

方向 =  $i_1$  及  $i_2$  ナル強サノ電流ヲ運ブ  
ニツノ長イ平行ナ直線ノ針金デアル。

若シ A 及 B ノ間ノ距離ヲ  $r$  種トス  
レバ A = 基ク B = 於ケル 磁場ノ強サ  
ハ  $\frac{2i_1}{r}$  デ B = 此磁場内 = アルカラ

$$F = \frac{2i_1}{r} \times i_2 = \frac{2i_1 i_2}{r}$$

ナル力ヲ受ケル。之レハ其長サ 1 種毎

= 受ケル力デアル併シ第 7 節 = 述べタ左手ノ法則デ此力ノ方向ハ B ヲ  
A ノ方 = 推進メル様ナ力デアル。

同ジ理由デ A = 又 B ノ方 = 其長サ毎種 = 就キ  $\frac{2i_1 i_2}{r}$  ナル力デ推進メ  
ラレル。ソコデ電流ガ同方向デアレバ互 = 相引キ 反対方向デアレバ相  
反撥スル様ナ力ガ働クコトガ分ル尙ホニツノ電流ガ角度ヲナス時 = 互  
互 = 平行トナラントスル様 = 力ガ働

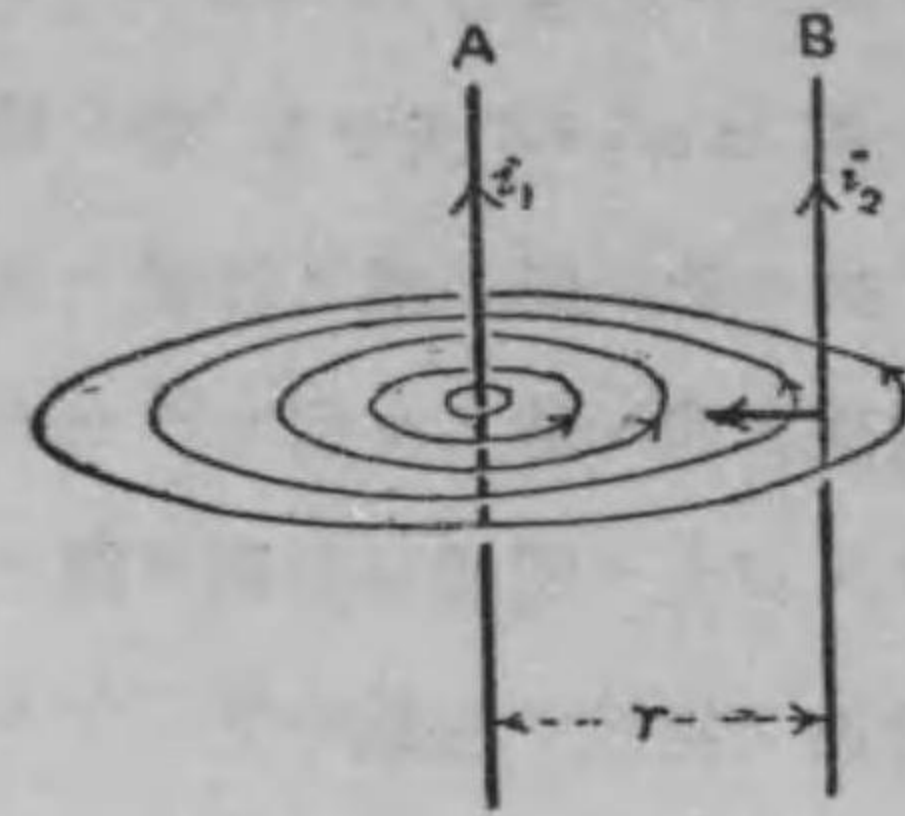
クノデアル。(第 180 圖)

若シ電路ガ斯様 = 簡單ナ形デナケ  
レバ此等ノ間ノ力ヲ計算スルノハ容

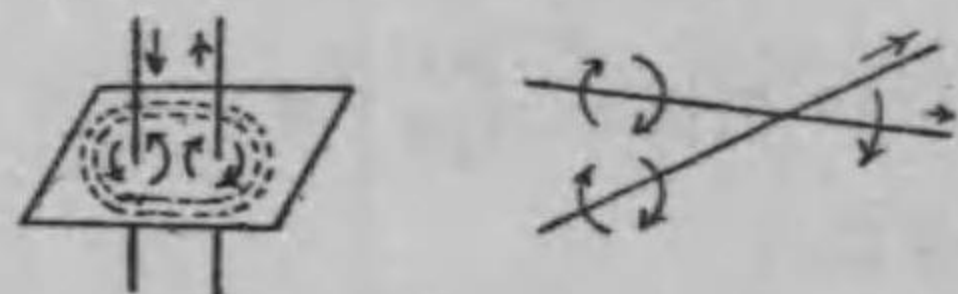
易デナイガ任意ノ位置 = 於テ力ハ常 = 電流ノ強サノ相乗積 = 比例スル  
ノデアル。多クノ電流ヲ測定スル器械ハ此ノ原理 = 基イテ居ル。

### 12. 「ケルビン」電流秤

測ルベキ電流ハ六ツノ「コイル」CLMABD ヲ第 181 圖ノ如ク行 = 通  
ルノデ A, B, C, D = 固定シテ居ルガ L 及 M = GH 軸ノ周リ = 廻轉スル  
臂 = 附ケテアル。臂 = ハ又尺度モ 附ケテアルノデ之レニハ W ト云フ鐘



第 179 圖



第 180 圖

ガ乘リ此尺度 = 沿ヒ 滑ルコトガ出來ル先全ク電流ガ通ラストキ鐘 W  
ヲ零ノ印 = 置イテ棒ガ水平ノ位置ヲ取ル様 = 臂及尺度ヲ調整セネバナ  
ラヌノデ電流ガ流ルルトキ A 及 L

トノ間ノ力 C 及 L 間ノ力デ L  
ヲ下ノ方 = 押ス様ナ方向 = 「コイ  
ル」ヲ連結セネバナラヌノデ、同時  
= M ヲ上方 = 押ス様 = セネバナラ

ヌ。ソコデ臂ハ廻轉スルカラ鐘 W

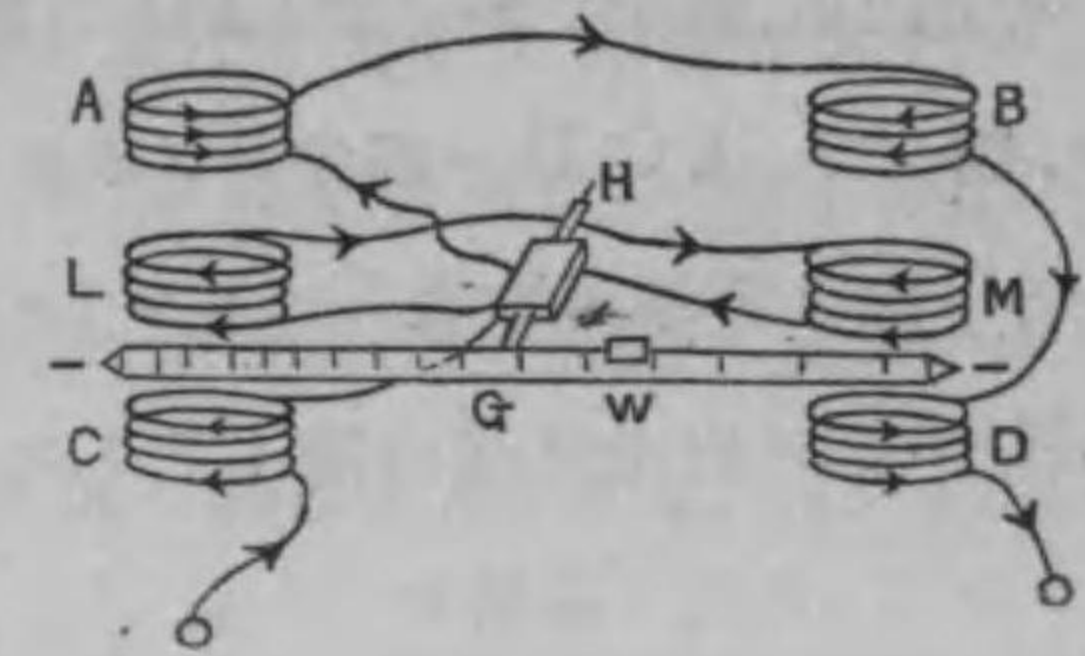
ヲ右 = 滑ラシテ其釣合ヒノ位置ヲ回復スルノデ之レデ電流 = 基クノト  
大サ等シク方向ノ反対ナ偶力ガ出來ル。尺度ハ加減シテ其上 = 鐘ヲ動  
カシテ直接 = 電流ノ讀メル様 = シテアル併シ此尺度ノ區分ハ等距離デ  
ハナイ、何トナレバ偶力ハ相隣ル「コイル」中ノ電流ノ強サノ相乗積 =  
= 比例スルカラデアル。併シ此等ノ中ノ電流ハ同一デアルカラ偶力ハ  $i^2$   
= 比例スルノデ此偶力ハ又鐘ノ線變位 = 比例スルカラ次ノ關係ガ得ラ  
レル

$$\text{變位} \propto i^2$$

器械製作者ノ方デ 尺度ノ上ノ印デ直接 = 電流ガ讀メル様 = シテア  
ル。此時鐘ヲ變ヘルト測ルベキ電流ノ範圍モ變ハル茲 = 注意スベキハ  
電流ノ方向ヲ變ヘルト總テ「コイル」ガ反対トナルカラ各々力ノ方向  
ハ前ト同一デアル。ソコデ電流ノ方向 = ハ無關係デアル所カラ交流ヲ  
計ル時 = 用ヒラレルノデアル。

### 13. 「ケルビン」ワット秤

前ト同様ナ装置デ任意ノ電路 = 吸收サレタ工率ヲ直接 = 測定スルコ



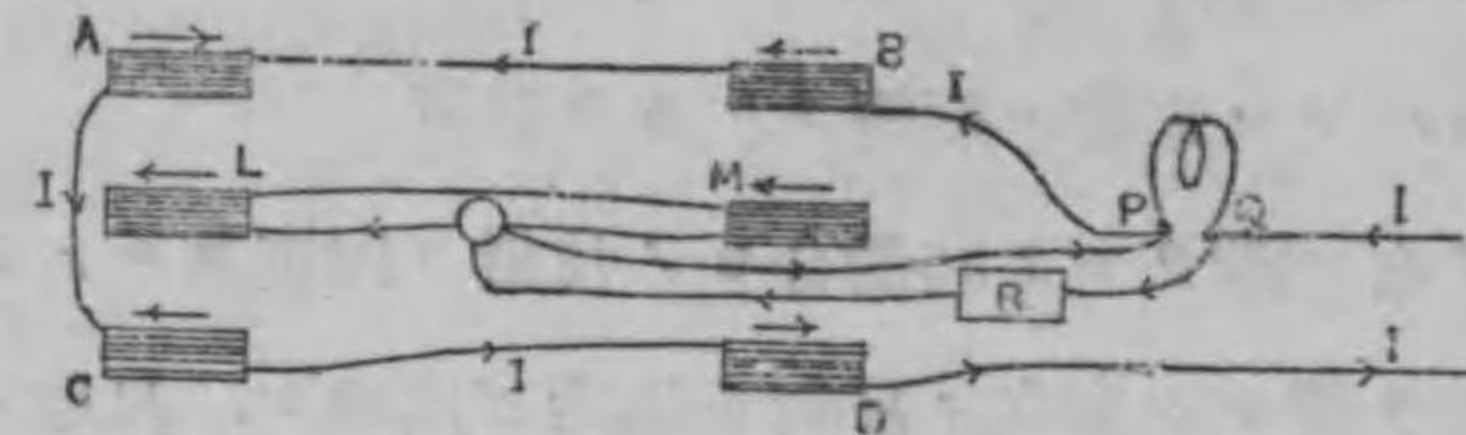
第 181 圖



トガ出來ルノデ此場合デハ「コイル」ハ異ナル方法デ連結サルルガ滑ル  
 鐘ヲ移動シテ偶力ヲ計ル方法ハ前ト同一デアル。

今第182圖デ「ランプ」PQノ吸收スル工率ヲ「ワット」デ測ラント  
 ス、圖デA, B, C, Dハ固定「コイル」デ之レヲPQト行ニ連結スルト「ラ  
 ンプ」内ノ電流モ亦此「コイル」ヲ通ル、此場合デハ運動スル「コイル」  
 LMハ細イ針金ヲ澤山捲イテアルカラ其抵抗ハ甚ダ大デアル、此等ハ  
 「ランプ」ト列ニ連結シ

テアルカラ其中ヲ通ル  
 電流ハ「ランプ」ノ兩端  
 ノ電位ノ差ニ比例スル、  
 故ニAトLトノ間ノ力



第182圖

ハ  $E \times I$  ニ比例スル換言スレバ之レハAトLトヲ流ルル電流ノ強サノ  
 相乗積ニ比例スル、同様ニ他ノ「コイル」ノ間ノ力モ亦  $EI$  ニ比例スル  
 ノデソコデ運動スル臂ニ働ク力モ亦  $EI$  ニ比例スルコトニナル。斯ク  
 シテ釣合ヒテ回復スル爲メニ必要ナ滑ル鐘ノ變位ハ  $EI$  ニ比例スル。  
 併シ  $EI$  ハ此「ランプ」ヲ通シテ電流ヲ送ルニ用ヒタ「ワット」デ表ハス  
 工率デアルカラ動ク鐘ノ滑ル臂ハ都合能ク補正シテ直接ニ「ワット」ガ  
 讀メル様ニスル必要ガアル、此事實ノ爲メ動ク「コイル」LMハ「ラン  
 プ」ト列ニ置キ其抵抗ヲ充分大キクセネバナラヌ、此理由デ動ク「コイ  
 ル」ノ輪道ニ餘分ノ抵抗Rヲ入レルコトニガリテ居ル。

### 14. 「シーメンス」電力計

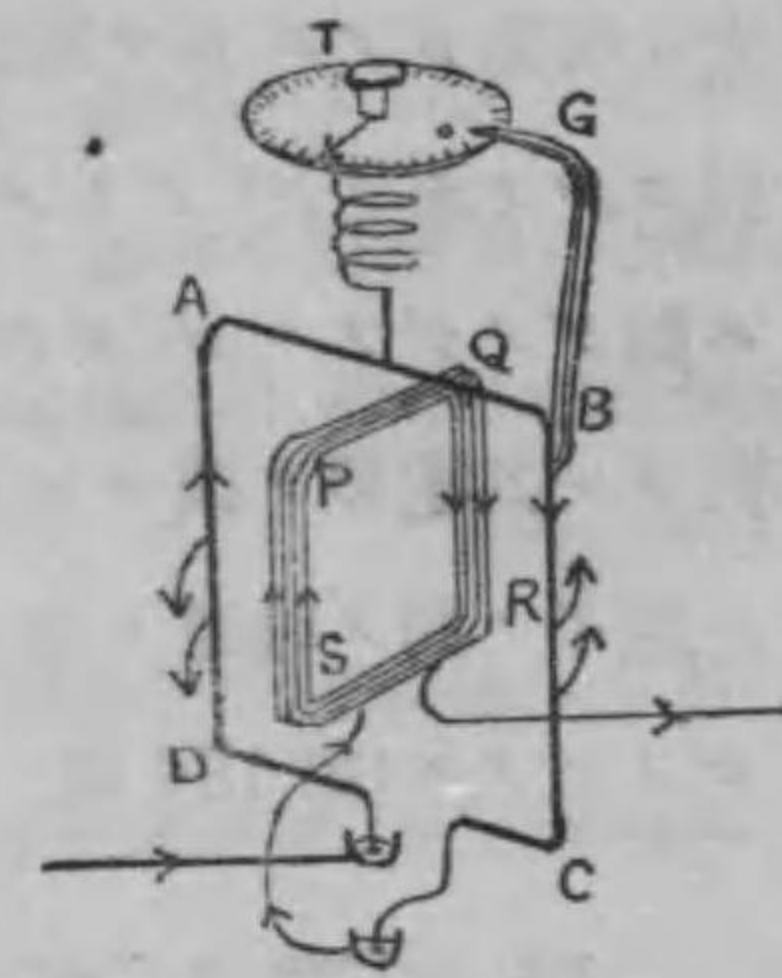
此原理ハ「ケルビン」電流秤ト同様デアルガ唯装置ガ異ナル、此時偶力  
 ハ運動スル鐘ニヨラズ「バネ」ノ振レデ測ルノデアル、第183圖デニツ

ノ「コイル」ABCD及PQRSハ略ボ其形ガ矩形デ行ニ連結シテアル、  
 PQRSハ固定シテ居ルガABCDハ垂直軸ノ周リニ廻轉シ得ル様ニ吊  
 シテアル、廻轉スル時ハ、其上端ヲ振り頭Tデ指針ニ附着シテアル「バ  
 ネ」ヲ振ル。電流ガ通ルトキ「コイル」ノ間ノ力ハ矢ノ方向ニ吊シタ  
 「コイル」ノ廻轉ヲ起スノデ指針ヲ廻轉シテ又以前ノ位置ニ戻スノデア  
 ル、斯クシテ「バネ」ニ與ヘタ振レノ度数ハ其吊シタ「コイル」ヲ以前ノ  
 位置ニ保ツニ要スル偶力ノ計量トナルノデ  
 此位置ハ動ク「コイル」ニ附ケタ指針Gデ示  
 サレル。

偕ニツノ「コイル」ノ相隣ル邊ノ間ニ働ク  
 各々力ハ其中ヲ通ル電流ノ相乗積ニ比例ス  
 ル併シ此等ノ電流ハ兩方共同ジデ之ヲIト  
 スレバ各々力ハ  $I^2$  ニ比例シ又偶力ハ  $I^2$  ニ  
 比例スル、若シ「バネ」ノ振レヲ  $\theta$  トセバ此  
 偶力ハ  $\theta$  ニ比例スルカラ次ノ關係ガ得ラレ  
 ル。

$$\theta = KI^2 \quad \text{或} \quad I = k\sqrt{\theta}$$

茲ニK及kハ若シ電流ヲ「アンペア」デ計ルナラバ其値ヲ求メネバナ  
 ラヌ定數デアル、若シ電流ノ方向ヲ逆ニスレバ兩方ノ「コイル」ガ反對  
 トナルカラ力ハ前ト同ジコトデアル、故ニ讀ミハ電流ノ方向ニ關セヌ  
 ノデアルカラ交流ニ用ヒラレル。



第183圖

### 15. 「ボルト」計

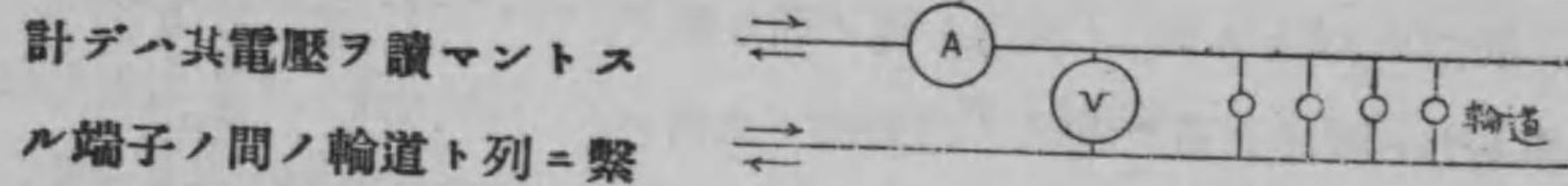
之レハ甚ダ大ナル抵抗ヲ有スル「アムメーター」デ通常110「ボルト」



ノ輪道ニハ約 20000「オーム」位デアアル之ニ反シテ眞ノ「アムメータ」及其分路ノ抵抗ハ通常一「オーム」ノ甚ダ小ナル分數デアアル、故ニ「アムメータ」ニハ如何ナル輪道デモ極ク僅カノ抵抗ガ加ハルノデ如何程ノ電流ガ其輪道ヲ通ルカヲ示スノデアアル、「ボルト」計モ亦之ヲ通ル電流デ働クノデアアルガ

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{20000}$$

ナル關係ガアルカラ電流 I ハ甚ダ小デ且ツ其兩端ニ與ヘタ起電力ニ比例スルノデアアル「アムメータ」ノ分路ハ常ニ測ルベキ電流ノ輪道ト行ニ繋グノデアアルガ「ボルト」



計デハ其電壓ヲ讀マントスル端子ノ間ノ輪道ト列ニ繋グノデアアル(第 184 圖)

第 184 圖

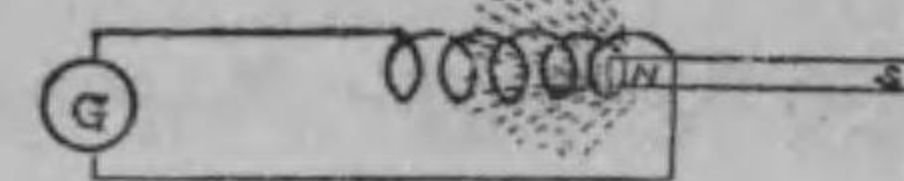
### 16. 「アンペア」ノ分子說

ニツノ平行電流ガ互ニ相吸引スル働ヲ有スル事實カラ「アンペア」ハ分子ニ就キ假定ヲナシテ即チ鐵ノ様な磁化シ得ル物質ヲ「ソレノイド」ノ中ニ入レルト磁性ヲ帯ビル様ニナルノハ鐵ノ中ニハ分子電流ガアリテ之レハ普通ハ不規則ナ配列ノ下ニアルカラ磁性ヲ發現セナイガ、一旦之ニ電流ガ通ルト各々ノ分子電流ハ其方向ガ一定トナルノデアアル之レデ磁化ノ現象ヲ説明シ得ルノデアアル。

### 17. 感應電流

電流ノ流レテ居ル針金ノ輪又ハ螺旋狀ノ針金ハ磁石ノ性質ヲ有スルノデ此中ニ軟鐵心ヲ入ルレバ全部ハ電磁石トナルノデアアル又斯様ナ螺

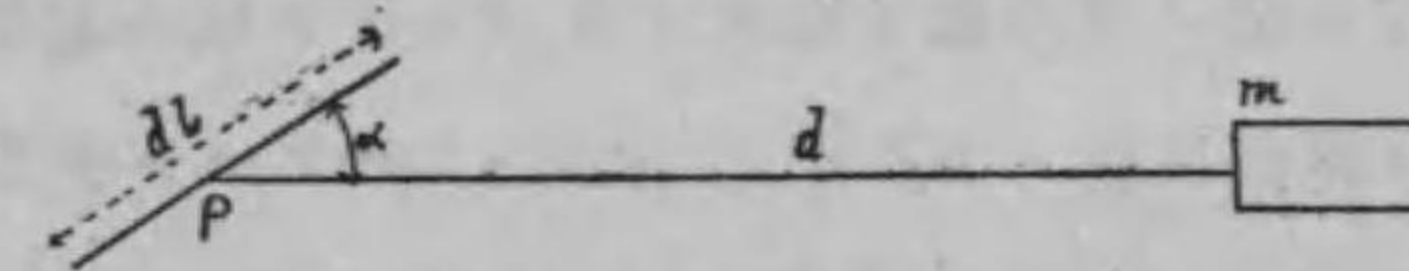
旋狀ノ針金ハ全ク電流ノ源(例ヘバ電池)ト連結セヌデモ之ノ中ニ永久磁石ヲ入レルト此螺旋ガ磁力線ヲ切ル結果トシテ此螺旋ノ中ニ起電力ヲ起スノデアアル。若シ此螺旋ノ兩端ヲ連結スルナラバ磁石ヲ動カス度毎ニ此針金ニ電流ノ通ルコトガ分ル。



第 185 圖

之レハ第 185 圖ノ様ニ輪道中ニ電流計ヲ入ルレバ分ル、併シ唯磁石ガ近傍ニアルノミデハ別ニ起電力ヲ感應セヌノデ即チ磁石ガ静止シテ居ル間ハ電流計ノ針モ動カヌノデアアルガ、此磁石ノ運動ヲ急ニスレバスル程此「コイル」ニ感應セラルル起電力ハ益々大キクナル而シテ電流計ノ運動スル部分ガ輕イ様ナモノデアレバ其「フレ」ハ益々大キイノデアアル今次ニ此感應起電力ヲ數學的ノ式デ求メル。

今  $i$  ヲ C.G.S. 單位ノ電流、 $dl$  ヲ導線ノ長サ(纏)、 $m$  ヲ磁氣量、 $d$  ヲ纏ニテ示ス距離  $dF$  ヲ極及導線間ニ働ク力(ダイン)トスレバ「ビオサバール」ノ法則デ



第 186 圖

$$dF = \frac{m i dl \sin \alpha}{d^2}$$

$$\text{併シ } \frac{m}{d^2} = H \quad \therefore dF = H i dl \sin \alpha.$$

若シ磁場ガ一樣デ導線ガ指力線ニ直角デアレバ  $\alpha = 90^\circ$  トナルカラ

$$F = iH \text{ 「ダイン」}$$

トナル。此結果ハ前ニモ既ニ出シテアル。

若シ此針金ヲ  $F$  = 反對ノ方向ニ每秒  $v$  纏ノ速度デ動カシタト假定ス



ルナラバ、一時間ニ爲シタ仕事ハ次式ヲ與ヘラレル

$$Fv = iHlv \text{「エルグ」}$$

此場合ニ針金  $l$  ハ一時間ニ  $Hlv$  ト云フ指力線ノ數ヲ表ハサレル「フラックス」 $\phi$  ヲ切ルコトニナルノデ即チ電流  $i$  ガ「フラックス」 $\phi$  ヲ切ル時、爲シタ仕事ハ  $i\phi$  「エルグ」トナル倍  $Fv$  ハ C.G. 位ヲ表ハシタ工率デ、仕事ヲ爲ス割合ノ之ニ同等ナ式ハ 起電力ニ電流ヲ掛ケタモノ即チ  $ei$  デアル勿論絶對單位デアアル

$$\therefore ei = iHlv \quad \therefore e = Hlv = \frac{\phi}{t}$$

之レハ「フラックス」ヲ切ル割合デアアル。

勢力保存ノ定律ニヨレバ此導線ノ抵抗ヲ零トセバ此  $e$  ハ此運動中導線ノ中ヲ流レル電流ヲ一定ニ保タントスルモノデ之レハ又此等ノ指力線ヲ横切ル運動デ導線ノ中ニ起ル起電力ト大サ等シク方向反對デナケレバナラヌ、故ニ磁氣感應デ針金ノ中ニ起ル起電力ノ絶對單位ハ其數値ニ於テ毎秒切ル指力線ノ數  $\frac{\phi}{t}$  ニ等シクナケレバナラヌ。ソコデ起電力ノ單位ハ毎秒一本ノ指力線ヲ切ルコトニヨリテ起ル起電力デアアル。起電力ノ此等ノ絶對單位ノ  $10^8$  ガ「ボルト」デアアルカラ「ボルト」デ表ハシタ任意ノ起電力ハ數値上絶對單位デ表ハシタ時ノ  $\frac{1}{10^8}$  丈ケノ大サデアル、故ニ「ボルト」デ表ハスト

$$E := \frac{\phi}{10^8 t} = - \frac{d\phi}{dt}$$

此等ノ例デ電流、「フラックス」及運動ノ關係ハ「アンペア」ノ右及左手ノ法則デ表ハサレル、即チ「フラック

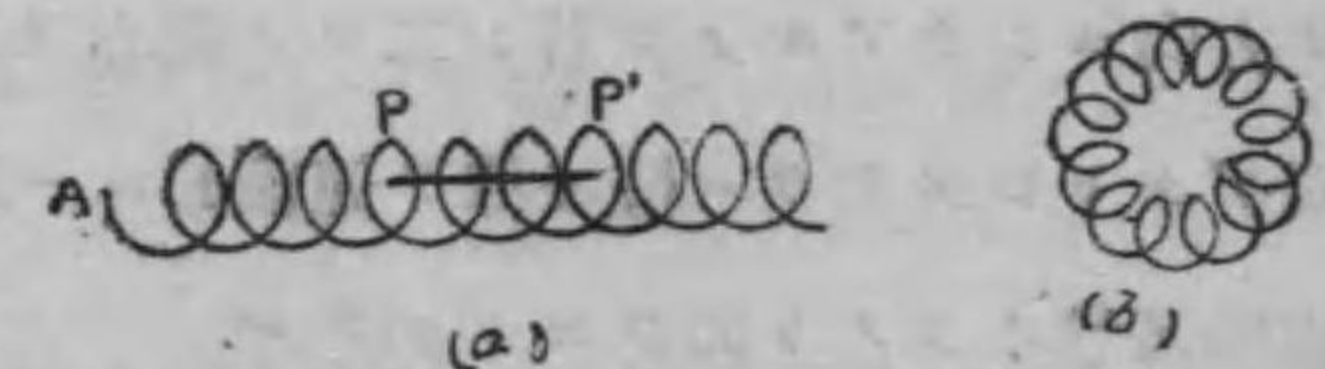


第 187 圖

ス」及運動ノ方向ガ北カラ南ニ向フナラバ、右手ノ中指ノ方向ガ感應起電力ノ方向デアアル。又電流及「フラックス」ノ方向ガ北カラ南ニ向フトキ左手ノ拇指ノ方向ガ針金ヲ動カサントスル力ノ方向デアアル、此等ハ第 187 圖デ分ル。

此法則ノ研究カラ分ルコトハ磁場デ針金ヲ動カシテ感應サルル起電力ハ、輪道ヲ完成スルトキ其運動ニ反抗スル様ナ方向ノ電流ヲ起スノデ、實際ニ抵抗ノ無イ針金デハ作用ト反作用トハ丁度互ニ釣合フノデアアル。之レハ「レンツ」ノ定律ノ一ツノ云ヒ表ハシ方デアアル、若シ針金ノ抵抗ヲアトスレバ此場合ニ生ジタ起電力ハ  $iHlv + ir$  デ毎秒勢力ノ一部  $ir$  丈ケハ針金ヲ熱スル爲メニ費サレルノデアアル。

次ニ「フラックス」ヲ用ヒテ長イ螺旋ノ中ノ磁場ノ強サヲ計算セン。第 188 圖 (a) ハ每種  $n$  捲デ其中ヲ絶對單位デ  $i$  ナル電流ガ流レテ居ル長イ螺旋ノ一部分ヲ示スノデアアル、先ズ螺旋ノ中ノ磁場ノ強サ  $H$  ヲ求ムル爲メ軸ニ沿ヒ一距離レテ居ル  $PP'$  ナル二點ヲ考ヘ單位磁極ヲ一點カラ他ノ點迄、電流  $i$  デ起ル「フラックス」ヲ推シ進メラレルモノト反對ノ方向ニ動カストスルナ



第 188 圖

ラバ、針金ノ一捲ニ就キ  $\phi i$  「エルグ」丈ケノ仕事ヲナサネバナヌノデ茲ニ  $\phi$  ハ切ル

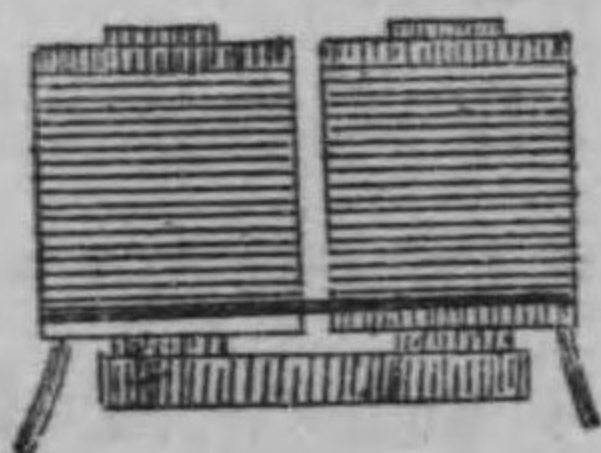
指力線ノ數デアアル。單位極カラハ  $4\pi$  本ノ指力線ガ出テ居ルノデ其各々ハ毎種運動スル毎ニ  $n$  捲丈ケ切ルカラ  $4\pi ni$  丈ケノ仕事ニナル。併シ運動ハ一種デアアルカラカハ  $4\pi ni$  「ダイン」トナル、之レハ單位磁極ニ働ク力デアアルカラ電流  $i$  ニ基ク螺旋内ノ磁場ノ強サ  $H$  デアル、故ニ  $H = 4\pi ni$  若シ電流ヲ「アンペア」デ表ハスナラバ  $H = \frac{4\pi nI}{10}$



以上ノ説明ハ唯螺旋ノ中央ニノミ適用スルノデ兩端ノ問題ハ省イテアル若シ此螺旋ガ第188圖ノ(b)ノ様ナ「トロイド」ノ形デアルト考ヘルト其軸ハ完全ナ磁氣輪道ヲ作ルノデアアル。

### 18. 電磁石

鐵或ハ鋼ノ棒又ハ薄片ヲ電流ノ流レル絶縁導線カラナル「コイル」ノ中ニ入レルト之ヲ磁化スルコトガ出來ルノデ若シ此棒ガ軟鐵デアレバ電流ガ「コイル」ヲ通ズル間ノミ著シイ磁氣的效果ヲ表ハスノデアアル。併シ電流ヲ絶テテモ磁化ノ損失ハ完全デナイノデ少シ殘ル量ハ殘餘磁氣トナルノデアアル。斯様ニ「ソレノイド」ヤ磁化螺旋内デ磁氣感應デ生ズル一時的ノ磁石ヲ電磁石ト云フノデ適當ナ割合ニスルト永久磁石ヨリモ遙カニ有力デ電流ノ方向ニ對スル兩極ヤ極ノ關係ハ通常ノ法則デ定メルコトガ出來ル倍電磁石ノ最モ普通ノ形ハ馬蹄形ノソレデ第189圖ノ如クニツノ鐵ノ圓筒或ハ鐵心ノ上ノ「コイル」ノ捲キ方ハ反對ノ符號ノ二極ガ出來ル様ナ方向ニシテアルノデ若シニツノ鐵心ヲ真直ニ擴ゲタトシタナラバ恰モ棒ヲ連續的ニ一端カラ他端迄卷イタノト同ジコトデアアル。

