

ル事ヲ考フレバ當然ナリ。

問題

(1) 抵抗 1, 2, 3 おーむノ針金ヲ行及ビ列ニ連結セルトキノ合抵抗ヲ求メヨ。 答 6 及ビ $\frac{6}{11}$ おーむ

(2) 抵抗 3 及ビ 5 おーむノ針金ヲ列ニ連結シテ之ニ電流ヲ通ズルトキ、3 おーむノ針金ノ電流ガ 2 あんべあナリトセバ他方ノ電流如何。

圖 3 おーむノ針金ニ流ル、電流ハ 2 あんべあナルガ故ニ其兩端ノ電位差ハ 6 ぼるとナリ。而シテ此電位差ハ他方ノ針金ニ働クガ故ニ求ムル電流ハ $\frac{6}{5} = 1.2$ あんべあナリ。

(3) 一定ノ電位差 100 ぼるとノ電源ノ兩極ニ依リテ抵抗 5 おーむノ機械ニ 2 あんべあノ電流ヲ通ゼシメントス幾おーむノ抵抗ヲ機械ニ行ニ連結ス可キカ。

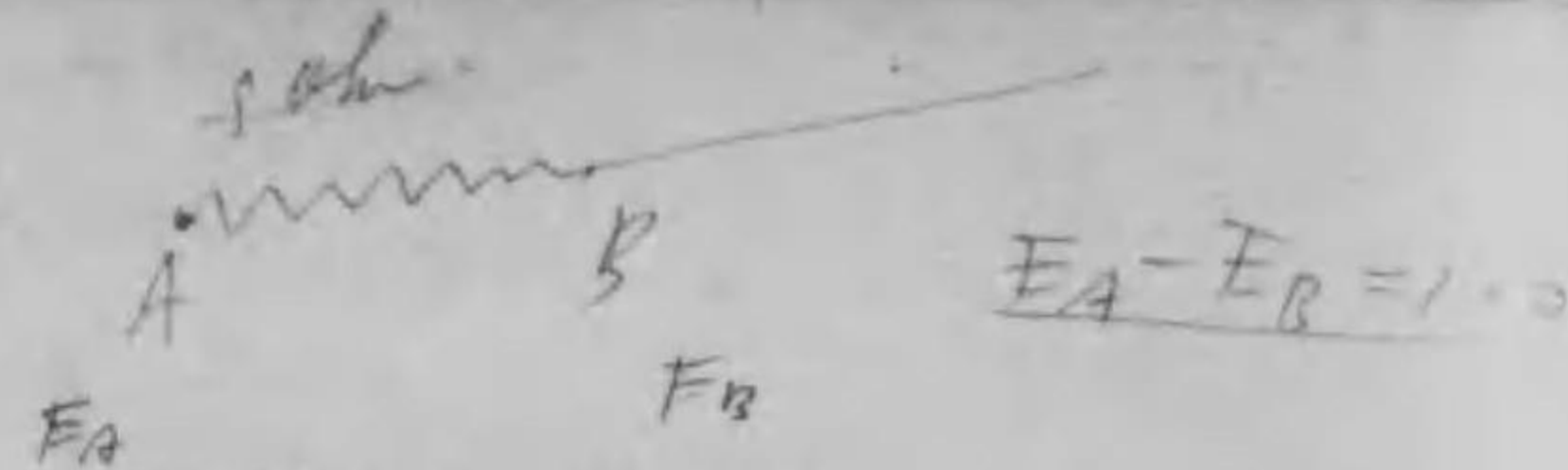
圖 求ムル抵抗ヲ x おーむトスレバ 100 ぼるとノ電位差ニテ x+5 おーむニ流ル、電流ガ 2 あんべあナルヲ要スルガ故ニ

$100 = 2(x+5) \therefore x = 45$ おーむ

(4) 實驗場ニ於テハ往圖ニ示ス如キ電燈抵抗 Lamp resistance ヲ用フ。今 16 燭光ノ炭素線電燈(100 ぼるとニテ 0.5



あんべあ)ヲ列ニ連結シタルモノヲ 100 ぼるとノ電源ニ結



ビ 1 個、2 個或ハ 5 個ノ電燈ヲ點ズルトキ流ル、電流ノ強サ如何。 答 0.5, 1 及ビ 2.5 あんべあ。

(5) 圖ノ如ク針金ヲ連結シテ之ヲ稜トスル立方形トセルトキ、其一角點 A ヨリ對角點 B ニ至ル抵抗ヲ求メヨ、但シ一邊ノ針金ヲ r おーむトス。

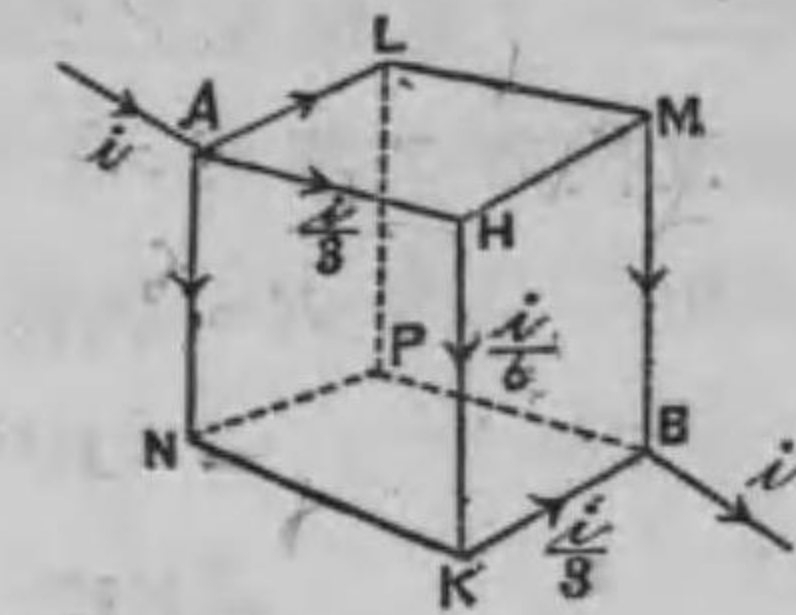


圖 A 點ニ入リテ B 點ニ出ヅル主電流ノ強サヲ i トシ、二點 A-B ノ電位差ヲ E トス。然ルトキハ AH, HK 及ビ KB ノ電流ハ夫々 $\frac{i}{3}, \frac{i}{6}, \frac{i}{3}$ ナリ而シテ是等ノ電流ニ對スル電位差ノ和ハ二點 A-B ノ電位差 E ニ等シキヲ要ス。故ニ

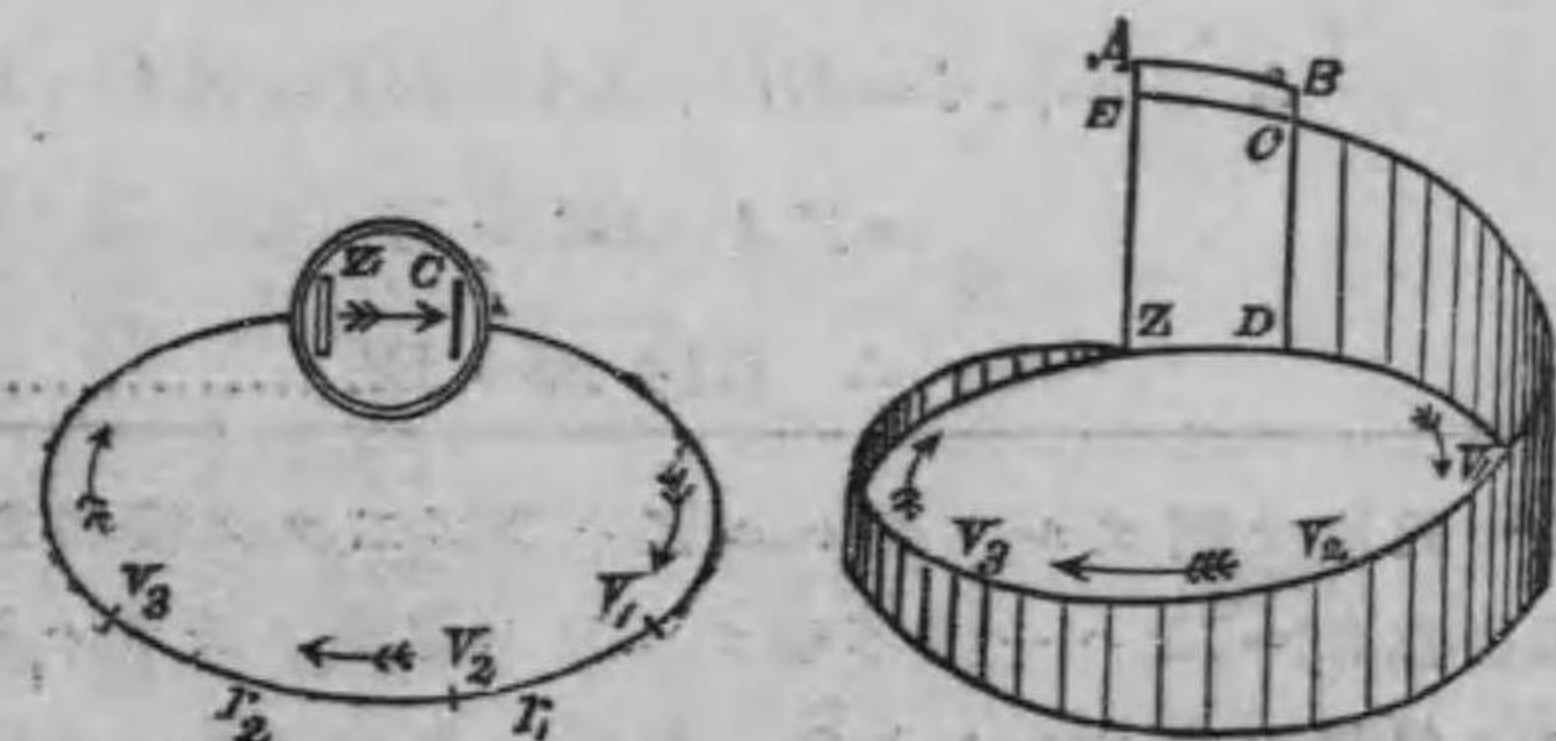
$E = \frac{i}{3}r + \frac{i}{6}r + \frac{i}{3}r = \frac{5}{6}ir$

然ルニ、二點 A-B 間ノ合抵抗ヲ R トスレバ $E = Ri$ ナルガ故ニ $R = \frac{5}{6}r$ ナルヲ知ルナリ。

§ 4 輪道ニ於ケル電位降下 Fall of potential along a circuit.

電池ヲ閉ヂザル場合ニ於ケル兩極間ノ電位差ハ電池ノ電動

力ニ等シ。圖ニ示ス如ク亞鉛板ノ電位ヲ標準トシテ高サ零ナル點 Z



ニテ示シ液ト亞鉛板及ビ液ト銅板ノ接觸部ニ於ケル接觸電位差ヲ夫々 ZA 及ビ CB ニテ示ストキハ、電池ノ電動力 E ハ此二ツノ電位差ノ代數和ニ等シキガ故ニ[銅ト亞鉛トノ接觸電位差ヲ無視ス]

$$E = (\text{銅, 硫酸}) + (\text{硫酸, 亞鉛})$$

$$= -BC + ZA$$

$$= ZE \quad (AE = BC)$$

次ニ兩極ヲ針金ニテ連結スルトキハ電流ハ輪道ニ沿ウテ流ル、ト共ニ電位ハ針金ニ沿ウテハ陽極ノ電位 DC ヨリ陰極ノ零電位 Z 點ニ、又電池内ニ於テハ電位 ZA ヨリ DB ニ降下スル事前圖ニ示スガ如シ。今 i ヲ以テ電流ノ強サトシ、 R ヲ針金ノ抵抗即チ所謂外抵抗 External resistance、 r ヲ以テ電池内ノ抵抗即チ所謂内抵抗 Internal resistance トスレバ[極板ノ抵抗ハ無現シテ可ナリ]おーむ律ニ依リテ*

$$\text{外抵抗} = \text{對スル電位降下} : Ri = DC - O$$

$$\text{内抵抗} = \text{對スル電位降下} : ri = ZA - DB$$

$$\therefore Ri + ri = DC + ZA - DB = ZA - (DB - DC)$$

$$= ZA - BC = E$$

$$\therefore Ri + ri = E \dots\dots\dots(a)$$

註* 電池ヲ閉ヅルト否トニ關ハラズ二ツノ接觸電位差(銅,硫酸)= BC 及ビ(硫酸,亞鉛)= ZA ハ一定不變ナリ、蓋シ電池ニ於テハ極板ノ電氣ガ針金ニ沿ウテ傳導シ去ラル、ト共ニ内部ノ化學的變化ニ依リテ絶エズ極板ニ荷電ヲ供給シ得メケレバナリ。

即チ、輪道ノ外抵抗及ビ内抵抗ニ於ケル電位降下ノ和ハ電池ノ電動力ニ等シ、換言スレバ電池ノ電動力ハ内外ノ抵抗ニ抗シテ電流ヲ流ス爲メニ消費セラレルナリ。電池ノ兩極ヲ針金ニテ連結スルトキノ兩極間ノ電位差即チ外抵抗ノ兩端ノ電位差ヲ極電位差 Terminal potential difference ト云フ。上式(a)ニ於テ極電位差ハ $e = Ri$ ナルガ故ニ

$$e = E - ri \dots\dots\dots(b)$$

即チ、極電位差 e ハ電池ノ電動力 E ヨリモ内抵抗ニ打勝ツニ要スル電位差 ri 丈ケ小ナルヲ知ルナリ。電池ノ内抵抗ニ打勝ツ爲メノ電位差 ri ハ輪道ノ一部ナル電池ノ内抵抗ニ抗シテ電流ヲ通ズル爲メニ無益ニ消費スル電位差ナルガ故ニ、之ヲ損失ぼると Lost volt ト云フ。損失ぼるとヲ小ニスルニハ電池ノ内抵抗ヲ成ル可ク小ニスレバ可ナリ。又式(a)ヨリ

$$i = \frac{E}{R+r} \dots\dots\dots(c)$$

即チ、電池ノ輪道ヲ流ル、電流ノ強サハ其電動力ヲ輪道ノ全抵抗ニテ除シタルモノニ等シ。

問題

(1) 電動力 2 ぼると、内抵抗 0.1 おーむナル蓄電池ヲ 20 おーむノ針金ニテ閉ヅルトキノ電流及極電位差ヲ問フ。

解 電流ノ強サ $i = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{20+0.1} = 0.099$ あんべあナリ。 又

極電位差: $Ri=20 \times 0.099=1.93$ ぼると。

(2) 電動力 2 ぼるとノ電池ノ兩極ヲ針金ニテ連結スルトキ 5 あんべあノ電流ヲ得、極電位ハ 1.8 ぼるとニ降下セリト云フ。電池ノ内抵抗ヲ求メヨ。

圖 内抵抗ヲ r トシ電流ノ強サヲ i トスレバ式(b)ニ依リテ、 $ri=E-e=2-1.8=0.2$ 、然ルニ $i=5$ あんべあナルガ故ニ、 $r=\frac{0.2}{5}=0.04$ ぼーむ

(3) 電流ヲ閉ヅル針金ノ外抵抗ガ非常ニ大トナルトキハ其極電位差ハ電池ノ電動力ニ等シクナル事ヲ證セヨ

圖 本節式(b)及(c)ニ依リテ

$$e=E-ri; i=\frac{E}{r+R}$$

$$\therefore r=E\left(1-\frac{r}{r+R}\right)=E\frac{R}{r+R}=\frac{E}{1+\frac{r}{R}}$$

上式ニ於テ外抵抗 R ガ内抵抗 r ニ比シテ大トナルバ $\frac{r}{R}$ ハ零ニ近ヅクガ故ニ、 R ガ十分大ナルトキハ $e=E$ ト看做シ得ルナリ。

(4) 電動力 2 ぼると、内抵抗 0.5 ぼーむノ電池ノ兩極ヲ抵抗 2 ぼーむ及ビ 3 ぼーむノ二本ノ針金ヲ列ニシテ連結スルトキ各々ノ針金ヲ流ル、電流ノ強サ如何。

圖 2 ぼーむ及ビ 3 ぼーむノ針金ヲ列ニ連結スルトキハ其合抵抗 R ハ次ノ如シ: $\frac{1}{R}=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}=\frac{5}{6} \therefore R=\frac{6}{5}=1.2$ ぼーむ。

故ニ電流ノ強サ $i=\frac{2}{1.2+0.5}=1.18$ あんべあ。

(5) 電流ガ餘リニ強クシテ其儘電流計 G ニ通ジ難キ場合ニハ、之ニ列ニ所謂分路 Shunt S ヲ設ケ主電流ノ大部分ヲシテ此分路ヲ通過セシメ殘リノ電流ヲシテ電流計ニ通

ジシムルヲ常トス。今圖ニ於テ、電池 B ノ電動力 = 2 ぼると、内抵抗 = 0.5 ぼーむ、電流計 G 及ビ分路 S ノ抵抗ガ夫々 50 及ビ 2 ぼーむナルトキハ主電流及ビ電流計ニ流ルル電流ノ強サ如何、但シ連結セル針金ノ抵抗ハ無視シ得ルモノトス。

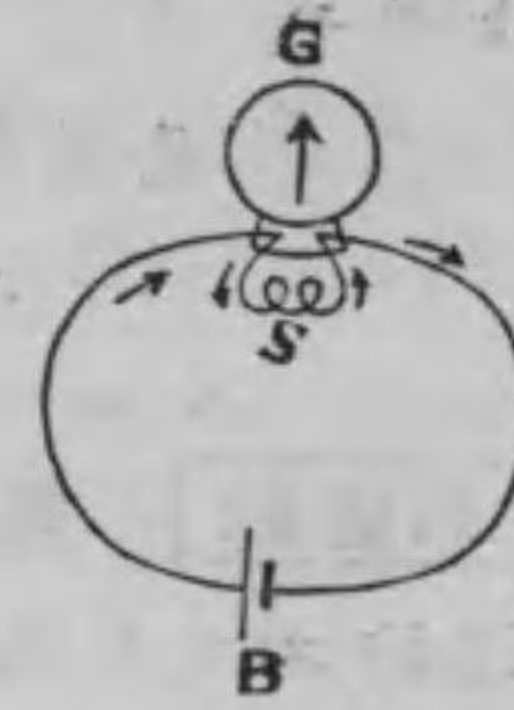


圖 電流計及ビ分路ノ合抵抗ヲ R トスレバ: $\frac{1}{R}=\frac{1}{50}+\frac{1}{2}=\frac{26}{50} \therefore R=\frac{50}{26}=1.9$ 故ニ主電流ノ強サヲ i トスレバ

$$i=\frac{E}{R+r}=\frac{2}{1.9+0.5}=\frac{5}{6}$$
 あんべあ

次ニ電流計及ビ分路ヲ流ル、電流ノ強サ夫々 x, y トスレバ電流計及ビ分路ノ兩端ノ電位差ハ共通ナルガ故ニ

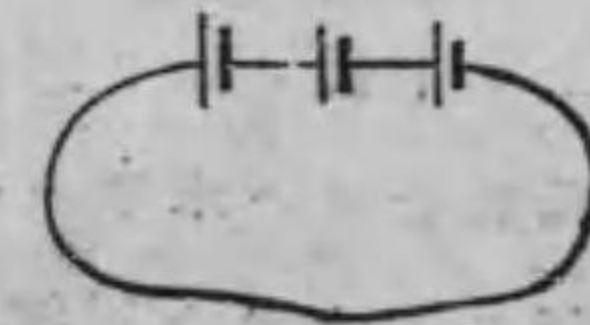
$$50x=2y, \text{ 又 } x+y=\frac{5}{6}$$

上式ヲ解キテ、 $x=\frac{5}{156}=0.032$ あんべあ。

§ 5 電池ノ連結 Connection of cells.

數多ノ電池ヲ連結スルニ三種ノ仕方アリ、即チ行連結列連結及ビ混合連結 Series, parallel and mixed connection 是ナリ。

I 行連結 内抵抗 r 、電動力 E ナル n 個ノ電池ヲ圖ニ示ス如ク行ニ連結シ兩極ヲ抵抗 R ナル針金ニテ連結



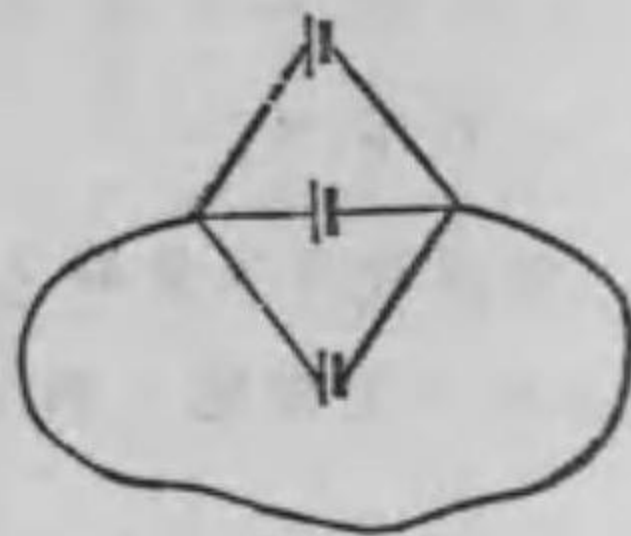
スルトキハ

全電動力 = nE ; 全抵抗 = $R+nr$

∴ 電流ノ強サ: $i = \frac{nE}{R+nr}$

II **列連結** 圖ノ如ク各々ノ電池ノ陽極及ビ陰極ヲ別

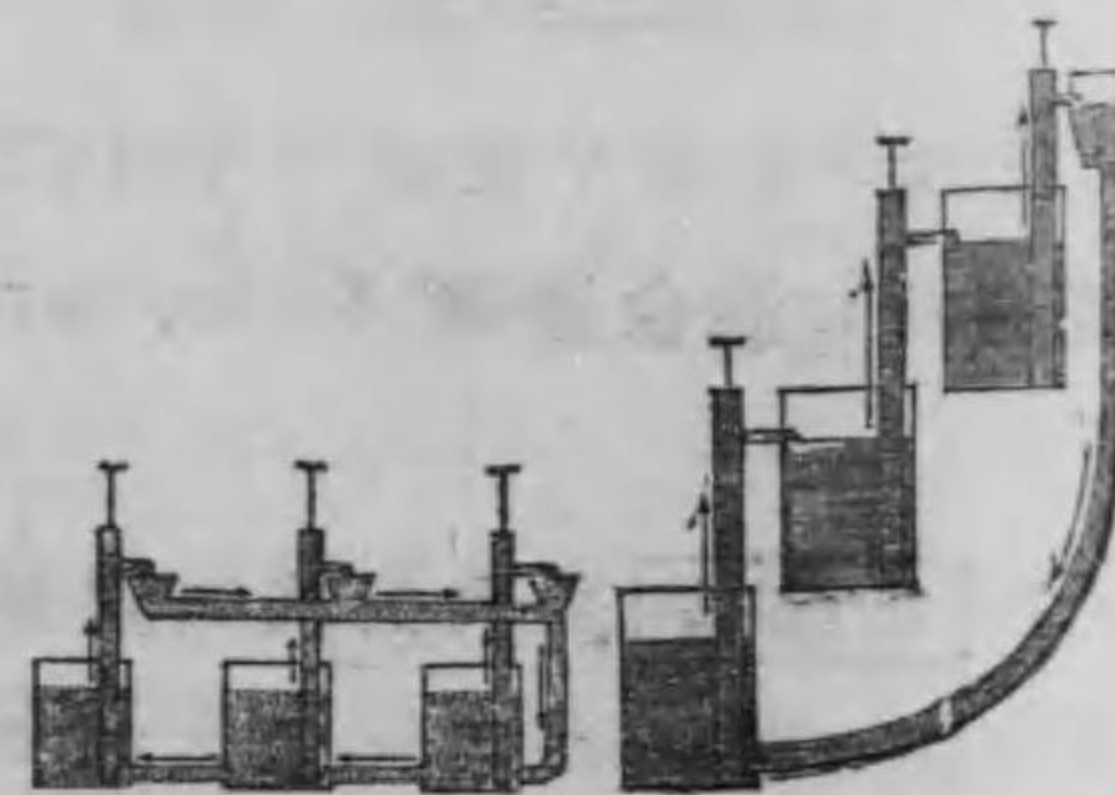
々ニ連結スルヲ列連結ト云フ。此場合ハ結局一個ノ電池ノ極板ヲ n 倍ニシタルモノト看做シ得ルガ故ニ、全電動力ハ一個ノ電動力ニ等シキモ全内抵抗ガ $\frac{r}{n}$ ニ減ズルノ利益アルナリ。



全電動力 = E ; 全抵抗 = $R + \frac{r}{n}$

∴ 電流ノ強サ: $i = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR+r}$

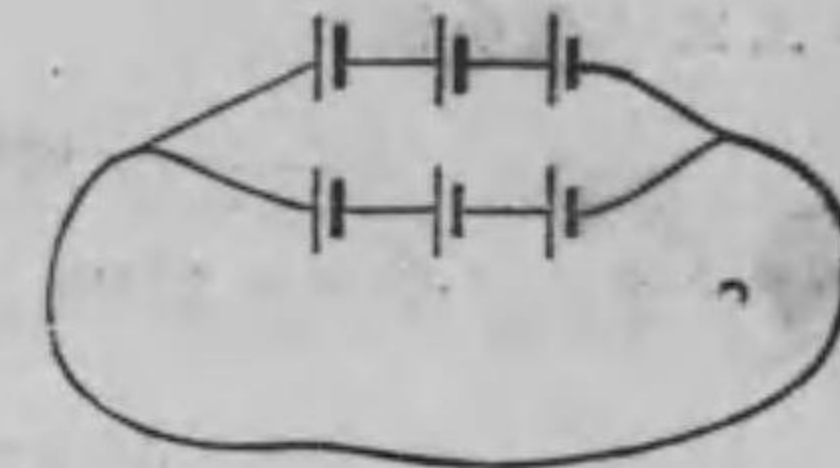
圖 電池ヲ行ニ連結スルトキ電動力ヲ増加スルハ恰モ圖ノ如クぼんぶヲ連絡スルニ酷似ス、各ぼんぶヲ流ル、水量ハ同一ナルモ水ノ水準ヲ高ムルノ利益アルナリ。又電池ヲ列ニ連結スルハぼんぶヲ下圖ノ如ク連結スルニ當ル、此場合ニハ水準ハ一個ノ電池ヲ用ユルトキト同様ナルモ水量ヲ増スノ利益アルナリ。



III **混合連結** n 個ノ電池中、

p 個ツツヲ行ニ繋ギ其 q 組ヲ列

ニ繋グトキハ $n=pq$ ニシテ



一組ノ電動力 = pE ; 全電動力 = pE

一組ノ内抵抗 = pr ; 全内抵抗 = $\frac{pr}{q}$

幹道ノ全抵抗 = $R + \frac{pr}{q}$

∴ 電流ノ強サ: $i = \frac{pE}{R + \frac{pr}{q}} = \frac{nE}{qR+pr}$



上式ニ於テ $q=1$ トスレバ $p=n$ トナリテ行連結トナリ、 $p=1$ トスレバ $q=n$ トナリテ列連結トナル。故ニ混合連結ハ前ノ二ツノ場合ヲ含メル一般ナル連結法ナリ。

最大電流 電動力 E 、内抵抗 r ナル n 個ノ電池ヲ如何ニ連結スレバ與ヘラレタル外抵抗 R ニ最大電流ヲ通シ得ベキカ。此問題ヲ解クニハ混合連結ニ於ケル電流ノ強サノ式

$$i = \frac{nE}{qR+pr}; n=pq$$

ヲ最大ニスル p, q ノ値ヲ見出セバ可ナリ。上式ニ於テ n, E ハ一定ナルガ故ニ上式ヲ最大ニスルニハ上式ノ分母 $qR+pr$ ナ最小ニスル p, q ノ値ヲ見出セバ可ナリ。然ルニ

$$qR+pr = \sqrt{(qR+pr)^2} = \sqrt{(qR-pr)^2 + 4pqrR} = \sqrt{(qR-pr)^2 + 4nrR}$$

上式ニ於テ第二項 $4nrR$ ハ一定ニシテ第一項 $(qR-pr)^2$ ハ常ニ正ナルガ故

ニ上式ノ最小値ハ

$$(qR - pr)^2 = 0; qR = pr$$

ナルトキナリ、然ルニ $qp = n$

$$\therefore p = \sqrt{n \frac{R}{r}}; q = \sqrt{n \frac{r}{R}}$$

即チ、上式ヲ満足スル p 個ヲ行ニ、其 q 組ヲ列ニ繋グバ最大電流ヲ得ベシ。實際ニ於テハ、上式ニテ計算セル p, q ノ値ガ整数ナラザル事アリ、斯ル場合ニハ計算上ノ値ニ最モ近ク且ツ $pq = n$ ヲ満足スル p, q ノ値ヲ探レバ可ナリ。

但、最大電流ノ條件： $qR = pr$ 即チ $R = \frac{p}{q}r$

ノ意味ヲ考フルニ、 $\frac{p}{q}r$ ハ電池全體ノ内抵抗ニシテ R ハ外抵抗ナリ。故ニ、最大電流ヲ得ルニハ電池ノ全内抵抗ト外抵抗トヲ等シクスル様ニ連結スレバ可ナリ。 従ツテ、次記ノ場合ニハ計算スル迄モナク直テニ最大電流ニ對スル連結法ヲ知り得ルナリ。

(a) $R > nr$. 多クノ場合ニ於テ外抵抗 R ハ電池ノ内抵抗ニ比シテ遠ニ大ナルヲ常トス。而シテ外抵抗 R ガ電池全部ヲ行連結ニセルトキノ内抵抗 nr ヲリモ大ナル場合即チ $R > nr$ セルトキ、最大電流ノ條件ヲ満足セシムルニハ電池ヲ連結シテ其全内抵抗ヲシテ成ル可ク外抵抗ニ近ヅケシムレバ可ナリ。然ルニ電池ヲ全部行ニ連結スルモ其内抵抗 nr ハ尙ホ外抵抗ニ遠セザルモ此場合ニ他ノ連結法ヲ混ズレバ内抵抗ハ一層 nr ヲリモ小トナリ最大電流ノ條件ヲ遠ザルガ故ニ電流ハ小トナルナリ。故ニ上記ノ場合ニハ全電池ヲ行ニ連結スルトキ最大電流ヲ得ルナリ。

(b) $R < \frac{r}{n}$. 此ノ場合ニハ全電池ヲ列ニ連結セルトキノ内抵抗ガ最モ外抵抗ニ近キガ故ニ、全電池ヲ列ニ連結スルトキ最大電流ヲ得ルナリ。

(c) $\frac{r}{n} < R < nr$. 此場合ニハ前式ニ依リテ p, q ノ値ヲ計算シ以テ電池

ノ連結法ヲ求メ得ルナリ。

實際ニハ外抵抗 R ハ内抵抗ニ比シテ遠ニ大ニシテ(a)ノ場合ニ屬シ全電池ヲ行ニ連結スルヲ常トス、(b)-(c)ノ場合ノ如キハ實際ニハ殆ド起ラザルナリ。

電池ヲ連結シテ最大電流ヲ得ルト云フ問題ト電池ノえれるぎ一ヲ最モ經濟的ニ使用スルト云フ問題トハ全ク別種ノ問題ナリ。即チ、最大電流ヲ得ルニハ電池ノ全内抵抗ト外抵抗トヲ等シクスルニ在ルモ、斯クスルトキハ損失ばるとハ全電動力ノ半分トナリテ電池ノ供給スルえれるぎ-[次章]ノ半分ハ電池内ニ於テ無益ニ消費セラル、ナリ。故ニ電池ヲ最モ經濟的ニ使用スルニハ其全内抵抗ヲ最小、即チ電池ヲ全部列ニ連結スレバ可ナリ。

問 題

(1) 電動力 1.9 ぼると、内抵抗 0.3 おーむナルぶんせん電池十個ニテ抵抗 5 おーむノ針金ニ電流ヲ通ゼントス。電池ヲ悉ク行ニ繋ギシトキ、悉ク列ニ繋ギシトキ、二個宛ヲ行ニ其五組ヲ列ニ繋ギシトキニ於ケル電流ノ強サ如何。

答 2.4; 0.38; 0.72 あんべあ

(2) 内抵抗 0.8 おーむノ電池 20 個ヲ用ヒテ、(a) 20 おーむ、(b) 0.03 おーむ、(c) 4 おーむノ針金ニ最大電流ヲ通ゼシムル電池ノ連結法如何。

解 (a) $20 > 20 \times 0.8 = 16 \therefore$ 全部行ニ繋グヲ可トス。

(b) $0.03 > \frac{0.8}{20} = 0.04 \therefore$ 列ニ繋グヲ可トス。

(c). $p = \sqrt{20 \times \frac{4}{0.8}} = 10.$
 $q = \sqrt{20 \times \frac{0.8}{4}} = 2.$ } \therefore 10個宛ツテ行ニ結ビ其二組ヲ
 列ニ連結スレバ可ナリ。

(3) 電動力2ぼると、内抵抗0.3おーむナル電池3個ヲ取
 リ其内ニツヲ同ジ向キニ残り一ツヲ反對ノ向キニシテ行
 連結トシ之ヲ抵抗10おーむノ針金ニ連結スルトキ流ル、
 電流ノ強サ如何。

圖 輪道ニ働ク全電動力ハ便々ノ電池ノ電動力ノ代數和ニ等シキガ
 故ニ、此場合ノ全電動力ハ $2 \times 2 - 2 = 2$ ぼるとナリ。

$\therefore i = \frac{2}{10 + 3 \times 0.3} = 0.18$ あんべあ

(4) 電動力2ぼると内抵抗0.2おーむナル電池2個ヲ行
 ニ連ビ之ヲ稀硫酸ヲ容レタル電解器ニ結ブトキ流ル、電
 流ノ強サ如何、但シ稀硫酸ノ電解電位差ヲ1.5ぼるとトシ
 電解器ノ抵抗ヲ3おーむトス。

圖 電解器ニ於ケル電解電位差ハ外部ヨリ供給セル電流ニ反對ノ方
 向ニ電流ヲ送ラントスル電動力ナルガ故ニ、其場合ノ全電動力ハ
 $2 \times 2 - 1.5 = 2.5$ ぼるとナリ。

$\therefore i = \frac{2.5}{3 + 2 \times 0.2} = 0.74$ あんべあ

(5) 電動力E、内抵抗rナル
 三個ノ電池ヲ圖ノ如ク連結シ
 其兩端A.Cヲ抵抗Rノ針金ニ
 テ連結スルトキ流ル、電流ノ
 強サ如何。

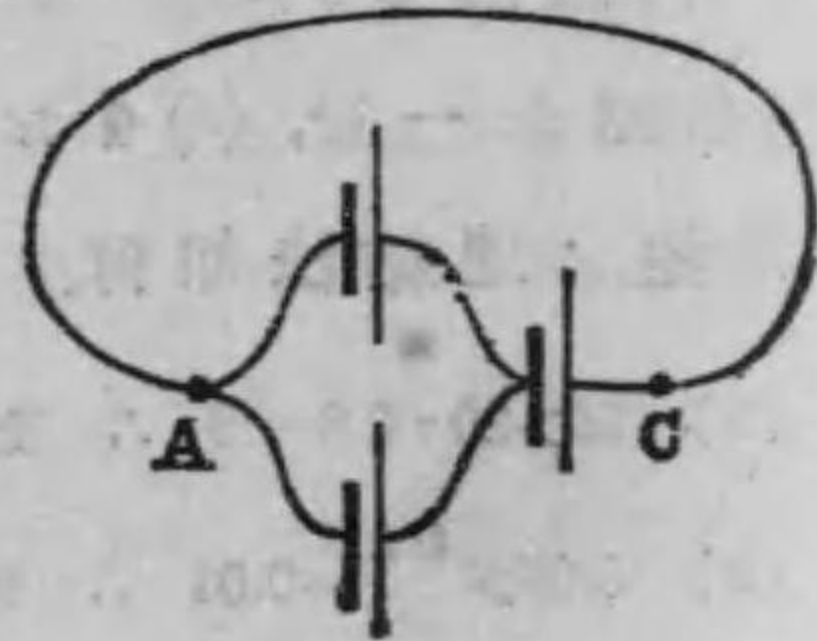


圖 全電動力 = 2E; 全内抵抗 = $\frac{r}{2} + r = \frac{3r}{2}$

\therefore 電流ノ強サ: $i = \frac{2E}{R + \frac{3r}{2}} = \frac{4E}{2R + 3r}$

第六章

電流ノ熱作用

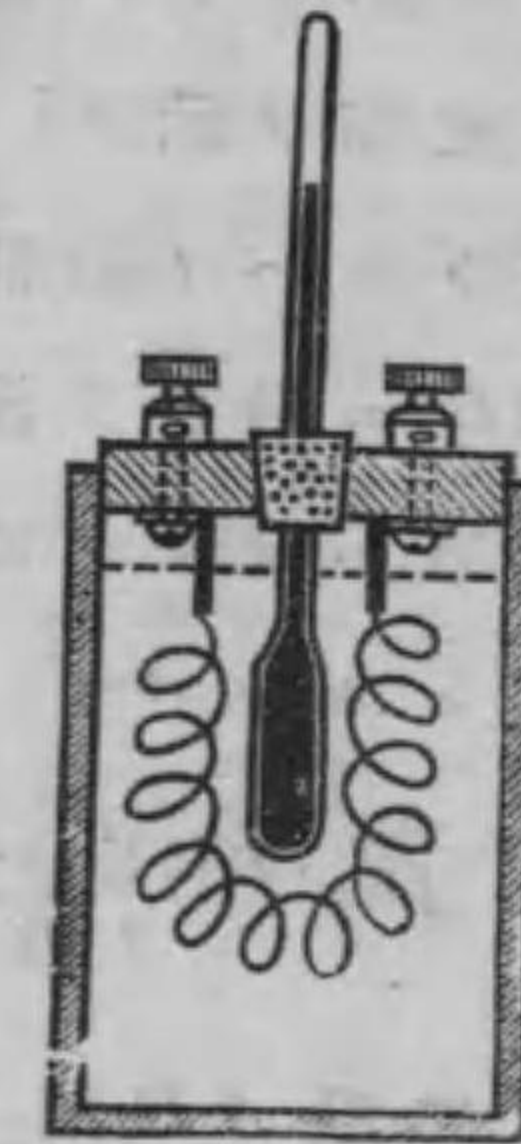
§ 1 じゆーるノ定律 Joule's law.

針金 = 電流ヲ通ズル = ハ電源 = 於テえねるぎヲ供給スルヲ要ス。例ヘバ電池ハ化學的えねるぎヲ費ヤシ又發電機(後章)ハ機械的えねるぎヲ費ヤシテ電流ヲ得ルガ如シ。從ツテ電流ハ一種ノえねるぎナルヲ知ルナリ。

次 = 電池ノ輪道内 = 電解器ヲ挿入シテ電氣分解ヲ爲サシムルトキハ電流ノえねるぎハ分解物ノ化學的えねるぎニ變ズルナリ。輪道内 = 電解器・蓄電池或ハ電氣扇ノ如キ特別ノ裝置ヲ挿入セズ單 = 電流ヲ通ズルトキハ電流ハ如何ナル態ノえねるぎニ變ズ可キカ。實驗 = 依ルニ、導體 = 電流ヲ通ズレバ導體ハ熱セラル。例ヘバ細キ鐵線 = 強キ電流ヲ通ズレバ線ハ紅熾シ遂ニ融解シテ發散スルニ至ル。斯ノ如ク電流ハ熱えねるぎニ變ズルガ故ニ輪道内 = 特別ノ裝置ヲ挿入セズシテ單 = 電流ヲ通ズル場合ニハ電源ノえねるぎハ輪道ノ抵抗 = 抗シテ電流ヲ送ル爲メニ輪道ノ各部ニ於ケル熱えねるぎニ變ズルヲ知ルナリ。斯ノ如ク抵抗ヲ有スル導體 = 電流ヲ通ズル爲メニ生ズル熱ヲじゆーる熱 Joule's heat ト云フ。じゆーる熱ハ輪道ノ各部 = 一樣ニ發スル = 非ズシテ抵抗ノ大ナル部分

ニ特ニ著シク發スルナリ、是レ其應用上頗ル必要ナル事實ナリ。例ヘバ長サ3寸許リノ太キ銅線ト細キ鐵線トヲ交互ニ連結シテ之ニ強キ電流ヲ通ズレバ鐵ハ遂ニ紅熾スルニ至ルモ銅線ハ餘リニ熱セラレザルガ如シ。

圖 = 示ス如ク熱量計内ニ石油ノ如キ絶緣液ヲ容レ其内ニ抵抗ナル白金線ヲ沈メ之ニ強サナル電流ヲ通ジ温度ノ上昇ヲ測定スレバ一定ノ時間ニ白金線ニ沿ウテ發生スル熱量ヲ測定スル事ヲ得ルナリ。じゆーるハ斯ノ如キ測定ノ結果



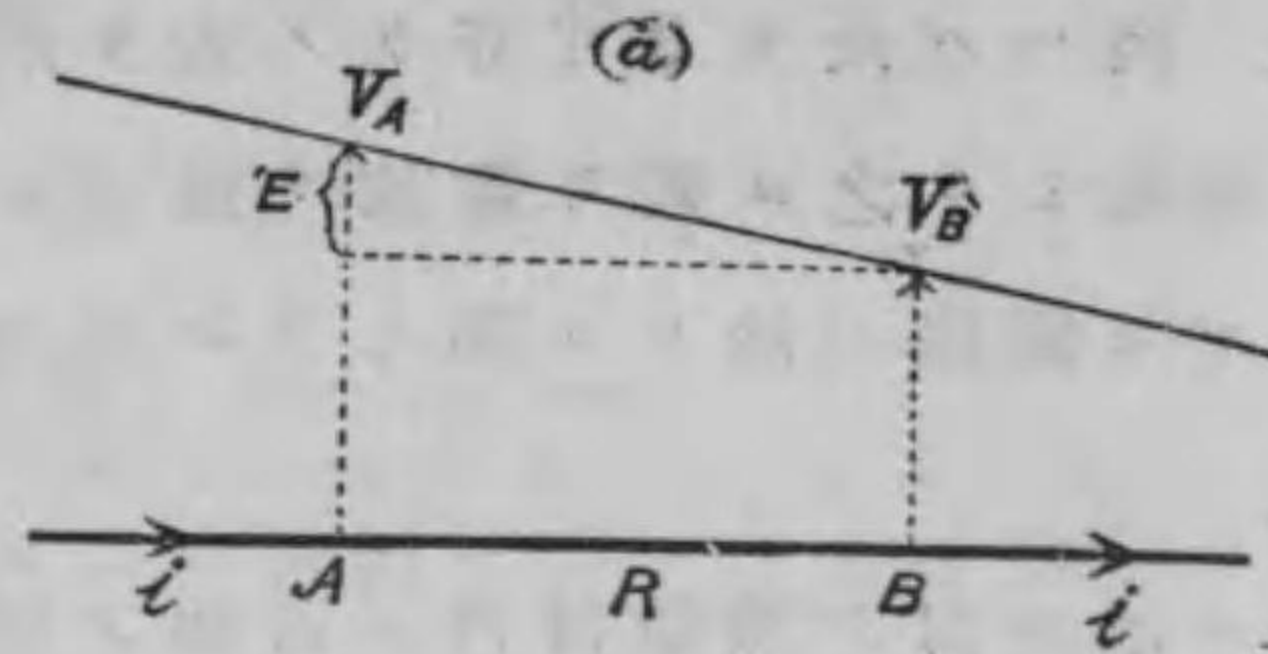
針金 = 電流ヲ通ズルトキ單位時間ニ發生スル熱量ハ電流ノ強サノ自乗ト其抵抗トノ積ニ正比例スル事ヲ見出シタリ、之ヲじゆーるノ定律ト云フ。

§ 2 電流ノ工率 Power of current.

水ガ高所ヨリ低所ニ流下スルトキノ水力ノ工率ガ落差ト單位時間ニ降下スル水量トノ積ニ等シキガ如ク、輪道ノ一部ニ於ケル電流ノ工率ハ其兩端ノ電位差ト電流ノ強サトノ積ニ等シ。今仔細ニ此理由ヲ説明センニ、次圖(a)ニ示ス如ク輪道ノ一部ニ抵抗 R 有ナル針金ヲ挿入シ強サ

いあんべあナル電流ヲ通ズルトキ兩端 $A \cdot B$ ノ電位夫々 V_A 、 V_B ノ差ヲ E ぼると

トス[圖中ノ點線ハ針金ニ沿ウテノ電位ノ配布ヲ示ス]



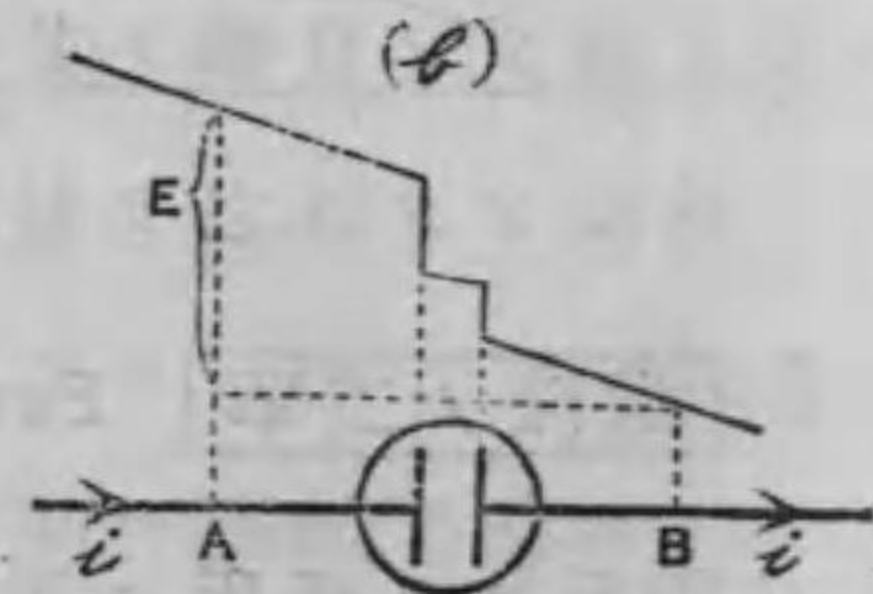
然ルトキハ t 秒間

$= AB$ = 沿ウテ流レタル電氣量ハ it 一ろんニシテ其間ノ仕事ハ Eit じゆーナルガ故ニ、一秒間ノ仕事即チ工率ヲ P トスレバ

$$P = \frac{Eit \text{ じゆー}}{t \text{ 秒}} = Eit \text{ わつと}, \therefore \frac{\text{じゆー}}{\text{秒}} = \text{わつと}$$

即チ、二點 $A \cdot B$ 間ノ電力ノ工率ハ其電位差 E ぼるとト電流ノ強サ i あんべあトノ積 Ei わつとニ等シ。輸道ノ一部

ニ例ヘバ電解器ヲ挿入シテ電氣分解ヲ爲サシムル如キ場合ニハ、極板ト液トノ接觸部ニ於テ (b) 圖ニ示ス如ク電位ノ降下ヲ生ジ特ニ此場所ニ於テ一種



ノ化學的ノ仕事ヲ爲ス事ヲ示スナリ。而シテ此場合ニ於テモ電解器ノ兩極 $A \cdot B$ ノ電位差 E ト電流ノ強サ i トノ積 Ei ヲ以テ電解器内ニ於ケル電力ノ工率ヲ測リ得ルナリ。

電力ノ仕事ノ單位トシテ往々 1 わつとノ工率ニテ一時

間ニ爲ス仕事ヲ用フ、之ヲ 1 わつと・時 Watt-hour ト云ヒ其一千倍ヲきろわつと・時 Kilowatt-hour ト云フ。

じゆーノ定律ノ證明

前節ニ述ベタルじゆーノ定律ハ理論的ニ容易ニ證明スル事ヲ得ルナリ。前圖 (a) ニ示ス如ク單ニ針金ニ電流ヲ通ズル場合ニハ電流ノえねるぎハ二點 $A \cdot B$ ノ間ニ抵抗ニ抗シテ電流ヲ通ズルガ爲メニ熱ニ變ズルナリ。然ルニ

$$1 \text{ かりり} = 4.2 \times 10^7 \text{ ねるぎ} = 4.2 \text{ じゆー}$$

$$\therefore 1 \text{ じゆー} = \frac{1}{4.2} = 0.24 \text{ かりり}$$

故ニ二點 $A \cdot B$ 間ノ t 秒間ノ仕事 Eit じゆーノ仕事ニ相當スルじゆー熱ヲ H かりりトスレバ

$$H = 0.24 Eit = 0.24 Rit \text{ かりり}$$

上式ハ即チじゆーノ定律ニ外ナラザルナリ。

問 題

(1) 1 きろわつと・時ノ電氣ねねるぎハ幾かりりニ相當スルカ。

圖 1 わつと・1秒間ノねねるぎハ 0.24 かりりナルガ故ニ求ムル熱量 H ハ次ノ如シ： $H = 1000 \times 0.24 \times 60 \times 60 = 3.64 \times 10^5$ かりり = 364 きろぐらむかりり。

(2) 50 わつとノ電燈ニ一分間ニ發生スル熱量如何。

$$\text{圖 } H = 0.24 Eit = 0.24 \times 50 \times 60 = 720 \text{ かりり}$$

(3) 同質ノ種々ノ針金ニ一定ノ電流ヲ通ズルトキ針金

ノ受クル温度ノ上昇ハ其半径ノ四乗ニ逆比例スル事ヲ證セヨ、但シ發生スル熱ハ悉ク針金ヲ温ムルモノトス。

○圖 針金ノ長サ=l, 半径=r, 比熱=c, 密度=d, 比抵抗=p, 温度ノ上昇=θトスレバ

$$\text{發生スル熱量} : H = 0.24 R i^2 t = 0.24 p \frac{l}{\pi r^2} i^2 t$$

$$\text{然ルニ, } H = \text{針金ノ熱容量} \times \theta = (\pi l^2 d) \theta$$

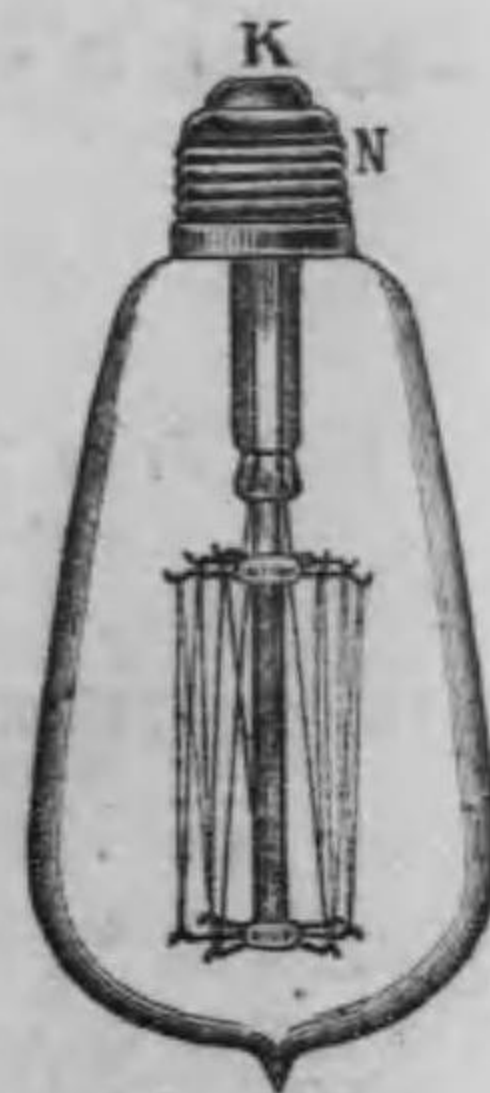
$$\therefore \theta = \frac{0.24 r i^2}{\pi^2 d} \times \frac{l}{r^4}$$

即チ、温度ノ上昇θハ半径ノ四乗ニ逆比例スルヲ知ルナリ。

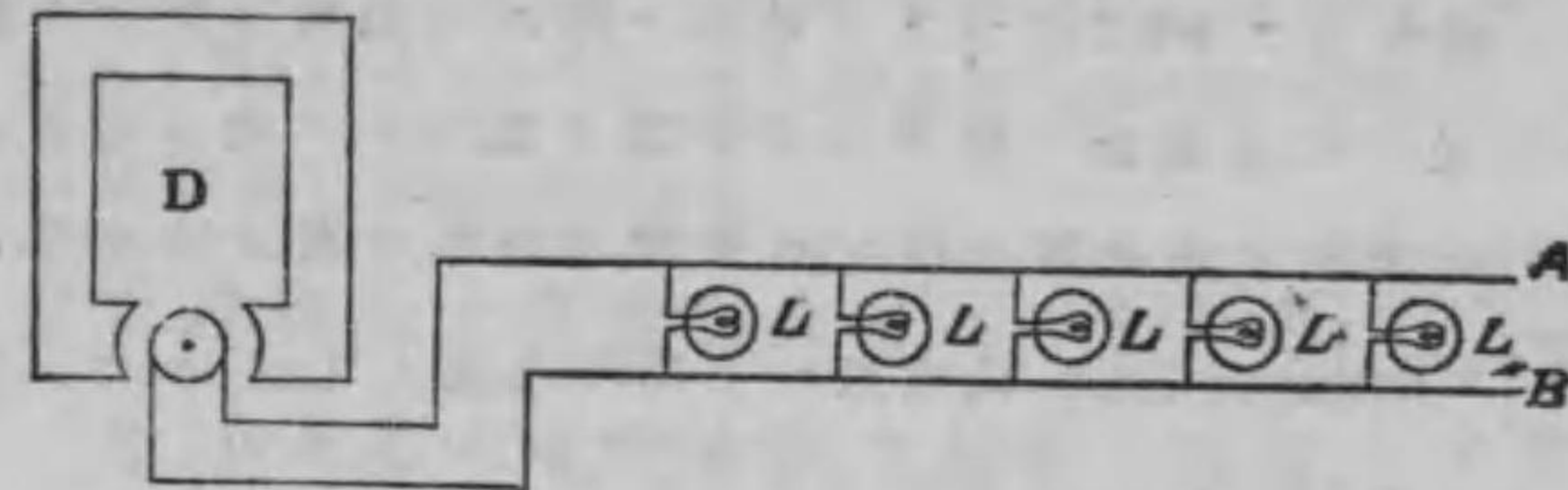
§ 2 **白熱燈** Incandescent lamp

白熱燈ハ空氣ヲ排除セル硝子球内ニ細キ炭素線又ハたんぐすてん線等ヲ封入シ、じゆうニ熱ニ依リテ線ヲ熱シ光ヲ發生セシムルモノナリ。球内ノ空氣ヲ排除スルハ線ノ燃燒ヲ防ギ且ツ

傳導及ビ對流ニ依リテ線ノ熱ガ四方ニ散逸スルヲ妨グ爲メナリ。通常用ユル十六燭光ノ炭素線電燈ハ100ボルトノ電位差ニテ0.56あんべあノ電流ヲ要ス、從ツテ其工率ハ56わつとニシテ一燭光ニツキ $\frac{56}{16} = 3.5$ わつとヲ要スル割合ナリ。たんぐすてん電燈



ハ一燭光ニツキ約1.25わつとヲ要シ其効率ハ炭素線電燈ノ約三倍ナルガ故ニ現時其需要激增スルニ至レリ。圖中



Dハ一定ノ極電位差ニテ電流ヲ生ズル發電機ニシテ、A・Bハ其兩極ニ連結セル太キ幹線ナリ。今A・B線ニ數多ノ電燈Lヲ列ニ連結スレバ、是等ノ電燈ハ何レモ共通ノ電位差ニテ電流ノ供給ヲ受ケ所定ノ燭光ニテ光ヲ發スルナリ。

註 電燈ノ如ク熱作用ニ基キテ發光セシムル所謂温度輻射ニ於テハ光源ノ温度ノ高キ程輻射率ハ大ナルナリ(第六編第五章§16參照)故ニ電燈ノ線條トシテハ融解點高ク高熱ニ耐エ得ル物質ヲ撰ブヲ要スルナリ。

元 素	白金	リリぢうむ	たんたらむ	おすみうむ	たんぐすてん	炭 素
融 解 點	1800°	2200°	2300°	2500°	3200°	5750°

炭素ノ融解點ハ高ク從ツテ炭素線電燈ハ金屬線電燈ニ比シテ輻射率大ナル可キガ如キモ、炭素線ハ實際ニ於テハ1800°C. 以上ニ熱スルヲ得ズシテ其温度以上ニ熱スルトキハ線ノ表面ヨリ飛散スル炭素粒ハ硝子球ノ内壁ニ附着シテ球ヲ曇ラシ其壽命ヲ短縮スルナリ。故ニ相當ノ壽命ヲ保タシムル爲メニハ1800°C. 以上ニ熱スルヲ得ズシテ、此温度ニ於テハ一燭光ニツキ約3.1わつとノ効率ヲ有スルナリ。然ルニたんぐすてん線ハ之ヲ高温度ニ熱スルモ飛散ノ度少ク從ツテ其融解點ハ炭素線ニ比シテ低キモ炭素線ヨリ高キ温度2200°C. ニ熱シ得ルガ故ニ一燭光ニツキ約1.25わつとノ効率ニ達シ得ルナリ。

たんぐすてん電燈ニ於テ、適用セル電位差ヲ高メ從ツテ線條ノ温度ヲ

高クスレバ一燭光ニツキ0.6わつとノ効率ヲ得ルモ表面ニ於ケル粉末ノ飛散大トナリ從ツテ其壽命ハ僅ニ二十時間ニ低下ス。故ニ適當ノ方法ニ依リテ若シ此飛散ヲ防グ事ヲ得レバ電燈ノ効率ヲ高メ得ル理ナリ。

窒素電燈 Nitrogen lamp. 此電燈ハ1913年米國人 ^{ラングミュア} Langmuir ノ發明ニシテ一燭光ニツキ0.5わつとノ効率ヲ有スルガ故ニ一名半わつと燈 Half-watt lamp トモ稱セラル。圖ハ窒素電燈ニほや及ビ蓋ヲ取付ケタルモノニシテ、此電燈ノ構造ハ硝子球内ニ入ルぐすてん線條ヲ螺旋狀トセルモノヲ封入シ球内ニ $\frac{3}{4}$ 氣壓ノ窒素瓦斯ヲ充タシ(線條ガ白熾スルトキ壓力ガ1氣壓トナル)以テ線條ノ飛散ヲ防ギタルモノナリ。元來球内ヲ真空ニスルニハ線ノ燃燒ヲ防ギ且ツ空氣ノ傳導・輻射ニ基ク



熱損失ヲ防グニアルモ線條ハ真空内ニ於テハ發散シ易クシテ高溫度ニ熱シ難キハ既ニ述ベタル所ナリ。然ルニ窒素瓦斯ハ高溫度ノ線條ニ對シテ化學作用ヲ起サズ且ツ表面ニ於ケル飛散ヲ防グルノ利益アルガ故ニ球内ニ窒素瓦斯ヲ充タストキハ真空内ニ於ケルヨリモ高キ溫度ニ熱シ得ルナリ。斯ノ如ク球内ニ窒素瓦斯ヲ充タストキハ線條ノ飛散ヲ防ギ從ツテ高溫度ニ熱シ得ルモ傳導及ビ輻射ニ基ク熱損失ヲ伴フニ至ルナリ。故ニ成ル可ク熱損失ヲ小ニシテ溫度上昇ノ爲メニ光度激増ニ基ク利益ヲ打勝タシムルヲ要ス。此爲メニ線條ヲ密ナル螺旋狀トシ周圍ノ空氣ニ接觸スル表面ヲ小ニスルトキハ熱損失割合ニ小ナルヲ以テ一燭光半わつとノ効率ヲ得ルニ至ルナリ。

問題

(1) 50馬力ノ發電機ニテ16燭光50わつとノ電燈幾個

ヲ點ジ得ベキカ。

圖 1馬力=746わつとナルガ故ニ50馬力=50×746=37300わつとナリ。故ニ求ムル電燈數ハ3700/50=746個。

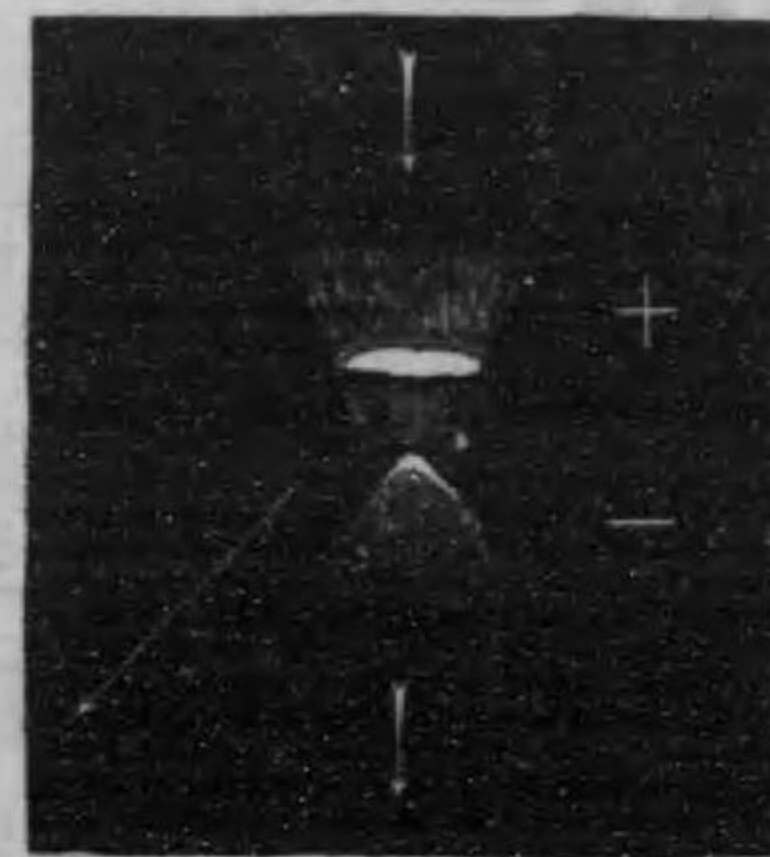
(2) 某電燈會社ノ從量點火料ハ1きろわつとニツキ18錢ナリ。今10燭光ノ電燈4個ヲ毎夜5時間ツツ點火スルトキハ一ヶ月間ノ料金如何、但シ各電燈ハ100ぼるとニテ0.35あんべあヲ要スルモノトス。

圖 一個ノ電燈ニツキ $100 \times 0.35 = 35$ わつとヲ要スルガ故ニ四個ノ電燈ヲ5時間宛30日間使用スルニハ $35 \times 4 \times 5 \times 30 = 2100$ わつと・時ヲ要ス。然ルニ1000わつとニツキ18錢ノ料金ヲ要スルガ故ニ求ムル料金ハ

$$18 \times \frac{21000}{1000} = 378 \text{ 錢}$$

§ 3 弧燈 Arc lamp.

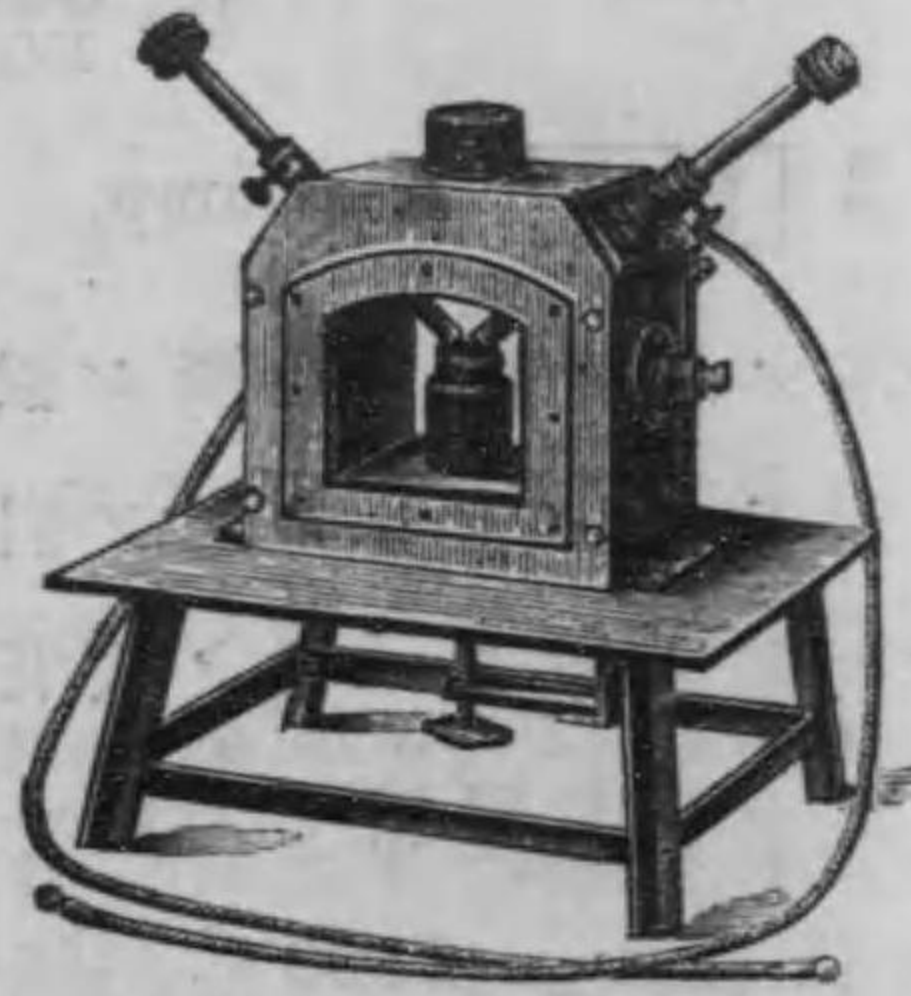
二本ノ炭素棒ヲ接觸シ強キ電流ヲ通ジツ、少シク之ヲ引キ離セバ、火焰ノ如キ一種ノ火花ハ孤狀ヲ爲シテ其間隙ヲ連結スルト共ニ陽極ハ 3500°C 。陰極ハ 2800°C 。ニ熱セラレテ強キ光ヲ放ツヲ見ル可シ。斯ノ如ク兩極



ノ間隙ヲ連結スル發光部ハ孤狀ヲ爲スガ故ニ此裝置ヲ弧燈ト云フ。弧燈ヲ使用スレバ陽極ノ炭素粉末ハ幾分カ飛散シテ陰極ニ附着スルガ故ニ陽極ノ端面ニ凹所ヲ生ジ陰

極端ハ凸狀トナル。實測ニ依ルニ、孤燈ノ發スル光ノ85分ハ陽極ノ凹所、10分ハ孤狀ノ船ニテ發シ、殘部ノ5分ハ陰極ヨリ發ス。孤燈ノ炭素ハ漸次ニ消耗(陽極ハ陰極ヨリモ二倍速カニ)スルガ故ニ若シ兩極ヲ固定シ置ケバ其間隙ハ漸次ニ増加シテ遂ニ弧燈ハ滅スルニ至ル。故ニ實際ニ於テハ一種ノ自働調節器ニ依リテ間隙ヲ一定ニ保ツナリ。光度五百燭光ノ弧燈ハ50ぼると、10あんべあ即チ500わつとノ電力ヲ要ス、從ツテ一燭光ニツキ1わつとヲ要ス。斯ノ如ク弧燈ノ効率ノ高キハ其温度高キニ因ルナリ。

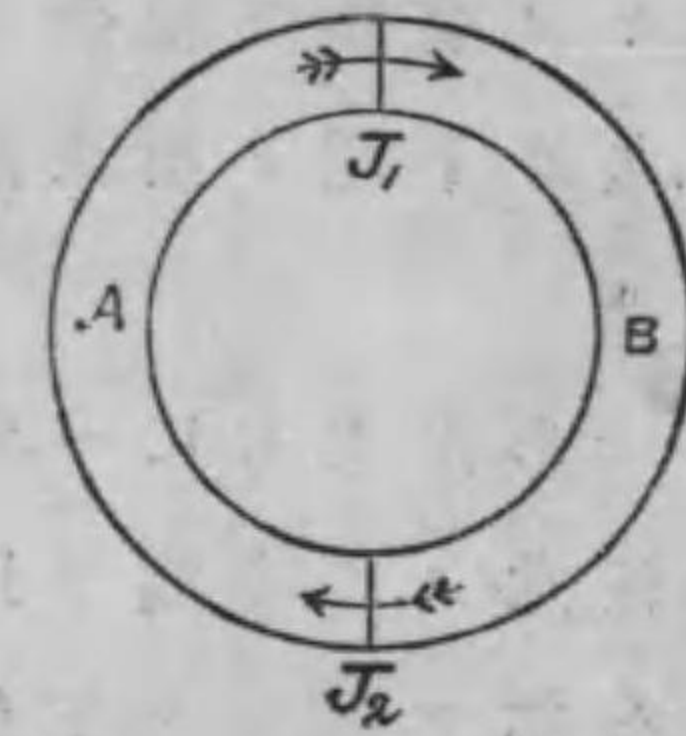
上述ノ如ク弧燈ノ温度ハ頗ル高キガ故ニ高温度ヲ得ル爲メニ之ヲ利用ス、其裝置ヲ電氣爐 Electric furnace ト云フ。其構造ハ圖ニ示ス如ク耐火粘土或ハ石灰ノ如ク高熱ニ耐ヘ得ル材料ニテ箱ヲ作り其内ニ二本ノ炭素棒ヲ挿入シタルモノナリ。電爐ニ強キ電流ヲ通ズレバ高温度ヲ生ズルガ故ニ電氣爐ハ融解シ難キ物質ヲ融解シ又常溫ニ於テ製シ得ザル物質ヲ製スル等ニ利用セラル。



§ 4 熱電流 Thermo-electricity.

機械的ニねるぎ一ヲ熱ニ變ジ又逆ニ熱ヲ機械的ニねる

ぎ一ニ變ジ得ル如ク、電流ノねるぎ一ヲ熱ニ變ジ又逆ニ熱ヲ發ヤシテ電流ヲ生ゼシメ得ルナリ。二種ノ金屬 A、B ヲ接合シテ圖ニ示ス如ク一ツノ輪道ヲ作ルトキ、接合部 J_1 ニ於テ A ヨリ B ニ電流ヲ流サントスル電動力 (A, B) ト接合部 J_2 ニ於テ同方向ニ電流ヲ流サントスル電動力 (B, A) トノ和ハぼるたノ定律(本編第三章 § 2)ニ依リ次式



$$(A, B) + (B, A) = (A, A) = 0$$

ニ示ス如ク零ナルガ故ニ電流ハ流レザルナリ。然ルニ一方ノ接合部ヲ熱シニツノ接合部ノ温度ヲ異ニスレバ上記ニツノ電動力ノ大サニ差違ヲ生ジテ結局電流ノ流ル、ヲ認ム可シ、之ヲ熱電流ト云フ。下圖ハ熱電流ヲ示ス簡單ナル實驗裝置ニシテ、蒼鉛板 WW トあんちもに一板 KK トヲ接合シテ棒ヲ作り其内ニ磁針ヲ支ヘタルモノナリ。一方ノ接合部ヲ熱スレバ磁針



ハ一方ニ偏リテ電流ガ熱シタル接合部ヲ通シテ蒼鉛ヨリあんちもに一ニ向ツテ流ル、ヲ認ム可シ。ねるぎ一不滅律ニ基キ、

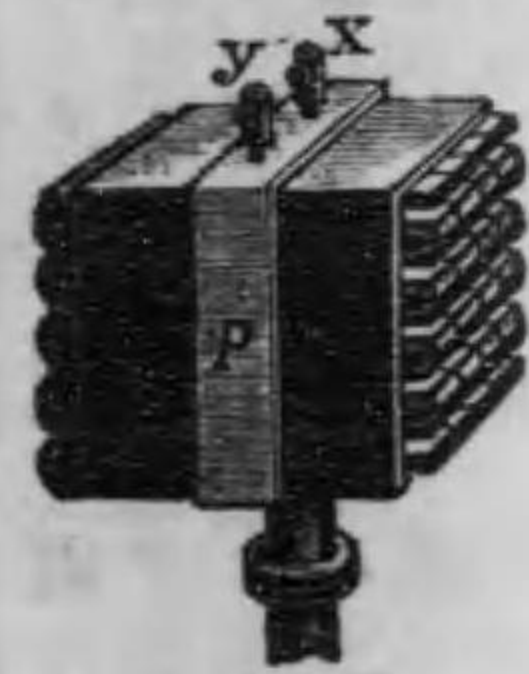
熱電流ハ熱シタル接合部ニ供給セル熱ねるぎ一ノ變化セシモノナルヲ知ルナリ。

種々ノ金屬ヲ組合シテ得ル熱電流ノ方向ヲ吟味シタル結果、之ヲ下記ノ所謂熱電列 Thermo-electric seriesニ配列シ得タリ

あんちもに、鐵、亞鉛、銀、金、鉛、水銀、銅、白金、蒼鉛
列中任意ノ二金屬ヲ以テ輪道ヲ作ル時ハ熱電流ハ熱シタル接合部ヲ通シテ下位ノ金屬ヨリ上位ノ金屬ニ向ツテ流ル、ナリ、而シテ其電動力ノ大サハ二ツノ金屬ガ列ニ於テ相離ル、程大ナルナリ。從ツテ蒼鉛トあんちもに一トヲ組合スレバ他ノ金屬ヲ組合スヨリモ強キ電流ヲ得ルナリ。

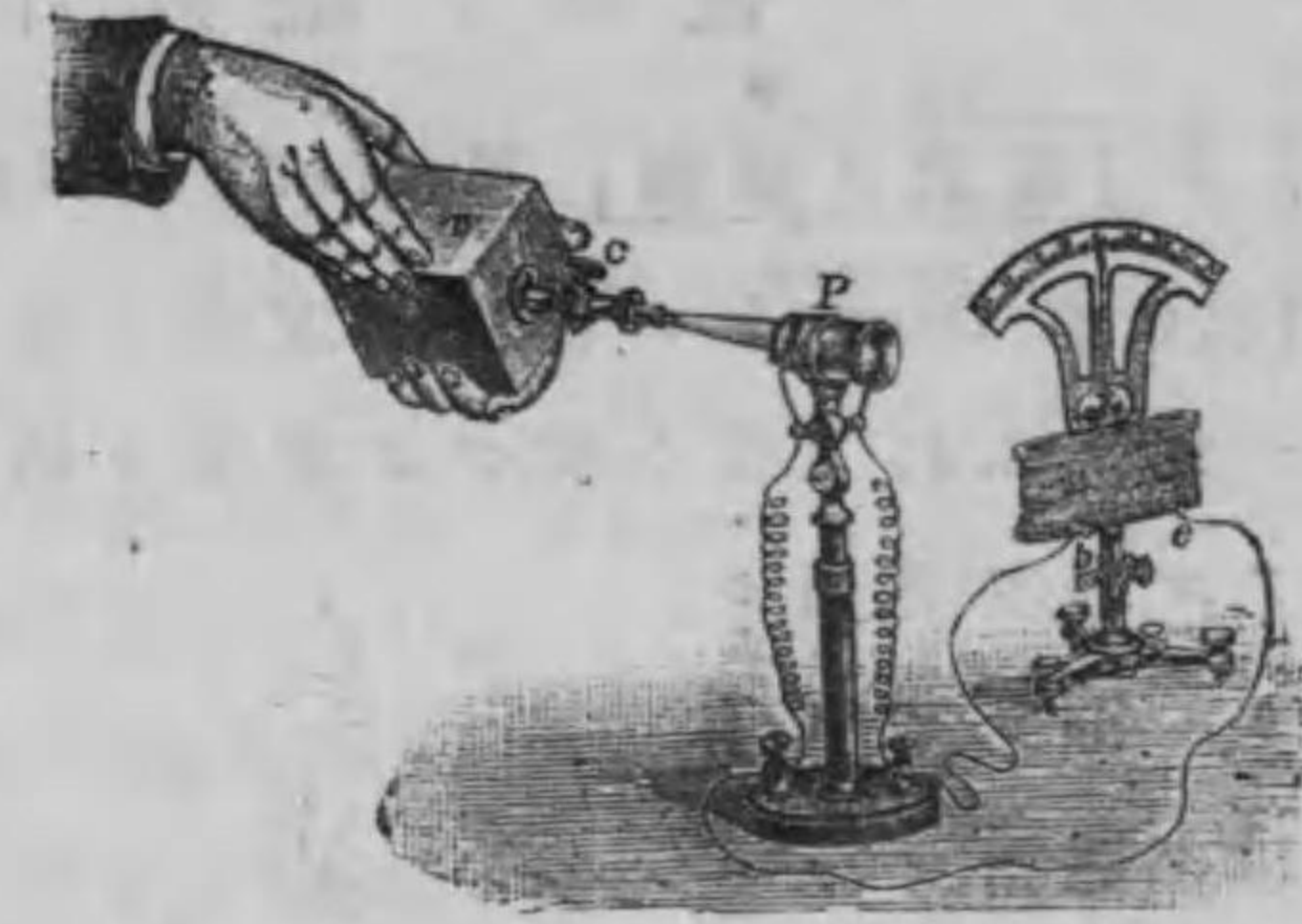
一般ニ熱電流ヲ得ル装置ヲ熱電池 Thermo-elementト云フ、前圖ノ裝置ハ一ノ熱電池ナリ。熱電池ニ於テ、兩接合部ノ溫度ノ差ガ餘リ大ナラザル間ハ其電動力ハ溫度ノ差ニ正比例シテ増加ス。蒼鉛あんちもに一ノ熱電池ニ於テハ電動力ハ溫度ノ差 $1^{\circ}C$ ニツキ 0.0001 ぼると宛増加ス。

熱電池ハ熱ねるぎ一ヲ電流ニ變ズル目的トシテハ一般ニ使用セラレズシテ、接合點ノ溫度差ヲ測ル爲メニ利用セラル、ヲ常トス。圖ニ示ス如ク、蒼鉛トあんちもに一ヨリ成ル數多ノ熱電池ヲ順次ニ絶縁シテ行ニ連結シ接合點ヲ兩



對面ニ現ハシタルモノヲ熱電堆 Thermo-pileト云ヒ、一般ニ輻射熱ヲ測ルニ用フ。下圖ハ噴出スル空氣ノ冷却スル事ヲ示ス實驗裝置ニシテ、熱電流ヲ測ル電位計ノ鋭敏ナル程精密ニ溫度ノ差ヲ測リ得ルナリ。

又熱電池ヲ利用シテ火焰爐等ノ高溫度ヲ測用スル事ヲ得ルナリ、此目的ニハ白金ト白金のちうむノ合金トヲ組合セタルモノヲ用フ。



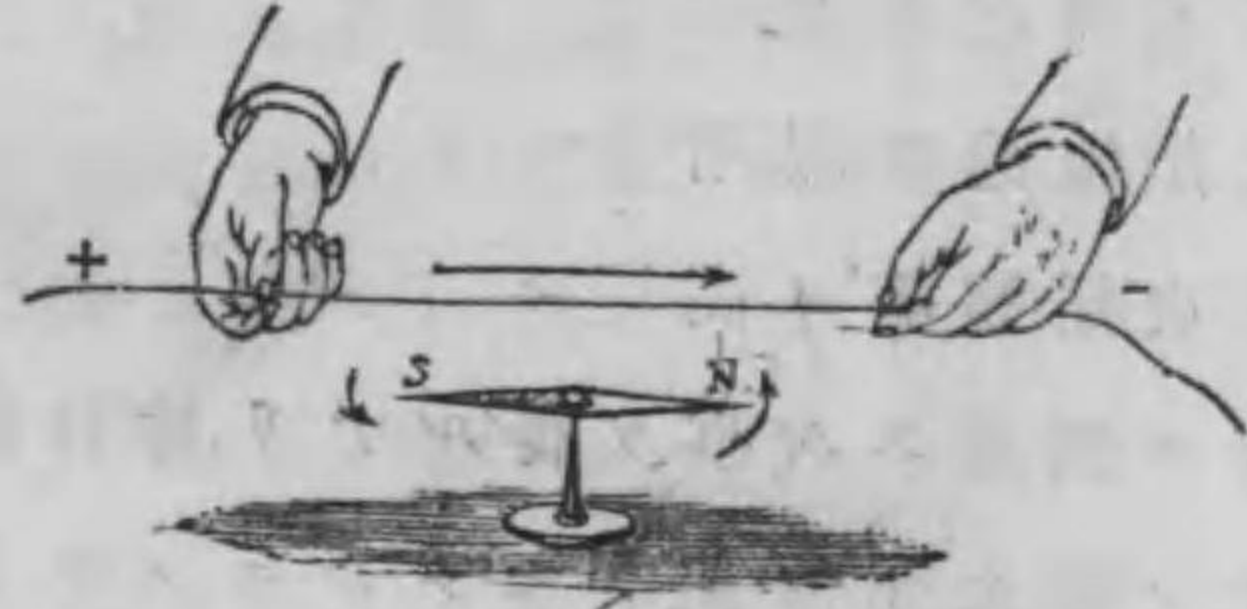
第七章

電流ノ磁氣作用

§ 1 電流ノ磁場 Magnetic field due to currents.

