體カラ小ナル物質ヘ入射スルト屈折角ハ入射角ヨリ大ナル

故屈折光線ハ其境界面ヘ立テタ垂線ニ遠ザカル故ニ屈折率ノ大ナル透明體ノ層ヲ下ニ置キ順次屈折率ノ小ナル層ヲ重ネ, 其下ノ一點Aニ光源ヲ置クトAカラ出タ光ハ次第ニ大ナル

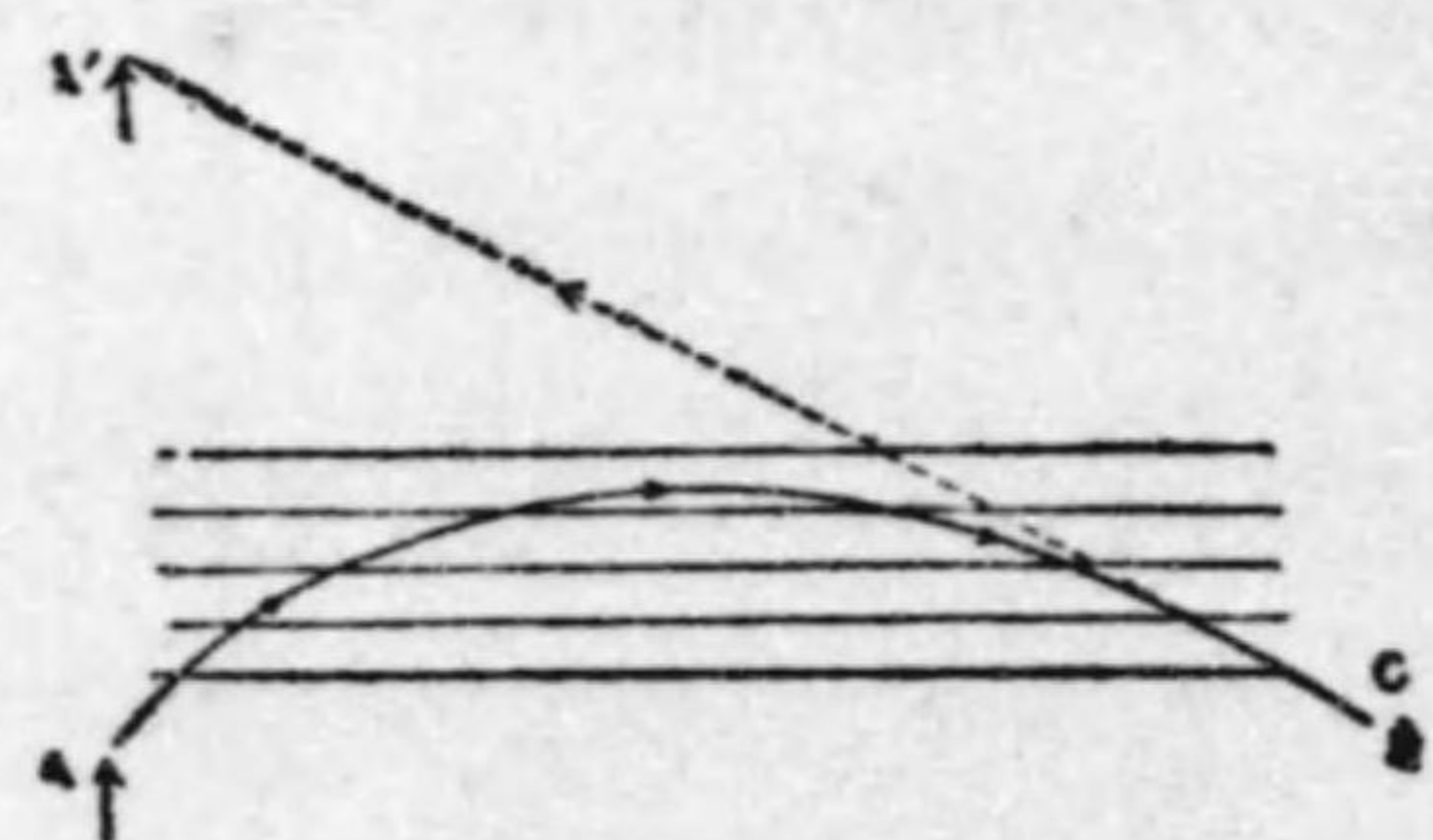


圖 201

屈折角ニテ屈折サルル故遂ニ臨界面ニ達シテ全反射ヲナシ再ビ下方ニ屈折スベキヲ以テ圖201ノC點ヨリ見レバAニアル物體ハ恰モ

A'ニアル如ク見ユ, 若シ屈折率ノ極メテ僅カ異ナル層ガ極メテ薄ク重ミ合ナル場合ナレバ光ノ通路ハ曲線狀ヲナス.

海上ノ靜穩ナ日海面ガ比較的低溫度ニアル爲メ之ニ接スル空氣ハ濃厚ニナル故水面ニ接スル空氣ノ屈折率ハ大キク, 水面ヨリ上ルニ從ヒ空氣ノ密度ハ小ニ, 從テ其屈折率ハ小ナリ光線ハ屈曲シ遠山, 船舶等ガ往々直立或ハ倒立シテ空中ニ現ハル. 例ヘバ遠方ノ物體ノ上下部ヨリ來

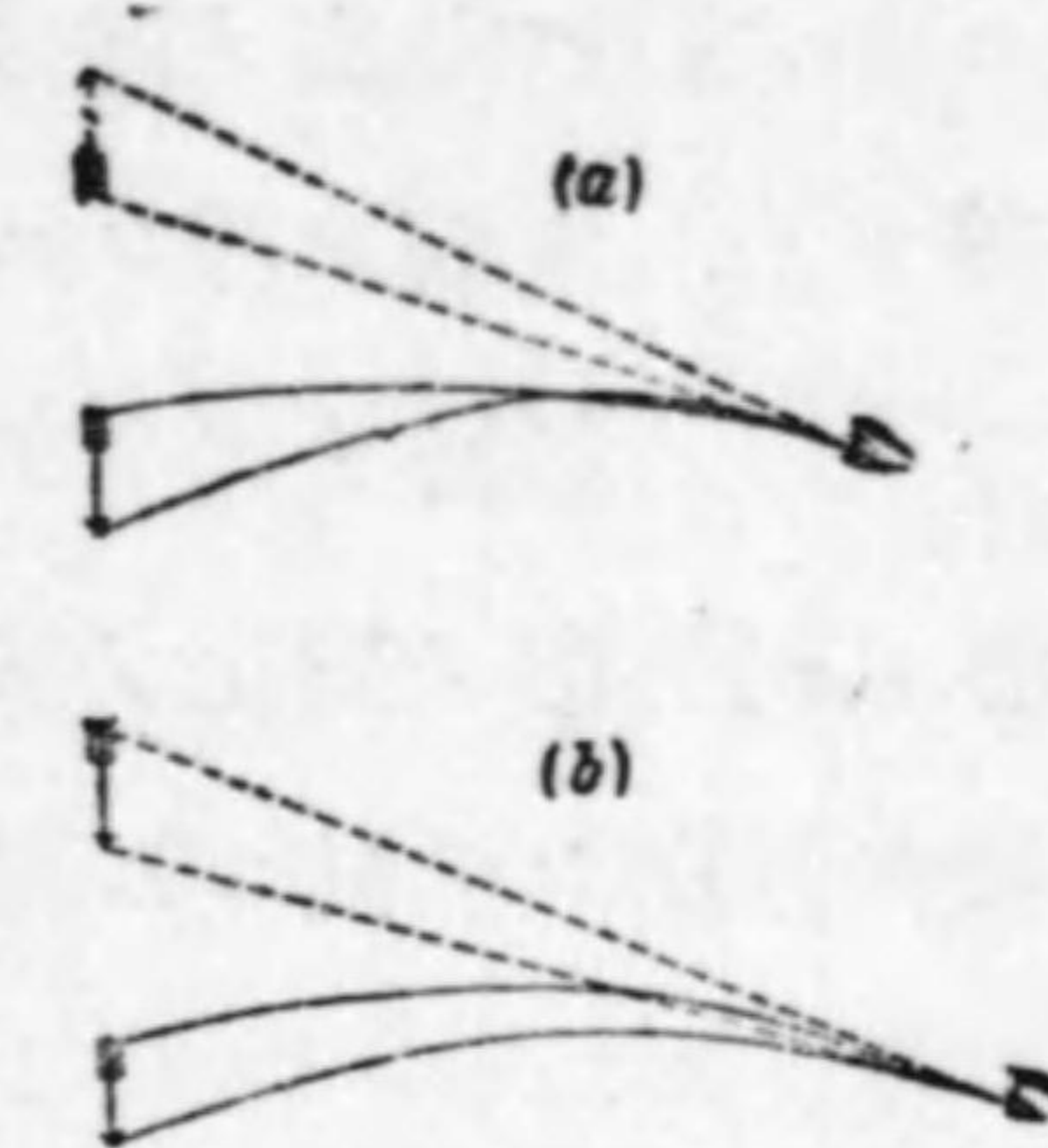


圖 202

ル光線ガ圖202(a)ノ如キ道ヲ經テ眼ニ入レバ物體倒立シテ空中ニ現ハレ又(b)ノ如キ道ヲ經テ眼ニ入レバ物體ハ直立シテ現ハル.

又熱帶地方ノ砂漠デハ晝間ハ地面ヨク熱ヲ輻射スルコト烈シキ爲メ地面ニ接スル空氣ハ稀薄トナリ上層ニ至ルニ從ヒ漸次ニ密トナルコトアリ, 此場合ニハ下層ノ空氣ノ屈折率ハ小デ上層ニ至ルニ從ヒ大トナル, 從テ前ノ場合トハ反對ニ

光ガ屈曲ス. 故ニ空氣ノ密度ノ關係デ物體ハ直立スルカ或ハ倒立シテ少シク下方ニ見ユ, 例ヘバ物體ノ上部ト下部トヨリ出ル光線ガ密度ノ變化ノ小ナル爲メ圖203ノ(a)ノ如キ道ヲ經テ眼ニ入レバ物體ハ直立シテ少シ

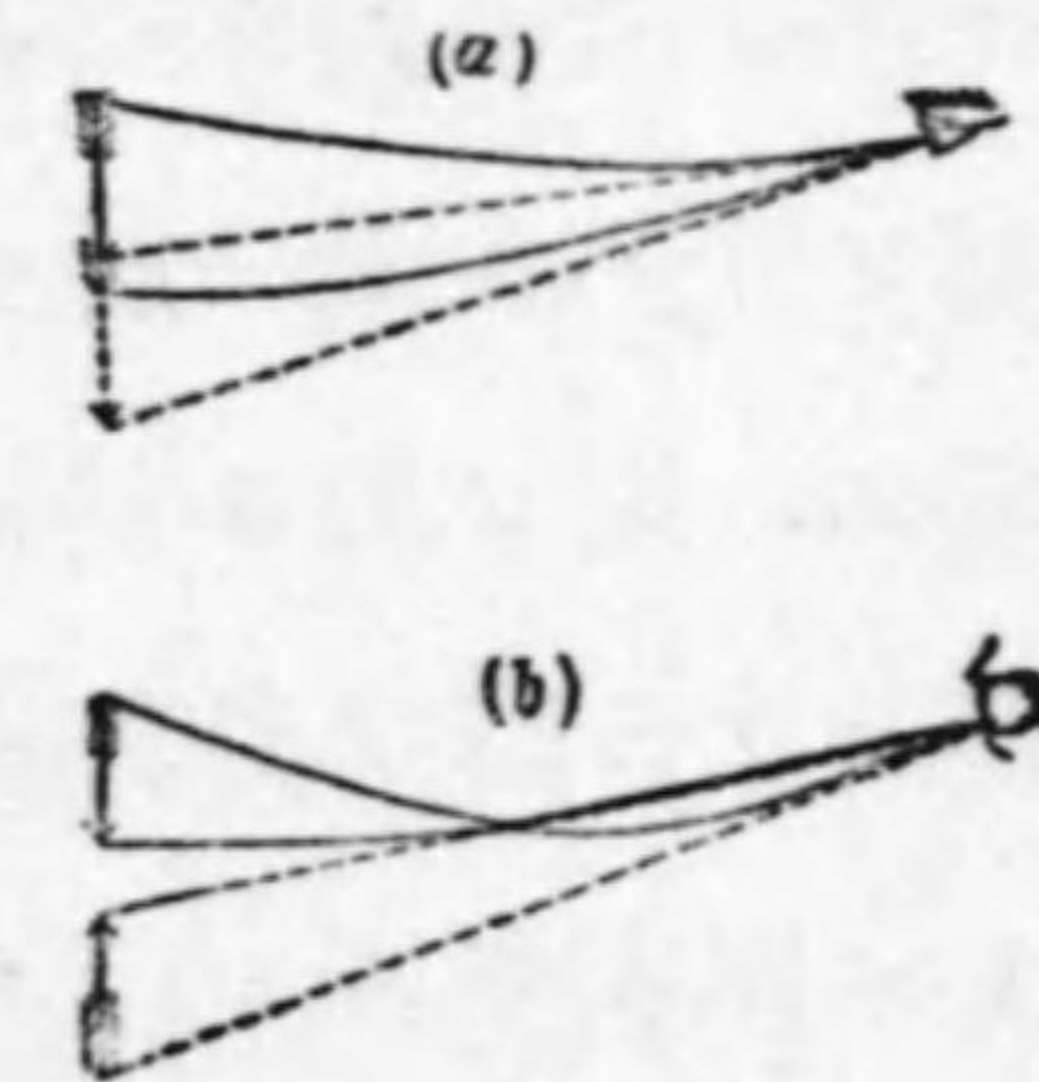


圖 203

ク下方ニ見ユ若シ又密度ノ變化比較的大デ光線ガ(b)ノ如キ道ヲ經テ眼ニ入レバ物體ハ倒立シテ少シク下方ニ見ユ, 此等ノ現象ヲ凡デ蜃氣樓ト云フ本邦デハ越中ノ魚津, 滑川等ノ海岸ニ屢現ハル冬ノ日又ハ夏ノ朝, 海ノ靜カナトキ海岸ニ立ツテ遠方ノ島, 岬等

ヲ望メバ、島岬等ノ端ガ切レデ浮キ上ツタ如ク見ユ、此現象ハ眼ヲ海面ニ近ク置ケバ特ニ著シ。之レモ蜃氣樓ノ一例デアル、冬ノ日或ハ夏ノ朝ハ海水ノ温度ガ気温ヨリ高キ故之ニ接スル氣層ハ次第ニ暖マリ、水面ニ接スル空氣ノ密度ハ上層ニ至ルニ從ヒ減ズル故水面ニ近イ氣層ヲ通ツテ來ル光線ニ依テハ岬ハ倒立シテ見ユ、其上層ノ屈折率ノ變化ノ少ナイ氣層ヲ通ツテ來ル光線ニ依テハ通常ノ如ク直立シテ見ユル故ニ二ツノ像ハ倒ニ重ツテ縁ハ恰モ切レ込メテ見ユル。

大氣ハ上層ニ至ルニ從ヒ次第ニ其密度ヲ減ズルコトハ高山ノ頂ノ氣壓ガ其麓ヨリ小ナルコトニテ知り得。故ニ星ヨリ發スル光ガ

斜ニ大氣中ニ入ルトキハ密度ノ小ナル方ヨリ大ナル方ニ入ルヲ以テ次第ニ屈折シテ圖204ノ如ク曲線ヲ畫キ吾人ノ眼ニ達ス故ニ吾人ハ最後ノ方向ニ星ノアル如ク認ム。唯天頂ニアル星ノ光ハ大氣ノ層ニ垂直ニ進ミ來ル故其方向ヲ變ズルコトナク到着ス。斯ノ如ク星及太陽ノ位置ハ大氣ノ屈折作用ニヨリ此等ガ天頂ニアル時ノ外其眞ノ位置ヨリ高く見ユ。日出ノ際太陽ガ地平線上ニ出デザルニ已ニ之レヲ見ルコトヲ得又日没ノ際太陽已ニ地平線下ニ没シテモ尙暫時之レヲ見得ルハ大氣ノ屈折作用ニ由ル。



圖 204

[5] **プリズム**。兩面平行ナ硝子板ニ斜ニ光ヲ當テルト入射光線ト此硝子板ヲ通過シタ後ノ光トハ互ニ平行ナルコトハ既ニ知ル、然レドモ硝子板ノ兩面ガ平行デナク角 θ ヲナセバ此硝子板ニ入射スル光ト之レヲ通過シタ後ノ光トハ平行ニナラズ斯様ニ硝子ノ如

キ透明體デ兩面ガ平行ナラザル三角柱ヲ**プリズム**ト云フ。

圖205ハプリズムノ横斷面ヲ表ハス、光線SIガAB面ニ入射スレバ屈折シテ垂線INニ近ヅキAC面ヨリ出ルトキハ再ビ屈折シテ垂線ENヨリ遠ザカリETノ方向ヲ取ル、故ニ光線ハプリズムヲ通過スル爲メプリズムノ厚キ方ニ屈折ス、此場合ニ入射光線SIトプリズムヲ通ツテ出ル光線ETトノ間ノ角即チ $\angle LME = \angle D$ ヲ**フレノ角**ト云フ、又プリズムノ頂角 θ ヲ**プリズムノ角**ト云フ、プリズムノ角ノ大ナル程フレノ角ハ大ナリ。

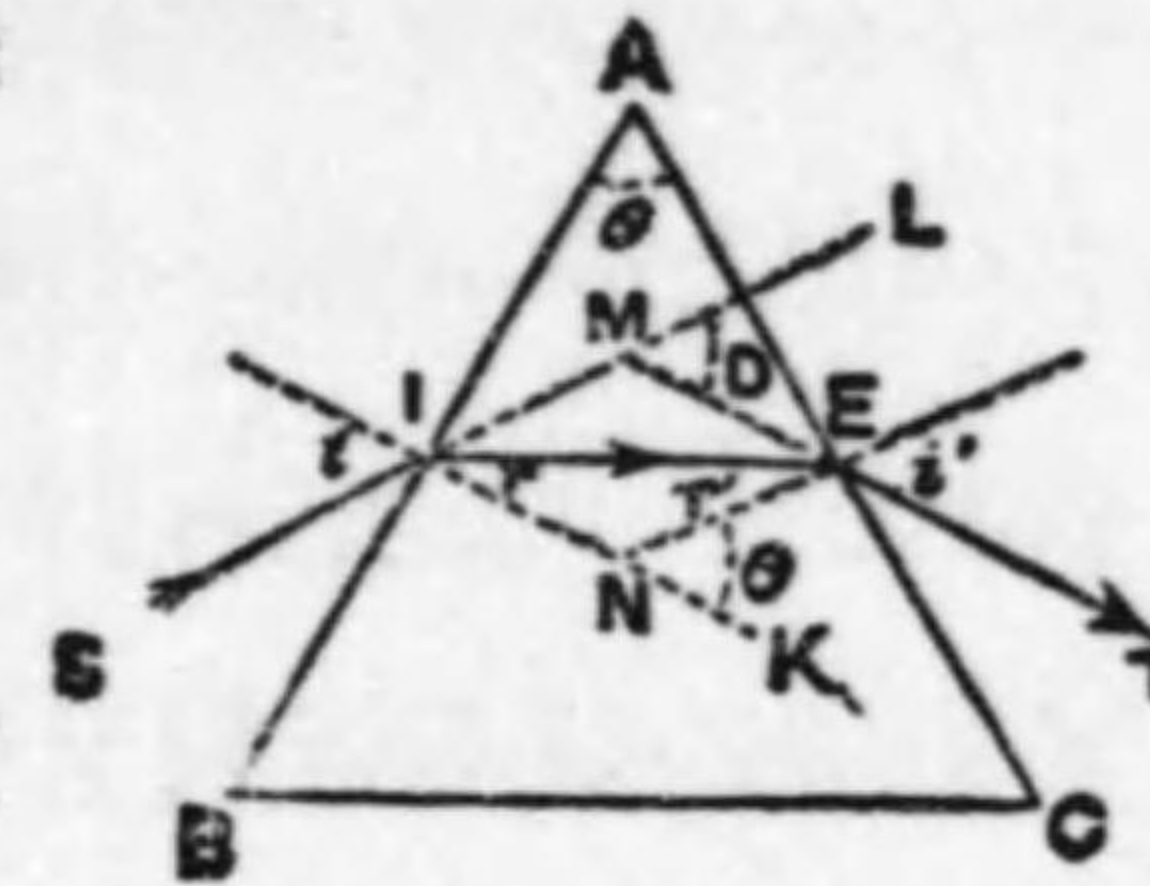


圖 205

次ニ入射角 i ヲ種々變ジフレノ角大小ヲ比較スレバ入射光線ノAB面トナス角ガ通過光線ノAC面トナス角ニ等シトキ最小ノフレヲ生ズ。

フレノ角 $\angle D = \angle LME = \angle EIM + \angle IEM = (i - r) + (i' - r') = i + i' - (r + r')$ 、四邊形AENIハ二ツノ直角ヲ有スル故其周リニ圓ヲ畫クコトヲ得 從テ幾何學ノ定理ニヨリ

$\angle \theta + \angle N = 2\angle R$. 又 $\angle N + \angle r + \angle r' = 2\angle R \therefore \angle r + \angle r' = \angle \theta$
 $\therefore \angle D = i + i' - \theta$

最小ノフレデハ $i = i'$ ナル故 $\angle r = \angle r'$
 $\therefore \angle D = 2i - \theta \therefore \angle i = \frac{D + \theta}{2}$ 又 $\angle r = \frac{\theta}{2}$

故ニ此プリズムノ硝子ノ屈折率ヲ n トスレバ
 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin \frac{D + \theta}{2}}{\sin \frac{\theta}{2}}$

故ニ最小ノフレ $\angle D$ トプリズムノ角 θ ヲ測レバ屈折率ガ求メラル

此ノ方法ハ屈折率ノ測定ニ用ヒラル。

プリズムノ角ガ直角ナルモノヲ直角プリズムト云フ、二等邊直角プリズムノ一面ニ垂直ニ入射スル光線ハ他ノ面ヘ45°デ入射ス、此角ハ硝子ノ空氣ニ對スル臨界角41.5°

ヨリ大ナル故全反射ヲナシテプリズムヲ出ル、從テスクノ如キ直角プリズムヲ用フレバ反射ニヨリテ少シモ光ヲ失ハズ

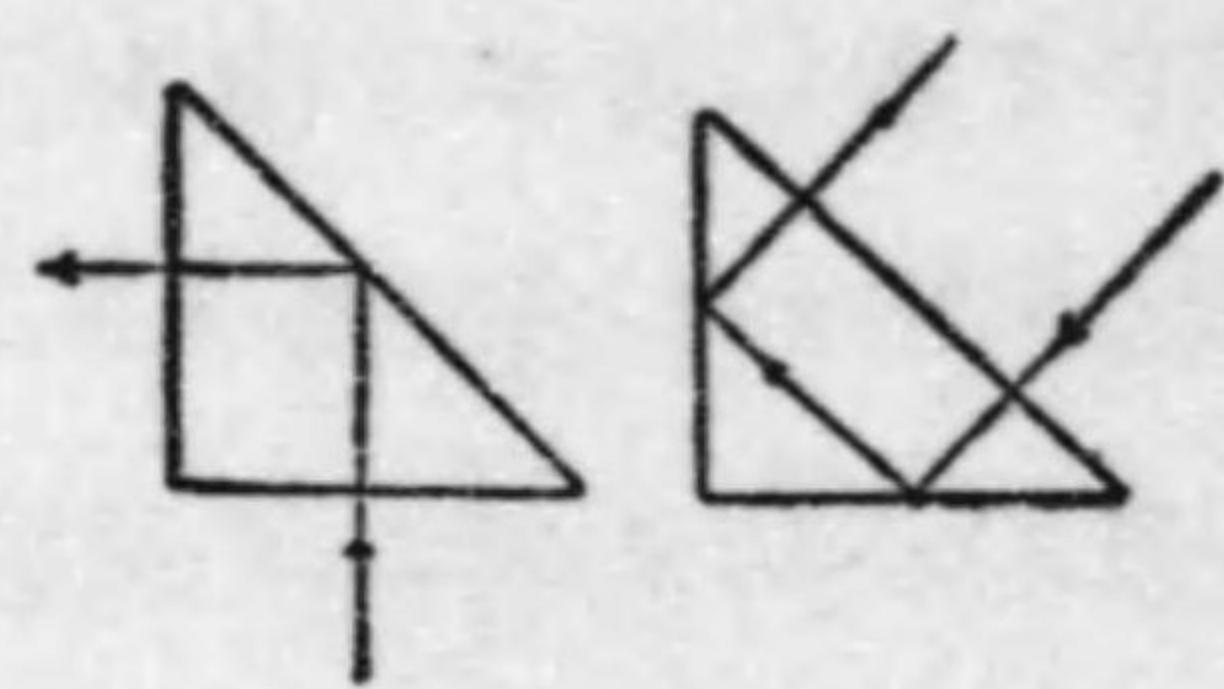


圖 205

206 左ノ如ク90°ダケ其方向ヲ變ジ又右ノ如ク方向ヲ反對ナラシムルコトヲ得ルノデ種々ノ光學器械ニ應用サルル。

[6] レンズ. 硝子ノ如キ透明體ヲ磨キ兩面トモ球面ノ一部

ニ作り或ハ一面ヲ球面ニ他面ヲ平面ニ作ツタモノヲレンズト云フ。圖20

7 ハレンズノ切口ヲ表ハシ、其ノ中1.2.3ノ如キ中央部ノ厚キモノヲ凸レ

ンズ或ハ集合レンズト云ヒ、4,5,6ノ

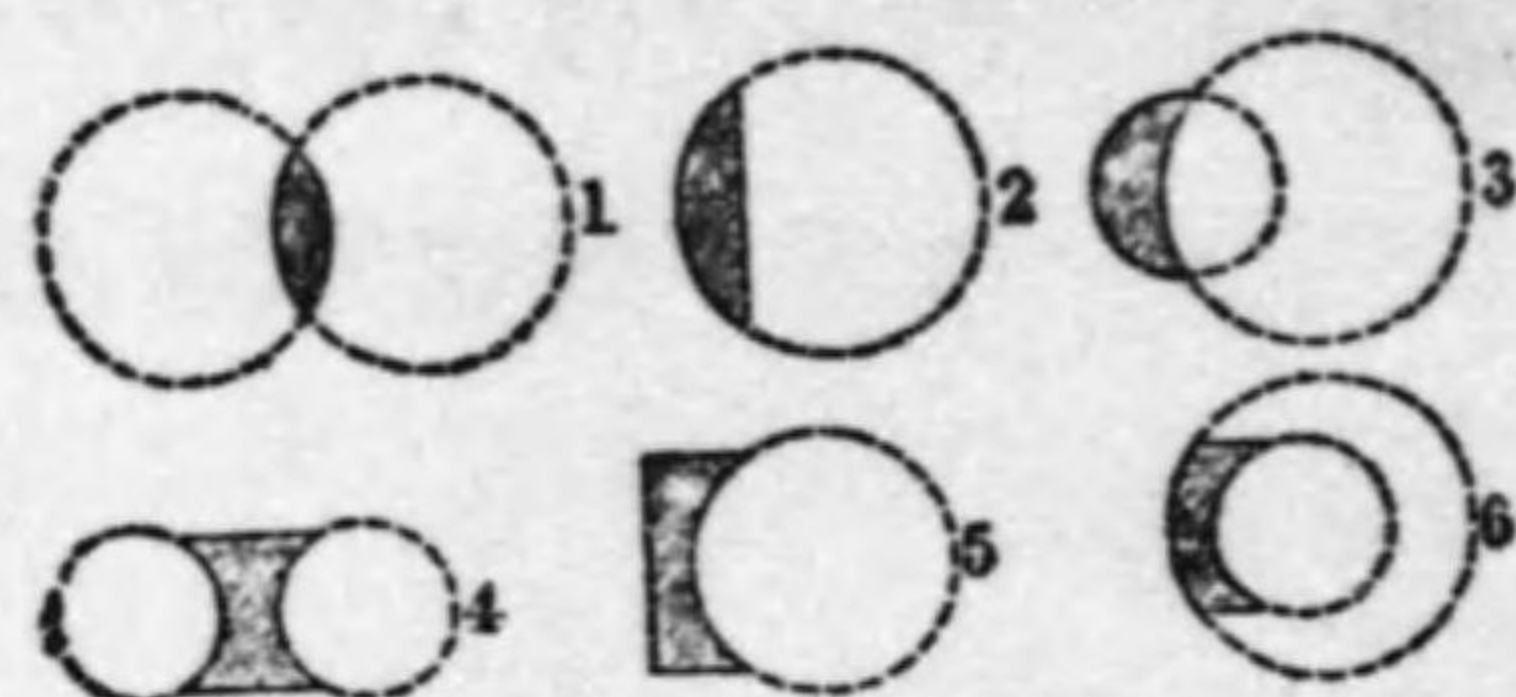


圖 207

如キ中央部ノ薄キモノヲ凹レンズ或ハ發散レンズト云フ。レンズノ兩球面ノ中心ヲ連結スル直線ヲレンズノ圖ト云フ。此軸ニ沿フテ入射スル光線ハ其方向ヲ變ゼズシテレンズヲ通過ス。

[7] 凸レンズ. 凸レンズノ軸ヲ太陽ニ向ケ日光ヲ當ツレバ太陽ノ光線ハ軸ニ平行ニレンズニ當リ厚キ方ニ屈折シ略ボレンズノ後方ノ軸上ノ一點Fニ集中ス。此點ヲレンズノ焦點ト云ヒ、レンズヨリ集點ニ至ル距離

ヲ其焦點距離ト云フ

凸レンズハ順次ニ頂

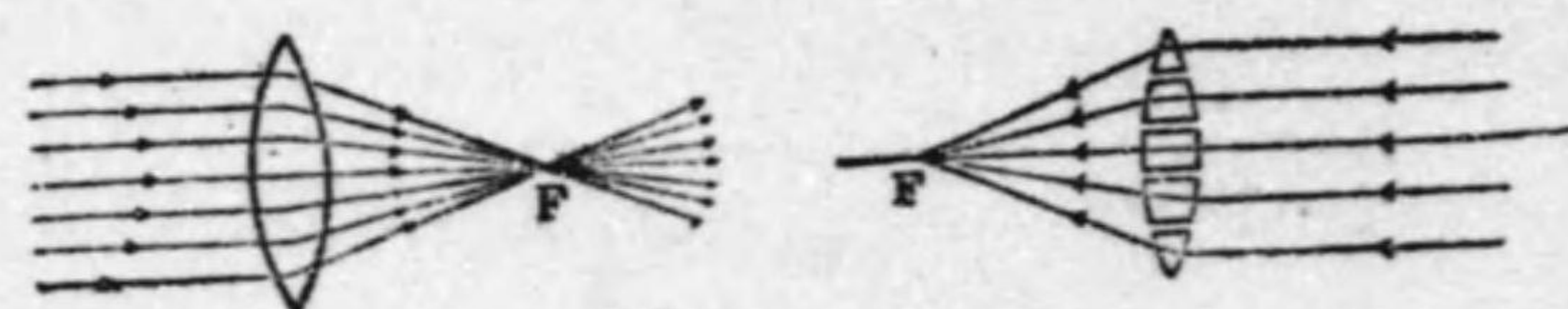


圖 203

角ノ異ナルプリズムノ斷片ノ集合ト看做サレル故其各部ニ入射スル光線ハプリズムヲ通過スルトキ常ニ其厚キ方即チレンズノ厚キ方ニ屈折シ、レンズノ中心ヲ遠ザカルニ從ヒ、プリズムノ頂角ハ増加スル故光線ノフレハ大トナル。從テレンズヲ通ツタ諸光線ハ略ボ軸上ノ一點ニ集中ス、故ニレンズノ長サ等シケレバ中央部ノ厚キ程其焦點距離ハ小トナル。

次ニ凸レンズノ軸上ニ於テ焦點外ニ光點ヲ置キ他側ニ衝立ヲ置キ之ヲ前後ニ動かシテ光點ノ像ヲ觀測スレバ衝立ガ適當ノ位置ニ來ルトキ、光點ノ像ヲ最モ明瞭ニ衝立上ニ作ルコトヲ得、即チ焦點外ニアル軸上ノ一點Pヨリ發シテレンズニ當ツテ屈折スル光線ハ他側ノ軸上ノ一點Qニ集ル、逆ニ光點ヲQニ置ケバQヨリ出テレンズニ當ツテ屈折スル光線

ハPニ集中ス、故ニPトQトハレンズノ共軛點ナリ。



圖 209

光點Pヲレンズニ近ヅク

レバ其共軛點Qハレンズヨリ遠ザカリ、Pヲ遠ザクレバQハレンズニ近ヅクPガ焦點Fニ來ルトキ

ハQハ無限大ノ距離ニ去リ所謂レンズヲ通過スル光線ハ軸ニ平行ニ出ヅ、尙ホPガ焦點内ニ入

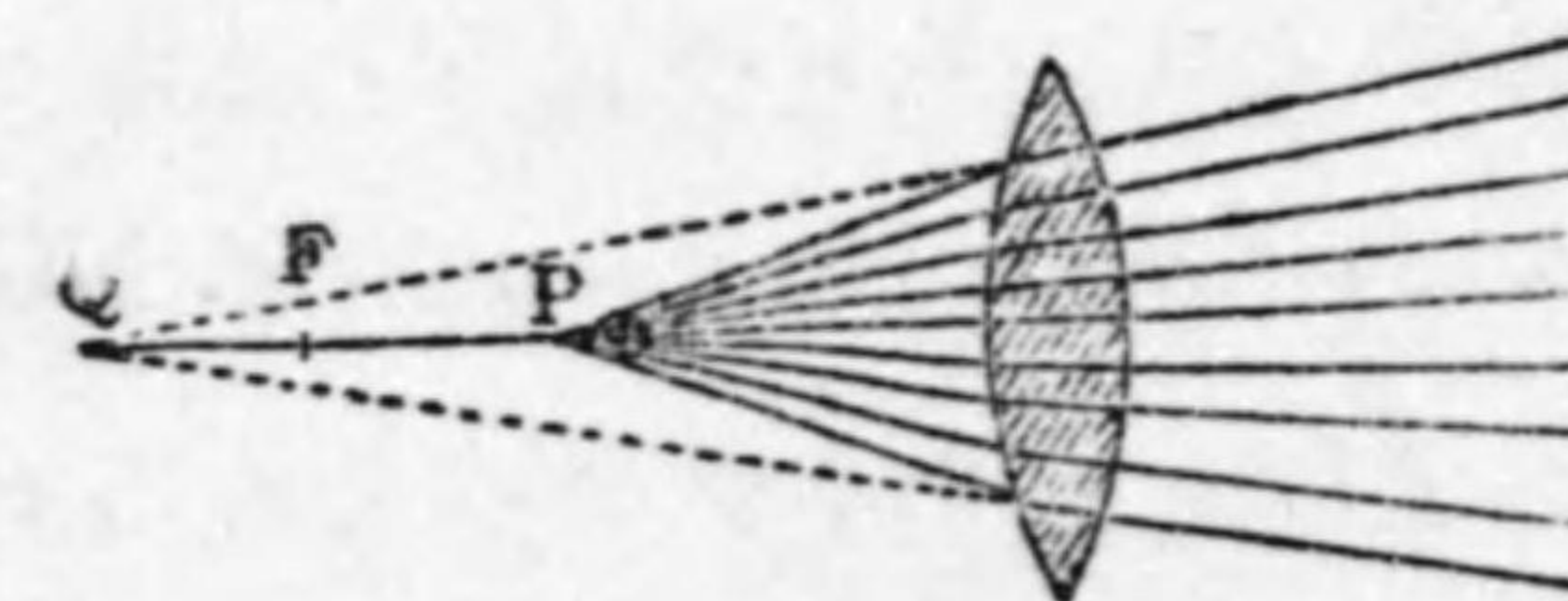


圖 210

レバレンズニ當ル光線ハ屈折ノ後圖210ニ示ス如ク發散ス、然シレンズノ前ヨリ光點ヲ見レバ光ハ恰モ軸上ノ一點Qヨリ發スル如ク見ユ、之ニ依ツテ屈折光線ヲ逆ニ延長シタル線ハ皆Qニ會ス、即チPガ焦點内ニ入レバ像ハ虚トナル。

今レンズヨリP及Q=至ル距離ヲ夫々a及bトシaヲ色々變ヘテ
 實驗スル= $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ ノ値ハ常ニ一定ニシテ焦點距離ノ逆數ニ等シ依
 ツテ其焦點距離ヲfトスレバ次ノ關係ヲ得

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

之レ凸レンズノ公式ニシテbガ負トナルトキハ虚像トナル即チ
 此場合ニハ上ノ式ハ次ノ如シ。

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

[8] レンズノ公式ノ導キ方. 圖211ニ於テABヲレンズ,Pヲレ
 ンズノ軸上ニアル光點トス. 又Pカラ出ル任意ノ光線PNガレ
 ンズヲ通ツタ後ノ方向ヲM

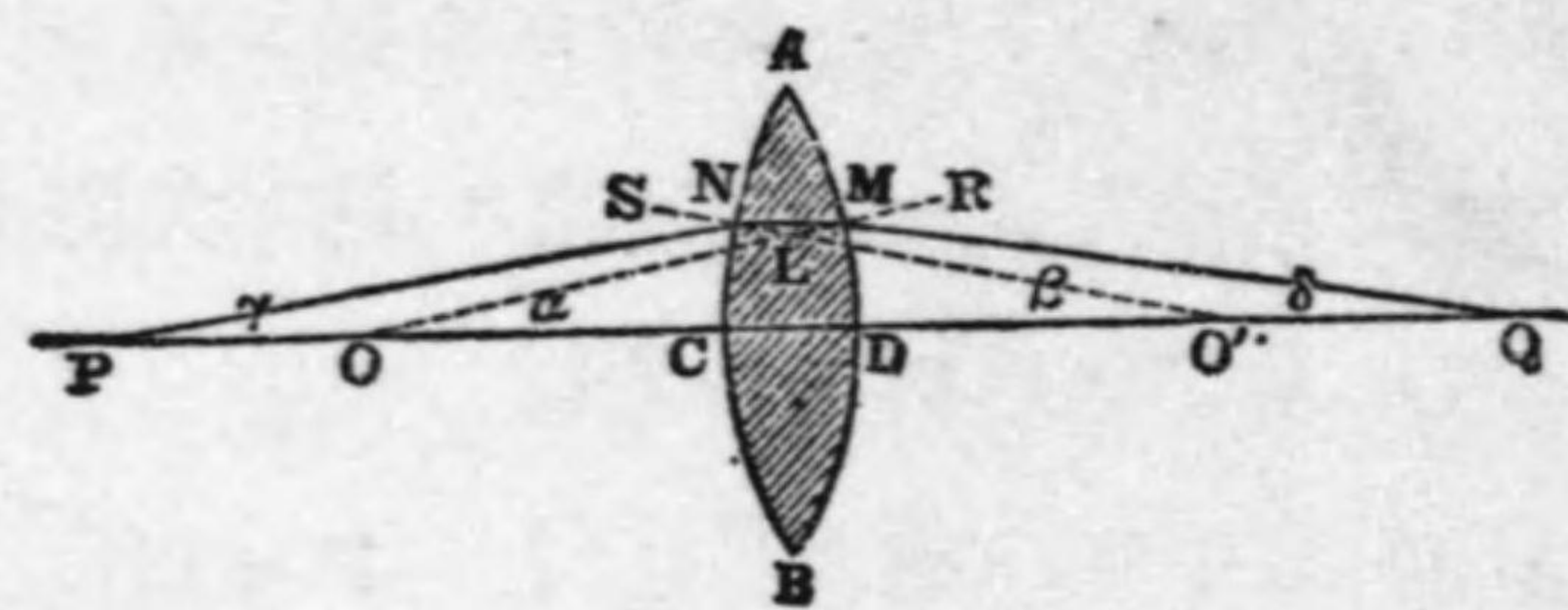


圖 211

Qトス, O, O'ヲレンズノ
 兩面ヲ作ル球面ノ中心ト
 シOM, O'Nヲ引ケバ此二
 線ハ各M, Nニテレンズノ
 面ニ垂直ニナル.

今 $\angle SNP = i$, $\angle MNO' = r$, $\angle RMQ = i'$, $\angle NMO = r'$ トシレンズノ
 屈折率ヲnトスレバ屈折ノ法則ニヨリテ

$\sin i = n \sin r$, $\sin i' = n \sin r'$. NC, MD等ガPC, OC, DQ, DO'等ニ
 比ベテ極ク小サイナラバi, r, i', r'等ハ又極小サイカラ其正弦ノ代
 リニ弧度ヲ用フレバ $i = nr$, $i' = nr'$

$$\text{即チ } i + i' = n(r + r') \dots \dots \dots (1)$$

又 $\angle COL = \alpha$, $\angle DO'L = \beta$, $\angle CPN = \gamma$, $\angle DQM = \delta$ トスレバ

$$i = \beta + \gamma, \quad i' = \alpha + \delta \quad \therefore i + i' = \alpha + \beta + \gamma + \delta \dots \dots \dots (2)$$

又二ツノ三角形NMLトOO'Lトハ同一ノ頂角ヲ有スル故他ノ

二角ノ和ハ互ニ相等シイ $\therefore \gamma + \gamma' = \alpha + \beta \dots \dots \dots (3)$

$$(1), (2), (3) \text{ヨリ } n(\gamma + \gamma') = n(\alpha + \beta) = \alpha + \beta + \gamma + \delta$$

$$\text{故ニ } \gamma + \delta = (n-1)(\alpha + \beta) \dots \dots \dots (4)$$

又NCハ極ク小サイカラO'或ハQヲ中心トスル圓ノ一部ト見ラ
 レル又MDモ同様デアアル故ニレンズノ曲面ノ半徑ヲ夫々R, R'トス
 レバ $\alpha = \frac{MD}{R}$, $\beta = \frac{NC}{R'}$, $\gamma = \frac{MD}{a}$, $\delta = \frac{NC}{b}$ 之ヲ(4)ニ代入シテ

$$\frac{MD}{a} + \frac{NC}{b} = (n-1) \left(\frac{MD}{R} + \frac{NC}{R'} \right)$$

NCトDMトハ殆ンド相等シイカラ此式ノ兩邊ヲNC或ハMDデ
 割レバ

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) \dots \dots \dots (5)$$

之ハ凸レンズノ公式ニシテ依テaガ與ヘラルレバbハ一定ノ値
 ヲ取ル故ニPヨリ發スル光線ハ屈折後皆Qヲ通ル. 即チQハPノ
 像デアアル. 茲ニ $(n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) = \frac{1}{f}$ ト置ケバ(5)ハ次ノ如クナル
 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

今 $a = \infty$ トスレバ $b = f$ トナル故ニ f ハ平行光線ガレンズニ當ツテ
 屈折後集マル點ノ距離即チレンズノ焦點距離デアアル.

[9] 光心. 軸ニ斜ニレンズニ入射スル光線中ニハレンズ

ヲ通過シタル後入射光線ニ平
 行ノ方向ニ出ル光線アリ. 圖

212ニ於テ光線ガPEノ方向ニ
 入射シレンズ内デEFノ方向
 ニ屈折シタリトシ且ツE, F點
 ニ於ケル切平面MF, NEガ平
 行ナルトキ即チ半徑O₁E, ト

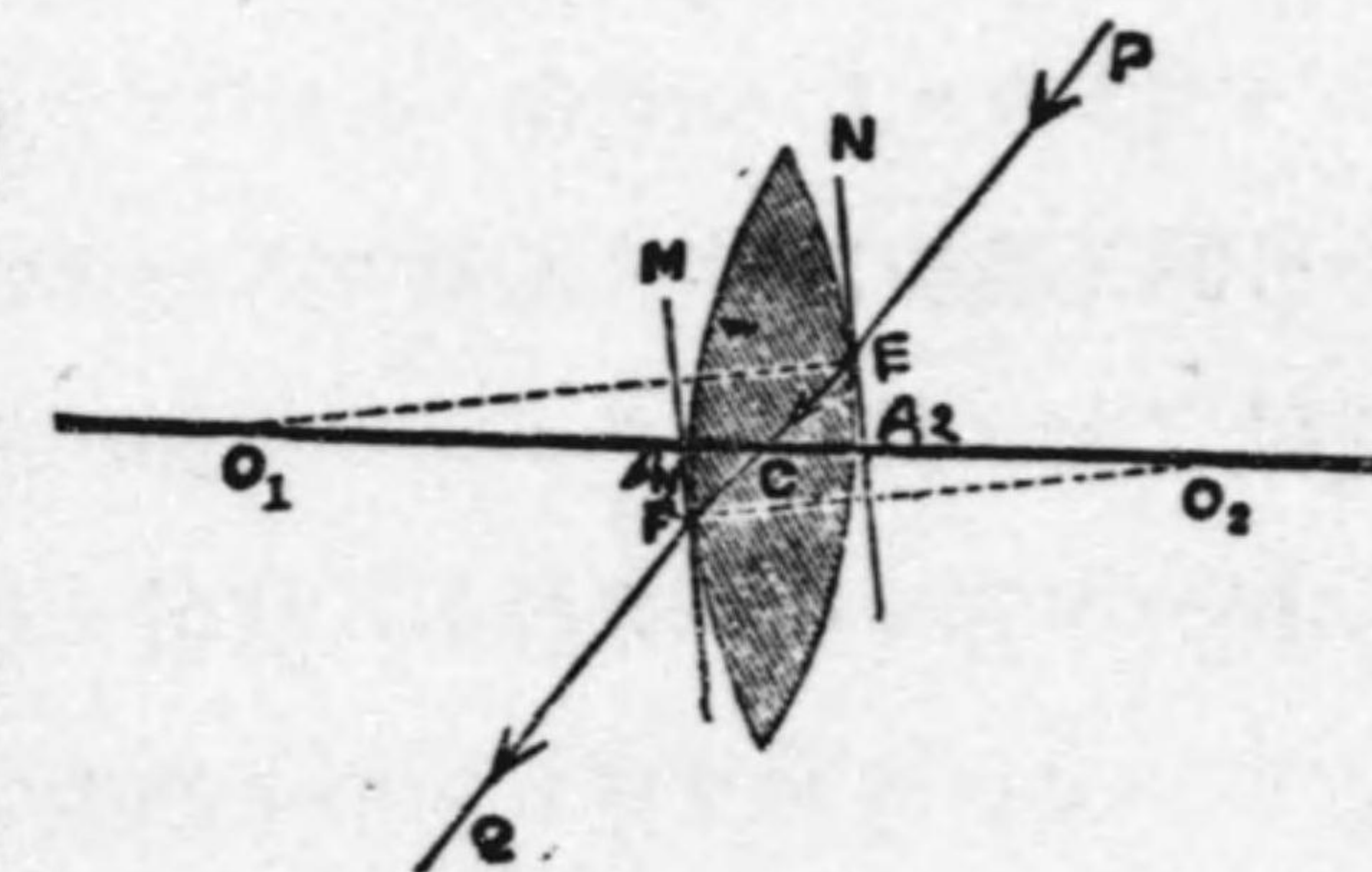


圖 212

O_2F ガ平行ナルトキハレンズハ兩面平行ナ透明體ト同様ノ作用ヲナス故通過光線 FQ ハ入射光線 PE ニ平行ノ方向ヲ取ル。斯ノ如キ光線ヲ中央光線ト云フ、此光線ト軸ト交ハル點ヲ C スレバ $\triangle O_1E$ C ト $\triangle O_2FC$ トハ相似形デ又 $O_1E = O_1A_2$, $O_2F = O_2A_2$ 故ニ

$$\frac{O_1C}{O_2C} = \frac{O_1E}{O_2F} = \frac{O_1A_1}{O_2A_2} = \frac{O_1A_1 - O_1C}{O_2A_2 - O_2C} = \text{或} \frac{O_1A_1}{O_2A_2} = \frac{CA_1}{CA_2}$$

即チ C 點ハ A_1A_2 ヲ兩面ノ半徑ノ比ニ分ツ點ナル故ニ定點ナリ、此ノ C ヲレンズノ光心ト云フ。從テ光心ヲ通過スル如ク入射シタル

光線ハ屈折後入射光線ニ平行ニ出ル故ニレンズノ光心ヲ通過スル光線ハ方向ヲ變ゼズレンズヲ通過スト見ルヲ得、圖213ノ如ク軸 O_1O_2 外ニアル光點 P ヨリ發スル光線中光心 C ヲ通ル光線 PCQ ハ方向ヲ變ゼズニ其儘レンズヲ通過ス、此 PCQ 線ヲ P 點ニ關スル副軸ト云ヒ之ニ對シテ軸 O_1O_2 ヲ主軸ト云フ。

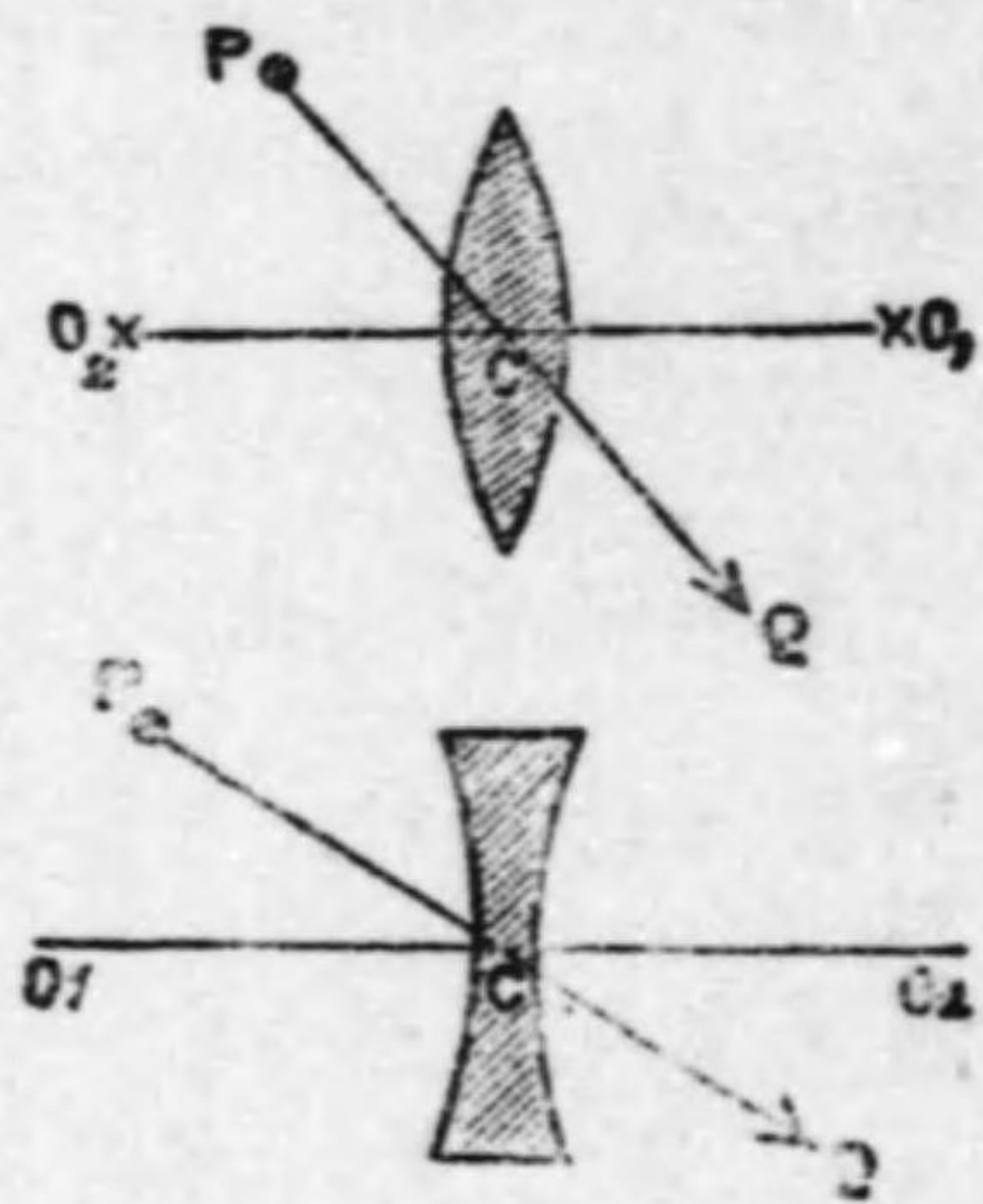


圖 213

問 凸レンズニ於テ光點ト像トノ關係ヲ述ベヨ。

解 (1) 光點ガ非常ニ遠方ニアルバ其像ハ實ニシテ焦點ニ生ズ。(2) 光點レンズニ近ヅクニ從ヒ實像ハ焦點ヨリ遠ザカリ光點ガ焦點距離 f ノ二倍即チ $2f$ ノ所ニ來レバ像モ亦反對ノ側ニ於テ $2f$ ノ所ニ生ズ。(3) 光點ガ $2f$ ト f トノ間ニアルバ像ハ他則ニ於テ $2f$ ヨリ大ナル所ニ生ジ實像ナリ。(4) 光點ガ焦點内ニ入レバ實像ヲ生ズル事ナク、光線ト同側ニ虚像ヲ生ズ。

[10] 凹レンズ. 凹レンズハプリズムヲ圖214ノ如ク接合シタモノト見得ル故凹レンズノ軸ニ平行ニ來ル光線ハ、屈折ノ後發散スルガレンズヲ通シテ見レバ恰モ軸上ノ一點ヨリ來ル如ク見ユ、故ニレンズヲ通ル光線ヲ逆ニ

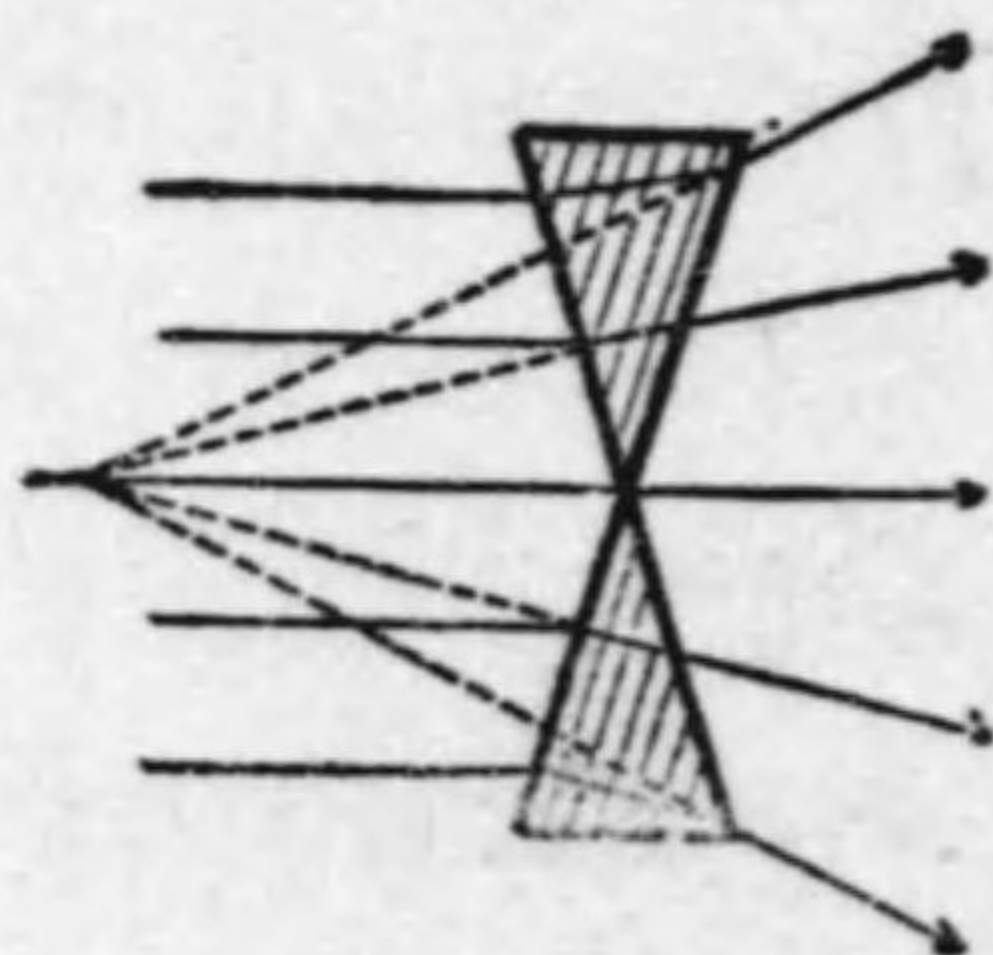


圖 214

延長スル線ハ一點 F ニ會ス、之點ヲ凹レンズノ焦點ト云フ。同様ニレンズノ軸上ノ一點 P ニ光點ヲ置ケバ是ヨリ出デレンズヲ通ル光線ハ發散スレドモ發散後ノ方向ヲ逆ニ延長シタ線ハレンズニ近イ軸上ノ一點 Q ニ會ス。即チ Q ハ P ノ像ニシテ虚ナリ、今レンズノ中心カラ P , Q 迄ノ距離ヲ夫々 a, b トシ焦點迄ノ距離ヲ f トセバ光點ガ凸レンズノ焦點内ニアル場合ト同ジク次ノ關係アリ。

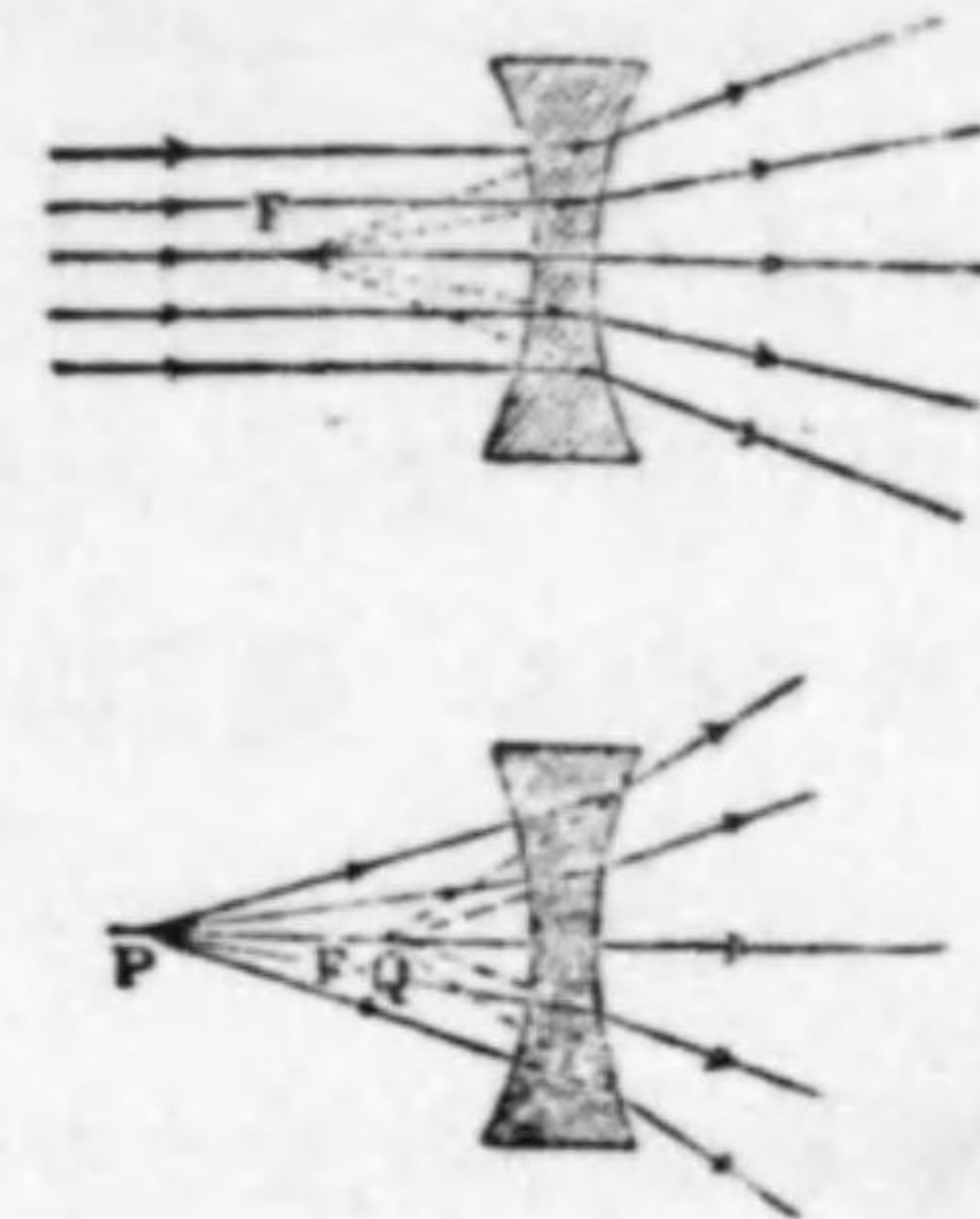


圖 215

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

光點ガレンズノ軸外ニアル場合ニモ同ジ式ガ成立ツ。

問 凹レンズニ於テ光點ト像トノ關係ヲ述ベヨ。

解 (1) 光點ガ非常ニ遠方ニアルバ其焦點ニ虚像ヲ生ジ、(2) 光點ガ非常ニ遠方カラレンズニ近ヅクニ從ヒ其虚像モ焦點カラレンズニ近ヅキ、(3) 光點ガ焦點ニ來タルモ虚像ハ決シテ非常ニ遠方ニ去ラズニレンズト焦點トノ中央ニ來ル尙光點ガレンズニ近ヅクバ虚像モ亦レンズニ近ヅク、此等ハ上ノ公式ヲ吟味スレバ明ナリ。

[11] レンズニヨツテ生ズル像. レンズニヨツテ生ズル像ヲ求ムニハ物體カラ出ル任意ノ二ツノ光線ガレンズヲ通過シタ後如何ニ進ムカラ知レバ可ナリ。

凸レンズノ場合ニハ(1) 焦點カラ出デタル光又ハ焦點ヲ通過スル光ハレンズニテ屈折シタル後軸ニ平行ナル光線トナル。(2) 軸ニ平行ニレンズニ入射スル光線ハ屈折ノ後ニハ焦點ニ集マル。(3) レンズノ光心ヲ通ル光線ハ屈折ノ後ニモ其方向ヲ變ゼズ。

凹レンズノ場合ニハ(1) 軸ニ平行スル光線ハ屈折ノ後軸ヨリ遠

ザカリ, 其延長ハ物體ノアル側ノ焦點集Fニ集マル。(2)レンズノ光心ヲ通ル光ハ屈折ノ後ニモ其ノ方向ヲ變ゼズ。

以上ノ性質ヲ用ヒテレンズノ作ル像ノ位置, 向き, 大きサヲ求め得ル。圖216デLヲ凸レンズ, ABヲレンズノ軸ニ垂

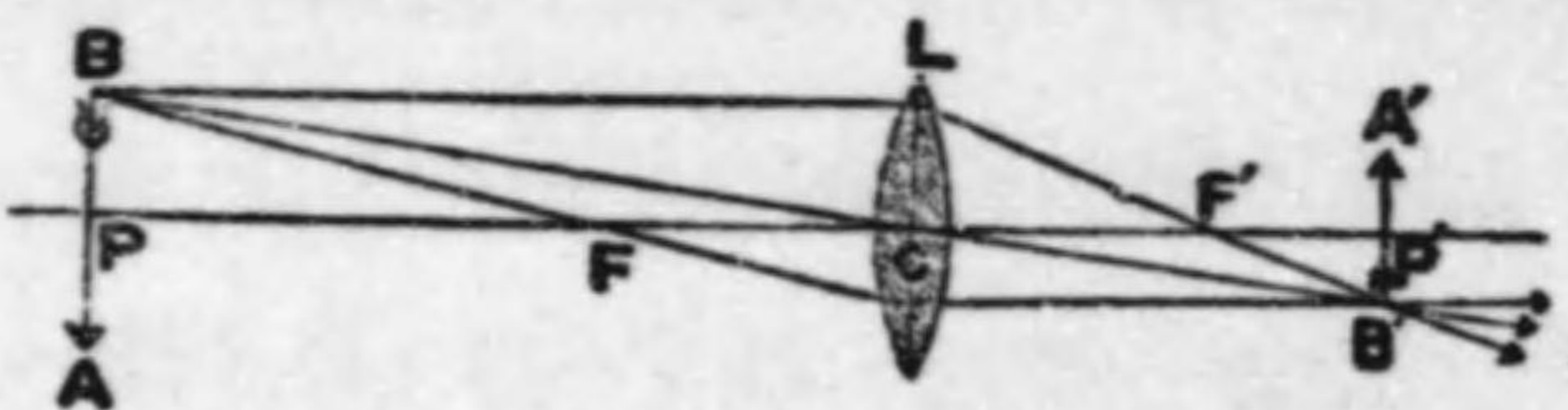


圖 216

直ニ焦點外ニ置カレタ物體トス。物體中ノ一點Bヨリ發スル光線中軸ニ平行ナル光線BLハレンズヲ通過シタル後焦點F'ヲ通り光心Cヲ通過スル光線ハ其儘レンズヲ通過シ, 焦點F

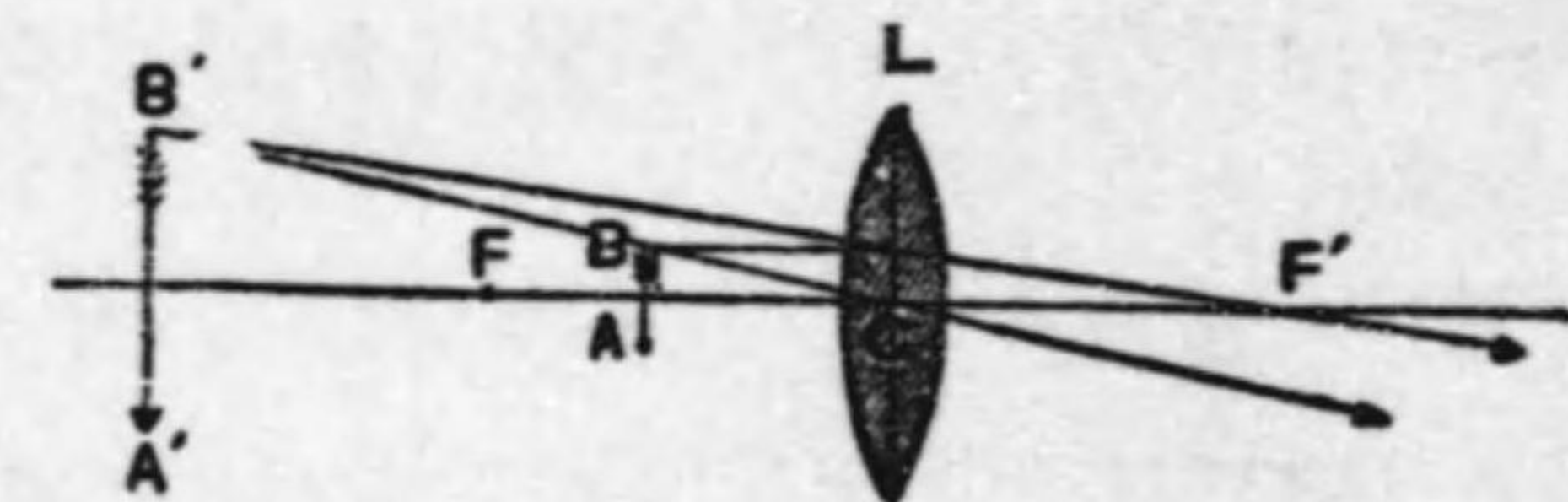


圖 217

ヲ通過スル光線ハ軸ニ平行ニレンズヲ通過スル故B點ノ像ヲ求ムルニハ此等三線ノ中任意ノ二ツヲ取り其交點B'ヲ求ムレバ可ナリ同様ニAノ像A'ヲ求メA'B'ヲ作レバ之レ物ABノ像ナリ。圖ノ如ク物體ABガ焦點内ニアレバ像A'B'ハ直立セル虚像ナリ。

物體ノ大サト像ノ大サトノ比ヲ求メンニ△BCPト△B'CP'トハ相似形ナル故

$$\frac{B'P'}{BP} = \frac{CP'}{CP} = \frac{b}{a} \quad \text{即チ} \quad \frac{A'B'}{AB} = \frac{b}{a}$$

即チ物體ト像トノ長サノ比ハ其レンズノ中心ヨリノ距離ノ比ニ等シ。

圖218ニテABヲ凹レンズノ軸ニ垂直ナル物體トシ, Bヨリ發スル光線中軸ニ平行ナル光線ハレンズヲ通過セル後F'

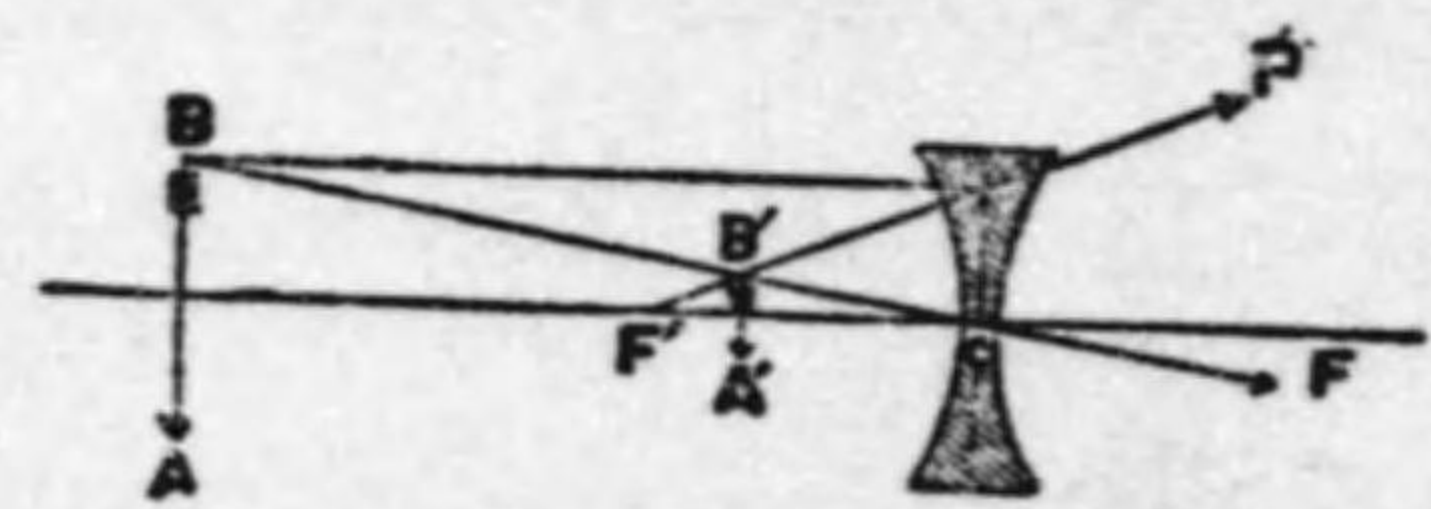


圖 218

Pノ方向ヲ取り, 光心Cヲ通ル光線ハ其儘レンズヲ通過スル故此BCトF'Pトノ交點ヲB'トスレバB'ハBノ像トナル。同様ニAノ像A'ヲ求ムレバA'B'ハABノ像トナル。而シテ此場合ハ像ハ常ニ直立セル虚像ニシテ物體ヨリ小ナリ。凹レンズニ於ケル物體ト像トノ大サノ關係ハ凸レンズノ場合ト同様ニ次ノ如シ

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{b}{a}$$

問 [1] 凸レンズノ場合ニ於テ物體ト像ノ位置及ビ大サノ關係並ニ像ノ虚實, 直立或ハ倒等ヲ吟味セヨ。

解 物體ガ非常ニ遠方ニアレバ其像ハ焦點ニ生ジ實ニシテ倒立ス。而シテ其大サハ最小ナリ。(2)物體ガレンズニ近ヅクニ從ヒ實像ハ焦點ヨリ遠ザカリ物體ガ焦點距離fノ2倍ナル2fノ所ニ來レバ像モ亦反對ノ側ノ2fノ所ニ生ジ其大サハ實物ト等シク而シ倒立ス。(3)物體ガ焦點ト2fトノ間ニアレバ像ハ他側ニ於テ2fヨリ大ナル所ニ生ジ其大サハ實物ヨリ大ニシテ倒立セル實像ナリ。(4)物體ガ焦點内ニ入レバ實像ヲ生ズルコトナク物體ト同シ側ニ直立セル虚像ヲ生ジ其大サ實物ヨリ大ナリ, 此場合ノミ虚像ヲ生ズ。

問 [2] 凸レンズノ一方2米ノ所ニ物體ヲ置キタルニレンズノ他方50種ノ所ニ像ヲ生ジタリ, レンズノ焦點距離如何。

解 求ムル焦點距離ヲfトスレバ a=2米 b=50種。

$$\therefore \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad \text{代入シテ} \quad \frac{1}{200} + \frac{1}{50} = \frac{1}{f} \quad \text{距} f=40 \text{種} \quad (\text{答})$$

問 [3] 焦點距離25種ノ凸レンズカラ30種及ビ15種ノ所ニ物體ヲ置クトキハ像ノ位置ハ各々レンズヨリ幾何ノ距離ニアルカ。

解 (a) 求ムル距離ヲbトスレバ

$$\text{公式ニヨリ} \quad \frac{1}{30} + \frac{1}{b} = \frac{1}{25} \quad \therefore b=150 \text{種} \quad (\text{答})$$

(b) 求ムル距離ヲxトセバ公式ニヨリ

$$\frac{1}{15} - \frac{1}{x} = \frac{1}{25} \quad \therefore x=37.5 \text{種} \quad (\text{答})$$

問 [4] 凸レンズヲ用ヒテ物體ヨリ36尺ノ距離ニアル壁ニ其物體ノ11倍大ノ鮮明ナル實像ヲ映セシメントス。如何ナル焦點距離ノレンズヲ何處ニ置クベキカ。

解 實物ヨリレンズニ至ル距離ヲa, 像即チ壁トレンズトノ距離ヲbトセバ

題意ニヨリ

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{11} \quad \text{又} a+b=36 \text{ 尺} \quad \text{而シテ} b=11a$$

$$\therefore 12a=36 \quad \therefore a=3 \text{ 尺}$$

$$\therefore \frac{1}{3} + \frac{1}{33} = \frac{1}{f} \quad \therefore f=2.75 \text{ 尺 (答)}$$

問 [5] 焦點距離10種ナル凹レンズノ前方15種ノ所ニ長サ4種ノ物體ヲ軸ニ垂直ニ置キテ生ズル虚像ノ位置及長サヲ算出セヨ。

解 $\frac{1}{b} - \frac{1}{15} = \frac{1}{10} \quad \therefore b=6$. 即チレンズノ前方6種ノ所ニ像ヲ生ズ. 又像ノ大サハ $4 \times \frac{6}{15} = 1.6$ 種.

問 [6] 焦點距離4寸ノレンズニテ200尺ノ距離ニアル木ヲ撮影シテ1寸ノ像ヲ得タリ. 木ノ高サ幾何.

解 レンズト像トノ距離ヲb寸トスレバ

$$\frac{1}{200} + \frac{1}{b} = \frac{1}{4} \quad \therefore b = \frac{2000}{499} \text{ 寸.}$$

實物ト像トノ大サトノ比ハレンズヨリ實物及像ニ至ル距離ノ比ニ等シキ故木ノ高サヲD寸トスレバ

$$D:1 = 2000:\frac{2000}{499} \quad \therefore D=499 \text{ 寸 (答)}$$

問 [7] 焦點距離15寸ノ凸レンズAト. 10寸ノ凸レンズBトガアル, Aノ軸ニ平行ナル光線ガAヲ通過シタ後Aヨリ7寸ノ距離ニ於テ, Bニテ受ケルトキハ, 何處ニ像ヲ生ズルカ.

解 平行光線ガAヲ通過スレバ像ハAヨリ焦點距離15寸ノ所ニ生ズ, 然ルニBハAヨリ7寸ノ所ニアルカラ, Aニヨツテ生ズベキ像カラ8寸ノ所ニアル事トナル, 故ニ此問題ハレンズBヨリ8寸ノ所ニ虚像ヲ作ルベキ光點ノ位置ハ何處ニアルカヲ見出セバ可ナリ, 故ニ $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ ニ $b=8, f=10$ ヲ代入シテaヲ求ムレバ可ナリ.

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{8} = \frac{1}{10} \quad \therefore a=4.44 \text{ 寸 (答)}$$

問 [8] 燭火ヲ凸レンズヨリ12種隔テ置キタルニ30倍ノ實像ヲ生ジタリ今燭火ヲ3種遠ザクレバ何倍ノ實像ヲ生ズルカ.

解 レンズト像トノ距離ヲb種トセバ

$$\frac{12}{b} = \frac{1}{30} \quad \therefore b=360 \text{ 種.}$$

故ニ求ムルレンズノ焦點距離ヲf種トセバ

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{360} = \frac{1}{f} \quad \therefore f = \frac{360}{31} \text{ 種.}$$

燭火ヲ3種遠ザクル時ノ像トレンズトノ距離ヲb'トセバ

$$\frac{1}{12+3} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{\frac{360}{31}} \quad \therefore b' = 51.4 \text{ 種.}$$

故ニ實物ト像トノ大サノ比ハ

$$\frac{b'}{a'} = \frac{41.4}{12+3} = 3.4 \text{ (答)}$$

問 [9] 凸レンズノ軸上レンズヨリ1米ノ前方ニ光源ヲ置キタルニレンズノ後方1.5米ノ所ニ像ヲ生ズ. 若シ此レンズノ背後5種ノ所ニ平面鏡ヲレンズノ方ヘ向ケ且ツレンズノ軸ニ垂直ニ置ケバ如何ナル像ヲ

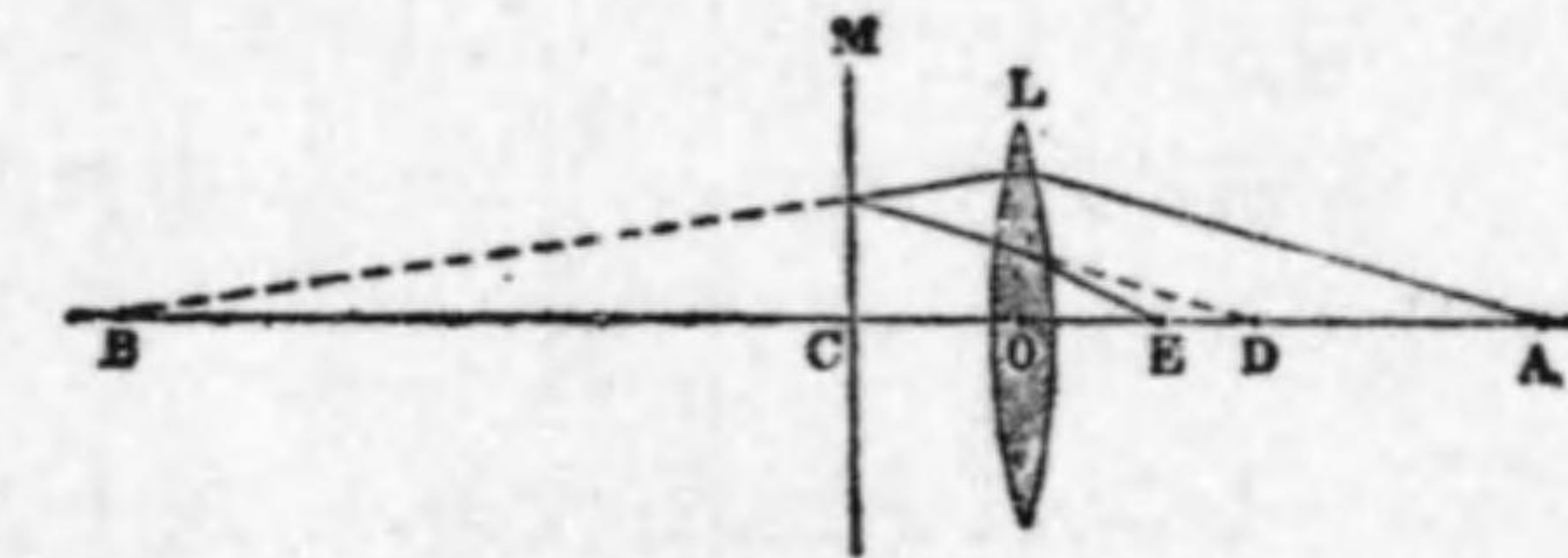


圖 219

解 Aヲ光點, Lヲレンズ, Mヲ平面鏡, Bヲ像ノ初メノ位置トスレバ

AO=100種 OC=5種ナリ, 依テ鏡ニ反射サレテ生ズル像DハレンズLニ

ヨツテ多少内方ニ屈折シEニ生ズ. 而シテCD=CB=150-5=145種

$$OD=CD-CO=145-5=140 \text{ 種.}$$

OEヲbトスレバ

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{140} = \frac{1}{100} + \frac{1}{150} \quad \therefore b=42 \text{ 種 (答)}$$

問 [10] 凸レンズヲ通シテ焦點距離以内ニアル物體ヲ望ミ, 更ニレンズヲ少シク側方ニ動カセバ物體ハ何レノ方向ニ動キテ見ユルカ.

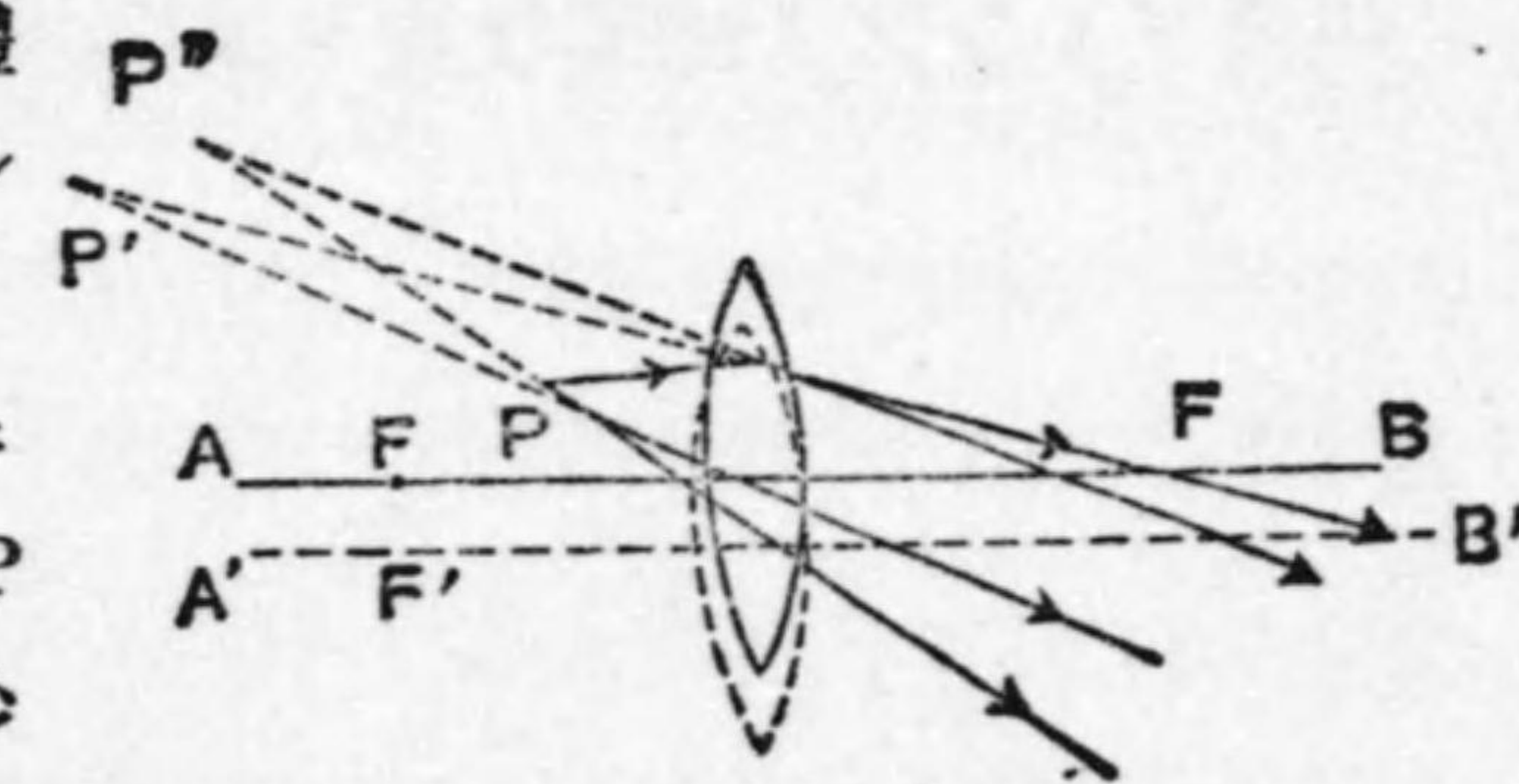


圖 220

解 凸レンズノ焦點距離以内ニアル物體ノ像ハ虚像ナル故P

點ノ像ハP'ニ生ズレンズヲ少

シク下ニ動カスト, レンズノ

軸ABハA'B'ニ來ル, 從テ像

ハP''ニ生ズルコトトナル故像ハレンズト反對ニ上ノ方ニ動ク, 即チ物體

ハレンズト反對ノ方向ニ動イテ見ユ, 凹レンズノ場合ナレバ物體ハレン

ズト同方向ニ動イテ見ユ.