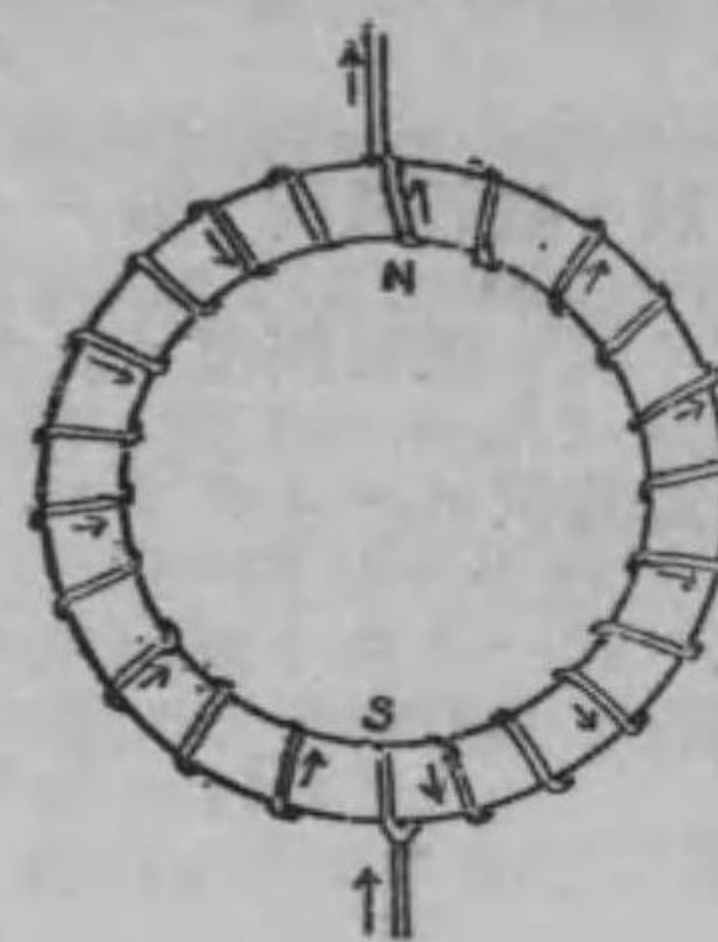


第 189 圖

次ニ保磁子ト云フノハ他端ニ繼鐵ノ様ナ平ナ棒ガアルノデ極カラ極迄擴ガル其斷面ハ鐵心ノソレニ等シクナケレバナラヌノデアアル一般カラ云フト鐵心繼鐵及保磁子ト云フノハ殆ンド閉塞磁氣輪道ヲ作ルベキ筈デアアル。

若シ輪ヲ連續的ニ閉塞輪道ヲ作ル様ナ具合ニ右廻リノ螺旋狀ニ卷キ第190圖ノ様ニ正反對ノ二點ヲ連結スルト此ヲ通シテ分岐電流ヲ送ル

ト電流ノ込ル所ニ南極ガ出來キ電流ガ輪道ヲ去ル所ニ北極ガ出來ル。茲ニ注意スベキコトハ此場合ノ極ハニツノ磁氣輪道ニ屬スルカ又ハ鐵ヲ通ル分岐輪道ニ屬スルノデアアルカラ當然間接極ナルコトデアアル。



第 190 圖

### 19. 起磁力

輪道ノ起電力ト云フノハ全體ノ輪道ノ周ヲ一回丈ケ單位電氣量ヲ運ブニ要スル仕事ト定義ヲ下スコトガ出來ルノデ之ト同様ニ起磁力(略シテ *m. m. f.*)ト云フノハ磁氣輪道ノ周ヲ一回丈ケ單位磁極ヲ動カス爲ニ要スル仕事ト定義スルコトガ出來ル。若シ「トロイド」(ソレノイド)ノ軸ノ長サトセバ

$$m. m. f. = Hl = 4\pi nli = 4\pi Ni = \frac{4\pi NI}{10} = 1.257 NI$$

茲ニ  $N = nl$  デ此「トロイド」ノ全體ノ捲數デアアル。之ハ實際「トロイド」又ハ螺旋ノ全長ニ磁場  $H$  ヲ作ル際電流  $i$  デ爲サレタ仕事ヲ「エルグ」デ表ハシタモノデ  $NI$  ナル量ヲアンペア捲ト稱スル。故ニ長イ「ソレノイド」ノ中ノ起磁力ハ「アンペア」捲ノ 1.257 倍ナルコトガ分ル。

電流ノ流レル螺旋ノ兩端ノ極ヲ定メル法則ハ螺旋ノ外側カラ見タ時電流ガ反時計的ニ流レル様ナ端ガ北極デ、時計的ニ流レル様ナ端ガ南極デアアル。

### 20. 磁氣抵抗

前ニ起電力ニ相當シテ起磁力ト云フモノガアルト云フタガ磁氣ニモ電氣ノ「オーム」ノ法則ニ相當スルモノガアルノデ即チ



$$\text{「フラックス」} = \frac{m.m.f.}{\text{磁氣抵抗}}$$

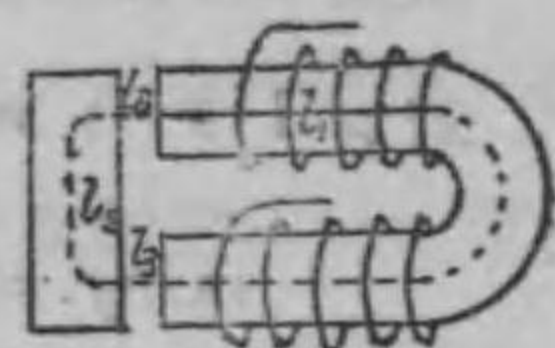
茲=磁氣抵抗ト云フノハ指力線=對スル抵抗ヲ云フノデ之モ電氣抵抗ノ様=磁氣輪道ノ長サニ比例シ横斷面積=逆比例シ又材料ノ透過率=逆比例スルノデアリ。之レハ  $Hl=4\pi Ni$  ナル方程式ノ次ノ變形ヲ明瞭ニ表ハスコトガ出來ル。

$$Hl\mu = 4\pi Nis\mu \quad \text{併シ} \quad H\mu = B \quad \text{及} \quad Bs = \phi$$

$$\therefore \phi = \frac{4\pi Ni}{\frac{l}{s\mu}} \dots \dots \dots (1)$$

茲 =  $\frac{l}{\mu s}$  ハ磁氣抵抗デ、 $l$  ハ磁氣輪道ノ長サ、 $s$  ハ横斷面積デアリ。

此公式ノ應用ハ電磁石ノ設計ニアルノデ之ハ第191圖カラ分ル。此場合デハ鐵心、保磁器即チ保磁子ノ鐵及二ツノ空氣ノ裂目デ磁氣輪道ヲ作リテ居ルノデ、此等ノ各々部分ハ平均ノ長サガ違イ、斷面ガ違イ、透過率ガ異ナルノデアリ故ニ(1)式ノ分母ハ次ノ如クナル



第 191 圖

$$\frac{l_1}{s_1\mu_1} + \frac{l_2}{s_2\mu_2} + \frac{2l_3}{s_3\mu_3}$$

之レガ此輪道ノ全抵抗デアリ。ソコデ此等ノ量ガ知ルレバ $\phi$ ノ所要ノ値ヲ生ズル爲メノアンペア捲NIハ次ノ關係カラ計算シ得ル

$$\phi = \frac{4\pi NI}{10 \left\{ \frac{l_1}{s_1\mu_1} + \frac{l_2}{s_2\mu_2} + \frac{2l_3}{s_3\mu_3} \right\}} \dots \dots \dots (2)$$

茲 =  $I$  ハ「アンペア」デ空氣ノ透過率  $\mu_3$  ハ  $1$  ト取レリ。

諸(2)式ハ理論上簡單デアリガ其應用ハ困難デアリ何トナレハ $\mu$ ハ比電導度ト異ナリテ、一定デナク鐵ノ磁化又ハ感應ノ函數デアリカラデアリ。

先ヅ此公式ヲ任意ノ特種ノ磁氣輪道ニ應用スルニハ磁化ノ曲線即チ用ヒタ鐵ノ性質ヲ知ルヲ要スルノデ此曲線又ハ表カラ用ヒント欲スル鐵ノ飽和ノ程度ニ相當スル $\mu$ ノ値ヲ確メネバナラス。之ヲ決定シタ後ニハ(2)式ニヨリ所要ノ勵磁ニ對スル「アンペア」捲ノ數ヲ知ルコトガ出來ル併シ開キ磁氣輪道デハ磁石ノ各部分ノ間ノ空氣ヲ通シテ指力線ノ漏出ヲ割引セネバナラヌ。此漏出モ又勵磁ヲ要スルノデアリガ、磁石ヲ設計スル目的ニハ更ニ役立タヌノデアリ此割引ハ用ヒタ磁石ノ特種ナ形デハ實驗カラ見積ルコトガ出來ルノデ發電機ノ電磁石ハ之ト同様ノ方法デ設計スルノデアリ。

### 21. 自己感應

前ニ磁場内デ指力線ヲ切ル様ナ具合ニ針金ヲ動カスト其内ニ起電力ガ感應セララルコトヲ知り得タ。而シテ若シ此輪道ガ完全デアリナラバ此起電力ハ之ニ生ズル運動ニ反抗スル様ナ方向ニ電流ヲ生ズルコトヲ知り得タ。電流ヲ有スル針金ノ周圍ヤ又電流ヲ有スル螺旋ヲ通ル磁氣指力線ハ必然輪道ヲ絶ツ時ニハ消失スルノデ斯様ニ針金ヤ螺旋ノ近傍カラ指力線ヲ取返スノハ實際指力線ヲ切ルノト同様デ電流ガ消失スルト同時ニ起電力ガ感應セララルノデ其方向ハ輪道ヲ絶ツタ後、續イテ電流ヲ流サントスルノデアリカ然ラザレバ若シ針金又ハ螺旋内ノ電流ガ弱クナルナラバ此弱クナルノヲ妨グル様ナ起電力ガ感應セララルノデアリ。之ト同様ナ作用ハ輪道ヲ閉ヂル際又ハ輪道内ノ電流ガ強クナル際ニモ起ルノデ此場合ニ起ル自己感應起電力ハ反對デアリカラ電流ノ構成ヲ妨グルノデアリ。此等ハ總テ「レンツ」ノ法則ニ由ルノデ之ハ全ク勢力保存ノ定律ノ表明ニ外ナラヌノデ、自己感應ハ物質ノ場合



ノ慣性=類似シテ居ル。之ヲ明言スルト輪道内デハ總テ電流ノ變化=反對シテ之レヲ妨グル作用ガアルノデアル。

倍此自己感應ノ逆起電力即チ誘導係數ト云フノハ磁場ノ指力線ノ變化ノ速サ及螺旋内ノ捲數=由リテ異ナルノデアルカラ輪道ノ磁氣の性質=由ルノデアル。自己感應ノ單位ハ「ヘンリー」デ之ハ或輪道内ノ電流毎秒1「アンペア」ノ變化ガ1「ボルト」ノ逆起電力ヲ生ズル時ノ自己感應デアル自己感應即チ誘導係數=用ユル記號ハLデアル

倍前=述べタコトカラ螺旋内ノ自己感應ノ起電力ハ絶對單位デ

$$\frac{\phi N}{i} = \frac{4\pi N^2 i}{i R_m} \text{ 或 } \frac{4\pi N^2 i}{10^9 i R_m} = \frac{4\pi N^2 I}{10^9 R_m} \text{ 「ボルト」}$$

茲ニ i ハ絶對單位デ示ス電流, I ハ「アンペア」R<sub>m</sub> ハ磁氣抵抗デア  
ル故ニ絶對單位デ示スLハ  $\frac{4\pi N^2}{10^9 R_m}$  デ「ヘンリー」デハ  $\frac{4\pi N^2}{R_m}$  デアル。  
今電流ノ變化ノ割合ヲ  $\frac{di}{dt}$  ナル記號デ示セバ自己感應ノ起電力ハ  
-L  $\frac{di}{dt}$  デ表ハサレル。此ノ負號ハ逆起電力ヲ示ス。

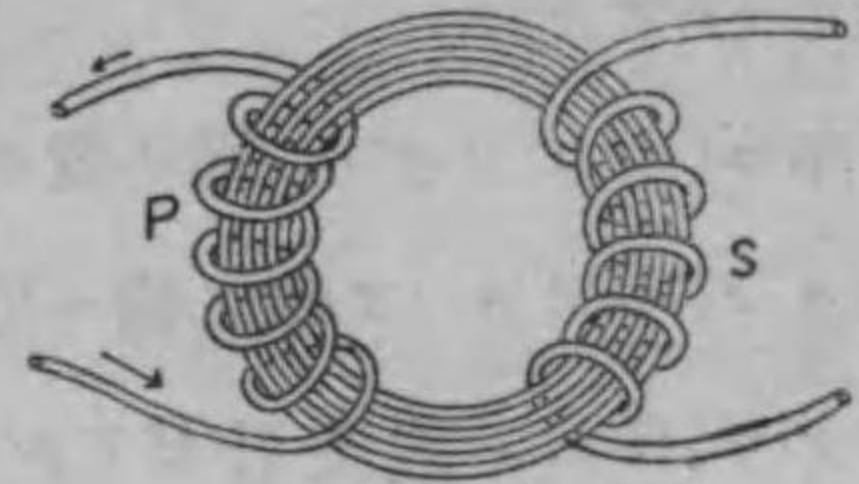
倍磁場=鐵ガアルト「フラックス」ヲ増加スルカラ大ニ輪道ノ自己感應ヲ増スノデ瓦斯燈ヤ瓦斯ノ點火及「ガソリン」機關=用ユル火花コイル(感應コイル)ハ單一ノ輪道デ造ル時ハ自己  
感應=由ルノデ又電流ノ開閉器ヲ開クトキ閃光ノ生ズルノハ 第192圖  
大概同ジ原理ニ因ルノデアル。斯様ニ生ジタ起電力ハ磁場ノ消滅ノ爲  
メニ此輪道ニ與ヘタ電壓ヨリモ遙ニ高イノデアルカラ此輪道内ノ裂目  
ノ空氣ノ抵抗ヲ破ルノデアル。又抵抗「コイル」ヲ作ル場合ノ如ク非誘  
導的螺旋モ造ルコトガ出來ルノデ之ニハ第192圖ノ如ク針金ヲソレ自  
身ノ上ニ捲キ戻セバヨイノデアル。



第192圖

## 22. 相互感應ノ係數

電流=由ル感應ハ總テ二ツノ輪道間ノ相互感應ノ場合=屬スルノデ  
若シ相互感應=由テ生ズル起電力ヲ計算スルナラバ二ツノ輪道ノ關係  
的位置=由ル係數ヲ含ムモノ, 各々ノ  
針金ノ捲數及此等ノ共通磁氣輪道ノ抵  
抗ヲ知ラネバナラス。又今第193圖ノ  
如キ「フアラデイ」輪ノ場合ヲ考フルニ  
N<sub>1</sub>及N<sub>2</sub>ヲ夫々P及S上ノ針金ノ捲數ト  
セバ螺旋Pヲ通ル磁氣「フラックス」ハ



第193圖

$$\phi = \frac{4\pi N_1 I}{10 R_m}$$

トナルコトハ前ニ説明シタ茲ニ I ハ「アンペア」デ示ス電流デ, R<sub>m</sub> ハ  
鐵ノ輪ノ磁氣抵抗デア。今電流ヲ「コイル」Pニ通ズルトキ若シ總テ  
ノ磁氣指力線ガSヲ通ルナラバ第二次ノN<sub>2</sub>捲デ切ラレル指力線ノ全部  
ハ

$$N_2 \phi = \frac{4\pi N_1 N_2 I}{10 R_m}$$

茲ニ  $\frac{4\pi N_1 N_2}{R_m}$  ナル量ハ第一「コイル」Pヲ通ル C.G.S. 電磁氣單位ノ電  
流ノ通過=由ルノデ, 之レヲ相互感應係數ト云ヒ Mデ表ハスノデ通  
常第二次ヲ通ル磁氣「フラックス」ハ第一次ノソレヨリモ稍ヤ小タイ。  
ソコデ係數 M ハ第一次ヲ通ル C.G.S. 單位ノ電流=由ル二ツノ「コイ  
ル」ニ共通ナ指力線ノ數ニ, 第二次ノ針金ノ捲數ヲ掛ケタモノヲ表ハス  
ノデア。此相互感應ノ實用單位モ「ヘンリー」デ之レハ 10<sup>9</sup> C.G.S. 單  
位ニ等シイ。今相互感應=應用シタナラバ, 之レハ第一次ニ於ケル感



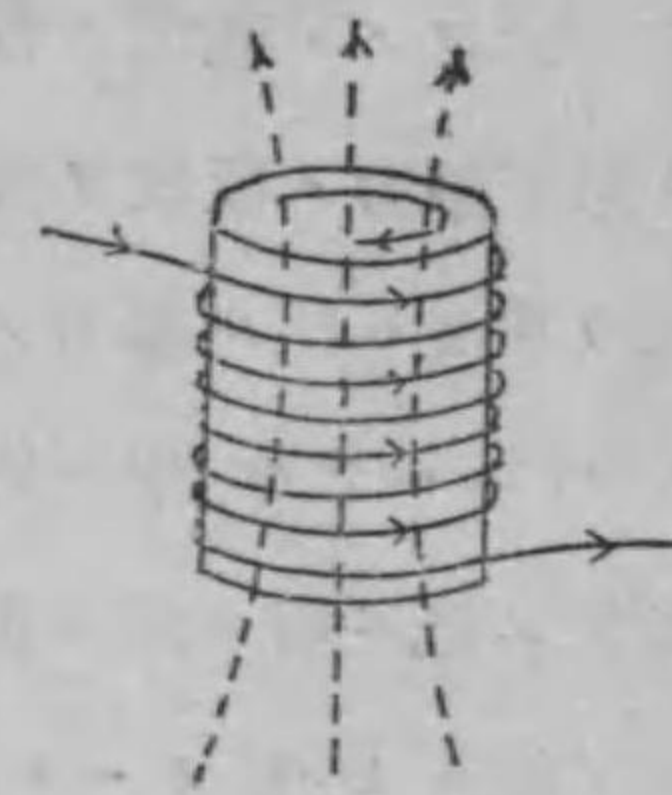
適スル電流ガ毎秒1「アンペア」ノ割合デ變ハルトキ感應セラレタ起電力ガ「ボルト」ナルトキノ第二次ノ感應デアル。今  $\frac{dI}{dt}$  デ第一次ニ於ケル電流ノ變ル割合ヲ示スナラバ相互感應ノ起電力ハ  $-M \frac{dI}{dt}$  デ表ハサレル茲ニMガ「ヘンリー」、 $i$ ガ「アンペア」、 $t$ ガ秒ナラバ起電力ハ「ボルト」デアル。

序ニ「ファラデー」輪ニ就キ述ベル之レハ第412圖ノ如クP及Sナル二ツノ「コイル」ヲ鐵ノ輪ニ捲イタモノデPト云フ輪道ニハ電池ト電鍵ガアリ、Sニハ電流計ガアルノデ何時デモPノ輪道ヲ開閉スル時ニ瞬間ノ電流ガ閉塞輪道Sニ起ルノデ此實驗デPトSトノ間ニ感應ノ起ル媒體ハ鐵デアル。Pヲ通ル電流ハ閉塞磁氣輪道トシテ鐵ノ輪ヲ磁化スルノデ輪道Pニ電流ガ起ルトSヲ通シテ磁力線ヲ送り其内ニ逆ノ電流ヲ生ズルノデアル。又第一次ノ電流ヲ止メルト磁力線ヲ引込マセ第二次ニ正ノ電流ヲ生ズル。此場合ニ於テ電流計「フレ」ハ第一「コイル」ヲ開クトキヨリモ初メテ閉ヂル時ノ方ガ大キイ又電流ガ逆デナケレバ、再ビ之レヲ閉ヂル時ニ「フレ」ガ大キイ此理由ヲ述ベルト此時鐵ノ輪ハ閉塞磁氣輪道ヲ作り其保磁力ハ非常ニ大デアルカラ磁化電流ガ流れ止ンダ時、單ニ指力線ノ一部分ノミガ落ちルノデアル併シ若シ第一次ヲ通ル電流ガ逆トナレバ全部ノ指力線ハ取出サレテ再ビ反對ニ込ルノデアル。ソコデ大ナル感應ハSニ起ルコトニナル故ニ第一輪道ヲ單ニ開閉シテ感應ノ效果ヲ生ズル爲メニハ閉塞磁氣輪道ハ適當デナイ。此場合ニPトSトノ關係ハ相互的デ若シSヲ第一次トナセバPハ第二次トナリ感應起電力ガ生ズルノデアル。

### 23. 「フーコオ」或渦電流

金屬塊ガ變化アル電流ノ近クニアル時、之レガ第二次輪道ノ作用ヲナシテ其内ニ起電力及電流ガ生ズルノデ、磁氣「フラックス」ノ變化ノ割合ガ著シイ時其起電力モ大キイノデ、尙電流ハ材料ノ電導度ニ由リテ異ナルノデアル。

今一例トシテ第194圖ノ如キ電磁石ノ鐵心ヲ考ヘルト圖ニ示ス様ニ若干ノ感應磁力線ガ通ルノデ此等ガ鐵心ヲ切ルト矢デ示ス様ナ著シイ瞬間的ノ電流ガ流れルノデ此鐵塊ノ電導度ガ大デアル爲メニ其電流モ著シイ斯様ナ電流ヲ渦電流又ハ「フーコオ」電流ト稱スル。此等ノ電流ノ勢力ノ一部分ハ鐵ノ中ニ熱トナリテ損失スル、何トナレバ本電流ガ増シ止ム時ニハ此等ノ渦電流モ亦止ムカラデアル。



第194圖

實際鐵心ハ甚ダ抵抗ノ小ナル第二次輪道ノ働ヲナスノデ此熱デ多量ノ勢力ガ消費セラレルコトニナル勿論單ニ一度丈ケ電流ヲ開閉スル際ニハ重要デナイガ發電機ノ發電子ヤ變壓機ノ鐵心ノ様ナ場合ニハ磁氣「フラックス」ガ毎秒何回トナク逆トナルノデアルカラ勢力ノ損失ヤ鐵ノ熱スルコトハ甚ダ有害デアル。斯様ナ場合ニ渦電流ノ大サヲ減スニハ薄板ヤ針金カラ出來タ鐵心ヲ用ヒルノデ各々薄板ヤ針金ハ其表面ニ鐵ノ酸化物ノ薄被ヲ有シ其近クノモノカラ絶縁スルノデアル。勿論薄片トスル方向ハ最大抵抗ガ渦電流ニ反抗スル様ニ撰バネバナラス故ニ圖ノ場合ノ鐵心ハ磁化「コイル」ノ軸ニ平行ナ薄板或ハ針金カラ造リテアルノ德斯様ナ薄片ハ渦電流ヲ減少シ從テ勢力ノ損失ヤ



加熱スルコトガ少ナイ。

### 24. 誘導的輪道ニ於ケル電流ノ増大

自己感應ヲ有スル輪道ニ一定ノ起電力ヲ通ズルトキハ、其電流ハ直チニ其不變ノ値ニ達セヌノデ其變化スル状態ノ間ハ電流ノ値ハ「オーム」ノ法則ヲ應用シテ求ムルコトハ出來ナイ。倍誘導係數ト云フノハ輪道ノ抵抗以外ノ他ノ性質デ之デ電流ノ瞬間ノ値ガ定マル、此誘導係數ト云フノハ輪道ノ性質デ之レガアル爲メニ輪道ニ電流ガ通ルト磁場ノ形デ勢力ノ吸收ヲ伴フノデアアル若シ全ク他ノ仕事ヲナサヌナラバ其源カラ流レ出ル勢力ノ一部分ハ熱ニ變リテ殘部ハ磁場ノ位置ノ勢力トシテ「エーテル」中ニ貯ヘラレル。併シ此勢力ノ貯蓄ハ電流ガ零カラ其定常ノ値ニ増ス間ニ續クノデ斯様ニシテ貯ヘラレタ勢力ハ  $\frac{1}{2}LI^2$  = 等シイ茲ニ I ハ「オーム」ノ法則デ與ヘル電流ノ定常ノ値デアアル。

何トナレバ感應サレタ起電力ハ  $L \frac{di}{dt}$  デ小時間  $dt$  内ニ爲サレタ仕事ハ  $L \frac{di}{dt} idt$  即チ  $Lidi$  デアルカラ若シ此式ヲ 0 ト I トノ限界ノ間ニ積分スルナラバ爲サレタ全體ノ仕事即チ電流ガ其最大値 I = 達シク時磁場ニ貯ヘラレタ勢力ガ得ラレル即チ

$$\int_0^I Lidi = \frac{1}{2}LI^2$$

倍此勢力デ表ハサレル丈ケノ仕事ハ自己感應ノ起電力ニ反抗シテ電流ニ由リテ爲サレタノデアアル。ソコデ此電流ガ其最後ノ値迄増シツツアル間ニ其磁場内ニ比較的多量ノ勢力ガ貯ヘラレタ時ニハ、輪道ノ自己感應ハ大キイノデアアル茲ニ注意スベキコトハ誘導係數 L ハ此輪道ガ非磁氣ノ材料カラ出來テ且ツ非磁氣ノ媒體デ圍マレタ時ノミ任意ノ輪道デハ一定デアアルコトデ若シ輪道ニ鐵ガアレバ L ハ磁氣「フラックス」ノ値ト共ニ變ハル。何トナレバ磁氣抵抗ハ其透過率ニ由リ變ハルノデ

又此透過率ハ此鐵ノ磁化ノ程度デ變ハルカラデアアル。

### 25. 「ヘルムホルツ」ノ方程式

「ヘルムホルツ」ノ初メ與ヘタ方程式ハ一定ノ起電力ヲ誘導的輪道ニ與ヘタ後任意ノ時刻  $t$  ノ電流ノ値ヲ表ヘスノデ若シ E ヲ與ヘタ起電力、R ヲ輪道ノ抵抗、 $i$  ヲ此輪道ヲ閉ヂタ後任意ノ時刻  $t$  ノ電流ノ値トセバ、電流  $i$  ヲ生ズルニ要スル有效起電力ハ  $Ri$  デアルカラ次ノ方程式ガ得ラレル

$$E = Ri + L \frac{di}{dt} \dots \dots \dots (1)$$

即チ與ヘタ起電力ハ感應サレタ起電力ト有效起電力トノ和ニ等シイ此方程式ノ解ハ L ヲ一定トスルナラバ次ノ如クナル

$$i = I(1 - e^{-\frac{Rt}{L}})$$

(證明) (1) 式ノ兩邊ヲ R デ割レハ

$$\frac{E}{R} = i + \frac{L}{R} \frac{di}{dt}$$

或

$$I - i = T \frac{di}{dt} \quad (\text{茲ニ } T = \frac{L}{R})$$

$$\therefore \frac{dt}{T} = \frac{di}{I - i}$$

此式ヲ積分スルト

$$-\frac{t}{T} = \log(I - i) + \text{定數}$$

倍  $t=0$  ナルトキ  $i=0$  デアルカラ上式ニ此等ノ値ヲ入レルト  $\log I + \text{定數} = 0$  トナル故ニ定數  $= -\log I$

$$\therefore \frac{t}{T} = \log(I - i) - \log I = \log \frac{I - i}{I}$$

$$\text{及 } \frac{I - i}{I} = e^{-\frac{t}{T}} = e^{-\frac{Rt}{L}}$$

$$\therefore i = I(1 - e^{-\frac{Rt}{L}})$$

故ニ  $t$  秒後ノ電流ハ其最大値ヨリ小ナルコト  $Ie^{-\frac{Rt}{L}}$  デアル此誘導係數ヲ抵抗デ割リタ商  $\frac{L}{R}$  ヲ輪道ノ時間定數ト稱スル之レハ電流ノ最後ノ値ノ 0.632 丈ケニ達スルニ要スル時間デアアル。何トナレバ T 即チ  $\frac{L}{R}$  ガ  $t = T$  等シイ時ハ  $\frac{Rt}{L}$  ハ 1 トナルカラ此時

$$1 - e^{-\frac{Rt}{L}} = 1 - e^{-1} = \frac{e-1}{e} = \frac{2.7183-1}{2.7183} = 0.632$$

例ヘバ L カ 2 「ヘンリー」デ R ガ 1 「オーム」ナラバ時間常數ハ 2 秒トナルノデ、即チ二秒



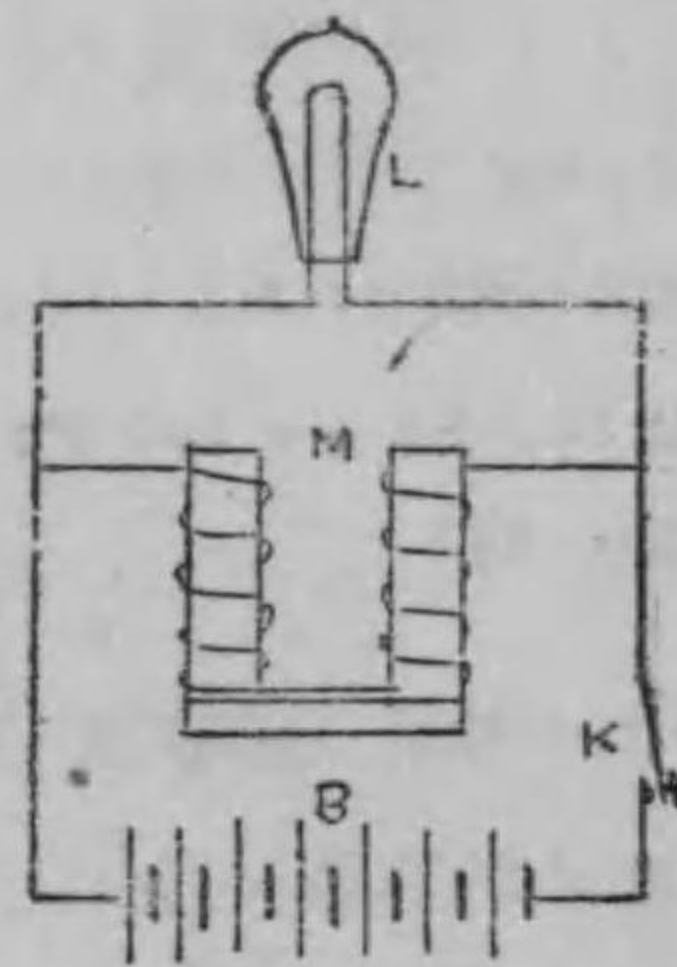
=電流ハ其最後ノ値ノ0.632倍トナル。此電流ノ増大ノ遅延スルノハ磁場ヲ作リタコトニ由ルノデ勢力ハ此等ノ磁場内ニ貯ヘラレ此等ノ上ニ爲シタ仕事ニ對スル抵抗ハ反抗スル起電力トシテ現サレルノデ此反抗ガ消滅スルガ否ヤ有效起電力ハ増シテ電流ハ「オーム」ノ法則ノ與フル値ニ上ルノデアル。

### 26. 磁場ニ貯ヘタル勢力

第195圖デMハ大キナ電磁石デ、Bハ電池、Lハ電池ノ電壓ニ等シイ通常ノ電壓ノ白熱電燈、Kハ輪道切斷器デアル。此輪道ハ電磁石ト「ランプ」トノ間ニ分カレルノデアルガ前者ハ後者ニ比ベテ抵抗ガ甚ダ小タイカラ電流ガ定常ノ値ニ達スル時ハ其大部分ハ此磁石ノ「コイル」ヲ通ルノデアル。先ヅ輪道ヲ閉ヂタ瞬間ニハ此電磁石ノ自己感應ガ大キナ抵抗ノ様ニ此電流ニ反對ニ働クノデアルカラ電流ノ大部ハ「ランプ」ヲ通り從テ「ランプ」ハ初メ一寸明ルクナルガMヲ通ル電流ガ其定常ノ値ニナルト急ニ暗クナル。次ニ輪道ヲ切

リテ電池ヲ全ク切り去ルト、電磁石ノ内ニ自己感應テ同方向ニ瞬間電流ガ流レ之レガ「ランプ」ニ流レル爲メ「ランプ」ハ又一寸明ルクナル。此場合デハ「ランプ」ト電磁石トハ共ニ閉塞輪道ヲナスノデ其周リノ「エーラル」ノ歪ミトシテ磁場内ニ貯ヘラレタ勢力ハ電氣ノ勢力ニ變リ此「ランプ」ヲ通ル

逆ノ電流デ瞬間明ルクナルノデ此例ハ自己感應ヲ説明スル丈ケデナク電磁石ノ周リノ「エーラル」内ノ勢力ノ貯ヘヲ説明スルノデアル。



第195圖

### 27. 蓄電器ノ電流

靜電氣ノ場合デ蓄電器ヲ述ベタ時  $C = \frac{Q}{V}$  ナル公式ヲ與ヘタ今此公式ヲ電流ノ源ニ連結シタ蓄電器ノ場合ニ應用スルトQハ電流ニ時間ヲ掛ケタモノ即チ  $it$  トナル若シ此蓄電器ニ與ヘタ起電力ガ一定デアルナラバ蓄電器ニ流レル電流ハ絶エズ其強サガ減ズルノデ之レハ茲ニ逆ノ起電力ヲ増進スルカラデ、此逆ノ起電力ガ與ヘタ起電力ト等シクナルトキハ電流ハ蓄電器ニ流レ止ムノデアル。次ニ與ヘタ起電力ノ源ヲ取去ルト荷電ハ、絶エズ減ズル電流ノ形デ蓄電器ヲ去ルノデ蓄電器ニ與ヘタ起電力ガ絶エズ増スカ又ハ減ル場合デハ斯様ニ電流ヲ流レ込ミ又ハ流レ出サセルコトガ出來ル。此場合ニハ與ヘタ電壓ノ變化ノ速サデ電流ノ強サヲ定メルコトガ出來ルノデ此電壓ノ變化ノ割合ハ  $\frac{de}{dt}$  ナル記號デ示スコトガ出來ル、之レハ時間(dt)ノ増シニ對スル起電力(de)ノ増シヲ表ハスノデアル故ニ絶對單位デハ次ノ關係ガ得ラレル。

$$\frac{de}{dt} C = i$$

茲ニ  $i$  ハ絶エズ變ハル電流ノ瞬間ノ値デ、CハC.G.S. 絶對單位デ表ス電氣容量デアル。實用上ノ單位デ表ハスト之ハ次ノ如クナル

$$\frac{dE}{dt} 10^9 C = \frac{I}{10}$$

Cヲ又實用單位デ表ハスト

$$\frac{dE}{dt} C = I$$

之カラ電氣容器ノ  $10^{-9}$  (絶對單位)ハ1「ファラード」ナルコトガ分ル。前ニモ述ベタ様ニ「ファラード」ト云ノハ1「クーロン」デ1「ボルト」ノ



電壓 = 荷電セラナル様ナ電氣容量ヲ換言スルト若シ「ボルト」ノ電壓ヲ「ファラード」ノ電氣容量ニ與ヘルト左様ニシテ生ジタ逆起電力ガ「ボルト」ニ等シクナル前ニ蓄電器ニ「クーロム」ノ電氣ガ流レ込ミテ電流ガ止ムノデアアル。