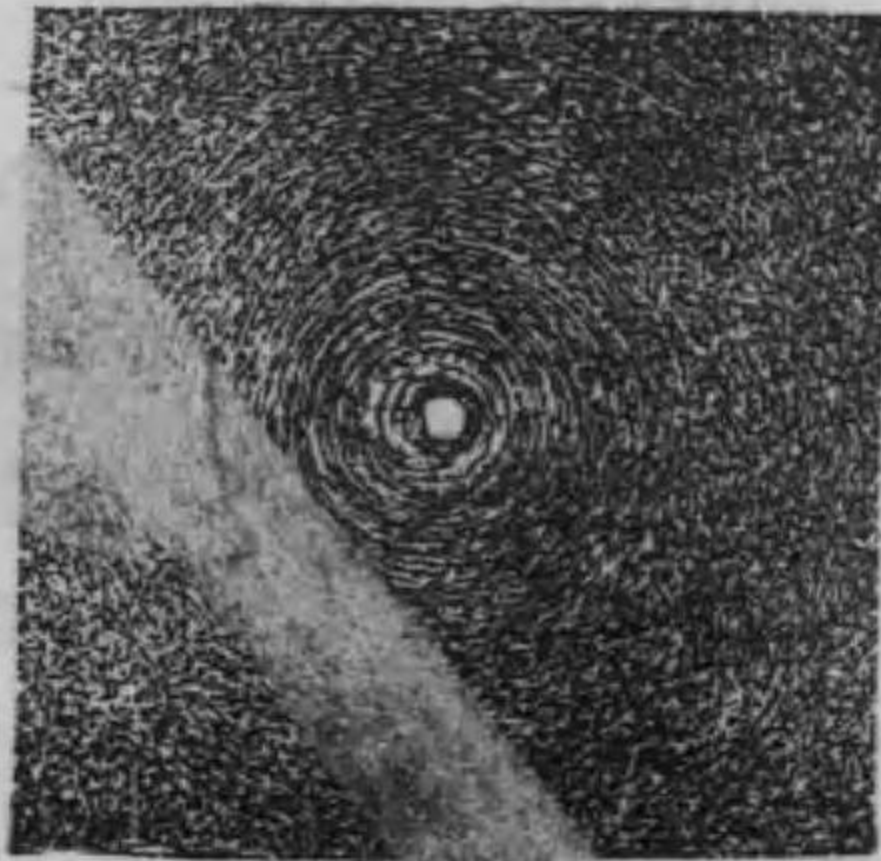
1820年、^{エルステッド}Oersted ハ電流ノ近傍ニ磁針ヲ置クトキハ磁針ハ一定ノふれヲ受ケ從ツテ電氣ト磁氣トノ間ニ密接ノ關係アル事ヲ見出シ

タリ。即チ、圖ニ示ス如ク磁針ノ上ニ針金ヲ横タヘ之ニ電流ヲ通ズレバ磁



針ハ一方ニ偏リ電流ノ方向ヲ反對ニスレバ磁針ハ反對ノ方向ニ偏ルヲ見ル可シ。此

實驗ニ依リテ、電流ノ周圍ハ磁場ナルヲ知ルナリ。厚紙ヲ水平ニ支ヘ之ニ直角ニ針金ヲ貫キ紙面ニ鐵粉ヲ撒布シテ針金ニ強キ電流ヲ通ジ輕ク紙面ヲ叩ケバ鐵粉ハ圖



ニ示ス如ク排列シテ磁力線ノ模様ヲ示スナリ。是ニ依リテ、直線流ノ作ル磁力線ハ針金ニ直角ナル平面内ニ於テ針金ヲ中心トスル同心圓ナルヲ知ル。

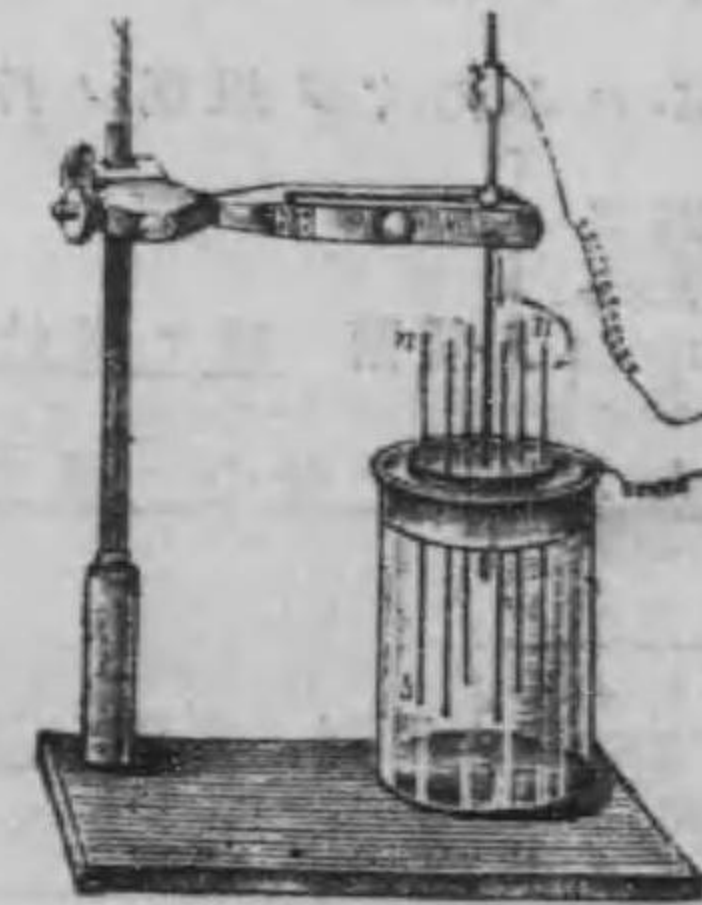
實驗 1 磁環セザル銅線ヲ鐵粉内ニ埋メ之ニ例ヘバ、ふんぜん電池五六個ヲ用ヒテ強キ電流ヲ通シ線ヲ引キ上ケレバ鐵粉ハ圖ニ示ス如ク線ノ周圍ニ附着シ電



流ヲ斷テバ鐵粉ハ忽チ散落スルヲ見ル可シ。是レ針金ノ周圍ノ鐵粉ガ針金ヲ中心トスル同心圓ノ磁力線ノ方向ニ磁化シ互ニ吸引シテ鏈鎖ヲ爲スニ因ルナリ。

實驗 2 みるく栓ノ周圍ニ編物用ノ鋼鐵針ヲ磁化シテ作りタル數

本ノ磁針ヲ同シ向キニ貫キ、栓ノ中心ニ稍々太キ孔ヲ穿テ針金ヲ通シテ圖ニ示ス如ク稀硫酸中ニ浮ブ可シ。今針金ノ上端ト容器ノ上端ニ沈メタル金屬輪トテ電池ノ兩極ニ結ビテ針金ニ電流ヲ通ズレバ其周圍ニ生ズル圓形ノ磁場ノ作用ニ依リテ磁針ハ栓ト共ニ廻轉スルヲ見ル可シ。此裝置ニ於テ電流ハ針金ニ沿ウテ液ニ入り電

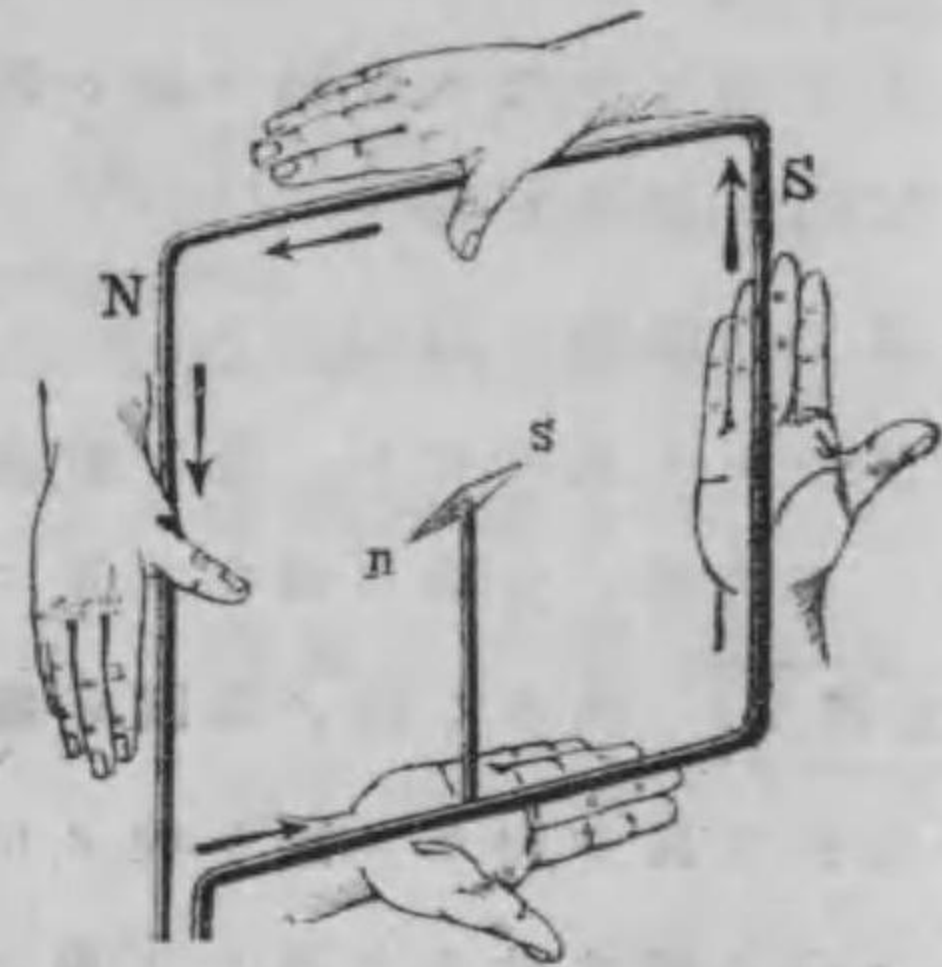


流ノ大部分ハ液ノ上層ヲ經テ金屬輪ニ向フガ故ニ深ク液内ニ沈メル磁極ハ磁力ヲ受クル事少ナク從フテ磁針ノ上端ノ極ノミ磁力ヲ受ケテ磁針ハ廻轉スルナリ。

電流ノ方向ト其周圍ニ持チ來タセル磁極ニ働ク磁力ノ方向トノ關係ヲ知ル爲メニ Fleming ハ下記ノ規則 Rule ヲ按出シタリ

右手ヲ針金ニ沿ウテ電流ノ方向ニ向ケ掌ヲ磁針ノ北極ニ向クレバ磁針ノ北極ハ常ニ拇指ノ方向ニ動ク可シ。

圖 = 示ス如ク、磁針ヲ針金
ニテ圍ミ之ニ電流ヲ通ズレ
バ各部ノ電流ガ磁極ニ及ボ
ス作用ハ互ニ助長スルヲ知
ル可シ。



註 電流ノ方向ト其周圍ノ磁場
ノ方向トノ關係ヲ記憶スル爲メニ
上記ふれみんぐノ規則ノ外ニ下記
ノ規則アリ。

アンペア
Ampereノ規則 顔ヲ磁針ニ向ケ電流ガ足ヨリ入リテ頭ニ出ヅル様ニ
吾人ノ身體ヲ針金ニ沿ウテ置キタリト想像スレバ磁針ノ北極ハ右
方ニ動ク。

マクスウェル
Maxwellノ規則 電流ノ方向ヲわぢノ進ム方向ト考フレバわぢニ
應ズル方向即チ右廻リノ方向ガ磁場ノ方向ナリ。

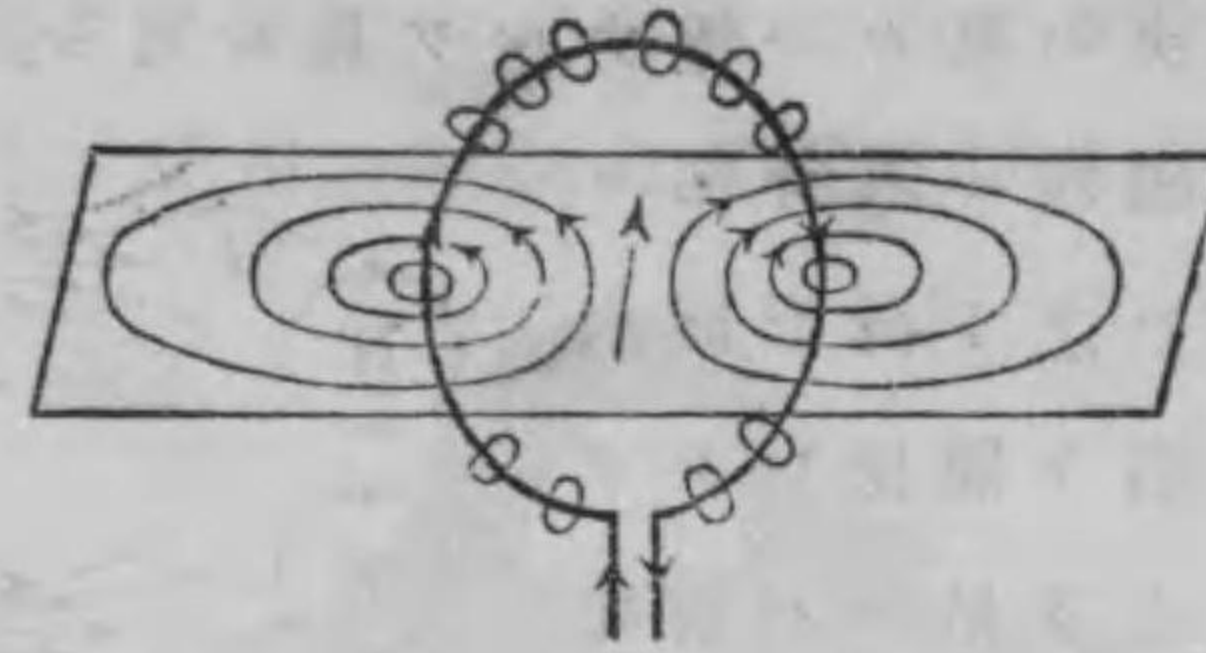
上記何レノ規則ニ依ルモ可ナリ、要ハ電流ノ方向ト磁場ノ方向トノ關
係ヲ正確ニ記憶スレバ可ナリ。

電流ノ周圍ニ於ケル磁場ノ強サハ電流ノ強キ程大ナリ。
實測ノ結果ニ依ルニ、磁場内ノ任意ノ一點ニ於ケル磁場ノ
強サハ電流ノ強サニ正比例ス。

§ 2 **こいる** Coil

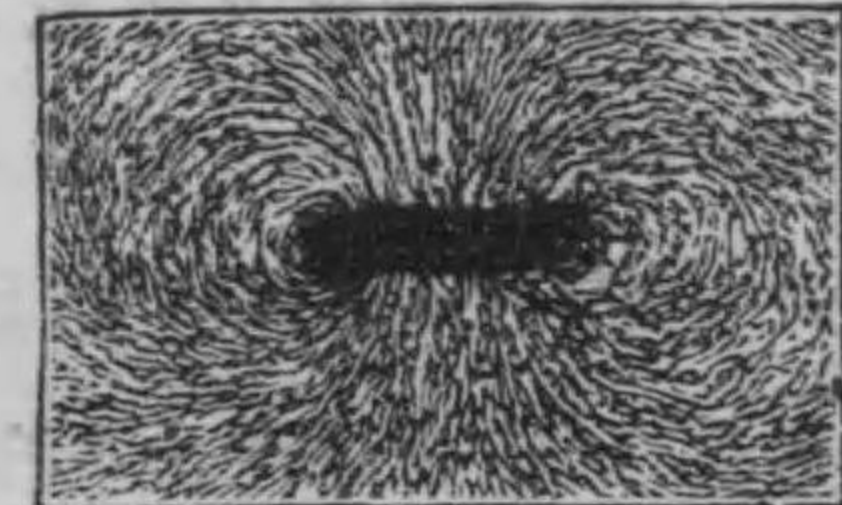
針金ヲ圓形ニ曲ゲテ之ニ電流ヲ通ズレバ所謂圓電流
Circular currentヲ得ルナリ。圓電流ノ磁場ハ圖ニ示ス如
ク、針金ニ近キ部分ニ於テハ重ニ此部分ノミノ作用ヲ受ケ

從ツテ磁力線ハ針金
ヲ中心トスル同心圓
ナルモ、針金ヲ遠ガカ
ルニ隨ヒ各部ノ作用
ヲ均等ニ受ケテ圖ニ



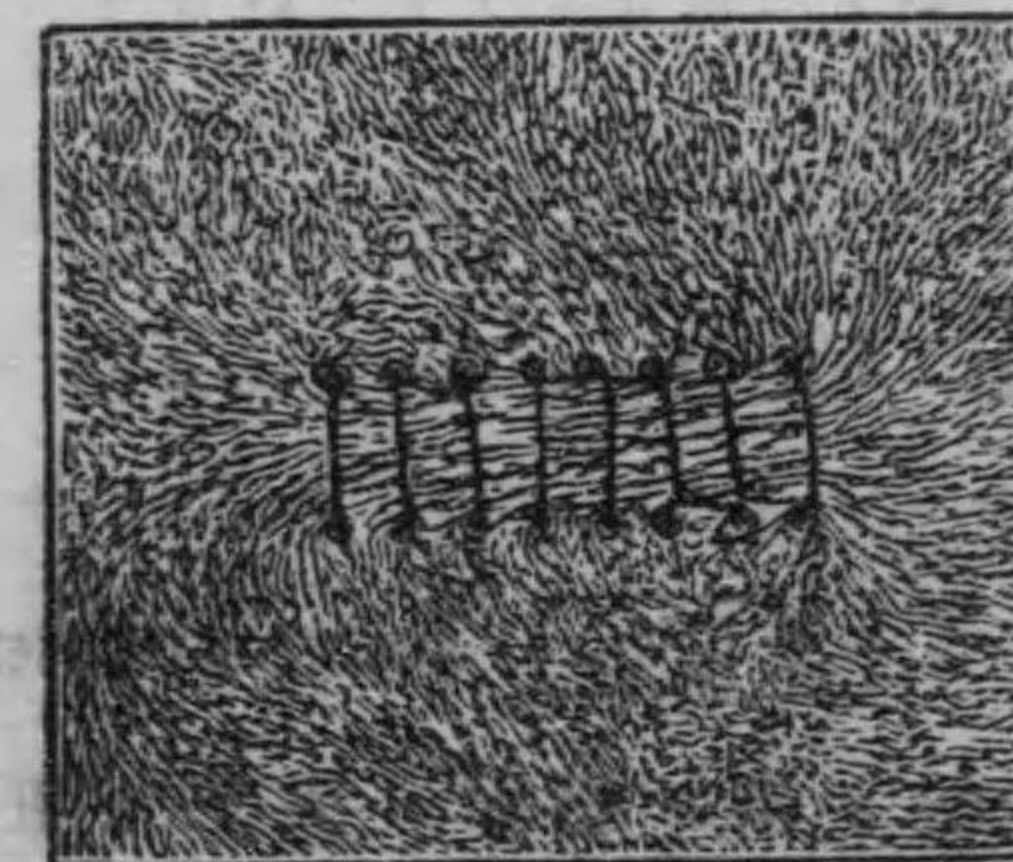
示ス有様トナルヲ見ル可シ。又圓電流ノ平面上ノ各點ノ
磁力線ハ何レモ此平面ニ直角ナリ。

被覆シテ絶縁セル針金ヲ框ノ上ニ同ジ向キニ捲キタル
モノヲこいるト云フ。圓形ノこいるハ略々圓電流ヲ重テ
合シタルモノト看做シ得ベク
從ツテ其磁場ハ圓電流ノ磁場
ト同様ニシテ唯其強サガこい
るノ捲キ數ニ正比例シテ増大

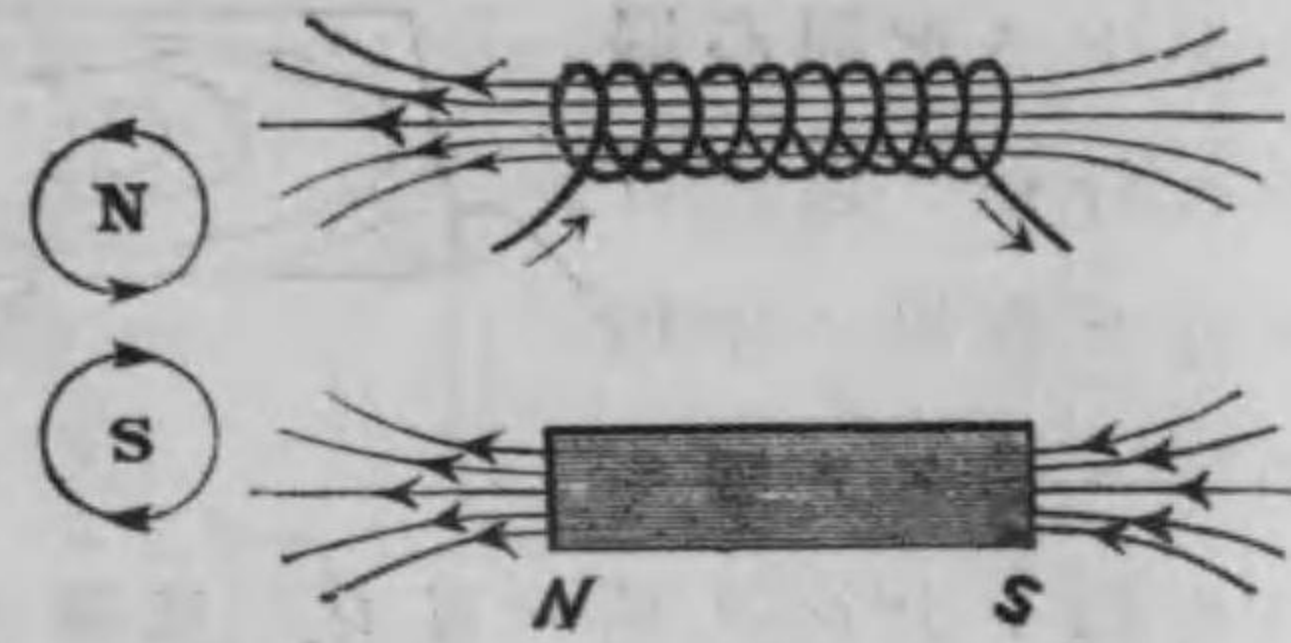


スルノ差アルノミ。圓形こいるノ磁場ガ其中央部ニ於テ
ハ一様ニシテ、其方向ガこいるノ面ニ直角ナル事ハ注意ス
ルヲ要スルナリ。

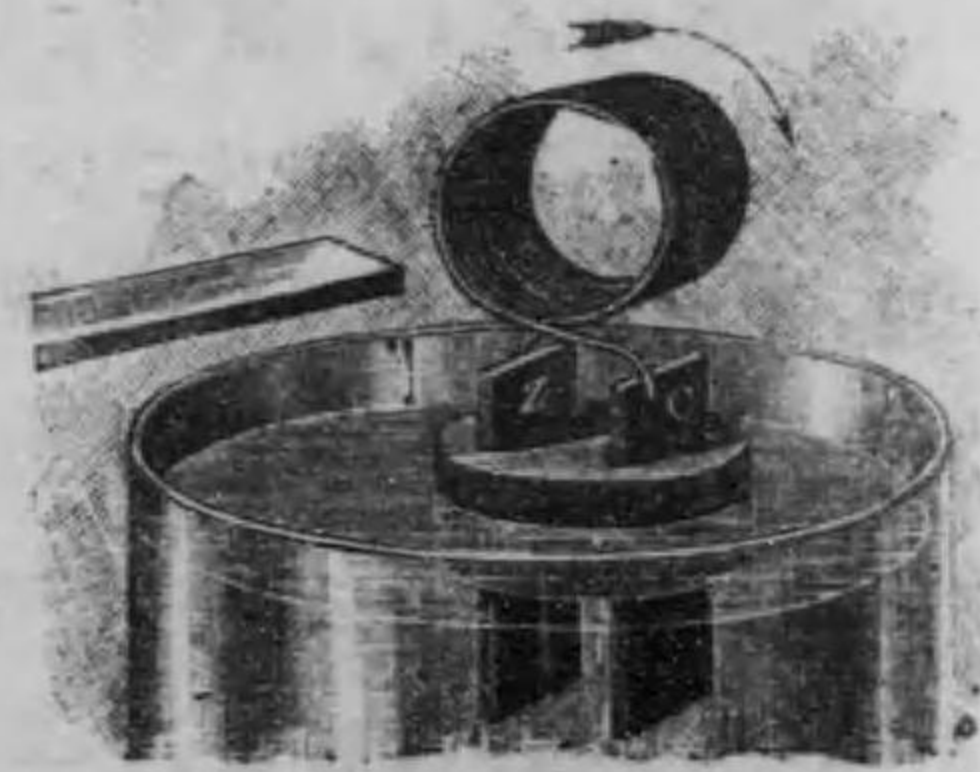
細長キこいるヲそれの
いど Solenoidトモ云フ。
それのいどハ畢竟圓電流
ヲ順次ニ重テタルモノト
看做シ得ベク、從ツテ其磁
場ハそれのいどノ中央部



ニ於テハ略々一様ナルヲ見ル可シ。こいる或ハそのい
 どノ磁場ハ其外部ニ
 於テハ之ト同形同大
 ノ磁石ト同様ナルガ
 故ニ之ヲ吊セバ南北
 ニ向ビ全ク磁石ト同
 様ノ作用ヲ有スルナリ。而シテこいるニ流ル、電流ノ方
 向ト極ノ種類トノ關係ヲ知ルニハ磁力線ノ出ヅルこいる
 ノ端ガ北極トナル事ニ注意スレバ可ナリ。即チ其結果ハ
 こいるノ端ヨリ見テ電流ノ方向ガ時計ト反對ニ向フトキ
 ハ其端ハ北極トナリ時計ノ方向ニ向フトキハ其端ハ南極
 トナルナリ。



實驗 みるくニ銅板 C 及ビ亞鉛板 Z ヲ挿入シ其上端ヲこいるノ兩
 端ニ連結シ之ヲ圖ニ示ス如ク稀硫酸
 酸ニ浮ブ可シ。然ルトキハ兩板ハ
 ぼるた電池ノ兩極トナルガ故ニ電
 流ハこいるニ流レ從フテこいるハ
 南北ヲ指スニ至ル。若シ又他ノ棒
 磁石ヲこいるニ近ゾクレバこいる
 ハ結局一ノ磁石ノ如ク作用スルヲ
 見ル可シ。



§ 3 **電流計 Galvanometers.**

電流ノ作ル磁場ノ強サハ電流ノ強サニ正比例スルガ故

ニ電流ノ作ル磁場ノ強サヲ測定シテ電流ノ強サヲ定ムル
 事ヲ得ルナリ。此目的ニ使用スル装置ヲ電流計ト云フ。

正切電流計 Tangent
 galvanometer ハ普通
 ニ用ユル電流計ニシ
 テ其構造ハ圓形ノこ
 いる R ノ中心ニ長キ
 指針ヲ附シタル磁針
 ヲ支ヘタルモノナリ。
 今こいるノ面ヲ廻轉



シテ其面内ニ磁針ヲ入ルレバこいるノ面ハ磁氣子午線面
 ト一致ス可シ。次ニこいるニ電流ヲ通ズレバ電流ノ作ル
 磁場ハこいるノ面ニ直角ナルガ故ニ磁針ハ偏リ其磁軸ガ
 電流ニ依リテ起ル磁力ト地磁氣ノ水平分力トノ合力ヲ指
 ス方向ニ於テ釣合フニ至ル。磁針ヲ載セタル圓板上ニハ
 度盛ヲ施シ之ニ依リテ其傾角ヲ測定スルナリ。

今圖ニ於テ ns ヲ電流計ノ磁針トシ、
 H 及ビ F ヲ地磁氣ノ水平分力及ビ電流
 ノ作ル磁場ノ強サ、 m ヲ磁極ノ強サトス
 レバ磁極ニ働ク力ハ mH 及ビ mF ナリ。
 磁針ノ受ケタル傾角ヲ θ トスレバ磁軸
 ハ圖ノ如ク二力 mH 及ビ mF ノ合力ノ



方向ニ向フガ故ニ

$$\tan\theta = \frac{mF}{mH} = \frac{F}{H}$$

然ルニ電流ニ因リテ起ル磁場ノ強サ F ハ電流ノ強サ i ニ正比例スルガ故ニ

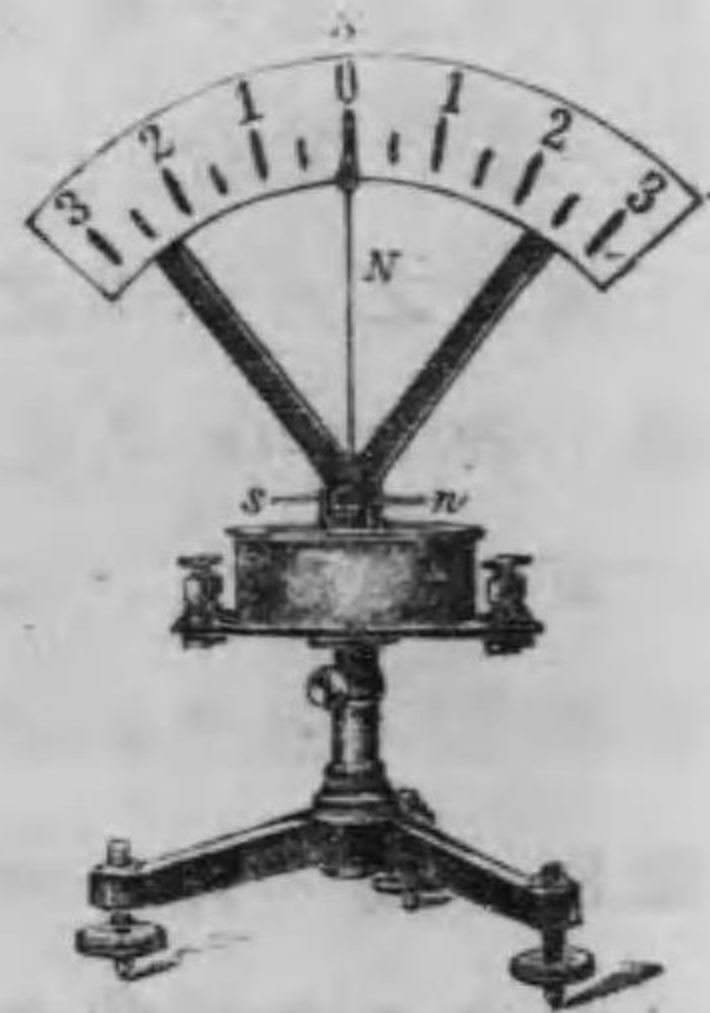
$$F \propto i ; F = Ki$$

茲ニ K ハおいて大サ、捲キ數等ニ特有ナル常數ニシテ之ヲ電流計ノ常數 Galvanometer constant ト云フ。上式ヲ前式ニ代入スレバ

$$i = \frac{H}{K} \tan\theta$$

即チ、電流ノ強サハ磁針ノ傾角ノ正切ニ正比例ス。故ニ常數 $\frac{H}{K}$ ヲ知り角 θ ヲ測レバ上式ニ依リテ電流ノ強サ i ヲ求め得ルナリ。

圖ハ講義用電流計ヲ示スモノニシテ、磁針 ns ハ直角ニ其ノ中心ヲ貫ケル水平軸ノ周リニ自由ニ廻轉シ得ルナリ。而シテ此軸ニ指針 N ヲ附シ以テ磁針ノ廻轉ヲ目盛 S ノ上ニ現ハスナリ。今おいて圖ノ位置ヨリ少シク上ゲテ磁針ヲ其内ニ入レおいて電流ヲ通ズレバ指針ハ電流ノ方向ニ依リテ右或ハ左ニ偏リ

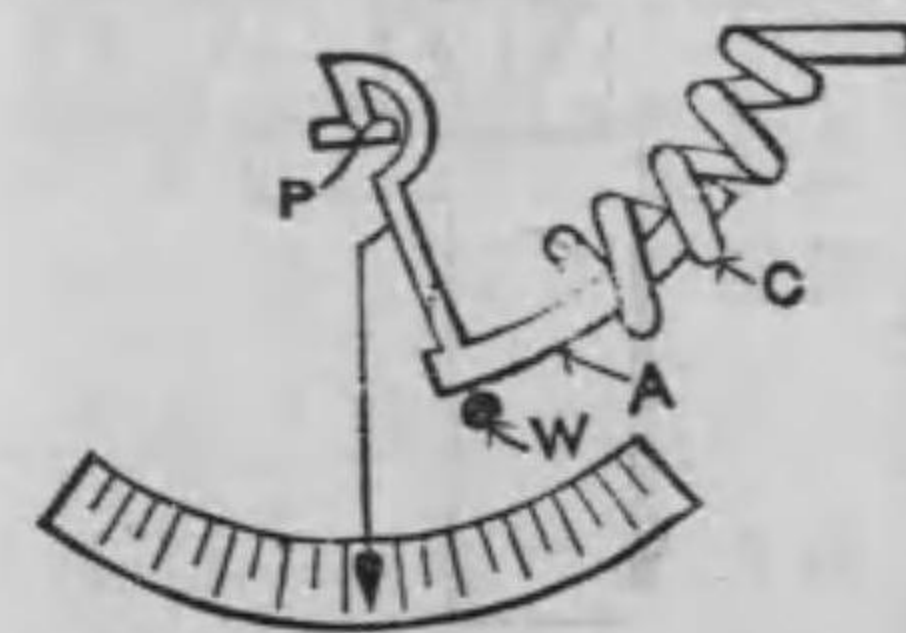


以テ電流ノ強サ及ビ方向ヲ示スナリ。

§ 4 **あんべあ計** Amperemeter or ammeter.

電流ノ強サヲ實用單位あんべあニテ直チニ讀ミ取り得ル電流計ヲあんべあ計ト云フ。

圖ニ示スハ一種ノ電流計ニシテ、其構造ノ要部ハ下圖ニ示ス如ク太キ針金ノおいて C ト軸 P ノ周リニ自由ニ廻轉シ得ル軟鐵片 A ヨリ成ル。おいて電流ヲ通ズレバ鐵片ハ磁石トナリテ其中ニ



吸ヒ込マル、而シテ電流ノ強キ程鐵片ハ深ク吸ヒ込マレ之ニ連結セル指針ハ益々一方ニ偏ルナリ。故ニ豫メ強サノ既知ナル電流ヲ通シテ

目盛ヲ施シ置ケバ指針ノ示度ニ依リテ電流ヲ測リ得ルナリ。圖中 W ハ鐵片ニ附シタル錘ニシテおいて電流ヲ通ビザルトキ指針ヲシテ目盛ノ零位ヲ指サシムル役目ヲ爲スナリ。

§ 5 **ほると計** Voltmeter.

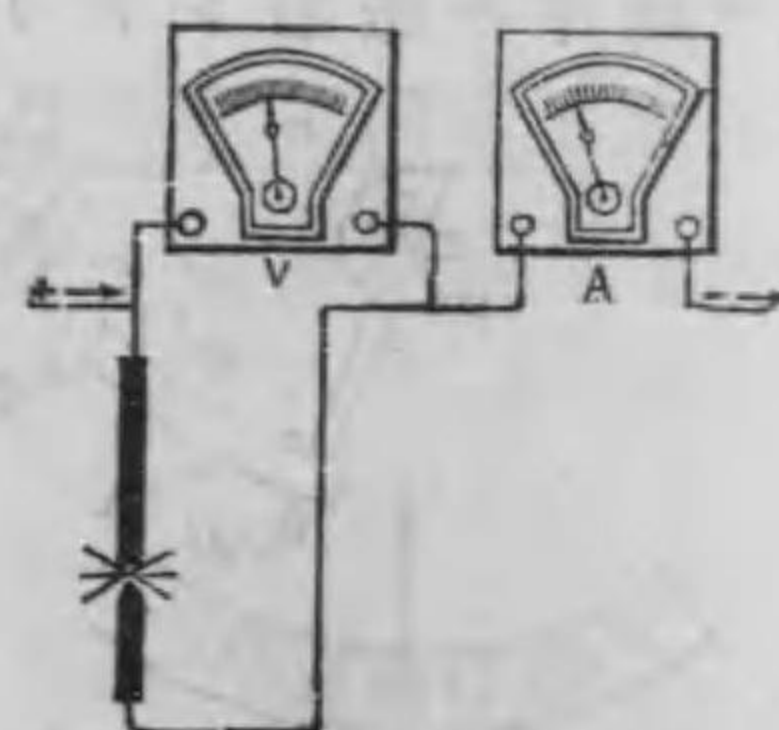
電燈其他一般ニ電力ヲ要スル装置ニ電流ヲ通ズルトキ其兩端ノ電位差ヲほるとニテ讀ミ取り得ル器械ヲほると

計ト云フ其構造ハあんべあ計ト
 同様ニシテ唯あいるノ抵抗ガあ
 んべあ計ニ比シテ遙ニ大ナルノ
 差アルノミ。今ぼると計ノ抵抗
 フRお一むトシ之ニ流ル、電流
 ノ強サヲいあんべあトスレバお
 一む律ニ依リテぼると計ノ兩端
 ノ電位差ハ



$E=Ri$ ぼると

ナリ。從ツテ豫メぼると計ノ指
 針ノ指ス點ニRiナル數ヲ目盛
 リ置ケバ兩端ノ電位差ヲぼると
 ニテ讀ミ取り得ルナリ。次ニぼ
 ると計ノ抵抗ヲ大ニセル理由ヲ
 説明センニ例ヘバ上圖ニ示ス如



ク弧燈ニ列ニ抵抗Rナルぼると計ヲ結ビ之ニ行ニあんべ
 あ計ヲ結ビテ電流ヲ通ズレバ弧燈及ビぼると計ヲ流ルル
 電流ノ和ハあんべあ計ニテ測リ得ベシ。ぼると計ノ抵抗
 ハ弧燈ノ抵抗ニ比スレバ遙ニ大ナルガ故ニぼると計ニ流
 ル、電流ノ強サハあんべあ計ニテ測レル電流ノ強サニ比
 シテ無視シ得ベク、從ツテぼると計ヲ弧燈ノ兩端ニ連結ス
 ルモ其爲メニ弧燈ヲ流ル、電流ハ影響ヲ受ケザルモノト

看做シ得ルナリ。故ニぼると計ニテ測レル弧燈ノ兩端ノ
 電位差Eぼるとトあんべあ計ニテ測レル電流ノ強サiあん
 べあトノ積Eiむつとハ即チ弧燈ニ於テ消費スル電力
 ナルヲ知ルナリ。

§ 6 電磁石 Electromagnet.

細長キあいるニ強キ電流ヲ通ズレバ其内ニ一様ナル強
 キ磁場ヲ生ズ (§2)。此あいる内ニ軟鐵棒ヲ入ルレバ鐵ヲ
 構成スル分子磁石ハ何レモ磁場ノ方向
 ニ整列シテ鐵棒ハ強キ磁石トナル。あ
 いるヲ流ル、電流ノ方向ト生ズル磁極
 ノ位置トノ關係ハ下圖ニ示スガ如シ。
 ふれみんぐノ右手ノ規則ニ依リテ先ヅ
 あいる内ノ磁場ノ方向ノ定メ、次ニ鐵ノ
 分子磁石ノN極ガ磁力線ノ方向ニ向ケ
 ラルル事ヲ考フレバ此關係ハ必然ノ結
 果トシテ導キ得ル所ナリ。



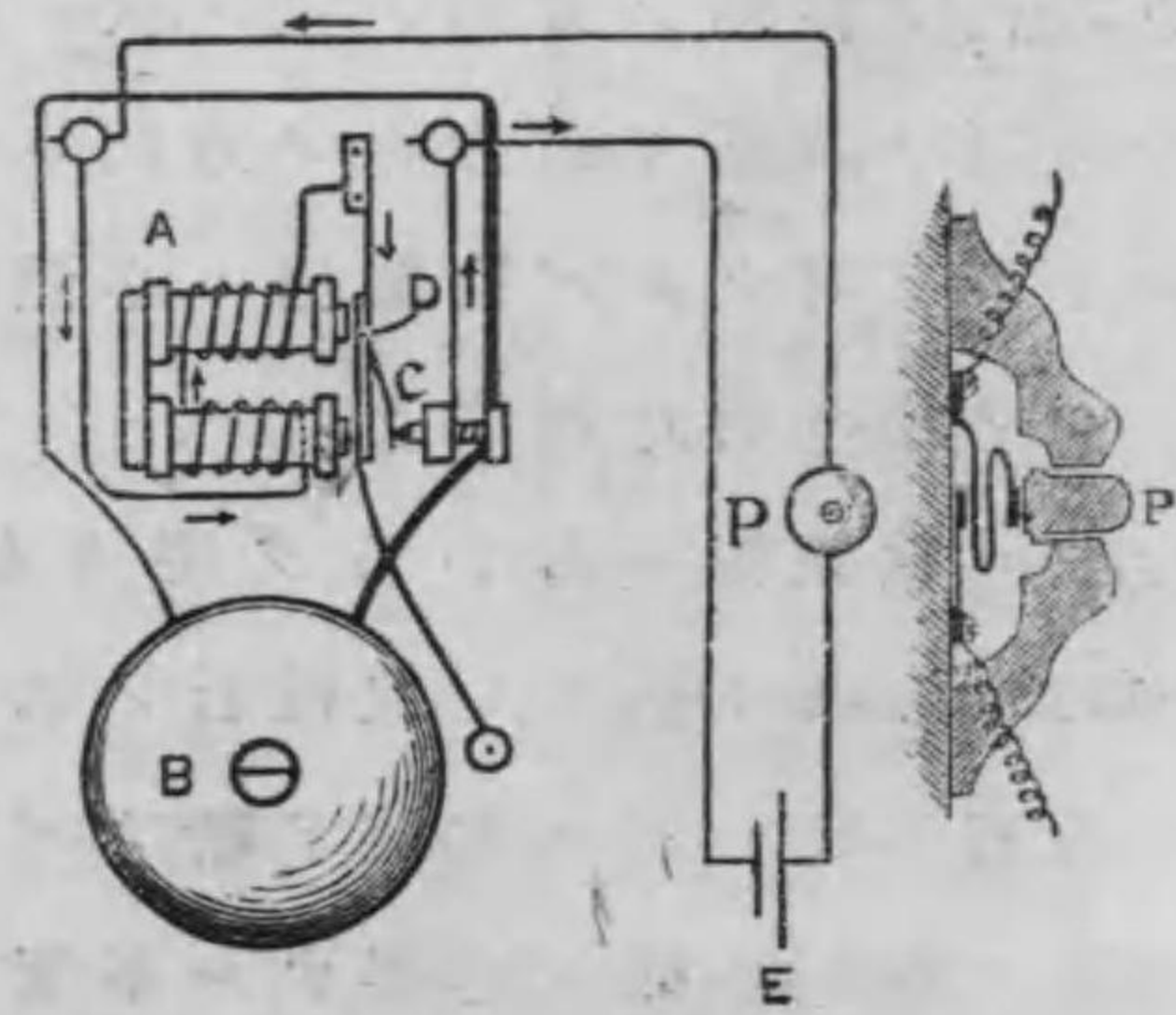
一般ニ軟鐵棒ニあいるヲ捲キ付ケタルモノヲ電磁石
 Electromagnetト云フ。電磁石ノあいるニ電流ヲ通ズレバ
 強キ磁石トナレドモ電流ヲ斷テバ忽チ其磁性ヲ失フ、是レ
 電磁石ノ應用上頗ル必要ナル事實ニシテ電鈴電信機等ハ
 何レモ電磁石ノ此性質ノ應用ナリ。

圖ニ示ス如ク、馬蹄電磁力ニ軟鐵片ヲ架シ之ニ電流ヲ通ズレバ電磁石ハ強ク鐵片ヲ吸引スルガ故ニ重錘等ヲ揚グル事ヲ得ルナリ。馬蹄電磁石ノ兩端ニハ針金ヲ圖ニ示ス如ク反對ノ向キニ捲クヲ要スルナリ。船上ニ重キ鐵塊等ヲ揚グルニ電磁石ヲ利用スル事アリ。

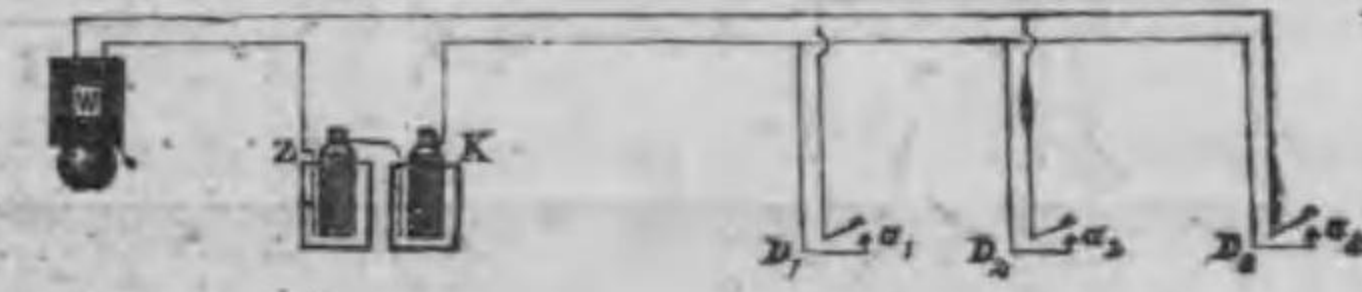


§ 7 電鈴 Electric bell.

電鈴ハ電磁石ヲ應用セルモノニシテ、其構造ハ下圖ニ示スガ如シ。Aハ電磁石ニシテ其前面ニ軟鐵片Dヲ對置ス、此鐵片ハ一端固定シ他端ハねぢノ尖端ニC點ニ於テ接觸セルばねニ取付ケ、更ニ此鐵片ノ他端ニハ鈴Bヲ打ツ錘ヲ固定セリ。而テPハ電路ヲ閉ヅルニ用ユル鈕ニシテ、Eハ電池ナリ。今鈕Pヲ押シテ電流ヲ通ズレバ電磁石ハ



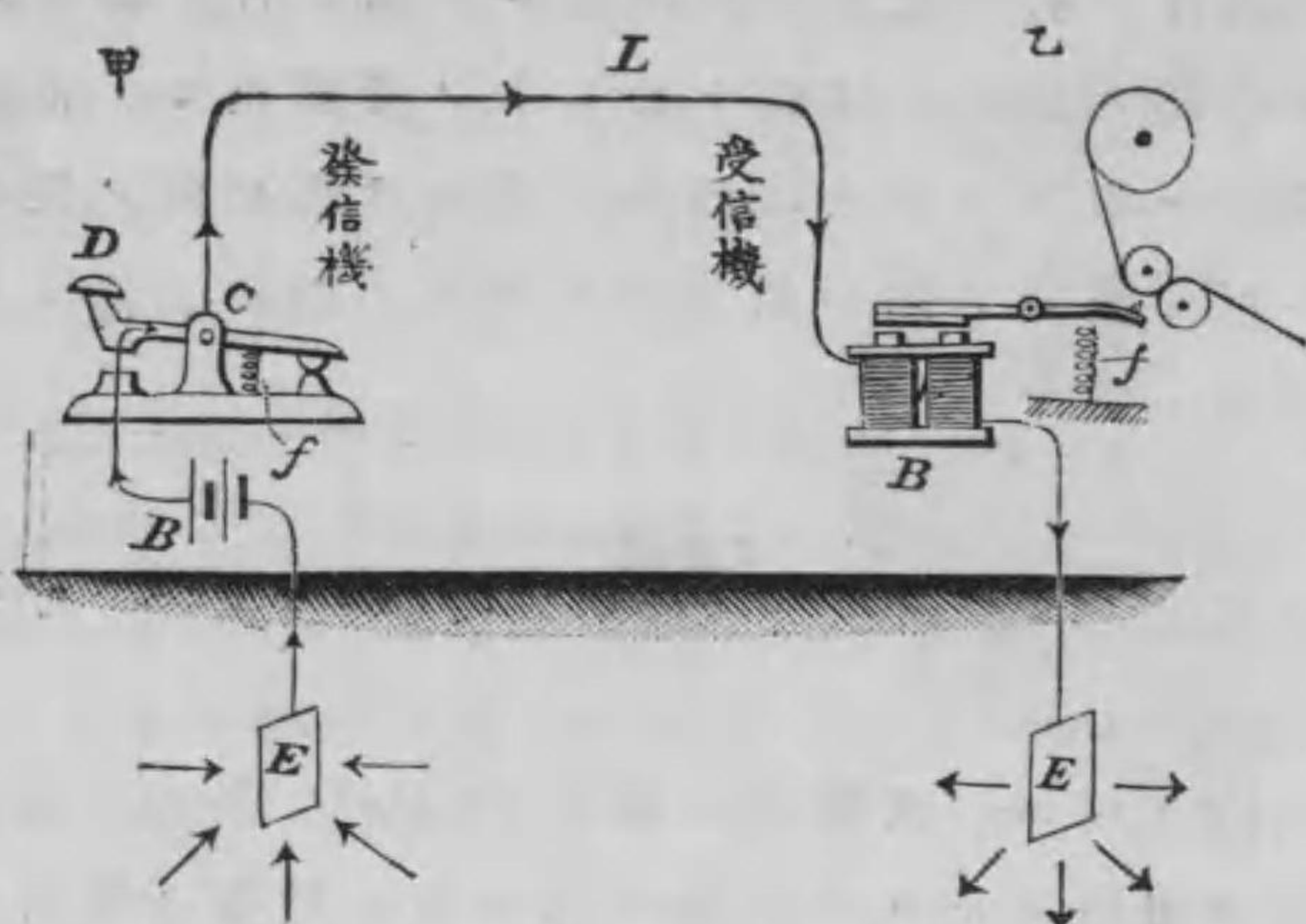
前面ノ軟鐵片ヲ引キ之ニ附セル錘ニテ鈴ヲ打チ鳴ラス、之ト同時ニC點ニ於ケルばねトねぢトノ接觸止ミテ電流ヲ絶チ電磁石ハ磁氣ヲ失ヒばねハ反撥シテ再ビ前ノ接觸成リ電流ハ再ビ流レテ錘ハ鈴ヲ打ツナリ。順次同様ニシテ鈴ヲ押ス間ハ鈴ヲ打チ鳴ラスナリ。



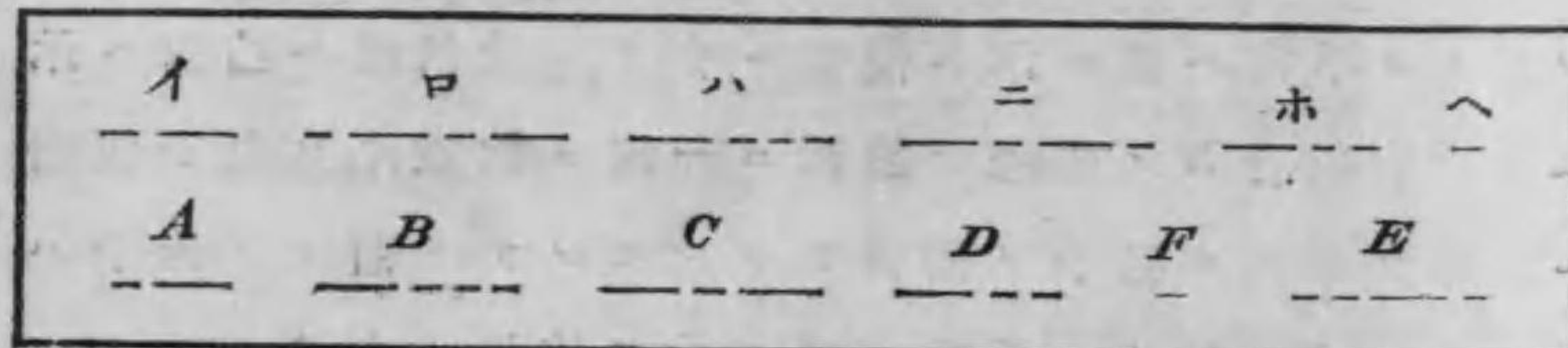
電鈴用ノ電池トシテハるくらんしね又ハ乾電池ヲ用ユ。又數多ノ場所 D_1, D_2, D_3 等ニテ同一ノ電鈴裝置ヲ使用スルニハ上圖ニ示ス如ク是等ノ場所ニ設ケタル鈕 a_1, a_2, a_3 等ヲ列ニ連結スレバ可ナリ。

§ 8 電信機 Telegraph.

電信機モ亦電磁石ノ應用ニシテ其要部ハ發信機 Transmitter, 受信機 Receiver 及ビ架空線 Aerial line ヨリ成ル。發信機ハ次圖甲ニ示ス如ク木製臺ノ上ニ支點Cヲ有スル金屬製ノ梘子ヲ取付ケタルモノニシテ、梘子ハせんまいノ爲メニ平常ハ圖ニ示ス位置ニ在リ。受信機ハ乙圖ニ示ス如ク電磁石Bノ兩極ノ前面ニ一端ニ軟鐵片ヲ有シ他端ニ尖端ヲ有スル梘子ヲ對置シタルモノナリ而シテ梘子ハせんまいノ爲メニ平常ハ圖ニ示ス位置ニ在リ。次圖ハ發信機及ビ受信機甲乙ヲ組合セタルモノニシテ、Bハ電池、Lハ架空線、E、Eハ地中ニ埋メタル地板ナリ。今



發信機ノ鈕Dヲ押ストキハ電池Bノ電流ハ矢ノ如ク架空線及ビ地中ヲ通ジテ流レ受信機ノ尖筆ハ時計仕懸ニテ自働的ニ操リ出ダサルル紙片上ニ記號ヲ印スルナリ。短時ノ電流ハ短線一ヲ印シ稍永キ電流ハ長線——ヲ印スルガ故ニ豫メ下記ノ如キ記號ヲ設ケ置ケバ之レ依リテ音信ヲ通ジ得ルナリ。

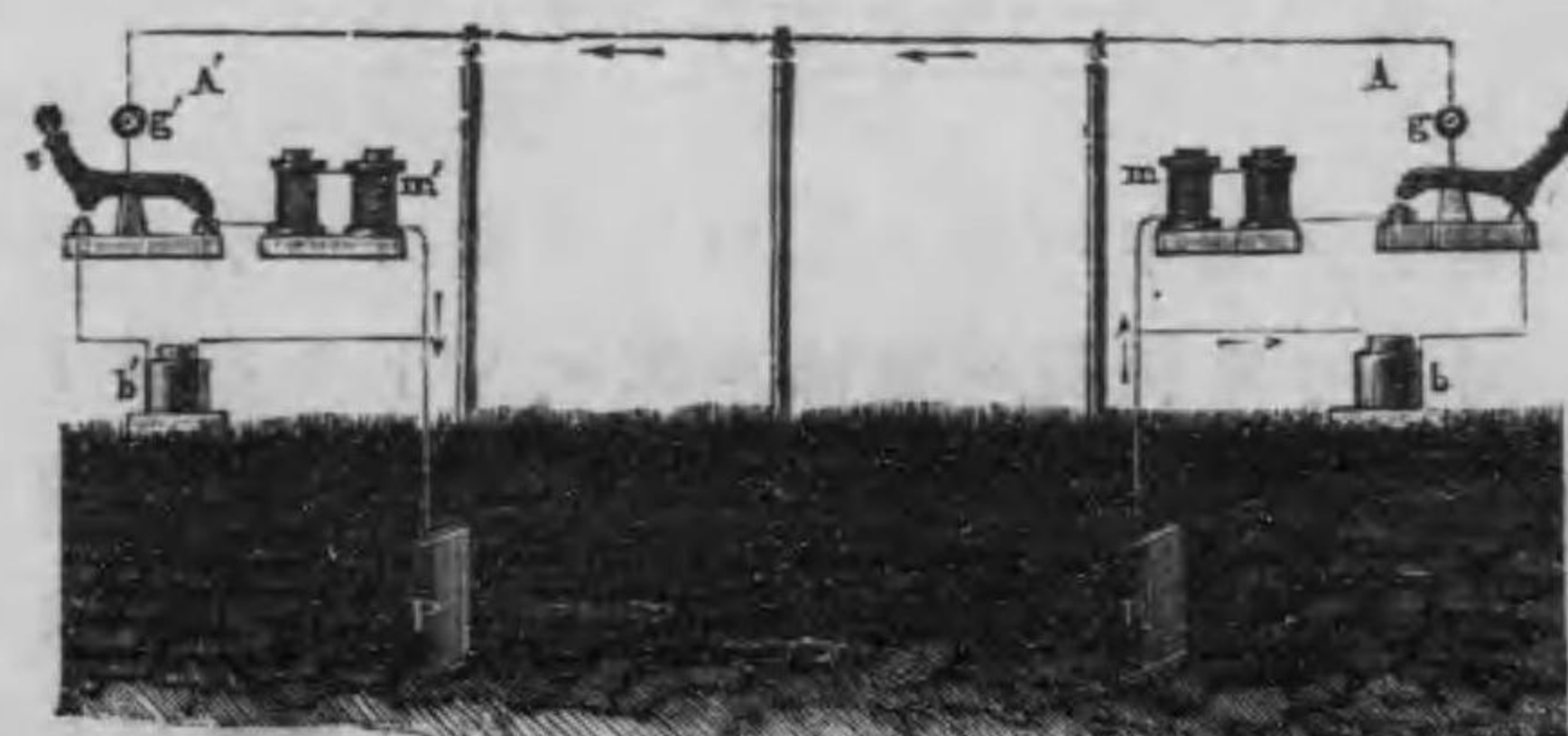


注意 多クノ教科書ニ一局ノ地板Eヨリ他局ノ地板Eニ電流ガ實際流ル、如ク矢印ヲ畫ケルヲ見テ學生ハ往々「甲乙二局間ニ他ノ丙局ノ

地板アル場合ニハ甲乙二局間ノ電流ハ此爲メニ妨ガラル、事ナキカト云フ疑問ヲ發ス。勿論地板E、Eガ近キトキハ電流ハ一方ノ地板ヨリ他方ノ地板ニ向ツテ流ルレドモ其距離大ナルトキハ地球ノ電氣ガ圖ノ如ク陰極地板ニ向ツテ四方ヨリ流入シ又電流ハ陽極地板ヨリ四方ニ流出スルモノト看做ス可キモノナリ。

恰モ東京大阪間ニ鐵管ヲ附設シ東京灣ヨリポンプニテ水ヲ汲ミ揚ゲ管ニ沿ウテ大阪ニ送り更ニ其水ヲ大阪灣ニ流出セシムル場合ニ於テ流出スル水ハ實際大阪灣ヨリ太平洋ヲ經テ東京灣ニ逆流セザルガ如シ。太平洋ガ多量ノ水ヲ有スル如ク地球ハ實ニ多量ノ電氣ヲ含有スルモノト看做シ得ルナリ。故ニ甲乙二局ノ間ニ他ノ局在ルモ二局ノ通信作用ハ此ノ爲ニ障礙ヲ受クル事ナキヲ知ルベシ。

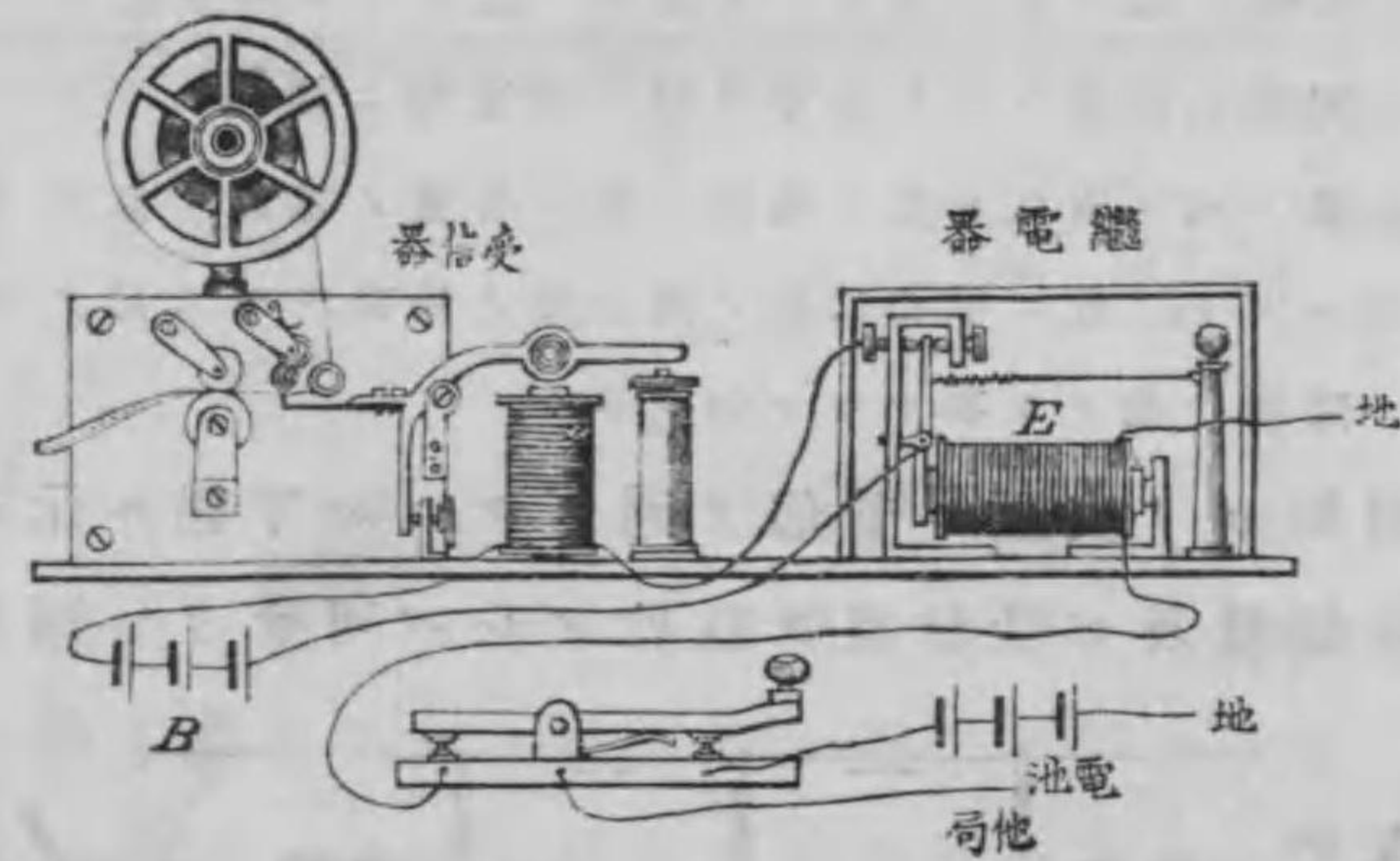
甲乙兩局ヨリ交互ニ音信ヲ通ズルニハ下圖ニ示ス如ク二組ノ發信機及ビ受信機ヲ取付クレバ可ナリ。兩局ニ設



置セル電池 b, b' ハ平常ハ開キテ電流ハ流レザルモ、何レカ一方ノ局ニ於テ發信機ヲ働カセバ他局ノ受信機ハ之ニ應ジテ信號ヲ印スルヲ知ルナリ。

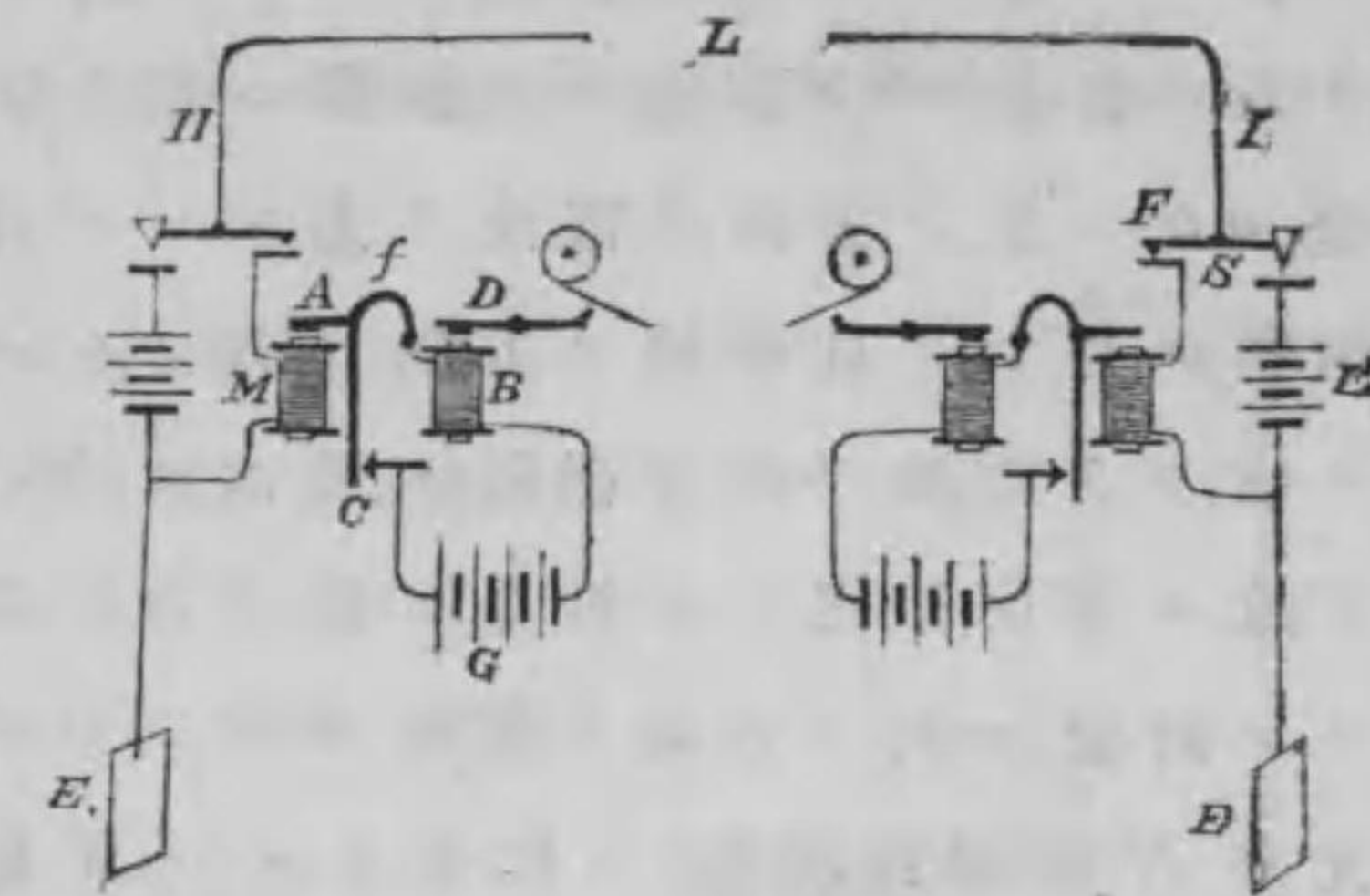
兩局ノ距離大ナルトキハ電流弱クナリテ受信機ノ働キ

正確ヲ失フニ至ル、此缺點ヲ補フニハ繼電器 Relay ト稱スル装置ヲ用フ。其構造ノ要部ハ下圖ニ示ス如ク、電磁石 E ト其前面ニ取付ケタル挺子トヨリ成ル。此挺子ノ下端ニハ電磁石ノ磁極ニ對スル軟鐵片ヲ固定シ、其上端ハ二個ノねぢノ尖端ノ間ニ介立セリ、而シテ電磁石ニ電流ガ流レザ



ルトキハ挺子ノ上半ハせんまいニテ右方ニ引カレ電池 B ノ輪道ハ開クモ電磁石ニ電流ガ流ル、トキハ挺子ノ上端ノ接觸成リテ電池 B ノ輪道ハ閉ヅルナリ。受信機ト繼電器トヲ上圖ニ示ス如ク連結スルトキハ、他局ヨリ來ル電流ガ電磁石ヲ通過シテ電池 B ノ輪道ヲ閉ヂ以テ受信器ヲ働カシムルナリ。斯ノ如ク通信ノ電流ハ單ニ電池 B ノ輪道ヲ閉ヅル丈ケノ役目ヲ爲セバ足ルガ故ニ微弱ナルモ其作用ヲ失フ事ナシ、電池 B ヲ局部電池 Local battery ト云フ。次圖ハ繼電器ヲ附セル二局ノ連結ヲ示スモノニシテ、例ハ

バ右方ノ局ニテ發信機ヲ働カセバ他方ノ繼電器ノ電磁石 M ハ電流ヲ受ケテ前面ノ鐵片 A ヲ引キ C 點ヲ接觸シテ局部電池 G ニテ受信作用ヲ爲サシムルヲ知ル可シ。



§ 9 電磁力 Electromagnetic force.