問 [11] 焦點距離0.8米ナル凹レンズト曲率半徑0.8米ナル凹面鏡トヲ互

1.5米距テ且ツ主軸ヲ一致シテ置クトキ凹面鏡ノ前方'2米ノ所ニアル物體ヨリ發スル光ガレンズニテ屈折シ、更ニ鏡ニテ反射シテ作ル像ノ位置ヲ求ム。又コノ像ノ大サト物體ノ大サトノ比如何。

解 レンズノ作ル像ノ大サト位置トヲ求メン

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{1.2} = \frac{1}{0.8} \quad \therefore b = 0.48 \text{米}$$

$$\text{像ノ大サハ} \quad \frac{0.48}{1.2} = 0.4 \text{倍}$$

此像ハ虚像ナルモ鏡ニ對シテハ之レガ光點トナルノテ鏡ノ中心ヨリ

0.48+1.52=2米ナル故

$$\frac{1}{2.0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{0.8} \quad \therefore b = 0.5 \text{米}$$

其像ノ大サハ $\frac{0.5}{2} = \frac{1}{4}$ 倍ナル故ニ此像ノ大サト物體ノ大サトノ比ハ $0.4 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{10}$ 倍

[12] レンズノ球面収差. 以上論ゼシハレンズノ曲リガ極ク僅カデ即チ薄イレンズノ中央部ニ光ガ入射スル場合デアル、此場合ニハレンズヲ通ル光線ハ殆ド一點ニ集マル、然シレンズノ全體ノ表面ニ當ル光線ハ屈折後悉ク一點ニ集マラズ、即チレンズノ縁ノ部分ヲ通ル光線ガ結ブ像ハレンズノ中央部ヲ通ル光線ノ結ブ像ヨリモレンズニ近イ、之ニ由ツテレンズノ生ズル像ハ不鮮明ニナル此現象ヲレンズノ球面収差ト云フ。

第四章 光學器械

[1] 寫眞機. 寫眞機ノ暗箱ハ小ナル暗室デ蛇腹ト稱スル伸縮自在ナル革箱デアル。此暗箱ノ前面ニハレンズガアリ後面ニハ摺硝子ノ板ヲ取付ケテアル、此レンズハ通常數枚ノレンズヲ組合セテアル。

寫眞ヲ取ルニハ蛇腹ヲ伸縮シテ物體ノ實像ヲ最モ鮮明ニ摺硝子ノ上ニ作ラシメル。又レンズノ中央部ニ入射スル光ノミヲ用ヒテレンズノ球面収差等ヲ防ギ又光

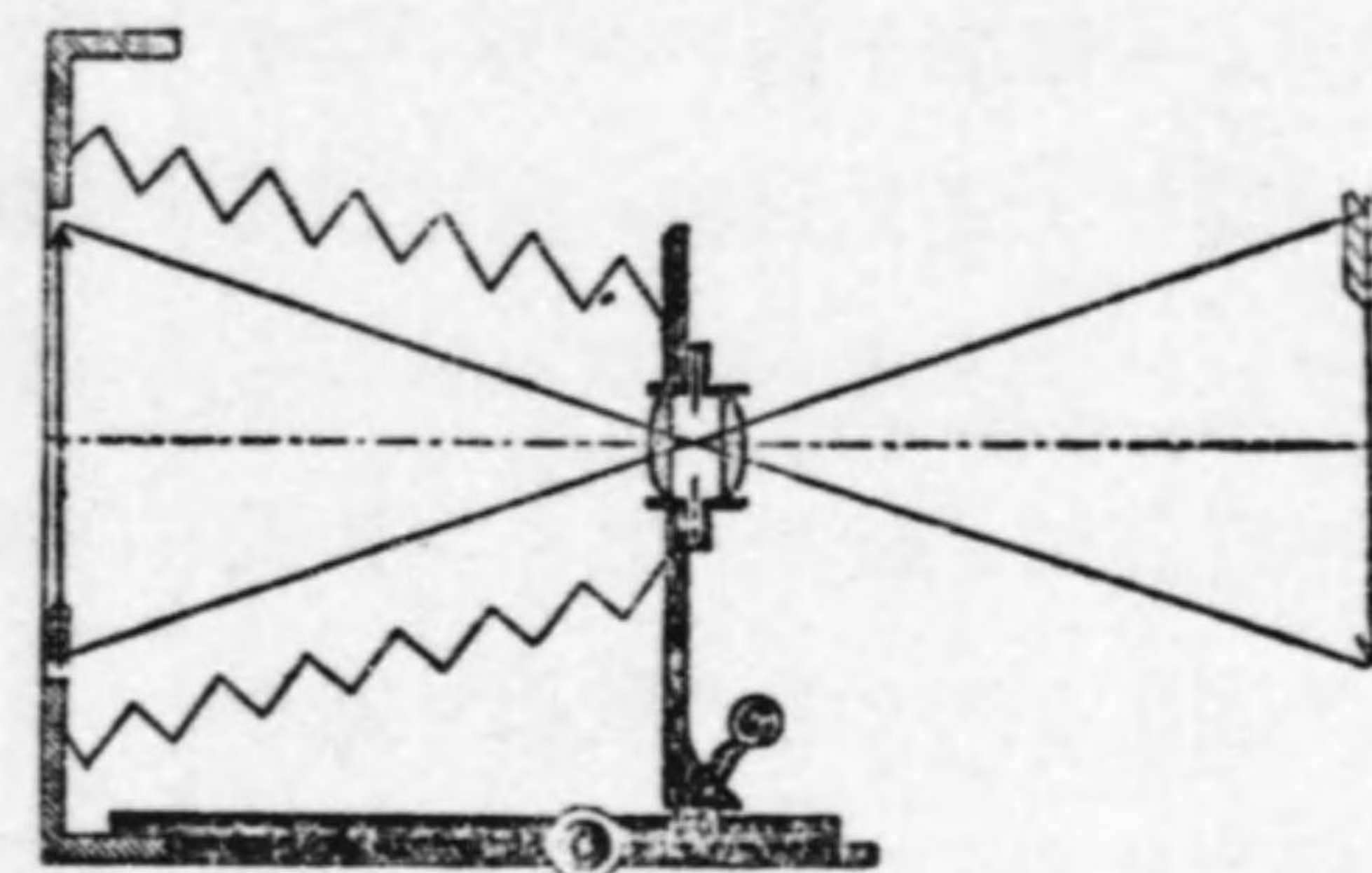


圖 221

ノ量ヲ加減スルタメノ絞リガアル。摺硝子ノ上ニ鮮明ナ像ガ出來タコトヲ確メテ然後レンズノ蓋ヲナシ摺硝子ヲ外ヅシ其代リニ臭化銀ヲ含メルゼラチン即チ感光劑ヲ塗リタル所謂乾板ヲ置キ暫時レンズノ蓋ヲ取リテ光ヲ當ツレバ像ノ各部ハ光ノ強弱ニ應ジテ之ニ多少ノ化學的變化ヲ生ズ、次ニ此乾板ヲ暗室内ニ於テ現像液ニ浸セバ摺硝子板ノ上ニ光ノ強カリシ所ハ濃ク弱カリシ所ハ淡キ黑色ヲ呈シ實物ト明暗ヲ異ニスル像現ハル、之ヲ更ニ定着液ニ浸シヨク洗滌シテ乾ス、之ヲ陰畫ト云フ。更ニ此陰畫ノ下ニ感光紙ヲ置キテ光ニ曝シテ現象スレバ陽畫即チ實物ト明暗等シキ像ヲ得之レ即チ普通ノ寫眞ナリ。

[2] 眼. 眼ハ自然ガ吾人ニ與ヘタ光學器械デ寫眞器械ニ似タ

構造ヲ有ス。其主要部ハ水晶體ト稱スル凸レンズデ水様液及ビ硝子様液其前後ニ充タサル

此等ヲ包ム外被ノ前部ハ透明ニシテ少シク外方ニ突出ス、之レ角膜ニシテ俗ニ黒眼ト云フ、水晶體ノ前方ニ虹彩ト稱スル茶

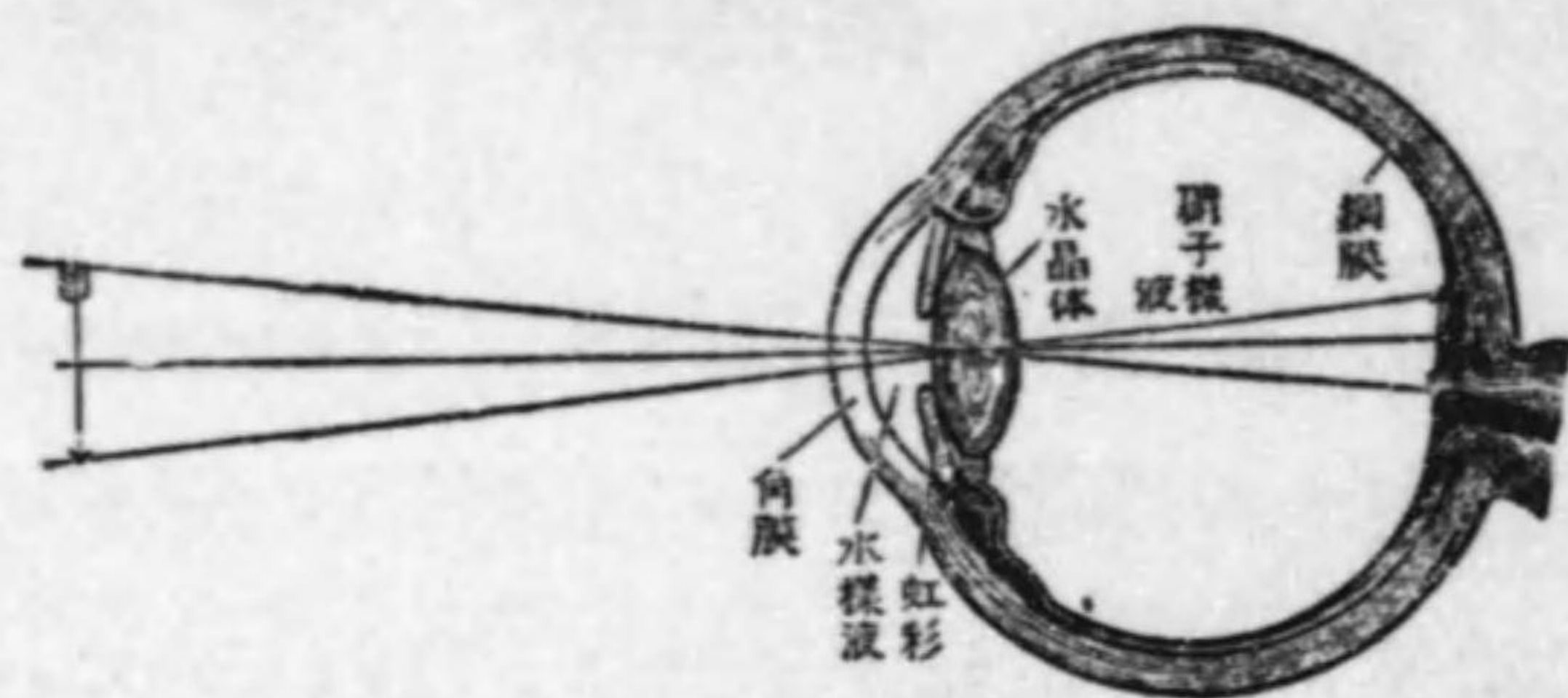


圖 222

色ノ膜アリ光ノ強弱ニ應ジ筋肉ノ作用ニヨリテ光ノ通路ヲナス瞳孔ヲ或ハ狭ク或ハ廣クシテ眼室内ニ入ル光ノ量ヲ加減ス、故ニ虹彩ハ寫眞械ノ絞リニ當ル、後壁ノ内面ニハ視神經ノ末端散布ス、之ヲ網膜ト云ヒ之ハ乾板ニ當ル。

物體ヨリ來ル光ハ瞳孔ヲ通過シ水晶體ニヨリ屈折シ網膜上ニ倒立ノ實像ヲ生ジ視神經ニ視覺ヲ起サシメル、水晶體ハ筋肉ノ作用ニヨリテ其彎曲ノ度ヲ變ジ得ルモノニシテ外界ノ物體ノ距離ニ應ジテ常ニ網膜上ニ像ヲ生ゼシム、此作用ヲ眼ノ調節作用ト云フ、健全ナ眼ハ15種以上ノ距離ニアル物體ヲ明瞭ニ見ルコトヲ得、而シテ印刷物等ヲ見ルニ筋肉ヲ過勞セズシテ最モ樂ニ見ルコトノ出來ル距離ハ眼前約25種デアル之ヲ健眼ノ明視距離ト云フ。

眼ニ見ユル物體ノ大小ハ其物體ノ兩端カラーツノ眼ノ水晶體ノ中心ニ引イタ二直線間ノ角ノ大小ニヨル此角ヲ視角ト云フ、例ヘバABノ視角ハ∠AOBデA'B'ノ視角ハ

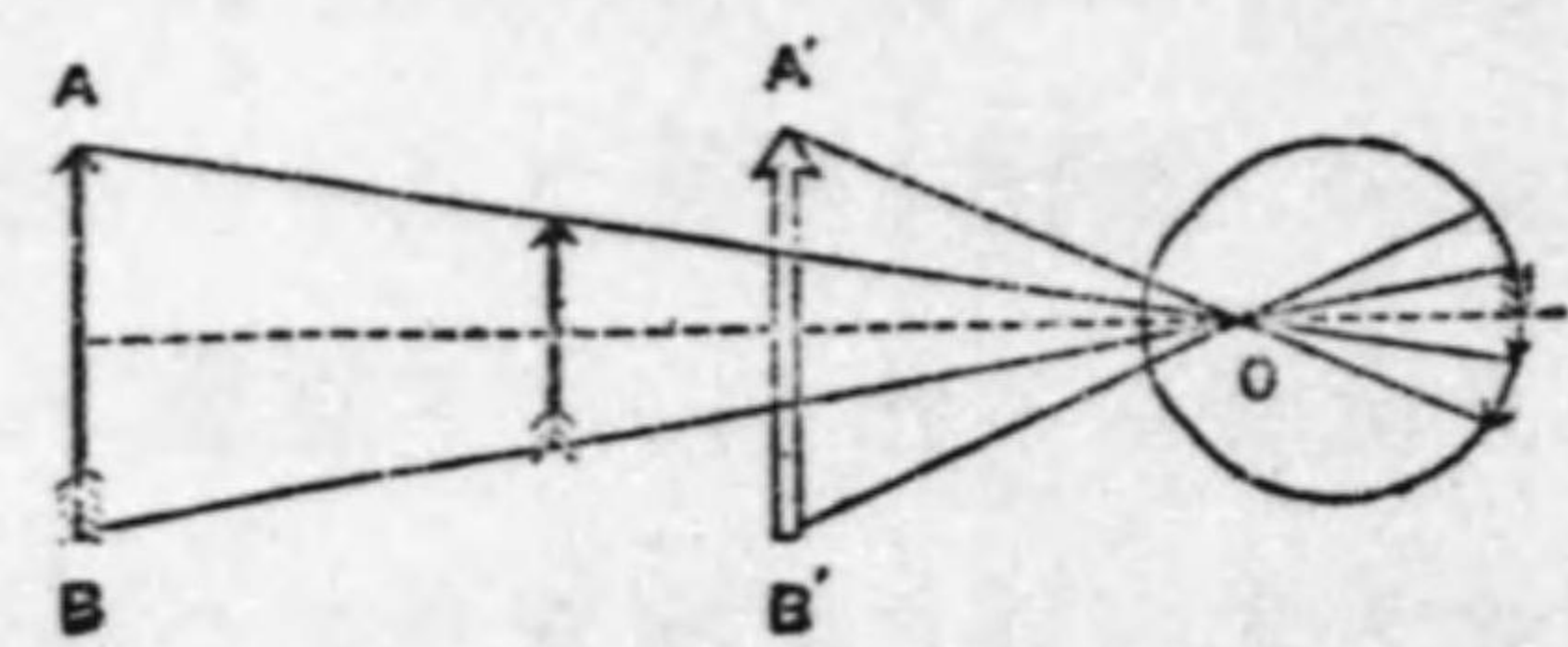


圖 223

∠A'OB'デアル、故ニ同一ノ物體デモ近クアレバ視角ガ大デ遠クア

レバ視角ガ小デア、視角ガ大ナレバ網膜上ニ生ズル物體ノ像ハ大デ視角ガ小ナレバ小デア、吾人ガ物體ノ大サヲ判斷スルハ此視角ノ大小ニヨル、太陽ト月トガ殆ンド同ジ大サニ見ヘルノハ實際ノ大サハ著シク異ナルモ距離ニ相違アル爲メ眼ニハ殆ンド同ジ視角ヲ作ルニヨル。

兩眼デ一點ヲ見ルトキ、其點ヨリ眼ニ引ケル二直線間ノ角ヲ光角ト云ヒ、點ガ眼ニ近ケレバ光角AQBハ大デ遠ケレバAPBノ如ク小デア、吾人ハ兩眼ノアル爲

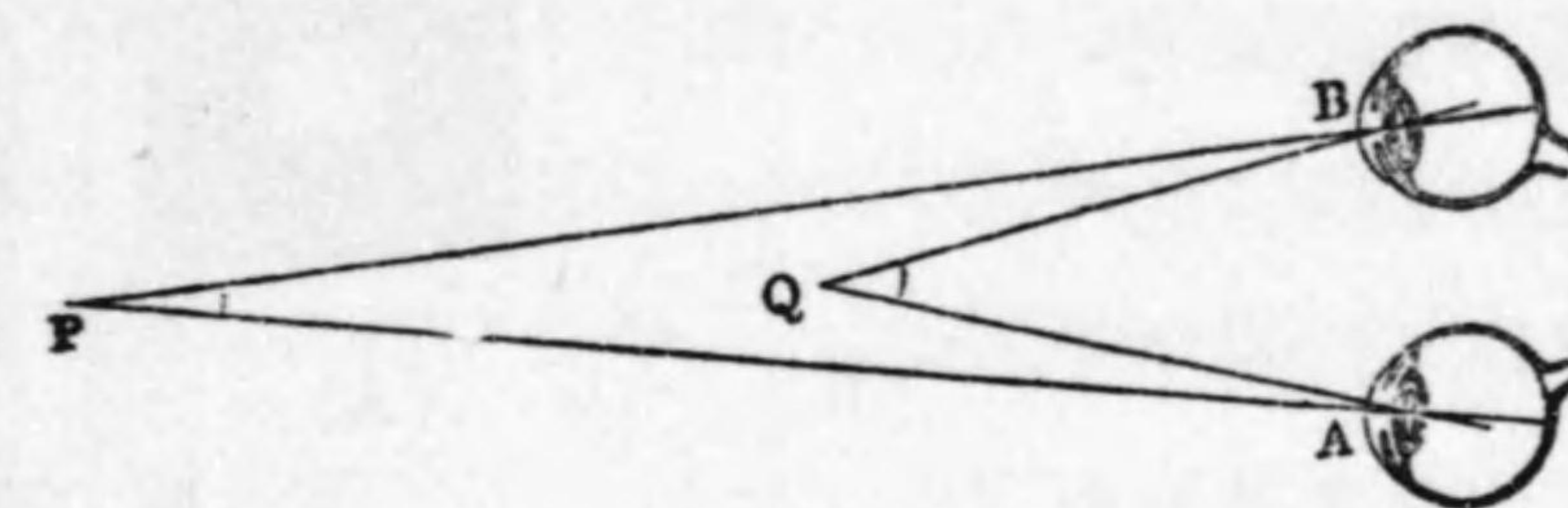


圖 224

メ光角ノ大小ニテ物體ノ遠近ヲ區別スルコトヲ得、又一物體中デモ眼ヨリ遠イ部分ト近イ部分トヲ區別スルコトヲ得、若シ一眼ノミナラバ物體ノ距離ノ判定ハ困難ナリ。

通常ノ寫眞ハ一眼デ見ル處ヲ寫シタコトニナル故實物ノ如ク浮キ上リテ見エズ、然シ同一物體ヲ左體ノミデ見ルトキノ圖ト右眼ノミデ見ル時ノ圖トヲ並べ、左眼ハ左眼ノミデ見タル圖ヲ見、右眼ハ右眼ノミデ見タル圖ヲ見ル如ク

裝置スレバ眞ニ實體ヲ見ル如キ觀ヲ呈ス。實體鏡ハ此理ニ依リテ作りタルモノデ一個ノ凸レンズヲ二分シ其

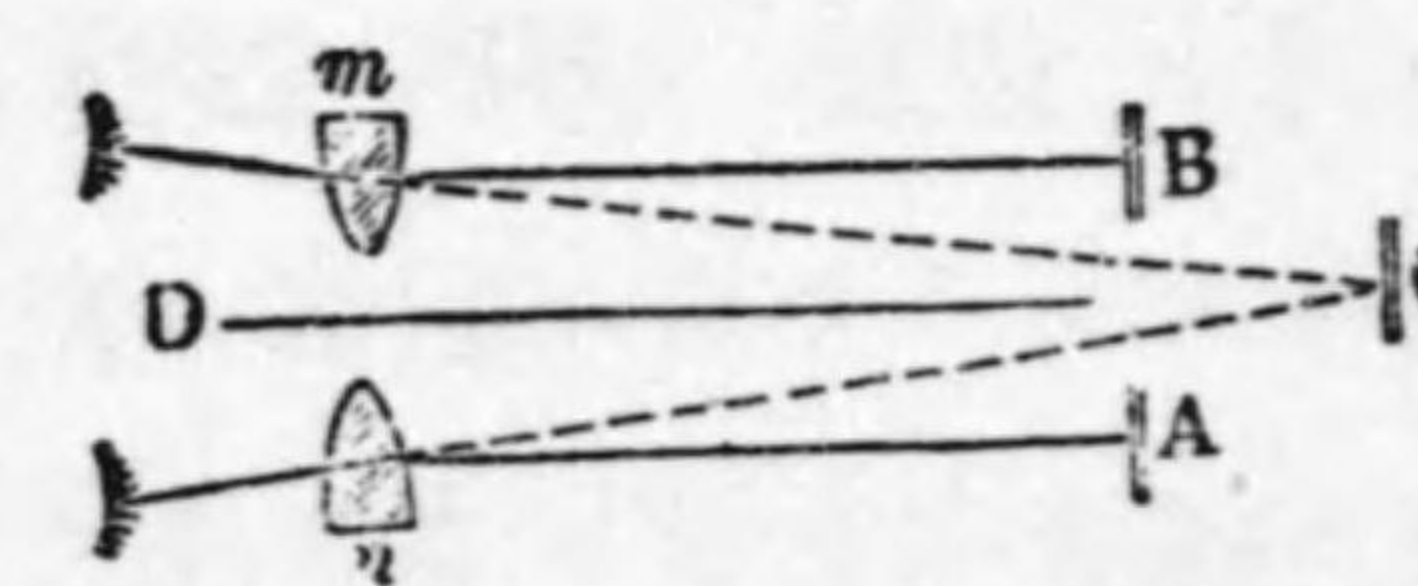


圖 225

縁ヲ相對シテ置キ之ヲ通シテ前記ノ二圖ヲ見レバヨイ、即チ右眼デ見タ圖ヲAノ所ニ、左眼デ見タ圖ヲBノ所ニ置キn,mナルレンズヲ通シAヲ右眼、Bヲ左眼ノミデ見レバA,Bヨリ出ルニツノ光線ハ

單=Cノ一ヶ所カラ來ル光線ト同ジ感覺ヲ生ジテ, C=實物ノ如ク浮キ上ツタ立體ヲ視ルコトヲ得.

眼ハ屢正確ナ判斷ヲ誤ルコトアリ之ヲ錯覺又ハ迷視トモ云フ,

例ヘバ圖226(A)

ノ如ク白紙ノ上ニ畫イタ黒イ物體ハ黒紙ノ上ニ畫イタ同ジ大サノ白イ物體ヨリモ少サク見エル

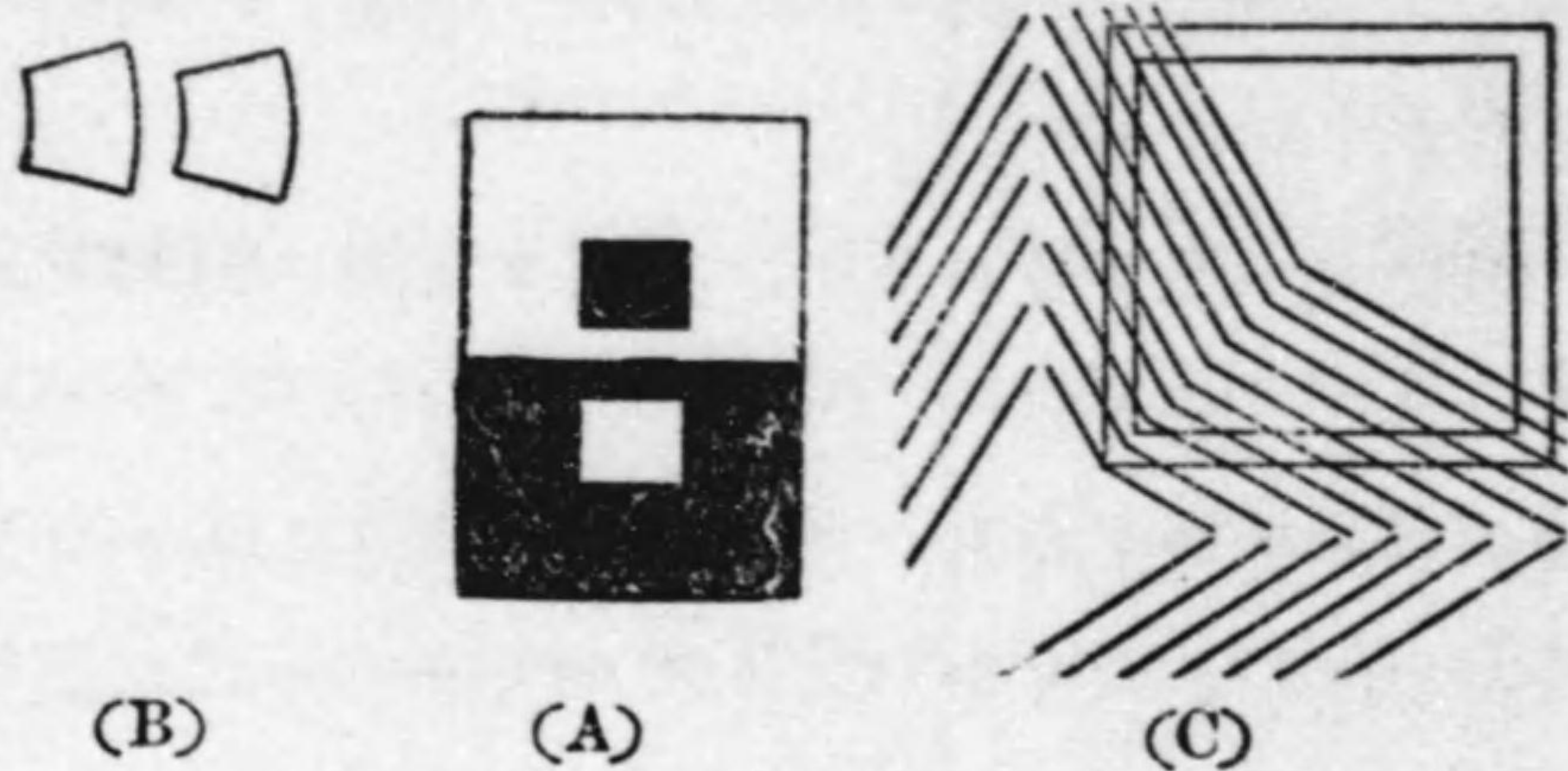


圖 226

又(B)圖ノ如キ屏形ハ共ニ同大ニ畫イテアルガ右ニアルノガ左ノヨリモ少サク見エル,又(C)圖ハ正方形ナルモ一方ガ鈍角デ他ノ一方ガ鋭角ニ見エル. 太陽及月ガ頂天ニアル時ハ地平線ニ近クアル時ヨリモ著シク少サク見エルノモ錯覺ノ一例デ實際ニ其視角ヲ測定スレバ全ク同一デアル, 天頂ニアル時ハ周圍ノ茫漠タル所ニ比較シテ少サク見エルニ止マリ, 恰モ廣イ洋室内ノ十疊間ハ和室ノソレヨリモ著シク狭ク見エルト同様デアル.

[3] 近眼. 遠眼. 眼鏡ノ度数. 近眼ハ水晶體ノ彎曲ノ度ガ過度ニ大ナルカ或ハ眼底ガ深クシテ水晶體ト眼底ニアル網膜トノ距離ガ過度ニ大ナル爲メ遠方ノ物體ノ像ガ網膜上ニ生ゼズシテ其前方ニ生ズル故ニ凹レンズヲ用ヒ

テ補正ス, 今近眼ノ人ガ物體ヲ明瞭ニ見ルコトヲ得ル最大ノ距離ヲ AM_1 トスレバ明視ノ距離

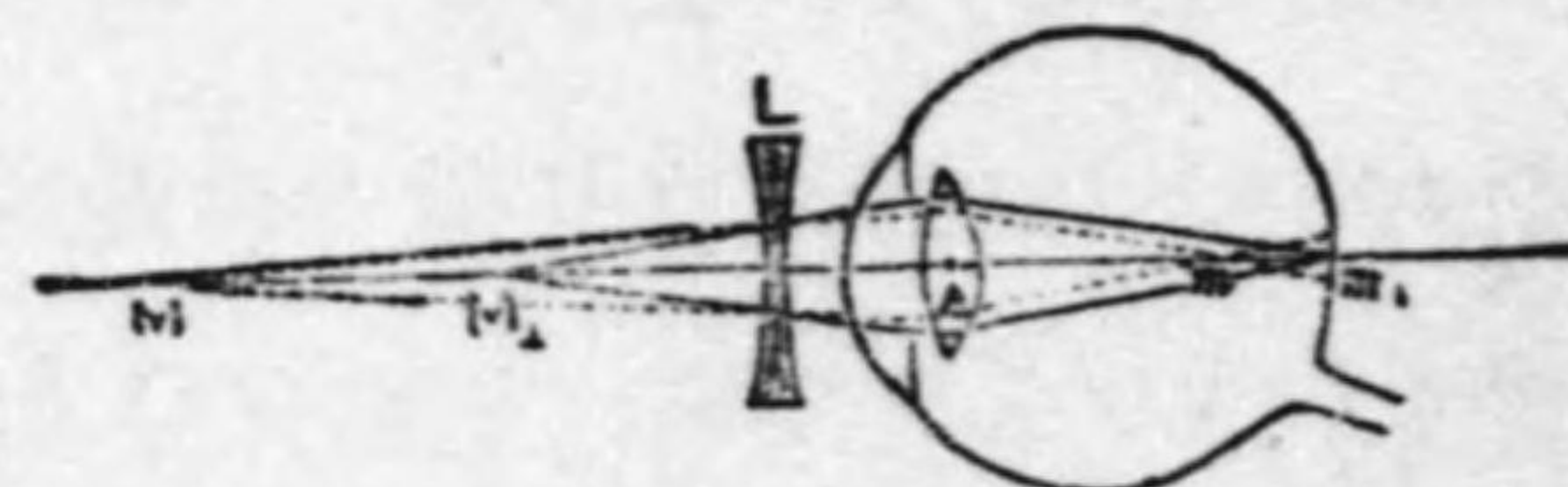


圖 227

(25種)AMニアル物體Mヨリ發スル光線ヲシテ凹レンズニヨリ M_1 ナル距離ヨリ來ル如ク屈折スレバ可ナリ. 故ニ此凹レンズノ焦點距離ヲ f トスレバ

$$\frac{1}{AM_1} - \frac{1}{AM} = \frac{1}{f} \quad \text{即チ} \quad \frac{1}{AM_1} - \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$$

此式ニヨリ f ヲ求ムルコトヲ得.

遠眼ハ水晶體ガ過度ニ扁平ナルカ或ハ眼底ガ淺ク水晶體ト網膜トノ距離ガ過度ニ小ナル爲メ近カキ物體ヲ見ルトキ其像網膜ノ後方ニ生ジ明瞭ニ見ルコト能ハズ, 老眼ハ調節作用ヲナス筋肉ノ働キ衰ヘテ自カラ遠眼トナレルモノ多シ, 之ヲ調節スルニハ共ニ凸レンズヲ用フ.

今遠眼ノ人ガ物體ヲ明瞭ニ見ルコトヲ得ル最小ノ距離ヲ AM_1 トスレバ明視ノ距離(25

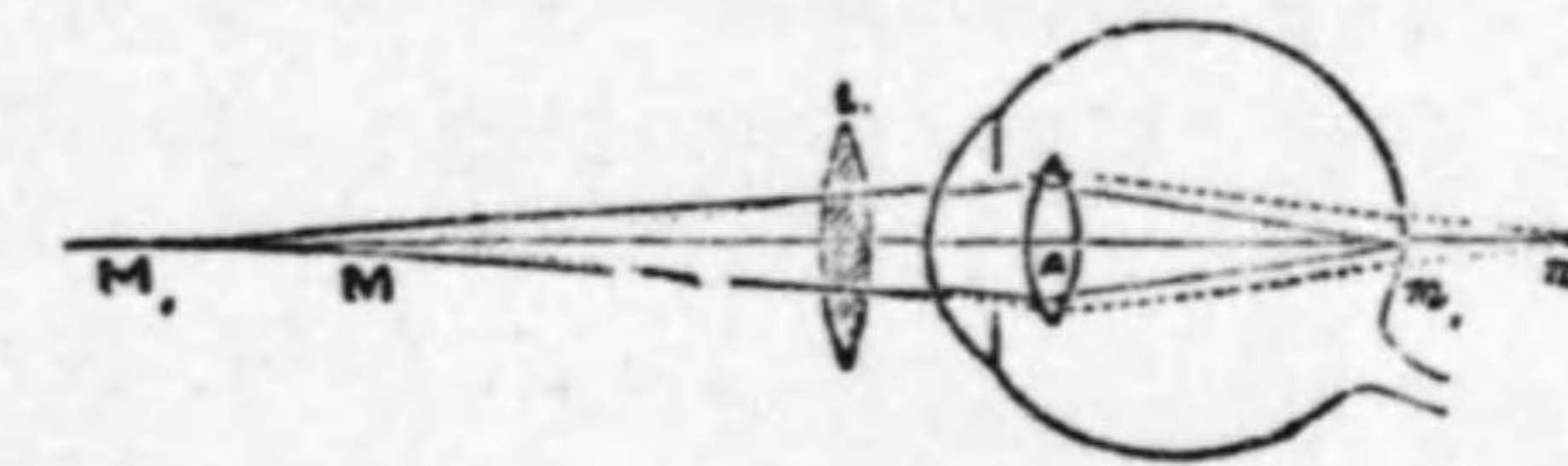


圖 228

種) AM ニアル物體Mヨリ發スル光線ヲシテ凸レンズニヨリ M_1 ナル距離ヨリ來ル如ク屈折スレバ可ナリ. 故ニ其凸レンズノ焦點距離ヲ f トスレバ

$$\frac{1}{AM} - \frac{1}{AM_1} = \frac{1}{f} \quad \text{即} \quad \frac{1}{25} - \frac{1}{AM_1} = \frac{1}{f}$$

此式ニヨリ f ヲ求ムルコトヲ得. 此式ハ凸レンズニヨリ虚像ヲ生ズル場合ノ公式ナリ.

此外亂視ト稱シテ水晶體ノ形ガ擊劍ノ面ノ如ク縦ノ曲リ具合ト横ノ曲リ具合ト異ナルモノアリ, 之ヲ補正スルニハ圓筒形ノレンズヲ用フ, 又色盲ト稱シテ青, 赤, 堇ノ三ツノ視覺ヲ有セザルモノアリ.

眼鏡ノ度トハ此焦點距離ヲ英ノ吋, 又ハ獨ノツオルニテ測リタ

ル數ヲ云フ、故=10度ノ眼鏡トハ焦點距離ガ10吋又ハ10ツオルノ意ナリ。又度ノ代リニチオプトルヲ用フルコトアリ、之ハ焦點距離ヲ米ニテ測ツタ數ニテ1ヲ割リタル數即チ $\frac{1}{f(\text{米})}$ ナリ。

故= $f=1$ 米ナレバ1チオプトル、 $f=\frac{1}{2}$ 米ナレバ2チオプトルナリ一般ニ a チオプトルノ眼鏡ト b チオプトルノ眼鏡トヲ合スレバ $(a+b)$ チオプトルトナル、視力検査ニテ視力ヲ示スニハ通例スネルン視力表ヲ用ユ、此表デハ20呎ノ所ヨリ見テ最モ能ク見エル最小文字ガ20番ノ文字ナラバ其人ヲ正視トシテ視力 $\frac{20}{20}$ ト書キ又同ジ所ヨリ見得ル最小文字ガ40番ナラバ視力ヲ $\frac{20}{40}$ トス。

問 [1] 明視ノ距離15種ノ人ハ何度ノ近眼鏡ヲ用フベキカ。

解 健眼ノ明視ノ距離=25像ナル故公式ニヨリ

$$\frac{1}{15} - \frac{1}{25} = \frac{1}{f} \quad \therefore f = 37.5 \text{種} = 15 \text{吋} \text{ 即チ } 15 \text{度}$$

問 [2] 明カニ視得ベキ最小距離50種ノ人ト最大距離20種ノ人トガ用フベキ各眼鏡ノ種類及其焦點距離ヲ求メヨ。但シ通常人ノ眼ノ明視ノ距離ハ25種ナリ。

解 前者ハ凸レンズヲ用フ其焦點距離ヲ f トセバ

$$\frac{1}{25} - \frac{1}{50} = \frac{1}{f} \quad \therefore f = 50 \text{種}$$

後者ハ凹レンズヲ用フ、遠方ノ物體ノ像ガ20種以内ノ距離ニ生ズレバ可ナリ、故ニ凹レンズノ公式ニテ $a = \infty$ トセバ

$$\frac{1}{20} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f} \quad \therefore f = 20 \text{種}$$

問 [3] 焦點距離10種ト12種トノ二ツ凸レンズヲ重ネ合ストキ焦點距離幾何ノレンズトナルカ。

解 焦點距離 f_1, f_2 ナル2枚ノレンズヲ相接觸シテ組合セタルモノノ焦點距離ヲ F トスレバ

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \therefore \frac{1}{F} = \frac{1}{10} + \frac{1}{12} \quad \therefore F = 5.5 \text{種}$$

[4] 幻燈及ビ活動寫眞. 幻燈ハ強イ光源 S ノ前方ニ2枚ノ大ナル凸レンズ C ヲ置キテ光源ノ光ヲ收斂シ之ヲ去ルトキ平行光線

トナシテ投影スベキ畫板 XY ヲ照ラシ L ナル凸レンズニヨツテ畫面ノ擴大セル實像 $X'Y'$ ヲ生

ゼシメ遠ク距リタル衝立上ニ其像ヲ映ゼシムルモノナリ。

レンズ L ト畫面トノ距離ハネチ仕掛ケニテ變更シ得ルヲ以テ物體ノ像ヲ鮮明ニ衝立上ニ生ゼシムルヲ得。

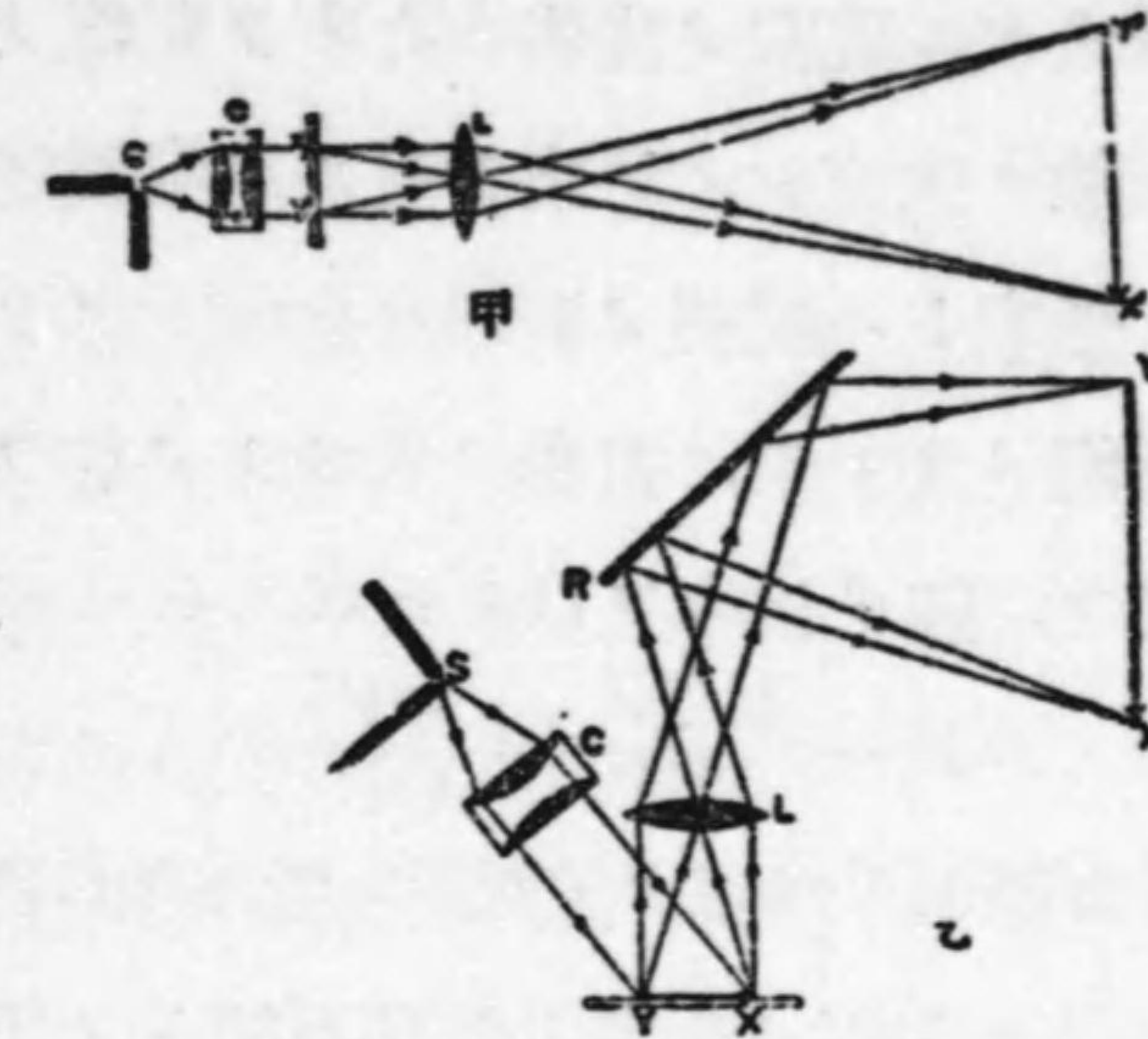


圖 229

活動寫眞モ亦幻燈ノ一種ナリ。視覺ハ光ノ作用ガ消失シ

タ後モ暫時繼續スルモノデ例ヘバ線香ニ火ヲ點ジテ、之ヲ速ニ回轉スルト火ノ輪ガ見え、又日中落下シツツアル雨滴ガ細イ水柱ノ如ク見エル、此網膜ノ殘像ノ繼續スル時間ハ實測ニヨルト長クテ約 $\frac{1}{10}$ 秒デアル、故ニ活動スル物體ヲ1秒ニツキ十數回ノ割合デ順次ニ寫影シタ列ヲ畫板トシテ前ト同ジ順序ニ同ジ速サデ幻燈デ映寫スルト前ノ殘像ガ消失シナイ内ニ次ノ像ガ見エルガ眼ハ物體ノ各瞬間ニ於ケル運動ノ模様ヲ順番ニ見ルコトトナリ、恰モ物體ガ運動スル如ク見エル之レガ活動寫眞デアアル。

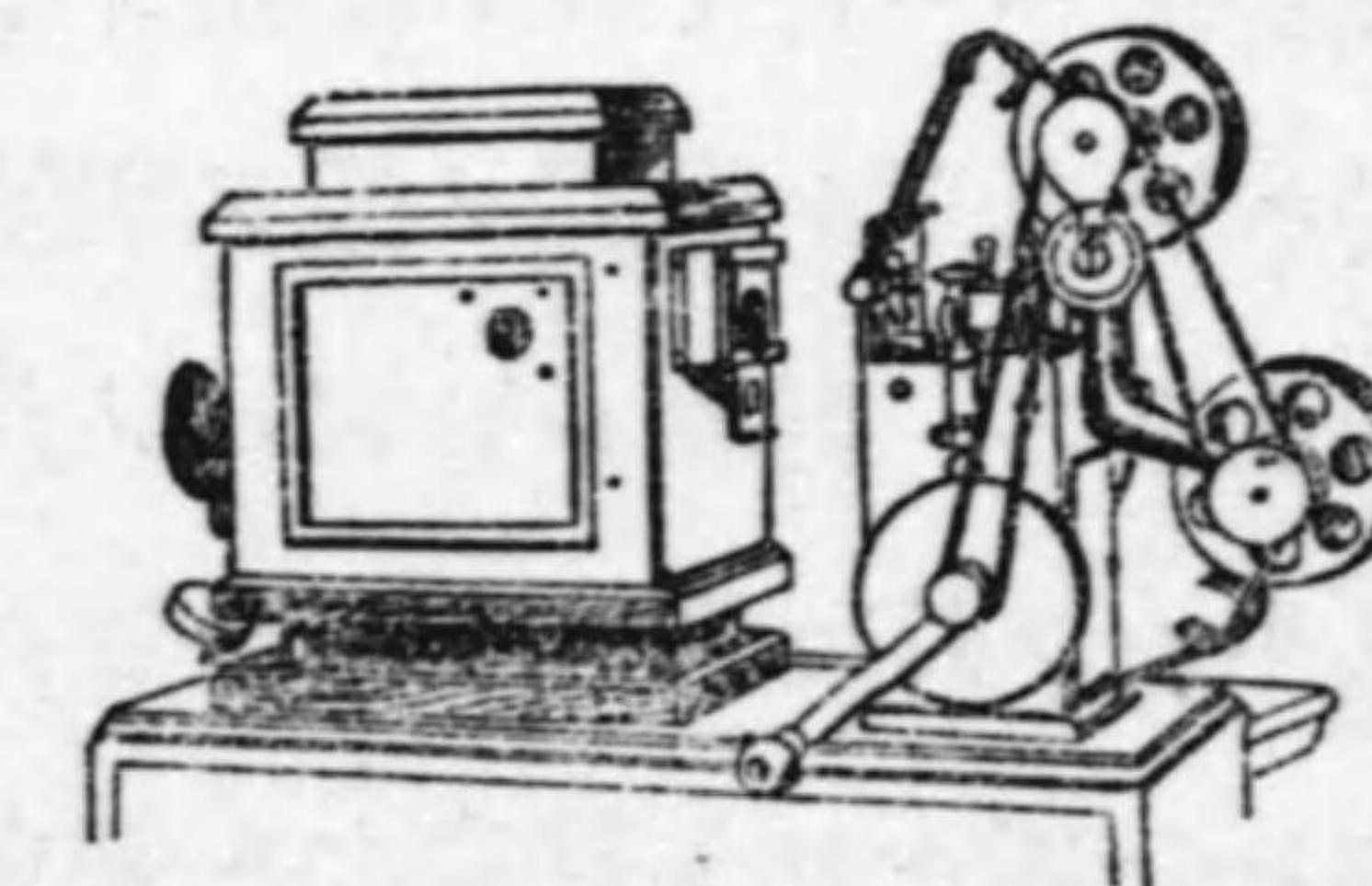


圖 230

[5] 蟲眼鏡. 凸レンズノ焦點

距離以内ニ發光點ヲ置ケバ光ハレン

ズヲ通ツタ後發散シテ虚像ヲ生ズ、故ニ焦點距離ノ短カイ凸レンズノ焦點以内ニ小サイ物體ヲ置キ、ソノ擴大セル虚像ヲ見ル如ク

セルモノガ蟲眼鏡ナリ。圖 231 ノ如ク物體 MN ヲ焦點以內ニ置キ
 擴大セル直立ノ虚像 M' N' ヲ明視ノ
 距離ニ生ゼシメテ之ヲ見ル、蟲眼鏡

ノ倍率トハ明視ノ距離ニ生ゼシメテ
 虚像ノ大サト、實物ノ大サトノ比ヲ
 云フ。即チ倍率ヲ D トセバ

$$D = \frac{M'N'}{MN} = \frac{OP'}{OP}$$

實際 MN ハ極ク焦點 F ニ近キ故 OP ヲ焦點距離ト見ルコトヲ得依
 テ D ハ明視ノ距離ト焦點距離トノ比トナル。從テ倍率ハ焦點距離
 ノ小ナル程大トナル。

[6] 顯微鏡。顯微鏡ハ蟲眼鏡ヨリモ一層小サイ物體ヲ擴大

シテ見ル装置デ其構造ハ圖 232 ノ

如ク金屬製ノ圓筒 M ノ端 A = 焦點
 距離ノ極メテ短カイ對物レンズ、
 他端 B = 對眼レンズヲ嵌メタモノ
 ナリ。對物レンズト對眼レンズト
 ノ距離ハ一定デ此ノ全體ヲネジ仕
 掛ニテ上下シ物體ノ像ヲ明瞭ニ見
 ル如クス。對物レンズ L ノ焦點ヨ
 リ少シク外ニ實物 AB ヲ置クト對

物レンズニヨリ擴大セル倒立ノ實像 A' B' ヲ生ズ此實像 A' B' ガ對
 眼レンズ L' ノ焦點以內ニ生ズル如クシ之ヲ望ムト A' B' ノ更ニ擴
 大セル虚像 A'' B'' ヲ明視ノ距離ニ見ルコトヲ得、對物レンズハ通
 常 2 枚又ハ 3 枚ヨリ成ルレンズヲ用ヒテ、擴大ノ度ヲ増シ且ツ物體

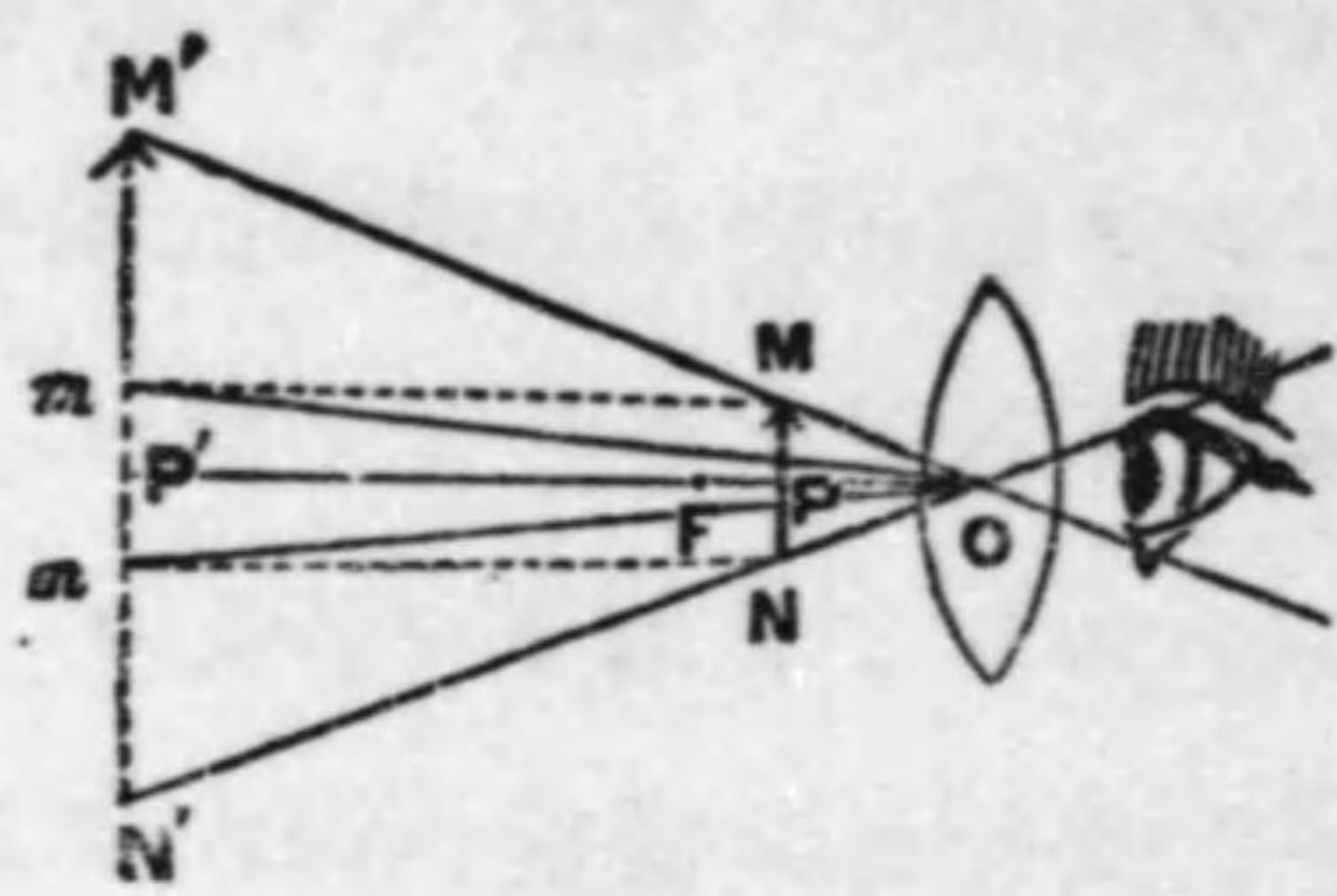


圖 231

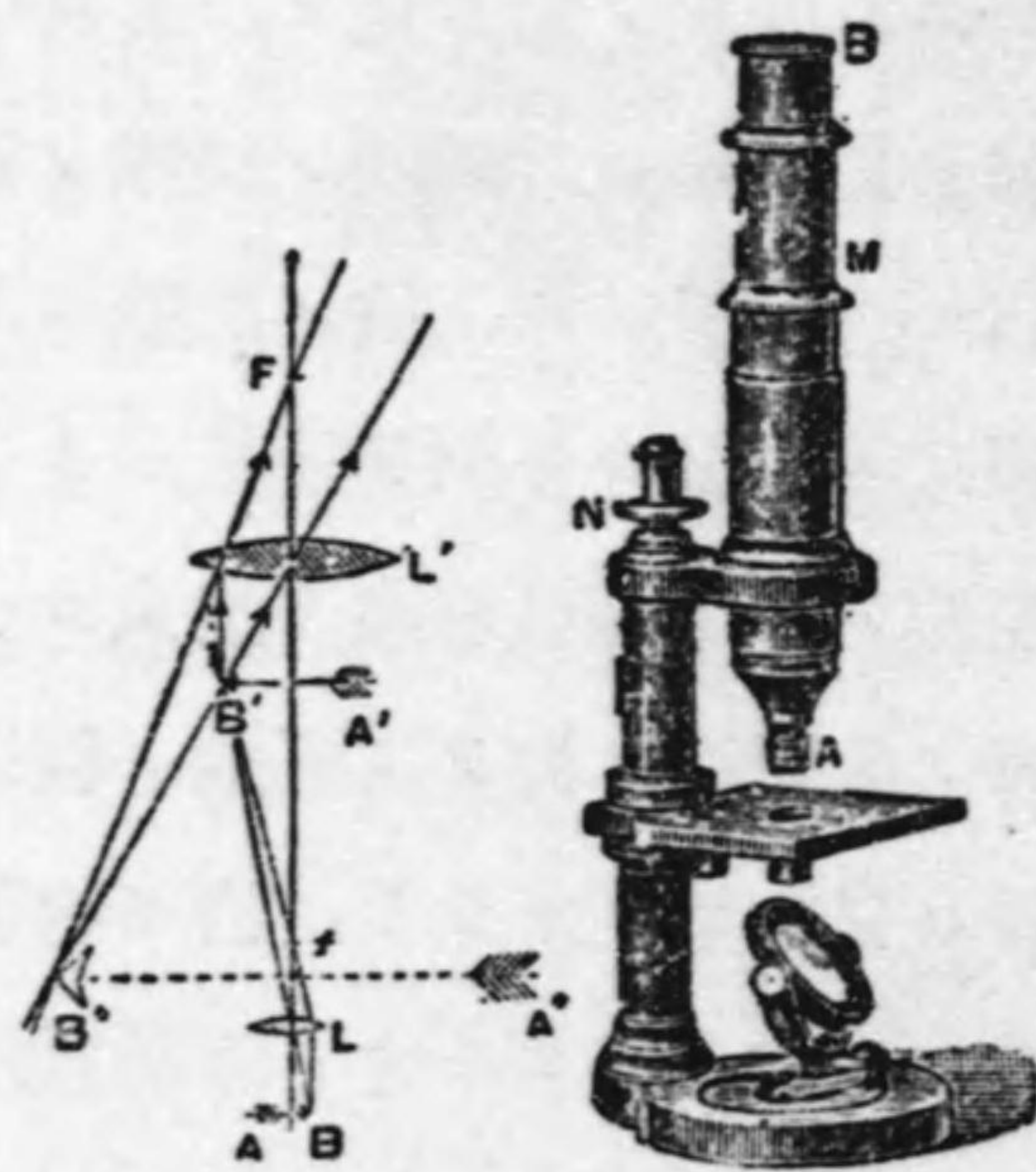


圖 232

ノ像ヲ鮮明ニ見得ル如クセリ、物體ヲ顯微鏡ニテ見タ時ノ視角ト
 物體ヲ明視ノ距離ニ置クトキノ視角トノ比ヲ顯微鏡ノ倍率ト云フ

通常 500 倍、700 倍ノ倍率ト云フハ此ノ比ヲ云フノデ面積ノ比デ
 ナイカラ面積ノ比ヲ求メルニハ此比ヲ自乗セザルベカラズ。

肉眼ニテハ到底見ルコト能ハザル微細ナ物質デモ顯微鏡デ擴大
 スレバ其像ヲ見得ルカラ之ニ由テ生物ノ組織ノ研究或ハ細菌ノ檢
 査等ガ出來、之レガ爲メ生物學及醫學ハ非常ノ進歩ヲナセリ。又
 顯微鏡ハ岩石或合金ノ組織ヲ檢スルニ用ヒラル、岩石ノ薄片ヲ作
 リ、之ヲ磨イテ顯微鏡デ見レバ岩石ヲ組成スル鑛物ハ極ク小サイ
 結晶體ノ集合デアルコトガ知ラル、又金屬ノ表面ヲ滑カニ磨イタ
 後稀鹽酸ノ如キ藥品デ浸潤セシメルト物質ニヨリテ藥品ニ侵サレ
 ル程度ガ異ナル故多少ノ凸凹ガ其ノ表面ニ生ズル故之ヲ顯微鏡ノ
 直下ニ置キ其ノ側面ヨリ光ヲ顯微鏡ノ筒内ニ導キ、筒軸ニ對シテ
 45°ノ傾キヲナセル硝子ノ薄板ニテ下方ニ反對セシメテ金屬面ヲ
 照シ顯微鏡ヲ通シテ之レヲ見レバ金屬モ亦小サイ結晶體ノ集合ヨ
 リナルコトガ知ラル。顯微鏡寫眞機ハ顯微鏡ト寫眞ノ暗箱トヲ組
 合セタルモノデ實物ノ擴大像ヲ撮影スルニ用ヒラル。近年鐵工業
 ヲ始メ種々ノ合金ノ工業ノ進歩シタルハ此顯微鏡ニ負フ所甚ダ多
 大ナリ。

倍率ノ大ナル顯微鏡デ植物ノ花粉ヤ雄黃ト稱スル黃色ノ繪具ノ
 溶液等ヲ觀察スレバ此等ノ微粒子ハ液體中デ盛シニ不規則ノ運動
 ヲナスヲ知ル。之レ液體中ノ分子ハ絶エズ運動セル故其中ニ浮ベ
 ル微粒子ニ衝突シテ不規則ナル運動ヲナスニ由ル、如何ニ高度ノ
 顯微鏡デモ分子ハ之ヲ直接ニ見ルコトヲ得ザルモ其運動ニヨル効

果ハ見ルコトヲ得ベキヲ以テ間接ニ分子ノ存在ヲ證スルコトヲ得、斯ノ如キ分子ノ運動ヲブラウン運動ト云フ。

[7] 望遠鏡. 望遠鏡ハ遠方ノ物體ヲ近く見セル装置デ其構造ハ顯微鏡ト同様ニ伸縮自在ナル金屬製ノ圓筒ノ兩端ニ凸レンズ

ヲ嵌メタルモノニシテ圖ニ示ス如ク太

キ圓筒ノ一端Aニアル凸レンズヲ對物

レンズ,小サキ圓筒ノ端Bニアル對眼

レンズト云フ,唯顯微鏡ト異ナルハ對

物レンズノ焦點距離大ナルモノヲ用フ

ルニアリ. 望遠鏡ニヨツテ遠方ノ物體

ガ近く見ユル理由ハ圖233ニテ明ナリ

先ヅ對物レンズAニヨツテ遠方ニアル

物體PQノ實像P'Q'ヲ對眼レンズBヲ

進退セシメテ其焦點以內ニ持チ來セバ像P'Q'ハ對眼レンズニヨ

ツテ擴大セラレテ大ナル虚像P''Q''ヲ生ズル望遠鏡ヲ通シテ物體

ヲ望メバ物體PQハ倒立シテP''Q''ニアル如ク見ユ,望遠鏡ノ倍率

トハ望遠鏡ニヨツテ視ル虚像ノ視角ト物體ヲ肉眼ニテ直接ニ見ル

トキノ視角トノ比ヲ云フ.

上ノ望遠鏡ハ天體觀測ニハ可ナルモ地上用ノ望遠鏡トシテ像直

立セザル故不可ナリ,故ニ地上用ノ望遠鏡トシテハ對物及對眼兩

レンズノ間ニ更ニ焦點距離相等シキ二個ノ凸レンズヲ焦點距離ニ

等シキ距離ヲ保チテ對立セシム,斯クスレバ直立セル虚像ヲ得.

天體ニ關スル吾人ノ智識ハ前ノ天體望遠鏡ヨリ得ラルルモノデ

又測量機ノ主ナル部分ハ此地上望遠鏡デア.

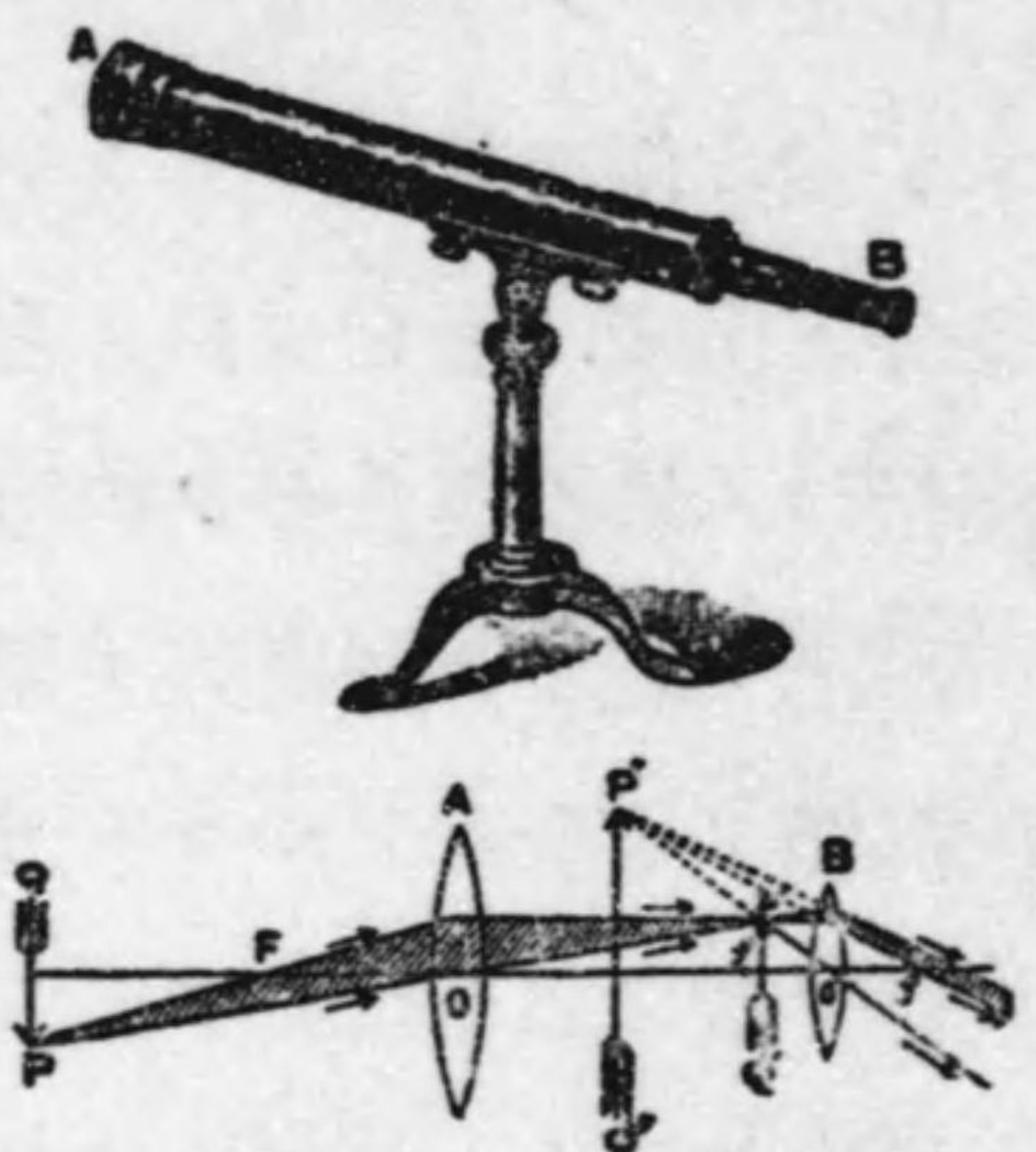


圖 233

問 對物レンズノ焦點距離10種ノ望遠鏡アリ,對物レンズヨリ1.1米ノ物體ヲ明瞭ニ見得ルガ如ク對眼レンズヲ調整シ,次ニ又他ノ物體ヲ同様ニ明瞭ニ望ムニメニ對眼レンズヲ對物レンズノ方ヘ5種近ヅケタリ,對物レンズヨリ物體マデノ距離何程ナルカ,但シ對眼レンズヲ通シテ見ル物體ノ像ハ常ニ對眼レンズヨリ同ジ距離ニ生ズルモノトス.

解 1.1米ノ距離ニアル實物ノ像ノ位置ヲbトセバ
 $\frac{1}{110} + \frac{1}{b} = \frac{1}{10} \therefore b = 11$ 種.
 他ノ物體ノ距離ヲx種トセバ像ノ位置y=10.5種ナルヲ以テ
 $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{x} + \frac{1}{10.5} = \frac{1}{10} \therefore x = 210$ 種=2.1米

[8] ガリレオ望遠鏡. 此望遠鏡ハ對眼レンズニ凹レンズヲ用キルヲ以テ物體ノ像ハ直立セル虚像ヲ生ジ,且ツ筒ガ短カキ故携帯ニ便ナリ. 次ニ此望遠鏡ニヨリ直立セル虚像ヲ生ズル模様ヲ説明セン.

圖234ニ於テ物體PQヨリ發スル光線中對物レンズLノ光心ヲ通ル光線ハ其儘直進シ焦點Fヲ通ル光線ハLニヨツテ屈折セラレ軸ニ平行ニ出ル. 此二光線ノ交點P'ハPノ實像デア. 同様ニQ'ヲ求ムレバP'Q'ハPQノ實像デア. 即チ對眼レンズガ無ケレバ

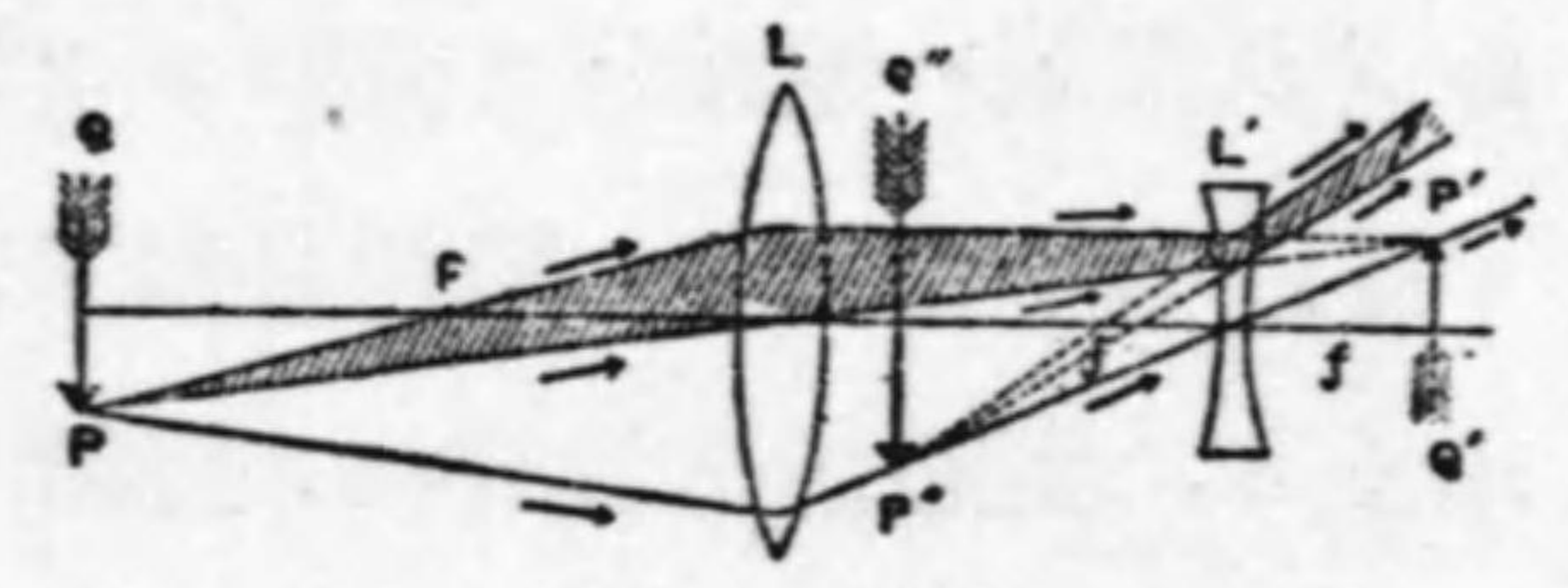
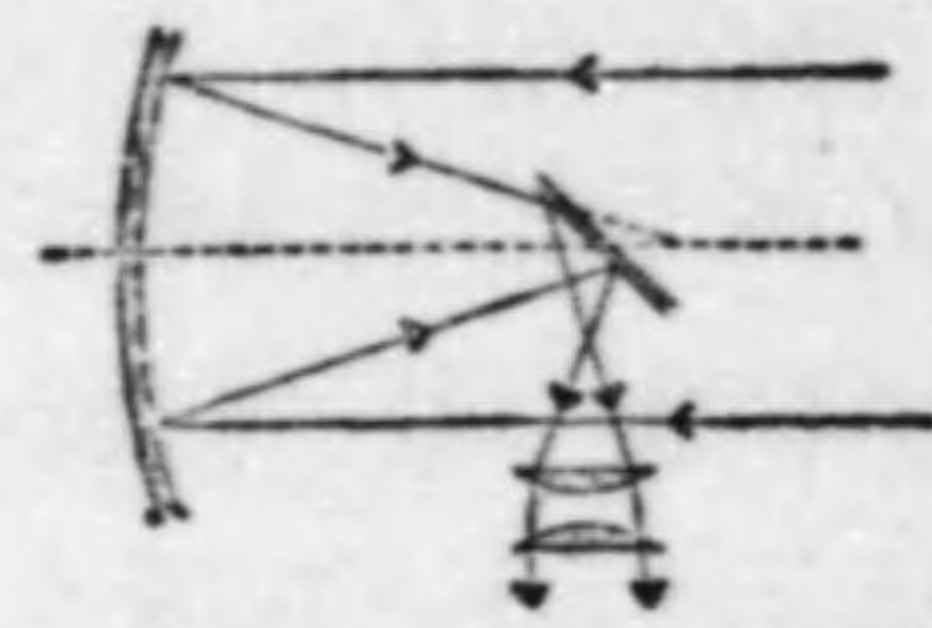


圖 234

Lニヨツテ凹レンズノ後方ニ實像P'Q'ヲ生ズベキ筈ナリ,從テ對眼レンズL'ヲ進退シテ此實像ガ丁度焦點以外ニアル如クセバ軸ニ平行ナル光線ハL'ニヨツテ内側ノ焦點fヨリ發スルガ如ク發散セラレ之ヲ逆ニ延長セヨ,又Lヲ通ル光線中L'ノ光心ヲ通りP'ニ至ル光線アリ故ニP'トL'ノ光心トヲ連ビ此延長ト前ノ延長トノ交點P''ヲ求レバ之レPノ虚像ナリ. 同様ニシテQ''ヲ求ムレバP''Q''ハ即チPQノ直立セル虚像ナリ.

[9] 反射望遠鏡. 之ハ對物レンズヲ用ヒズ開キノ大キナ凹面鏡ニヨリ天體カラ來ル光ヲ反射セシメ再ビ小サイ平面鏡又ハ凹面鏡デ反射セシメテ對物レンズデ觀測スル如クナセルモノナリ,
 圖235 ハニュートンノ反射望遠鏡ニ於ケル光ノ進路ヲ示セルモノナリ.



[10] 双眼鏡. 双眼鏡ハガリレオ望遠鏡ト同様ノ一對ノ望遠鏡ヲニツ竝ベタルモノデ圓筒ガ短カク携帯ニ便デアル, プリズ

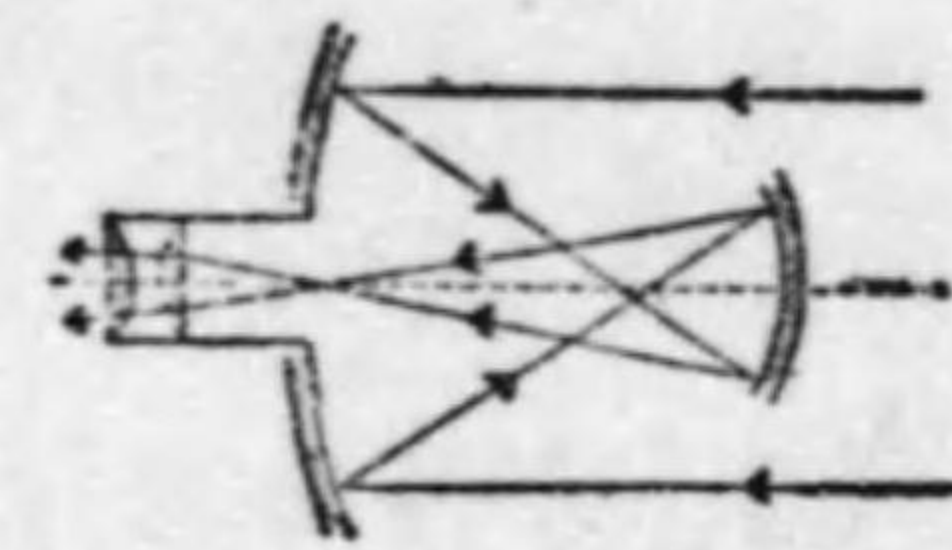


圖 235

ム入り双眼鏡ハ望遠鏡ノ二個ノ凸レンズノ中間ニ二個ノ直角プリズムヲ置キ其屈折稜ガ直角ヲナス如ク對置シタルモノナリ. 此直角プリズムヲ圖236ノ如ク置ケバ對物レンズヲ通シテ入り來ル光線ヲ四回全反射セシメテ像ヲ直立セシメ且ツ筒ヲ短縮セシム. 尙此ノ双眼鏡ハ像非常ニ鮮明ニシテ廣イ範圍ヲ望ムコトヲ得.

[11] 測距儀. 軍用其他ノ實用上ニ, 望遠鏡デ目的物ノ距離ヲ直チニ知ル爲メニ用フルモノヲ測距儀ト云フ. 之ハ圖237ノ如ク長イ水平管ノ兩端ニ近クニツノ窓ヲ設ケ光ヲ此窓カラ入ラシメル, 窓ノ内側ニハ筒ノ軸ト45°ノ傾ヲ有

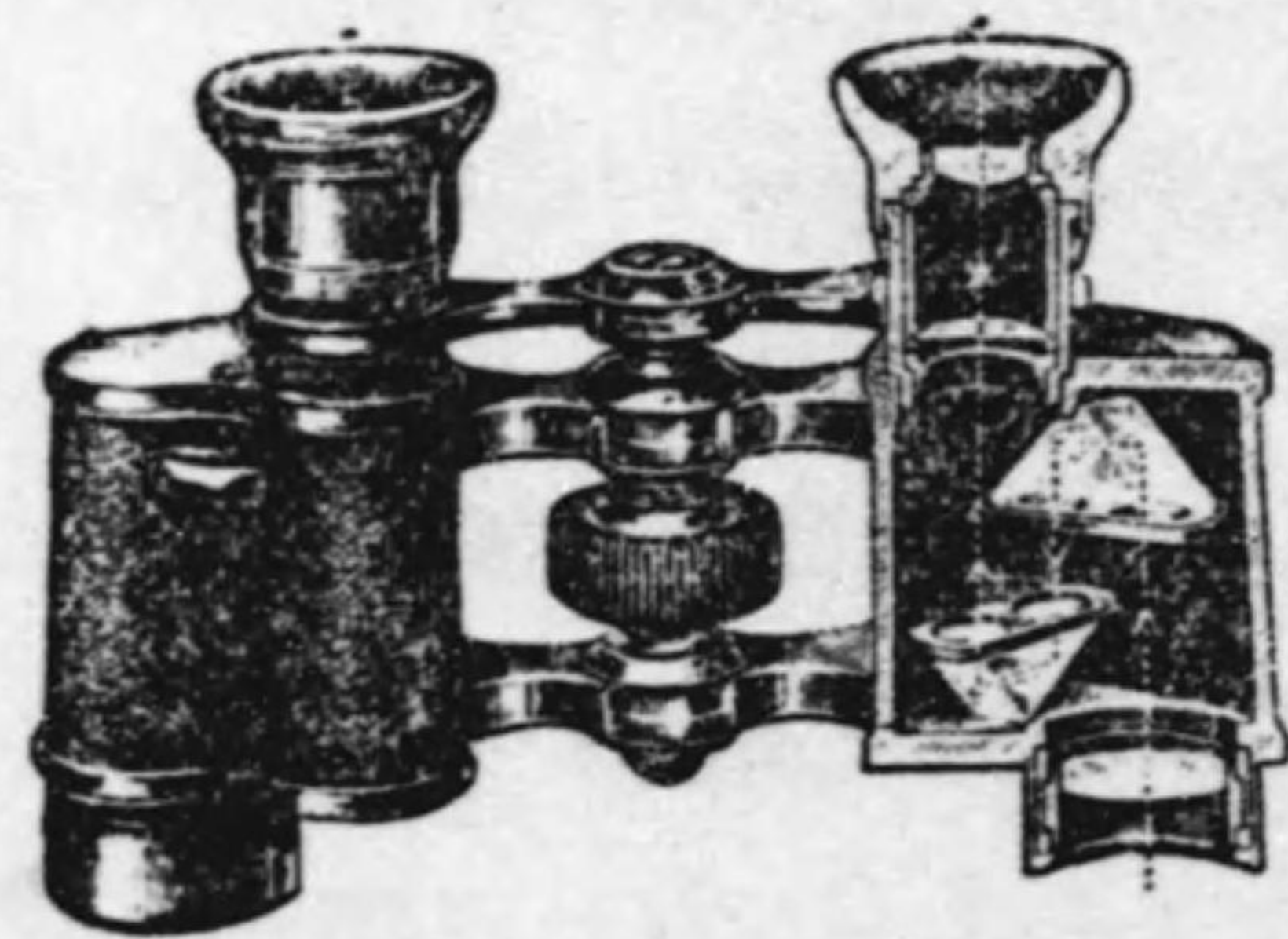


圖 236

スル平面鏡カ直角プリズムヲ置キ反射シテ光ガ筒ノ軸ニ沿ヒ中央部ニ送ラルル如クセリ. 又中央ノ横窓ノ内側ニアル二枚ノ直角プリズムニヨツテ視界(中央ノ窓ニ對眼レンズアリ)ノ上半ト下半ト

ガ夫々右及左ノ窓カラ來タ光デ像ヲ作ル如クセリ, 故ニ極メテ遠方ノ物體ヲソレデ望ム時ハソノモノヨリ來ル光ハ總テ平行ナリト看做シ得ル故. 右窓ニ生ズル像ト左窓ニ生

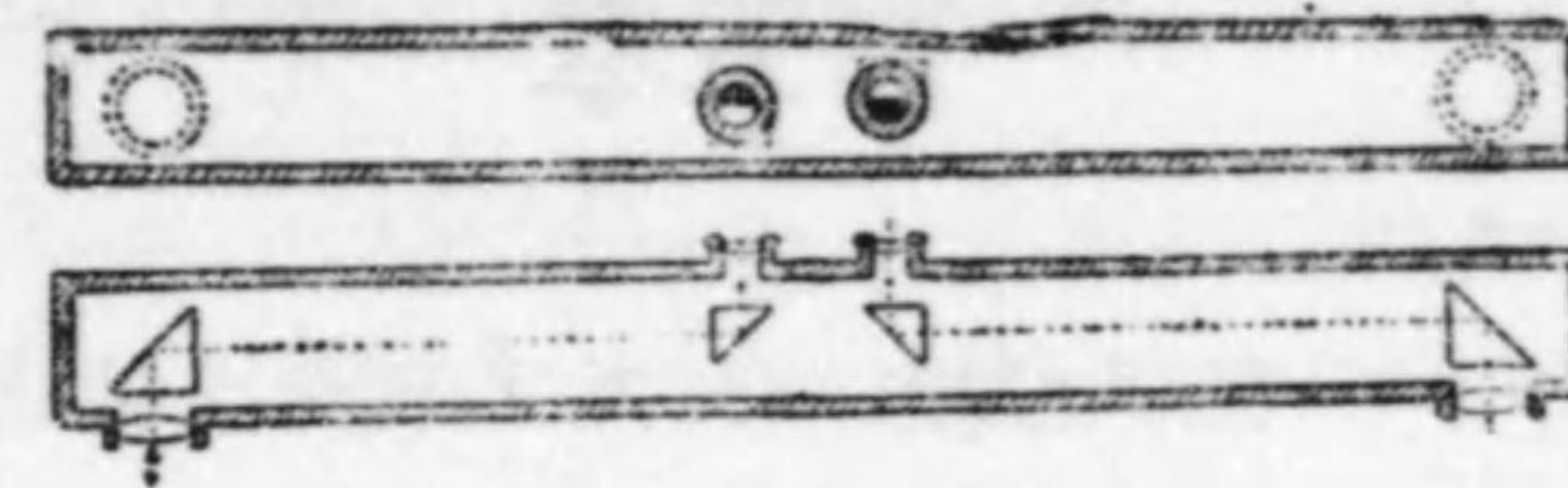


圖 237

ズル像トガ視野ニ引續ケル像ヲ生ズレドモ實物ガ器械ニ近ヅクニ從ヒ視野ノ上半ト下半ノ像ニ喰違ヒヲ生ズ, 此喰違ヒヲ修正スルニハ中央ノプリズムヲ2枚共少シツツ廻轉スレバ可ナリ. 而シテ其廻轉スル角度ハ實物ガ近キ程大ナル故此廻轉角ヲ測ルコトニヨリ目的物ノ距離ヲ知ルコトヲ得.

[12] 潜望鏡. 潜水艇ガ潜行シツツアル時海上ノ有様ヲ偵察スルニ用ヒラル. 其要部ハ長サ5乃至6米ノ鉛直管内ニ二個ノ望遠鏡ヲ向合セニ連結シタ様ニ裝置シタ形デ其上部及下部ニP₁, P₂ナル直角プリズムヲ圖238ノ如ク置イタモノデアル. 海上ノ物體カラ來タ光ハ先ヅプリズムP₁デ全反射サレテ下方ニ曲ゲラレ, レンズEデ實像α'b'ヲ作り, 更ニO, O'ニヨリ移サレP₂ニテ全反射サレテ直立シタ實像α''b''ガ出來ル, 從テ之ヲ對眼レンズE'デ擴大スレバ虚像αbガ出來ル. 又把手Hデ管ヲ廻轉スレバ海上何レノ部分ヲモ望ムコトヲ得.