## 第六章 電流ノ熱效果

### 1. 電流ノ熱當量

他ノ仕事ヲ爲サヌナラバ電流ノ勢力ハ熱ニ變ハルノデ前ニ  $(V_1 - V_2)$  ナル電位ノ差ハ  $V_1$  カラ  $V_2$  迄或ハ反對ノ方向ニ單位電氣量ヲ運ブ際ニ爲サレタ仕事ト認ムルコトガ出來ルト述ベタカラ若シ  $Q$  單位ノ電氣ヲ運ンダナラバ次ノ關係ガ得ラレル

$$\text{仕事}(W) = Q(V_1 - V_2) \text{「エルグ」}$$

倍此考ヘテ電流ノ絶對單位ヲ表ハスナラバ  $Q$  ハ  $it$  トナリ又  $V_1 - V_2$  ハ起電力トナルカラ  $e = ri$  トナル故ニ

$$W = eit = i^2rt$$

又熱ノ方面カラ考ヘルト  $W = jH$  ナル關係ガアルノデ茲ニ  $H$  ハ「カロリー」ヲ表ハシタ熱、 $j$  ハ熱ノ仕事當量デ之レハ  $4.19 \times 10^7$  「エルグ」デアアル、ソコデ次ノ如ク示シ得ル

$$jH = i^2rt$$

$$\therefore H = \frac{i^2rt}{j} = \frac{i^2rt}{4.19 \times 10^7} \text{ (C.G.S. 單位)}$$

倍電流ノ強サ及抵抗ヲ C.G.S. 電磁氣單位ヲ表ハスト「アンペア」ハ  $10^{-1}$  C.G.S. 單位、一「オーム」ハ  $10^9$  デアルノデ上式ノ分子ヲ實用單

位(アンペア及ボルト)ヲ表ハスト  $i^2$  ハ  $(10^{-1})^2 I^2$ ,  $r$  ハ  $R \times 10^9$  トナルカラ

$$H = \frac{(10^{-1})^2 I^2 \times 10^9 R t}{4.19 \times 10^7} = I^2 R t \times 0.24$$

此關係ヲ「ジュール」ノ定律ト云フ。

倍毎秒費シタ勢力ハ電流ノ強サト起電力トノ積デアアルノデ  $I$  ヲ「アンペア」、 $e$  ヲ「ボルト」(一ボルト  $10^8$  C.G.S. 單位)ヲ表ハスト

$$W = Ie \times 10^{-1} \times 10^8 = Ie \times 10^7 \text{ エルグ毎秒} = Ie \text{ 「ワット」}$$

而シテ  $H = I^2 R \times 0.24 = IE \times 0.24$  「カロリー」毎秒

デアアルカラ、一「ワット」ハ毎秒  $0.24$  「カロリー」ニ同等デアアル即チ「カロリー」ハ「ワット」秒  $0.24$  倍デアアル斯様ニシテ任意ノ輪道内ニ於ケル熱ノ損失ハ計算ガ出來ル。次ニ電氣的ノ方法デ熱ノ仕事當量ヲ定ムル實驗ノ結果ヲ示ス

水ノ重サ + 熱量計ノ水當量、寒暖計及「マンガニン」熱コイル。

$$= 200.0 \text{ 瓦}$$

$$\text{初メノ水ノ溫度} = 23.5^\circ\text{C}$$

$$\text{終リノ水ノ溫度} + \text{輻射ノ補正} = 29.1^\circ\text{C}$$

$$\text{電流} = 0.5 \text{ アンペア, ボルト} = 113, \text{「ワット」} = 0.5 \times 113 = 56.5$$

$$\text{發生シタ熱} = 200 \times 6.6^\circ = 1320.0$$

$$\text{熱シタ時間} = 100.0 \text{ 秒}$$

$$\text{毎秒毎「カロリー」ヲ「ジュール」ヲ示セバ} \frac{56.5}{13.2} = 4.2$$

商業上ニハ電氣煖器ノ種々ノモノガアルノデ大略ヲ云フト 3 吋ノ圓板煖爐ヲ働カセルニハ約 200 「ワット」ノ連續的ノ動力ヲ要シ、8 吋ノ煖爐デハ 800 「ワット」、9 吋ノ平タイ鐵デハ 600 「ワット」、車ノ外側ノ溫度  $^\circ\text{F}$ . 内側ノソレガ  $52^\circ$  ノ大キナ手押車デハ 400 乃至 5000 「ワット」ヲ



要スルノデア、ル。

## 2. 輪道ノ逆起電力

全體ノ工率即チ發電機ガ輪道ニ勢力ヲ供給スル所ノ割合ハ一部分ハ「ジュール」ノ定律ニ由リテ發生スル熱ヲ表ハサレ、一部分ハ電氣分解ニ由ル化學的分解ヤ電動機等ノ器械的仕事ノ様ナ、爲サレタ仕事ヲ表ハサレル。併シ仕事ヲ爲ス場合ハ如何ナル時デモ吸收ナレタ勢力ハ電流ノ強サノ一乗ニ比例スルカラ、 $t$  時間内ニ變形サレタ全體ノ勢力ハ

$$Iet = IR^2t + AIt$$

ヲ表ハサレル。此式ノ右邊ノ第一項ハ熱ノ損失デ第二項ハ爲サレタ仕事デ  $A$  ハ定數デア、ル今上式ノ兩邊ヲ  $It$  デ割リテ項ヲ轉ズルト次ノ如クナル

$$I = \frac{e - A}{R}$$

茲ニ  $R$  ハ輪道ノ全抵抗デア、ル此式ノ形カラ  $A$  ハ起電力ノ性質ノ量デア、ルコトガ分ル而シテ負ノ符號ヲ有スルノデア、ルカラ逆ノ起電力デア、ル。ソコデ電流ヲ生ズル有效起電力ハ與ヘタ起電力ヨリモ逆ノ起電力丈ケ小サイノデ此逆ノ起電力ハ電流デ仕事ヲナス總テノ場合ニ必要ナ現象デア、ル。

## 3. 輪道ノ勢力ノ區分

若シ逆ノ起電力ヲ  $e'$  トスルナラバ「オーム」ノ法則ニ由ル電流ノ式ハ次ノ如クナル。

$$I = \frac{e - e'}{R}$$

併シ「ワット」デ熱損失ヲ表ハセバ

$$IR = I(e - e') = Ie - Ie'$$

倍  $Ie$  ハ今考ヘタ輪道ノ部分ノ全工率デ、抵抗  $R$  ナル此輪道ノ同一ノ部分ニ生ジタ熱ハ全工率ヨリ  $Ie'$  「ワット」丈ケ少ナイ故ニ仕事ヲ爲ス爲メニ毎秒費シタ勢力ハ電流ノ強サト逆起電力トノ積デア、ル。此場合ニ爲シタ仕事ノ熱損失ニ對スル割合ハ

$$\frac{Ie'}{I(e - e')} = \frac{e'}{e - e'}$$

デア、ル故電氣の勢力ガ仕事ニ變ハル割合ハ逆起電力ト共ニ増スコトニナル。

## 4. 電流ノ熱効果ノ應用

(I) 電氣燒灼. 細イ白金線ヲ白熱ニシタモノハ時々小刀ノ代リニ外科手術ニ用ヒルノデ白金ヲ用ユル理由ハ高溫度ニ熱シテモ熔ケナイト腐蝕セナイカラデア、ル。

(II) 電氣鑄接. 若シ二本ノ太サ一樣ナ棒ヲ鑄接セントセバ其端ト端トヲ接シ大キナ壓力ヲ加ヘテ之ニ電流ヲ通セバヨイノデ此時最モ多量ノ熱ハ最大抵抗ノ接目ニ生ズルノデア、ル。此場合ハ電壓ノ低イ甚ダ大キナ電流ヲ要スルノデ此等ハ變壓機ノ手段デ交流及ビ「モートルダイナモ」ニ因リテ直流ノ電源カラ得ラレル。

(III) 可鑄片. 丁度輪道ニ適合スル様ナ可鑄片ヲ用フルト輪道ヲ保護スルコトガ出來ルノデ今或ル理由デ電流ガ過度ニナリテ針金ヲ害スル様ナ強サニ達スルト、先ヅ可鑄片ガ鑄ケル。通常鉛カ又ハ鉛ノ合金ヲ製スル。此可鑄片ノ放射面積並ニ抵抗ハ之ニ生ズル溫度ヲ定メル要素

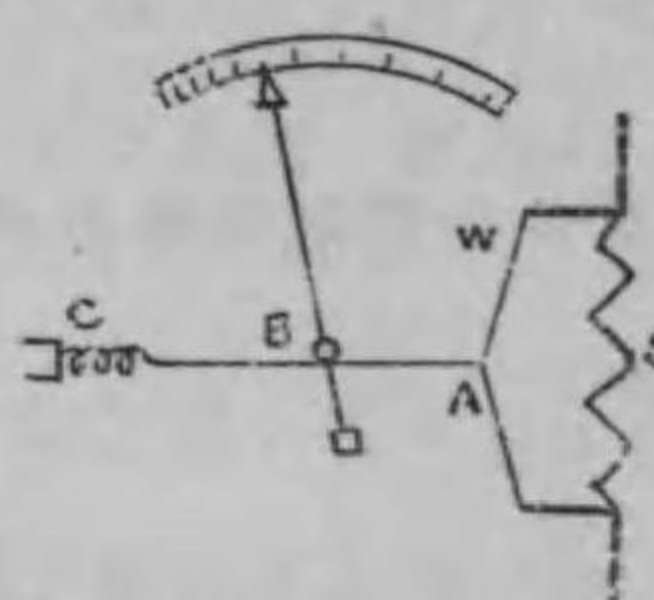


トナルノデアアルカラ同ジ断面ノ長イ可鎔片ハ吹キ切レヌデモ、短カイモノハ屢々吹キ切レルノデアアル勿論之ヲ乗セル臺ハ不燃燒ノモノデナケレバナラヌノデ其長サハ之ヲ入レル輪道ニ用ヒタ電壓ニ比例シテ撰ブノデアアル。

(IV) 熱線電流計。之レハ第 196 圖ニ示セルモノデ、電流ニ由ル熱ノ爲メ針金ガ撓ミ之ニ由リテ盤面上ニ指針ガ動クノデ斯様ナ機械デハ直流、交流ノ何レニモ役立ツガ左程精密ノモノデハナイ。

圖デ主ナ電流  $I$  ハ、細イ白金「イリヂウム」ノ針金  $W$  ト列ニ繋イデアアル岐路  $S$  ヲ通ルノデ、 $W$  ヲ通ルノハ極ク僅デアアル  $A$  = 附ケタ線ハ指針ノ軸  $B$  ヲ一捲シテ「パネ」 $C$  = 附ケ針金ハ皆緊張シテ居ル。今電

流ガ通ルト  $W$  ハ熱シテ膨脹シ此ノ撓ミノ爲メ「パネ」 $C$  ガ線  $CBA$  ヲ前方ニ引キ斯クシテ軸  $B$  ガ廻リ指針ガ盤面上ヲ動クノデ尺度ノ「フレ」ノ値ハ初メニ標準電流計ト比ベテ定メテアルカラ「アンペア」ガ分ル。

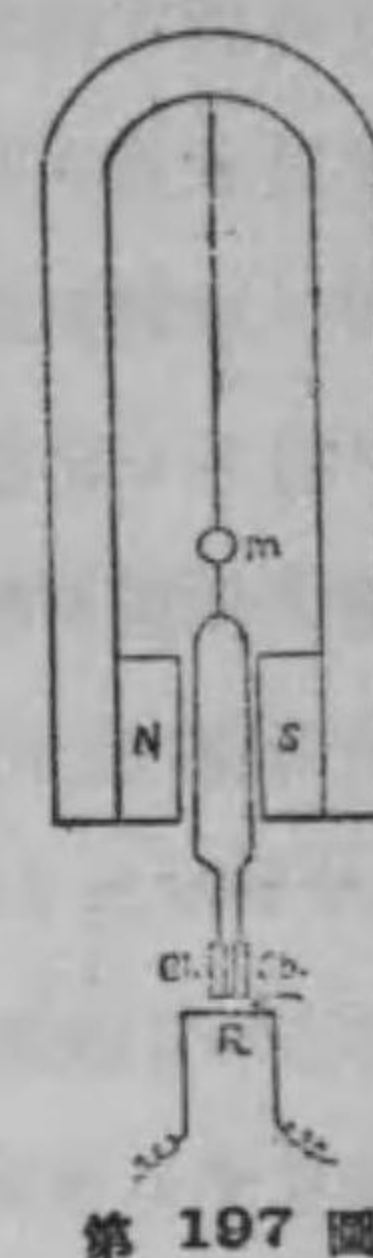


第 196 圖

## 5. 熱電流計

「ジュール」ノ定律デハ任意ノ導體ニ生ズル熱量ハ電流ノ強サノ自乗ニ由ルノデアアルカラ其熱效果ハ電流ノ方向ニ無關係ナ事ガ分ル。故ニ熱ニ變ハリタ勢力ハ電流ガ  $+i$  デモ  $-i$  デモ同一デアアルカラ熱效果ヲ利用シテ交流ヲ測定スル。此事ノ詳細ナ説明ハ小サナ交流ヲ測定スル爲メニ近頃英ノ物理學者「デュツデル」ノ考案シタ熱電流計デ知ルコトガ出來ル此装置ハ第 197 圖ノ如ク蒼鉛ト「アンチモニイ」トカラナル細イ閉塞輪道ヲ出來ル丈ケ僅カノ指力線ヲ含ム様ナ位置ニ永久磁石ノ極

ノ間ニ吊シテアルノデ蒼鉛ト「アンチモニイ」トノ下ノ接目ノ丁度下ニ短カイガ非常ニ細イ針金ノ抵抗ノ大キナモノガ置イテアル而シテ測ルベキ交流ハ圖ノ  $R$  ト云フ線ヲ通スノデ  $R$  = 生ジタ熱ノ小部分ガ吊シタ輪道ノ下方ノ接目ニ通ズルカラ熱電流ガ起リ、吊シタ輪道ハ磁場内デ或角度丈ク廻轉スルコトニナルノデ此「フレ」ハ吊シタ線ニ附着シタ鏡  $m$  ニヨリテ讀ムコトガ出來ル。勿論度盛ハ既知ノ強サノ直流ヲ此器械ニ通シテ置イテ補正セネバナラヌノデアアル。



第 197 圖

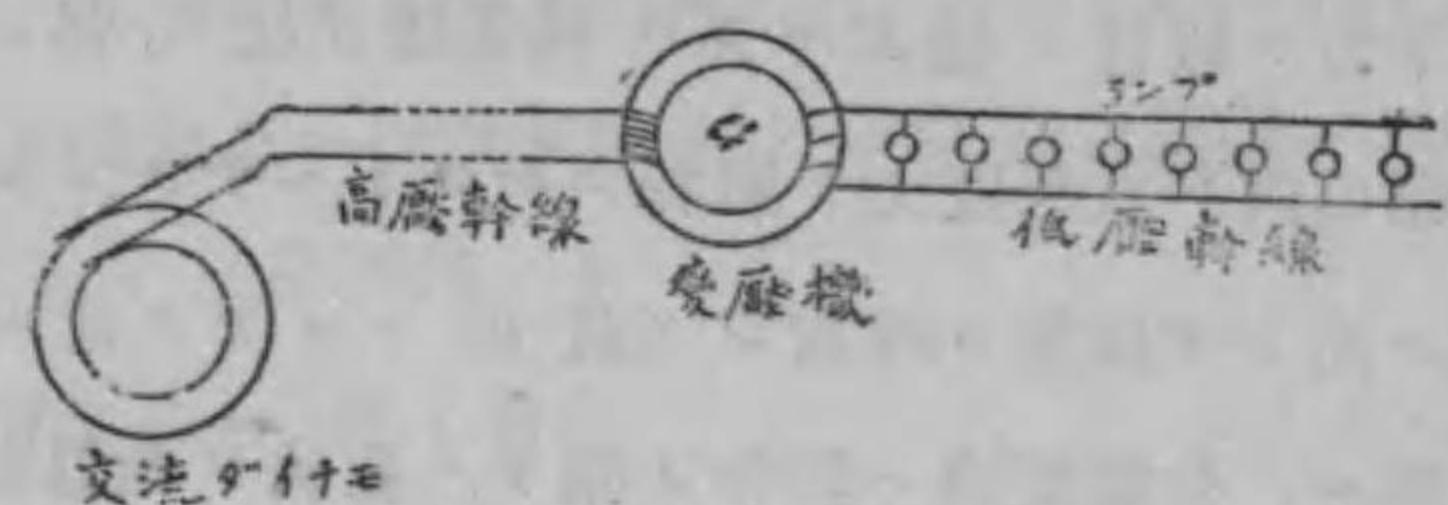
## 6. 白熱電燈

白熱電燈ハ「エヂソン」ノ發明ニ歸スルノデ最初ノ「ランプ」ハ金屬線通常白金ヲ封入シタガ 1873 年ニ「エヂソン」ハ之ニ代用スルニ比較的安イ竹ノ線纖ヲ炭化シタモノヲ以テシタガ之モ廢セラレテ、「セルローズ」ヲ溶シテ之ヲ小孔ヲ通シテ石油中ニ逆出セシメ此半流動狀ノ絲ヲ蒸燒ニシテ炭化シタモノガ用ヒラレタ、之ハ木炭ノ様ナ光澤ヲ有シ彈性ガナクテ其断面モ一様デナイカラ「フラツシング」ヲ施サネバナラヌノデソコデ之ニ電流ヲ通シテ「ベンジン」蒸氣ノ中デ熱スル斯クスルト断面ノ小ナル所デハ溫度ガ非常ニ高クナリ「ベンジン」蒸氣ガ分解シテ其炭素ガ線ノ上ニ附クガ其ノ大ナル所デハ熱スルコトガ少ナイカラ炭素ガ多量ニ附着セナイコトニナルカラ断面ガ何處モ一様トナリ尙ホ附着シタ炭素ハ石墨様ノ光澤ヲ有シ彈性モアル之ヲ洋銀ノ先ニ白金ヲ附シタモノノ先ニ附ケル。次ニ之ヲ電球ノ中ニ入レテ空氣ヲ抜グ此電球ノ中ノ空氣ヲ抜グノハ若シ空氣ガアレバ中ノ瓦斯ガ動キテ熱ヲ硝子カ



ラ外側ニ運ブコトニナリ光ノ勢力ヲ損スルコトニナルノト炭素ノ酸化ヲ防グ爲メデアル。近頃流行スル「タンダステン」カラ出來タ線ハ動力ガ一層經濟的デアルト共ニ白色光ヲ出スノデアル之ハ最初ニハ此金屬ヲ粉ニシ粘着性ノ材料ト混ジ型ニ壓シタノデ斯様ナ「ランプ」ハ常ニ垂直ノ位置デ燃サネバナ

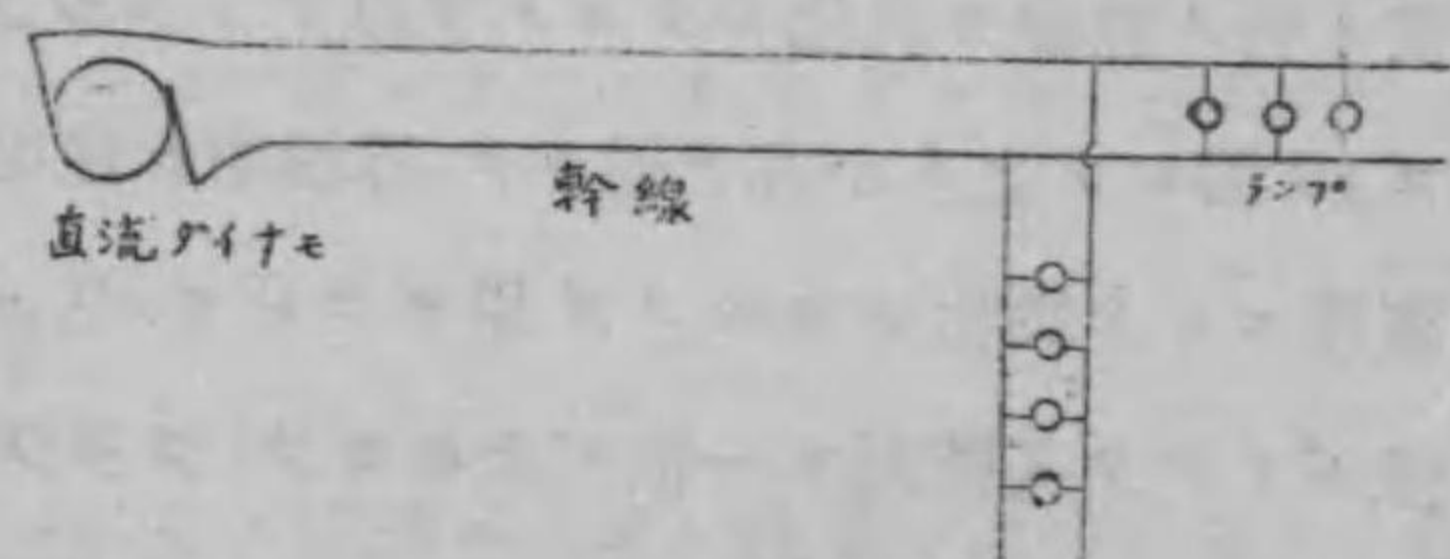
ラス不便ガアル其後「タンダステン」ヲ細イ針金ニ引キ得ルコトガ發見サレタノデ之レハ



第 188 圖

折レ難クテ「ランプ」ヲ任意ノ位置ニ置キ得ル。此式ノ發光材ノ最新ノ改良シタモノハ電球ニ窒素ヲ充タスノデ斯クスト「タンダステン」ヲ比較的高溫度ノ白熱ニ高メルコトガ出來テ「ランプノ效率」(即一燭光ニ對スル「ワット」)ヲ増スノデアル此外「タンタルム」ランプモアルガ

線ガ脆クテ交流デハ忽チ切レル。種々ノ「ランプ」ノ效率ハ後ニ表デ與ヘル實驗上炭素線電球ノ燭光ハ電壓ノ六



第 189 圖

乗ニ比例シ最新ノ「タンダステンオスミウム」ノソレハ電壓ノ 4.3 乗ニ比例スルノデアル次ニ交流及直流デ通常白熱電燈ヲ連結スル方法ハ第 188 圖及 189 圖デ分ル。

### 7. 炭素弧燈

二ツノ炭素ノ電極ヲ接觸シテ後離スト接觸點ニ於ケル電流ノ熱ノ爲

メ炭素ノ蒸氣ガ出來、兩極ノ間ハ導體トナルカラ電流ガ通り此電流ノ通ル有様ハ弧狀ヲナスノデアル通常正極ノ一端ハ燃エテ凹ミヲ生ジ負極ノ二倍ノ速サデ減ルノデアル。此「ランプ」デハ電流ヲ通ス時ニハ機械裝置デ炭素ヲ離スノデ又兩極ノ間ノ距離ガ増シテ抵抗ガ大キクナルト自動的ニ近ケルノデアル此兩極ノ間ノ抵抗ハ主ニ炭素ノ間ノ逆起電力ノ性質ニ由ルノデアル。倍弧燈ヲ氣流ニ晒スト 50「ボルト」ノ電位差デ善ク燃エルノデ正式ニハ斯様ナ「ランプ」ハ高イ直流(略シテ D.C.)電壓デ行緊ギニスル習慣デアル。併シ斯様ナ連結デ現今ハ普通交流(略シテ A.C.)ガ用ヒラレルノデ之ハ D.C. ヨリモ高イ電壓ニ調整スルコトガ容易デアル此 A.C. ノ弧デハ勿論炭素ノ減リ方ハ兩方等シイノデ之レハ其唸ル音デ D.C. 弧ト區別ガ出來ル。次ニ弧燈ヲ列緊ニ働カセル一ツノ困難ハ 50「ボルト」ヲ要スルコトデ「エヂソン」ノ第一ノ白熱電燈ハ偶然ニモ商用點燈電壓トシテ 110「ボルト」ト定メラレタカラ之レ及其或ル倍數ノモノガ一般ニ用ヒラレタ。加減抵抗器ニ此半分以上ヲ消費スルノハ不經濟デアルカラ閉塞シタ弧ガ 70 乃至 75「ボルト」ノ高イ電壓デ善ク燃エルト云フコトガ發見サレナイ迄ハ弧燈ヲ列ニ働セルノハ出來ナイト考ヘタ、現今デハ乳白色ノ硝子球ニ密閉シタ弧ハ多ク 110「ボルト」ノ輪道ニ列緊ギニ用ヒラレルノデ電壓ノ差ハ加減抵抗器及「ランプ」ノ機構デ取り上ゲル。俗ニ云フ「フレーミングアーク」ト云フノハ「カルシウム」「ストロンシウム」等ノ様ナ容易ニ揮發シテ光ニ色ヲ與ヘル様ナ金屬ノ酸化物ト炭素トヲ浸徹サセテ用ヒルノデ光ハ主ニ弧自身カラ出テ燭ノ外觀ヲ呈スルノデアル。

次ニ磁鐵線ノ弧ハ其光輝ガ白色デアル爲メニ現今流行セントシテ居ルノデ其負極ハ「チタニウム」ト鐵ノ酸化物デ之ガ弧ニ輝ク蒸氣ヲ送リ



出スノデアル。「アノード」ハ銅デ之レハ76「ボルト」ノD.C.デ燃エル磁カデ「フレ」ヲ生ジ或ハ弧ヲ消スコトモアルノデ屢々之ヲ利用スルノデアル。

次ニ「ネルンスト」ランプハ「マグネシア」カラナルノデ之ハ普通ノ溫度デハ不電導體デアルガ近傍ノ加熱「コイル」デ或溫度ニ高メラレルト電流ガ通り之ヲ輝カセルノデアル此光ハ「ウエルスバツハ」ノ瓦斯「マントル」ノ如ク白色デアル。

次ニ水銀蒸氣ランプト云フノハ水銀蒸氣ヲ充タシタ真空管デ之レハ非常ニ抵抗ガ小デアルカラ110「ボルト」或以下ノ電壓デ電流ガ通ル此「ランプ」ハA.C.及D.C.デ働クガA.C.デハ特種ノ電極及連結ヲ要スルノデ之デノ方向ノ電流トナスノデアル。此管ハ時々蓄電池等ヲ充電スル爲メノ整調裝置トシテ用ヒラレル倍此「ランプ」ヲ働カセルニハ初メニ管ヲ傾ケ水銀ノ線ヲ一端カラ他端ニ流スノデ斯クシテ出來タ短回線ノ熱デ此糸ハ直チニ切レテ管ハ蒸氣デ充タサレ「カソード」ニ於ケル水銀溜カラ絶エズ蒸氣ガ生ジテ此管ノ冷ナ側デ凝縮シテ又歸ル。通常自動的ニ切ル加減抵抗器ガアル倍此「ランプ」ノ有利ナ點ヲ述ベルト吾人ノ眼ノ網膜ガ最モ感ジ易イ線ト黄ノ光線ガ多量ニアルト云フノデ且ツ光輝ハ高イト同時ニ管ハ何處モ直接ニ見タ時ハ眼ヲ眩ス程ハ輝カヌガ此光輝ノ色ハ特別デ赤ガナイ併シ此缺點ハ現今デハ螢光體ノ傘ヲ用ヒテ或振動ヲ長クシテ赤ヲ出スニシテ補正シテ居ル此管ハ寫真術ニハ甚ダ重要デアル。

次ニ「ムーアー」ノ「ランプ」ト云フノハ輝サントスル室ノ側面ヲ走り廻ル長イ真空管デ所謂冷ナ光ヲ生ズルノデ之ハ新奇ト云フオケテ未ダ實用上ノ價值ハ疑問デアル。

倍水銀蒸氣「ランプ」ニ同様ナ管ハ現今デハ「ネオン」及「アルゴン」ヲ充スノデアルガ此種ノ「ランプ」ハ甚ダ明ルイガ未ダ實用上ノ程度ニハ達セス。

借人爲的發光材特ニ電燈ノ選擇及等級ト云フノハ工業上ノ特種ノ部門デ此方面ニハ澤山ノ知識ヲ集メメ居ル。製造所ヤ機械工場デハ光照ノ方面ニ要求スル主ナ目的ハ光ノ分布ノ一樣ニシテ、暗イ影ヲ避ケルコトト、職工ノ眼カラ「ランプ」ヲ隠スコトデアル又倉庫ヤ集會所デハ間接ノ光ガ多ク賞讚サルルノデ此裝置デハ下ヲ暗クスル「ランプ」ヲ天井ニ置キ、室ヲ通シテ弱キ光ヲ擴散スルノデアル。

次表ハ最近ノ標準「ランプ」ノ表デアル。

ランプノ種類	ワット	平均水平燭光	燭光=對スル「ワット」	平均壽命(時間)
炭素線	50	16.8	2.97	700
金屬メッキ炭素線	50	20.0	2.5	700
タンタルム	50	27.9	1.79	600
タングステン(マスダ)	25	28.8	1.05	1000
タングステン(マスダ)	40	38.6	1.03	1000
タングステン(マスダ)	60	60.0	1.00	1000
瓦斯ヲ充タス「タングステン」	200	267.0	0.75	
瓦斯ヲ充タス「タングステン」	1000	1667.0	0.60	
瓦斯ヲ充タス「タングステン」25「ボルト」(シリーズ)	1000	1000.0	0.50	
		平均球面燭光		アンペア
閉炭素弧D.C.	450	410.0	1.00	9.6
閉炭素弧D.C.シリーズ	490	260.0	1.88	6.6
閉炭素弧A.C.混合	430	130.0	3.3	6.6
閉炭素弧D.C.混合	715	240.0	2.98	6.2
閉炭素弧A.C.混合	430	145.0	2.97	5.4
フレーミングアーク(白)	520	700.0	0.74	10.0
磁鐵鍍弧	515	695.0	0.74	6.6
水銀蒸氣D.C.50吋管	385	500.0	0.77	3.5

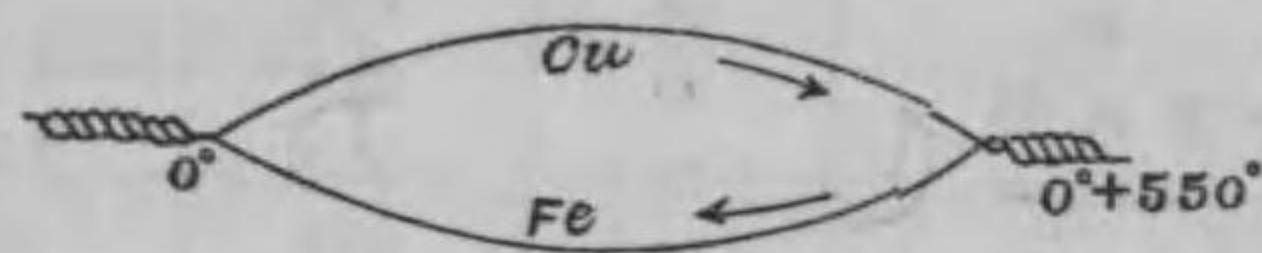
通常弧燈ノ炭素ノ尖端ノ溫度ハ2400°-3500°C.位デ、光ハ四方ヘ一様ニハ出デズ下ノ方ヘ45°ノ所ガ最強ク蝶形トナルノデ若シ交流ヲ通



セバ上下へ蝶形が出来ル。序=「ランプ」ノ壽命=就キ述ベルガ上等ノ「ランプ」デハ少クトモ1000時間位ハ保タネバナラヌ炭素線電球ノ場合デハ毎燭光=對スル「ワット」ハ「ランプ」ノ壽命ト共ニ増スノデ之ハ電球=炭素ガ附着シテ光ヲ吸收シ燭光ヲ下ゲルカラデア。金屬線「ランプ」デハ初メノ100時間位ハ「ワット」ガ少シ落チ其後徐々ニ増スガ其變化ハ炭素ノソレノ様ニ大キクハナイ。

### 8. 熱電氣

第200圖ノ様ニ銅ト鐵トヲ接ギ其一方ノ接目ヲ低溫度ニシ他ノソレヲ高溫度ニスルト著シイ溫度ノ範圍内デ矢ノ方向ニ電流ガ流レルノデ此現象ハ1821年「シーベツク」ガ發見シタ。

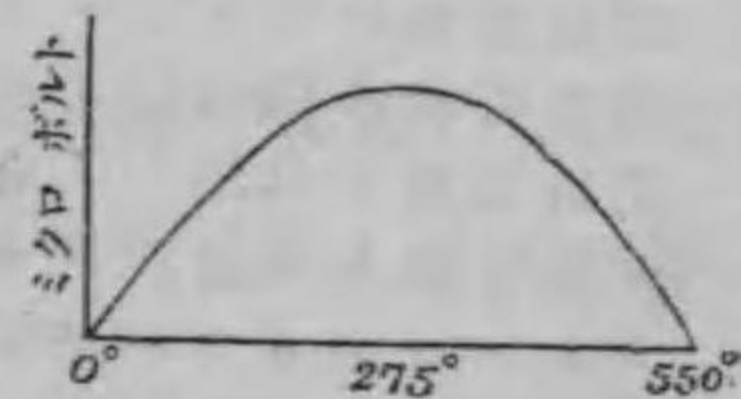


第200圖

今此現象ヲ詳細ニ考ヘル爲メニ一方ノ接目ヲ冷スト同時ニ他ノソレヲ熱スルナラバ、此場合ニ起ル起電力ハ高溫度ノ接目ガ275°(中立點ト稱ス)ニ達スル迄ハ増大シ其後起電力ハ550°迄ハ減リ550°以上ハ負トナルノデ此曲線ハ第201圖ノ如クナル此