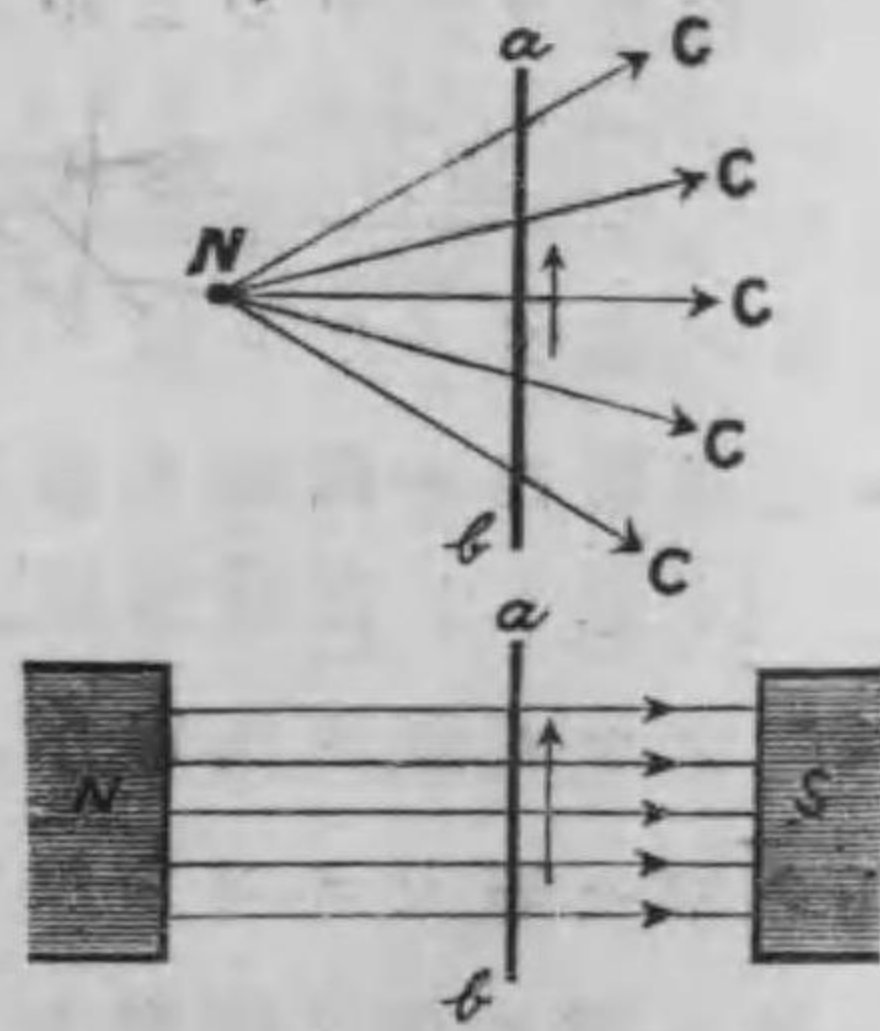
前ニ述ベタルガ如ク、電流ノ周圍ニハ磁場ヲ生ズルガ故ニ此磁場内ニ磁極ヲ持チ來タセバ磁石ハ電流ノ周圍ニ廻轉ス[本章 § 1 實驗參照]。此際互ニ作用スルモノハ電流ト磁極ナルガ故ニ、反作用ノ定律ニ依リテ磁極ニ働ク力ハ等大ニシテ反對方向ノ反作用ガ電流ニ働ク可キ事ヲ推定シ得ルナリ。故ニ電流ノ流ル、針金ヲ固定シテ其周圍ニ廻轉シ得ル磁極ヲ置ケバ磁石ハ廻轉シ、逆ニ磁極ヲ固定シ其周圍ニ電流ヲ通ゼル針金ヲ動キ得ル様ニ裝置スレバ針金ハ磁極ノ廻轉セシト反對ノ方向ニ廻轉ス可シ。實驗ハ此推理ヲ確ム、圖ニ示スハ之ヲ示ス實驗裝置ニシテ太キ硝子管ニおるく



栓ヲ鉄ノテ底トシ之ニ棒磁石 NS ヲ貫キ、管内ニ水銀ノ少量ヲ入レ針金 ab ノ下端ヲ水銀内ニ吊シ入レタルモノナリ。針金 ab ニ矢ノ方向ノ電流ヲ通ズレバ針金ハ磁極ノ周リニ廻轉ス可シ。此廻轉ノ方向ヲ考フルニ、ふれみんぐノ規則ニ依リテ電流 ba ガ磁極ニ及ボスカハ紙面ノ前方ニ向フガ故ニ其反作用ナル針金ニ働ク力ハ紙面ノ後方ニ向ヒ從ツテ針金ハ矢ノ方向ニ廻轉スルヲ知ルナリ。

元來 N 極ガ電流 ba ニ作用スルハ N 極ガ其周圍ニ次圖

ニ示スガ如ク磁場ヲ生ズルガ爲メナリ。故ニ、一般ニ任意ノ磁場内ニ磁力線ニ直角ニ電流 ba ヲ置クトキハ之ニ力ノ働クヲ知ルナリ、此力ヲ電磁力 Electromagnetic force ト云フ。圖ノ場合ニハ針金ハ紙面ヨリ後方ニ向フ電磁力ヲ受ク。磁場ノ方向ト電流ノ方向



トヲ知リテ針金ニ働ク電磁力ノ方向ヲ知ル爲メニ下記ノ規則アリ。

左手ノ拇指食指及ビ中指ヲ圖ノ如ク互ニ直角ニ開キ、食指ヲ磁場ノ方向ニ中指ヲ電流ノ方向ニ向クレバ、
拇指ハ針金ニ働ク電磁力ノ方向ヲ



示ス。

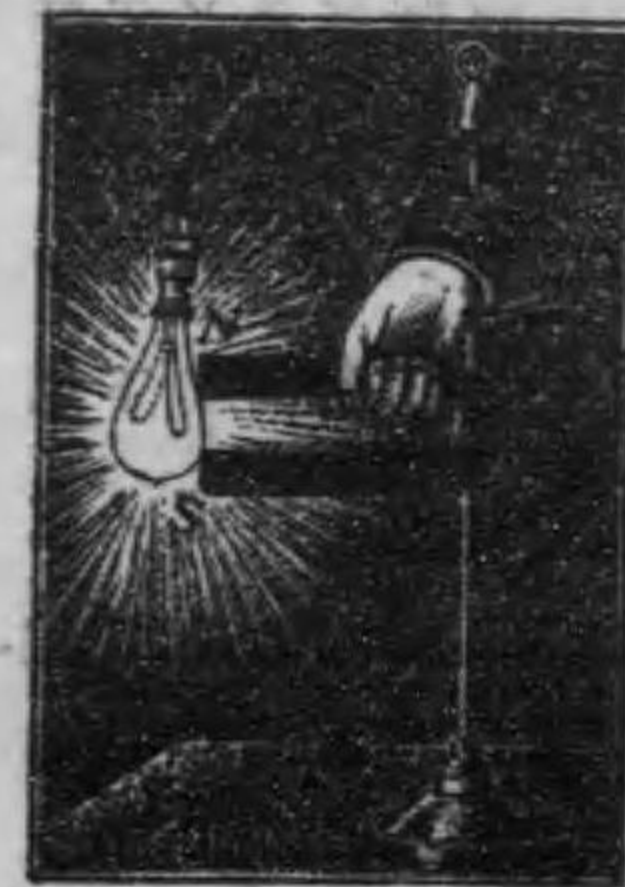
之ヲふれみんぐノ左手ノ規則 Fleming's left hand rule ト云フ。

實驗 1 圖ニ示ス如ク針金ノ下端ヲ水銀ノ池ニ吊シ入レ之ヲ例ヘバ馬蹄磁石ニ接ミテ針金ニ電流ヲ通ズレバ、針金ハ圖ノ場合ニハ右方ニ動キ以テ上記ノ左手ノ規則ニ從フヲ見ル可シ。



實驗 2 弧燈ヲ點シ其發光部ニ磁極 N ヲ近ヅクレバ弧狀ノ部分ハ一方ニ偏リ、磁極 S ヲ近ヅクレバ反對ノ方向ニ偏ルヲ見ル可シ。

實驗 3 圖ニ示ス如ク炭素線電燈ヲ點シ之ニ磁石ヲ近ヅクレバ輝ケル炭素線ハ一方ニ偏リ、電流ノ方向ヲ反對ニスレバ線ハ反對ニ偏ルヲ見ル可シ。電燈ニ急速ニ方向ノ變化スル電流即チ交流ヲ通ゼル場合ニハ線ハ振動ス。



§ 10 電流相互ノ作用 Mutual action between currents.

前節ニ述ベタルガ如ク、磁場内ニ電流ヲ通ゼル針金ヲ置ケバ針金ハ電磁力ノ作用ヲ受ク。而シテ磁場ヲ作ルニハ磁石ノ代リニ電流ヲ用ヒ得ルガ故ニ、一般ニ二ツノ電流ハ

互ニ作用スルヲ知ルナリ。

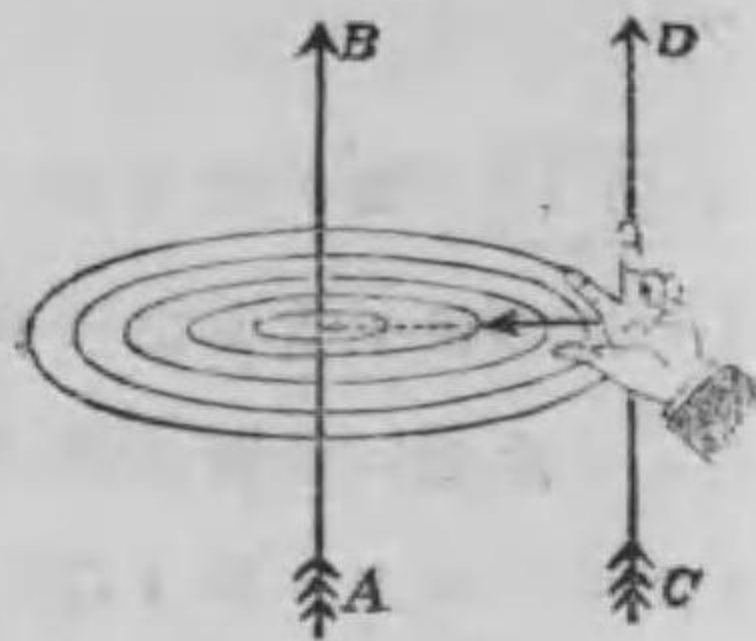
圖ニ示ス如ク、二ツノ針金 $AB \cdot CD$ ヲ併ベ之ニ同方向ノ電流ヲ通ズレバ針金ハ相引ク。

何トナレバ、今電流 AB ノ作ル磁場内ニ電流 CD ヲ入レタルモノ

ト考ヘ左手ノ規則ヲ適用スレバ電流 CD ハ左方ニ向フ力ヲ受ケ

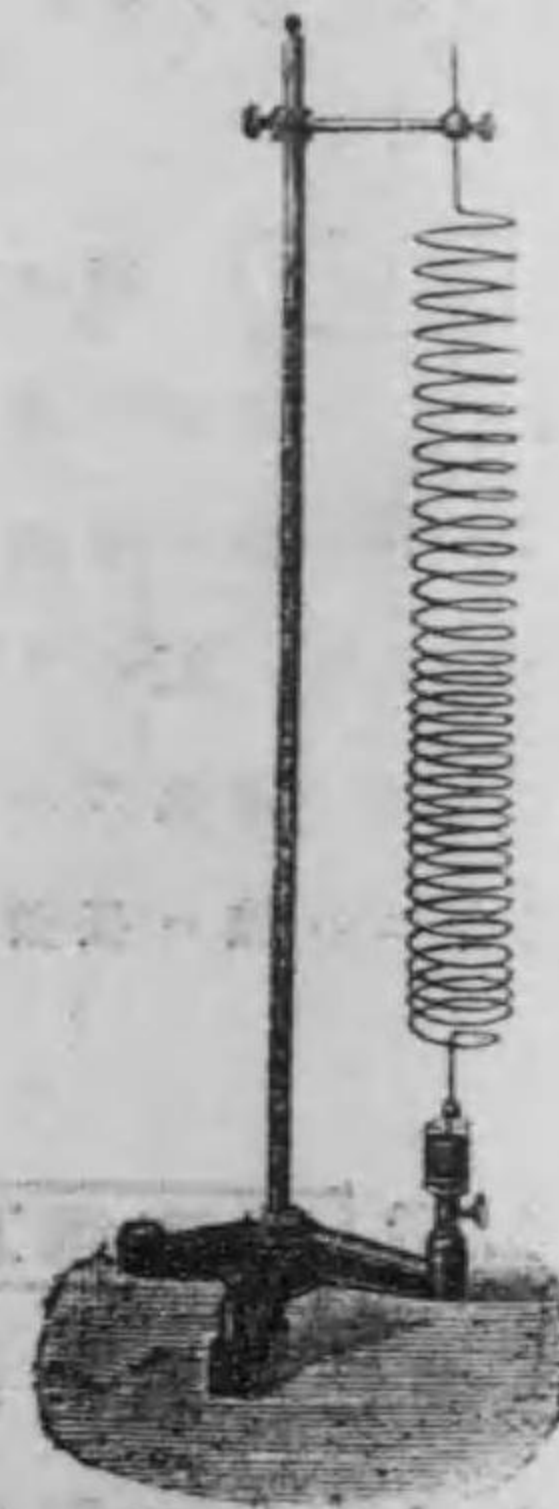
同様ニシテ電流 AB ハ右方ニ向フ力ヲ受ク可ケレバナリ、斯ノ如クニシテ、同方向ノ電流ハ相引キ反對方向ノ電流ハ

互ニ相斥クルヲ知ルナリ。



實驗 圖ハ同方向ノ電流ガ相引ク事ヲ示ス巧

妙ナル實驗裝置ニシテ、螺旋狀ノ針金ヲ吊シ其下端ヲ水銀ヲ盛リタル器中ニ沈メタルモノナリ。針金ニ電流ヲ通ズレバ相隣レル螺旋ノ卷キハ互ニ吸引シテ螺旋ハ收縮シ其下端ハ水銀ヲ離レテ輪道ヲ斷ツ。故ニ螺旋ハ自己ノ重サニテ垂下シ其下端ハ水銀ニ入リテ再ビ輪道ヲ閉ジ螺旋ハ收縮スルニ至ル。順次同様ニシテ螺旋ハ引キ續キ上下ニ振動スルナリ。



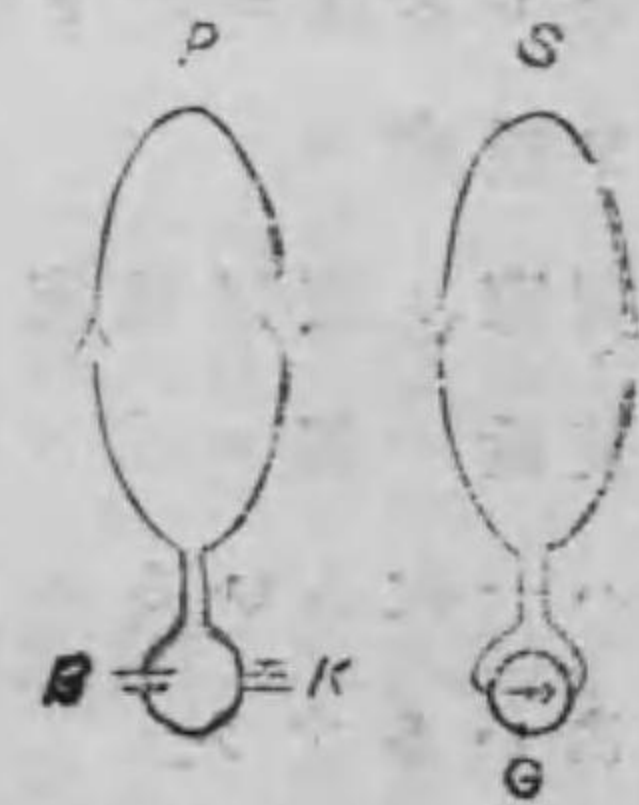
第八章

感應電流

§ 1 感應電流 Induced currents.

電池ハ化學的ニねるぎ一ヲ電流ニ變ジ、熱電流ハ熱ニねるぎ一ヲ電流ニ變ズ。1831年、Faraday^{ファラデー}ハ更ニ別種ノ方法ニ依リテ電流ヲ得ル事ヲ發見シタリ。氏ノ發見ニ係ル感應電流ノねるぎ一ノ源ハ機械的ニねるぎ一ナルガ故ニ外部ヨリ供給スル機械的ニねるぎ一ヲ大ニスレバ強キ電流ヲ得ルナリ。發電機ハ感應電流ヲ利用シタルモノニテ現今ノ電氣工業發達ノ基ハ實ニ氏ノ發見ニ在ルナリ。

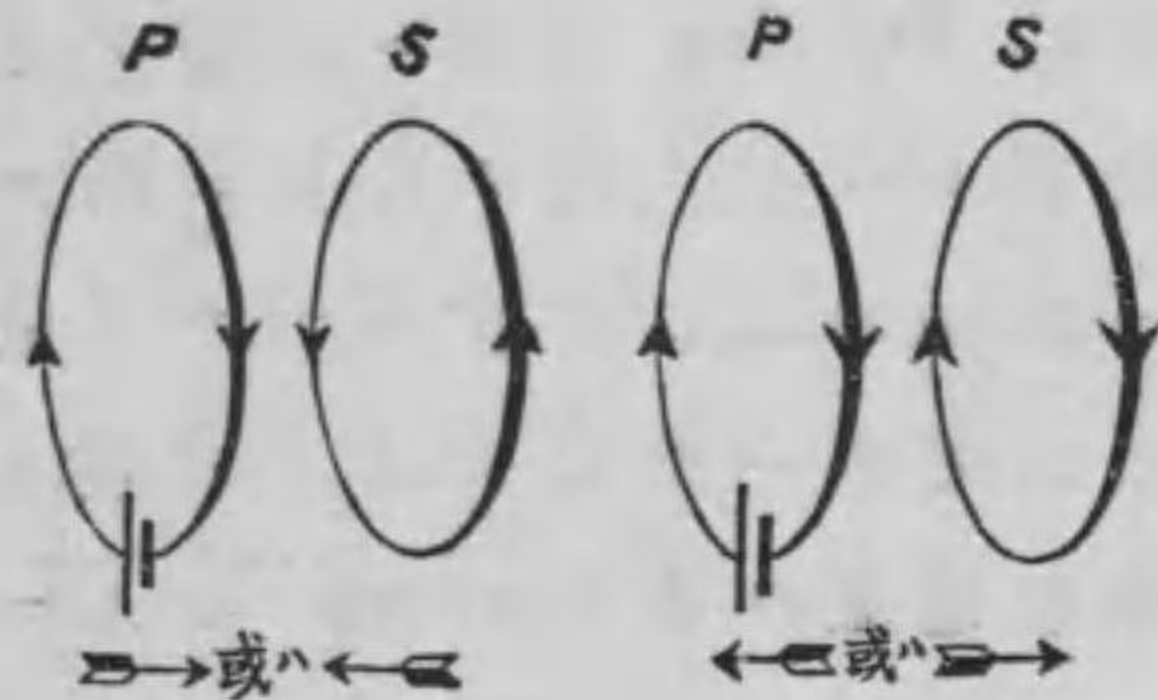
圖ニ於テ P ハ電池 B 及ビ斷續器 K ヲ有スルあるニシテ、 S ハ電流計 G ヲ入レタルあるナリ。今二ツノある $P \cdot S$ ヲ對置シ K ヲ押シテ P = 電流ヲ通ズレバ其瞬間ニ電流計 G ノ磁針ハ一時一方ニ偏レテ



S = P ノ電流ト反對方向ノ一時的電流 Temporary current ノ流レタル事ヲ示ス。次ニ K ヲ上ゲテ電流ヲ斷テバ其瞬間ニ電流計ノ針ハ一時前ト反對ノ方向ニ偏レテ S = 前ト反對即チ P ノ電流ト同方向ノ一時的電流ノ流ルハヲ見ル

可シ。斯ノ如クニシテ S = 生ズル電流ヲ感應電流 Induced current ト云ヒ、 P ヲ一次ある Primary coil, S ヲ二次ある Secondary coil ト云フ。而シテ感應ヲ起ス一次あるノ電流ヲ一次電流 Primary current ト云ヒ、二次あるノ電流ヲ二次電流 Secondary current ト云フ。

次ニ下圖ニ示ス如ク、一次ある P = 常ニ電流ヲ通ジ置

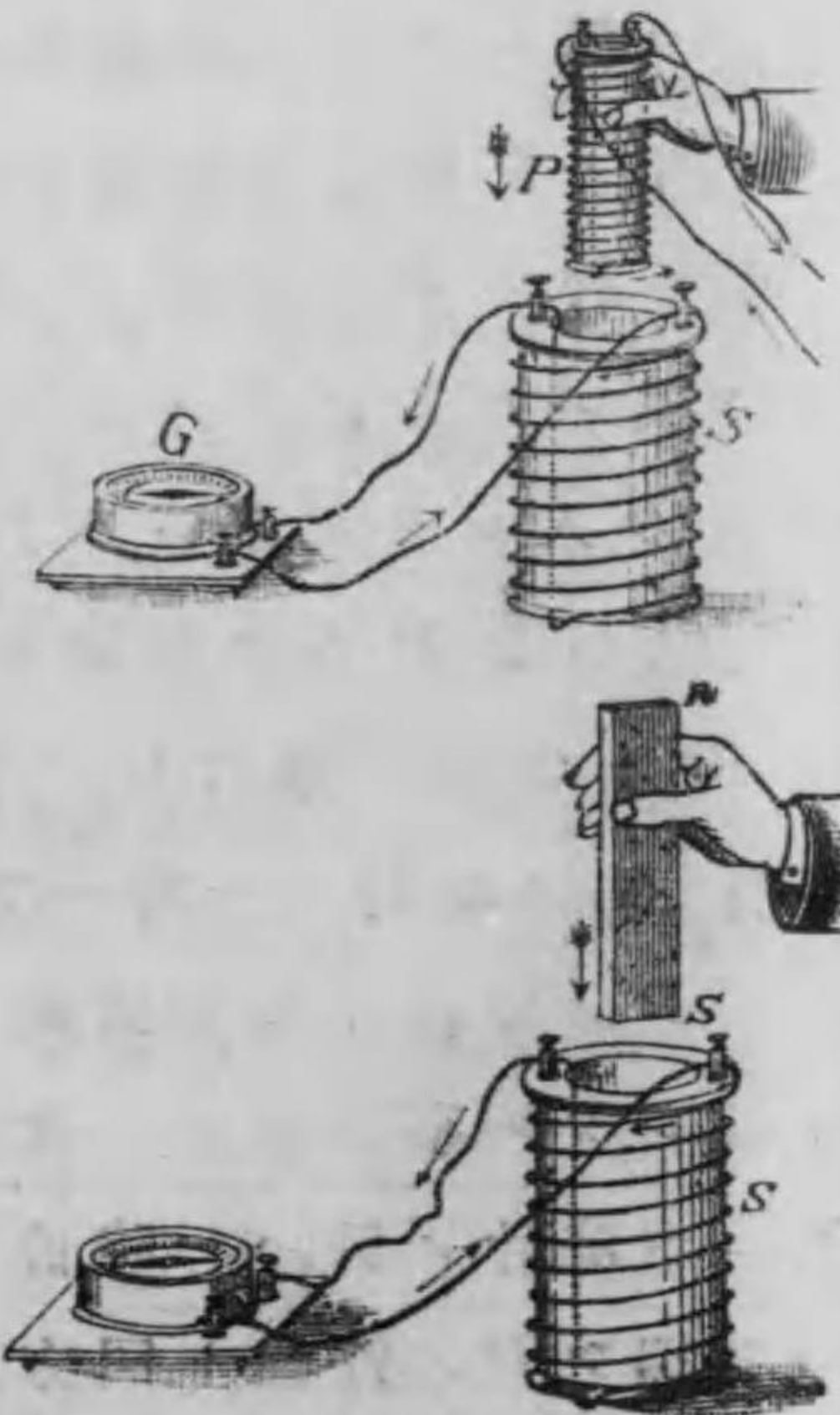


キ P ヲ S = 或ハ S ヲ P = 近ヅクレバ S = P ト反対方向ノ電流ヲ感應シ、又 P ヲ S ヲリ或ハ S ヲ P ヲリ遠

ザクレバ S = P ト同方向ノ電流ヲ感應ス。

實際ニ感應電流ノ實驗ヲ爲ス装置ハ圖ニ示スガ如シ、圖中 P ハ一次あるニシテ S ハ二次あるナリ。

又磁石トあるトハ同一ノ作用ヲ有スルガ故ニ、圖ニ示ス如ク一次ある P ノ代リニ磁石 ms ヲ用ヒ之ヲ二次あるニ

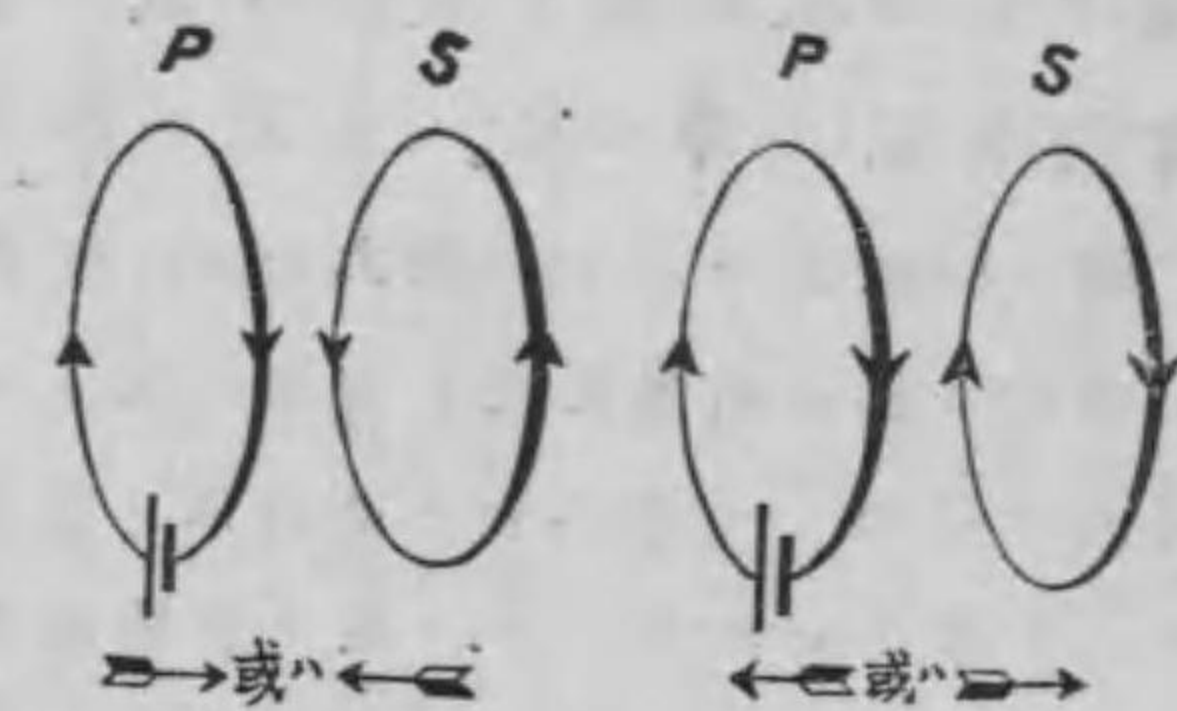


近ヅケ或ハ遠ザクレバ其都度感應電流ノ生ズルヲ見ルナリ。

§ 2 **れんツノ定律** Lenz's law.

前節ニ述ベタルガ如ク、一次ある P = 電流ヲ通ジ置キテ P ・ S ヲ互ニ近ヅクルトキハ S = P ノ電流ト反対方向ノ感應電流ヲ生ジ、 P ・ S ヲ遠ザクレバ S = P ト同方向ノ感應電流ヲ生ズ[下圖参照]。然ルニ同方向ノ電流ハ互ニ相衝キ

反対方向ノ電流ハ相引クガ故ニ、 P ・ S ヲ互ニ相近ヅケ或ハ相遠ザクルトキハ此電磁力ニ抗シテ一定ノ仕事ヲ爲ス事ヲ要スルナリ。故ニねねるぎニ不滅



律ニ依リテ、感應電流ノねねるぎノ源ハ一次或ハ二次あるヲ動かストキ電磁力ニ抗シテ爲ス機械的ノ仕事ナル事ヲ知ルナリ。從ツテ

二次あるニ對シテ一次ある又ハ磁石ヲ動かシテ得ル感應電流ハ相互ノ運動ヲ妨グル方向ニ起ル

ヲ知ル、之ヲれんツノ定律ト云フ。此定律ニ依リテ、感應電流ノ方向ヲ定メ得ルト共ニ其ねねるぎノ源ガ機械的ノ仕事ニ在ル事ヲ知リ得ルナリ。

次圖ニ示ス如ク、一ノあるニ棒磁石ノ N 極ヲ近ヅクレ

バ矢ノ方向ニ感應電流ヲ生ズル事

ヲれんつノ定律ニ依リテ説明セン。

今假リニ感應電流ガ矢ノ方向ニ流



ル、モノト假定スレバ此感應電流ノ作ル磁力線ハ出ル
ノ左方ヨリ右方ニ向ヒ從ツテN極ヲ排斥ス可シ故ニれん
つノ定律ニ依リテ感應電流ハ矢ノ方向ニ起ルヲ知ルナリ。
同様ニシテ、N極ヲ遠ザクルトキハ圖ト反對方向ノ感應電
流ヲ生ジ、又S極ヲ近ヅケ或ハ遠ザクルトキノ感應電流ノ
方向ヲ定メ得ベシ。

圖 一次あるト二次あるトヲ對置シテ一次あるニ電流ヲ通
ル場合ニ起ル感應電流ノ方向ヲ定ムルニれんつノ定律ヲ適用スルニハ、
電流ヲ通セル一次あるヲ無限ノ遠距離ヨリ現在ノ位置ニ持チ來タス
モノト考フレバ可ナリ。從ツテ感應電流ハ一次あるノ電流ニ反對ノ
方向ヲ取ルヲ知ル。又一次あるノ電流ヲ斷ツ場合ハ電流ヲ通セル一
次あるヲ急ニ遠方ニ退クルモノト考ヘ得ルガ故ニ感應電流ハ一次あ
いるノ電流ト同方向ナルヲ知ルナリ。

§ 3 感應電動力 Induced electromotive force.

感應電流ノ起ル種々ノ場合ニ就キテ吟味セシ結果、感應
電流ノ誘起セラル、條件トシテ次記ノ事實ヲ得タリ

感應電流ヲ起ス感應電動力ハ輪道ノ一部ニテ磁力線
ヲ切ル所ニ誘起セラル。

次圖ニ示ス如ク馬蹄電磁石ノ強キ磁場内ニ磁力線ニ直
角ニ針金ヲ横タヘ之ニ二次あるノ輪道ノ一部トシテ

下方ニ動カシ磁力線ヲ切レバ

感應電流ヲ生ズルナリ。今此

感應電流ノ方向ヲ定メンニ、れ

んつノ定律ニ依リ其方向ハ磁

場内ニ於ケル針金ノ運動ヲ妨

グル方向ニ起ル事ヲ要ス。而

シテ若シ感應電流ノ方向ガ圖ニ示ス矢ノ方向ニ向フモノ

トセバ針金ニ働ク電磁力ハふれみんぐノ左手ノ規則ニ依

リテ上方ニ向ヒテ運動ノ方向ニ抗シ以テれんつノ定律ニ

協フナリ。故ニ磁力線ガ右ヨリ左ニ向フトキ針金ハ下方

ニ動カシテ磁力線ヲ切レバ感應電流ハ紙面ノ前方ヨリ

後方ニ向フヲ知ル、一般ニ針金ニテ磁力線ヲ切ルトキ起ル

感應電流ノ方向ヲ定ムルニ下記ノ規則アリ

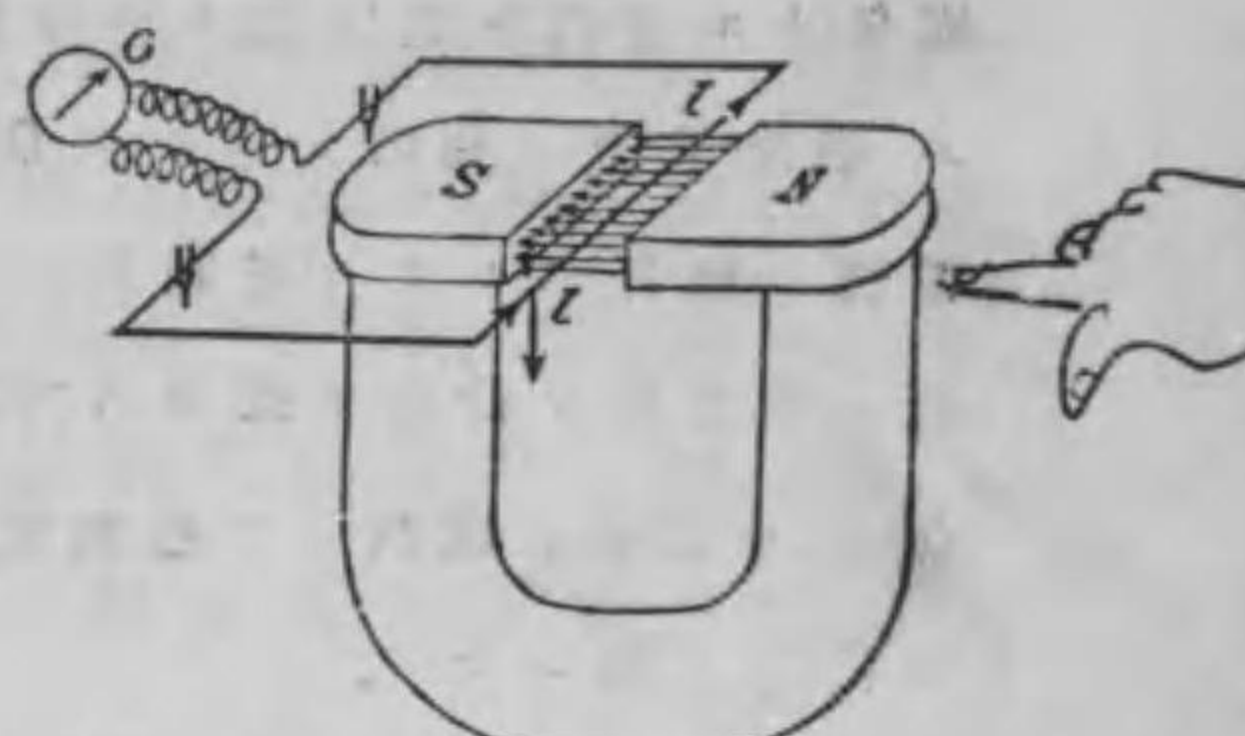
右手ノ拇指食指及ビ中指ヲ互ニ

直角ニ開キ、食指ヲ磁力線ノ方向

ニ、拇指ヲ針金ヲ動カス方向ニ向

クンバ、中指ハ感應電流ノ方向ヲ

示ス。

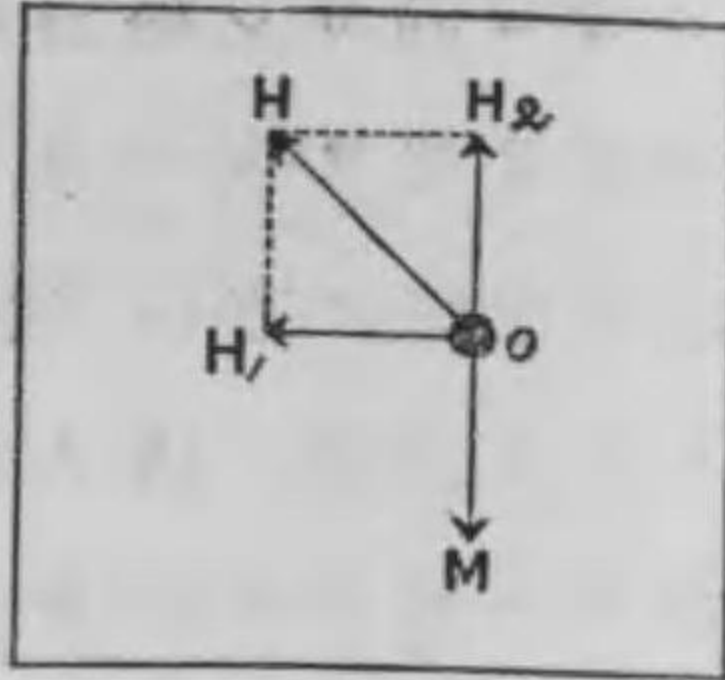


之ヲふれみんぐノ右手ノ規則

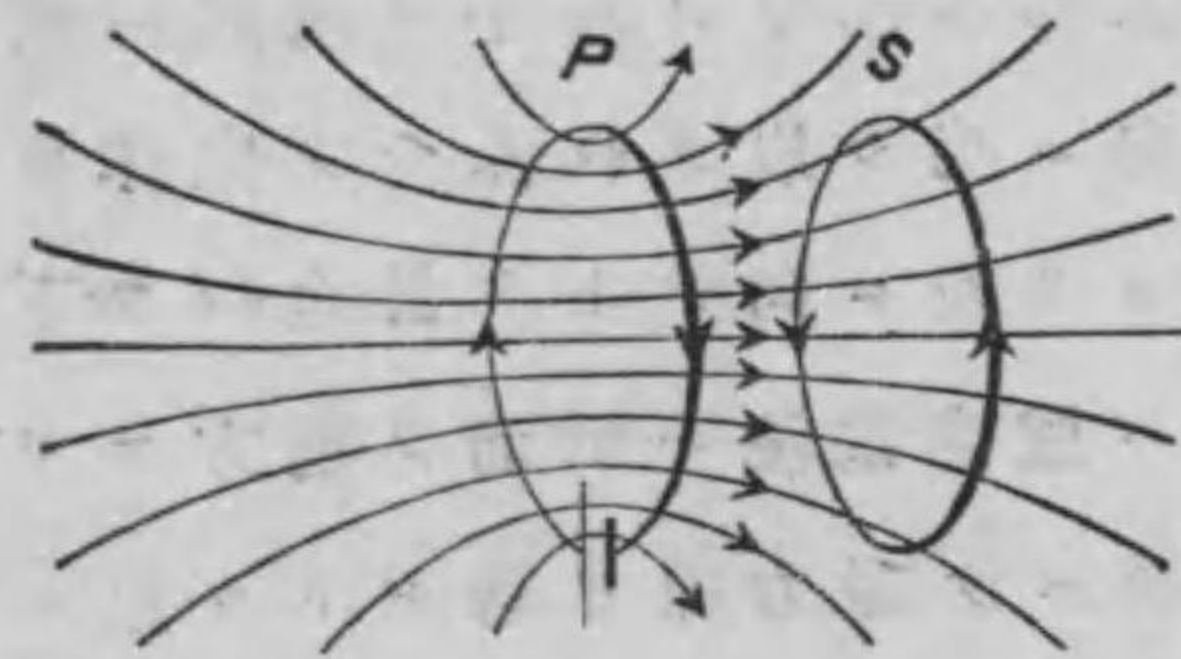
Fleming's right hand rule ト云フ。

圖 次圖ニ於テ、Oヲ紙面ニ直角ナル針金ノ切口トシ、OHヲ磁場内ニ
ケル磁場ノ強サ、OMヲ針金ヲ動カス方向トス。今OHヲ運動ノ方向ニ

直角ナル方向ト其方向トニ分解スレバ、 $O H_2$ ハ感應電流ニ關係セズシテ $O H_1$ ノミカ感應電流ニ關係スルナリ[理論及ビ實驗ノ結果]。故ニ磁力線ガ針金ヲ動カス方向ニ傾ケル場合ニモ右手ノ規則ニテ感應電流ノ方向ヲ定メ得ルヲ知ルナリ。



下圖ニ示ス如ク、一次おいるPニ電流ヲ通ジ置キ二次おいるSヲ近ヅクルトキハ其輪道ノ各部ニテ一次おいるノ

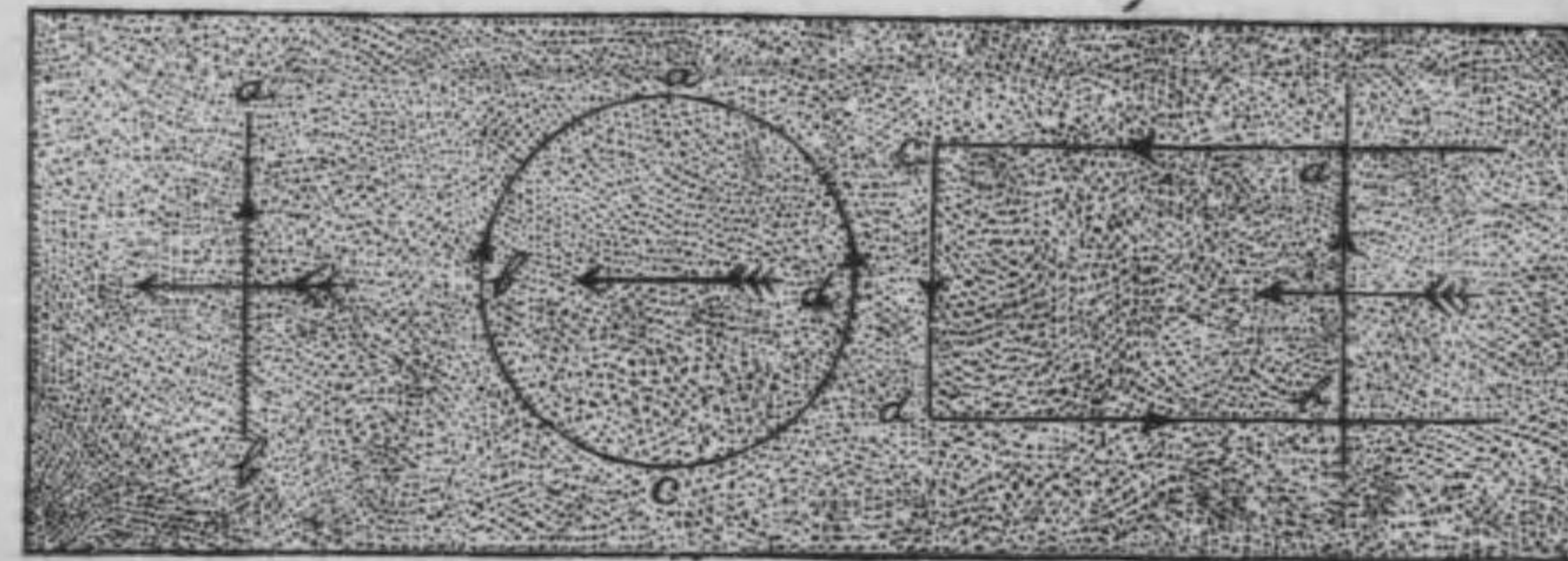


作ル磁場内ノ磁力線ヲ切ルナリ。而シテ右手ノ規則ニ依リ輪道ノ各部ニ働ク感應電動力ハ同ジ向キヲ有シ結局矢ノ方向ノ感

應電流ヲ生ズルヲ知ルナリ。同様ニシテ二次おいるヲ遠ザクルトキハ其輪道ノ各部ハ前ト反對ノ向キニ磁力線ヲ切ルガ故ニ一次おいるノ電流ト同方向ノ電流ヲ感應スルヲ知ルナリ。又二ツノおいるヲ動カサズシテ一次おいるニ電流ヲ通ズルトキハ、初メ二次おいる内ノ磁力線ハ皆無ナリシニ一次おいるニ電流ヲ通ベシ後ニハ上圖ノ有様トナルガ故ニ磁力線自身ガおいるノ外ヨリ内ニ向ツテ進ミシモノト看做サルヲ得ズ。而シテ磁力線ガおいるノ外ヨリ内ニ進ムハおいるヲ其面内ニ於テ四方ニ擴ゲテ磁力線ヲ切ルト同様ナルガ故ニ、右手ヲ上圖二次おいるノ各部

ニ置キ其食指ヲ磁力線ノ方向即チ右ヨリ左ニ向ケ拇指ヲおいるノ外方ニ向クレバ中指ハ感應電流ノ方向ヲ示シ從ツテ矢ノ方向ノ感應電流ヲ得ルヲ知ルナリ。同様ニシテ、一次おいるノ電流ヲ斷ツトキハ二次おいる内ノ磁力線ハ其輪道ノ各部ヲ切リテ出デ去ルガ故ニ前ト反對方向ノ感應電流ヲ得ルナリ。

(a) (b) (c)



上圖ニ於テ、無數ノ點ヲ以テ紙面ニ直角ナル一様ナル磁場内ニ於ケル磁力線ノ切口トス、而シテ磁力線ノ方向ハ紙面ノ後方ヨリ前方ニ向フモノトス。今此磁場内ニ於テ(a)圖ノ如ク磁力線ニ直角ニ針金abヲ横タヘ之ヲ矢ノ方向ニ動カストキハ右手ノ規則ニ依リテ上方ニ向フ感應電動力ヲ生ジ兩端abニ一定ノ電位差ヲ生ズ。又(b)圖ニ示ス如クおいるabcdヲ紙面内ニ於テ矢ノ方向ニ動カス場合ニハ右手ノ規則ニ依リテ兩半abc及ビcdaニ誘起セラレル感應電動力ハ等大ニシテ且ツ反對ノ方向ヲ有シ互ニ打消シテ電流ハ流レザルナリ。之ニ反シテ、(c)圖ニ示ス如

ク矩形狀ノ輪道ノ一部トシテ滑リ動カシ得ル針金 ab ヲ横タヘ之ヲ矢ノ方向ニ動カストキハ此部分ニ働ク感應電動力ノ爲メニ矢ノ方向ノ電流ヲ得ルナリ。

實驗及ビ理論上ノ計算ニ依リ感應電動力ノ大サニ關シテ次ノ定律アリ。

感應電動力ノ大サハ輪道ニテ磁力線ヲ切ル速サ即チ一秒時間ニ切ル磁力線ノ數ニ正比例ス。

從ツテ、成ル可ク急速ニ成ル可ク多クノ磁力線ヲ切ル程感應電動力ハ大トナルヲ知ルナリ。

注意 1 二次あるニ誘起セラル、感應電動力ノ大サヲ定ムル定律ヲ

二次あるニ誘起セラル、感應電動力ノ大サハ其輪道内ヲ通過スル磁力線ノ數ノ變化スル割合即チ一秒間ニ増減スル磁力線ノ數ニ等シ

ト云ヒ表ハシ得ルナリ。前圖(C)ニ於テ針金 ab ニテ磁力線ヲ切ル數ト輪道内ヲ通過スル磁力線ノ減ズル數トハ等シキガ故ニ何レノ云ヒ表ハシ方ニ依ルモ結局同一ノ結果ナルヲ知ル。又前圖(b)ニ於テハ輪道内ヲ通過スル磁力線ノ總數ハ變ゼザルガ故ニ感應電流ハ流レザルナリ。

注意 2 感應電流ハ勿論實驗的ニ發見セル事實ニシテ、感應電流ガ起ルトセバれんツノ定律ニ依リテ其いれるぎ一ノ源ハ針金ヲ動かス仕事ニ在ルヲ知ルナリ。然レドモ、電子論トふれみんぐノ左手ノ規則トナ用ユレバ針金ニテ磁力線ヲ切ルトキ感應電流ヲ誘起ス可キ事ヲ推定シ得ルナリ。 今紙面ニ直角ナル磁場内ニ磁力線ニ直角ニ針金 ab ヲ横タヘ[力線ノ切口ノ點ヲ略ス]之ヲ矢ノ方向ニ動カストキハ、針金内ニハ自

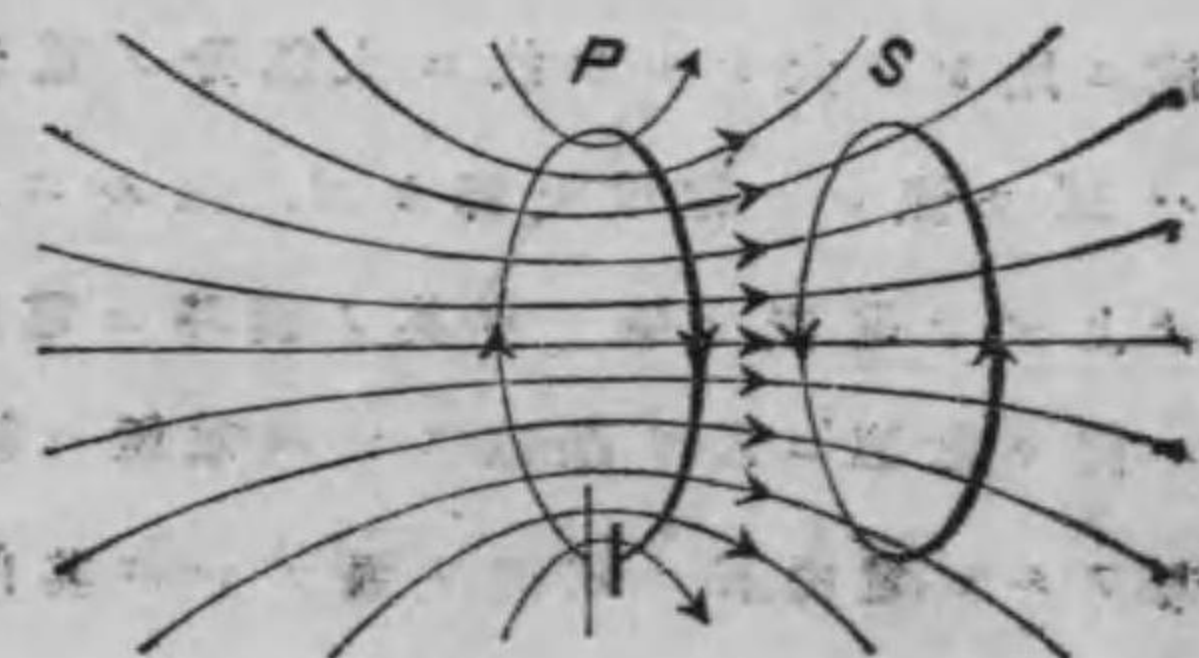
由ニ動キ得ル無數ノ自由電子アリテ陽電氣ヲ有スル原子間ニ點在セリ(第三章註參照)圖中ノ太キ黑點ハ原子ヲ示シ小キ黑點ハ電子ヲ示ス。自由電子ノ陰電氣ト原子ノ陽電氣トハ其量相等シクシテ互ニ中和シ外部ニ對スル電氣的現象ヲ現ハササルモ、是等個々ノ原子及ビ電子ヲ別々ニ考フレバ針金ヲ矢ノ方向ニ動カストキハ原子及ビ電子ハ共ニ其方向ニ動キテ電氣ノ移動即チ電流トナルナリ。然ルニ磁場内ニ磁力線ニ直角ニ電流ヲ置クトキハ之ニ電磁力ガ作用スルナリ。即チふれみんぐノ左手ノ規則ニ依リテ陽電氣ヲ有スル原子ニハ針金ニ沿ウテ下方ニ向フ電磁力ガ働キ、之ニ反シテ電子ハ反對ノ方向ニ即チ上方ニ向フ電磁力ヲ受ケルナリ[電子ガ左ニ動クトキハ電流ノ方向ハ右ニ向フナリ]。然ルニ針金ノ原子ハ自由ニ移動シ得ザルモ、自由電氣ハ自由ニ動キ得ルガ故ニ此電磁力ノ作用ニ依リテ上方ニ動キ以テ感應電流トナルナリ。電子ガ針金ニ沿ウテ上方ニ動クトキハ電流ノ方向ハ下方ニ向フナリ。



斯ノ如ク、針金ニテ磁力線ヲ切ルトキハ針金内ノ電子ハ針金ニ沿ウテ一方ニ移動シテ電流ヲ生ズルガ故ニ針金ニテ磁力線ヲ切ル輪道ノ一部ガ感應電動力ノ起因トナル事ヲ知ルナリ。

§ 4 自己感應 Self-induction

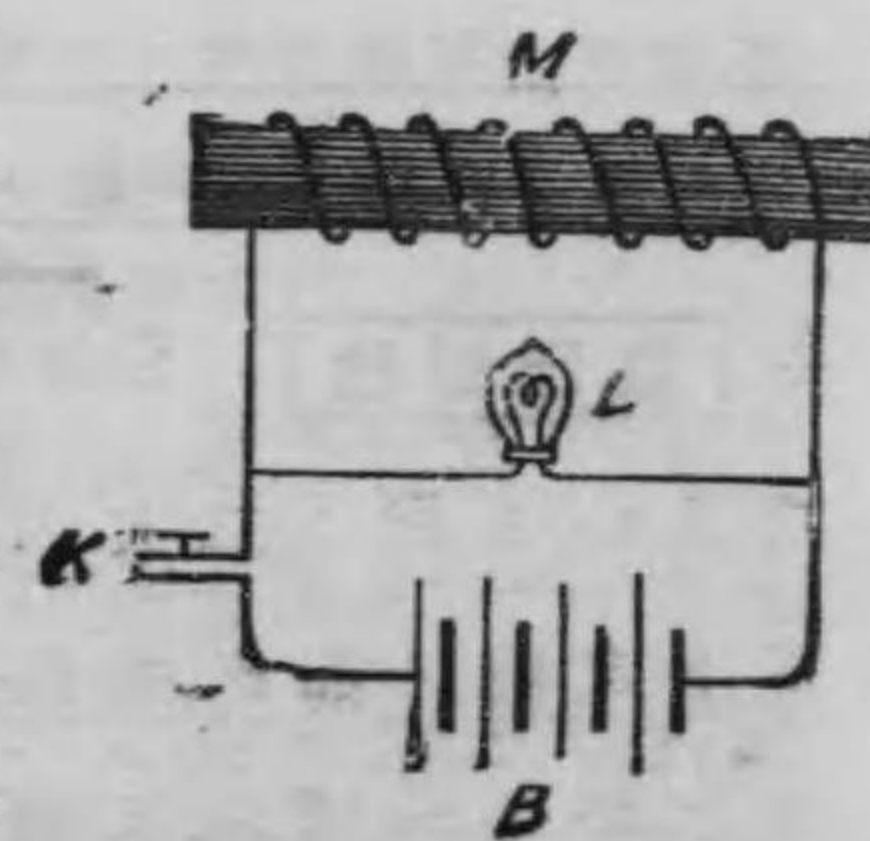
一次ある P ト二次ある S トヲ圖ノ如ク對置シ一次あるニ電流ヲ通ズルトキハ、磁力線ハ外方ヨリ二次あるノ輪道ノ



各部ヲ切り入りテ圖ノ有様トナルガ故ニ一次電流ニ反對方向ノ感應電流ヲ生ジ、又一次電流ヲ斷ツトキニ二次ある内ノ磁力線ハ輪道ノ各部ヲ切り出ヅルガ故ニ一次電流ト同方向ノ感應電流ヲ生ズル事ハ前節ニ述ベタルガ如シ、今二次あるヲ漸次ニ一次あるニ近ヅケ遂ニ一次あるニ合一スルモノト考フルモ一次電流ノ通絶ニ際シテ一次ある内ニ磁力線ノ生滅スルガ爲メニ其都度輪道ノ各部ガ磁力線ヲ切ル事ハ行ハル、ガ故ニ、一次ある自身ニモ感應電流ノ現象ヲ見ル可キ理ナリ。實驗ハ此推定ヲ確ム、此現象ヲ自己感應ト云ヒ異ナルある間ニ行ハル、感應ノ現象ヲ相互感應 Mutual induction ト云フ。自己感應ノ電流ハあるニ電流ヲ通ズルトキハ之ト反對ノ方向ヲ有シ之ヲ絶ツトキハ同方向ヲ有ス。輪道ヲ絶ツトキ其間隙ニ火花ノ飛ブハ自己感應ノ電動力ノ作用ニ因ルナリ。

實驗 圖中 M ハ鐵心ヲ有スルある

即チ電磁石ニシテ、L ハ電燈、B ハ電池、K ハ電流斷續器ナリ。K ナ押しテ電流ヲ通ズレバ電燈ノ抵抗ハある M ノ抵抗ニ比シテ大ナルガ故ニ大部分ノ電流ハ M ナ流レテ電燈ハ輝カズ。然ルニ K ナ上ゲテ電流ヲ斷テバ其ノ瞬時ニ電燈ハ輝キ、急速ニ K ナ斷續スレバ電燈ハ絶ヘズ輝クヲ見ルナリ。此理由ヲ考フルニ、電磁石ニ電流ヲ通ズレバ其内ニ數多ノ磁力線ヲ生ジ電流ヲ斷

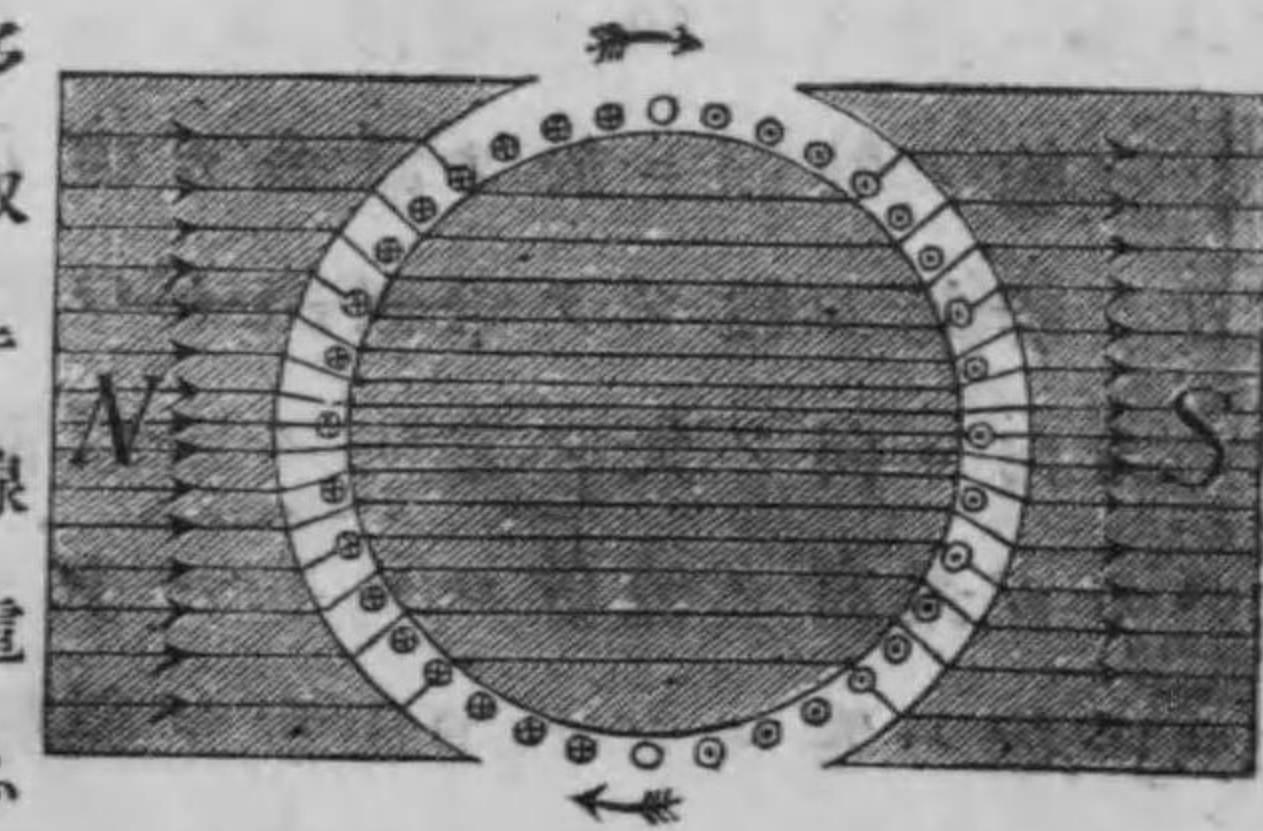


ットキハ是等ノ磁力線ガ消失スル爲ニメ起ル自己感應ノ電流ヲ生ジ其電流ハ電燈 L ナ通シテ流レ之ヲ輝カシムルナリ。

§ 5 **發電機** Dynamo.

發電機或ハだいなもハ電流ノ感應ヲ利用シテ機械的ニねるぎ一ヲ電流ノねるぎニ變ズル機械ニシテ、其要部ハ磁場ヲ作ル爲メノ場磁石 Field magnet ト稱スル電磁石ト磁力線ヲ切りテ感應電流ヲ起サシムル發電子 Armature トヨリ成ル。

圖ニ示ス如ク、場磁石ノ兩極 N・S ノ間ニ狭キ間隙ヲ殘シテ圓柱狀ノ軟鐵心ヲ挿入スレバ磁力線ハ圖ノ如ク配布シテ間隙部ニ強キ磁場ヲ生ズ。此鐵心ノ側面ノ周圍ニ紙面ニ直角ニ絶縁セル數多

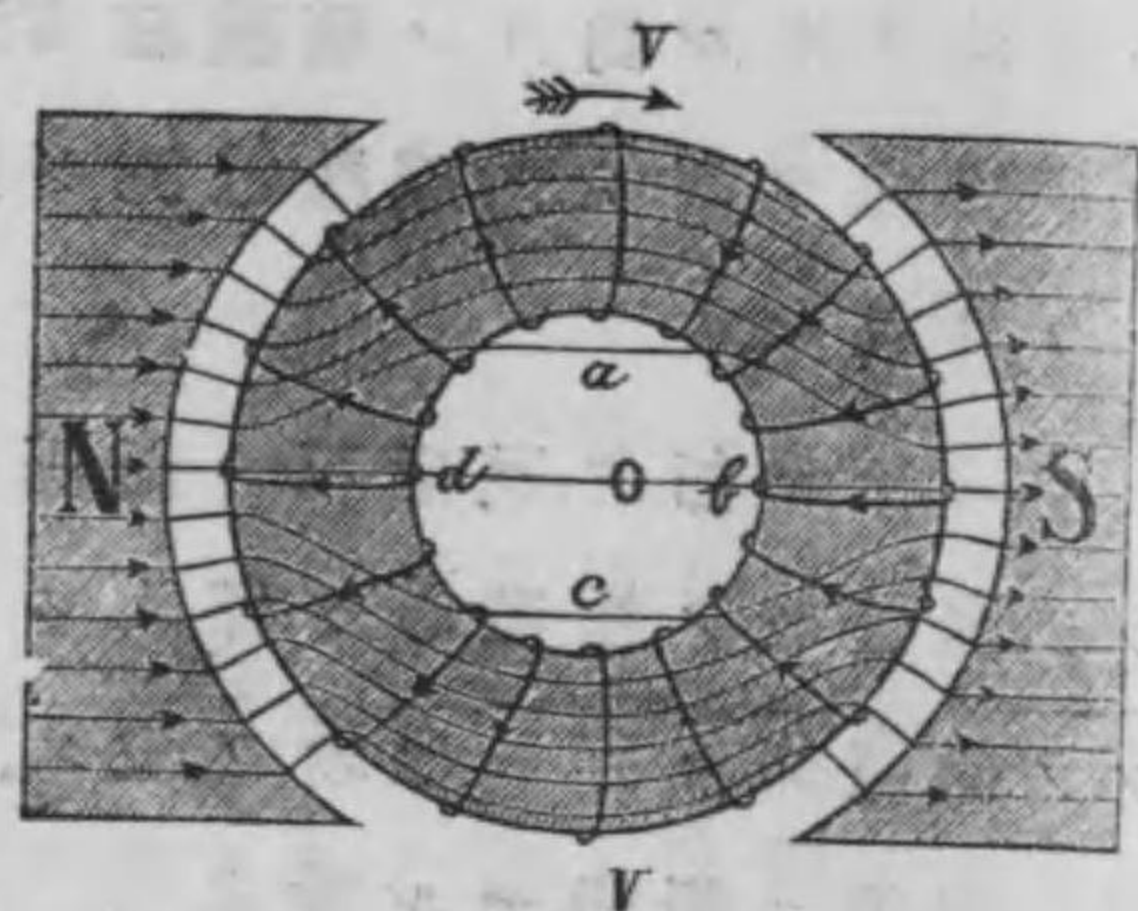


ノ兩端自由ナル針金ヲ取り附ケ鐵心ヲ矢ノ方向ニ廻轉スレバ針金ハ磁力線ヲ切ルガ故ニ之ニ感應電動力ヲ生ズルナリ。今ふれみんぐノ右手ノ規則 (§ 3) ニ依リテ此感應電動力ノ方向ヲ定メンニ右手ノ食指ヲ磁力線ノ方向即チ右方ニ向ケ拇指ヲ廻轉ノ方向ニ向クレバ、中指ニテ示サルル感應電動力ノ方向ハ N 極ノ前面ニ於テハ紙面ノ前方ヨリ後方ニ向ヒ S 極ノ前面ニ於テハ反對ノ方向ニ向フヲ知ルナリ。發電

機ノ發電子ニ於テハ鐵心上ノ針金ヲ適當ニ連結シテ之ニ感應スル電動力ガ相加ハリテ發電機ノ兩極ニ電位差ヲ與フル様ニ工夫スルヲ要スルナリ。

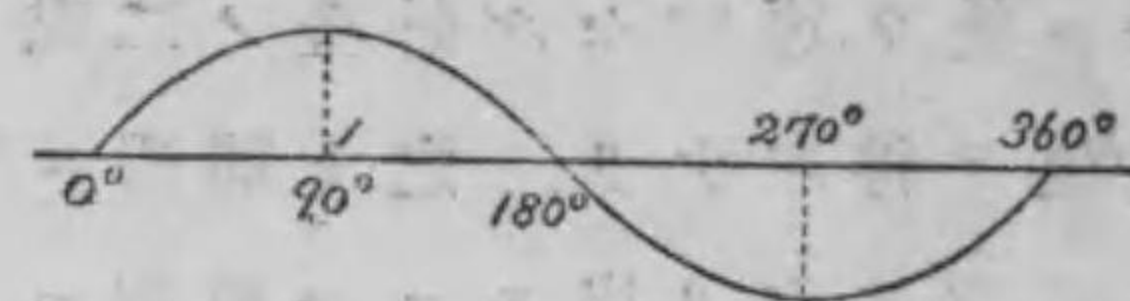
發電子ニ環狀發電子 Ring armature 及ビ鼓狀發電子 Drum armature ノ二種類アリ先ヅ前者ヨリ説明セン。下圖ニ示

ス如ク場磁石ノ兩極ノ間ニ軟鐵輪ヲ置ケバ磁力線ハ輪ニ吸收セラレテ輪ト極トノ間隙ニ強キ磁場ヲ生ズ。今輪ノ上ニ一捲キノあるヲ捲キ付ケ之ヲ輪ト共ニ矢ノ方向ニ廻轉



スレバ輪ノ外側ニ於テ針金ガ磁力線ヲ切ル部分ニ感應電動力ヲ誘起シ從ツテ鉛直線 VOV ノ左右ノ位置ニ於テ反對ノ方向ニ向フ矢ノ方向ノ感應電流ヲ得ルナリ。而シテあるガ最高ノ位置 a ニ在ルトキハ磁力線ヲ切ラザルガ故ニ電流ハ零ニシテ、90 度ケ廻轉シタル位置 b ニ於テハ單位時間ニ切ル可キ磁力線ノ數最大ニシテ從ツテ電流ハ最大トナリ、更ニ進ムニ從ヒテ電流ハ弱クナリ位置 c ニ於テ再ビ零ナル。位置 c ヲ通過シタル後反對ノ方向ニ感應スル電流ノ強サハ前ト同様ノ變化ヲ經テ位置 a ニ達シ再ビ零トナル。故ニあるガ一廻轉スル間ニ之ニ生ズル

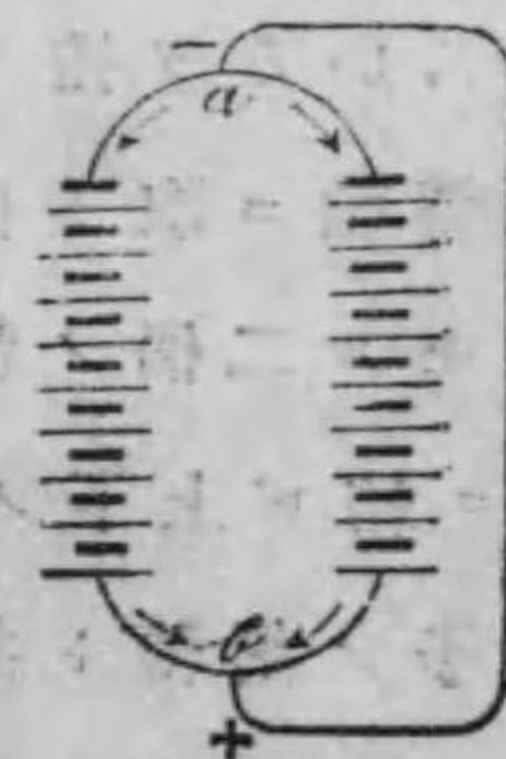
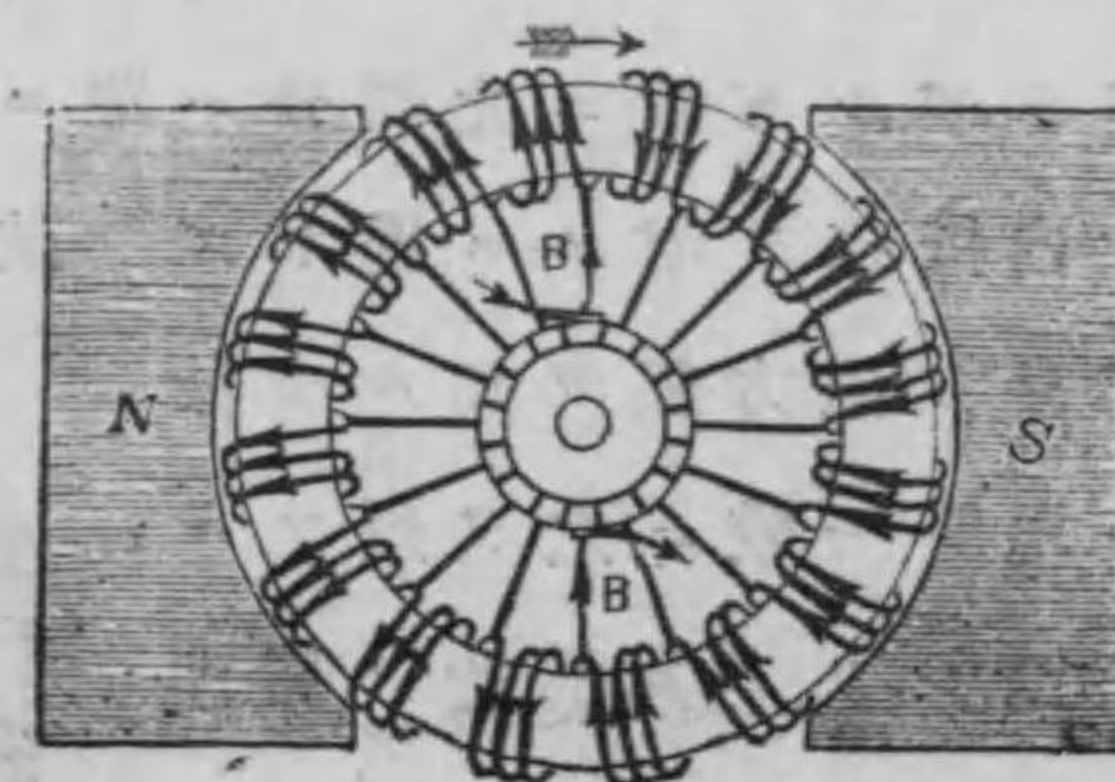
感應電流ノ強サハ圖ニ示ス如キ曲線ニテ示シ得ルナリ。



電流ノ強サ及ビ方向ガ上圖ノ曲線ニテ示ス如ク一定ノ週期ヲ以テ變化スル電流ヲ交流 Alternate current ト云ヒ、之ニ反シテ電池ニテ得ル電流ノ如ク強サ及ビ方向ノ一定ナル電流ヲ直流 Direct current ト云フ。而シテ交流ヲ得ル發電機ヲ交流機ト云ヒ、直流ヲ得ルモノヲ直流機ト云フ。

§ 6 直流機 Direct current dynamo.