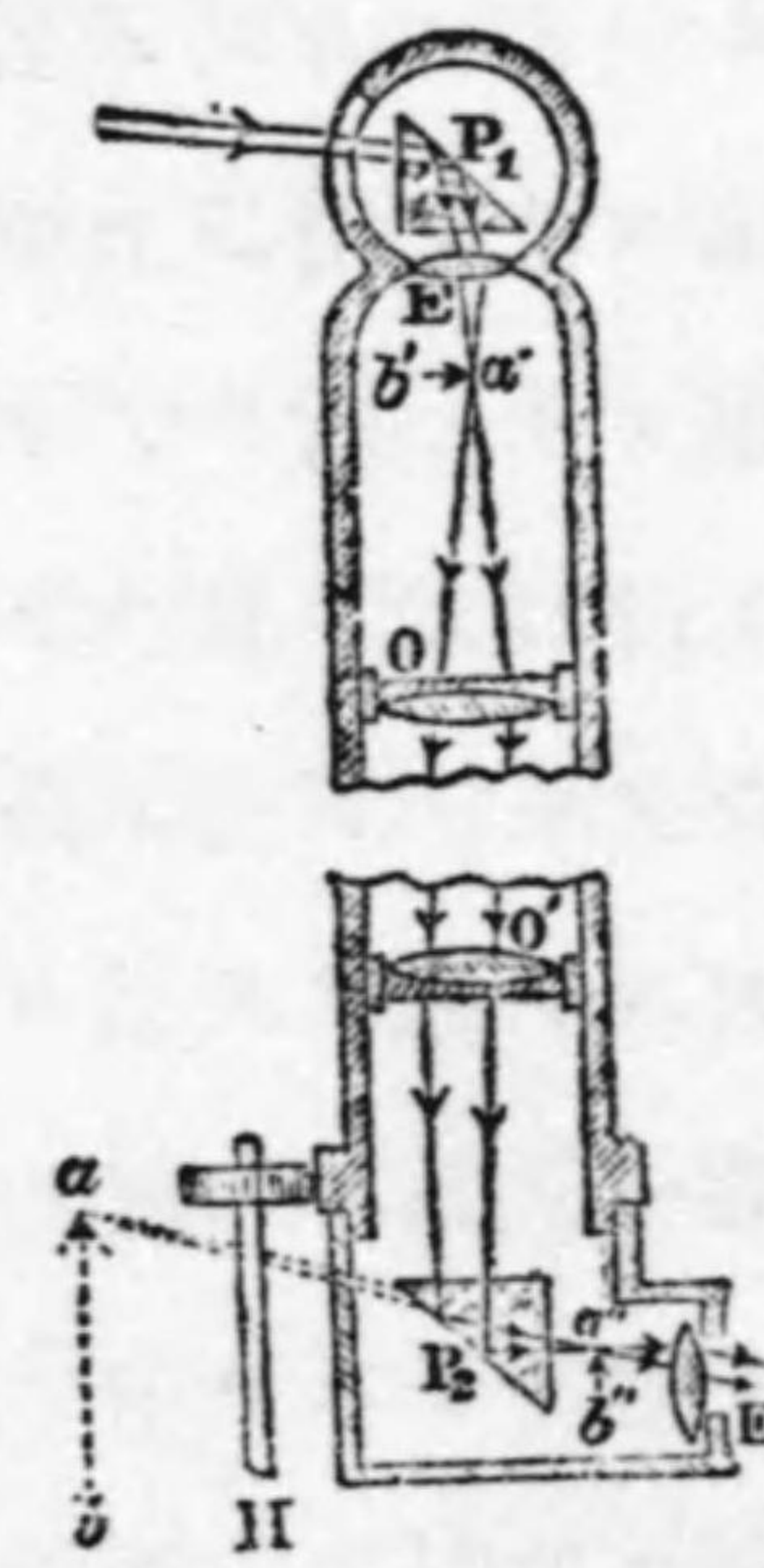


圖 238

第五章 光ノ分散

[1] 光ノ分散. 日光ヲ細隙Sヲ通シテ暗室内ニ導キ入ルレバ對壁上ニ細隙ノ像S'ヲ生ズ, 若シ此細隙ヲ通過シタル光ノ進路ニ

プリズムヲ置キ其稜ヲ水平ニシテ光線ヲ遮ギルトキハプリズムノ厚キ方ニフレタ後發散シテ進行シ, 衝立ノ上ニ美シキ色帯ヲ生ズ, 此色帯ヲスペクトルト云ヒ, 太陽ヲ光源トシテ用ヒタ場合ニ生ズルスペクトルヲ太陽スペクトルト云フ, スペクトルヲナセル色帯ノ排列ノ順序ハ下端ハ赤Rニシテ次

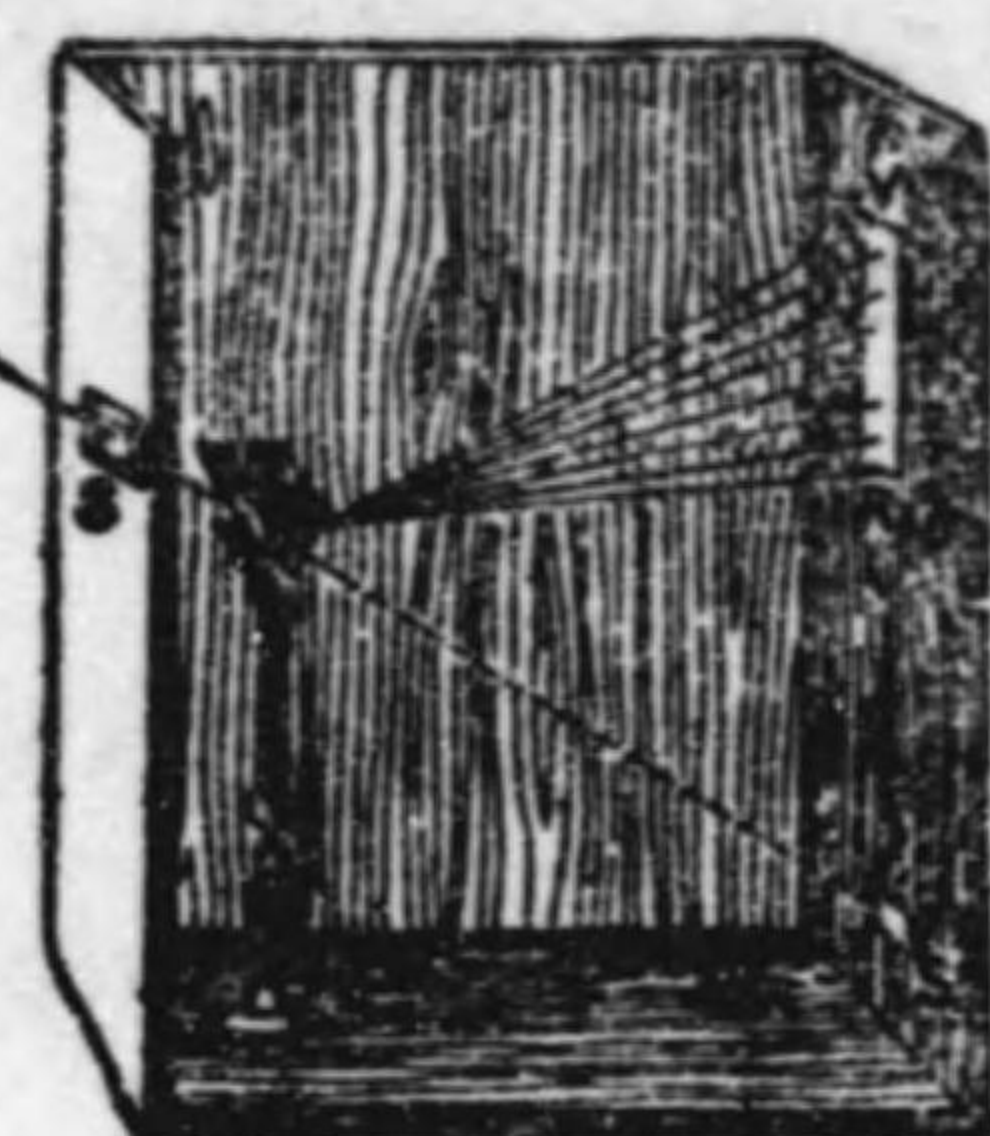


圖 239

第ニ色ヲ變ジ上端ハ堇Vニ終ル. 其主ナルモノハ赤, 橙, 黄, 綠, 青, 藍, 堇ナリ. 斯クプリズムデ分散シタル光ヲ再ビ凸レンズデ集メテ見ルト再ビ元ノ無色トナル, 即チ太陽ノ光ハ元來色々ノ色ノ光ガ集合シタモノデ色ノ異ナルニ從ヒプリズムノフレヲ異ニスル結果プリズムヲ通ツタ爲ニ分散シタモノナリ. 即チ無色ノ光ガプリズムノ第一ノ面ニ入射スルト赤ノ屈折角ガ大キク堇ノ光ノ屈折角ガ小ナル故プリズム中ヲ多少異ナル進路ヲ取ツテ異ナル入射角デ第二ノ面ニ入射ス. 而シテ此第二ノ面デ再ビ空氣中ヘ屈折セラルルトキ更ニ屈折ノ方向異ナル結果スペクトルヲ現ハス, 此時赤ノフレハ最小デ堇ノフレハ最大ナリ. 而シテ屈折率 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ナル故同ジ入射角 i ニ對シテ屈折角 r ハ赤ガ最大デ堇ガ最小ナル故硝子ノ屈折率ハ赤ニ對シテ最小デ堇ニ對シテ最大ナリ. 故ニ日光ハ屈折率ノ異

ナル種々ノ單色光ノ集合ナリト云フヲ得. 從テ各色ハ別々ニ細隙ノ像ヲ屈折率ニ相當スル位置ニ作ル故美シキ色帯ヲ生ズ, 次ニ太陽ノ光ノ中主ナル色ノ水ニ對スル屈折率ノ表ヲ示ス.

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

[2] 餘色. 原色. 日光ノ如キ白色ノスペクトルノ中デ例ヘバ赤イ光ヲ遮ギリテ他ノ光ヲ集メルト青綠色ヲ呈ス, 又黄色ノ光ヲ取り除イテ其他ノ光ヲ集メルト

青ク見ユ, 逆ニ赤ト青綠又ハ黄ト青トヲ適當ノ割合ニ混合スルト白色トナル. 尙ホ橙ト青, 黄ト藍, 堇ト黄綠モ白色トナル. 斯ノ如ク二ツノ色ヲ混ジテ白色ヲ生ズレバ是等ノ色ハ互ニ餘色ヲナスト云フ. 又赤綠堇ノ三色ヲ適當ニ混ズレバ白色或ハ他ノ任意ノ色ヲ生ズル故此ノ三色ヲ原色ト云フ, 例ヘバ赤Rト綠Gト青Bトヲ3.0:5.47:42.3ノ割合ニ混ズルト白色トナル, 茲ニ注意スベキハスペクトルノ色ト繪具ノ色トハ異ナル事デ例ヘバ黄ト青トハ互ニ餘色ナル故スペクトルノ此二色ヲ混ズレバ白色トナルガ繪具ノ黄ト青トヲ混ズルト綠ニ見エル, 之ヲ實驗スルニハ圖240ノ如キ廻轉圓板ヲ用ユ, 圓板面ノ扇形上ニスペクトルノ七色ヲ塗り之ヲ速ニ廻轉スレバ眼ノ視覺ノ繼續作用ニヨリ七色混ジテ白色トナルコトヲ説明シ得ベク又餘色及三原色ヲモ之ニ由テ説明シ得ベシ.

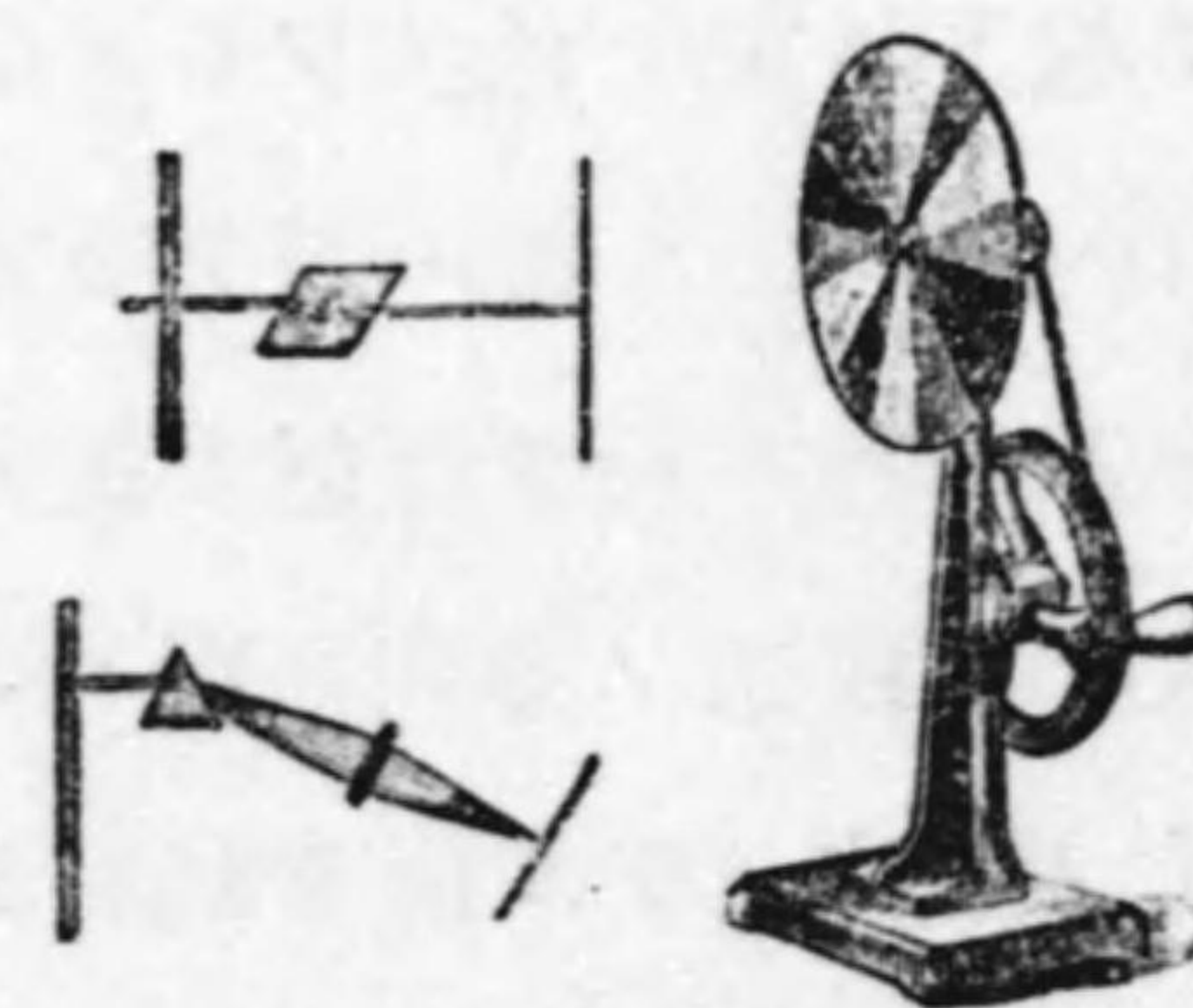


圖 240

[3] レンズノ色收差. 光ノ屈折率ハ色ニヨリテ異ナル故日光

ノ如キ種々ノ色ノ光ヨリナルモノヲ凸レンズデ屈折サセルト屈折率ノ大キナ堇色ノ光ノ集マル點ハ屈折率ノ小サナ赤色ノ光ノ集マル點ヨリモレンズニ近イ、故ニ紙片ヲ焦點ノ少シ内ニ置イテ光ヲ受ケレバ像ノ周圍ハ赤色ヲ帯ビ紙片ヲ焦點ノ少シ外ニ置イテ光ヲ受ケルト像ノ周圍ハ堇色ヲ帯ブ。次ニ凹レンズニ日光ヲ通スト同ジ理由ニヨリ

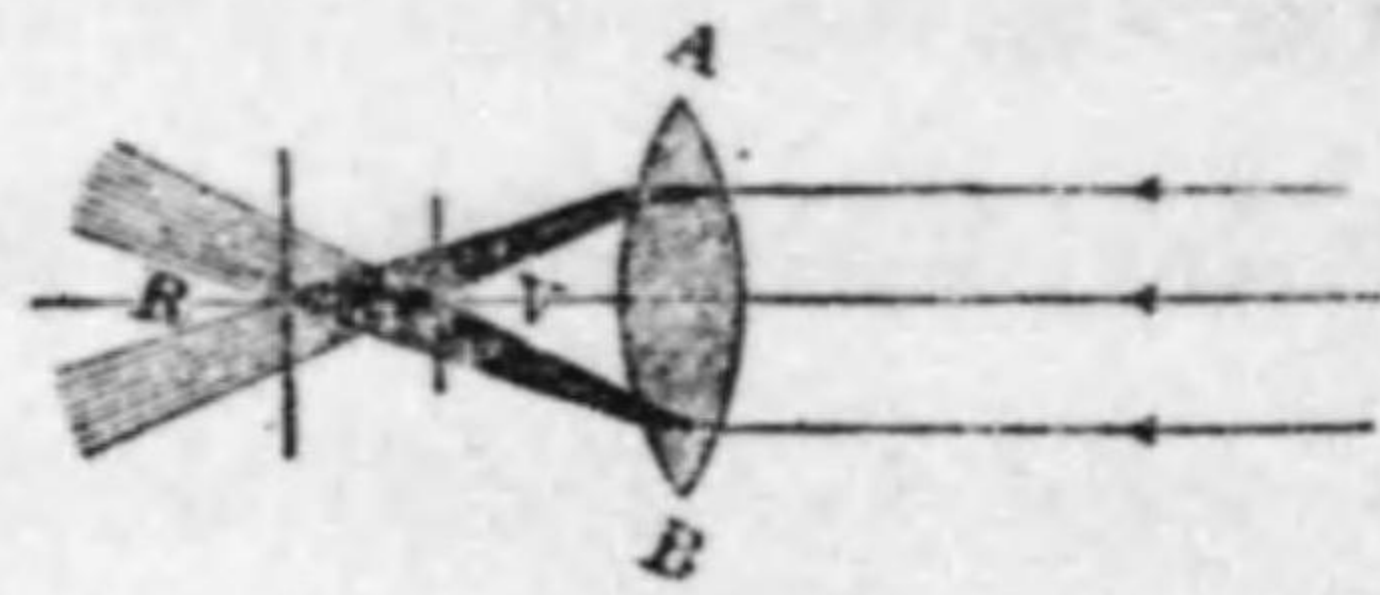


圖 241

堇ノ色ハ外側ニ赤ノ色ハ内側ニナル如ク屈折ス。斯ノ如ク光ガ一點ニ集マラズ色ニヨリテ光ノ集マル點ガ異ナルコトヲレンズノ色收差ト云フ、色收差ハ物體ノ像ヲ不明瞭ニスル故精巧ナ光學器械デハ之ヲ防グ爲メ色消レンズヲ用フ。

色消レンズハ適當ニ彎曲スルクラウン硝子ノ凸レンズトフリント硝子ノ凹レンズトヲ密着サセタモノデ、フリント硝子ノ屈折率ハクラウン硝子ノ屈折率ヨリモ大ナル故此二ツノレンズノ彎曲ノ度ヲ適當ニセバ略ボ色收差ノナイレンズヲ作ルコトヲ得、望遠鏡、顯微鏡ニ用ヒル色消レンズデハ眼ニ最モ強イ感覺ヲ與ヘル所ノ橙ト緑トニ就テ色消ヲシテアル。

[4] 虹. 虹ハ日光ガ空氣中ニアル無數ノ水滴ニ當ルトキ之レガ水滴内ニ於テ反射及屈折シ分散セラレテ生ズル現象ニシテ常ニ太陽ト反對ノ方向ニ現ハル。日光ヲ脊ニシテ噴水ヤ瀑布ノ近傍水滴ノ飛沫ノアル所ヲ眺メタ時又口ニ水ヲ含ンデ霧ヲ吹イタ時ニ見エル美シイ色ノ弧ハ小規模ノ虹デアル。

水滴ハ球形デアルカラ圖 242 ノ如ク水滴ABCニSAナル日光ヲ當ツレバA點ニテ一部ハ反射シ一部ハ屈折シテ水滴内ニ入ル此屈

折光線ハ分散シテ水滴ノ内面BB'ニ達シB點ハ赤ニシテB'點ハ堇ナリ、此處デ又一部ハ水滴ヲ通過シ一部ハ反射シテ他ノ内面CC'ニ達シ更ニ屈折シテCR, C'V'ノ方向ヲ取ツテ空氣中ニ出ル。從テEFニ衝突ヲ置キ屈折光線ヲ受ケレバ

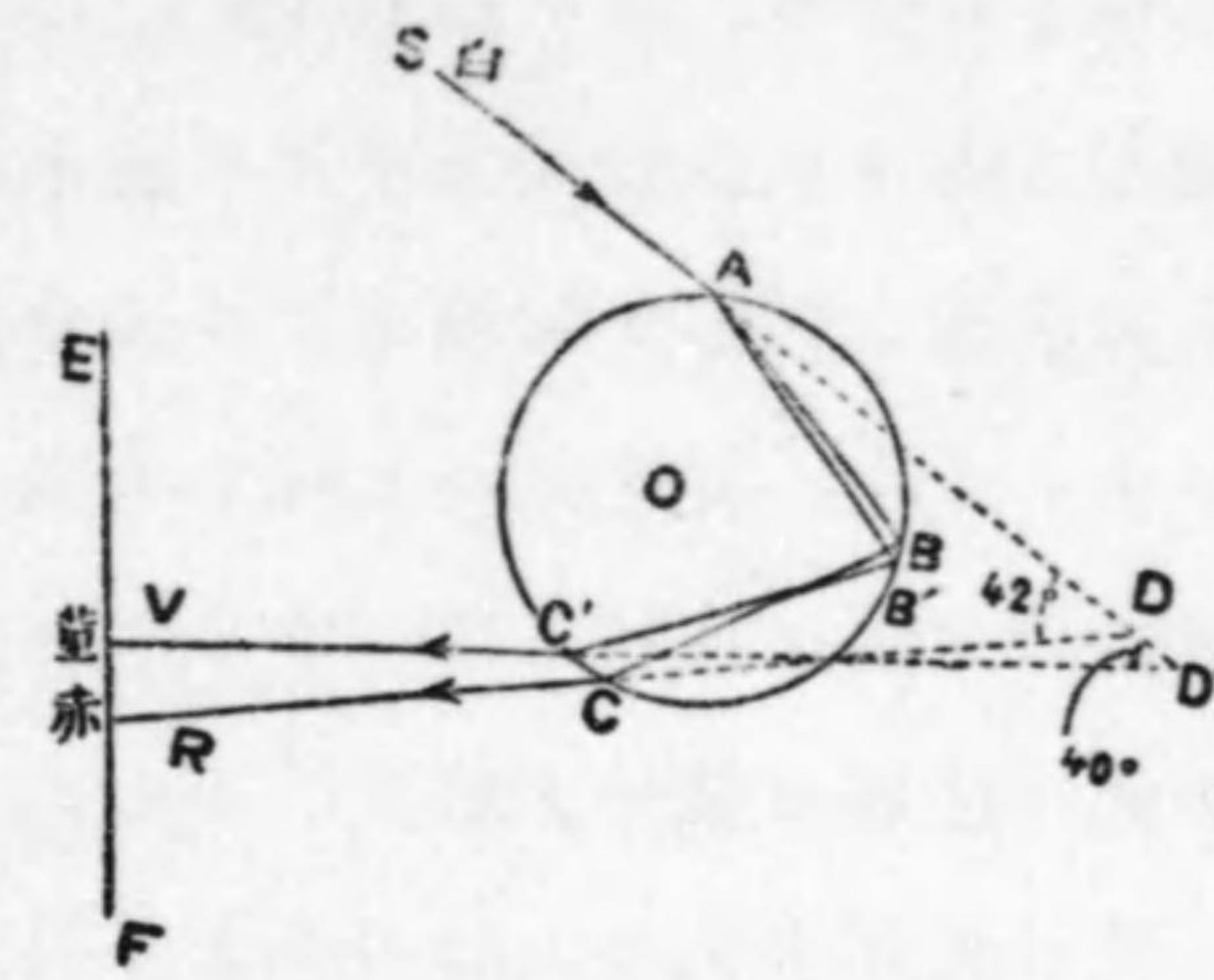


圖 242

堇ガ上方ニアルスペクトルガ得ラレル、CR及C'V'ヲ逆ニ延長シSAノ延長トノ交點ヲDD'トセバ赤色光ノフレハSDRデ堇色光ノフレハSD'Vトナル。一般ニ發散スル光ハ進ム距離ノ二乗ニ逆比例シテ強サヲ減ズルカラ遠方デハ見エナイガ水滴ノ或點ニ入射スルト屈折ト反射トヲ受ケテ再ビ空氣中ヘ出ルトキ再ビ平行スル。平行光線ハ遠クヘ進ンデモ其強サガ減ジナイカラ遠方カラデモ觀測ガ出來ル、斯様ニ平行ニ屈折シテ出ル光線ガ入射光線トナス角ハ色ニヨリテ異ナルモノデ赤色ハ約42°堇色ハ約40°デアル。

圖243ニ於テEヲ觀測者EAノ目ノ位置トシECヲ水滴ニ入射スル日光ニ平行ナ直線トセバ之ト40°及42°ノ角ヲナス直線EV及ER上ノ水滴V及Rハ夫々堇色及赤色ノ平行光線ヲ眼ニ送り同様にVトRトノ間ノ水滴カラ

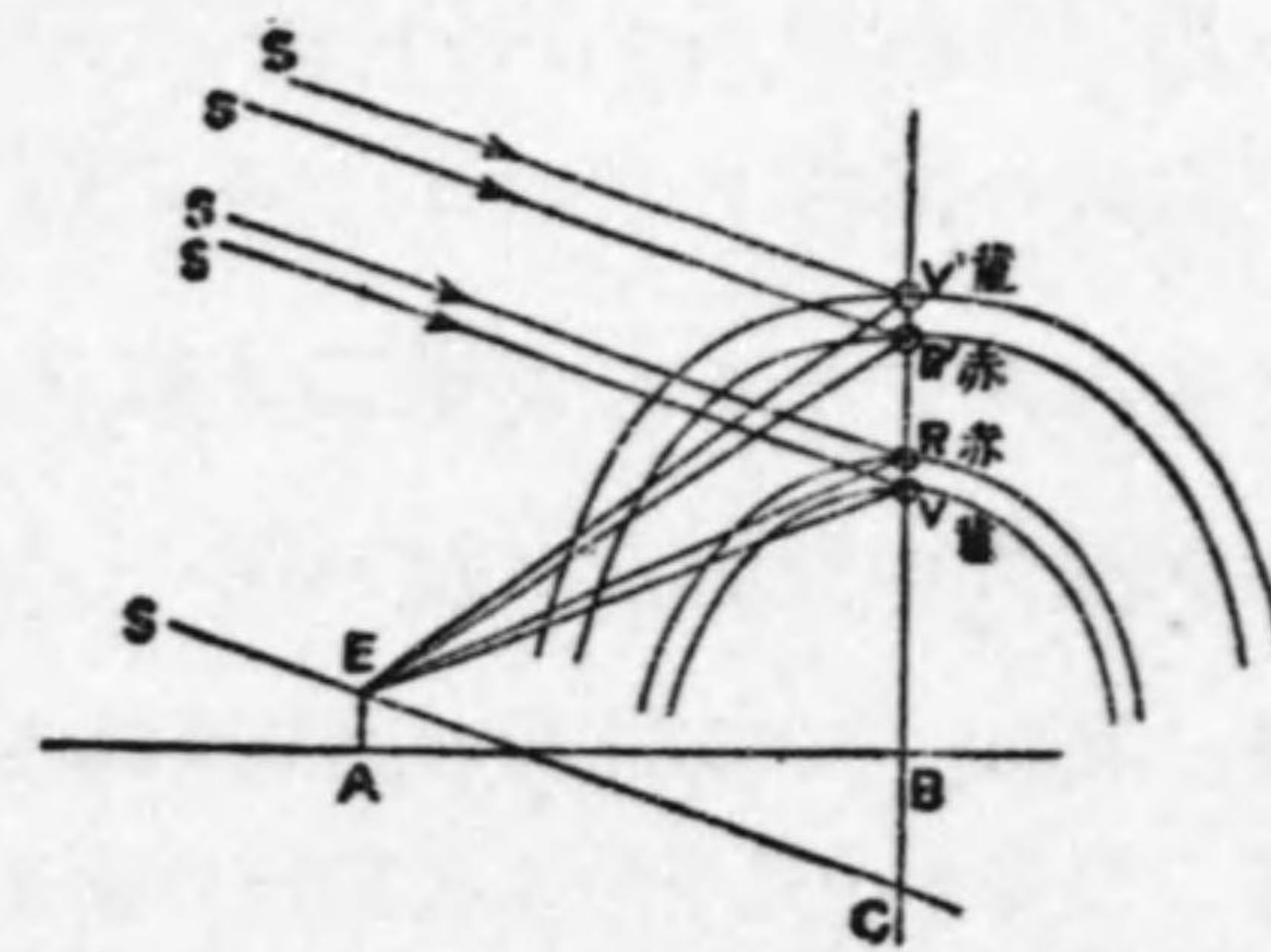


圖 243

モ夫々堇ト赤トノ間ニアルスペクトルノ各色ノ平行光線ヲ眼ニ送

ルコトニナル。故ニECヲ軸トシER及EVヲ廻轉スル一ツノ圓錐ガ得ラレ此圓錐上ニアル各水滴ハ何レモ觀測者ニ對シテR及Vノ水滴ト同様ナ關係ニアルカラ皆赤色及堇色ノ平行光線ヲ送ルコトニナル。從テ虹ハ太陽ト吾人ノ眼トヲ連ブ直線上ニ中心ヲ持ツ約 2° ノ幅ノ輪狀ノスペクトルニ見え其外側ハ赤色デ内側ハ堇色ヲナス之レガ第一ノ虹デアル。

又日光ガ水滴ニ入射スルトキ其入射角ニヨツテ水滴中デ二回ノ反射ヲナス事ガアル。此爲メ第一ノ虹ノ外側ニ第二ノ虹ガ現ハレルコトガアル。而シテ色ノ順序ハ第一ノ虹ト反對デ外側ニ堇色、内側ニ赤色が現ハレル。此時平行光線トナ

ツテ射出スル如キ赤色光線ハ入射線ト約 51° 、堇色光線ハ約 54° デアラカラ圖244デEC線ト 51° 及 54° ノ角ヲナス直線ER'及EV'ノ上ノ水滴V'、R'ハ夫々赤色及堇色

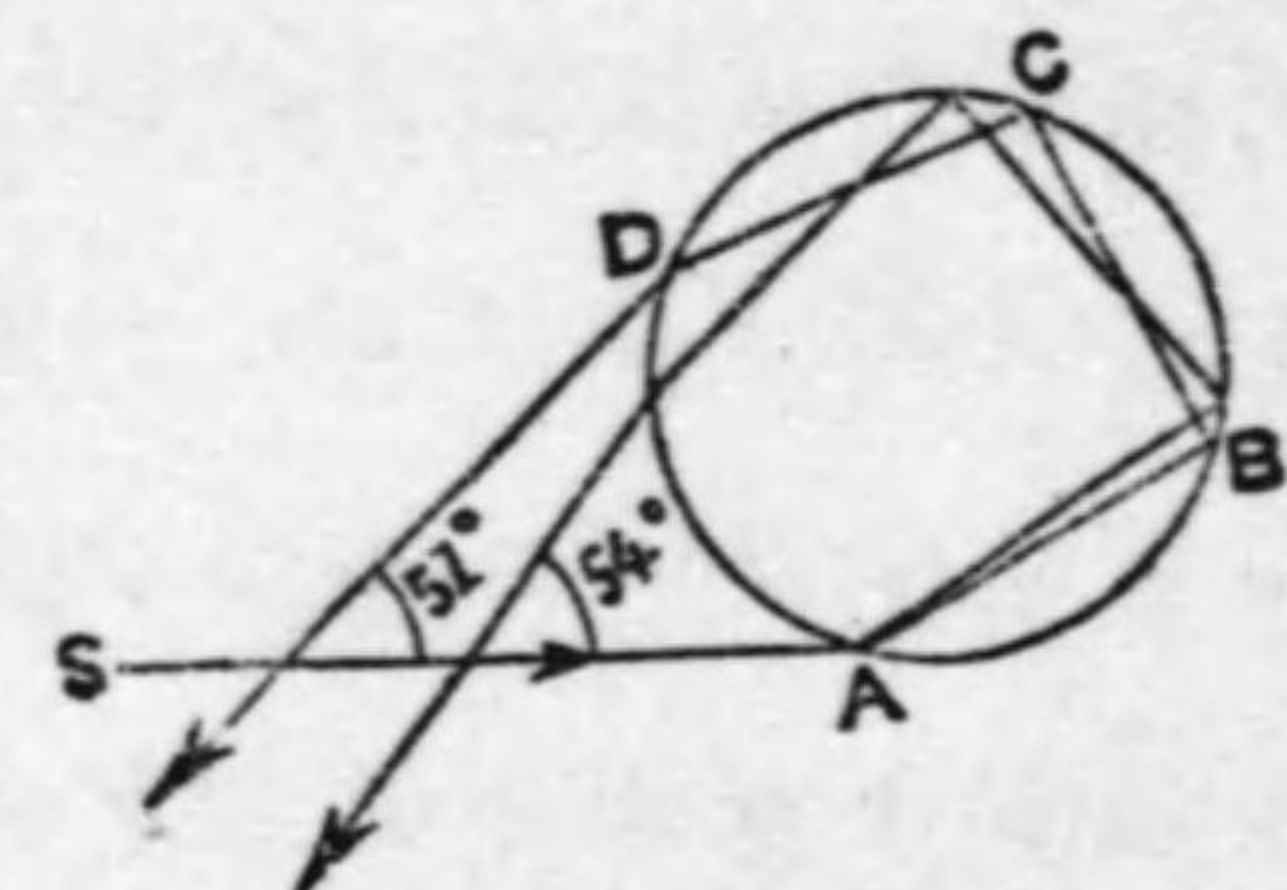


圖 244

ノ平行光線ヲ吾人ノ眼ニ送り、同様ニV'トR'トノ間ノ水滴ハ夫々橙、黄、綠、青、藍ノ色ヲ眼ニ送ルカラECヲ軸トシER'及EV'ヲ廻轉シテ得ル圓錐上ノ各水滴ハ赤色及堇色ノ平行光線ヲ眼ニ送り其間ノ水滴ハ同様ニスペクトルノ残りノ色ヲ送ルカラ約 3° ノ輪狀スペクトルガ見え之ガ第二ノ虹デアル、總テ光ハ反射スル毎ニ其強サヲ減ズル故第二ノ虹ハ第一ノ虹ヨリ色が薄イ。

問 實驗ニヨリ虹ヲ作ル装置ヲ述ベヨ。

解 日光ヲ小孔Oヨリ暗室内ニ導キ水ヲ充タセル硝子球ニ當ツレバ日光ハ水球ニ入りテ分散シ球ノ内面ヲ反射シ更ニ屈折シテ球外ニ出ル故壁AB上ニ圓形ノ色環V及Rガ現ハル而シテ外側ハ赤ノ色環Rテ内側ハ堇ノ色環Vデアル。

[5] 分光器 分光器ハスペク

トルノ各部ヲ詳細ニ檢セントスル器械デ圖246ノ如ク目盛りセル圓盤ノ中心ニプリズムPヲ乗セル臺アリ、又コリメートルト稱スル圓筒Cト望遠鏡Tトハ圓板ノ中心ニ向フ様ニ取

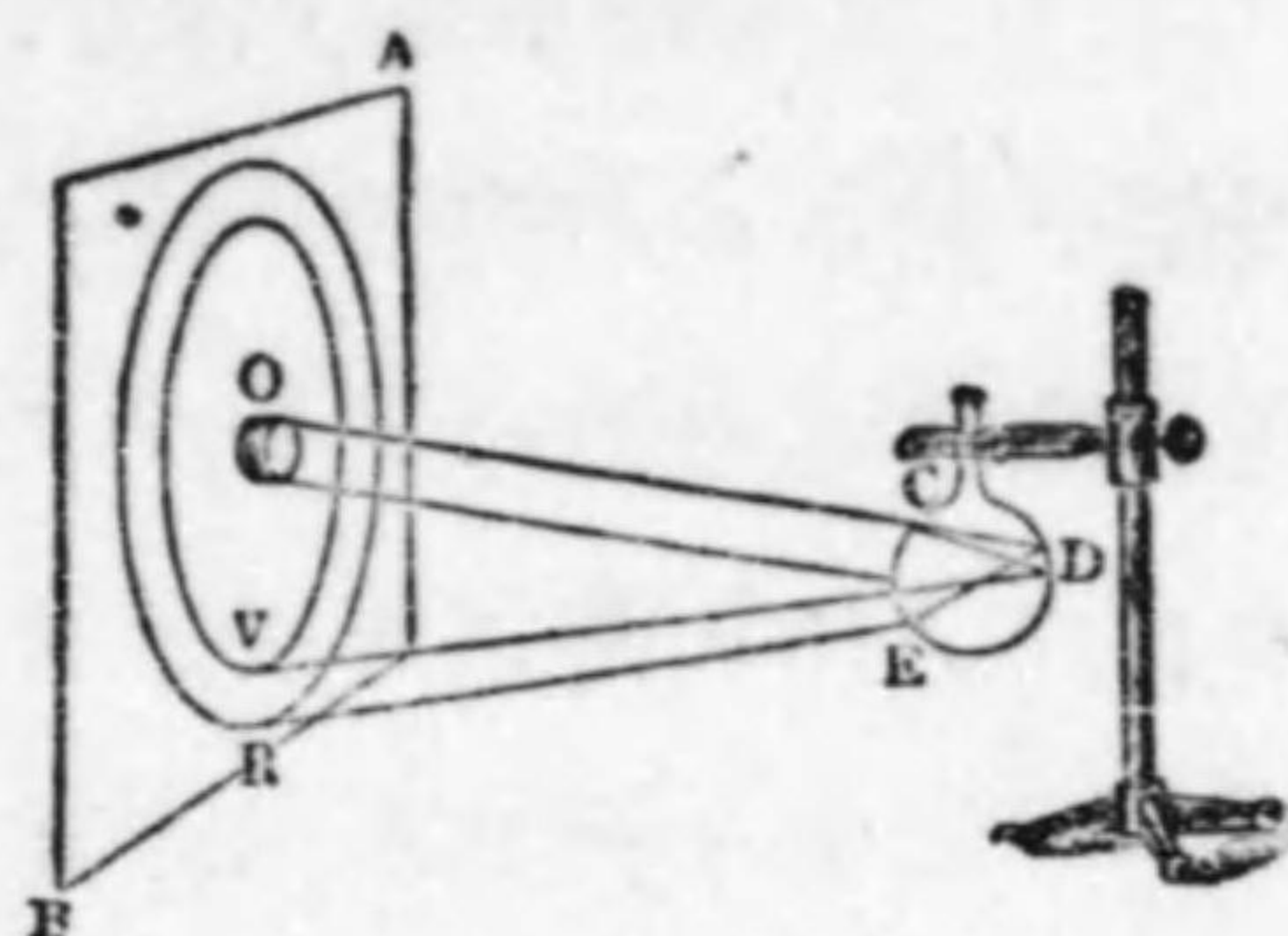


圖 245

付ケラレ此等ハ圓ノ中心ヲ軸トシテ廻轉スルヲ得、コリメートルハ圓筒ノ一端ニ細隙S、他端ニ凸レンズガアリ、此細隙ヲプリズムノ稜ニ平行ニ且ツ凸レンズノ焦點ニアル如ク調整スレバ此細隙Sヨリ入レル光ハ凸レンズデ平行光線トナツテプリズムPニ入射シテ屈折分散スル之ヲ望遠鏡ヲ適當ナ位置ニ動カシ對物鏡ニテrvニ純粹ナルスペクトルヲ

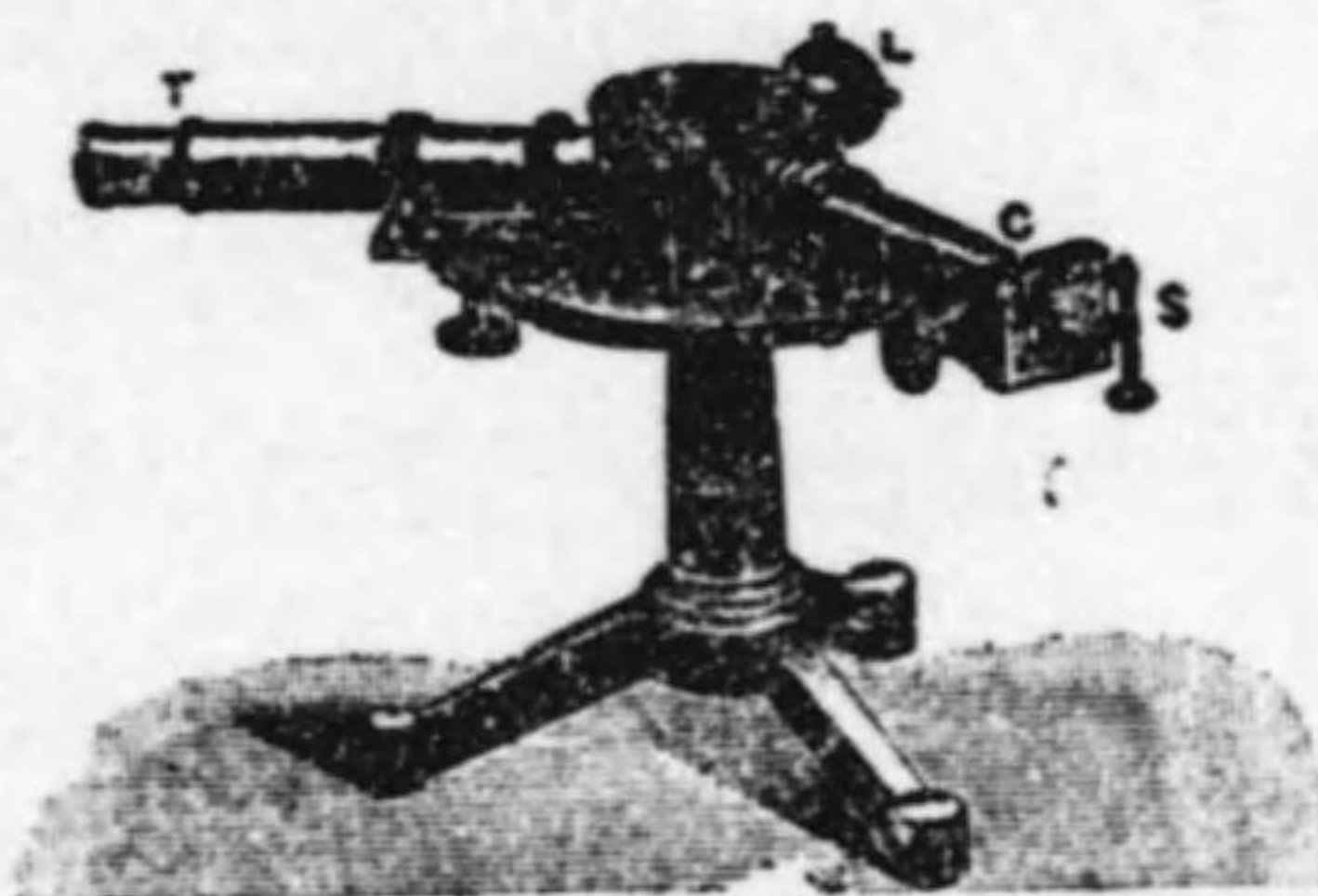


圖 246

生ゼシメ接眼レンズヲ前後ニ動カセバスペクトルヲ明瞭ニ見ルコトヲ得、尙ホスペクトルノ各色ノ位置ヲ定メル爲メニ第三ノ圓筒ヲ置キ其外端Lニ硝子板mnニ目盛りセル小尺ヲ附シ他端ニ凸レンズヲ設ケLヲ其焦點ニ置ク、ランプニテmnヲ照セバ光線ハレンズニヨツテ平行線トナリプリズムノ前面ニテ反射シ望遠鏡内ニ入リスpectルノ所ニ尺度ノ實像ヲ生ズル故接眼レンズニヨリスpectルト尺度トヲ同時ニ觀測シテ其位置ヲ定ムル事ヲ得

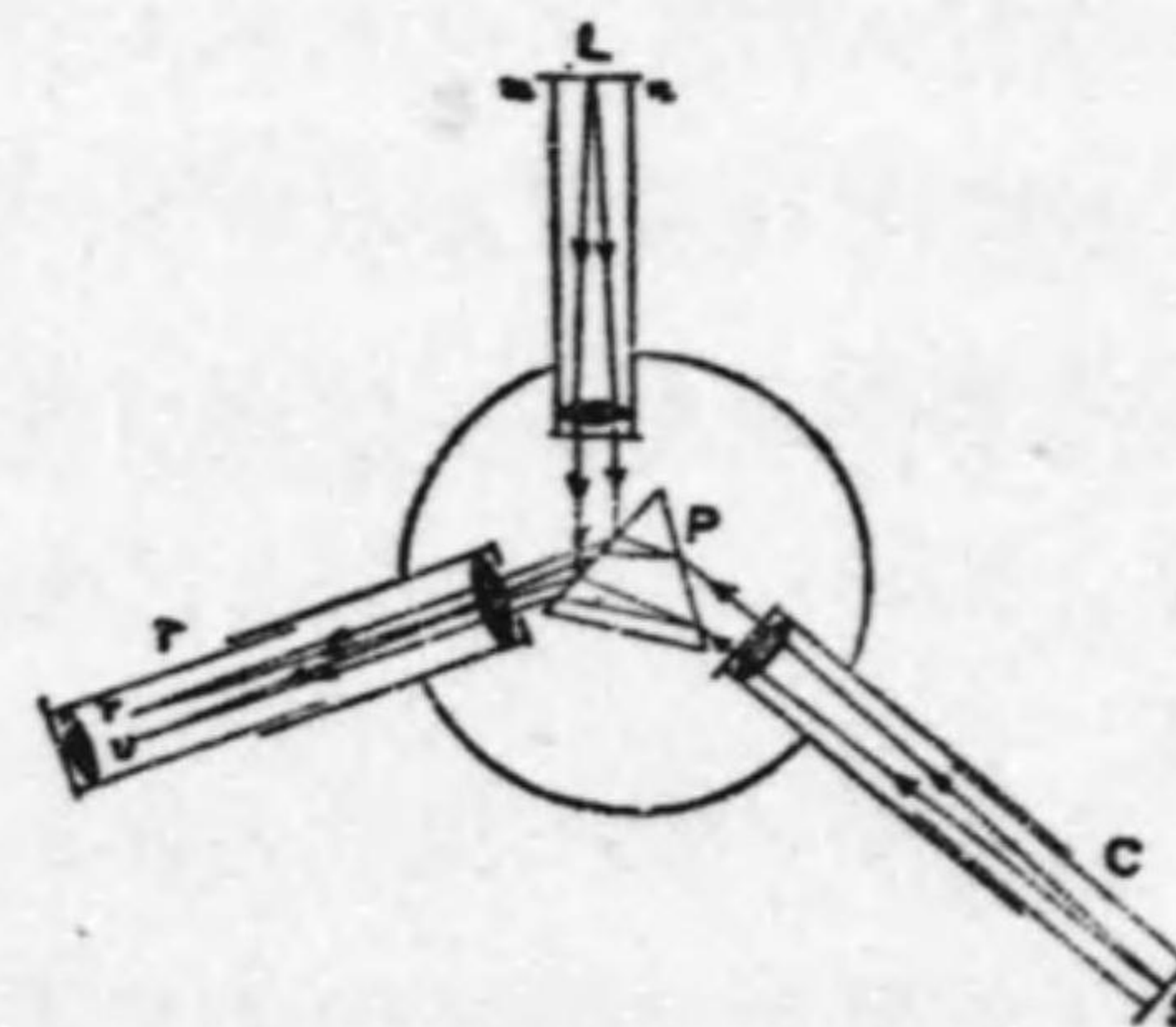


圖 247

[6] **スペクトルノ種類**. 石灰石, 金属ノ如キ融解點ノ甚ダ高キ固体ヲ熱スレバ約 600°C ニナルト赤イ光ヲ放ツニ至ル, 此光ヲ分光器デ檢スレバスペクトルノ赤色部が見エル. 温度ガ 1000°C 位ニナルト赤ノ外ニ黄ノスペクトルが見エ, 1600° 位ニ熱スルト固体ハ白ク輝キ其スペクトルハ赤ヨリ堇ニ至ル全部ヲ現ハス. 之ヲ**連続スペクトル**ト云フ, 高温度ニアル固体, 液体又ハ高壓ノ氣體カラ出ル光ハ此ノ連続スペクトルヲ生ズ, 白熱電燈ノ光ハ高温度ニアル炭素, タングステンノ纖維カラ放タレ, 燭火ノ光ハ高温度ノ炭素粒ヨリ放タルル故連続スペクトルナリ.

次ニ**酒精燈**, **ブンゼン燈**ノ焰モ弱イ連続スペクトルヲ出スガ此焰ノ中ニ食鹽ヲ白金線ノ端ニツケタモノヲ入レルト焰ハ強イ黄色ニナル, 之レナトリウム蒸氣ノ發スル光ニシテ分光器ニテ檢スレバ大部分ハ暗黒ニシテ只一本ノ黄色線ヲ現ハス. 之ヲ**輝線スペクトル**ト云フ. 又食鹽ノ代リニ鹽化リチウムノ如キリチウム化合物ナラバ赤ト橙トニ輝線が見エ, カリウム化合物ナラバ赤ト堇トニ輝線が見エル, 金属片ノ間ニ飛ブ電氣ノ火花又ハ其間ニ弧燈ガ點ズル時等ハ金属片カラ蒸發スル金属ノ蒸氣ガ光ヲ發スル故, 其金属ニ特有ナ輝線スペクトルデ金属片ノ灼熱セル部分ハ固体デアラカラ連続スペクトルデアル. 又水素窒素ノ如キ氣體ヲ低イ壓力ノ下ニ硝子管ニ入レテ電氣ヲ通ジタ場合ニ放ツ光モ輝線スペクトルデアル.

ブンゼン燈, 弧燈ノ如キ連続スペクトルヲ與フル白熱燈ト分光器ノ細隙トノ間ニ食鹽ヲ入レテ作ツタナトリウム焰ヲ置ケバナトリウムノ輝線ニ相當スル位置ニ黒線ヲ生ズ又食鹽ノ代リニリチウ

ム, カリウム等ノ鹽類ヲ用ヒルトソレラノ元素ノ輝線スペクトルニ相當スル所ニ黒線ヲ生ズ. 此實驗ニヨリナトリウム, リチウム, カリウム等ノ蒸氣ハ其中ヲ通ル連続スペクトルノ中ヨリ自分ノ放ツ輝線スペクトルニ相當スル光ヲ吸收スルコトヲ知ル. 斯ノ如ク連続スペクトルノ一部又ハ數部分ノ光ガ缺ケタルスペクトルヲ**吸收スペクトル**ト云フ. 元來此等ノ蒸氣ハ電燈カラ來ル連続スペクトルノ一部分ヲ吸收スルト同時ニ蒸氣自身ノ光ヲ放ツガ, 其吸收スル光ノ量ガ蒸氣自身ノ放ツ光ノ量ヨリモ多キ故蒸氣ハ差引光ヲ吸收スルコトニヨリ黒線ガ現ハル, 從テ此ノ蒸氣ヲ充分ニ高温度ニ熱スルト其蒸氣ノ放ツ光ノ量ガ増シテ吸收スル光ノ量ト等シクナレバ黒線ヲ表ハサズ, 更ニ蒸氣ヲ高温度ニ熱スルト蒸氣ノ發スル光ノ量ガ自分ガ吸收スル光ノ量ヨリモ増スカラ連続スペクトル中此輝線ニ相當スル部分ガ一層輝イテ見エル. 即チ總テノ氣體ハ高温度ニ於テ發散スル光ヲ低温度ニ於テハ吸收スルモノナリ.

此ノ結論ハキルヒホッフガ實驗ノ結果ヨリ導イタモノデ之ヲ**キルヒホッフノ法則**ト云フ.

太陽ノスペクトルハ連続スペクトルニアラズシテ無數ノ黒線ヲ有スル吸收スペクトルナリ, 而シテ此等ノ黒線ヲ**ブラウンホーフエル線**ト云ヒ其主ナルモノニ A, a, B, C, D, E, b, F, G, H 等ノ名アリ, 此黒線ノ位置ヲ檢スレバ, キルヒホッフノ法則ニヨリ太陽ヲ圍繞セル氣體及ビ蒸氣ノ種類ヲ知ルコトヲ得.

[7] **スペクトル分析術**. 例ヘバナトリウムノ化合物ナラバ何レモ黄線(D線ト云フ)ヲ放ツ如ク此輝線スペクトルハ物質ノ原子ノ化合ノ状態ニ由ラザル故物質ノ分子カラ出ルモノデナク元素ノ

原子ヨリ出ヅルモノト考ヘザルベカラズ、即チ氣體或ハ蒸氣ノ状態ニアル種々ノ元素ノスペクトルハ其元素ニ特有ナル輝線スペクトルヲ生ズル故未知ノ物質ノ蒸氣ノ現ハススペクトルヲ視レバ現ハルル輝線ノ數及ビ位置ニヨリテ其物質中ニ含マルル元素ヲ知ルコトヲ得、之ヲ**スペクトル分析術**ト云フ、此方法デハ非常ニ微量ナ元素モ檢出スルコトガ出來ル、タリウム、インヂウム、ガリウム、ネオン、クリプトンノ如キハ此方法ニテ發見セラレタル元素ナリ。

固體或ハ液體ガ灼熱スルトキハ連続スペクトルヲ生ジ、氣體或ハ蒸氣ハ輝線スペクトルヲ生ズル故逆ニスペクトルノ種類ニヨリテ發光體ガ氣體ナルカ或ハ固體、液體ナルカヲ判定スル事ガ出來ル。例ヘバ彗星ノ尾ハ輝線スペクトルヲ出シ、星雲ノ或ル者モ亦輝線スペクトルヲ出スカラ此等ハ壓力ノ高クナル氣體ノ熱セラレタルモノナルヲ知ルト同時ニ其成分モ知レル。又太陽ノスペクトルハ輝線スペクトルデナイ故高温度ノ固體カ液體カ又ハ高壓ノ氣體デアル筈デアル、太陽ノ本體ハ高温度ニアル高壓ノ氣體ノ状態デアツテ连续スペクトルヲ生ズベキ光ヲ放チツツアルガ其周圍ニ比較的ニ低温度ノ種々ノ蒸氣ガ存在シ、本體ヨリ來ル光ノ一部ヲ撰擇吸收シ黒線即チフラウンホーフエル線ヲ表ハス、又此フラウンホーフエル線ガ地球上ニアル元素ノ輝線スペクトルト其位置ノ一致セルハ太陽ノ成分ト地球ノ成分トガ同一ナルコトヲ示ス、月ハ太陽ノ光ヲ反射シテ輝イテ見エルカラ太陽ノスペクトルト全ク同一デアル。

[8] **スペクトルノ作用**。连续スペクトルノ作用ノ各部ヲ檢スルニ光トシテ吾人ノ眼ニ強ク感ズルハ黄色部ニシテ之レヨリ兩端

赤莖ニ至ルニ從ヒ次第ニ其強サヲ減ズ、又鋭敏ナ温度計デ、スペクトルノ各部ノ熱作用ヲ檢スルト赤色部ニ於テ最モ強ク屈折率ノ大ナルニ從ヒ急ニ減ジ莖色部ニ於テハ殆ンド之ヲ認ムルコト能ハズ然ルニ赤色部ノ外側ニ於テハ尙ホ著シキ熱作用アルヲ知ル、即チ赤色部ノ外側ニハ吾人ノ眼ニハ光トシテノ感ジヲ與ヘザルモ熱作用ヲ呈スル、スペクトルノ部分ガ存スルヲ知ル。之ヲ**赤外線**又ハ**熱線**ト云フ。

次ギニ寫真ノ感光紙ヲスペクトルノ各部ニ入レテ化學作用ヲ檢

スルニ赤色部ニ於テハ殆

下其作用ヲ認メザルモ黄

緑、青ニ至ルニ從ヒ次第ニ

強ク、莖色部ニ於テ最モ強

ク、莖色部ノ外側ニテモ尙ホ其作用ヲ呈ス。即チ莖以外ノ部分ニモ吾人ノ眼ニ見エザルモ化學作用ヲ呈スル光ノ部分ノ存スルヲ知ル、之ヲ**莖外線**又ハ**化學線**ト云フ、寫真ノ暗室ノ窓ニ赤色硝子ヲ用ヒルノハ赤色ノ光線ガ化學作用ヲ呈セザルニ由ル。

熱ノ輻射ハ高温度ニ熱セラレタル物體ヨリ發スル熱線ナリ。赤外線及莖外線ハ共ニ其長サ殆ンド色帶部ニ等シク眼ニ見ユル光ト同一ノ反射屈折ノ法則ニ從フ。通常ノ光線、赤外線及ビ莖外線ヲ總稱シテ**輻射線**ト云フ、太陽ノ輻射線ハ大氣中ノ水蒸氣ニ一部分吸收セラレ殘部ハ地表ニ達ス、此地表ニ達スル輻射線ハ地面及ビ地表上ノ諸物體ニ吸收セラレテ熱ニ變ジ再ビ熱線ヲ輻射シテ大氣中ノ水蒸氣ニ吸收セラレ之ニ由テ大氣ノ温度ヲ高メル。

[9] **物體ノ色**。物體ガ各固有ノ色ヲ持ツノハソレニ入射シタ

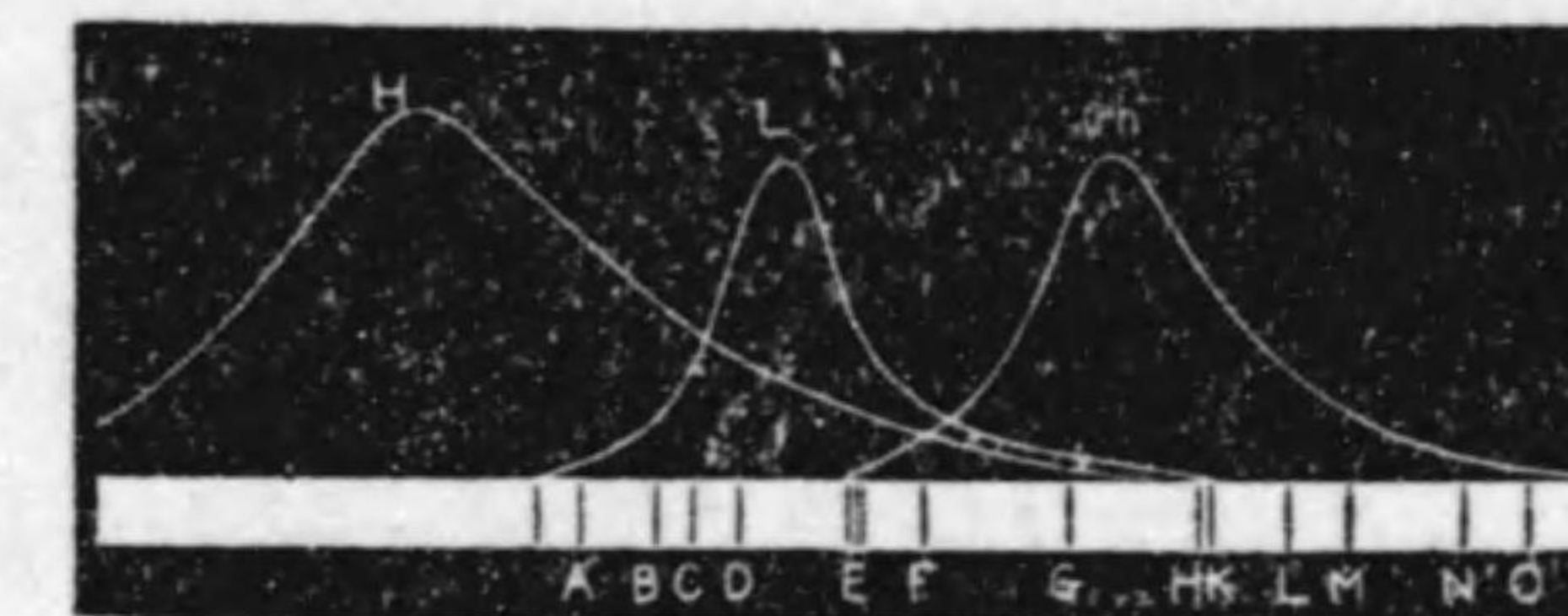


圖 243

光ヲ一様ニ吸収シ又ハ反射セナイカラデア。無色ノ光ガ物體ニ
 投射シタトキニ投射シタ光ヲ全部吸収スルト墨ノ如ク黒ク見え、
 全ク吸収シナイト空氣ヤ水ノ如ク無色ニ見エ。ル。

透明體ニ特有ノ色ノアルノハ主トシテ或ル色ノ光ダケヲ透過セ
 シメ其他ノ色ノ光ヲ吸収スルニ由ル。例ヘバ青硝子ハ青以外ノ色
 ノ光ヲ皆吸収シテ青ノミヲ透過スルカラ之ヲスカシテ見レバ青ク
 見え。赤硝子ヲ通過スル光ハ赤ト橙ノ一部デ之レヲ眼ニ受クレバ
 赤ク感ズル。

不透明體ニ特殊ノ色ガアルノハ反射シタ光ニ由ル。即チ不透明
 體ハ一般ニ細粒又ハ纖維カラナルノデ、其表面ニ投射セラレタ白
 色光ハ多少其ノ組織ノ内部ニ侵入シ内部ノ纖維又ハ細粒ノ表面デ
 反射セラレテ再ビ外ニ出テ來ルノデア。ルガ其ノ間ニ、或ル色ノ光ガ
 吸収セラレ殘部ノ光ニヨツテ色ヲ呈スルノデア。ル。總テノ色ノ光
 ヲ一様ニ反射スル物質ハ白紙ヤ白イ布ノ如ク白色ヲ呈シ、總テノ
 色ノ光ヲ全部吸収スルモノハ黒イ紙ヤ黒布ノ如ク黑色ヲ呈スル。
 日本紙ヲ重ネル程其ノ白色ヲ増スノハ内部カラノ反射光ガ増スタ
 メデ、之レヲ濡スト白色ノ褪セルノハ反射ガ減ルカラデア。ル。

物體ノ光澤ハ其ノ表面カラノ反射光ノ外少ニヨツテ定マル。而
 シテ表面カラノ反射光ハ表面ノ滑ナル程又投射角ノ大ナル程多イ。
 透明體及ビ不透明體ヲ問ハズ之ヲ細粉スルト光ヲ反射スル表面ガ
 多クナリ白色味ヲ増ス。シカシ斯ノ如キ散光ハ光澤ニナラス。光
 澤ヲナス光ハ隣リ合フ面ガ一定ノ方向ヲ持チ反射光ガ其ノ近クデ
 ハ同方向ニ送ラレル場合デア。ル。

[10] 繪具ノ色。繪具ノ色ハ通常其ノ反射光ニヨルモノデ例ヘ

バ青ノ繪具ハ青キ光ト幾分ノ緑ノ光トヲ反射シテ其他ノ光ヲ吸収
 シ、黄ノ繪具ハ黄ノ光ト幾分ノ緑ノ光トヲ反射シテ其他ノ光ヲ吸
 收スルカラ此二種ノ繪具ヲ混ズルト緑ノ光ノミ反射シテ其他ヲ吸
 收シ綠色ヲ呈ス、斯ノ如ク繪具ヲ混合スルトキニ生ズル色ハ各ノ
 繪具ノ何レニヨツテモ吸収セラレナイ反射光ノ光デア。ル、赤、青、黄
 ノ三種ノ繪具ヲ適當ニ混ズルト殆ンド總テノ色ヲ作ルコトヲ得。
 三色版ハ即チ此ノ理ヲ應用シタモノデ先ヅ三原色、赤、緑、藍ノ透明
 板(之ヲ濾光板ト云フ)ノ各ヲ透シテ寫眞三枚ヲ撮リ、之レヨリ三
 ツノ寫眞板ヲ作り、各ノ濾光板ノ色ト餘色ナル色即チ青、赤、黄ノ
 インキニテ各板ヲ夫々重ネテ印刷ス、例ヘバ赤色ノ物體ハ綠色ノ
 濾光板ヲ用ヒテ撮リタル寫眞ノ陽畫ニハ黒ク現ハレ、之ヲ赤イン
 キニテ印刷スレバ赤色トナリテ現ハル。而シテインキノ性質上ヨ
 リ黄、赤、青ノ順ニ重ネテ印刷スルノガ普通デア。ル。

一般ニ二ツノ色ヲ接近セシメルト其ノ各ハ他ノ餘色ノ色ヲ帶ビ
 テ見エ。ル。例ヘバ赤ニ接近セル緑ハ青綠色ヲ帶ビ、青ニ接近スル
 トキニハ黄色ヲ帶ビテ見エ。ル。從テ互ニ接近セル二色ガ餘色ヲナ
 ストキハ其ノ各色ハ一層鮮明ニ見エ。ル。即チ色感ハソレニ接近セ
 ル他ノ色ノ影響ヲ被ルモノデア。ル。

問 [1] 金箔ヲ日光ニ照ラシテ見レバ黄色ニ見ユルガ透シテ見レバ青ク
 見ユルノハ何故カ。

解 一般ニ金屬ハ光ニ對シテ強イ選擇吸收ヲナスモノデア。ルガ其表面反射
 ノ光ガ既ニ其ノ物ニ特有ナ光ヲ吸收ニヨツテ缺ケリ、金ノ場合ニハ赤及
 黄ヲ反射スルカラ黄色ヲ呈シ透過スル光ハ此ノ部分ノ光ヲ全ク吸収セラ
 レテイルタメ其餘色ナル青色ヲ呈スル。

問 [2] 黒紙ニ赤インキヲ書イタ文字ハヨク判ラナガ朱ヲ書ケバ明瞭ニ

判ルノハ何故カ。

解 赤インキハ赤色ノミヲ透過スル透明體ナル故其赤色ハ紙面ニテ反射セラレテ來ル光ニ由ル、然ルニ黒色ノ表面ハ總テノ色ヲ吸收スルカラ赤色ハ見エズ、朱ハ赤色ヲ透ス物體ノ細粒ヨリナリ其表面カラ極メテ内部ノ細粒ノ面テ反射セラレテ出テ來ル光ガ赤ナル故紙ノ色ニハ無關係ニ朱ヲ書ケバ皆赤ク見ユル。

問 [3] 青色味ノ硝子テ電球ヲ作レバ光ガ白味ヲ帯ビルノハ何故カ。

解 一般ニ金屬線ヲ熱シタルトキニ發スル光ハスペクトル中ノ黄、赤等ノ部分ヲ澤山ニ持ツカラ青色硝子ハ此等ノ光ヲ吸收スル故、殘リガ白色トナル。

第五編 磁 氣, 電 氣

第一章 磁 氣

[1] **磁 石** . 天然ニ産スル**磁鐵礦** (Fe_3O_4) ト稱スル礦物中ニハ能ク鐵片ヲ引キ付ケル性質ヲ有スルモノガアル、此性質ヲ有スル磁鐵礦ヲ鐵粉ノ中ニ入レテ引出セバ鐵粉ハ之レニ附着スル、又鋼鐵ノ棒ヲ此ノ磁鐵礦デ二三回摩擦スレバ、此ノ鋼鐵モ亦鐵ヲ引ク性質ヲ帯ビル、此ノ鐵ヲ引ク性ヲ**磁氣**ト云ヒ、磁氣ヲ有スル物體ヲ**磁石**ト云ヒ、又磁氣ノ性ヲ與ヘルコトヲ**磁化**ト云フ。

普通用フル磁石ハ鋼鐵ヲ人工的ニ磁化シタルモノデ之ヲ**人工磁石**ト云ヒ、其形ニヨツテ**磁針**、**棒磁石**、**馬蹄形磁石**等ノ名アリ、今日各種ノ電氣機械ニ使用セラル、磁石ハ皆人工磁石デアル。

磁石ガ鐵ヲ引ク力ハ部分ニヨリ其ノ強サガ異ナル、之ハ磁石ニ鐵粉ヲ散布シテ見ルト其

ノ兩端ニ集リ中央部ニ殆ンド附カナイコトカラ分ル、即チ磁氣ハ兩端ニ近キ所ニ其作用最モ強イ、此ノ最モ強イ所ヲ**磁極**ト云フ。

細長イ磁石ヲ其中央デ支ヘ水平面上ニ自由ニ廻轉シ得ル様ニスレバ磁石ハ常ニ略ボ南北ノ方向ヲ指シテ靜止スル、此装置ヲ**磁針**ト云フ、此ノ磁石ノ北ヲ指ス磁極ヲ**北極**(N極)ト云ヒ、南ヲ指ス磁極ヲ**南極**(S極)ト云ヒ、又南北ノ兩極ヲ結ブ線ヲ**磁石ノ軸**ト云フ。



圖 249

[2] 磁極相互ノ作用. 甲乙ノ二個ノ磁石ヲ取り甲ノ磁石ヲ其中央デ水平ニ吊シ, 乙ノ磁石ノ北極ヲ甲ノ磁石ノ北極ニ近ヅケレバ互ニ相斥ケ, 甲ノ磁石ノ南極ニ近ヅケレバ互ニ相引ク. 又乙ノ磁石ノ南極ヲ甲ノ磁石ノ南極ニ近ヅケレバ互ニ相斥ケ其北極ニ近ヅケレバ互ニ相引クヲ知ル. 即チ二ツノ磁石ノ同名ノ極ハ相斥ケ異名ノ極ハ相引ク, 此ノ磁極ガ相引キ又ハ相斥ケルカヲ磁力ト云フ. 即チ磁氣トハ磁力ノ原因ヲ云フ語ナリ.

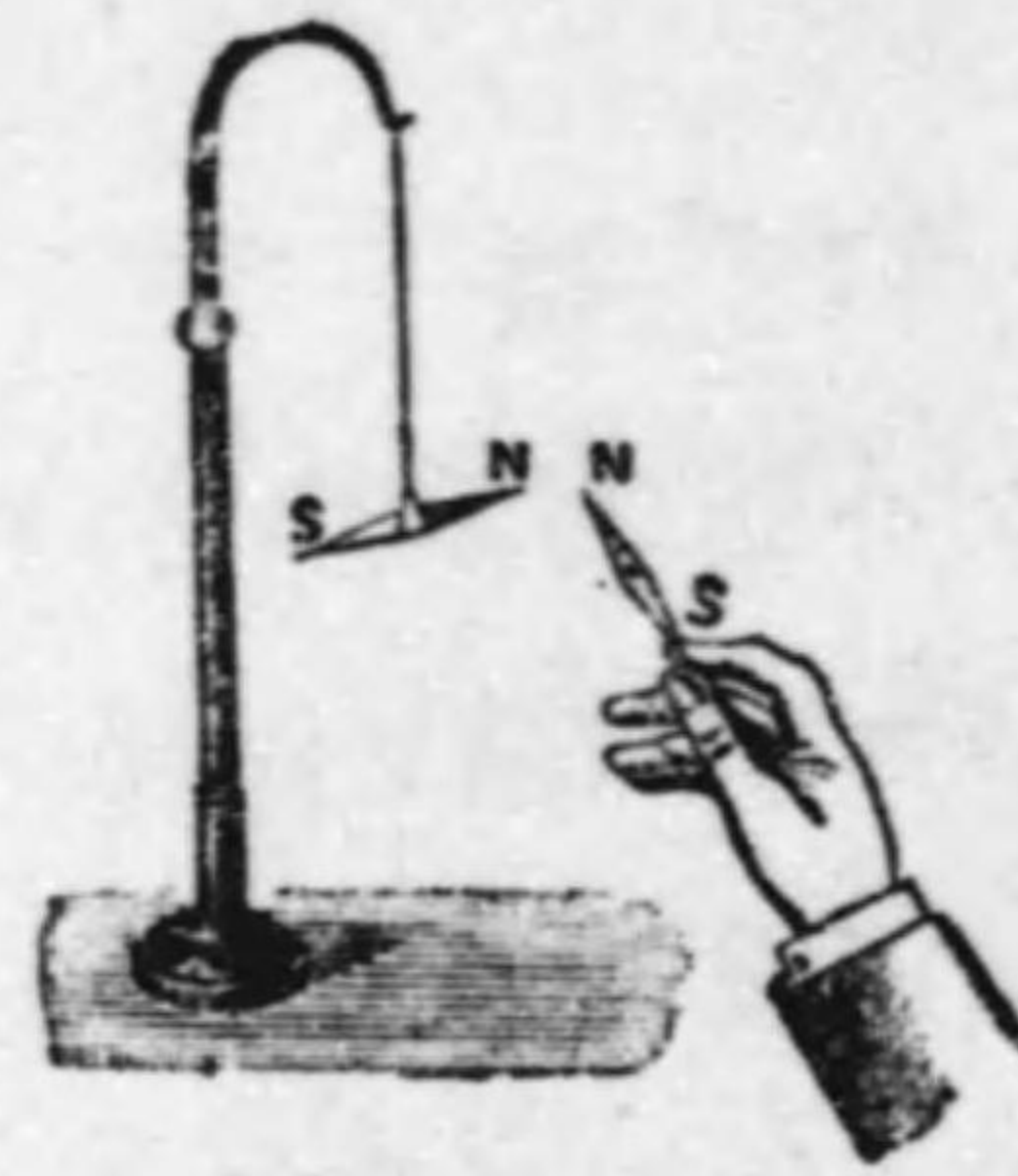


圖 250

長イ棒磁石デハ磁氣ノ作用ハ殆ンド其兩端ニ近カイ部分ニ限ラルル故, 磁石相互ノ作用ヲ研究スルニハ磁石ノ各極ニ磁氣ト稱スル一種ノ量ガ存在シテ, 其一極ノ磁氣ハ他極ノ磁氣ト正反對ノ性質ヲ有スルモノト考フルヲ便トス. 通常北極ノ磁氣ヲ正, 南極ノ磁氣ヲ負ト云フ. 此ノ正ノ磁氣ト正ノ磁氣或ハ負ノ磁氣ト負ノ磁氣トハ互ニ相斥ケ, 正ノ磁氣ト負ノ磁氣トハ互ニ相引ク.

磁石ノ一極ノ有スル磁氣量ノ多少ヲ比較スルニハ此極ガ一定ノ位置デ標準トスル他ノ磁石ノ一極ニ作用スル力ノ大小ニヨル. 例ヘバ甲ノ磁石ノ一極Nヲ標準磁石ノ一極N'ヨリ一定ノ距離ニ置キタルトキ, 之ニ作用スル磁力ト, 乙ノ磁石ノN極ヲ前ト同一距離ニ置キタルトキ之ニ作用スル磁力トガ相等シケレバ甲乙兩磁石ノ兩極ノ磁氣量ハ互ニ相等シト云ヒ. 若シ甲ノN極ノ作用スル磁力ガ同一距離デ乙ノN極ノ作用スル磁力ノ二倍ナルトキハ甲ノN極ノ磁氣量ハ乙ノN極ノ磁氣量ノ二倍ナリト云フ. 之ニ由テ或磁石ノ

磁極ノ磁氣量ヲ單位ニ取レバ他ノ磁極ノ磁氣量ヲ數デ表ハスコトヲ得. 通常相等シイ同名ノ磁極ガ單位ノ距離ヲ距テテ單位ノ力デ互ニ相斥ケル時ソノ何レカ一方ノ磁極ノ磁氣量ヲ磁氣量ノ單位トスル.

此方法デ或磁石ノ磁氣量ノ大小ヲ比較シテ見ルト如何ナル磁石デモ其兩極ノ磁氣量ノ數値ハ常ニ相等シキヲ知ル. 又磁石ノ北極ト南極トハ其作用ガ正反對デアルカラ北極ノ磁氣量ヲ正, 南極ノ磁氣量ヲ負トスレバ二ツノ磁石中ニアル磁氣量ノ代數和ハ常ニ零ニ等シイ.

[3] クーロンノ法則. 磁氣量ノ單位ハ同名ノ二ツノ磁極ガ單位ノ距離デ單位ノ力デ相斥ケラルルトキノ磁極ノ磁氣量デアル故茲ニ一ツノ磁極ガ單位ノ磁氣量ヲ有シ. 他ノ磁極ガmダケノ磁氣量ヲ有スレバ其二ツノ磁極ヲ單位ノ距離ニ置クトキニ相斥ケル力ハ單位ノ力ノm倍ノ大サトナルベキデアル.

一般ニ一ツノ磁極ノ磁氣量ガm, 他方ノ磁極ノ磁氣量ガm'ナル二ツノ磁石ノ磁極ガ距離rダケ距タリ居ルトキ其間ニ作用シ合フ力ノ大サハ佛人クーロンニヨツテ實驗的ニ研究サレ次ノ結論ヲ得タ.

二ツノ磁極間ニ作用スル磁力ハ兩極ノ磁氣量(兩極ノ強サ)ノ相乗積ニ正比例シ其間ノ距離ノ二乗ニ逆比例ス.

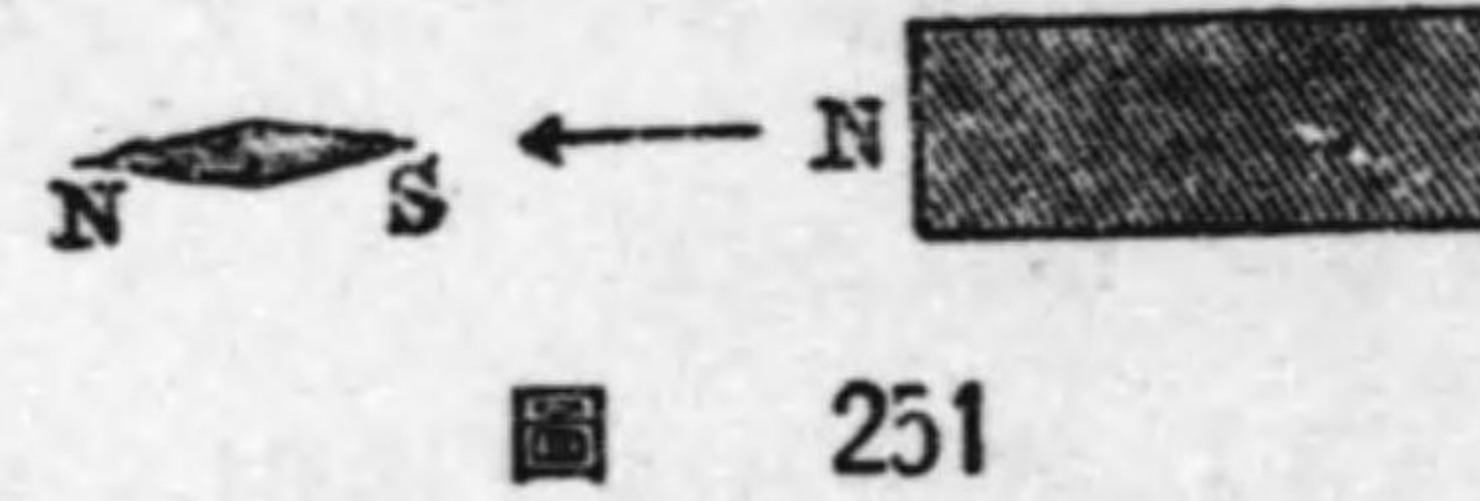
之ヲクーロンノ法則ト云フ. 故ニ磁氣量m, m'ナル二磁極ガrナル距離ニアルトキ其間ニ働ク力ノ大サヲFトセバ次ノ關係アリ.

$$F = \frac{mm'}{r^2}$$

[4] 磁 場. 磁石ノ周圍ニ於テ磁氣ノ作用即チ磁力ノ及ブ

ダケノ範圍ヲ磁場ト云フ。嚴密ニ云ヘバ磁石ノ周圍ハ到ル處磁場
 デアルガ磁極ノ作用ハ前ノクーロンノ法則ニヨリ距離ノ二乗ニ逆
 比例シテ減少スルカラ實際ニ其作用ノ認メラルルノハ磁石ニ近イ
 部分ニ限ラル。單位ノ正磁極ヲ磁場ノ一點ニ持チ來ストキ、之ニ
 働ク磁力ヲ其點ニ於ケル磁場ノ強サト云ヒ。磁力ノ方向ヲ磁場ノ
 方向ト云フ。

[5] 磁氣感應。磁石ノ磁極ノ近クニ鐵片ヲ持チ來ストキハ鐵
 片ハ磁石トナリ初メノ磁石ノ磁極ニ
 近キ端ニ異名ノ極ヲ生ジ遠キ端ニ同
 名ノ極ヲ生ズ。



一般ニ磁力ノ作用スル場所即チ磁場ニ鐵片ヲ持チ來ストキ其レ
 ガ磁化セラルル現象ヲ磁氣感應ト云フ。磁石ノ近傍、電流ノ周圍ハ
 磁場トナル故ニ其處ニ鐵片ヲ持チ來ストキハ磁氣感應ニヨリテ鐵
 片ハ磁石トナル。磁石ガ鐵粉ヲ吸引スルノハ磁氣感應ニヨリテ個
 々ノ鐵粉ガ皆小磁石トナリ異名ノ極ノ間ノ引力ガ同名ノ極ノ間ノ
 斥力ヨリモ大ナルガ爲メナリ。

感應ニヨリテ一時磁石トナル軟鐵ハ之ヲ元ノ磁石ヨリ遠ザクレ
 バ直チニ其磁氣ノ大部分ヲ失ヘドモ鋼鐵ハ尙ホ大部分ノ磁氣ヲ保
 有ス。普通ニ永久磁石ヲ作ルニ鋼鐵ヲ用ヒルハ此ノタメナリ。

鐵ノ外、ニッケル、コバルト、等モ感應作用ヲ現ハセドモ鐵ニ比
 ベテ甚ダ弱イ。鐵、ニッケル、コバルト等ハ感應ニヨリテ磁極ニ近
 キ端ニ異名ノ極、遠キ端ニ同名ノ極ヲ生ジテ磁石ニ吸引セラル。
 斯ノ如キ物質ヲ常磁性體ト云ヒ。之ニ反シテ蒼鉛、アンチモン、水
 素等ノ如ク磁極ニ近キ端ニ同名ノ極、遠キ端ニ異名ノ極ヲ生ジテ

磁石ニ反撥セラルル物質ヲ反磁性體ト云フ。

問 [1] 一ツノ磁石ニ鐵片ヲ吸付カシメ置キ、之ニ相等シキ磁石ノ異名
 ノ極ヲ重ヌレバ鐵片ハ直チニ離ル其ノ理由ヲ問フ。

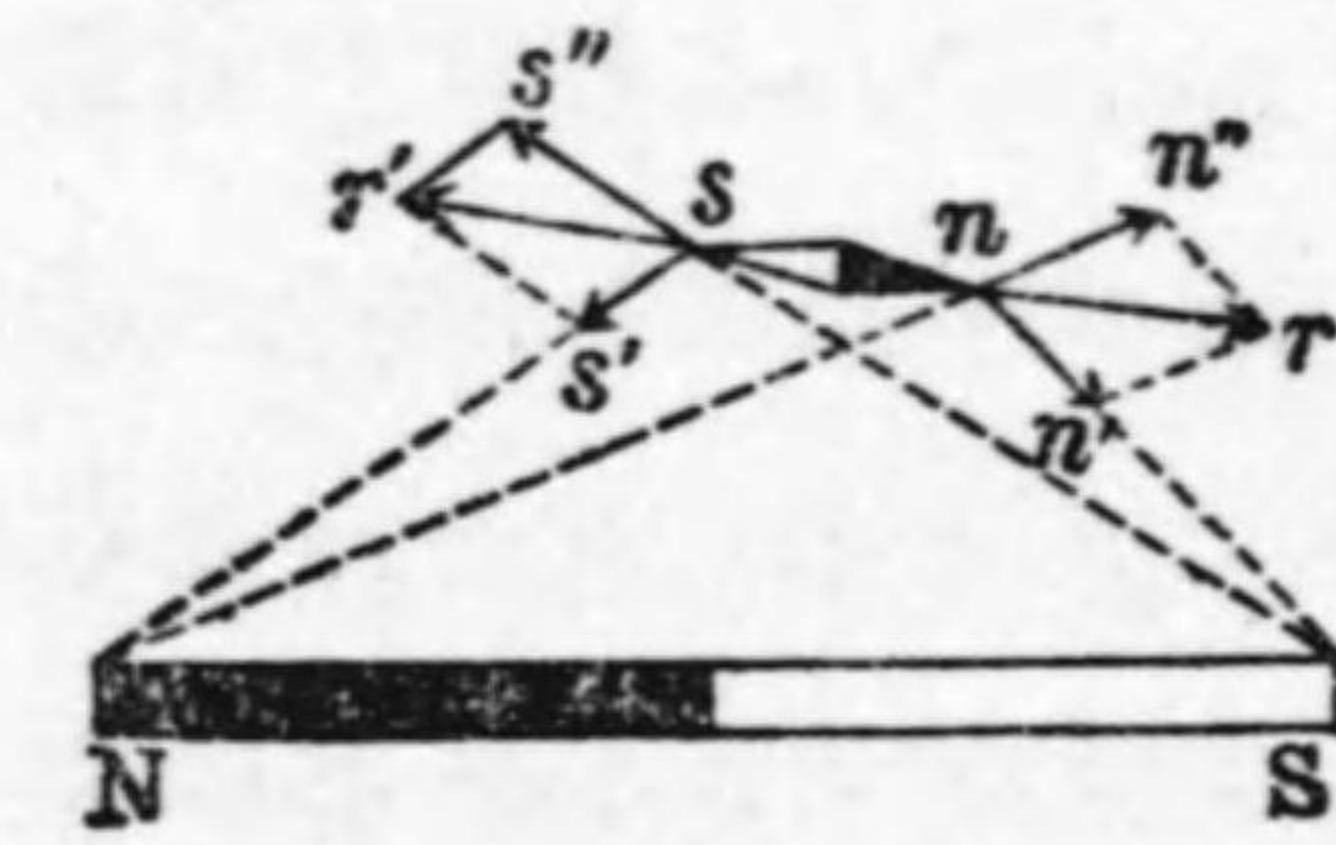
解 鐵片ガ磁石ニ吸引セラルルハ磁氣感應ニヨリ磁石ノ極ニ近キ方ニ異名
 ノ極ヲ生ズルガ爲メナリ。然ルニ他ノ磁石ノ異名ノ極ヲ重ヌレバ同時ニ
 兩極ノ感應作用ヲ受クルハ結局其作用ナキニ等シ故ニ直チニ離ル。

問 [2] 蹄鐵磁石ハ軟鐵棒ヲ引ク力特ニ強キハ何故ナルカ。

解 蹄鐵磁石ハ其兩極近ヅク故感應作用相助ケテ軟鐵ニ強キ磁氣ヲ生ジ、
 斯クシテ生ジタル軟鐵ノ兩極ハ蹄鐵磁石ノ兩極ニ共ニ吸引セラルル故此
 吸引力ハ棒磁石ヨリモ甚ダ強イ。

[6] 磁力線。磁石ノ近クハ磁場ナル故此處ニ他ノ磁石ヲ持
 來レバ其兩端ハ磁石ノ作用ヲ受ケテ一定ノ方向ニ向フ。

今大磁石NSノ近クニ小磁針nsヲ置クト磁針ノ北極nハ磁石ノ北
 極Nノタメニnn''ノ方向ニ斥ケラレ、南
 極Sノタメニnn'ノ方向ニ引カルル故
 其合力nrノ力ヲ受ケル。又磁針ノ南極
 SハNノタメニss'ノ力デ引カレ、Sノタ
 メニss''ノ方向ニ斥ケラレルカラ其合



力sr'ノ力ヲ受ケル。今磁針ガ極ク小サイト考フレバnn'トss''及nn''
 トss'トハ方向反對デ其大ハ互ニ相等シ故ニ二力ノ合力nrトsr'ト
 ハ大サ相等シク反對ノ方向ニ向フ。即チ小磁針ハnrsr'ノ方向ニ靜
 止スルコトニナル。即チ磁場ノ一點ニ置カレタ小磁針ハ其點ノ磁
 力ノ方向ヲ指ス。此小磁針ノ北極ノ指ス方向ガ其點ニ於ケル磁場
 ノ方向デ又此小磁針ノ北極ガ受ケル磁力ノ強サガ其點ニ於ケル磁
 場ノ強サデアル。