場合ニ冷テ接目ガ例ヘバ50°デアレバ起電力ノ負トナリ始メル溫度ハ500°トナルノデ其他ノ場合モ同様デア。各々金屬ノ組合セニハ皆ナ中立點ガ存スルノデア。第421

圖ハ鉛ト種々ノ金屬トヲ組合セタ場合ノ曲線デ此曲線ニ引イタ切線ガ水平トナル所ハ皆ナ鉛ト特種ノ金屬ト組合セタ場合ノ中立溫度デア



第201圖

ル。倍金屬ノ熱ニ對スル關係ハ次ノ如クニ直線圖デ表ハスノガ最モ便デア。ルノデ第202圖ノ曲線即チ起電力ト溫度トノ關係ハ拋物線デ此方程式ハ次ノ如クナル

$$E = at + \frac{b}{2}t^2 \dots\dots(1)$$

茲ニ a 及 b ハ定數デア。ル。

今鉛ト一ツノ金屬トノ任意ノ組合セヲ取り冷テ接目ヲ0°ニ保テ、温テ接目ノ溫度ヲ極ク僅カdt丈

ケ増スト起電力モ同様ニ増スノデ其關係ハ次ノ如クナル

$$E + dE = a(t + dt) + \frac{b}{2}(t + dt)^2 \dots\dots(2)$$

茲ニ dt ハ小デア。ルカラ其自乗ハ省キ得ルカラ(2)ハ次ノ如クナル。

$$E + dE = at + \frac{b}{2}t^2 + a dt + t dt \dots\dots(3)$$

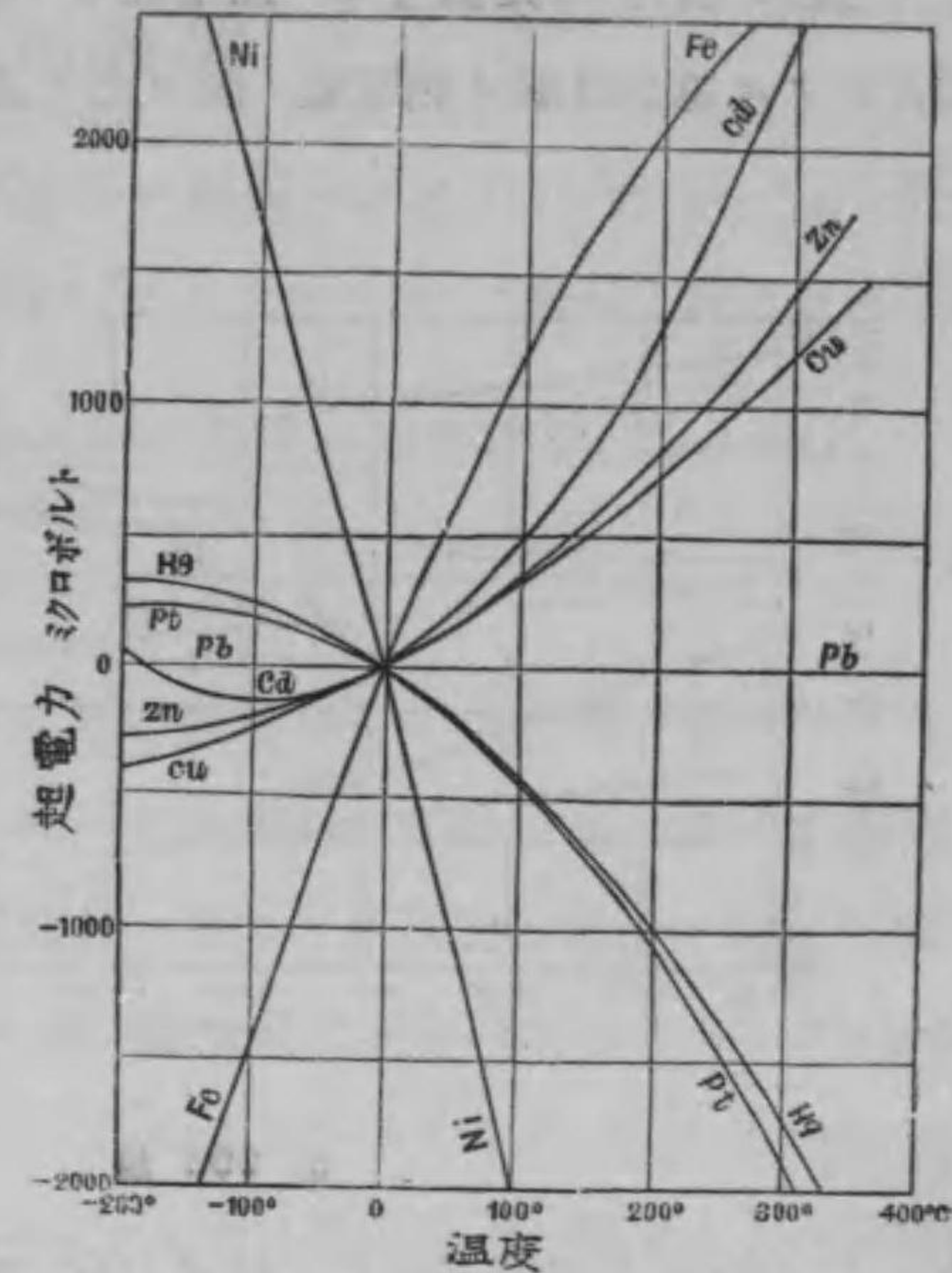
故ニ溫度ノ増加ト共ニ E ノ増加ハ(1)ト(3)式トノ差デ

$$dE = a dt + b t dt$$

故ニ t ノ増加ニ對スル E ノ増加ノ割合ハ次ノ如クナル。

$$\frac{dE}{dt} = \frac{a dt + b t dt}{dt} = a + b t = Q \dots\dots(4)$$

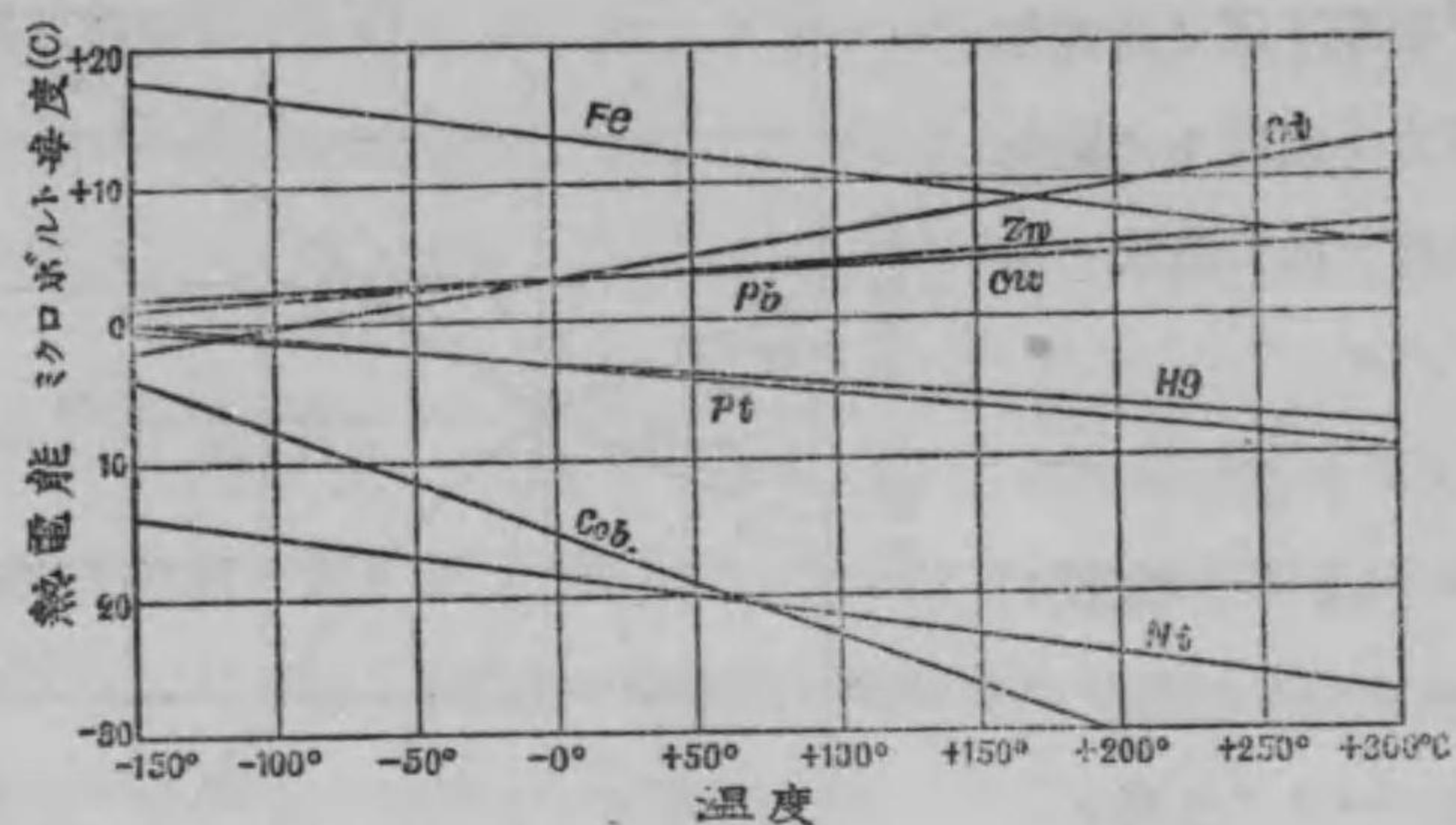
冷テ接目ノ溫度ヲ0°ニ保ツトキ温テ接目ノ溫度ノ増加ニ對スル起



第202圖



電力ノ増加ノ割合ハ、此組合セノ熱電能Qト稱スルノデ(4)式ハ直線ノ方程式デアル第203圖ノ熱電氣ノ圖ハ之ヲ基礎トシテ作リタルモノデアル。



第 203 圖

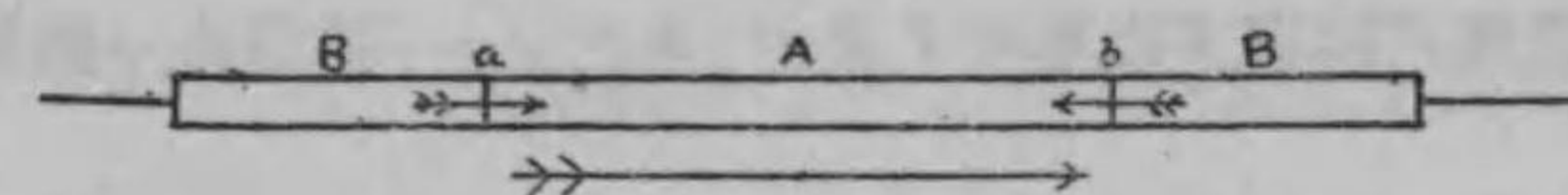
今一ツノ接目ノ溫度ガ 50° デ他ガ 100° ナルトキ 此圖ヲ用ヒテ銅ト鐵トデ生ズル起電力ヲ求メテ見ル。 倍 50° = 於ケル接目ノ熱電能ハ 50° ト記シタ銅ト鐵ノ線ノ間ノ縦線デ示サレルノデ即チ 12-3.3=8.7 デ、100° デハ 10.8-3.7=7.1 デアルカラ 50° ノ溫度ノ差ニ對スル Eノ増加ノ平均ノ割合ハ

$$\frac{8.7+7.1}{2} = 7.9$$

デ Eノ全體ノ増加即チ一定ノ溫度ノ差デ生ズル起電力ハ 7.9×50=395 「マイクロボルト」=0.000395「ボルト」デアル。 茲ニ考ヘタノハ 50° 及 100° ノ二ツノ横線ト鐵及銅ノ線トノ間ニ圍マレタ面積ト同ジコトデ若シ此等ノ線ガ交ルナラバ其起電力ハ斯様ニ出來タ二ツノ三角形ノ面積ノ差デ表ハサレル。

### 9. 「ペルチール」效果

之ハ「ペルチール」ガ 1834 年ニ發見シタノデ「シーベック」ノ發見ノ逆ノ現象デアル。 若シ蒼鉛ト「アンチモニー」ノ接目ヲ熱スルト電流ハ



第 204 圖

前者カラ後者ニ流レルノデ氏ノ發見ニ由レバ、外部ノ源カラノ電流ヲ第 204 圖ニ示セル蒼鉛 B カラ「アンチモニー」A ノ方ニ斯様ニ組合セノ棒ヲ通シテ送ルナラバ、其接目ハ冷エルガ反對ニ送ルト接目ハ熱スルコトニナル。 圖デ永イ矢ハ棒ニ送ル電流ノ方向デ a, b = 於ケル細イ矢ハ接目ニ於ケル熱起電力ノ方向ヲ示スデアル、倍 a デハ熱起電力ハ電流ノ流レル方向ト同一デアルカラ此接目デハ電流ノ上ニ仕事ガ爲サレルカラ金屬ノ熱ハ電流ノ勢力ニ代ハルデアル又 b デハ熱起電力ハ電流ノ方向ト反對デアルカラ電流ハ接目ノ上ニ仕事ヲ爲シ之ヲ熱スルコトニナル。 異種ノ物質ノ接目ニ於ケル電流ノ熱效果ハ簡單ナ「オーム」ノ抵抗ニ由ル熱效果ト大ニ異ナルノデ、「ペルチール」效果ハ可逆的デ電流ノ方向ニ由リテ接目ヲ熱シ又ハ冷ヤスノデ此時發生又ハ吸收スル熱量ハ電流ノ強サノ一乗ニ比例スルデアルガ、抵抗ニ由ル熱ハ電流ノ方向ニ無關係デ其強サノ自乗ニ比例スルデアル前ニ述ベタ様ニ外部ノ源カラノ電流ヲ熱電流ト同方向ニ輸送ニ送ルト、温ナ接目ハ冷エ、冷ナ接目ハ熱シ之レト反對ニ電流ヲ送レバ逆ノ現象ガ起ルノデアルカラ熱電池ハ熱機關トシテ働クノデ即チ源カラ熱ヲ取り其一部分ヲ凝縮器ニ與ヘテ之ニ由リテ他ノ形ノ勢力ヲ出スデアルカラ此程度



迄ハ前ニ述ベタ如ク可逆變化デアルガ幾分ノ熱ハ冷テ接目ニ導カレ尙多量ノ熱ハ「ジュール」ノ定律ニ從フテ輪道ノ抵抗デ消費サレルノデアムカラ此等ノ損失ハ此機關ヲ逆轉シテモ回復スルコトハ出來ナイ即チ外部ノ源カラ反對ノ方向ニ電流ヲ送リテモ回復サレナイ若シ此等ノ損失ヲ機關ノ逆轉デ回復ガ出來ルナラバ「カルノー」循環路ハ熱電池デ説明ガ出來ル。

### 10. 「トムソン」效果

前ニ述ベタ方法ハ極ク僅カデアルガ「トムソン」效果デ妨グラレルノデアル勿論熱傳導デハ熱ハ比較的高溫度ノ場所カラ低溫ノソレニ流レルノデアル。銅デハ若シ電流ガ同方向ニ流ルルナラバ電流ハ熱導度ヲ加速シ、電流ヲ反對ニスルト之ヲ減速スルノデアルガ鐵デハ正反對デアル。

倍電流發生機トシテハ熱電池ハ其電壓ガ低イ爲メニ實用的デナイガ驗熱器トシテハ甚ダ鋭敏デアルカラ都合ガヨイ通常蒼鉛ト「アンチモニー」トヲ澤山行ニ繋イダ電池ハ熱電堆ト云フノデ極ク鋭敏ナ電流計ヲ有スル斯様ナ裝置デ屋カラ來ル様ナ熱デ起ル僅カノ溫度ノ變化ヲ知ルコトガ出來ル。

### 11. 金屬ト液トノ間ノ熱起電力

金屬ト液ト接觸シテ居ル時ノ熱起電力ハ「ボルタ」電池ノ溫度係數ト關係シテ居ルノデ此等ノ起電力ハ金屬間ノソレヨリモ大キイ。ソコデZn—ZnSO<sub>4</sub>ノ熱起電力ハ18.5°ノ平均溫度デ毎度0.00076「ボルト」デ同シ平均溫度デCu—CuSO<sub>4</sub>ノソレハ0.00069デ「マイクロボルト」デ表ハス

ト夫々760及690トナル。倍兩方ノ場合デ金屬ハ溶液ニ對シテ正デニツノ液ノ接觸デハ著シイ起電力ハナイカラ「ダニエル」電池デ毎度ノ溫度ノ變化ハZnトCuトノ電極ニ於ケル熱起電力ノ差デ即チ毎度0.00007「ボルト」デアルノデZnノ側ノ熱起電力ハCuノ側ノソレヨリモ大キイカラ其差ハ負デアル。倍此電池ノZnノ側デ一度丈ケ溫度上ガルト其起電力ハ0.00076「ボルト」下ルノデ此電池ノCuノ側デ溫度ガ1度丈ケ上ルト其起電力ハ0.00069「ボルト」上ルノデアル故ニ電池全部デ溫度ガ1度丈ケ上ルト其起電力ハニツノ起電力ノ差即チ0.00007「ボルト」丈ケ下ル。此ノコトハ實驗デ證明ガ出來ル。斯様ナ溫度係數ノ解析ノ方法ハ「クラーク」標準電池ヤ「ウエストン」ノ規定電池ノ様ナモノニモ適用スルノデ各々ノ場合ニ於ケル結果ハ其溫度係數ヲ電池内ノ異種ノ物質ノ接觸點ニ於ケル熱起電力デ定メルノデアル。

「ヘルツール」ノ現象ハ固體ト液トノ接目ニモ適スルノデ「ダニエル」電池ガ電流ヲ與ヘルトキ熱ハ正即チCuノ極デ吸收セラレ、Znノ極デ發生スル之ハ兩側ノ起電力ガ液カラ金屬ノ方ニ向クカラデアル次ニ金屬ト液トノ接目デハ別ニ溫度ノ差ガナクモ此輪道ニ起電力ガ起リ得ルノデ、之レハ熱起電力ガ液溶ノ濃度並ニ溫度ノ函數デアルカラデアル。

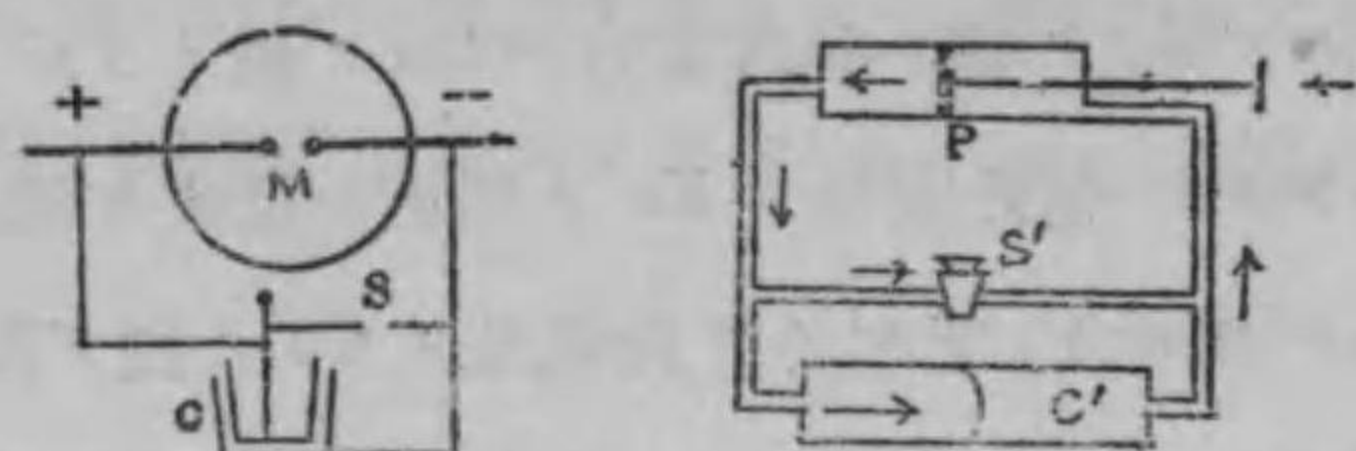
## 第七章 電氣化學

### 1. 起電力ノ説明

第205圖デMハ「ライデン」瓶Cノ板ノ間ニ電位ノ差ヲ造ル靜電氣器械デ此差ハ終リニハ火花間隙Sノ空氣絶縁ニ打勝ツ丈ケ充分大キクスルコトガ出來、若シ間隙ガ大キ過ギルナラバCノ電媒體ヲ歪マセテ負



タコトモ出來ル。此圖ニ類似スルモノハ第 206 圖ノ唧筒 P デ唧子ノ行程デ爲サレタ仕事デ室 C' ニ張リテアル隔壁ヲ動カシテ液ヲ流スコトガ出來ル又活栓 S' ヲ開ケバ此張力ヲ變化サセ或ハ張力デ隔壁ヲ破壊サ



第 205 圖

第 206 圖

セル事モ出來ル。此兩者デ張力即チ電位ノ差ハ全ク仕事ノ結果デアル。

倍 M ヲ絶エズ動カシ S ニ火花ノ流レヲ作ルカ又ハ間隙ヲ近ケルナラバ電氣ハ絶エズ徐々ニ流レルノデ即チ電流ガ得ラレル。同様ニ適當ナ弁ヲ用フレバ唧筒 P デ開イタ活栓 S' ヲ通シテ絶エズ液ヲ流スコトガ出來ル斯様ナ場合ニ移リタ電氣量ニ、生ジタ電位ノ差ヲ掛ケルト、爲サレタ仕事ガ得ラレルノデ此時電位ノ差ヲ起電力ト云フノデアル。斯様ナ輪道ノ起電力 (E. M. F.) ト云フノハ前ニモ述ベタ様ニ全輪道ヲ一回丈ク單位電氣量ヲ運ビ廻ルニ要スル仕事ト定義ヲ下スコトガ出來ル。

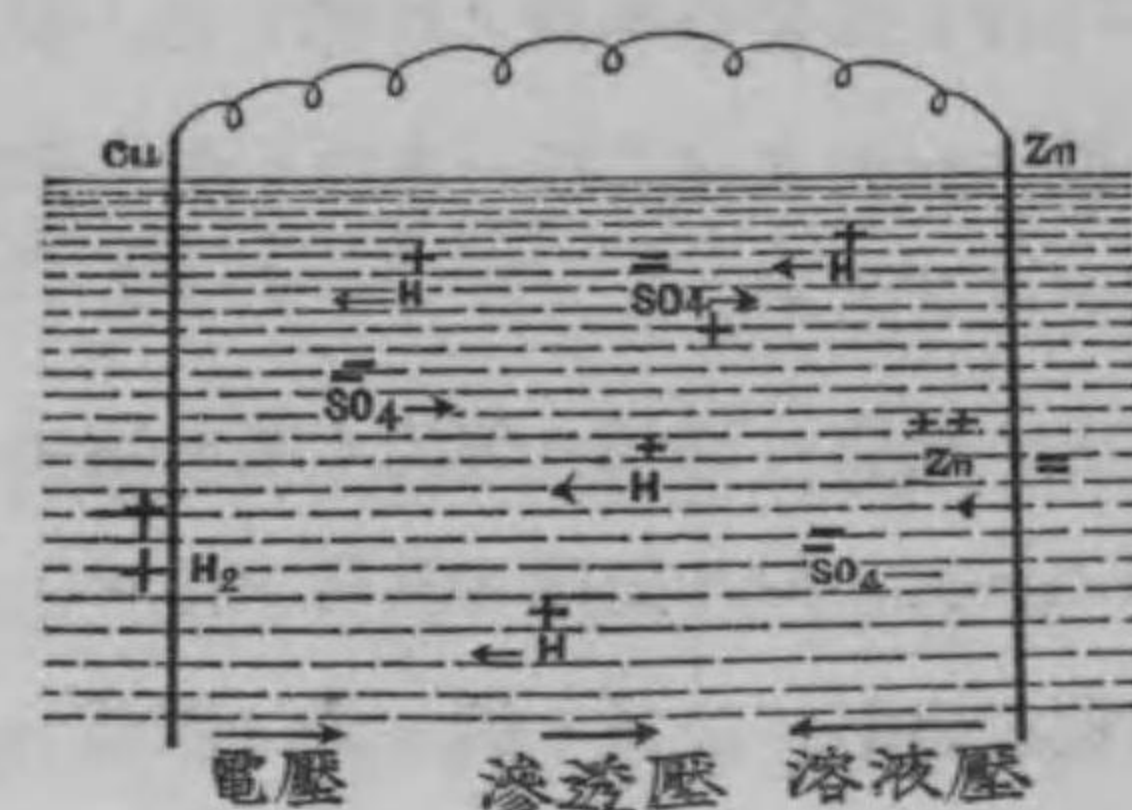
## 2. 「ボルタ」電池ノ理論

化學的手段デ電流ヲ作ルノハ 1786 年ニ「ガルバニ」ガ發見シタノデ、氏ハ生命ノ原理ヲ發見シタト考ヘタ。今銅ト鐵トノ二ツノ金屬ヲ接合シ其一方ノ金屬ヲ新ニ殺シテ皮ヲ剥イダ蛙ノ脊髄神經ニ、他ノ金屬ヲ脚部ノ筋肉ニ連結スルト脚部ノソレハ急ニ引クノデアル、氏ノ説明デハ筋肉ト神經トノ電氣ガ金屬ヲ通シテ放電スル爲メト考ヘタ

暫クシテ「ボルタ」ハ所謂「ボルタ」電堆デ甚ダ強イ電撃ヲ得ルコトニ成

效シタ之ハ亞鉛ト銅ト鹽水ノ中ニ浸シタ木綿ノ片ヲ澤山重ネタモノデ、其數ヲ増セバ甚ダ高イ起電力ガ得ラレルガ此裝置デハ電流ヲソレカラ引キ出スト急ニ下ガルノデアル是等ヲ最初ノモノトシテ多數ノ電池ガ出來タ。

倍銅、亞鉛及稀硫酸カラナル所謂簡單ナ「ボルタ」電池ノ起電力ノ根元ニ就イテハ次ノ事實ト理論トヲ注意スレバヨイ。(第 207 圖)



第 207 圖

(I) 酸ハ「イオン」化シテ分子ハ溶液ノ中デハ正ノ「イオン」

$H_2(+,+)$  ト負ノ「イオン」 $SO_4(-,-)$  トニ分レル正及負ノ「イオン」ハ數ガ等シクテ液中ニ一様ニ撒布スルノデアル之ハ「イオン」説カラ分ル。

(II) 亞鉛ハ銅ヨリモ溶液ノ仲間ニナル大變強イ傾向ヲ有スルノデ、之ヲ溶液壓ト稱スル、斯クシテ作ラレタ「イオン」ハ金屬的デアルカラ正ノ  $Zn(+,+)$  「イオン」デアル。理論上カラ云フト半分丈ケノ負ノ電氣ハ亞鉛板ノ上ニ存在スルト考ヘラレル。

(III) 斯クシテ亞鉛板ノ近傍ニ存スル餘分ノ正ノ「イオン」ハ水素(+「イオン」ヲ反撥シテ徐々ニ銅板ノ方ニ移スノデアル。

(IV) 此溶液壓ニ反抗シテ液ハ一層稀薄ニナラントスル傾向ガアルノデ此力ヲ滲透壓ト稱スル、此力ハ  $Zn$  ノ溶液壓ノ比較的大キナ力デ打勝タレテ溶液カラ水素「イオン」ヲ銅板ノ方ニ逐ヒ遣ルノデ此所デ水素「イオン」ハ其正ノ電氣ヲ放チ結合シテ水素分子ヲ作ルノデ其分子ハ集マリテ氣泡トナリ銅板ニ附着スル。



(V) 斯クシテ銅板ハ液ニ關シテ正ノ電位ヲ得テ適當ノ時期ニナルト其荷電ヲ接近スル正電氣ヲ帶ビタ「イオン」ヲ反撥スルノデ、銅板カラ液ノ方ニ向ヘル此電壓ガ其滲透壓ト合體シテ丁度亞鉛板カラ液ノ方ニ向ヘル溶液壓ト鈞合フ様ニナルトキハ總テノ作用ハ休止スルノデアアル。

(IV) 若シ此場合ニ液ノ外部デ正ノ銅カラ負ノ亞鉛ニ向ヘルツノ輪道ヲ設クルナラバ二板ハ中和シ新ニ作用ガ起リテ電氣ノ流レ即チ電流ガ起ルノデアアル。

上ノ説明ハ電池ニ電流ノ起ル殆ンド總テノ場合ヲ網羅スルノデ或ルモノハ次ノ如ク簡單ニ説明シ得ル。

電氣化學デ云フト銅ハ酸ノ溶液ニ向テハ正デ、酸ノ溶液ハ亞鉛ニ向テハ正デアアルノデ液中ノ化學作用ノ方法デ此電位ノ差ハ常ニ維持セラレルカラ、高電位カラ低電位ニ至ル放電ハ液ノ外部ノ連結ヲ通シテノミ起リ得ルノデアアル。

如何ナル形ノ「ボルタ」電池デモ皆電氣唧筒ノ一種ニ過ギナイ即チ一列ノ導體ノ、一端ニ於ケル電位ヲ上ゲ、他端ニ於ケル電位ヲ下グルノデアアル。

### 3. 簡單ナル電池ノ缺點

(I) 局部作用. 商業上ノ亞鉛ハ皆不純物デ其中ニ炭素ノ分子ヲ含ムノデアアルカラ此等ト周圍ノ亞鉛トノ間ニ酸ノ作用デ局部電流ガ起リ本電流ノ強ヲ減ズルノデアアル。併シ酸ニ濡シタ亞鉛ヲ水銀ノ中ニ浸シテ亞鉛水銀ノ「アマルガム」ヲ亞鉛ノ表面全部ニ塗リ此等ノ不純物ヲ取リ圍ムト著シク電池ノ生ジタ起電力ヲ減ラサヌノデアアル。

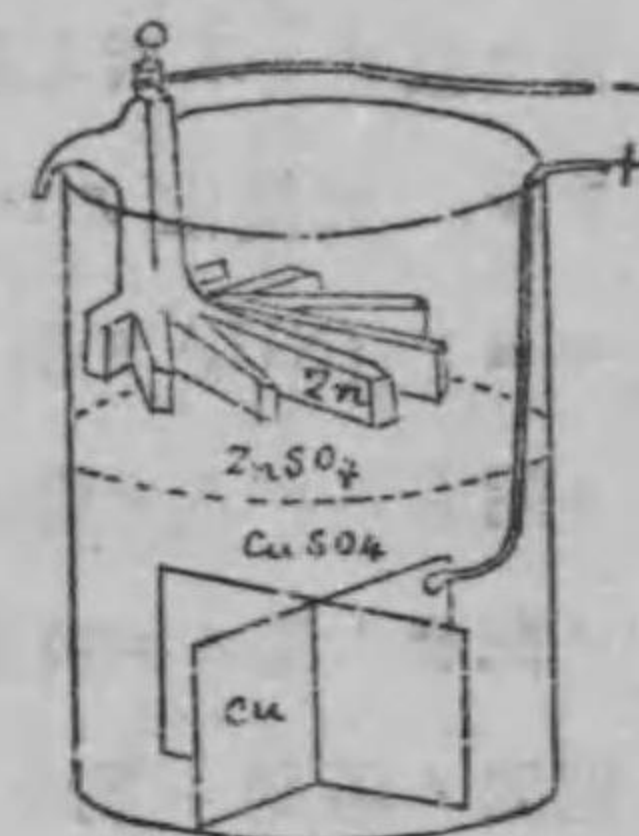
(II) 分極作用. 電池ノ正極ト連結シタ所ノ板ノ上ニ附着シタ水素ノ氣胞ハ電流ニ大ナル抵抗ヲ呈シ、自身ハ亞鉛ノ如ク液ニ對シテハ負デア

ルカラ此爲メニ反對ノ起電力ガ起ルノデアアル。此後者カラ分極作用ガ起リ徐々ニ電流ノ流レル間、電池ノ起電力ヲ衰弱サセルノデアアル。此缺點ハ水素ヲ取去ル任意ノ方法デ補正スルコトガ出來ルノデ通常用ユル化學的ノ方法ハ水素ヲ酸化サセル消成極作用器ト云フ物質ヲ入レルノデアアル。

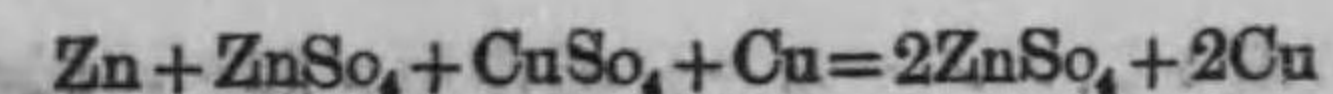
### 4. 「ボルタ」電池ノ實用上ノ形

(I) 重力電池. 此電池ハ硫酸銅ノ飽和溶液ニ浸シタ銅板ト、硫酸亞鉛ノ溶液ニ浸シタ亞鉛板カラナルノデ其一般ノ裝置ハ第208圖デ分ル。

倍硫酸銅ハ硫酸亞鉛ヨリモ稍ヤ密度ガ大デアアルカラ瓶ノ下半ヲ占メ、硫酸亞鉛ヲ注意シテ注入スルト上ニ浮ブト云フ所カラ重力電池ト云フ名稱ガ生ジタノデ此電池ノ主ナ長所ハ輪道ガ開イテ居ル限リハ電池ノ内部デ物質上ノ損失ガナイト云フコトデアアル。併シ輪道ガ閉ヂルトキハ電流ガ流レ初メルト亞鉛板ハ小トナリ、硫酸銅ハ益々減ルノデ同時ニ硫酸亞鉛ハ増シテ銅ノ電極ハ新ナ金屬銅ノ層デ蔽ハレルノデアアル此現象ヲ定量的ニ示スト



第208圖



金屬亞鉛ハ消失シテ金屬銅ガ硫酸銅ヲ費シテ増スノデアアルカラ若シ斯様ナ電池デ常ニ電流ヲ得ントセバ時々新ナ亞鉛板ト新ナ硫酸銅ノ溶液トヲ供給セネバナラス

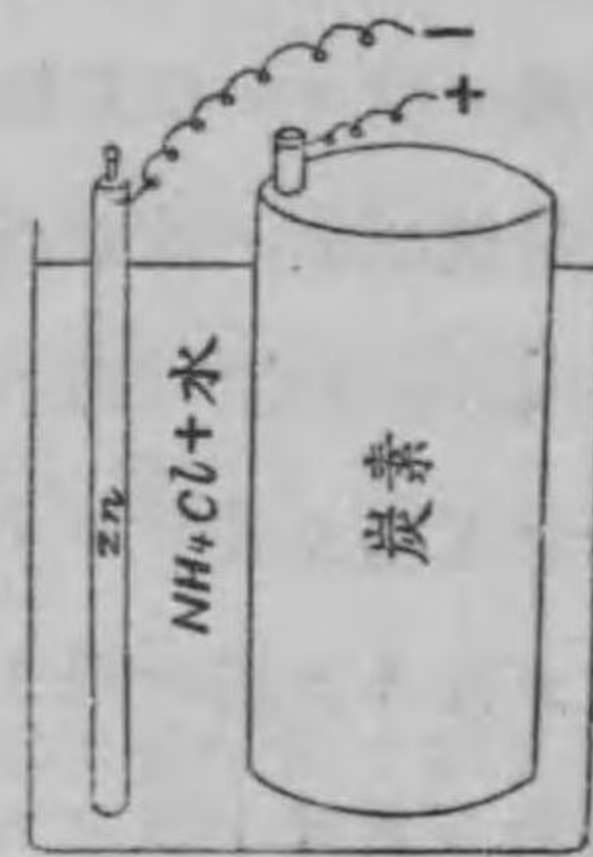
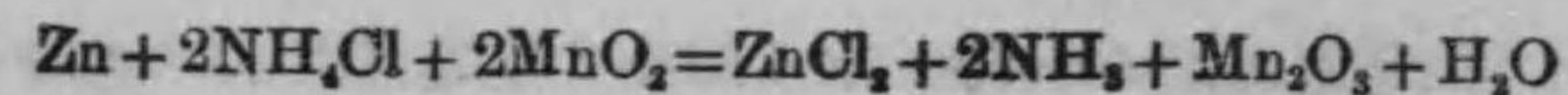
此場合ニ勢力ノ源ハ明ニ亞鉛デ之ハ硫酸亞鉛ヲ作ル爲メニ酸化スルノデアアル。此電池ハ屢々一時ニ永イ間小ナイ電流ヲ要スル時ニ用ヒラ