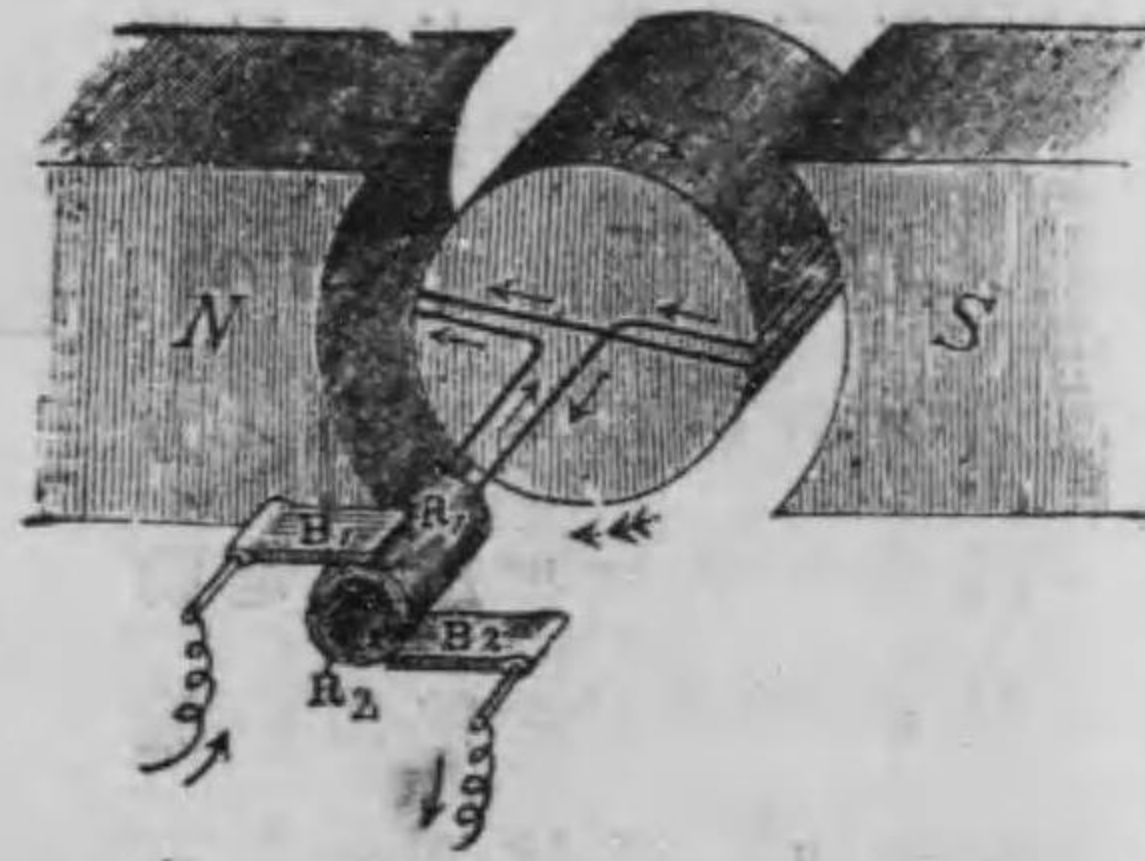
今先ヅ環狀發電子ヲ有スル直流機ヲ説明セン。圖ニ示ス如ク、前記ノ軟鐵輪ニ螺旋狀ニ針金ヲ捲キ付ケ針金ノ兩端ヲ連結シテ鐵輪ヲ廻轉スレバ鉛直線[前圖ノ VOV] ノ左右ノあるニ反對ノ方向ニ誘起セラルル感應電動力ハ互ニ打消シテ電流ハ流れザルテリ。其狀恰モ行ニ連結セル電動力相等シキ二列ノ電池ノ同名ノ極ヲ圖ノ如ク連結セルガ如シ。此場



合 = 於テ、連結セル針金ノ二點 $a \cdot b$ ヲ針金ニテ連結スレバ
 電流ヲ得ルナリ。之ト同様 = 軟鐵輪 = 捲キタルおいるヨ
 リ電流ヲ取り出ス = ハ、前圖 = 示ス如クおいるノ各所ヲ廻
 轉軸ノ周圍 = 互 = 絶縁シテ並置セル銅片 = 連結シ銅製ノ
 刷子 Brush $B \cdot B$ = テ鉛直ノ位置 = 於テ銅片ヲ抑ヘ刷子ヲ
 針金ニテ連結スレバ可ナリ、絶縁セル是等ノ銅片ヲ轉流子
 Commutator ト云フ。然ルトキハ鐵輪ノ廻轉スル = 關ハラ
 ズ全體ハ常 = 圖ノ有様 = 在ルガ故 = 電流ハ下端ノ刷子ヨ
 リ上端ノ刷子 = 向ツテ外抵抗ヲ流ルルナリ。

輪狀發電子 = 於テ鐵輪ノ内側 = 面セル針金ハ磁力線ヲ
 切ラザルガ故 = 此部分ハ單 = 電流ノ通路トナリテ發電機
 ノ内抵抗ヲ増ス = 過ギズ。鼓狀發電子 = 於テハ針金ノ大
 部分ガ磁力線ヲ切ルガ故

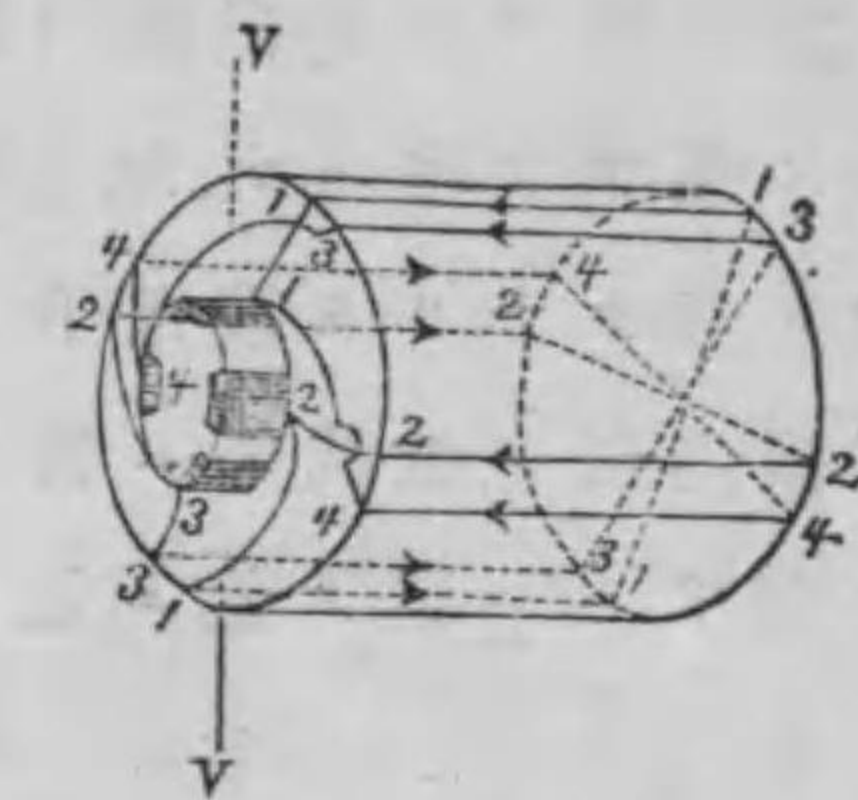
= 現時一般 = 之ヲ用フル
 = 至レリ。其構造ノ原理
 ハ圖 = 示ス如ク、圓柱狀ノ
 軟鐵心 = おいるヲ捲キ其
 兩端ヲ廻轉軸 = 取り付ケ
 タル絶縁セル二個ノ轉流



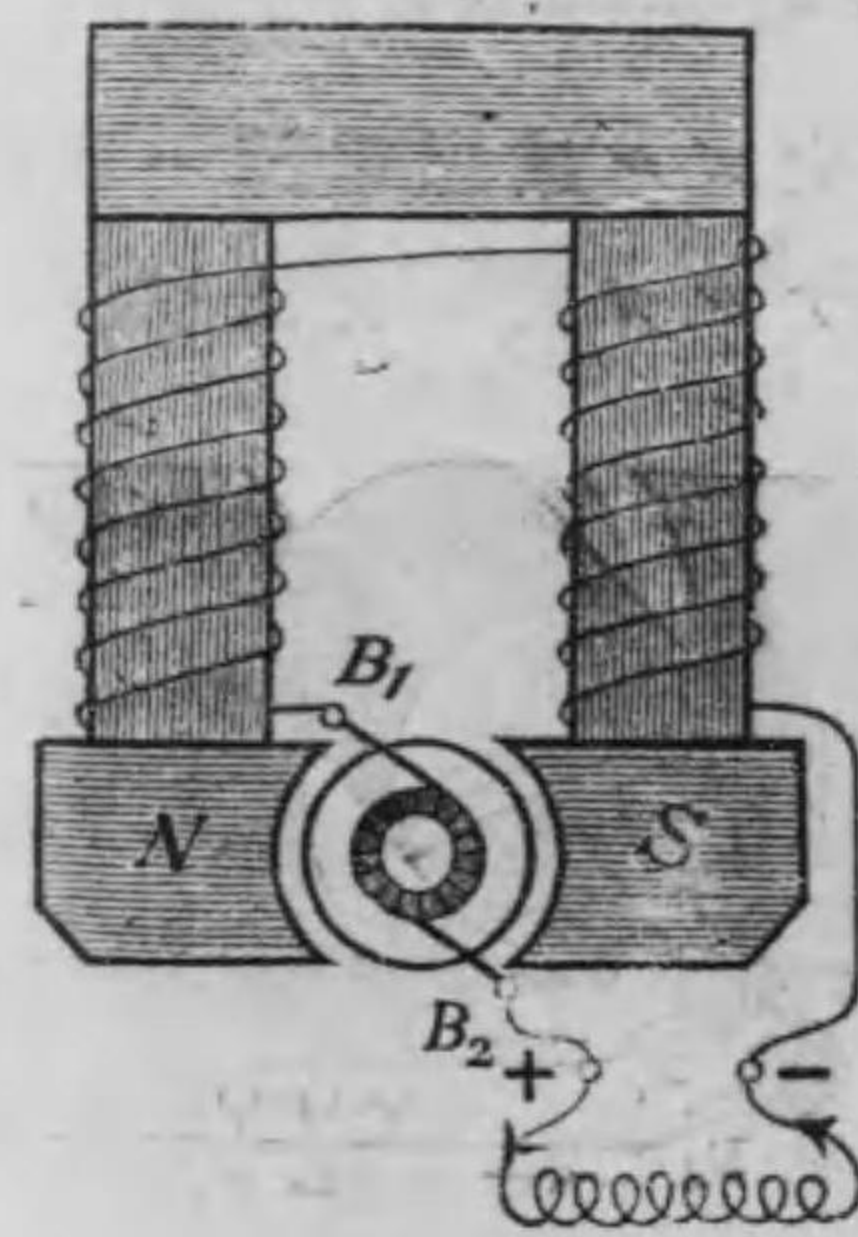
子 R_1, R_2 = 結ビ上下ノ位置 = 刷子 B_1, B_2 ヲ置キタルモノナ
 リ。發電子ノ廻轉ト共 = R_1, R_2 ハ兩極 $N \cdot S$ ノ前面 = 於テ
 交互 = 反對ノ電位ヲ有スルモおいるガ鉛直ノ位置ヲ通過

スルトキハ刷子 B_1 ハ一方ノ銅片 R_1 ヨリ R_2 = 移リ B_1 ハ
 常 = 高電位ノ銅片 = 觸ルルガ故 = 外部 = 方向ノ一定セル
 電流ヲ取り出ダシ得ルナリ。

上述ノ如ク唯一ツノおいるヲ
 捲キタル發電子 = 於テハ電流ノ
 方向ハ一定セルモ其強サ = 消長
 アルヲ免レズ。實際ノ發電子 =
 於テハ數多ノおいる及ビ銅片ヲ
 用ユ、上圖ハ簡單ノ爲メ = 四個ノ



おいるト銅片ヲ連結スル有様ヲ示スモノ = シテ各々ノお
 いるノ兩端ハ相隣レル銅片 = 連結セリ。圖中順次 = 1, 2,
 3 等ノ數字ヲ逐ヘバ連結ノ有様ヲ知り得ベシ。鉛直線 V
 V ノ左右ノ針金 = ハ矢ノ方向ノ感應電流ヲ生ズルガ故 =
 是等ノ電流ハ同ジ向キ = 加ハリ
 = テ銅片 1, 3 = 接觸セル刷子ヨリ
 外部 = 取り出シ得ルナリ。



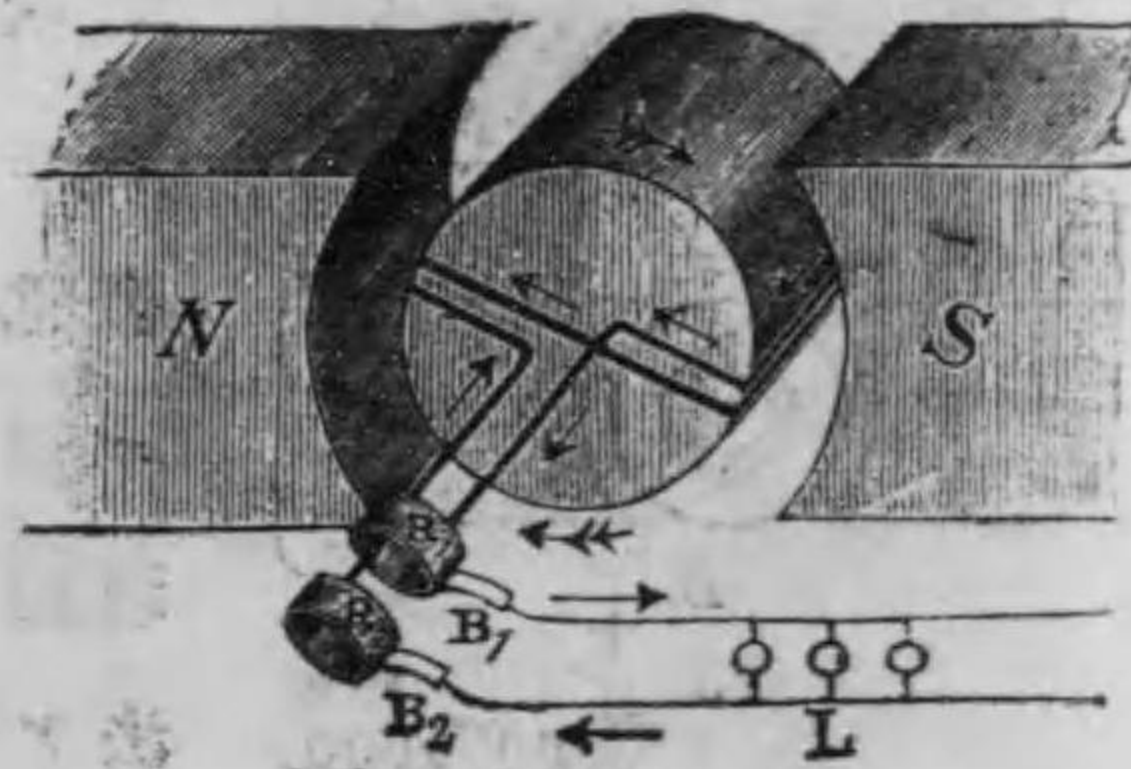
次圖ハ直流發電機ノ全部ヲ示
 スモノ = シテ、場磁石ノおいるト
 發電子トヲ行 = 連結セリ。此他
 = 發電ヨリ出ヅル電流ノ一部ヲ
 場磁石 = 通ズル様 = 連結スル方
 法アリ。何レノ場合 = 於テモ、場

磁石ノ鐵心ハ地球磁氣ノ爲メニ弱キ磁石トナルガ故ニ初メ發電子ヲ廻轉スルトキ弱キ感應電流ヲ生ズルナリ。然ルニ此電流ハ場磁石ノあるヲ流ル、ガ故ニ之ヲ刺激シテ其磁氣ヲ増シ磁場ハ從ツテ強クナリ之ニ伴フテ感應電流ノ強サヲ増スナリ。順次斯ノ如クニシテ感應電流ハ漸次ニ強クナリテ發電子ヲ廻轉スル能率ト電磁反作用及ビ摩擦空氣ノ抵抗等ニ對スル能率トガ釣合フニ至リテ電流ノ強サハ一定ノ値ニ達スルナリ。

圖* 前記輪狀或ハ鼓狀發電子ノ圖ニ於テあるヲ廻轉スレバ矢ノ方向ノ感應電流ヲ生ズルナリ、此感應電流ハ磁場内ニ在ルガ故ニ針金ハ電磁力ノ作用ヲ受ク可シ。而シテ其方向ハふれみんぐノ左手ノ規則ニ依リテ發電子ノ廻轉ノ方向ニ反對ナルヲ知ル可シ。此反抗力ニ抗シテ發電子ヲ廻轉スルニ要スル仕事ガ感應電流ノねれるギートナルナリ。

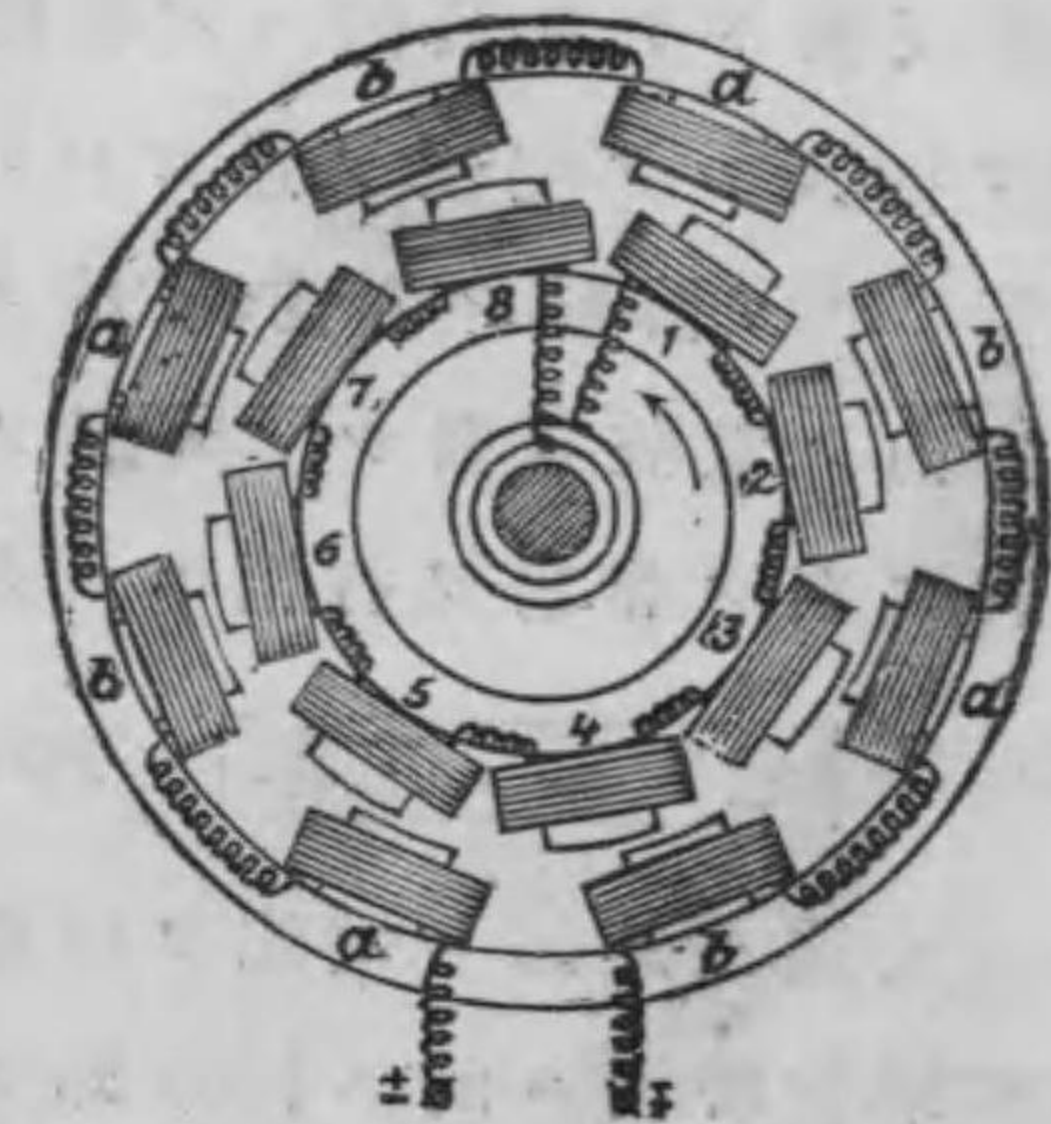
§ 7 交流機 Alternate current dynamo.

前記ノ如ク發電子ノ各あるニ生ズル感應電流ハ發電子ノ半廻轉毎ニ方向ヲ變ズル交流ナルガ故ニ、交流機ニ於テハ是等ノ電流ヲ其儘取り經メテ外部ニ出ダセバ可ナリ。圖ハ唯一ツノあるヲ捲キタル簡單ナル鼓狀發電子ヲ有スル交流機ニシテ、あるノ兩端ヲ



廻轉軸ノ上ニ取リ付ケタル絶縁セル所謂滑輪 Slip ring R_1, R_2 ニ結ビ之ニ刷子 B_1, B_2 ヲ接觸シタルモノナリ。鐵心ノ一廻轉ト共ニ R_1, R_2 環ハ交互ニ高低ノ電位ヲ有スルガ故ニ刷子ヲ連結スル外抵抗ニ交流ヲ取り出シ得ルナリ。交流機ノ電磁石ヲ刺激スルニハ他ノ直流機ノ電流ヲ用ユルカ或ハ交流機自身ノ廻轉軸ニ轉流子ヲ附シテ一部ノ交流ヲ直流ニ直シタルモノヲ用ユ。

實際ノ交流機ニ於テハ通常多極ノ場磁石ヲ用ヒ、又場磁石ヲ固定シテ發電子ヲ廻轉スルモノト發電子ヲ固定シテ場磁石ヲ廻轉スルモノトノ二種アリ。圖ニ示スハ八極交流機ニシテ、1・2・3等ハ場磁石ノあるニシテ順次ニ反對ノ方向ニ針金ヲ捲キ其兩端ハ滑輪ニ連結セリ。又 ab, ab 等ハ發電子ノあるニシテ一ツ置キニ反對ニ捲キ圖ニ



示ス如ク互ニ連結シテ兩端ハ發電機ノ兩極ニ連結セリ。今滑輪ヲ抑ユル刷子ヲ他ノ直流機ノ電源ニ結ビテ電流ヲ通ズレバ、1・2・3等ハ一ツ置キニ N・S 極トナル可シ。從ツテ場磁石ヲ矢ノ方向ニ廻轉スレバ、ある a・b, a・b 等ニ反對ノ方向ノ感應電流ヲ生ズ可シ。然ルニ是等ノあるノ捲キ方ハ反對ナルガ故ニ結局是等ノ電流ハ相加ハリテ機ノ兩極ヨリ外抵抗ニ流ルルナリ。

電流ノ熱作用ハ電流ノ強サ i ノ二乗ト抵抗 R トノ積 Ri^2

＝ 正比例スルガ故ニ、電流 I ガ正ナルモ又方向ヲ變ジテ負トナルモ Ri^2 ＝ ハ常ニ正ニシテ熱ヲ發生スル事直流ト異ナラズ。又交流ノ電力ハ輸送ニ便ナルガ故ニ電燈ヲ點シ動力ヲ供給スル等ニハ主ニ交流ヲ利用ス。熱作用ニ反シテ電流ノ磁氣作用及ビ化學的作用ハ其強サニ正比例スルガ故ニ電流ノ方向反對トナレバ其作用モ亦反對トナル。即チ、あるニ通ベル電流ノ方向ガ反對トナレバ磁場ノ方向モ亦反對トナリ、又例ヘバ硫酸銅ノ水溶液ニ二枚ノ銅板 A ・ B ヲ挿入シテ交流ヲ通ズレバ一方ノ方向ノ電流ニ對シテ極板 A ガ溶解シテ他極 B ニ銅ガ附着シタリトセバ反對ノ方向ノ電流ニ對シテ B 板ノ銅ガ溶解シテ A 板ニ銅ノ附着シテ前ノ作用ヲ打消スガ如シ。

§ 8 發電機ノ工率 Power of dynamo.

發電機ガ外部ニ電流ヲ供給スルトキ、外部ニ對シテ發電機ガ單位時間ニ爲ス仕事即チ工率ハ其兩極ノ電位差即チ極電位差 E ぼるとト電流ノ強サ A あんべあトノ積 $E A$ わつとニテ與ヘラル。又發電機ガ外部ニ出ス工率ト蒸汽機關或ハ水車等ニテ發電機ニ供給スル工率トノ比ヲ發電機ノ効率 Efficiency ト云フ。

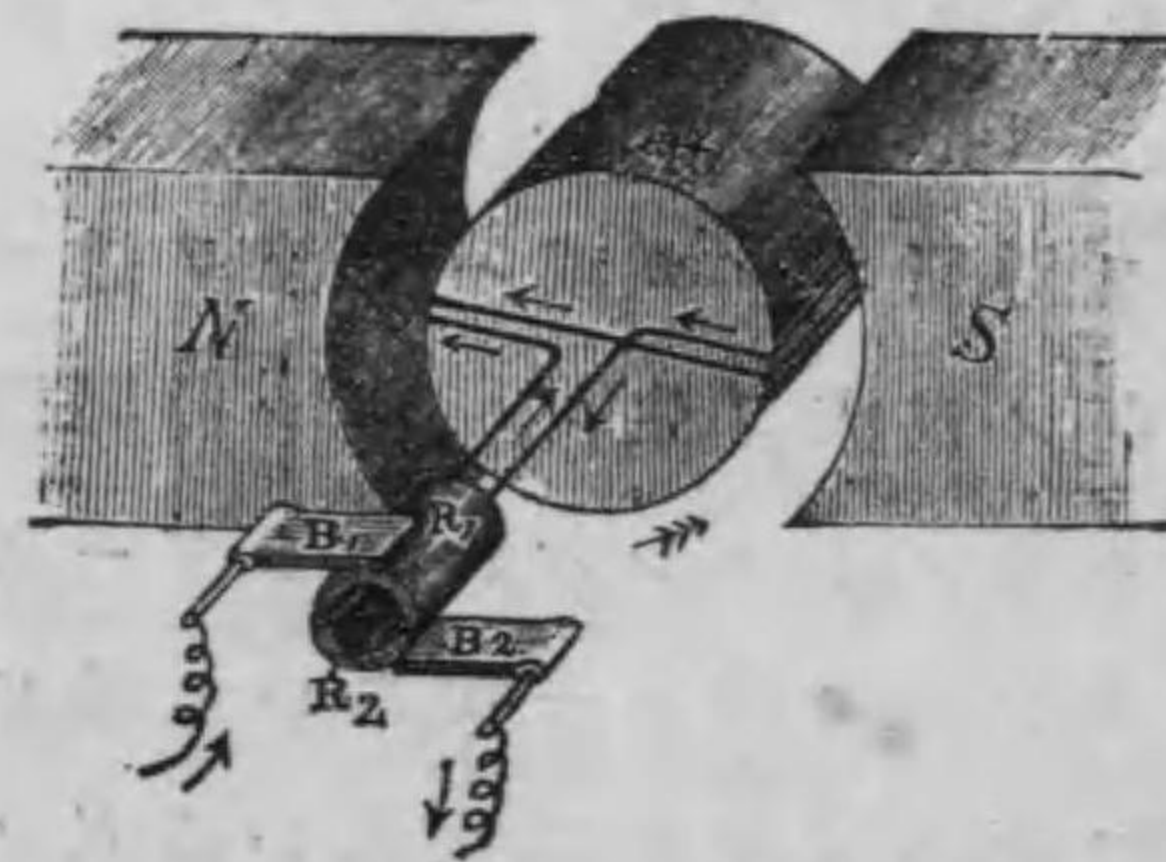
因 交流ノ強サ及ビ電壓ハ前ニ述ベタルガ如ク略々正弦曲線ニテ示ス如ク變化ス、故ニ一種ノ平均値ヲ取リテ直流ト同様ニ幾あんべあ或ハ幾ぼるとノ交流ト云フ。交流ノ工率ハ電流ノ強サト電壓トノ積ニ正比

例ス。

§ 9 電動機 Motor.

電氣發動機或ハ電動機ハ電流ノねねるぎ一ヲ機械的ノねねるぎニ變ゼシムル機械ニシテ其構造ハ發電機ト同様ナリ、發電機ノ發電子ニ相當スル部分ヲ電動子 Armature ト云フ。前節ニ於テ述ベタルガ如ク、發電機ヲ廻轉シ發電子ノ針金ニテ磁力線ヲ切レバ感應電流ヲ生ズルナリ、而シテ此感應電流ハ磁場内ニ在ルガ故ニ發電子ノ針金ニ廻轉ト反對ノ方向ノ電磁力ヲ誘起スルナリ[れんつノ定律或ハふれみんぐノ左手ノ規則]。此電磁力即チ電磁反作用ニ抗シテ爲ス仕事ガ感應電流ノねねるぎニ變ズルナリ。故ニ發電子ヲ廻轉スル事ヲ止メ外部ヨリ感應電流ノ方向ト同方向ノ電流ヲ通ズレバ

此電磁反作用ノ爲メニ發電子ハ前ト反對ノ方向ニ廻轉シ以テ種々ノ機械的ノ仕事ヲ爲サシメ得ルナリ。



因 發動機ノ兩極ヲ電源ニ結ビテ電動子が廻轉ヲ始ムレバ其針金ハ更ニ磁力線ヲ切ルガ故ニ電動子ハ發電子ノ役目ヲ爲シテ結局供給セル電流ト反對ノ方向ノ感應電流ヲ誘起スルナリ。從ツテ發動子ノ廻轉ガ急速トナルト共ニ電流ノ強サハ漸次ニ減少スルナリ。初メ發動子ガ靜止セルトキ直チニ電流ヲ供給ス

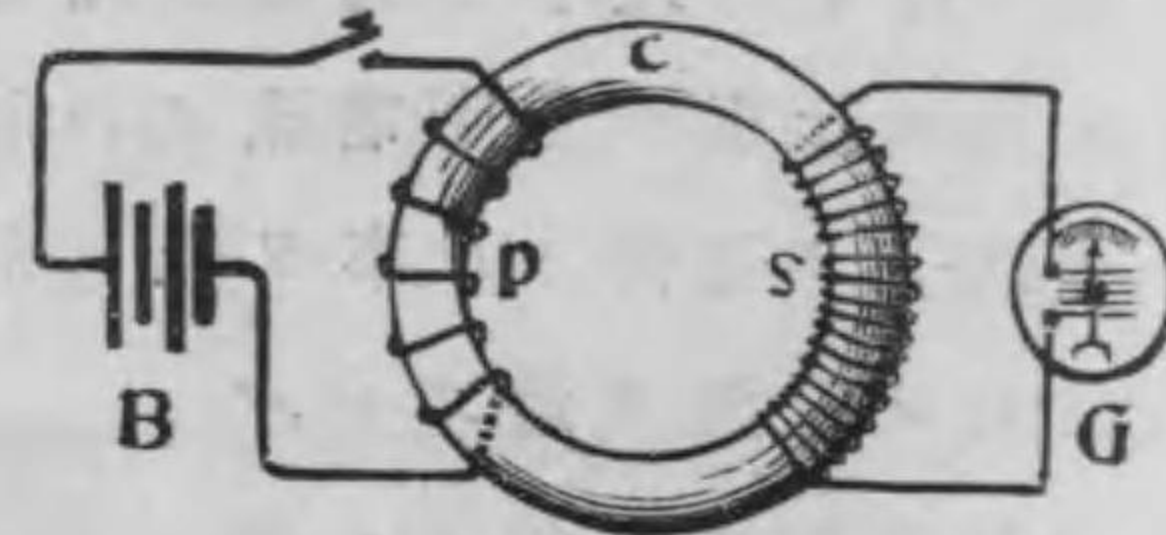
ルトキハ強キ電流が發動子ニ流レテ針金を焼キ切ルノ患アルガ故ニ實際ニ於テハ發動子ニ行ニ抵抗ヲ附シ發動子ガ廻轉スルト共ニ抵抗ヲ減シテ所定ノ廻轉數ニ達セシムルヲ常トス。

發電機ハ蒸汽機關瓦斯機關等ニ比シ取扱ヒニ便ナルガ故ニ電力ノ供給アル地ニ於テハ電車工場等ニ廣ク使用セラルルナリ。

§ 10 變壓器 Transformer.

交流ノ電壓ハ電流ノ感應ヲ利用シテ自由ニ變ズル事ヲ得ルナリ此目的ノ爲ニ用フル機械ヲ變壓器ト云フ。變壓器ノ原理ヲ説明センニ其

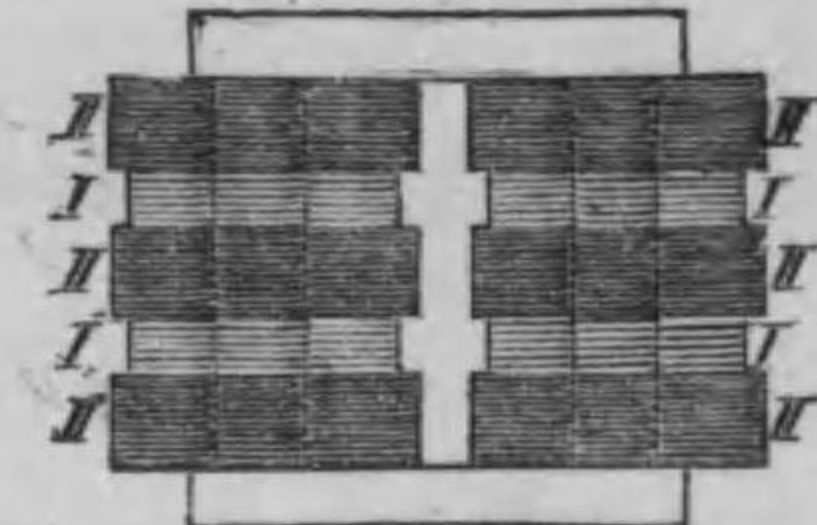
構造ハ圖ニ示ス如ク軟鐵輪ニ一次あるP及ビ二次あるSヲ捲キタルモノナリ。一次あるニ電



流ヲ通絶スルカ或ハ交流ヲ通ズレバ二次あるニ反對ノ方向ノ電流ヲ生ズ。若シ變壓器ニ於テねねるぎ一ノ損失ナキモノトスレバねねるぎ一不滅律ニ依リテ電壓ト電流ノ強サトノ積ハ一次ある及ビ二次あるニ於テ相等シキヲ要ス。故ニ二次あるSノ捲數ガ一次こいるノ捲數ヨリモ大ナルトキハ二次こいるヨリ出ヅル交流ノ電壓ハ二次あるノ電壓ヨリモ高クナリ、反對ノ場合ニハ低クナルナリ。電位ヲ高ムル變壓器ヲ昇壓器 Step-up transformer

ト云ヒ電位ヲ低クスル變壓器ヲ降壓器 Step-down transformer ト云フ。實際ニ於テハ、圖ニ

示ス如ク共通ノ鐵心上ニ二ツノこいるI及ビIIヲ捲キタル變壓機ヲ用フ。こいるIノ捲數ガこいるIIノ捲數ヨリモ大ナルトキ、Iヲ一次



こいるトスレバ降壓器トナリIIヲ一次こいるトスレバ昇壓機トナルナリ。

§ 11 電力輸送 Transmission of electric power.

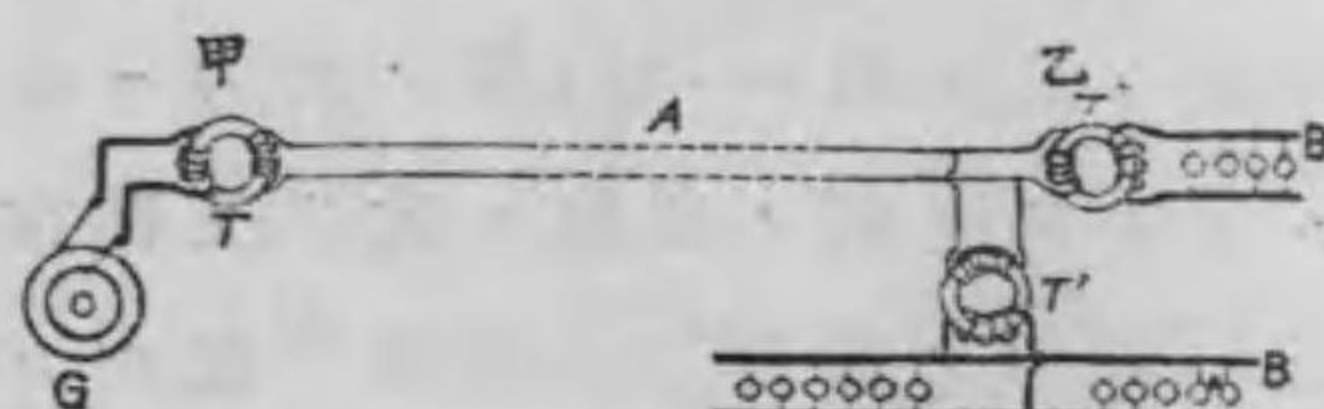
甲地ヨリ乙地ニ電流ヲねねるぎ一ヲ送ルヲ一般ニ電力輸送ト云フ、例ヘバ山間ノ水力ニ依リ發電機ヲ廻轉シテ得ル電流ヲ遠隔ノ都市ニ送り、又都市ノ中央發電所ヨリ電燈或ハ電力ノ需要家ニ電流ヲ送ルガ如シ。

電力輸送ニ於テ甲乙兩地間ノ距離大ナル場合ニハ、送電線ニ沿ウテじゆ一熱トシテねねるぎ一ノ幾分ヲ損失スルナリ。此熱損失ヲ成ル可ク小ニスル事ハ工業上重要ナル問題ナリ。今甲乙兩地間ノ往復線ノ抵抗ヲRお一む、電流ノ強サヲAおんべあ、甲地ニ於ケル極電位差ヲEおるとトシ、乙地ニテ受取ル可キ工率ヲWおつとトス。然ルトキハ往復線ニ於ケル電位ノ降下ハRAおるとナルガ故ニ乙地ニテ利用シ得ル電壓ハE-RAおるとニシテ工率ハW=(E-RA)Aおつとナリ。然ルニ針金ニ於ケル熱損失ハ

Handwritten equation: $W = (EA - RA^2)$

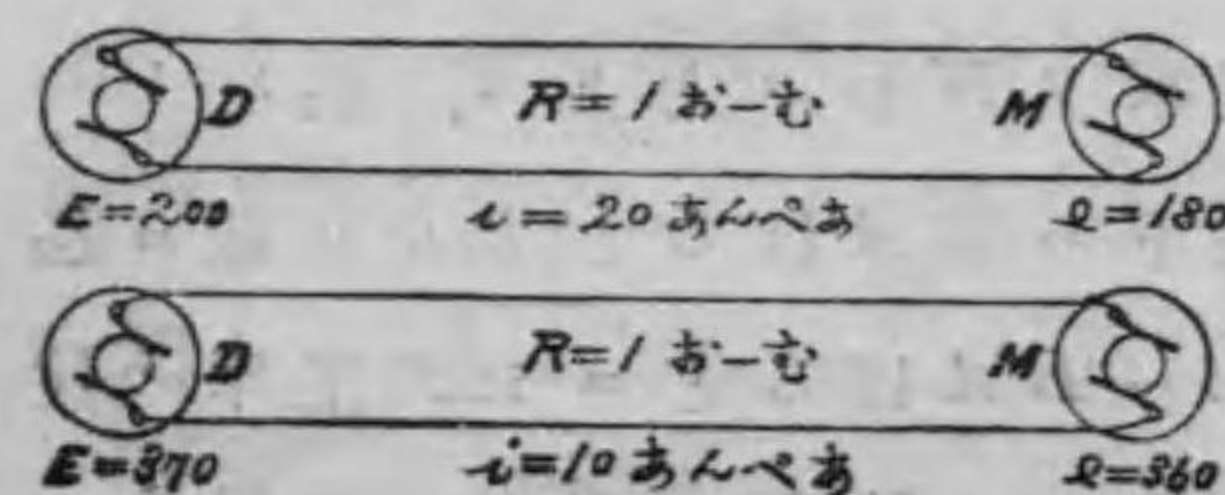
RA^2 わつとナリ(じ。ーるノ定律), 故 $\Rightarrow (E-RA)A$ ヲ一定ノ値 W わつとニ保チ RA^2 ヲ小ニスレバ可ナリ。此目的ヲ達スルニハ R ヲ小ニスルカ, 或ハ A ヲ小ニシテ E ヲ大ニスレバ可ナリ。針金ノ抵抗ヲ小ニスルニハ太キ針金ヲ用フレバ可ナレドモ, 斯クスルハ經濟上一定ノ限度アリ。故 \Rightarrow 電力ヲ輸送スルニハ電壓 E ヲ大ニシテ電流ノ強サ A ヲ小ニスルナリ。直流發電機ニ於テハ轉流器ノ銅片間ニ火花飛ビテ高壓ノ電流ヲ得ルニ不便ナレドモ, 交流機ニハ此不便ナク且ツ交流ハ變壓器ニ依リテ自由ニ電壓ヲ變ジ得ルガ故 \Rightarrow 現時電力輸送ニハ一般ニ交流ヲ利用スルナリ。

即チ, 水源地甲ニ於テ交流器 G ニテ得ル交流ヲ昇壓器 T ニテ數千乃至數萬ぼるとナ



ル高壓ノ交流トシ, 之ヲ高壓線 A ニテ乙地ニ送り更ニ降壓器 T', T' 等ニテ電壓ヲ低下セシメ低壓線 B ニ依リテ各所ニ送り電燈等ヲ點ズルニ利用スルナリ。

圖 實例ニ依リテ, 送電線ニ於ケル熱損失ヲ小ニスル爲メニ高壓ノ電



流ガ有利ナル事ヲ説明セン。今直流發電機 D ト電動機 M トヲ針金ニテ連結スルトキ, D ノ極電位差ヲ 200 ぼると, M ノ逆電動力ヲ 180 ぼるとトシ針金長

ビ $D \cdot M$ ヨリ成ル輪道ノ全抵抗ヲ假リニ 1 オームトス。然ルトキハ針金ニ働ク電位差ハ $200-180=20$ ぼるとナルガ故 \Rightarrow 電流ノ強サハ 20 あんべあナリ。故 \Rightarrow

發電機ノ工率 $=200 \times 20=4000$ わつと; 發動機ノ得ル工率 $=180 \times 20=3600$ わつと

熱損失 $=400$ わつと

次ニ電動機ノ逆電動力ガ $2 \times 180=360$ ぼるとナリトセバ發電機ハ 10 あんべあノ電流ニテ前ト同一ノ工率ヲ得ルナリ。而シテ 10 あんべあノ電流ヲ得ルニハ電動機ノ極電位差ハ 370 ぼるとナルヲ要ス, 何トナレバ $370-360=10$ ぼるとノ電位差ハ 1 オームノ全抵抗ニ 10 あんべあノ電流ヲ生ズ可クナレバナリ。故 \Rightarrow 此場合ニハ

發電機工率 $=370 \times 10=3700$ わつと; 發動機ノ得ル工率 $=3600$ わつと

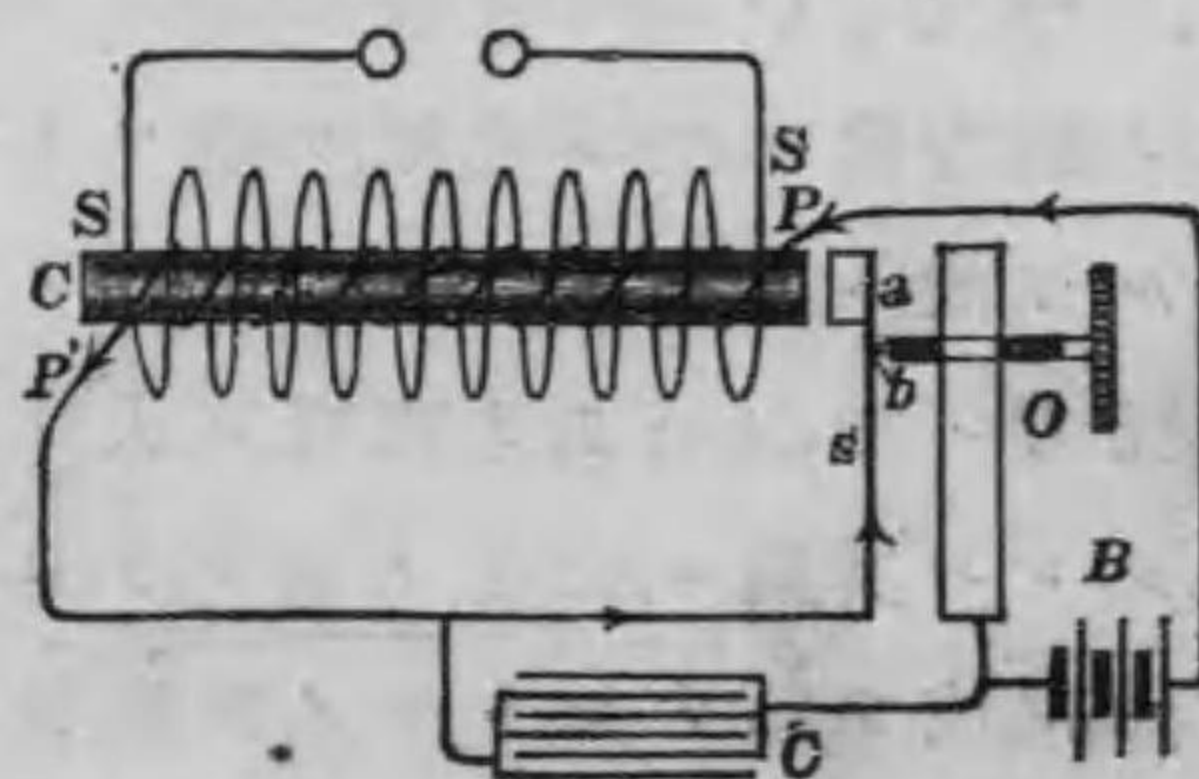
熱損失 $=100$ わつと

此二ツノ場合ノ結果ヲ比較スレバ所謂高壓電流ノ輸送上邊ニ有利ナル事ヲ知り得ルナリ。

§ 12 感應こいる Induction coil.

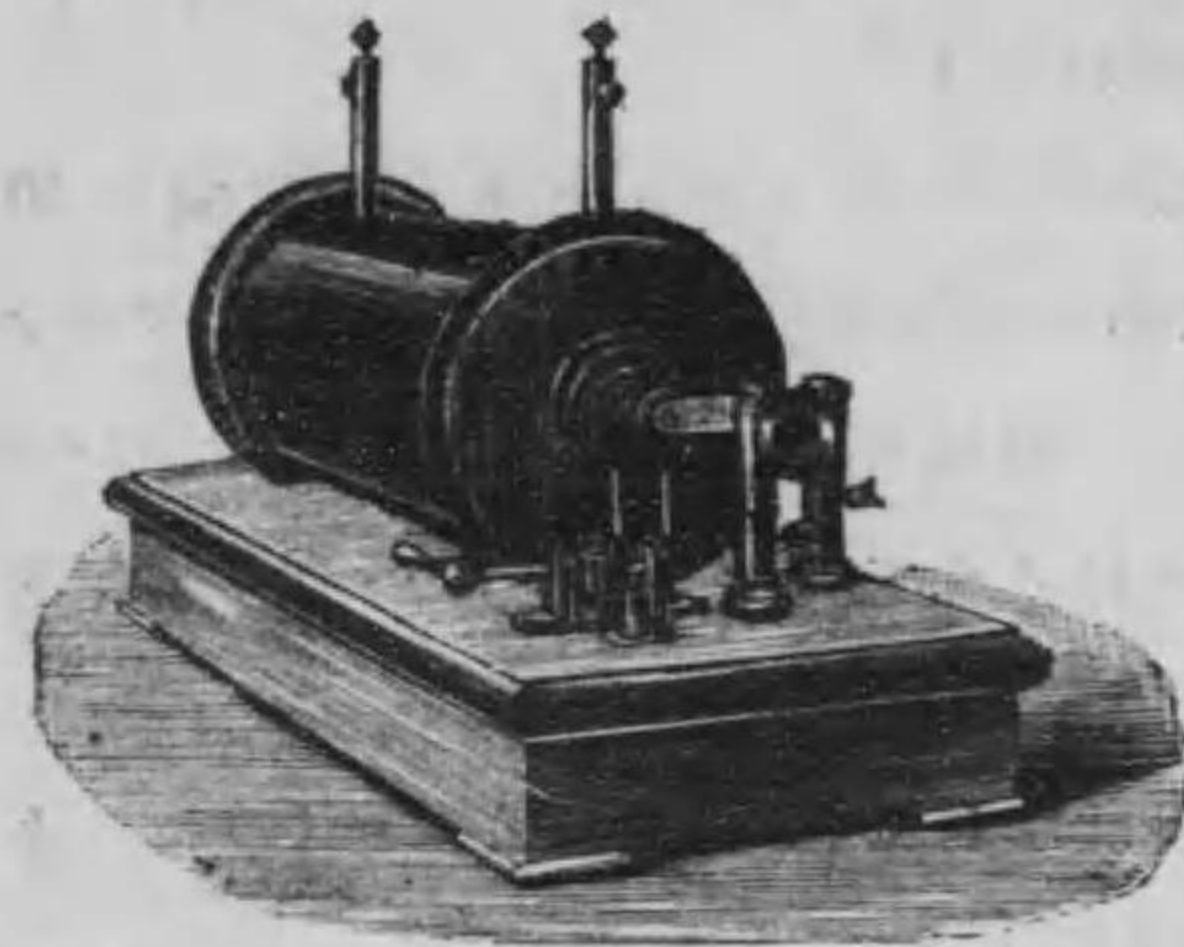
數多ノ電池ヲ連結スレバ強キ電流ヲ得レドモ其電動力ハ餘リ大ナラザルガ故 \Rightarrow 之ヲ以テ火花ヲ飛バスニハ不便ナリ, 例ヘバ蓄電池ニテ

長サ一種ノ火花ヲ得ルニハ少クトモ一萬個以上ヲ行ニ連結スルヲ要スルガ如シ。



感應こいるハ電流ノ

感應ヲ利用シテ大ナル電動力ヲ誘起セシムル器械ニシテ、構造ノ主要部ハ圖ニ示スガ如ク軟鐵心Cノ上ニ稍々太キ被覆線ヲ捲キテ一次こいるPPトシ更ニ其上ニ良ク絶縁セル被覆線ヲ捲キテ二次こいるSSトナシタルモノナリ、



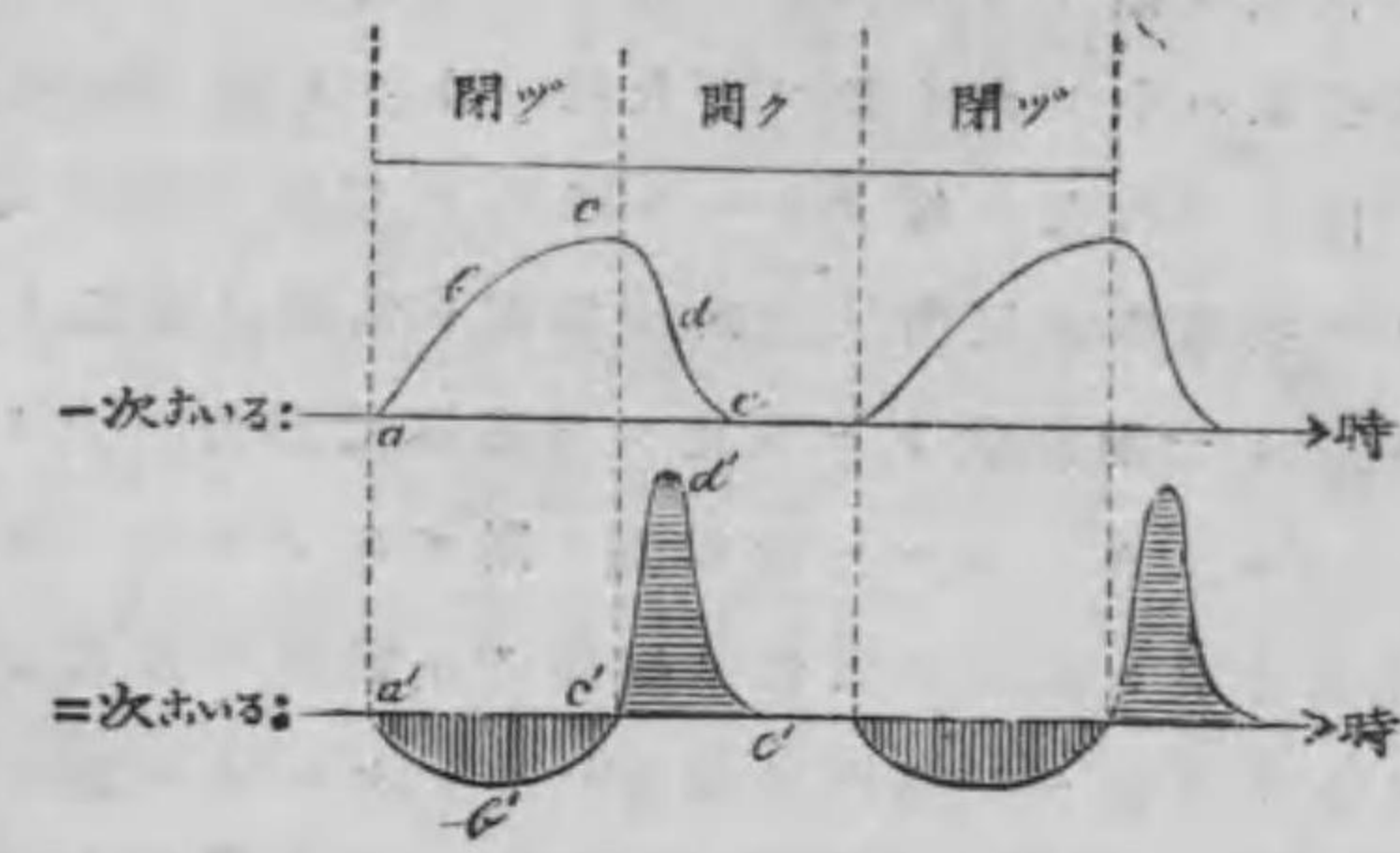
一次こいるノ電流ヲ通絶スル爲メニ普通ニ用ユルハ Hammer interrupterニシテ、其構造ハ下端ヲ固定セルばねノ上端ニ軟鐵片aヲ固定シ之ヲねぢOノ端b

ニ接觸セシメタルモノナリ。而シテ二次こいるノ兩端ハ火花ヲ飛バヌ可キ兩極ニ連結セリ。

一次こいるニ電流ヲ通ズレバ鐵心ハ磁石トナリテ鐵片aヲ吸引スルト共ニ電流ヲ斷チばねハ反撥シテ再ビ電路ヲ閉ヅ、順次同様ニシテ電鈴ノ場合ノ如ク電流ヲ斷續スルナリ。一次こいるニ電流ヲ通ズルトキハ鐵心ヲ通過スル數多ノ磁力線ヲ生ジ電流ヲ斷ツトキハ是等ノ磁力線ハ消失スルガ故ニ其都度二次こいるノ個々ノ捲キニ生ズル感應電動力ハ相加ハリテ兩極ニ大ナル電位差ヲ生ジ兩極ヲ近ヅクレバ其間ニ火花ノ飛ブヲ見ルナリ。一次こいるニ通セル電流ヲ斷チシトキノ感應電動力ハ之ヲ通ゼシトキ

ノ電動力ヨリモ遙ニ大ナルガ故ニ、兩極間ノ距離ガ小ナルトキハ火花ハ交互ノ方向ニ飛ブモ其距離ガ可ナリ大ナルトキハ電流ヲ斷チシトキノ火花ノミガ其間ニ飛ブニ至ルナリ。故ニ電流ヲ斷チシトキノ二次こいるノ陽極ヲ感應こいるノ陽極ト云フ。

圖 今一時電流ヲ絶チシトキノ兩極ノ電位差ガ之ヲ閉ザシトキノ電位差ヨリモ遙ニ大ナル理由ヲ説明セン。一次こいるニ電流ヲ通ズルトキハ初メハ反對ノ方向ノ自己感應ノ電流ヲ誘起スルガ故ニ其強サハ突然おーむ律ニテ與ヘラルル値ニ違スル事ナク、時間ヲ



水平軸ニ探レバ曲線abcニ示ス有様ニテ徐々ニ増加スルナリ。次ニ電路ヲ斷ツトキハ輪道ノ一部ニ切斷部ノ空氣間隙ヲ生ジ其抵抗大ナルガ爲メニ電流ハ急ニ曲線 bdcニ沿ウテ消滅スルナリ。元來、一次電流ガ急激ニ變化スル程鐵心ヲ通過スル磁力線ハ急激ニ變化シ從テ二次こいるノ感應電動力ハ大トナルナリ。一次電流ノ變化ヲ示ス曲線abcdニ於テ、電流ノ變化スル割合即チ曲線ノ水平軸ニ對スル傾斜度ハa點ヨリb點ニ進ムニ從ヒテ漸次ニ増加シb點ニ於テ最大トナリ更ニbcニ沿ウテ進ムニ從ヒテ漸次ニ減少シc點ニ於テ零トナルナリ。次ニ電流ガcdeニ沿ウテ減少スルトキハ傾斜度ハ前ヨリモ一層大ニシテ途中d點ニ於テ最大トナルヲ見ル可シ。二次こいるニ於ケル感應電動力ハ此傾斜度ニ準ズル[理論上ノ計算ニ依レバ正比例ヲ

關係]が故ニ其大サハ a'b'c'd'a' ノ如キ曲線ニ依リテ與ヘワルルナリ。

即チ感應電動力ハ一次電流ヲ斷ツトキ最大トナルヲ知ルナリ。

蓄電界ノ作用 一次電流ヲ斷ツトキハ切斷部ノ空氣間隙 b [前圖]ニ自己感應ノ火花飛ビテ接觸面ノ表面ヲ損シ且ツ感應電動力ヲ減少ス。同トナレバ、火花ハ一種ノ電流ナルガ故ニ一次電流ヲ斷ツトキ火花ガ切斷間隙ニ飛ブトキハ電流ハ其瞬時ニ全ク遮斷セラレズシテ電流ハ徐々ニ減少シ從ツテ感應電動力ハ小トナル可ケレバナリ。此缺點ヲ補フ爲メニ前圖ニ示ス如ク切斷間隙ニ列ニ石蠟蓄電器 C ヲ連結セリ。斯クシテ電流ヲ斷ツトキ火花トナル可キ電氣ハ蓄電器ニ吸收セラレテ間隙ノ電位差ハ小トナリ從ツテ火花ハ止ムト共ニ[起電機ノ兩極ニれ一でん瓶ヲ附シテ火花ヲ短クスルト理由ナリ]蓄電器ノ電流ハ一次電流ノ通シテ一次電流ト反對ノ方向ニ放電シ電流ノ變化ハ蓄電器ヲ附セザル場合ヨリモ一層急激トナリ從ツテ感應電動力ハ大トナルナリ。又蓄電器ヲ附スルトキハ初メ一次電流ヲ閉ヅルトキ之ヲ充電スルガ爲メニ幾分ノ時間ヲ要シ從ツテ電流ノ増加スル割合ハ蓄電器ヲ附セザル場合ヨリモ小トナリ從ツテ感應電動力ハ小トナルモノ吾人ハ元來電路ヲ開クトキノ火花ノミヲ用フルガ故ニ此事ハ反ツテ吾人ノ便利トスル所ナリ。

注意 感應電流ニ附スル蓄電器ノ電氣容量ニ依リテ火花ノ長サハ異ニシテ一次電流ノ強サニ應ジテ最大ノ火花ヲ得ルニ最モ適當ナル蓄電器ノ容量アリ。是等ノ關係ハ一次電流ヲ斷ツトキ一種ノ電氣振動ノ起ル事ヲ考ヘテ理解ス可キ事ナルモ其説明ハ茲ニ省略ス。

§ 13 **電話機** Telephone.

電話機ハ電流ヲ利用シテ遠方ニ在ル人ト通話スル裝置ニシテ、其要部ハ**送話器 Transmitter** ト**受話器 Receiver** トヨリ成ル。送話器ノ構造ハ下圖(a)ニ示ス如ク喇叭口ノ底部

ニ薄キ炭素板 A ヲ設ケ其板ノ中央部ノ裏面ニ炭素製ノ小箱 B ニ數多ノ炭素粒ヲ收メタルモノヲ緩ク押シ當テ[箱ノ縁ハ板ニ接觸セズ]電流ガ板ト粒トヲ通ズル様ニ取リ付ケタルモノナリ。受話器ハ(b)圖

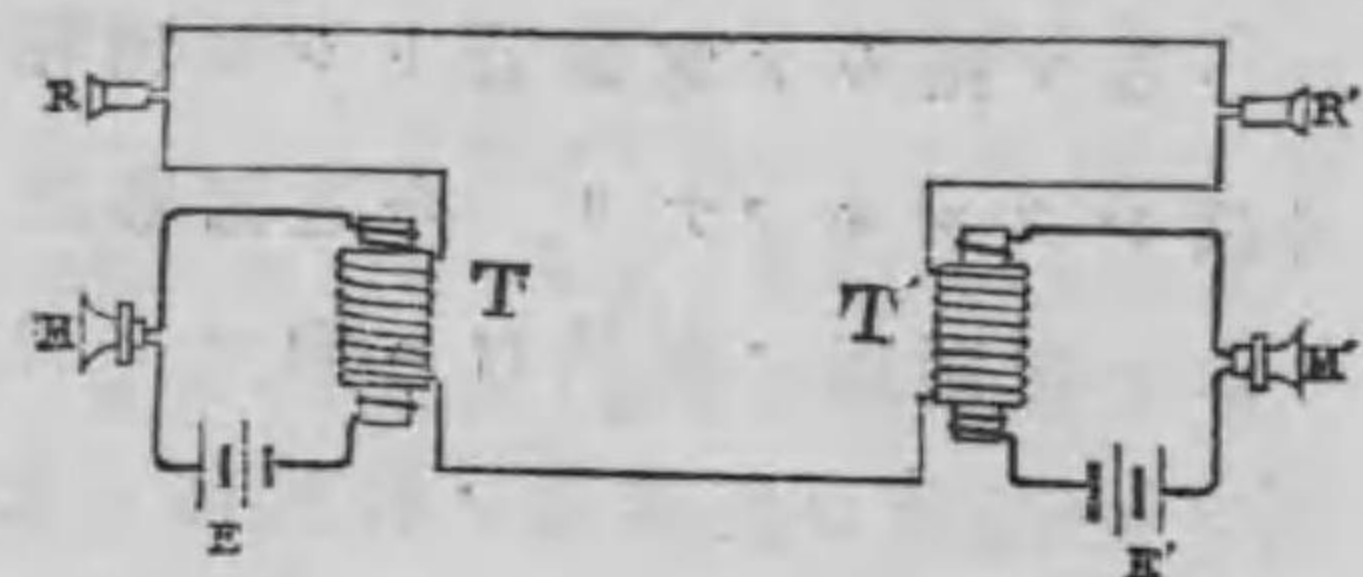


ニ示ス如ク、細長キ馬蹄磁石ノ兩極 NS ニ軟鐵ハヲ取付ケ其上ニ電流ヲ捲キテ電磁石トシ其兩極ヲ薄キ軟鐵板 M ニ近ク對置シタルモノナリ。今送話器及ビ受話器ヲ電池ノ輪道ニ入レ送話器ノ喇叭口ニ向ツテ言語ヲ發スレバ、炭素板ハ爲メニ振動シ炭素粒ノ接觸部ハ之ニ相當スル壓力ノ變化ヲ受ケテ其部ノ抵抗ヲ變ジ結局音響ニ相當スル強サノ電流ヲ生ズルナリ。而シテ此電流ハ受話器ノ電磁石ヲ流レテ其磁力ヲ増減セシメ從ツテ前面ノ軟鐵板ヲ振動セシム、故ニ耳ヲ當ツレバ其言語ヲ聞キ得ルナリ。

上述ノ裝置ニテ通話スルニ、線路短キトキハ明瞭ニ聞ユルモ線路長キニ隨ヒテ通話ハ不明瞭トナルニ至ルナリ。今此理由ヲ考フルニ、元來送話器ノ抵抗ハ通話中非常ニ小ナル値ヨリ10おーむニ至ル範圍内ニ於テ變化スルガ故ニ線路短クシテ輪道ノ全抵抗ガ假リニ10おーむナリトセバ

全抵抗從ツテ電流*ハ10割ノ變化ヲ受ケ受話器ノ音聲ハ明瞭ニ聞ユルナリ。然レドモ線路長クシテ輸道ノ全抵抗ガ100乃至1000おーむニ達スレバ送話器ニ於ケル抵抗ノ變化ハ全抵抗ニ對シテ僅カニ1割乃至1分トナリテ音聲ハ不明瞭トナルナリ。Edison^{エディソン}ハ小ナル變壓器ヲ利用シテ巧ニ此困難ニ打ち勝チ得ル事ヲ見出シタリ。次圖ニ於テ、T、T'ハ軟鐵心ノ上ニ一次ある及ビ二次あるヲ捲キタル電壓器ニシテ、一次あるハ送話器及ビ電池ニテ輸道ヲ作り二次ある

ハ受話器ニ連結セリ。斯クスレバ送話器ノ輸道ノ全抵抗ハ小ナル



ルガ故ニ一次あるニ於ケル電流ハ談話ニ應ジテ高低ニ富メルモノトナリ、從ツテ二次あるニ輸送ニ適スル電位差ノ大ナル感應電流ヲ生ジ受話機ヲ刺戟シテ音聲ヲ發セシムルナリ。

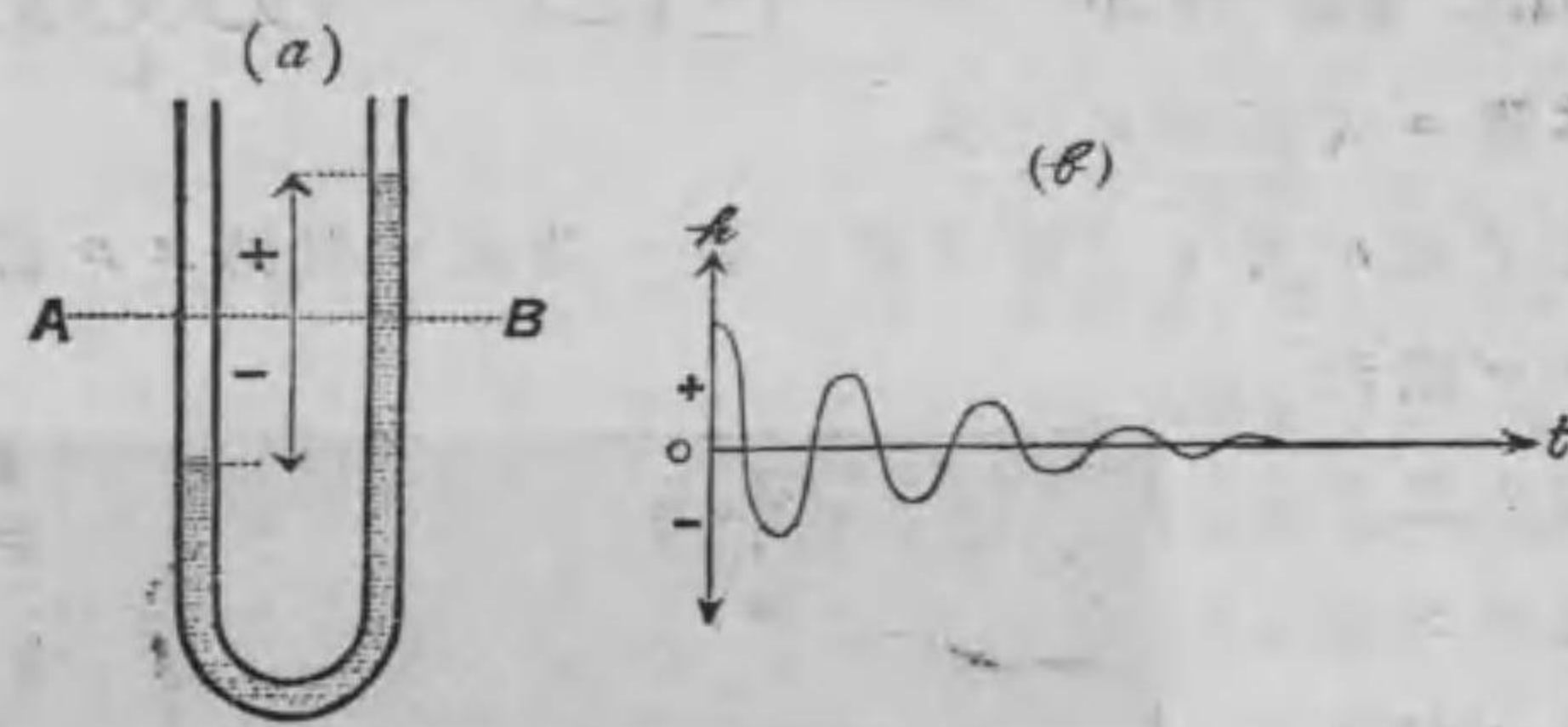
註* 電話ノ電流ノ如ク強サノ一定ナラザル電流ニ對シテハ自己感應ノ影響アリテおーむ律ヲ適用シ得ザルモ、茲ニハおーむ律ヲ適用シ得ルモノト假定シテ説明セリ。

第九章

電氣振動及ビ電波

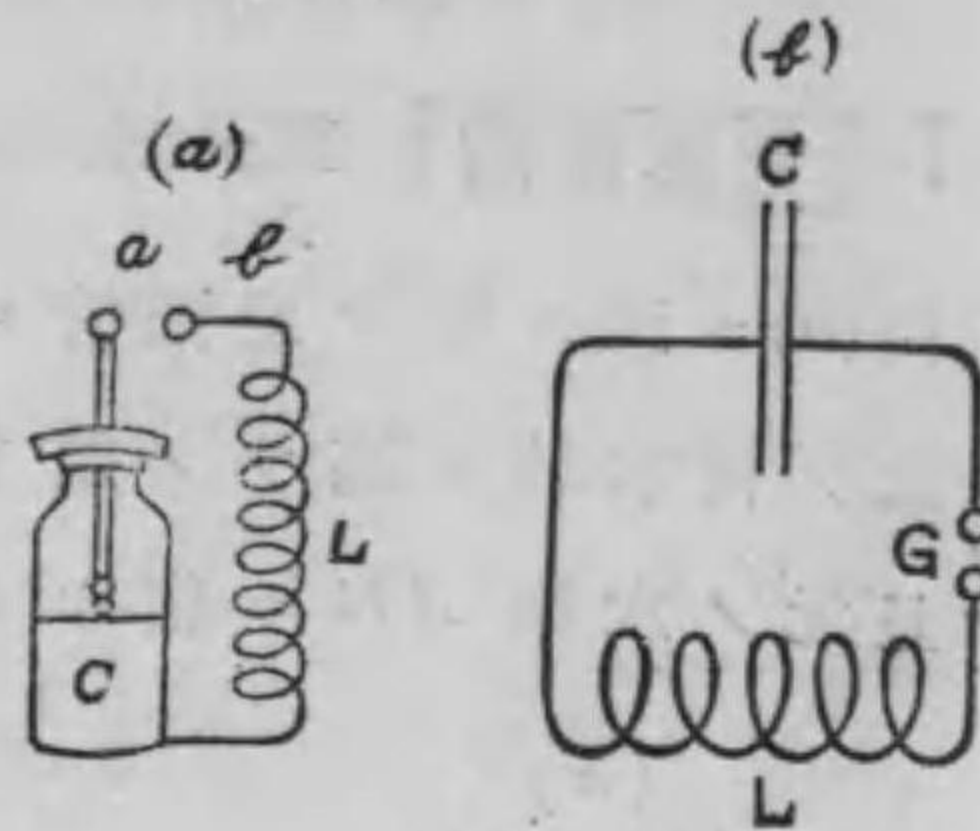
§1 電氣振動 Electric oscillation

下圖(a)ニ示ス如ク連通管ニ水ヲ入レ之ヲ一方ノ管ヨリ吸ヒ上グ兩水柱ニ高サノ差ヲ作リタル後之ヲ放テバ、水柱ハ一旦元ノ水準ABニ復セシ後慣性ノ爲メニ行過ギテ振



動シ水柱ノ高サハ交々(+)或ハ(-)トナリテ遂ニ静止スルニ至ルナリ。水柱ノ高サガ時ト共ニ減ズル有様ヲ圖示スレバ(b)圖ノ如キ曲線トナリ振動ノ振幅ハ漸次ニ減ズルヲ見ル可シ、斯ノ如キ振動ヲ減幅振動 Damped oscillation ト云フ。水ノ代リニ重油・ぐりせりん等ノ如キ粘性即チ内部摩擦ニ富メル液體ヲ用フレバ減幅ノ度急激トナリ、更ニ水飴ノ如キ粘性ノ大ナル液體ヲ用フレバ液柱ハ漸次ニ元ノ水準ニ復スルニ止マリ所謂非振動的 Aperiodic トナルヲ見ル可シ。

電氣ノ場合ニモ上例ニ酷似セル現象アリ。下圖(a)ニ示ス如ク、蓄電瓶ノ内外箔ヲ極 a, b ニ結ビ之ヲ起電機又ハ感應あるニ結ビテ電位差ヲ與フレバ瓶ノ内外箔ハ充電セラル可シ。兩極ノ電位差が大ナルカ或ハ兩極ヲ近ヅケテ所謂火花間隙 Spark gap ヲ小ニスレバ其間ニ火花飛ビテ火



花放電ヲ見ル可シ。此火花ノ像ヲ急速ニ廻轉スル圓筒ニ卷キタル感光

紙ニ當テ之ヲ引キ延バストキハ圖ノ如キ



寫眞ヲ得 [Fedderson ノ實驗]、以テ一閃ノ火花ハ其實反對ノ方向ニ向フ數多ノ火花ノ連續セルモノナルヲ知ルナリ。是ニ依リテ、蓄電器ノ内外箔ノ電氣ハ放電ニ際シ火花間隙ヲ經テ反對ノ方向ニ進ミ中和ノ有様ニ達シテ止ム事ナク反對ニ行キ過ギテ振動スルヲ知ル。此現象ヲ電氣振動ト云ヒ、電氣振動ノ起ル電路ヲ振動電路 Oscillation circuit ト云フ。(b)ハ振動電路ヲ示ス略圖ニシテ、Cハ蓄電器、Lハあるニシテ、Gハ火花間隙ナリ 電氣振動ニ依リテ電路内ニ

生ズル電流ハ一種ノ交流ニシテ其振幅ハ前圖(b)ニ示ス如ク漸次ニ減少スルナリ、是レ電流ノねるぎニ漸次ニジ。一ニ熱ニ變ズルニ因ル。斯ノ如キ電氣振動ヲ減幅電氣振動 Damped electric oscillation ト云フ。電路ノ抵抗[火花間隙ノ抵抗ヲ含ム]が大ナル程減幅ノ度ヲ増シ、抵抗ガ十分大トナレバ遂ニ非振動トナルナリ。

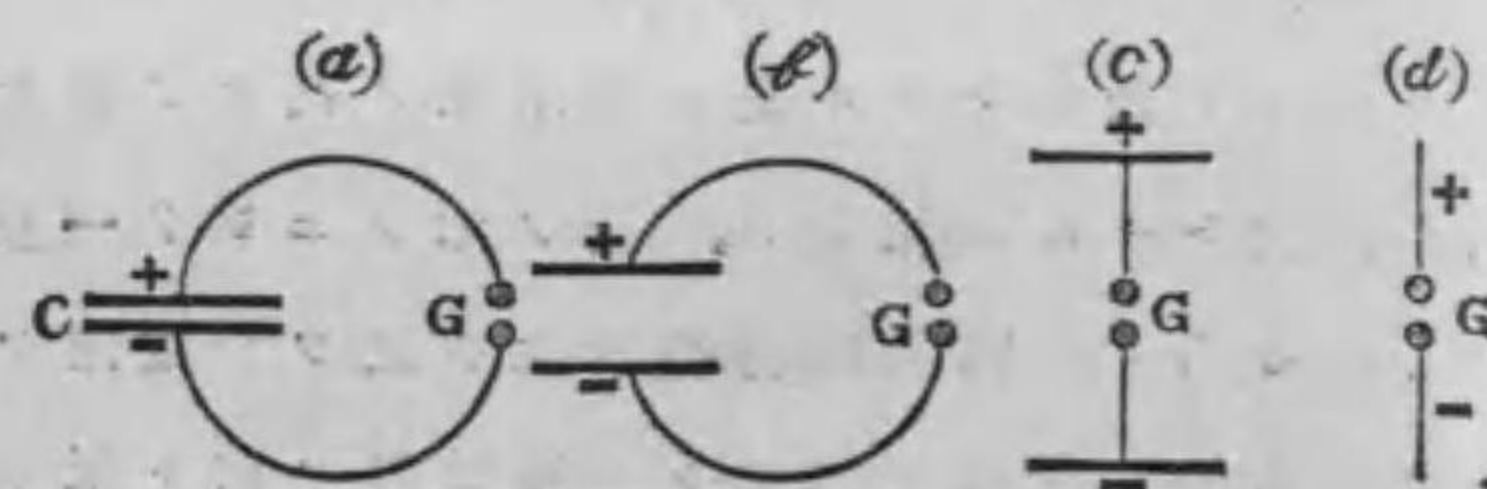
自己感應ノ作用 連通管内ニ於ケル水柱ノ振動ハ其慣性ニ基因スル如ク電氣振動ガ電路ニ於ケル自己感應ノ作用ニ基ク事ヲ説明セントス。振動電路ニ於テ、火花間隙ガ絶縁能ヲ失ヒテ火花ヲ發シ電流ガ流レ止ムルト同時ニ電流ハ最大トナルニ非ズシテ自己感應ノ爲メニ電流ノ強サハ徐々ニ増加スルナリ。即チ内外箔ノ電位差ガ零トナリタルトキ電流ハ初メテ最大トナル、是レ兩水柱ノ高サノ差ガ零トナルトキ水流ノ強サガ最大トナルニ相當ス。斯ノ如クニシテ一旦電路内ニ電流ヲ生ズレバこゝにLノ内部ニ磁力線ヲ生ジ從ツテ電路ガ火花間隙ニテ斷タルハモ自己感應ノ電流ヲ誘起シテ蓄電器ハ前ト反對ニ帶電シ從ツテ前ト反對ノ火花ヲ得ルナリ。逐次同様ニシテ電路内ニ振動電流ヲ得ルナリ。斯ノ如ク、電路内ニ於ケル自己感應ハ放電ガ振動的トナルニ必要ナル要件ニシテ自己感應ハ水柱ノ場合ニ於ケル慣性ニ相當スルヲ知ルナリ。

電氣振動ノ振動數 實驗及ビ理論上ノ計算ニ依ルニ、電氣振動ノ振動數ハ振動電流ノ振幅ニ無關係ニシテ其値ハ蓄電器ノ電氣容量ノ大ナル程又電路ニ挿入セルあるノ捲キ數ノ大ナル程小ニシテ電路ノ抵抗ノ大ナル程小ナリ

§ 2 電磁波 Electromagnetic waves.