磁石ノ上ニ硝子板ヲ置キ其上ニ鐵粉ヲ撒クト鐵粉ハ感應ニヨリ

各小磁石トナル故此硝子板ヲ靜カニ叩ケバ鐵粉ハ振動シテ其磁場

ノ方向ニ靜止スルコトニナル。斯クシテ硝子板ノ上ニ鐵粉ノ整列シタ無數ノ曲線ヲ得ルノデ、之ニヨリ各點ニ於ケル磁場ノ方向ガ知ラル、即チ此曲線ノ各點ニ引

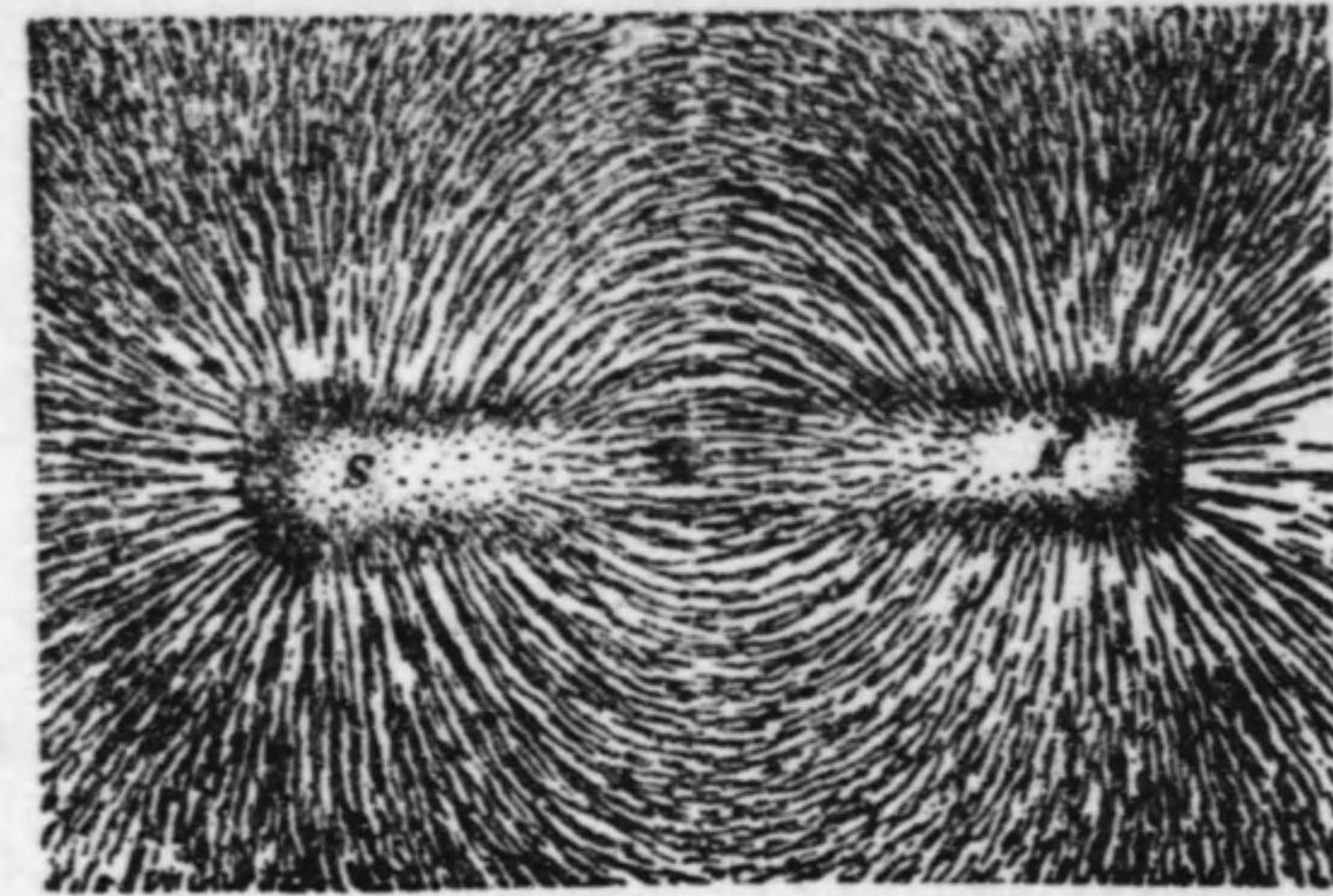


圖 253

ケル切線ノ方向ハ鐵粉ノ小磁石ノ軸ノ方向、即チ磁場ノ方向デアル。此曲線ヲ磁場ノ指力線ト云フ。

磁石ハ其北極或ハ南極ノ一方ノミヲ離スコトヲ得ザルモ、假リニ北極ノミヲ取離シテ之ヲ磁石ノ近クニ持チ來シタト考フレバ、其北極ハ磁石ノ北極ノ作用ヲ受ケテ磁石ノ北極カラ南極ノ方ニ指力線ニ沿フテ動カサレル、即チ指力線ハ磁場ノ中ニ置カレタ北極ガ磁力ノ作用ヲ受ケテ運動スル道デアル。故ニ磁場ノ指力線ハ磁石ノ北極ニ初マツテ南極ニ終ル。

圖 254(甲)ハ蹄鐵磁石ノ指力線ヲ示シ(乙)ハ同名ノ二極ヲ向ヒ合セテ置ケルトキノ指力線ヲ示シ、(丙)ハ異名ノ二極ヲ向ヒ合セテ置ケルトキノ指力線ヲ示ス。

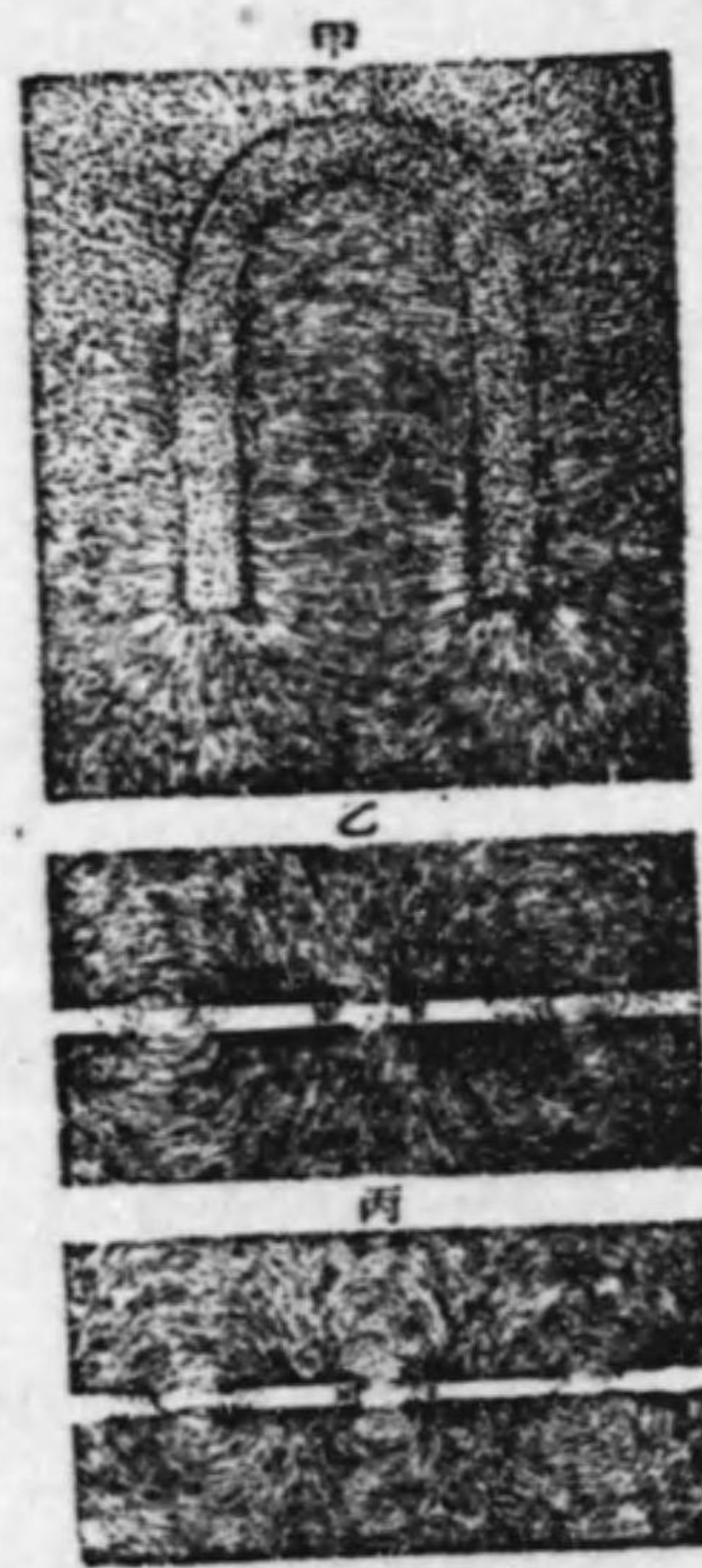


圖 254

[7] 磁石ノ製法ト保存。鐵ハ感應ニヨツテ磁石ニナル故磁石

ヲ作ル最簡ノ方法ハ強イ磁石ノ一極ニテ今磁石ニナサントスル鋼ヲ一端カラ他端ニ向ツテ反覆摩擦スレバヨイ。或ハ磁石ニナサントスル鋼ノ中央ニ二本ノ磁石ノ反對ノ極ヲ突合セ置キ鋼ヲ摩擦シツツ反對ノ方向ニ動カス。

又一層有効ナル方法ハ鋼ノ兩端ヲ圖 255 ノ如ク二本ノ磁石ノ反對ノ極ノ上ニ置キ

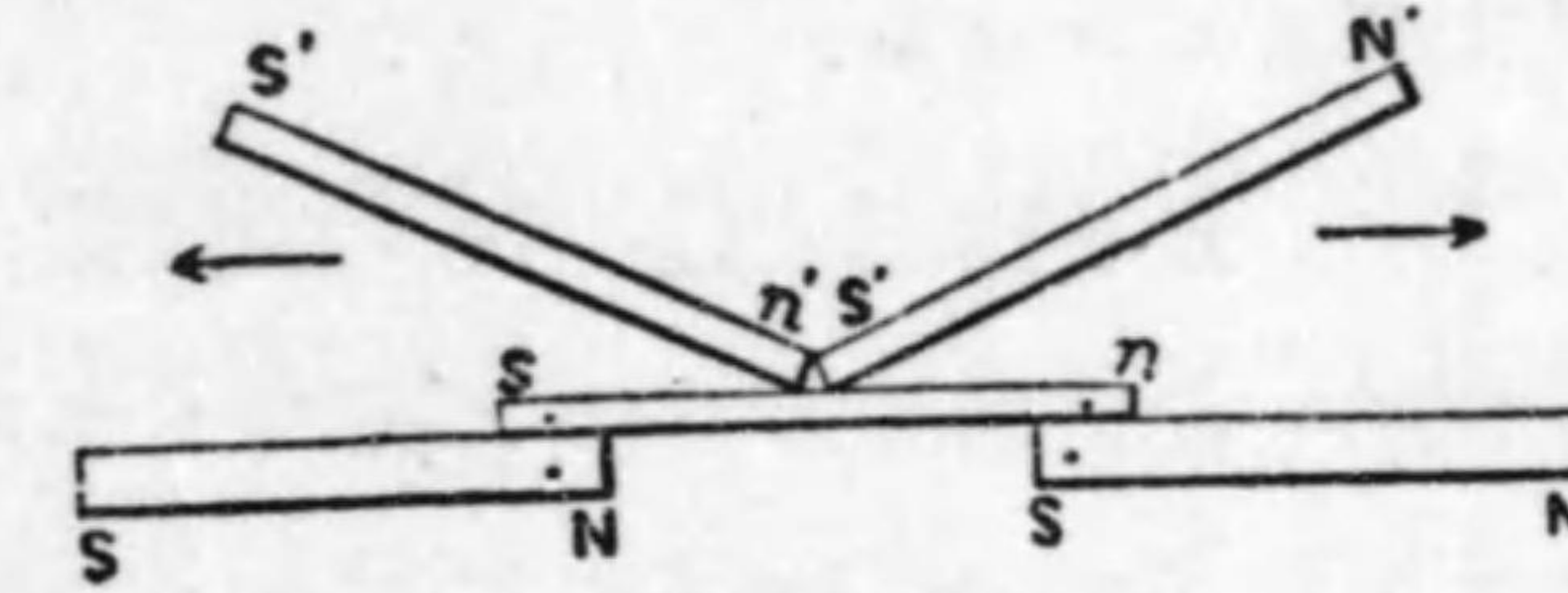


圖 255

其中央ニ、更ニ他ノ二本ノ磁石ノ反對ノ極ヲ突キ合セ之ヲ摩擦シツツ兩端ニ引キ分ケレバヨイ。現今專ラ使用セラルル實用上ノ方法ハ後ニ述ベル、コイルニ電流ヲ通ジテ強キ磁場ヲ作り、其中ニ鐵片ヲ入レテ磁化スルカ又電磁石ノ兩端間ニ鋼鐵ヲ置キテ此電磁石ニ強イ電流ヲ通ジテ磁化スル。

二本ノ棒磁石ノ同名ノ極ヲ平行ニ竝ベテ置ケバ各々磁石ノN極ハ他ノ磁石ノN極ニ感應シテS極ノ磁氣ヲ生ゼシメ、又各々ノS極ハ他ノ磁石ノS極ニ感應シテN極ノ磁氣ヲ生ゼシメントスルカラ各々ノ磁石ハ弱クナル。又異名ノ極ヲ平行ニ置ケバ其N極ハ他ノ磁石ノS極ニ感應シテ其磁氣ヲ互ニ増サントスルカラ磁石ハ強クナラス。

磁石ノ兩極ニ現ハルル磁氣ハ相吸引スルカラ此ノ引力ノ爲メ磁石ハ年月ヲ經ルニ從ヒ次第ニ弱クナル、此ノ力ヲ磁石ノ減磁力ト云フ。輪狀磁石ハ磁氣ガ外部ニ現レナイカラ減磁力小ニシテ長ク磁性ヲ失フコトナシ。磁石ヲ保存スルニハ此ノ理ニヨリ、圖 256 ノ如ク磁石ノ兩極

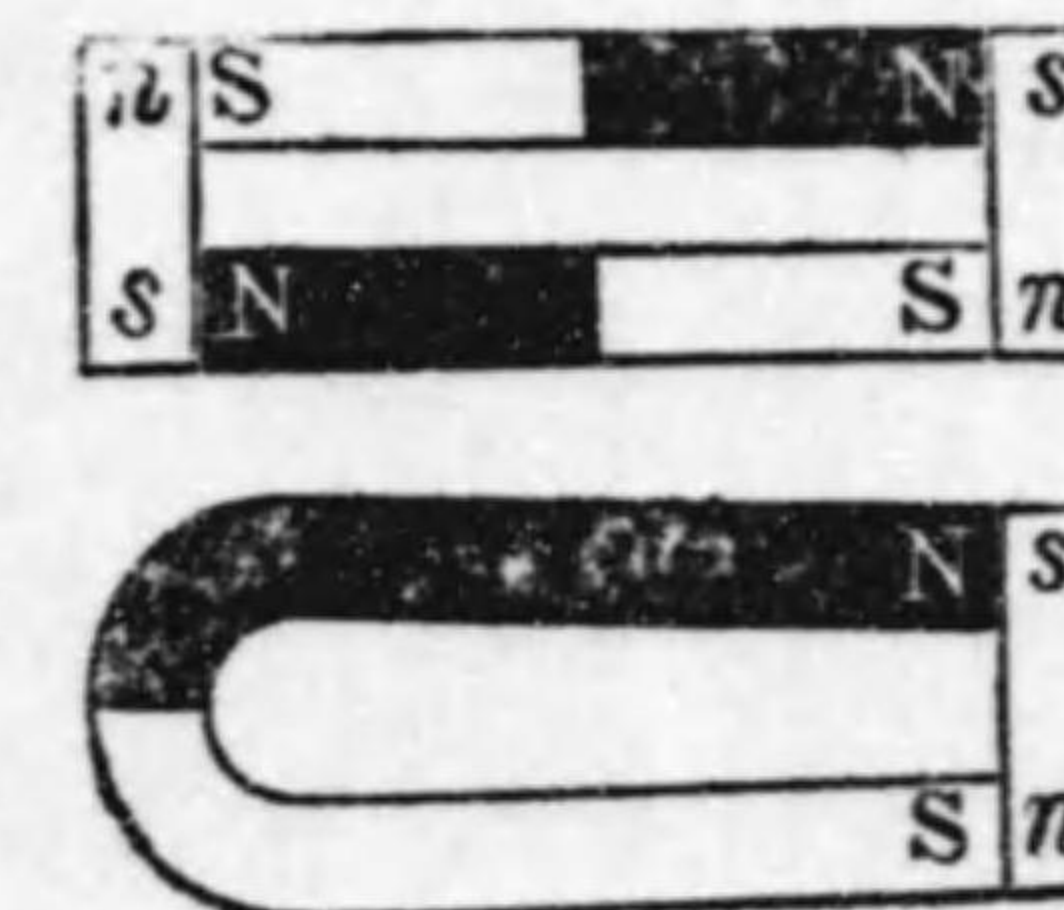


圖 256

=軟鐵片ヲ架シ磁氣ノ表レザル様ニナス. 此目的ニ用ヒタ軟鐵片ヲ接極子ト云フ. 又馬蹄形磁石ガ棒磁石ヨリモ磁氣ヲ失ヒ難キハ其異名ノ極ガ比較的近く存在スルカラ強イ感應ニヨリテ反對ノ磁氣ヲ生ズルニヨル.

[8] 分子磁石ノ説. 長サ15種位ノ鋼鐵棒ヲ磁化シ之ヲ兩斷スルトキハ各ノ斷片ガ一個ノ磁石トナル. 更ニ各斷片ヲ兩斷スルニ矢張り其ノ各ガ一個ノ磁石トナル. 斯クノ如ク磁石ハ如何ニ之ヲ細分スルモ各ノ細片ガ皆一個ノ磁石トナリ. 決シテ單獨ノ極ヲ有スル磁石ヲ得ルコトハ出來ヌ. ウエバーハ此ノ事實ニ基キ鐵ノ分子自身ガ一個ノ小磁石ナリト考ヘタ. 之ヲ分子磁石ノ説ト云フ.

分子磁石ノ説ニヨレバ磁氣感應ノ現象ハ容易ニ説明シ得. 即チ未ダ磁化サレナイ鐵ノ分子ハ

其配列圖 257 (a)ノ如ク亂離ニシテ分子磁石ノ作用ヲ打ち消シ全體トシテ外部ニ對シ磁石ノ性質ヲ現サザレドモ一度之ヲ場磁ノ中ニ入ルルトキハ各分子磁石ガ皆場磁ノ方向ニ整

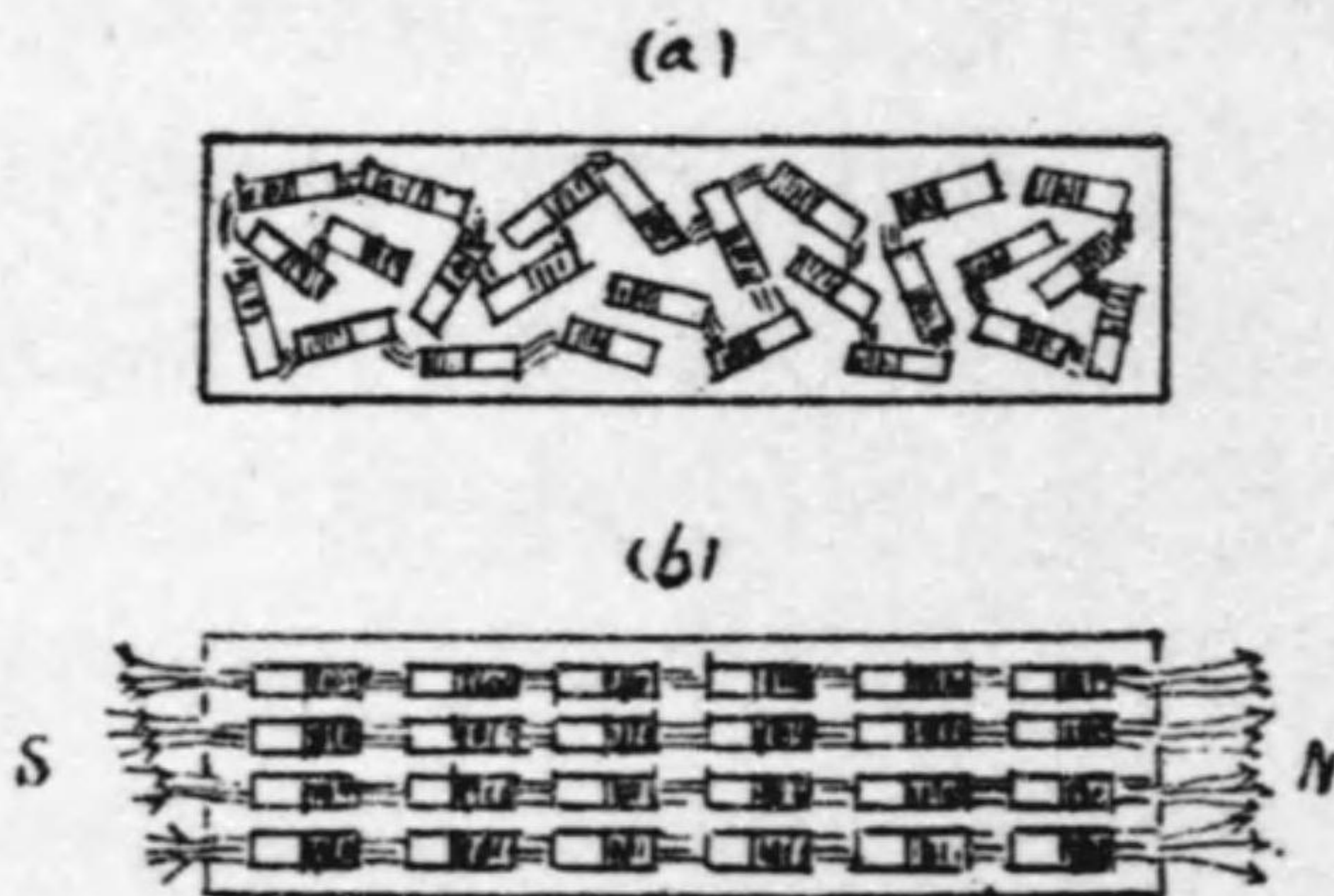


圖 257

列シ其配列, 同圖 (b)ノ如クナルヲ以テ兩極ニ大サ相等シキ正負ノ磁氣ガ現ハルルナリ. 現今ノ磁氣ノ理論デハ此ノ説ヲ更ニ進メテ磁氣ノ原因ハ物質ノ原子ノ中ノ電子ノ運動ニアルモノトナセリ.

鐵片ヲ場磁ノ外ニ取り出シタル後尙ホ磁氣ノ残留スルコトヲ残留磁氣ト云フ. 軟鐵デハ分子磁石相互ノ作用ガ比較的弱イカラ磁化スルコトモ容易デアル代リニ一旦磁化シテモ之ヲ場磁ノ外ニ取

リ出スト其ノ相互作用デ初メノ状態ニ歸ルコトヲ妨ゲルコトモ弱イカラ残留磁氣モ多ク残ラナイ. 之ニ反シテ鋼鐵デハ分子磁石相互ノ作用ガ強イカラ磁化スルコトモ困難ナ代リニ残留磁氣モ甚ダ大デアル.

電氣機械ノ鐵心ニ用ヒラルル鐵ハ残留磁氣ノ極メテ少ナイモノヲ要シ現今ハ少量ノ珪素ヲ含メル鐵ガ専ラ用ヒラル. 之ニ反シ永久磁石ニ用ヒラルル鐵ハ残留磁氣ノ極メテ多クシテ, 且ツ長ク磁氣ヲ失ハザルモノヲ必要トス. 現今最モ良キ磁鋼トシテ用ヒラルルハ少量ノタングステンヲ含メル, タングステン鋼ニシテ, マンガン鋼, クロム鋼之ニ次グ.

[9] 地球磁氣. 地球ノ地面上デ水平ニ支ヘタ磁針ガ常ニ略ボ南北ノ方向ヲ指スノハ, 地球ガ南北ニ極ヲ有スルーノ大ナル磁石デアツテ地球ノ表面ガ其磁場ナルガ爲メナリ.

地球磁場ノ方向ト強サトヲ研究スルニハ, 地表ノ各點デノ磁力ノ強サト方向トヲ知ルヲ要ス. 磁針ヲ重心デ吊シテ上下及ビ左右ニ自由ニ廻轉シ得ル如クスルト磁針ハ常ニ略ボ南北ヲ指スガ地球ノ眞ノ南北デナク少シク東又ハ西ニ偏シ, 且ツ磁針ノ北極ハ北半球デハ水平面ニ對シ下ニ傾キ南半球デハ磁針ノ南極ガ下ニ傾ク. 或地表上ニ於テ地球磁力ノ方向ガ水平面トナス角ヲ其地ノ伏角ト云ヒ. 地球ノ南北ト磁針ノ南北トノナス水平面上ニ於ケル角ヲ方位角ト云ヒ. 又磁力ノ強サノ水平面上ニ於ケル分力ヲ水平分力ト云フ. 地表上デノ或場所ニ於ケル磁力ノ強サハ此伏角, 方位角, 水平分力ノ三ツデ全ク定

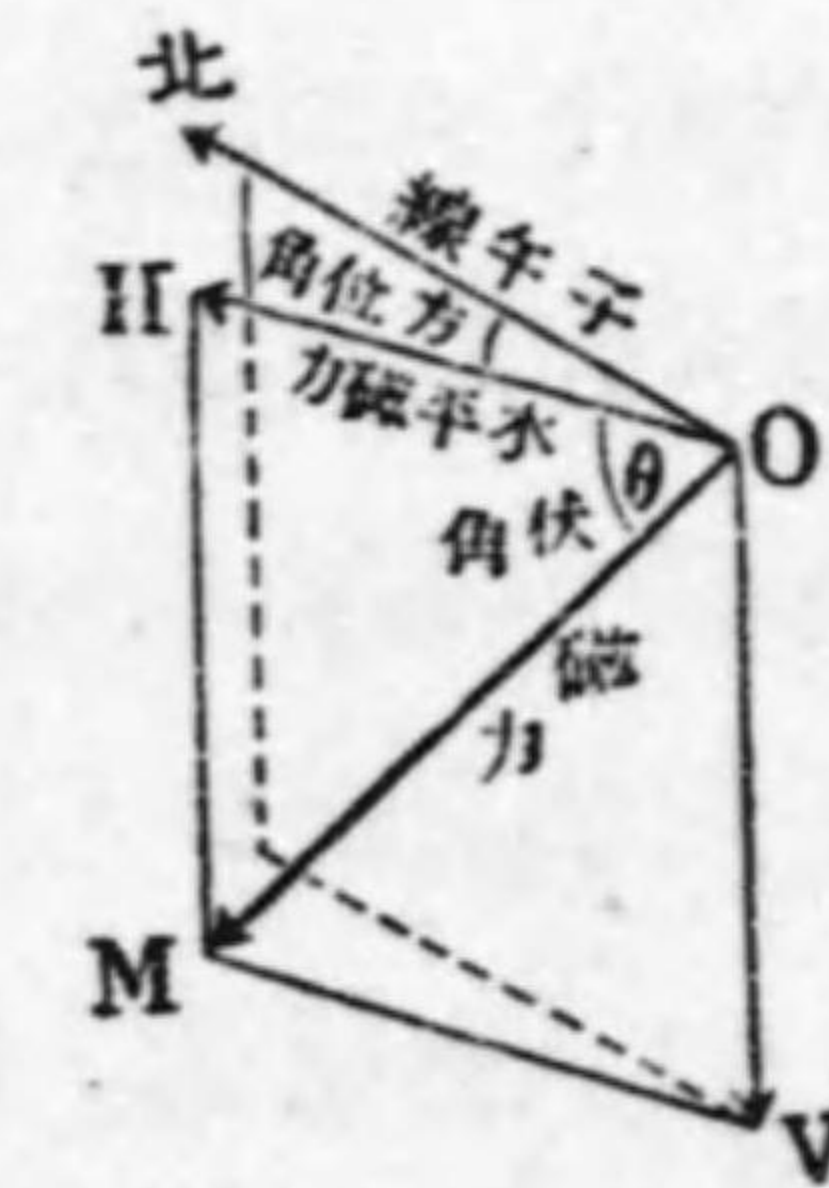


圖 258

マルカラ之ヲ地球磁氣ノ三要素ト云フ。

方位角ハ支點ノ周リニ自由ニ水平面内デ廻轉シ得ル磁針ノ靜止スル位置ヲ求メ。又天體觀測ニヨリ此方向ガ地球ノ子午線ト幾何ノ角ヲナスカヲ知レバ測レル。地表上デ數多ノ方位角ノ相等シキ地點ヲ結ビ付クル線ヲ**等方位線**ト云フ。本邦各地ノ方位角ハ皆西ニ偏ス。即チ

鹿兒島 3度35分 京都 4度46分

東京 4度35分 根室 4度4分

又或地點ニ於ケル伏角ヲ測ルニハ圖 259 ノ如ク磁針ヲ其重心ヲ貫ク水平軸デ支ヘ、鉛直面デ自由ニ廻轉シ得ル如クシ。磁針ノ廻轉ノ面ヲ磁力ノ方向ヲ含ム鉛直面ト一致セシムレバ可ナリ。此時磁針ガ水平面ヨリ傾ク角ハ即チ伏角デアリ。地表上デ伏角ノ相等シキ諸點ヲ結ビ付ル線ヲ**等伏角線**ト云フ。コノ伏角ノ零ナル點ヲ結ビ付ル等伏角線ヲ**磁氣ノ赤道**ト云ヒ。伏角ガ90°トナル地點ヲ**磁氣ノ兩極**ト云フ。磁氣ノ赤道ハ地球ノ赤道ト略一致シ磁氣ノ兩極ハ地球ノ兩極ヨリ約20°離レタ所ニアル。本邦各地ニ於ケル伏角ヲ上グレバ次ノ如シ。

鹿兒島 45度5分 京都 48度8分

東京 49度 根室 57度5分

又地球磁力ノ相等シキ地點ヲ結ビ付ル線ヲ**等磁力線**ト云フ。

問 [1] 磁石ハ赤熱スルカ或ハ之ヲ烈シク打撃スルトキハ磁氣ヲ失フハ

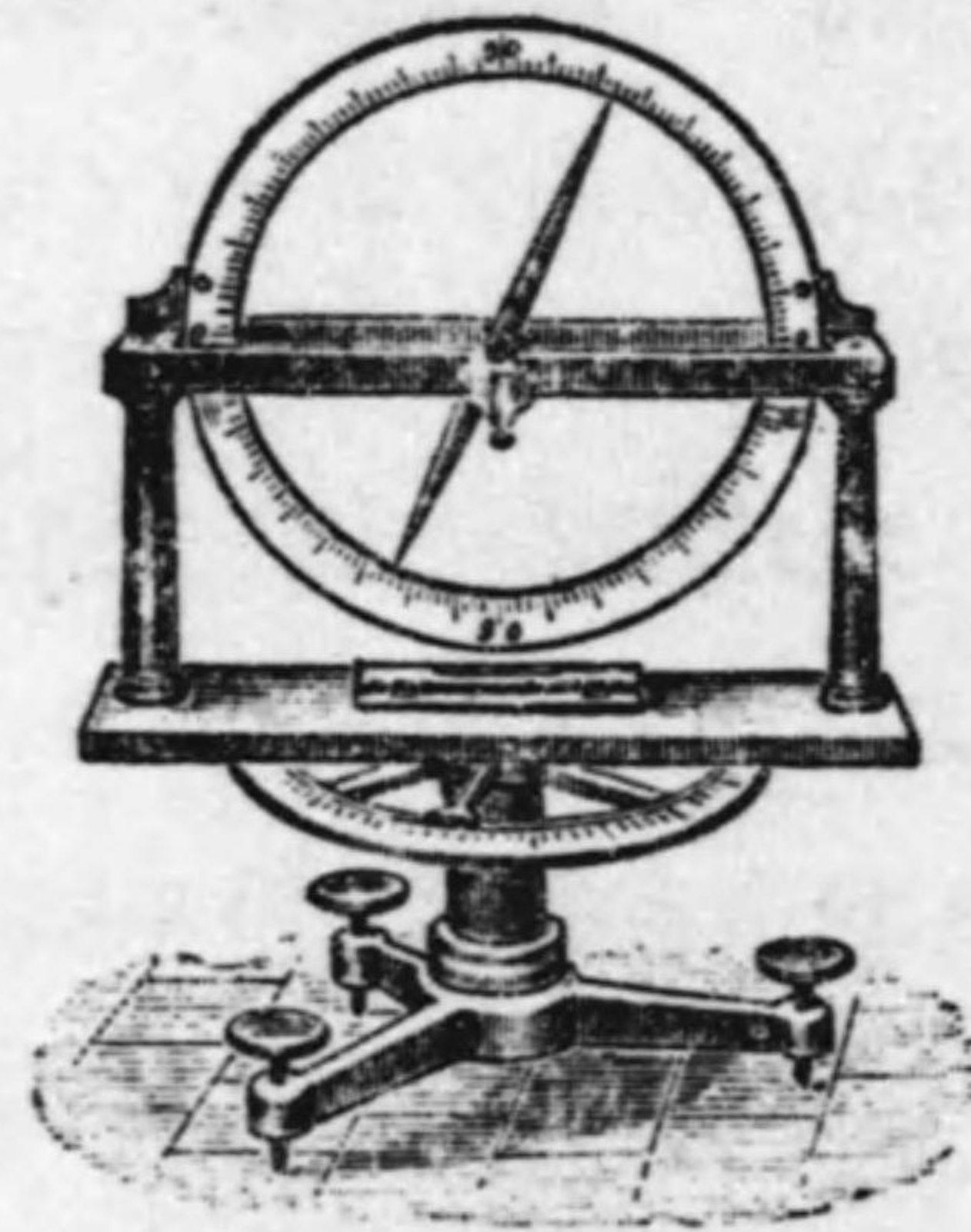


圖 259

何故ナルカ

解 分子磁石ノ説ニヨリ磁石ハ各分子ガ一定ノ方向ニ整列セラレテ磁性ヲ表ハス。之ヲ赤熱或ハ烈シク打撃スルトキハ分子ノ運動烈シクナリテ其整列ノ方向ヲ失フ故ニ磁性ヲ表ハスコト能ハザルニ至ル。

問 [2] 軟鐵棒ヲ永ク地球磁力ノ方向ニ置クカ、又ハ其ノ方向ニ置キテ強ク打テバ磁石トナルハ何故ナルカ、

解 軟鐵棒ハ地球磁氣ノ作用ヲ受ケテ感應ニヨリ磁氣ヲ帶ブ、又烈シク此棒ヲ打テバ分子磁石ノ廻轉ヲ容易ナラシメ分子磁石ノ磁力ノ方向ニ向クノヲ助ケル故單ニ地球磁力ノ方向ニ置クヨリモ著シク強ク磁氣ヲ帶ブ。

問 [3] 工場ニ於テ用ヒル鐵錐ノ磁氣ヲ帶ビル理由ヲ説明セヨ。

解 錐ハ通常鉛直ニシテ用フル故地球磁氣ノ鉛直分力ノ作用ヲ受ク、且ツ錐ヲ烈シク揉メバ分子磁石ノ廻轉ヲ容易ナラシムル故錐ハ著シク磁氣ヲ帶アルニ至ル。

[10] **地球磁氣ノ變化**。地球磁氣ノ分布ハ常ニ一定デナク。時ト場所トデ變化スル。此變化ニハ一定ノ週期ヲ有スル規則正シキ變化ト不時ノ急激ナル變化トアリ。一日ヲ週期トセル日々ノ磁化、一年ヲ週期トセル月々ノ磁化及ビ數百年ヲ週期トセル永年ノ磁化ハ皆規則正シキ變化デアリ。例ヘバ方位角ハ本邦デハ毎朝最小デ日中ニ近ヅクニツレ其値ヲ増シ、午後一時二時頃最大デソレヨリ減少シテ翌朝又最小ノ値ニ戻ル。此變化ハ極メテ小デ最大ト最小ノ差ガ通常10分ヲ越エナイ。年々ノ變化及ビ日々ノ變化ハ地球ノ太陽ニ對スル位置ノ變化ト密接ノ關係アル様デアリ。不時ノ急激ナル變化ハ**磁氣ノ嵐**ト稱シ。數時間又ハ二三日間續クコトモアリ其範圍モ全地球、又ハ地球表面上ノ狭イ部分ニ限ラレルコトモアル。此磁氣ノ嵐ハ太陽ニ黑點ノ現ハルルトキ、又ハ**北極光**ノ現象アル時等ニ起ルコトガ多イガ其起ル原因ハ今日尙ホ不明デアリ。

問 北半球ニ於テ使用スル磁針ハ重心ヲ何レノ方ニ偏セシメテ支點ヲ置ケ

バ、之ヲ水平ニ保チ得ベキカ。

解 北半球テハ磁針ノ北極ガ水平面ヨリ多ク下ニ傾ク故磁針ノ支點ヲ重心ヨリ指北極ノ方ニ偏セシムレバ水平ニ保ツコトヲ得。

[11] 羅針盤. 航海者ガ方位ヲ知ル爲ニ用フル羅針盤ハ小磁針ヲ數本平ニ竝ベテ輕イ圓板ノ下面ニ貼付シ、盤ノ中心ヲ針頭上ニ支ヘテ水平面内デ自由ニ廻轉スル如クセリ。圓盤ノ面ハ32等分シテ方位ヲ記シ其南北線ハ裏面ノ磁針ノ方向ト一致ス。圓盤ノ周圍ハ更ニ細分シタ分度圓ガアル。圓盤ヲ容レタ函ハ三重ニナリ外函ハ船體ニ固定シ、中間ノ函ト内函トハ互ニ直角ヲナセル水平軸ノ周リニ自由ニ廻轉シ得ル如ク仕掛ケテアルカラ船體ガ如何ニ動搖シテモ圓盤ダケハ常ニ水平ノ位置ヲ取ツテ靜止スル様ニシテアル。

又内函ニハ船首ノ方向ニ當ル指標ガアルカラ船ガ正北ニ進メバ指標ハ圓盤上ノ正北ノ方位ヲ記セル所ヲ指示スルガ、若シ船ガ正北カラ傾イタ方向ニ進メバ磁針從ツテ圓盤ハ其方向ヲ變

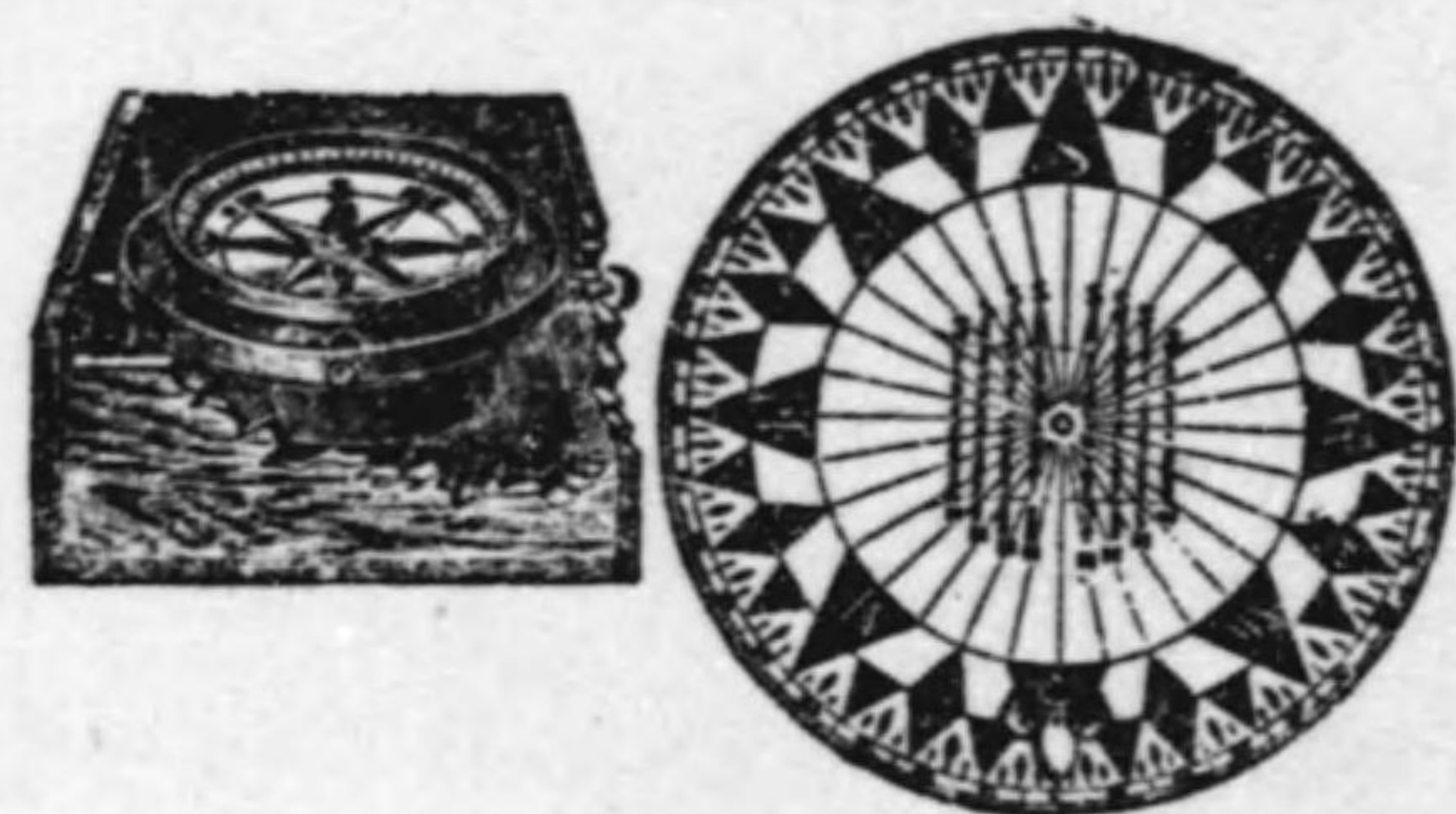


圖 260

ゼザルモ船首ノ方向ガ變ルノデ從ツテ指標ハ圓盤ニ對シテ其位置ヲ變ズルガ故ニ指標ニ向フ圓盤上ノ方位ニ其地ノ方位角ヲ加フレバ地球ノ南北ニ對スル船ノ方向ガ知ラル。故ニ航海者ハ海圖ト羅針盤トサヘアレバ船ノ進路ノ眞ノ方向ヲ知ル事ヲ得。又船體ニ用ヒタ鐵ノ影響ヲ消ス爲メニハ羅針盤ノ近傍ニ鐵棒ヲ配置シテアル。

備考 羅針盤ハ磁石ヲ用ヒル故船ニ鐵材ガ多量ニ積卸シセラレタ時ニハソノ爲メノ影響ヲ受ク、又造船ノ際一定ノ方向ニ龍骨ヲ据エ付ケ之ニ鐵板ヲ張り付ケル爲メニ打撃ヲ加ヘルカラ船體自身ガ既ニ一個ノ磁石トナル

場合多シ。之モ羅針盤ニ影響ス。故ニ近年磁針ヲ用ヒズニ方位ヲ知リ得ル所謂ジャイロコンパスガ考案セラレタ之ハ後ニ力學ノ所ヲ述ベル。

第二章 帶電體

[1] 帶電. 硝子棒ヲヨク乾キタル絹布ニテ摩擦シタル後塵埃, 紙片等ノ如キ輕キ物體ニ近ヅクレバ之ヲ吸引スル, 然レドモ一旦接觸シタル後ハ直チニ反撥セラルルヲ見ル. 又摩擦スルニ用ヒタ絹布モ同様ノ現象ヲ呈ス. 乾燥シタ絹布トエボナイト棒トヲ摩擦シテモ同様ノ現象ヲ呈ス. 又萬年筆ヲ頭髮デ摩擦シテモ同様ノ現象ガ認メラル. 斯ク異ナル二物體ヲ互ニ摩擦シテ輕イ物體ヲ吸引スル性質ヲ生ジタトキ, ソノ物體ニ電氣ガ起ツタト云ヒ, 或ハ物體ハ帶電シタリト云ヒ. 此現象ヲ現サシムル原因ヲ電氣ト云ヒ. 帶電セル物體ヲ帶電體ト云フ.

物體ガ帶電シタリヤ否ヤヲ簡單ニ驗スルニハ圖 261 ノ電氣振子ヲ用フ. 之ハ絹絲ニテ木髓球ヲ吊シタモノデ電氣ヲ帶ビタ物體ヲ球ニ近ヅクレバ球ハ引キ付ケラレ之ニ觸レタル後斥ケラル, 之レハ小球ガ幾分ノ電氣ヲ得タカラデアル. 然ル後小球ニ手ヲ觸ルレバ小球ハ最早電氣ヲ失ヒ元ノ状態ニ復スルヲ見ル.

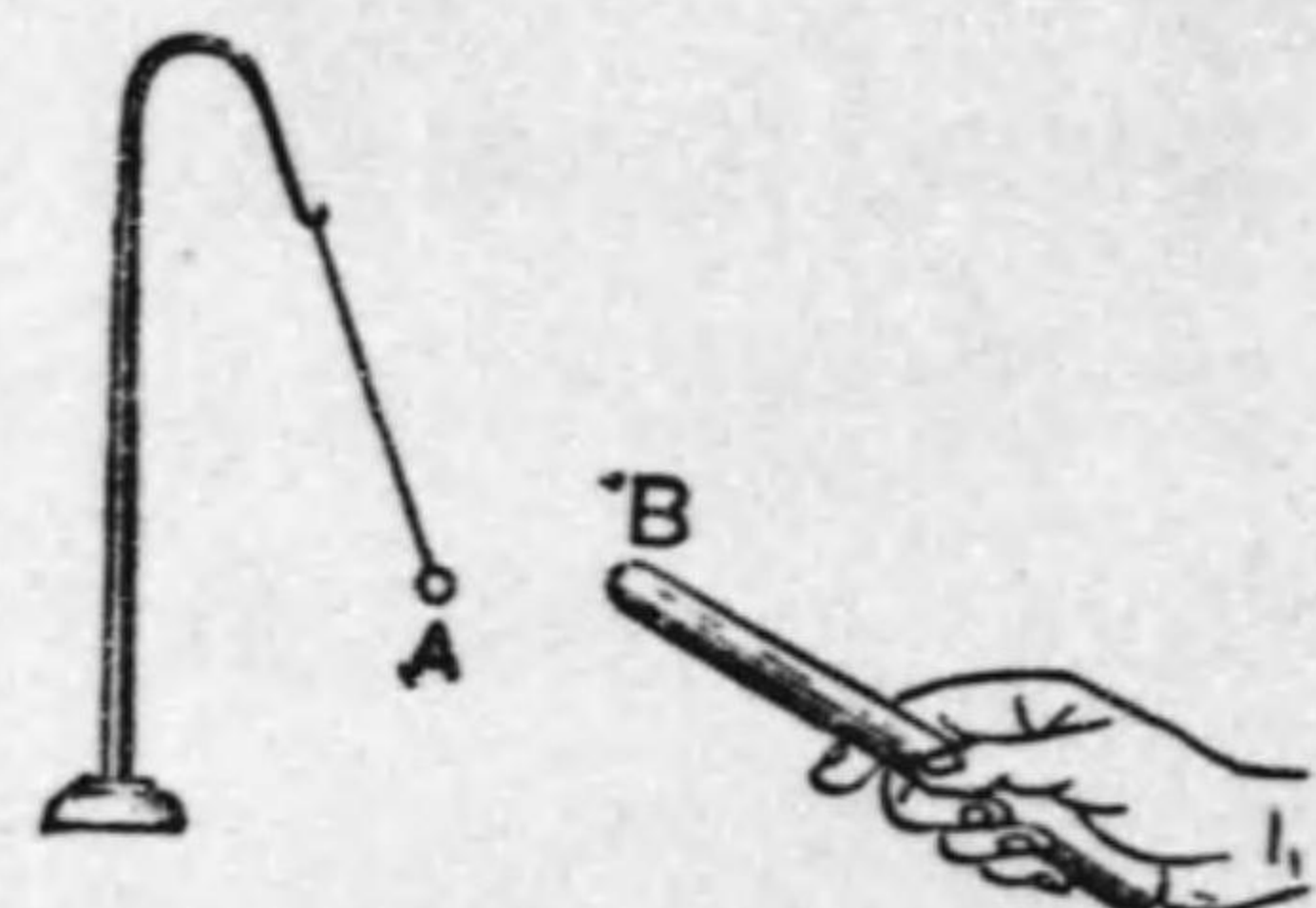


圖 261

[2] 電氣ノ二種類. 二本ノ硝子棒ヲ絹布ニテ摩擦シテ帶電セシメタル後絲ニテ吊シテ互ニ接近セシムルトキハ二本ノ硝子棒ハ互ニ相反撥スルヲ見ル. 二本ノエボナイト棒ヲ絹布ニテ摩擦シテ實驗シテモ全ク同様ニ相反撥ス. 然ルニ帶電セル硝子棒トエボナイト棒トヲ互ニ接近セシムルトキハ二本ノ棒ハ前ト反對ニ相吸引

スルヲ見ル. 即チ帶電セル硝子棒トエボナイト棒ハ孰レモ紙片等ノ如キ輕キ物體ヲ吸引スル性質ヲ有スレドモ硝子棒ノ有スル電氣トエボナイト棒ノ有スル電氣トハ同種ノモノデナク互ニ反對ノ性質ヲ有スルモノナルヲ知ル. 此場合ニ硝子棒ノ有スル電氣ヲ陽電氣ト云ヒ, エボナイト棒ノ有スル電氣ヲ陰電氣ト云フ.

二本ノ帶電セル硝子棒同士又ハ, エボナイト棒同士ハ互ニ相反撥シ硝子棒トエボナイト棒トハ互ニ相吸引スル故, 陽電氣ヲ有スル帶電體同士又ハ陰電氣ヲ有スル帶電體同士ハ互ニ相反撥シ. 陽電氣ヲ有スル帶電體ト陰電氣ヲ有スル帶電體トハ互ニ相吸引ス, 即チ同種ノ電氣ハ互ニ相反撥シ異種ノ電氣ハ互ニ相吸引ス.

種々ノ物質ヲ組合セテ摩擦ニヨリ帶電セシムルニ其電氣ハ常ニ硝子棒ノ電氣即チ陽電氣ナルカ, 或ハ[エボナイト]棒ノ電氣即チ陰電氣ニシテ其他ノ性質ノ電氣ヲ得ルコトナシ. 即チ帶電ノ種類ハ陽帶電ト陰帶電ノ二種ニ限ラル.

次ニ硝子棒ヲ絹布ニテ摩擦シテ帶電セシメ此ノ二ツヲ互ニ接近セシムルトキハ相吸引スルガ故ニ絹布ノ有スル電氣ハ硝子棒ノ有スル電氣ト反對ニシテ陰電氣ナルヲ知ル. 又[エボナイト]棒ヲ絹布ニテ摩擦スルトキ絹布ニ生ズル電氣ヲ同様ニ吟味スレバエボナイト棒ノ電氣ト反對ニシテ陽電氣ナルヲ知ル. 一般ニ二個ノ異ナル物體ヲ互ニ摩擦シテ帶電セシムルトキハ兩方ノ物體ノ電氣ハ常ニ互ニ反對ナリ. 又硝子棒ヲ絹布ニテ摩擦スルトキハ絹布ニ陰電氣ヲ生ジ, [エボナイト]棒ヲ絹布ニテ摩擦スルトキハ絹布ニ陽電氣ヲ生ズルガ故ニ同一物質ニテモ之ト摩擦セラルル相手ノ物質ニヨリ或ハ陽ニ或ハ陰ニ帶電セラルルコトアルヲ知ル.

[3] 電氣量クーロンノ法則. 電氣=關スル諸現象ヲ説明スルニハ磁氣ノ場合ト同様ニ帶電體=電氣ト云フ特種ノ量ガ存在スルモノト考フルヲ便トス. 而シテ電氣ニハ二種類アリテ其各々ガ等量ダケ混ズルト帶電ノ現象ヲ現ハサザルモ, 其ノ何レカ一方ノ量ガ多イト, 其ノ差ダケニ相當スル帶電ノ現象ヲ表ハスモノト考フ.

電氣ノ分量ヲ測ルニハ磁氣ノ量ヲ測ツタト同様ニ其帶電體ガ他ノ帶電體ニ及ボスカノ大サデ測ル.

例ヘバ甲, 乙, 丙ノ三ツノ帶電體アリテ甲ト乙トヲ空氣中一定ノ距離ヲ隔テテ置キタルトキ其ノ間ニ働ク力ガ, 甲ト丙ヲ空氣中同ジ距離ニ置キタルトキニ其ノ間ニ働ク力ノ二倍ナルトキハ乙帶電體ノ電氣量ノ大サハ丙帶電體ノ電氣量ノ大サノ二倍ナリト云フ.

電氣量ノ C. G. S. 靜電單位ハ眞空中又ハ空氣中一極ノ距離ニ於テ二個ノ相等シキ同名ノ電氣ヲ有スル帶電體ノ間ニ働ク力ガ丁度單位即チ 1 [ダイン]ナルトキノ電氣量ナリ. 茲ニ 1 ダイントハカノ C. G. S 單位ニシテ 1 瓦ノ質量ヲ有スル物體ニ或ル方向ニ力ガ働キテ其ノ方向ニ丁度單位加速度, 即チ一秒ニ付一極ノ加速度ヲ與フル力ナリ. 此電氣量ノ C. G. S. 靜電單位ハ實用上小ニ過ギテ不便ナル故實用單位トシテハコノ 3×10^9 倍ヲ取り 1 クーロント稱ス.

次ニ Q 及 Q' ノ電氣量ヲ有スル二帶電體ガ距離 r ヲ隔テテ存在スルトキハ其ノ間ニ作用スル力ノ大キサハ [クーロン] ノ實驗ノ結果ニヨリ次ノ如クナル.

二個ノ帶電體間ニ作用スル力ハ其各々ノ電氣量ノ相乘積ニ正比例シ, 其ノ間ノ距離ノ二乗ニ逆比例ス.

之ヲクーロンノ法則ト云フ. 即チ C. G. S. 靜電單位ニテ Q, Q' ナ

ル二個ノ帶電體ガ空氣中デ距離 r 極ヲ隔テテ存在スルトキ此間ニ働ク力ノ大サヲ F ダイントセバ次ノ關係アリ.

$$F = \frac{QQ'}{r^2} \text{ダイン}$$

問 等量ニ電氣ヲ帶ヘル二ツノ小球ガ 25 極ノ距離ニ置カルルトキ其斥力幾何, 但シ其電氣量ヲ 0.0005 クーロントス.

解 上式ニヨリ $r=25, Q=Q'=0.0005 \times 3 \times 10^9$

$$\therefore F = 9 \times 10^{18} \times \frac{(0.0005)^2}{(25)^2} = 3.6 \times 10^9 \text{ダイン}$$

[4] 導體, 絶緣體. [エポナイト] 棒, 硝子棒等ヲ乾燥セル絹布ニテ摩擦スルトキハ容易ニ帶電セシメ得レドモ金屬棒ヲ絹布ニテ如何程摩擦シテモ帶電ノ現象ヲ認ムコト能ハズ. 此理由ヲ考ヘルト金屬デモ [エポナイト] ト同様ニ摩擦ニヨリテ帶電セシメ得レドモ金屬並ニ人體ハ容易ニ電氣ヲ導キ自由ニ電氣ノ移動ヲ許ス性質ガアルカラ金屬棒ヲ直接手ニ持チテ絹布等ニテ摩擦スルモ摩擦ニヨリテ, 金屬棒ニ生ジタ電氣ハ直チニ人體ヲ經テ地球ニ逃レ去ル爲メ帶電セシムルコト能ハザルナリ. 故ニ金屬棒ニ例ヘバエポナイトノ柄ヲ附シ. エポナイトノ柄ヲ手ニ持チテ金屬ノ部分ヲ絹布等ニテ摩擦スルトキハ金屬棒ニ生ジタ電氣ハエポナイトノ柄ニ妨ゲラレテ地球ニ逃レ去ルコトナキ故ニ容易ニ帶電セシムルコトヲ得ベク. 而シテ其電氣ハ陰電氣ナリ. 然レドモ其金屬ノ部分ニ一寸デモ手ヲ觸ルルトキハ陰電氣ハ直チニ地球ニ逃レ去ルカラ帶電ノ状態ヲ失フニ至ル. 斯クノ如ク物質ノ中ニハ金屬, 人體等ノ如ク容易ニ電氣ヲ導キ電氣ノ移動ヲ自由ニ許スモノト, 硝子, エポナイト, 雲母, 大理石, パラフィン, 硫黄等ノ如ク少シモ電氣ヲ導カザルモノトアリ. 前者ヲ電氣ノ良導體ト云ヒ, 後者ヲ不良導體ト云フ. 導體ハ自由ニ電氣ヲ導クガ故ニ導體ノ有スル電氣ヲ失ハザル

如ク保ツニハ之ヲ不良導體ニテ隔離スルコト必要ナリ。此ノ目的ニ用ヒタ電氣ノ不良導體ヲ絶縁體ト云フ。

銀,銅,アルミニウム其他ノ金屬ヲ始メ炭素,鹽類ノ水溶液,不純ナル水,人體,地球等ハ皆電氣ノ良導體ナリ。就中銀ハ總テノ物質中ニテ最良ノ導體ニシテ銅,アルミニウム之ニ次グ。

一般ニ絶縁體ガ濕氣ヲ吸收スルトキハ絶縁低下スルヲ常トス,故ニ靜電氣ノ實驗ヲナスニハ室内ヲ能ク乾燥シ又實驗器具ヲ綺麗ニ拭ウテ塵埃等ヲ取り去リ濕氣ヲ含マザル様ニスルヲ要ス。

問 一ツノ導體ガ電氣ノ導體ナルカ又ハ不良導體ナルカヲ知ル實驗法ヲ述ベヨ。

解 其方法種々アルモ最簡ナルハ物體ヲ能ク乾燥セシメ,之ヲ手ニ持チ摩擦ニヨツテ帶電セシメ得ルカ否カヲ驗スレバ可ナリ。若シ電氣ヲ生セシメ得レバ不良導體ニシテ如何ニ摩擦シテモ電氣ヲ生セシメ得ザレバ導體ナリ。

[5] 驗電器。驗電器トハ電氣ノ有無,種類並ニ其ノ大小ヲ簡單ニ試験スル器械デ前ニ述ベタ電球振子モ其一種デ帶電體ヲ此ノ木髓球ニ近ヅケルトキハ帶電體ハ之ヲ吸引スル故容易ニ帶電ノ有無ヲ試験スルコトヲ得。又帶電ノ種類ヲ試験スルニハ初メ例ヘバ絹布ニテ摩擦シタ硝子棒ヲ木髓球ニ接觸セシメ其陽電氣ノ一部ヲ此球ニ與ヘタル後他ノ帶電體ヲ此球ニ接近セシムルトキ帶電體ガ此球ヲ吸引スルトキハ帶電體ノ電氣ハ此球ノ電氣ト反對ノ陰電氣ニシテ若シ帶電體ガ此球ヲ反撥スルトキハ帶電體ノ電氣ハ此球ノ電氣ト同種ノ陽電氣ナルコト明ナリ。又帶電體ノ有スル電氣ノ多少ハ帶電體ガ木髓球ヲ吸引或ハ反撥スルトキノ力ノ大小ニテ略ボ知ルコトヲ得。

電氣實驗ニ普通ニ使用スル他ノ驗電器ハ金箔驗電器ナリ。之ハ

圖262ノ如ク二枚ノ金箔又ハ,アルミニウムノ箔ヲ重ネテ其ノ一端ヲ細キ金屬棒ノ先端ニ固定シタモノヲ硝子瓶ノ中ニ藏メ金屬棒ノ中央ヲ絶縁シテ硝子瓶ノ口ニテ支ヘ,金屬棒ノ他端ニハ小サキ金屬板又ハ金屬球ヲ

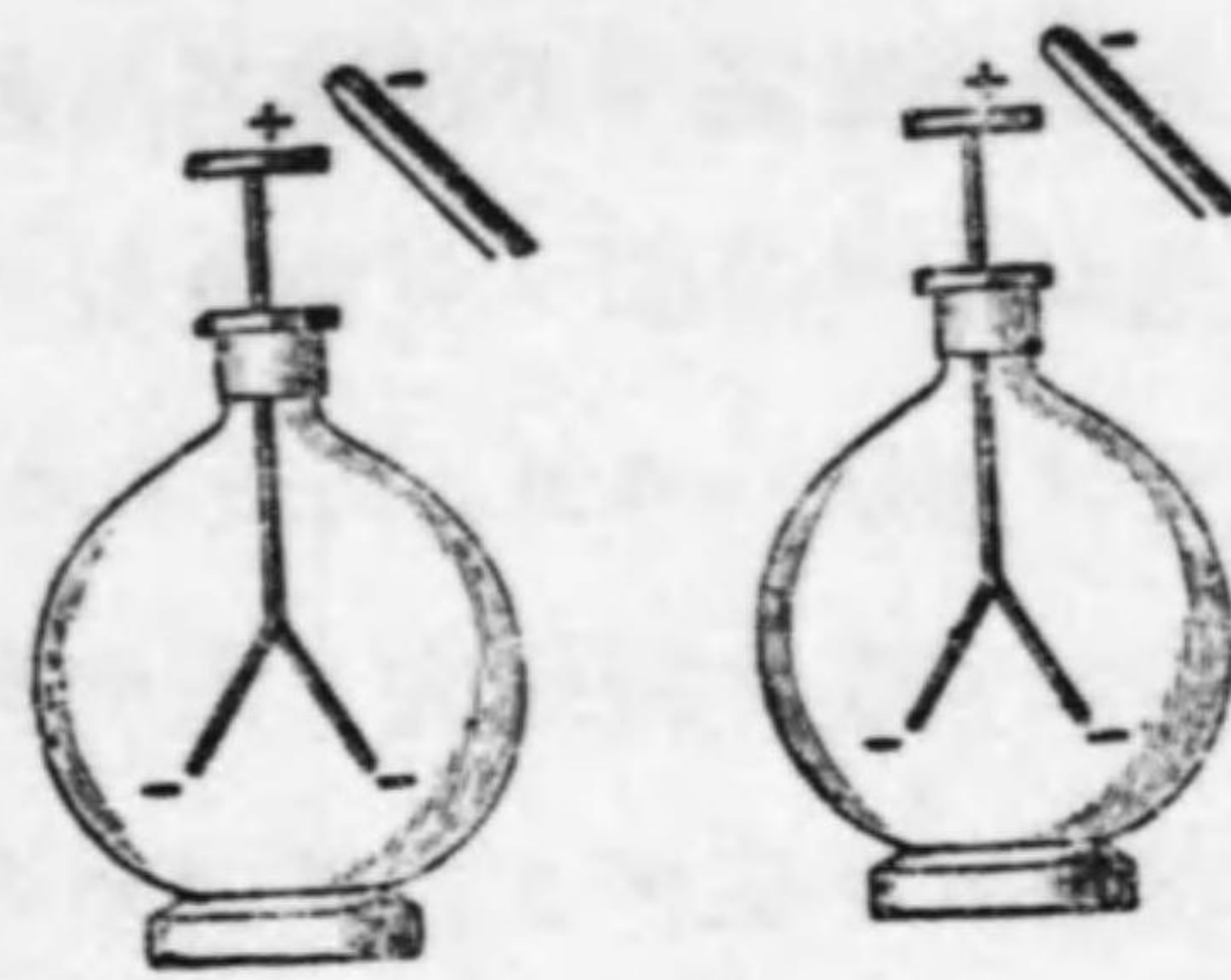


圖 262

附シタルモノデ帶電體ヲ此ノ金屬板又ハ金屬球ニ接觸スルト,帶電體ノ電氣ノ一部ハ金屬棒ヲ經テ下端ノ二枚ノ金箔ニ移ル故二枚ノ金箔ハ同種ノ電氣ヲ得テ互ニ反撥スル結果圖ノ如ク開離ス。故ニ之ニヨリテ帶電ノ有無ハ勿論又金箔ノ開離ノ大小ニヨリテ電氣ノ多少ヲ識別スル事ヲ得。又電氣ノ種類ヲ試験スルニハ初メ例ヘバ絹布デ摩擦シタ硝子棒ヲ金屬板ニ接觸シテ金箔ニ陽電氣ヲ與ヘテ開離セシメ置キ次ニ他ノ帶電體ヲ金屬板ニ接觸スルトキ若シ金箔ノ開キガ前ヨリモ増加スレバ帶電體ノ電氣ハ前ニ金箔ノ有セル電氣ト同種ノ陽電氣ニシテ又金箔ノ開キガ前ヨリ減少スレバ帶電體ノ電氣ハ前ニ金箔ノ有セル電氣ト反對ノ陰電氣ナルコト明ナリ。

[6] 良導體ニ於ケル電氣ノ分布。良導體ハ自由ニ電氣ノ移動ヲ許スカラ之ニ電氣ヲ與フレバ同種ノ電氣ハ互ニ相反撥スル結果電氣ハ成ル可ク互ニ遠ザカラントシテ皆導體ノ表面ニノミ集リ導體ノ内部ニハ決シテ存在セザルコトニナル。之ヲ實驗スルニハ小孔ノアル中空ノ金屬球ニ電氣ヲ與ヘ別ニ驗シ板ト云フ薄イ金屬板ニエポナイトノ柄ヲ付ケタモノヲ用ヒテコノ板ヲ小孔カラ前ノ帶電セル中空球ノ内面ニ接觸セシメテ後驗電器デ試験スレバ驗シ板

ハ少シモ電氣ヲ有セヌコトデ分ル。然ルニ此驗シ板ヲ球ノ外面ニ觸レタ後驗電器デ試験スルト著シク電氣ヲ有スルコトガ分ル。

然レドモ導體ノ表面ニ於ケル電氣ノ分布ハ決シテ一様デナク其表面ノ形狀ニヨリ、又近クニ他ノ導體ノ有無ニヨリ著シク異ナル。一般ニ表面ノ彎曲度ノ大ナル處程多量ノ電氣ガ集マリ表面ノ扁平ナ部分ニハ集マリ方ガ少ナイ。斯クノ如ク導體ノ表面ノ彎曲度ノ大ナル處ニ多量ノ電氣ガ集マルカラ導體ニ尖端アルトキハ其處ニ多量ノ電氣ガ集マルコトハ明カニシテ電氣ノ一部ハ遂ニ空氣中ニ失ハルルニ至ル。

導體ノ表面ニ電氣ガ一様ニ分布サルルトキ其ノ單位面積ノ中ニアル電氣ヲ其ノ表面密度ト云フ。

[7] 電場。磁極ノ周圍ガ磁力ノ作用スル場所即チ磁場デアルト同様ニ帶電體ノ近傍ニ他ノ帶電體ヲ持チ來ストキハ之ニ一定ノ大サノ引力又ハ斥力ガ働ク、斯クノ如ク帶電體ヲ持チ來ストキ之ニ電氣力ノ働ク場所ヲ電場ト云フ。故ニ帶電體ノ近傍ハ電場ニシテ帶電體ノ電氣量ガ大ナル程又他ノ帶電體ガ之ニ近イ程大ナル電氣力ガ働クコトハ電氣力ガ電氣量ノ相乘積ニ正比例シ距離ノ二乗ニ逆比例スルコトデ分ル。又電場ノ一點ニ單位ノ正電氣ヲ持チ來ストキ之ニ働ク力ノ強サト方向トヲ其點ニ於ケル電場ノ強サト方向ト云フ。

電場ノ強サ並ニ方向ガ何處モ相等シキ電場ヲ一様ナ電場ト云フ

又磁場ニ於ケル指力線ト同様ニ電場ニ引イタ曲線上ノ各點ニ於ケル切線ノ方向ガ其點ニ於ケル電場ノ方向ヲ表ハストキハ其曲線ヲ電場ノ指力線ト云フ。故ニ電場ニ單位ノ陽電氣ヲ置クトキハ此

陽電氣ハ電氣力ノ作用ヲ受ケテ指力線ニ沿フテ運動スベキコトハ磁場ノ指力線ノ場合ト同様デアアル。圖 263 ハ球狀導體ニ陽電氣ヲ

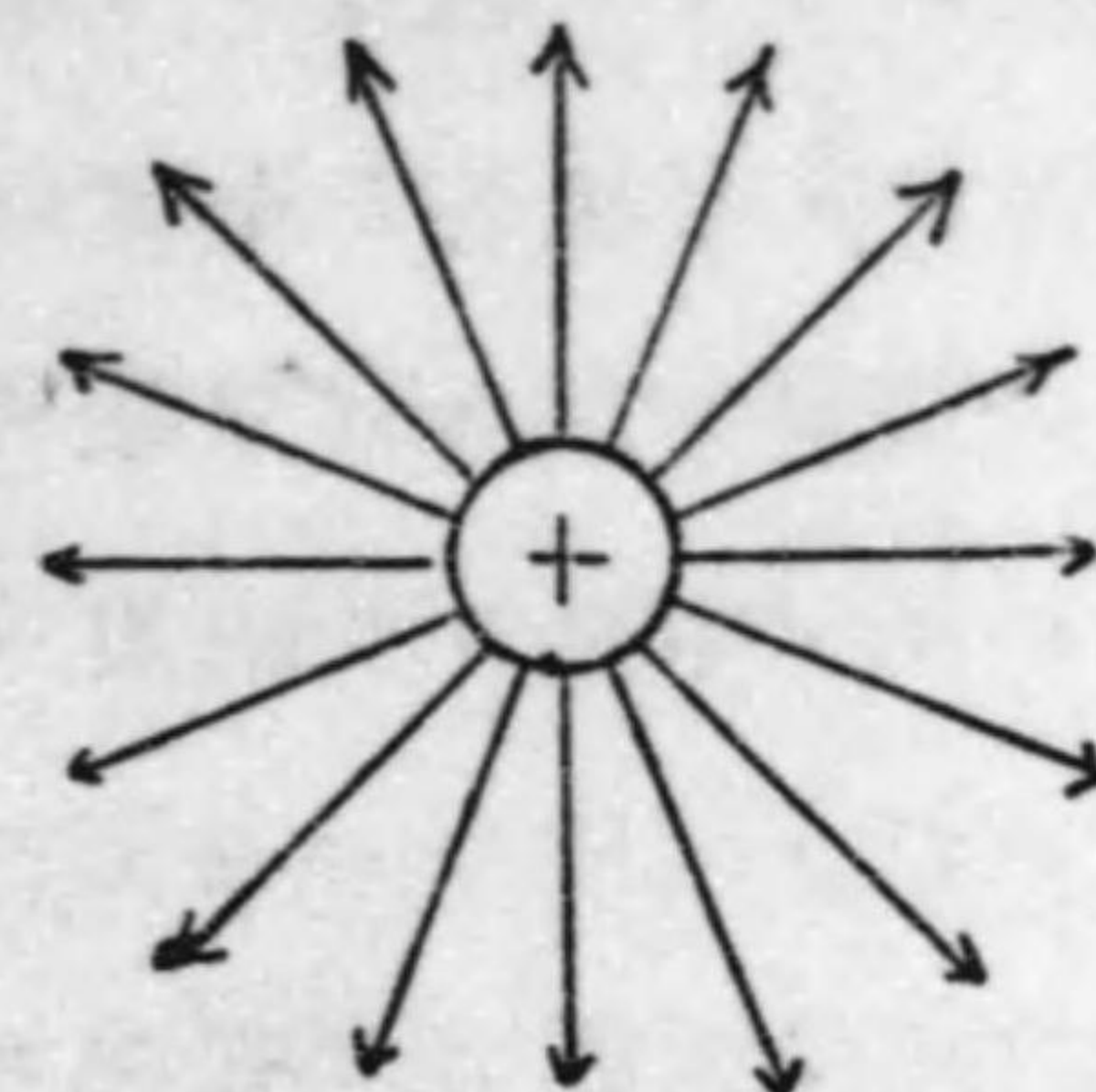


圖 263

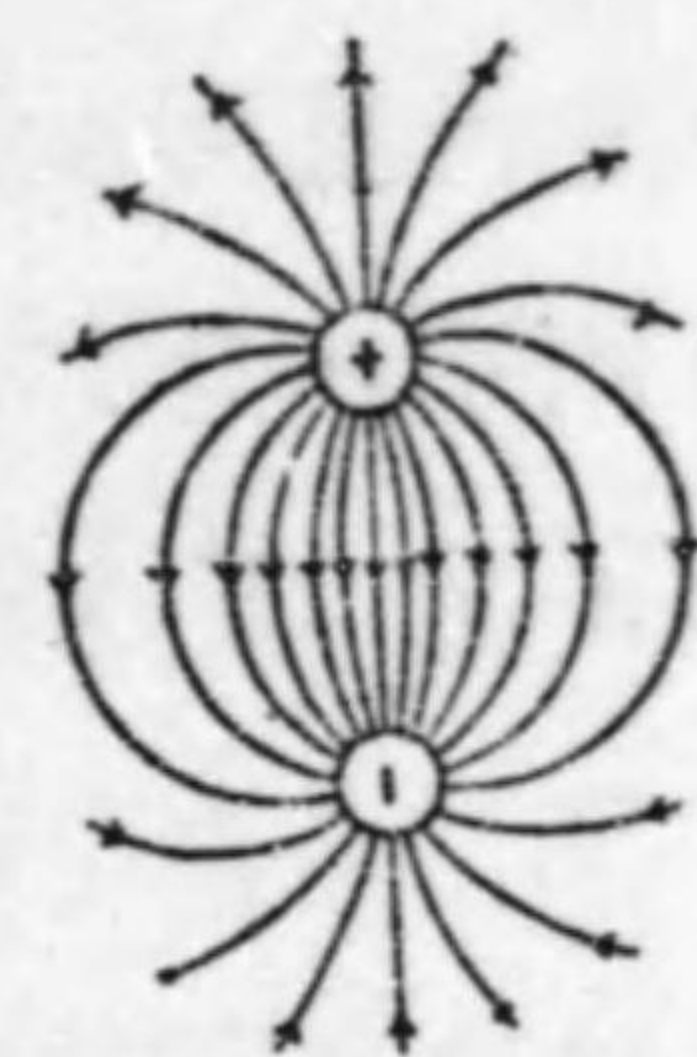


圖 264

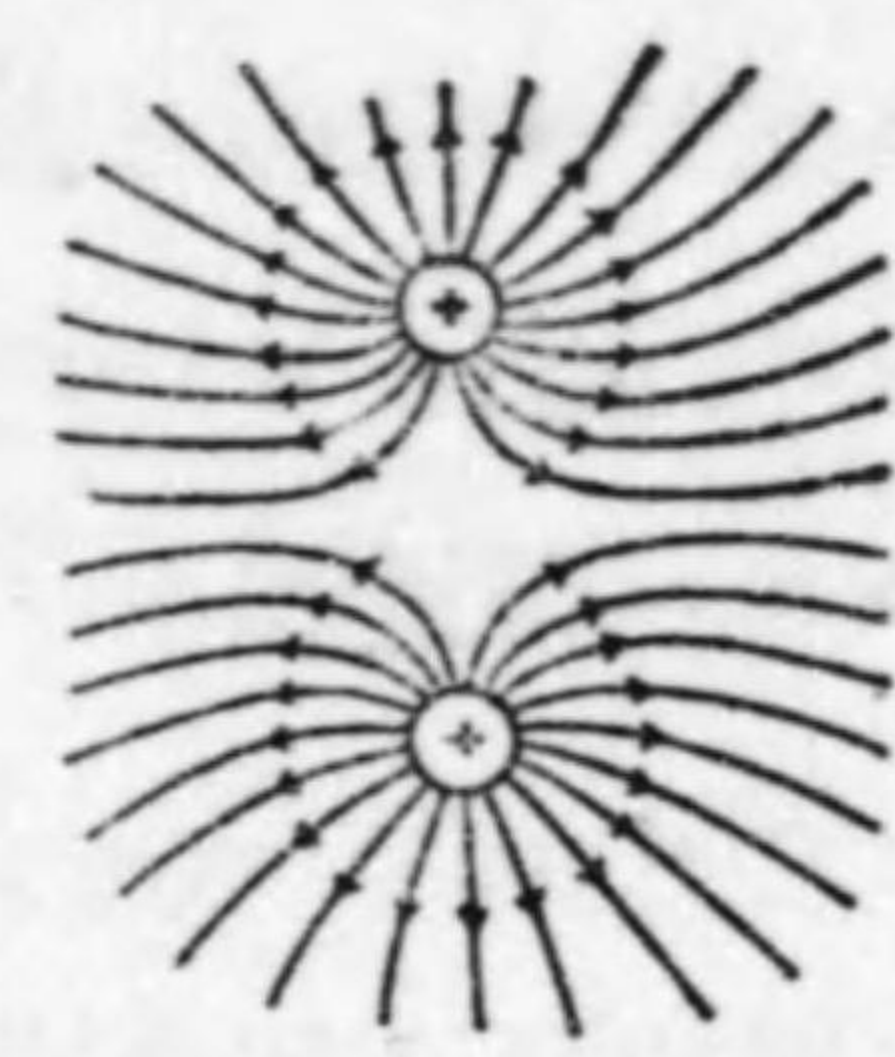


圖 265

與ヘタ場合ノ指力線ノ圖デ指力線ハ皆放射狀ニ一様ニ四方ニ出テ居ル。圖 264 ハ二ツノ球狀導體ニ等量ノ陽電氣及陰電氣ヲ與ヘタ場合ノ電場ノ指力線デアアル、又圖 265 ハ二ツノ球狀導體ニ等量ノ陽電氣ヲ與ヘタ場合ノ電場ノ指力線ノ圖デアアル。

此等ノ指力線ノ圖ヲ見ルト指力線ハ常ニ陽ノ帶電體ヨリ出デテ陰ノ帶電體ニ終ルカ或ハ指力線ノ何レカ一端ガ圖 263 ノ如ク無窮遠ニ終ルカノ二ツデ指力線ガ電氣ノ無キ所ニテ急ニ發生シ又ハ消失スルコトハナイ。又導體ノ内部ニハ常ニ指力線ヲ生ズルコトガナイ、即チ導體ノ内部ノ電場ノ強サハ何處モ零デアアル。

[8] 電氣感應。帶電體甲ノ近傍ニ絶縁シタ導體 ab ヲ置ケバ ab ハ電氣力ノ作用ヲ受ケ甲ニ近イ端 a ニ異名ノ電氣ヲ生ジ、遠キ端 b ニ同名ノ電氣ヲ生ズ。之ハ驗シ板ト驗電器トニテ驗シ得。斯ク電場ニ置カレタ導體ガ他ノ帶電體ノ爲メニ帶電スル現象ヲ

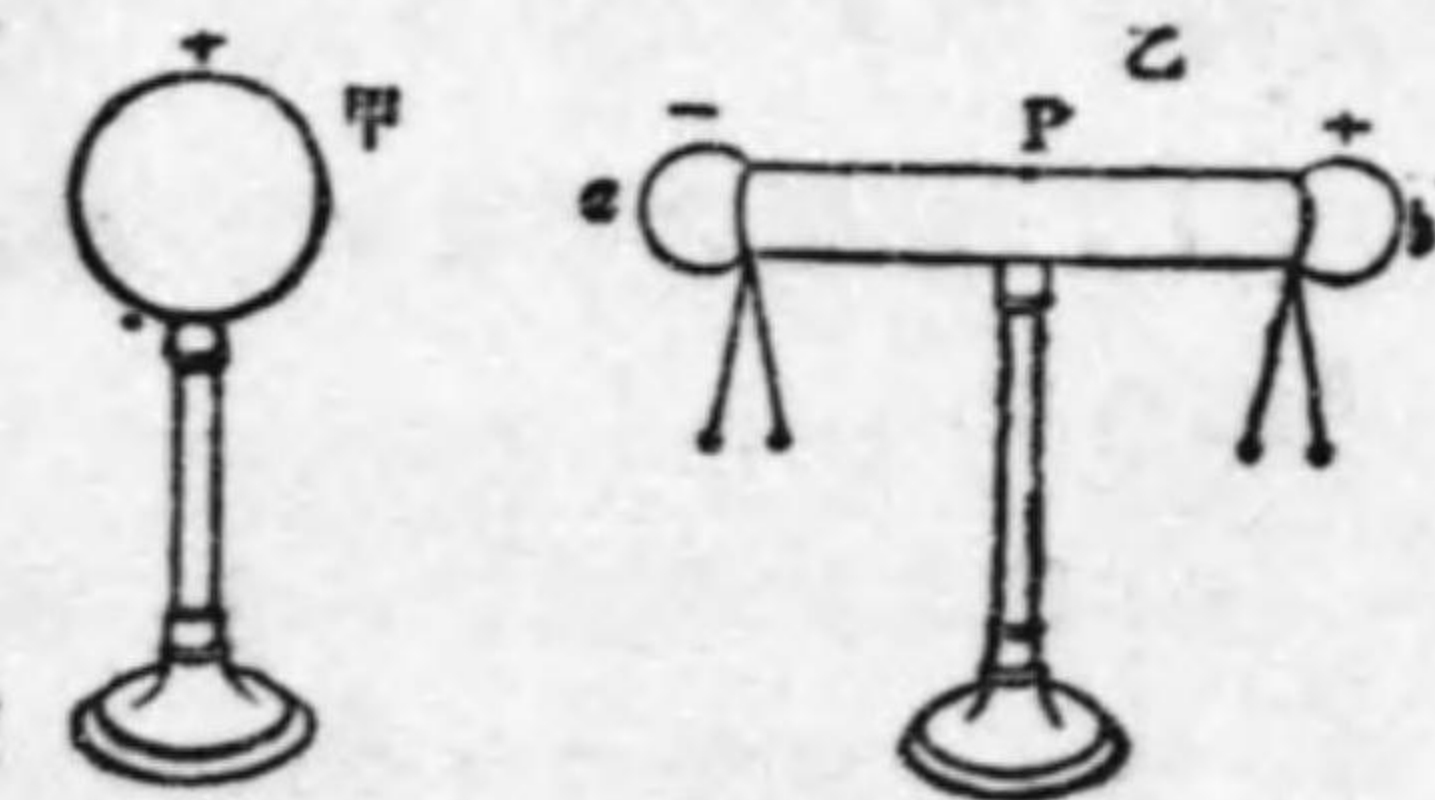


圖 266

電氣感應ト云フ。

次ニ帶電體甲ヲ ab ヨリ遠ザクレバ ab ノ兩端ノ電氣ハ再ビ互ニ中和シテ ab ハ帶電ノ状態ヲ失フ、即チ感應ニヨツテ導體ノ兩端ニ生ジタ二種ノ電氣ハ、其性質互ニ反對ニシテ其量相等シキヲ知ル。感應ニヨツテ導體ノ兩端ニ生ジタ二種ノ電氣ヲ別々ニ分離スルニハ帶電體甲ヲ遠ザクル前 ab ヲ絶縁シタママ中央ヨリ兩斷スレバヨイ。

圖 266 ノ如ク感應ニヨツテ ab ノ兩端ニ二種ノ電氣ヲ生ゼシメタル後 ab ノ何處カ一點ニ手ヲ觸レテ接地シタ場合ヲ考フルニ a b ニ於テ帶電體甲ニ近キ a 端ノ電氣ハ甲ノ電氣ヨリ吸引セララルカラ ab ヲ接地シテモ地球ニ逃レ去ルコトナク甲ニ遠キ端ノ電氣ノミ地球ニ逃レ去ル、此場合ニ b 端ニアル電氣ノ如ク自由ニ移動シ得ル電氣ヲ自由電氣ト云ヒ。 a 端ニアル電氣ノ如ク自由ニ移動シ得ザル電氣ヲ束縛電氣ト云フ。

此理ヲ應用スレバ帶電體甲ガアルトキ導體 ab ニ甲ト異名ノ電氣ヲ與フルコトヲ得。即チ導體 ab ヲ帶電體甲ノ近傍ニ置キ ab ニ手ヲ觸レテ接地スルトキハ ab ノ兩端ニ感應シタ二種ノ電氣ノ中甲ノ電氣ト同名ノ自由電氣ハ地球ニ逃レ去ルニヨリ、次ニ ab ヨリ手ヲ離シテ接地ヲ絶ツトキハ ab ニハ甲ト異名ノ電氣ノミ残り最後ニ甲ヲ ab ヨリ遠ザクルモ ab ノ電氣ハ消失セナイ。

問 [1] 感應ヲ利用シテ金箔驗電器ニ適當ナル分量ノ電氣ヲ與フル方法ヲ述ベヨ。

解 初メ絹布ヲ摩擦シタ硝子棒ヲ金箔驗電器ノ金屬板ニ近ヅクルトキハ感應ニヨリテ驗電器ノ金屬板ニ硝子棒ノ電氣ト異名ノ電氣ヲ生ジ、金箔ニハ同名ノ電氣ヲ生ズル故金箔ハ或ル角度ダケ開離スル。而シテ硝子棒ヲ

驗電器ニ近ヅケル程感應著シク金箔ノ電氣ハ大ナルカラ金箔ノ開キハ大キイ。故ニ硝子棒ト驗電器ノ金屬板トノ距離ヲ適當ニ加減シテ金箔ノ開キガ丁度適當ナ所ヲ選ビタル後金屬板ニ手ヲ觸ルルトキハ金箔ノ電氣ハ自由電氣ナル故直チニ地球ニ逃レ去リ金箔ハ一旦閉ヂル。而シテ驗電器ノ金屬板カラ手ヲ放チテ後硝子棒ヲ驗電器ヨリ遠ザクルトキハ金屬板ニ殘リシ束縛電氣ハ金箔ニ移リテ金箔ハ再ビ開離スル。

問 [2] 感應ヲ利用シテ金箔驗電器ニテ帶電體ノ電氣ノ種類並ニ多少ヲ識別スル方法ヲ述ベヨ。

解 帶電體ヲ單ニ驗電器ノ金屬板ニ近ヅクレバ金箔ハ感應ニヨツテ電氣ヲ得テ開離スルカラ其開キノ大小ヲ電氣ノ多少ヲ識別シ得ベク、又其種類ヲ驗スルニハ豫メ例(1)ニ述ベタ方法ヲ金箔ニ適當ノ電氣ヲ與ヘテ開離セシメ置キ、次ニ帶電體ヲ金屬板ニ近ヅクルトキ金箔ノ開キガ次第ニ減少スレバ帶電體ノ電氣ハ初メニ金箔ニ與ヘタ電氣ト同名テ若シ開キガ次第ニ増セバ金箔ノ電氣ト異名ナルコトヲ知ル。

問 [3] 摩擦、感應其ノ他ニヨリテ生ズル陰陽ノ電氣ノ量ハ常ニ相等シキコトヲ實驗ニヨリ示セ。

解 硝子棒ヲ絹布ヲ摩擦セシメ之ヲ金箔驗電器ノ金屬板ニ近ヅクルトキハ金箔ハ感應ニヨリテ電氣ヲ得テ開ク、硝子棒ヲ摩擦シタル絹布ヲ金屬板ニ近ヅケテモ尙金箔ハ開ク然レドモ硝子棒ト絹布トヲ同時ニ金屬板ニ接近セシムルトキハ金箔ハ少シモ開カナイ、之ニヨツテ見レバ摩擦ニヨツテ生ジタ硝子棒ノ電氣ト絹布ノ電氣トハ其性質互ニ反對テ其量相等シキコトヲ知ル。感應ニヨリテ導體ノ兩端ニ生ズル二種ノ電氣ハ其量常ニ相等シキコトハ前ニ感應ノ所ヲ述ベタ。