レル。

(II) レ克蘭シー電池. 此電池デハ第一種ノニツノ導體ハ亞鉛ト炭素デ電解質ハ鹽化「アンモニウム」ノ溶液デアアル今炭素ヲ幾部分ノ過酸化「マンガント」混ジ兩者ヲ氣孔性ノ瓶カ、小サナ帆布ノ袋ニツメ込ムト、電流ハ容易ニ瓶ノ孔及袋ノ目ヲ通ルノデアアル此場合ニ於ケル炭素板ハ重力電池ノ銅板ニ當ルノデアアルカラ極ヲ連結シテ電流ノ流ルル時ハ常ニ亞鉛ガ消費サレルノデ鹽化「アンモニウム」モ減ルノデアアル、ソコデ時々亞鉛ト鹽化「アンチモニウム」トヲ取リ換ヘネバナラス。此場合ニ何故過酸化「マンガント」ト炭酸トヲ混ズルカト云フニ若シ炭素ノミヲ用ヒタナラバ炭素ハ輪道ヲ閉ヂルガ否ヤ直チニ水素瓦斯ノ薄層デ蔽ハレルカラデアアル。又鹽化「アンモニウム」ハ分レテ「アンモニア」(NH<sub>3</sub>)ヲ出シ遊離ノ水素(H)ヲ炭素極ニ附着スルノデ鹽素ハ亞鉛ト結合スル此水素ノ薄層ノ爲メニ炭素板ハ其働キヲ失ヒ恰モ金屬板ノ作用ヲ呈スルカラ電流ノ通過ニ對シテ炭素ヨリモ一層大キナ抵抗ヲ呈スルコトニナル、此現象ハ前ニ述ベタ分極作用デ電池ノ起電力ト反對ノソレデアアル。

倍電池ノ有效度ト云フノハ常ニ分極作用ガ起ル時減ルノデアアルガ過酸化「マンガント」ハ此水素ヲ消耗サセテ炭素板ヲ清メルノデ此過酸化「マンガント」ハ分極ヲ防グノデアアル之ハ水素ト結合シテ水ヲ作ル所ノ酸素ヲ與ヘレバヨイノデ、一度酸素ト結合スレバ水素ハ無害デアアル、今「レ克蘭シー」電池ノ作用ヲ示セバ



第 209 圖

此式デ乾電池ノ作用ヲ説明スルコトガ出來ル。

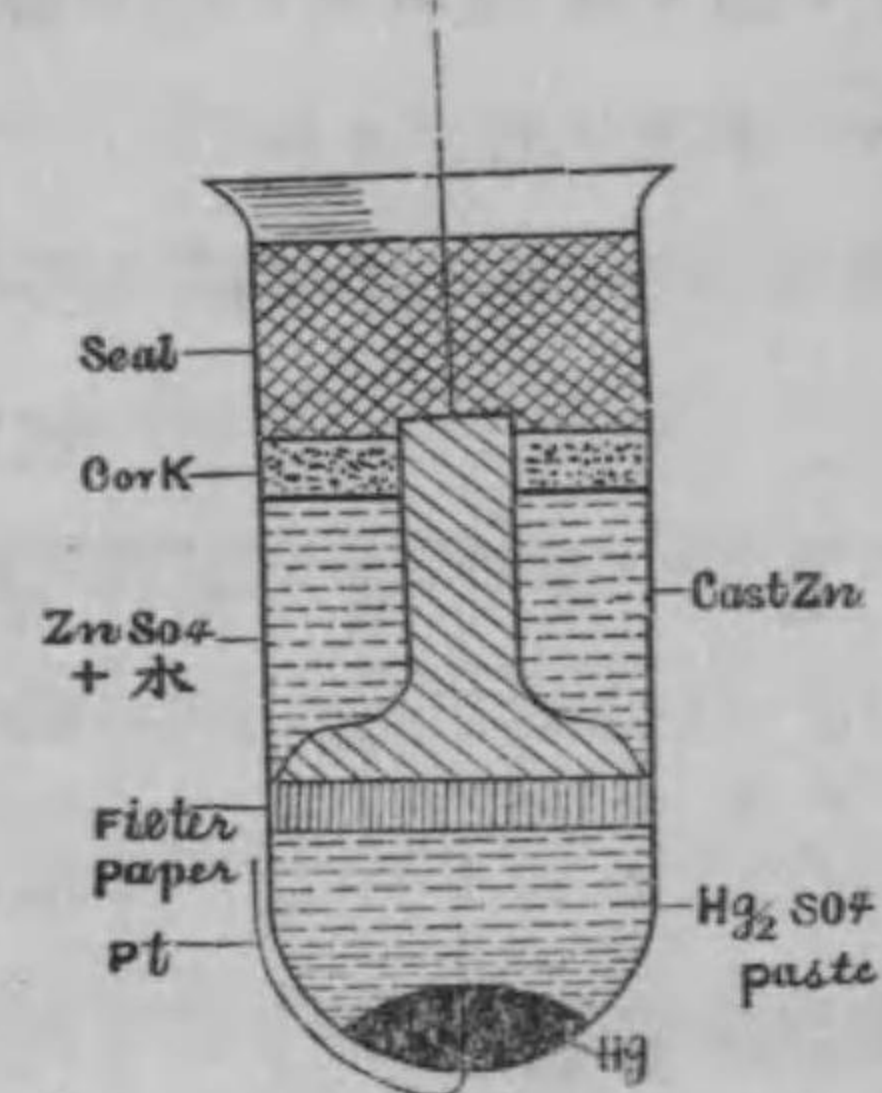
「レ克蘭シー」電池ハ主ニ「戸口ノベル」ヤ「ヨビリン」ノ様ナ短カイ即チ間歇的ニ電流ヲ要スル時ニ用ヒラレルノデ輪道ヲ開イテ置ケバ重力電池ヨリモ損失ガ少ナイ。(第 209 圖)

(III) 標準電池. (a) 「クラーク」標準電池. 此電池ハ萬國共通ノ起電力ノ標準トシテ採用サレルノデ負ノ電極ハ純粹ノ亞鉛カ又ハ硫酸亞鉛ノ中性飽和溶液中ノ「10 パーセント」ノ「アマルガム」カデアアルノデ、正極ハ硫酸第一水銀ノ捏粉ト接觸シテ居ル純粹ノ水銀デアアル此電池ニハ餘分ノ硫酸亞鉛ノ結晶ヲ入レネバナラス第 429 圖ニ示セルハ携帯ニ便ナル形デ其内容物ハ濾紙ト亞鉛ノ型トデ混合セヌ様ニシテアル。其 E. M. F. ハ 15°C. デ 1.434 「ボルト」(萬國共通)デアアルガ、10°ト約 30°C. トノ間ノ他ノ溫度デハ「クラーク」電池ノ E. M. F. ハ次式デ表ハサレル

$$E = 1.434 - 0.00119(t - 15) - 0.000007(t - 15)^2$$

1882 年ニ「ヘルムホルツ」ハ硫酸鹽ノ代リニ鹽化亞鉛ト水銀ヲ用ヒタガ之レデ E. M. F. ハ下リテ鹽化亞鉛ノ溶液ノ密度ヲ適當ニスレバ丁度「ボルト」ニナスコトガ出來ル。此時溫度係數ハ正デ餘分ノ硫酸亞鉛ノ結晶ヲ含ム「クラーク」電池ノソレノ約  $\frac{1}{8}$  位デアアル。

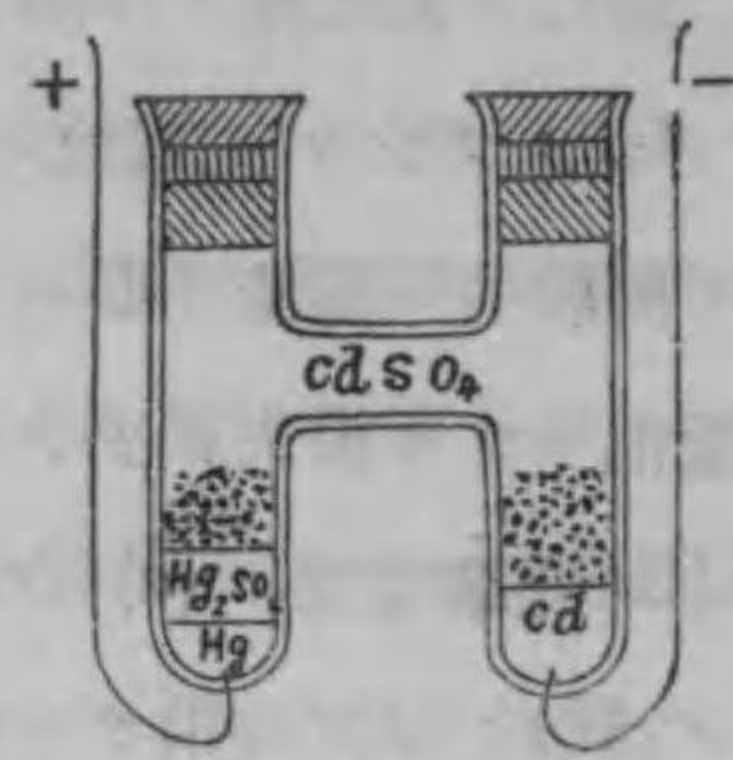
(b) 「ウエストン」規定電池. 起電力ノ標準トシテ用ヒラレル他ノ電池ハ「ウエストン」ノソレデ亞鉛ト硫酸亞鉛ノ代リニ「カドミウム」ト硫酸「カドミウム」ヲ用ヒタ點ガ「クラーク」ノソレト異ナルノデ、正ノ電極ハ



第 210 圖



純粹ナ水銀デ、負ノソレハ12.5「パーセント」ノ「カドミウム」ノ「アマルガム」デ此電池ハH字形デ第211圖ノ如クニツノ肢ハ頂上デ密封シテアル此電池ノ「クラーク」ノソレヨリ優レル點ハ溫度ト共ニ其起電力ノ變化ガ單



第 211 圖

ニ  $\frac{1}{30}$  ト云フコトデアリ。  $t^{\circ}\text{C}$ . デ硫酸「カドミウム」ノ飽和溶液ト餘分ノ此鹽ノ結晶ト造リタ「ウエストン」ノ規定電池ノ E.M.F. ヲ萬國共通「ボルト」デ表ハスト次ノ如クナル

$$E = 1.0194 - 0.000038(t - 20) - 0.00000065(t - 20)^2$$

電池ノ表

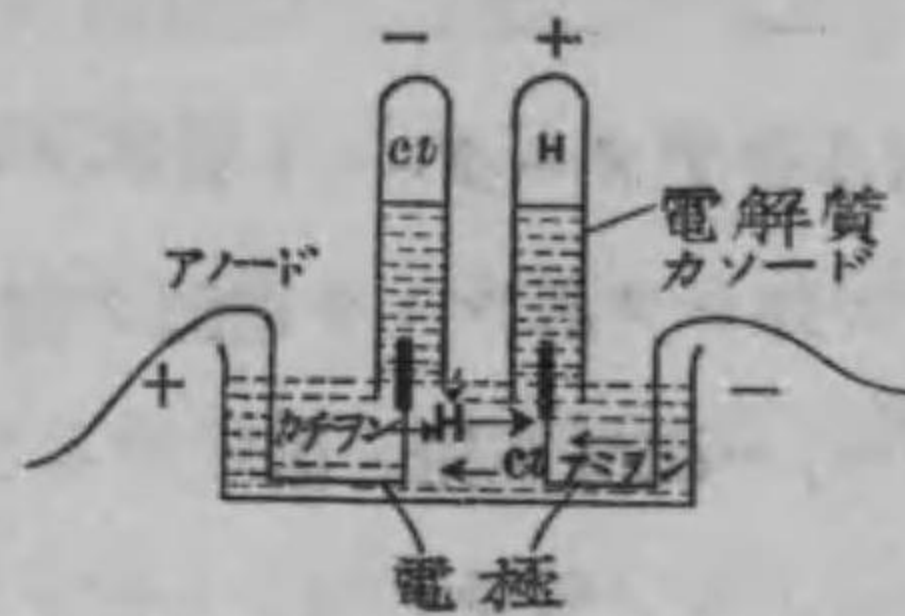
電池	負極	電解質	消成極作用器	正極	近似的ボルト
ボルタ	亜鉛	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +水	.....	銅	1.0
ダニエル	"	ZnSO <sub>4</sub> +水	(uSO <sub>4</sub> +水	"	1.1
ブンゼン	"	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +水	HNO <sub>3</sub>	炭素	1.9
グローブ	"	" "	"	白金	1.9
亜鉛炭素	"	" "	NaNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	炭素	1.8
バイクロメート	"	" "	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	"	1.9
レ克蘭シー	"	NH <sub>4</sub> Cl+水	MnO <sub>2</sub>	"	1.5
ラアランド	"	NaOH	CuO	銅	0.8
鹽化鐵	"	NH <sub>4</sub> Cl+水	AgCl	銀	1.1
クラーク	"	ZnSO <sub>4</sub> +水	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	水銀	1.434
カロメル	"	ZnCl <sub>2</sub> +水	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	"	1.0
ウエストン	カドミウム	CdSO <sub>4</sub> +水	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	"	1.019

5. 電氣分解

導體ノ液ヲ通シテ電流ノ通ルノハ「イオン」ノ移住ノ爲メニ完成セラレルノデ此場合ニハ常ニ液ノ分解ヲ伴フノデアリ斯様ナ現象ヲ電氣分解ト云ヒ電流ノ出入スル所ヲ電極ト云ヒ、液ノ方ヘ電流ノ入ル所ヲ「ア

ノード」出ヅル所ヲ「カソード」ト云フ。分解セラレタ所ノモノハ「アノード」並ニ「カソード」ニ集マリ夫々「アンオン」及「カチオン」ト云フ 兩者

共ニ電氣ヲ持テテ電極ニ集マリ「カチオン」ハ正電氣ヲ帶ビ「アンオン」ハ負電氣ヲ帶ブルノデ此現象ハ「ファラデイ」カラ發見セラレタモノデニツノ法則ガ



第 212 圖

アルノデ、電解質ノ中ニ電流ヲ通ズルト其形狀大小ニ係ラズ總テノ部分ニ於テ電氣分解ガ起ルノデアリ。

(I) 電氣分解デ析出シタ「イオン」ノ質量ハ電流ト其流レル時間トニ正比例スル

(II) 異ナル電解質カラ一定時間ニ一定ノ電流デ析出シタ種々ノ「イオン」ノ質量ハ此等ノ化學當量ニ比例スル、式デ示スト

$$m = Ect$$

茲ニ  $m$  ハ「イオン」ノ質量、 $t$  ハ時間、 $c$  ハ電流ノ強サ此  $E$  ヲ電氣化學當量ト云フ。

倍「イオン」或元素ノ電氣化學當量ト云フノハ「アンペア」ノ電流デ一秒間ニ析出スル 其質量ト定義スルコトガ出來ルノデ、一價元素デハ電氣化學當量ハ其原子量ニ比例スルノデ、二價ノ元素デハ其原子量ノ半分ニ比例スルノデ以下モ同様デアリ。

電氣化學當量ノ表

イオン	原子量	化學當量	電氣化學當量
水素	1.0	1.0	0.00001035
第一銅鹽ノ銅	63.4	31.7	0.0003285



第二銅室ノ銅	63.4	63.4	0.0006570
酸素	15.96	7.98	0.0000827
銀	107.92	107.92	0.001118
亜鉛	65.4	32.7	0.0003387

「ボルタアメーター」ト云フノハ電流ノ通ル時間ト析出シタ元素ノ質量トガ知レテ居ルトキ電流ノ強サヲ測ル装置デ「エデソン」ノ初メノ「メーター」ハ硫酸亜鉛ノ溶液中ニ二枚ノ亜鉛板ヲ浸シタモノデアアル此場合ニ負ノ板ノ質量ノ増シハ正ノ板ノ質量ノ減リニ等シクナケレバナラヌノデ「アンペア時」ノ數ガ記サレルカラ之ニ一定ノ電壓ヲ掛ケルト費消サレタ電氣工率ノ「ワット時」ガ分ル。

第 213 圖ハ瓦斯「ボルタアメーター」デ酸味ヲ持タ水ガ分解シテ容器ハ氣密デアアルカラ遊離ノ瓦斯 O ト H トハ水ヲ管中ニ押シ上ゲル、ソコデ二ツノ印(一ツハ球ノ側面ニアル)ノ間ノ容積ガ知レル又此丈ケノ瓦斯ヲ放出シタ時間ハ記秒時計デ分ルカラ此瓦斯ノ質量カラ電流ヲ計算スルコトガ出來ル。



第 213 圖

電鍍術及電鑄術ハ電氣分解ヲ技術ニ應用シタモノデ銀鍍術デハ溶液ハ「シアンカ」化里ノ溶液中ニ「シアンカ」銀ヲ解カシタモノデ金鍍術デハ鹽化金、「ニッケル」ノソレデハ硫酸ニツケル、アンモニウム、銅ノソレデハ硫酸銅デアアル。他ノ鹽類例ヘバ硝酸銀ヲ用ヒルコトガ出來ルガ之レ及他ノ多クノ場合デハ金屬ノ沈澱ガ丈夫ニ附着セナイデ取レル。此場合ノ沈澱ハ「カソード」ニ出來ルノデ「アノード」ハ溶液ノ強サヲ増ス爲メ銀、「ニッケル」等ノ板カラナルノデアアル。電鑄術ト云フノハ石膏ヤ蠟ナドデ作りタ鑄型ニ石墨ヲ塗リテ導體トシ之ヲ陰極トシテ鹽類ノ溶液ニ入レ電氣分解デ金屬ヲ附着サセタモノデ印刷用製版ニ廣ク應用サレル。

此外電氣分解ハ苛性曹達、「ホツタアシウムクロレート」及他ノ藥品ノ製造ヤ銅ノ鑛石カラ銅ヲ抽出スルノニ應用サレルノデ「アルミニウム」モ亦此方法デ「アルミニウム」ヲ含ム土ノ混合物カラ得ラレル。

「ノードンバルブ」ト云フノハ電解的整流機デ即チ之ハ交流ヲ一ツノ方向ノ脈動電流ニ變ヘルノデ、一ツハ純粹ノ「アルミニウム」ノ板、他ハ鉛、鐵、炭素ノ様ナ不活動ノ板カラナルノデ兩者ハ重碳酸曹達カ磷酸アンモニウムノ溶液ニ浸シテアル今此身ノ兩端ヲ交流ノ源ニ連ヌルト電流ハ自由ニ鉛カラ「アルミニウム」ノ方向ニ流レルノデアアルガ、「アルミニウム」ガ正極デ鉛ガ負極ニナルトキハ「アルミニウム」ノ上ニ沈澱シタ瓦斯ガ水酸化「アルミニウム」ノ不導體ノ層ヲ造リ之レデ大ニ此方向ノ電流ヲ弱メル、此作用ハ完全デナイガ主ナ流レハ鉛カラ「アルミニウム」ニ向フノデ此所ニ反對ノ方向ニ向ヘル少シノ漏レガアル。此装置ハ又交流ノ源カラ蓄電池ヲ充電スルニ用ヒラレル。

## 6. 電解質ノ電導度

電解質ノ電導度ハ電離ノ如何デ定マルノデ單位容積ノ中ニ多クノ「イオン」ヲ有スルモノハ電導度ガ大デ溶液ノ濃度ノ大キイモノハ電導度ガ大デアアルカラ濃度ニ比例スト考ヘラレル式デ示スト

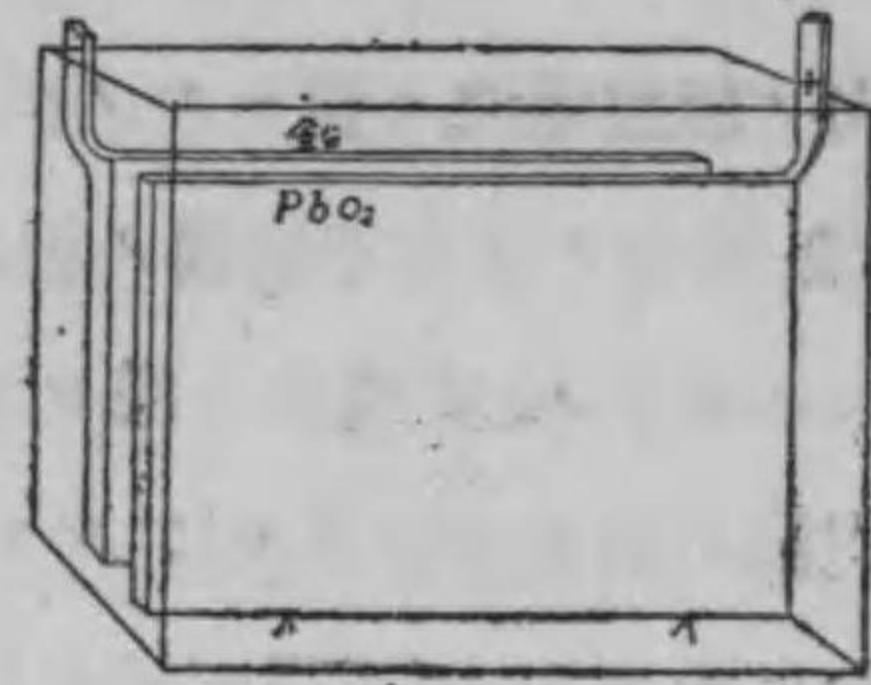
$$K = mC$$

茲ニ C ハ濃度, K ハ比電導度, m ハ定數デ此 m ヲ分子的電導度ト稱スル。此 m ハ全體ノ分子ト「イオン」化シタ分子トノ割合デ定マルモノデアカラ m ハ稀薄溶液ノ時ニハ大デ, 濃厚ナ溶液ノ時ニハ小デアアル。



### 7. 蓄電池

此電池デハ電極ハ夫々鉛ト過酸化鉛トデ電解質ハ稀硫酸デ鉛板ハ負、過酸化鉛ハ正極デアアル。今輪道ヲ閉  
 デルト、過酸化鉛ノ板ハ其酸素ノ一部  
 ヲ失ヒ、同時ニ負極ノ鉛ノ板ハ酸化セ  
 ラレテ遂ニハ二ツノ電極ハ殆ンド等シ  
 クナルカラ他ノ事情ガ同一デアレバ、  
 電流ハ益々小トナルノデ此時電池ハ放  
 電シタト云フ何トナレバ二ツノ電極ガ



第 214 圖

等シイ時ニハ如何ナル電解質ニ浸シテモ全ク電流ハ生ゼヌカラデア  
 ル。併シ再ビ此電池ヲ能ク働ク形ニナスニハ此電池ヲ通シテ初メ使用  
 シタ時ニ得タ電流ト反對ノ方向ニ電流ヲ通シテオスレバヨイノデ、此  
 方法ヲ充電スルト云フノデアアル。此充電ハ單ニ酸素ヲ正板ニ戻シテ負  
 板カラ酸素ヲ取り去ルノデソコデ海綿狀ノ金屬鉛ガ殘ル此電池ヲ電氣  
 發生機トシテ用ヒル時ノ方法ヲ放電スルト云フ。

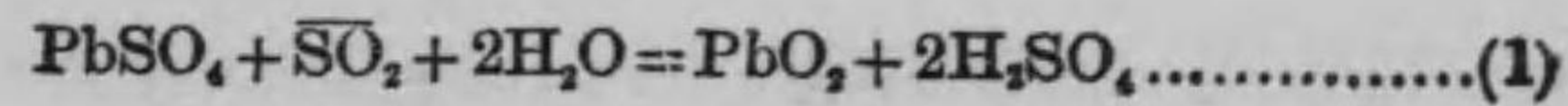
茲ニ注目スベキコトハ放電ノ際ニハ硫酸ノ比重ハ少シ減ルノデ充電  
 ノ際ニハ其比重ハ増スノデアアル

蓄電池ト他ノ「ボルタ」電池トノ異ナル點ハ次ノ二點デアアル。

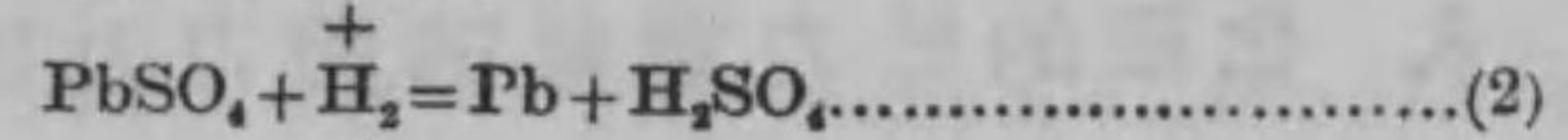
- (a) 化學的ニ異ナル電氣的ノ方法デ板ヲ製造スルコト。
- (b) 他ノ形ノ電池ト比ベテ大ナル電流ガ得ラレルコト。

次ニ鉛蓄電池ノ化學式ヲ示スト次ノ如クナル

(I) 充電中「アノード」即チ正ノ格子デハ

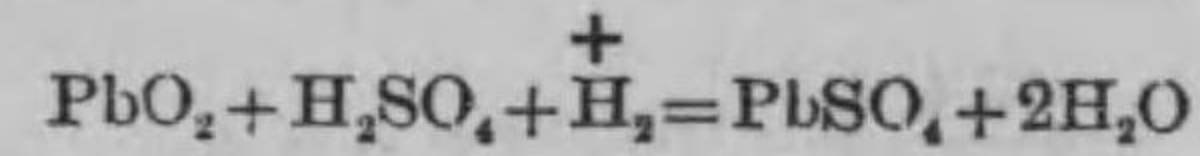


(II) 充電中「カソード」即チ負ノ格子デハ

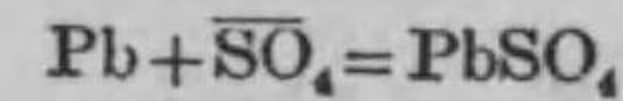


(1) ノ  $\overline{SO_4}$ 「イオン」ト (2) ノ  $\overline{H_2}$ 「イオン」トハ充電電流デ稀硫酸ノ分解  
 ノ結果カラ起ル。

(III) 放電中正板デハ



(IV) 放電中負板デハ



充電電流ノ結果ハ負極ニ水素ヲ渡シ、放電電流ノ結果ハ正板ニ水素  
 ヲ生ズルコトガ分ル。

倍此電池ヲ充分ニ充電スルト開キ輪道ノ時ノ電壓ハ約 2.05「ボルト」  
 デ規定ノ放電電流ガ流レル時デモ電壓ヲ 1.8「ボルト」以下ニ下グテハナ  
 ラヌ。

次ニ「エヂソン」ノ蓄電池ト云フノハ正板ニハ澤山ノ孔ノアル「ニツケ  
 ルメツキ」ノ鋼管ニ水酸化「ニツケル」ト「ニツケル」ノ薄片トヲ充タシタ  
 モノデ、負板ハ袋ヲ有スル「ニツケルメツキ」ノ鋼ノ格子デ袋ノ中ニハ酸  
 化鐵ヲ充シテアル。電解質ハ水酸化曹達ノ溶液デ全體ハ「ニツケルメ  
 ツキ」ノ鋼カラナル箱ノ中ニ入レテアル。此電池ノ化學上ノ説明ハ多  
 分充電ノ際ニハ  $Ni(OH)_2$  ガ酸化シテ酸化鐵ガ還元サレルノデアアル。放  
 電ハ此方法ヲ逆ニスレバヨイ。此「エヂソン」電池ノ主ナ便利ハ輕イト  
 云フコト、硫酸鹽ニヨル損害ノ危險ノナイコト、其能率ハ大キナ電流デ  
 充電シテモ損害ノナイコト、其構造ガ一般ニ頑丈ナコト等デ其規定電  
 壓ハ 1.2 乃至 1.24「ボルト」デアアル。



## 8. 化學的勢力、電氣的勢力及熱

電氣分解ノ法則ノ助ケテ、三ツノ形ノ勢力ノ比較ガ出來ルノデ先ヅ CuSO<sub>4</sub> ノ溶液カラ銅一瓦原子ヲ析出スル様ナ時間ニ對シテ斯様ナ電流ヲ與ヘル「ダニエル」電池ヲ考ヘテ見ルト、之ハ次ノコトヲ示スノデア

$$\frac{63.4}{0.0003285} = 193000 \text{「クーロム」}$$

同ジ電氣量ヲ亞鉛一瓦原子ノ溶液ニ送ルノデア

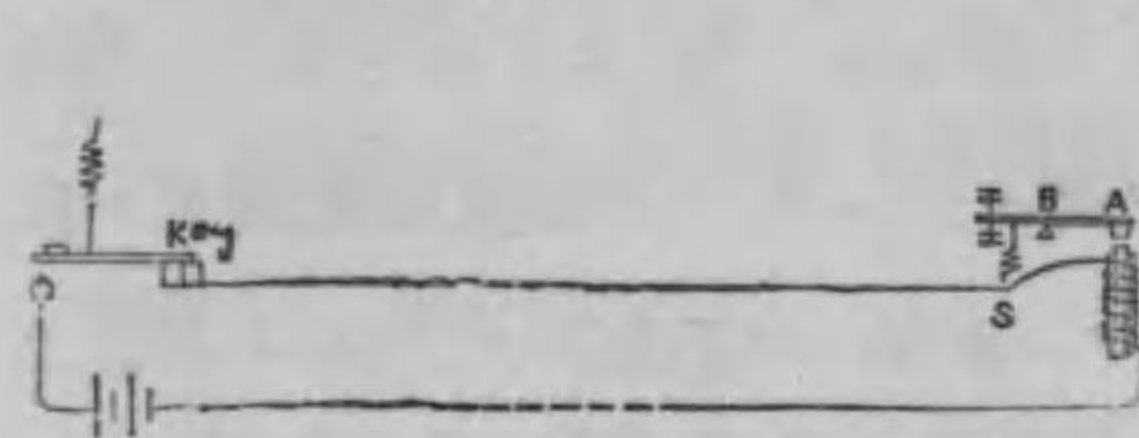
倍「ダニエル」電池ノ E.M.F. ハ 1.1「ボルト」デ 193000「クーロム」或「アンペア」秒 = 1.1「ボルト」ヲ掛ケルト 21300「ボルトアンペア」秒或「ワット」秒、或「ジュール」ガ得ラレル。電氣化學ノ實驗カラ知り得ルコトハ硫酸亞鉛ノ一瓦分子ガ化學的ニ化合シテ水溶液ヲ作ル時ハ此變化中放出サレル熱勢力ハ 248000「カロリー」デア、同様ナ作成デ硫酸銅一瓦分子ノ溶液デハ 197500「カロリー」ガ放出サレル。後ノ方法ハ「ダニエル」電池デ逆ニ行フコトガ出來ルノデ此二量ノ差即チ 50500「カロリー」ハ上ニ與ヘタ「ジュール」ノ數ヲ熱單位デ表ハスノデ即チ 50500 = 4.187ヲ掛ケルト 211443「ジュール」トナル。故ニ此現象ノ兩面ノ勢力熱當量ハ電氣的及化學的勢力ノ等シイコトヲ示スノデア

## 第八章 電氣ノ應用及交流

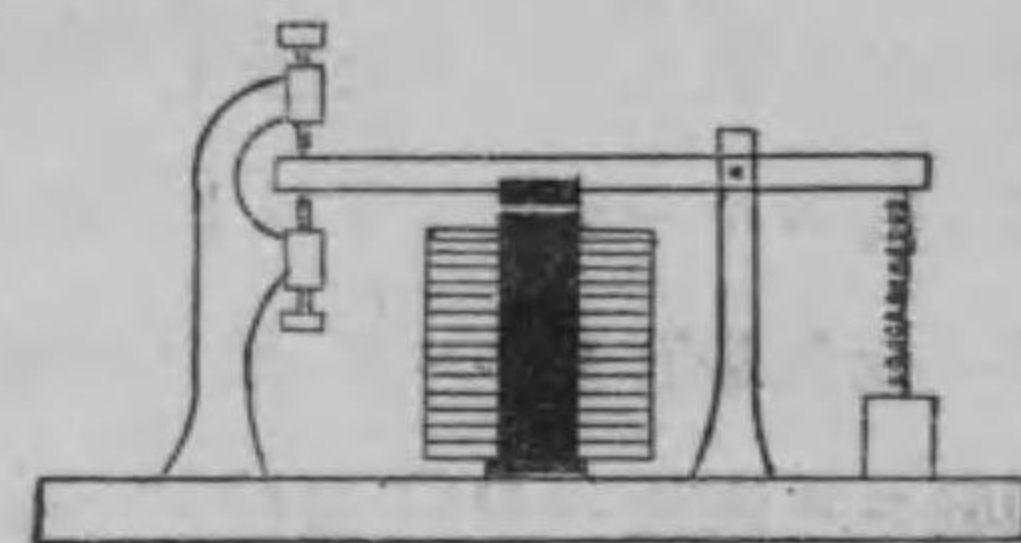
## 1. 電磁石ノ應用

長イ針金ノ端ニ強イ磁場ヲ造ル爲メニハ細イ針金ヲ澤山捲イタ螺旋デ鐵心ヲ取圍ミ之ニ電流ヲ通セバヨイノデ既ニ電磁石ノ所デ述ベタ。普通ノ電信ノ音響機ハ電磁石ノ應用デ第 215 圖ハ電信線ノ受信端デ發

信機ト音響機トノ電鍵ヲ示スノデア今遠方ノ技手ガ輪道ヲ閉ヂルト此電磁石ハ強イ磁場ヲ與ヘ保磁子ト稱スル小鐵片 Aニ其極ヲ引ク、此保磁子ハ Bデ止メテアルカラ Bヲ通ル軸ノ周リニ少シ廻ル此輪道ガ閉ヂル時ハ此極磁子ハ止メヲ打チ鋭イ「カチ」ト云フ音ガスル。