振動電路[下圖(a)] = 荷電ヲ與フルトキハ蓄電器 c ノ兩箔ハ反對ニ帶電シテ其間ニ靜電氣力場ヲ生ジ、火花間隙ニ火花ヲ發シテ電路ニ電流ヲ生ズルトキハ其周圍ニ磁場ヲ生ズ。而シテ電路內ノ電氣振動ガ急激ナル場合ニハ其周圍ノ磁場及ビ磁場ノ方向及ビ強サハ週期的ニ變化スル結果其有様ガ媒質內ニ於テ四方ニ汲及スルニ至ルナリ。電力ノ波ヲ電氣波 Electric wace, 磁力ノ波ヲ磁力波 Magnetic wave ト云ヒ、此二種ヲ總稱シテ電磁波或ハ單ニ電波ト云フ。

(a) 圖ノ如キ振動電路ヲ閉振動電路 Closed oscillatory circuit ト



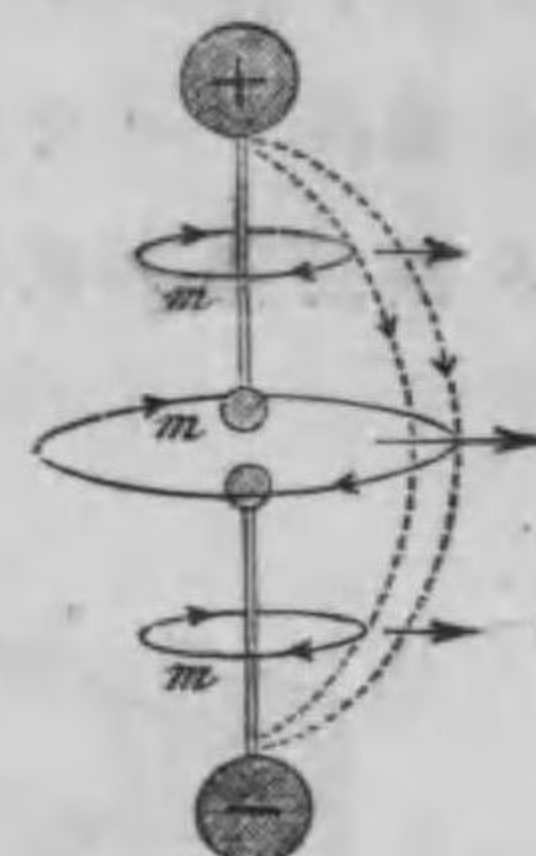
云ヒ電磁波ヲ發セシムルニ適セズ。何トナレバ、此場合ニハ靜電氣場ハ主トシテ蓄電器ノ内部ニ拘束セラレ又電路ノ上半ニ右ヨリ左ニ向フ電流アレバ下半ニ左ヨリ右ニ向フ電流アリテ遠方ニ於ケル磁力作用ヲ打消ス可ケレバナリ。然ルニ、蓄電器ノ兩板ヲ(b)圖ニ示ス如ク漸次ニ引キ離シテ遂ニ(c)圖ノ有様トナストキハ前ニ拘束セラレシ磁場ハ廣キ場所ニ擴ガリテ強キ電波ヲ發スルニ至ルナリ。斯ノ如キ振動電路ヲ開振動電路 Open oscillatory circuit ト云

フ。(d)圖ハ(c)圖ニ於ケル蓄電板ヲ取リ去リタルモノニシテ、斯クスレバ電氣容量小トナルガ故ニ振動數大トナルナリ。斯ノ如キ簡單ナル開振動電路ヲ單ニ振動器 Oscillator ト云フ。

電磁波ノ成立

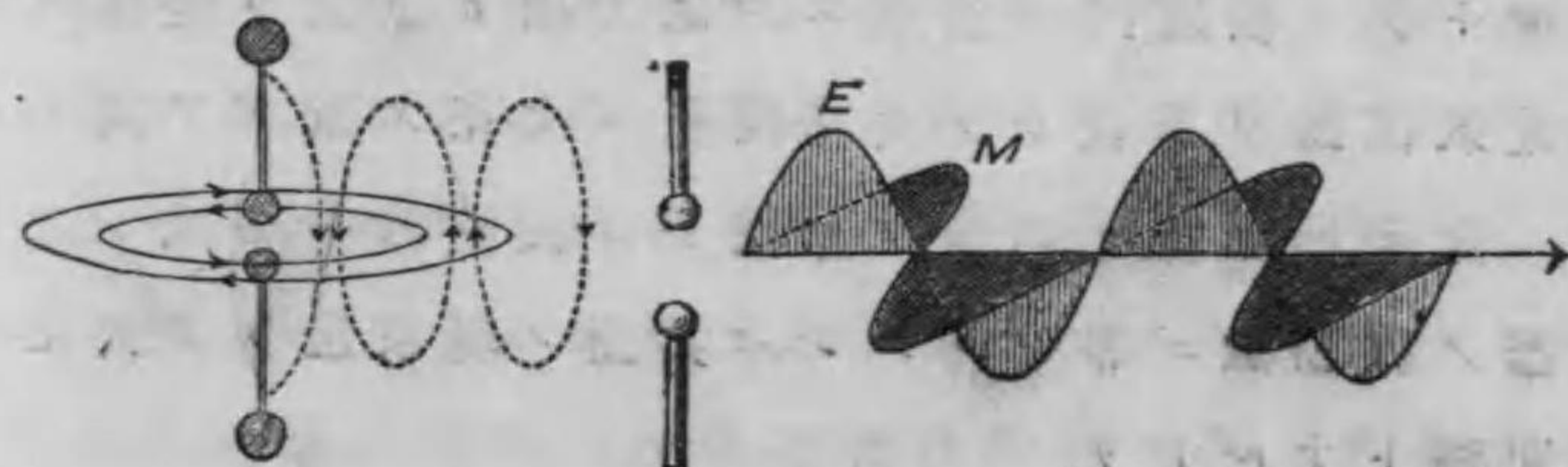
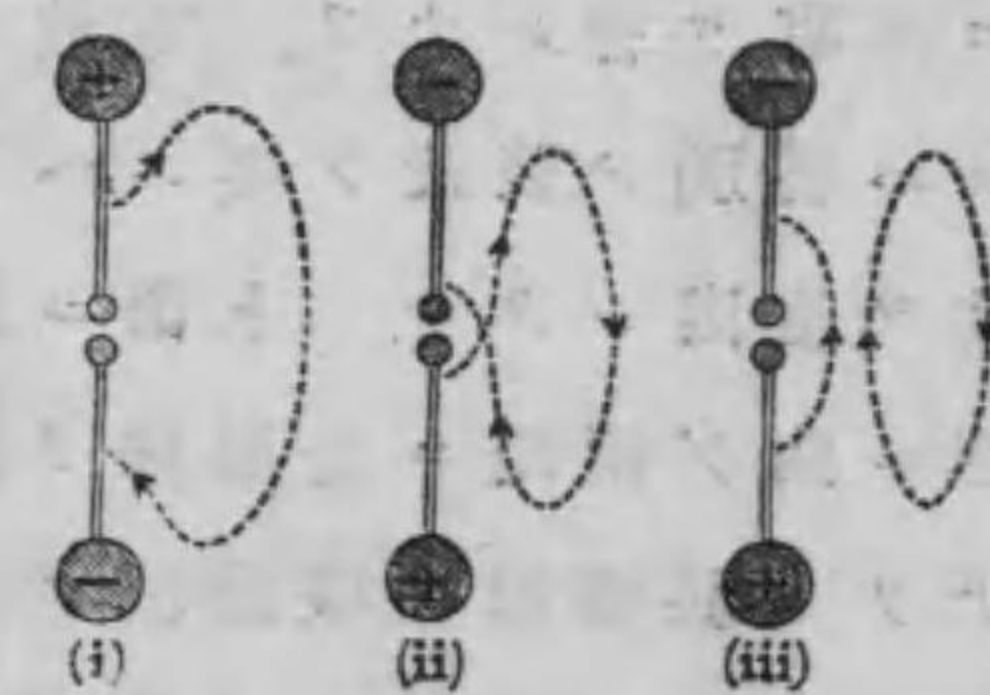
今振動器ニ於ケル電氣振動ニ依リテ其周圍ニ電波ヲ生ズル模様ヲ仔細ニ説明セン。下圖ニ示スガ

如ク、振動器ノ兩半ガ初メ正負ノ電氣ヲ帯ビタリトモバ電力線ハ正ノ導體面ヨリ出テ負ノ導體面ニ終ル可シ。而シテ振動中ノ正電氣ガ下方ニ負電氣ガ上方ニ動クト云フ事ハ此力線ノ上端ガ下方ニ下端ガ上方ニ滑リ動ク事ヲ意味シ從ツテ力線ノ側面ハ横ニ矢ノ方向ニ膨レ出スナリ。斯ノ



如ク靜電氣力線ガ移動スルトキハ力線ト運動ノ方向トヲ含ム平面ニ直角ニ磁力ヲ伴フガ故ニ上圖ノ場合ニハ圓形ノ磁力線 m ヲ生ズルナリ。

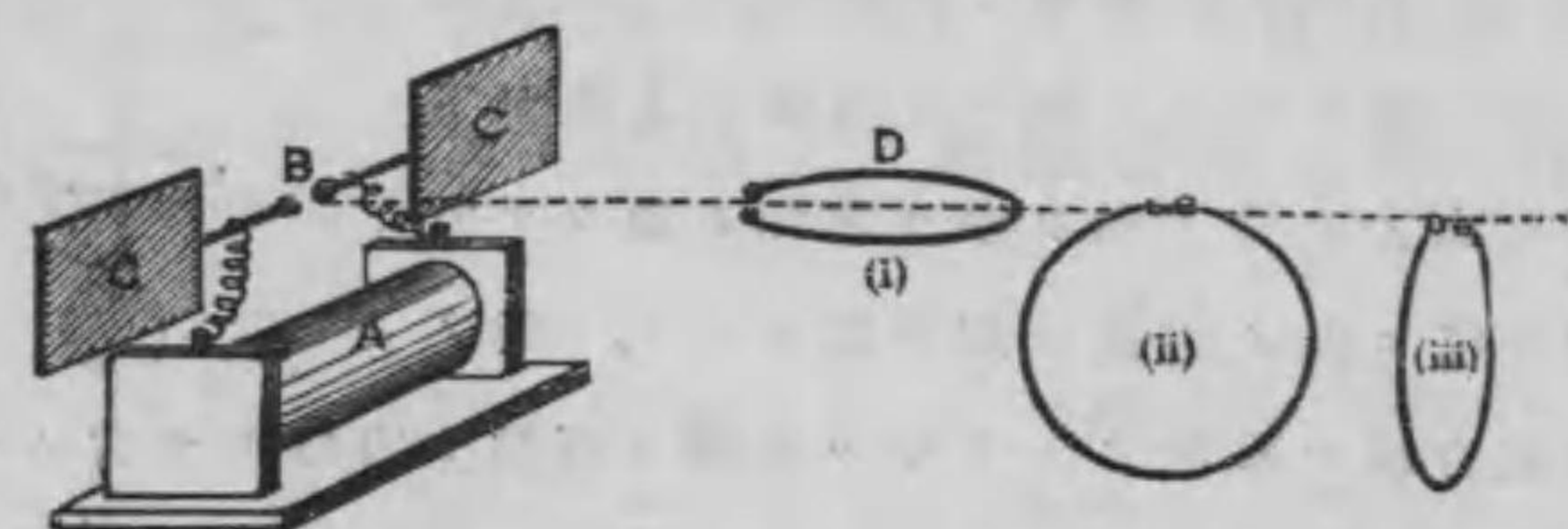
而シテ、電氣振動ガ急激ナルトキハ、圖下(i)(ii)(iii)等ニ示ス如ク力線ノ一部ガ切レ離レテ閉ガタル輪狀ヲ爲シテ前進スルニ至ルナリ。而シテ振動器ニ於テ引キ續キ電氣振動ヲ生ズルト共ニ輪狀ノ電氣力線及



之ニ直角ナル磁力線ハ上圖ニ示ス如ク四方ニ波及スルナリ、別圖Eハ
斯ノ如クニシテ成立スル電氣波ヲ示シ、Mハ磁氣波ヲ示ス。

§ 3 **へるつノ實驗** Experiment of Hertz.

1888年、獨人 ^{ヘルツ} Herz 初メテ實驗ニ微シテ電波ノ存在スル
事ヲ示シ得タリ。下圖ニ於テ、CBCハ振動器ニシテ、CC
ハ金屬板、Bハ火花間隙ナリ。金屬板CCノ距離ヲ加減ス
レバ振動器ノ電氣容量從ツテ電波ノ振動數(或ハ波長)ヲ加



減スル事ヲ得ルナリ。電波ハ見エザルガ故ニ其存在ヲ示
スニハ特別ノ裝置ヲ要ス、へるつハ**共鳴器 Resonator**ヲ以テ
電波ヲ檢出シタリ。上圖ニ於テDハ共鳴器ニシテ針金ヲ
圓形ニ曲ゲ兩端ニ金屬球ヲ附シテ火花間隙ヲ作りタルモ
ノナリ。共鳴器ヲ振動器ノ前方ニ置クトキハ電磁波ノ襲
來ハルト共ニ輪道内ヲ通過スル磁力線ガ急激ニ變化スル
結果電氣振動ヲ誘發シテ火花間隙ニ火花ノ飛ブヲ認ムル
ナリ。此際振動器ノ容量ヲ加減シテ振動數ヲ加減シ之ヲ
共鳴器ノ振動數ニ等シクスレバ共鳴ノ現象起リテ火花ハ
一層明瞭トナルナリ。

へるつハ振動器ヲ拋物線鏡ノ焦點ニ取付ケタル送波器
ヲ作りテ實驗セシ結果、電波ハ光波ノ如ク反射・屈折・干涉・偏
リ等ノ諸現象ヲ呈シ且ツ其速度ハ光波ト同ジク 3×10^{10}
[厘米⁻¹]ナル事ヲ見出シタリ。從ツテ電波及ビ光波ハ共ニ
一ニテるノ波動ニシテ唯波長ノ大小即チ振動數ノ大小ニ
依リテノミ異ナルヲ知ルナリ。斯ノ如ク、光波ヲ波長ノ小
ナル電波ト看做スルハ英人 ^{マクスウェル} Maxwell ガ理論的ニ唱道セル
所ニシテ、之ヲ**光ノ電磁論 Electromagnetic theory of light**ト
云フ。

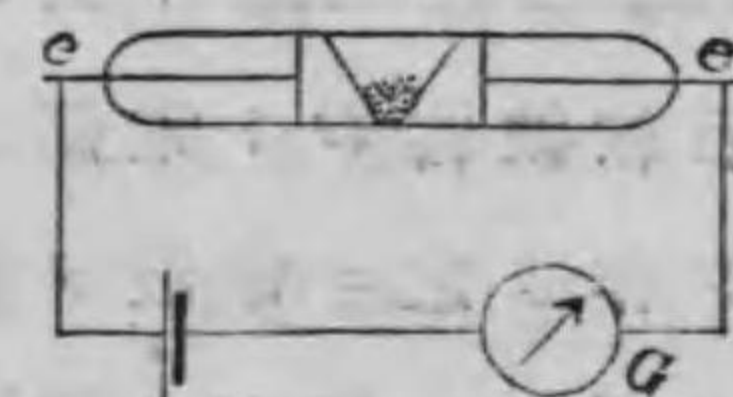
電波ノ波長 λ ト振動器ノ振動數 n トノ關係ハ波動ノ公
式

$$v = n\lambda ; v = 3 \times 10^{10} \text{ [厘米}^{-1}\text{]}$$

ニ依リテ求メ得ルナリ。現時無線電信ニ用ユル電波ノ波
長ハ三百乃至六百米ナルガ故ニ、其振動數ハ每秒百萬乃至
五十萬ナリ。

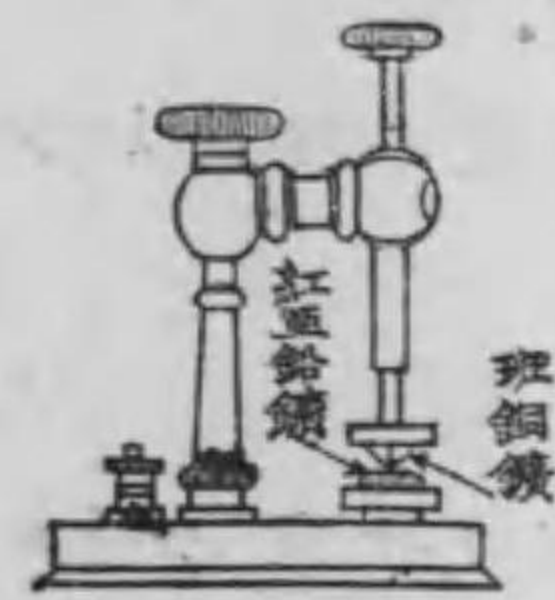
§ 4 **檢波器** Wave detectors.

^{ブランリー} Branly 及ビ ^{ロジ} Lodge ハ硝子管内ニ金屬粉ヲ入レ之ヲ金屬
板ノ間ニ挟ミタル裝置ヲ以テ電波
ヲ檢出シ得ル事ヲ示シタリ、之ヲ**コ
ヒーラー Coherer**ト云フ。圖ニ示
ス如ク、コヒーラート電鈴或ハ電流
計Gトヲ電池ノ電路内ニ入ルルニ金屬粉間ノ抵抗大ニシ

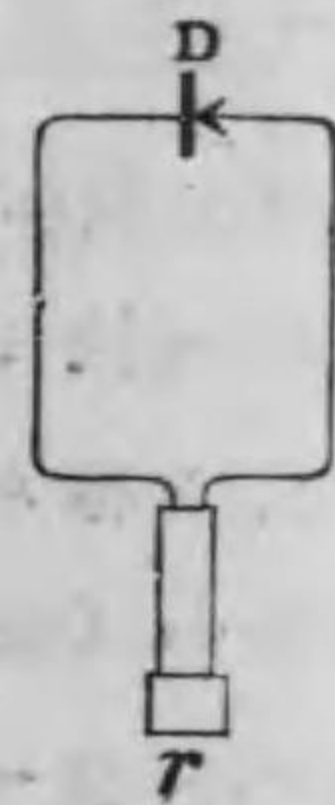


テ電鈴ハ鳴ラズ。然ルニ電波ガ襲來シテ此電路ニ振動電流ヲ誘起スルトキハこひーらーハ抵抗ヲ減ジテ電鈴ハ鳴應スルナリ。此際輕クこひーらーヲ叩ケバ抵抗ハ復舊シテ電鈴ノ鳴應止ミ更ニ電波ヲ感受シ得ル有様トナルナリ。

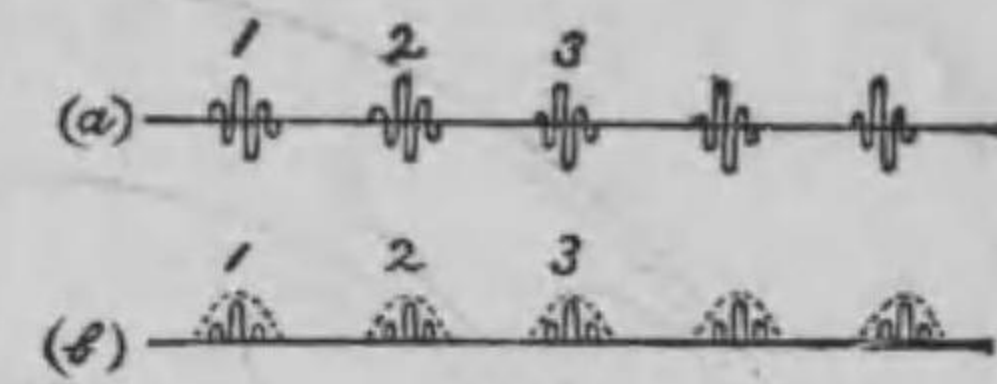
其後無線電信ノ發達ト共ニ種々ノ鋭敏ナル檢波器ヲ按出スルニ至レリ。米人 Pickard^{ピカード}ノ初メテ發見セシ鑛石檢波器 Crystal detector ハ現時實際ニ無線電信ニ使用スル檢波器ノ一ニシテ、其構造ハ單ニ二個ノ鑛石ヲ接觸セルモノナリ。黃銅鑛 Chalcopyrite $CuFeS_2$ 又ハ斑銅鑛 Bornite $FeCu_3S_4$ ト紅亞鉛鑛 Zincite ZnO トヲ接觸セルモノ最モ優秀ナル結果ヲ與フ、上圖ハ本邦遞信省ニテ使用スルモノナリ。



鑛石檢波器ヲ電池ト結ブニ、其方向ガ斑銅鑛ヨリ紅亞鉛鑛ニ向フトキハ電流ハ流ル、モ反對ノ方向ニハ電流ハ殆ド流レザルナリ。斯ノ如ク一方ノ方向ニシテ電流ヲ通ゼシムル性質ヲ單方向作用 Unilateral action ト云フ。右圖ニ示ス如ク鑛石檢波器 D ト電話ノ受話器^{レセプター}トニテ輪道ヲ作り之ニ電波ヲ當ツレバ一種ノ音ヲ聞ク可シ。然ルニ鑛石檢波器ノ代リニこひーらーヲ用フルモ音ハ聞エザルナリ。今此理由ヲ考フ



ルニ、電波ヲ發スル振動器ニ於テ火花ヲ發セシムル都度 (a)圖 1.2.3 等ニテ示ス如キ電波群ヲ發スルモノトス。此

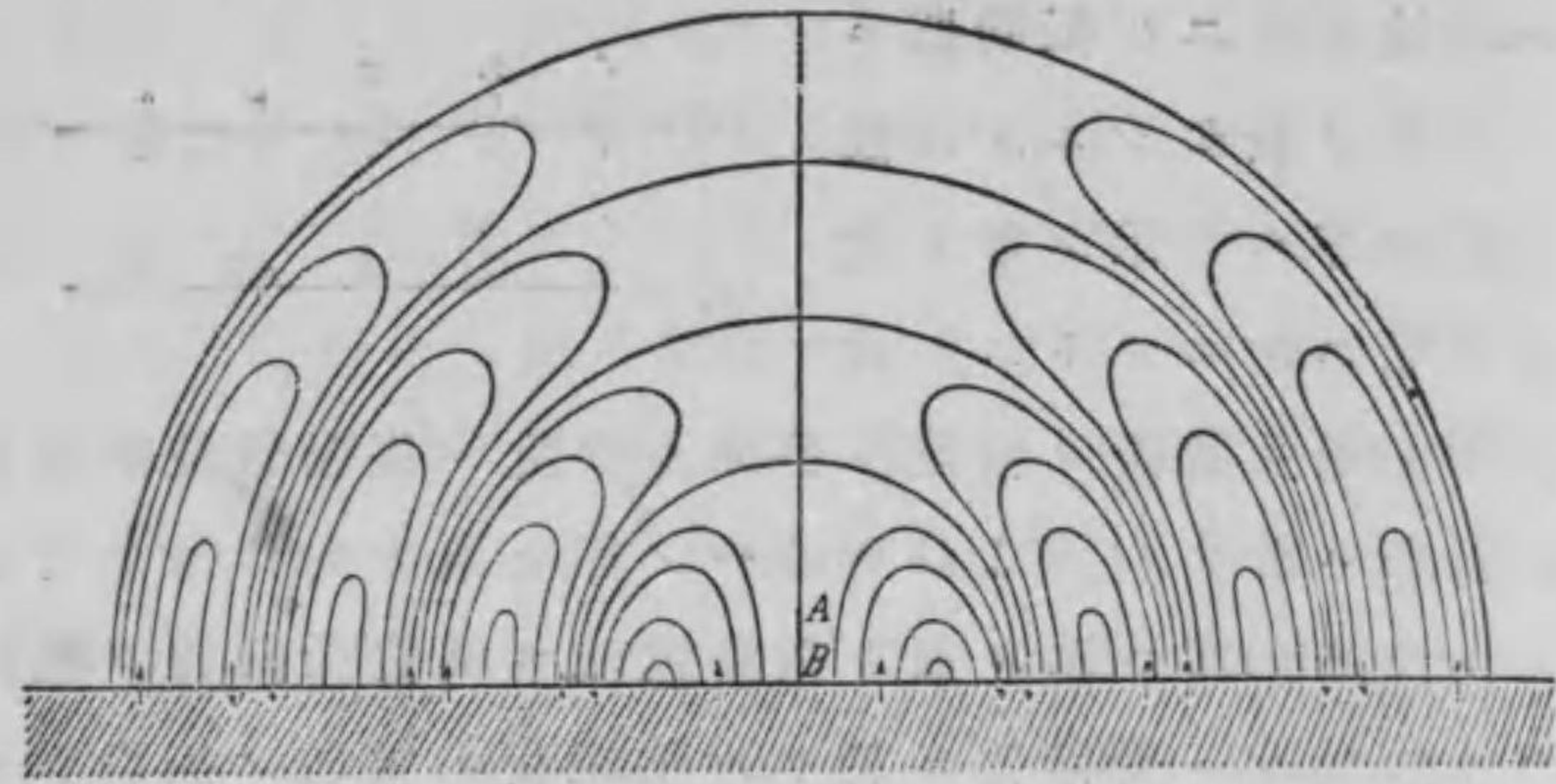


電波ガ上圖受話器ノ輪道ニ襲來シテ之ニ振動電流ヲ誘起スル場合ニ於テ D ガこひーらーノ如ク單方向作用ヲ有セザルトキハ (a)圖ニ示ス如キ振動電流ガ其儘受話器ヲ流ル、ナリ。然ルニ受話器ニ於ケル軟鐵板ハ電波ノ振動數[五十萬乃至數百萬]ノ如キ大ナル振動數ニテ振動スル事ヲ得ザルナリ[受話器ノ電磁石ノ軟鐵心モ斯ノ如キ急激ナル電流ニ應ジテ磁化スル事ヲ得ズ]。然ルニ D ガ鑛石檢波器ノ如ク單方向作用ヲ有スルトキハ、(b)圖ニ示ス如ク反對ノ方向ノ電流ハ遮斷セラル、ガ故ニ振動器ニ於ケル個々ノ火花ニ對シテ 1.2.3 等ニテ示ス如キ同方向ノ電流ガ受話器ニ流レテ火花ノ續發スル數ヲ振動數トスル一種ノ音ヲ聞キ得ルナリ。

§ 5 無線電信 Wireless telegraphy.

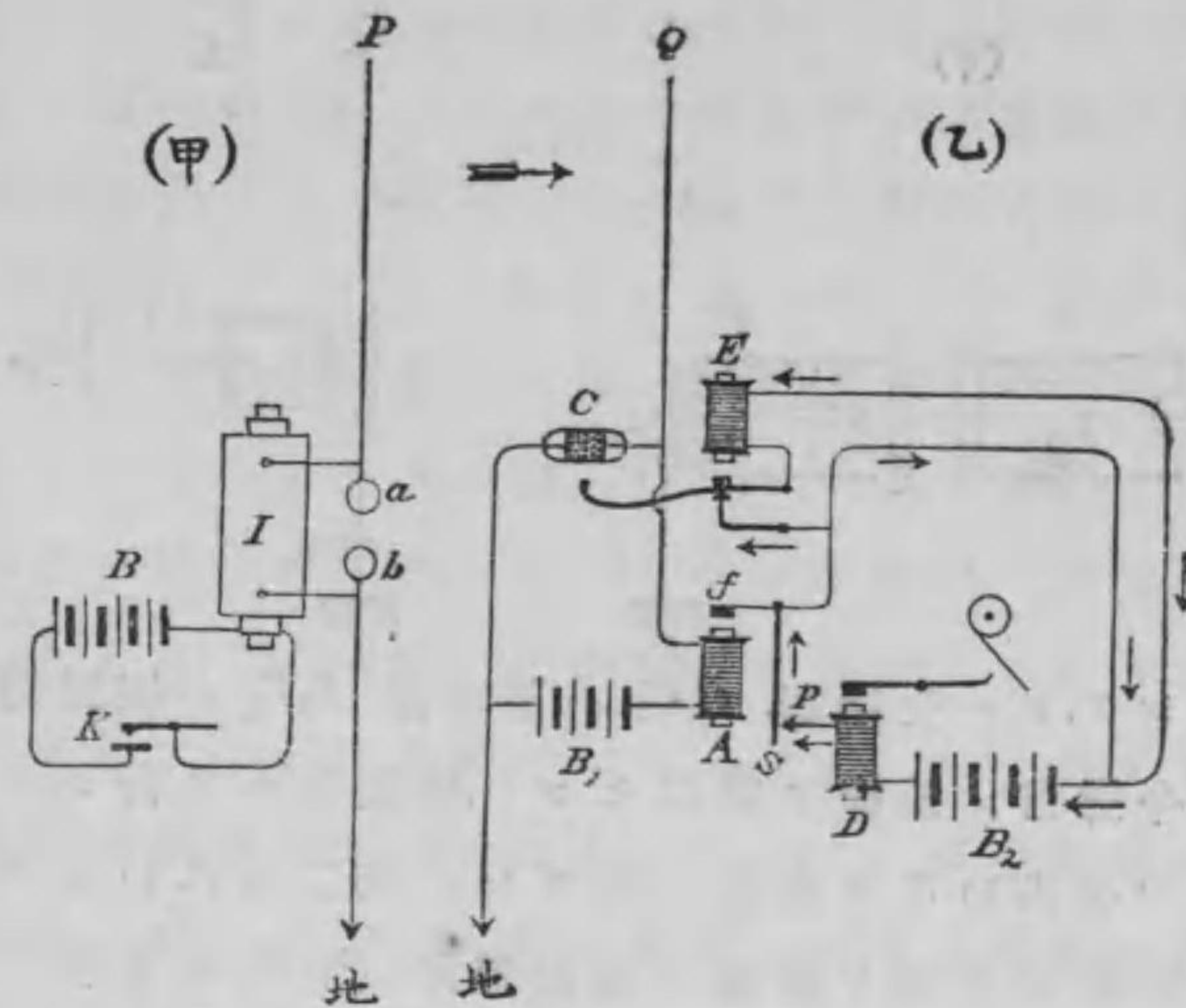
1894年、Lodge^{ロフデ}ハこひーらーヲ用ヒテ電波ノ實驗ヲ爲シタリ。其後 Marconi^{マルコニ}ハ電波ヲ利用シテ實用上ノ通信ヲ爲サシメント腐心シ研究ノ結果遂ニ今日ノ無線電信法ヲ完成スルニ至レリ。

まるこにハ最初ニ、振動器ノ一極ヲ地ニ連結シ他極ヲ



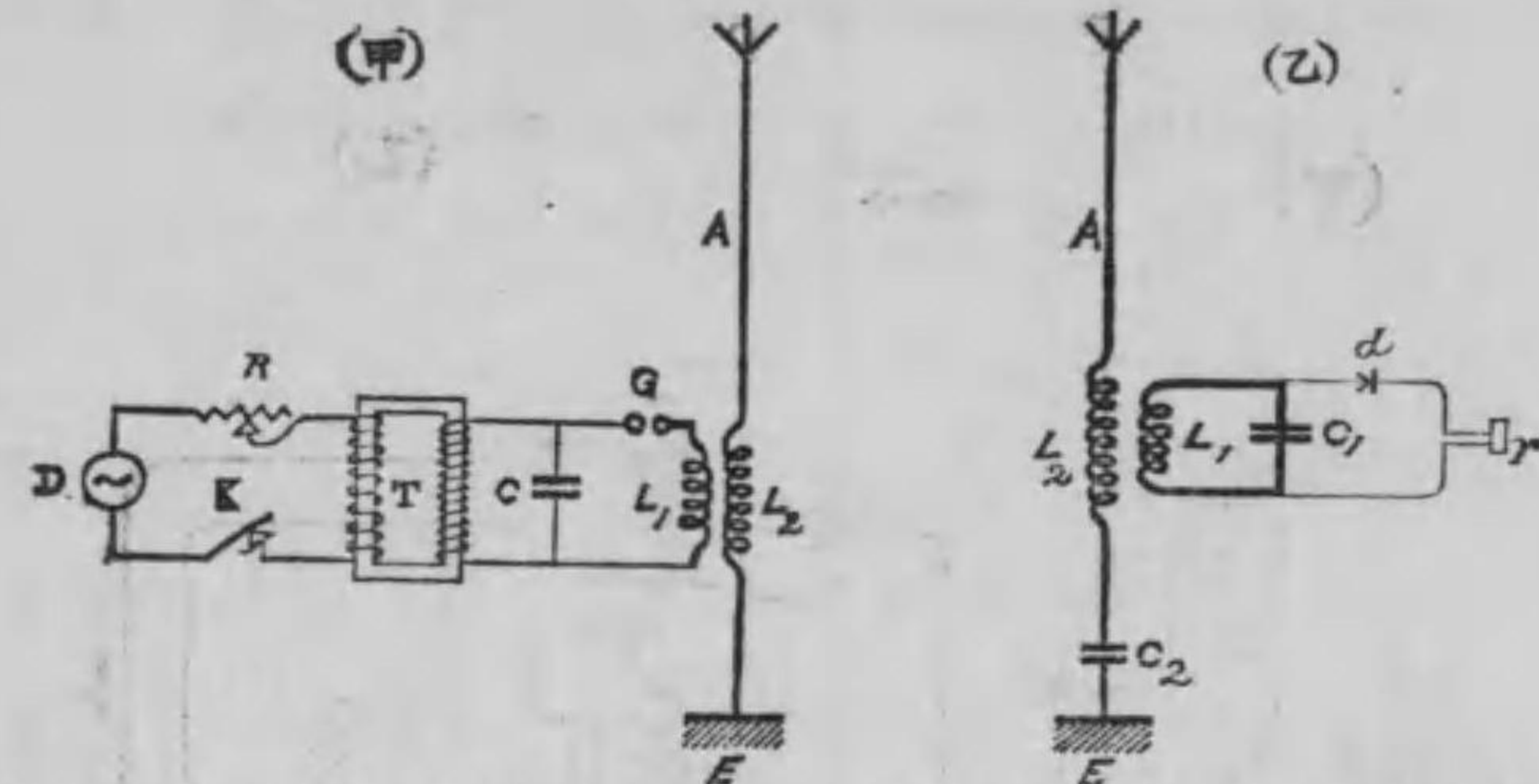
絶縁セル空中線 Antena or acrial line = 結ブトキハ著シク電波ノ傳達距離ヲ増ス事ヲ發見シタリ。此場合ニ於ケル電波ノ波及スル模様ハ上圖ニ示スガ如シ。即チ、半輪狀ノ電力線ハ地面ニ沿ウテ四方ニ滑リ進ムナリ、此有様ヲ電氣ノ流體説ニテ云ヒ表ハセバ地面ニ沿ウテ正負ノ電氣ガ交互ニ傳播スルニ外ナラザルヲ見ル可シ[斯克考フレバ無線電信ハ實ハ針金ノ代リニ地面ヲ利用セル通信法ナリ]。まるこに一ガ最初ニ用ヒシ装置ハ次圖ニ示スガ如クこひーら一ヲ利用セルモノナリ。

次圖ノ甲ハ發信局ニシテ乙ハ受信局ナリ。發信局ニ於テ斷續器ヲ押シ感應スルIニテabニ火花ヲ飛バセバ空中線Pニ電氣振動起リテ電波ハ四方ニ波及スルナリ。電波ノ一部ガ受信局ノ空中線Qニ達スレバ之ニ電氣振動ヲ誘起シこひーら一ノ抵抗減シテ電池B₁ノ電流ハ斷電器ノ電磁石Aヲ刺激ス。電磁石Aハ鐵片fヲ引キp₃ヲ接觸セシメ電池B₂ノ電流ハ受信機ノ電磁石Dヲ刺激シテ記號ヲ印セシム。之ト同時ニ



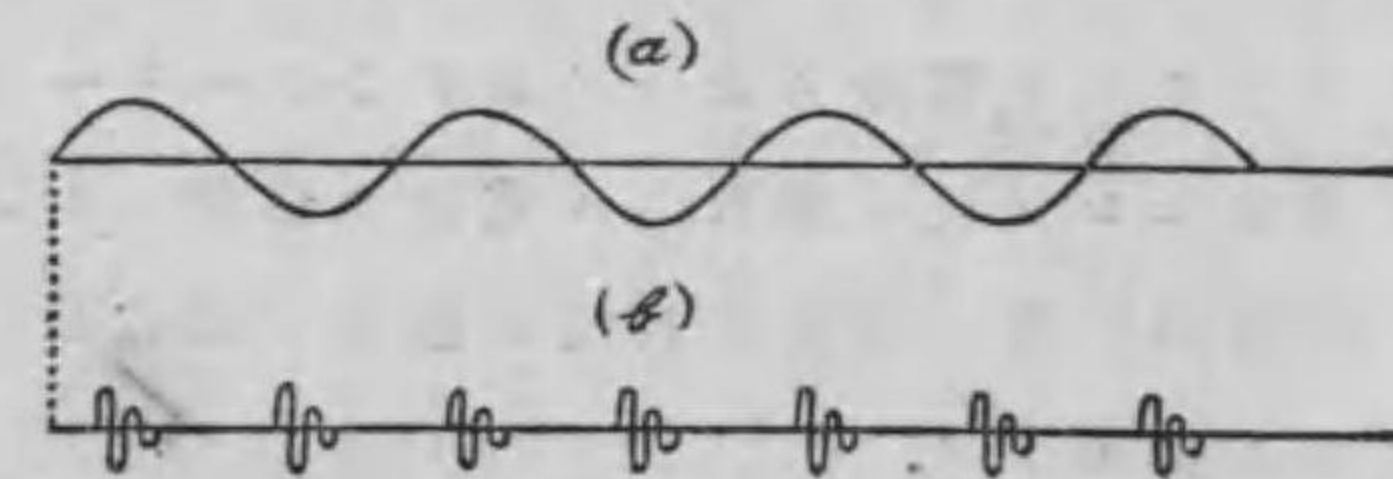
電磁石Eニヨリテ電鈴ノ場合ノ如クこひーら一ヲ打チ以テ自動的ニ其抵抗ヲ復舊セシメ更ニ襲來スル電波ヲ感受セシムルナリ。故ニ發信局ニ於テ斷續器ヲ押ス時間ノ長短ニ應ジテ受信局ニ於テ長短ノ記號ヲ得以テ通信シ得ルナリ。

其後通信距離ヲ増ス爲メニ電波ノねねるぎ一ヲ増大スルノ必要上現時ニ於テハ感應スルノ代リニ交流機ヲ用ユルニ至レリ。下圖ニ示スハ現時實際ニ用ヒラル、無線電信装置ナリ。發信裝置(甲)ニ於テ、Dハ交流機、Kハ斷續器Rハ抵抗、Tハ變壓器、Gハ火花間隙、Cハ蓄電器ニシテL₁L₂ハ振動變壓器 Oscillation transformer, Aハ空中線、Eハ地ナリ。又受信裝置(乙)ニ於テdハ單方向作用ヲ有スル鐵石檢



波器ニシテ、 r ハ受話器、 C_1C_2 ハ蓄電器、 L_1L_2 ハ振動變壓器ナリ。今通信ノ模様ヲ説明センニ、斷續器 K ヲ押シテ變壓器 T ノ一次あるニ交流ヲ通ズレバ其二次あるニ(a)圖ノ如キ高壓ノ交流ヲ誘起シ振動電路 CGL_1 ニ電壓ヲ供給シテ交流ノ各交

番毎ニ G ニ火花ヲ發シテある L_1 ニ(b)圖ノ如キ



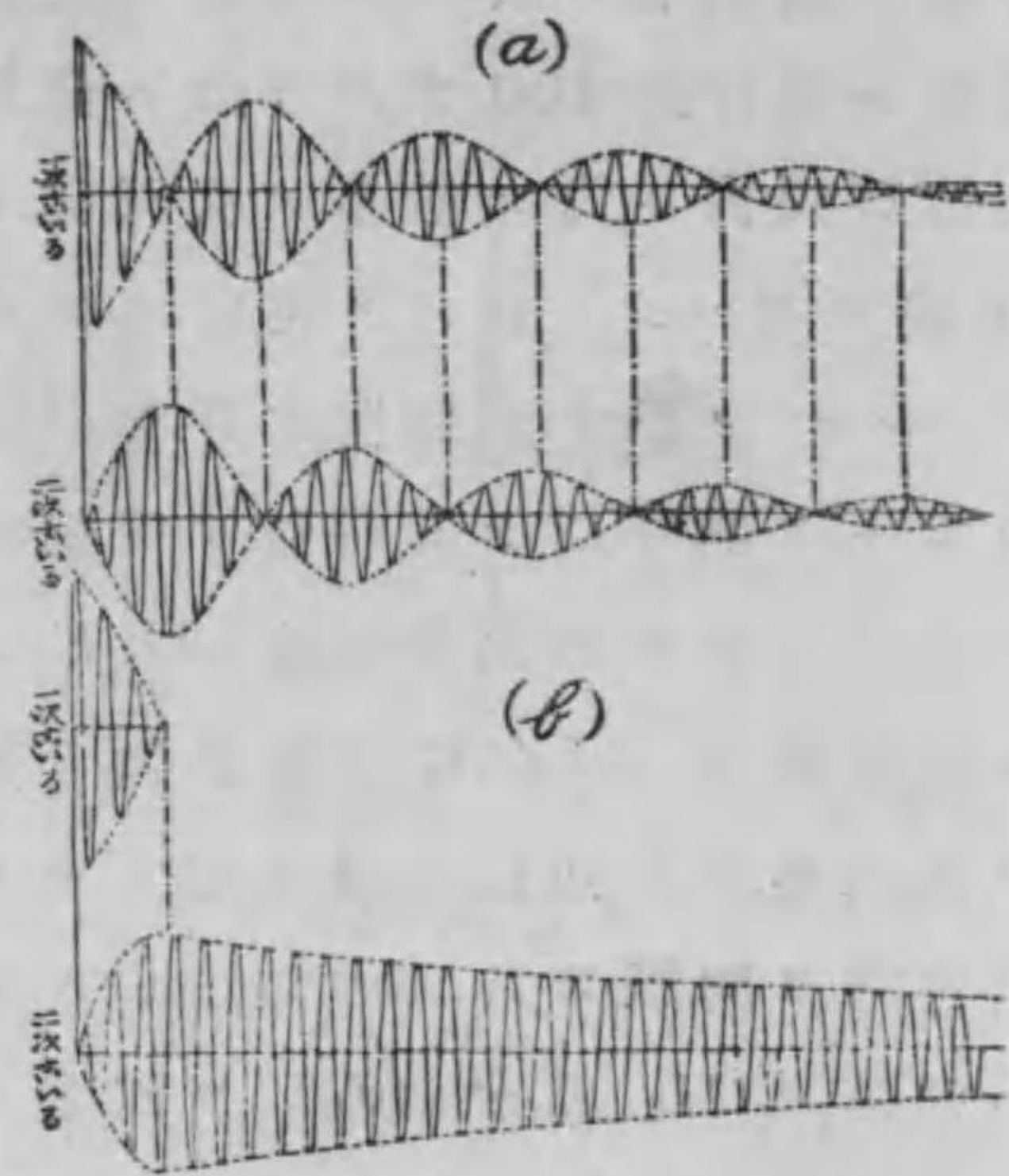
振動電流ヲ生ジ從ツテ振動變壓器ノ二次ある L_2 ニ連結セル空中線 A ニ電氣振動ヲ誘起シテ電波ヲ發セシム。此電波ノ一部ガ受信機(乙)ノ空中線 A ニ達スル時ハ振動電路 AL_2C_2 ニ振動電流ヲ誘起シ以テ二次ある L_1 ノ電路 L_1C_1 ニ振動電流ヲ生ジ其一部ハ受話器 r ニ流ル、ナリ。而シテ、檢波器 D ガ單方向作用ヲ有スルガ故ニ一方ノ方向ノ電流ノミ受話器ヲ流レテ音ヲ發セシムルナリ[前節參照] 前

述ノ如ク發信機ニ於ケル火花ハ交流ノ各交番毎ニ發シ其交番數ハ每秒約100ナルガ故ニ發信機ノ斷續器ヲ短ク押スモ其時間内ニ尙ホ數多ノ火花從ツテ數多ノ電波群[前圖(b)]ヲ發シ得ベシ。從ツテ規定ノ如ク例ヘバ[イ]ノ字ヲ發シ爲メニ——ノ如ク斷續器ヲ押セバ受話器ニ於テ短キ音ト長キ音トヲ聞キ以テ其符號ヲ受信スル事ヲ得ルナリ。

發信機ニ於ケル振動電路 AL_2E ノ振動數ト受信機ニ於ケル振動電路 AL_1C_1E ノ振動數トヲ等シクスルトキハ共鳴ノ現象起リテ通信距離ヲ増大セシムル事ヲ得ルナリ、之ヲ兩電路ヲ同調ニス Syntonize ト云フ。又發信機ニ於ケル兩電路 CGL_1 及ビ AL_2E ヲ同調ニシ又受信機ニ於ケル兩電路 AL_1C_1E 及ビ L_1C_1 ヲ同調ニシテ相互ノ感應作用ヲ強クスルヲ常トス。

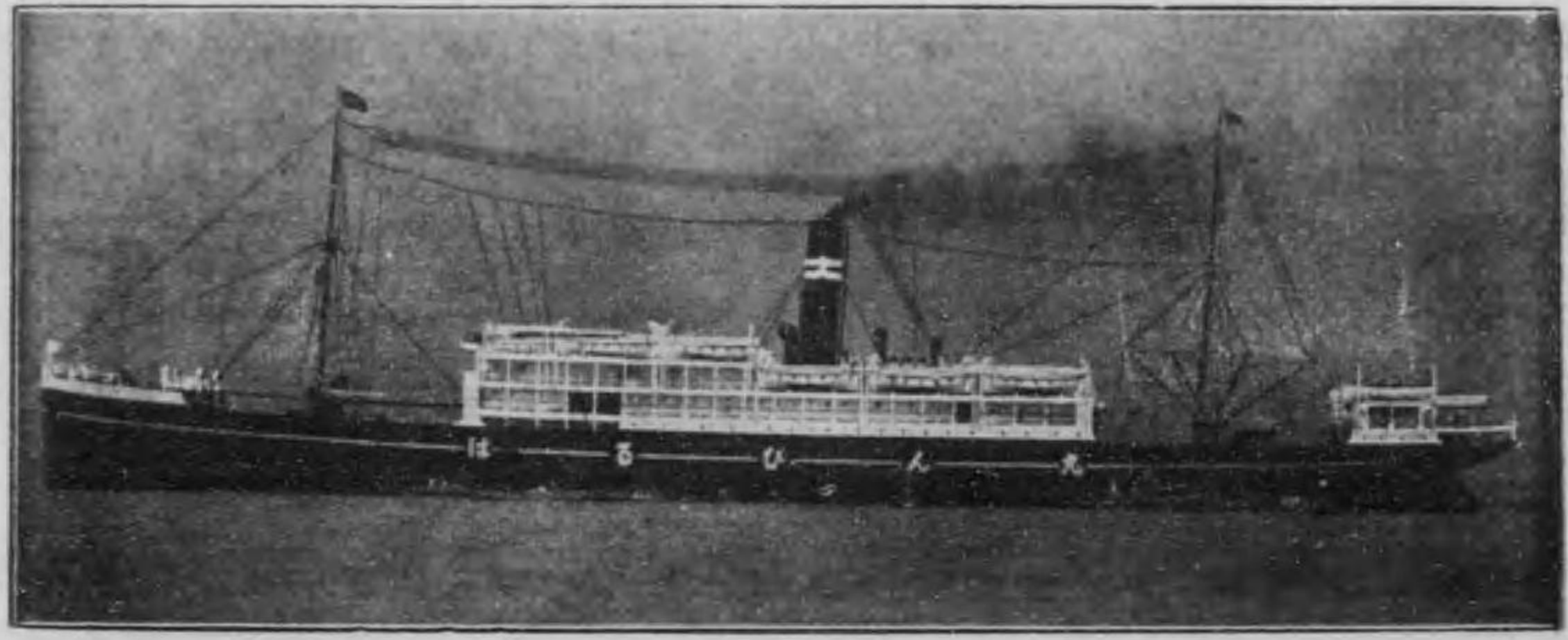
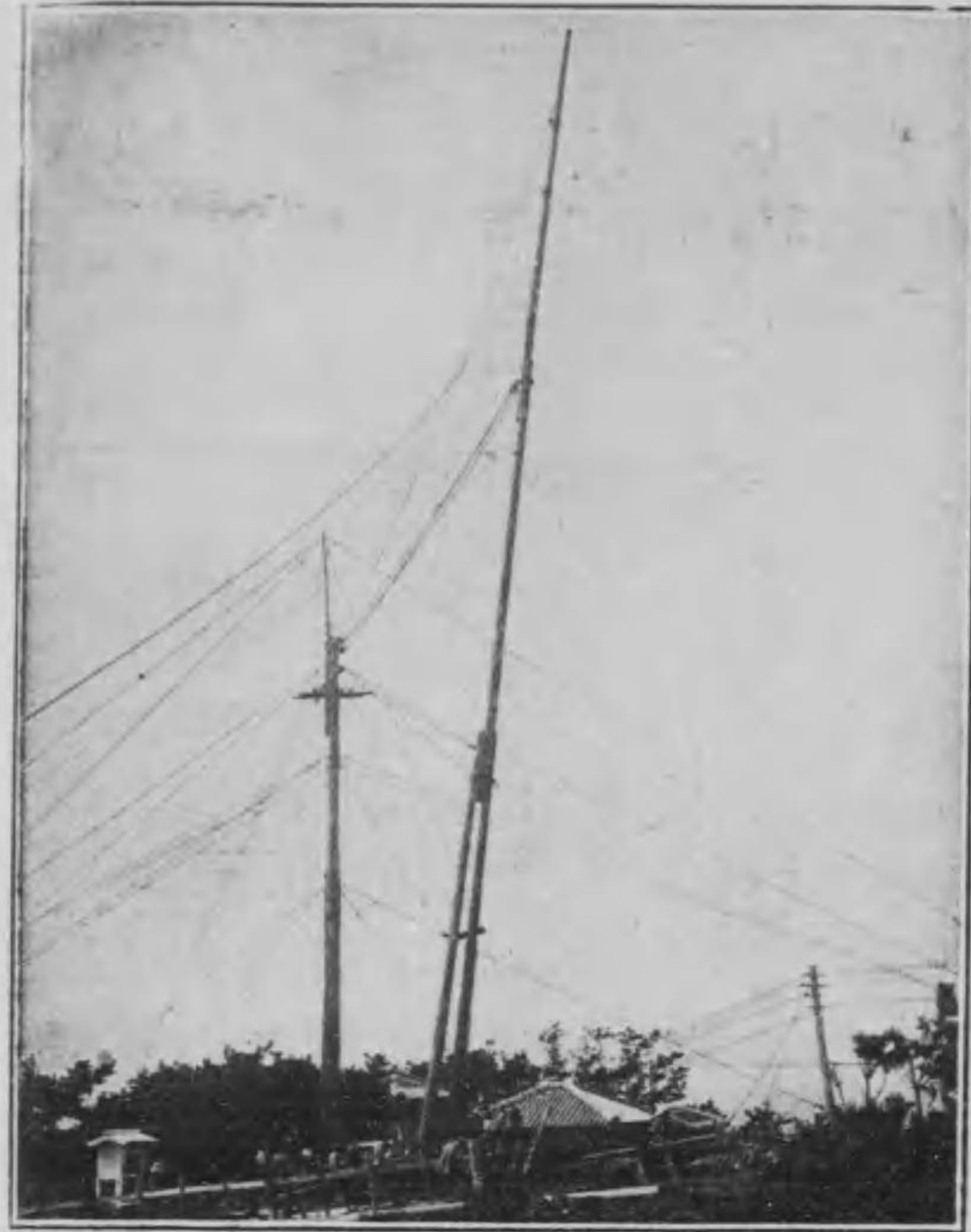
調滅火花間隙 Quenched spark gap. 第五卷第一章§10ノ實驗ニ於テ述ベタル二振子A・Bノ共振レノ實驗ニ於テ、兩振子ノ振幅ハ交互ニ消長シ又音又ノ共振ノ實驗ニ於テ脚端ヲ絲ニテ結ビ連絡ヲ密ニスルトキハ音又ノ振幅ガ交互ニ消長シテ一掃ノ唸リヲ生ズルナリ。無線電信ノ振動變壓器ニ於テモ全ク之ト同様ナル現象アリ。振動電路 CL_1G ト AL_2E トハ一次及ビ二次ある L_1L_2 ニ於ケル感應作用ニ依リテ互ニ連絡セラレ何レカ一方ノあるニ振動電流ヲ生ズレバ他方ノあるニ振動電流ヲ誘起スル有様ニ在リ。實測ニ依ルニ、二ツノあるニ於ケル振動電流ノ強サハ次圖(a)ニ示スガ如ク交互ニ振幅ヲ増減スルヲ見ルナリ。從ツテ二次あるニ結ベル空中線ヨリ發スル電波ノ振幅モ亦從ツテ増減ヲ所顯唸リノ有様トナルナリ。此現象ヲ知れるガ一ノ見地ヨリ考フルニ、初

メ一次あるノ振動電流
 ノねれるぎ一が感應作用
 ニ依リテ漸次ニ二次ある
 るニ移リ二次あるニ振
 動電流ヲ誘起スルトキ之
 ニ連結セル一次あるガ
 控へ居ルガ故ニ二次ある
 るガ一次あるノ役目ヲ
 爲シテ前ノ一次あるニ
 更ニ振動電流ヲ誘起シ從
 ツテ初メニ二次あるニ
 附與セルねれるぎ一ノ一
 部ハ電波トシテ放射セラ



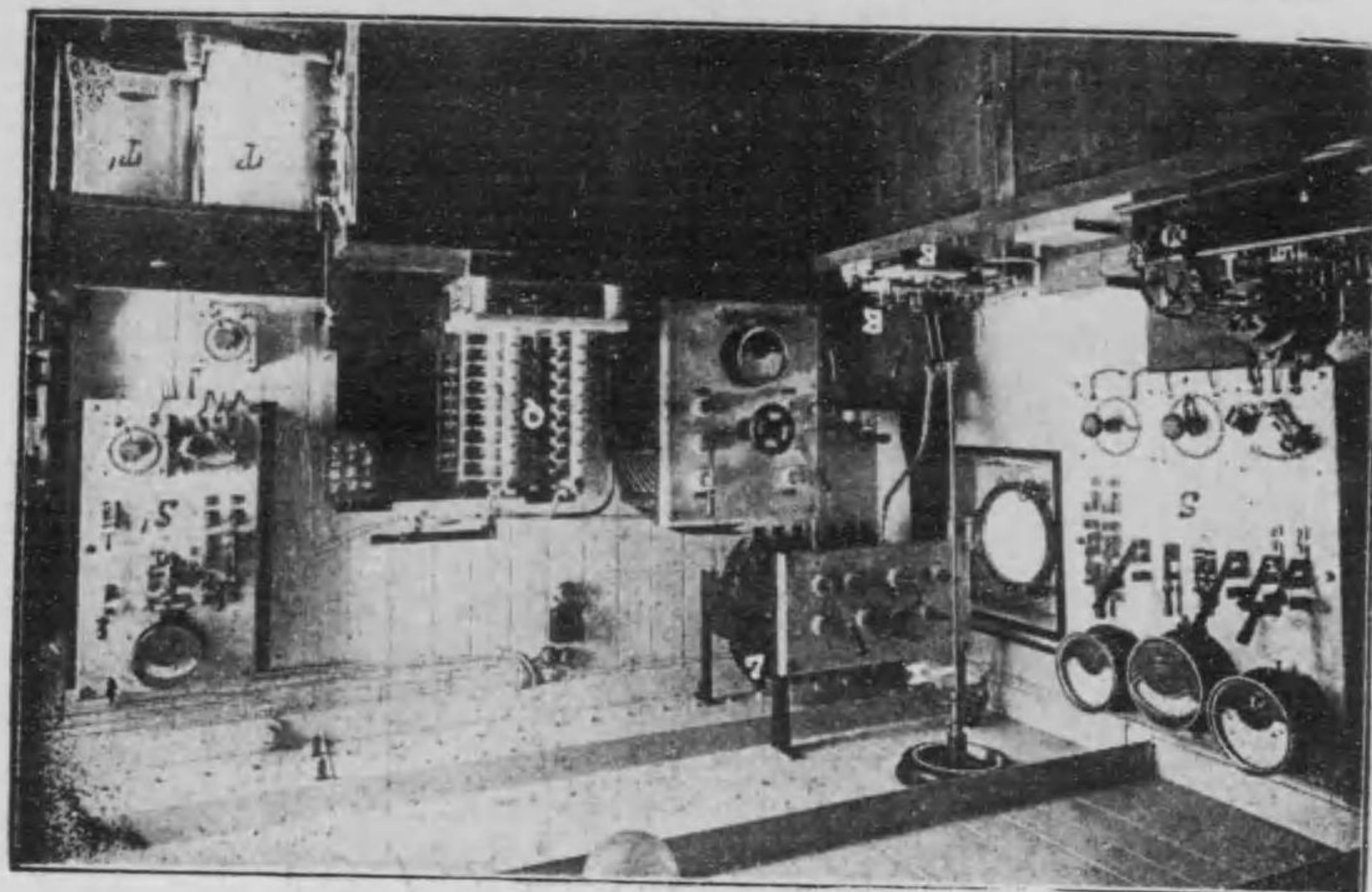
ルハト共ニ殘部ハ[假リニヒュー一熱ノ損失ナシトス]一次あるニ歸リ
 來ルナリ。故ニ一次あるニ於ケル火花間隙ガ若シ初メ火花ヲ飛バシ
 テ振動電流ヲ起シ二次あるニ刺激ヲ與ヘシ後直チニ消滅シテ電路ヲ
 斷テ性質ヲ有スレバ一次あるノ振動ハ上圖(b)ノ有様トナク從ツテ二
 次あるノねれるぎ一ハ一次あるニ復歸スル事ナリ主トシテ電波ノ
 ねれるぎ一トナリテ波及スルニ至ル可シ。獨人 Wien^{ワイーン}ハ研究ノ結果火
 花間隙ヲ十分少ニスルトキハ此目的ヲスル事ヲ見出し、Arco^{アルコ}ハ氏ノ研究
 ヲ基礎トシテ所謂瞬滅火花間隙ヲ作り實地ニ之ヲ使用シ得ルニ至レリ。
 其構造ハ次圖ニ示ス如ク銅或ハ銀ノ平板 E_1, E_2 ヲ雲母片ヲ挟ミテ0.4乃
 至0.5兆ノ距離ニ對置セルモノ數組ヲ行ニ列結セルモノナリ。

瞬滅火隙ヲ利用シテ振動變壓器ノ一次あるヲ刺激スレバ二次振動
 電路 AL_2E 振動ハ活潑ニ永續フレノミナラズ其振動ガ其電路ニ特有ナ

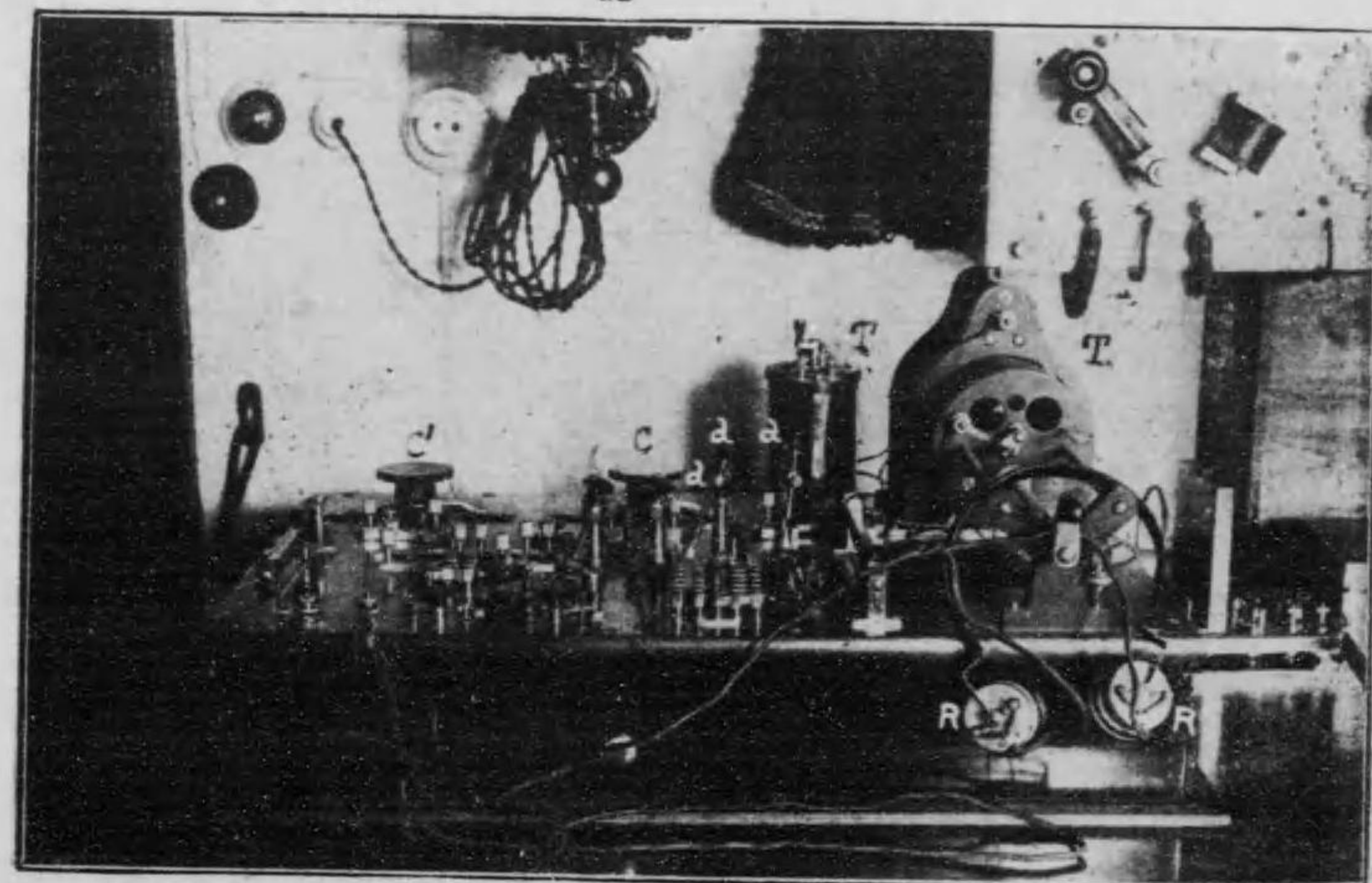


上圖は 和歌山縣潮岬 無線電信空中線
 下圖は 汽船はるびん丸 無線電信空中線

はるびん丸無線電信室



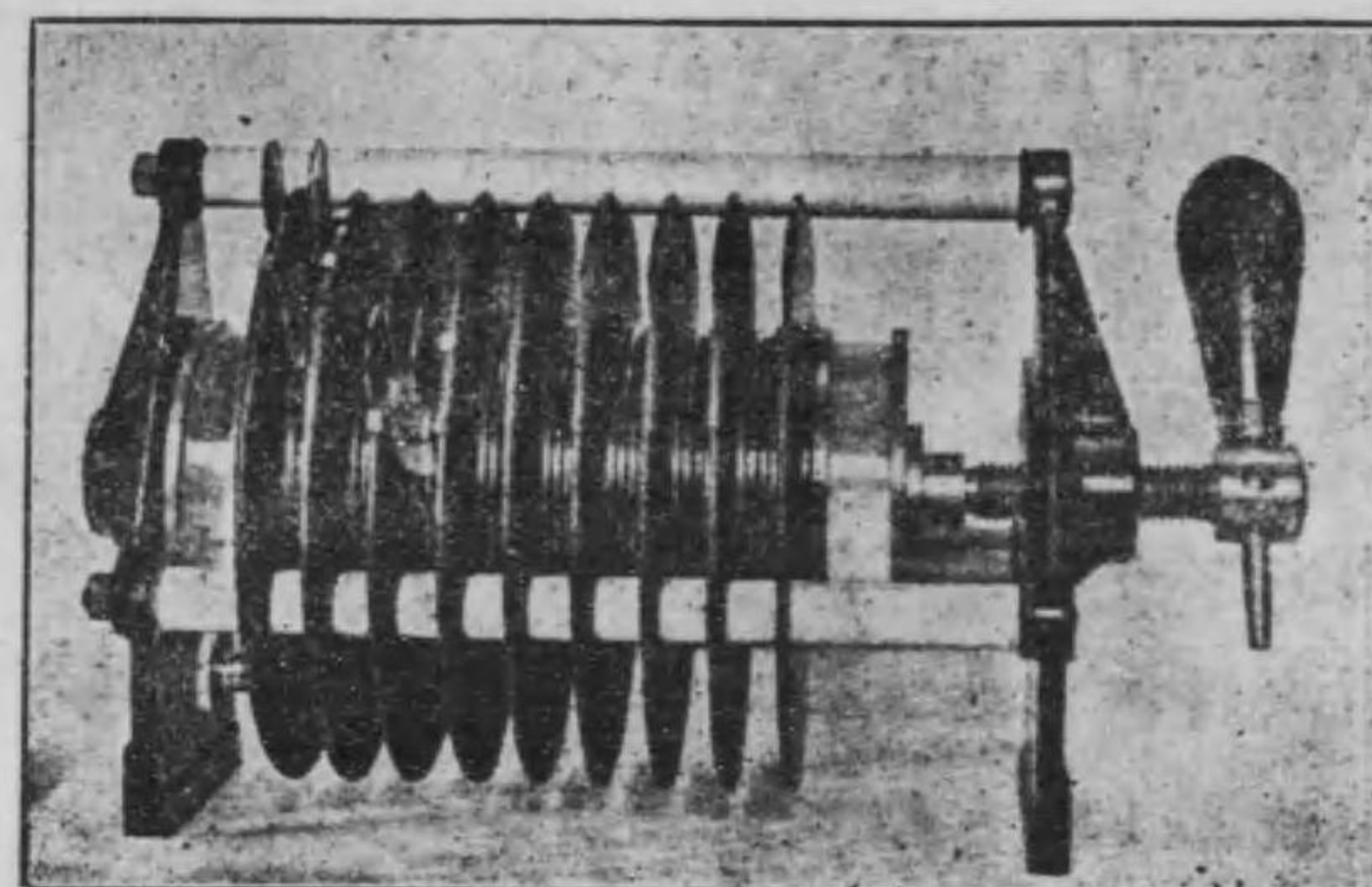
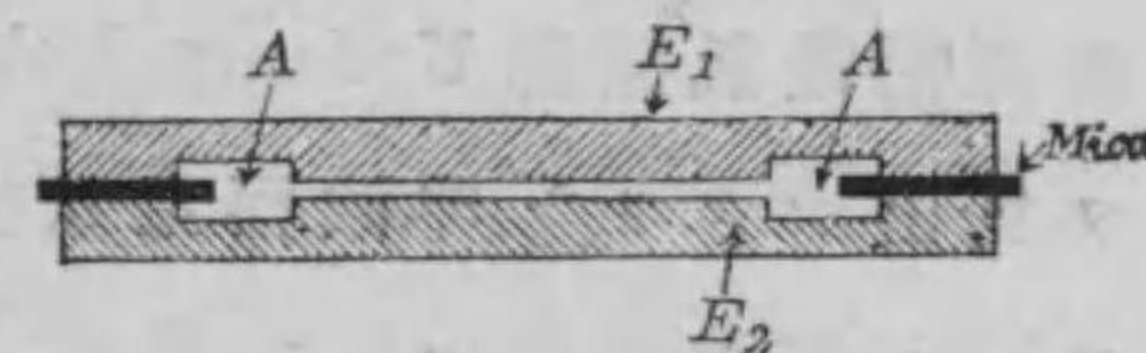
I..... 空中線引込
S, S'... 配電板
T, T'... 發信用振動變壓器
K, K'... 電鍵
Q... 瞬滅火花間隙
C'... 蓄電器
L... 自己感應こいる



T, T'... 受信用振動變壓器
d... 檢波器
C, C'... 蓄電器
R... 受話器

ル一定週期ニテ行ハレ從ツテ電波ノ波長ハ一定トナルガ故ニ受信機ニ於テ電波ニ共鳴

セシムル上ニ於テ更ニ便利トナルナリ。何トナレバ瞬滅火花ヲ用ヒザル場合ニハ二次振動電路ノ振動ガ前圖(a)ニ示ス如ク唸リノ曲線トナル、然ルニ音響學ノ場合ニ於テ述べ



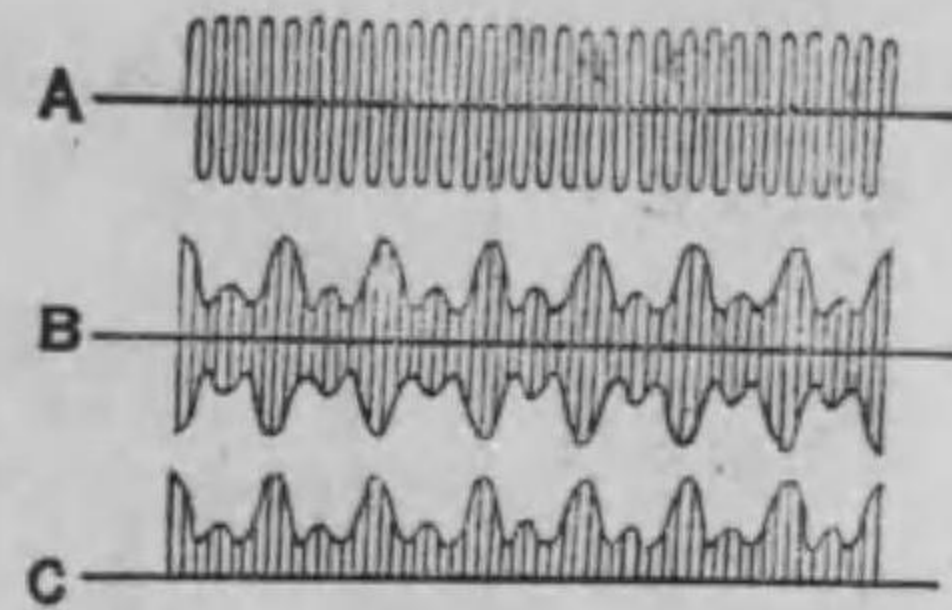
ルガ如ク振動數ノ少シク異ナルニツノ音又チ鳴ラストキハ唸リヲ生ズルガ故ニ此唸リノ曲線ヲ分解スレバ波長ノ異ナルニツノ正絃波トナルヲ知ル可シ。從ツテ通常ノ火花ヲ用フルトキハ波長ノ異ナル二種ノ波長ノ電波ヲ發スル事ヲ知ルナリ[直接ニ證明スル事ヲ得ルモ茲ニハ省略ス]。然ルニ瞬滅火花ヲ用フレバ上述ノ如ク電波ハ一種類ニシテ且ツ其ねれるぎ一夫トナルガ故ニ現時此式ヲ採用スルニ至レリ。

§ 6 無線電話 Wireless telephony.

無線電話ハ電波ヲ利用セル通話法ナリ、今其裝置ヲ述ブレル前ニ先ヅ其原理ヲ説明セン。振動電路ニ火花ニテ電氣振動ヲ起ストキハ其振動ハ通常減幅振動ナルガ故ニ若シ此振動ニ依リテ空中線ヨリ電波ヲ送レバ其波形ハ § 1 (b)

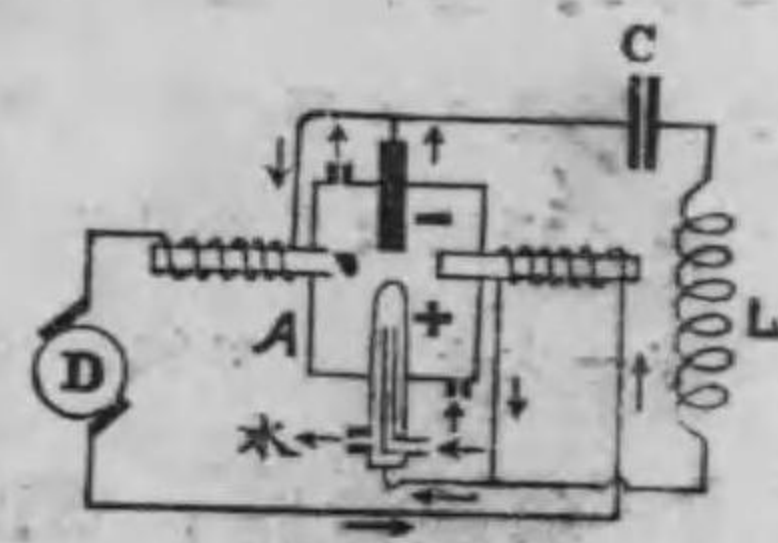
圖ノ如シ。Poulsen^{パウルゼン}ハ一種ノ弧燈ヲ利用シテ振幅ノ減セザル所謂非減幅電氣振動 Undamped electric oscillation ヲ起シ得ル事ヲ見出シタリ。* 非減幅電氣振動ニ依リテ得ル電波ハ振幅ヲ減セザルガ故ニ

其有様ハA圖ニ示スガ如シ。故ニ適當ノ方法ニ依リテ此電波ノ振幅ヲ音聲ニ對スル音波ノ波形ニ相當スル様ニ



變化セシムレバ電波ハB圖ノ有様トナリテ音波ノ波形ヲ傳達シ得ルナリ。從ツテ受信機ニ於テ單方向作用ヲ有スル檢波器ト行ニ結ビシ受話器ニテ此電波ニ對スル振動電流ヲ受クレバ之ニ流ルル電流ハC圖ノ有様トナリ從ツテ之ニ對スルノ音聲ヲ聞キ得ルナリ。

*パウルゼンノ裝置ハ圖ニ示スガ如シ。圖中Dハ電壓500ボルト許リノ直流發電機、Cハ蓄電器、Lハある、Aハ弧燈ヲ密閉セル箱ナリ。即チ弧燈トC-Lトチ以テ電路ヲ作り弧燈ノ兩極ヲ直流機ニ

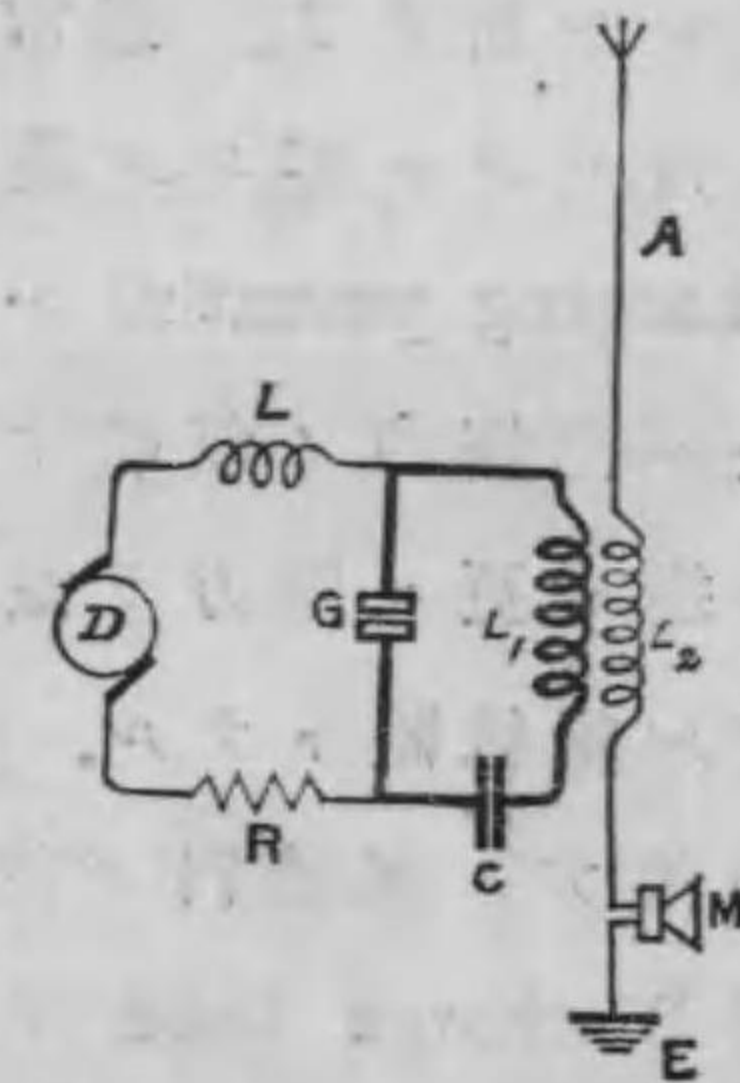


結ビタルモノナリ。但シ弧燈ノ陽極ハ水ヲ以テ冷却セル銅管、陰極ハ壁キ炭素棒ニシテ之ヲ水瓦斯炭化水素内ヲ充タルA器中ニ入レ且ツ電磁石ヲ以テ弧光ヲ吹カシムルナリ[弧光ハ電流ナルガ故ニ磁力ヲ働カシムレバ弧光ハ一方ニ移動スルナリ[ふれみんぐノ左手ノ規則]。斯ノ如クS₁CL電路内ニ連續的ノ電氣振動ヲ生ズルナリ。

電波ニテ音聲ノ波形ヲ送ルニハ電波ハ必ズシモ非減幅即チ連續的ナルヲ要セザルナリ。元來音聲ノ振動數ハ每秒數百乃至數千[原音ハ數百、倍音ハ數千]ナルガ故ニ此數ニ比シテ遙ニ大ナル度數ニテ火花ヲ飛バシ振動電路ヲ刺激スレバ從ツテ發スル電波ハ割合ニ緩漫ナル音波ニ對シテハ連續的ノ電波ト同様ノ作用ヲ爲シ得ルヲ知ルナリ。

本邦逓信省ノ鳥潟横山北村ノ三氏ハ共同シテ此條件ニ適スル火花間隙ヲ發見シ之ヲT.Y.K式放電間隙ト命名シタリ。此間隙ハ特種ノ金屬例ヘバあるみに、むト銅トヲ0.1乃至0.15耗ノ距離ニ對置シ前者ヲ陰極ニ後者ヲ陽極トセルモノナリ。下圖ハ逓信省ニ於テ實際ニ使用セル無線電話發信裝置ニシテ、Dハ電壓500

ボルトノ直流機、Gハ上述ノ間隙、Cハ蓄電器、L₁L₂ハ振動變壓器ニシテAハ空中線、Mハ通常ノ電話ニ用フル送話器ナリ。此間隙ノ特性トシテ電路CL₁Gニ每秒二萬乃至三萬回ノ程度ノ火花放電ヲ爲シ其都合續出スル電波ハ送



話器ニ向ツテ發聲スル爲メニ起ル抵抗ノ變化ノ爲メニ前圖Bノ如ク音聲ニ應ゼル波形ヲ取ルナリ。受信裝置ハ無線電話ノ場合ト同様ナリ、其受話器ハ前述ノ如クC圖ノ如キ電流ヲ得テ元ノ音聲ヲ發スルナリ。

第十章

真空放電及ビ放射能

§ 1 真空放電 Vacuum discharge.