[9] 電氣盆。之ハ電氣感應ヲ利用シテ簡單ニ電氣ヲ得ル裝置

置テ圖 267 ノ如ク金屬製ノ盆 A

ノ中ニエボナイト、樹脂ノ如キ

絶縁體ヲ充タシタ A ト絶縁體ノ

柄 H ヲ有スル金屬板 B トヨリ成

リ初メ乾イタ毛布又ハ猫皮デ盆ノ絶縁體ノ面ヲ摩擦シテ陰電氣ヲ

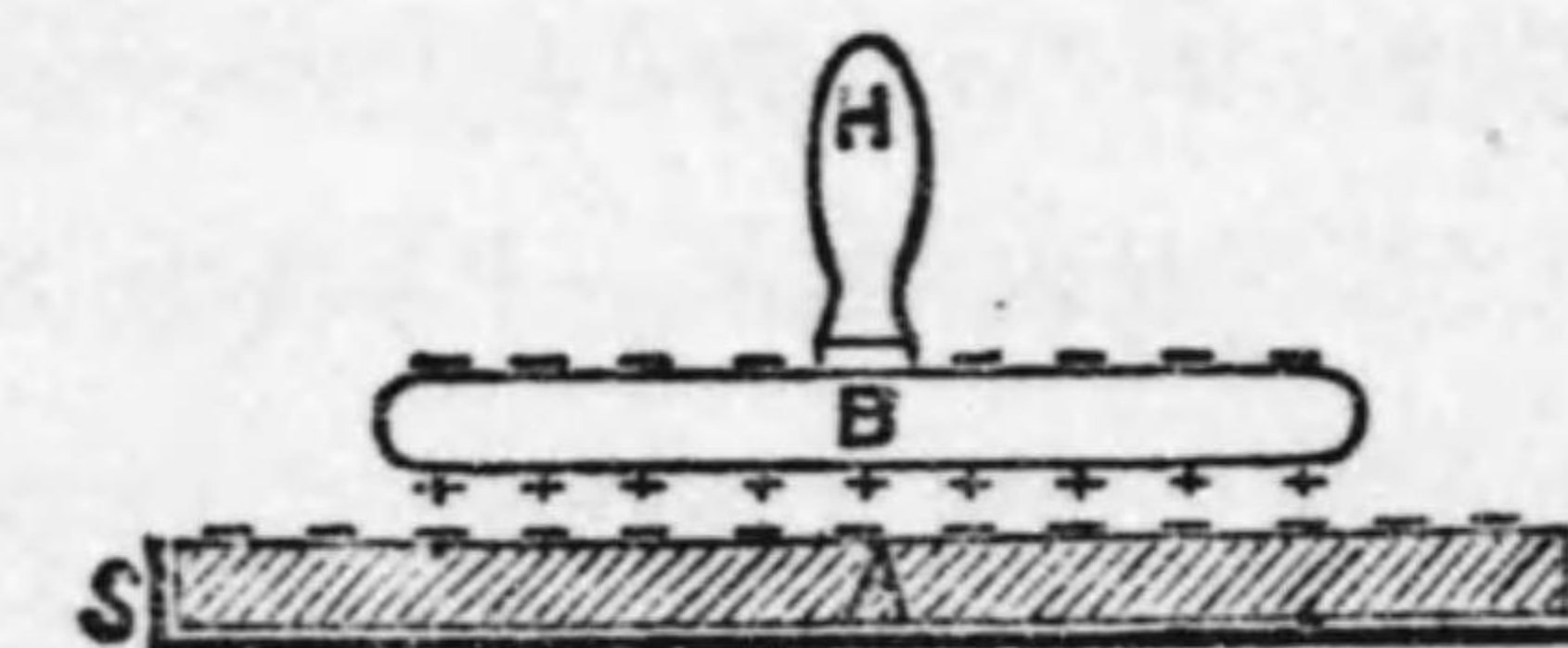


圖 267

得セシメタル後、金屬板 Bヲ Aノ上ニ置クトキハ「エポナイト」ノ面ニハ多少ノ凸凹アル爲メ金屬板ト密着スルコトナク感應ニヨリテ金屬板 Bノ下面ニ陽電氣ヲ感應シ上面ニ陰電氣ヲ感應ス。故ニ金屬板ニ一旦手ヲ觸レテ其上面ニアル陰電氣ヲ地球ニ導キ去リタル後手ヲ放チ絶縁柄 Hヲ持チテ金屬板ヲエポナイト面ヨリ遠ザクルトキハ金屬板ハ陽電氣ノミ殘ル。從テ次ニ此金屬板ヲ他ノ絶縁セル導體ニ接觸シテソレニ陽電氣ヲ移シタル後更ニエポナイト板ノ上ニ置キテ前ト同様ノ順序ヲ繰リ返ストキハ絶縁セル導體ニ次第ニ多量ノ陽電氣ヲ蓄積スルコトヲ得。

電氣盆ニヨリ得ラルル電氣ノエネルギーハエポナイト板ノ陰電氣ト金屬板ノ陽電氣トノ間ニ働ク引力ニ抗シ金屬板ヲエポナイト板ヨリ遠ザクルニ要スル仕事ガ電氣ノエネルギーニ變形シタルナリ、茲ニエネルギートハ一般ニ仕事ヲナスベキ能ヲ云フ。

問 電氣感應ト磁氣感應トノ差異ヲ述ベヨ。

解 電氣ノ場合ニハ感應ニヨリテ生ジタル陰電氣ト陽電氣トヲ全ク分離スルコトヲ得ルモ磁氣感應ニ於テハ南北兩極ヲ分離スルコトヲ得ズ、之レガ著シイ差ナリ。

[10] ウィムスハーストノ感應起電機。電氣ノ感應ヲ利用シテ多量ノ電氣ヲ得ル装置ヲ感應起電機ト云フ。

ウィムスハーストノ起電機ハ其一例ニシテ圖 268 ノ如ク二枚ノ硝子圓板ヲ互ニ平行ニ接近シテ並べ一個ノ把手ニヨリテ互ニ反對ノ方向ニ廻轉シ得ル如クナル各ノ硝子板ノ外面ニハ相等シキ間隙ニ數十枚ノ錫箔ヲ貼附シ、又硝子板ガ廻轉スルトキハ常ニ之等ノ錫箔ト接觸スル四個ノ刷毛ト錫箔ノ面ニ近ク向ヘル四個ノ櫛齒狀突起トアリ。而シテ同ジ硝子板ニ接觸セル二個ノ刷毛ハ一個ノ太

キ金屬棒ニ取り付ケラレ此二本ノ金屬棒ハ互ニ直角ナリ又櫛齒狀突起ハ二本ノ金屬棒ノ中間ニ位シ硝子板ヲ隔テテ相對セル二個宛ガ陽或陰ノ電極ノ金屬棒ニ取り付ケラル。

今説明ニ便ナル爲メ圖ノ如ク前ノ圓板ヲ小圓ニテ後ノ圓板ヲ大圓ニテ表ハス。元來空氣ハ多少ノ電氣ヲ帶ビルモノナル故、起電機ノ錫箔ハ初メヨリ多少電氣ヲ帶ブ。假リニ後板ガ静止シ、前板ノミガ矢ノ方向ニ廻轉スルモノトセヨ。今刷毛 Cニ對スル後板ノ錫箔 Aガ陽電氣ヲ帶ブルモノトセバ、感應ニヨリテ刷毛 Cハ



圖 268

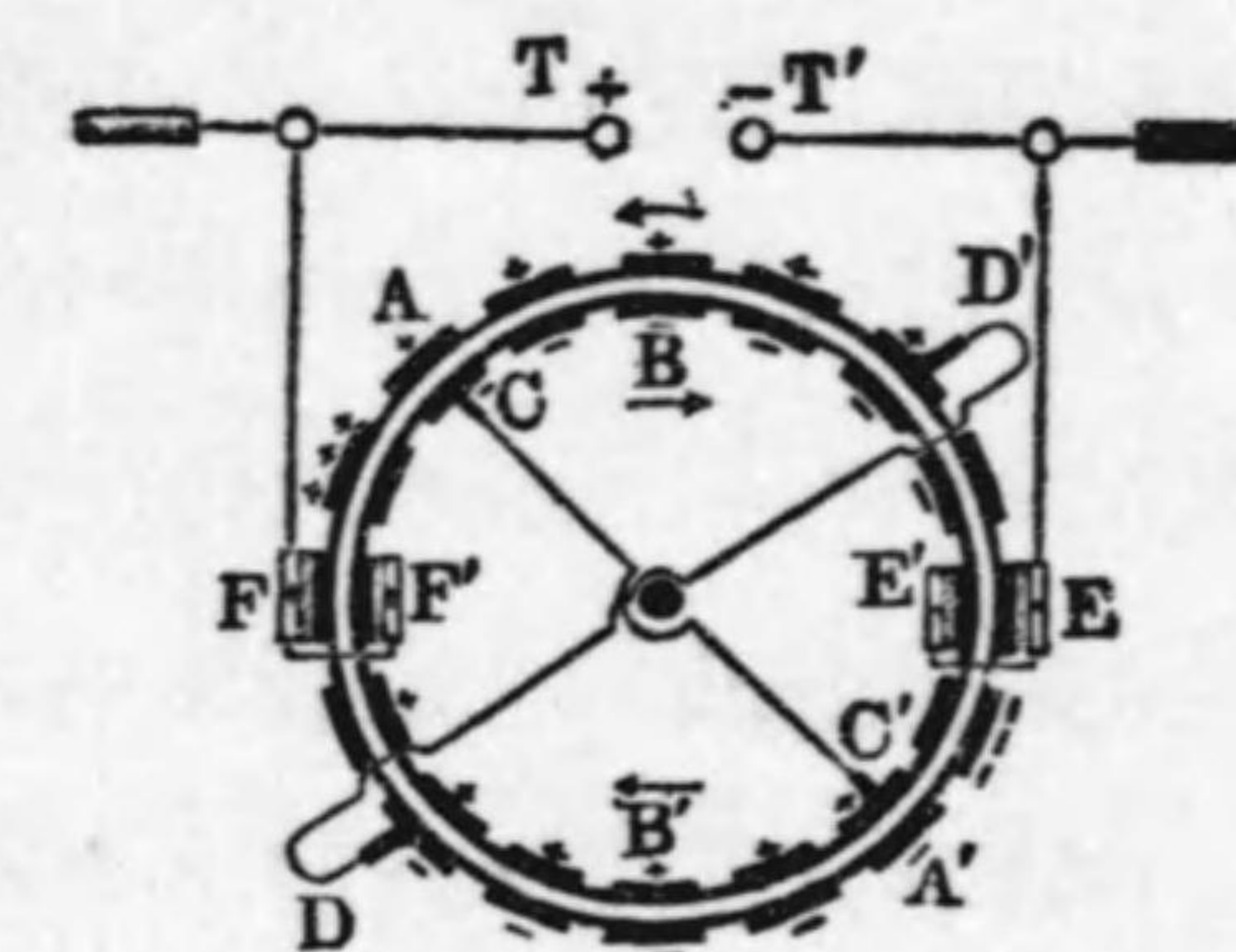


圖 269

陰電氣ヲ帶ビ、刷毛 C'ハ陽電氣ヲ帶ビル、故ニ前ノ板ガ矢ノ方向ニ廻轉スレバ Aヲ過ギル錫箔ハ皆陰電氣ヲ得。 A'ヲ過ギル錫箔ハ皆陽電氣ヲ得ル。斯ノ如ク陽電氣ヲ帶ビタ錫箔ガ櫛 F, F'ニ近ヅケバ感應ニヨリテ之ニ陰電氣ヲ生ジ其他端ノ兩極 Tニ陽電氣ヲ生ズ、此櫛齒狀尖端ニアル陰電氣ハ、錫箔ガ其間ヲ通過スル際ニ其陽電氣ト中和シテ此導體中ニ陽電氣ノミヲ殘ス。又陰電氣ヲ帶ビタ錫箔ハ櫛 E, E'ニ近ヅキ同ジ方法ニテ之ニ陽電氣ヲ起シ其他端ノ電極 T'ニ陽電氣ヲ與ヘル。前板ノ陰電氣ヲ帶ビタ錫箔ニ對スル後板ノ刷毛ハ、感應ニヨリテ陽電氣ヲ帶ビ、他端ノ刷毛ハ陰電氣ヲ帶

ブ。故=後板ガ反對ノ方向=廻轉スレバ陽電氣ヲ帶ビタ錫箔ハ櫛齒 F, F' =近ヅキ T =陽電氣ヲ與ヘ、陰電氣ヲ帶ビタ錫箔ハ櫛齒 E, E' =近ヅキ T' =陰電氣ヲ與ヘルカラ前後兩板ガ反對=廻轉スレバ機械ノ作用ハ二倍スルコトナル。

此機械ノ圓板ヲ早く廻轉シテ電極 T, T' ノ導體=多量ノ電氣ヲ蓄積スレバ其間ノ距離ガ左程大ナラザレバ、陰陽ノ電氣ハ音ト火花トヲ發シテ互ニ中和スル此現象ヲ火花放電ト云フ。

電氣ヲ帶ビタ導體ノ一部ガ著シク尖レバ此部分ノ電氣ノ表面密度ガ極メテ大ナル故=其近傍=浮ブ細キ塵埃等ハ感應作用ヲ受ケテ此導體ニ吸引セラレ一旦吸引サルレバ、尖端ノ電氣ヲ受ケテ之レニ反撥セラレ。此作用ハ絶エズ繰返サレテ尖端ノ電氣ハ次第ニ奪ヒ去ラルルニ至ル此作用ヲ尖端ノ奪電作用ト云ヒ、此現象ヲ電氣ノ對流ト云フ。電氣ヲ集ムル機械ニ於テ成可ク尖端ヲ避ケテ球狀ト爲シ又塵埃ノ附着セザルヲ良トスルハ此尖端放電ヲ避ケ又電氣ノ對流ヲ起サシメザル爲メナリ。

實驗 [1] ウキムスハーストノ起電機ノ櫛齒ニ連絡スル導體ヨリ尖端ヲ出シ、起電機ノ圓板ヲ廻轉シテ盛ニ帶電セシムレバ電氣ノ對流ニヨリテ空氣ノ流レテ生ズル故尖端ノ前ニ置カレタ燭火ノ焰ハ口カラ吹カレタ如ク曲ル。

實驗 [2] 數人ガ一列トナリテ順次ニ手ヲ握リ、端ノ一人ガ手ヲ起電機ノ帶電セル部分ニ近ヅクレバ火花ガ手ト起電機トノ間ニ飛ブト同時ニ各人激動ヲ感ズ。

問 [1] ウキムスハーストノ起電機ニテ兩極 T, T' ノ電氣量ガ増加スルニ從ヒ圓板ノ廻轉困難トナルハ何故カ。

解 之レ前後兩板ガ反對ニ帶電セシメラレ互ニ相引クニ由ル。即チ此引力ニ抗シテ板ヲ廻轉スル仕事ガ此際生ズル電氣ノエネルギーノ源トナル。

問 [2] 水ヲ充タセル容器ノ壁ニ小孔ヲ穿ツトキハ水ハ細流トナリテ流出スルモ此容器ヲ絶縁シテ針金ニテ起電機ト連絡スレバ水流ハ四方ニ散亂スルハ何故カ。

解 之レ水滴ガ同性ノ電氣ヲ帶ビテ其流出ノ際斥力ヲ作用スル爲メナリ。

[11] 空中電氣。大氣ハ常ニ多量ノ電氣ヲ帶ブ、雨天ノ時ニハ陰陽一定セザルモ晴天ノ日ニハ概シテ陽電氣ヲ帶ブ。

雲ハ通常多少ノ電氣ヲ帶ビル、若シ多量ノ電氣ヲ帶ビタ雲ガ他ノ雲ニ近ヅケバ茲ニ感應作用起リ異名ノ電氣ヲ其近カキ部分ニ生ジ二者尙ホ近ヅケバ遂ニ空氣ヲ破リテ中和シ放電ス。此時非常ナ音ト光花トヲ發スル。音ハ所謂雷鳴デ、火花ハ電光ナリ。若シ又電氣ヲ帶ビタ雲ガ地面ニ近ヅケバ、地面ハ之ニ感應シテ異名ノ電氣ヲ生ジ、中間ノ空氣ヲ破リテ所謂落雷ヲ生ジ、樹木ヲ裂キ家屋ヲ破リ、或ハ人蓄ヲ殺傷スルコトアリ。樹木、高樓等ノ如キハ空中高ク聳ユルヲ以テ感應ニ依ツテ生ズル電氣ハ茲ニ密集シ、雲ノ電氣ト放電シ易キ状態ニアル。故ニ落電ニ逢フコトガ多イカラ雷鳴ノ際ニハ樹木ノ下ニ避ケルノハ却テ危険ナリ。

又人家ニ落雷スレバ電氣ハ空氣ヨリ比較的良導體ノ屋根柱等ヲ通ツテ地上ノ電氣ト中和スル故室ノ中央ニ坐スレバ比較的的安全ナリ、雷ガ空中電氣ノ作用ニ由ルコトハ「フランクリン」ガ始メテ風ノ實驗ニヨリ確メタリ。雷雨



圖 270

ノ際電光ヲ見タル後暫時ニシテ雷鳴ヲ聞クハ、音ノ速度ガ光ニ比シ甚ダ小ナルガ爲メニシテ雷鳴ノ長ク續クハ雲間ニ於ケル反響ニ

由ルモノナリ。

[12] 避 雷 針. 避 雷 針ハ上端ノ尖ツタ長イ金屬棒ヲ屋根ノ上ニ立テ、數條ノ金屬線ヲ地中ニ埋メテアル銅板ニ連絡シタモノデ通常其尖端ノ鍍ヲ防グタメニ之ヲ鍍金スル。避 雷 針ノ用途ハ落雷ノ際雲ノ電氣ヲ金屬棒ニ導キ金屬線ヲ經テ地上ノ電氣ト中和セシメテ家屋ノ被害ヲ防グニアリ。然シ激烈ナル落雷ノ際ニハ避 雷 針モ其用ヲナサズ。故ニ完全ニ落雷ノ害ヲ防グニハ家屋ノ大部分ヲ粗大ナル銅網ニテ包ミ之レヲ能ク地面ニ連結スルニアリ避 雷 針ノ用途ハ落雷ノ害ヲ防グニアリテ之ヲ豫防スルノニアラザルコトヲ注意スベシ。



圖 271

[13] 極 光. 極光ハ北極及南極地方ニ見ラルル現象デ北極ニ見ラルルモノハ北極光、南極ニ見ラルルモノハ南極光ト云フ普通ニ見ラルル極光ハ夜間青白キ光ガ扇狀ニ地平線ヨリ初マリテ北方ニ一面ニ擴ガリ或ハ北方ノ空ニ大キク圓弧ヲ畫キ屢々赤色其ノ他ノ色ヲ帶ブルコトアリ。又稀ニハ極光ガ大空全體ニ擴ガルコトアリ。極光ハ磁氣嵐ニ伴ヒ現ハルルコト多シ。極光ノ原因ハ未ダ充分明カナラザルモ太陽ト密接ノ關係アルガ如シ。約十一年半ノ週期ニテ頻繁ニ現ハルルコトモ太陽ノ黑點、磁氣嵐等ノ週期ト一致セリ。

注意 大氣ガ常ニ帶電セル原因ハ空氣ノ流動ニヨル地面トノ摩擦、海洋面ヨリ水蒸氣ノ蒸發ノ際ノ摩擦又ハ上昇スル空氣ノタメ滴下スル雨滴ガ分裂スルニヨルナラン。

[14] 電 位. 同一物質ヨリナル二ツノ絶縁セル導體A.Bヲ

帶電セシメズニ互ニ接觸セシムルモ何等電氣的現象ハ起ラナイガ若シAノミヲ陽ニ帶電セシメテBニ接觸セシムルトAノ陽電氣ノ一部ハBニ移ル。次ニA,B共ニ帶電セシメテ互ニ接觸セシムレバ次ノ三ツノ場合ガ起ル即チ(1)AカラBヘ電氣ガ移ルカ(2)AカラB又BカラAヘモ電氣ガ移ラナイカ、(3)BヨリAヘ電氣ガ移ル。斯様ニ導體ノ電氣ガ何レノ方向ヘ移ルカハ其導體ノ帶電状態ニヨルノデ、此導體ノ帶電状態ヲ云ヒ表ハスニ電位ナル語ヲ用フ。例ヘバ二ツノ導體AトBトヲ接觸サセタトキ陽電氣ガAカラBヘ移ルナラバAノ電位ハBノ電位ヨリモ高カイト云フ。又一ツノ導體デハ導體ニアル陽電氣ノ量ガ多イ程導體ノ電位ハ正ニシテ高ク、又導體ニアル陰電氣ノ量ガ多イ程其電位ハ負ニシテ低イ。一ツノ導體デモ例ヘバAノ部分カラBノ部分ヘ陽電氣ガ移ルナラバAハBヨリ高電位ニアリト云フ。

水位ノ異ナル二ツノ器ヲ細管ヲ連結スルト水ノ水位ノ高イ器カラ低イ器ニ流レル、又溫度ノ異ナル二物體ヲ互ニ接觸スルト熱ハ高溫度ノ物體ヨリ低溫度ノ物體ニ流レル。即チ水ガ流レルニハ水位ノ差ヲ要シ、熱ガ移動スルニハ溫度ノ差ヲ要スル。之ト同様ニ電氣ガ移動スルニハ電位ノ差ヲ要スル。電氣ハ常ニ陽ニ帶電サレタ物體カラ陰ニ帶電サレタ物體ニ移ルカラ、陽電氣ノ量ト電位トノ關係ハ丁度水量ト水位トノ關係或ハ熱量ト溫度トノ關係ニ類似ス。若シ導體ノ二點ノ間ニ電位ノ差ガアレバ電位ノ高イ部分カラ低イ部分ヘ電氣ガ流レテ導體全部ガ同一ノ電位ニナツテ電氣ハ静止スル状態ニナル。之ヲ其ノ導體ノ電位トスル。

導體ノ電位ノ高低ヲ比較スルニハ金箔驗電器ニヨル、先ズ帶電

體ヨリ針金ヲ出シ、之ヲ金箔驗電器ノ金屬板ニ繋ゲバ箔ハ帶電體ヨリ電氣ヲ受ケテ開キ導體ト同一ノ電位トナル。此箔ノ開ク角度ハ導體ノ電位ノ高低ニ比例スルカラ箔ノ開キノ大小ニヨツテ導體ノ電位ノ高低ヲ知ルコトヲ得。總テ電氣が移動スルタメニハ電位ノ差ガ必要デ此電位ノ差ヲ電壓ト云フ。電壓ヲ測ル單位ヲボルトト云ヒ、電壓ヲ測ル機械ヲ電壓計又ハ電氣計トモ云フ。

[15] 電氣容量. 種々ノ異ナル物體ニ同ジ熱量ヲ與ヘテモ其品質及ビ質量ノ多少ニヨリテ熱容量ガ異ナルカラ其溫度ノ昇リ具合ガ同一デナイ。之ト同様ニ同ジ電氣量ヲ種々ノ異ナル導體ニ與ヘテモ其ノ導體ノ形狀大小ニヨツテ電位ノ昇リ具合ガ同一デナイ。物體ノ溫度ヲ 1°C 高ムルニ要スル熱量ヲ其ノ物體ノ熱容量ト云フ様ニ、導體ノ電位ヲ1ボルト高ムルニ要スル電氣量ヲ其ノ導體ノ電氣容量ト云フ。

或導體ニ1クローンノ電氣ヲ與ヘテ其電位ガ1ボルトダケ昇ルトキ、其ノ導體ハ1ファラッドノ電氣容量ヲ有スト云フ。今Cファラッドノ電氣容量ヲ有スル導體ニQクローンノ電氣ヲ與ヘルタメ其電位ノ昇リヲVボルトトスレバ次ノ關係ガアル。

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{或ハ} \quad Q = VC$$

電氣容量ノ大キナ導體ノ電位ヲ高ムルニハ多量ノ電氣ヲ要スル地球ハ一大導體デ其容量ガ非常ニ大キイカラ之ニ多少ノ電氣ヲ與ヘテモ其電位ハ殆ンド不變ナリト見テヨイ。即チ地球ハ常ニ同一ノ電位ヲ有スル導體ト看做シ得ルノデ便宜上地球ノ電位ヲ零トシテ電位ヲ測ル原點トスル。之ハ丁度山ノ高サヲ測ルノニ海面ヲ零トシ之レヲ高サヲ測ル基點ニスルト同ジ。

[16] 蓄電器. 小球Cヲ吊セル絶縁セル導體Bヲ起電機ノ一極ニ繋ギ起電機ヲ廻轉スレバ小球Cハ漸次開キテ導體ノ電氣量漸次増スコトヲ示セドモ遂ニハ一定ノ極限ニ達シテ、之レ以上開キハ増サザルニ至ル。此時起電機トノ連絡ヲ絶チ、地球ニ連結セル導體Aヲ近ヅクレバ小球ノ開キハ著シク減ズ。之レ感應ニヨツテAニ生

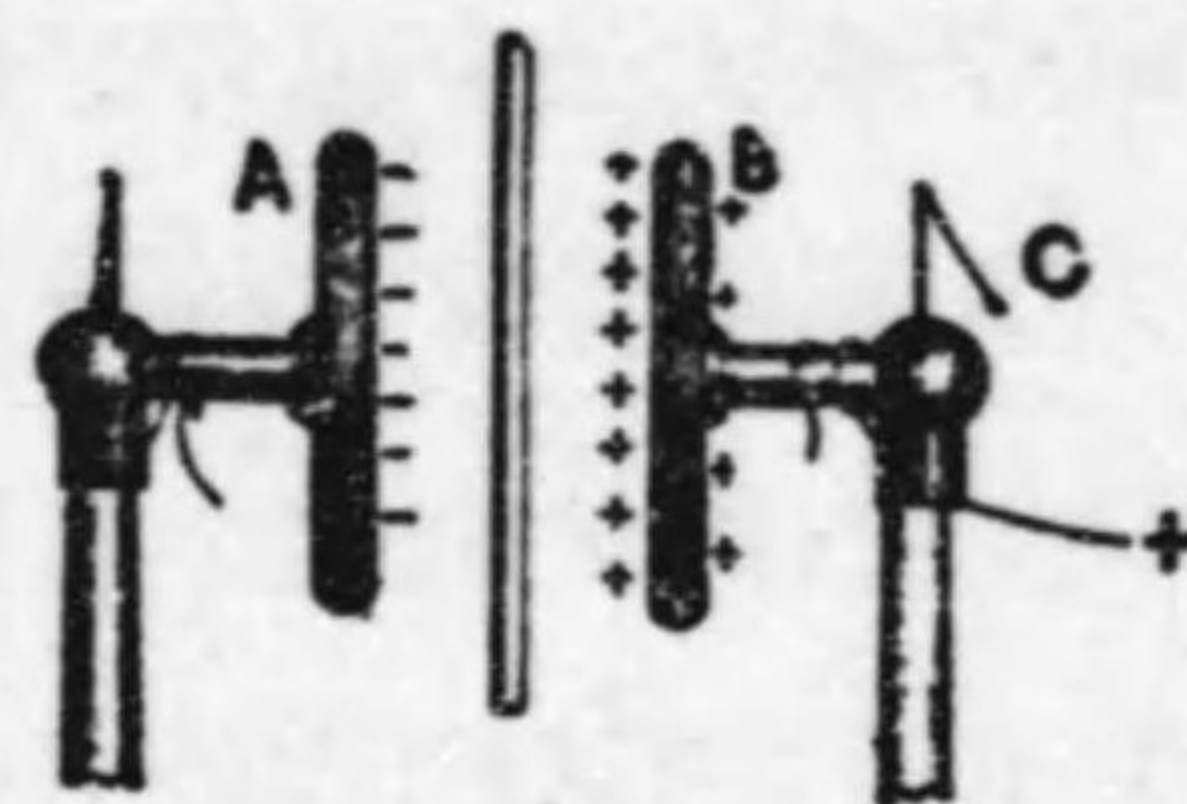


圖 272

ジタ同種ノ電氣ハ地球ニ逃レ去ルカラ異種ノ電氣ノ爲メニB板ノ電氣ガ左方ニ吸引セララルル結果小球ノ電氣ガB板ニ移ル爲メナリ。故ニ小球ノ開キヲ初メノ程度ニセンニハ更ニB板ニ多量ノ電氣ヲ與ヘネバナラス。故ニ地球ニ連絡セルA板ヲB板ニ對向セシムレバ一層多量ノ電氣ヲ蓄積セシムルコトヲ得。尙ホA板ヲ近ヅクル程其ノ吸引力ハ増スカラB板ニ多量ノ電氣ヲ蓄積スルコトヲ得。且ツA,B二枚ノ板ノ間ニ硝子板ノ如キ絶縁體ヲ置ケバ、更ニ多量ノ電氣ヲ蓄積シ得。即チ導體ノ近クニ地球ニ連絡セル他ノ導體アリテ其間ニ絶縁體ガアルトキハ其ノ導體ノ電氣容量ハ著シク増大ス。蓄電器ハ此事實ニ基キ其電位ヲ高メズニ多量ノ電氣ヲ蓄積セントスル装置デアル。

實驗ノ結果ニヨルト蓄電器ノ容量ハ(1)相對スル金屬板ノ面積ニ正比例シ、(2)兩板ノ間ノ距離ニ正比例シ、(3)兩板ノ間ニアル絶縁物ノ種類ニ關ス。

兩板間ノ絶縁體ガ硝子ナレバ空氣ノ時ノ容量ノ約4倍デ又其間ガ硫黄ナラバ空氣ノ時ノ容量ノ約3倍デアル。

ライデン瓶ハ蓄電器ノ一種デ硝子瓶ノ下部ノ内外兩面ニ或高サ

迄錫箔ヲ貼リ，上端ニ金屬球ヲ附シタ金屬棒ヲ硝子瓶ノ中ニ挿入

シ瓶ノ口ニハ善良ナル絶縁體

ノ栓ヲ嵌メテ金屬棒ヲ支ヘタ

リ。又金屬棒ノ下端ニハ鎖ヲ

附ケテ内側ノ錫箔ト接觸セシ

ム。此球頭ヲ起電機ノ一極ニ

外箔ヲ地ニ連絡シ起電機ヲ廻

轉スレバ多量ノ電氣ヲ蓄積スルコトヲ得。然ル後開閉自由ナル又

狀ノ金屬棒ニ硝子柄ヲ附シタル所謂放電又ノ一端ヲ外箔ニ觸レ他

端ヲ瓶ノ球頭ニ近ヅクレバ内外箔ノ電氣ハ火花ヲ發シテ中和ス。

此火花放電ノ際飛ブ火花ノ有様ハ兩極ノ形ト距離トニヨリテ異ナ

ル。即チ兩極ノ距離近ケレバ直線狀ヲナセドモ遠ケレバ樹枝狀ヲ

ナス。火花ニ伴フ爆鳴ハ放電ノ際其通路ニアタル空氣ガ熱セラレ

急激ニ膨脹シ其爲メ疎密ノ波ヲ生ジ音波トナリテ吾人ノ耳ニ達ス

ルガ爲メナリ。

薄イパラフィン紙又ハ雲母ノ兩面ニ錫箔ヲ貼レバ一種ノ蓄電器

ガ得ラル。此蓄電器デハ兩板間ノ距離

ガ著シク近イカラ其容量ハ甚ダ大デア

ル。今數十枚ノ錫箔ト雲母或ハパラフィ

ン紙トヲ交代ニ重ネ，錫箔ヲ一ツ置キニ一所ニ繋ギテ二組トシ，

一方ヲ地球ニ繋ギ，他方ヲ起電機ニ繋イデ用フレバ非常ニ容量ノ

大キナ蓄電器ガ得ラレル。

問 [1] 夏季ハ冬季ニ比シテ硝子棒ヲ絹布ニテ摩擦スルモ能ク電氣ノ起

ラザルコトアリ，其ノ理由如何。

解 夏デモ冬デモ電氣ノ起ル量ハ相等シイガ夏ハ冬ニ比ベテ空氣中ニアル



圖 273

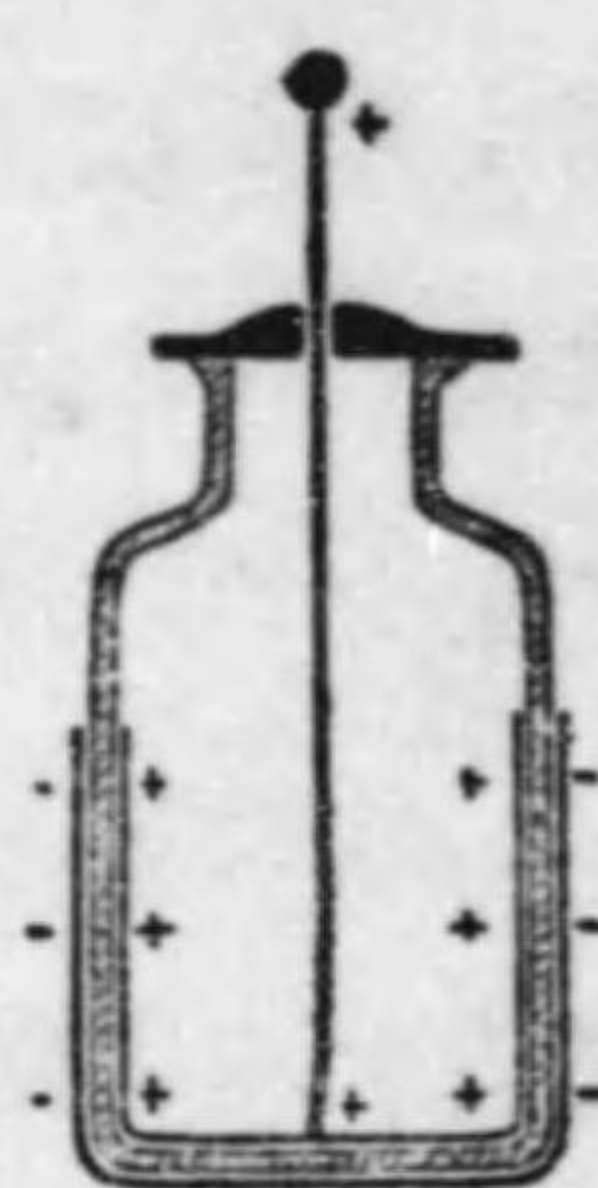


圖 274

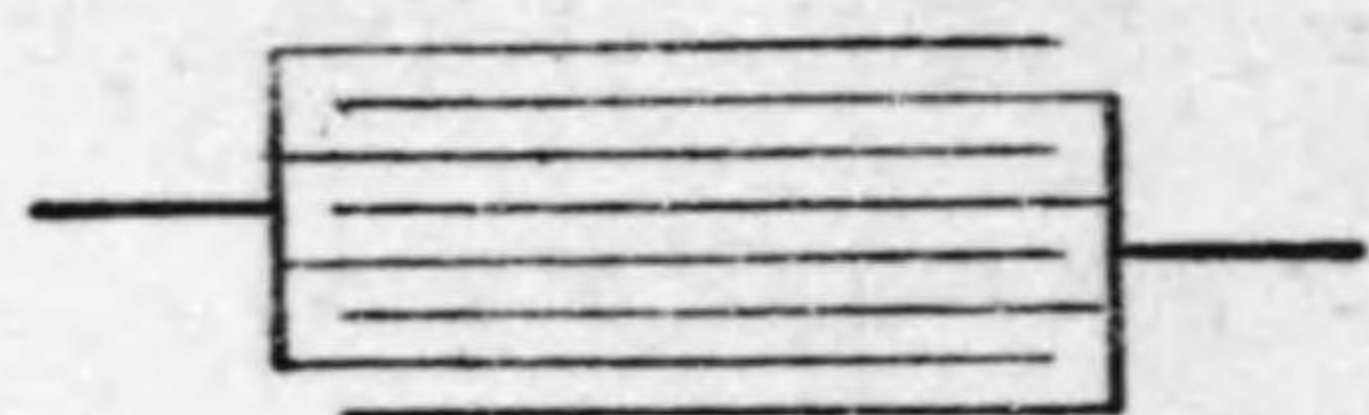


圖 275

水蒸氣ノ量多イカラ硝子棒ニ起ツタ電氣ハ空氣ノ濕氣ニ傳ハルカラ硝子棒ノ電氣ハ少量トナル爲メナリ。

問 [2] 帶電體ニ塵埃ノ附着スルトキハ早く電氣ヲ失フ其ノ理由ヲ問フ。

解 帶電體ニ塵埃附着スルトキハ其附着シタル塵埃ニ電氣ヲ與ヘ塵埃ハ同名ノ電氣ヲ得テ反撥セラレ帶電體ヲ去ル，故ニ帶電體ハ電氣ヲ失フコト早イ。

問 [3] 絶縁臺ノ上ニ乗リタル人ノ背ヲ猫皮ニテ打テバ人ハ電氣ヲ帶ビ其ノ指頭ハ輕ロキ物體ヲ能ク吸引ス其ノ理由ヲ問フ。

解 人體ハ良導體ナル故絶縁臺ノ上ニ居レバ電氣ハ他ニ移動セザル故帶電シ且ツ電氣ハ人體ノ尖端ニ集マル故ニ其ノ指頭ノ電氣ガ周圍ノ輕ロキ物體ニ作用スルガ爲メナリ。

問 [4] 電氣ヲ有スル物體ガ電氣ヲ有セザル輕ロキ物體ヲ引キ付クルハ何故ナルカ。

解 輕ロキ物體ガ帶電體ニ吸引セラルルハ帶電體ニ近キ端ニ之ト異名ノ電氣ヲ帶ビ，遠キ端ニ之ト同名ノ電氣ヲ帶ビ，近キ方ヲ吸引スル力ガ遠キ方ヲ斥クル力ヨリモ大ナルガ爲メナリ。

問 [5] 避雷針ノ尖端ヲ金，白金或ハニッケルニテ鍍金スルハ何故ナルカ。

解 銅線ハ永ク空氣中ニ曝ストキハ酸化ス。而シテ酸化シタル銅線ハ酸化セザル銅線ニ比ベテ電氣ヲ通ジ難シ。然ルニ之ヲ金，白金或ハニッケルニテ鍍金スルトキハ酸化ヲ防グテ以テ電氣ヲ通ジ易カラシムル爲メナリ。

問 [6] 放電ハ一瞬間ニ起ルモノナルニ係ラズ雷鳴ノ長引クハ何故ナルカ。

解 放電ニヨツテ起リタル音響ガ他ノ物體ニヨリ反響ヲ生ズルガ爲メニシテ放電ノ時ニ生ズル音響ノミナラバ長引クコトナシ。

問 [7] 陰電氣ニ就キテ電位ノ高低及ビ電氣量ヲ説明セヨ。

解 陰電氣ノ電位ハ高キ程電氣量少ナク，電位ノ低キ程電氣量多シ，即チ陰電氣ハ電氣量ガ増加スルニ從ツテ其ノ電位ハ次第ニ降ル。

問 [8] ニツノ相等シキ小球ニ夫々+16及ビ-4ノ電氣ヲ與ヘ之ヲ2種ノ距離ニ相距テテ置クトキ，其ノ引力ハ幾何ナルカ。

解 單位ノニツノ電氣量ガ一種ノ距離ヲ相引キ又ハ相斥ケル力ヲ1ダイ

トントモバ, +16, -4 の電氣が 2 種ノ距離ヲ相引ク力ヲダイナ表ハセ
バ次ノ如シ.

$$\frac{16 \times 4}{2^2} = 16 \text{ ダイナ}$$

問 [9] 例(8)ノ兩球ヲ一旦接觸サセ再ビ之ヲ 2 種ノ距離ニ引キ離スト
キハ兩球ハ相引ク力又ハ相斥ケルカ且ツ其力ノ大サヲ求ム.

解 相觸レテ引キ離スト各球ハ各々 $(16-4) \div 2 = +6$ ノ電氣ヲ持ツカラ
相斥ケルカハ次ノ如シ.

$$\frac{6 \times 6}{2^2} = 9 \text{ ダイナ}$$

第三章 電流及ビ電池

[1] 電 流. 起電機ノ兩極ハ電位ガ異ナル故之ヲ導體ヲ連
絡スルト陽電氣ハ甲極ヨリ乙極ヘ, 陰電氣ハ乙極カラ甲極ニ向ヒ
此導體内ヲ移動ス. スク電氣ガ導體ヲ傳ハツテ移動スルノヲ電流
ト云ヒ, 陽電氣ガ移動スル方向ヲ電流ノ方向トスル.

甲乙二個ノ水槽ヲ管ニテ連結スルトキ兩器ノ水位ノ差ガアル間
ハ水ハ流ルルモ兩器ノ水位ガ同一トナレバ水ノ流レハ止ミ. 又温
度ノ差ノアル間ハ熱ハ高温度ノ部分ヨリ低温度ノ部分ニ移動スベ
キモ全體ガ同ジ温度ニナレバ熱ノ移動ハ止ムト同様ニ電氣ノ場合
ニ於テモ陽電氣ハ電位ノ高イ物體ヨリ電位ノ低イ物體ヘ移動シ.
陰電氣ハ電位ノ低イ方カラ高イ方ヘ移リ. 兩物體ノ電位ガ同一ト
ナレバ電流モ亦止ムモノデアル.

電流ノ強サハ導體ノ切口ヲ通ツテ移動スル電氣量ヲ測ル. 即チ
1秒間ニ 1 クーロンノ電氣ガ針金ヲ流レル時ニハ此電流ヲ 1 アンペ
アト云ヒ, 之ヲ普通ニ電流ノ強サノ單位トス, 例ヘバ 5 アンペアノ
電流ヲ 30 分通ズルト此針金ノ切口ヲ通過シタ電氣量ハ次ノ如シ.

$$5 \times 30 \times 60 = 9000 \text{ クーロン}$$

電流ノ通ズル針金ノ近傍ニ磁針ヲ置クト磁針ハ南北ノ方向ヨリ
傾ク, 之ニ由テ電流ハ其周圍ニ磁力ノ作用ヲ及ボスコトヲ知ル.
通常針金ニ電流ノ通ズルヤ否ヤヲ見出スニハ此磁力ノ作用ニヨル.

[2] 電 池. 起電機ノ兩極ヲ導線ヲ連結スルト起電機ノ廻
ル間ハ此兩極ノ間ニ電位ノ差ガアルカラ絶エズ電流ガ流レルガ起

電機ガ廻リ止ムト電流モ亦止ム。故ニ導線ニ絶エズ電流ヲ流スタ
メニハ其兩端ノ電位ノ差即チ電壓ヲ一定ニ保タネバナラス。化學
的作用ニヨリ一定ノ電位ノ差ヲ生ジ引キ續イテ電流ヲ得ル装置ヲ
電池ト云フ。其ノ最簡ナモノハボルタノ電池デ稀硫酸ノ中ニ銅板
ト亞鉛板トヲ對立セシメタモノデアル。此

場合ニ銅板ハ陽電氣ヲ帶ビ、亞鉛板ハ陰電
氣ヲ帶ビ其間ニ約一ボルトノ電位ノ差ガ生
ズ、故ニ此兩板ヲ導線デ連結スルト電位ノ
高カキ銅板ヨリ電位ノ低キ亞鉛板ニ向ツテ

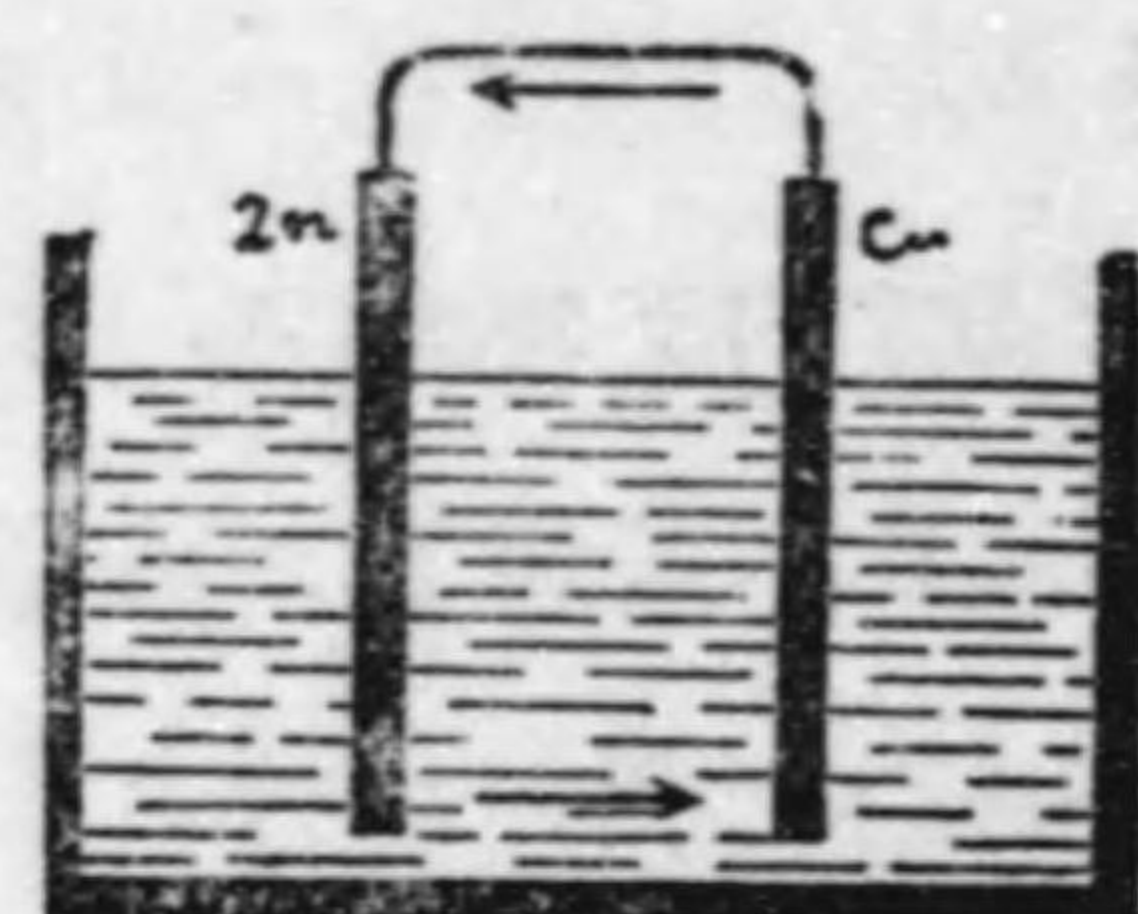
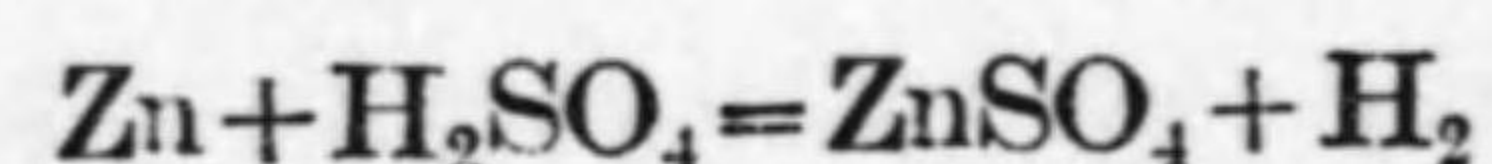


圖 276

電位ガ流レテ兩板ノ電位ガ同一ニナラントス。之ト同時ニ亞鉛ハ
硫酸ニ作用シテ



ナル化學變化ヲ生ジテ硫酸亞鉛ヲ作り、水素ハ銅板ノ面ヨリ發生
スル。此化學變化ニ伴ヒ、亞鉛板ハ陰電氣ヲ得、銅板ハ陽電氣ヲ
得テ電流ハ絶エズ導線中ヲ流レル。若シ導線ヲ切ルト稀硫酸ノ中
ノ化學變化モ電流モ同時ニ止ミ電流ハ導線ト稀硫酸ノ中トヲ循環
セヌ。即チ導線デハ電位ノ高イ銅板カラ低イ亞鉛板ヘ稀硫酸ノ中
デハ亞鉛板カラ銅板ノ方ヘ電流ガ循環スル。斯クノ如ク電流ハ終
リナキ一ツノ環狀ノ通路ヲ得テ初メテ通ズルモノデ此ノ環狀ノ通
路ヲ輪道、回路或ハ電路ト云ヒ。コノ銅板ト亞鉛板トヲ電池ノ極
ト云ヒ。銅ヲ陽極、亞鉛ヲ陰極ト云フ。即チ電氣回路ヲ通ズル電流
ノ方向ハ外部ノ導體中デハ陽極ヨリ陰極ニ向フガ電池内デハ反對
ニ陰極ヨリ陽極ニ向フ。回路ヲ通ジテ電流ノ通路ヲ開クコトヲ回
路ヲ閉ゾト云ヒ、回路ノ一部ニ絶縁物ヲ挿入シテ電流ノ通路ヲ絶

ツコトヲ回路ヲ開クト云フ。

電池ノ兩極ヲ導線ニテ連結セザルトキノ兩極ノ電位ノ差ヲ電池
ノ動電力ト云フ。而シテ電池ノ動電力ハ極ノ金屬ノ性質及ビ用ヒ
タ液ノ品質等ニヨルモノデ極ノ大小、形狀又ハ液ノ多少ニ關係シ
ナイ。

[3] 電池ノ分極作用ト局部電流。ボルタ電池ノ兩極ヲ導線ニ
テ連結スルト電流ガ通ズルト共ニ銅板面ヨリ發生スル水素ハ銅板
ニ附着シ液内ニテ水素ヨリ亞鉛板ニ向フ逆電流起リ且ツ水素ハ電
氣ノ不良導體ナル故ニ電池ノ流ルルコトヲ妨ゲ電流ノ強サヲ減
ズ、斯ル作用ヲ電池ノ分極作用ト云フ。此分極作用ヲ防グニハ第
二鹽化水素ノ如キ酸化劑ヲ銅板ノ附近ニ置キ極板ニ附着スル水素
ヲ酸化シテ水トナスカ或ハ次ニ云フ如キ二種ノ液體ヲ用ヒテ此水
素ヲ他ノ物質ト化合セシメル方法ヲ取レバヨイ。

純粹ノ亞鉛ハ硫酸ニ觸レテモ化學變化ヲ起サザルモ通常ノ亞鉛
ハ不純デ多クハ鐵ヲ含ンデ居ルカラ多少硫酸
ニ作用サレルコトニナル。例ヘバ亞鉛板ノ間
ニ鐵ノ小片ガ挟マルモノトスルト亞鉛、鐵、
稀硫酸ノ間ニ一ツノ回路ガ生ジテ電池ヲ使用
シナイ時デモ此處ニ局部ノ電流ヲ生ジテ亞鉛
ハ無益ニ浪費サレテ電池ノ動電力ハ減ズルコ
トニナル、此電流ヲ局部電流ト云フ。局部電

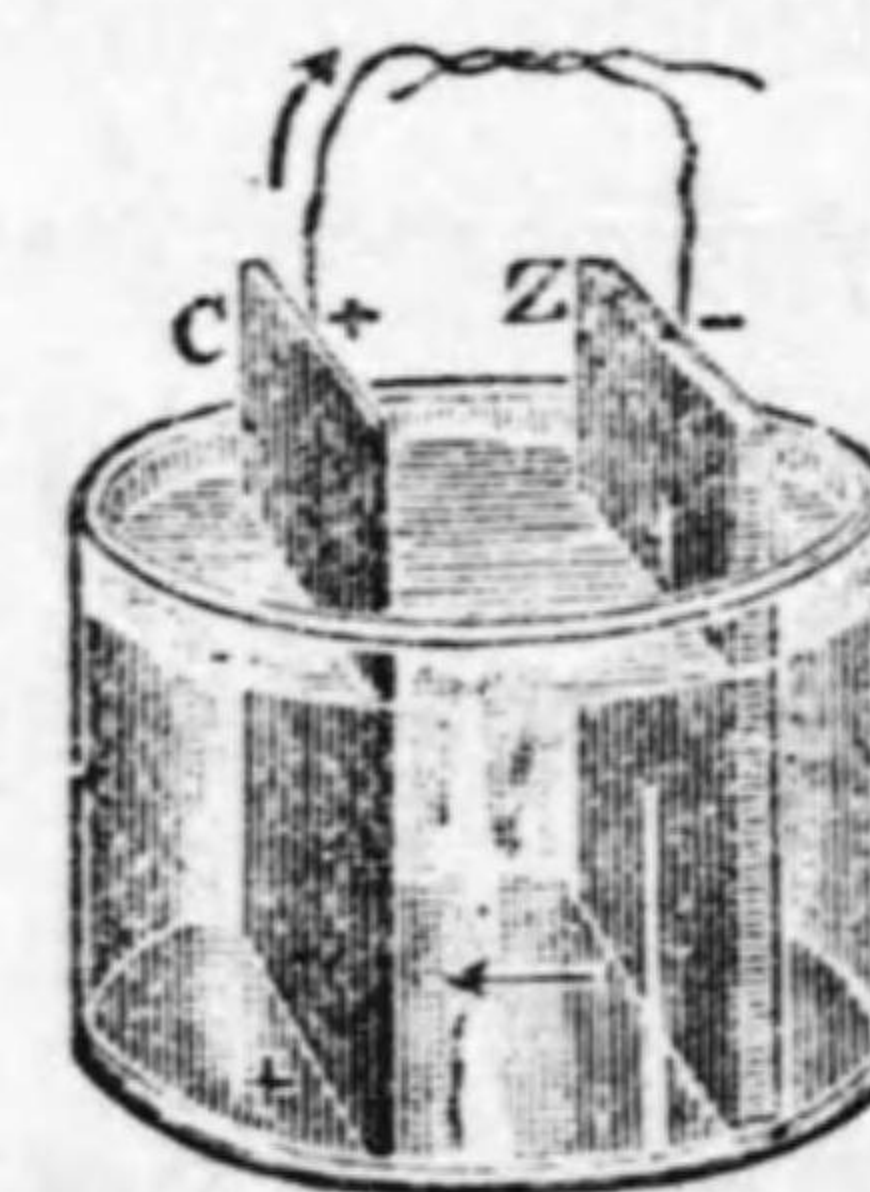


圖 277

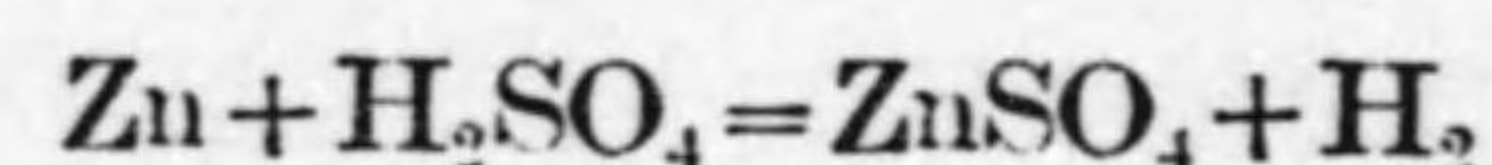
流ノ發生ヲ防グニハ純粹ナ亞鉛ヲ用ヒルカ或ハ亞鉛ノ表面ヲ能ク
磨イテ水銀ヲ塗り、水銀ノアマルガムデ亞鉛ノ表面ヲ覆ヘバヨイ。
斯クスレバ水銀ハ亞鉛ニ附着スルガ鐵ニハ附着セナイカラ水銀ノ

薄イ膜デ亞鉛ト鐵トノ直接ノ接觸ガ防ゲルコトニナル。

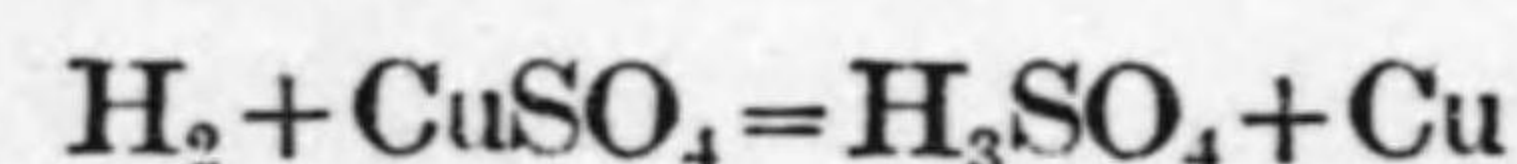
[4] 定常電池. 定常電池トハ常ニ一定ノ動電力ヲ與フル電池デ分極作用モナク局部電流モ起ラヌ様ニ工夫シテアル, 次ニ實用ニ供セラルル二三ノ定常電池ヲ述ベル。

(1) ダニエル電池. 陶器又ハ硝子製ノ圓筒形ノ器ニ稀硫酸ヲ入レ, 圓筒形ニ曲ゲタ亞鉛板ニ水銀ヲ塗リテ稀硫酸液中ニ浸シ, 中央ニ硫酸銅ノ飽和溶液ヲ入レタ素焼ノ圓筒器ヲ置キ, 更ニ其中ニ圓筒形ニ曲ゲタ銅板ヲ挿入シタモノナリ。

此電池ニテハ銅ハ陽極, 亞鉛ハ陰極ニシテ動電力ハ約 1.1 ボルトナリ. 此電池ノ兩極ヲ針金ニテ連結スルト素焼ノ圓筒内デハ



ノ化學變化ヲ生ジ此ノ水素ハ素焼ヲ通ツテ外側ノ硫酸銅ノ溶液中ニ入リ



ノ化學變化ヲ生ジ銅ヲ遊離シテ電極ノ銅板ノ上ニ銅ヲ沈澱セシメルカラ水素ガ直接ニ銅板ニ附着セナイコトナリ分極作用ガ防ゲル. 而シテ素焼圓筒内ノ硫酸銅ノ溶液ハ上ノ化學反應ニヨリテ次第ニ硫酸ニ變ジ其濃度ガ稀薄ニナルカラ豫メ硫酸銅ノ結晶ヲ多量ニ其溶液中ニ入レ置ク必要アリ。



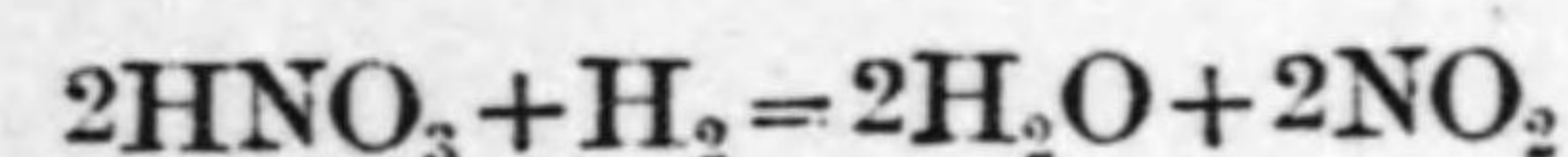
圖 278



圖 279

硫酸銅ノ溶液ハ稀硫酸ヨリモ重イカラコノダニエル電池ノ素焼ヲ省キ得ル. 重力電池トハ器ノ下部ニ硫酸銅ノ溶液ヲ其ノ上部ニ稀硫酸ヲ注ギ, 銅板ヲ下ニ亞鉛板ヲ上ニ置イタ電池デアル. ダニエル電池デハ強イ電流ハ得ラヌガ分極作用ガナイカラ一定ノ電流ガ得ラレル。

(2) ブンゼン電池. 陶器製器中ニ稀硫酸ヲ入レ其中ニ圓筒狀ノ亞鉛板ヲ置キ, 内部ノ素焼圓筒ニ濃硝酸ヲ入レ更ニ其中ニ炭素棒ヲ浸シタモノデ此電池ニ用フル稀硫酸ハ體積ニテ硫酸1, 水20位ノ割合ニ混ズ, コノ電池ハ亞鉛板ガ陰極, 炭素棒ガ陽極デ動電力ハ 1.9 ボルトナリ. 今兩極ヲ針金ニテ連結シタ場合ニ起ル化學變化ヲ示スト亞鉛ト硫酸トデ生ジタ水素ハ素焼ヲ通ツテ硝酸ノ中ニ入り次ノ如クナル。



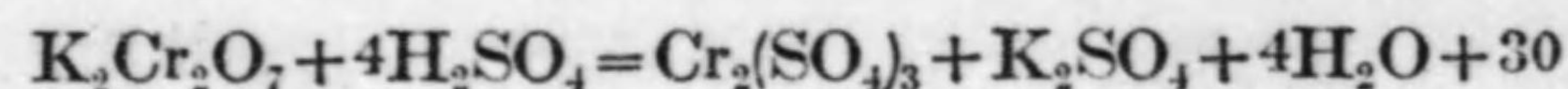
此二酸化窒素ノ一部分ハ硝酸ニ溶解シ一部分ハ空氣中ニ出ル, 此電池ハ強キ電流ヲ要スル時ニ用ヒラレ其分極作用モ著シカラズ然レドモ永ク使用スルトキハ硝酸ハ次第ニ水素ノ爲メニ還元セラレ消失スル故電流ノ強サヲ減ズ。

(3) 重クロム酸電池. 重クロム酸加里1, 硫酸2ノ割合ニ混ジタルモノニ水10ヲ加ヘタル溶液ヲ入レ, 其中ニ2枚ノ炭素棒ヲ浸シ更ニ其間ニ1枚ノ亞鉛板ヲ挿入シタモノデ炭素板ハ陽極, 亞鉛板ハ陰極ニシテ動電力ハ2ボルト以上デ強イ電流ヲ要スル時ニ用ヒラル, 之レヲ使用セザル時ニハ亞鉛板ハ液ヨリ引上ゲテ置ク。



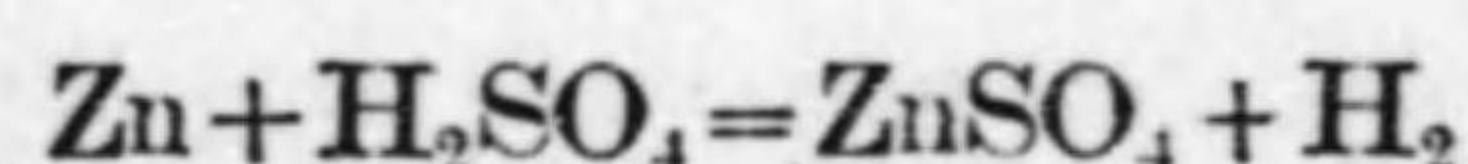
圖 280

今兩極ヲ針金ニテ連結スルト、重クロム酸加里ハ硫酸ニ作用シテ



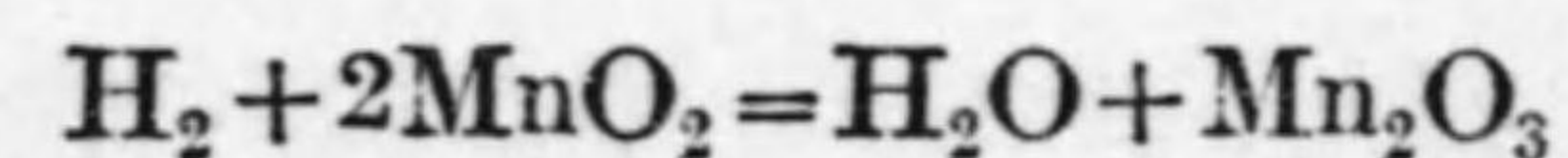
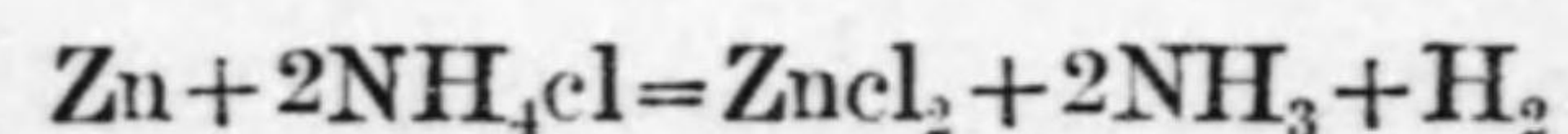
ナル反應ニヨツテクロム明礬 $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4]$

水、酸素等ヲ生ズ。此ノ酸素ハ亞鉛板ト硫酸トノ反應即チ



ニヨツテ生ズル水素ト化合シテ水ヲ生ジ分極作用ヲ防グ。然シ溶液中ニ生ズルクロム明礬ノ爲メ動電力ハ次第ニ衰ヘル。

(4) **ルクランシエ電池**。素焼圓筒内ニ炭素棒ヲ立テ其周圍ニ二酸化マンガント炭素ノ粉末トノ混合物ヲツメタモノヲ酸化アンモニウムノ濃溶液ヲ盛レル器中ニ入レ其側ニ亞鉛棒ヲ立テタモノデ炭素棒ハ陽極、亞鉛棒ハ陰極デ動電力ハ 1.5 ボルトニ達スルガ兩極ヲ針金デ連結スルト漸次ニシテ動電力ハ減ズ。然レドモ暫時回路ヲ開キ放置スレバ舊狀ニ復シ再ビ使用ニ適ス。從テ此電池ハ電話電鈴ノ如キ一時的ノ使用ニ適ス。此場合ノ化學變化ハ次式ニテ表ハサル、



(5) **乾電池**。之ハルクランシエ電池ヲ携帯用ニシタモノデ圖 283 C ハ炭素棒、A ハ二酸化マンガ、炭素ノ粉末、石墨及ビ



圖 281

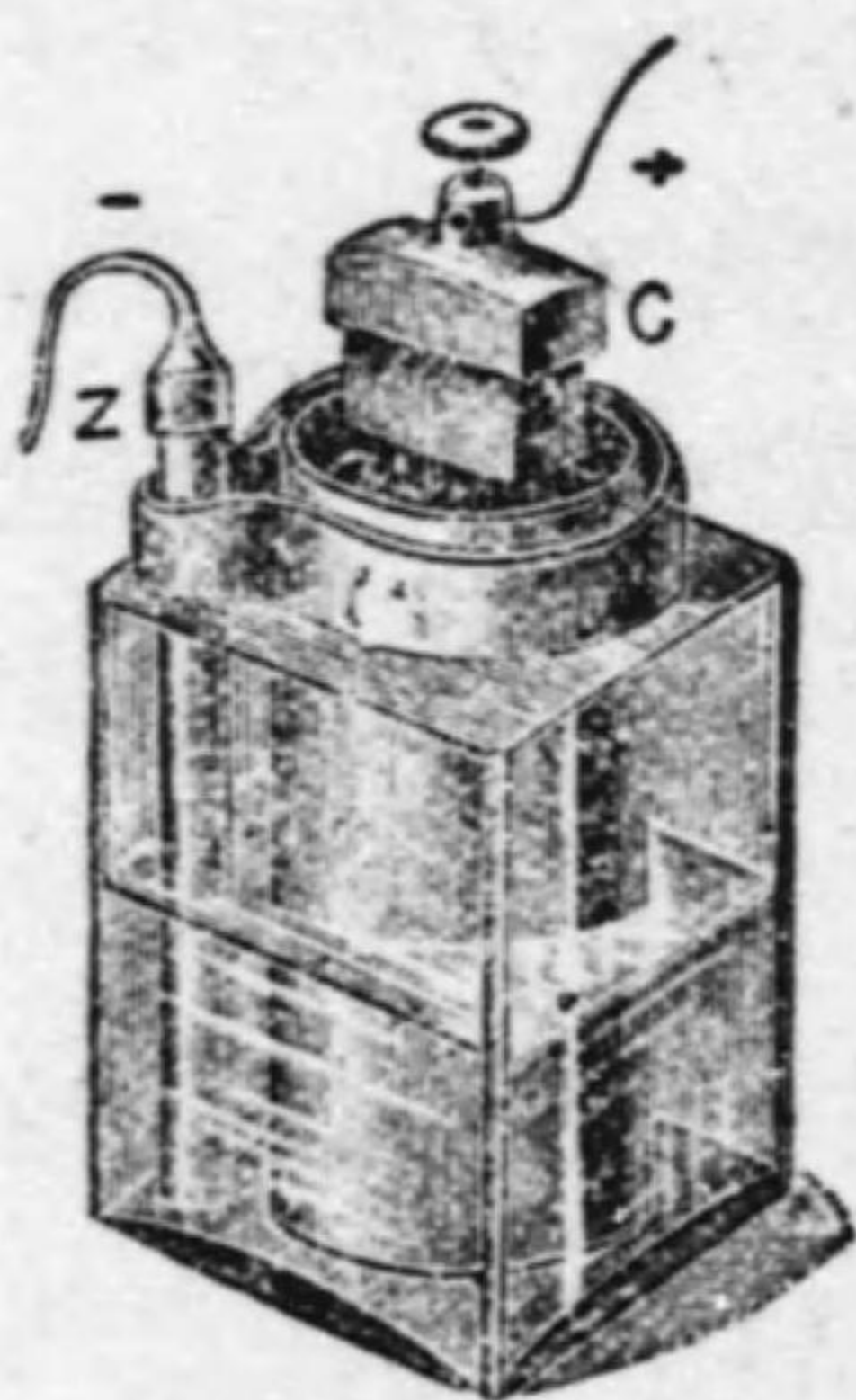


圖 282

鹽化アンモニウムノ溶液等ヲ混合セル黑色糊狀物、Bハ石膏、鹽化アンモニウムノ溶液等ノ混合ヨリ成ル白色糊狀物、Znハ亞鉛函、Dハ放氣孔、Eハ硅酸綿、Fハ瀝青、Gハ厚紙ナリ。此電池ノ陽極ハ炭素棒デ陰極ハ亞鉛函デ動電力ハ 1.48 ボルトニシテ主ニ電鈴、電話ニ使用セラル。



圖 283

(6) **標準電池**。之ハ動電力ノ標準トナル電池デ其一ツナルクラークノ標準電池ノ構造ハ圖 284 ノ如ク試験管大ノ硝子圓筒ノ底ニ水銀ヲ入レ、其上ニ硫酸第一水銀ト、硫酸亞鉛ノ結晶トヲ合セ混ジタモノヲ入レ(圖ノB部)此液中ニ水銀漬ニシタ亞鉛棒 N ヲ立テ此亞鉛棒ヲ陰極トス。而シテ筒底ノ水銀ヲ陽極トナス爲メ管ノ上部ヨリ白金線ヲ硝子ノ細管中ニ封入セルモノ P ヲ底部ノ水銀中ニ挿入シ、此白金ヲ陽極トナス、此電池ハ液ノ蒸發ヲ防グタメ全裝置ハコルク栓ヲナシ其上ハ蠟ヲ以テ密封ス。本電池ノ防極劑ハ硫酸第一水銀ナリ。其動電力ハ 15°C ニテ 1.433 ボルトニシテ溫度 t° ニ於テハ $1.433\{1 - 0.00077(t - 15)\}$ ボルトトナル。

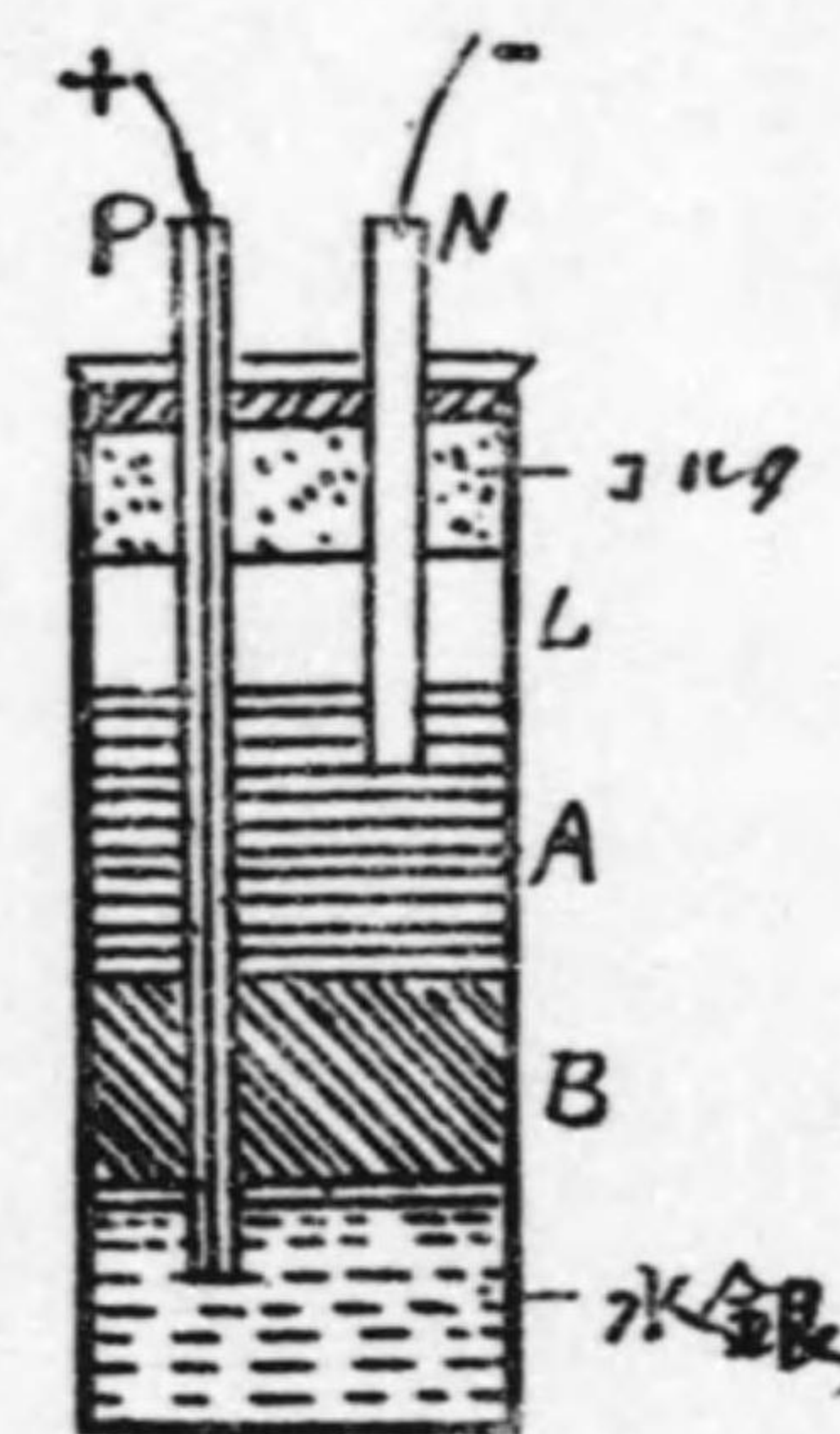


圖 284

(7) **ウエストン標準電池**。構造ハクラーク電池ト全ク同様デ亞鉛及ビ硫酸亞鉛ノ代リニカドミウム及ビ硫酸カドミウムヲ使用セルモノナリ。此電池ハ溫度ノ變更ニ對スル動電力ノ變化一層小ナルモノデ現今デハ之ガ最良ノ標準電池ナリ。其動電力ハ 20° ニ

テ 1.0186 ボルトアリ. t° ニ於ケル動電力ヲ E_t トセバ

$$E_t = 1.0186 - 3.8 \times 10^{-5}(t - 20) - 0.065 \times 10^{-5}(t - 20)^2 \text{ ボルト}$$

問 主ナル定常電池ノ構造及ビ動電力ヲ表ニテ示セ.

電池ノ種類	動電力	陰極板	陽極板	陰極液	陽極液
ダニエル電池	ボルト 1.1	亜鉛	銅	稀硫酸	硫酸銅溶液
ブンゼン電池	1.9	亜鉛	炭素	稀硫酸	濃硝酸
重クロム酸電池	2.0	亜鉛	炭素	硫酸ト重クロム酸加里ノ水溶液	
ルクランシエ電池	1.5	亜鉛	炭素	鹽化アンモニウム	二酸化マンガン(固體)

第四章 電流ノ熱作用

[1] 電氣抵抗. 水位ノ差ヲ一定ニ保ツタニツノ水溜メヲ太サノ異ナル種々ノ管デ連結シテ見ルト, 同ジ時間ニ管内ヲ流ルル水量ハ異ナル. 之レト同様ニ一定ノ電壓ヲ持ツ電池ノ兩極ヲ異ナル導線デ連結スルト, 之ヲ通ル電流ノ強サハ其導線ノ品質ヤ, 太サ, 長サ, 温度等ニヨツテ異ナル. 之ハ物體ガ電壓ニヨツテ生ズル電氣ノ移動, 即チ電流ニ對シテ多少ノ抵抗ヲ及ボスカラデアル. 此ノ抵抗ヲ電氣抵抗ト云ヒ, 其ノ單位ヲオームト云フ. 太サ及ビ長サノ等シイ導線デモ白金, タングステン, 鐵, ニッケル等ノ電氣抵抗ハ大キク, 銀, 銅等ハ抵抗ガ小サイ.

[2] 電流ト熱. 電池ノ兩極ニ太イ銅線ヲ結ビ, 其一方ニ細イ鐵線ヲ繋イデ之ニ他方ノ銅線ヲ接スルト回路ガ生ジテ鐵ノ部分ハソコヲ流レル電流ニヨツテ熱セラレテ光ヲ放ツ之ハ鐵線ガ銅線ヨリモ電氣抵抗ガ大ナル爲メナリ. 斯ノ如ク電流ヲ通ジタ回路ノ各部分熱セラルルモノデ殊ニ細イ鐵線又ハ白金線ノ如キ抵抗ノ大キナ導線デハ電流ガ強イト著シク熱セラレ, 發熱量大ナル故遂ニ火ヲ放ツニ至ル.