第 215 圖

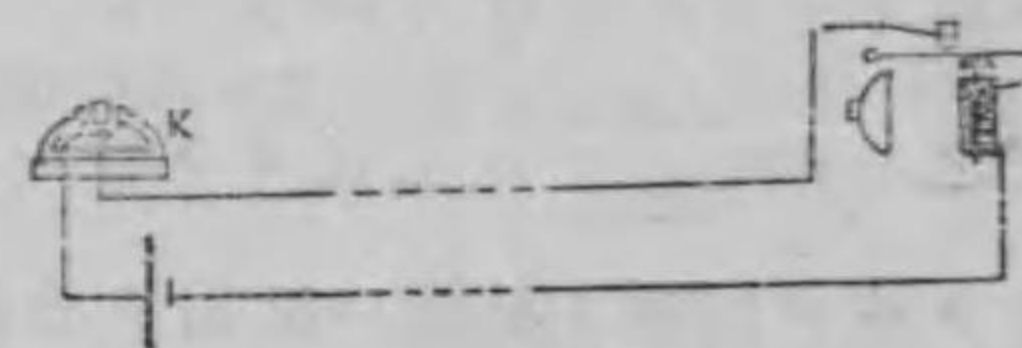


第 216 圖

次ニ此輪道ガ絶ツト極磁子ハ「バネ」ノ働キデ他ノ止メニ反抗シテ引キ戻サレル。此音響機ノ詳細ハ第 216 圖デ示シテアル。

次ニ自働的ニ輪道ヲ接斷スル戸ノ呼鈴ハ電信ノ音響機ト能ク似テ居ルガ、只此時ハ輪道ヲ初メニ閉ヂルトキ第 436 圖ノ Kノ「ボタン」ヲ押シテ電流ヲ極磁子ニ通スノデア

併シ此磁石ノ鐵心ハ直チニ磁化セラレ、極磁子ハ其上ニ乗ル金屬ノ



第 217 圖

止メカラ引キ離サレルカラスクシ

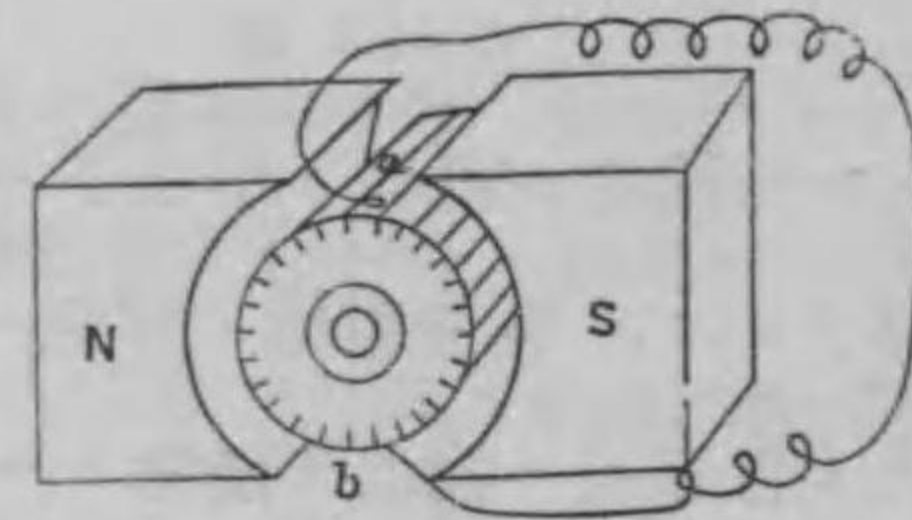
テ電流ハ斷タレル併シ電流ガ絶タレルガ否ヤ電磁石ハ引クノヲヤメルカラ、極磁子ハ「バネ」デ以前ノ位置ニ戻ルカラ再ビ輪道ガ閉ヂル。斯様ニ極磁子ハ振動スルノデアアルカラ之ヲ鈴鳴子トシ用フルト「ボタン」ヲ押ス間ハ常ニ鈴ガ鳴ルノデア



### 2. 發電機

電氣發生機トシテ用ヒルトキハ發電機ハ電磁氣感應デ起電力ヲ生ズル機械デ、D.C. 發電機ノ最モ普通ノ式デハ導體<sup>レ</sup>ハ數多ノ平行ナ針金ヲ圓筒表面ノ横ノ溝ノ中ニ嵌込シテ見エルトノ如ク、最簡ノ形デハ此等ハ行ニ繋イデアル此部分ヲ發電子ト稱スル。倍「フラックス」ハ場磁石ト稱スル一ツ或ニツ以上ノ磁石デ與ヘラレルノデ磁氣發電機デハ此等ハ永久磁石デアルガ、他ノ發電機デハ此等ハ電磁石デアルノデ之ヲ刺戟スル電流ハ D.C. 機械デハ通常發電子ガ供給スルノデアル。

第 218 圖デ見ルト發電子ガ廻ルニ從ヒ其右及左ノ導體ハ「フラックス」ヲ切ルコトガ分ルカラ其中ニ起電力ガ感應サレルコトニナル、行繋ギノ斯様ナ導體即チ誘電子ガ多イ程起電



第 218 圖

力ハ高イノデ此起電力ハ「フラックス」ガ一定デアレバ、速サニ比例スルノデ之ハ  $e = \frac{d\phi}{dt}$  ナル公式カラ分ル。次ニ方向ニ關スル「アンペア」ノ法則カラ圖ノ兩側ノ導體ハ反對ノ方向ノ起電力ヲ有スルノデ行繋デアルカラ最大ノ電位差ハ a と b とノ間ニアリテ各々導體デハ若シ磁場ニ二ツ以上ガアルナラバ毎廻轉即チ二ツノ極ヲ通ル間ニ二回起電力ノ方向ヲ變ズルノデアル。ソコデ之ハ交流起電力デアル。若シ靜止接觸器ヲ點 a と b ニ置キ外部ノ輪ヲ通シテ連結スルナラバ此起電力ハ一定ノ方向ノ電流ヲ輪道ヲ通シテ送ルコトニナル勿論電流ノ強サハ抵抗ニ由ルノデアル。實際ノ機械デハ誘電子ハ數多ノ群ヲナシ接觸器ハ其上ニ靜止シテ居ラズ各々群ハ銅ノ棒ニ連結シテアルノデ此等ノ棒ハ互ニ絶縁

シテ圓筒ノ形ニ配置シテ整流子ト云フモノヲ作リテ居ル。靜止接觸器ハ此等ノ棒ノ上ニアリテ電刷子ト稱スルノデ之ハ通例炭素デアル。

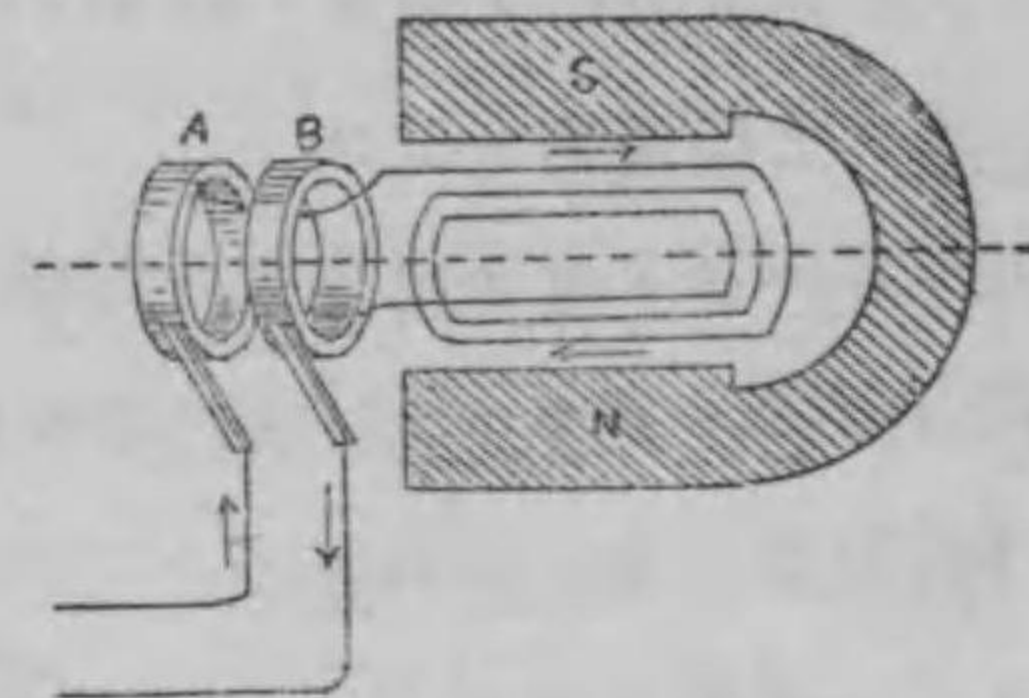
前ニ磁氣的ニ感應シテ起電力ハ  $\frac{d\phi}{dt}$  ニ等シイコトヲ示シタノデ如何ナル發電機デモ生ジタ E.M.F. ハ次ノ關係デ表ハサレル。

$$\text{極カラノ「フラックス」} \times \text{極ノ數} \times \text{發電子ノ上ノ行繋ギノ導體ノ數} \times \text{毎秒時ノ廻轉數}$$

$$\text{即チ } \phi p N (r.p.s.)$$

之ヲ「ボルト」デ表セバ  $10^{-8}$  ヲ掛ケレバヨイ。

整流子ハ單ニ極ヲ變ヘルモノデ若シ整流子ヲ二ツノ極ノ機械デ、相互カラ半分路廻リタ二點ニアル

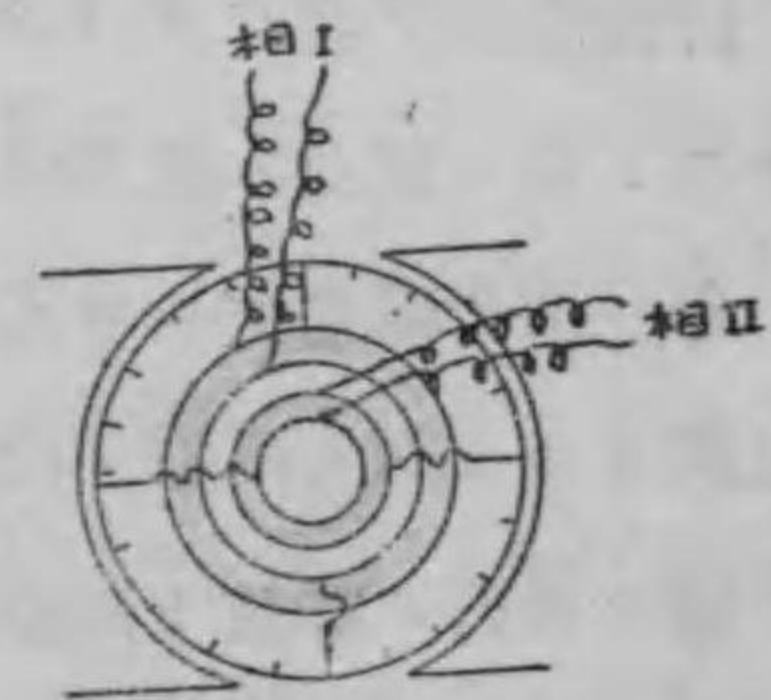


第 219 圖

發電子捲ニ結ンダ二ツノ絶縁シタ環デ、置キ換ヘタナラバ此發電子ニ於ケル交流起電力ハ此等ノ環ノ上ニアル電刷子ヲシテ外部ノ輪道ニ交流ヲ渡サシムルノデアル。第 438 圖ハ交流發電機デ A, B ハ收電子ノ環デアル。

商業上ノ交流ハ其方向ヲ周期的ニ變ヘルモノデ急ニハ反轉セヌガ單弦運動ノ方法ニ從ヒテ正弦曲線的ニ變ヘル。

毎秒ノ循環ノ數ヲ周波數<sup>フ</sup>ト稱スルノデ此所デ循環ト云フ語ハ之ガ (S.H.M.) ヲナス意味ニ用ヒテアル若シ上ニ述ベタ機械ガ N. S. N. S. ト云フ順序ニ四ツノ極ヲ持ツナラバ發電子ノ一廻轉毎ニ二ツノ

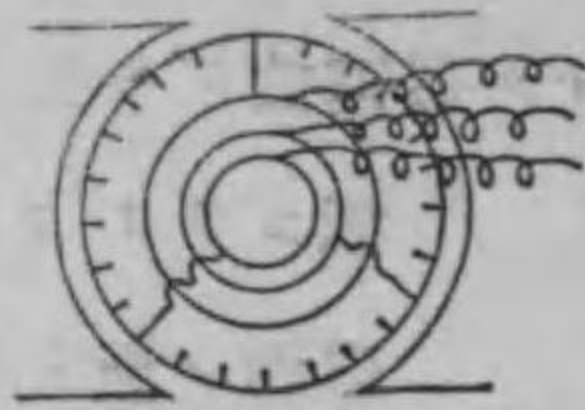


第 220 圖

循環ガアルノデ其他モ同様デアル。例ヘバ或交流ガ 25 或 60 ノ何レカ



ノ周波數ヲ持ツナラバ毎秒ノ交番數ハ50或120ノ何レカデ歐洲デハ又他ノ周波數ヲ用ヒル。是迄説明シタ交流ハ單相電流ト稱スルノデ若シニツデナク四ツノ環ガアルナラバ此餘分ノ對ハ初メノ對カラ90°離レタ點デ發電子捲ニ附着シ第二ノ交流ハ自分ノ一對ノ針金ニ導キ去ラレ得ルノデ之ハ初メカラ $\frac{1}{4}$ 位相離レテ居ル。此時ノ連結法ハ第439圖ニ示サレルノデ波動ノ關係ハ第441圖上デ示サレ

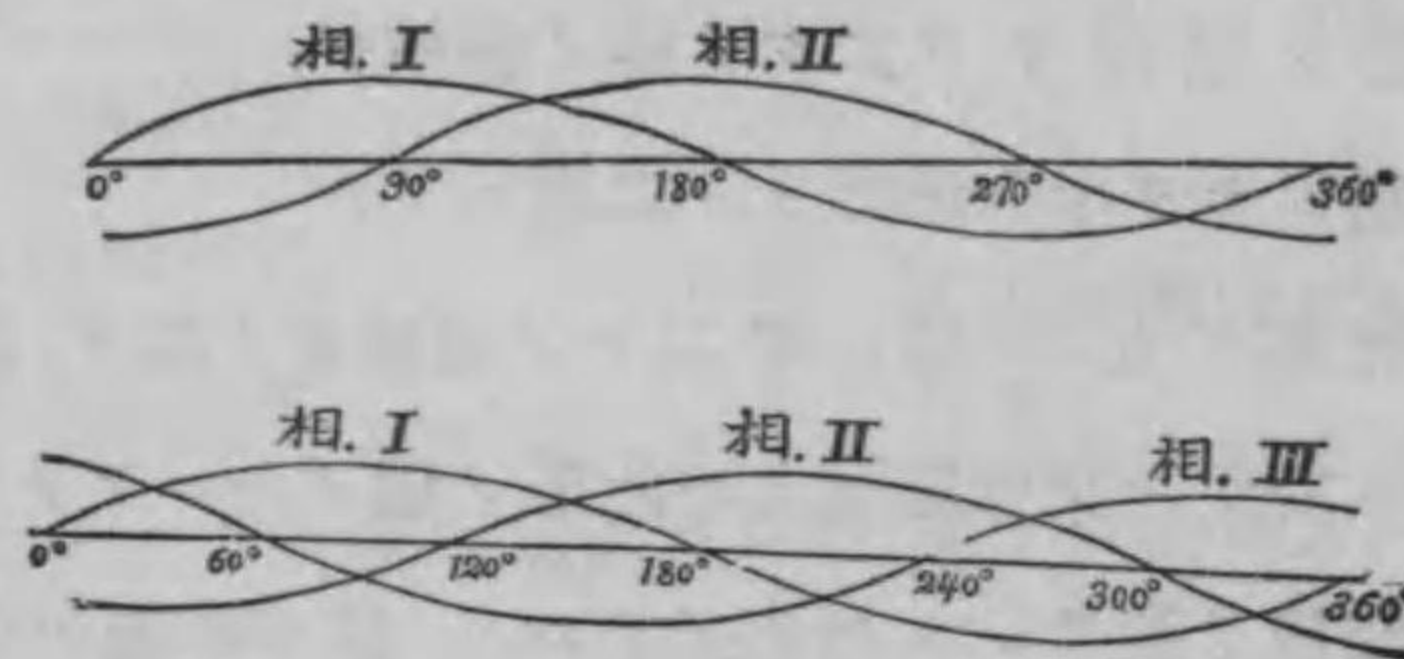


第 221 圖

此電流ヲ二相電流ト云フ。

同様ニ六ツノ環ノ場合デハ六本ノ針金デ三相電流ガ得ラレル併シ此場合ニハ三ツノ環及三ツノ針金ヲ用ヒタ方ガ實用的デアルノデ斯クス

レバ相隣ル各々針金ハ他ノ二ツノ歸線トナルノデ任意ノ瞬間ニ任意ノ針金ノ電流ハ符號ヲ變ジタ他ノ二ツノ電流ノ代數和トナルノデ第222圖上下圖



第 222 圖

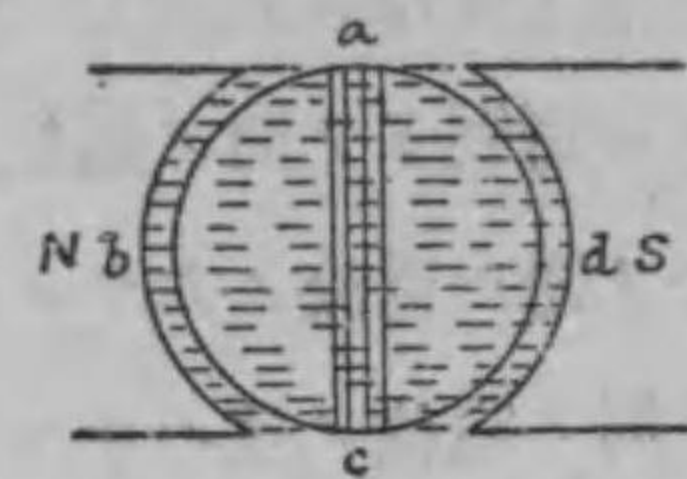
ヲ見レバ分ル。單相ト區別シテ二相、三相ノモノヲ多相ト稱スル。

併發電機デ生ジタ E.M.F. 及合成電流ガ何故正弦曲線ノ性質ヲ有スルカト云フ理由ハ第442圖デ分ル。

今一樣ナ磁場デーツ或以上ノ捲ノ「コイル」ガ廻ル時ヲ考ヘルト圖デ位置 a カラ b, c, d 等ノ位置ヲ通ル際此「コイル」ヲ貫ク所ノ磁力線ノ數ハ廻リタ角ノ餘弦ト同様ニ變ルノデアル之ハ前ニ述ベタ様ニ單位時間ニ切リタ磁力線ノ數デ換言スレバ此「コイル」ヲ通ル磁力線ノ變化ノ割合デ、之デ生ジタ E. M. F. ガ定マムカラデアル。即チ式デ示スト

$$e = \frac{d\phi}{dt}$$

故ニ感應起電力ハ廻轉シタ角ノ餘弦ニ比例スルノデアルカラ之ト同形ノ曲線ヲ與フル所ノ正弦ニ比例スルノデアル。併シ設計ノ變化ヲ磁場ノ扭レル爲メ完全ナ正弦曲線ハ得ラレヌガ稀ニ商業上ノ A. C. デ完全ニ實現サレル。



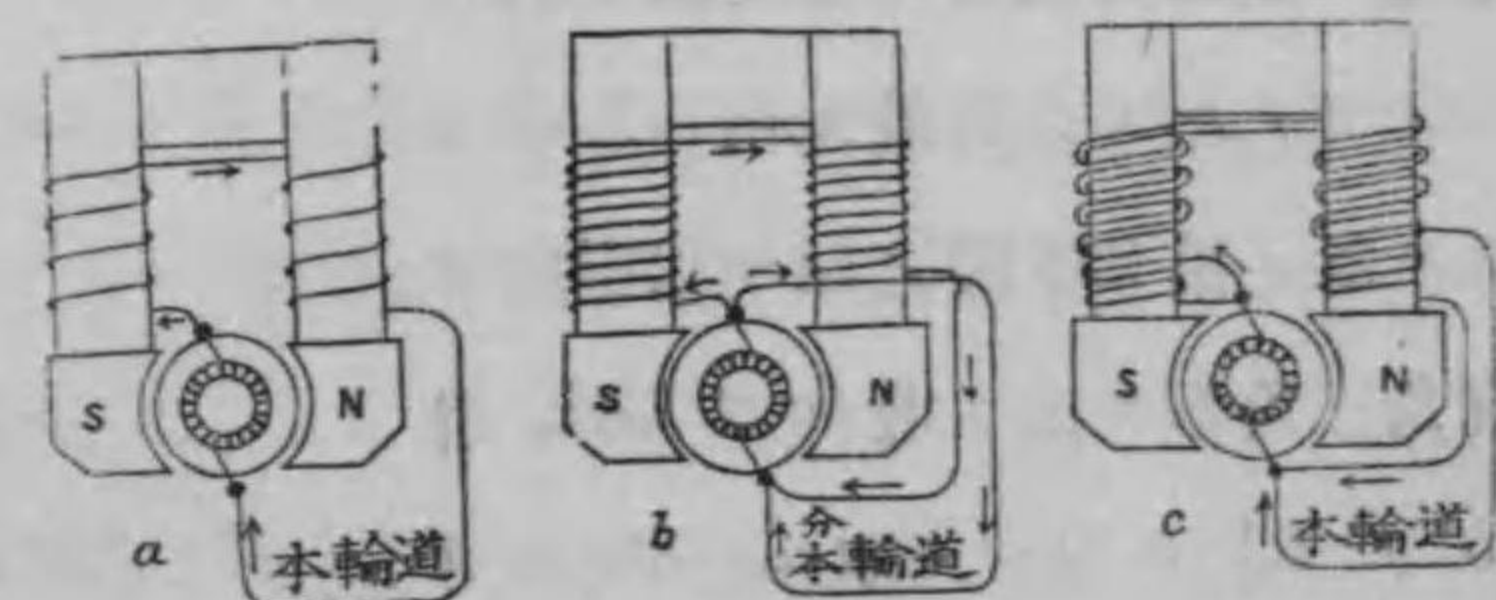
第 223 圖

### 3. 場磁石

直流機械デバ發電子ノ廻ル磁場ハ發電子カラノ電流デ勵磁サレタ大ナル電磁石デ起サレルノデ、此場磁石ガ一度磁化シタ後ハ其殘餘磁氣ノ爲メニ感應電流ヲ起シ初ムルノデ之ハ全部或ハ一部分此場磁石ノ「コイル」ヲ通ルノデアル。倍全電流ガ此場磁石ノ「コイル」ヲ通ルトキハ此發電機ヲ直捲ト云フノデ、此場磁石ガ外部ノ輪道ニ分路トシテ連結シタ數多ノ捲數ノ「コイル」デ勵磁サレルトキハ此發電機ヲ分捲ト稱スル第224圖ハ場磁石ト發電子トノ三ツノ連結法ヲ示スノデ (a) ハ直捲直流發電機デ、極ニ電流ノ變ズル一定ノ電流ヲ與ヘルニ適合シ (b) ノ分捲直流發電機ハ電流ノ變ハル一定ノ電位ヲ與ヘル様ニ設計スル。此連結デハ外部抵抗ノ變化ノ結果トシテ電流ガ變ハルトキハ、場磁石ノ勵磁デ殆ンド同一ニ保

ツコトガ出來ルカラ生ジタ E.M.F. ハ約一定デアル。

次ニ混成捲發電機 (c) ノ如ク場磁石



第 224 圖



ノ上デ分捲及直捲「コイル」ヲ組合セタモノデ分捲ノ場合ニ得ラレルヨリモ電刷子ノ間ノ電位ノ差ヲ益々一定ニ保ツ様ニ設計サレル。倍發電子ヲ通ル電流ノ大ナル程又發電子自身ノ電位ノ損失ガ大ナル程電刷子ノ間ノ電位ノ差ハ小デ且ツ場磁石ノ勵磁作用ハ小トナル。場磁石ノ周リノ若干捲ノ直捲「コイル」ニ全電流ヲ運ベバ、之デ勵磁作用ガ増スカラ發電子ノ電位ノ差ヲ調整スルコトガ出來テ電刷子ノ間ノ電位ノ差ヲ一定ニ保チ得ル。若シ發電子ガ無抵抗デアレバ此發電子ヲ電磁石ト考ヘタ時ノ磁性ヲ去ル目的ノ外ニハ混成スル必要ハナイ。併シ直捲「コイル」ノ捲數ヲ増セバ過混成捲ノ發電機ガ出來ル。

#### 4. 交流ノ値

正弦法則ニ從フ交流ノ瞬間値ハ次ニ示ス。

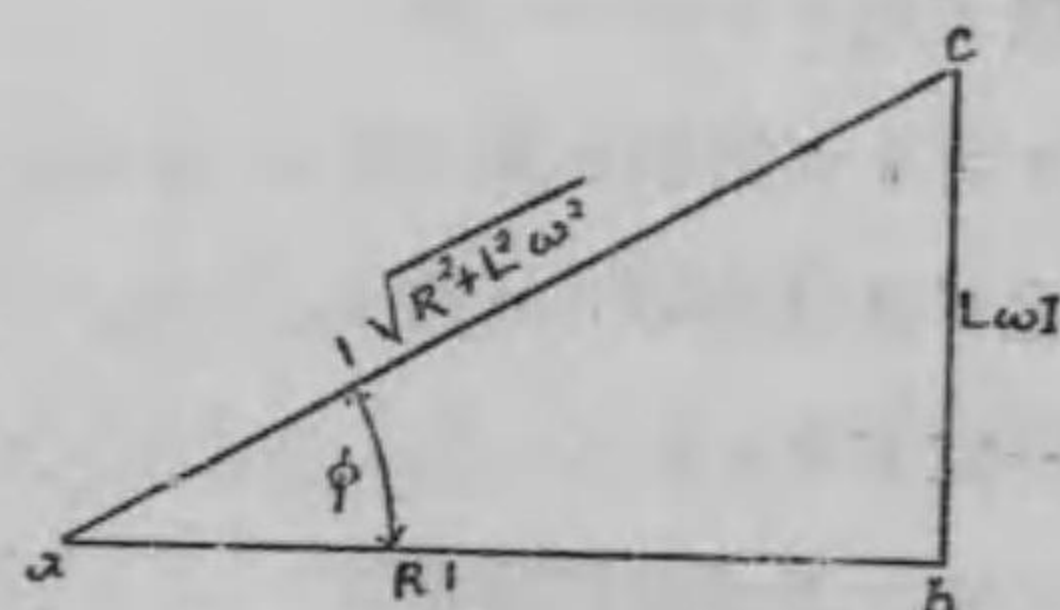
$$i = I \sin \theta = I \sin \omega t$$

茲ニ  $I$  ハ最大電流デ  $\omega$  ハ角速度  $2\pi f$  デアル。

若シ感應起電力ガ此電流ノ變化ノ割合ニ比例スルナラバ正弦ノ變化ノ割合ハ餘弦ナル故次ノ式ガ得ラレル。

$$L \frac{di}{dt} = L \omega I \cos \omega t$$

之ハ感應起電力ノ瞬間値ヲ表ハノデアルカラ其最大値ハ  $L \omega I$  トナル故ニ第 225 圖ノ如キ起電力ノ直角三角形ヲ造リ邊  $bc$  ヲ  $L \omega I$ 、邊  $ab$  ヲ  $RI$  ニ等シク取レバ與ヘタ E.M.F. ハ斜邊デ表ハサレルカラ



第 225 圖

$$E = I(R^2 + L^2\omega^2)^{\frac{1}{2}} \quad \text{及} \quad I = \frac{E}{(R^2 + L^2\omega^2)^{\frac{1}{2}}}$$

ナル關係ガ得ラレル

茲ニ  $(R^2 + L^2\omega^2)^{\frac{1}{2}}$  ナル式ヲ「インピーダンス」ト稱スル。

又圖カラ  $\tan \phi = \frac{L\omega}{R}$  ナル關係ガ得ラレル故ニ後レノ角ハ誘導係數  $L$  ト周波數ト共ニ増スコトニナル此等ノ式デ  $I$  及  $E$  ハ最大電流及與ヘタ起電力ヲ示スノデ、電流ハ恰モ參考補助圓ノ角ガ  $\omega t$  ノ代リニ  $\omega t - \phi$  トナル様ニ後レル故ニ瞬間電流ノ値ハ

$$i = \frac{E}{(R^2 + L^2\omega^2)^{\frac{1}{2}}} \sin(\omega t - \phi)$$

トナル茲ニ  $\phi$  ハ電流ガ E. M. F. E = 後レルコトヲ示ス爲メニ加ヘタ項デアル此等ニ關係スル詳細ノ説明ハ次ニ述ベル。

#### 5. 交流ノ測定

交流ノ測定ハ直流以上ニ困難デ (A. C.) 「アンペア」ト云フノハ D.C. ノ「アンペア」ヨリモ著シク大デ再ビ零ニ下リ一秒間ニ幾回トナク反對ノ方向ニ上下スル所ノ電流デアル。故ニ之ハ D.C. 「アンペア」ト同ジ熱效果ヲ有スル様ナ電流ト定義スルガ至當デアル。倍一定時間ノ電流デ發生スル熱ハ、電流ノ強サノ自乗ニ比例スルカラ ( $H = 0.24 I^2 R t$ ) 所謂交流ノ有效値ハ此循環中ノ總テノ瞬間値ノ平均自乗ノ平方根デ之ハ曲線ノ頂ニ於ケル電流デ得ラレル最大値ノ  $\frac{1}{2}\sqrt{2}$  倍デアル、之ヲ證明スル。

今  $\theta$  ヲ任意ノ角トセバ常ニ  $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$  ナル關係ガアルカラ  $360^\circ$  ノ循環中ノ平均値ヲ取ルト

$$\text{平均}(\sin^2 \theta) + \text{平均}(\cos^2 \theta) = 1$$

又  $360^\circ$  ノ循環デハ總テノ正弦ノ平均値ハ總テノ餘弦ノソレニ等シ



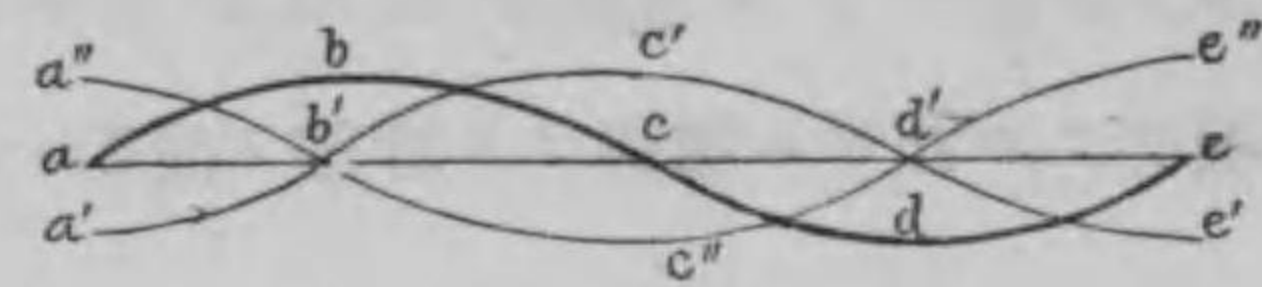
イカラ  $\sin^2\theta$  ノ平均値ハ  $\frac{1}{2}$  トナル故ニ

$$\text{有效 } I = \text{最大 } I \times \sqrt{\sin^2\theta \text{ ノ平均}} = \text{最大 } I \times \sqrt{\frac{1}{2}} = \text{最大 } I \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

同様ニ交番 E. M. F. ノ有效値ハ此循環中得ラレル E. M. F. ノ最大瞬間値ノ  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍デアルコトガ分ル。

交流輸道デハ最早簡單ナ形ノ「オーム」ノ法則ハ D. C 輸道ノ如ク適合セヌノデ其理由ハ抵抗ノ外此輸道ノ誘導係數ガ大キナ役自ヲ演ズルカラデアル。倍前ニ自己感應デ起ル E. M. F. ハ  $-L \frac{dI}{dt}$  ナルコトヲ示シタ。茲ニ負號ハ此 E. M. F. ガ之ニ生ズル所ノ電流ノ増シニ方向ガ反對ナルコトヲ示スノデ又次ノ

考カラ此 E. M. F. ハ此電流カラ位相ガ  $90^\circ$  距ルコトガ分ル第 226 圖デ最モ大イ線



第 226 圖

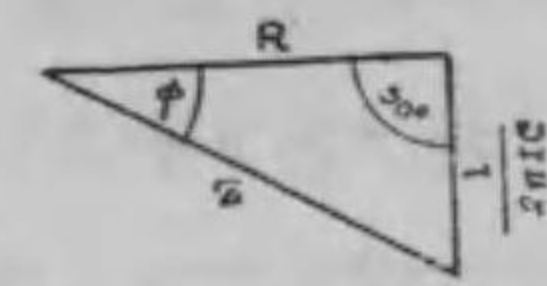
ハ交流ノ一循環ヲ表ハスノデ、此電流ノ變化ノ割合  $\frac{dI}{dt}$  ハ a, c, e デ最モ急デ b, d デ最小ナル故ニ自己感應ノ E. M. F. ハ a, c, e デ最大デアル。電流ガ a カラ b 迄増スニ從ヒ此逆 E. M. F. ハ負デ、此増シヲ妨グントシ、b カラ c 迄減ルニ從ヒ之ハ正デ電流ノ減リヲ妨グントスル。故ニ此逆 E. M. F. ハ曲線 a'b'c'd' デ表ハサレル。ソコデ此逆 E. M. F. ニ反抗シテ吾人ノ出發シタ電流曲線ヲ生ズル所ノ實際ノ與ヘタ E. M. F. ハ a''b''c''d'' デ之ハ位相ガ  $90^\circ$  丈ケ電流ニ進ンデ居ル。

故ニ誘導輸道ノ電流ハ後レル電流ト稱スルノデ自己感應ノ逆 E. M. F. ノ效果ハ丁度抵抗ニ似テ居ルカラ「リアクタンス」ト稱スルノデ「オーム」デ計ル。通常鐵心ノ上ニ捲イタ針金ノ「コイル」ハ誘導係數ノ此抵抗性ヲ利用スルノデ之ヲ「チョークコイル」ト稱スル。

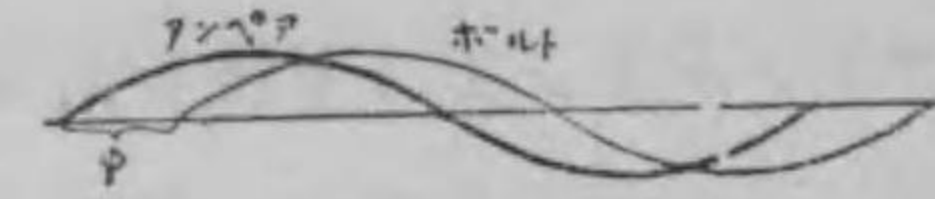
倍「リアクタンス」ハ  $\frac{2\pi fL}{1}$  ニ等シイコトヲ示シ得ルノデ茲ニ「ハ (S.H.M.) ノ如ク毎秒ノ循環數デアル。輸道ノ抵抗ト「リアクタンス」トノ合成ノ結果ヲ「イムピーダンス」Zト稱スルノデ之モ「オーム」デ計ラレル。故ニ「ベクトル」ノ和ノ法則デ次ノ關係ガ得ラレル(第 227 圖)

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$$

斯様ナ輸道デ生ズル後レノ角ハ通常  $\phi$  デ表ハスノデ  $\cos\phi$  ヲパワ一係數ト稱スル。 A. C.