空氣及ビ其他ノ氣體ハ常壓ニ於テハ電氣ノ不導體ニシテ通常絶縁體ト看做サル、モ種々ノ方法ニ依リテ氣體ニ傳導性ヲ與ヘ以テ電氣ヲ通ビシムル事ヲ得ルナリ。其ノ手段ハ即チ電位差ニシテ、空氣中ニ二個ノ絶縁球ヲ對置シ之ヲ起電機又ハ感應器ニ結ビテ適當ノ電位差ヲ與フレバ火花ハ兩極ノ間ニ飛ビテ所謂火花放電ヲ爲スハ既ニ述ベタル所ナリ。通常ノ空氣中ニ於テ兩球間ニ一極ノ火花ヲ飛バスニ要スル最小ノ電位差即チ所謂放電電位差 Discharging potential ハ約三萬ボルトナリ。一般ニ、放電電位差ハ兩極内ノ氣體ヲ稀薄ニスル程小トナリテ遂ニ最小値ニ達シ、更ニ壓力ヲ減ズレバ再ビ増加シテ絶對真空ハ完全ナル絶縁體トナル。

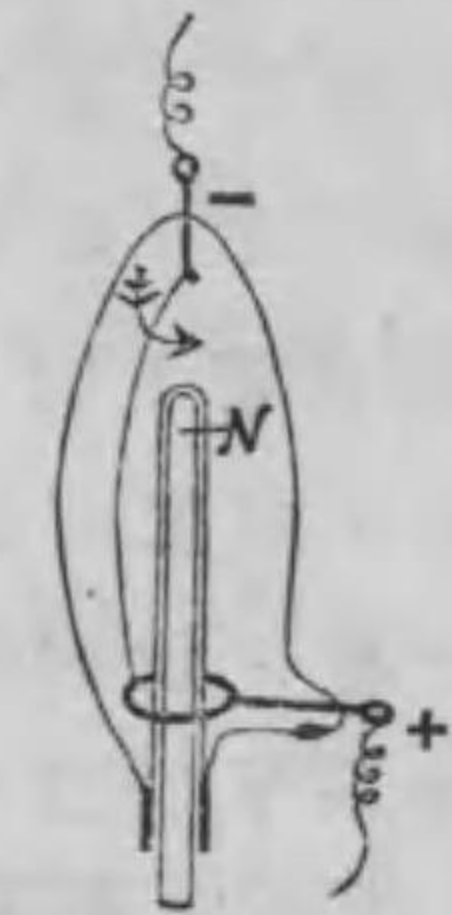
稀薄ナル氣體内ノ放電現象ヲ見ル爲メニハ通常所謂放電管 Discharge tube ナルモノヲ用ユ、其構造ハ下圖ニ示ス如ク硝子管ノ兩端ニあるみに、むノ棒或ハ板ヲ對立シテ電極トシタルモノ

ナリ。管ノ兩極ヲ感應器ニ結ビ、空氣ポンプニテ管内ノ空氣ヲ排除シ壓



カガ8乃4至極ニ達スルトキハ赤味ヲ帶ビタル光條ガ兩極ノ間ニ飛ブヲ見ル可シ。

實驗 此放電光條ハ勿論一種ノ電流ナルガ故ニ磁場ニ於テ曲ゲラレ、圖ハ之ヲ實驗スルニ用フル放電管ニシテ管内ニ試驗管大ノ硝子管ヲ封入シ此管ヲ嵌メタル環ヲ電極ノ一トナシタルモノナリ。管内ニ棒磁石ヲ挿入シテ放電スレバ光條ハふれみんぐノ左手ノ規則ニテ與ヘラルル方向ニ廻轉スルヲ見ルナリ。



更ニ管内ノ空氣ヲ稀薄ニスレバ光條ハ漸次ニ太クナリテ壓力ガ1乃至3耗ニ達スレバ光芒ハ遂ニ管内ヲ充タスニ至ルナリ。壓力ガ一層降下シテ0.1耗内外ニ達スルトキハ陰極ノ前面ニ暗黒部ヲ生ジ、又管内ノ光芒ハ圖ノ如ク鱗狀ヲ呈スルヲ見ルナリ。

此場合ノ放電現象ヲ仔細ニ吟味スル



ニ先ヅ陰極ニ自身ガ黄金色ノ光層ニテ蔽ハレ其周圍ノ暗黒部ニ次ギテ陰光 Negative glow ト稱スル微光部ハアリ。更ニ之ヨリ第二ノ暗黒部ヲ隔テテ陽光 Positive column ト稱スル鱗狀ノ光芒アリ。

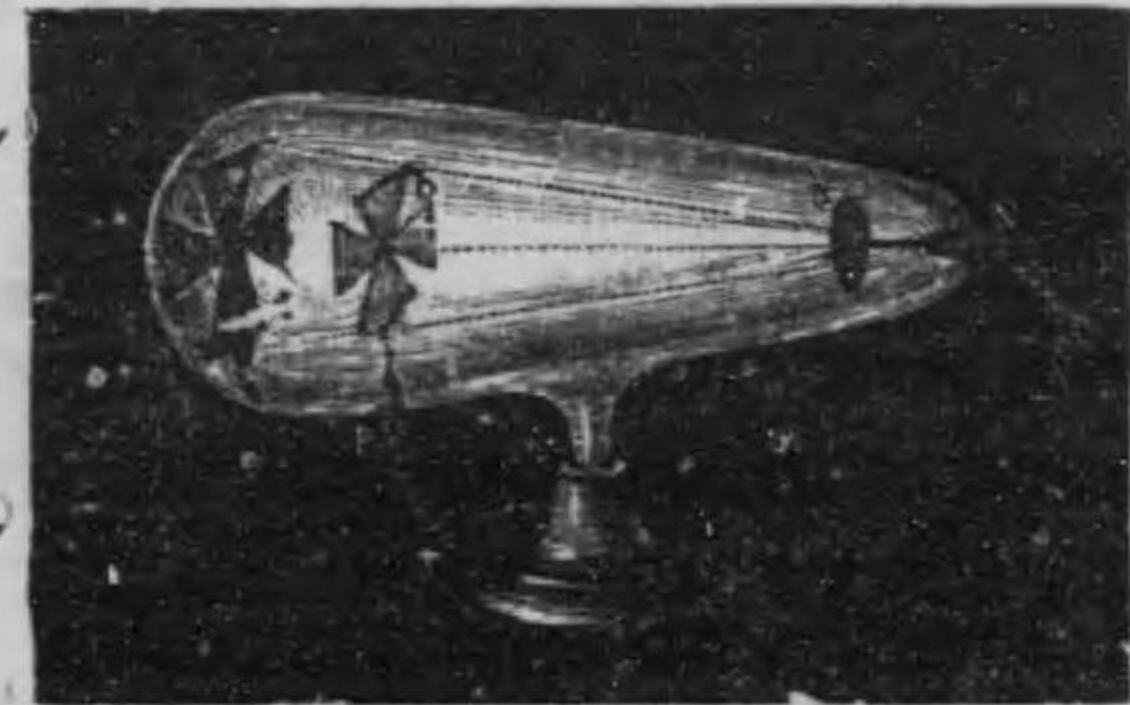
管内ノ壓力ガ上記ノ程度ニ在ル放電管ヲ總稱シテ Geissler 管ト云フ。管内ノ陽光ノ色ハ管内ノ氣體ノ種類ニ特有ニシテ分光器ニテ之ヲ檢スレバ輝線すべくとるヲ認ムルナリ。

§ 2 **陰極線** Cathode ray

放電管内ヲ更ニ稀薄ニスレバ陽光ハ漸次ニ明ルサヲ減ズルト共ニ短クナリテ暗黒部擴大シ、壓力ガ0.01乃至0.001耗ノ程度ニ達スレバ管内ハ全ク暗黒トナリテ陰極ニ對スル硝子壁ガ螢光ヲ發スルヲ見ルナリ。此程度ノ放電管ヲCrookes管ト云フ。種々ノ實驗ノ結果、くるっくす管ニ於テ陰極ノ對壁ガ螢光ヲ發スルハ陰極線ト稱スル眼ニ見エザル一種ノ放射線ガ陰極面ヨリ發スルニ由ル事ヲ知り得ルニ至レリ。以下、陰極線ノ性質ヲ列記ス。

I **陰極線ノ直進** 下圖ニ示ス如ク、管内ニ金屬板ノ十字形障礙物ヲ設置シ

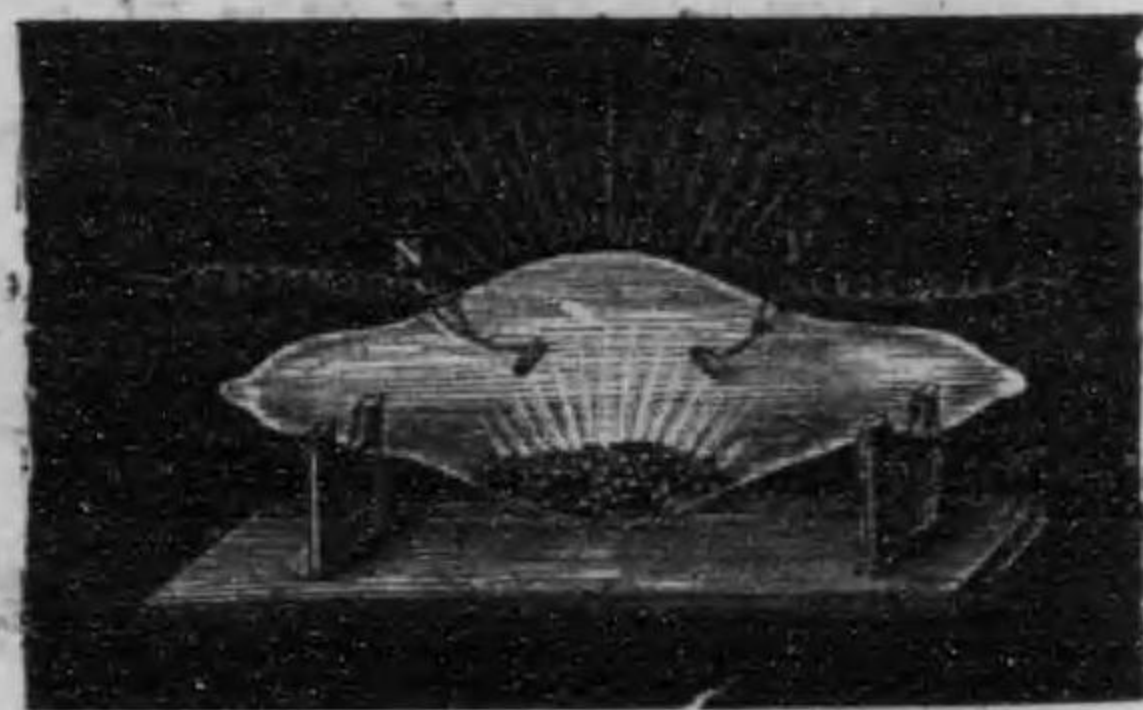
テ陽極トシ別ニ陰極ヲ設ケテ放電スレバ、硝子對壁上ニ障礙物ニ相似ナル影ヲ現ハスヲ見ル可シ。是ニ



依リテ、陰極線ハ陰極面ニ直角ノ方向ニ直進スルヲ知ル。

II **螢光作用** 陰極

線ガ硝子内壁ニ衝突シテ螢光ヲ發セシムル事ハ既ニ述べタルガ如シ。圖ニ如ク、くるっくす管



内ニ種々ノ螢光體ヲ封入シテ陰極線ヲ當ツレバ美麗ナル螢光ヲ發ス、例ヘバうらに、む硝子ハ暗綠色、鉛硝子ハ青色、通常ノ硝子ハ綠色、紅玉ハ赤色ヲ表ハスガ如シ。陰極線ハ又硫酸カルシ、む硫酸ストロンシ、む等ノ如キ燐光體ヲ刺激シテ燐光ヲ發セシムルノ性質ヲ有ス、故ニ是等ノ燐光體ノ練物ニテ蝶造花等ノ細工物ヲ管内ニ封入シテ陰極線ヲ當ツレバ頗ル美觀ヲ呈スルヲ見ルナリ。

■ 實驗ニ依ルニ、純粹ナル $MgSO_4$ ハ陰極線ヲ受ケテ微弱ナル赤色ヲ呈スルニ過ギザルモ之ニ微量ノ $MnSO_4$ ナ密ニ混和スレバ強キ赤光ヲ放ツニ至ルナリ。混和ノ方法ハ二種ノ鹽類ヲ粉末トシテ混ジタル後高溫度ニ熱スルカ、或ハ鹽類ノ水溶解ヲ蒸發セシメテ乾燥シ強ク熱スレバ可ナリ。下表ハ強キ燐光ヲ發スル混和物ニシテハ極メテ小ナル數ナリ。

燐 光 殘 光		燐 光 殘 光			
$CaSO_4$	弱キ赤黄	—	$ZnSO_4$	白	白
$CaSO_4 + xMnSO_4$	強キ綠	強キ綠	$ZnSO_4 + xMnSO_4$	強キ赤	強キ赤
$SrSO_4$	—	—	Na_2SO_4	弱キ青	弱
$SrSO_4 + xMnSO_4$	強キ赤	赤	$Na_2SO_4 + xMnSO_4$	強キ黄	強キ黄
$MgSO_4$	強キ赤	弱			
$MgSO_4 + xMnSO_4$	強キ赤	強キ赤			

III **機械的作用** 次圖ニ示ス如ク、管内ニ陰極ニ對シテ

斜メニ傾ケル二枚ノ翼ヲ附セル車ヲ尖端ニ支ヘタルモノヲ封入シテ上方ヨリ翼面ニ陰極線ヲ當ツレバ車ハ活潑ニ廻轉ス。之ニ依リテ、陰極線ハ衝突面ヲ押シ動カシ機械的

用ヲ有スルヲ知ルナリ。

III 熱作用 圖ニ示

ス如ク、管内ニ球形ノ陰極ヲ設ケ其中心ニ白金板ヲ横タヘテ放電スレバ白金板ノ中央部ニ紅熾セル斑點ヲ生ズ、是レ陰極線ガ球面狀ノ陰極ニ直角ニ射出シテ白金

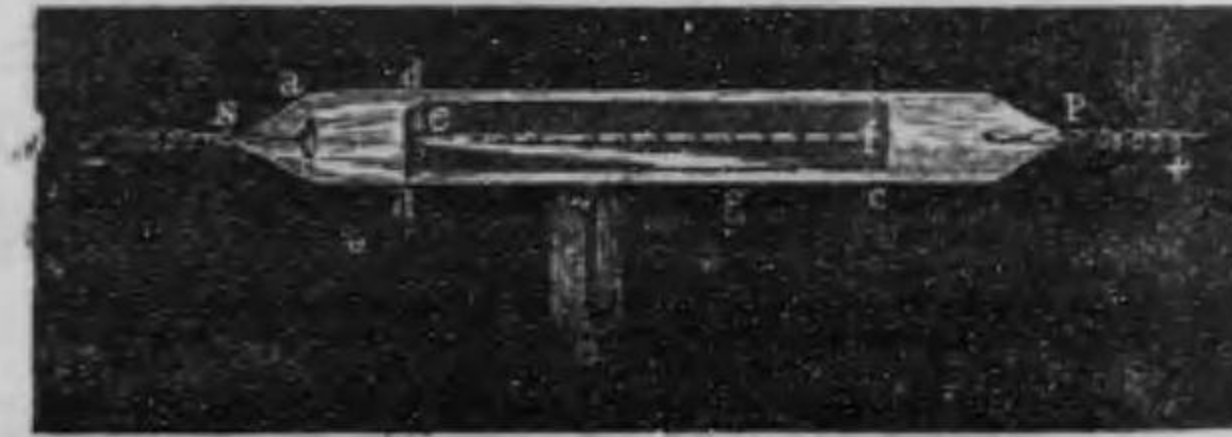


板ニ衝突スルニ因ルナリ。之ニ依リテ、陰極線ニ熱作用アルヲ知ル。

V 磁氣作用 陰極線ハ磁力ノ作用ニ依リテ曲ゲラル、

例ヘバ直進ヲ示ス實驗(I)ニ於テ管ニ磁石ヲ近ヅクレバ陰影ハ一方ニ動ク見

ルナリ。次圖ハ之ヲ實驗スル管ニシテ、陰極ノ前面ニ細隙eヲ

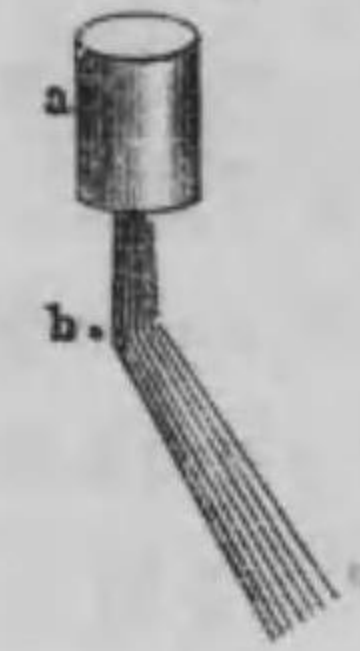


設ケタル雲母片ddヲ置キ細隙ヲ出ヅル陰極線ガ螢光板ニ當リテ其通路ヲ現ハス様ニナシタルモノナリ。磁石ヲ近ヅケテ磁石線ガ紙面ニ直角ニ紙面ノ前ヨリ後ニ向フ様ニスレバ陰極ハ下方ニ曲ゲラル、故ニふれみんぐノ左手ノ規則ニ依リテ陰極線ハ進ム方向ト反對ノ方向ノ電流ノ如ク

作用スルヲ知ルナリ。

VI 靜電氣作用 管内ニ圓筒狀ノ陰極aヲ設クレバ陰

極ヨリ出ヅル陰極線ハ直進ス、而シテ針金bヲ封入シテ之ヲ陰極ニ結ベバ陰極線ハ一方ニ排斥セラレ陽極ニ結ベバ吸引セラレテ反對ニ曲ゲラル、ヲ見ル可シ。



陰極線ノ本性 Nature of cathode rays.

放電管内ノ壓力ガがいする管ノ程度ニ在ルトキハ陽光ハ管内ノ氣體ノ種類ニ依リテ異ナルモ、眞實度ヲ高ノテくるべくす管ノ程度ニ達セシムレバ上記陰極線ニ關スル諸現象ハ初メ管内ニ充タセシ氣體ノ種類如何ニ拘ハラズ全ク同様ナリ。故ニくるべくす管内ノ氣體ハ其種類ヲ超越セル一種ノ共通ノ有様ニ在ル事明カナリ。くるべくすハ陰極線ノ現象ヲ説明スルガ爲メニ、管内ノ氣體ヲ十分稀薄ニスルトキハ氣體ノ原子ハ陽或ハ陰ノ電氣ヲ帶ベル數多ノ微粒子ニ分解スルモノニシテ陰極線ハ陰ノ粒子ガ陰極面ヨリ排斥セラレテ直進スルニ外ナラズトセリ。此説ニ從ヘバ陰極線ノ直進、機械的作用、熱作用等ハ必然ノ結果トシテ説明シ得ルナリ。斯ノ如ク陰極線ハ陰電氣ノ流レ即チ電流ナルガ故ニ磁力ノ爲メニ曲ゲラレ其方向ガ陽電氣ガ反對ノ方向ニ流ル、方向ト同様ナル事明カナリ、又靜電氣力ノ作用ヲ受クル事モ當然ナルヲ知ルナリ。

図 物質ノ三態ヲ通觀スルニ、固體ハ色・彈性・膨脹係數等其種類ニ特有ナルモノ、液態及ビ氣態ニ移ルニ隨ヒテ漸次ニ稀薄トナルト共ニ共通ノ性質ヲ有スルニ至ルナリ。例ヘバ、液體ハ凡テ形ノ彈性ヲ有セズ流動性ヲ帶ビ、更ニ氣體ハ凡テ流動性ヲ有スルト共ニ共通ノ膨脹係數ヲ有シ且ツ何レモ氣體ノ定律ニ從フカ如シ。くるっくすハ放電管内ニ於テ更ニ氣體ヲ十分稀薄ニスレバ各種ノ氣體ハ最早其特性ヲ失ヒタル共通ノ有様即チ所謂第四態 Fourth state of matter ニ在ルモノト考ヘタリ。

§ 3 電子 Electron

上記くるっくすノ説ハ餘リニ奇抜ナルガ爲メニ一時學者ノ排斥セシ所ナリシモ、其後研究ノ結果現時一般ニ採用セラレらち、むノ發見セララル、ニ及ンデ益々其基礎ヲ固クスルニ至レリ。くるっくす管内ニ於ケル陰電氣ヲ帶ブル微粒子ヲ現時ハ電子ト云フ。J.J. Thomson^{トムソン}ハ實測ノ結果陰極線ニ於ケル電子ノ荷電ハ溶液内ニ於ケル化學的ノ一價陽いおんノ荷量ニ等シクシテ其値ハ

$$e = 4.7 \times 10^{-10} \text{ C.G.S. 靜電單位}$$

又電子ノ質量ハ

$$m = 8.85 \times 10^{-28} \text{ 瓦}$$

ニシテ、此値ハ水素原子質量ノ約一千八百分ノ一ニ當ル事ヲ見出シタリ。

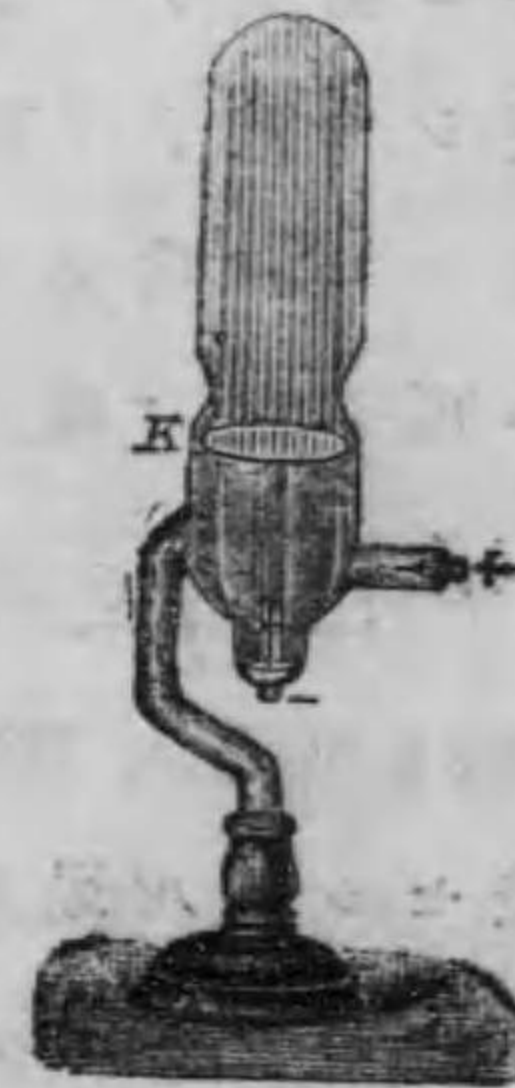
凡テ物質ノ原子ガ陽電荷及ビ電子ヨリ成ルト考フルヲ電子説 Electron theoryト云フ、後ニ述ブルらち、むニ關スル諸現象ニ依リテ此説ハ空想ヲ離レテ實驗上ノ根據ヲ得ル

ニ至レリ。^{フレックマン}長岡博士ハ1904年ニ原子ノ構造ハ陽電荷ヲ核トシ其周圍ニ數多ノ電子ガ廻轉シテ電子輪ヲ爲ス事恰モ太陽系ニ於テ數多ノ遊星ガ太陽ノ周圍ヲ運行スルガ如キモノナリト考ヘタリ。此原子構造ハ其後 Rutherford^{ルッフォード}ノ研究ニ依リテ最モ能ク事實ニ適合スル事ヲ確メラル、ニ至レリ。

原子内ニ於テ其構造ノ一部ヲ成ス電子ハ拘束電子トモ稱ス可キ有様ニ在ルナリ。之ニ反シテ、導體内ニ於テハ是等ノ拘束電子ノ外ニ所謂自由電子 Free electron アリテ電氣ノ傳導ニ與ル事ハ既ニ述ベタル所ナリ。

§ 4 陽極線 Positive ray.

放電管内ノ稀薄ナル氣體ハ全體トシテハ帶電セザルガ故ニ、放電ニ際シテ管内ニ陰極線ノ電子ヲ生ズルト共ニ陽電氣ヲ帶ブル粒子ガ反對ノ方向ニ直進ス可キ事ハ吾人ノ推定シ得ル所ナリ。實驗ノ結果適當ノ装置ニ依リテ陽粒子ノ流レ即チ所謂陽極線ノ存在スル事ヲ示シ得ルナリ。圖ハ Goldstein^{ゴールドスタイン}ノ按出セル放電管ニシテ、細隙ヲ有スル金屬板 Kヲ陰極トシ他方ノ側管ニ陽極ヲ設ケテ放電スレバ陰極線ハ陰極ヨリ陽極ノ方即チ下方ニ向ツテ射出スルト共ニ細隙ヲ通シテ上方ニ弱



キ紅色ヲ有スル線ノ射出スルヲ見ル可シ、之レ即チ陽極線ナリ。陽極線ハ磁力ニ依リテ陰極線ト反對ノ方向ニ曲ゲラル。實測ノ結果陽極線ハ中性ノ原子或ハ原子群ガ一個或ハ數個ノ電子ヲ失ヒタルモノ即チ陽いおんノ流レナル事ヲ知リ得ルニ至レリ。

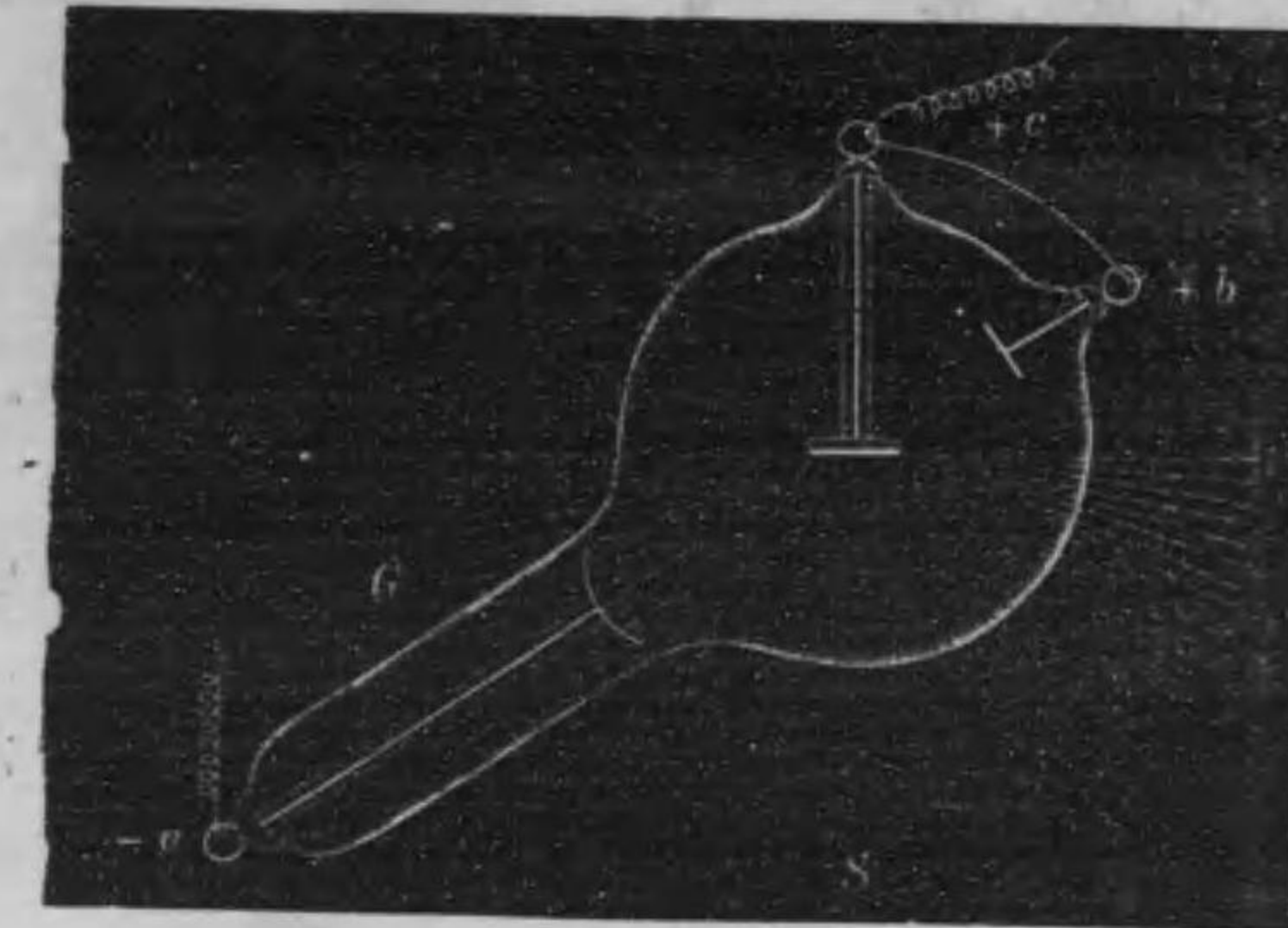
今陰極線ノ生ズル模様ヲ考ヘ其必然ノ結果トシテ陽極線ノ生ズル理由ヲ説明セントス。くるくす管ノ兩極ニ大ナル電位差ヲ與フルトキハ管内ノ稀薄ナル氣體内ニ在ル陽陰ノいおんハ反對ノ方向ニ突進シ中性原子ニ衝突シテ電子ヲ放出セシムルト共ニ原子ハ陽いおんトナルナリ、之ヲ衝突電離 Ionisation by collision ト云フ。斯ノ如クニシテ、衝突電離ニ依リテ生ズル陽いおんハ陰極面ニ向ツテ突進シ陰極ニ衝突スルト共ニ衝突點ニ電氣的刺激ヲ與ヘテ電子ヲ射出セシムルナリ。是等ノ電子ハ又管内ノ氣體原子ニ衝突シテ之ヲ電離セシメ、更ニ陽いおんハ陰極面ニ衝突シテ電子ヲ射出セシムルナリ。故ニ若シ陰極ニ細隙ヲ設クレバ陰極ニ突進セシ陽いおんハ細隙ヲ通過シテ前進ス可シ、之レ即チ陽極線ニ外ナラズ。

§ 5 レントゲン線 Röntgen rays.

1895年獨人 ^{レントゲン}Röntgen ハ陰極線ガ硝子壁ニ衝突シテ螢光ヲ發セシムル場所ヨリ更ニ眼ニ見エザル一種ノ放射線ヲ發スル事ヲ發見シタリ、之ヲX線或ハレントゲン線ト云フ。

現時レントゲン線ヲ得ルニハ通常次圖ニ示スガ如キ放電管Gヲ用フ、圖中 a-b ハあるみに、む製ノ陰極及ビ陽極ニシテ陰極ハ球面狀ヲ爲ス。陰極ノ球心ニ白金或ハたんぐ

すてん板ヲ設ケテ陰極線ノ衝突スル點トナス、之ヲあんちかそーど Antikathode ト云フ。管ニ放電ヲ通ズレバ、

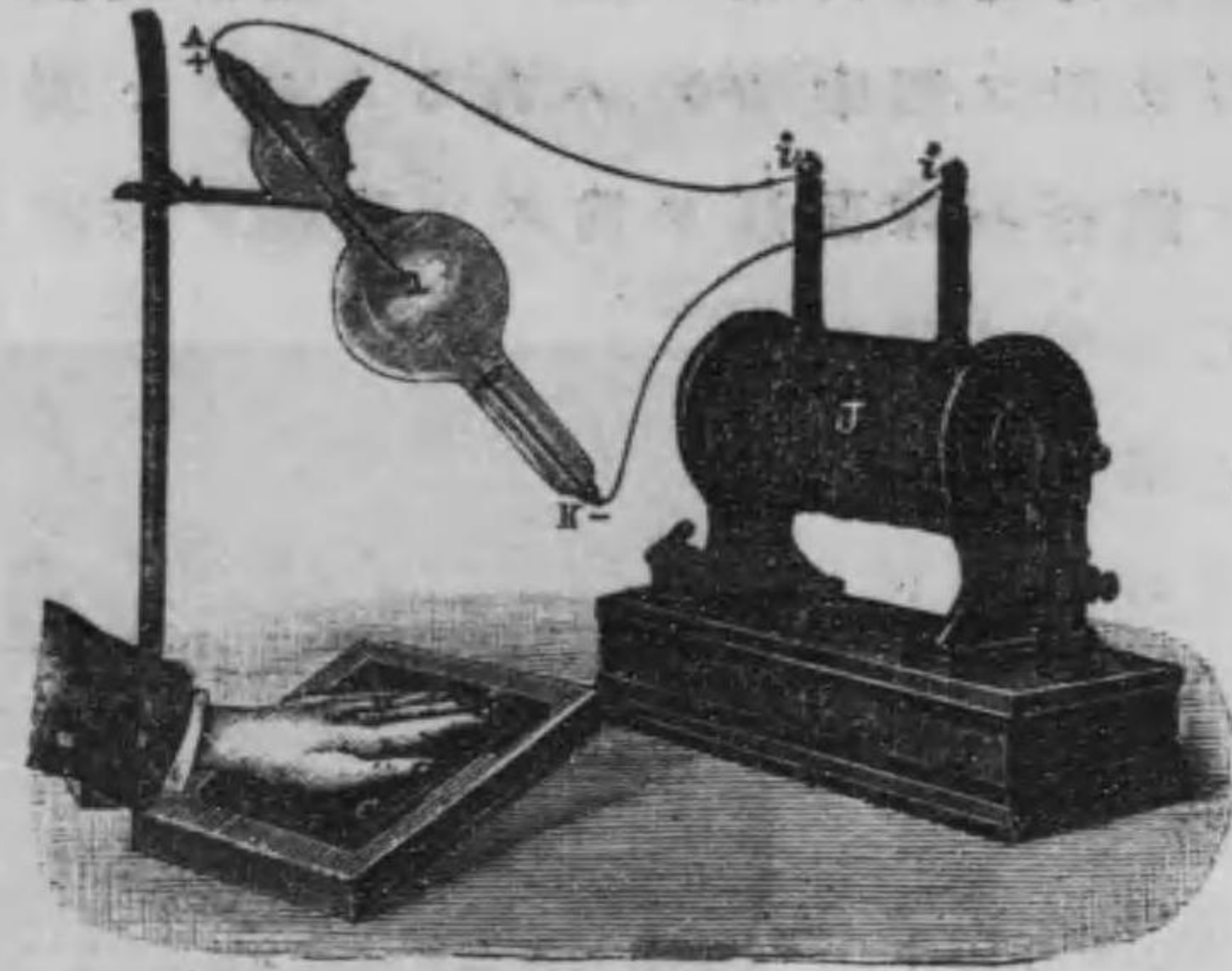


陰極面ヨリ直角ニ射出スル陰極線ノ電子ハあんちかそーどニ衝突シ衝突點ヲ源トシテ四方ニX線Sヲ發スルナリ。

X線ハ螢光作用ヲ有ス、レントゲンガ初メX線ヲ發見セシハ此作用ニ基ケリ。即チ青化白金ばり、むヲ塗レル螢光板ヲ管ノ前面ニ置クトキハ板ハ螢光ヲ發シテ輝キ以テX線ノ存在ヲ示ス。X線ノ特徴ハ通常ノ光線ニ對シテ不透明ナル物體ヲ徹透スルニ在リ、就中木片・紙・布・肉等ハ容易ニ之ヲ通過スレドモ比較的ニ密度ノ大ナル鉛・白金・硝子・骨等ヲ通過シ難シ。故ニ上記螢光板ノ前面ニ分銅箱或ハ手等ヲ翳シテX線ヲ當ツレバ、X線ハ木或ハ肉ノ部分ヲ貫通シテ螢光板ヲ照ラセドモ分銅或ハ骨ノ部分ニ遮斷セラレ。

ルガ故 = 此部ハ
暗黒トナリ結局
螢光板上 = 分銅
或ハ手ノ骨ノ陰
影ヲ生ズルナリ。

X線ハ又寫真
作用ヲ有スルガ
故 = 圖ノ如ク乾
板ヲ箱ニ收メ其



上ニ例ヘバ手ヲ載セテ X線ヲ當ツレバ手ノ骨ノ寫真ヲ得
ルナリ[附録寫真圖參照]

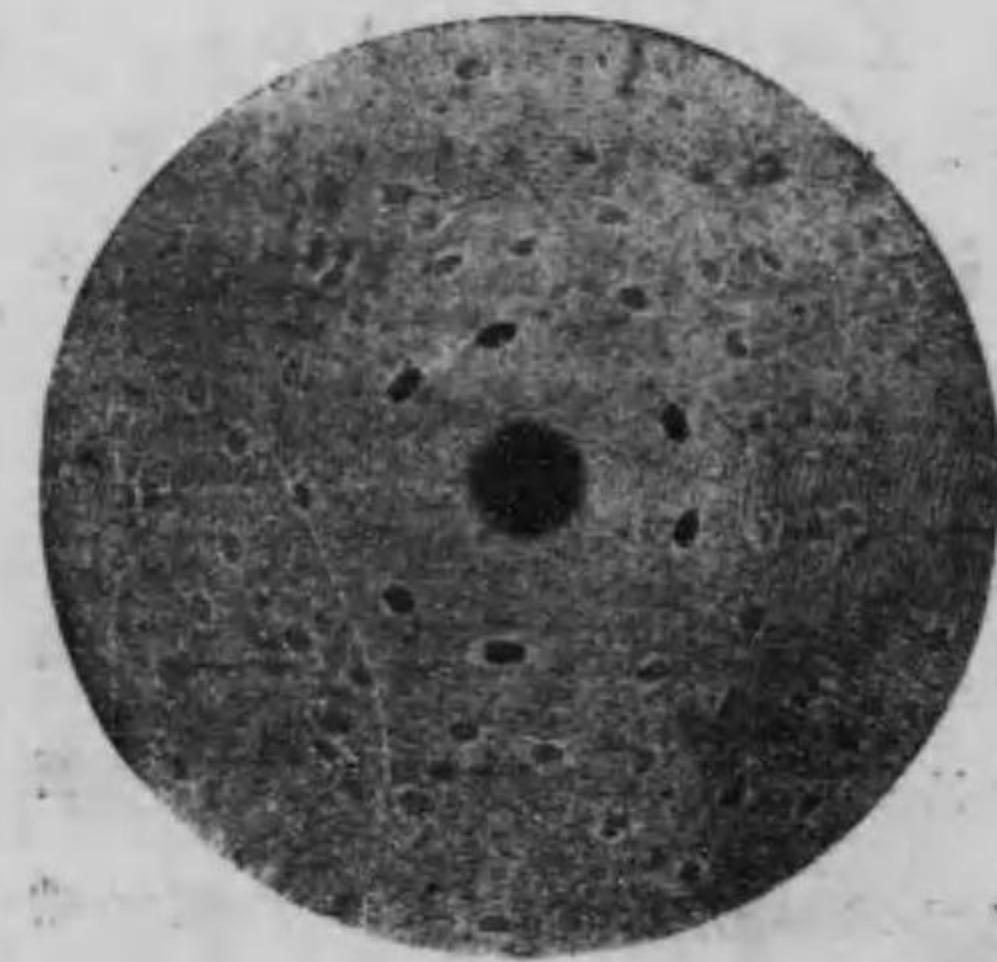
X線ハ電離作用 Ionising action ヲ有ス、即チ氣體ニ X線
ヲ通ズレバ氣體内ニ陰陽ノいおんヲ生ジ從ツテ氣體ハ對
流作用ニ依リテ帶電體ノ電氣ヲ放電スルニ至ルナリ。例
ヘバ、X線ヲ當テタル氣體ヲ帶電セル金箔驗電器ニ導ケバ
箔ハ漸次ニ閉ヅルヲ見ル可シ。

圖 金箔驗電器ヲ開カシメ、之ニ直接ニ X線ヲ當ツレバ箔ハ忽チ閉ヅ
ルヲ見ル可シ。此實驗ニ於テ驗電器ノ放電スルハ勿論幾分カハ周圍ノ
空氣ガ X線ニテ電離スルニ因ルモ、其主因ハ X線ノ間接ノ作用ナリ。元
來、X線ヲ金屬面ニ當ツレバ二次線 Secondary radiation ト稱スル一種ノ放
射線ヲ發ス、而シテ此放射線ハ X線ニ類似ノ放射線ト陰極線ノ如キ電子
ノ流レトヨリ成ル。即チ、金屬面ニ X線ヲ投射スレバ X線ト電子トガ投
射點ヨリ四方ニ發射スルナリ。而シテ此等ノ電子ハ空氣分子ニ衝突シ

テ強ク之ヲ電離セシムルノ特性ヲ有スルナリ。故ニ驗電器ノ放電スル
主ハトシテ 圖ノ空氣ガ二次線中ノ電子ノ電離作用ニ基クテ知ル。

X線ハ陰極線或ハ陽極線ノ如ク磁力及ビ靜電力ニテ曲
ゲラル、事ナク直進スルガ故ニ、X線ハ電子或ハいおんニ
非ザル事明カナリ。又 X線ハ通常ノ物體ニ當リテ反射或
ハ屈折セザルガ故ニ X線ハ陰極線ノ電子ガ急ニ其運動ヲ
止メラル、結果トシテ現ハル、波長ノ極メテ小ナル一種
ノ電磁脈動 Electromagnetic pulse ナリト考ヘラレタリ。
獨人 Laue^{ラウエ} ハ X線ガ波長ノ微小ナルニ一テる波ナラバ十
分ニ細キ細隙[或ハ廻折格子]ヲ用ユレバ X線ノ廻折ノ現象
ヲ見ル可シト推定シ、結晶體ヲ利用シテ此推定ノ誤ラザル

コトヲ示シ得タリ。即チ結
晶體ニ於テハ分子ガ規則正
シク配列シ且ツ其間隙微小
ナルガ故ニ之ニ X線束[厚キ
鉛板ニ穿テタル小孔ヲ通セル]
ヲ當テ通過線ヲ乾板ニ當テ
、寫真ヲ探レバ圖ノ如ク X
線ノ直進ニ依リテ生ズル中



心斑點ノ周圍ニ規則正シキ廻折斑點ヲ生ズル事ヲ見出シ
タリ。是等ノ斑點ハ結晶體內ニ整列セル分子ヲ波源トシ
テ四方ニ波及スル波ノ干涉ニ依リテ生ズルナリ。其後英

人 ^{ブラグ} Bragg ハ結晶面ヨリ反射スル X 線ニ就キテモ干涉ノ現象ヲ認メ得ベキ事ヲ示シ、^{モースレー} Moseley ハ此結果ヲ利用シテ X 線ノすべくとるヲ寫眞ニ採リ得ベキ事ヲ示シタリ。圖ニ示セルハ白金あんちかそーどヨリ有スル X 放射管ヨリ發スル X 線ヲ岩鹽ノ結晶面ニ當テ、得タルすべくとるニシテ、線 a·b·c 等ハ白金ニ特有ナル X 線ナルガ故ニ之ヲ示性 X 線 Characteristic X rays ト云フ。斯ノ如キ實驗ニ依リテ X 線ノ波長ヲ測定シ其値ハ約 10^{-8} 極ノ程度ニ在ル事ヲ知り得ルニ至レリ。

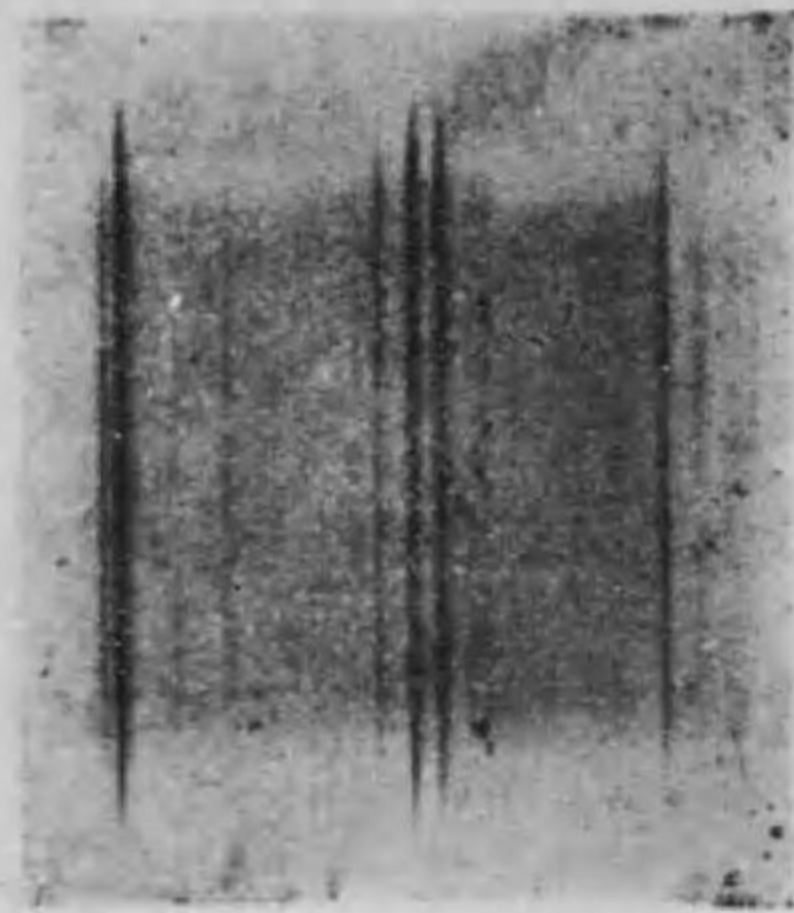


圖 X 線ハ陰極線ガあんちかそーどニ衝突スル場所ヨリ四方ニ發スル事ハ既ニ述ベタル所ナリ。然ルニ陰極線ガ金屬面ニ投射スルトキハ投射點ヨリ X 線ノ外ニ四方ニ電子ヲ散亂セシムルノ事實アリ、故ニあんちかそーどヨリハ X 線及ビ電子ガ四方ニ射出スルヲ知ルナリ。而シテ是等ノ電子ハ硝子ノ内壁ニ衝突シテ急ニ運動ヲ止ムルガ故ニ硝子ノ内壁モ亦 X 線ノ源トナル事明カナリ。圖ハ光ノ場合ニ於テ小孔ノ投ズル像ヲ寫眞ニ採ルト同様ノ方法ニ依リ X 線ニテ採リタル寫眞ナリ。即チ、厚サ 2 乃至 3 耗計リノ銅板

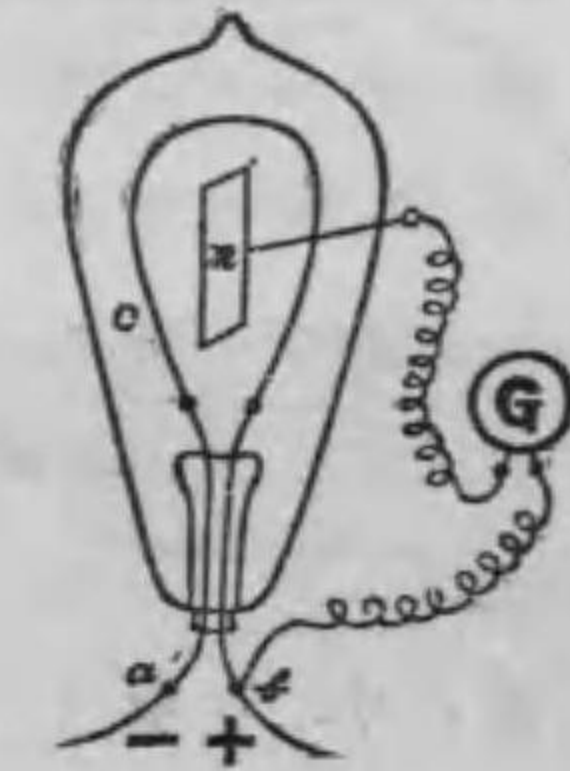


ニテ閉ゲタル箱ヲ作り其一面ニ小孔ヲ穿テ對面ニ厚サ 0.2 耗計リノあるみにちむ箱ニテ包ミタル乾板ヲ置キ小孔ヲ X 放射管ニ對置ス。管ヨリ發スル X 線ハ小孔ヲ通シテ箱ニ投射シ二次線ヲ發セシメ二次線ハ箱ヲ通シテ乾板ニ作用スルガ故ニ結局 X 線ニ依レル管ノ寫眞ヲ得ルナリ。上圖ヲ見レバ X 線ハ主トシテあんちかそーどヨリ發スルモ、一部ノ X 線ハ硝子ノ内壁及ビかそーどヨリモ發スルヲ知ル可シ。かそーどヨリ發スル X 線ハ恐ラク陽いおんノ衝突ニ起因スル波長ノ長キ X 線ナル可キカ。上圖ノ寫眞ハ ^{ウスペンスキー} Uspenski 氏ノ實驗ノ結果ヨリ取リタルモノナリ。

§ 6 ^{ローリツダ} Cowlidge 管

最近ク一りっちハ巧妙ナル着想ニ基ケル新 X 放射管ヲ按出シタリ、此管ヲ述ブルニ先ダチ熱いおん Thermoion ナルモノヲ説明セン。

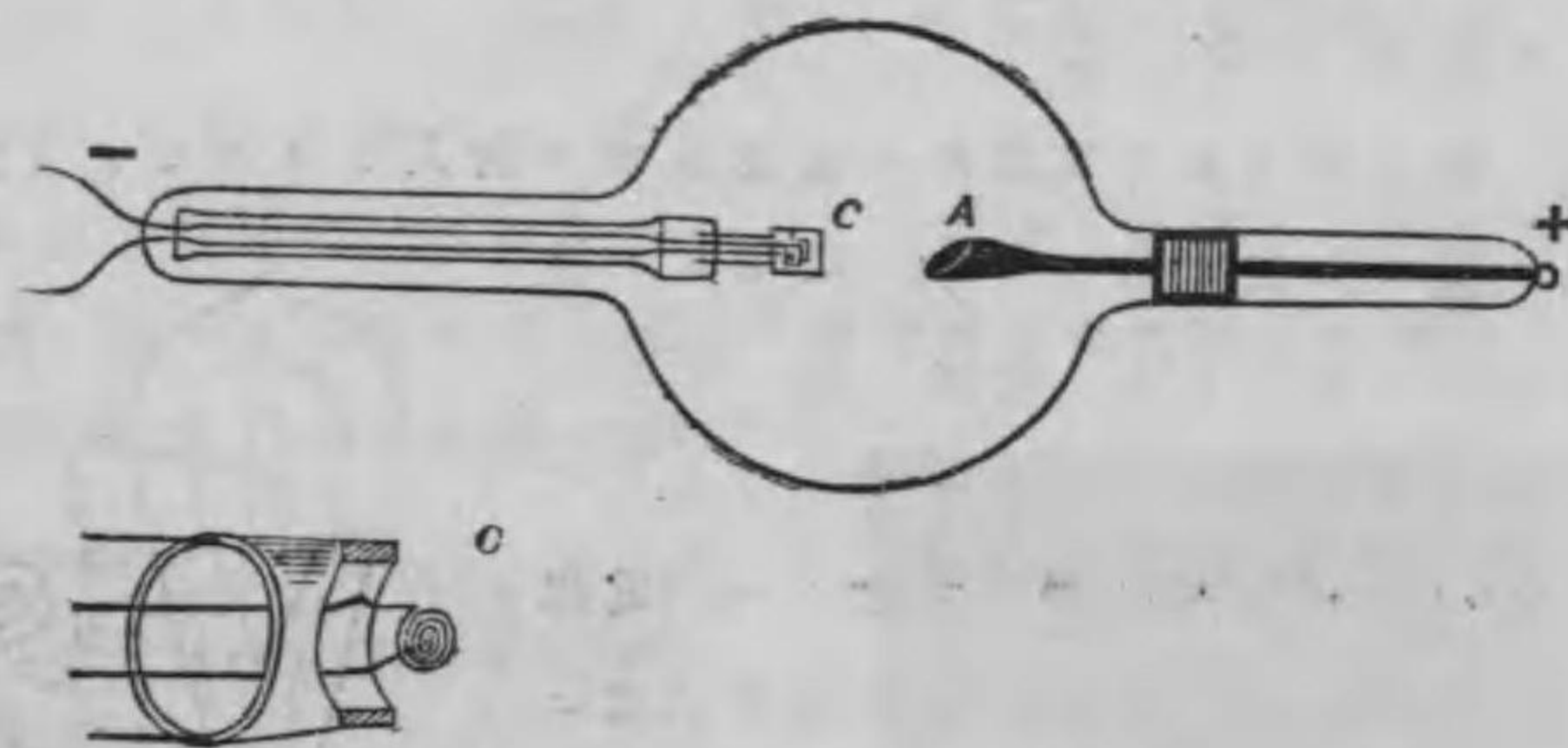
實驗 圖ニ示ス如ク電燈内ニ金屬板 m ヲ封入シタルモノヲ作り電燈ニ直流ヲ通シテ之ヲ點ス可シ。陰極 a ト板 m トナ電流計ニ結ブトキハ電流ハ流レザルモ、陽極 b ト m トナ電流計ニ結ベバ數みりあんべあ[みりあんべあハあんべあノ千分ノ一]ノ電流ノ流ルヲ見ル可シ。此現象ヲ發見者ノ名ニ因ミ Edison 効果ト云フ。



Fleming ハ研究ノ結果此現象ハ熱セラレタル電燈線條ヨリ陰電氣ヲ帶ブル微粒子ガ射出スルモノト考フレバ説明シ得ル事ヲ示シタリ。即チ板 m ト陽極 b トヲ結ブトキハ m ハ正ノ電位ヲ有スルガ故ニ陰ノ微粒子ハ c ヨリ m ニ流レ從フテ電流ハ電流計 G ヲ經テ metG ノ方向ニ流ルナリ。之ニ反シテ m ト a トヲ結ブトキハ m ハ負ノ電位ヲ有スルガ故ニ陰ノ粒子ハ板ニ向フテ流レ得ザルナリ。編

條ノcノ部分ヲ硝子管ニテ覆ヒ或ハ板mノcニ對スル面ニ雲母片ヲ貼ルトキ電流ノ著シク減少スルハ上記ノ所説ノ正確ナルヲ示ス證左ナリトス。

其後 ^{リチャードソン} Richardson ハ一般ニ灼熱セル固體面ハ電子ヲ脱出セシムルノ性質ヲ有スル事ヲ見出シ是等ノ電子ヲ熱いおん Thermo-ion ト命名シタリ[熱電子ノ語適當ナラン]。上記のちそん効果ハ即チ此熱いおんノ作用ニ基クヲ知ルナリ。クーリッヂハ此熱いおんヲ利用シテ輻透度ニ留メルX線ヲ發セシメ得ル事ヲ示シタリ。下圖ハクーリッヂ管ノ構造ヲ示ス、Cハたんぐすてん線ヲ螺旋形ニ卷キタル陰極ニ



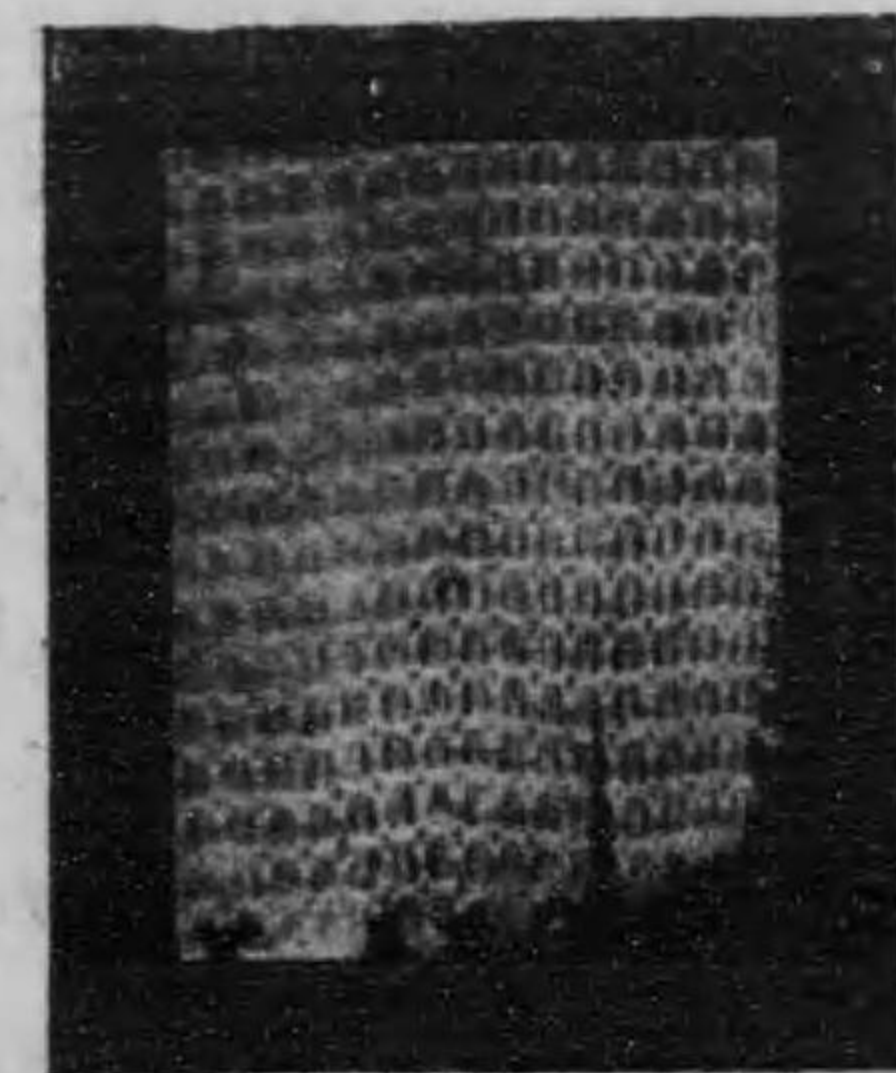
シテ、Aハたんぐすてんノ陽極即チあんちかそーどナリ。管内ハ出來ル丈ケ完全ニ空氣ヲ排除シ其儘兩極ヲ感應おいるニ結ブモ放電ハ起ラザルナリ。然ルニたんぐすてん線ノ兩端ヲ約10ぼると許リノ電池ニ結ビ抵抗ヲ加減シテ線ガ燒キ切レザル程度ノ電流ヲ通ズレバ電子ハ熾ニ線條ヨリ脱出シテ兩極ノ電位差ニ基ク高速度ヲ得テ前面ノ陽

極ニ衝突シX線ヲ發セシムルナリ。通常ノX放射管ニ於テハ管内ノ氣體ノ電離ニ依リテ生ズル陽いおんガ陰極面ニ衝突シテ電子ヲ發セシムルモ、クーリッヂ管ニ於テハ管内ノ電離ヲ利用セズ陰極トセルたんぐすてん線ノ熱作用ニ依リテ電子ヲ發セシムルガ故ニ管内ニ氣體ヲ殘留スルノ要ナキヲ知ル可シ。

§ 7 放射能 Radioactivity

X線發見ノ翌1896年ニ、佛人 ^{ベクレル} Becquerel ハX線ノ如キ放射線ヲ發スルハ或ハ螢光體ノ特徴ニ非ズヤトノ考ニ基キ寫真作用ニ依リテ實驗セシニ、うらにうむ及ビ其化合物ガX線ニ酷似セル放射線ヲ發スル事ヲ見出シタリ。此放射線ハX線ノ如ク寫真作用・螢光作用及ビ電離作用等ヲ有スルモノニシテ、之ヲベクレル線 Becquerel rays ト云フ。而シテ斯ノ如キ放射線ヲ發スル性質ヲ放射能ト云ヒ、放射能ヲ有スル物質ヲ放射物 Radio-active substance ト云フ。

うらにうむ以外ニ尙ホ放射物ノ存スルニ非ズヤトハ自然ニ想到スル所ニシテ、其後1898年ニ ^{シユミット} Schmist 及ビ ^{キュリー} Curie 婦人ハ殆ド同時ニ[前者ハ四月四日後者ハ四月十二日]とらうむモ亦放射能ヲ有



スル事ヲ見出シタリ。

實驗 瓦斯燈ノまんとりゝむヲ含ムガ故ニ之ヲ利用シテと
りゝむノ放射能ヲ實驗シ得ベシ。まんとりゝむヲ焼キ之ヲ切り開キテ黒紙
ニテ包メル乾板ノ上ニ載セ二週間許リ暗室内ニ放置セル後現像スレバ
圖ニ示ス如キ寫眞ヲ得ベシ。即チ此寫眞ハまんとりゝむヨリ發スルべく
れる線ニテ現ハレタル寫眞ナリ。

放射能ノ有無ヲ檢スルニ定量的ニシテ且ツ最モ鋭敏ナル
ハ電離作用ヲ利用セル所謂電氣的ノ方法ナリ。即チ例
ヘバ金箔驗電器ノ金屬部ニ放射物ヲ近ヅクレバ放射線ノ
電離作用ニ依リテ周圍ノ空氣中ニ陰陽ノいおんヲ生ズル
ガ故ニ其對流作用ニ依リテ驗電器ハ放電シ箔ハ閉ヅルヲ
見ル可シ、而シテ此際箔ノ閉ヅル遲速ニ依リテ放射能ノ大
小ヲ測ル事ヲ得ルナリ。きゝりー夫妻ハ此電氣的方法ニ
訴ヘテ種々ノ物質ヲ吟味シタル結果、瀝青うらん鑛 Pitch-
blende ト稱スル鑛物中ニうらにゝむと、りゝむ等ニ比シテ
遙ニ顯著ナル放射能ヲ有スル物質ノ存在スル事ヲ知リ之
ヲ分析シテ二ツノ新元素ヲ發見シ之ヲ Radium 及ビ Polo-
nium ト命名シタリ。次デ、Lebierne ハ此鑛物中ヨリ Ac-
tinium ト命名セル放射元素ヲ發見シタリ。

諸種ノ放射物中、らちゝむハ最モ大ナル放射能ヲ有シ其
強サハうらにゝむノ約二百萬倍ナリ。らちゝむ線中ノ一
部ハ特ニ輻透能ニ富ムガ故ニ五疋許リノ臭化らちゝむノ
上ニ數枚ノ銅貨ヲ積ムモ優ニ之ヲ輻透シテ其上ニ置キタ

ル螢光板ヲ照ラスヲ見ル可シ。

放射物ノ發スル放射線ハ大體ハX線ニ類似スルモ幾分
カ複雑ニシテ其一部ハ磁力ニ依リテ曲ゲラル、ナリ。研
究ノ結果、此放射線ヲ α, β, γ ノ三種ニ分離スル事ヲ得タリ。

α 線ハ磁力及ビ電氣力ニ依リテ陽極線ト同一ノ向キニ
曲ゲラル、ガ故ニ α 線ハ陽電氣ヲ有スル微粒子ナルヲ知
ル。實測ノ結果、 α 粒子ハ電子ノ荷電ノ二倍ノ陽電氣ヲ帶
ビタルヘリうむ原子ナル事ヲ知リ得タリ。 α 線ハ強キ電
離作用ヲ有シ、且ツ硫化亞鉛ノ如キ螢光體ヲ刺激シテ螢光
ヲ發セシムルノ性質ヲ有ス。 α 粒子ノ質量ハ割合ニ大ナル
ガ故ニ α 線ハ容易ニ物質ニ吸收セラレ、例ヘバ雲母ノ薄
片紙片ニテ之ヲ遮斷シ又數層ノ空氣層ヲ通過シ得ルニ過
ギズ。

燐鏡 Spinthariscopes くるっくすハらちゝむノ螢光作用ヲ示ス爲メ
ニ燐鏡ト稱スル器ヲ按出シタリ。其構造ハ
圖ニ示ス如ク硫化亞鉛ヲ塗レル螢光板 B ノ上
方數粒ノ所ニ極メテ少量ノ臭化らちゝむヲ塗レ
ル尖端 A ナリ上部ニ蠟眼鏡 C ナリ設ケタルモノ
ナリ。暗室内ニ於テ蠟眼鏡ヲ通シテ螢光板ヲ見
レバ恰モ火花線光ノ如ク個々ノ α 粒子ガ板面ニ
投射シテ螢光ヲ發セシムルノ狀ヲ見ル事ヲ得ル
ナリ。又燐鏡ノ内部ヲ抜キ去リテ帶電セル金箔驗電器ニ結ベ
ル針ニテ之ヲ暗室内ニ挿入スレバ箔ハ漸次ニ閉ヤテらちゝむ線ノ影

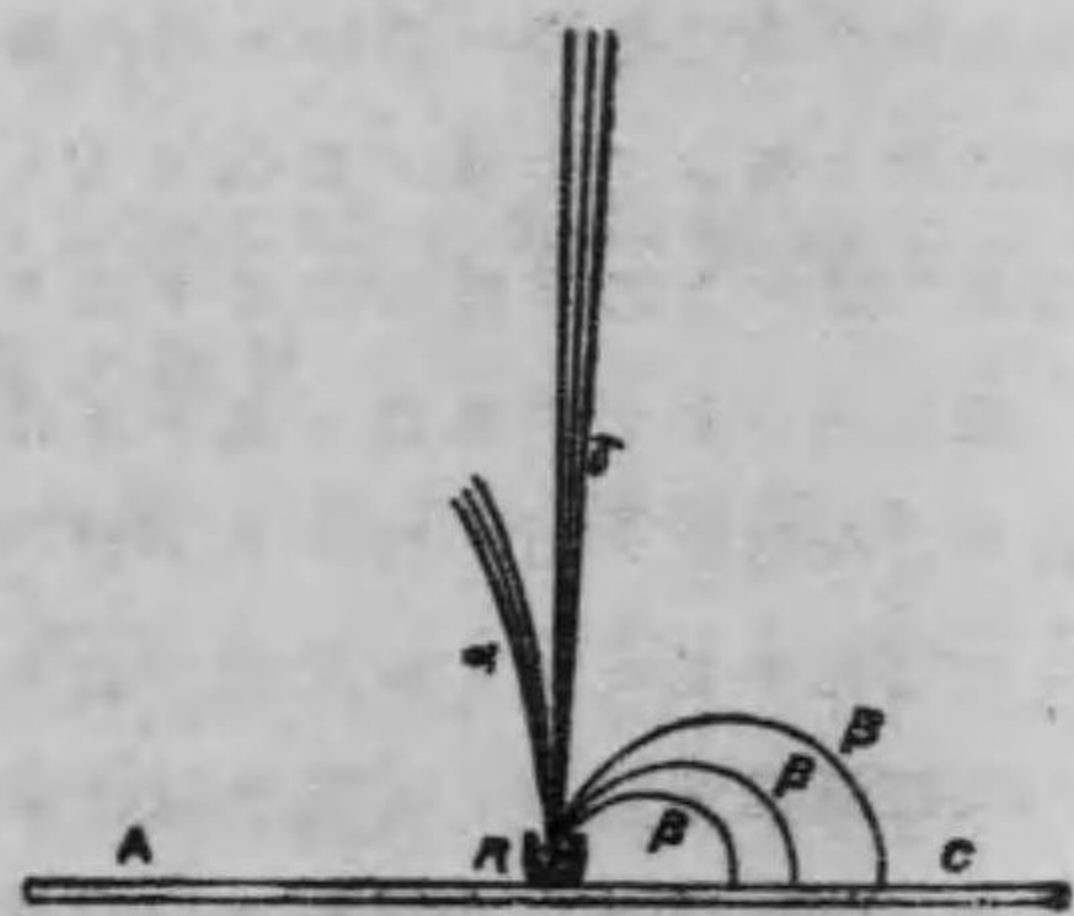


離作用ヲ實驗シ得ベシ。

次ニ、β線ハ磁力及ビ電氣力ニ依リテ陰極線ト同一ノ方向ニ曲ラル、ガ故ニ陰電氣ヲ帶ブル微粒子ナルヲ知ル。實測ノ結果ニ依ルニ、β粒子ハ電子其物ニシテ從ツテβ線ハ陰極線ト同様ナリ。β線ハ物質ニ吸收セラル、ノ度小ナリ、例ヘバ雲母ノ薄片又ハ金箔ノ如キハ自由ニβ線ヲ通過スルナリ。又β線ハ強キ寫眞作用及ビ螢光作用ヲ有ス。

最後ニ、γ線ハX線ト同様ノ性質ヲ有スル放射線ニシテ、唯異ナルハ其徹透度X線ニ比シテ遙ニ大ニシテ其波長ハ約 10^{-3} 種ナルノ差アルノミ。X放射管内ニ於テハ電子ガ急ニ其運動ヲ止メラル、ガ爲ニX線ヲ發スルナリ。之ト同様ニ放射物ノ原子内ヨリ高速度ノ電子ガ脫出スルトキモ其周圍ニ電流的波動ヲ伴フ可キ理ニシテ、γ線ハ即チ此波動ニ外ナラザルナリ。

圖ニ示ス如ク鉛ノ受器ニ收メタル臭化ラヂウヨリ發スル放射線ニ垂直ニ紙面ノ前方ヨリ後方ニ向フ方向ニ磁場ヲ作用セシムレバα、β、γノ三線ヲ分離スル事ヲ得ルナリ。即チγ線ハ直進スルモ、α線ハ僅カニ左方ニ

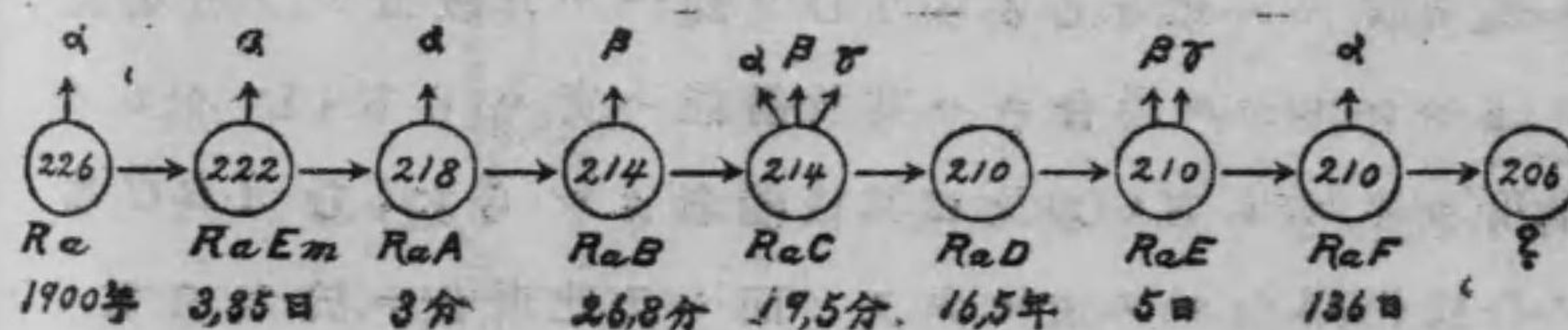


左手ノ規則]曲ガリ、β線ハ右方ニ曲ガルナリ。

物質ノ放射能ハ全ク温度ノ影響ヲ受クル事ナク且ツ其物質ガ化合物ノ有様ニ在ルト否トニ關セザルナリ。從ツテ放射能ハ原子ニ特有ナル性質ニシテ放射線ノねねるぎ一ハ原子内ニ存在スルヲ知ルナリ。

§ 8 放射物質ノ變脱 Disintegration of radio-active substances.