圖 235

[4] 電燈. 電流ニヨツテ生ズル熱ハ回路内ノ抵抗ノ大キナ部分ニ於テノミ著シク發生

スルコトハ圖 285 ノ實驗デ明ナリ. 之レガ利用上ニ非常ニ便利ナ

點デ此熱ノ主ナル利用ノーツハ電燈ナリ。電燈ニハ白熱燈ト弧燈トノ二種アリ。

白熱燈 通常真空ニシタ硝子球内ニ細キ炭素線又ハタングステン線ノ如キ融解點高ク、抵抗ノ大キナ纖維ヲ封入シタモノナリ。之ニ電流ヲ通スト、纖維ハ白熱シテ強イ光ヲ放ツ、球ヲ真空ニスルノハ炭素ノ酸化シテ燒失スルノヲ防ギ、且ツ熱ノ傳導ヲ防グタメナリ。然レドモ真空ノ中デハ纖維ガ次第ニ細末トナリテ飛散シ之ヲ

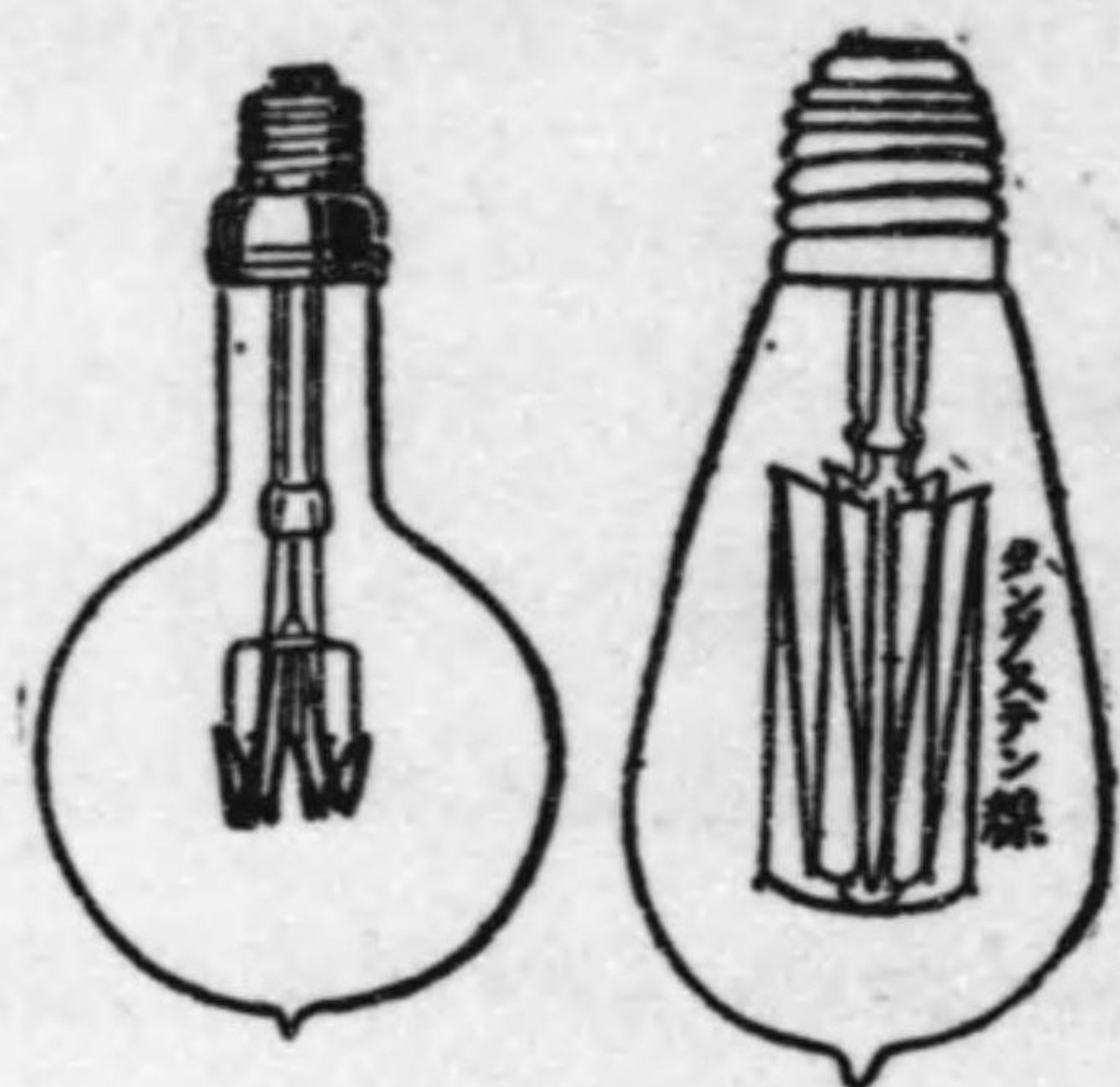


圖 286

損ジ電氣抵抗ハ益々増シテ纖維ハ破損シ易クナル。近年窒素、アルゴン等ノ不活動性瓦斯ヲ入レテ纖維ニ化學變化ヲ起サシメズ、コノ細粉トナツテ飛散スルノヲ防イデ溫度ヲ高メ、且ツ強イ光ヲ放タシムルモノ考案セラル。圖 286 左ハ窒素電球ト稱シタングステン線ヲ螺旋狀ニ卷キテ支持シ、球内ニ窒素ヲ封入シタモノナリ。之ハ普通ノ電球ヨリモ日光ニ近キ光ヲ放ツ、線ヲ螺旋狀ニ卷キタルハ熱ノ損失ヲ少ナカラシメン爲メニシテ、瓦斯ヲ封入スルハタングステンノ蒸發ヲ妨ゲンガ爲メニシテ又溫度ヲ高メ得ルハタングステンノ融解點高キ故之ヲ極メテ細キ線トナスモ融解セザル爲メナリ。

弧燈 二本ノ炭素棒ノ尖端ヲ上下ニ向キ合セテ輕ク接觸セシメタ後之ニ強イ電流ヲ通スト兩炭素棒ノ接觸部ハ抵抗ガ大ナル故直チニ熱セラル。此時兩棒ヲ引離スト火花ハ弧狀ヲナシテ其間ニ飛ビ強イ白光ヲ放ツ、之レガ弧燈ノ名ノツク所以デアリ。然レ

ドモ時ヲ經ルニ從ヒ陽極棒ノ端ハ次第ニ凹形ニ陰極棒ノ端ハ次第ニ凸形トナツテ漸次消耗スルカラ兩端ノ隔リ次第ニ増シ抵抗増加シテ遂ニ減スルニ至ル。從ツテ自動調節器ト稱スル電磁石ヲ利用シタモノデ其間隙ヲ一定ニ保タシムル必要アリ。

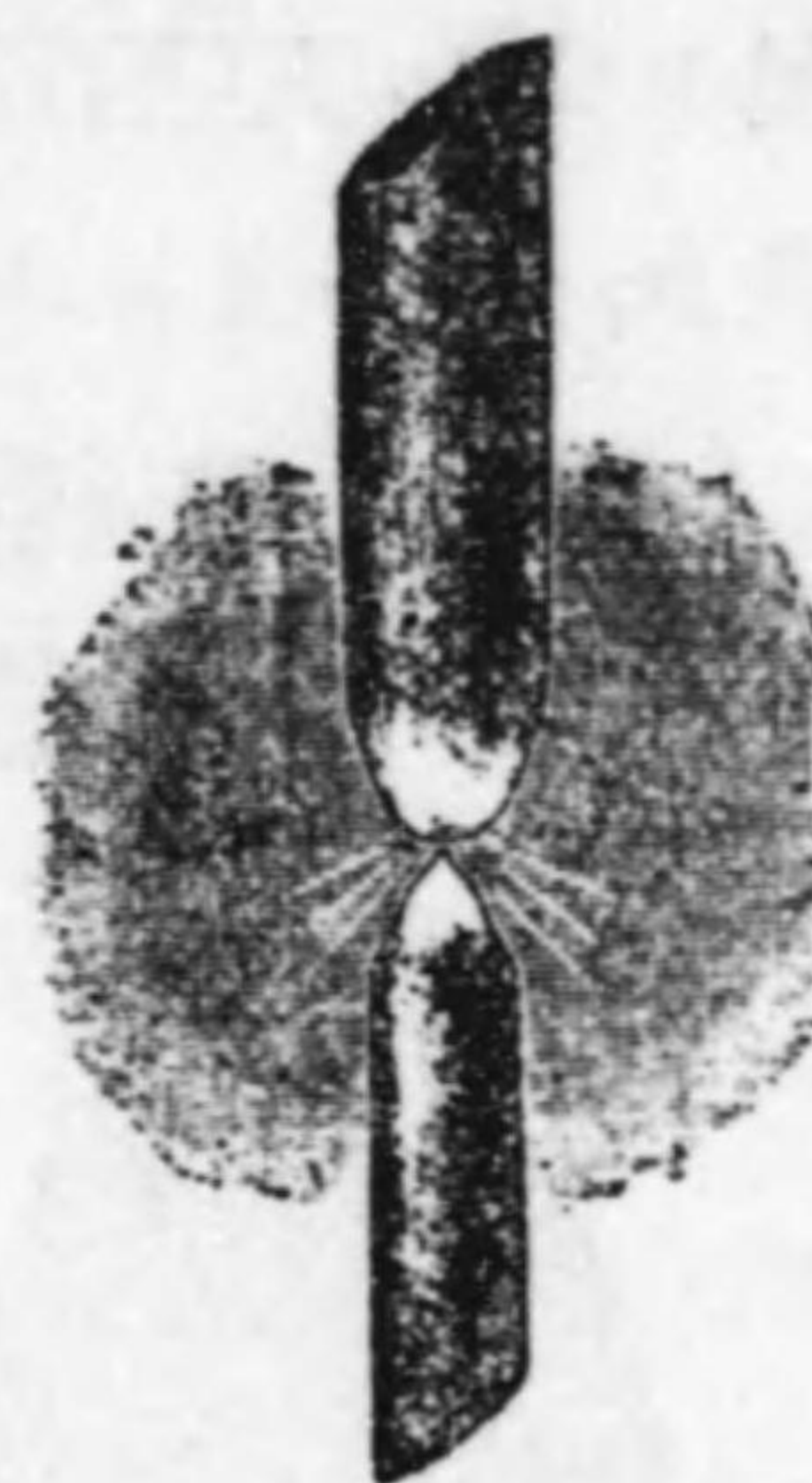
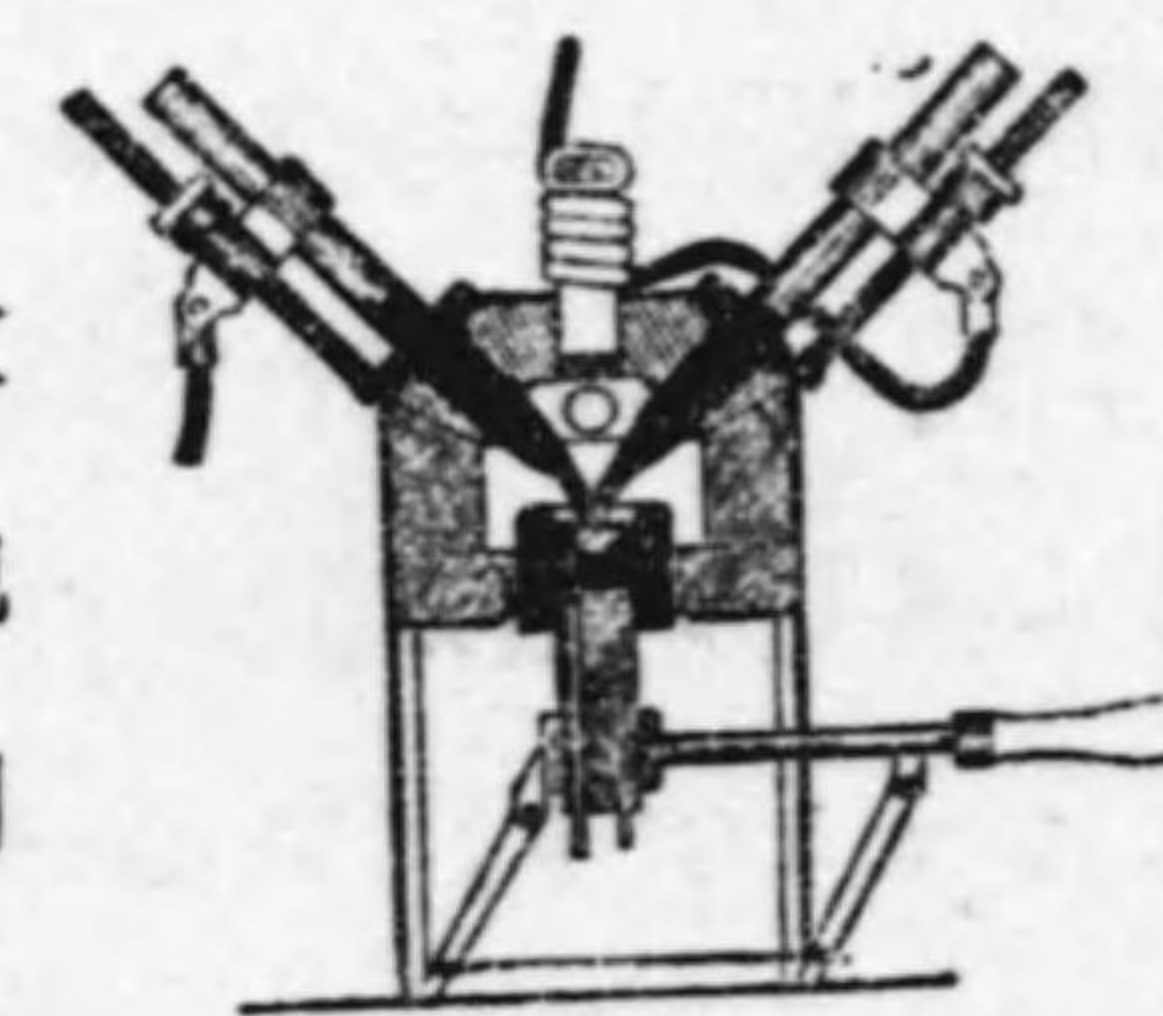


圖 287

弧燈ノ炭素棒ノ端特ニ陽極ノ端ハ非常ニ強熱セラレテ 3800° 位ニナル。今鐵棒ヲ二本接觸サセテ強イ電流ヲ通スト接觸面ハ非常ニ熱セラレ遂ニ熔融シテ電流ヲ絶ツト二本ハ固ク融着スル。之ヲ電氣熔接ト云ヒ。工業上ニ利用セラル。

近時醫療ニ用ヒラルル人工太陽燈ハ水晶ヲ熔融シテ作ツタ熔融石英管ニ水銀ヲ入レ、其ノ兩端ニ鐵又ハ、タングステンノ電極ヲ封入シ管内ノ空氣ヲ抜イタモノデアリ。此管ヲ傾ケテ其兩端ノ水銀ヲ連結シテ電流ヲ通ジタ後引キ離スト兩端ノ水銀ノ間ニ弧燈ガ點ズル。此際放ツ光ハ著シク紫外線ニ富ムカラ醫療ヤ青寫真等ニ利用セラル。

電氣爐 二種アリ。一ツハ抵抗ノ大キイ部分ニ生ズル熱ヲ利用スルモノデ、他ハ弧燈ノ理ニヨツテ生ズル火花ノ熱ヲ利用シタモノデアリ。圖 288 ハ後者ニ屬スルモノニシテ即チ耐火粘土又ハ石灰デ作ツタ爐ノ側壁カラ炭素棒ノ兩極ヲ出シ、熱セントスル物質ヲ入レタ坩堝ヲ其中ニ入レテ炭素棒ニ弧燈ヲ點ズルト坩堝ハ 2000° 乃至 3000°ニ



電氣爐

圖 288

熱セラル。人造石墨ヤ、カーボランダム、炭化カルシウム等ノ製造、鐵ヤ、アルミニウムノ冶金ニハ皆電氣爐ヲ用キル。

[4] 電熱器 水ヲ沸シタリ、室内ヲ温メタリ、食物ヲ調理シタリ、又ハ燒鍛斗ニ用ヒタリ近來漸ク家庭ニ用ヒラレ來リシ電



圖 289

氣湯沸シ、電氣ストーブ、電氣アイロン等ノ如キ電熱器ハ抵抗ノ大キナ合金製ノ細イ導線ヲ耐火製ノ物質ニ捲キ付ケタ者ニ電流ヲ通ジテ其部分ニ發生シタ熱ヲ利用スルモノナリ。普通ニ用フル電熱器用金屬線ハニクロン線ト稱シニッケル、鐵、クロムノ合金ヨリナル。

[5] フューズ 過度ノ電流ガ通ルタメニ多量ノ熱ガ發生シテ電氣器具ヲ破損スルコトアリ、フューズハ之ヲ防グタメニ回路内ニ挿入スルモノデ通常鉛ト蒼鉛ト、カドミウムノ合金ヨリナル小片ナリ。

此合金ハ低溫度デ融ケルカラ、何等カノ原因デ急ニ過度ノ電流ガ回路ニ流ルル

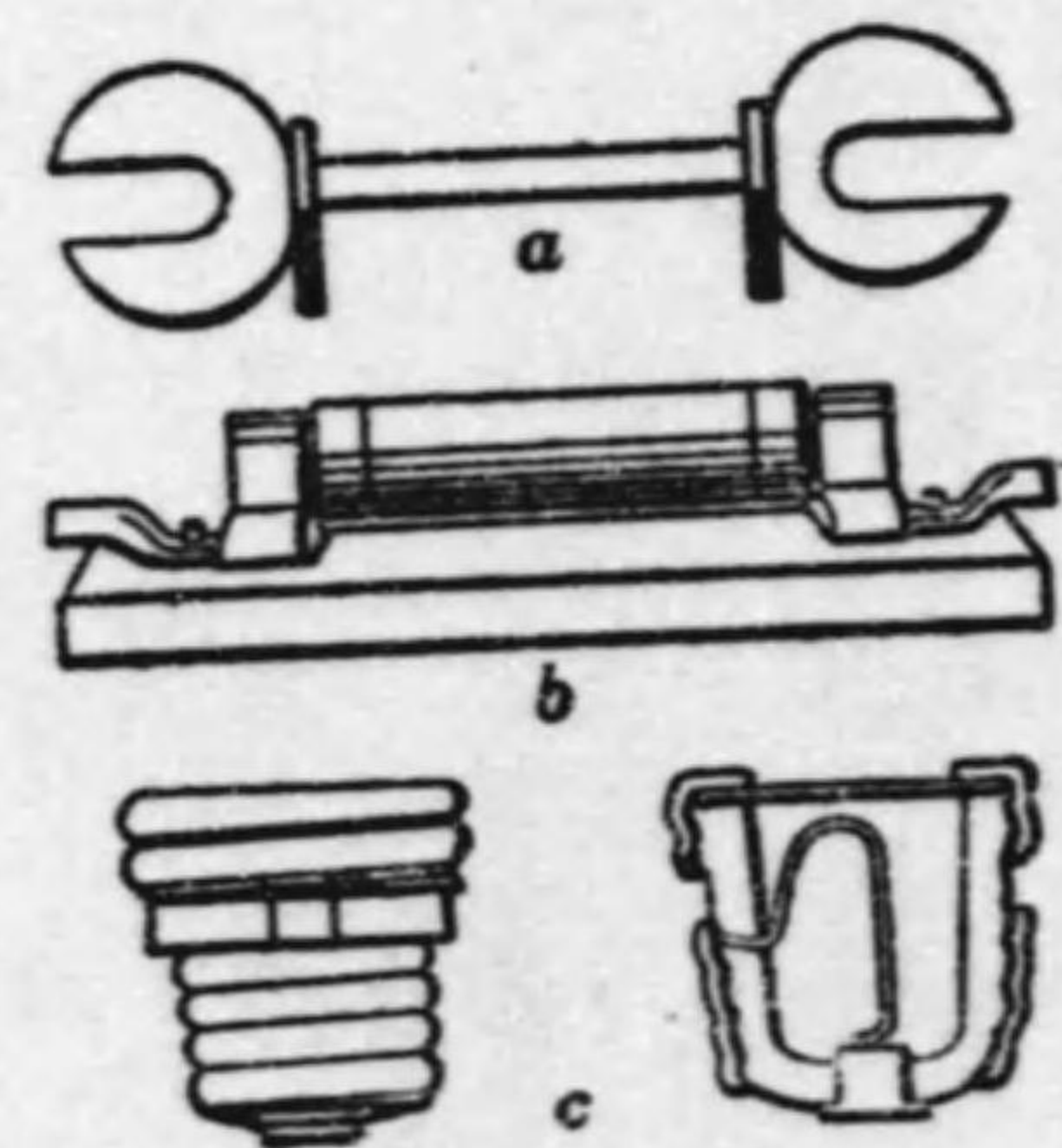


圖 290

ト其熱ニヨリ先ヅ、フューズガ鎔ケテ回路ガ絶ツ、フューズガ鎔ケルト同時ニ其間ニ電弧ガ飛ンデ火災ヲ起スコトガアルカラ通常コレヲ石綿ノ管(b)ヤ電球ノソケットニ見ル如ク陶製ノ器(c)ニ入レテ置ク。

問 [1] 電燈線ハ電球外ニハ太キ導線ヲ用ヒ、電球内ニハ融解點高キ物質ニテ製シタル細キ纖維ヲ用フルハ何故カ。

解 太キ銅線ハ電氣抵抗小ニシテ、細キ纖維ハ電氣抵抗大ナリ。而シテ電流ノ熱ニ變ズル量ハ電氣抵抗ニ比例シ、從ツテ光ノ量モ抵抗ノ大ナル程強シ。若シ纖維細ク融解點低クケレバ電流ニヨリテ生ズル熱ノタメニ融解シテ電流ノ回路消失スルニ至ル。

問 [2] タングステン電球ノツノ線ガ切レテ其隣リノ線ニ着クトキハ如何ナル現象ヲ見ルカ、其理由ヲ説明セヨ。

解 一度切レタ纖維ガ隣リノ線ヘ觸レルト接觸部ハ他部ヨリモ抵抗が大デアアルカラ發熱量多ク高溫度トナリテ融着ス。然レバ纖維全體ノ長サガ減ズル故抵抗減少シ電流ハ逆ニ増ス。從ツテ發熱量ハ切レタ前ヨリモ多ク纖維ハ高溫度ニナルカラ電球ハ其ノ光度ヲ増ス、而シテ久シカラズシテ再ビ切レル。

[6] 熱電流 二種ノ異ナル金屬ノ針金ヲ其兩端ニテ接合シテ回路ヲ作り其接合點ノ一方ヲ熱スルカ冷スカシテ他ノ接合點ト

溫度ノ差ヲ作ルト、弱イ電流ガ此回路ヲ流レル之ヲ熱電流ト云フ。熱電流ノ強サハ兩接合點ノ溫度ノ差小ナル間ハ其溫度ノ差ニ比例スル。

圖291ニ示スハ蒼鉛ト、アンチモントヲ接合シ其内部ニ磁針ヲ置イタモ

ノデ接合點ノ一端ヲ熱スレバ磁針偏リ、若シ他端ヲ熱スレバ磁針ハ反對ニ偏ル、此場合ニ電流ノ方向ハ高イ溫度ノ接合點デハ蒼鉛

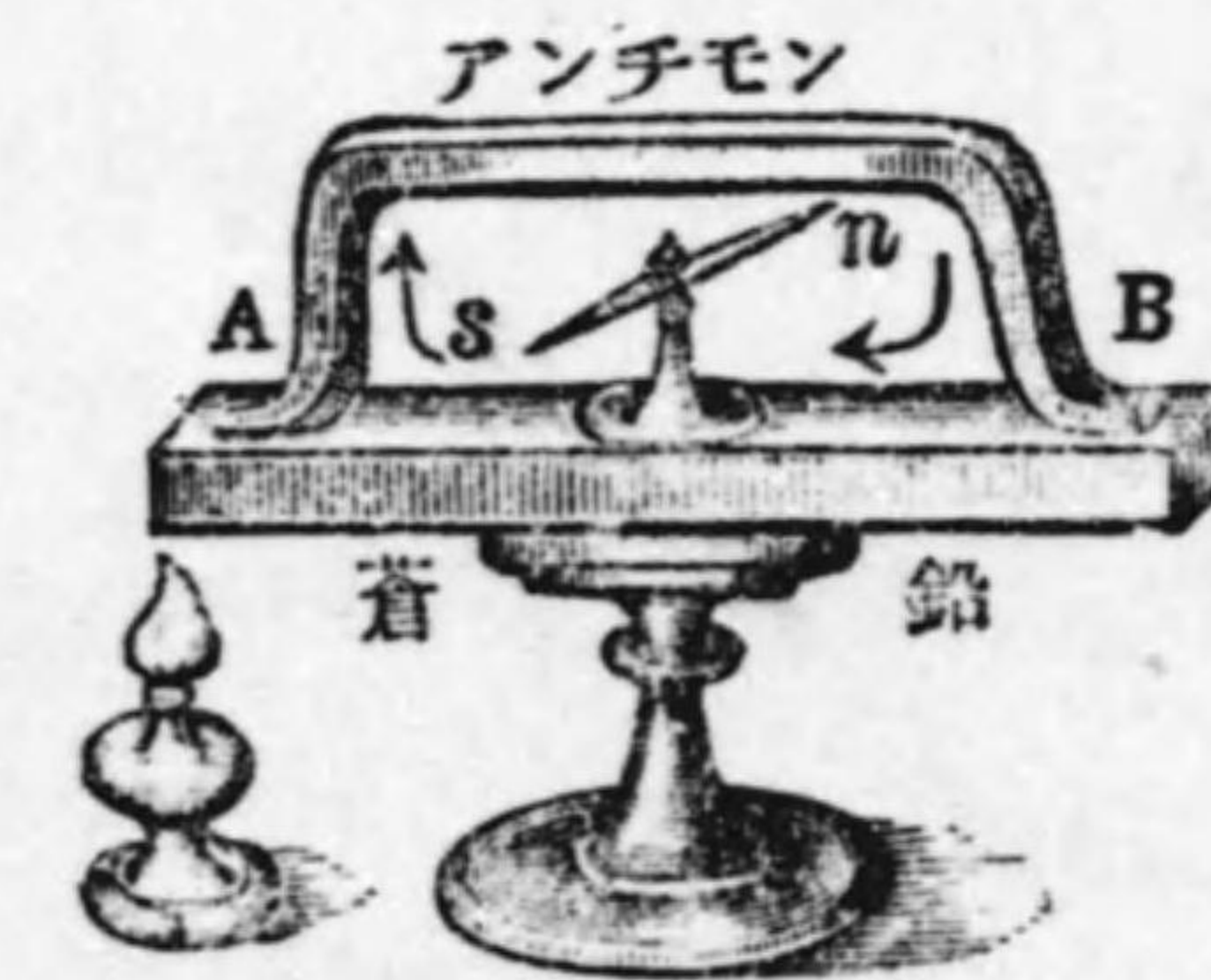


圖 291

カラ、アンチモンニ向フ。

熱電流ヲ利用シテ温度ヲ測ルコトヲ得。熱電堆ハ微小ナ温度ノ差ヲ測ルニ用ヒラル、之ハ

圖292ノ如ク蒼鉛棒ト、アンチモン棒トヲ交互ニ數多並列シテ接合シタモノデ其兩端ヲ電流計ニ繼グトキ磁針

ノ偏リニヨリ兩側面ノ接合

點ノ温度ノ差ガ知レル。輻射熱ノ強サハ之レデ測ル。又1000°C以上ノ高温度ヲ通常測ルニ用フル輻射高温度計ハ白金ト、ロヂウムトノ合金ノ針金ト白金ノ針金トノ接合ヨリナル。

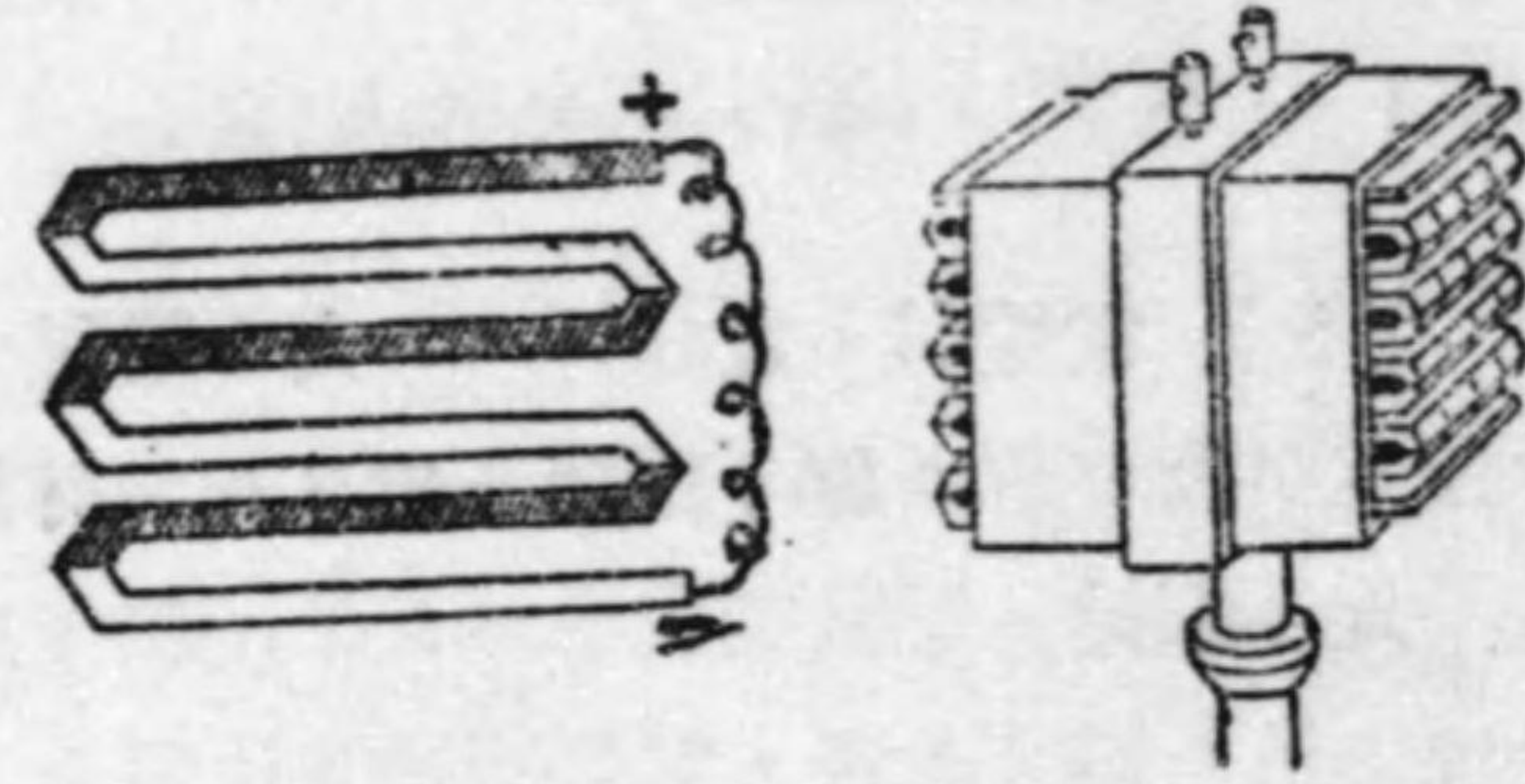


圖 292

第五章 電流ノ磁氣作用

[1] 電流ノ磁石ニ及ボス作用。磁針ノ近クニ電流ノ通ズル導線ヲ置クト磁針ノ北極ハ一方ニ偏リ、電流ノ方向ヲ逆ニスルト磁針ノ北極モ亦反對ノ方向ニ偏ル。斯様ニ電流ノ通ズル導線ノ周圍ニ磁場ヲ生ズ。

今電流ノ方向ト、ソレニヨツテ生ズル磁場ノ方向トノ關係ヲ見ルタメニ圖293ノ如ク小磁針ヲ南北ノ方向ニ置キ其ノ眞上ニ直線狀ノ導體ヲ置イテ電流ヲ南ヨリ北ノ方向ニ通ズト磁針ノ北極ハ北ヨリ西ノ方ヘ偏リ。若シ導線ヲ磁針ノ眞下ニ置イテ同方向ニ電流ヲ通ズト磁針ノ北極ハ北ヨリ東ノ方ヘ偏ル。此實驗ニヨリ電流ノ方向ト、ソレニヨツテ生ズル磁場ノ方向即チ磁針ノ北極ノ動ク方向トノ間ニハ次ノ關係アリ。

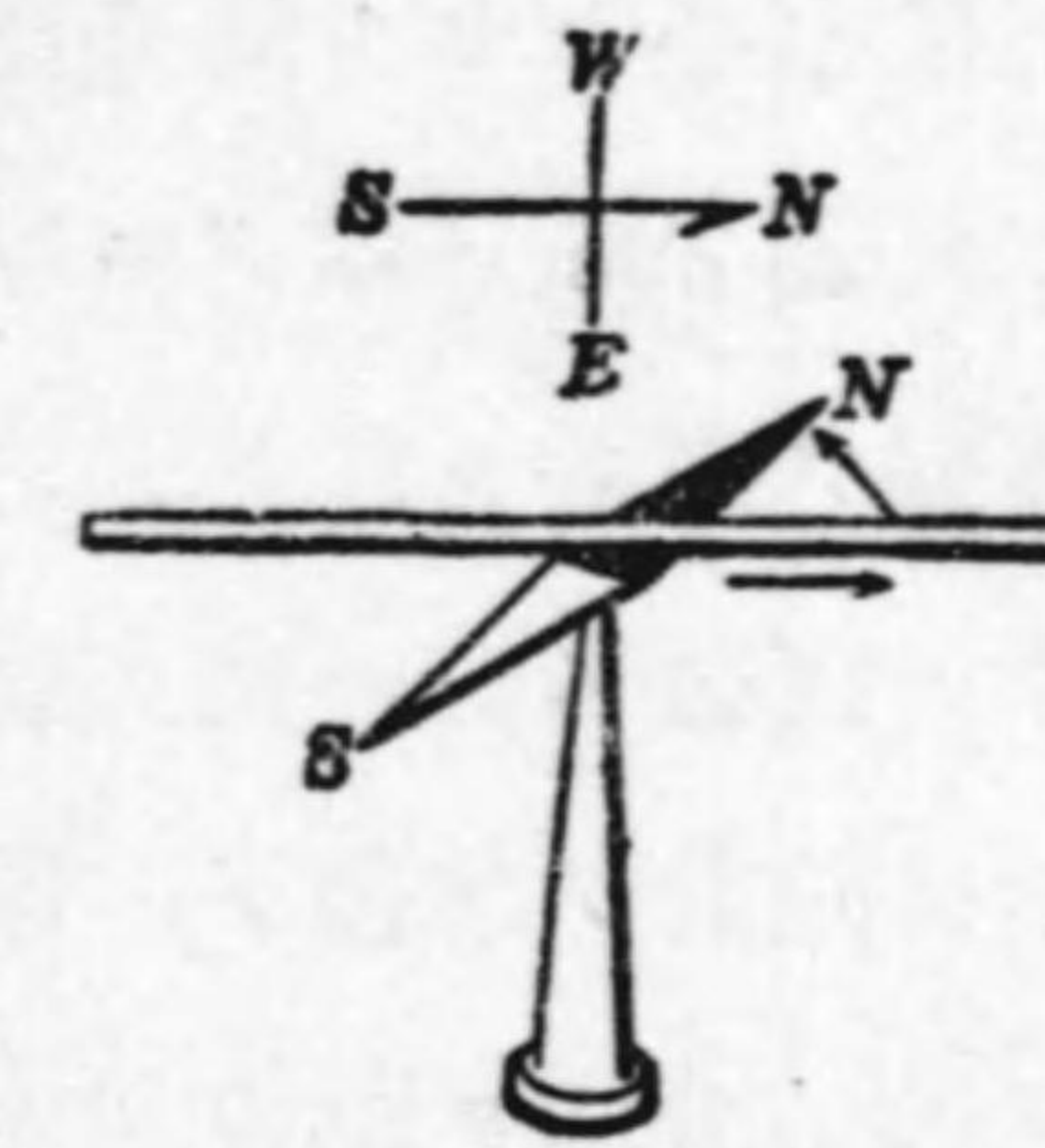


圖 293

磁針ニ面シテ身體ヲ針金ニ沿フテ置キ、電流ガ足カラ入りテ頭カラ出ル如クシタリト考フレバ、磁針ノ北極ハ常ニ其ノ左方ニ動ク。

之ヲアンペアノ法則ト

云フ。此法則ハ又次ノ如ク云フコトヲ得。ネヂヲネヂ込ムトキ其進ム方向ヲ電流ノ方向ト

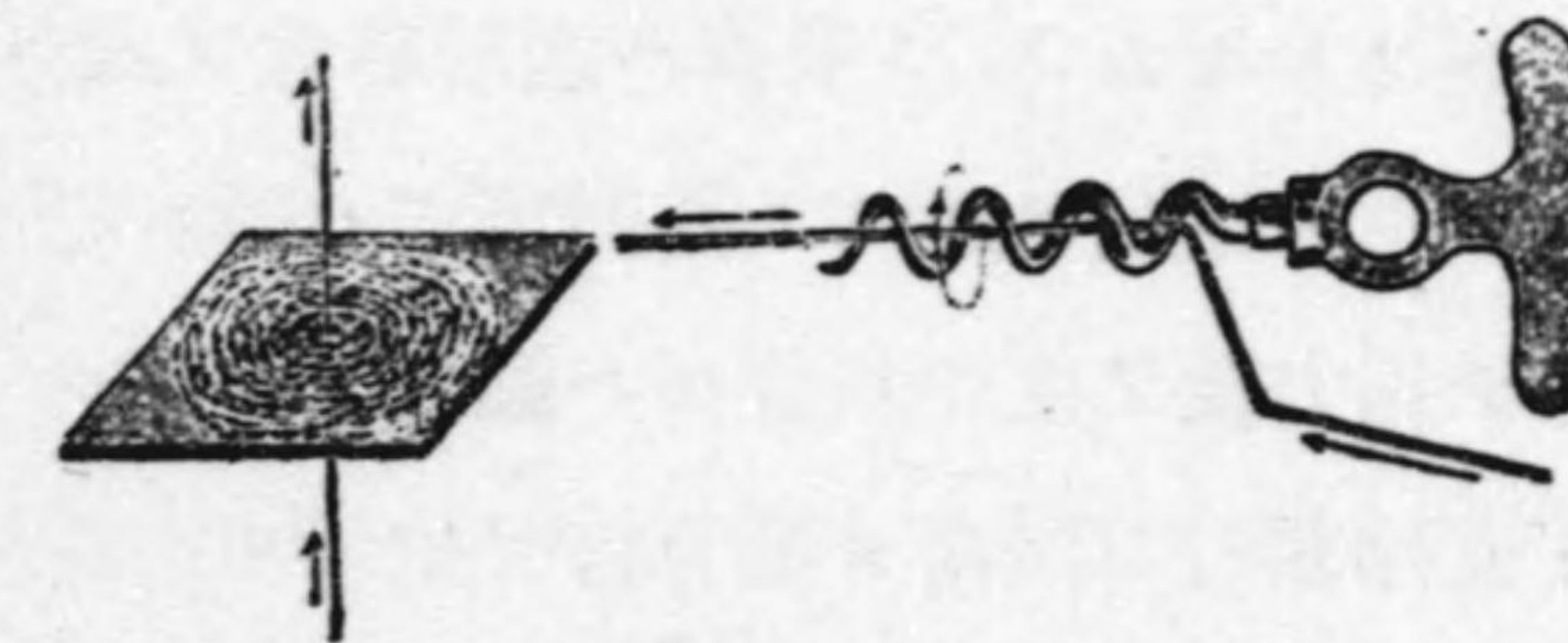


圖 294

セバ、ネヂヲ廻轉スル方向ハ磁針ノ北極ノ動ク方向ナリ。此等ノ

法則ニヨリ電流ノ方向ト磁場ノ指力線ノ方向トノ關係ハ圖 294 ノ矢デ示スコトヲ得.

圖 295 ノ如ク直線狀ノ導線デ厚紙ヲ貫キ紙面ヲ導線ニ垂直ニシテ其上ニ細カイ鐵粉ヲ撒イテ, 強イ電流ヲ導線ニ下ヨリ上ニ通ジ, 紙面ヲ輕ク叩クト鐵粉ハ磁場ノ方向ニ配列シテ圖ノ如ク導線ヲ中心トセル同心圓ヲ作ル. 之ニ由ツテ直線電流ニヨツテ生ズル磁場ノ指力線ハ其導線ヲ中心トセル同心圓ナルヲ知ル.



圖 295

又圖 296 ノ如クニ厚紙ヲ貫イテ導線ヲ圓形ニ曲ゲテ之ニ電流ヲ通ジテ實驗スレバ指力線ハ圖ノ如ク生ジ磁針ノ北極ヲ, 厚紙面上小ナル矢ノ方向ニ動かサントス. 故ニ電流ノ通ズル圓形ノ導線ハ丁度薄キ圓板磁石ト同ジ作用ヲナスコトヲ知ル.

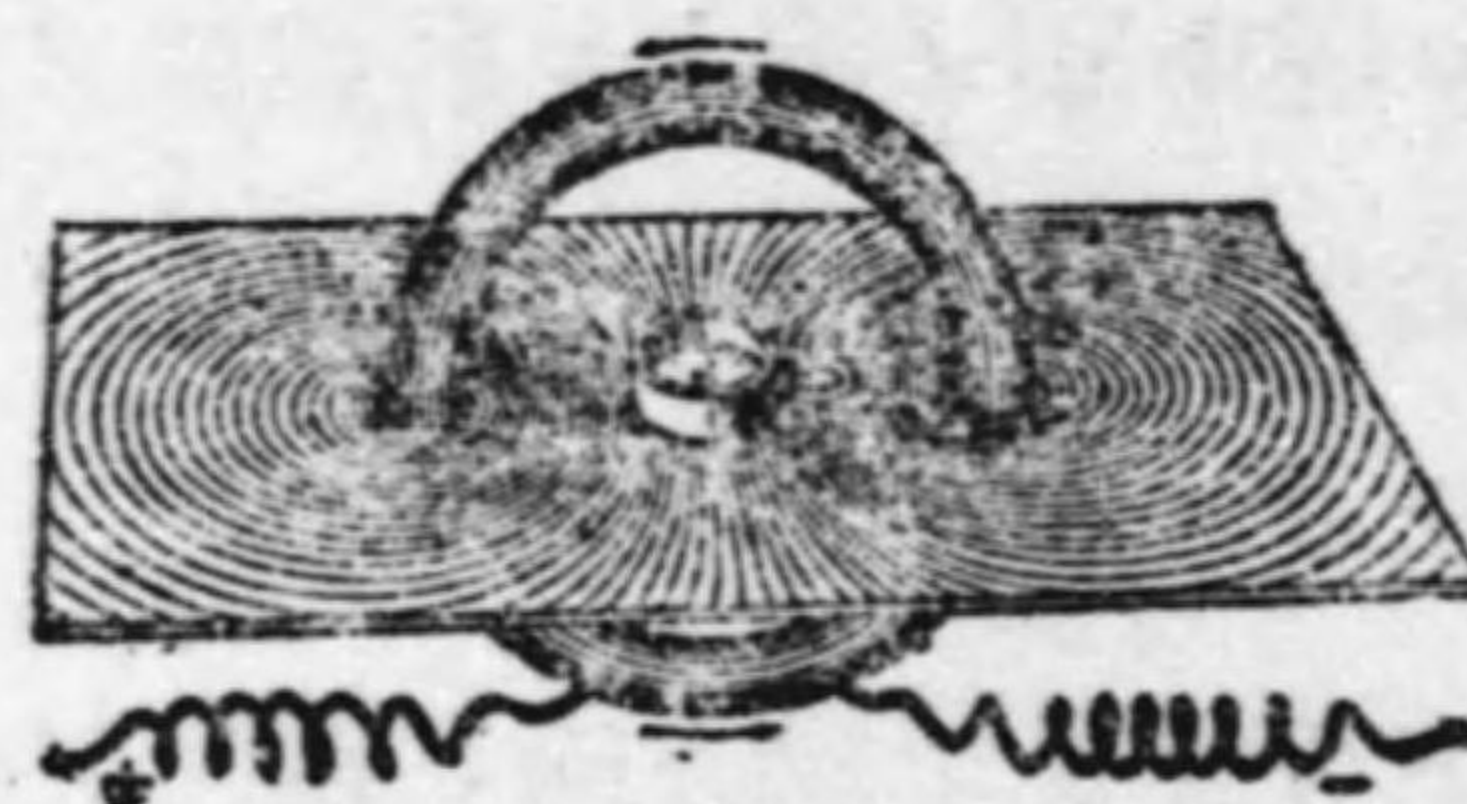


圖 296

[2] コイル. 絹絲カ他ノ純緣物ニテ被覆セル導線ヲ螺旋狀ニ捲イタモノヲコイルト云フ. コイルノ別々ノ一捲ハ圓形導線ト考ヘラルルカラ, コイルハ圓形導線ヲ竝ベタモノト考ヘラル, 故ニコイルニ電流ヲ通スト其内部デハ軸ニ平行ナ指力線ヲ生ジ外部デハ圖 297 ノ如ク丁度棒磁石ト同様ナ指力線ヲ生ズル, 從テ, コイルガ外部ニ及ボス磁力作用ハ棒磁石ト同様デ其兩端ニ磁極ヲ生ズル. 故

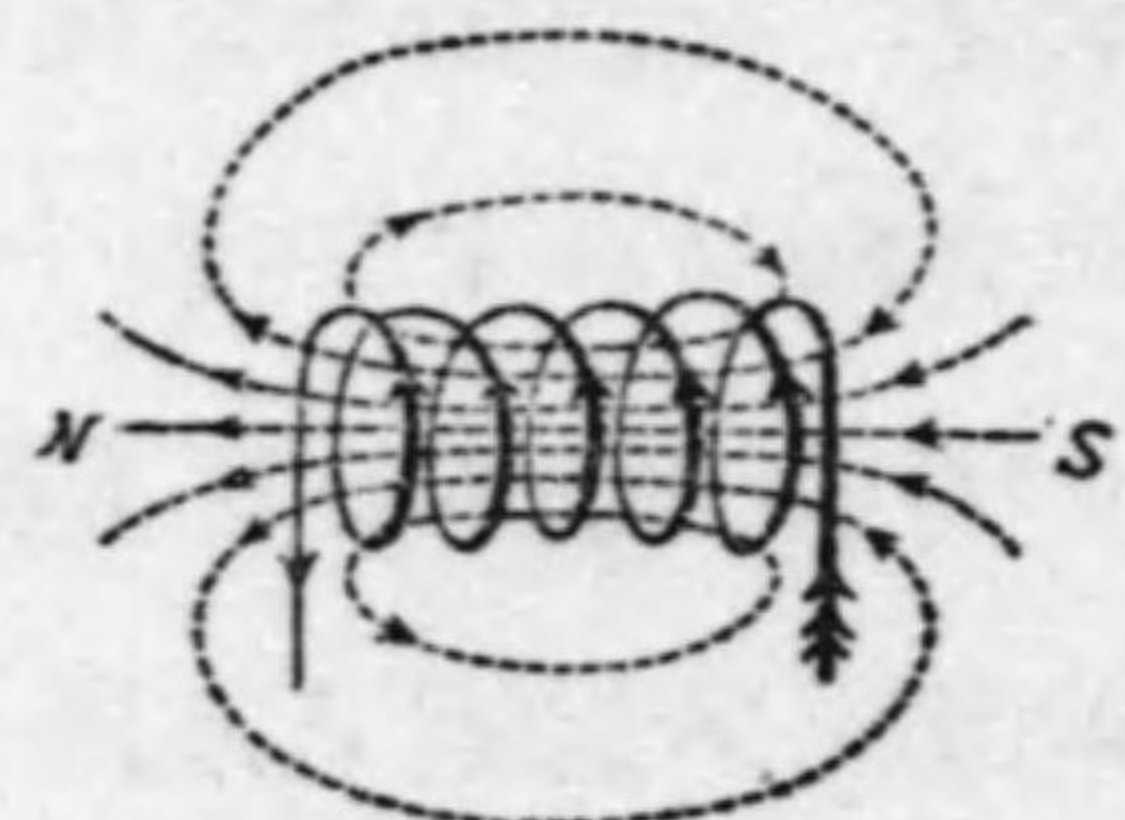


圖 297

ニコイルヲ水平ニ吊シテ垂直軸ノ周リニ自由ニ廻轉シ得ル如クシ, 之ニ電流ヲ通スト, コイルノ軸ハ自ラ南北ノ方向ヲ採リテ靜止ス. 而シテコイルノ北極ノ端ニ面スレバ電流ノ方向ハ時計



圖 298

ノ針ノ動ク方向ト反對デ, 南極ノ端ニ面スレバ電流ノ方向ハ時計ノ針ノ動ク方向ト一致スル, 故ニ電流ノ方向ガ反時計的ナル面ハ北極デ, 時計的ナル面ハ南極ナルヲ知ル. 從ツテコイルノ一端ニ磁石ノ一端ヲ近ヅクレバ斥ケラレ其他端ニ磁石ノ同ジ極ヲ近ヅクレバ吸引セラルヲ知ル. 之レニ由レバ電流ノ通ズル二ツノコイルヲ近ヅクレバ全ク磁石ノ作用ト異ナルコトナシ. 茲ニ注意ス

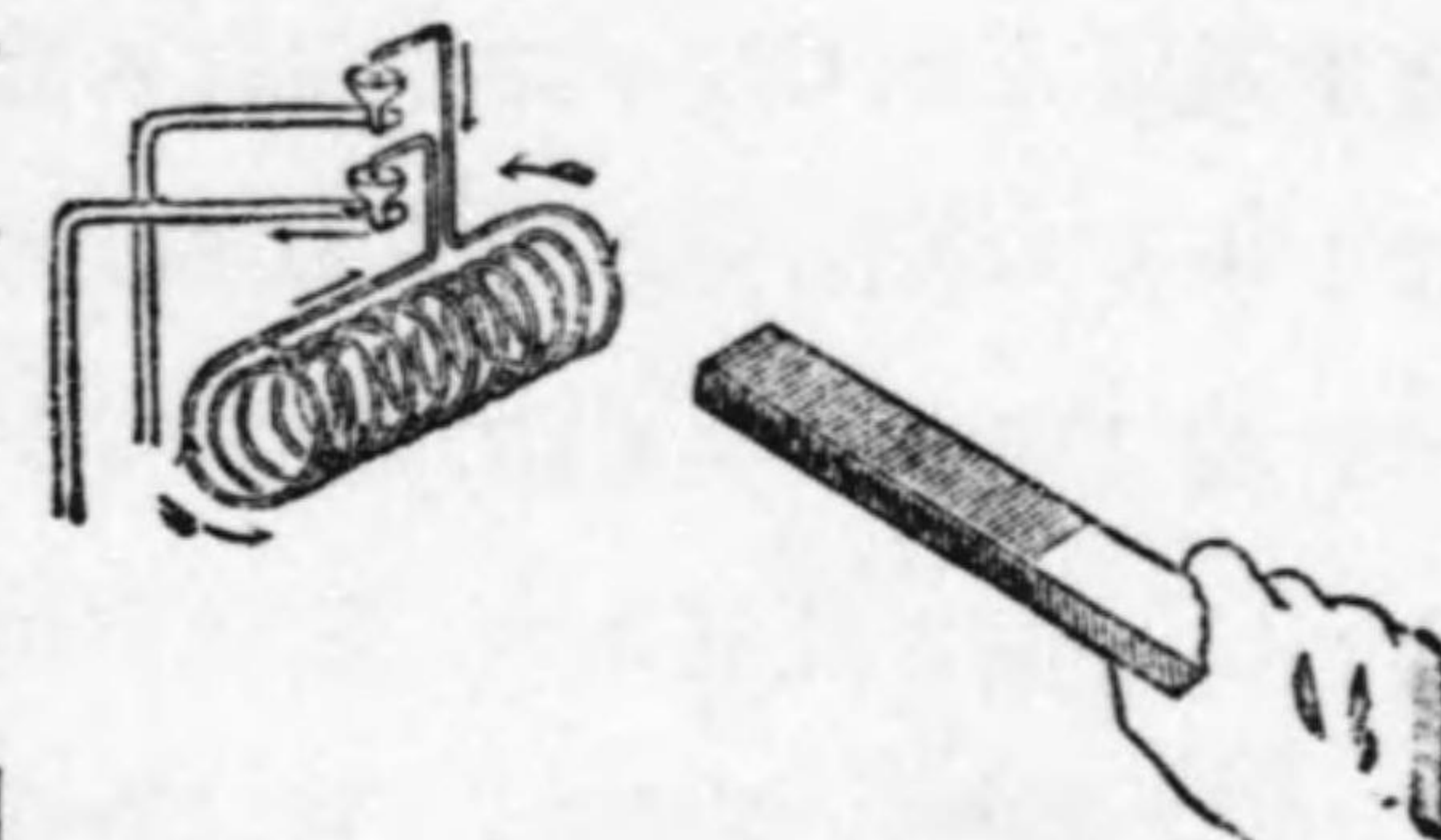


圖 299

ベキハコイルガ外部ニ及ボス作用ハ磁石ト同ジケレドモ其内部ニ於ケル作用ハ大ニ異ナルコトデ即チ鐵片ヲコイルノ端ニ近ヅクレバ單ニ其端ニ吸引セラルルノミナラズ内部ニ吸込マルルナリ.

コイルノ中ニ軟鐵ノ心ヲ入レテ電流ヲ通スト, コイルノミノ場合ニ生ジタ指力線ノ數千倍ノ數ヲ増ス.

コイルノ磁極ト電流ノ方向トニハ次ノ關係アリ, 右手デ, コイルヲ握ツテ, 拇指以外ノ指ヲ電流ノ方向ニ向ケルト, 拇指ハコイルノ北極ニ向ク.

[3] 電流相互ノ作用. 電流ノ通ズル周圍ハ磁場ナル故二ツノ電流ノ通ズル導線ハ互ニ作用ス實驗ニヨリ次ノ法則アリ.

(1) 二ツノ平行ナ導線ニ通ズル電流ノ方向等シケレバ相牽引

シ、其方向反對ナレバ相反撥スル。

(2) ニツノ相交ハル導線ニ通ズル電流ノ方向共ニ其交點ニ向フカ或ハ交點ヨリ出ヅルトキハ相牽引シ、一ツハ交點ニ向ヒ他ハ交點ヨリ出ヅルトキハ相反撥ス。

(3) 電流ノ通ズルニツノ導線ノ相作用スルカハ各ノ電流ノ強サニ比例ス。例ヘバ圖300ノ如クOヲ中心トシテ廻轉シ得ル導線AB, CDニ矢ノ方向ニ電流ヲ通

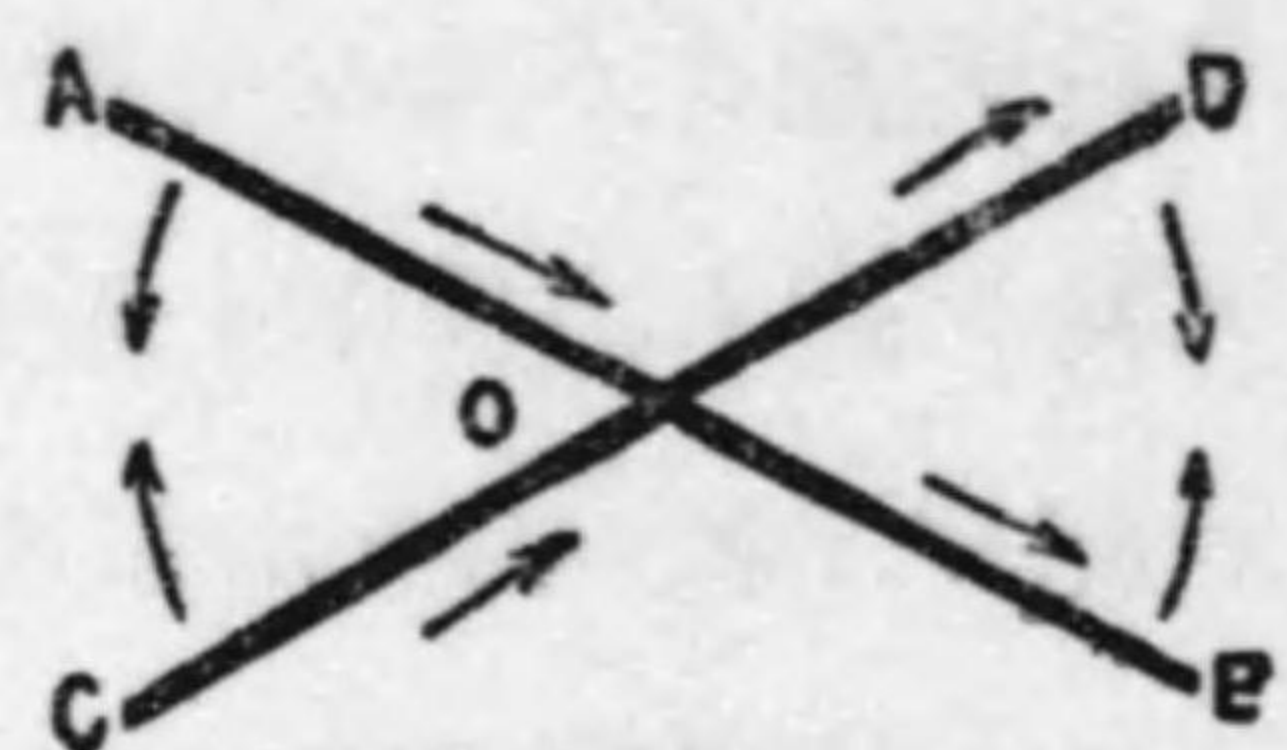


圖 300

ズルナラバ(2)ニヨリ A, C 相近ヅキ B, C 相遠ザカル、又各々通ズル電流ノ強サヲ C_1, C_2 アンペア、トセバ(3)ニヨリ二線ノ作用スルカハ $C_1 \times C_2$ ニ比例スル。

[4] 簡單ナ電流計. 電流ト磁石トノ相互作用ヲ應用シテ電流ノ存在ヲ知り又ハ電流ノ強サヲ測ル装置ヲ電流計ト云フ。圖301

ハ其簡單ナモノデ小磁針ガコイルノ中央ニ据エテアルカラ磁針ノ上下ニアル、コイルヲ通ル電流ガ各磁場ヲ作り、シカモ其方向ハアンペアノ法則ニヨリ共ニ磁針

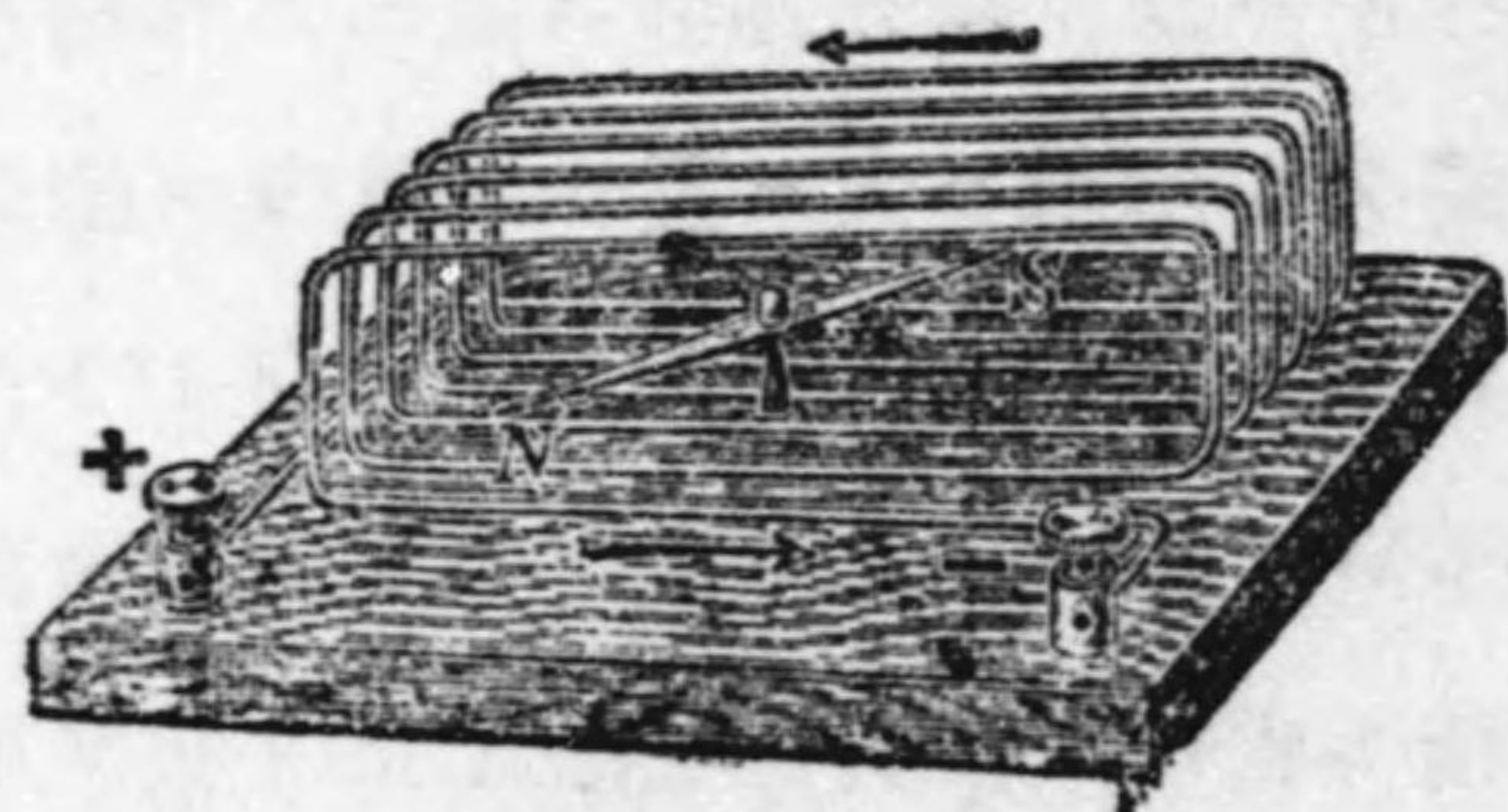


圖 301

ノ北極ヲ前方ニ押シ遣ル如クナルカラ磁針ノ偏リハ一層大キクナル、又磁針ハコイルノ中央ニアルカラ磁針ノ受ケル作用ハ略コイルノ捲數ニ比例スル。此コイルニ電流ヲ通ズルト其電流ノ強サハ磁針ノ動イタ角ノ大サデ知ラル。

[5] 電磁石. コイルノ中ニ軟鐵心ヲ入レテ、之レニ電流ヲ

送ルト、コイルノ磁場ニ感應シテ軟鐵心ハ磁石トナツテ鐵片ヲ吸引スルガ電流ヲ絶ツト軟鐵心ハ忽チ磁氣ヲ失フ、若シ此場合ニ軟鐵心ノ代リニ鋼鐵ヲ入レルト強イ電流ヲ送ラネバ鋼鐵ハ強イ磁石トナラナイ代リニ一旦磁氣ヲ得ルト電流ヲ絶ツテモ磁氣ヲ失ハナイ。強イ永久磁石ハ通常此方法ニヨル。前ニ述べタ軟鐵心ニコイルヲ卷キテ電流ヲ送り一時磁石ニスル装置ヲ電磁石ト云フ。

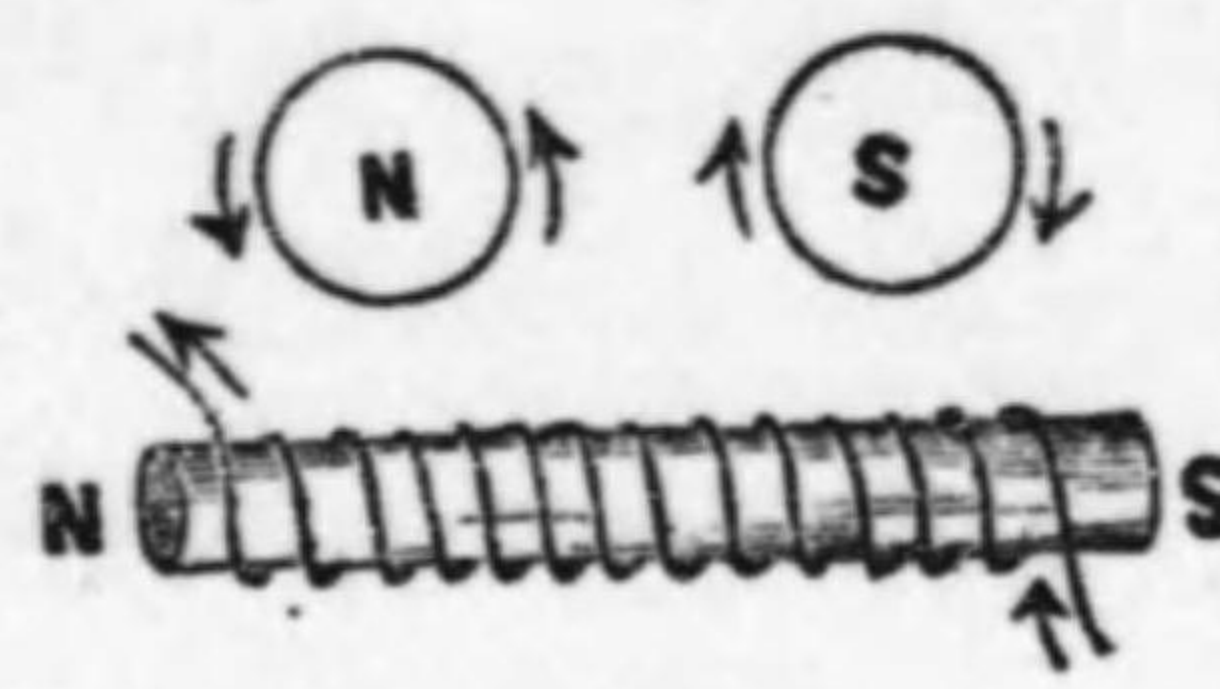


圖 302

實用ニハ電磁石ノ兩極ヲ利用スル爲ニ軟鐵心ヲ蹄鐵形ニ曲ゲル電磁石ハ電鈴、電信機 電話機等ノ主要部ヲナシ又工場等ニテ之レヲ利用シテ重イ物體ヲ吊リ上ゲ目的ノ場所ニ移動シテ電流ヲ絶チ重イ物體ヲ移動シ、貨車カラ大キナ鐵材ヲ積卸ロスニ用ヒラル。殊ニ爐中カラ熱シタ鋼塊ヲ取り出ス等ニハ電磁石ハ殊ニ便利デアル。電磁石ノ強サハ電流ノ強サト、コイルノ捲キ數トノ相乘積ニ由ル。



圖 303

[6] 弧燈ノ自動調節器. 圖304ハ弧燈ノ二ツノ炭素棒間ノ距離ヲ常ニ一定ニ保ツタメノ自動調節器ヲ示ス。 C_1, C_2 ハ炭素棒デIハ軟鐵棒デアル。Iト C_1 トハGヲ支點トスル挺子ノ兩端ニ固定セラル。Iニハ二ツノコイル R, r トヲ卷イテアツテ R

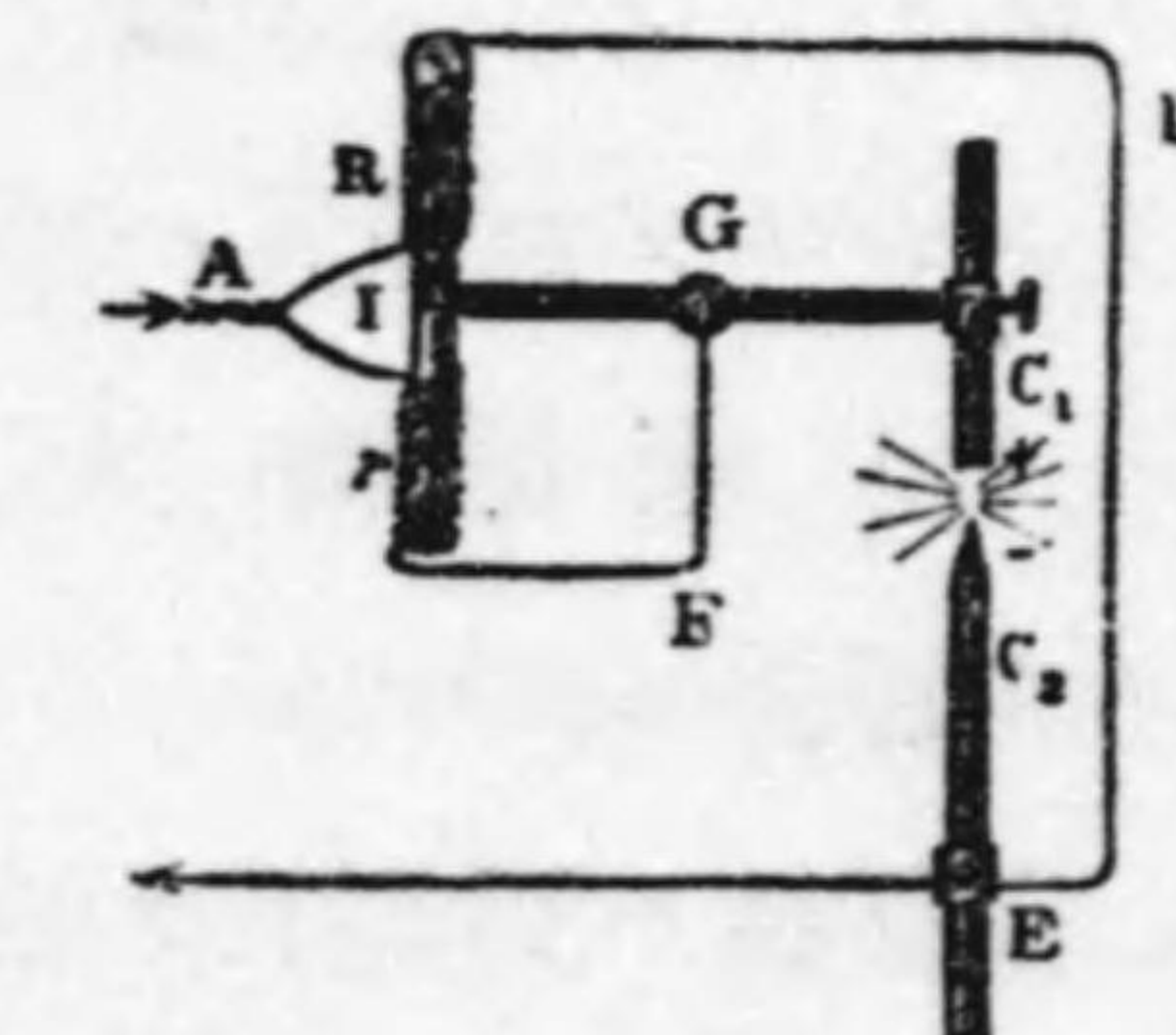


圖 304

ノ抵抗ハ r ノ抵抗ヨリモ大デアル。Aカラ入ツタ電流ハ二ツニ分レ、一ツハAREヲ通り、他ハArFGC₁C₂ヲ經テEニテ會合ス。電流ガ通ラナイトキハ炭素棒ノ重ミデC₁トC₂トハ互ニ接觸スルガ電流ヲ通スト其大部分ハ抵抗ノ小サイ下ノコイルノ中ヲ流レルカラ r ハ其磁カニヨリテ軟鐵棒ヲ引キ下ゲル。從ツテC₁ハ上ルカラC₁C₂ハ離レテ其間ニ弧燈ガツク。若シC₁C₂ノ距離ガ餘リ離レ過ギルト其間ノ抵抗ハ増スカラ電流ハ多ク上ノコイルRノ中ヲ流レルコトニナルカラRハ軟鐵Iヲ引揚ゲテC₁C₂ノ距離ヲ減ズルカラC₁C₂ノ距離ハ自働的ニ調節サレル。

[7] 電 鈴. 電鈴ハ電磁石ノ應用デ其回路ハ通常1個カ2

個ノ電池ト押釦ト連絡線トヨリナル。圖305ノ釦Pヲ押シテ回路ヲ閉ヂルト電磁石Eハ磁氣ヲ得テ、其前ニアル鐵片Nヲ引キ槌ハ鈴ヲ鳴ラス、此時Sハネヂノ尖

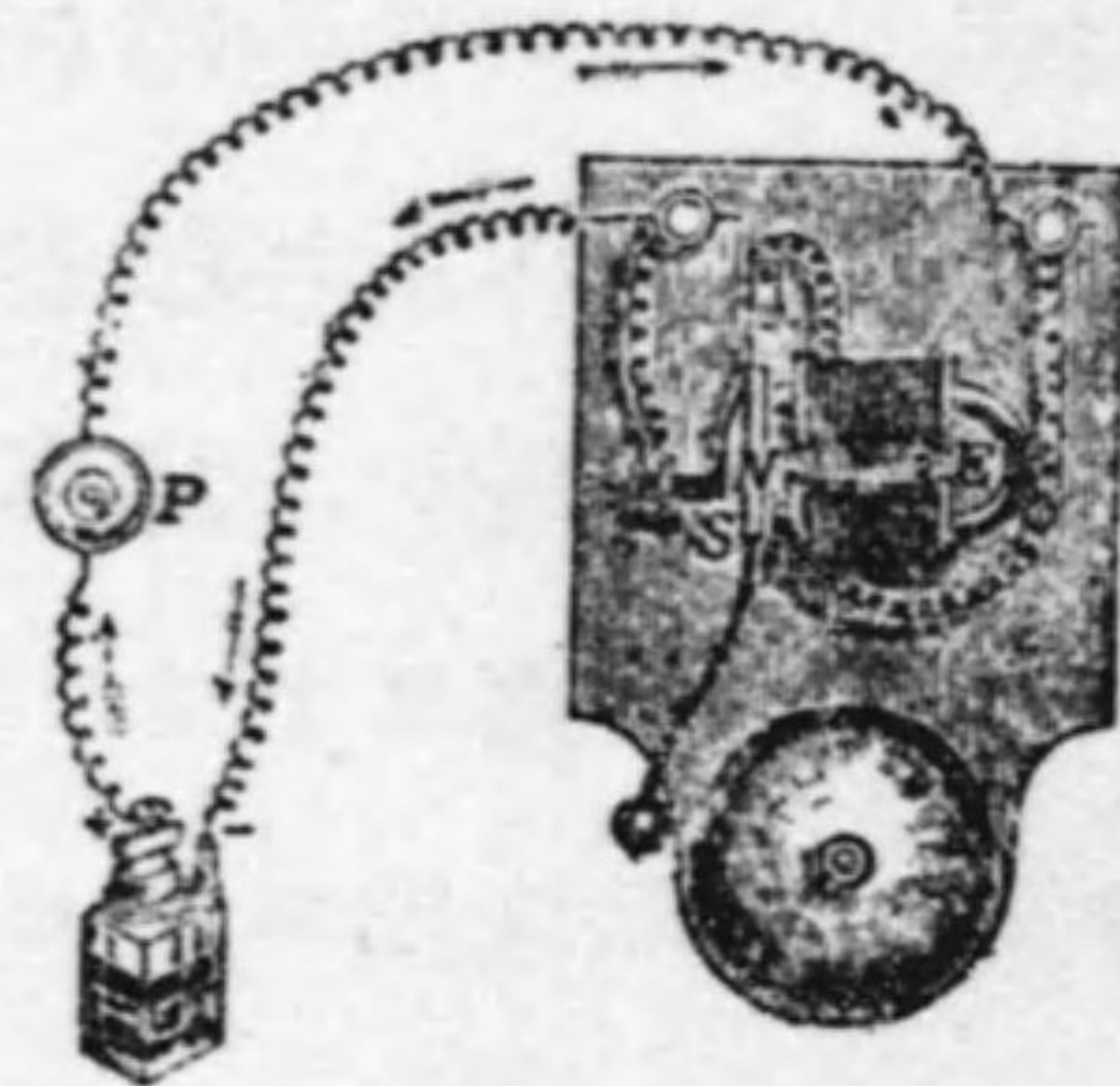


圖 305



圖 306

端ヲ離レテ電流ハ止マリ、軟鐵ハ磁氣ヲ失ヒSハ元ノ位置ニ歸リ再ビネヂニ觸レテEハ再ビ磁氣ヲ得テ槌ハ鈴ヲ打ツ、故ニ釦ヲ押ス間ハSノ往復運動ガ起ツテ鈴ハ鳴リ續ク。通常電鈴ニハ、ルクランシェノ電池又ハ乾電池ヲ用キル。

[8] 電 信 機. 電信機ノ要部ハ發信機、受信機及ビ之ヲ連結スル導線ヨリナル。

發信機ハ圖307ノ如ク木製ノ臺ノ上ニ金屬ノ挺子ヲ裝置シテ電流ヲ斷續セシムルモノナリ。豫メ定メラレタ規定ニ從ヒテ通信セ

ントスル文字ニ應ジテ釦ノ押シ方ヲ加減シテ電流ノ斷續スル時間ニ長短ヲ作ル。電流ハ此ノ發信機カラ架空線ヲ經テ他局ノ受信機ニ入ル。

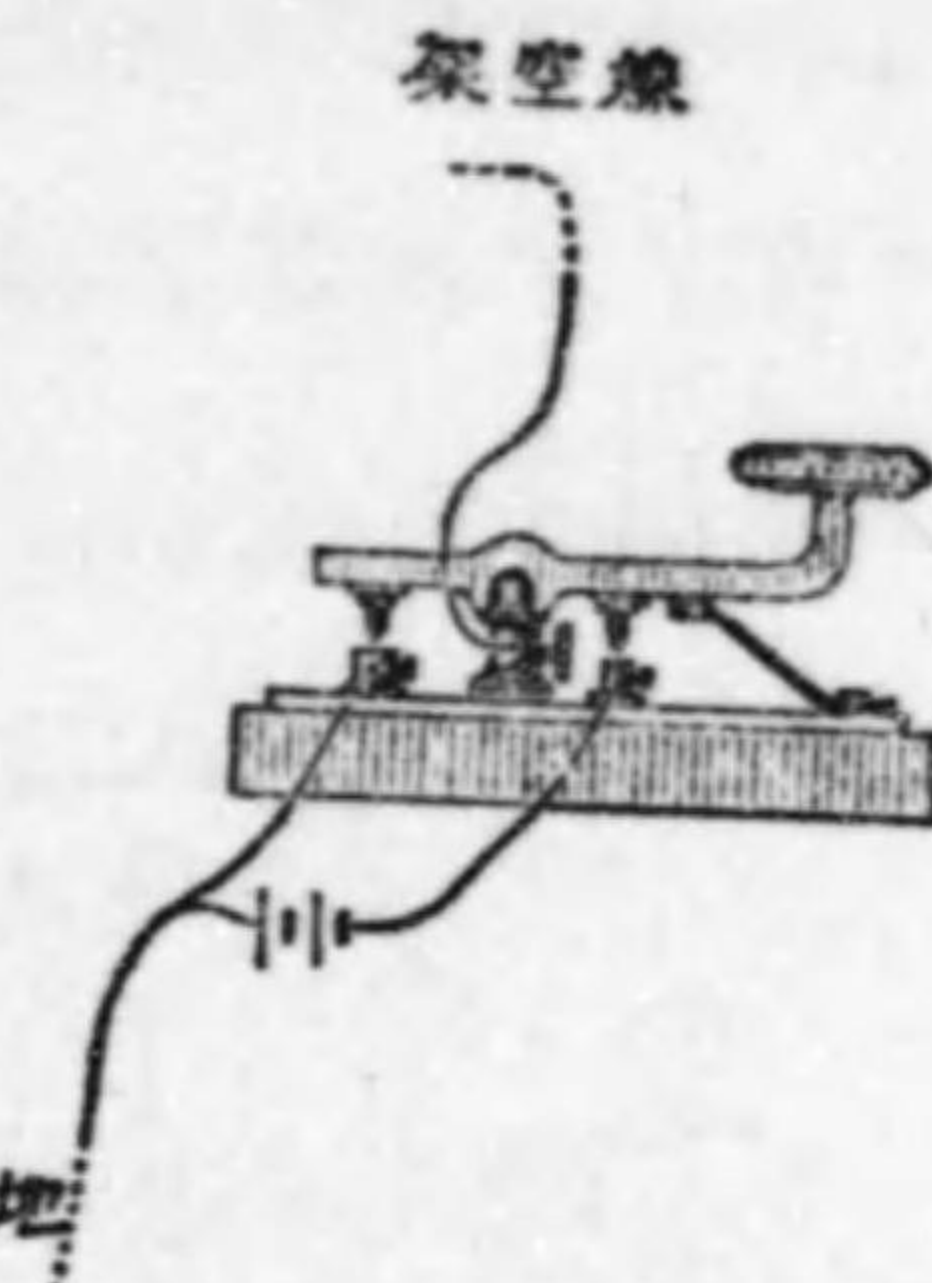


圖 307

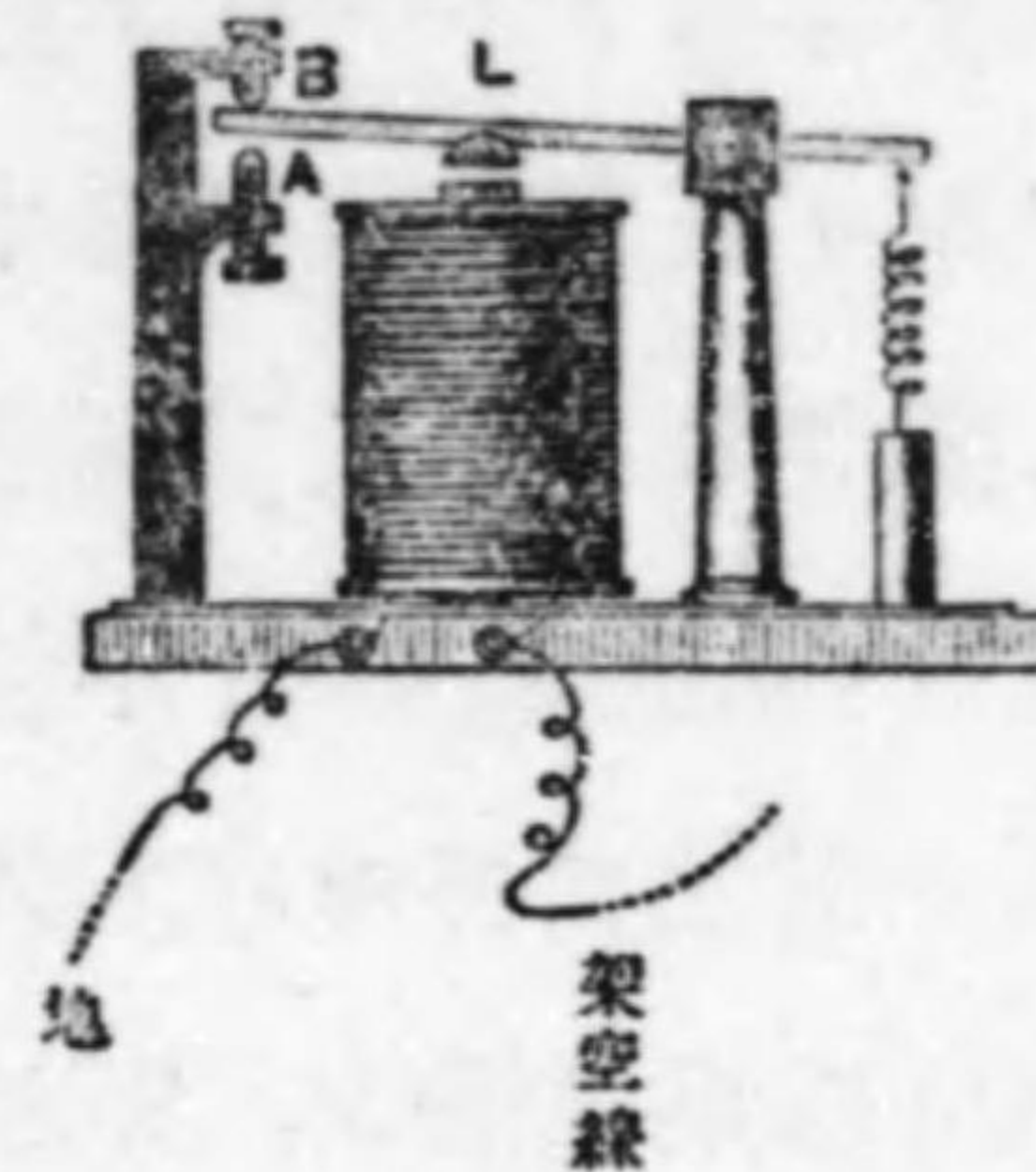


圖 308

受信機ハ電磁石ノ上ニ鐵片ノ付イタ挺子デ發信機カラノ電流ハ此電磁石ノコイルヲ通ル様ニナルカラ發信機ヨリ來ル電流ニヨツテ此電磁石ノ軟鐵心ガ磁氣ヲ帶ビ挺子ノ軟鐵片ヲ引キ下ゲテAヲ打タセル。電流ガ止ムト挺子ハ、バネデ引キ上ゲラレテBヲ打ツ。即チ發信機ノ電流ノ斷續ニヨツテ音ト音トノ時間ノ長短ヲ紙上ニ印スル線ト點トニ相應セシムレバ之ニヨツテ受信スルコトヲ得。

圖309ハモールスノ受信機デMハ電磁石、Aハ軟鐵片ヲ有スル挺子、Bハ時計仕掛ニヨリ廻轉スル

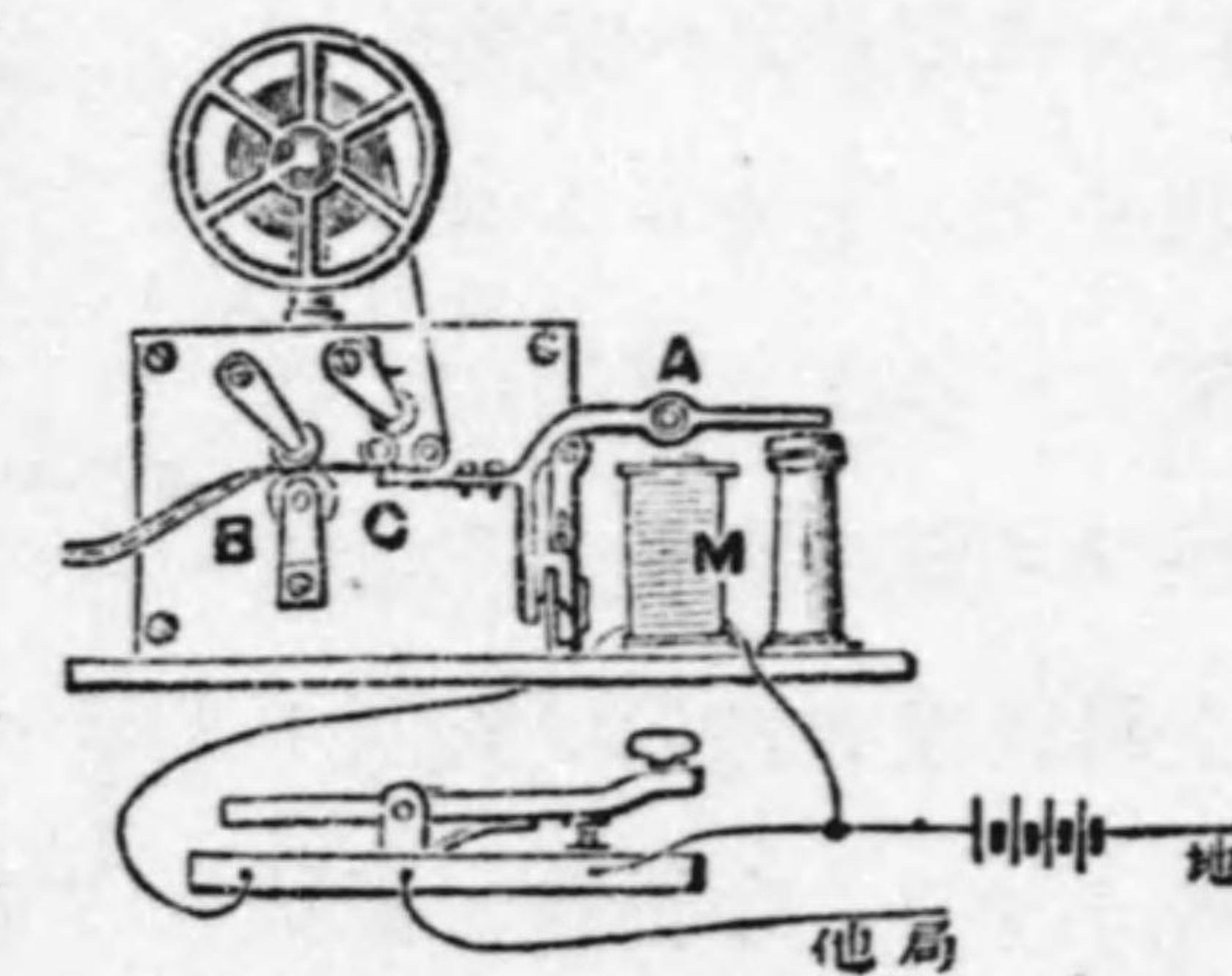


圖 309

車デアル。他局ニ於ケル發信機ノ電鍵(電流ヲ斷續スル裝置)ヲ押シテ電流ヲ通ズレバMハ磁石トナリ挺子Aニ附着セル鐵片ヲ吸引シテ挺子ヲ動カシ、其一端Cハ上リテ時計仕掛ケニヨリテ徐々ニ引キ出

サル紙片ヲ押シテ茲ニ直線狀ノ記號ヲ附ス。即チ電流ガ瞬間通ズレバ點ヲ印シ長ク通ズレバ線ヲ印ス。此ノ點ト線トノ組合セニヨリテ記號ヲ作レバ電信符號ヲ得。

發信機ト受信機トヲ結ブニハ二本ノ導線ヲ要スル理ナルモ、地球ガ導體ナルコトヲ利用シテ受信機及發信機ノ導線ノ端ニ各銅板ヲ撃イデ其銅板ヲ地中ニ埋メテ地球ヲ導線ノ一ツニ代用スル。

圖310ハ甲乙二局間ノ發信及ビ受信ノ連結ヲ示ス。圖ニ於テA, A'ハ電鍵ナリ。今甲局ニテ電鍵ヲ押セバ右側ノ接觸點接觸シ、電池ヨリノ電流ハ矢ノ方向ニ架空線ヲ通ツテ乙局ニ入り受信機ヲ動カシ

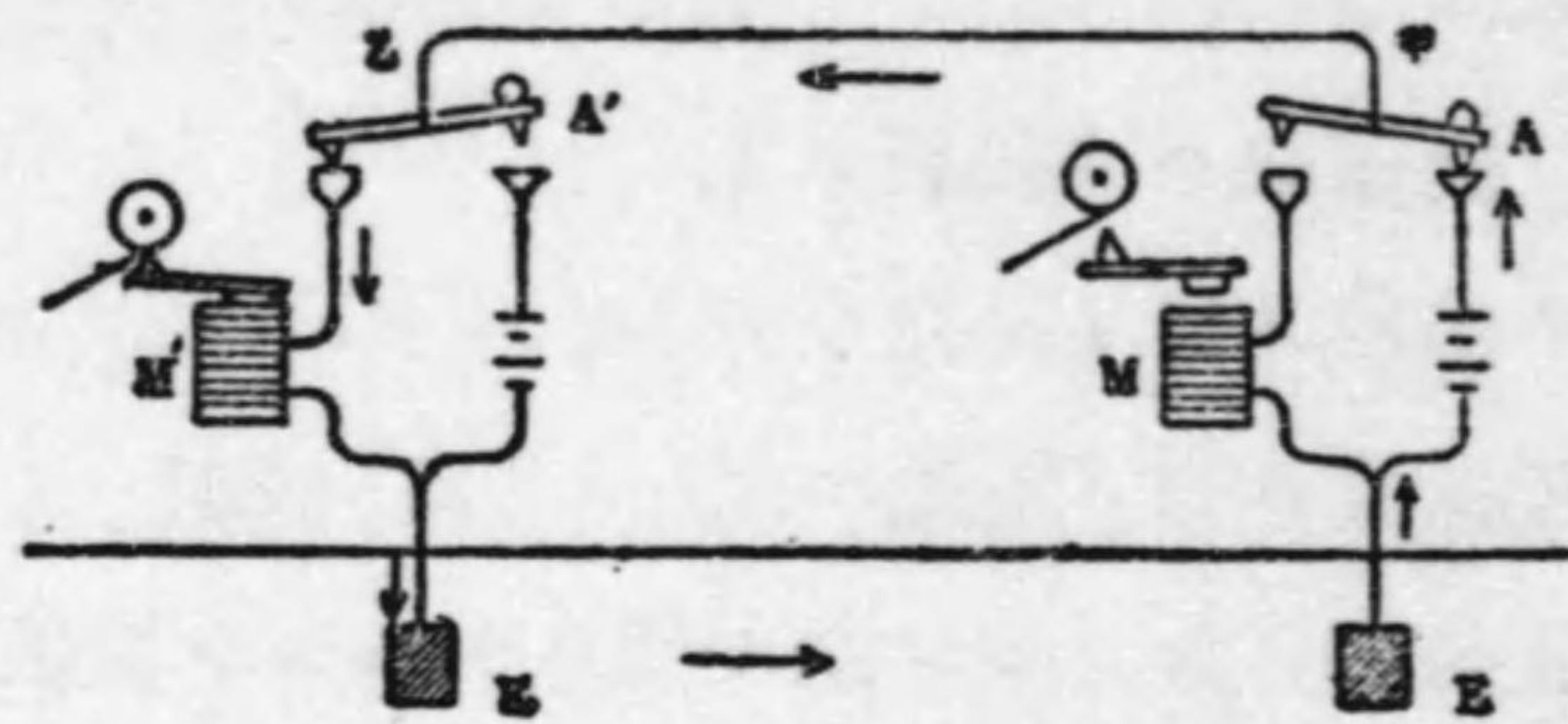


圖 310

大地Eヲ經テ甲局ニ歸ル。又乙局ニテ電鍵ヲ押セバ同様ニシテ電流前ト逆ニ流レテ甲局ノ受信機ヲ動カス。實際ハ一本ノ電線デ甲乙二局カラ同時ニ通信シ得ル如ク裝置セラル。之ヲ二重電機ト云フ。圖311ハホキートストーン電橋ノ原理ヲ應用セル二重電機デ甲

局ニテ電池Bハ電鍵K₁ヲ通ジテ、ホキートストーン橋ノ一隅A₁ニ連絡ス。電橋ノ四個ノ分線ハP₁, Q₁ト線路及ビ乙局ノ裝置トR₁トナリ。今線路ノ抵抗ト乙局ノ裝置ノ全抵抗ノ和ヲL'トシR₁ヲ加減シ

$$\frac{P_1}{Q_1} = \frac{L'}{R_1}$$

ナル條件ヲ満足スル(實際デハ通常P₁=Q₁, L'=R₁ナル如クセリ)

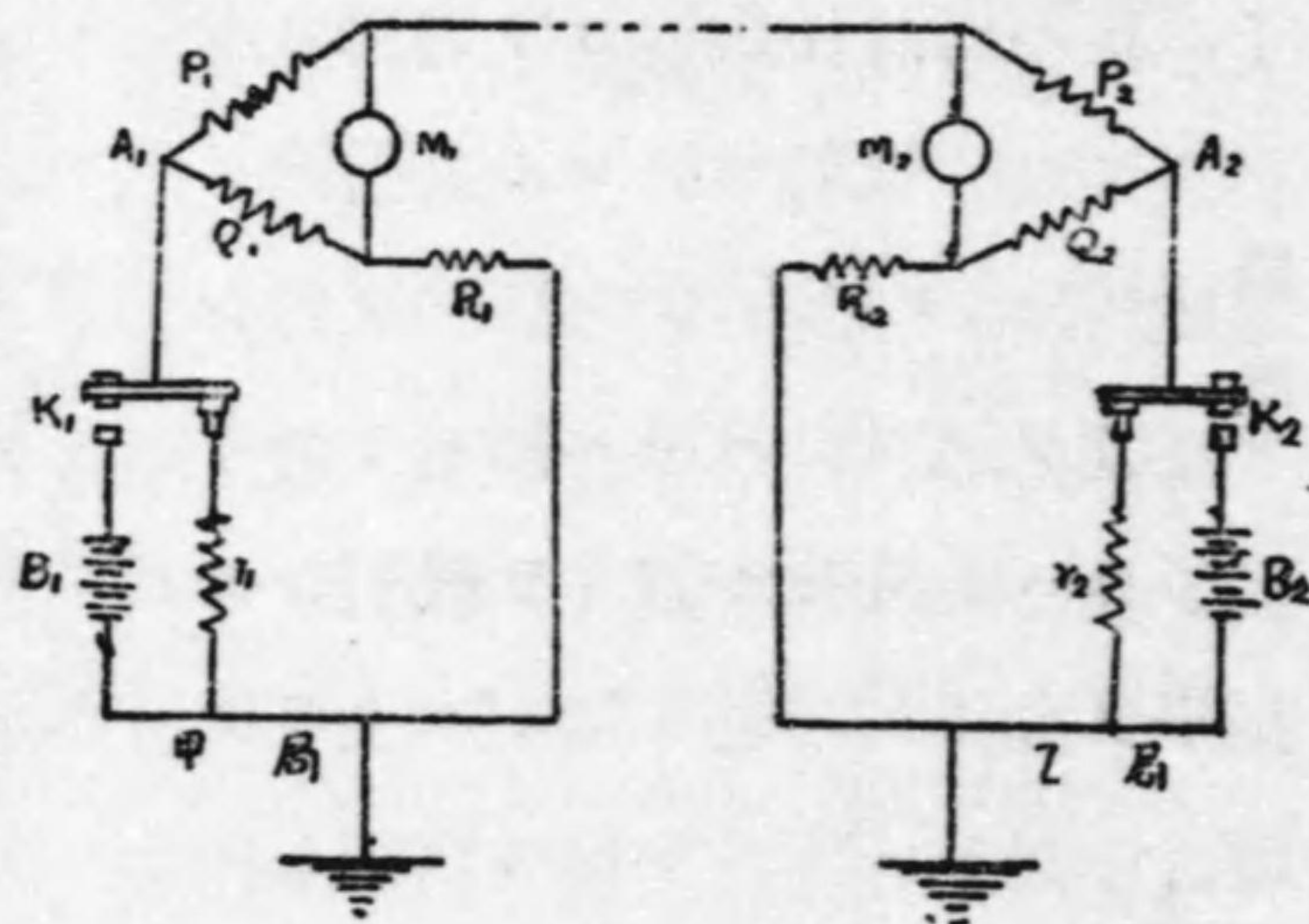


圖 311

如クセバK₁ヲ押シテモB₁ヨリノ電流ハ甲局ノ繼電器M₁ヲ通ズルコトナケレドモ線路ヲ通ジテ乙局ニ達シ一部分ハA₂ヨリ大地ニ、一部分ハM₂ヲ通ジテ大地ニ流ルカラ乙局ノ繼電器ニハ感動スル。同様ニ乙局ニ於テ電鍵K₂ヲ押シテモ電池B₂ヨリノ電流ハM₂ヲ通ズルコトナクシテM₁ヲ通ズル如クスルコトヲ得。依テ同時ニ二重通信ガ出來ル。

遠距離ノ通信ヲナス時ハ斷續スル電流ガ弱クナルタメニ受信機ノ電磁石ヲ充分働カスコトノ出來ヌ場合ガアル此時ニハ繼電器ヲ用フ。繼電器ハ極メテ鋭敏ナ電磁石ト之ニヨツテ新ナ回路ヲ繼續スル軟鐵ノ附イタ挺子トカラ成ル圖312ハ之レヲ示ス。即チ外線カラ來タ電流ハ電磁石Mヲ働カセテ軟鐵

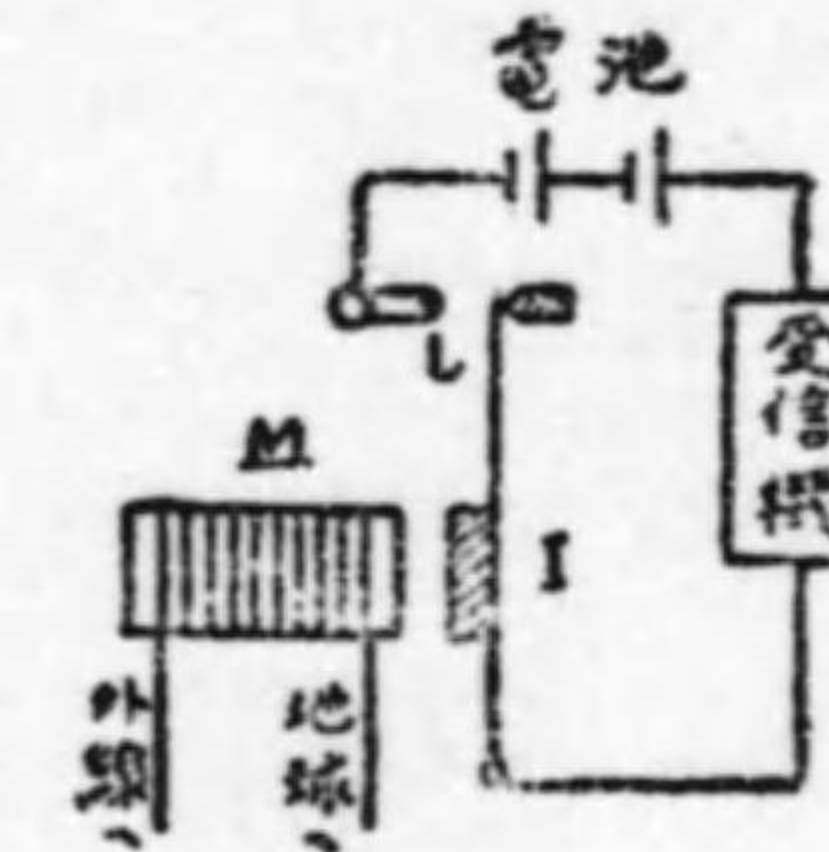


圖 312

板Iヲ吸引シ挺子ノ一端ガLニ接シ電池ト受信機トノ新ナ回路ガ閉ヂル如クシ。受信機ハ自局備付ノ電池デ働クノデアル。又中繼機トシテ新ナ回路ノ電池カラ出タ電流ヲ別ノ局ニ送ル場合モアル。

問 [1] 導線ニ電流ノ有無ヲ判別スル方法ヲ列記セヨ。

解 (1)小磁針ヲ近ヅケテ導線ノ周圍ニ磁場ガ生ズルカ否ヲ見ル。(2)導線ガ發熱スルカ否ヲ見ル。(3)導線ノ一部ヲ鐵棒ニ捲イテ電磁石ノ形トナシ鐵粉ヲ小磁針ヲ近ヅケテ見ル。(4)導線ノナルベク遠イニ點ヘ鋭敏ナ電流計ノ二極ヲ繋イテ見ル。(5)導線ノ一部ニ電流計ヲ繋イテ見ル。(6)導線ノ一部ヲ切斷シ兩方ノ切口ヲ稀硫酸中ニ浸シ切口カラ泡ノ發生スルカヲ見ル。

問 [2] 電流ノ方向ヲ見定メル方法ヲ述ベヨ。

解 (1)小磁針ヲ電流ノ通ル導線ノ近クニ持チ來リアンペアノ法則ニヨリ判定スル。(2)導線ノ一部ヲ軟鐵棒ニ捲イテ電磁石ヲ作り、磁極ノ近クニ小磁針ヲ持チ來リ其南北極ヲ檢シテネヂノ法則ヲ適用シテ判定スル。(3)回

路ノ一部ヲ切斷シ切口ヲ食鹽水槽中ニ浸シテ陽極ニ泡ノ發生スルヲ見テ電流ノ方向ヲ判定スル。

問〔3〕 唯一個ノ電鈴ヲ備ヘテ多クノ場所ヨリ鳴ラス連結法ヲ述ベヨ。又多クノ電鈴ヲ鳴ラスニ一箇ノ電池ヲ共用スル連結法ヲ述ベヨ。



圖 313

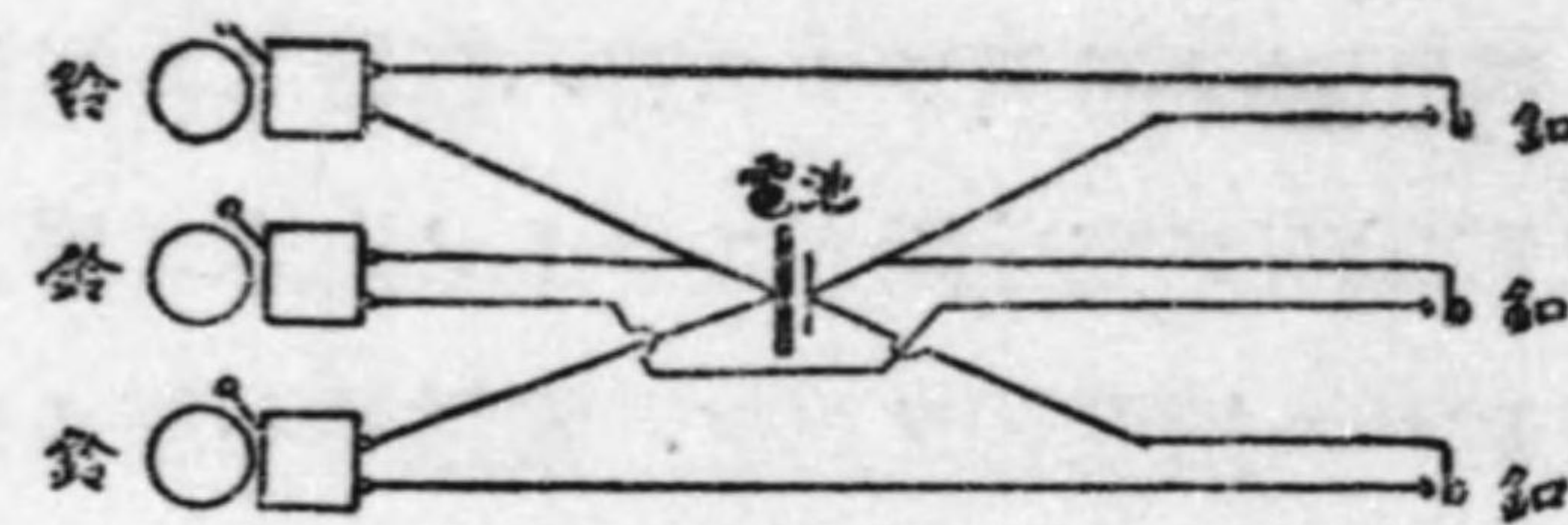


圖 314

第六章 電磁感應

〔1〕 感應電流. 電流ニヨツテ磁場ヲ生ジ, 電流ノ強サニヨツテ磁場ノ強サモ異ナル. 之ト逆ニ磁場ノ變化ニヨツテ電流ヲ生ゼシムルコトヲ得.