第 227 圖



第 228 圖

「ワット」ノ眞ノ工率ヲ得ルニハ「アンペア」ニ電壓ヲ掛ケタ丈デハ不充分デ之ニ  $\cos\phi$  ヲ掛ケネバナラス、即チ

$$\text{「ボルトアンペア」} \times \cos\phi = \text{「ワット」}$$

之ハ位相ガ異ナルカラ「ボルト」ヲ「アンペア」ト同方向ニ直サネバナラヌカラデアル。

故ニ A. C. 輸道ノ工率ハ多ク此所ニ存スル誘導係數ノ量デ定メル。

蓄電器ノ様ナ A. C. 輸道ノ電氣容量ハ誘導係數ノソレニ反對ノ效果ヲ有スルノデ其場合デ、ソレニヨリテ生ズル電壓ハ電流ニ位相ガ  $90^\circ$  後レル。

$$\text{靜電氣ノ時} = Q = CV \text{ デ、電流デハ } i = C \frac{dV}{dt}, i = \frac{C}{t} \frac{dV}{dt}$$

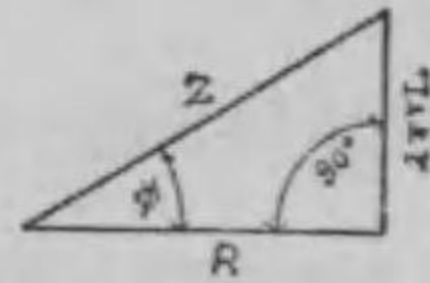
併シ蓄電器ニ電流ノ流レル場合ハ電位ハ常ニ増シ遂ニ蓄電器ノ逆 E. M. F. ガ與ヘタ起電力ニ等シクナルノデ電壓ノ變化ノ割合デ蓄電器ノ電流ガ定マルカラ丁度自己感應ノ逆 E. M. F. ガ  $-L \frac{dI}{dt}$  トナル如ク其瞬間ノ電流ハ  $C \frac{dE}{dt}$  トナルノデアル、電氣容量ニ由ル「リアクタンス」ハ  $\frac{1}{2\pi fC}$  トナル。



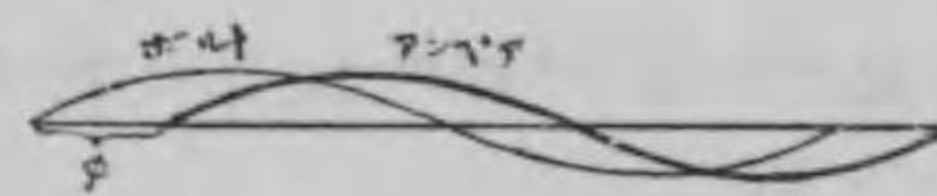
倍誘導係數ノ如ク蓄電器ノ電流ハ之ニ生ズル E.M.F. ヨリ位相ガ 90° 離レテ居ルガ此時ニハ電流ガ此角丈ケ E.M.F. ニ進ンデ居ルカラ 容量輸道ニ電流ヲ生ズル E.M.F. ハ此輸道内ノ自己感應ニ打勝ツ所ノ E.M.F. ニ 180° 進ムコトトナル。(代數符號ニ由ル)「ベクトル」的ニ云フト容量ニ基ク「リアクタンス」ハ抵抗カラ 90° デ、誘導的「リアクタンス」ニ反對ノ方向ニ畫カネバナラス(第 229 圖) 次ニ抵抗、誘導的及容量「リアクタンス」ヲ公式デ示スト次ノ如クナル。

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$$

此式カラ分ル如ク  $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$  ナルトキハ E.M.F. 及電流ガ位相ガ一致スルカラ「パワー」係數ハ 1 トナル。



第 229 圖



第 230 圖

$2\pi f = \sqrt{\frac{1}{LC}}$  ナルトキ上ノ條件ヲ満足スルノデ L 及 C ノ一定ナ任意ノ A.C. 輸道デハ、一ツノ周波數ノガアルノデ之ハ此輸道ニ共鳴ノ状態ヲ生ジ音ノ場合ノ共鳴ト同様ニ最大ノ工率ト、高キ電壓ヲ生ジ此輸道ニ電波ヲ運ブノデアル。此等ノ電壓ハ此輸道ニ與ヘタ電壓ヨリモ甚ダ高クナリ得ルノデ此事實ハ無線電信ニ用ユル整調ノ裝置ニ利用シテアルノデ。受信裝置ノ電氣容量及誘導係數ヲ調整シテ之ヲ任意ノ特種ノ發信裝置ノ發スル電波ト共鳴ノ状態ニスルト、大ニ其效果ヲ増スノデアル。

### 6. 電動機

殆ント如何ナル發電機デモ電流ノ源ニ連結スレバ、電動機トシテ働クノデ勿論得ラルル速サハ此源ノ E.M.F. ト共ニ變ハル。前ニ發電機デ生ズル電壓ハ次式デ表ハサルルコトヲ述ベタ

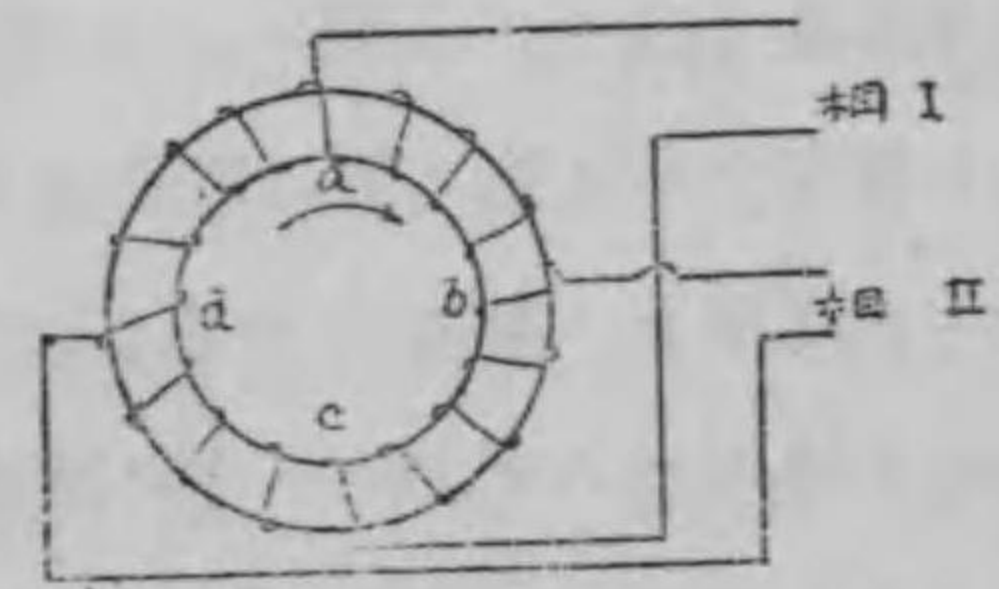
$$E_g = \phi p N \times (r.p.s.) \times 10^{-8} \text{「ボルト」}$$

之ハ此機械ガ外部ノ原動機デ發生機トシテ運轉セラルルカ又ハソレニ供給シタ電流デ電動機トシテ運轉セラルル場合デ此後ノ場合デハ此電動機デ生ズル E.M.F. ハ逆 E.M.F. デ此源ノ電壓ハ此機械ヲ通シテ必要ナ電流ヲ送ル丈ケ、此値ヨリモ充分大キクナケレバナラス。同様ナコトハ蓄電池ヲ充電スル時ニモ起ルノデ今  $R_a$  ヲ電動機ノ發電子ノ抵抗、 $E_t$  ヲ線電壓トセバ

$$E_t = E_g + IR_a$$

電動機ノ速サハ此方程式ヲ満足スル  $E_g$  ノ値デ定マル。

倍牽引電動機ノ外ハ A.C. 電動機ハ通常感應式デ之ハ A.C. 發電機ト構造ガ異ナリ其作用ノ原理ハ次ノ如クデアル。



第 231 圖

倍第 231 圖ノ如ク極ニ附ケテ固定子ヲ造ル捲ニ二相電流ヲ供給シタト考ヘルト、此二相電流ノ性質カラ捲 a, c デ最大電流ヲ導ク時ハ

捲 b, d ハ全ク電流ガナイノデ a, c ノ電流ガ衰微スルニツレ b, d ノソレハ増スコトガ分ル此ガ再ビ小ニナルニ從ヒ a, c ノ電流ハ逆ノ方向ニ増進スル此作用デ此輸道ノ近傍ニハ廻轉磁場ガ出來ルノデ此磁場



内ニ任意ノ導體ヲ置ケハ其中ニ渦電流ガ出來テ磁氣ニツイテ廻ルノアル。此時廻轉子ト稱スル感應電動機ノ此廻轉部ハ屢々栗鼠籠ノ形ノ車輪デアアル。

## 7. 電動機ノ電氣的效率

W ト W' トヲ夫々電動機ニ費シタ工率及之ガ出シタ工率トスレバ電氣的效率 e ハ次ノ如クナル。

$$e = \frac{W'}{W} = \frac{IE'}{IE} = \frac{E'}{E}$$

即チ效率ハ逆 E.M.F. ノ、與ヘタ E.M.F. ニ對スル比デアアル。

若シ與ヘタ E.M.F. ガ一定デアレバ效率ハ逆 E.M.F. ト共ニ増スノデアアル。倍電流ヲ生ズル有效 E.M.F. ハ E-E' デ E' ガ大キクナル程此差ハ小サクナリ又電流モ小サクナル。電流ガ小サクナルトキ仕事ハ低イ割合デ爲サルルガ之ニ與ヘタ工率ノ比較ノ大部分ガ有用ナ仕事ニ費サレルコトニナル。勿論此關係ハ電氣的ニ完全ナ電動機ト假定シテノ話デアアルノデ、幾分ノ電流ハ全ク有用ナ仕事ヲ爲サズシテ此電動機ヲ所要ノ速サデ運轉スルニ要スルノデアアルカラ、有用ナ電流ハ全電流ト荷重ナシノ速サ迄此電動機ヲ運轉スルニ要スル電流トノ差デアアル。ソコデ實用上ノ電動機ハ最小ノ荷重デ働イテ居ル時デモ、最大ノ商用效率ヲ持タヌノデ之レハ全ク電流ノ大部分ガ有用ナ仕事ヲ爲スニ與カラスカラデアアル。毎秒電動機ノ爲シタ仕事ハ

$$E'I = E' \frac{E - E'}{R}$$

デアアル。茲ニ R ハ一定デアアルカラ、爲サレタ仕事ハ E'(E-E') ガ最大ナルトキ最大トナルノデアアル。倍此積ノ二ツノ因數ノ和ハ、與ヘタ

E. M. F. デアルノデ、二ツノ因數ノ和ガ一定ナルトキ其積ノ最大ナルノハ此因數ガ互ニ等シイ時デアアルカラ、最大工率ノ條件ハ次ノ如クナル。

$$E' = E - E' \quad \text{即チ} \quad E' = \frac{1}{2}E$$

即チ電動機ハ其電流ガ逆起電力デ之レガ静止シテ居ル時ニ有スル値ノ半分ニ減ジタ時最大ノ割合デ働クノデアアル。故ニ此效率ハ 50「パーセント」デアアル。

## 8. 電力輸送ノ效率

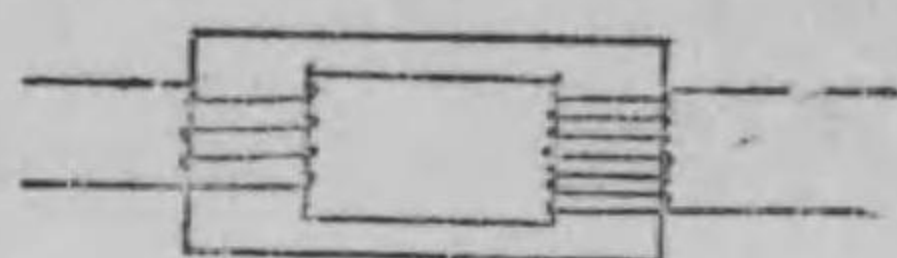
動力ヲ電氣的ニ遠方ニ輸送スルトキ高イ效率ヲ得ルニハ、高イ電壓ヲ要スルノデ、此事ハ勢力ヲ燈用或ハ動力ニ用フル場合デモ適スル。併シ導線ニ熱トナリテ失ハレタ損失ハ I'R「ワット」デ茲ニ R ハ此線ノ抵抗デアアル。此損失ヲ小サクシ同時ニ輸送シタ動力ヲ増スニハ、當然電壓ヲ高メネバナラヌ。倍電流ハ與ヘタ E.M.F. ト逆 E.M.F. トノ差 E-E' ニ因ルノデ、此時輸道ニ注入シタ動力ハ IE「ワット」デ電動機ノ出シタツレハ IE'「ワット」デアアル。若シ差 E-E' ラ一定ニ保テバ電流及熱ノ損失ハ一定デ同時ニ輸送シタ動力ハ與ヘタ E.M.F. ニ比例スルコトニナル。倍熱損失ヲ定ムル一ツノ因數ハ電流ヲ小サクシテ制限スルコトガ出來ルガ、輸送動力ノ計量ニ込ル他ノ因數即チ起電力ハ高マルノデアアル。最モ導線ニ失ハレタ損失ヲ減ス他ノ方法ハ抵抗ヲ減ジテモヨイガ此方法ニハ多量ノ銅ヲ要スルコトニナルカラ、其費用ノ點デ禁制ケレルノデアアル。此輸送ノ際電壓ヲ高メ電流ヲ減スコトハ、次ノ變壓機ノ所デ述ベル。



## 9. 變壓機

變壓機ハ自動的ニ A.C. 輸道ノ電壓ヲ昇降スルニ用ヒル装置デ、交流ハ第 232 圖ノ如キ鐵心ニ捲イタ何レカノ「コイル」ニ通スコトガ出來ルノデ此内一ツノ「コイル」ヲ「第一コイル」ト云ヒ他中ニ交番磁氣「フラックス」ヲ生ズルト、其方向ハ「コイル」ノ電流ト同ノ周波數デアラガ方向ガ逆デアアル此交番「フラックス」ハ第二

「コイル」ト稱スル捲數ノ多イ之ニ對向スル「コイル」ヲ通ルノデアアルカラ其ニ



第 22 圖

交番 E.M.F. ガ感應スル。落壓 IR 及他ノ損失ヲ除ケバ感應及感應セラレタ E.M.F. ノ比ハ二ツノ「コイル」ノ捲數ノ比ニ等シイノデ理論的ノ變壓機デハ勢力ノ損得ガナイカラ、二ツノ「コイル」ノ電流ハ捲數ニ逆比例スル即チ

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad \text{或} \quad E_p I_p = E_s I_s$$

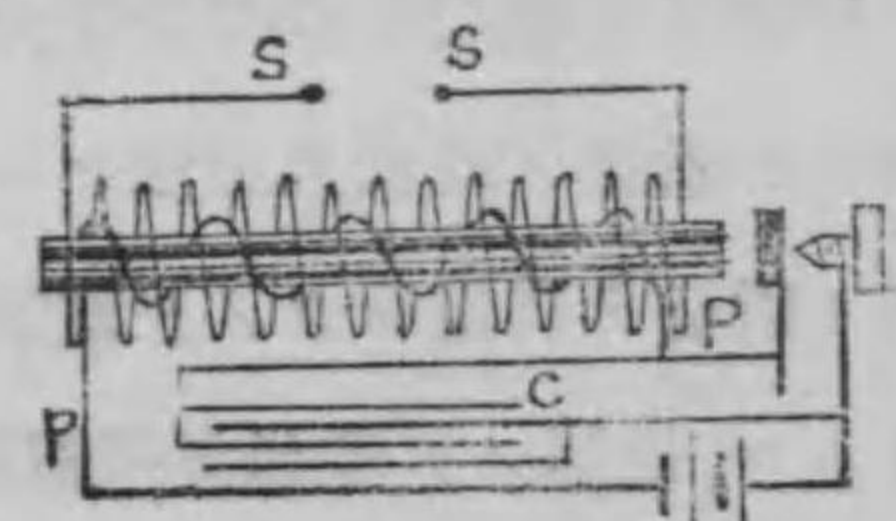
此變壓機ノ助ケテ電壓ハ光或ハ動力ニ要スルモノヨリ遙カニ高メルコトガ出來ルノデ例ヘバ 110「ボルト」ヲ要スル時 1100「ボルト」ニスルコトガ出來ル此場合ニ所要ノ「ワット」數ハ同ジ「アンペア」ヲ通ジタ時ノ  $\frac{1}{10}$  丈ケ移サレル。倍針金ノ運ブ能力ハ此時生ズル熱ニ抵抗スル其絶縁ノ能力ニ因ルノデ又熱ハ  $I^2R$  ニ比例スルカラ若シ  $I$  ヲ  $\frac{1}{10}$  ニ減セバ過熱ナセナイ爲メニハ  $R$  ハ約 100 倍ニ増スノデアアルカラ針金ノ斷面積ハ電力輸送中ノ工率ノ損失 ( $I^2R$  ワット) ガ同一デアレバ  $\frac{1}{100}$  丈ケニスレバヨイノデ、之デ輸送線ノ銅ノ大キナ節約ガ出來ルコトニナルツコデ變壓機ハ荷重ヲ要スル地點ノ附近ニ設置スルノデ、此所デ電壓ヲ

下ダ「アンペア」ヲ上ゲル併シ斯様ナ變壓機ハ過度ノ入費ヲ要セズシテ而モ甚ダ効率ハ高イ之ヲ用ヒテ容易ニ電壓ヲ變ヘルコトノ出來ルノハ交流ゴ直流ニ勝ル主ナ點デアアル。

通常大キナ光及動力ヲ發生スル會社デハ習慣上發電機ノ與ヘル電壓ヨリ遙カニ上ゲ之ヲ遠方ニ輸送シテ此所デ電壓ヲ下ゲテ直流ニ變ヘルノデ之ハ牽引ノ目的ニハ特ニ便デアアル。此交流ヲ直流ニ變ヘル装置ハ廻轉變流機ト稱スルノデ之ハ D.C. 發電機或ハ電動機ニ環ト整流子トヲ備ヘタ様ナモノデアアル。

## 10. 感應「コイル」

之ハ高イ電壓ヲ生ズル爲メ早ク斷絶スル電流ヲ利用シタ變壓機ノ一種デ、普通ノ型デハ D.C. 電流ノ斷絶ハ呼鈴ト同様ナ磁氣的振動子デ生ズルノデ其連結ハ第 233 圖ノ通りデア



第 233 圖

ル。倍蓄電器 C ノ目的ハ二様デ、振動子デ第一輪道ガ開ク際自己感應ノ逆 E.M.F. ハ甚ダ高イノデ此電壓デ白金ノ

接觸點ニ於ケル空氣ノ抵抗ヲ破壊セントシテ火花ノ形ノ破壞的ノ弧ガ出來ル。此火花ハ燈用或ハ動力輸道デ生轉換器ヲ開クトキニ起ルノト同様デアアル。電流ノ減リニ反抗スル此逆 E.M.F. ハ初メノ電流ト同方向デアアルカラ之ヲ遲延シテ左程急ニ切レナイ。併シ蓄電器ハ此 E.M.F. ヲ取りテ荷電スルコトニナルカラ火花ヲ少クスル。第二ノ目的ハ蓄電器ハ直接ニ電池ト逆ノ方向ノ第一輪道ヲ通シテ放電スルカラ磁力線ノ破壞ヲ早メルカラ大ニ第二捲ノ内ノ感應電壓ヲ増スコトニナル、斯様

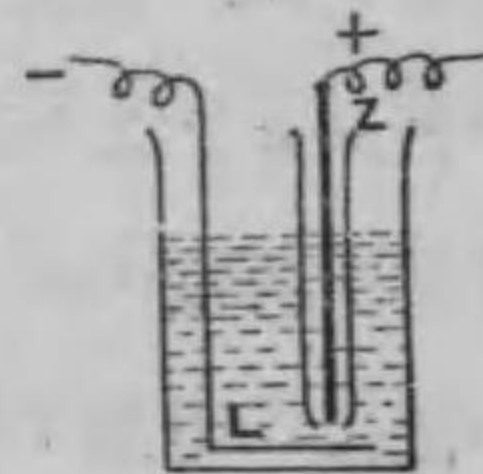


ナ「コイル」内ノ第二電壓ハ非常ニ高イカラ第二「コイル」ノ兩極ガ空氣中若干吋離レテ居リテモ放電スルノデ此時ノ平均ノ起電力ハ  $-\frac{N}{t}$  デ與ヘラレル。併シ繼グ時ヨリモ斷ツ時ガ電壓ガ高イノデ斯クシテ第二「コイル」ノ端ニ兩極性ヲ與ヘルノデ若シ、然ラズトセバ交互ニ+及-トナル此兩極ノ形ハ大ニ一定ノ「コイル」デ放電ノ起リ得ル間隙ノ長サニ影響スルノデ先ガ尖ルトキハ長イ細イ火花ガ出來ル。

火花ノ距離ノ表

針狀尖端ノ間隙		直徑125耗ノ球ノ間隙	
キロボルト	間隙(耗)	キロボルト	間隙(耗)
10	11.9	50	24.4
20	25.4	80	42.0
50	90.0	100	55.0
80	180.0	—	—

所謂瓦斯機關ノジヤンプ火花ハ此感應「コイル」カ磁氣發電機カデ作ルノデ繼斷ノ此發火方法ハ一ツノ「コイル」ヲ開イテ生ズル自己感應ノ高イ電壓ヲ利用シタノデ電氣的瓦斯點火器モ同様ナ工夫デアル。又「ガソリン」機關ノ火花磁氣發電機ハ他ノソレノ様ニ永久磁石ト甚ダ高イ誘導ノ發電子輪道トヲ有スル發電機デ之ハ整流子デ丁度發火ニ好都合ナ時、周期的ニ開クノデアル。磁氣振動子ノ代リニ大キナ感應「コイル」デハ往々電動機デ運轉スル整流子デ動カスノデアル。又脈動電流ヲ第一「コイル」ニ起ス他ノ方法ハ「ウエネルト」斷絶器ニ由ルノデ此作用ハ電氣分解ノデ第234圖ニ示セル一ツノ形デハ鉛板Lハ「カソード」鉛棒Zハ「アノード」デZノ周リニハ其下端ニ多クノ孔ノアル硝子管ガアリ全體ハ稀硫酸ノ中ニ浸シテアル今此電極

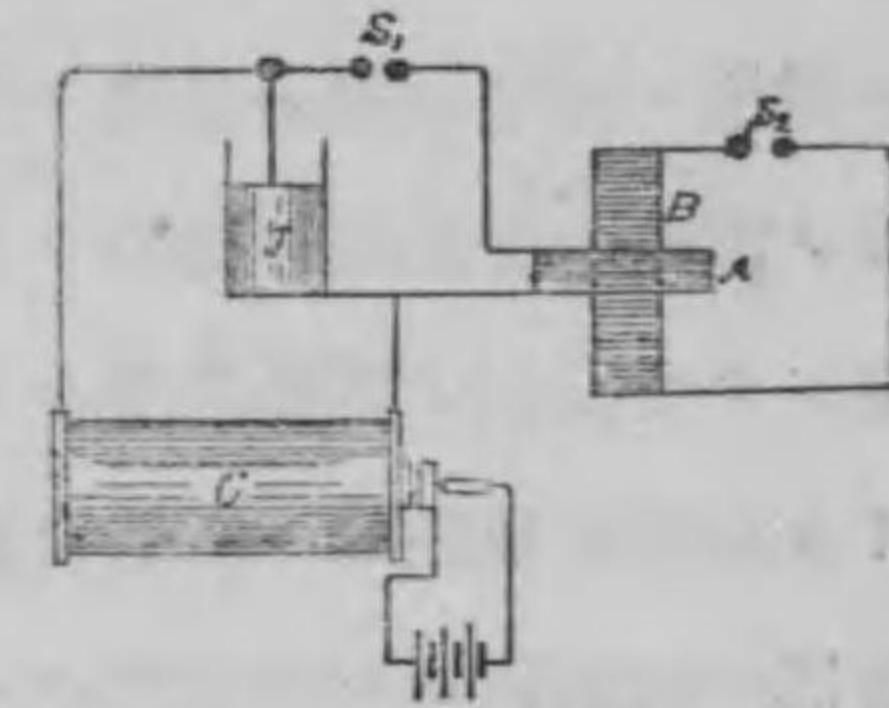


第234圖

ヲ適當ノ距離ニ調整スルトZノ下端カラ瓦斯ガ出來テ輪道ヲ絶ツノデ此氣胞ハ逃レ急ニ其場所ニ他ノ氣胞ガ出來ルカラ斷絶作用ヲ呈スルノデアル。

### 11. テスラ感應「コイル」

非常ニ高イ周波數ノ電氣放電ヲ生ズル「テスラ」ノ工夫ハ二段ニ誘導的方法ヲ用ヒタノデ第二段デハ「ライデン」瓶ノ振動放電ガ斷絶器ノ役目ヲスル。第235圖ノ感應「コイル」Cノ第二「コイル」ノ兩極ハ夫々「ライデン」瓶Jノ内外箔ニ繋イデ此瓶ノ放電輪道ハ「テスラ」コイルノ第一捲ト放電球S<sub>1</sub>ヲ通ルノデアル。「テスラ」コイルノ第一捲Aハ鐵心ノナイ太イ針金ノ數捲カラナルガ、第二捲Bハ譯山捲イテ之ハ空氣或油絶縁デ第一カラ分離シテアル。此時S<sub>1</sub>ニ於ケル「ライデン」瓶ノ放電ノ振動數ハ一秒間ニ數百萬ノ周波數ヲ有スルガ「テスラ」コイルノ第二カラノS<sub>2</sub>ニ於ケル放電ハ周波數ガ甚ダ高カイ丈ケデナク E.M.F. ガ非常ニ高イカラ、若干呎ノ距離デ驚クベキ光輝ト著シイ誘導效果トヲ有スル極光ノ現出ヲ生ズルノデアル。

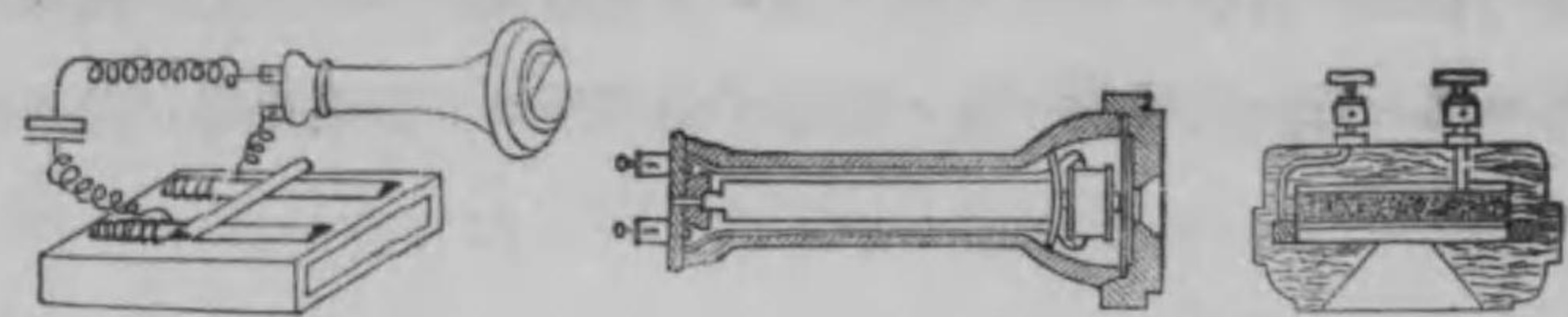


第235圖

### 12. 電話機

1876年ニ「ベル」ノ發明シタ電話器ハ永久磁石ノ極ノ前ニ支ヘラレタ薄イ鐵板即チ膜ト磁極ノ上ノ針金ノ絲卷棒カラナルノデ之ハ第236圖デ分ル。





第 236 圖

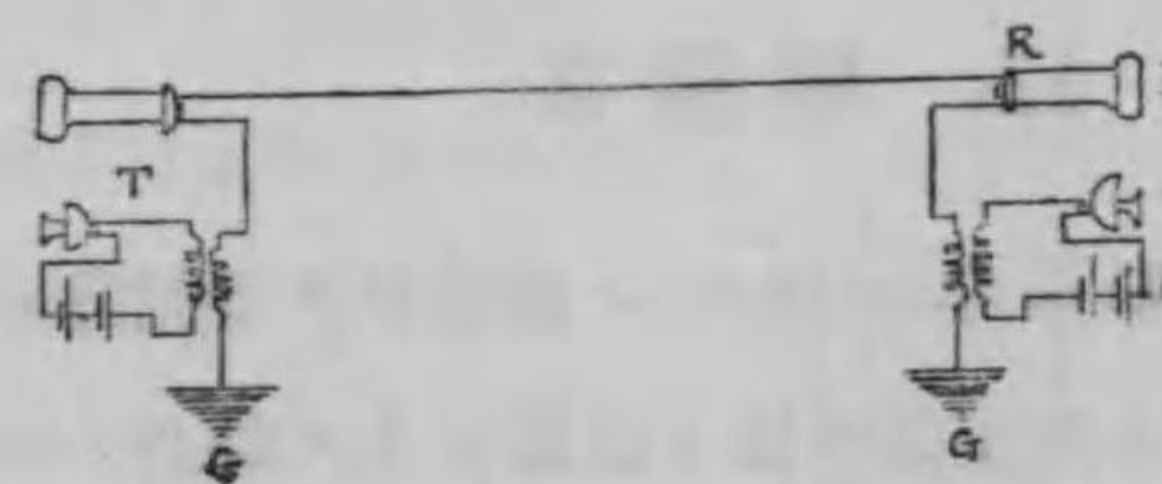
第 237 圖

第 238 圖

音波ハ電氣的ニ送話器ト受話器トノ二ツノ電話器ヲ用ヒテ遠方ニ送ルコトガ出キルノデ二ツノ針金ノ絲捲棒ハ二局ヲ結ブ線ヲ行緊ニシテアル。音波ハ此薄イ板ヲ振動サセルカラ、此板ノ接近或ハ遠ザルノデ此「コイル」ヲ通ル磁氣「フラックス」ガ變ハルノデ之レデ「コイル」及線ニ電流ヲ感應シ線ハ音波ト同調又ハ比例シテ振動スルコトニナル。此等ノ電流ハ受話器ノ磁石ノ引カヲ強メ又ハ弱メルカラ送話板ノ振動ニ應ジテ受話板ノ振動ヲ生ズル併シ前ノ場合デハ感應シタ電流ハ甚ダ弱イカラ極ク短距離シカ音ヲ傳ヘヌノデ比較的遠距離デハ次ニ述ベル微音器ヲ送話板トシテ用ヒル。

微音器ト云フノハ二ツノ導體間デ弛ク接シタ電氣抵抗ガ音波ノ働デ變ハルコトヲ利用シタノデ斯クシテ電流ノ變化ガ輪道ニ生ジ、此等ノ變化ヲ起シタ音波ニ相當スルノデア。簡單ナ微音器ハ二片ノ炭素ノ上ニ一片ノ炭素ガアルノデ之デ電池ト「ベル」受話器トヲ含ム輪道ガ完成スルコトニナル傳響箱ノ上ニ乗セテアル斯様ナ装置ハ有效ナ送話器デア。次ニ「ハンニ

ング」送話器ハ廣ク遠距離電話ニ用ヒラレルデノ第 238 圖ノ如ク二枚ノ金屬板ノ間ニ粒狀ノ炭素ガ入レテアル

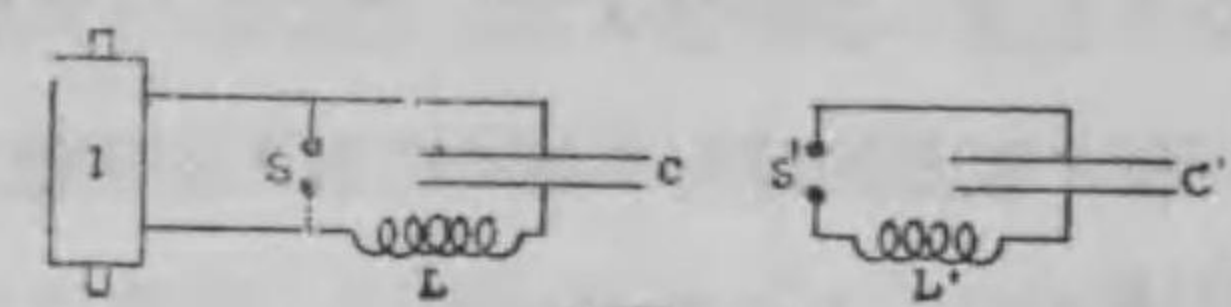


第 239 圖

第 239 圖ハ談話中ノ電話輪道ノ連結ヲ説明スルノデ T ハ送話器、R ハ受話器、G ハ地面デア。

### 13. 無線電信

靜電氣ノ所デ靜電氣放電ノ振動的性質ヲ述ベタガ此特質ハ「ヘンリー」ニヨリ發見サレタノデア。今第 240 圖ノ様ナ誘導係數及電氣容量ヲ有スル輪道ヲ與ヘルト火花ガ起ル毎ニ間隙ト全輪道ヲ横ギリテ振動ガアルノデ導體ノ内部デハ大ナル周波數ノ交流ガ實際流レ前後ニ波立ツノデアガ同時ニ C ノ板