臭化ラヂウノ少量ヲ水ニ溶解シ更ニ之ヲ熱シテ水分ヲ蒸發シ元ノ固體臭化ラヂウヲ得ルニ、此臭化ラヂウハ放射能微弱トナリテ單ニα線ノミヲ射出スルヲ見ルナリ。然レドモ臭化ラヂウハ漸次ニ放射能ヲ増加シ約一ヶ月ノ後ニハ再ビ元ノ強サニ復スルニ至ル。此事實ハ一見放射能ガ原子ノ特性ナル事實ニ矛盾スルガ如シト雖モ實ハ然ラズ。研究ノ結果ニ依ルニ、臭化ラヂウヲ水ニ溶解スル時ハ「ねまねーしよん Emanation」ト稱スル一種ノ放射物ガ空氣中ニ放出セラル、ナリ。ねまねーしよんハあるごんノ如ク他ノ元素ト化合セザル一種ノ氣體ニシテ -150°C .ニ於テ凝結ス。ねまねーしよんハ更ニα粒子ヲ放射スルト共ニ約四日ニシテ放射能ヲ半減シ Radium Aナル固體態ノ放射物ニ變ズ、以下下記ノ系統ヲ經テ逐次ニ變脱スルナリ。



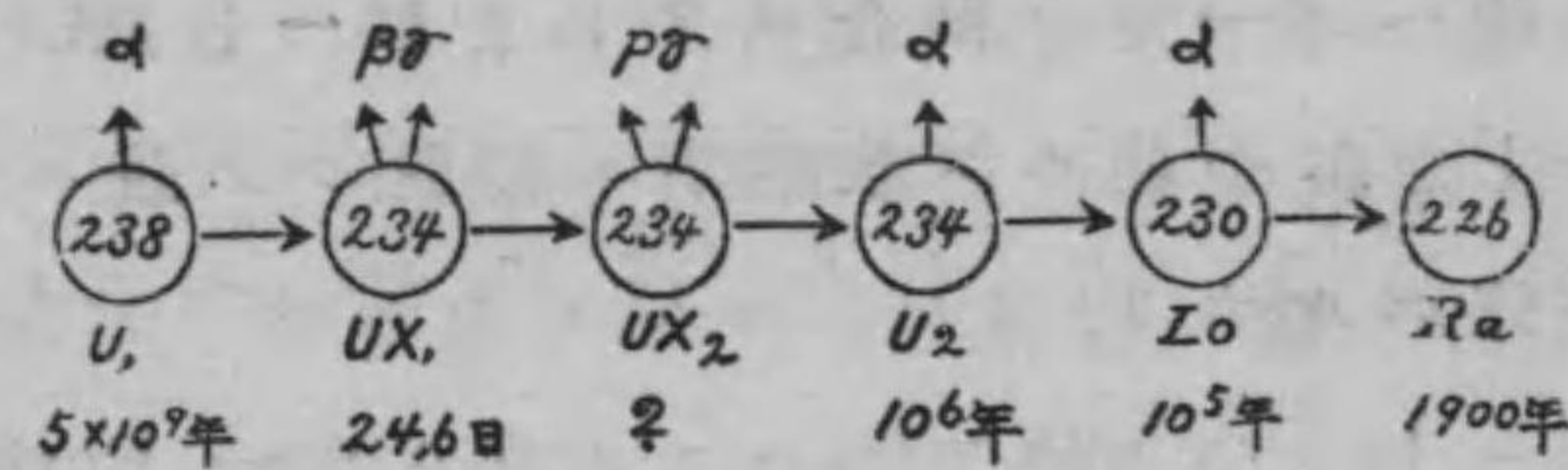
上圖 = 於テ、圖内ノ數字ハ原子量ヲ示シ下列 = 記セル時間ハ放射能ノ強サノ半減スル時間即チ所謂半減期 Half-value period ヲ示ス。放射能ノ強サハ放射物ノ量 = 正比例スルガ故 = 上記ノ半減期ハ即チ放射物ノ原子ノ數ノ半減スル時間ナリト解シテ可ナリ。故 = 茲 = 一定ノ臭化ラヂウアリトセバ其内 = ハ誕生ヲ異 = セル無數ノラヂウ原子アリテ個々ノ原子ハ夫々自己ノ原子 = 特有ナル時刻 = 於テ α 粒子ヲ射出シテねまねーしゅん = 變ズルナリ、而シテラヂウ全體トシテハ1900年 = テ原子ノ總數ガ半減スル割合 = テ變脱シツ、アルナリ。ラヂウノ後繼者ナルねまねーしゅんハ約四日ノ半減期ヲ有シ更 = 其後繼者タルラヂウ A·B·C 等ハ約3乃至分30分ナル小時間ノ半減期ヲ有スルモノ = シテ、新タ = ラヂウヨリ分離シタルねまねーしゅんハ約一ヶ月 = シテ放射能ヲ有セザルラヂウ D = 變ズルナリ。ラヂウ D ハ更 = 徐々 = 再ビ放射能ヲ有スルラヂウ E 及ビ F = 變ズ、ラヂウ F ハきょりーノ發見セシほろに、むト同一物ナリ。故 = 今ねまねーしゅんヲ抜キ取リタル臭化ラヂウヲ約一ヶ月放置シテ放射能ヲ復セシメタル場合 = ハ其放射能ハ實ハラヂウノミノ作用 = 非ズ、ラヂウ及ビ其後繼者タルラヂウ A·B·C 等ノ合成作用ナルヲ知ルナリ、而シテ此場合 = 於テラヂウ

む自身ハ絶ヘズ一定ノ割合 = テねまねーしゅん = 變ジ又ねまねーしゅんハ絶ヘズ後繼者 = 變脱シテ茲 = 一定ノ平衡状態 = 達スルナリ。

ねまねーしゅんノ量ヲ表ハス = きょりー Curie ナル單位ヲ用フ、1 きょりーハ1 瓦ノラヂウビト手術ヲ保ツねまねーしゅんノ量ナリ。

前 = 述べタルガ如ク、 α 粒子ハ帶電セルヘリ、む原子ナルガ故 = ラヂウノ變脱ト共 = ヘリ、むヲ生ズ可キ理 = シテすべくとる分析ヲ利用シテ實驗上之ヲ證明スル事ヲ得タリ。又ヘリ、むノ原子量ハ4ナルガ故 = 前圖 = 示ス如クねまねーしゅんノ原子量ハラヂウノ原子量 226 ヨリ4ヲ減ジタル 222 = シテ、順次一個ノ粒子ヲ放出スル毎 = 原子量ノ値ハ4ヲ減ジテ遂 = 最後ノ成生物ノ原子量 206 = 達スルナリ。此値ハ丁度鉛ノ原子量ト一致スルガ故 = 、最後ノ成生物ハ或ハ鉛ナル可シト考ヘラル。瀝青うらん鑛 = ラヂウト鉛トノ共通スルノ事實ハ此推定 = 根據ヲ與フルガ如シ。

うらに、むハ極メテ緩慢 = 變脱スル物質 = シテ、下圖 = 示ス如ク四種ノ後繼者ヲ經テ遂 = ラヂウ = 變ズルモノ = シテ、ラヂウトうらに、むトガ鑛物中 = 一定ノ割合 = テ共有スルノ事實ハ偶然 = 非ザルヲ知ルナリ。



其他ノ放射物とり、む及ビあくちに、むモ略々同様ノ
變脱ヲ爲ス。

(終)

28
45 | 810
45
360
1360

諸官立學校入學試験問題

大正二年度

山口高等商業學校

- (1). 蓄電池とは如何なるものか。
- (2). 液體の比重を定むる方法を説明せよ。

盛岡高等農林學校

- (1). 物體を斜面に沿うて引上ぐる際には是を垂直に引上ぐるときよりも小なる力にて可なりと云ふ其理由如何。但し斜面と物體との間には摩擦なきものと假想して解説せよ。
- (2). 光の全反射に就きて説述すべし。
- (3). 電磁石とは如何なるものか又其磁石の北極は如何なる事情によりて定まるものなりや。

東京高等師範學校

- (1). 落體の法則を述べよ。
- (2). 長さ20cmの試験管を倒にして水底に沈めしに水は管口より二種の所まで進入したりと云ふ水の深さ幾何な

るか但し此際氣壓は760 托にして水銀の比重は13.6 なりとす。

図 管の切口、x 深さを求むる深さとすればボイルの定率により、 $20 \times 76 \times 13.6 = 18s(76 \times 13.6 + r) \therefore r = 114.84 \text{ 托} = 1.148 \text{ 米}$

- (3). 夏日日光に晒したる金属片と木片とに手を觸るゝに金属片は木片よりも熱く感ずるは何故なるか。
- (4). 日光により電柱は黒き影を地上に投ずるも電線は然らず此理由を問ふ。

図 光源が大ききを有する場合につき本影及び半影の作圖を爲せば明かなり。

- (5). 一の物體が電氣の導體なるか又は不良導體なるかを知らる實驗法を述べよ。

例へば金箔驗電器に帯電して箔を開かしめ次に可檢物を金属球に觸るるに導體なれば箔は直ちに閉ぢ不導體なれば閉ぢず。

名古屋高等工業學校

- (1). 水銀面上に浮べる鐵塊あり之を没するまで上部に水を注げり鐵塊の水銀中に没する部分 B と水中にある部分 A との容積の比を求む。

但し鐵の比重 = 7.8 水銀の比重 = 13.6

水及び水銀に沈める部分の容積は夫々 A, B なるが故に $B \times 13.6 + A = (A + B) \times 7.8$ 。此式より $\frac{B}{A}$ を求むれば $\frac{B}{A} = \frac{1}{2}$

- (2). 大氣中に於ける水の沸騰點の高低によりて如何

なる影響を受くるかを述べ之を説明せよ。

- (3). 一の發光體より垂直に照さるる面の照度は發光體と面との距離の二乗に反比例すと云ふ理論如何に之を説明するか。
- (4). 電池の分極作用とは如何なることを云ふか實用電池二種を挙げ各電池に於ける分極作用を防止する工夫を記せよ。

米澤高等工業學校

- (1). 器械を用ふるときは力を利することを得るも仕事を利すること能はず一例をあげて之を説明せよ。
- (2). 熱の仕事當量とは何か。
- (3). 光と全反射は如何なる場合に起るか且つ臨界角と屈折率との關係を求めよ。
- (4). 或白熱燈を燈すに其炭素線の兩端の電位異110ボルト電流0.5アンペアを要すと云ふ、此炭素線の抵抗を求めよ。

$$\text{抵抗} = \frac{110}{0.5} = 220 \text{ オーム}$$
- (5). 吸上げポンプの構造を圖解せよ。

海軍經理學校

- (1). 攝氏四度の水一立方體の重量は一瓦ありとす然るときは攝氏90度に於ける水340立方體の重量を問ふ。
 大正二年度同學校問題の解を見よ。
- (2). 重量四封度の瓶あり之に水を満つれば其重量十六封度なり今之に一封度二十錢の硫酸を満たさんとす幾何

鏡を要するか。但し硫酸の比重は1.94とす。

解 瓶を水にて満たせば重さ16-4=12封度なり、之と同體積の硫酸の重さは12×1.94=22封度にして其價は22×20=44圓41錢6厘なり。

- (3). 噪音樂音單純音とは何ぞや。
 (4). 反射の定律を説明せよ。
 (5). レントゲン氏X放射線とは何ぞや。

商 船 學 校

- (1). 溫度なる語の定義を與へよ。
 (2). レンズの色收差なる現象を説明せよ。
 (3). 真空中にて重量124瓦の物體あり、之を水中に沈めて其重量を測りしに108瓦あり更に之を他の液體中に沈めて其重量を測りしに93瓦ありたり。然らば其液體の比重如何。

圖 求むる比重は $\frac{124-98}{124-108} = 1.63$ 。

- (4). 抵抗5オームの針金を250瓦の水中に沈め此針金に30分時間1.4アンペアの電流を通じたり、然らば是が爲に水の溫度に幾何上昇せしか。但し1オームの抵抗を有する針金に1アンペアの電流を1秒時間通すれば0.24カロリーの熱量を生ずるものとす。
 圖 發生する熱量 $= 0.24 A^2 R t = 0.24 \times 5 \times (1.4)^2 \times 3 \times 60$ 瓦カロリ
 一、此熱量を250瓦にて除ずれば溫度の上昇として14.11を得。

- (5). 三力あり各力は夫々或三角形をなせる板の各周邊に沿

ひて働けり、然らば是等三力の爲に此三角板は釣合にありや否や其理由をも記せ。

圖 解若し三力の大きさが邊の長さに等しければ三力の合力は零なるも能率は零とならず。例へばABCを三角形とすれば力AB, ACはA點に對して能率を有せざるも力BCは能率を有するが如し。

東北帝國大學工業專門部

- (1). 比重0.8の液體28.8瓦と比重1.3の液體50.7瓦とを混合するとき混合物の比重幾何。

圖 求むる比重 $= \frac{28.8 + 50.7}{\frac{28.8}{0.8} + \frac{50.7}{1.3}} = 1.06$

- (2). 氣體の體積と壓力及び溫度との關係を問ふ。
 (3). 偏光に就て知れる所を記せ。
 (4). 平行なる二本の針金に同方向又は反對の方向の電流を通ずるときは互に吸引又は排斥す、其理由を説明せよ。

大阪高等工業學校

- (1). 地表上400呎の所を毎時30哩の速度にて水平に航空する飛行機あり、此機上より石を自由に落下せしむる時、其石が地上に達する迄に飛行機の航空する距離幾何なるか。

但し1哩は5280呎、重力加速度は32呎毎秒毎秒。

圖 石の降下の時間が飛行機の水平運動に無關係なるが故に $400 = \frac{1}{2} 32 t^2 \therefore t = 5$ 秒 \therefore 求むる飛行機の水平距離

30(時) × 5秒 = 44(分) 5秒 = 2200分

(2) 質量 530 瓦 温度 攝氏 0 度の氷塊あり此を悉く 攝氏 100 度の蒸氣となすには少くとも幾何の熱量を要するぬ。

但し 100 度の水を 10 度の蒸氣となすに要する蒸發熱は 540 カロリーなりとす。

圖 攝氏 0 度の 1 瓦の水を 0 度の氷にするに要する熱量は 80 カロリーなるが故に氷全體を 0 度の氷にするには $530 \times 80 = 42400$ カロリーの熱量を要す故に求むる所の熱量を x とすれば $x = 42400 + 530 \times 100 + 530 \times 540 = 381600$ 瓦カロリー。

(3) (a) 光の偏りとは如何なる現象なるか。
(b) 光の全反射を説明せよ。

(4) 直径 0.05 吋、長さ 1000 呎の銅線の電氣抵抗は 攝氏 0 度に於て 4 オームあり。然らば直径 0.20 吋、長さ 5000 呎の銅線の 攝氏 50 度に於ける抵抗幾オームなるか。

但し銅線の電氣抵抗は温度が攝氏 1 度上昇する毎に攝氏 0 度に於ける抵抗の $\frac{4}{1000}$ ずつ増加するものとす。

圖 抵抗は切口に逆比例し長さに正比例するが故に抵抗を求むる線の零度の抵抗は $(\frac{0.05}{0.20})^2 \times \frac{5000}{1000} \times 4 = 1.25$ オーム。

次に 50 度 C に於ける抵抗は $1.25(1 + \frac{4}{1000} \times 50) = 1.5$ オーム。

専門學校

(1) 鐵艦が能く海面上に浮び得るは何故か。

(2) 氣温低きも晴天の日は濕布が乾き易く、氣温高きも曇天なれば乾き難き理如何。

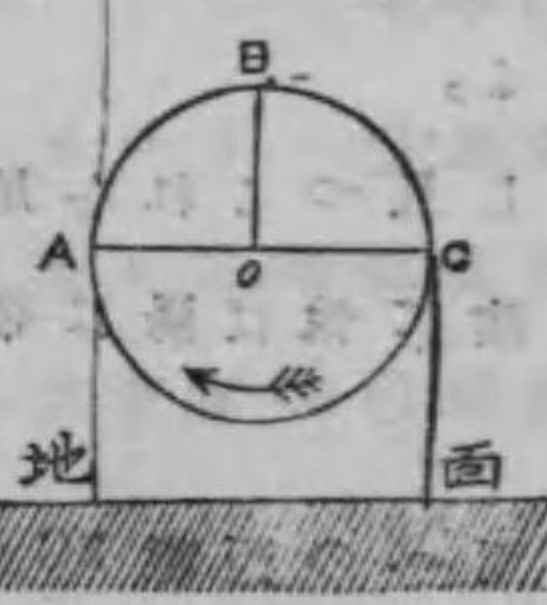
(3) 音波及び光波は波長の長短によりて吾凡に如何なる感覺を生ぜしむるか。

(4) 東京電燈會社の従量點火料は一キロワットに付毎時十八錢なり、十六燭光の電燈二個十燭光の電燈三個を毎夜五時間づつ點火するとき 30 日間の點燈料幾何なるか但し電壓百ボルトにして電流は一燭光に付 0.03 アンペアとして計算せよ。

圖 使用燭光は $2 \times 16 + 3 \times 10 = 62$ 燭光なり。故にワット数は $100 \times 0.03 \times 62 = 186$ 。従つて 30 日間には $30 \times 5 \times 186 = 27900$ キロワット時の電力を使用し其料金は 27900×18 錢即ち 5 圓 2 錢 2 厘なり。

東京高等工業學校

(1) 糸の一端に石を附し他端 O を持て之を鉛直平面内に廻



し石が次の各位置に來りしとき糸を放てば以後地面に達するまで石の徑路及び速さの變化如何。

- (a) 糸が水平になりて石が C に來りしとき。
- (b) 糸が鉛直になりて石が頂上 B に來りしとき。
- (c) 糸が水平になりて石が A に來りしとき。

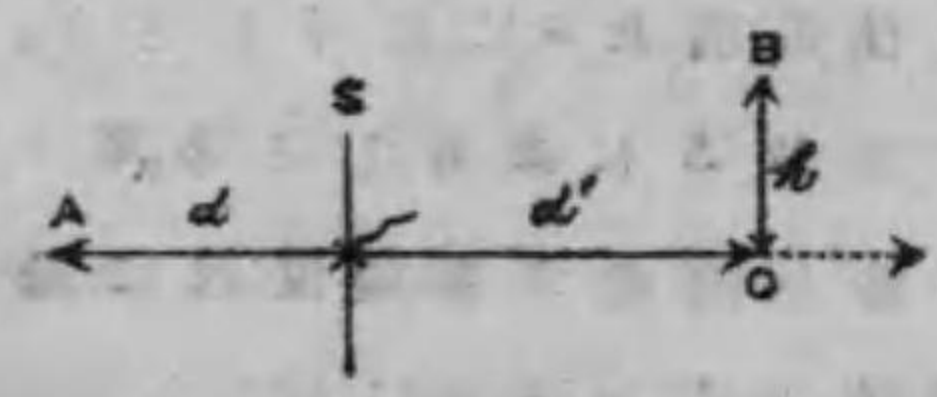
圖 (a) 此場合には C 點を通過する鉛直線に沿うて降下し其運動は初速度 v にて直下に抛下したる運動

なるが故に、 h 丈け A より降下せる時の速度は $\sqrt{v^2+2gh}$ なり

(b) 石は B 点より水平に投げたると同様なが故に拋物線を畫きて運動す、運動中任意の一點に於ける速度は B 點に於ける初速度を A とし其點の B 點の水平線よりの鉛直の距離を h とすれば $\sqrt{v^2+2gh}$ なり。

(c) 此場合には石は A 點を通過する鉛直線に沿うて直上に上る初速度を v 、 A より上りし高さを h とすれば其點の速度は $\sqrt{v^2-2gh}$ して與へらる石の速度は終に零となり石は再び降下して地面に達す、此場合に於て最高點より地に至る距離を h とすれば速度は $\sqrt{2gh}$ なり。

- (2) 甲乙二個の器に同温度の水を満し甲を表面より乙を底面より氷にて冷却せり、甲の底部及び乙の上部に挿入せる寒暖計の示度の變化を比較せよ。
- (3) 電氣盆にて電氣を起す方法を記し且つこれを用ひて二つの絶縁されたる導線を一つは陰に他は陽に帯電せしむる手續を記述すべし。
- (4) 二の光源 A, B あり A を通る水平面への距離 EC を h とす



今 AC に垂直に立てたる障子 S を兩光源の光にて照すに A, C より S までの距離それぞれ d, d' なるとき S の

兩面の照度相等しと云ふ A の光度を單位とし B の光度を求めよ。

解 L, L' を夫々 B, A の光度とすれば S の照度等しきが故に

$$\frac{L}{d'^2} \times \frac{d'}{\sqrt{d'^2+h^2}} = \frac{L'}{d^2}, \therefore L = L' \frac{d'}{d^2} \sqrt{d'^2+h^2}$$

廣島高等師範學校

- (1) 次の語の意義を問ふ。
一ダイソ、一馬力、一カロリー、一アンペア。
- (2) 音波、光波、電波を比較して論ぜよ。

女子高等師範學校

- (1) 平面鏡に物體を映せば鏡の後に物體と等しき距離に其像を生ずることを證明すべし。
- (2) 力の大小を比較するには如何にてすべきか。

東京帝國大學農科大學實科

- (1) サイフォンノ原理を問ふ。
- (2) 潜熱とは如何實例を擧げて之を説明せよ。
- (3) ライテン機ノ構造、用途及び原理を問ふ。

陸軍士官候補生

- (1) (イ) 熱の仕事當量なる語を説明せよ。
(ロ) 重量百瓦比熱 0.1 なる物體を鉛直に 15 米落下せしめ其際得たる運動のエネルギーの全部を以て此物體を熱したりとせば其温度幾度上昇すべきか。

但し重力の加速度を9.8米秒秒とす。(計算の理由を記せ)

15米落下せるときの速度をVとすれば $V = \sqrt{2 \times 9.8 \times 15}$

(米秒)

故に求むる所の物體の温度の上昇をxとすれば

$4.2 \times 10^7 \times 10 \times 0.1x = \frac{1}{2} \times 100 \times 2 \times 9.8 \times 15 \times 100 \times 100$
 $x = 0.35$

- (2). 零度に於て正當なる目盛を施したる鋼鐵製の尺度を用ひ40度の時にアルミニウム棒の長さを測りしに其棒の長さは其時の尺度の目盛 30.0306 米と相等しきを見たり其棒の零度に於ける長さは幾何なるか。

但し鋼鐵の線膨脹係数は八百萬分の 11.5 にしてアルミニウムの線膨脹係数は百萬分の 25.5 なりとす。

(計算の理由を記せ)

鋼鐵尺40度の時の一目盛の長さは零度の時の目盛の $1 + \frac{11.5}{8000000} \times 40$ 倍となる、故に40度の時のアルミニウム棒の長さは正しき尺度にて測れば $30.0306 \times (1 + \frac{11.5}{80.0000} \times 40)$ 米なり此棒の零度に於ける長さをxとすれば $x = 30.0306 \times (1 + \frac{11.5}{8000000} \times 40) \times (1 - \frac{25.5}{1000000} \times 40)$ 米 = 30.0017 米

- (3). コヒラーの構造性質及び用途を記せよ。

水 産 講 習 所

- (1). 物、物質及び物體の物理學的意義を説明すべし。
- (2). 一滴の油を水面上に落すと其油は急に水面上に擴散す其理由を如何に説明すべし。
- (3). アネロイド晴雨計の構造を問ふ。

- (4). 門前を照す爲の電燈には擦硝子を覆ふもの多きも室内に用ふる電燈には多くは透明なる電球のみを用ふるは如何なる爲か之を物理學的に説明せよ。
- (5). 鋸を操つる際にクラツチ(又は木を切る際に鋸の)温度氣温よりも攝氏にて20度丈高温となりたり、摩擦に由りてクラツチ(又は鋸に)流入したる仕事の量幾何。

但しクラツチ(又は鋸)は鐵製にして重量一疋(千瓦にして15疋は4貫に當る)なり、熱はクラツチ(鋸)より他に放散せざるものとす、鐵の比熱は0.11なりとす、ジュールの當量は四千二百萬エルグなり。

クラツチの得たる熱量 $1000 \times 0.11 \times 20$ 瓦カロリー、これに相當する仕事の量をxとすれば $x = 1000 \times 0.11 \times 20 \times 4.2 \times 10^7$ エルグ = 92.0×10^7 エルグ

新潟醫學專門學校

- (1). 運動三法則を述べ之を説明せよ。
- (2). 次の事項につき知る所を記せ。
(イ)ボイルの定律、(ロ)音色、(ハ)燐光及發光、(ニ)感應電流

千葉・仙臺・金澤・長崎・岡山醫學專門學校

- (1). 針金に於ける電流の有無及び其方向を知る方法を問ふ。
- (2). 爐の温度を測る爲に白金塊を其中に入れて熱したる後之を20°の水銀中に投じたるに結果の温度60°を得たり次に此白金塊を120°に熱し之を温度15°にして前と同量の

水銀中に投じたるに結果の温度 20° を得たり、依りて爐の温度を計算せよ。

圖 爐の温度を x 、白金の質量を m 、比熱を c とし、水銀の質量を m' 、比熱を c' とすれば

$$mc(x-6)=m'c'(60-20), mc \times (120-20)=m'c'(20-15). \therefore x=86.0^{\circ}$$

高等 學 校

- (1). 天秤秤秤ゼンマイ秤は質量を測るものなるか重さを測るものなるか各につき其理由を説明せよ。
- (2). 低湿度を起す種々の方法を挙げ且其實例を示せ。
- (3). 双眼鏡の構造及び像の作圖法を示せよ。
- (4). 同じ長さ同じ太さの銅線及び鐵線を行(直列)に絡ぎ電池の兩極に結びて一つの輪道(電路)を作り之に電流を送るときは電流の強さ及び同一時間に發生する熱量は各線に於て異なるか若し異なるものとすれば其割合如何。但し鐵の抵抗は銅の抵抗の六倍とす。
圖 電流の強さは銅線及び鐵線に於て相等しきも熱量は異にして其割合はジュール律により $1:6$ なり

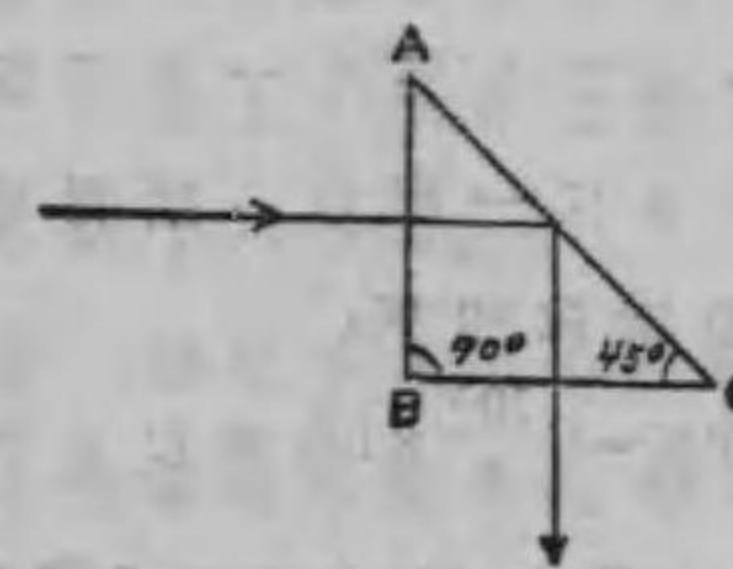
東北帝國大學農科大學

- (1). 鐵の圓柱を垂直に立てたる時其底面に及ぼす壓力が同じ面積に及ぼす大氣の壓力と等しかるべき圓柱の長さ幾許なるか、大氣の壓力は水銀柱 76 糎にして水銀の比重は 13.6 、鐵の比重は 7.8 とす。
圖 求むする高さを x 糎とすれば $7.8 \times x = 76 \times 13.6. \therefore x = 132.2$ 糎

- (2). 露及び霜の生ずる理を説明せよ。
- (3). スペクトル分析術とは何か。
- (4). 16 燭光の炭素線電燈は 100 ボルトの電位差にて 0.56 アンペアの電流を要す之を點火するには幾許の工率を要するか。又點火せるとき炭素線の抵抗幾何なるか。
圖 工率を x とすれば $x = 100 \times 0.56 = 56$ ワット。
又抵抗を r とすればオーム律により $r = \frac{100}{0.56} = 178.6$ オーム

熊本高等工業學校

- (1). 大氣の壓力一氣壓なる時長さ 1 米の有底圓筒を逆にし之を深さ 76 米の海底に垂直に押し沈むるとき圓筒内に投入すべき海水の高さを求む。
但し水銀の比重は 13.6 、海水の比重は 1.03 とす。
圖 S 糎を管の切口とし、 x 糎を筒内に浸入する海水の高さとすればボイルの定律により $100S \times 76 \times 1.6 = (100-x)S(76 \times 13.6 + 600 \times 1.03)$, これより $x = 88.3$ 糎
- (2). 補整艇子の構造を圖解し温度の高低に關せず常に一定の週期を有する理由を説明せよ。
- (3). 圖の如き「ガラス製のプリズムの一面に直垂に入射する光線の徑路を圖示すべし。但し「ガラス」の屈折率は $\frac{3}{2}$ とす。
圖 硝子より空氣に出づる臨界角を i とすれば $\sin i = \frac{2}{3} = \frac{1}{1.5}$;
此場合に於ける光線の AC 面



に對する投射角は 45° にして $\sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{1.4}$ なり、故に \angle 45° にして光線は圖の如く全反射をなし、結局元の投射線に直角に曲げらるるなり。

- (4). 起電力 2 ボルト内抵抗 0.02 オームの電池 5 個をつなぐに連結せるもの四組あり此四組を列に連結せんに其電路中に 2 アンペアの電流あるを見たり、外抵抗幾オームなるか。

圖 外抵抗を x とすれば $2 = \frac{4 \times 5 \times 2}{4r + 5 \times 0.02}$, これより $x = 4.98$ オーム

海 軍 機 關 學 校

- (1). 艇子の理を説明し且つ三種の實例を挙げよ。
 (2). 比重 0.8, 質量 100 瓦の木片を水中に全く押し沈むには幾何の力を要するか。

圖 木片の體積を v といふとすれば $v = \frac{100}{0.8} = 125$ 體積, 故に水の木片に及ぼす浮力は 125 瓦重にして木片を押し沈むに要する力は $125 - 100 = 25$ 瓦重なり。

- (3). 次の事項に就て簡単に説明せよ。
 比熱, 溫度, 凹面鏡の共軛點。
 (4). 一樣なる斷面積一平方センチを有する長さ一米の銅線の抵抗を 0.0150 オームとす、然るときは一樣なる斷面積 25 平方センチ長さ 10 米の同質の銅線の抵抗如何。

圖 比抵抗を C とすれば $0.0150 = C \frac{10^3}{1} \times 10^2$, 求むる所の抵抗を x とせば $x = C \frac{10000}{25} \times 10^2$ 故に比を取りて $x = 0.0636$ オーム。

- (5). 電磁石の構造を述べ且つ之を應用せる二種の器械に就て電磁石の用途を説明すべし。

鹿 兒 島 高 等 農 林 學 校

- (1). 最高最低寒暖計の構造及び其使用法を記せ。
 (2). 凹面鏡に就て物體の位置が如何なるときに像は虚像又は實像となるか。
 (3). 音波と光波とを比較せよ。
 (4). 水の融解熱及び水の氣化熱の甚だ大なる事が自然界の現象に如何なる影響あるか。

- (5). 硫酸銅の電氣分解を行ひしに 5 時間に 2.952 瓦の銅が析出せりと云ふ其時の電流の強さ幾何。

但銅の電氣化學當量は 0.00328 なり。

圖 求むる所の電流の強さを x とすればファラデーの定律により $2.952 = 0.00328 \times x \times 5 \times 60 \times 60$, これより $x = 0.5$ アンペア

海 軍 兵 學 校

- (1). 物體の重心とは何ぞや。
 長さ 2 尺重さ 60 匁の一樣なる棒を其一端より四寸の所にて吊るし水平ならしめんとす、棒の一端に幾匁の物體を吊すべきか。
 圖 求むる重さを x 匁とすれば $4x = (10 - 4) \times 60 \therefore x = 30$ 匁
 (2). 溫度攝氏 0° 壓力 P 乾の空氣を一定體積の容器に封入したるに後其壓力 P 乾となりたり其溫度如何。

題 求むる所の温度を t とすれば、 $p = p_0(1 + \frac{t}{273})$ 、よに

$$t = \frac{p - p_0}{p_0} \times 273$$

- (3). 凸レンズによりて生ずる像の作圖法を述べよ、實物と像との大きさが等しくなる場合如何。
- (4). 電流の強さを測るに利用し得べき原理を列挙し且つ簡単に之を説明せよ。
- (5). 同種の大なる電池及び小なる電池の働きは如何なる點に於て相等しく如何なる點に於て異なるか。
 題 電動力は相等しきも、電池の大きさ大なる程内抵抗小となるの利あり。
- (6). ダイナモの運轉を急速ならしむれば如何なる電氣的結果を生ずるか此際ダイナモの各部に全く摩擦なしとせば外部より仕事を供給せずして電流を生じ得べきか。

大正三年度

東京高等師範學校

- (1). 40秒米の水平速度にて頭上を通過する飛行機あり速度600秒米の彈丸にて之を撃つには何れの點を狙ふべきか。
 題 銃身を前方に傾けて彈丸の水平分速度が飛行機の水平速度に等しくなる様な點を狙へば可なり、故に θ を以て銃身の水平に對する傾角とすれば $\cos \theta = \frac{40}{600} = \frac{1}{15}$ 、此式にて與へられたる傾角にて撃てば可なり。此結果は飛行機の高さに無關係なるも若し飛行機が彈丸の鉛直

速度にて上り得る最高の高さ以上におれば撃つことを得ず。

- (2). ホイルの定律を證明する方法如何。
- (3). 尺八又は横笛の發音する理を説明せよ。
- (4). 太陽中にナトリウムの存在することを如何にして知るか。
- (5). 直流ダイナモの構造を略説せよ。

東北帝國大學工學專門部

- (1). 偶力とは如何、その大きさは如何にして之を定むるか。
- (2). 晴雨計の高さは管の斷面積に關係せざることを説明せよ。
- (3). 物體の密度は温度の變化によりて如何なる影響を蒙るか。
- (4). 地球は一大磁石なることを説明せよ。
- (5). 感應コイルの構造及び作用を記せ。

名古屋高等工業學校

- (1). 速度秒繩を以て運動する質量 m 瓦の物體が靜止するまでになし得る仕事の量を計算せよ。
- (2). 氣體の定積比熱と定壓比熱との定義を下し其何れが大なるかを論究せよ。
- (3). 斜に水中に挿入せられたる眞直なる棒が水面にて曲りて見ゆる理を圖解を附して説明せよ。
- (4). 直流ダイナモの一種を圖示し之によりて直流を得る理を略説せよ。

陸軍士官候補生

- (1). 空気中に於て正常なる天秤の一方の皿に金塊を載せ他方の皿に真鍮の分銅を載せて平均せしめ其兩方の皿をそれに載せたる物體と共に

(イ)水中に入るゝとき (ロ)水素の中に入るゝときに起る現象を記し其理由を説明せよ。

圖 真鍮は金よりも比重小なるが故に天秤にて釣り合へる真鍮は金よりも大なる體積を有す。故に(イ)之を水中に入れば真鍮は金よりも大なる浮力を受け金の方が沈む(ロ)之を水素中に入れば真鍮は金よりも大なる浮力の減少を受けて真鍮の方が下がるなり。

- (2). A, B, C は一直線上にある三點にしてABの距離は15厘、BCの距離は5厘とす。今Aに半徑20厘なる球面凹鏡を置きCにAC線と45度の角をなす平面鏡を置き共にその反面をBの方に向けBに圖の如き物體を置くとときそれより出づる光が先づ球面鏡にて反射せられ次に平面鏡にて反射せられて結ぶ實像の生ずる有様を圖示すべし。

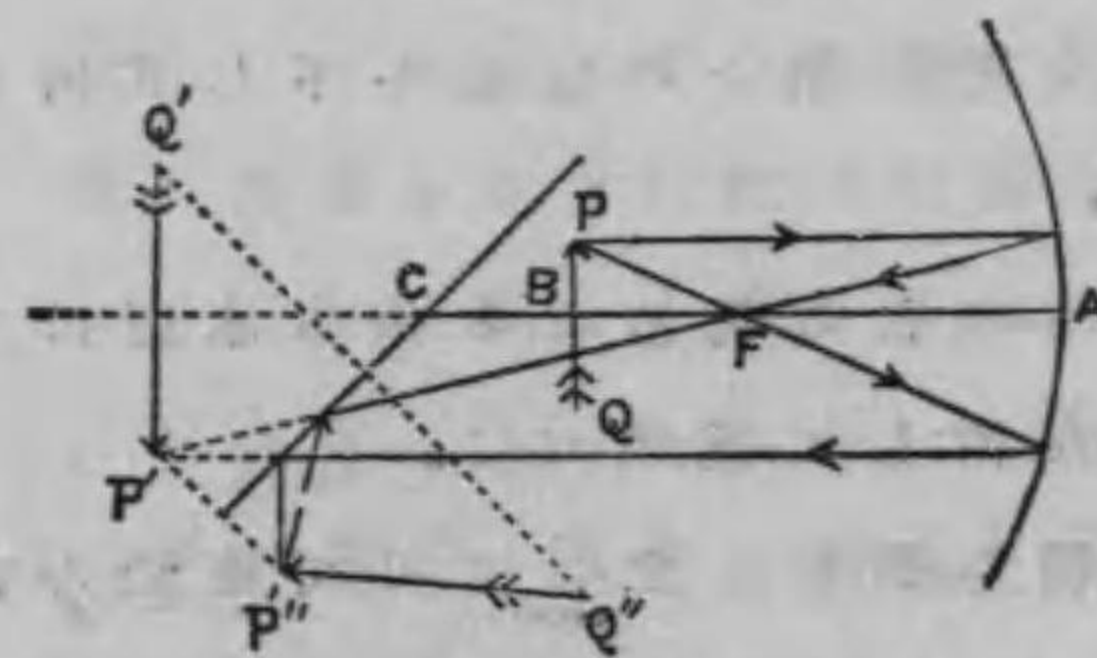


圖 圖に於てAB=15厘、BC=5厘、Fを焦點とすればAF=10厘なり。若し平面鏡なきときは物體PQは鏡の背後に實像P'Q'を生ずるも光線は

途中にて鏡に對して對稱の位置 P' Q' に實像を生ずるなり。

- (3). (イ)毎秒v厘の速度を有する質量m瓦の物體が有する運動のエネルギーが $\frac{1}{2}mv^2$ エルグなることを證明せよ。

(ロ)重力の加速度が毎秒9.8米なる所に於て毎秒200米の速度にて地面より真上に打上げられたる三瓦の砲丸が發射後十秒の後に有する位置のエネルギーは何程なるか。但し空氣の抵抗をなきものとして計算すべし。

(計算の理由を記せ)

圖 (イ)(114頁); (ロ) $S = vt - \frac{1}{2}gt^2$; $v_0 = 200$ 「米秒⁻¹」, $g = 9.8$ 「米秒⁻²」, $t = 10$ 秒を入れば $S = 1510$ 米となる。故に砲丸は投射點に對して $3 \times 1510 = 4530$ 瓦米の位置のエネルギーを有す。

山口高等商業學校

- (1). レンズの應用を説明せよ。
(2). オームの法則を説明せよ。

盛岡高等農林學校

- (1). 水より輕き物體の比重を測る方法を問ふ。
(2). 乾濕寒暖計を以て空氣の溫度を測定するの理論及び方法を問ふ。
(3). 物體の屈折率とは何を意味するか。

商船學校

- (1). 次の術語を簡単に答へよ。
(a)飽和蒸氣 (b)臨界溫度 (c)濕度 (d)方位角及伏角
(e)コヒーラー

- (2). 質量 4000 斤、速さ毎時 20 軒にて走れる電車が歯止め「ブレーキ」にて止めらるゝとき「幾カロリー」の熱を生ずるか。但し「カロリー」は 4.187×10^7 「エルグ」と同等なり。

$$\text{求むる熱量は } \frac{\frac{1}{2} \cdot 4000 \cdot (20)^2 \cdot 10^3}{4.187 \times 10^7} = 1.9 \times 10^3 \text{ 斤カロリー}$$

- (3). (a) 墨を磨るとき墨汁の硯池より逆流することあり。其理如何。
 (b) 遠く飛ばんとするときは何故に走り來るべきや。
 (4). 電動機 1.50 ホルト内抵抗 0.1 オームを有する電池 5 個を外抵抗 10 オームの導線にて列に結ぐとき此導線を通る電流の強さ及び導線の兩端に於ける電位差を求む。

$$\text{電流の強さは } \frac{1.50}{0.1 + 10} = 0.15 \text{ アンペア、導線の兩端の電位差は } 10 \times 0.15 = 1.5 \text{ ホルト。}$$

長崎高等商業學校

- (1). 華氏 63° の水一貫目を悉く氣化するには幾斤「カロリー」の熱量を要するか。但し水の氣化熱は 536 瓦「カロリー」なり。
 $\text{華氏の } 63^\circ \text{ を攝氏に改算すれば } C^\circ = \frac{5}{9}(63 - 32) = 20^\circ, \text{ 一貫目} = \frac{15}{4} \text{ 斤。故に求むる熱量は } \frac{15}{4} \cdot (100 - 20) + 536 = 2310 \text{ 斤カロリー。}$
 (2). 次の項について知る所を述べよ。
 (a) 葦外線 (b) 指力線 (c) 陰極線
 (3). 次の事項を説明せよ。
 (a) 煙突の功用 (b) 釜の蓋の重き理由。

- (4). 熱電堆に依らずして火力にて發電するには如何なる方法に依るべきか、又問ふ其際起るところのエネルギーの變化如何。

答 先づ蒸汽機關にて熱エネルギーを機械的エネルギーに變じ次にダイナモにて機械的エネルギーを電流のエネルギーに變ずるなり。

米澤高等工業學校

- (1). 金箔驗電器に
 (a) 帶電體を近づけるときの
 (b) 帶電體を近づけたる儘驗電器に指を觸るゝとき
 (c) この指を放ちたる後帶電體を遠ざけるときの如何なる現象起るか。
 (2). 日光スペクトル中に黒線の存在する理由を説明せよ。
 (3). 音の高低、強弱は何によりて異なるか。
 (4). 温ひたるものを早く乾かすには如何にすべきか且つその理由を述べよ。
 (5). U 字形の曲管に一方より水銀を入れ次に他方より水を入れ兩管口を水平にして管口より液面に至る距離を測り水銀面迄の距離 8 寸 8 分、水面迄の距離 2 寸 5 分を得たり、水柱の高さ並に兩液の接觸面の管口よりの距離幾何。但し水銀の比重を 13.6 とす。
 $\text{水柱の高さを } x \text{ 寸、二液の接觸面より測りたる水銀柱の高さを } y \text{ 寸とせば } x + 2.5 = y + 8.8; 13.6y = x. \text{ 此式を解きて } x = 6 \text{ 寸 } 8 \text{ 分、管口より接觸面に至る距離 } = 2.5 + 6.8 = 9 \text{ 寸 } 3 \text{ 分}$

大阪高等工業學校

- (1). 30°の傾斜を有する斜面上に置かれたる物体が245 磅毎秒毎秒の加速度を以て滑り落ちつゝありと云ふ物体と斜面との間の滑りの摩擦係数を求む。

解 30°の斜面上にては摩擦なければ加速度は $g \sin 30^\circ = 980 \times \frac{1}{2} = 490$ [磅秒⁻²] なり、故に $490 - 245 = 245$ [磅秒⁻²] は摩擦力に対する加速度なり、故に物体の質量を m 瓦とすれば摩擦係数は $\frac{m \times 245}{mg \cos 30^\circ} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$

- (2). 1分間に250 瓩カロリーの熱量を蒸汽機関に供給しつゝあり、今此熱量の $\frac{1}{10}$ が仕事に變するものとするれば此機関の工率は幾馬力なるか。

但し熱の仕事當量は1 瓩カロリー = 3100 呎封度、
1馬力 = 550 呎封度毎秒。

解 一分間に仕事に變する熱量は $250 \times \frac{1}{10} = 250$ 瓩カロリーなるが故に求むる工率は $\frac{250 \times 3100}{550 \times 60} = 23.5$ 馬力(約)

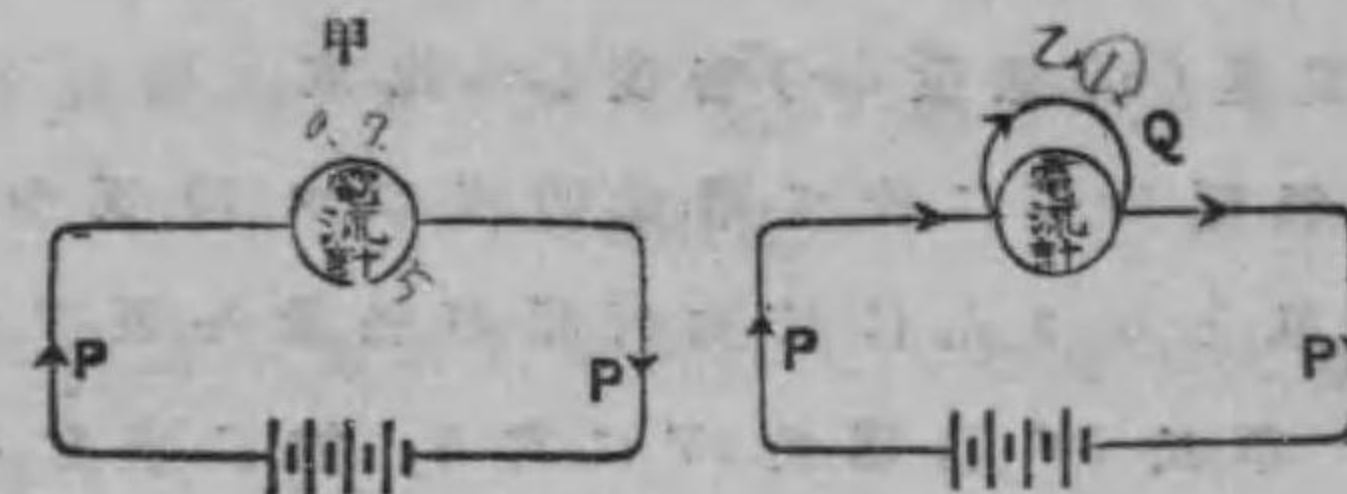
- (3). 一個のレンズを用ひて物体の實像を衝立上に映せしめたる時像の輪廓が明確ならず且つ像の周縁が色附きて見ゆるは何故なるか。

解 輪廓の明確ならざるはレンズを通過する光が正確には一點に集まらざるに依り、又色づく理由は 501 頁を見よ。

- (4). 抵抗5 オームの電流計を抵抗50 オームの導線Pにて電

池に連絡すること甲圖の如くしたるに電流計の指針は0.3 アンペアを指せり、今更に抵抗1 オームの導線Qを以て電流計の兩極を連絡すること乙圖の如くする時電流計の指針は幾アンペアを指すべきか。
但し電池の内抵抗は省略するものとす。

$\frac{1}{5} = \frac{C_1}{C_2 R}$ *Imparment*



解 E を電池の全電動力とすれば其内抵抗は零と看做すが故に甲圖のときの條件によりて $0.3 = \frac{E}{50+5}$ 、乙圖の場合の主電流を i とすれば $i = \frac{E}{50 + \frac{5}{6}}$ なり、此二式より E を消去すれば $i = 0.32$ アンペア。此電流が電流計と短絡線とに抵抗に逆比例して分るゝが故に電流計の電流は

$\frac{1}{5+1} \times 0.32 = 0.053$ アンペア

海軍機關學校

- (1). 攝氏 18 度は華氏何度に相當するか。 解 華氏 64.4
(2). 空氣中にて 11.7 瓦の重さを有する固形體を水中にて秤りしに 10.2 瓦となれり、其固形體の比重を問ふ。

解 $\frac{11.7}{11.7 - 10.2} = 7.8$

(3) 下の事項に就きて簡単に説明せよ。

密度, 加速度, 融解の潜熱, 虚像, 音の高低

(4) 磁気感應とは何ぞや且つ例を擧げて簡単に説明せよ。

(5) ライテン罐の用途及び其原理を説明せよ。

水産講習所

(1) 次の語を簡單明瞭に説明せよ。

(イ) 質量 (ロ) 重量 (ハ) 密度 (ニ) 比重

(2) 標準氣壓の下に於て華氏 59 度の水 10 瓦を攝氏 100 度の水蒸氣となさんには如何程の熱量を要すべきか。

圖 華氏 59° は攝氏 15° に當る。故に求むる熱量は
 $10 \times (100 - 15) + 10 \times 536 = 6210$ 瓦カロリー。

(3) 冬季手の冷へたる場合に息を吹きかくる事あり、又汗を吸ふ際に熱ければ矢張息を吹きかける、此兩様の場合の息を吹きかくる意味を物理學的に説明すべし。

圖 口を開きて口に息を吹きかくなれば體温に等しき呼吸の爲めに冷へたる手は暖に感ず、汗を吹くときは主に其蒸發を促し氣化熱にて之を冷却するなり。

(4) 船の前面に斷崖あり船と斷崖との距離を知らんと欲して船上より號笛を吹きたるに五秒後に其反響を聞きたりと云ふ船と斷崖との距離如何。

但し (a) 船が靜止し居る場合。

(b) 船が岸に向ひて一秒十米の速さにて近づきつゝある場合。

(c) 船は靜止するも風が船より崖の方に一秒十米の速さ

にて吹ける場合。

注意 若し常數を記憶せざるときは算式を示せ。

圖 音の速度は 340 [米秒⁻¹] なり。故に、(a) 此場合には求むる距離は $\frac{5 \times 340}{2} = 850$ 米。

(b) 船の五秒後の位置と斷崖との距離を x とすれば

$$10 \times 5 + 2x = 5 \times 340, \quad \therefore x = 825 \text{ 米}$$

(c) 求むる距離を x とすれば $\frac{x}{350} + \frac{x}{330} = 5,$

$$\therefore x = 849 \text{ 米(約)}$$

(5) 顯微鏡の構造を圖示し如何にして物像が大きき見ゆるかを説明すべし。

廣島高等師範學校

(1) 次の意義を問ふ。

(a) ボイルの定律,

(b) 熱の仕事當量,

(c) オームの定律,

(2) 石油發動機とは何ぞや其作用及び用途を説け。

東京高等工業學校

(1) 長さ 4 尺、幅 3 尺、高さ 2 貫目の机あり短き縁より 2 尺長き縁より 1 尺の所に 3 貫目の物體を置くととき四隅にある各脚が床を壓する力幾何。

圖 机の面を ABCD とし AB=4 尺, AD=3 尺とす、3 貫目の物體を置きたる點を P とし此點を通して BC に平行なる線を引き AB と E, DC と F にて交はらしむ、3 貫目の重さを E, F

二點の平行分力に分解すれば夫々2貫目及び1貫目となる、更に此各々をA,B及びD,C二點の平行力に分解すればA,Bは一貫目D,Cは $\frac{1}{2}$ 貫目づつを支ふるを知る。机の重さは四脚に等分せらるゝが故に結局A,Bの脚は1.5貫目、D,Cの脚は1貫目づつの重さを支ふるなり。

(2) 容積100立方糶の電球あり、これを攝氏127度に熱して圓筒の容積900立方糶の空氣ポンプに連絡し活塞を三回上下したる後これを封じ球の温度を攝氏27度に下げたり球内の空氣の初めの壓力760糶なるときは最後の壓力幾何。但し電球の膨脹を省略し又ポンプ内の空氣の温度は電球の温度と同一なりとす。

譯 活塞を一回上下する毎に容積は十倍となるが故にボイルの定律によりて壓力は $\frac{1}{10}$ となる故に三回上下せし後には球内の壓力に $\frac{760}{10^3} = .76$ 糶となる。球を封じて温度を100°下ぐるが故に求むる最後の壓力は

$$.76(1 - \frac{100}{273}) = .48 \text{糶}$$

(3) 一の凹レンズに當りたる光線がレンズを透過したる後次の場合を生ずるには各如何様に光線を投射すべきか

- (a) レンズ軸に平行すること。
- (b) レンズの軸の一點に收斂すること。
- (c) 發散すること。

圖 (a) 平行光線を投射すればレンズを透過せる後焦點Fより出づるが如く進む、逆に焦點に向へる光線を

投射すればレンズを透過せる後軸に平行に進むべし。

(b) 軸上の一點Lより發せる光線がレンズを透過せる後Lより出づる如く進むものと、逆にL'に向へる光線を投射すればレンズを透過せる後Lなる一點に收斂すべし。

(c) 任意の一點より出づる光線を投射すればレンズを透過せる後發散すべし。

(4) 抵抗Rオームのコイルと稀硫酸を入れたる電氣分解器とを行に連結しこれにAアンペアの電流を通ずるときは

- (a) コイルの兩端の電位差
- (b) コイルに生ずる熱量とR,Aとの關係
- (c) 電氣分解器の兩極に生ずる物質及び其質量の比如何。

(解) (a) オーム律によりてコイルの兩端の電位差はRAボルトなり。

(b) 一秒間の熱量をHカロリーとすれば $H = 0.24RA^2$ カロリー。

(c) 質量の比1:8なる水素(陰極)及酸素(陽極)を生ず。

新潟醫學專門學校

- (1) アルキミデスの原理によりて固體並に液體の比重を測る方法を述べ且つその理を説明せよ。
- (2) 太陽のスペクトルに就きて知る所を記せ。
- (3) 無線電信の原理を述べよ。

専門学校

- (1). 桿秤とゼンマイ秤とを用ひて同じ物體の重さを平地に於て秤るときと高山の頂に於て秤るときと其値同一なるか簡単に理由を述べて説明せよ。

圖 桿秤は平地にても高山にても同一の結果を與ふるもゼンマイ秤にては高き山に登る程質量の示度小となるなり。

- (2). 反物等を日中太陽の光にて見ると夜間燈火の下にて見ると其色異なる事ある理由を説明せよ。
- (3). 16燭光の白熱燈は100ボルトにて0.57アンペアの電流通すと云ふ、炭素線の抵抗幾オームなるか。

圖 オーム律により $\frac{100}{0.57} = 175.4$ オーム

海軍經理學校

- (1). 平面に30度傾斜せる長さ128呎を有する面の頂端より物體を滑り落す時要する總時間の $\frac{1}{2}$ 時に其物體は傾斜せる面の兩端より幾何呎の所にあるか。

圖 求むる時間を t とすれば $128 = \frac{1}{2}g\sin 30^\circ t^2$; 次に $\frac{1}{2}t$ 時後の物體の頂端よりの距離を x とせば $x = \frac{1}{2}g\sin 30^\circ (\frac{1}{2}t)^2$

二式の比を取りて $x = \frac{128}{4} = 32$ 呎、故に下端よりは96呎。

- (2). 噴出する水の速度に関する「トリセリー」の法則を述べよ。
- (3). 水銀「バロメーター」が30吋の高さを示す時大氣一平方吋の壓力を問ふ。但し水銀の比重は13.6

圖 1吋 = 2.54 吋 $\therefore 30$ 吋 = 76.2 吋 求むる壓力は $30 \times 13.6 \times 16.39 = 6687$ 瓦重なり又1磅 = 453.59 瓦なるが故に磅重にて表はせば $\frac{30 \times 13.6 \times 16.39}{453.59} = 147$ 磅重

- (4). 光の波動説とは何ぞや。
- (5). 「ガルヴァノメートル」の原旨を説明せよ。

東京帝國大學農科大學實科

- (1). アルキメデスの原理を説明せよ。
- (2). 長さの膨脹率と容積の膨脹率との關係を述べよ。
- (3). 感應電流とは如何又之を應用したる機械名を挙げよ。

千葉、金澤、長崎、岡山醫學專門學校

- (1). 次の事項につき知る所を記せ。
(イ) 表面張力 (ロ) 縦波及横波 (ハ) 輻射 (ニ) 陰極線
- (2). (イ) 100度の水蒸氣10瓦を20度の水100瓦中に透入すれば最後の溫度幾何なるか。

但し、水の氣化熱は56「カロリー」にして此場合に於て熱は他へ逸散せざるものとす。

圖 求むる溫度を x とすれば $100(x-20) = 10 \times (100-x) + 10 \times 36$
此式を解きて $x = 76$

(ロ) 16燭光の白熱燈には100ボルトにて0.5アンペア通すと云ふ其炭素線の抵抗は幾オームなるか。

圖 オーム律によりて $\frac{100}{0.5} = 200$ オーム

東京高等商業學校

- (1). 器械は仕事を増大するものにあらざることを滑車に依

て説明せよ。

- (2) 光度計を説明せよ。
- (3) 熱電流を起す方法を問ふ。
以上三題は何れも圖を畫きて説述すべし。
- (4) 電流に關するオームの定律を記せ。
- (4) 焦點距離一尺二寸なる凸レンズあり此レンズより四尺の距離にある物體の像はレンズより幾何の距離にあるか。
圖 式 $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$ に $f = -12$ 寸, $a = 40$ 寸を代入せば $b = -17.14$ 寸
故にレンズの背後 1.714 尺の所に實像を生ずるなり。

熊本高等工業學校

- (1) 各邊の長さ一米なる立方形の箱あり之に水を満すとき底面及び全側面に働く壓力を求めよ。
圖 氣壓を度外視して計算すれば、底壓は 10^3 疋重、全側壓 $= 4 \times \frac{1}{2} \times 10 \times (10)^2 = 2 \times 10^3$ 疋重
- (2) 風琴管の長さ之によりて生ずる音波の振動數との關係を説明せよ。
- (3) 水中に在る物體を望むとき眼の位置を變ずるに従ひ物體の位置は如何に變じて見ゆるか。
但し空氣に對する水の屈折率は $\frac{4}{3}$ とす。
圖 直上よりすれば水中の物體は深さの $\frac{3}{4}$ の所に浮き上りて見え斜めに見る程益々浮び上りて見ゆ。
- (4) 50 瓦の水中に浸せる針金あり其抵抗 16.8 オームなり、今此針金に電流を通ずること 1 分 30 秒にして水の温度攝

氏 5 度上昇せりと云ふ、電流の強さ幾何なるか。

但し熱の仕事當量は 1 カロリーに就き 4.2×10^7 エルグとす。
圖 發生したる熱量は $5 \times 50 = 250$ カロリーなり。故に電流を A アンペアとすれば $250 = 0.24 \times 16.8 \times A^2 \times 90 \therefore A = 0.83$ アンペア

海軍兵學校

- (1) 滑なる斜面上にある物體を水平の力にて支へんとするとき如何なる場合に物體の重さより大なる力を要するか。
圖 水平力を F、重さを W、斜面の傾面を θ とすれば $F = W \tan \theta \therefore \tan \theta > 1$ 即ち $\theta > 45^\circ$ ならば $F > W$ なり。
- (2) 或室内の温度變らずして氣壓 770 托より 760 托に減じたりと云ふ、室内の空氣の何分の一が室外に出でたるか。
圖 室内に充ちし壓力 770 托の空氣の壓力が 760 托となる爲めに室外に出づる空氣の體積を v 、室の容積を V とすれば $770 \times V = 760(V + v) \therefore \frac{v}{V} = \frac{10}{76}$
- (3) (イ) 光の全反射を説明せよ。
(ロ) 水中に電燈を點じ空氣中より之を窺ふに其光を認め得ざる場所ありや理由を附して答へよ。
- (4) 温度 0°C の大なる氷塊の凹所に温度 80°C の水 200 立方尺を注入すれば幾何の氷を融解し得るか。
但し氷の融解熱を一瓦に付 80 瓦カロリーとし、 80°C の水の比重を 0.97 とす。
圖 200 立方尺の水の質量は $200 \times 0.97 = 194$ 瓦なり。求むる

水の量を x 瓦とすれば $30x = 80 \times 194$. $\therefore x = 194$ 瓦

- (5). (イ) 電流の通ぜる導線あり此電流の方向を知るべき方法一つを記せ。
- (ロ) 二つの電池の電動力の何れが大なるかを知る方法如何。

答 (イ) 導線に磁針を近づけ磁針の傾く方向を吟味しフレミングの規則にて其方向を定め得べし。

(ロ) 二つの電池の陽極と陽極、陰極と陰極とを結び且輪道内に電流計を入れる可し、此際電流が流るれば電動力が打ち勝ちて電流計を流す方の電池の電動力が他方の電動力よりも大なるなり。

鹿兒島高等農林學校

- (1). 同じ身長の人甲乙二人が一の棒に重き一物體を吊し棒の兩端を擔ふとき甲一、乙二の比に重さを分擔せんに棒の如何なる位置に物體を吊すべきか。

答 甲より2、乙より1の距離の處に重さを吊せば可なり。

- (2). 光が光學的に密なる物質より粗なる物質に入るとき光線の徑路を圖解せよ。
- (3). 硝子器に水を入れて夫れを底より熱する時に起る對流の理を説明せよ。
- (4). 振動數毎秒256にして速度毎秒6町24間なる波の長さ幾何なるか。

答 公式 $V = n\lambda$ に $n = 256$ [秒⁻¹], $V = 2304$ [尺秒⁻¹] を代入すれば波長

$\lambda = 9$ 尺

- (5). 外抵抗に比して内抵抗の少なき數多の電池を用ひて強き電流を得るには如何なる連結法によるが宜しきか。

大正四年度

東京高等師範學校

- (1). 高さ8米の瀧あり其の水量は毎秒14立方米なり、其の工率は幾馬力なるか。(1馬力は毎秒76瓩米とす) 若之を利用せざるときは瀧のエネルギーは如何に成り行くか。

答 1立「^{リットル}粉」の水は1瓩の重さを有す、然るに1立方米の體積は10³立なるが故に水量は毎秒14×10³瓩なり。此重さの水が8米の高さを降下して爲す仕事は

$$14 \times 10^3 \times 8 = 112 \times 10^3 \text{ [瓩米]}$$

にして、從つて工率は

$$\frac{112 \times 10^3}{76} = 1474 \text{ 馬力 (約)}$$

若し此水力を利用せざれば瀧の水は降下して衝突するを爲めに熱に變するなり。

- (2). 物體の彈性に關するフックの法則を述べ、且つ其の例二つを擧げよ。
- (3). 白紙は不透明なるも之を水に浸せば半透明となる、其の理由を問ふ。

答 白紙の組織は纖維より成れるが故に之に光が投射

するときには光は纖維間に進入し個々の纖維面より種々の方向に反射し一部は投射光の側に出でて、散光となると共に一部は之を通過するなり。元來光が二物質の境界面に投射するとき反射光の量は其屈折率即ち光學的密度の異なる程大なるなり。白紙を水に浸せば纖維間の空氣は之より光學的密度の大なる水にて置き換へられ従つて反射光の量を減すると共に通過光の量を増し従つて半透明となるなり。

- (4). 電流の熱作用に就きて知る所を述べよ。

神戸高等商業學校

- (1). 雲は空中に浮遊して急に落下することなし、其理由如何、又雨は地上に達するとき等速運動をなす其理由如何。(355-357頁)

- (2). 次の單位の意義及び兩者の數量的關係を記せ。

馬力 ワット

- (3). 明かに視得べき最小距離 50 釐の人と、最大距離 30 釐の人とが用ふべき各眼鏡の種類及び其焦點距離を求めよ。

但し通常の眼の明視の距離に 25 釐なり。

解 明かに視得る最小距離が(近點迄の距離なり、569頁参照)が $d=50$ 釐なるが故に求める焦點距離を「 f 」とすれば

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{25} = \frac{1}{50} + \frac{1}{25} = \frac{1}{50} \quad (1)$$

$$\therefore f = -50 \text{ 釐} = -\frac{1}{2} \text{ 米}$$

即ち、焦點距離 50 釐(2 ぢをふとる)の凸れんすを用ふれば可なり。次に、明かに視得る最大距離(遠點迄の距離)が 30 釐なる人の用ふ可き眼鏡は焦點距離 30 釐(3 ぢをふとる)の凹れんすを用ふれば可なり。

- (4). 直流發電機の主要なる部分を書き其廻轉と之によりて生ずる電流の方向との關係を記號にて示せ。

山口高等商業學校

- (1). 溫度 100 度の鉛 200 瓦を 10 度の水 100 瓦中に投ぜしに混合物の溫度 15 度となれり、鉛の比熱を求め。

解 鉛の比熱 = x とすれば題意に依りて

$$\text{鉛の失ひし熱量} = \text{水の得たる熱量} \quad (2)$$

$$200x(100-15) = 100(15-10)$$

$$\therefore x = 0.029$$

- (2). 電流の化學的效果に就き説明せよ。

名古屋高等工業學校

- (1). 瀑布あり、高さ 70 呎にして、1 秒時間に流下する水量 2 立方呎なりと云ふ、今此瀑布の水力を利用して、水車を運轉せしむる時は、水車は幾馬力の工率を得るか。

但水の「エネルギー」の 6 割丈有效なりとし、水 1 立方呎は 62.4「ポンド」の重さを有するものとす。

解 水量は毎秒 2×62.4 封度なるが故に一秒間の仕事は $2 \times 62.4 \times 70$ 呎封度なり、而して此六割が有効なるが故に求める工率は次の如し。

$$\text{工率} = \frac{2 \times 0.24 \times 70 \times 0.6}{550} = 0.5 \text{ 馬力 (約)}$$

(2). 次の學語を説明せよ

(i) 輻射線, (ii) 温度

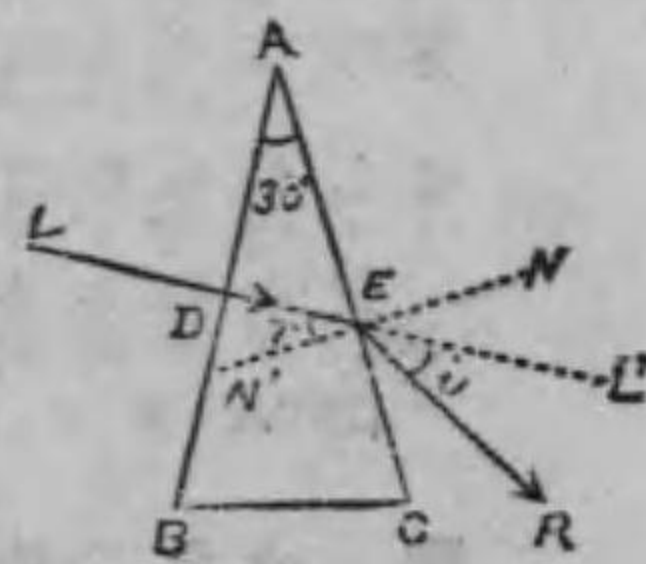
(3). 電流の磁氣作用に関する定律を述べ、且此作用を應用せる器械の名三種を擧げ、其應用せる點を圖解せよ。

米澤高等工業學校

- (1). 振時計が夏季に後れ冬季に進むは何故なるか。
- (2). 導體に電流を通する時に起る現象を列記し各其利用の一例を示せ。
- (3). 角Aが30°なる硝子製のプリズムABCの面にABに垂直に光をあつる時面ACを出づる光線は入射光線と30°の角をなす。

此硝子の屈折率を求めよ。

解 AB面に直角に投射する光線LDは其儘其方向に進み、E點に投射してERの方向に屈折するものなりとせば角iは題意に依り30°なり。E點に於ける垂線をNN'とすれば投射角rは頂角30°に等し、何となればLDE線はABに又EN'線はACに夫々直角なればなり。



$$\begin{aligned} \text{故に屈折角 } \angle NER &= \angle NEL' + \angle L'ER = r + i \\ &= 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ \end{aligned}$$

従つて光が空氣より硝子に入るときとの屈折率 n は次の如し。

$$\begin{aligned} n &= \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} \\ &= \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} \end{aligned}$$

盛岡高等農林學校

- (1). 最大摩擦力及摩擦係数の定義を述べよ。
- (2). 覆氷の現象を説明せよ。
- (3). 太陽「スペクトル」に於て「フランホーフェル」氏黒線の現はるゝ理由を説明せよ。

商 船 學 校

(1). 一の浮秤あり比重0.6なる液中にて一定の印迄沈めり、今之を水中に入れ同一の印迄沈めんには120「グラム」の重さを要すと云ふ、然らば此浮秤の重さは幾何「グラム」なりや。

解 浮秤の印迄の體積をVとし浮秤の重さをW瓦とすれば題意に依り

$$W = V \times 0.6 \dots \dots \dots (1)$$

次に水中に入れて同一の印まで沈むるに120瓦を加ふるを要するが故に

$$W + 120 = V \times 1 \dots \dots \dots (2)$$

式(1),(2)を解きて; W=180瓦

(2). 球面凹鏡に映じたる物體の像の大きさを實物の大きさと等

しくせんには、實物を如何なる距離に置くべきか。

■ 球面の中心に置けば可なり。

- (3). 富士山頂の氣壓を 488 糎とし、直徑 30 糎の釜の蓋に如何程の重さを載すれば釜の中の水が平地に於けると同様の温度にて沸騰すべきか。

■ 平地に於ける氣壓を 76 糎とすれば釜の蓋に重さを置きて $76 - 48.8 = 27.2$ 糎の水銀柱の壓力を生ずれば釜中の水は 100°C . にて沸騰す可し、蓋の面積は $\pi(15)^2$ 糎² なるが茲に求むる重さを W 瓦重とすれば次式を得

$$\frac{W}{\pi(15)^2} = 27.2 \times 13.6$$

$$\therefore W = 262 \text{ 瓦重}$$

- (4). 一秒 600 回往復する振動體が音源となりて起せし波が 9 糎の間隔を保つて排列して進む時波の傳はる速さ幾何種なるか。

■ $n = 600$, $\lambda = 0.9$ 糎を波動の公式に代入して速度; $v = n\lambda = 600 \times 0.9 = 540$ 「糎秒⁻¹」

- (5). 16 燭光の白熱電燈は $\frac{1}{2}$ 「アンペア」の電流を要すと云ふ今炭素線の抵抗を 200 「オーム」とせば、之に要する電動力を見出せ、次に此電燈を 250 「グラム」の水中に 10 分時間浸したるとき發生せし熱が全部水に與へられたりとせば水の温度は幾何度上昇すべきか。

■ 求むるに電動力「電位差」を E ヴルトとすればオームの法に依つて

$$E = iR = \frac{1}{2} \times 200 = 100 \text{ ヴルト}$$

次に此電燈が 10 分時即ち 600 秒間に生ずる熱量は

$$0.24 \times Ri^2 \times 600 = 0.24 \times 600 \times 200 \times \frac{1}{4} \text{ カロリー}$$

故に求むる水の温度の上昇を t とすれば

$$250 \times t = 0.24 \times 200 \times \frac{1}{4} \times 600 \quad \therefore t = 23.8^{\circ}$$

専 問 學 校

- (1). 次の語は如何なる量の單位なるか、又如何にして定むるか。

わつと　　えるぐ　　かりー　　あんべあ

- (2). 1 個の電鈴と 1 個の電池とを用ひて 2ヶ所より獨立して電鈴を鳴らし得る電路の連結法を圖解せよ。

- (3). 500 米の高さにある飛行船より水平の方向に 100 秒米の速度を以て投げたる物體は飛行船の直下より何程距りたる地點に落つべきか、又地に達するは幾秒の後なるか。

■ 飛行船を靜止せるものとせば物體は 100 秒米の初速度にて水平に投げられたるが故に降下 1 時間を t 秒とすれば公式 $S = \frac{1}{2}gt^2$ に依りて

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 500}{9.8}} = \frac{10}{7} \sqrt{50} = 10.10 \text{ 秒}$$

故に物體の水平距離は $100 \times 10.10 = 1010$ 米

大阪高等工業學校

- (1). 地上に横たはれる 1 本の丸太木あり其 1 端のみを少しく持ち揚ぐるに 18 貫目の力を要し又他端のみを少しく

持ち揚ぐるに30貫目の力を要すと云ふ、此丸太木の重さ幾何なるか計算の理由を明記すべし。

【解】丸太木の1端を持ち揚ぐるに要する力は他端を地上に支ふるも又之を持ち揚げて支ふるも同様なり。然るに両端を持ち揚げて支ふる場合には之に要する2力の和は丸太の重さに等しき、故に求むる重さは18+30=48貫なり。

(2). (a)次ぎの諸量の単位の名稱を各三つづつ挙げよ。

(イ)力 (ロ)密度 (ハ)加速度 (ニ)仕事 (ホ)工率。

(b)毎分12000廻の速度にて運動せる質量50瓦の物体の運動のねれるぎ一幾何。

(c)傾斜30度長さ3米の斜面に沿ひて質量40瓦の物体を引き揚げたり物体の位置のエネルギーの増加幾何。

(d)毎分50米の速度にて運動せる質量30瓦の物体の運動量幾何。

【解】(b)速度 $v=12000$ 分廻 $=200$ 秒廻, $m=50$ 瓦

$$\therefore \text{運動のエネルギー} = \frac{1}{2}mv^2 \\ = 10^5 \text{ ねるぎ}$$

(c)物体の得たる高さ $= 3 \sin 30^\circ = \frac{3}{2}$ 米 $= 150$ 釐

物体の重さ $= 40$ 瓦

\therefore 求むる位置のエネルギー $= 6000$ [瓦・釐] $= 0.06$ [瓦・米]

(d) $mv=30 \times 50=1500$ [瓦・米・分⁻¹]

$$= \frac{1500 \times 10^3}{60} \text{ [瓦・釐・秒}^{-1}]$$

$$= 25 \times 10^3 \text{ [瓦・釐・秒}^{-1}]$$

(3). 温度攝氏28度の室内に於て晴雨計を以て氣壓を測定したるに水銀柱の高さ776.80釐ありたり、此測定に用ひたる尺は温度攝氏0度に於て正しき眞鍮製の尺度なりしと云ふ、室内の氣壓は毎平方釐幾瓦の壓力に相當するか。但温度攝氏28度に於ける水銀の比重は13.576にして、眞鍮の線膨脹係数は0.000019なり。

【解】尺度は温度0°Cに於て正しく28°Cに於ては膨脹せるが見掛けの長さ77.63釐の眞の長さ1は次の如し:

$$1=77.68(1+0.000019 \times 28)=77.721 \text{ 釐}$$

故に釐に仰ぐ壓力を瓦重にて表せば

$$77.72 \times 13.576=1055.1 \text{ 瓦重。}$$

(4). 15あむべあの電流を3時間硫酸銅溶液に通じて53.1瓦の銅を析出し得たり、25あむべあの電流を53分間硝酸銀溶液に通ずる時は幾何の銀を析出し得るか。但銅の化學當量を31.8、銀の化學當量を108とす。

【解】ふあらで一の定律に依り電解に依りて、析出する金屬の量は通じたる電氣量と化學當量との積に正比例するが故に求むる銀の量を x 瓦とすれば

$$\frac{x}{53.1} = \frac{25 \times 53 \times 60 \times 108}{15 \times 3 \times 60 \times 31.8 \times 1.8}$$

$$\therefore x=67.92 \text{ 瓦}$$

海軍機關學校

(1). 次の事項に就きて簡単に説明せよ。

最大蒸氣張力、波長、音色、「プリズム」、感應「コイル」。

- (2). 1 匁の力が 4 匁の物體に働く時は幾何の加速度を生ずるか。

解 1 匁を瓦に直したる値 $\frac{15}{4}$ 瓦 = m 瓦と置けば、本問は m 瓦重 = mg だいの力が質量 4 匁 = 4m 瓦の物體に與ふる加速度を求めれば可なり。故に運動の第二定律に依りて求むる加速度を x とすれば

$$x = \frac{mg}{4m} = \frac{1}{4}g = 245 \text{ (秒秒種)}$$

- (3). 温度 45°C の水 1 匁あり、之に 0°C の水 60 匁を投入する時は水の温度幾何となるか。但し水の融解熱は 1 匁につき 80 「カロリー」とす。

解 温度 45°C の水 1 匁を 0°C まで冷却するには 45 匁カロリーの熱量を放出す。然るに 60 匁の水を融解するには $60 \times 80 = 4800$ カロリー即ち 4.8 匁カロリーを要す。45 > 4.8 なるが故に結果は 0°C 以上の水を生ずるを知るなり。故に最後の水の温度を t とすれば次式を得

$$60 \times 80 + 60 \times t = 1000(45 - t)$$

$$\therefore t = 38^\circ\text{C}.$$

- (4). 動電力 1 「ボルト」の電池あり、此の電池の兩極を抵抗 1 「オーム」の電線にて連結する時は 0.6 「アンペア」の電流通ず、然らば其の電池の兩極を抵抗 2 「オーム」の電線にて連結する時は電流を流るゝ電流幾何「アンペア」なるか。

解 電池の内抵抗を r オーム、求むる電流を i アンペアとすれば題意に依りて

$$0.6 = \frac{1}{1+r} ; i = \frac{1}{2+r}$$

上式を解きて、 $i = \frac{3}{8} = 0.375$ アンペア

海軍經理學校

- (1). AB なる一木の棒あり其 I 端を支へ其 A 點より 12 吋及 18 吋を距る點に於て各 8 封度の重量を懸けたりとす、今此棒を平衡に保たんと欲せば A 點より 16 吋を距る點に於て垂直に何封度の力を以て引上ぐれば可なるや。

解 求むる力を x 封度とすれば、棒が平衡を保つ爲めには支點 A の周りの能率の和は相等しきを要するが故に

$$12 \times 8 + 18 \times 8 = x \times 16 ; \therefore x = 15 \text{ 封度}$$

- (2). 發音燭とは何ぞや。

解 兩端開放せる稍々太き硝子管内に細き硝子管に瓦斯を通して管口に點火せる焰を下口より挿入すれば管口の氣柱は振動して音を發するに至る、此裝置に於ける火焰を通常發音燭と云ふ。

- (3). 風の吹く日に於て濕りたるものを速かに乾燥する理由を詳記せよ。

- (4). 華氏 50 度の水 50 封度あり、之に華氏 212 度の蒸氣を通じて其温度を華氏 188.6 度になさんとす、蒸氣の量を問ふ。

解 華氏 50, 212, 188.6 度は夫々攝氏の 10, 100, 87 度に當る。水の氣化熱を 537 カロリー、求むる蒸氣の量を x 封度とし、1 封度 = m 瓦とすれば題意に依りて次式を得