圖315ノ如キ絶縁シタ針金ヲ幾重ニモ捲イタ, コイルノ兩端ヲ鋭敏ナ電流計ニ連結シ置キ, コイル中ニ強キ棒磁石ノ一極ヲ急ニ挿入スル時ハ其瞬間ニ電流ノ指針ハ一時一方ニ振レテ, コイルノ回路ニ一時的電流ノ流レタ事ヲ示ス. 又急ニ棒磁石ヲ引キ出ス時ハ指針ハ前ト反對ニ振レ, コイルノ回路ニ前ト反對ノ方向ニ一時的電流ノ



圖 315

流レタ事ヲ示ス. 次ニ棒磁石ノ極ヲ逆ニシテ實驗シテ見ルト前ノ場合ト反對ノ方向ノ一時的電流ヲ生ズ. 此ノ現象ヲ電磁感應ト云ヒ. 之レニヨツテ, コイル内ニ起ル一時的ノ電流ヲ感應電流ト云フ.

此實驗ニヨリ感應電流ノ生ズルノハ, コイル内ノ磁場ノ變化ニ基クコトガ知レル. 即チコイル内ニ棒磁石ヲ挿入スルトキハ, コイル内ニ突然磁場ヲ生ジ磁石ヲ, コイルヨリ引出ストキハ, コイル内ノ磁場ガ突然消失スルコトニナル, 故ニコイル内ノ磁場ノ變化アルトキハ常ニ感應電流ヲ生ズルコトヲ知ラル.

電流ヲ通ズルコイルハ棒磁石ト同ジ作用ヲナスカラ上ノ實驗ニ於テ圖316ノ如ク棒磁石ノ代リニ電流ノ通ズル, コイルヲ以テシテ

モ同様ニ感應電流ガ得ラレル。又電磁石ノコイルニ電流ヲ通ジテ置キ、他ノコイルヲ其極ニ近ヅケ或ハ遠ザケ又極ノ前デ廻轉セシメテモ同様ニ感應電流ガ生ズルコトヲ知ラル。

[2] レンツノ法則。レンツハ磁石ノ運動ノ方向ト之レニヨツテ生ズル感應電流ノ方向トノ關係ヲ研究シテ次ノ法則ヲ得タ。

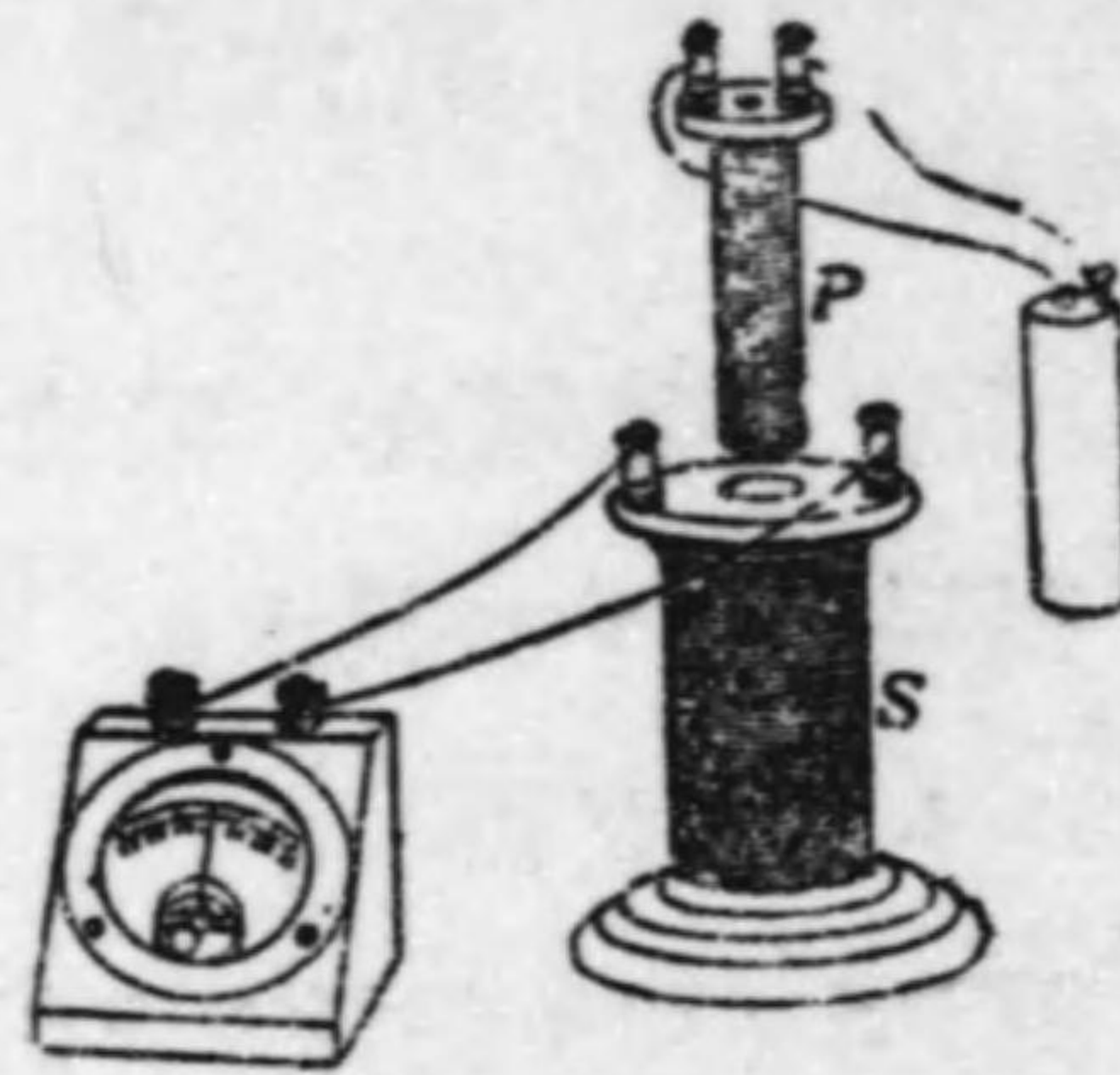


圖 316

感應電流ハ之ヲ生ズル磁石ノ運動ヲ妨ゲントスル方向ニ起ル。

之ヲレンツノ法則ト云フ。之ヲ又感應電流ハ磁場ノ變化ヲ妨ゲントスル方向ニ起ルトモ云フ。例ヘバ圖317甲ノ如ク、コイルカラ磁石ノ北極ヲ遠ザケントスルト磁石

ニ近イ、コイルノ面ニ南極ヲ生ズル方向ニ感應電流ヲ生ジテ磁石ノ遠ザカルノヲ妨グ、乙ノ如クコイルニ磁石ノ北極ヲ近ヅケントスルト感應電流ハ其ノ磁石ニ近イ面ニ北極ヲ生ジテ磁石ノ近ヅクノヲ妨ゲル向キニ起ル。又丙ノ如ク磁石ノ南極ヲ遠ザケントスルト、ソレ

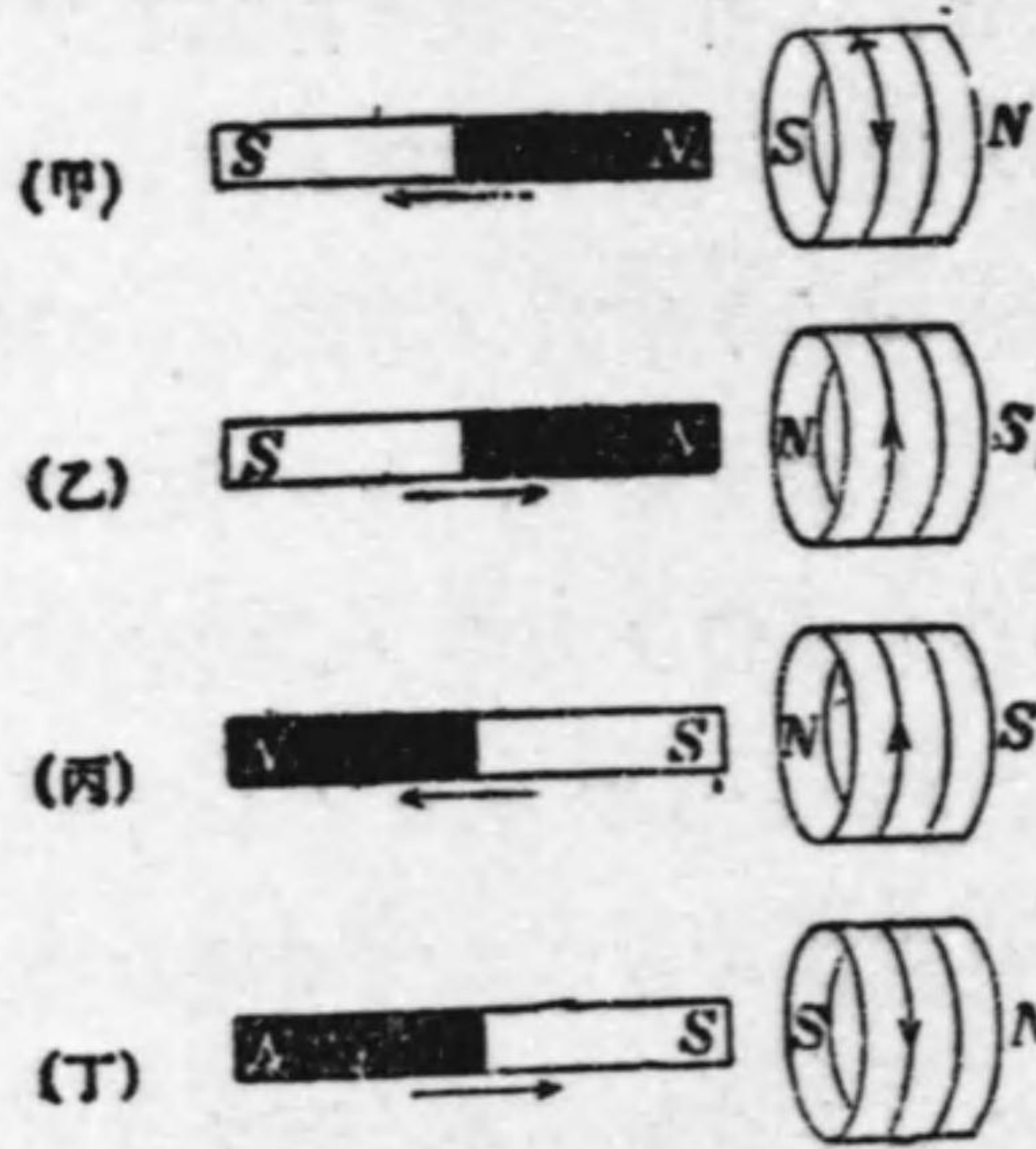


圖 317

ニ近イコイルノ面ニ北極ヲ生ズル如ク感應電流ガ起リ、丁ノ如ク磁石ノ南極ヲコイルニ近ヅケルト感應電流ハ磁石ニ近イコイルノ面ニ南極ヲ生ズル方向ニ生ジテ磁石ノ近クノヲ妨ゲル。

電流ノ通ズルコイルハ棒磁石ト同ジ働キヲ呈スル故電流ノ通ズ

ルコイルヲ他ノコイル中ニ出シ入レシタトキニ生ズル感應電流ノ方向モ亦棒磁石ト同様ニ考ヘラル。例ヘバ

圖318ノコイルAニ矢ノ方向ニ電流ヲ通ズルト、コイルノ左端ガ北極デ、右端ガ南極ナル棒磁石ト同様ナル故、之ヲコイルBニ近ヅケルトBニハ其右端ガ北極デ、左端ガ南極トナル様ニ感應電流ガ生ジテAノ近ヅクノヲ妨ゲ、又Aヲ遠ザケルトBノ右端ガ南極トナリ左端ガ北極トナル様ニ感應電流ガ生ジテAノ遠クノヲ妨ゲル、圖316ノコイルP及ビ圖318ノAヲ第一コイルト云ヒ、同圖S及ビBヲ第二コイルト云フ。

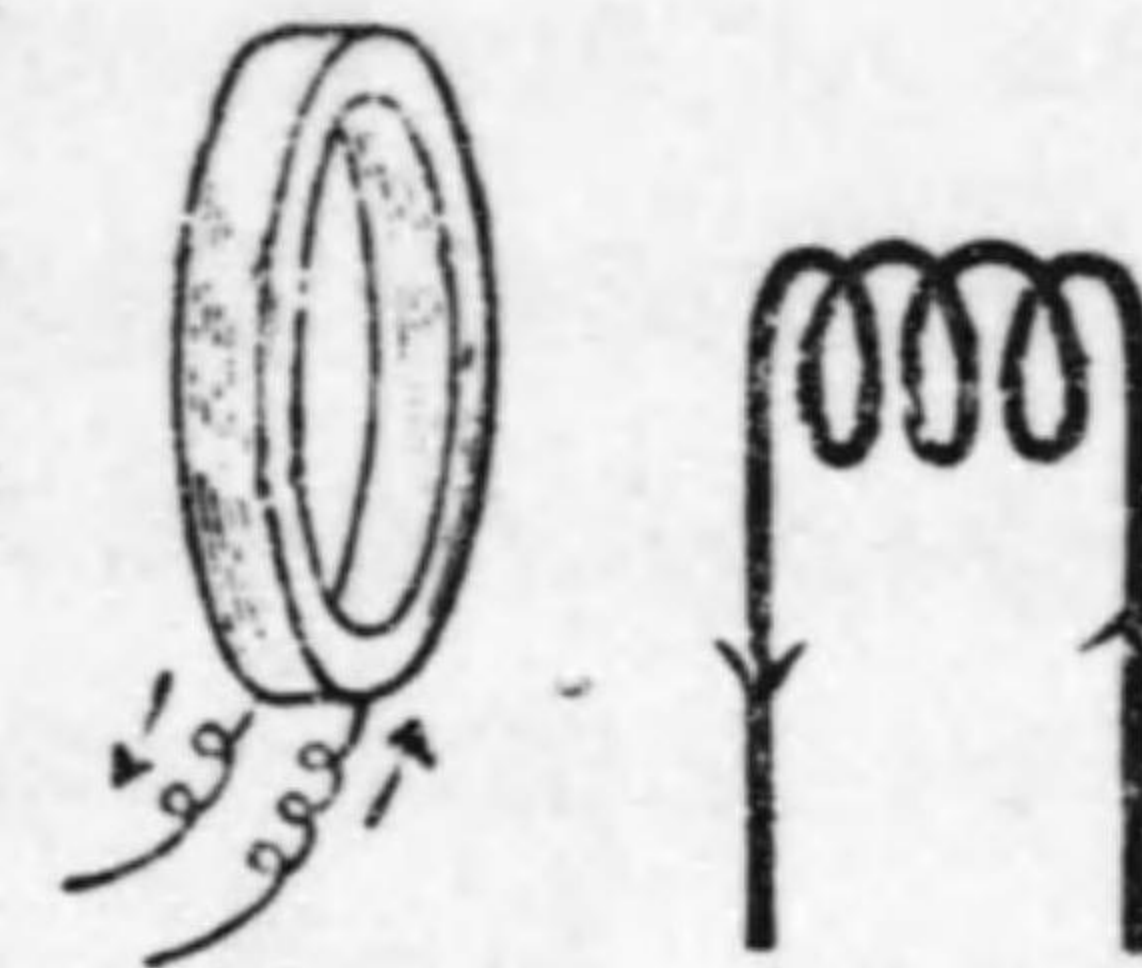


圖 318

[3] 電流ノ相互感應ト自己感應。前節ニ述ベタ如ク電流ヲ通ズル第一コイルヲ第二コイルニ近ヅケ、又ハ遠ザケルト第二コイルニ感應電流ヲ生ズ、之ト同様ニ第一コイルヲ第二コイルノ中ニ入レ、第一コイルニ通ズル電流ノ強サヲ増減スルト、ソレニヨツテ生ズル磁場ノ強サモ亦變ズル故、第二コイルニ感應電流ヲ生ズル、此場合ニ第二コイルニ生ズル感應電流ノ方向ハレンツノ法則ニヨリ知ルコトヲ得。即チ第一コイルノ電流ヲ増セバ第二コイルノ感應電流ハソレト反對方向ニ起リ、又第一コイルノ電流ヲ減ズルト、第二コイルニハソレト同方向ノ感應電流ヲ生ズル、斯ノ如ク二個ノコイル相互ノ間ニ生ズル感應ノ現象ヲ相互感應ト云フ。

只一ツノコイルガアル場合ニモ其中ヲ通ズル電流ノ強サヲ増減スルトキハ、コイル自身ノ作ル磁場ニ變化ヲ生ジ爲メニコイル自身ニ感應電流ヲ生ズ、斯ノ如クコイル自身ニ起ル感應ノ現象ヲ自

己感應ト云フ。自己感應ノ電流ノ方向ハレンツノ法則ニヨリ知リ得ルノデ、即チ常ニ本電流ノ増減ヲ妨ゲル方向ニ起ル。故ニコイルノ回路ヲ閉ヂテ電流ヲ通ゼントシテモ自己感應ニヨツテ本電流ガ一時ニ充分ノ値ニ達スルコトヲ妨ゲ、又回路ヲ開イテ電流ヲ切ルトキハ感應電流ハ本電流ト同ジ方向ニ流レテ、電流ハ一時著シク強クナル。通常電池ノ回路ヲ閉ヂルトキハ火花ヲ生ジナイガ回路ヲ開クトキニ却ツテ火花ヲ生ズルハ自己感應ニヨル電流ガ本電流ト同方向ニ流レテ一時著シク強クナルニヨル。

[4] 感應電流ノ動電力。ファラデーノ實驗ニ依レバ相互或ハ自己感應ノ動電力ノ大サハコイル内ノ磁場ノ變化ガ急激ナル程大デアル。例ヘバコイル内ノ磁場ガ或値ヨリ半秒間ニ零トナルトキハ1秒間ニ同ジ値ガ零トナルトキノ動電力ノ2倍ニ等シ、又同ジ急激度ノ磁場ノ變化ニ付テハ動電力ハコイルノ切口ノ面積ト針金ノ捲數トニ比例スル故ニ自己或ハ相互感應ノ動電力ヲ強大ナラシムルニハ、コイルヲ成ル可ク太クシ、且細イ針金ヲ幾重ニモ捲イテ其捲キ數ヲ多クスルヲ要ス。

[5] 直流ト交流。圖319ニ示セル如ク磁石ヲコイルノ前デ一進一退サセルト其都度コイルニ電流ガ生ジコノ電流ハ規則正シク且連續的ニ其方向ヲ變ズ、斯ノ如キ電流ヲ交流ト云フ。之ニ對シテ電池カラ得ラレル電流ノ如ク方向ガ常ニ一定セル電流ヲ直流ト云フ。

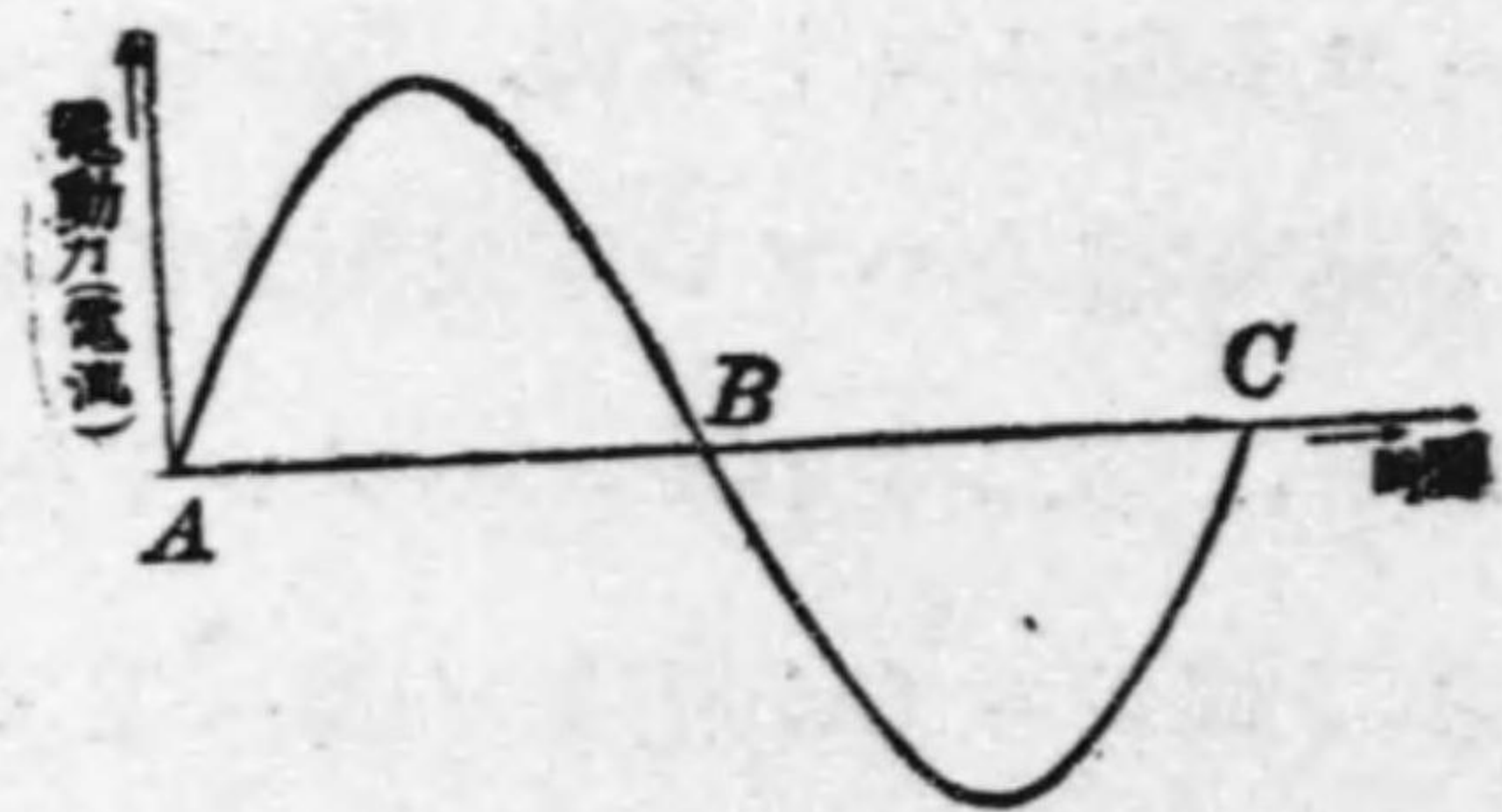


圖 319

交流ガ1秒間ニ方向ヲ變ズル回數ヲ其周波數ト云フ。圖319ハ

時間ヲ横軸ニ、動電力又ハ電流ヲ縦軸ニ取ツテ交流ヲ表シタグラフデ、AカラC迄ガ1周波ナリ。

[6] 感應コイル。感應コイルハ相互感應ニヨツテ大ナル感應動電力ヲ得ル装置ニシテ外形ハ圖320ノ如ク其主要部ハ第一コイル及ビ第二コイルヨリナル。圖321ハ其構造ヲ示ス。即チ軟鐵ノ心棒Aニ太イ銅線ヲ數百回巻付ケタ第一コイルBノ外側ニ細イ銅線ヲ十分ニ絶縁シテ數萬回巻キ付ケタ第二コイルCガアル。第二コイルノ兩端ハ金屬ノ極P、Qニ終ル。Dハ一端ヲ固定シ他端ニ軟鐵片ヲ附シ

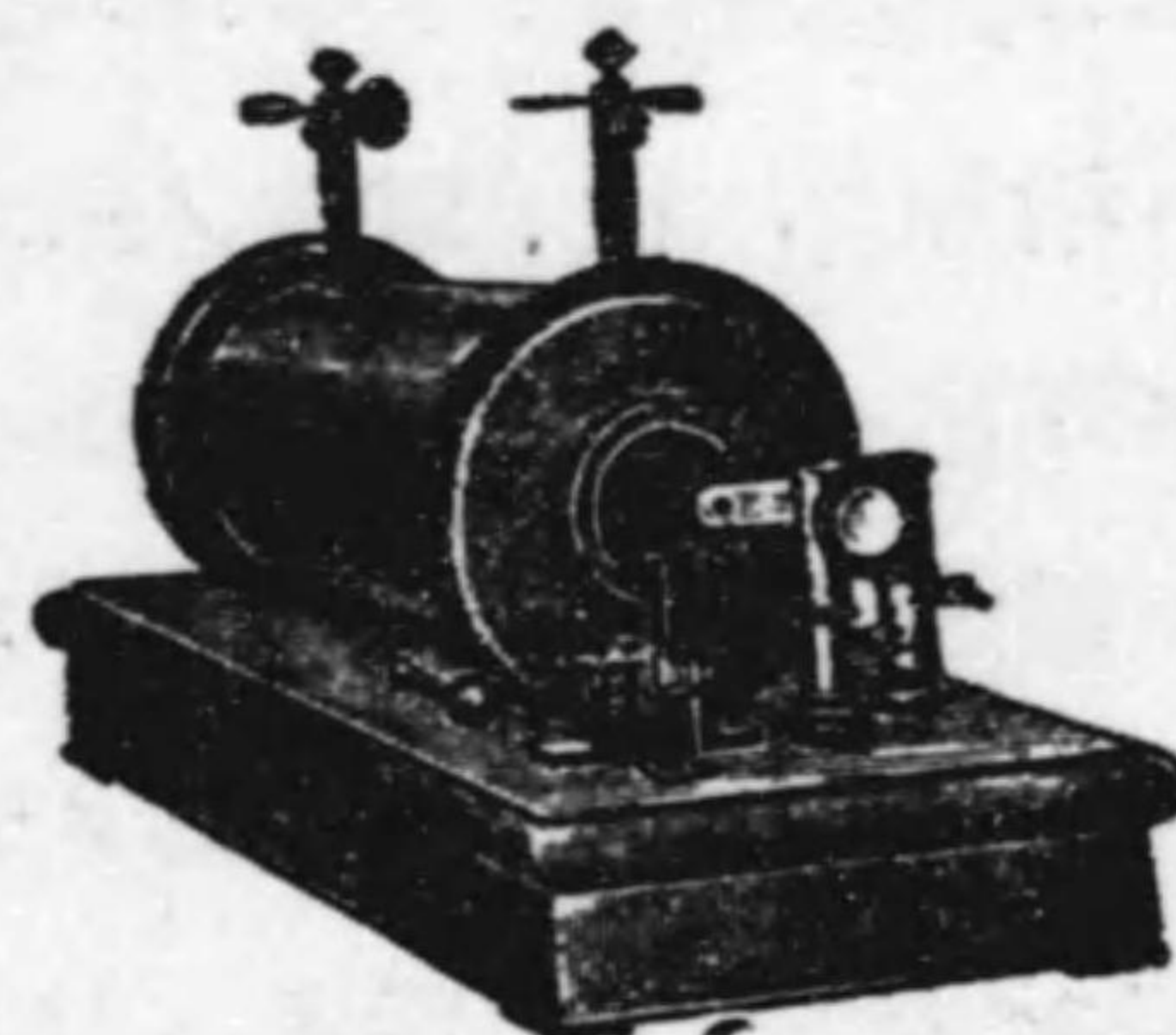


圖 320

Eト對向ス。Eハ白金片ヲ附ケタ、ネヂDニ接スル。今電池ノ兩極ヲE、Gニ連結スルト電流ハ第一コイルヲ通ジテ矢ノ方向ニ流レ。鐵心Aハ磁石トナルカラ前面ノ鐵片Dヲ引ク。然ルトキハE、Dハ離レテ回路ハ開ク。從ツテ鐵心ハ磁性ヲ失フカラ鐵片Dハバネノタメニ元ノ位置ニ戻リ、EトDトガ相接シテ再ビ回路ガ閉ヅ。斯ノ如クシテ回路ハ自働的ニ開閉セラルル。第一コイルノ回路ヲ閉ヅルトキ第二コイルニ其電流ト反對方向ノ感應電流ヲ生ジ、第二コイルノ一端P極ハ正トナリ他端Q極ハ負トナル。之ニ反シテ回路ヲ開クトキハ第二コイルト同方向ノ感應電流ヲ生ジP極ハ負ニ、Q極ハ正トナル。斯ノ如ク第一コイルノ回路ヲ開閉スル毎ニP、Q兩極ハ交互ニ正負トナリ火花ハ兩極間ヲ交番ニ飛

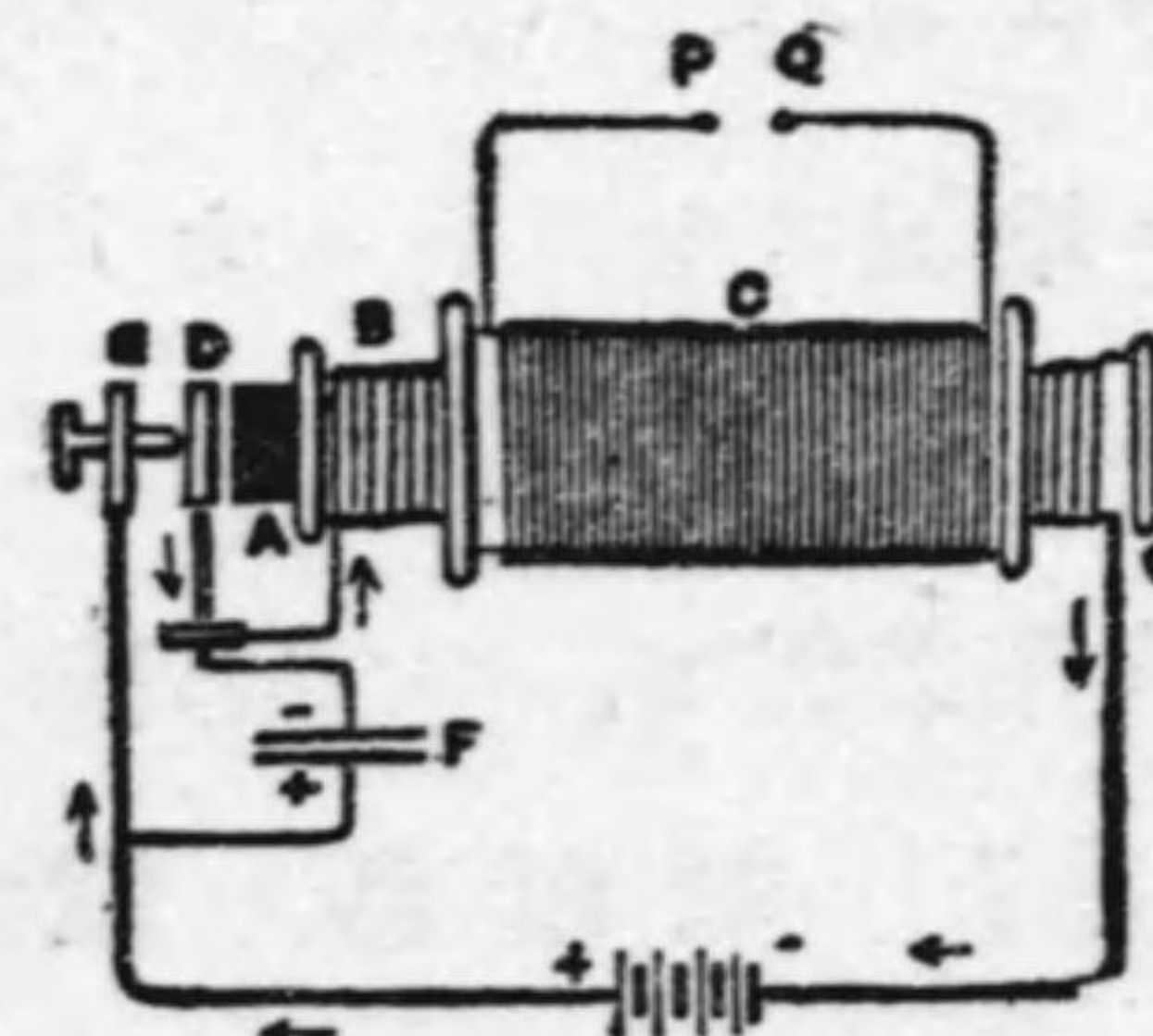


圖 321

ブ、然レドモ回路ヲ開クトキノ感應動電力ハ閉ヅルトキノソレヨリモ大キイカラ通常回路ヲ開クトキノ火花ノミガ兩極ヲ飛ブ。コレ第一コイルノ回路ヲ閉ヅルトキハ自己感應ノ爲ニ其電流ハ徐々ニ増加スルカラ第二コイルニ起ル感應動電力ハ餘リ大ナラズ。然ルニ回路ヲ開クトキニハD,E間ニ空隙ヲ生ズル爲メ回路ノ抵抗急ニ増加シ、從テ電流ノ強サハ急ニ減ズルカラ感應動電力ハ此場合ニ非常ニ大トナル。第一コイルニ軟鐵ノ心棒ヲ用ヒルノハ、ソレニ電流ヲ斷續スルコトニヨツテ磁氣ヲ得タリ失ツタリシテ磁力ノ變化ヲ大ナラシムル爲メナリ。又第一コイルノ回路ヲ開クトキ生ズル自己感應ノ爲メニD,E間ニ火花飛ビテ兩極ノ金屬ヲ消費スルノミナラズ電流ノ強サノ減少急激ナラザルガ故ニ感應動電力モ從ツテ大ナラザルニ至ル。從ツテ圖ノ如ク、E,D間ニFナル蓄電器ヲ挿入シテ其欠點ヲ補フ、即チD,E間ニ火花トナル自己感應ニヨツテ生ズル電流ハ蓄電器ニ吸收セラレ、直チニ第一コイルト電池トヨリナル回路ヲ通ジテ第一コイルノ電流ト反對ノ方向ニ放電スルカラ、第一コイルノ電流ノ減少ハ急激ニ行ハレ從ツテ第二コイルニ大キナ感應動電力ヲ生ズ、尙ホ蓄電器ノアルタメニ回路ヲ閉ヅルトキニハ蓄電器ヲモ充電セネバナラヌカラ電流ノ強サハ徐々ニ増加スルコトニナリ此場合ノ感應動電力ハ前ヨリ一層小トナリ使用上却テ便利デアル。故ニ第一コイルノ回路ヲ開クトキノミノ火花ヲ用ヒ、一定方向ノ電流ガ得ラレルコトニナル。

[7] 電話器。電話器ハ磁力ノ變化ニ依テ生ズル感應電流ヲ利用シテ言語ヲ遠方ニ傳ヘル装置デ、其要部ハ送話器ト受話器ト此等ヲ連結スル導線トナリ。送話器ハ炭素片ノ輕ク接觸スル部分

ノ抵抗ガ極ク弱ク振動ニヨツテ著シク變ズル事ヲ利用シタ装置デアル。送話器ハ圖322ノ如ク喇叭口ノ底ニ金屬網Dアリテ内部ヲ保護ス。Aハ薄キ金屬ノ振動板デ金屬函Cノ蓋ヲナシ。Bハ炭素製ノ圓函デ内部ニ炭素ノ小粒ヲ充タシA板ニ輕ク接ス。Eハ絶緣物デFハ炭素棒デアル。今電池

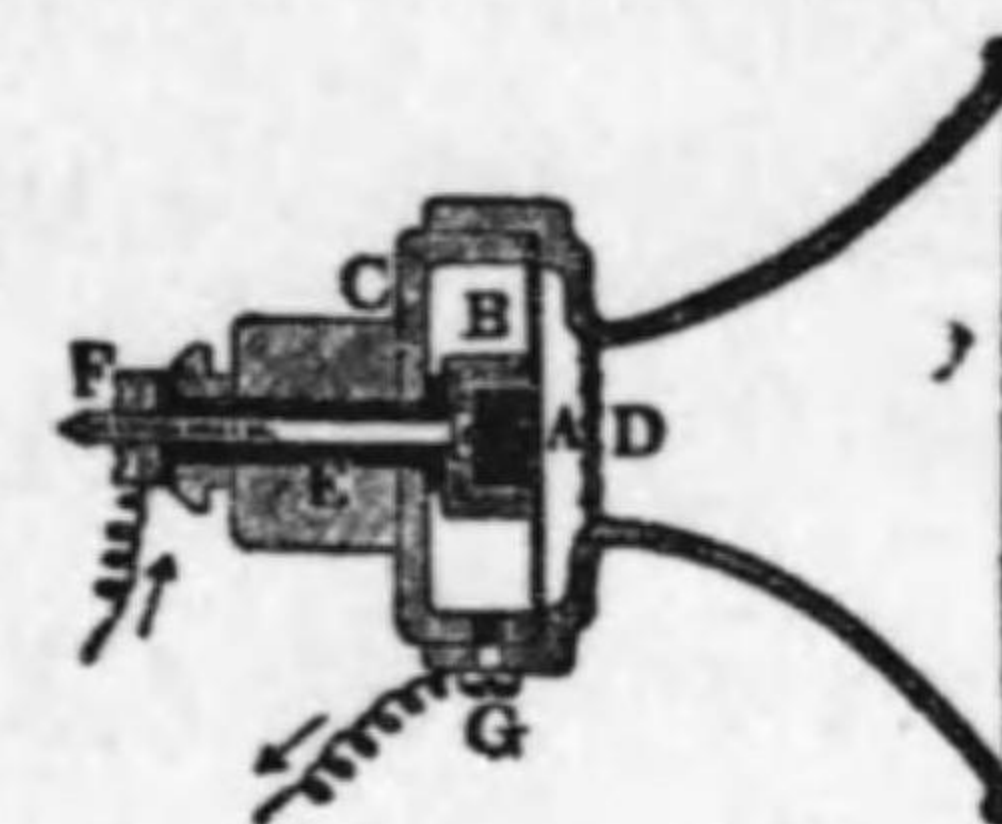


圖 322

ノ兩極ヲF,Gニ連結スレバ炭素粒トA板トハ輕ク接觸スル故此部分ノ電氣抵抗非常ニ大キク電流ハ通ゼズ。然ルニ喇叭口ニ向ツテ發音スルト振動板Aハ聲ニ應ジテ振動シ板ト粒、粒ト粒トノ接觸ノ強サヲ變化セシム。而シテ炭素粒相互ノ接觸部ノ電氣抵抗ハ極メテ弱キ振動ニヨツテ著シク變化ヲナスモノデアルカラ此ノ回路内ニ第一コイルヲ入レ第二コイルニ對向セシムレバ、炭素ノ接觸部ノ電氣抵抗ノ變化スルタメニ第一コイルニ感應動電力ヲ生ジ。之ニ接續スル受話器ニ音ヲ生ゼシム、

圖323ハ普通ニ用ヒラルル受話器デ蹄鐵磁石Mノ兩極ニコイルCヲ捲キ其鐵心ニ近ク鐵ノ振動板Dヲ裝置セルモノナリ。コイルノ兩端ハ受話器ノ右端ノネヂA,Bニ接續ス之ヲ送話器ノ第二コイルノ兩端ニ連結スルト感應電流ガ流ルルニツレテ

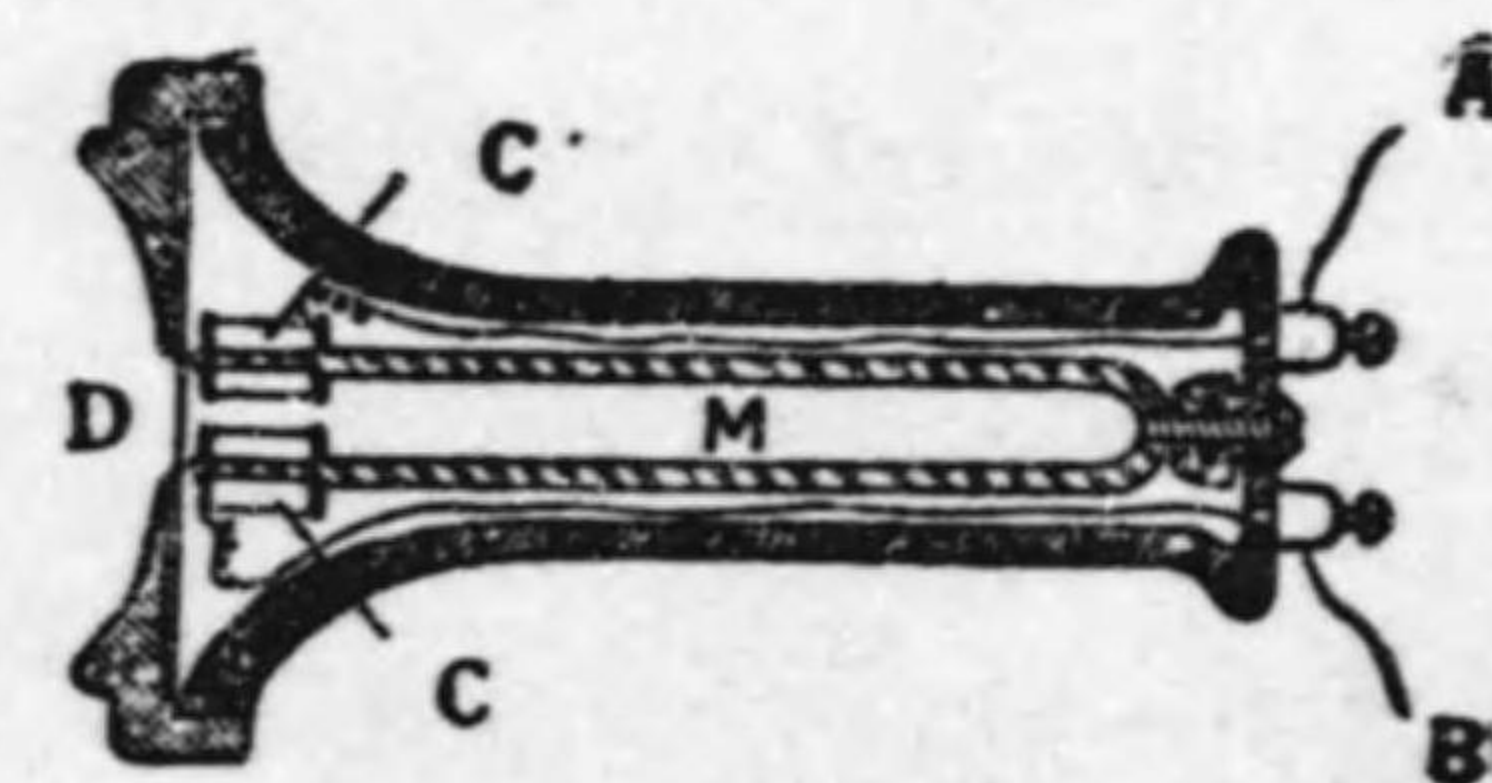


圖 323

磁石ノ強サニ強弱ガ起ルカラ磁極ニ近ク置イタ鐵板Dニ作用スル引力ニ強弱ガ起ル、斯クノ如クシテ炭素板ノ振動ハ感應作用ニヨリ再び鐵板ニ現ハルルコトニナルカラ受話器ヲ耳ニ接スレバ其音聲ヲ聞クコトヲ得。

實際二人ノ通信者ガ話ヲ交換スル場合ニハ圖 324 ノ如ク兩方ニ受話器 R,R'ト送話器 M,M'トヲ備ヘ、其間ニ架シタ電話線ト、電池 B,B'第一コイル P,P'第二コイル S,S'トヲ凡テ同一ノ回路ニ置ク

先ツ一方ノ送話器 Mニ向ツテ談話スレバ其炭素ノ薄板振動シテ炭素粒相互ノ接觸ノ強サヲ變化セシムル爲メ抵抗ニ強弱ヲ生ズルカラ Bカラ炭素粒ヲ通ズル電

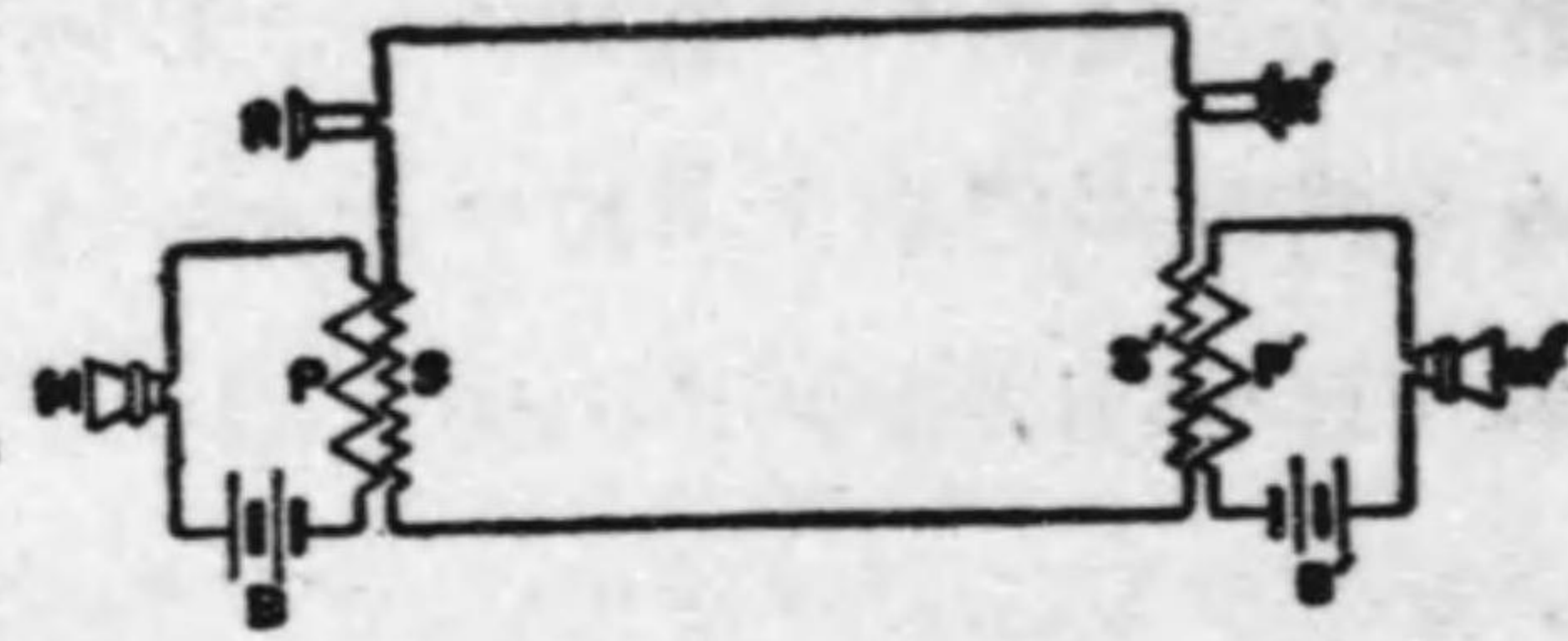


圖 324

流ノ強サ變化スル、此ノ爲メ第二コイル Sノ中ニ感應電流ヲ生ズル此感應電流ハ他方ノ第二コイル S'ヲ經テ受話器 R'ノコイルヲ流レルカラ其鐵板ヲ振動セシム。故ニ R'ナル受話器ヲ耳ニスレバ先方ノ人ノ言語ヲ聞キ得ルナリ。

問 電話ヲ屢經驗スル混線(他所ノ談ヲ感受スルコト)ノ現象ハ如何ナル理由ニヨツテ生ズルカ。

解 電話線ハ多線ノ線ヲ束ニシテ敷設セラルルコト多キタメ、時トシテ一ツノ線ガ他ノ線ト擦レ合ヒ恰モ二ツノコイルヲ重ネタ如クナル場合アリ、其時ニハ一方ノ線ニ通話ニヨル電流ノ變化ガ起ルト相互感應ニヨツテ他ノコイルニモ電流ノ變化ヲ生ジ之ニ繋ガレタ受話器ニ感ズルニ至ル。

[8] 發電機(ダイナモ)。發電機ハ強イ磁場デコイルヲ廻轉シテ強大ナ感應電流ヲ生ゼシムル装置デ其主要部ハ強イ磁場ヲ作ルタメノ場磁石ト稱スル電磁石ト、感應電流ヲ生ゼシムル爲メノ其ノ兩極間ニ於テ廻轉シ得ル、コイル即チ發電子トデアル。

發電子ハ圖 325ニ示ス如ク圓筒狀ノ軟鐵心ノ周リニ軸ノ方向ニ縱ニコイルヲ捲キツケタモノデ、コイルノ針金ノ兩端ハ軟鐵心ノ廻轉軸ニ固定セル二ツノ半圓筒ノ銅片 H,Kニ連結サル。H,Kハ發

電子ト共ニ廻轉スルヲ得。又銅製ノ刷子 P,Qアリテ發電子ノ廻轉スルニ從ヒ順次ニ H,Kニ

接觸スル之ヲ刷子ト云フ軟鐵心ハ場磁石ノ感應ニヨリ常ニ場磁石ノ N極ニ對スル側即チ左側ニ南極

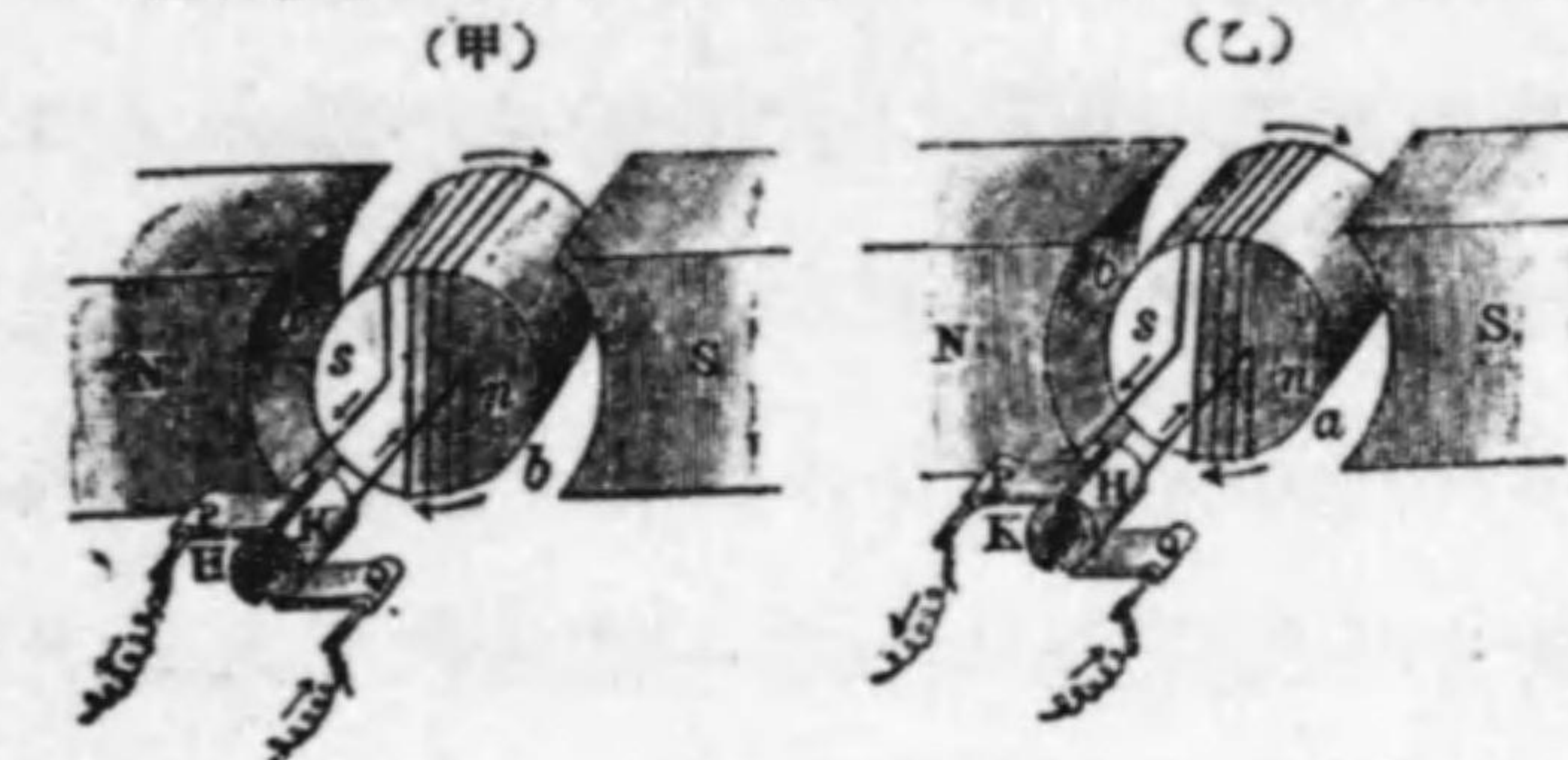


圖 325

sヲ生ジ場磁石ノ S極ニ對スル側即チ右側ニ北極ニ生ズ。依ツテ發電子ヲ右廻轉スルニ當リ甲圖ノ位置デハ軟鐵心ノ a側ハ南極ニシテ b側ハ北極ナレド、半廻轉ノ後ニハ乙圖ノ如ク b側ガ南極トナリ a側ハ北極トナル。故ニ斯ク發電子ヲ半廻轉スル事ハ丁度コイルヲ動カサズシテ其中ニアル磁化シタ軟鐵心 usヲ一側ノ方ヘコイルヨリ引抜ギテ之ヲ半廻轉シテ更ニコイルニ挿入スル事ニ同等デアル。依ツテレンツノ法則ニヨリ、コイル内ノ磁場ノ強サヲ増

ス如ク感應電流生ジ電流ハ Kヨリコイルヲ通ツテ Hニ流レル。次ニ發電子ガ乙圖ノ位置カラ半廻轉シテ再ビ甲圖ノ位置ニ來レバ軟鐵心ノ a側ハ南極トナリ、b側ハ北極トナルカラ此半廻轉ノ間ニハ反對方向ノ感應電流生ジ、電流ハ Hヨリコイルヲ通ツテ Kニ流レル。サレド發電子ノ半廻轉スル毎ニ半圓筒 H, Kハ

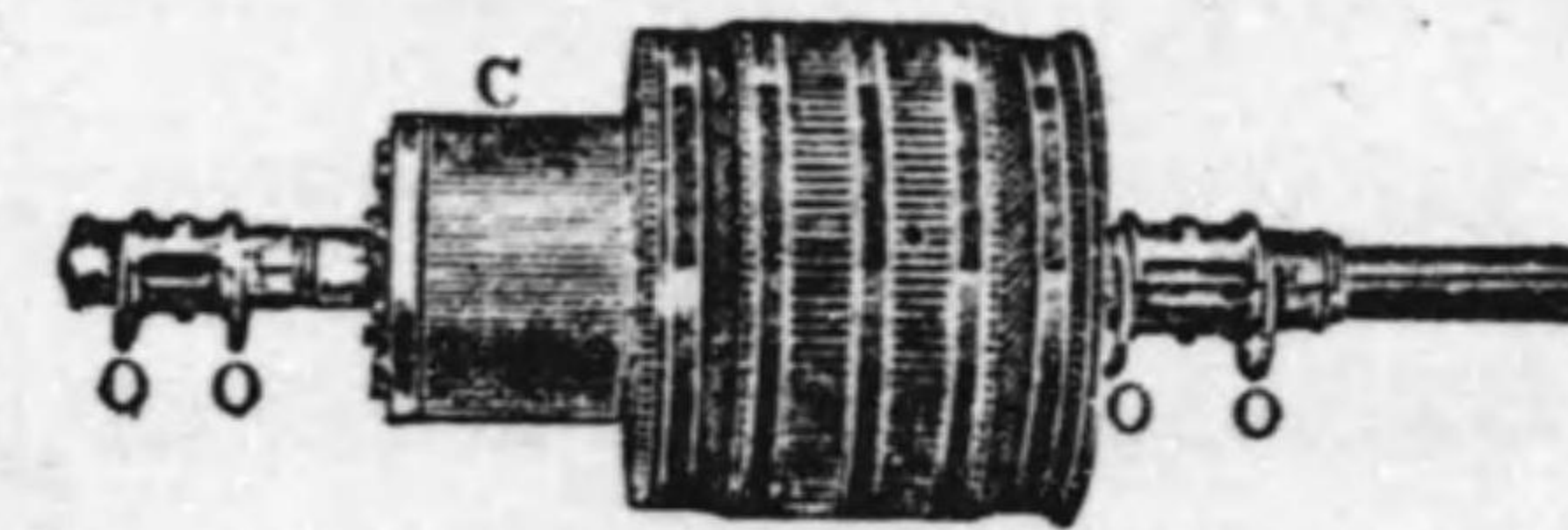
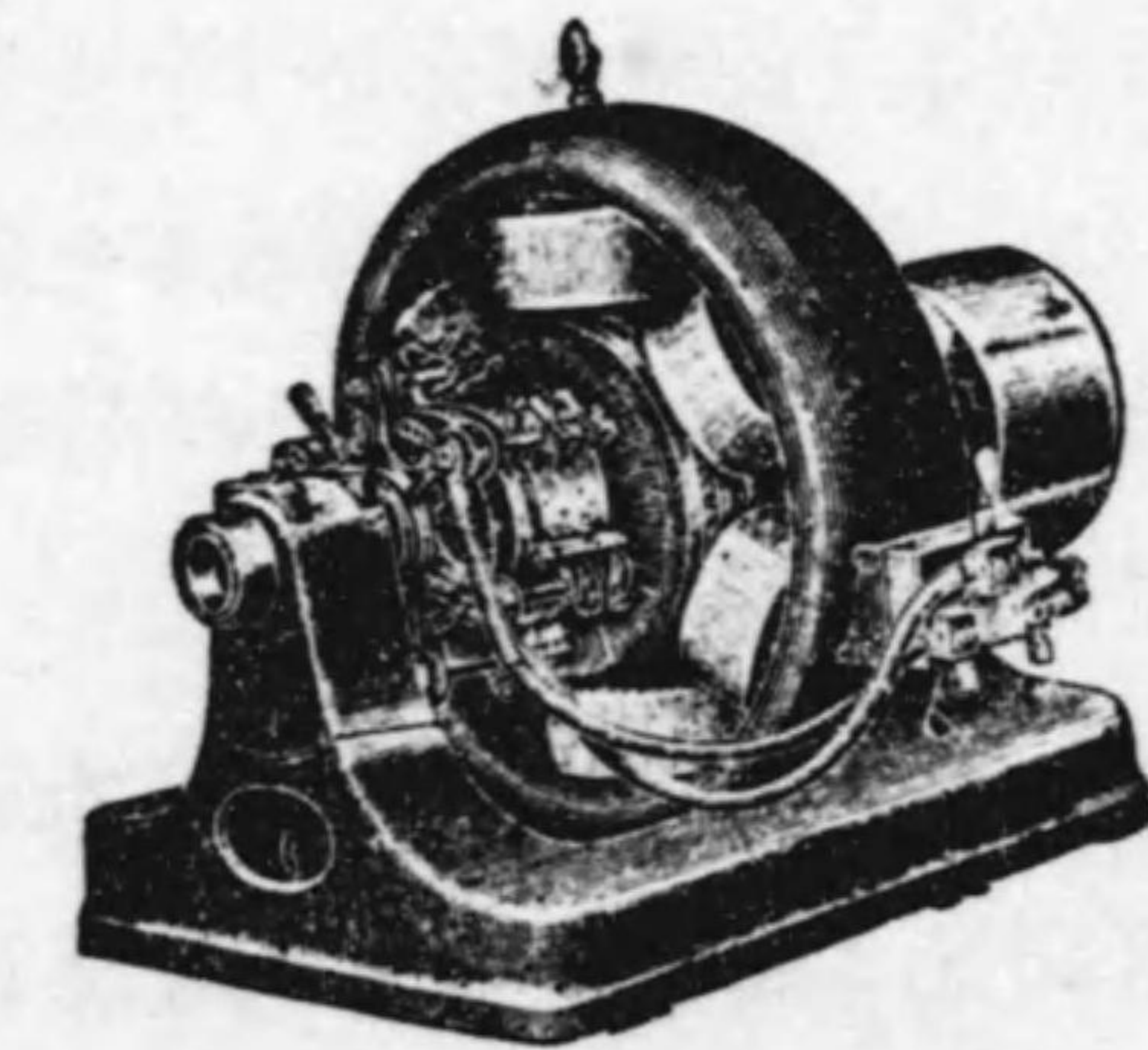


圖 326

其觸ルル刷子ヲ交換スルカラ H,Kヲ連ネル外部ノ電線ニハ常ニ P

ヨリ Q = 向フ同方向ノ電流ガ通ズル事ニナル。此場合ノ H, K ヲ整流子ト云フ。實際ノ發電子ニハ數多ノコイルヲ順次ニ軟鐵心ニ捲キ付ケタルモノヲ用ヒ、外部ノ電線ニ通ズル電流ノ強サヲシテ成ル可ク一定ナラシメル。但シ整流子ハ圓筒ヲコイルノ數ニ應ジテ數多ニ等分シ各片ノ間ニ絶緣物ヲ入レタモノヲ用フ。場磁石ハ通常電磁石デ外部ノ電線ノ分派ヲ軟鐵ニ捲キ付ケタモノデアル。其極ノ數ハ二極、四極、六極ノモノ等アリ、軟鐵デモ多少ノ磁氣ヲ帶ブルカラ發電子廻轉セバ初メカラ多少ノ電流起リ、從ツテ磁場漸ク強クナリ電流モ亦強クナル。圖 326 ハ四極ノモノデ C ハ整流子 O ハ給油環デアル。

整流子ノ代リニ圖 327 ノ如ク發電子ノ軸ニ二ツノ金屬環 H, K ヲ附シコイルノ兩端ヲ各々ノ環ニ連結シ二ツノ刷子ヲ別々ニ環ニ觸レシムレバ、最初ノ半廻轉ニ於テハ電流ハ K ヨリコイルヲ通ツテ H ニ流レ次ノ半廻轉ニ於テハ反

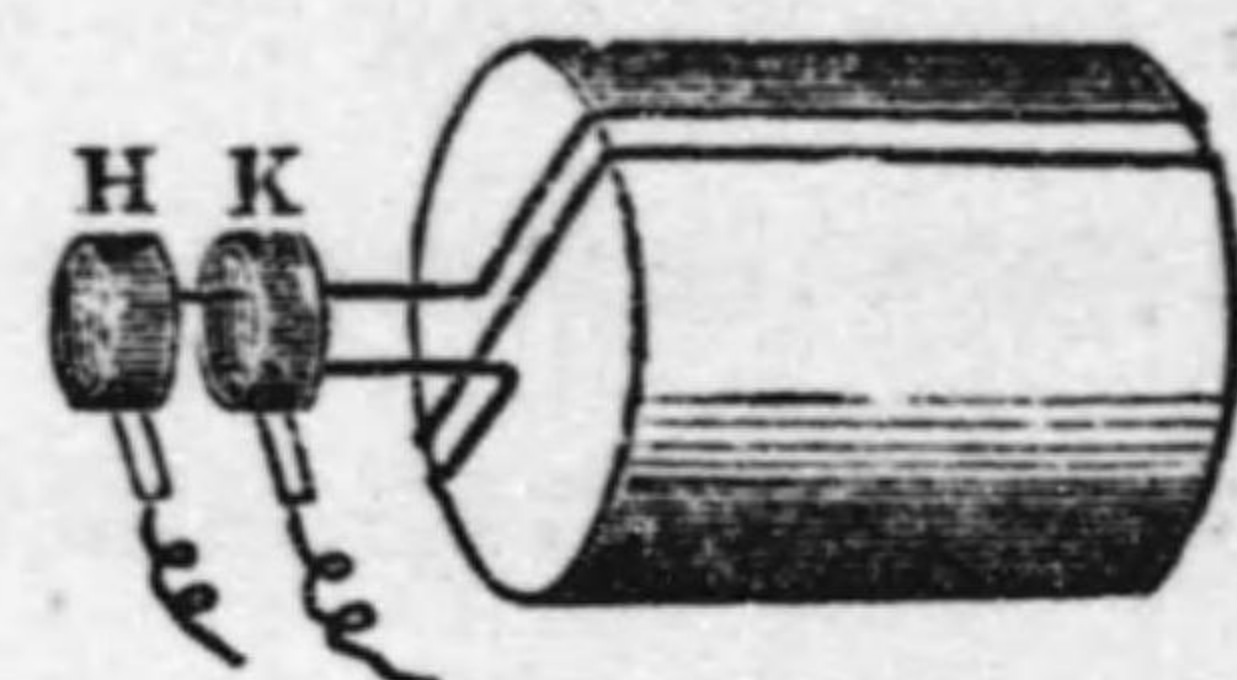


圖 327

對ニ H ヨリ K ニ流ルルカラ外部ノ電線ニハ發電子ノ半廻轉毎ニ方向ノ交互ニ變換スル電流通ズ。斯ク方向ノ交互ニ變換スル電流ヲ交流ト云ヒ。此種ノ發電機ヲ交流發電機ト云ヒ。之ニ對シテ一定ノ方向ノミ通ズル電流ヲ直流ト云ヒ。圖 325 ノ如キヲ直流發電機ト云フ。

交流ノ強サガ時間ト共ニ變化スル模様ハ圖 328 ノ如ナル。圖ハ各瞬間ニ於ケル電流ノ強サヲ縱軸ニ時間ヲ橫軸ニ取りテ畫ケル曲線デアル。此曲線ヲ見ルト電

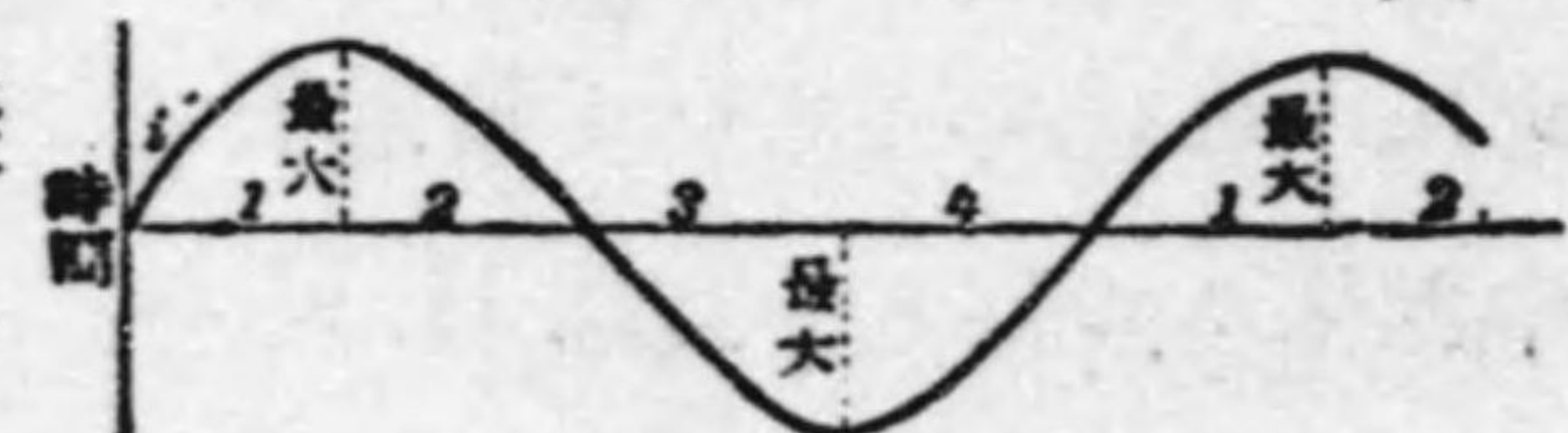


圖 328

流ノ強サハ初メ 0 ヨリ増シテ最大值ニ達シ、ソレカラ減ジテ 0 トナリ、更ニ減ジテ反對ノ方向ノ最大值ニ達シ。其後ハ次第ニ増シテ再ビ 0 トナル。斯クノ如ク電流ガ變化スル場合ノ電流ノ強サト云フノハ變化スル電流ガ取り得ル最大值ノ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ノコトナリ。交流電壓モ亦之ト同様ニ變化スルモノデ其強サハ最大電壓ノ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ニ等シ。

[9] 電動機(モートル)。電動機ハ電流ニヨツテ廻轉運動ヲ起ス機械デ其構造ハ發電機ト全ク同一デ唯之ヲ逆ニ使用スルノミナリ。發電機ノ發電子ニ

相當スル部分ヲ電動子ト云フ。此電動子ノコイルニ外ヨリ電流ヲ送レバ電動子ハ廻轉ヲ始

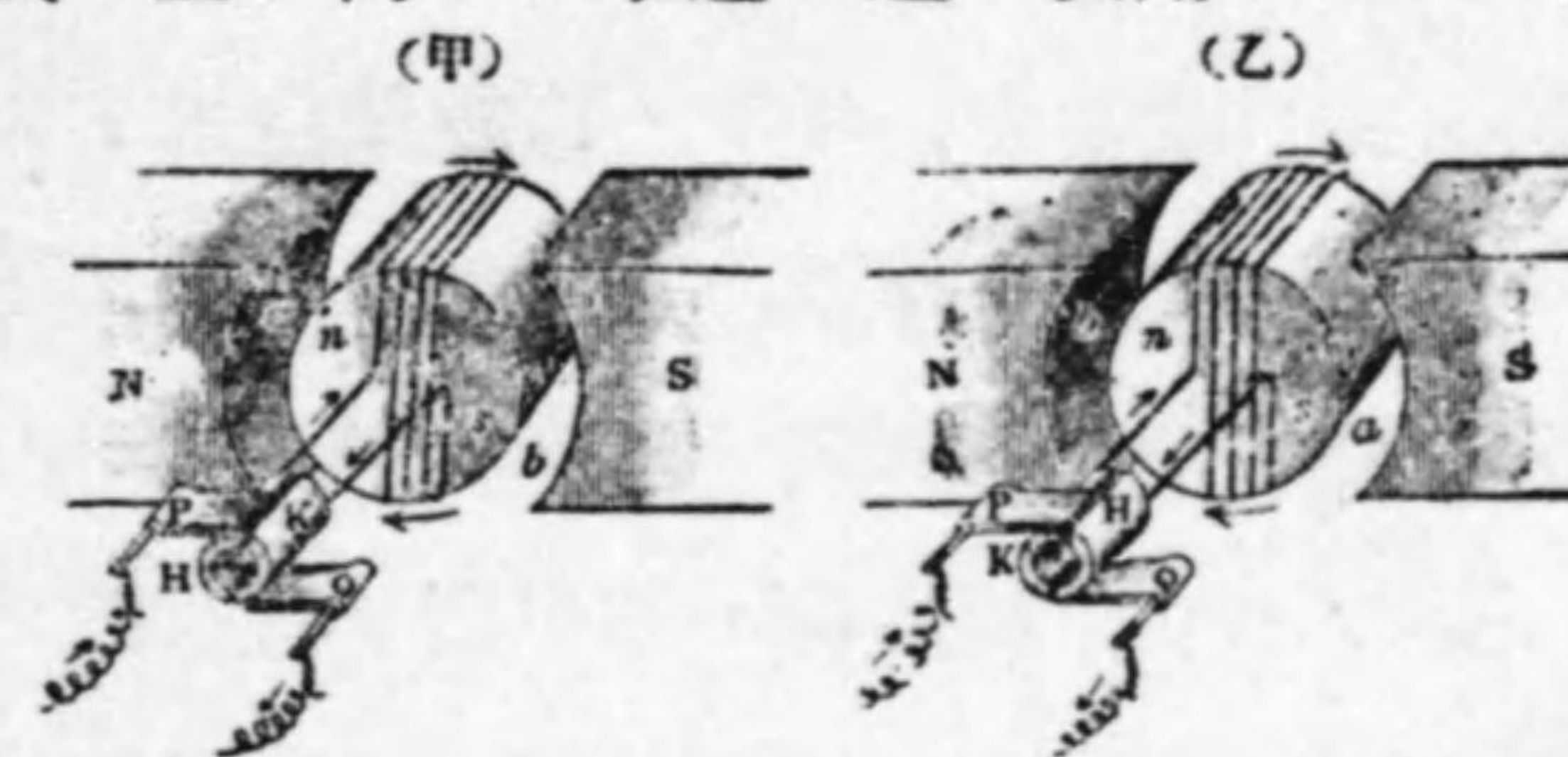


圖 329

ムル。今圖 329 甲ノ如ク P, Q = 導線ヲ繋ギ外部ヨリ直流ヲ送レバ電流ハ P ノ刷子ヨリ H ヲ經テコイルヲ矢ノ方向ニ流レ K ヨリ Q ノ刷子ヲ經テ外部ニ出ル。此電流ノ爲メコイル内ノ軟鐵心ハ磁氣ヲ帶ビ、甲圖ノ位置ニ於テハ左側ニ北極ヲ、右側ニ南極ヲ生ズルカラ、場磁石ノ兩極ト互ニ反撥シテ電動子ハ矢ノ方向ニ右方ニ廻轉ヲ始ム。電動子ガ半廻轉シテ乙圖ノ位置ニ來ルトキハ銅片 H, K ハ其接觸スル刷子ヲ交換スルカラ、コイルニ流レル電流ノ方向ハ前ト反對トナリ。左側ニ北極ヲ右側ニ南極ヲ生ズル、從テ電動子ハ場磁石ト反撥シテ電動子ハ右方ノ廻轉ヲ續ケル、以上ハ直流電動機ナリ。電動機ニモ亦交流式ノモノアリ之ヲ交流電動機ト云フ。

電動機ノ用途ハ甚ダ廣イ。電車ハ空中ニ架セル導線ニヨツテ發

電所ヨリ來ル電流ヲ車臺ノ下ニ置カレタル電動機ニ導イテ電動子ノ廻轉ヲ車軸ニ傳ヘ、車體ヲ進行セシメ客及ビ荷物等ヲ運搬スルモノナリ。尙電流ハ屋上ノ棒カラ運轉手臺ニアル制御器ヲ經テ電動機ニ入ルノデ制御器ノ、ハンドルヲ廻轉シテ電氣抵抗ヲ加減シ電動機ニ入ル電

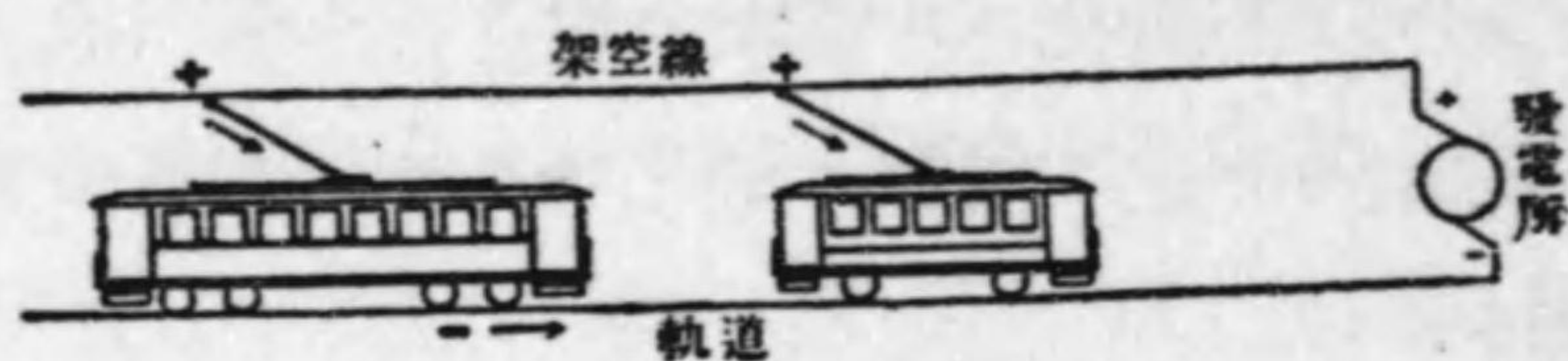


圖 330

流ヲ調節シテ進行速度ヲ自由ニ變ズルコトヲ得。電動機ニ電流ヲ供給スルニ式アリ、一ツハ複線架空式トテ二本ノ電線ヲ空中ニ架シテ往復ノ回路ヲ作り、之レヨリ車臺ノ下ノ電動機ニ電流ヲ通ズ他ハ單線架空式トテ只一線ヲ空中ニ架シ、其一ツハレールニ代用シタモノナリ。扇風機モ亦小型ノ電動機ヲ應用セルモノナリ。

[10] 變壓器. 交流ハ電壓ヲ容易ニ變化スルコトヲ得。斯ノ如キ目的ニ使用スル裝置ヲ變壓器ト云フ。之ハ相互感應ノ應用デ其構造ハ薄キ軟鐵片ヲ絕縁シテ鐵輪RRヲ作り、其上ニヨク絶縁シタル銅線ヲ數回捲イテ之ヲ第一コイルPトシ、又其上ニPト太サノ異ナル絶縁銅線ヲ數百回捲イテ之ヲ第二コイルSトシタモノナリ。

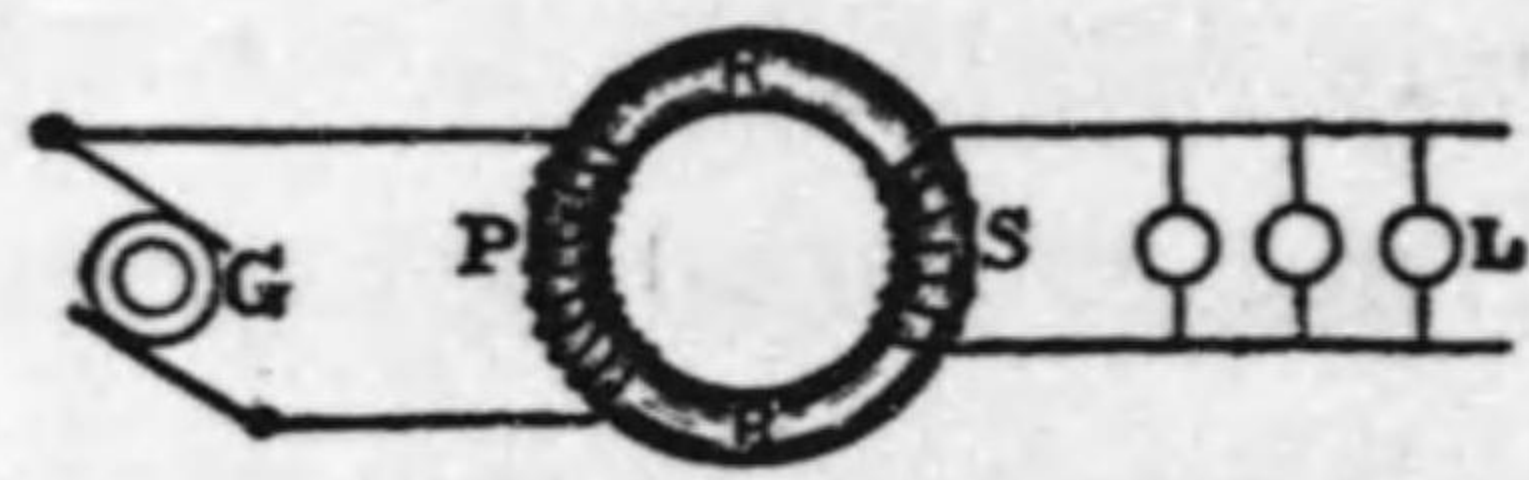


圖 331

今Pニ通ズル電流ヲ斷續スルカ或ハ交流ヲ通ズレバ相互感應ニヨツテSニ交流ヲ生ズル。而シテSニ生ズル感應交流ノ電壓トPノ兩極間ノ電壓トノ比ハ第二コイルト第一コイルトノ導線ノ捲キ數ニ正比例スルカラP及Sノ捲數ヲ夫々 n_1 及 n_2 トシ、又電壓ヲ V_1V_2 トセバ

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \therefore V_2 = \frac{n_2}{n_1} V_1$$

故ニ感應電壓即チSノ電壓 V_2 ヲ大ナラシメンニハSノ捲キ數 n_2 ヲPノ捲キ數 n_1 ヨリ多クシ。電壓 V_2 ヲ小ナラシメンニハSハPニ比シ著シク太イ銅線ニシテ其捲キ數 n_2 ヲ n_1 ヨリ少クスルヲ要ス。電壓ヲ高ムル變壓器ヲ昇壓器ト云ヒ。電壓ヲ低クスルモノヲ降壓器ト云フ。電燈等ニ供給セラルル水力電氣ノ交流ノ電壓ハ數千乃至數萬ボルトニ及ブノ德斯ル高壓ノ電流ハ危險デアルカラ市内デハ電柱ニ付ケテアル降壓器デ之ヲ約100ボルトニ低下シテ低壓電流トシテ人家ニ供給スル。

問 [1] 電動機ニ電流ヲ送ルトキハ其廻轉ノ最初ニ、一時強イ電流ノ流レルノヲ見ルハ何故ナルカ。

解 電動機ガ廻轉スルト電動子ノ中ニハ感應ニヨツテ動電力ヲ有スルコト發電子ノ場合ト等シ、而シテ其動電力ノ方向ハ電動子ヲ廻轉サセル原電流ト相反スル。其爲メ原電流ハ著シク弱メラレル。電動子ガ廻轉セナイ間ハ其爲メ強イ電流ガ流レルノデアアル。

問 [2] 發電機ハ電流ヲ費消シツツアル時ト回路ヲ開イテ電流ヲ取出サナイ場合トテ廻轉スル力ニ差ガアルカ。

解 電流ガ通ズル時ハレンツノ法則ニヨツテ廻轉ヲ止メントスル力ガ動クカラ荷ノナイ場合ニ比シテ廻轉ニ大ナル力ヲ要スル。

問 [3] 直流發電機ノ整流子ト刷毛トノ接觸ハ如何ナル位置テ切り換ハル様ニスレバ可ナルカ。

解 發電子ノコイルニ生ズル電流ガ逆ニナル瞬間即チ場磁石ノ磁場ノ方向ト發電子ノコイルノ面トガ直角ニナル時ニ切り換ヘレバ可ナリ。

問 [4] 交流ト直流トノ得失ヲ上ゲヨ。

解 直流發電機デ高イ電壓ノ強イ電流ヲ得ントスレバ整流子ト刷毛トノ間ノ火花ガ大ニナツテ機械ヲ損障スル恐レアル故大ナル電力ヲ得ルニハ交流ノ方ガ便利デアアル。

(1) 遠方ノ電力輸送ニハ容易ニ電壓ノ昇降ヲナシ得ル交流ノ方ガ便利デアアル。(2) 工場其ノ他ノ一般動力用トシテハ低廉ニシテ得ラレル、インダクションモートルヲ使用スル爲メ交流ノ方ガ便利デアアル。(3) 電車

ノモートルノ如ク出發ヲ自由ニシ且ツ其ノ廻轉ノ速度ヲ容易ニ调制スル
タメニハ直流ノ方ガ便利ナル。(4)電解電氣冶金、蓄電池充電等ノ如
ク定方向ノ電流ヲ必要トスル目的ニハ必ず直流ナラザルベカラズ。

第七章 真空放電, 放射能

[1] 真空放電. 乾イタ氣體ハ通常ノ溫度, 壓力ノ下デハ一般ニ
電氣ノ絶縁體デアツテ空氣中デ僅カ1 糎ノ距離デ放電ヲ行フニモ
約3 萬ボルトノ電壓ヲ必要トスルガ, 氣體ヲ稀薄ニスルニ從ヒ次
第ニ小サイ電壓ヲ以テ容易ニ放電ヲ行ヒ得ルニ至ル. 長サ30 糎位

ノ硝子管ノ兩端ニ金屬線ヲ
封入シ, 之ヲ感應コイルノ
兩極ニ連ネ, 側管カラ管内
ノ空氣ヲ抜イテ電流ヲ通ズ

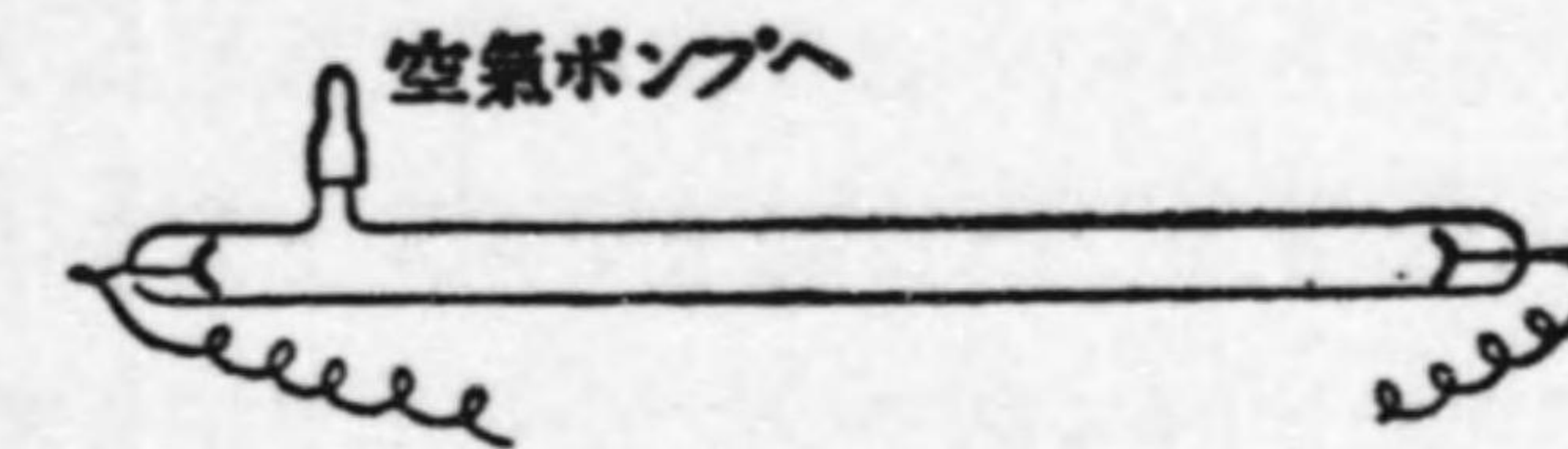


圖 332

ルト遂ニ管内ニ放電が起ツテ紐狀ノ赤堇色ノ火花が兩極間ニ飛ブ,
更ニ管内ノ氣壓ヲ減ズルト管全體ニ擴ガル光ノ柱ガ出來, 次ニ此
柱ガ鱗片狀ニ分レ陰極ノ前面ニ陰極光ヲ生ジ, 暗黒部ヲ隔テテ陽
極光ト稱スル光輝ノ強

イ鱗片狀ノ層ガ見エル
此陽極光ハ氣體ニヨツ



圖 333

テ特有ノ色ヲ呈シ, 分光器デ觀測スルト其氣體ニ特有ノ輝線スペ
クトルヲ現ハス. 氣體ノスペクトルハ斯クシテ作レルモノナリ.
此陽極光ヲ發スル程度ニ氣壓ヲ減ジタ真空管ヲガイスレル管ト云
フ.

[2] 陰極線. ガイスレル管内ノ空氣ガ更ニ稀薄トナツテ氣
壓ガ水銀柱ノ高サ1 糎ノ $\frac{1}{1000}$ 位ニナルト陽極光ハ次第ニ消滅シ,
管内ハ暗クナリ. 感應コイルノ陰極ニ連ネタ極即チ陰極ニ對スル

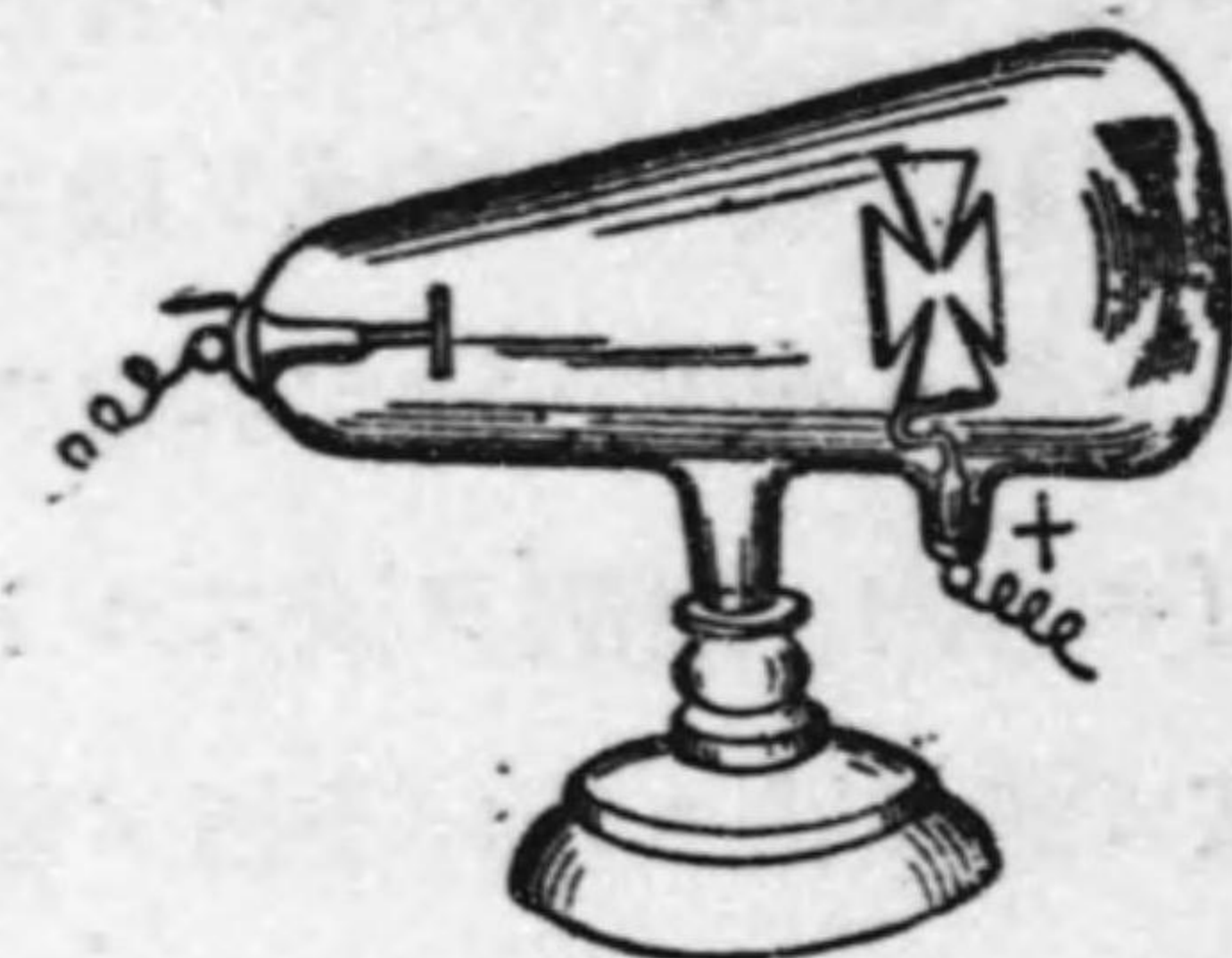
管壁が螢光ト稱スル光ヲ放ツテ青綠色ニ見エル。之ハ其陰極カラ陰極線ト稱スル一種ノ轉射線ヲ出シテ管壁ニ當ルタメナリ。氣體ノ氣壓ヲ此程度ニ減ジタ管ヲクルックス管ト云フ。

陰極線ハ硝子ニ螢光ヲ放タセルノミナラズ，之ヲ薄イ白金片ニ集中サセルト白金片ハ強熱セラレテ紅熾スル。又陰極線ハ陰極ノ面カラ垂直ニ發射シテ直進スルカラ管内ニ，アルミニウムノ十字板ヲ立テルト管壁ニ鮮明ナ影ガ映ル，又陰極線ヲ硫化カルシウムノ如キモノニ投射セシムルト著シク螢光ヲ放ツ。



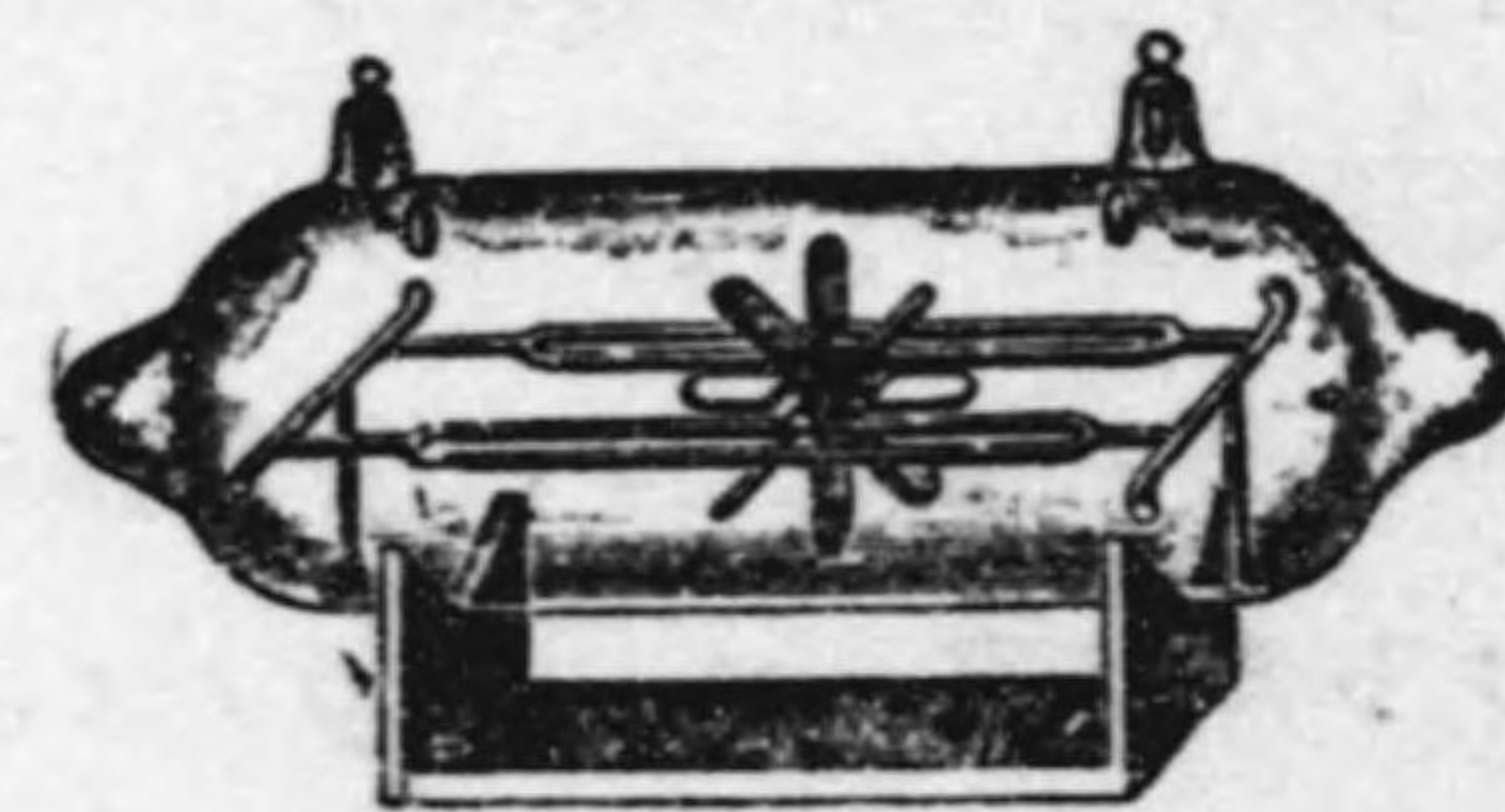
■ 334

又真空管内ニ硝子ノ，レールヲ置キ雲母ノ翼アル輕イ車ヲ乗セテ之ニ陰極線ヲ當テルト車ハ廻轉シテ投射シタ物體ニカヲ及ボスコトヲ示ス。又陰極線ヲ放ツ管ニ棒磁石ヲ近ヅケルト，其通路ガ曲ル。電氣力ヲ作用セシメテモ磁力ト同様ニ其通路ガ曲ガル。



■ 335

種々ノ實驗ニヨルト陰極線ハ陰極ノ面カラ高速度デ放出サレル無數ノ微粒子ノ流レデアル。此微粒子ハガイスレル管又ハクルックス管ノ電極及ビ瓦斯ノ品質及ビ放電ノ方法如何ニ關セズ常ニ同一ノ質量ト，同一量ノ陰電氣ヲ有スル。此ノ微粒子ヲ電子ト云フ。此ノ電子ノ有ス



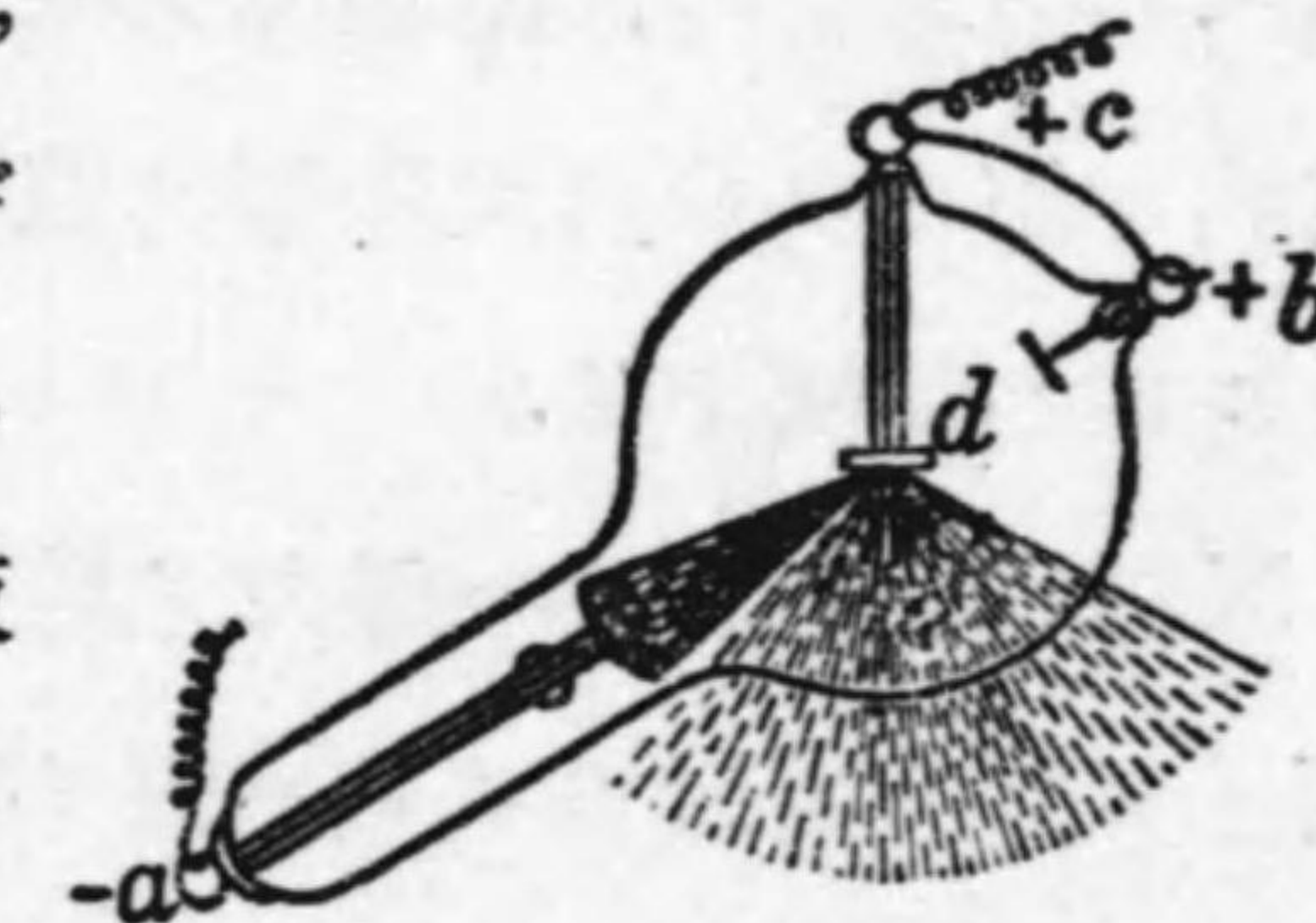
■ 336



■ 337

ル陰電氣ノ量ハ $e = 1.59 \times 10^{-19}$ クローンデ之ヨリ小サイ電氣ノ量ハ未ダ發見セラレズ，即チ此電子ノ有スル電氣量ガ電氣ノ基本ノ單位トナル。又電子ノ質量ハ $m = 9.01 \times 10^{-28}$ 瓦ナリ，水素原子1個ノ質量ハ種々ノ事實カラ考ヘテ $m = 1.66 \times 10^{-24}$ 瓦デアラカラ電子ハ水素原子ノ $\frac{1}{1850}$ 位ノ質量ヲ有ス。電子ガ陰極線トシテ陰極カラ射出サレル速度ハ甚ダ大デ普通光ノ速度ノ數分ノ一デ，速イモノハ毎秒1億米位デアル。

[3] X線。陰極線ガ白金カ，タングステン，カノ板ニ衝突シテ急ニ其運動ヲ止メルト其面カラ眼ニ見エヌ一種ノ輻射線ヲ出ス。之ヲX線又ハ發見者ノ名ニ因ンデレンエチン線ト云フ。X線ヲ出ス爲ニ作ツタX管ハ圖338ノ如キ，クルックス管ト同一程度ノ真空管デ其陰極ハ凹面鏡狀ノ，アルミニウム板デ出來，管ノ中央部ニ厚イ白金板ノ對陰極dガアツテ陽極bト連絡スル。アルミニウム板カラ垂直ニ放射



■ 338

スル陰極線ハ此白金板ニ集中シテ此所カラX線ガ點線デ示シタ如ク各方ニ射出サレル。X線ハ陰極線ノ電子ガ其速カナル運動ヲ急激ニ止メラルル結果生ズル一種ノ電磁波デアル。近年多ク用ヒラルルクーリツチX線管ハ，

圖339ノ如ク陰極cガ，タングステンノ螺線デ出來，コレヲ電流ニヨツテ白熾シ



■ 339

テ電子ヲ發生サセ，タングステンノ對陰極Aニ之ヲ衝突サセテX線

ヲ出サセルモノデ管内ノ空氣ハ極度ニ抜イテアル。X線ヲシヤン化白金ベリウムヲ塗ツタ板即チ螢光板ニ當テルト著シイ螢光ヲ放クシメ、又空氣ヲ電氣ノ導體ニ變ズル、又寫眞乾板ニ感シ光ト同様ニ化學作用ヲナス。X線ノ特ニ著シキ性質ハ其透過性ノ大ナルコトナリ、即チ通常ノ光ニ對シテ不透明ナ木材、紙、エポナイト、皮革、筋肉等ヲX線ノ通路ニ置イテ之ヲ螢光板デ受ケルトX線ハ此等ヲ通過シテ只淡イ影ヲ螢光板上ニ殘スノミ、但シ金屬ヤ骨等ノ如キ密度ノ大ナルモノハ透過スルコト困難ナル故手ヤ、金入レ等ヲ螢光板ノ前ニ置クト、筋肉ヤ革ノ淡イ影ノ中ニ骨ヤ貨幣等ノ濃イ影ガ見エル。X線ノ透過性ハ醫療工業等ニ盛ニ利用セラル。例ヘバ金屬材料、結晶等ノ組織ヲ檢シ原子ノ配列状態ヲ研究スル目的ニ用ヒラレ。又癌種其他ノ内部的疾病ノ治療用トシテ使用セラルルハ其例ナリ。

X線ハ電氣力又ハ磁力ノ爲メニ其方向ヲ變ゼズ、又光ト同ジ法則ニヨツテ反射モスレバ偏リモナス。即チX線ノ本性ハ光ト同性質ノ波デアツテ其波長ガ光ニ比ベテ極メテ短カイモノデアルト云ハル。

注意 高度ノ真空ノX管ハ硬イト云ヒ。低度ノ真空ノX管ハ軟イト云フ。硬イX管カラ出ルX線ハ透過力ガ強イケレドモ高イ電壓ヲ必要トスル、X管ハ年ヲ經ルニ從ヒ其硬サヲ増スノガ通常デアアル。故ニ之ヲ補正スル装置ノ附シタモノモアル。

[4] 放射能。ウラニウム、トリウム、ラヂウムノ如キ物質ハ自然ノ状態ニ於テX線ニ似タ透過力ノ強イ放射線ヲ出ス性質ガアル此ノ性質ヲ放射能ト云ヒ此ノ放射線ヲベクレル線トモ云フ。

放射能ヲ有スル物體カラ出ル放射線ニハ α 線、 β 線、 γ 線ノ三種ガ

アル。 β 線ハ陰極線ト同ジク電子ガ陰極線ヨリモ大ナル速度デ運動シテキルモノデアアル。之ヲ β 粒子ト云フ。 α 線ハ陽電氣ヲ帶ビタ、ヘリウム原子ガ運動シテキルモノデ其速度ハ β 線ヨリハ小デアアル。之ヲ α 粒子ト云フ、 α 粒子ハ β 粒子ヨリ速度ハ小デアアルガ、其質量即チヘリウム原子ノ質量ハ電子ノ質量ノ約7000倍デアアルカラ、 α 粒子ノ運動ノエネルギーハ β 粒子ノソレヨリモ著シク大キイ、 α 線ハ β 線ヨリモ透過性ガ乏シイ。 γ 線ハ微粒子ノ流デハナクX線ト同様デアアルガ只波長ノ短カイエーテル波デ物體ヲ透過スルコトハ β 線ヨリ大デアアル。此ノ放射線モX線ト同様ニ醫療ニ用ヒラレル。

ラヂウムヨリ出ル放射線ガ螢光ヲ發セシムル有様ヲ示ス装置ヲスピンサリスコープト云フ。之ハ圖340ノ如ク小サイ圓筒ノ底ニ硫化亞鉛ヲ塗リタル紙ヲ置キラヂウム鹽ノ微粉ヲ尖端ニ附ケテ底ノ上ニ横ヘタモノデアアル。圓筒ニ備ヘタ凸レンズデ内部ヲ見ルト硫化亞鉛ハ小閃光ノ集ツタモノナルコトヲ知ラル。之ハ絶エズ射出サレル數多ノ α 粒子ガ非常ナ速度デ硫化亞鉛板ニ衝突シ其度毎ニ發スルニヨル。

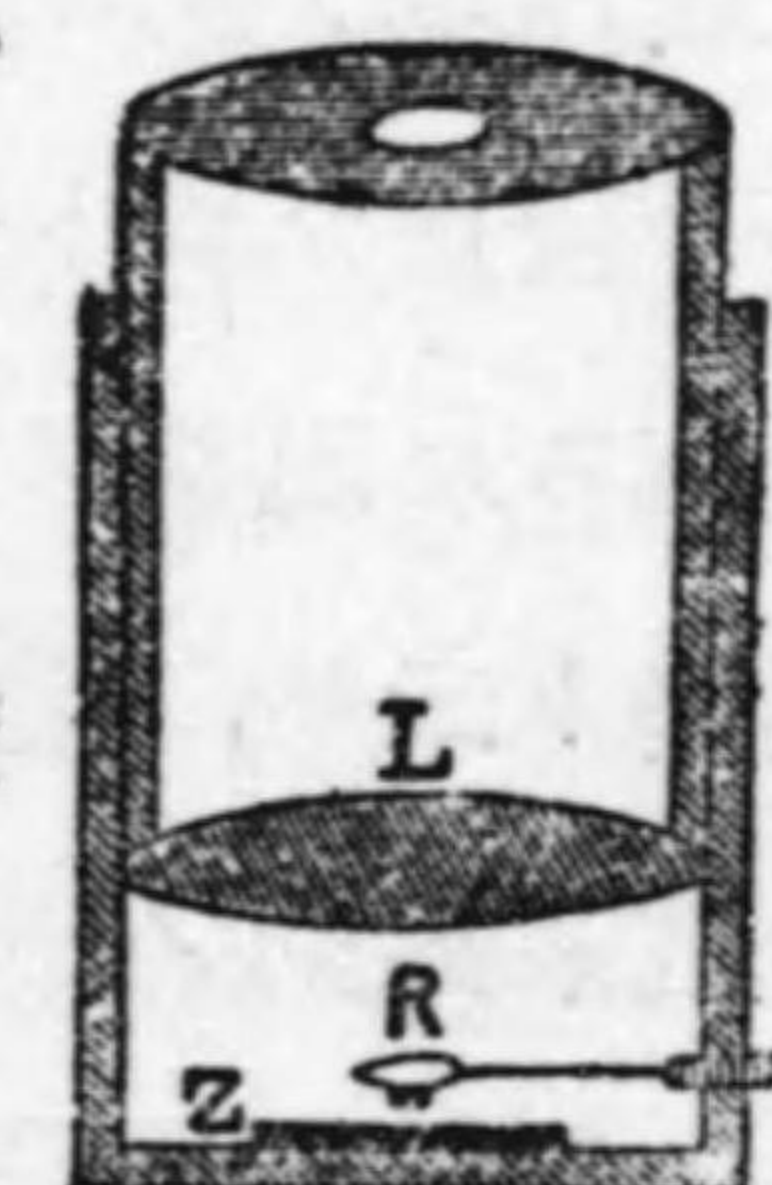


圖 340

第八章 電氣振動

[1] 電氣振動. ライデン瓶 = 蓄電シテ其内外兩箔ノ間ノ電壓ヲ高クシタ後放電又デ之ヲ放電スル = 兩極 a と b とガ近ケレバ太イ短カイ火花ガ飛ブ此火花ハ瞬時ニ消滅シテ只一ツノ如ク見エルガ, 實ハ電氣ハ其火花ニヨツテ兩箔ノ間ヲ週期的ニ往復シ, 内外箔ノ電位ヲ交互ニ高メ, 漸次兩箔間ノ電位ノ差ヲ小ニシテ遂ニ中和スルノデアアル.

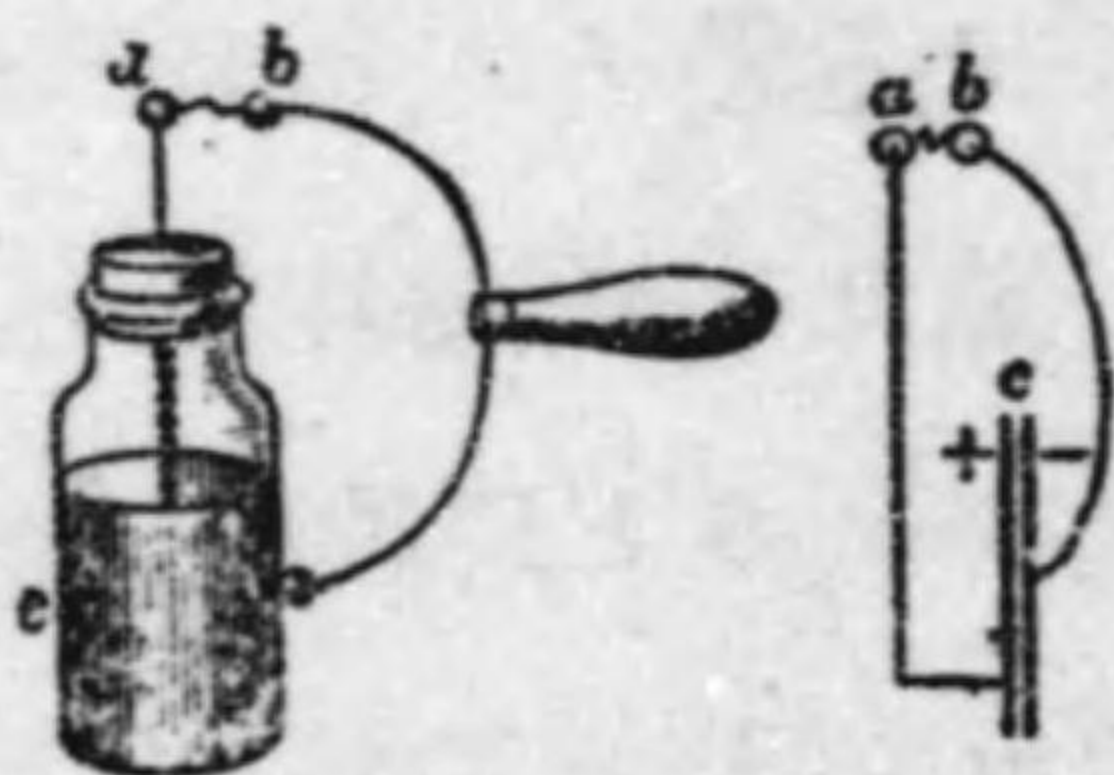


圖 341

丁度バネヲ引キ延バシテ急ニ放スト始メノ所ニ止マラズ數回振動シタ後止マルト同様デアアル. スノ如ク電氣ガ兩極ノ間ヲ週期的ニ往復スル現象ヲ電氣振動ト云フ. 電氣振動ノ行ハレル回路ヲ振動回路ト云ヒ, 電氣振動ノ行ハルル物體ヲ電氣振動體ト云フ.

電氣振動ノ週期ハ極メテ短カク, 1秒ノ數100万分ノ1位デアアル. 電氣振動體ノモツ固有ノ週期ハ振動體ノ電氣容量ト自己感應ノ値トニヨツテ定マル. 電氣振動體ノ兩極ノ電位ガ交互ニ上下シテ所謂電氣振動ヲ起ス際, ソノ動電力ハ電氣容量ニヨツテ定マルモノデアリ, 振動體ヲ通シテ電流ガ往復スル時ノ抵抗ト電流ノ一方ニ繼續セントスル性質トハ自己感應ノ値ニヨツテ定マルモノナレバナリ.

[2] 電氣共鳴. 振動週期ノ等シイニツノ電氣振動體ヲ互ニ相近ツケテ並べ立テ其ノ一方ニ電氣振動ヲ起サセルト他方ニモ亦電氣振動ガ生ズル. 此現象ヲ電氣共鳴ト云フ. 今一方ノ電氣振動體ニ

電氣振動ガ起ルト其附近ノ空間ニハ急激ナ電磁場ノ變化ガ生ジ. コノ變化ハ第二ノ電氣振動體ニ感應シテ之ニ振動電流ヲ誘起スル例ヘバ圖342ノ如ク, ライデン瓶Aノ外箔ニ太イ導線ヲ連ネ之ヲ矩形ニ曲ゲテ其端ヲ瓶ノ球頭ニ近ツケ, 只1耗内外ノ火花間隙ヲ殘シテ置キ, 別ニ之ト同一太サ, 同ジ厚サ, 即チ同ジ電氣容量ノ他ノライデン瓶Bニ同ジ回路ヲ作り只其矩形ノ一邊CDヲ移動シテ矩形ノ面積ヲ加減シ得ル様ニシヌ火花間隙ヲ置カズ, 内箔カラ

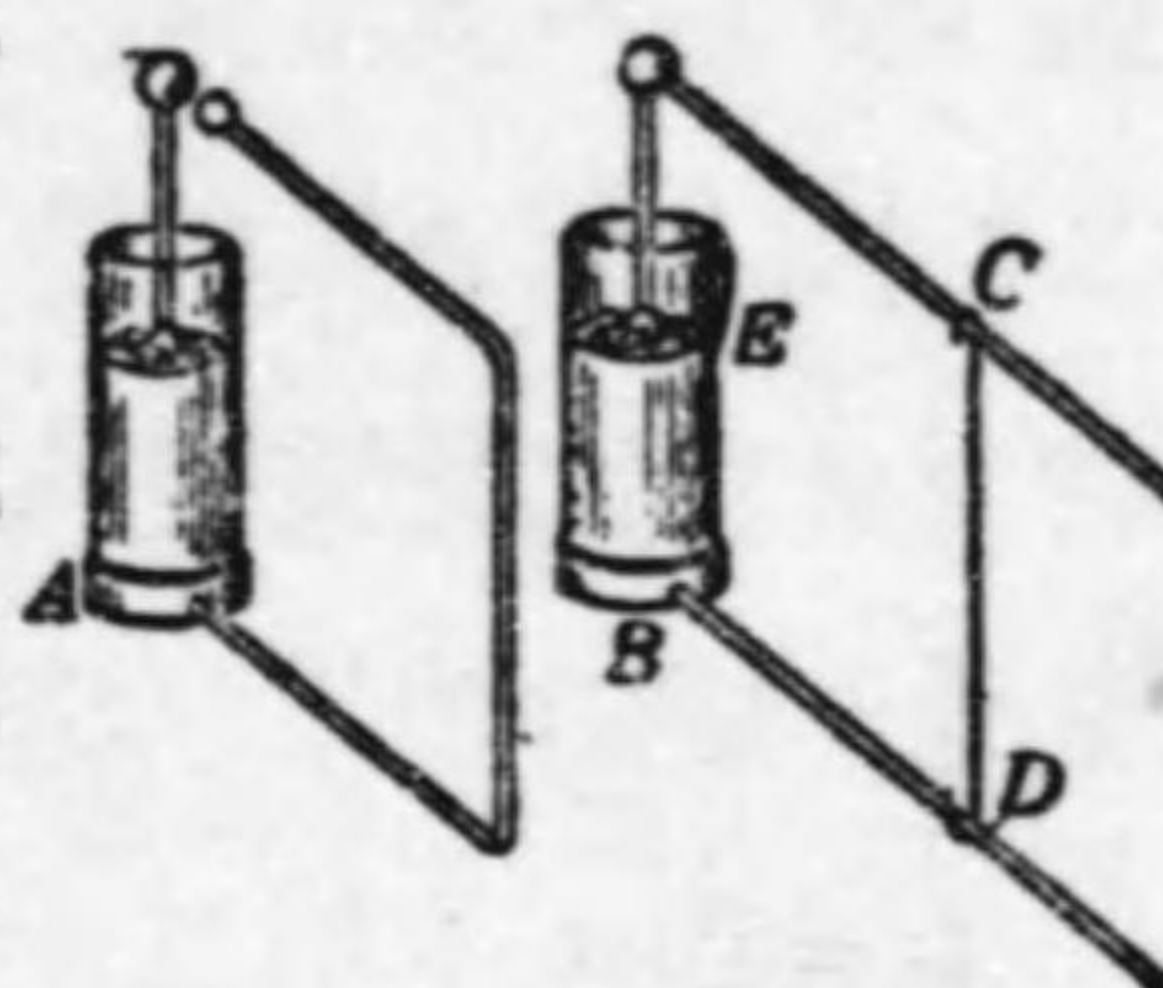


圖 342

錫箔片ヲ出シテ外箔ノ一點Eニ僅カニ觸レシメル. 此ニツノライデン瓶ヲ30極位離シテ平行ニ置キ感應コイルニヨツテAニ火花放電ヲサセルト兩方ノ矩形ノ面積ガ等シクナル如キ位置ニCDガアル時ノミBニモ電流ガ通ジテEノ所ニ小サイ火花ガ飛ブ, 之ハニツノ音又ノ週期ガ等シキトキ共鳴シ. 異ナルトキ共鳴シナイト同様デアアル, 此實驗ニヨリ火花放電ニヨル電氣振動ハ周圍ニ一種ノ波ヲ起スコトヲ知ラル.

[3] 電磁波. 空氣中デ發音體ガ振動スルト音波ヲ生ズルト同様ニ宇宙間ニハエーテルト稱スル媒質ガアルモノト考ヘルト, 電氣振動ガ起ルト周圍ノエーテルニ波動ヲ生ズルコトハ前ノ電氣共鳴ニテモ知ラル. 此ノ波ヲ電波又ハ電磁波ト云フ, ヘルツノ實驗ニヨルト電波ハ光ト同一ノ法則ニ從ツテ反射シ. 屈折スル, 且ツ光ト全ク同一ノ速度デ進行スル. 而シテ其波長ハ數兆ヨリ數千米迄ニ及ブコトガアル.

[4] 無線電信. 電波ノ最モ重要ナ應用ハ無線通信デアアル. 之

ハ發信所ト受信所トヲ導線ヲ連結セズニ發信所デ適當ナ裝置ニヨツテ通信用ノ電波ヲ起シ之ヲ四方ニ送り受信所デ此電波ヲ檢知シテ通信ヲ受ケルノデアル。

圖 343 左ハ發信裝置ヲ示ス、圖ノ如ク斷續鍵 K ヲ押シテ交流發電機 A カヲ交流ヲ變壓機 T ノ第一コイルニ送ルト第二コイルハ高イ電壓ヲ生ジ蓄電器 C₁ ヲ充電サセテ間隙 G ニ火花放電ヲ行ハシメル

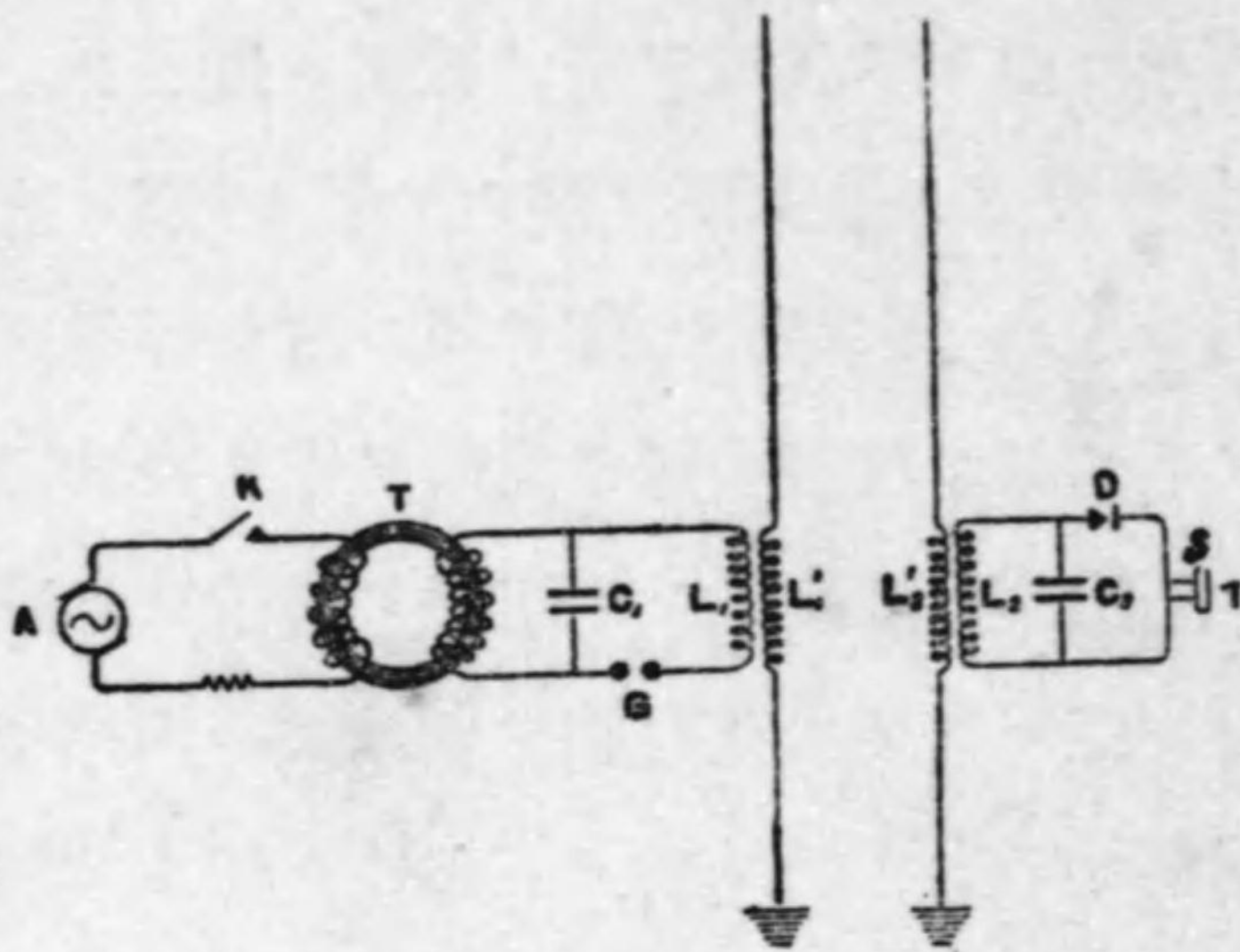


圖 343

此際蓄電器 C₁ トコイル L₁ トガーツノ電機振動體トナツテ一定ノ週期ノ電氣振動ガ其内ニ生ズル。別ニ架空線ト稱スル空中ニ高ク懸ケタ金屬線(アンテナ) ガアツテ之トコイル L₁' ト地球トヲ接續シターツノ電氣振動體モ亦上ノ C₁ L₁ 電氣振動體ト同ジ週期ノ振動體ニシテ置ク、且ツコイル L₁ トコイル L₁' トヲ組合シテーツノ變壓機ニシテ置クト G デ火花ヲ發スルト其度毎ニ電氣共鳴シテ架空線ニ電氣振動ガ起リ、電波ハ四方ニ傳播スル。

受信裝置ハ右圖ノ如ク殆ンド發信裝置ト同一デアル。受信局ノ架空線トコイル L₂' ト地球トハーツノ電氣振動體ヲナス、又蓄電器 C₂ トコイル L₂ モーツノ電氣振動體ヲナス。且ツ架空線ノコイル L₂' ト L₂ トハ組合ツテイテ此架空線及ビ電氣振動體 C₂ L₂ ノ振動ノ週期ハ何レモ發信局ノ週期ニ一致サセル様ニシテアルカラ發信局カラ來タ電波ハ受信局ノ架空線ニ電氣振動ヲ起サシメ從ツテ電氣振

動體 C₂ L₂ モ共鳴シテ蓄電器 C₂ ノ内外兩箔間ノ電壓ハ交互ニ昇降スル。此振動回路内ニハ檢波器 D ガアツテ振動電流ノ一方ニ流レルモノダケガ受話器ニ通ズル如クスル。而シ此振動電流ノ周波數ハ非常ニ大デ其回路中ニ電話用ノ受話器 S ヲ入レテモ音トシテ聞クコトガ出來ヌ故ニ此振動ヲ可聽周波數ノモノニ直ス必要ガアル之レガ檢波器デアル。

[5] 檢波器 檢波器ノ最簡ナモノハ鑲石檢波器デ之ハ二種ノ鑲石、例ヘバ紅亞鉛鑲ト班銅鑲トヲ輕ク接觸セシメタモノデアル。此接觸點ハ班銅鑲カラ紅亞鉛鑲ヘノ電流ハ通ズルガ紅亞鉛鑲カラ班銅鑲ヘノ電流ハ通サナイ特性即チ整流作用ガアル。

三極真空管ハ圖 344 ノ如ク空氣ヲ抜イタ硝子管ノ中ニ心線ト云フ、タングステンノ纖維 F ノ周リニグリッドト云フタングステンノコイル狀ノモノ G ガアリ、其外ニプレートト云フニッケル板 P ガアツテ心線ノ兩端ト、グリッドノ一端ト、プレートニ接續スル端トガ管外ニ出テイル。

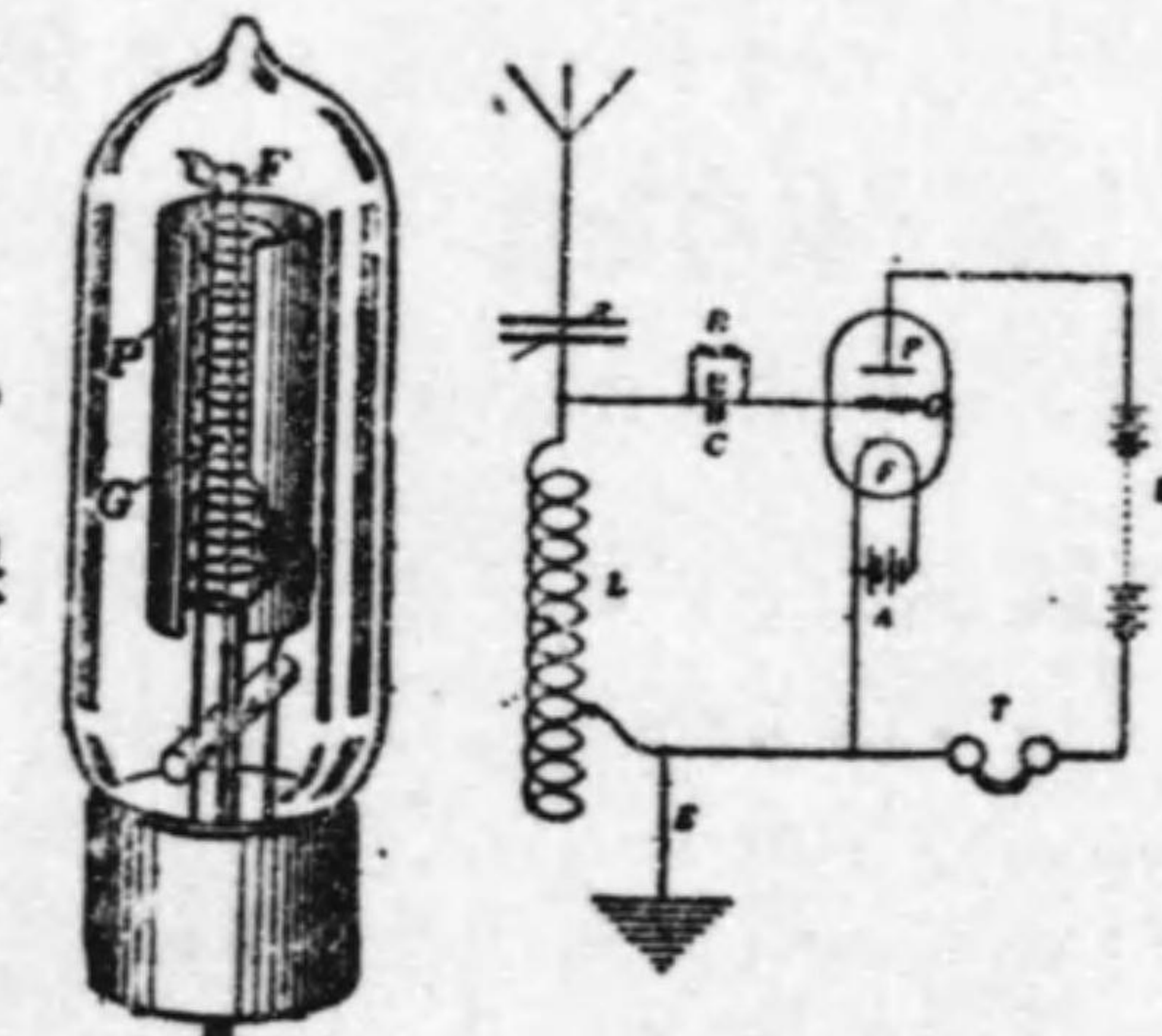


圖 344

圖 345

真空管ヲ圖 345 ノ如ク振動回路ニ入レ電地 A ヲ其心線ノ兩端ニ接續スルト F ハ白熾シテ表面カラ盛ニ電子ヲ放出シ、ソレガグリッド G ヲ經テ電池 B ノ陽極ニ連ナルプレート P ニ至リ回路 FGPBTE ガ閉ヂル、空中線ガ電氣振動ヲ受入レルト G ハ之ニ應ジテ非常ニ速カニ電壓ヲ正カラ負ニ、負カラ正ニ變ヘル。G ガ負ナルトキハ F カラ來ル電子ヲ押シ返シ電池 B ヲ含ム回路ヲ斷ツテ電流ヲ止メルガ、G ガ正デアルトキニハ P ト

協力シテ Fカラ來ル電子ヲ引キ附ケルカラ電池 Bヲ含ム回路ノ電流ガ強クナル。即チ三極真空管ハ整流作用ガアリ、而シテ其作用ガ確實デアアル。

故ニ此檢波器ト電話ノ受話器 Tトヲ受信機ノ回路ノ内ニ入レルト受話器ニハ只一方向ノミニ流レル電流ヲ通スカラ發信局ノーツノ火花ガ發スル毎ニ受話機ノ鐵板ハ一方ニ引カレルコトニナル。故ニ最初供給スル交流ノ周波數ガ假リニ 500 回ナリトスルト火花間隙ノ火花モ 500 回起リ、受話器ノ鐵板モ 500 回ダケ振動スルカラ發信局デ斷續鍵ヲ押シテ居ル間ハ毎秒 500 回ノ振動數ノ樂音ガ聞エル、此樂音ノ長短ニヨリテ電信符號ヲ傳達スルコトヲ得。

此真空管ハ又振動ノ強サヲ増ス所謂增幅器トシテモ又發信裝置デ火花ノ代リニ電波ヲ起ス發振器トシテモ役立つ。

[6] 無線電話. 火花ヲ用ヒテ發信スル場合ノ電波ノ形ハ不規則ナル故單ニ電信符號ヲ送り得ルノミナリ。而シ適當ナ裝置ニヨリ圖 346 甲ノ如ク永續スル不變ノ電波ヲ起シテ之ヲ送話器ニツケ

乙圖ノ如ク變形シテ發信スルトキハ整流裝置ヲ有スル受信機デハ丙圖ノ如ク送話シタノト同様ノ波形ノ音調ヲ聞クコトヲ得、之レガ無線電話ノ原理デアアル。

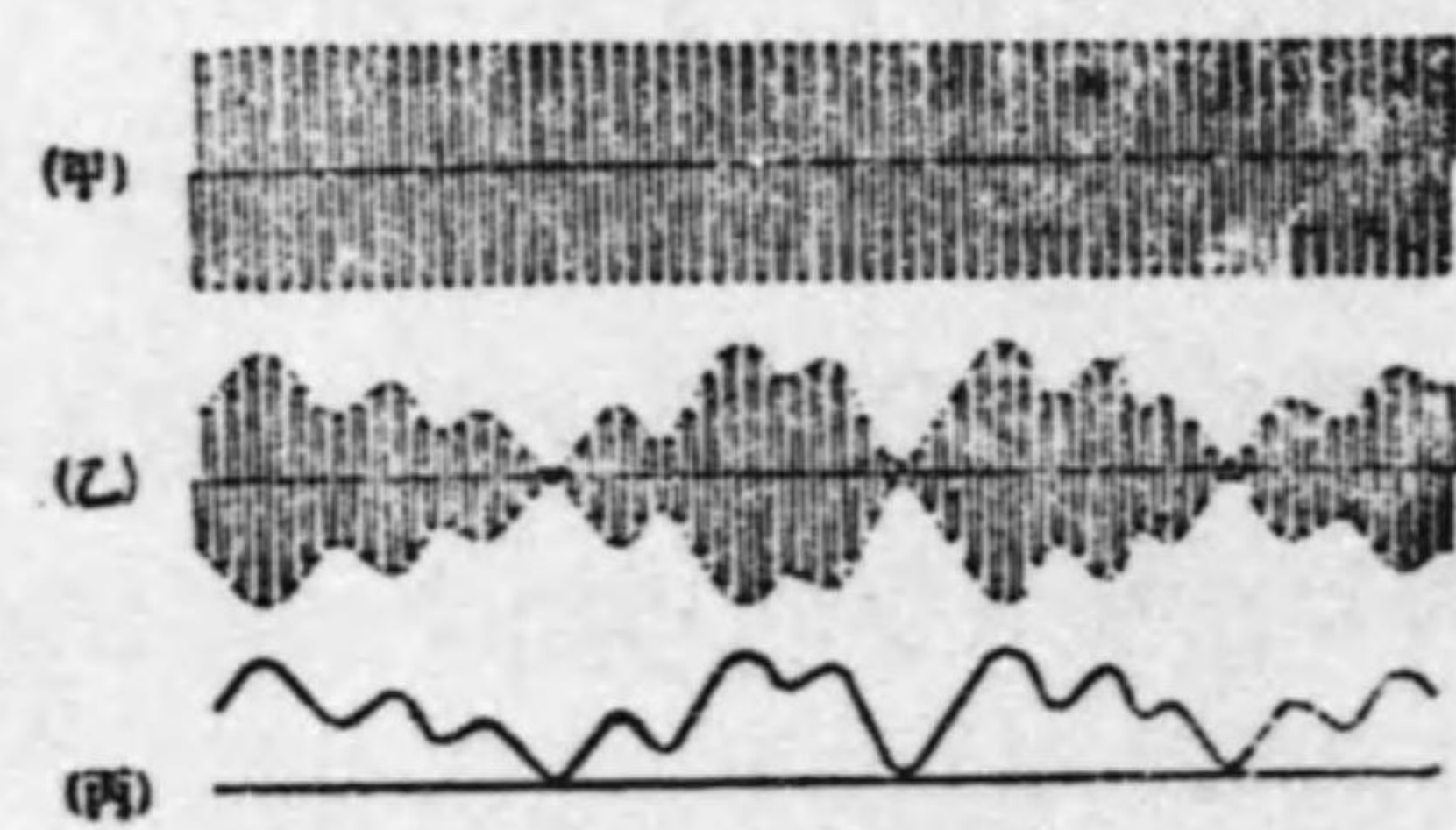


圖 346

無線電話デハ發振器トシテ主ニ真空管ヲ用ユ、今電氣振動ヲ起シ易イ状態ニアルコイル L_1 ト蓄電器 Cトヲ含ム回路ガアルト。此回路ト真空管トヲ圖 447ノ如ク接続シテ心線 Fニ點火スルト、プレート Pヲ含ム回路ニ電流ガ通ル。此電流ガコイル L_1 ノ自己感應ニ

ヨツテ變ズルト又相互感應ニヨツテコイル L_2 ニ電流ガ起リ、從テグリッド FGノ電壓ニ變化ガ起ル。此變化ハ又心線 Fカラプレート Pニ流レル電子ノ運動ヲ變化サセ、遂ニプレート Pノ回路ノ電流ヲ變化サセル。之ヲ繰り返スト遂ニ L_1 ト Cトヲ含ム回路ニ電氣振動ガ起ル。此振動ヲ L_3

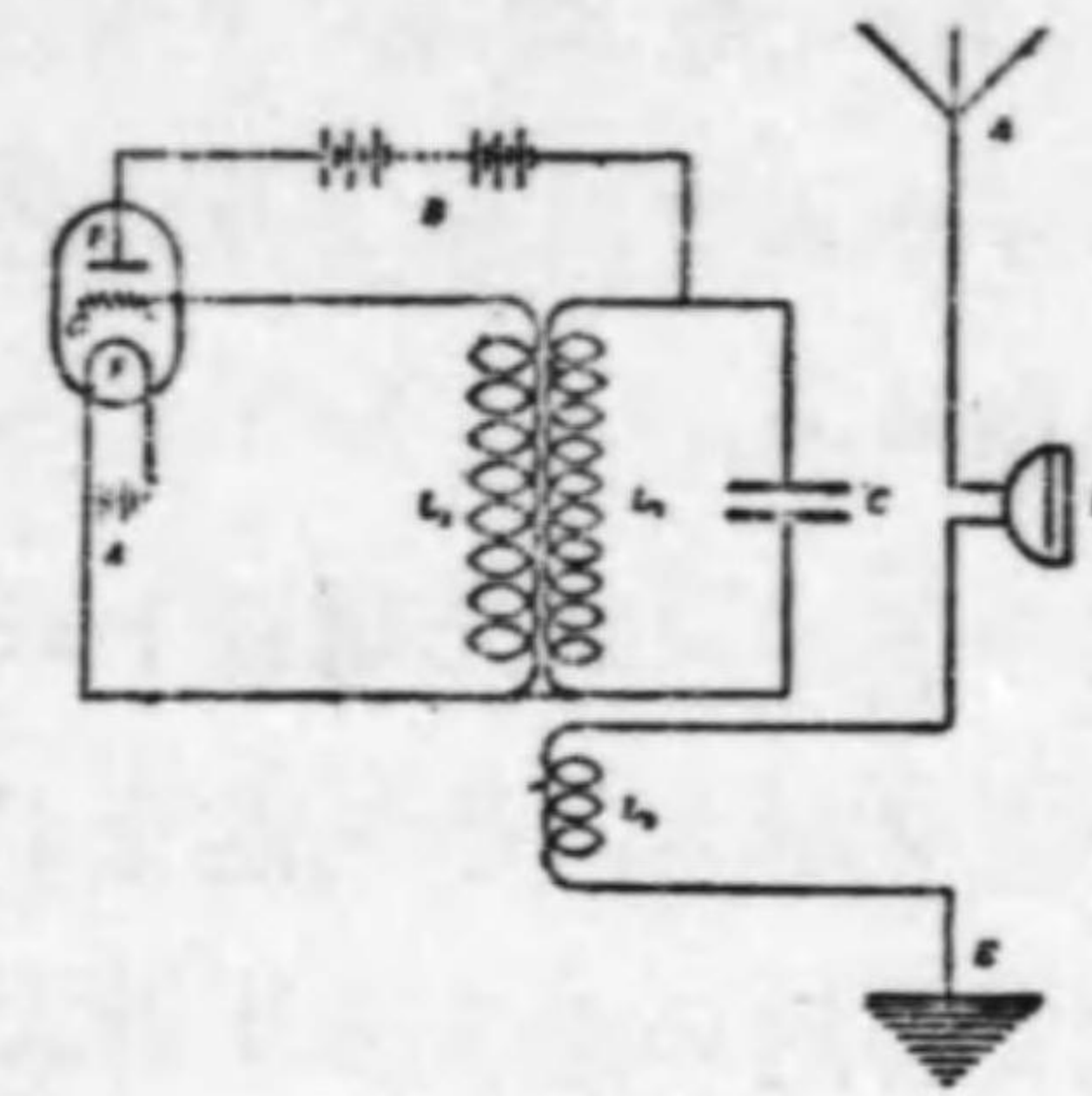


圖 347

ト空中線トヲ含ム回路ニ共鳴サセルト、ソレガ甲圖ノ如キ永續セル不變ノ電波トシテ空中線カラ放射スル。此放射前ニ送話器 Mノ前デ發音スルト、振動板ガ振動シテ内部ノ電氣抵抗ヲ變ヘルカラ電波ノ形ガ乙圖ノ如ク變ツテ空中線カラ四方ニ放散サレル。無線電話ノ送話器ハマイクロナント云ヒ、微音ヲモ能ク傳ヘル様ニ作ツタモノデ數多ノ振動板ヲ輪狀ニ並ベタ圓形ノモノヤ又炭素粒ヲ一枚ノ雲母板デ覆フタ角形ノモノモアル。東京中央放送局デ放送スル電波ノ周波數ハ毎秒 87 萬回デアアル。

問 [1] 三極真空管ノ内壁ガ銀鍍金シタル様ニナツテキルノハ何故カ。

解 高度ノ真空ヲ得タルメニハポンプデ空氣ヲ抜クノミデハ不充分テ硝子ノ壁ニ吸藏サレタ空氣ノ微量ガ封入後ニ出テ來ル、故ニ此等ノ殘留氣體ヲ除ク爲メニハ化學的ニ藥品ヲ使用スル外ナシ、此藥品ノ種類ニヨツテ銀色ヤ黑色ノモノモアル。

問 [2] 無線電信ト無線電話トノ異ナル點ヲ述ベヨ。

解 (1)無線電信デハ發信機ノ電鍵ヲ押ス間ダケ電波ガ起ルノデアアルガ無線電話デハ電波ハ續ケテ放送シ音聲ニヨツテ其波ノ振幅ヲ變化サセル。(2)無線電信ノ火花間隙ニハ交流機カラ出ル電流ノ周波數ニ等シキ數ノ火花ヲ見ルガ無線電話ノ火花間隙ヲ用フルモノデハ毎秒數萬回ノ火花ヲ發スル。(3)無線電信ノ電波ハ其振動ガ時ト共ニ衰退スル性質ノ波デモ尙用ヒラレルガ無線電話ノ方デハ必ズ永續性ノ不變ノ電波ヲ要ス。

[7] 光電管. 一空硝子管ノ球部ノ内面ヲ廣ク鍍銀シ,其上ニ,
カリウムヲ沈澱サセテ之ヲ陰極トシ
陽極ニハ, ニッケル又ハ白金ノ輪ヲ
用キタモノヲ光電管ト云フ, 圖348P
ハ之ヲ示ス, 今光電管Pノ窓Oカラ

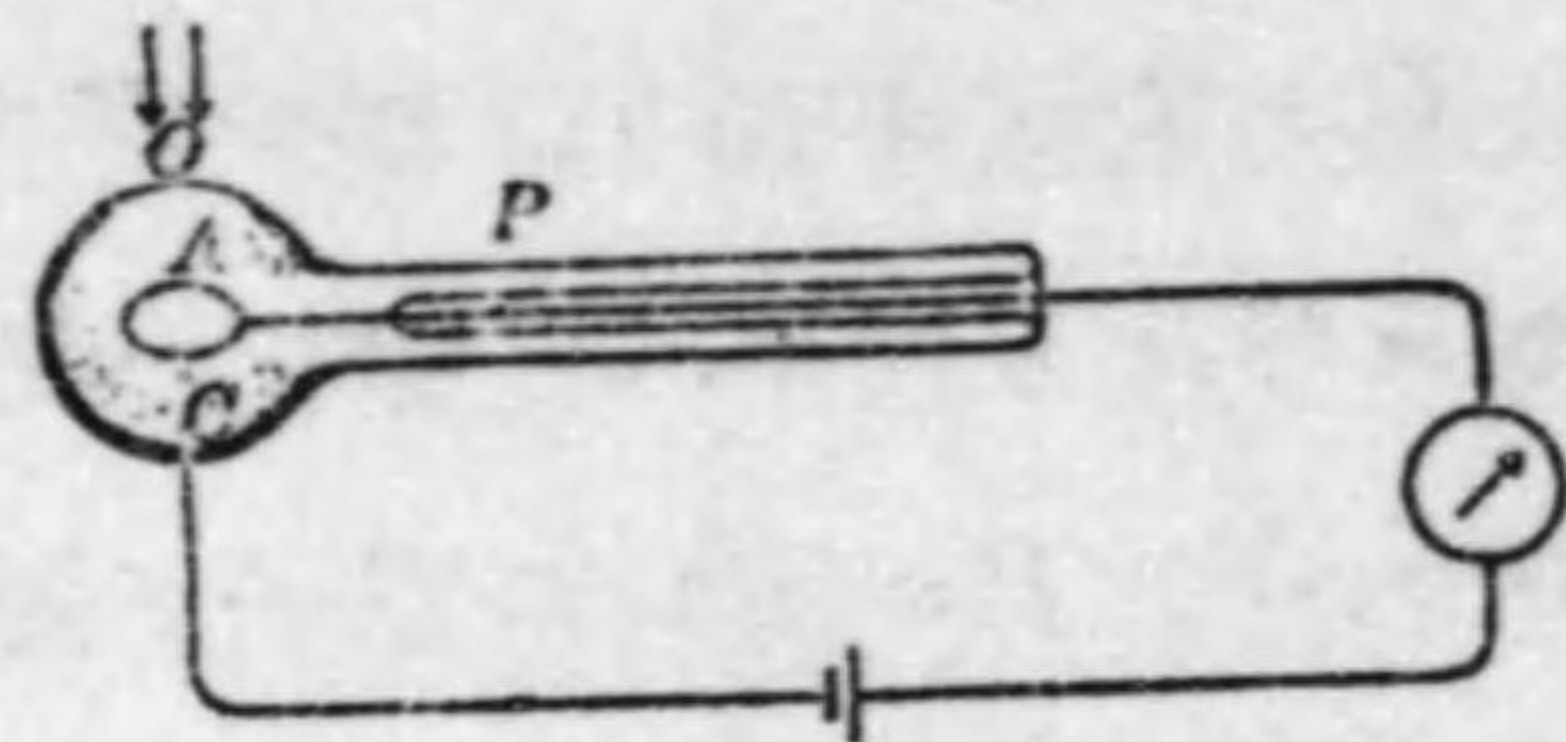


圖 343

光ヲ管内ニ送リカリウムCニ當テルト, カリウムハ容易ニ光ニ感
ジテ其面カラ電子ヲ射出シ, 此電子ハ陽極Aノ方ヘ流レルカラ回
路ニ電流計ヲ入レルト, 之ニ電流ガ流レテ此電流ノ強弱ハ光ノ強
弱ニヨツテ定マルコトヲ知ル. 斯ノ如ク光電管ハ光ノ強サヲ電流
ノ強サニ變ズル作用アル故電送寫眞, テレヴィジョン, 發聲活動寫
眞ニ用ヒラル.

[8] 電送寫眞. 電氣ヲ利用シテ遠方ヘ繪畫ヤ文字等ヲ送ルコ
トヲ電送寫眞ト云フ, 其原理ハ先ヅ發信
局デ圖349ノ如キ發信裝置ニヨリ寫眞原
畫ヲ卷キ付ケタ圓筒Dヲ廻轉シツツ徐々
ニ前進サセルト共ニ畫面ニレンズLデ集
メタ光斑點Pヲ投射サセ, 反射散光ヲ光
電池Pノ陰極ニ受ケルト光ガ, カリウムノ

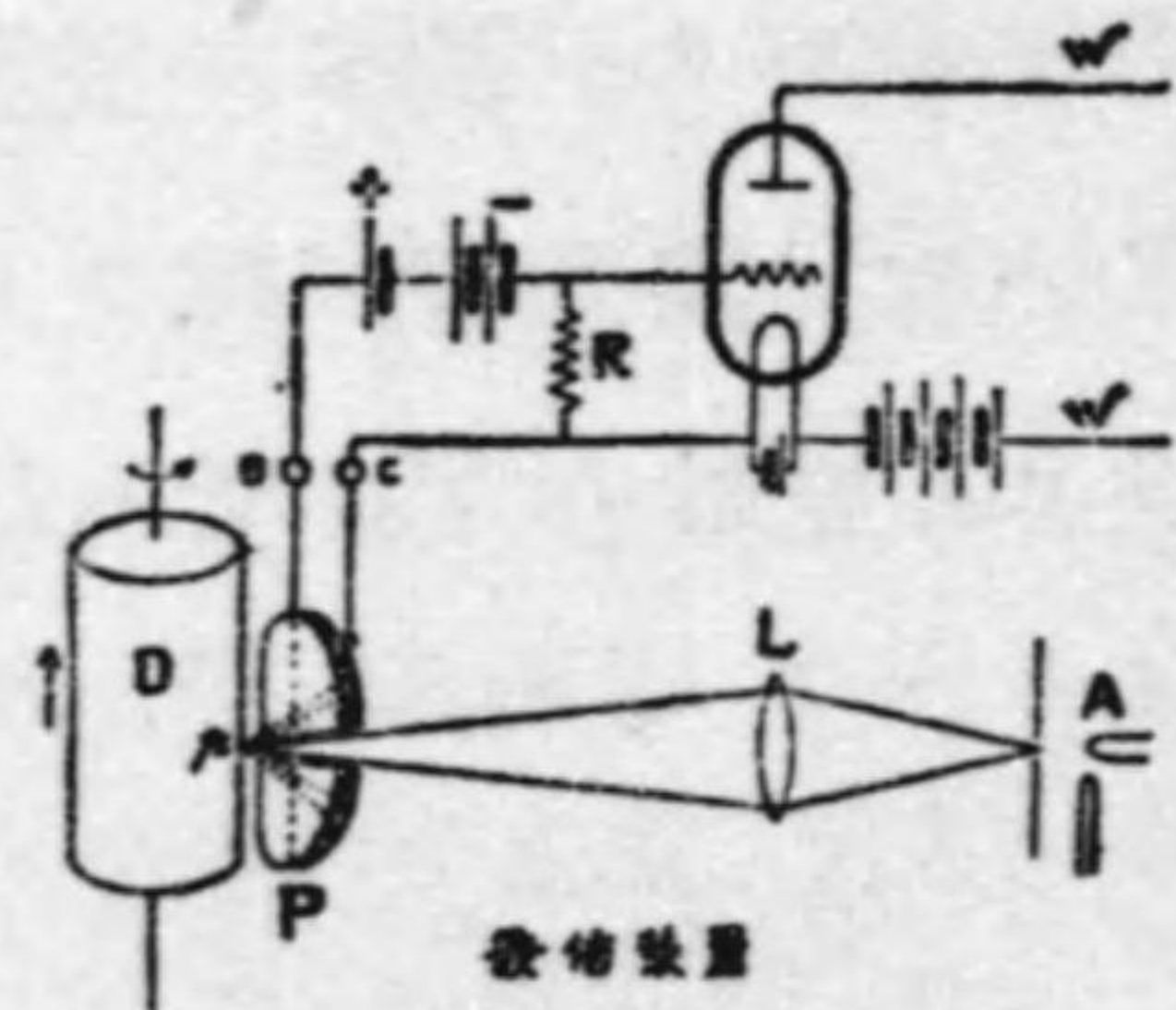


圖 349

面ニ投射スルト其面カラ光電子
ガ射出シテ回路PBRCニ電流ガ
流レル, 此電流ノ強サハ光電池
ヘノ投射光ノ量ニ比例スルカラ
畫面ノ明ルサニ對應スル強サノ
電流ガ得ラレル. 之ヲ三極真空

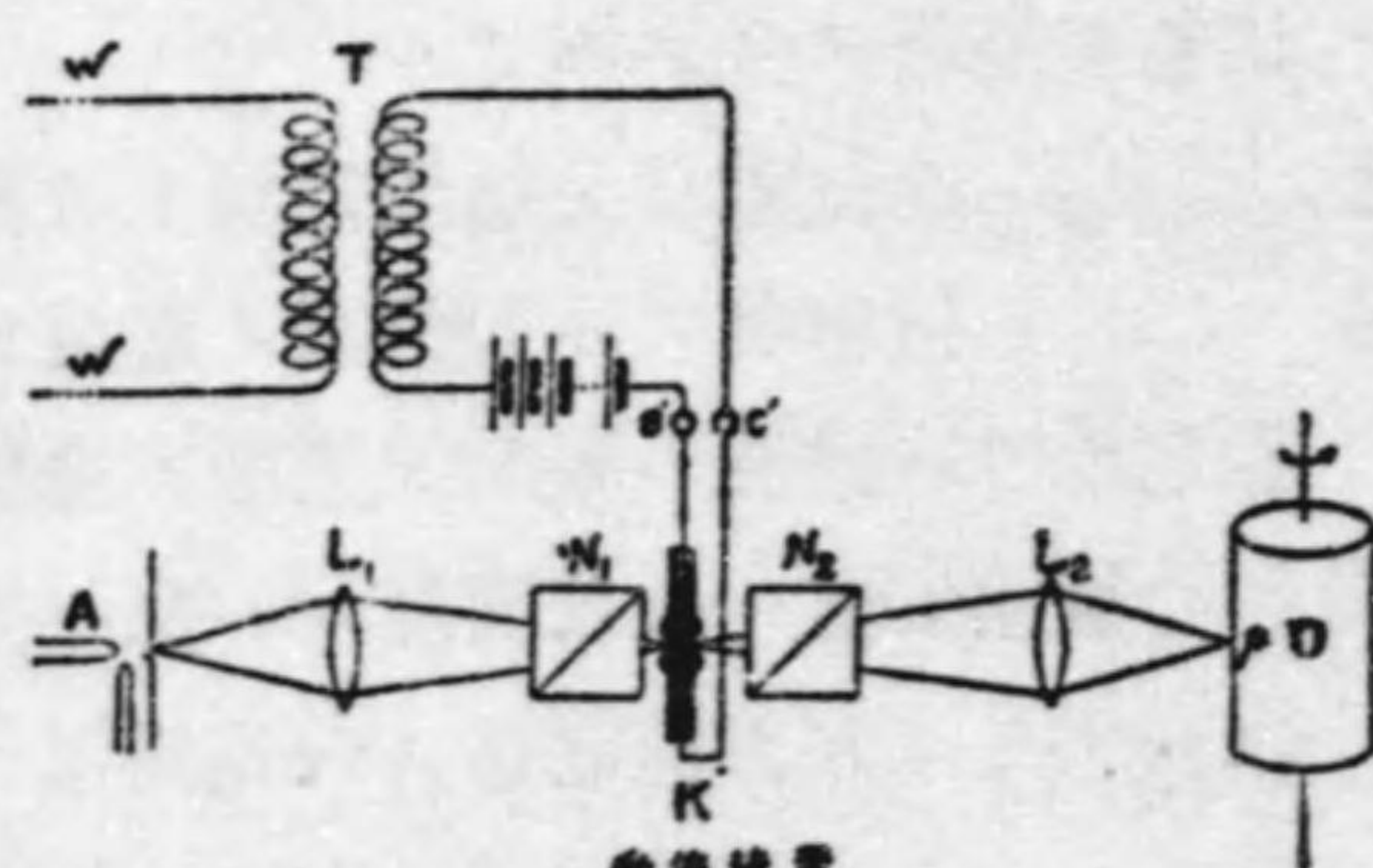


圖 350

管デ増幅シテ有線又ハ無線デ遠方ニ送ルノデアル.

次ニ受信機ノ要部ハ圖350ノ如ク. ニツノ金屬電極ヲ備ヘタ, ニ
トロベンソール液ノ硝子槽Kヲニツノ方解石ヲ切ツテ作ツタニヨ
ル N_1, N_2 ノ間ニ設置シタモノデアル. ニコル N_1, N_2 ヲ適當ニ置クト
光ハ通過セナイガ槽Kノ電極ニ電壓ヲ加ヘルト其大サニ對應スル
強サノ光ヲ通過スル性質ガアル. 從ツテ發信機カラ送ラレタ電流
ニヨル電壓ヲ槽Kノ兩極ニ働カセ. 通過光ヲ, レンズデ集メタ光斑
點Pヲ圓筒ニ卷イタ感光膜ニ受ケルト發信局ノ寫眞原畫ヲ寫スコ
トガ出來ル.

[9] テレヴィジョン. 之ハ電氣ヲ利用シテ遠方ニアル物體ヲ
視覚ニ感ジサセル裝置デアル. 圖

352ハ其ノ發信裝置デ電動機ニヨ
ツテ廻轉スル圓盤Dノ小孔ヲ通ジ
テ孤燈ノ強イ光ヲ目的ノ物體ニ當
ルト, 物體カラ反射スル光ハ小孔
ノ數ダケノ細カイ平行線ニ區分サ
レル. 之ヲ順々ニ極メテ速カ

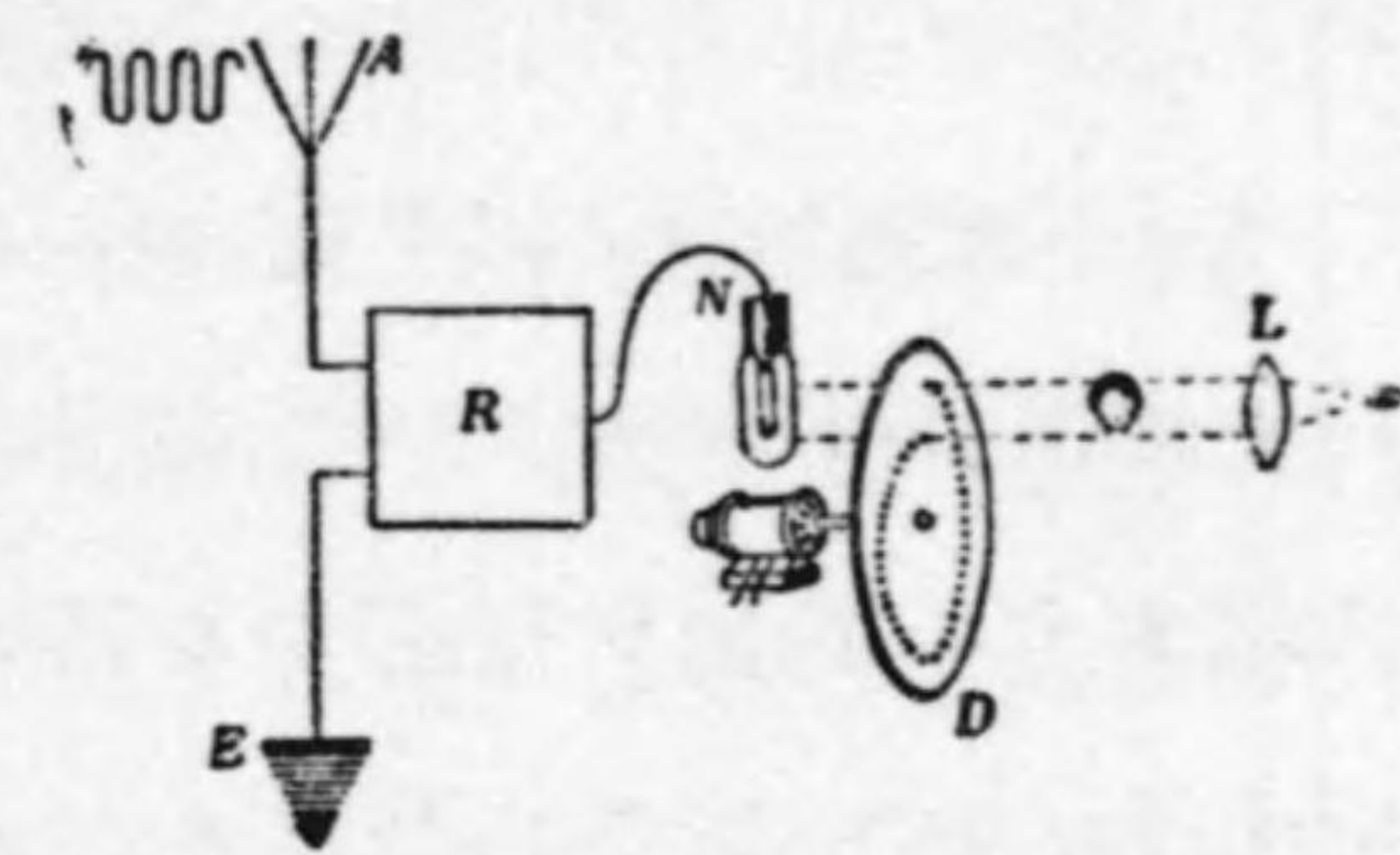


圖 351

ニ光電管Pニ送ルト光電管ニ
ハ其都度ソノ光ノ強サニ應ジ
タ電流ガ起ツテ, 送話機Tニ
ヨツテ遠方ニ送ラレル. 受信
局ニハ圖354ノ如ク受信機R
ニ接続スル回路ニ點火シタネ

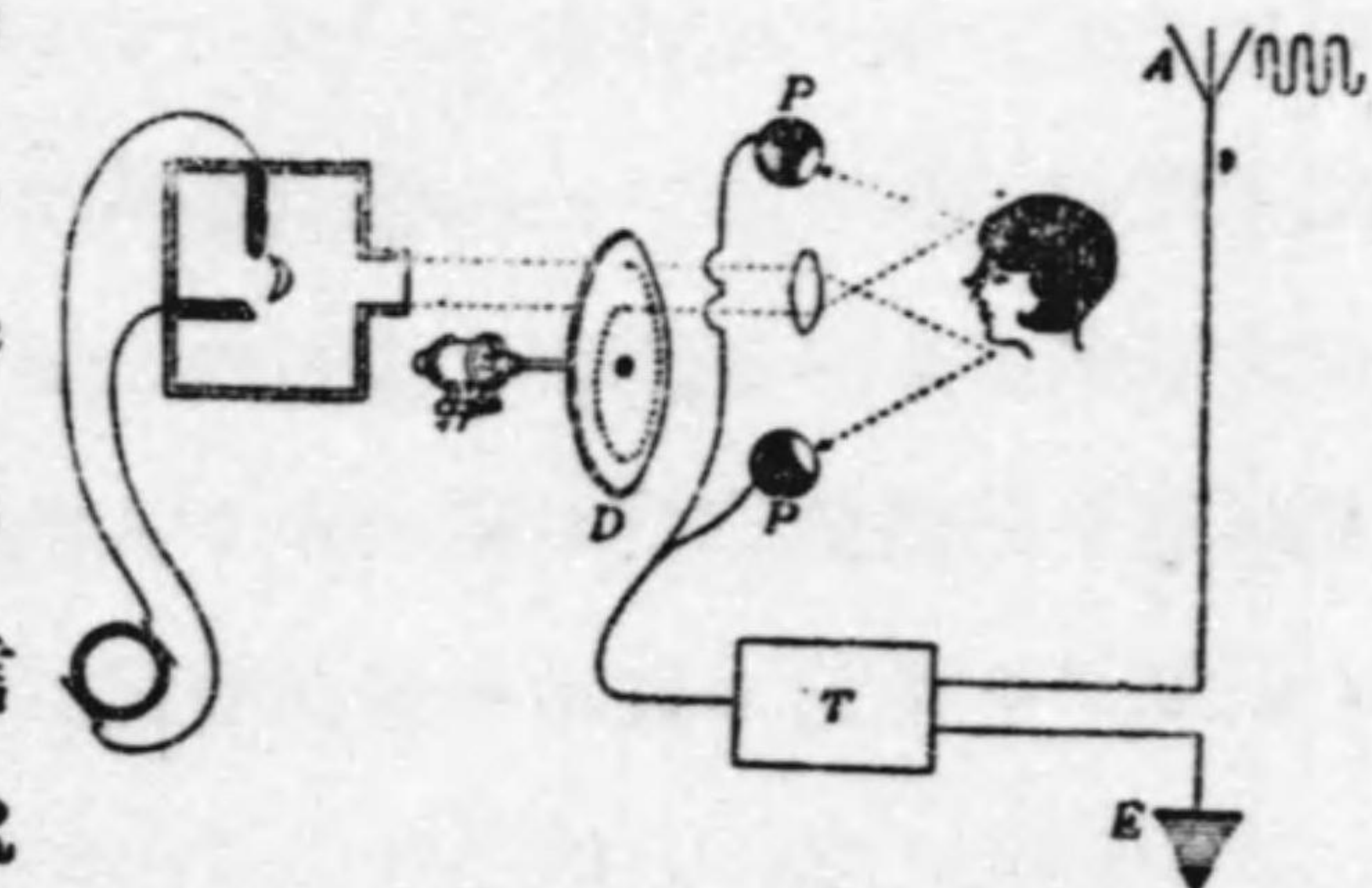


圖 352

オン燈Nガアツテ送信サレタ電流ヲ此回路デ受ケルト. 其電流ノ