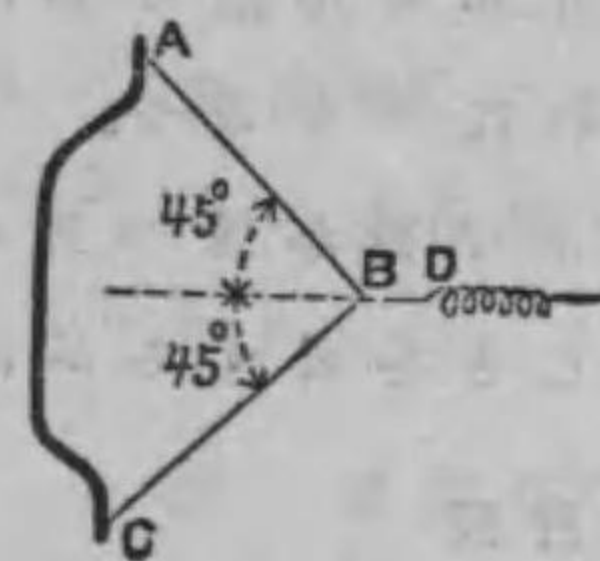
$$537 \times mx + mx(100 - 87) = 50m(87 - 10)$$

$$\therefore x = 7 \text{ 封度}$$

(5). 電話器の構造に就て説明せよ。

陸軍士官候補生

(1). 重力の加速度毎秒毎秒980種なる土地に於て「ゼンマイ」秤の1端に質量1匁の錘を吊したるに「ゼンマイ」の長さ4



種延びたることを認めたり、今此「ゼンマイ」秤の1端を弓の弦ABCの中点Bに連結されたる糸BDの端Dに結び付け之を水平に引きて「ゼンマイ」の長さ6種だけ延びたるとき弦AB及びCBは糸DBの延長線と45度の角度をなした

り、此時(イ)糸BDの張力幾「ダイン」なるか(ロ)弦AB及びCBの張方幾匁力(幾匁の重さに等しき力)なるか(ハ)質量200匁の矢を水平になし之をB點に番へBDを切断せば矢の飛出す際の加速度幾何。

【解】ゼンマイの延長はフックの定律に依りて之に働く張力に正比例するが故に6種だけ引き延ばすときとの張力は $\frac{6}{4} = \frac{3}{2}$ 匁重なり。従つて、(イ)糸BDの張力は $\frac{3}{2} \times 10^3 \times 980 = 147 \times 10^4$ ダイン。(ロ)次にA及びBCに沿つてB點に働く張力をT匁重とすればB點が平衡を保つ爲めには $2T \cos 45^\circ = \frac{3}{2}$; $\therefore T = \frac{3}{2\sqrt{2}}$ 匁重 (ハ)糸BDを切断せし時刻には矢に働く力は $2T \cos 45^\circ = \frac{3}{2}$ 匁重即ち $\frac{3}{2} \times 10^3 \times 980$ 即ち

147×10^4 ダインなり、故に加速度は $\frac{147 \times 10^4}{200} = 7350$ [秒・秒・種]

(2). 左の各項に於ける(イ)術語を説明し(ロ)の諸量の値を示せ。

(1)(イ)密度(ロ)攝氏0度に於ける水銀の密度

(2)(イ)空氣に對し或媒質の光の屈折率(ロ)空氣に對し或媒質の光の全反射の臨界角60度なるとき此媒質の空氣に對する屈折率。

(3)(イ)蒸氣の最大張力(最大壓力)(ロ)攝氏100度に於ける水蒸氣の最大張力(最大壓力)

(4)(イ)音波の波長(ロ)音波の速度毎秒340米なる空氣中に於て振動數毎秒500の發音體より發する音波の波長。

【解】(2)(ロ) 屈折率 $= \frac{\sin 90^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$

(3)(ロ) 760種

(4)(ロ) 波長 $= \frac{340}{500} = .68 \text{ 米} = 68 \text{ 種}$

(3). 左の各項に就きて説明せよ。

(1) 偏りたる光 (2) 偏りたる光を得る方法。

(3) 光の偏れるや否やを検する方法。

東北帝國大學工學專門部

(1). 長さ5尺の糸の上端を固定し下端に2匁の物體を吊し之に水平力を加へて糸の方向を鉛直線と30°の傾きに保たしむるには幾何の水平力を要するか。

【解】糸の張力をT匁とし水平力をx匁とすれば、Tを之と30°及び直角の方向に分解せる二分力Tが夫々2、x匁

となるが故に次式を得べし

$$T \cos 30^\circ = 2, \quad T \sin 30^\circ = x$$

$$\therefore x = 2 \tan 30^\circ = \frac{2}{\sqrt{3}} \text{ 實}$$

- (3). 振子の週期は支點より錘までの針金の長さの平方根に正比例すといふ、 0°C . に於て長さ 1 米週期 2 秒なる振子は 35°C . に於て幾何の週期を有するか、但し針金の線膨脹係数を 0.000018 とす。

圖 振子の週期を T , 針金の長さを l とすれば $T=C\sqrt{l}$ [C は常數] なり。今 l_0, l を以て温度 $0^\circ, 35^\circ\text{C}$. に於ける針金の長さとし求むる週期を T とすれば題意に依りて

$$2=C\sqrt{l_0}, \quad T=C\sqrt{l}$$

是るに $l=l_0(1+0.000018 \times 35)$ なるが故に公式の比を取り

$$T=2\sqrt{1+0.000018 \times 35} = 2\left(1+\frac{1}{2} \times 0.000018 \times 35\right) = 2.0006 \text{ 秒(約)}$$

圖 * 一般に a を小なる數とすれば $\sqrt{1+a} = 1 + \frac{a}{2}$ と看做して可なり、何となれば a が小なるときは $\frac{a^2}{8}$ は一層小なるが故に

$$\sqrt{1+a} = \sqrt{1+a+\frac{a^2}{4}} = 1 + \frac{a}{2}$$

- (3). 2 個の平面鏡を互に直角ならしめ其間に 1 つの光體を置きたる時幾個の像を認むるか圖を畫きて之を説明せよ。
- (4). 動電力 1.5 ヲルト内抵抗 0.5 オームの電池三個を行に繋ぎ其兩端を抵抗 2, 3, 6 オームの 3 本の針金を列に繋ぎたる

ものを以て連結するときは各針金を流るゝ電流の強さ各幾何。

圖 2, 3, 6 オームの針金を列に繋ぎたる時の合抵抗を

$$x \text{ オームとすれば } \frac{1}{x} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{6}{6} = 1 : x = 1 \text{ オーム}$$

故に電流の強さを i アンペアとすれば $i = \frac{3 \times 1.5}{1 + 3 \times 0.5} = 1.8$ アンペア。

従つて、電池内の損失 ヲルトは $1.5 \times 1.8 = 2.7$ ヲルトにして極電位差は $4.5 - 2.7 = 1.8$ ヲルトなり。故に求むる電流は 0.9, 0.6, 0.3 アンペアなり。

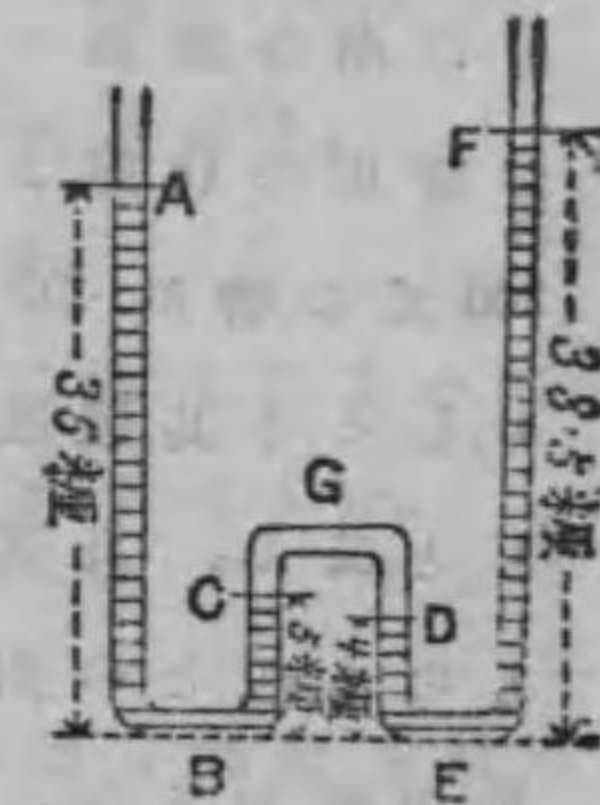
東京高等工業學校

- (1). 圖の如く鉛直に立てたる硝子管に ABC 部には硫酸銅溶液、DEF 部には水、CGD 部には

空氣あり。其高さに $AB=35$

釐、 $CB=5$ 釐、 $FE=33.5$ 釐、 $DE=4$ 釐なり。然るときは此硫酸銅溶液の密度は何程なるか。

又 CGD の空氣の壓力は水銀柱にて何程なるか。但大氣の壓力は水銀柱の 76 釐にして水銀の比重は 13.6 なりとす。



又 CGD の空氣の壓力は水銀柱にて何程なるか。但大氣の壓力は水銀柱の 76 釐にして水銀の比重は 13.6 なりとす。

又 CGD の空氣の壓力は水銀柱にて何程なるか。但大氣の壓力は水銀柱の 76 釐にして水銀の比重は 13.6 なりとす。

圖 水柱の頂點 F に於ける氣壓は 76 釐にして、D 點の壓力は此氣壓に高さ $33.5 - 4 = 34.5$ 釐の水柱の壓力を加へたるものなり。此水柱の高さを水銀柱にて表はせば $\frac{34.5}{13.6}$

種なるが故に、D 點の壓力を水銀柱にて表はせば
 $76 + \frac{34.6}{13.6}$ 種となる。然るに此壓力は CGD の部分に密閉せ
 る空氣の壓力に等しきが故に之を p 種とすれば次式を
 得べし

$$p = 76 + \frac{34.6}{13.6} \dots \dots \dots (1)$$

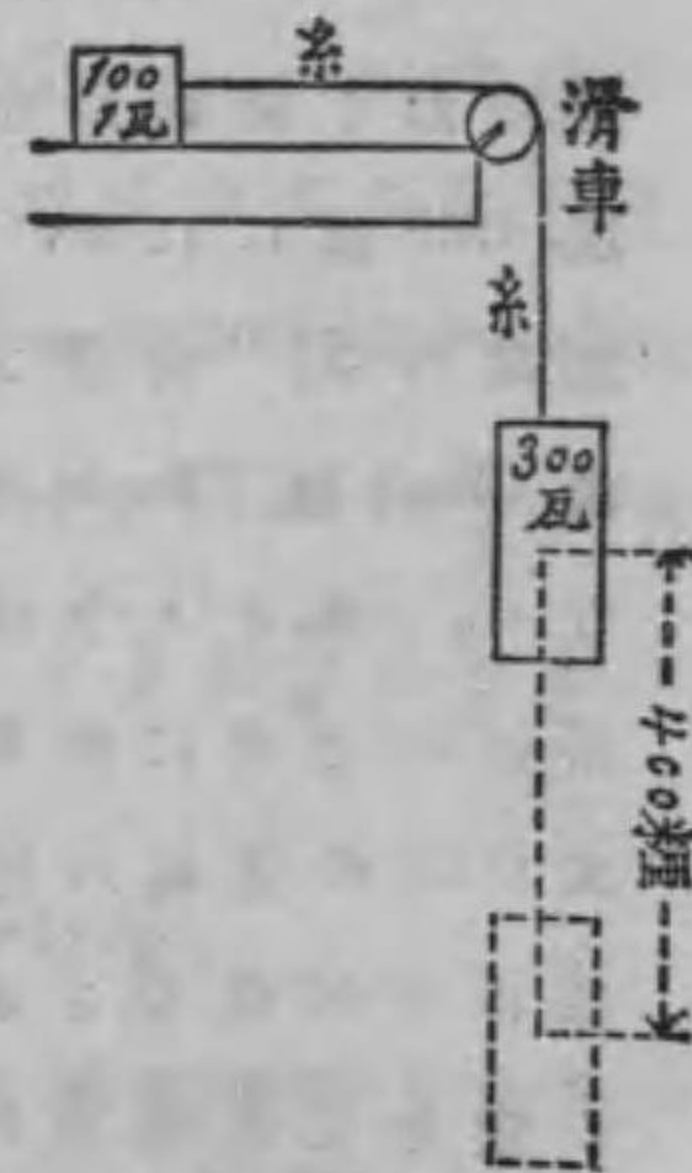
同様にして、硫酸銅溶液の比重を d とすれば C 點の壓力
 は $76 + \frac{30d}{13.6}$ 種にして此壓力は又 CGD の空氣の壓力 p に
 等しきが故に

$$p = 76 + \frac{30d}{13.6} \dots \dots \dots (2)$$

上の式を解きて； d=1.15； p=78.5 種を得るなり。

- (2). 摩擦ある水平板上に置きたる質量 100 瓦の物體に糸を

附し其糸は滑車を越へて他
 端に質量 300 瓦の物體を結び
 付け糸を緊張せり今兩物體
 が静止の状態より動き出し
 300 瓦の物が 400 種の高さ下
 りしとき其速度毎秒 700 種な
 りと云ふ。此運動中 100 瓦の
 ものと板との間に生ずる熱
 量何程なるか。



但熱の仕事當量を 4.2×10^7 「エ
 ルグ」とす。

圖 水平板上 100 瓦の物體が横に運動するも重力に對
 する位置のエネルギーには變化なきが故に、300 瓦の物
 體が 400 種丈は降下する爲めに起る位置のエネルギー

の減少は $mgh = 300 \times 980 \times 400$ エルグに等し。若し物體と板
 との間が平滑なれば此位置のエネルギーは連結せる二
 物體の運動のエネルギーに變ず可し、若し其間に摩擦あ
 れば其差が摩擦熱に變するなり。與へられたる速度
 700 [秒種] は二物體に向つて等大なり、故に二物體の得た
 る運動のエネルギーは $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times (300+100) \times (700)^2$ エルグ
 にして此値は上記の位置のエネルギーよりも小なり。
 故に求むる熱量は次の如し

$$\frac{300 \times 980 \times 400 - \frac{1}{2} \times 400 \times (700)^2}{4.2 \times 10^7} = 0.47 \text{ カロリー}$$

- (3). 感應「コイル」を圖によりて説明せよ。
 (4). 「スベクトル」分析術とは如何。

水産講習所

- (1). 次のものを比重の大きさの順序に列記せよ。
 鐵、「アルミニウム」、白金、銅、銀、金。
 (2). $\frac{1}{2}$ 米秒の速度にて A 點より眞上に抛りたる小石が再び
 A 點を通過する迄には約幾秒を要すべきか。

$$\frac{2v}{g}$$

- (3). 滑かなる斜面(傾角 α) 上に重さ W なる物體を載せ之を

- (1) 水平の方向に
 (2) 斜面に平行なる方向に

支へんには如何程の力にて宜しきか。

$$W \tan \alpha, W \sin \alpha$$

千葉・金澤・新潟・長崎・岡山各醫學專門學校

- (1). 寒暖計に於ては管の太さ一様なること必要にして晴雨計に於ては其の必要なし其の理を説明せよ。
- (2). 硝子箱内の水中の一点より發する光の徑路を圖解せよ。
- (3). 電流に依りて生ずる磁場の一例を圖示し電流の方向と磁力線の方向とを明記せよ。

東京帝國大學農科大學實科

- (1). 水壓器の原理を問ふ。
- (2). 氣體の温度、壓力、立積の關係如何。
- (3). 弱き電流を以て強き電流を起すには如何なる方法によるか。

因 電壓の大なる電流を起すには變電器を用ふ。

東北帝國大學農科大學

- (1). 静止せる水を進行する船の檣の頂上より物體を落とすとき直下の甲板上に落下するは何故なるか又其物體は水面に對して如何なる運動をなすか。
- (2). 物質の融解點と其受くる壓力との關係を述べよ。
- (3). レンズの色収差の起る理を説明せよ。
- (4). 抵抗10オームの導線に0.5アンペアの電流を或時間通するとき其導線に發生する熱量と抵抗2オームの導線に同時間1.2アンペアの電流を通するとき發生する熱量と何れが大なるか其大きさを比較せよ。

因 ジュールの定律に依りて、二つの熱量の比を求むるに

$$\frac{0.24 \times 10 \times (0.5)^2}{0.24 \times 2 \times (1.2)^2} = 5 \left(\frac{5}{12}\right)^2 = \frac{175}{144}$$

第一・二・三・四・五・六・七・八高等學校

- (1). 船の水上に浮び氣球の空中に止まるためには如何なる條件を要するか又其の理由を説明せよ。(190頁)

因 船の水上に浮ぶ爲めには其重さが船の沈める部分と同體積の海水の重さに等しくして且つ釣合が安定なる爲めには「メタセンター」が浮心の上に在る事を要す。又氣球が空中に止まる爲めには其重さが之と同體積の空氣の重さに等しき事を要す。

- (2). 音の共鳴とは何ぞや其の應用の實例二つを挙げよ。
- (3). 凸レンズを用ひて物體より33尺の距離に在る壁に其の物體の11倍大の鮮明なる實像を映せしめんとす。如何なる焦點距離のレンズを何處に置くべきか。

因 物體より x 尺の處にレンズを置きて問題の條件を満足せるものとすれば $\frac{33-x}{x} = 11 \quad \therefore x = 3$ 尺 故に求むる焦點距離を f とすれば

$$\frac{1}{33} - \frac{1}{3} = \frac{1}{f} \quad \therefore f = -3.3$$

故に焦點距離3.3尺の凸レンズを物體の前方3尺の處に置けば可なり。

- (4). 磁針を絲にて水平に支ふるためには如何なる點に絲を附くべきか其の理由を説明せよ。

因 其場所の伏角 $=\theta$, 磁針の兩極に働く磁力 $=F$, 磁針の重さ $=W$, 其長さ $=2l$ とし磁針の重心(中心)より x の

距離の點に絲を結びて磁針が水平となりたりとすれば
次式を得べし

$$W \times x = 2l F \sin \theta \quad \therefore x = 2l \frac{F}{W} \sin \theta$$

東京美術學校

- (1). サイフオンの使用法及び其理を説明せよ。
- (2). 水銀は温度 0°C に於て密度一立方糎に付 13.596 瓦なり、温度 50°C に於ては密度何程となるか。但水銀の膨脹率は 0.00018 なりとす。

圖 求むる密度を d とせば：

$$d = 13.596(1 - 0.00018 \times 50) = 13.474 \text{ [瓦糎]}^3$$

- (3). 1 の凸レンズを以て虚像を見る場合を圖によりて説明せよ。
- (4). 動電力 1.07 ボルト 内部抵抗 2 オームのダニエル電池 4 個を行に結びて 0.2 アンペアの電流を生ぜしむるには抵抗何程の導線を用ひて電池を結ぶべきか。

圖 求むる抵抗を R オームとすれば題意に依りて

$$0.2 = \frac{4 \times 1.07}{R + 4 \times 2} \quad \therefore R = 13.4 \text{ オーム}$$

鹿兒島高等農林學校

- (1). 基底大にして重心の位置の低き程物體の安定度の大きな理を説明せよ。
- (2). 「サイフオン」の理を説明せよ。
- (3). 攝氏零度の時に直径 3.06 糎の眞鍮の球を攝氏 300 度迄熱する時は其の球の容積は幾何となるか。但し眞鍮の線膨脹係数を 0.000019 とす。

圖 攝氏 300 度に於ける球の直径を d 糎とすれば

$$d = 3.06(1 + 0.000019 \times 300) = 3.08 \text{ 糎}$$

$$\therefore \text{求むる體積} = \frac{1}{3} \pi \frac{d^3}{2} = 15.3 \text{ 糎}^3$$

- (4). 電氣分解に關する「ファラデー」の法則を記せ。
- (5). 次のものを簡単に説明せよ。
(a) 滲透 (b) 音の干渉 (c) 露點 (d) 螢光及熾光
(e) 光の分散

熊本高等工業學校

- (1). 比重 0.6 にして體積 70 立方糎なる木片あり、これに比重 8 なる眞鍮の重りを附着し其全體が丁度水中に沈む如くするには眞鍮の體積を幾何にすれば可なるか。

圖 木片の重さは $70 \times 0.6 = 42$ 瓦なり、而して求むる眞鍮の體積を V 糎³ とすれば眞鍮の重さは $8V$ 瓦なり。木片及び眞鍮の重さの和が之と同體積の水の重さに等しきとき全體は丁度水中に沈むが故に次式を得

$$42 + 8V = (70 + V) \times 1$$

$$\therefore V = \frac{28}{7} = 4 \text{ 立方糎}$$

- (2). 寒暖計に依りて山の高さの概略を知るには如何にすべきか其方法と理由とを記述せよ。
圖 山頂に於ける大氣の壓を知れば公式 (153 頁 28 参照) に依りて山の高さを計算し得べし。山頂に於て寒暖計を用ひ水の沸騰點を測れば此温度に對する水蒸氣の最大壓力は氣壓に等し (247 頁 24) きが故に従つて山の高さを算出し得るなり。

海 軍 兵 學 校

- (1). 滑なる斜面上に或重さの物体を置き鉛直なる力にて之を支へんとす力の大きさを求めよ。

圖 物体が斜面上に釣合ふときは鉛直の力と斜面に直角なる抗力との合力が鉛直下方に向へる物体の重さに等大にして且つ反対方向なるを要す故に抗力は零となり従ふて支ふる力は物体の重さに等しきを知る。

- (2). 水銀晴雨計の管子は太さ一様ならざるも差支なきか又管細ければ如何理由を附して答へよ。

- (3). 液面に浮べる物体あり、其の温度液の温度と共に同じだけ上昇せしに物体は前よりも多く沈みたりと云ふ、液と物体との膨脹係数の何れが大なるかを證明せよ。

圖 阿キメデスの原理に依り物体の沈める部分と等體積の液の重さは常に物体の重さに等し、然るに温度上昇の爲めに物体が前よりも多く沈むが故に液體は固体よりも多く膨脹し従つて前者は後者よりも大なる膨脹係数を有するを知るなり。

- (4). 凸「レンズ」の焦點に軸と直角に發光體を置き又此「レンズ」の直後に軸と直角に平面鏡を置けば何處に如何なる像を生ずべきか。

圖 物体の位置に倒立せる實像

- (5). 同種類の電池に於て大形のものほど強き電流を得るに適する理由如何。

大 正 五 年 度

東 京 高 等 工 業 學 校

- (1). 同一の鉛直面内のA, B, C三定點に滑車あり。AB, ACは(距離等しく、BAC角は60°)にてBG, C同じ水平線上にあり。三つの滑車に懸りたる絲の兩端に各10匁の分銅を附せり、絲の張力及びA, B, C滑車の軸に及ぼす力の方向及び大き如何。

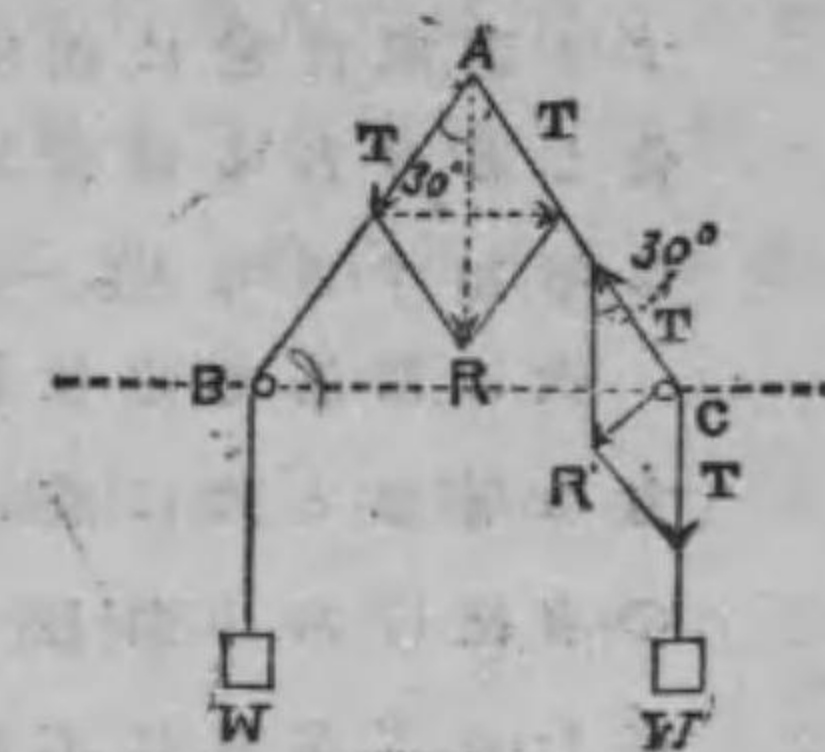


圖 絲の重さを無視し且つ滑車に摩擦なしとせば絲の張力Tは各所同一にして其値は分銅の重さ10匁に等し。滑車の其軸に及ぼす壓力は滑車に働く絲の張力の合力に等し。先づ滑車Aに働く二つの張力T, Tの合力は鉛直の方向に於けるTの合力の2倍に等しきが故に

$$AR = 2T \cos 30^\circ = 2 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 17.32 \text{ 匁}$$

次に滑車Cに働く張力T, Tの合力CR'を求めんに

$$CR' = 2T \cos 150^\circ = 2T \sin 15^\circ = 10 \frac{\sqrt{4-1}}{\sqrt{2}} = 5.18 \text{ 匁}$$

- (2). 活塞を備へたる圓筒内に少量の液と其蒸氣とのみあり温度を一定に保ちながら活塞を引き上げるとき、押下ぐるとき、及び活塞を定位置に保ち温度を變ずるとき各場合に於て如何なる變化を生ずるか。

圖 活塞を備ふる圓筒内に少量の液及び其蒸氣のみを密封するときは蒸氣は飽和の有様にあること明かなり、此際温度を一定に保ちて、活塞を引き上げれば蒸氣は常

に飽和の有様を保ち液は蒸発するなり而して液が悉く蒸発したる後尙活塞を引き上げれば蒸氣は不飽和となりて其密度はボイルの定律に依りて減するなり。之に反して、活塞を押し下ぐれば蒸氣の一部は液化して殘留する蒸氣は常に飽和の有様にあり、而して蒸氣が悉く液化し終りたる後尙活塞を押し下ぐれば液の壓力は急激に増加するなり。

次に活塞を定位置を保ち温度を高むるときは最大壓力の増加と共に液は蒸發し蒸氣は其温度に對する飽和の有様にあり而して液が蒸發し終りたる後尙其温度を高むれば蒸氣は不飽和蒸氣となり其の壓力は式

$p = p_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right)$ に従つて増加す。之れに反して温度を降下せしむれば最大張力の減少と共に蒸氣の一部は液化するなり。

(3). 長さ 100 種の開きたる風琴管あり。空氣中に於ける音の速度毎秒 340 米なるとき管が發する原音及び倍音の振動數は何程なるか。 圖 原音 $n = 170$ 秒；倍音 $2n, 3n$ 等

(4). 對物レンズの焦點距離 10 種の望遠鏡あり。對物レンズより 1.1 米の物體を明瞭に見得るが如く對眼レンズを調整し、次に又他の物體を同様明瞭に望む爲に對眼レンズを對物レンズの方へ近づけたり、對物レンズよりこの物體までの距離何程なるか。但し對眼レンズを通して見る物體の像は常に對眼レンズより同じ距離に生ずるものとす。

圖 凸レンズの公式 $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ に $f = 10$ 種 $a = 110$ 種を代入

すれば $b = -11$ 種を得、即ち初めの場合に於て物體の實像は對物レンズの後方 11 種の所に生ずるなり。次に望遠鏡を他の物體に對するとき對眼レンズを 0.5 種丈け前方に動かすとき前と同一の場所に虚像を生ずるが故に此場合の實像は前よりも 0.5 種丈け前方即ち對物レンズより 10.5 種の距離に生ずるなり。故に $b = -10.5$ 種を上式に代入して $a = 2.1$ 米を得。

(5). 次の各場合に於て鐵、銅何れの線に多くの熱を生ずるか。

(1) 同じ太さ同じ長さの鐵線と銅線とを行につなぎこれに電流を通ずるとき。

(2) 上と同様の二線を列につなぎこれに電流を通ずるとき。

圖 鐵の比抵抗は銅の比抵抗よりも大なるが故に鐵線は之と太さ及び長さの相等しき銅線よりも大なる抵抗を有す。(1) 太さ及び長さの相等しき鐵線及び銅線を行に結び之に電流を生ずるときは二線に於ける電流の強さ相等しきが故にジュールの定律により抵抗の大なる鐵線に於ける熱量は銅線に於ける熱量よりも大なるを知る。(2) ジュール熱の式を $H = 0.24 R I^2 = 0.24 \frac{E^2}{R}$ (E は兩端の電位差)と書けば針金に發生する熱量は電位差の平方に正比例し抵抗に逆比例するを知る。上記の鐵線及び銅線を列に結びて電流を通ずるときは兩線に働く電位差は相等しきが故に抵抗の小なる銅線に於ける熱量は鐵線に於ける熱量よりも大なるなり。

大阪高等工業學校

- (1). 一個の定滑車と一個の動滑車とを圖の如く組合せ動滑車に質量4斤の物體Aを懸け綱の一端に質量6斤の物體Bを吊したる時物體Aの上昇の加速度及び物體Bの降下の加速度を求め。但し滑車及び綱の重さは省略し且つ摩擦抵抗等は一切なきものとす。

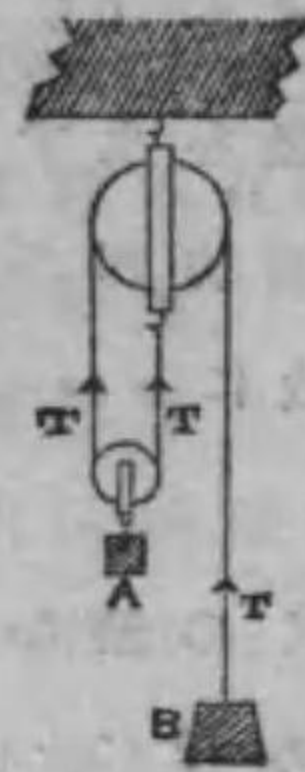


圖 2物體A, Bの質量を m, m' とし, Aの上昇加速度を α , Bの降下加速度を β , 綱の張力を T

とす。Aは上方に向ふ張力 $2T$ と下方に向ふ重さ m とを受けて上方に運動し, Bは下方に向ふ重さ $m'g$ と上方に向ふ張力 T とを受けて下方に運動す。従つて運動の第二定律に依りて次式を得。

$$m\alpha = 2T - m; \quad m'\beta = m'g - T$$

第二式に2を乗じて第一式に加ふれば

$$m\alpha + 2m'\beta = (2m' - m)g$$

圖の装置に於てAが距離 S だけ上ればBは $2S$ だけ下るが故にBの速度はAの速度の二倍なり。又加速度の大きさは單位時間に變化する速度に等しきが故にBの加速度はAの加速度の二倍なり, 即ち $\beta = 2\alpha$ なり。此關係を上式に代入し且つ $m=4$ 斤, $m'=6$ 斤なる値を代入すれば

$$\alpha = \frac{2m' - m}{m + 4m'} g = \frac{8}{28} g = \frac{2}{7} g$$

即ち, Aの上昇加速度は $\alpha = \frac{2}{7} g$ にしてBの降下加速度は $\beta = \frac{4}{7} g$ なり。

- (2). (a) 偶力とは何ぞ, 偶力を含む平面内の一點に對する其の偶力の能率は點の位置に拘はらず一定なる事を證明せよ。 [89, 90頁参照],
(b) 倍音とは何ぞ倍音が音の性質に與ふる影響を問ふ。 [454, 471頁参照]

- (3). 焦點距離 f_1 及 f_2 なる2個のレンズの軸を一致せしめ且つ距離 d だけ距てて置きたる組合せレンズの焦點距離を求むる公式を作れ。

圖 焦點距離 f_1, f_2 なる二つのレンズより成るレンズ系の焦點距離を見出す爲めに平行光線をレンズ f_1 に投射したるものとす。此際若し第二レンズ f_2 を置かざるときは[レンズ間の距離 $d < f_1$ とす]光線は第一レンズより f_1 の距離に在る焦點に集中するなり。故に第二レンズを d なる距離に置くとときは此レンズより $f_1 - d$ なる距離に虚の光點を生ず, 而してレンズの公式に依りて求め得る此光點に對する像の位置 b は即ちレンズ系の焦點距離に外ならず。

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{(f_1 - d)} = -\frac{1}{f_2}$$

$$\therefore \frac{1}{b} = -\frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_1 - d}$$

$$\therefore b = -\frac{f_2(d - f_1)}{f_1 + f_2 - d}$$

- (4). (a) 蹄形磁石を保存するに其極に一片の軟鐵を附け置くは何故なるか。

(b) 白熱電燈に於ては瓦斯燈等に於ける如く點滅用振子(ネジ)を加減して任意の光度を得られざるは何故なるか。

名古屋高等工業學校

- (1). 「コップ」に水を容れこれに氷の一片を入れる、時
- (i) 氷が水面に浮ぶは何故なるか。
- (ii) 「コップ」の外側に水滴を生ずるは何故なるか。
- (iii) 氷が全く融解する時水面の高低如何。
- (2). 次の諸單位の定義を問ふ。
ダイン エルグ 馬力 カロリー ソット
- (3). 1「アンペア」の電流が抵抗1「オーム」の導體を1秒時間流るゝときは0.24「カロリー」の熱を發生するものとす、10「ボルト」にて0.2「アンペア」を取る白熱燈には30分間に幾許の熱を發生するか。

解 ジェールの定律に依り、電流にて發生する熱量 H は電流の強さ i の平方、針金の抵抗 R 及び時間 t の積に比例するが故に

$$H \propto i^2 R t ; \quad \therefore H = K i^2 R t$$

然るに、 $i=1$ アンペア、 $R=1$ オーム、 $t=1$ 秒なるときは $H=0.24$ カロリーなるが故に

$$H = 0.24 i^2 R t = 0.24 E i t$$

茲に $E=iR$ は針金の兩端の電位差を示す。上式に $E=100$ ボルト、 $i=0.2$ アンペア、 $t=30$ 分 $=1800$ 秒を代入すれば

$$H = 0.24 \times 100 \times 0.2 \times 1800 = 8640 \text{ カロリー}$$

東北帝國大學工學專門部

- (1). 質量10瓦の物體が半徑60釐の圓周に沿ひ一樣なる速さを以て一分時間に35廻轉をなすと云ふ、物體の有するエネルギー幾何エルグなるか。
- 但し圓周率の値を $\frac{22}{7}$ とす。

解 圓の圓周 $2\pi \times 60$ 釐を一分即ち60秒間に35廻轉する物體の速さは

$$\frac{35 \times 2\pi \times 60}{60} = 70 \times \frac{22}{7} = 220 \text{ [秒徑]}$$

なるが故に求むる運動のエネルギーは次の如し

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (220)^2 = 242000 \text{ エルグ。}$$

- (2). 100°C . の水蒸氣90瓦を 0°C . の氷450瓦に注ぐときは其結果如何。但し水の蒸發熱は533カロリー、融解熱は80カロリーとす。

解 100°C . の水蒸氣が 100°C . の水となる爲めに放出する熱量は $533 \times 90 = 48240$ カロリーにして、 0°C . の氷を融解するに $450 \times 80 = 36000$ カロリーを要す。故に水蒸氣は全部凝結し氷は全部融解するなり。今混合せる水の最後の溫度を $t^\circ\text{C}$. とすれば水蒸氣が凝結して 100°C . の水となり更に $t^\circ\text{C}$. の水となる爲めに放出する熱量は

$$48240 + 90(100 - t) \text{ カロリー}$$

にして、氷が融解して 0°C . の氷となり更に $t^\circ\text{C}$. の水となる爲めに吸収す可き熱量は $36000 + 450t$ カロリー

なり。此二つの熱量は等しきが故に

$$48240 + 90(100 - t) = 36000 + 450 \times t$$

$$\therefore t = 39.33^\circ\text{C}.$$

- (3). スペクトル分析術とは如何。
 (4). 電話機の構造及び作用を説明せよ。

米澤高等工業學校

- (1). 感應電流の方向に關する法則を述べ圖を畫きて之れを説明せよ。
 (2). 音叉を鳴らして其儘放置するに音は次第に弱くなる其理如何。

圖 音叉を鳴らすときは振動のエネルギーは音波のエネルギーとなりて周圍に放出するが故に振動の振幅は次第に減少するなり [音叉が振動するときにはエネルギーの幾分かは音叉内の内部摩擦の爲めに熱となるなり]

- (3). 物質の融解熱とは何ぞ。
 攝氏0度の氷を攝氏30度の水210瓦の中に投じ攝氏25度の水220瓦を得たり、氷の融解熱幾何。

圖 物質の融解熱とは1瓦の物質を融解するに要す熱量に等し。次に氷の融解熱をLとすれば氷の質量は $220 - 210 = 10$ 瓦なるが故に此氷が融解して 25°C . の水となる爲めに吸収する熱量は $10L + 25 \times 10$ カロリーにして210瓦の水の温度が 30°C . より 25°C . に冷却するとき放出する熱量は $210 \times (30 - 25)$ カロリーなり。此二つの熱量を等

しと置きて

$$10L + 25 \times 10 = 210 \times (30 - 25)$$

$$\therefore L = 80 \text{ カロリー}$$

- (4). 圖の如く深さ80厘の直圓筒を倒にして水中に押し入れ底面が水面上7厘に達せしとき水が筒内に5厘入込みたり。此時の大氣の壓力幾何。



圖 大氣の壓力を水銀柱の高さにて x 厘とすれば、圓筒内の空氣は初め x 厘の壓力にて $80A$ 厘³なる體積を有す [Aは圓筒の斷面を厘²にて表はしたる數なり]。次に圓筒を水中を押し入るゝときは體積は $75A$ 厘³となり、其壓力は氣壓よりも水柱の高さにて $80 - (7 + 5) = 68$ 厘即ち水銀柱にて $\frac{63}{13.6}$ 厘丈け大なり。故にボイルの定律に依りて次式を得

$$x \times 80A = \left(x + \frac{63}{13.6}\right) \times 75A$$

$$x = 75 \text{ 厘}$$

熊本高等工業學校

- (1). 質量と重量との區別如何且つ天秤によりて質量を測定し得る理由を述べよ。
 (2). 攝氏100度の水蒸氣10瓦を攝氏20度の水100瓦中に入れたるとき全部75度の水となれりと云ふ、然らば水の氣化熱は幾何なるか。

圖 求むる氣化熱をLとすれば

$$10L + 10(100 - 76) = 100(76 - 20)$$

$$\therefore L = 536 \text{ カロリー}$$

- (3). 色消レンズとは如何なるものか。
 (4). 磁力線とは何ぞや。
 (5). 起電力2ボルト、内抵抗1オームの電池の兩極に抵抗夫々1オーム、3オーム、5オームの3本の針金を並列に連結するとき此電路を流るゝ全電流の強さを求めよ。

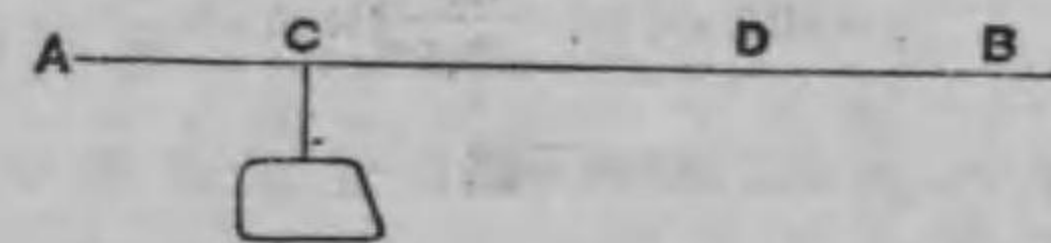
圖 列に連結せる3本の針金の合抵抗をRとすれば

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5}; \quad \therefore R = 0.65 \text{ オーム}$$

$$\therefore i = \frac{2}{1 + 0.65} = 1.21 \text{ アンペア}$$

専門 學 校

- (1). 次の語の意義を問ふ。
 (イ) 比重 (ロ) 線膨脹係數



上圖の如く長さ6尺の棒の一點Cより重さ20貫の物を吊し、之を甲乙二人にて擔はんとす。乙がB點にて擔ふ時と、D點にて擔ふときに於てA點を擔へる甲の肩に及ぼす重さに何程の差異ありや。

但しAC=1.5尺、BD=1.5尺とし棒には重さなきものとす。

$$\text{圖 } 20 \times \frac{4.5}{6} - 20 \times \frac{3.5}{5} = 15 - 14 = 1 \text{ 貫}$$

- (3). 光の屈折の定律を述べよ。
 (4). 遠地に電力を傳送するには高壓電流を以てするは何故なるか。

千葉・金澤・新潟・長崎・岡山各醫學專門學校

- (1). トリチエリーの實驗を行ふとき硝子管を傾くるも水銀面の鉛直の高さに變化なき理由如何。
 (2). 熱の移動の方法を記せ。
 (3). 球面凹鏡に於て光源と其の像との關係式を記し之を證せよ。
 (4). 電氣振動とは何ぞや。
 (5). 長さ1尺重さ25匁の棒あり其の一端より2寸の所を糸にて吊せる場合に何れの端に何匁の物を吊さば棒は水平となるべきか。

圖 糸に近き方の端に37.5匁

盛岡高等農林學校

- (1). 振り子を用ひて重力の加速度を測定する方法を問ふ。
 (2). 熱の仕事當量とは如何。
 (3). 「レンズ」の色收差を説明せよ。

神戸高等商業學校

- (1). 水槽あり、其底より管を通して水面より低きこと10米なる點に於て水を流出せしめんとす、此點に於ける水の流出速度幾許、また此流出口を眞上に向けて水を噴出せしめるとき水の昇り得べき高さの極限幾許。

トリエリーの定理(335頁例題(2))に依り、流出口の速度 v は次式にて與へらる。

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 10} = 14 \text{ [秒米]}$$

流出口を上方に向くとき水の昇り得る最高の高さは元の10米なり(エネルギー不減律)。

- (2). 温度 0°C にて正しき金屬製1升樽あり、之を 30°C なるとき使用すれば何程の誤りを來すべきか、但し此金屬の線膨脹係数は 0.000019 なり。

體膨脹係数は線膨脹係数の3倍なるが故に 0°C 、及び $t^\circ\text{C}$ に於ける1升樽の内容を夫々 V_0 、 V_t とすれば

$$V_t = V_0(1 + 3\alpha t)$$

$$\therefore V_t - V_0 = V_0 \times 3\alpha t$$

上式に $V_0 = 1$ 升の $\alpha = 0.000019$ 、 $t = 30^\circ$ を代入れば内容の差は次の如し

$$V_t - V_0 = 0.0017 \text{ 升}$$

- (3). 偏光とは如何なるものなるか、また如何にして之を生ぜしむべきか。
- (4). 工率10馬力なる動力あり、之を以て効率0.8なる發電機を廻轉せしめ、よりて得らるゝ電流を用ひて電燈を點火せんとす、所要電壓10「ヴォルト」電氣抵抗200「オーム」なる電燈何個を完全に照らし得べきか。但し1馬力=735「ワット」。
- 發電機に供給する動力は10馬力にして其効率0.8なるが故に發電機が外部に出す電氣的エネルギーは 0.8×10 馬力 = $0.8 \times 10 \times 735$ ワットなり。電燈に於ける電流の強さは $\frac{1}{2}$ アンペアなるが故に1個の電燈に要するワット

ト数は $100 \times \frac{1}{2} = 50$ ワットなり、故に電燈の数を x とすれば

$$50x = 0.8 \times 10 \times 735 \quad \therefore x = 117.6$$

\therefore 求むる電燈數 = 117 個。

山口高等商業學校

- (1). 桿秤に就きて知れる所を記せ。
- (2). 凸レンズの焦點に就き説明せよ。
- (3). 氣體の體積に對する壓力と温度との關係を説明せよ。

東京高等師範學校

- (1). 質量 m 瓦の物體が速度 v 秒程にて動くとき其運動のエネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ エルグなることを説明せよ。
(頁381参照)
- (2). 深き瓶に水を注入するとき水充つるに従ひ水音の調子高くなるは何故なるか。
瓶内の氣柱の長さが漸次に小となり従つて其振動數大となればなり。
- (3). 空氣の温度攝氏 33.7 度にして露點攝氏 20.4 度なるときは其湿度幾何なるか。

温度 (攝氏)	20度	31度	33度	34度
水蒸氣の最大壓力 (水銀高)	17.4	18.5	37.4	39.6

温度の範圍が小なるときは最大壓力は温度の變化に正比例するものと看做し得るが故に今表を利用して

空気の温度33.7°C.に対する水蒸気の最大壓力を求めん。
 温度33°より31°に至る1°の差に對し最大壓力は2.2耗丈
 け増すが故に33°より33.7°に至る0.7°C.の差に對しては
 $2.2 \times 0.7 = 1.54$ 丈け増す。故に求める最大壓力は

$37.4 + 1.5 = 38.9$ 耗なり。同様にして露點に對する最大壓力
 として $17.4 + 1.1 \times 0.4 = 17.8$ 耗を得。故に温度の定義に依りて

$$\text{温度} = \frac{17.8}{33.9} \times 100 = 46(\text{約})$$

- (4). 各種の輻射線の存在を如何にして知り得るか、此等の輻射線に共通なる性質を挙げよ。
- (5). 50ボルトの電壓にて用ふべき様に作りたる電球を100ボルトにて點火すれば如何なる結果を生ずるか。

電燈の線條が電壓の増加の爲めに強く熱せらるゝ結果一時非常に強く輝くも線條の飛散激しくなりて直ちに燒き切れるに至るなり。

廣島高等師範學校

- (1). 下記に該當する單體金屬中其最も著しきもの各一つ宛を記せ。
- (イ) 展性に富むもの (ロ) 電氣抵抗の小なるもの
 (ハ) 融け難きもの
- (2). 比重2.6の小石が2)米の水中を落下するに何程の時間を要するか。但物體に及ぼす水の作用は浮力のみと假定す。

小石の體積をV體とすれば其質量は2.6V瓦にして重力は2.6Vgダイ、浮力はVgダイなり。故に小石に

下方に働く力は結局1.6Vgダイなり。αを以て石の降下の加速度とすれば

$$2.6vx = 1.6vg \quad \therefore \alpha = 0.62g(\text{秒秒程})$$

故に $s = 20$ 米 = 2000 釐 を降下する時間をtとすれば

$$t = \sqrt{\frac{2s}{\alpha}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000}{0.62 \times 980}} = 2.5 \text{秒}$$

- (3). 1つの電池と1つの電鈴とを用ひて、相異なる各室よりある1室に相圖せんとす、其連結法を考案せよ。

(頁813参照)

東京女子高等師範學校

- (1). 物性の主要なるもの3つを選びて、其の法則を記せ。
- (2). 實例を舉げて、電流の諸作用を説明すべし。

商船學校

- (1). 「ダイヤモンド」及金よりなれる指環を空氣中及水中にて量り夫々65「グラム」及60「グラム」を得たりと云ふ、今金の比重を $17\frac{1}{2}$ とし、「ダイヤモンド」の比重を $3\frac{1}{2}$ とすれば此指環に含有する「ダイヤモンド」の重量幾何なるか。
- 空氣中及び水中に於ける重さの差5瓦は指環と同體積の水の重さに等しきが故に其體積は5體³なり。此體積中金剛石の體積をx體³とすれば金の體積は5-x體³にして其重さの和は65瓦なるが故に

$$\frac{7}{2} \times x + \frac{35}{2} (5-x) = 65$$

$$\therefore x = 1.6 \text{體}^3$$

故に金剛石の重さは $0.16 \times \frac{7}{2} = 5.6$ 瓦

- (2). 水圧機に於て小圓筒及大圓筒の活塞を夫々直径 $\frac{3}{4}$ 「インチ」及 20「インチ」なりとし、小圓筒の活塞に 150 封度の力を加ふれば大圓筒の活塞には何封度の力となりて現はれ得べきか。

$$\text{答} \quad \left(\frac{20}{\frac{3}{4}}\right)^2 \times 150 = 106667 \text{ 封度(約)}$$

- (3). 或物質と空氣とにては臨界角 45° なりと云ふ然らば其物質の屈折率幾何なるか。

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

- (4). (a) 地磁氣が地球の表面を流るゝ電流に基因するものとせば其電流の方向は如何になるべきか。

答 東より西に流るれば可なり

鹿兒島高等農林學校

- (1). 壓力 P 氣壓の時に V 立方程の氣體あり、同溫度にて壓力が P' 氣壓となる時は其氣體の容積の變化幾何なるか。

$$\text{答} \quad \frac{P}{P'} V$$

- (2). 彈性に關する「フック」の法則を記し且つ此法則を應用せる器械名一つを擧げて其構造の大略を説明せよ。

- (6). 攝氏 100 度の水蒸氣 5 瓦を攝氏 10 度の水 45 瓦の中に注入せしに水の溫度は攝氏 72 度 7 分となれり水の氣化熱を求む但し容器寒暖計は少しも熱を傳導せざるものとす。

答 求むる氣化熱を L とすれば

$$5L + 5(100 - 72.7) = 45(72.7 - 10),$$

$$\therefore L = 537 \text{ カロリー}$$

- (4). 虹の圓形をなす理由を説明せよ。
 (5). 磁針の眞上を電流が北より南に通ずる時は磁針の北極は何れの方向に傾くか。

答 フレミングの規則に依りて東方に傾く。

海軍經理學校

- (1). 或る固體を A, B なる 2 液及水中に於て重量を秤りしに A 液中にては 46「グラム」B 液中にては 40「グラム」又水中にては 50「グラム」の重さを減ぜりと云ふ、A 及 B 液の比重を問ふ。

$$\text{答} \quad 0.92; 0.80.$$

- (2). 溫度と比重との關係を説明せよ。
 (3). 晴雨計の原理及構造を説明せよ。
 (4). 綿フランネルの内其表面に毛羽の出づること夥なきものと多きものとにより觸感に溫さの相違を生ずる理由を説明せよ。

- (5). 電流が輪道の一部に於て抵抗 4「オーム」と 20「オーム」との 2 導線に分るゝとき其 2 線を流るゝ電流の強さ如何。

答 主電流を i とし、4 及び 20 オームの導線に流るゝ電流の強さを夫々 x, y とすれば

$$x + y = i, \quad 4x = 20y$$

$$\therefore x = \frac{5}{6}i; \quad y = \frac{1}{6}i$$

- (6). 音波の速度とは如何。

海軍機關學校

- (1). 無風のとくと雖も一般に火事場の近傍にては風を生ず、其の理由を述べよ。

[94頁参照]

- (2). 切口圓形なる銅線あり、其の直徑 0.9 軸長さ 20 米なるときは電氣抵抗幾何「オーム」なる、但し斷面積 1 平方軸長さ 1 米の銅線の電氣抵抗を 0.0159「オーム」とす。

求むる抵抗を x オームとすれば

$$x = 0.0159 \times \frac{20}{\pi(0.45)^2} \\ = 0.5 \text{ オーム (約) }.$$

- (3). 光の屈折の法則を述べ且つ之を圖示せよ。
(4). 「エルグ」「カロリー」及び「アンペア」に就きて簡単に説明せよ。

水産講習所

- (1). 比重 0.85 立積 V 立方寸なる物體を比重 1.025 なる海水中に全部沈めんには幾多の力を要すべきか。

但し算出の理由を明かにし且つ結果を簡單なる形にて示せ。

物體の重さは $0.85V$ 瓦にして、浮力は $1.025V$ 瓦なるが故に物體を押し上げんとする力は $(1.025 - 0.85)V = 0.175V$ 瓦重なり。然るに $1 \text{ 瓦} = \frac{4}{15} \text{ 匁}$ なるが此力を匁にて表せば

$$0.175 \times \frac{4}{15} V = 0.05 V \text{ 匁 (約)}$$

- (2). 布片に「アルコール」を浸して皮膚を拭ふときは冷かに感じ尙其部分に強く息を吹き掛くるときは一層冷かに感ずる理由如何。
(3). 水中の点より大氣中に發散する光線の徑路を圖にて示し且つ其主要なる部分を略説せよ。
(4). 次の事項に就て説明せよ。
(1) 共鳴。 (2) 聴り。
(5). 電氣波に就て知るところを記せ。

東京帝國農科大學

- (1). 液體の比重を測定する方法を記し其理由を示せ。
(2). 熱容量及び比熱の意義を説明せよ。
(3). 電氣分解の定律を述べよ。

秋田鑛山専門學校

- (1). 海上に浮ぶ冰山あり、水面上の體積 7000000 立方尺なるときは其冰山の全體積幾何なるか。
但し海水の比重は 1.026 氷の比重は 0.917 なりとす。

冰山の全體積を x 立方尺とすれば

氷の重さ 浮力

$$0.917 \times x = (x - 7000000) \times 1.026$$

$$\therefore x = 6588990.8 \text{ 立方尺}$$

40' の水 10 瓦中に 0' の氷を入れて 0' の水となすには幾多の氷を要すべきか。

但し温度は總て攝氏、氷の融解熱は80瓦カロリーなりとす。

圖 求むる水の質量を x 瓦とすれば

$$80x = 100 \times 40 \quad \therefore x = 50 \text{ 瓦}$$

- (3). 地磁氣の三要素を列記し且つ説明せよ。
 (4). 電動力1.9ボルト、内抵抗0.3オームなる「アンゼン」電池10個を行に繋ぎ其兩端を抵抗5オームの針金に連結するときは幾アンペールの電流を得るか。

圖 電流の強さ； $i = \frac{10 \times 1.9}{10 \times 0.3 + 5} = 2.375$ アンペア

- (5). 次の術語の意義を簡明に答へよ。
 (1) 沸騰と蒸發。 (2) アンペールとクーロン。
 (3) 球面収差と色収差

海 軍 兵 學 校

- (1). 次の叙述に誤あらば訂正せよ。
 (イ) 大氣の壓力は $13.6 \times 76 = 1033.6$ なり
 (ロ) 1瓦の物體に作用する重力は450「エルグ」なり。
 (ハ) 器中の水が其の底に及ぼす壓力の強さは器の形の如何に關せず多量の水を有するものほど大なり。
 圖 (イ) 大氣の壓力は一平方裡につき $13.6 \times 76 = 1033.6$ 瓦重なり。
 (ロ) 1瓦の物體に作用する重力は場所に依りて異なるも本邦に於ては約980ダインなり。
 (ハ) 器中の水が其の底に及ぼす壓力の強さは器の

形に關せず水の高さに依りてのみ定まるが故に器中に在る水の量に無關係なり。

- (2). 比熱及び溫度に就きて簡単に説明せよ。
 (3). 鏡面が虚像を作る場合及び實像を作る場合各一つを圖解せよ。
 (4). 下の場合に於て鐵線の受くる作用を説明せよ。
 一本の鐵線を糸にて水平に吊し其一端に
 (イ) 磁石の一極を近づけるととき。
 (ロ) 帶電體を近づけるととき。
 圖 (イ) 磁氣の感應に依り極に近き鐵線の端に各の極を生じ従つて鐵線は吸引せらる。
 (ロ) 靜電氣の感應に依りて帶電體に近き端に各の電氣を感應し従つて鐵線は吸引せらる。
 (5). 一本の導線にて電池の兩極を連結せる電路あり 更に一本の導線を列に附加すれば全電流は増すべきか或は減すべきか 理由を附して答へよ。
 圖 電池の兩極を導線にて連結し更に一本の導線を附すれば2本の導線の全抵抗は減するが故に電流の強さは増加するなり。

陸 軍 士 官 候 補 生

- (1). 次の器械は如何なる物質の如何なる性質を利用せらるものなるか。
 (1) 水壓機 (2) 安全燈
 (2). 電鈴及び電信機の構造を圖示し且つ其の作用を説明せ

- よ。
- (3) 斜面上に百瓦の物体を置き斜面の傾斜角を漸次に増大して45度に至らしむるとき其の物体は丁度滑り始むべしと云ふ斜面の傾斜角を30度に保ち其の物体を斜面に沿へる力にて引上げんとするに要する最小なる力は何程なるか(計算の理由を記せ)。

圖 斜面の傾角が45°となるとき物体が滑り始めたりとせば摩擦係数 $\mu = \tan 45^\circ = 1$ なり。傾角が30°なるとき斜面に沿うて降下せんとする分力は $100 \sin 30^\circ$ 瓦重にして物体の斜面に沿うて引き揚ぐるるとき反対の方向に働く摩擦力は $\mu \times 100 \cos 30^\circ$ なり求むる力を f とすれば f は是等二力の和に等しきが故に

$$f = 100 \sin 30^\circ + \mu \times 100 \cos 30^\circ$$

$$= 100 \left[\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right] = 50(1 + \sqrt{3}) = 136.6 \text{ 瓦重}$$

大正六年度

高等學校

- (1) C.G.S.單位の便利なる點を説明し、且つ體積各々2米立方の空氣、水及び鐵の質量を求めよ。但し空氣の比重を0.00129とし鐵の比重を7.8とす。

圖 C.G.S.單位は一の絕對單位なるが故に[17頁]、各種の物理量のC.G.S.單位の間に一定の關係ありて統一に便なり、例へば面積の單位は平方糎、體積の單位は立方糎、速度及び加速度の單位は夫々秒糎、秒秒糎等なるが如し。此

外に、C.G.S.單位の基本單位なる糎及び瓦は十進法なる米法に屬するが故に單位の換算に便なり。且つ、一立方糎の水の質量は1瓦と看做し得るが故に、C.G.S.單位を用ふれば物質の比重と密度との値が同一となるの便利あり。

體積2米立方の空氣の質量 $= (200)^3 \times 0.00129 = 10320$ 瓦
水..... $= (200)^3 \times 1 = 8 \times 10^6$ 瓦
鐵..... $= (200)^3 \times 7.8 = 624 \times 10^3$ 瓦

- (2) 太陽によりて地面の一部が熱せらるゝときは之に接する空氣は(a)上方に向つて昇騰し、しかも(b)上層に至るに従ひて冷却し、終に(c)雲を生ずるに至るといふ、(a)(b)(c)の三段につきて其の理を説明せよ。

本問に關して著者の選抜試驗成績誘評(中學世界記載)を掲げて讀者の參考に資せんとす。

本問は其内容豊富にして而も之が解答に要する物理的知識に深淺の差あるが故に、學力の等差を見る可き選抜試驗問題として適切なる可しと思考せしが調査の結果は豫期に背かざりき。

(a) 太陽によりて熱せられたる地面に接する空氣の昇騰する理由。此問に對する解答を概括すれば大體左記の數種となる

(イ) 地面に接する空氣は(單に)熱せられて膨脹し比重小となりて昇騰す(多數)。

(ロ) 地面に接する空氣は(1)傳導によりて(2)傳導及び對流によりて(3)地面よりの輻射によりて熱せられ、膨脹の爲めに比重小となり(4)浮力によりて(5)アーキメ

アスの原理によりて(6)対流によりて昇騰す。

(イ)は(ロ)に比すれば不十分なり。(ロ)の内にて(1)(2)(4)及び(5)は可なれども(3)(6)は不可なり。元來本問に於て空氣が太陽の輻射熱を吸収する事少く所謂透熱體にして地面の熱を受けて下層より熱せらるゝ事が本問に於ける必要なる物理的知識の一にして此事項の記載の有無によりて採點に差等を附する事を得たり。又空氣が地面に接するとき輻射熱を吸収して熱せらるゝとせば(6)に於て空氣が昇騰するとき冷却する事實と矛盾す可きに此事に氣付けるもの少なからざりき。

又熱せられて比重小となれる空氣が水を下層より熱する場合の如く對流によりて昇騰すとせるものも少なからざりしが空氣の場合には上昇すると共に壓力を減じ膨脹するが故に上層に上りし空氣は水の場合の如く下層に降ることなし。

(b)空氣が昇騰すると共に冷却する理由。

(イ)地面に遠ざかると共に輻射熱を受くる事少きが故に冷却す。

(ロ)空氣は四方に輻射熱を發散して自ら冷却す。

(ハ)上昇する空氣は膨脹するが故に液體空氣を作る原理と同理にて冷却す。

(ニ)上昇する空氣は膨脹すると共に外壓に抗して仕事を爲し其爲めに自體の熱エネルギーを費して冷却す。

上記の解答中(ニ)は上昇する空氣の冷却する原因の主

要なるものにして之を記載せるもの案外に少なからざりき。(ハ)は主要なる原因には非らざるも此現象に留意せしは不可ならず。又前記の如く(a)の(ロ)(3)と(b)(イ)との矛盾を氣付かすして之を併記せるもの少なからざりき。

(c)上昇する空氣が冷却すると共に其内に雲を生ずる理。

此問に關しては大多數は十分なる解答を與へ得たり尙ほ参考の爲めに答案に現はれたる誤謬の主なるものを記載せんに

(1) 誤字の多き事。特に輻射膨脹等に對して複射・副射・復射・影脹・膨脹等と記せるもの多かりき。

(2) 空氣が熱せらるゝと共に質量小となり云々。

(3) 重さが軽くなる。

(4) 質量が軽くなる。

(5) 露點を限界溫度又は限界溫度とせるもの。

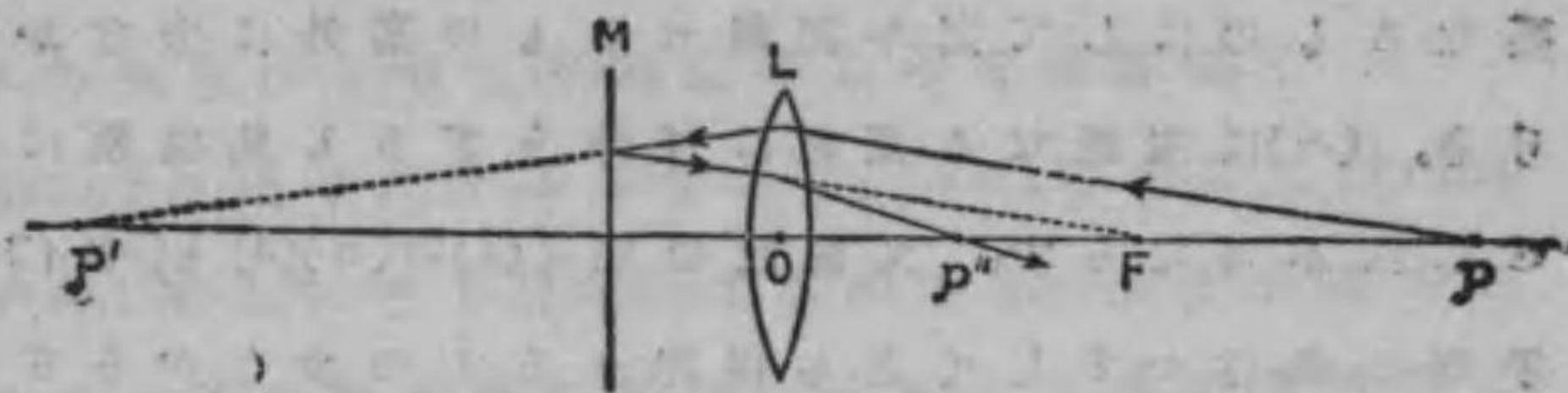
(6) 冷却せる空氣が遂に水蒸氣となる。

(7) 空氣が液化して多數の水分子となる。

(3). 音の振動數を測定する方法を問ふ(頁455)。

(4). 焦點距離1米の凸「レンズ」の後方0.5米の處に「レンズ」の軸に直角に平面鏡を置くと「レンズ」の前方2米の處に在る光點の像は何處に生ずるか。

圖 下圖に於て L を焦點距離 $OF = 1$ 米の凸レンズとし P をレンズの前方 $OP = 2$ 米の距離に在る軸上の光點とし M をレンズの後方0.5米の距離に直立せる平面鏡とす



光の平面鏡を置かざるものと考へ、光点 P のレンズに對する像の位置を求めんに公式 (540頁)

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

に $f=1$ 米, $a=2$ 米を代入すれば $b=-2$ 米となる。即ち實像 P' はレンズの後方 2 米の所即ち鏡 M より 1.5 米の所に生ずるなり。故に平面鏡に投射して反射する光線は M に對して P に對稱なる點即ち鏡より 1.5 米(レンズより 1 米)の前方に在る焦點 F に向ふを知るなり。次にレンズの後方よりレンズに F 點に向ふ光線が投射するとき何所に像を結ぶかを求めんに、此の場合には F は虚の光點(頁 544)なるが故に上の公式に、 $a=-1$ 米, $f=1$ 米と置きて $b=-0.5$ 米を得るなり。即ち實像 P'' はレンズの前方 0.5 米の所に生ずるなり。

- (5). 感應電流とは如何なるものなるか之を應用せる器械三種を挙げよ

圖 (頁 884); 發電機、感應コイル、變壓器(感應コイルは實は變壓器の一種なりと看做し得ざるに非ざるも中學程度にては此の三種の外に感應電流を應用せるものなし)。

東京高等師範學校

- (1). 水平と 30 度の角をなせる斜面上にある物體が斜面を直角

に押す力幾何なるか。答 物體の重さを W とすれば、 $W \cos 30^\circ = \frac{2}{3}W$ 。

- (2). 太陽は正午最も高きに空氣の温度は通常午後二時頃最も高きは何故なるか。

圖 空氣の温度の上昇するは直接に太陽或は地面より發する輻射熱を吸收するが爲めに非ずして、熱せられたる地面に接する空氣が温められ其空氣が軽くなりて上昇するに因るなり、故に空氣の温度は地面の温まる程高くなるを知るなり。さて、地面の單位面積の受くる熱量は太陽の高くなる程大となる(頁 492)なり、而して地面は一方に於て輻射熱を吸收するも其全部を蓄積するに非ずして一部は輻射熱として之を上空に放散し去るなり。故に地面從つて空氣の温度が最高となるは必ずしも正午に非ずして地面に太陽熱が最も多く蓄積せる午後(二時頃)となるは當然なり。

- (3). 光の屈折の法則を掲げ且つ圖に就きて之を説明せよ。
(4). 音波及び光波がエネルギーを傳播することを實例につきて説明せよ。

圖 二個の同調の音叉を對立し一方の音叉を鳴らすとき他方の音叉の共鳴するは音波がエネルギーを傳達するの證にして、黒き物體が光を吸收して其温度を上昇するは光波がエネルギーを傳達するの證なり。

- (5). 起電機の電氣と電池の電氣との異同を事實につきて論ぜよ。

圖 起電機にては容易に火花を得るも、其兩極を針金に

て連結するとき針金は熱する事少く又之を電解器に連結するも分解する量は微少なり。之に反して、電池の兩端を二個の針金に結びて其兩端を近づくるときは火花を發せざるも、之を連結すれば針金は熱せられ、又之を電解器に連結すれば電氣分解の現象を認むるなり。故に起電機にては大なる電位差にて微小なる電流を得べく、電池にては電位差小なるも電氣の供給連續的にして稍々強き電流を得るを知るなり。然れども二種の電氣は根本的に異なるに非ず、例へば數千の電池を行に連結して所謂真空管に放電せしめ得べく、又起電機の兩極を木綿糸にて結べば糸に沿うて電位の配布を認め得るが如し(頁739)。

東北帝國農科大學豫科

- (1). 單振子の錘が往復運動をなす間に位置のエネルギーと運動のエネルギーとは如何に變遷をなすか。
 錘が最下點に在るときは位置のエネルギー最小、運動のエネルギー最大なり。錘が上ると共に速度は減ずる故に位置のエネルギー減じて運動のエネルギーは増加す。而して錘が最高點に達するときには前者は最大、後者は最小となるなり。
- (2). (a)露點とは何か (b)温度の異なる空氣が等容積中に水蒸氣の等量を含むるとき温度の高き空氣中にては濕りたるものが温度の低き空氣中に於けるよりも早く乾く理由を説明せよ(頁207及び264参照)。

- (3). 焦點距離30mmの凸レンズの前方20mmの處に長さ5mmの物體を立つるとき生ずる像の虚實、位置及び長さ如何。但し時々實際の割合に圖を畫きて像の位置長さ茲に光の進路を示せ。圖 物體の側に於てレンズより60mmの長さ15mm(圖は略す)。
- (4). X線の作用を述べ且つレントゲン管の構造を圖解せよ

廣島高等師範學校

- (1). 次の言葉の意義を説け。
 (a)1ダインの力 (b)1アンペアの電流
- (2). 低温度を得る種々の方法を記せ。
 圖 (1)水の寒劑及び液體空氣の使用、(2)固體又は液體の急速なる蒸發、(3)氣體を外壓に抗して膨脹せしめて仕事を爲さしむる方法、(4)強く壓縮せる氣體を急に小孔より噴出せしめ分子引力に抗して内部の仕事を爲さしむる液體空氣製作の方法。
- (3). 焦點距離15mmなる凸レンズの前方25mmの所に長さ10mmの物體立てり、レンズによりて生ずる像の位置及び長さを求めよ。答 レンズの後方37.5mmの所に長さ15mmの像。

醫學專門學校

- (1). 全く滑かなる斜面上にある物體を斜面に沿ふて支ふるには幾何の力を要するか又之を水平の方向に支ふるには幾何の力を要するか(頁77)。
- (2). 浮力とは何ぞや又液體上の浮體に就きて釣合の安定不安定の場合を記せ(頁134)。
- (3). レンズの色散差とは何ぞや之を除くには如何にすべき

か(頁591,594)。

- (4) アンゼン電池五個を行に繋ぎて或導線に電流を通じたるに強さ7.2アンペアの電流を得たり、此同じ導線を用ひ是等の電池を列に繋ぐときは強さ幾何の電流を得るや、但しアンゼン電池の電動力は1.8ボルト、内抵抗は0.2オームとす。

圖 題意に依り公式 $i = \frac{nE}{R+nr}$ 及び $i = \frac{nE}{nR+r}$ に夫々數値を代入すれば

$$7.2 = \frac{5 \times 1.8}{R + 5 \times 0.2} \dots (1); \quad i = \frac{5 \times 1.8}{5R + 0.2} \dots (2)$$

式(1)より $R = \frac{1}{2}$ オームを得、之を(2)式に代入して $i = 6.2$ アンペアを得。

専門學校

- (1) 次の語を簡単に説明せよ。
(a) 力の能率 (b) ダイソン (c) 馬力 (d) 比熱
- (2) 光の全反射とは如何なる現象なるか、又其臨界角と屈折率との關係を記せ。
- (3) 排氣機の圓筒の内徑8糎、活塞の動く距離30糎、鐘の容積10立ならば一回活塞を上ぐるとき壓力幾何となるか。但し鐘と圓筒とを連結する管の容積をなきものとして計算せよ。

圖 鐘の體積 $V = 10 \text{立} = 10000 \text{糎}^3$; 圓筒の體積 $V = \pi r^2 \cdot 30 \text{糎}^3$
初めの壓力を P' 後を壓力を P とすれば、初め鐘内を充たせし體積 V 、壓力 P' なる空氣が活塞を一回上げし後に體積 $V+v$ に擴がりて壓力 P となるが故にボイルの定律に依りて次式を得

$$\frac{P'}{P} = \frac{V}{V+v} = \frac{10000}{10000 + \pi \cdot 4^2 \cdot 30} = \frac{1}{1.15} = 0.9 \text{(約)}$$

$$P' = \frac{9}{10} P$$

- (4) 動電力1.9ボルト、内抵抗0.6オームの電池4個を行に繋ぎ抵抗5オームの導線を以て輪道を作るとき電流の強さ幾何なるか。

海軍機關學校 海軍兵學校
海軍經理學校

- (1) 次の各量の値を求めよ。
(a) 大氣の壓力1氣壓のとき深さ25米の水底に於ける壓力
(b) 2糎立方の木片の全部を比重0.8の液の中に入れたる時の液の浮力。
(c) 落下する石が最初の1.2秒に通過する距離。
- 圖 (a) 大氣の壓力 - 氣壓力 = $76 \times 13.6 = 1033 \text{[瓦.糎}^{-2}\text{]}$
水柱15米の壓力 = $1500 \text{[瓦.糎}^{-2}\text{]}$
求むる壓力 = $1033 + 1500 = 2533 \text{[瓦.糎}^{-2}\text{]}$
- (b) 求むる浮力は木片と同體の液體の重さに等し(アーキメデスの原理)故に求むる浮力 = $2^3 \times 0.8 = 6.4 \text{ 瓦}$
- (c) 求むる距離 = $\frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 980 \times (1.2)^2 = 705.6 \text{ 糎}$

- (2) 不飽和蒸氣を液化せしむ可き方法に就きて説明せよ(頁256)。
- (3) 或凸レンズの前方3尺のところに物體を置けばレンズの後方6尺のところに像を生ずといふ物體を2尺遠くすれば像の動く距離如何。

圖 公式 $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$ に $a = 3 \text{尺}$, $b = -6 \text{尺}$ を代入すれば $f = -$

2尺。次に上式に $a = -5$ 尺、 $f = -2$ 尺を代入すれば $b = -\frac{10}{3}$
 $= -3.3$ 尺。故に像はレンズに $6 - 3.3 = 2.7$ 尺だけ近づくなり

- (4) 金箔驗電器により或物體の(a)帯電の有無(b)帯電の種類を知るには如何にす可きか。其方法及び理由を記せ。(頁690,701)

- (5) 電解によりて電流の強さを測定し得る由理を説明せよ。
 圖 電解質に強さ i アンペアの電流を t 秒時間通するとき析出する電解物の量を m 瓦とすれば(頁764)

$$m = uit$$

茲に u はイオンの電氣當量を示す。故に u が既知なる
 とき、 m, t を知れば電流の強さ i を見出し得るなり。

商 船 學 校

- (1) (a) 深き泥田の中に立ちて一足を抜かんとするとき他足の益々深く入る理を説明せよ。
 (b) 硝子皿に水銀を容るゝに其量少なければ其形は益々球形に近づくべしと云ふ其理を説明せよ。
 圖 (a) 一足甲を抜かんとするとき他足乙にて下方に泥土を踏むを常とす此際土地が堅ければ之を踏み付けて得る反作用に依りて甲足を抜き得るも泥土の場合には抵抗し能はざるが故に乙足は益々深く泥土中に入るなり。
 (b) [頁61参照]。
 (2) 長さ2種を有せる楕を焦點距離30種なる球面凹鏡の前方30種の距離に置きしとき此鏡によりて生ずる像の向き位置及び大きさを求む。

圖 鏡の前方180種所に長さ10種の倒立實像を生ず。

- (3) 温度攝氏30度なる a 液と、温度20度なる b 液と温度10度なる c 液とあり、今 a と b との等しき目方を混ぜしに其温度26度となり、又 a と c との等しき目方を混ぜしに其温度25度となれりと云ふ。然らば b と c との等しき目方を混ぜれば其温度攝氏幾度となるべきか。

圖 三液 a, b, c の比熱を夫々 a, b, c とすれば題意によりて

$$a(30-26) = b(26-20) \quad \therefore b = \frac{3}{2}a$$

$$a(30-25) = c(25-10) \quad \therefore c = \frac{3}{2}a$$

次に求むる温度を t とすれば

$$\frac{3}{2}a(20-t) = \frac{3}{2}a(t-10) \quad \therefore t = 16.7^\circ$$

- (4) 細き磁針を「コルク」の上に乗せ之を水をはるる圓筒状の皿の中央に浮べたるとき此磁針に及ぼす地球磁力により此の「コルク」は如何なる運動を起すべきか。

圖 コルクに載せたる磁針の兩極に働く水平磁力は等大にして反對方向なるが故に一の偶力を爲す従つて磁針(及びコルク)は廻轉して磁氣子午線の方角を取るも前又は後に進行する事なし。

陸軍士官候補生

- (1) 輪軸(軸車)及び動滑車の構造を述べ尙ほ其れ等の器械を用ふることに依りて力は利することを得べく仕事は利することを得ざることを證明せよ(頁403,404参照)。
 (2) (a) 光度及び照度の定義を記せ。
 (b) 吸収なき一様なる透明體中に於て同一の光源によりて垂直に照らさるゝ面の照度は發光體よりの距離の