第 240 圖

ノ間ノ電媒體内デハ單ニ變位電流ト稱スルモノガ起ル

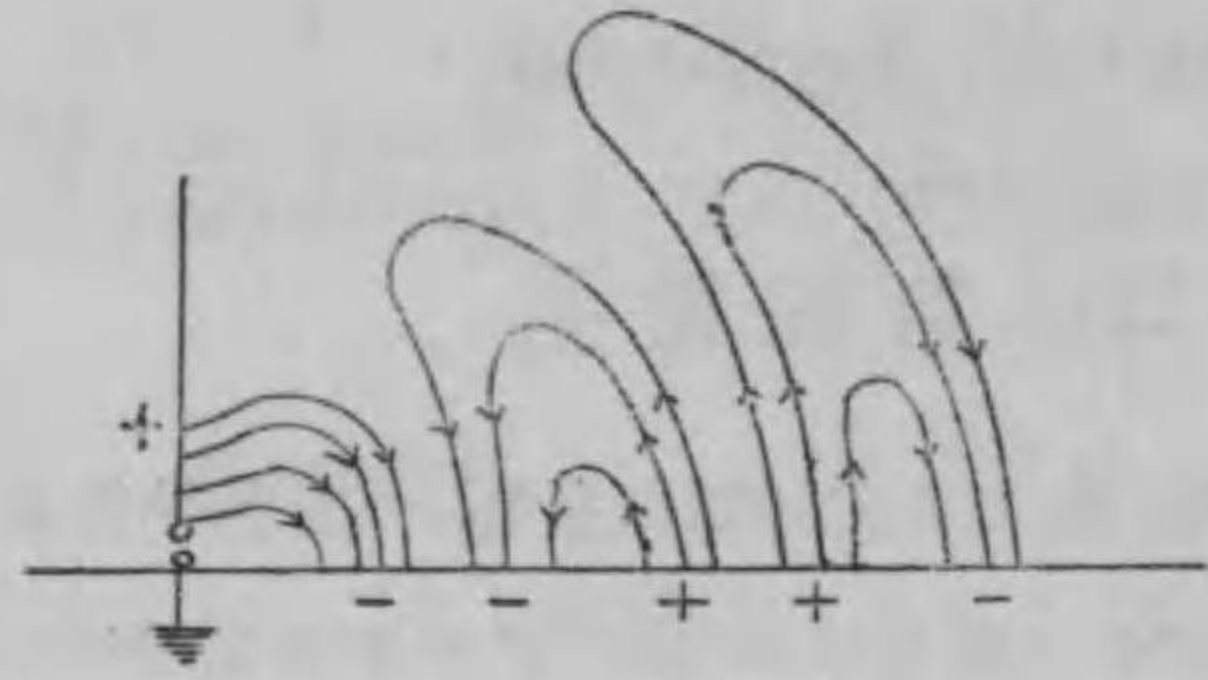
此變位電流ト云フノハ途中

ノ電媒體ガ至ミヲ起シ微小ナ距離ヲ動ク電流ト考ヘルコトガ出來ルノデ蓄電器ノ板ハ交互ニ + 及 - トナリ遂ニハ全部ガ消ユルノデア。此變位電流ト云フノハ「マックスウエル」及「フラディ」兩氏ノ考ニヨルノデ之ニ由レバ荷電セララルト云フコトハ「イオン」ノ至ミヲ起シタコトデ、荷電セラレツツアル間ハ至ミハ一方ヨリ他ニ移ルノデ此時ノ變位電流ト放電セララル時ノ變位電流トハ方向ガ反對デア。斯様ナ場合ノ振動ハ前ニ述ベタ  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$  ナル公式ニ一致スル輪道ニ現在セルモノデア。次ニ「ヘルツ」ノ有名ナ發見ニ由レバ若シ L 及 C ノ同様ナ値ヲ持ツ第一ノ輪道ニ等シイ第二ノソレヲ近ク置クト其内ニ共鳴振動ガ起ルノデ其元ノ輪道ノ放電ガ起ル毎ニ其兩極間ニ火花ガ飛ブノデア。實際之ニ要スル條件ハ  $LC = L'C'$  デアル

倍空間内ノ此等ノ變位電流ト遠方ニ於ケル此作用ヲ説明スルニハ



「ファラデー」氏ニ從ヒ荷電ト云フノハ實ハ力線管ガ空間ニ放射スル中心デ即チ荷電ガ中心トナリテ力線管ガ空間ニ出ルト思ヘバヨイノデ此荷電ノ變化ハ即チ此等ノ力線管ノ變化ニ外ナラヌノデアアル。



第 241 圖

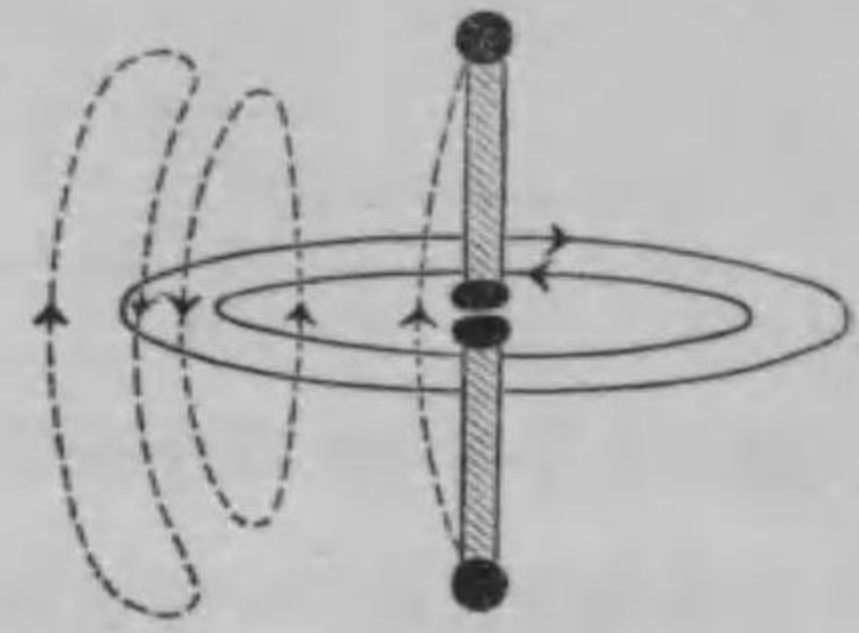
今此輪道ノ蓄電器ノ部ガ無線局ノ「アンテナ」カラナリ之レヲ蓄電器ノ一枚ノ板及地球面ヲ第 241 圖ノ如ク他ノ板トスル、圖デ多クノ線ハ變位電流ヲ表ハスノデ 其一端ハ+他端ハ-デアアル、同方向ニアルカラ此等ノ線ハ相互ニ反撥シテ空間ニ擴ガルノデ振動ハ間隙ヲ横リテ前後ニ波立ツカラ「アンテナ」ハ其ノ上端ニ初マル所デ反對ニ荷電セラルルコトナル。此等ノ變位電流ハ「ブツツリ」ト切サレ自分自身デ地球ト連結スルガ又逆ノ方向ニ他ノ組ヲ伴フコトニナル此等ハ即チ無線電信ノ波デアアル。

諸閉蓄電器ヲ以テ表ハサレル最初ノ式ハソレ自身ノ中ニ勢力ヲ保ツカラ長イ間振動シテモ消滅セヌノデ開蓄電器或ハ「アンテナ」ヲ有スル第二ノ式ハ其勢力ハ急ニ消失スルガ良放射器デアアルカラ振動磁場ヲ空間ニ送ルノデアアル。

此變位電流ハ空間ニ終ルカラ空間ニ上方ニ擴ガルヨリモ地球ノ形ニ從ヒソオナモノデアアルガ地上ノ兩端ハ其抵抗ノ爲メ前方ニ自由ニ動キ得ル所ノ波ノ上ノ部分ヨリモ餘計阻碍セラルルト考ヘネバナラヌノデソコデ波ガ源カラ進ムニツレ前方ニ曲ガルノデアアルカラ此等ノ波ハ容

易ニ水平ノ「アンテナ」デ受信局ニ停止スルノデアアル。

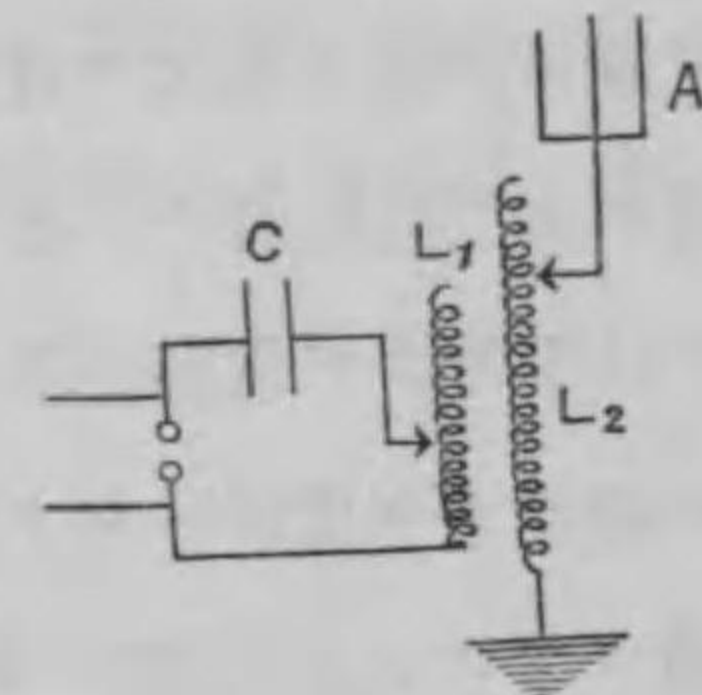
諸總テノ電流ハ磁場ヲ造ルノデアアルカラ此等ノ電波ハ磁波ヲ生ジ其磁波ハ電波ニ直角ナ平面内ニアルノデアアル第 242 圖ハ振動輪道デ出來タ電波及磁波デ、實線ハ磁力線、點線ハ電氣指力線デ此等ノ二ツガ合體シテ電磁波ヲ作ルノ



第 242 圖

デ任意ノ點ニ於ケル進行方向ハ電力並ニ磁力ヲ含ム平面ニ垂直デアアル圖ハ二ツノ波ガ右ニ進行シテ居ルノデ電力ハ垂直、磁力ハ水平デアアル。

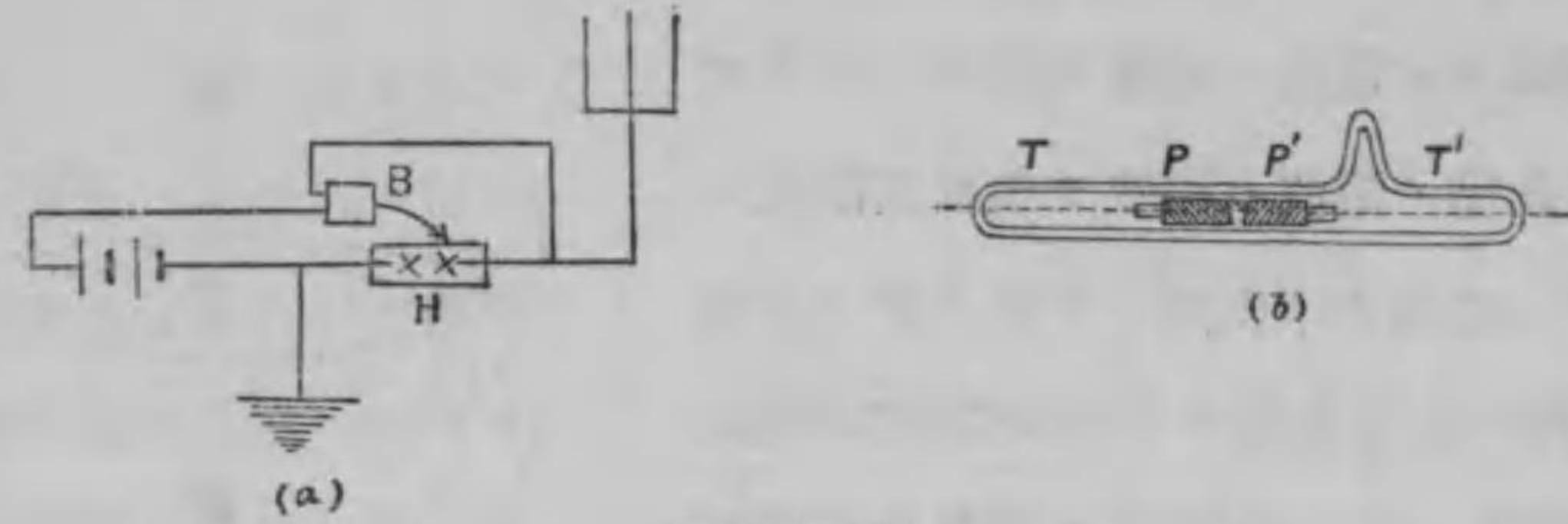
放射力ヲ改良スル爲メ實際上無線電信デハ第 243 圖ニ示セル如ク變壓機デ「アンテナ」ノ電壓ヲ上ゲルノデアアル此圖デ A ハ「アンテナ」、 $L_1$  部ハ開キ二次輪道、 $L_2$  ハ閉一次輪道デアアル次ニ發信局デモ亦感應「コイル」デ得ラレル以上ノ勢力ヲ得ル爲メ甚ダ高イ周波數ノ A.C. 發電機ガアル、檢波器ノ内デ「マルコニ」ノ「コヘラー」ト云フノハ二ツノ銀電極間ニ鐵ノ鏽粉ヲ含ム管ガアリテ又「ニツケル」



第 243 圖

及銀モ或割合デ用ヒルノデ最モ鋭敏ナモノハ Ni95, 銀粉 5 ノ割合デアアル。諸通常ハ鐵ノ鏽粉ハ電池ノ E.M.F. ニ大ナル抵抗ヲ有スルノデアアルガ、此變位電流ハ容易ニ導クカラ此變位電流デ抵抗ガ減ルコトニナル。故ニ此管ヲ電磁波ノ受信輪道ノ一部ニ入レテ置クト電池ノ電流デモ導クコトニナル。併シ輕ク叩クト又此粉ノ抵抗ハ大キクナル第 244 圖 (a) デ B ハ「コヘラー」ヲ叩クモノデ「コヘラー」ト行繋ニ電池ノ輪道ニ入り波ガ「コヘラー」ヲ通ル間ハ働クノデ電磁波ノ休ム時ハ B ガ叩イ



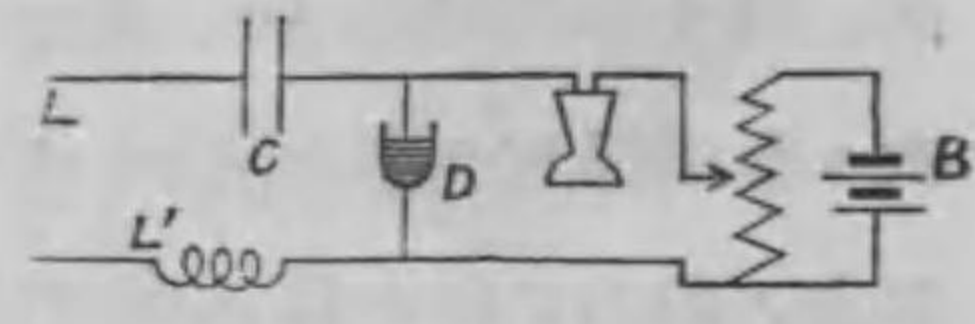


第 244 圖

テ電池ノ輪道ガ絶タレル。(b)圖ハ「コヘラー」デ TT' ハ硝子管 P, P' ハ銀ノ電極デアアル。

第 245 圖ハ電解的檢波器デ、受波輪道 LCL' ハ D ニ於ケル 20 「パーセント」ノ硝酸ノ水溶液ヲ通ル、電池、受話器モ亦平行輪道デ此電解質ヲ通シテ行繋ギニナリ其負極ハ白金板、正極ハ細イ白金線ノ先デアアル。

電池ノ電流デ出來タ氣胞ハ其流レヲ遮ルガ受波輪道カラ起ル振動デ氣胞ヲ取去ルノデ氣胞ハ波ガ零或逆ニ通ル時直チニ更新スルカラ電話器ハ電

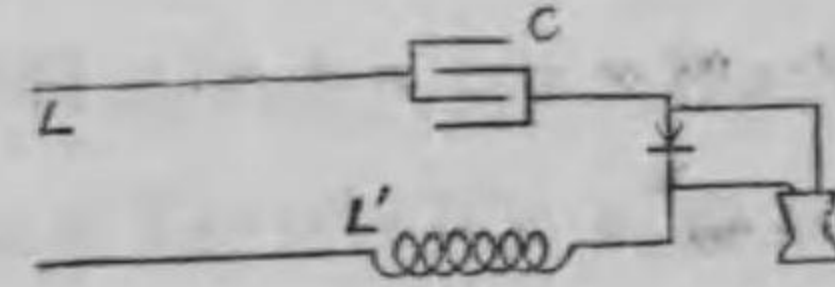


第 245 圖

池カラノ脈動電流ヲ記録スルノデアアル圖デ B ハ「ポテンチオメーター」ヲ有スル電池デアアル。

### 14. 整調檢波器

鋼ト接觸スル炭素「アルミニウム」ト接觸スル「テリウム」及他ノ組合セハ交流ヲ脈動電流ニ變ヘル性質ヲ有スルノデ此等ノ物質ノ或物ハ又振動ノ周波數ヲ減スカラ此等ハ一層容易ニ受話器ニ影響スル。此種ノ檢波器デハ全ク



第 246 圖

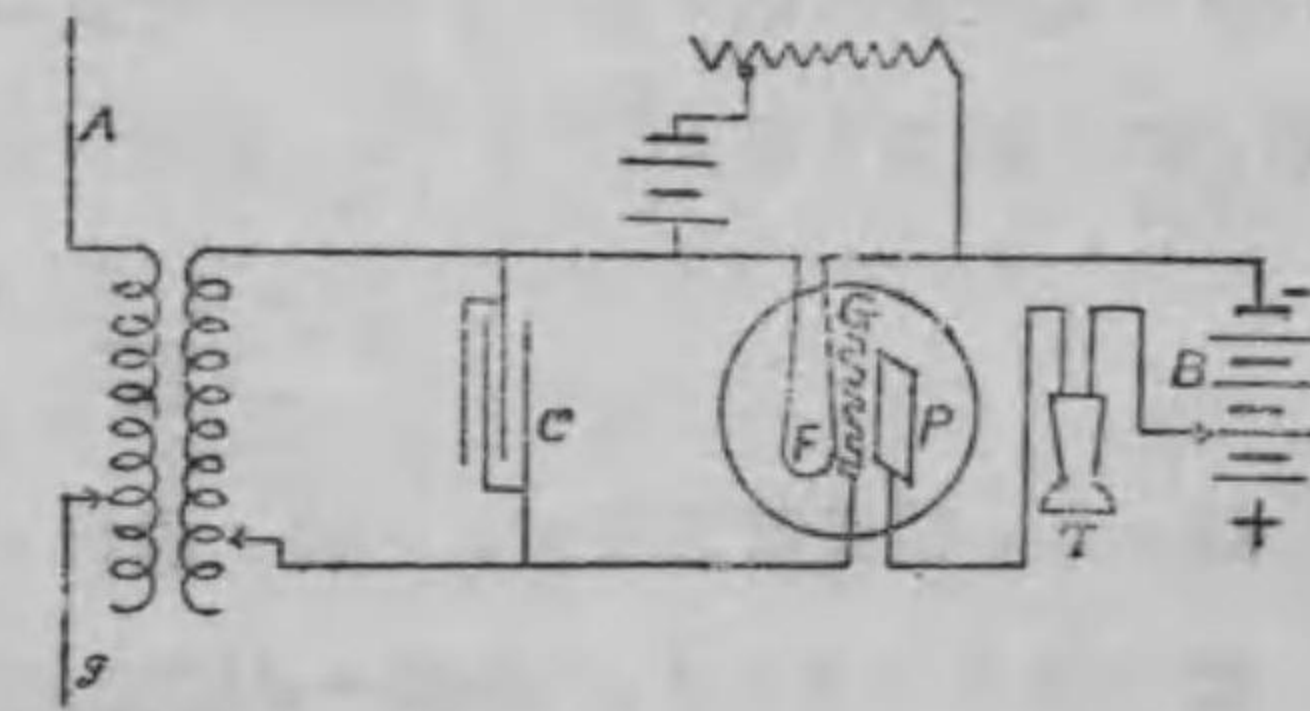
電池ヲ要セヌノデ且ツ甚ダ鋭敏デアアル此時電話器ハ第 246 圖ノ如ク檢波器ノ分路ニアルノデアアル。

### 15. 結晶檢波器

受信機トシテ電話機ヲ用ユル爲メニハ受信空中線カラノ早イ振動ヲ整流即チ一ツノ方向ニ直サネバナラス。儲電話機ハ其自己誘導數係ガ大キイ爲メ高イ周波數ノ振動ニ對シテハ「チョークコイル」トシテ働クノデアアル。今磨イタ「シリコン」「ガレナア」及「カーボランダム」ノ様ナ結晶ハ一方ノ導電度ヲ有スルノデ「カーボランダム」ノ結晶ハ一ツノ方向ニ於テ他ノ方向ノ三四千倍ノ導電度ヲ有スルノデアアルカラー列ノ電氣脈動ノ振動ヲ整調スル能力ヲ有スルノデ、ソコデ電話機ガ電波ニ反應スルノデアアル。此時結晶ハ三ツノ「ネヂ」デ眞鍮ノ凹形物ニ支ヘテアルノデ輕ク金屬ノ尖端ニ觸レテ居ル而シテ接觸線ヲ動カシテ結晶ノ上ニ感性ノ點ガ出來ル様ニスルノデアアル。

### 16. 聽音檢波器

之ハ第 247 圖ニ圓デ示シテアル眞空球デ此中ニハ、タングステン線 F 格子 G 板 P ガアル借白熱線ハ「エレクトロン」ヲ出スノデ之ハ稀薄ナ瓦斯ヲ「イオン」化スル。「エレクトロン」或ハ「イオン」ハ負ノ電氣ヲ荷フノデ之ハ容易ニ電池 B ノ陽極ニ連結シタ板 Pニ流



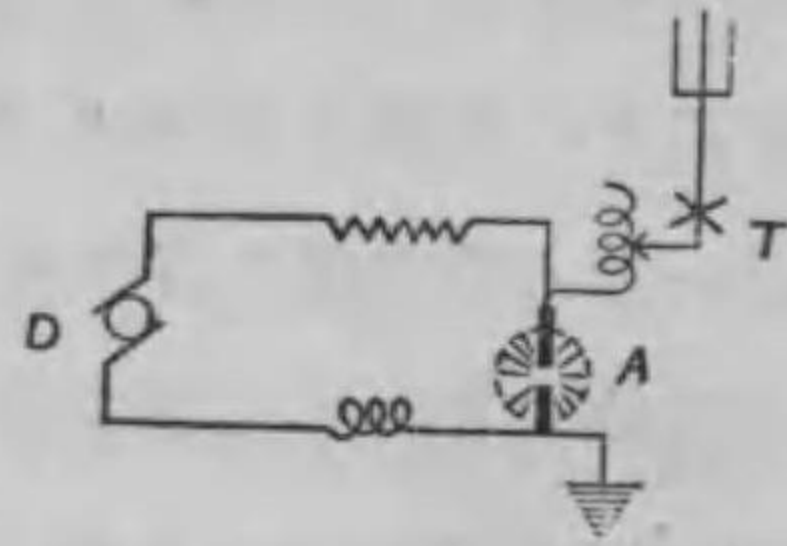
第 247 圖



レルカラ受話器 T ヲ通シテ輪道ガ完結スル此事ハ無線衝擊ニ基ク G ノ  
兩極性ガ正デアノ間ハ左様デアノガ波ノ他ノ半分中 G ハ負デ「イマン  
ヲ反撥シテ T ヲ通ル電流ヲ斷ツノデアノ。

### 17. 無線電話

第 248 圖ノ如ク電氣弧燈 A ヲ連結スルト此弧ヲ横ギル電壓ガ絶エズ  
變化スルカラ「アンテナ」輪道中ニ振動ガ  
起ルノデ「チョークコイル」ハ此等ノ振動  
ガ發電機輪道デ失ハレルノヲ防グ様ナ働  
ヲスル、ソコデ「アンテナ」ニ送話器 T ヲ  
裝置スルト合成電氣的放射デ聲ノ振動ヲ  
200 乃至 300 哩迄傳送スルコトガ出來ル  
圖デ D ハ直流發電機デアノ前ニ述ベタ聽音器ハ又無線電話ニ用ヒルコ  
トガ出來ル。



第 248 圖

### 18. 光ノ電磁說

「マックスウエル」ノ說ハ要スルニ光波ガ總テノ點ニ於テ甚タ高イ周  
波數ノ電磁波ニ似テ居ルト云フノデ氏ハ理論上其進行ノ速度ノ公式ヲ  
求メ次ノ結果ヲ得タ。

$$v = \frac{1}{\sqrt{k\mu}}$$

茲ニ k ハ電媒體定數デ μ ハ波ノ進行スル媒體ノ透過率デアノ。

併「マックスウエル」ノ此考ヘガ實現シタノハ其後「ヘルツ」ノ電波ノ發  
見ニヨルノデ此實驗ニヨレバ電波ノ速度ハ全ク光波ノソレニ等シイノ

デ電波ニモ反射、屈折、偏リ、二重屈折等ヲナシ兩方ノ波ハ全ク同ジ法則  
ニ從フノデアノ。併シ此等ノ實驗ノ方法ハ之ヲ略スルノデアノ。

前ニ靜電氣單位ト電磁氣單位トノ二ツヲ述ベタガ此二單位ノ比ハ速  
度ノ性質ヲ有スル量デ之レガ略ボ光ノ速度トナルノデアノ次ニ此事ヲ  
證明スル。

前ニ二ツノ帶電體ノ間ノ力ヲ  $F = \frac{QQ'}{Kr^2}$  トシタガ若シ電氣量ガ等シ  
イナラバ  $Q = \sqrt{KF r^2}$  トナル。併シ前ニ「デイメンション」ノ所デ M ヲ  
質量、L ヲ長さ、T ヲ時間トスレバ  $F = MLT^{-2}$  ナルコトヲ云フタ故ニ  
r ハ長さデアノカラ

$$Q = \sqrt{KML^3T^{-2}} = K^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{3}{2}}T^{-1}$$

電磁氣單位デハ極ノ強サハ Q ト同ジテ、K ヲ μ トスレバヨイ。磁場  
ノ強サハ磁場ガ單位極ニ及ボスカデアノカラ力ヲ極ノ強サデ割レバヨ  
イ。

$$\therefore H = \frac{MLT^{-1}}{\mu^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{3}{2}}T^{-1}} = \mu^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{-\frac{1}{2}}T^{-1}$$

次ニ電流ノ作ル磁場ノ強サハ「ビオサバール」ノ法則デ  $H = \frac{i \sin \theta ds}{r^2}$   
デアノカラ  $H = \frac{i}{r}$  トナルノデ  $i = Hr$  トナル。

$$\therefore i = \mu^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{2}}T^{-1}$$

$$\text{電氣ノ量} = \text{電流} \times \text{時間} = \mu^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{2}}$$

故ニ靜電氣單位ノ電磁氣單位ニ對スル比ハ

$$\frac{e.s.u.}{e.m.u.} = \frac{K^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{3}{2}}T^{-1}}{\mu^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{2}}} = K^{\frac{1}{2}}\mu^{\frac{1}{2}}LT^{-1} \dots \dots \dots (1)$$

茲デ  $LT^{-1}$  = 單位時間ノ距離即チ速度デアノ。

此比ハ常ニ一系ノ單位ヲ他系ノソレニ變ヘル時ニ存スルノデ、之レ



ガ前ニ述ベタ「マックスウェル」ノ公式ノ根元トナルノデアル、(1)ノ左邊ハ「ディメンション」ヲ持タヌカラ

$$\frac{1}{\sqrt{\mu K}} = LT^{-1}$$

故ニ光ノ電磁波説カラ考フルト  $\frac{1}{\sqrt{\mu K}}$  ハ「エーサー」波ノ進行スル速度トナルノデアル。

電氣單位ノ表

單位	實用單位ノ名稱	實用單位ノ値	
		C.G.S.(e.m.u.)	C.G.S.(e.s.u.)
電流	アンペア	10 <sup>-1</sup>	3.10 <sup>9</sup>
電氣量	クーロム	10 <sup>-1</sup>	3.10 <sup>9</sup>
起電力	ボルト	10 <sup>8</sup>	1/(3 × 10 <sup>9</sup> )
抵抗	オーム	10 <sup>9</sup>	1/(9 × 10 <sup>11</sup> )
電氣容量	ファラード	10 <sup>-9</sup>	9.10 <sup>11</sup>
誘導係數	ヘンリー	10 <sup>9</sup>	1/(9 × 10 <sup>11</sup> )

電氣單位ノ「ディメンション」ノ表

名稱	記號	靜電氣	電磁氣
電氣量	Q	L <sup>3/2</sup> T <sup>-1</sup> M <sup>1/2</sup> K <sup>1/2</sup>	L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> μ <sup>-1/2</sup>
磁氣量	m	L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> K <sup>-1/2</sup>	L <sup>3/2</sup> T <sup>-1</sup> M <sup>1/2</sup> μ <sup>1/2</sup>
磁場	H	L <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> M <sup>1/2</sup> K <sup>1/2</sup>	L <sup>-1/2</sup> T <sup>-1</sup> M <sup>1/2</sup> μ <sup>-1/2</sup>
電流	I	L <sup>3/2</sup> T <sup>-2</sup> M <sup>1/2</sup> K <sup>1/2</sup>	L <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> M <sup>1/2</sup> μ <sup>-1/2</sup>
電位或起電力	V或E	L <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> M <sup>1/2</sup> K <sup>-1/2</sup>	L <sup>3/2</sup> T <sup>-2</sup> M <sup>1/2</sup> μ <sup>1/2</sup>

### 19. 眞空管現象

純粹ナ乾燥空氣ハ殆ンド完全ナ絶縁體デ完全ナ眞空モ亦甚ダ高イ電壓デモ電流ヲ通サヌガ、此等ノ兩極端ノ範圍内デハ荷電セル極ノ間デハ電氣ガ容易ニ通ルノデ少クトモ六ツノ異ナル眞空ノ程度デ放電ノ外觀及效果ガ異ナルノデアル併シ此所デハ「ガイスレル管」及クルークス

管ノ二現象ノミヲ述ベル。

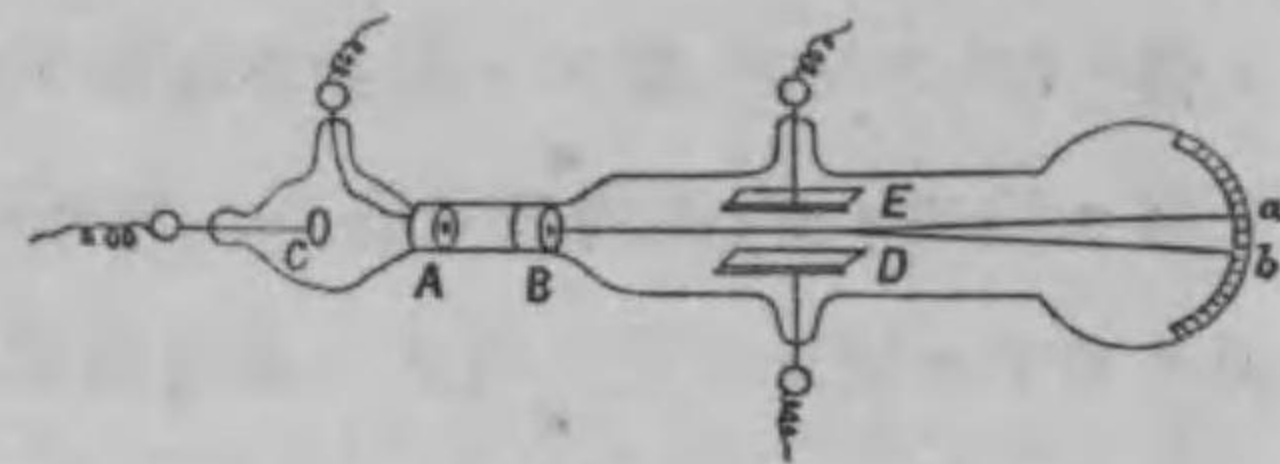
倍「ガイスレル」管デハ壓ハ水銀柱デ1或ハ2耗デ管内ノ光ハ輝キ管ノ形ニ從フノデ、其内部ハ筋アル光デ充タサレテ居リ、其筋ハ絶エズ動クノデアル併シ此管ノ近クニ磁場及電場ガアリテモ全ク影響ガナイ電極ノ内「アノード」ハ星ノ如キ外觀ヲ有シ「カソード」ノ周リニハ紫色ノ光ガアル。併シ光ノ色ハ此管内ノ瓦斯ノ性質ニ由ルノデ窒素ハ紅色ニ酸化炭素ハ灰色デアル。

次ニ「クルークス」管デハ眞空ハ一耗ノ何十分ノ一或以下デ「カソード」ノ次ニ暗イ所ガアリ之ト「アノード」ノ間ハ若干ノ中絶ガアリテ「アノード」ノ所ハ弱イ眞珠様ノ光リデアル。甚ダ高度ノ眞空管デハ殆ンド見エナイ。硝子自身モ螢光ヲ現ハスカラ其成分ニ從ヒ「カソード」カラ出ル光ニ晒サレタ所デ輝イタ綠、青或董色ヲ發スル此時ハ光ハ直行シテ管ノ形ニ從ハヌガ前ト異ナリ電場ヲ磁場デ曲ガルノデアル。

今述ベタ陰極線ハ1859年「ブルツカー」ノ發見シタノデ此等ノ光線ガ物質上ノ質點カラナルト云フコトハ管内デ其通路ニ雲母ノ翼ヲ有スル輕イ平衡輪ヲ置クト之ヲ動かス事デ分ル。勿論電氣的ニ絶縁セネバナラヌ尙ホ陰極カラ出ル物質ノ固體沈澱ガ暫クスルト螢光ヲ發スル硝子上ノ部分ニ集マルノデアル。「ペラン」ハ象限電位計ヲ特種ノ形ノ管ト結ビ此等ノ質點ハ負ノ電氣ヲ有スルコトヲ證明シタ。尙ホ電場及磁場ニ由ル「フレ」デモ其電氣ガ負デアルコトガ分ル。此等ノ質點ニ電子ト云フ名ヲ付ケタ茲ニ一言スルガ「イオン」ト電子トノ今ノ觀念ハ電子ハ電氣ヲ帶ブル細イ粒デ「イオン」ハ電子ニ物質ヲ加ヘタモノデアル故ニ電氣分解ノ「イオン」ノ如キハ物質ガ電子ノ周リニ附イタモノト考ヘレバヨイ。



「トムソン」ハ此等ノ質點ノ速度ト質點ノ質量ト之ガ荷フ電氣量トノ關ノ關係ヲ求メタ第 249 圖ハ非常ニ高度ノ真空ノ陰極線管デ C ハ陰



第 249 圖

極, A ハ陽極, B ハ厚イ金屬栓デ, A, B = ハ同一直線上ニ直徑約 1 耗位ノ孔ガ穿チテアルカラ甚ダ狭イ光線ガ此管ノ中央ヲ通り螢光板上ニ落チルコトニナルカラ細イ輝イタ點ガ出來ル. D, E ハ二ツノ平行板デ電池ノ極ニ結ブコトガ出來ル. 今 V ヲ毎秒種ニ示ス質點ノ速度, m ヲ質量, e ヲ電氣單位デ測リタ質點ノ荷フ電氣トスル. 倍此管ヲ強イ電磁石ノ兩極間ニ置クト, 強サ H ノ磁場ガ陰極線ニ直角ニ働クカラ衝立ノ上ノ點ハ指力線ニ直角ナ方向デ a カラ b 迄動クコトニナルノデ此陰極線分子ハ丁度拋射體ガ重力ニ働カレテ曲線ヲ畫ク様ナ具合ニ曲線ヲ通ル. 今此通路ノ曲率半球ヲ r トスレバ此曲率半徑ニ沿フテ働ク曲ゲル力ハ磁場, 質點ノ荷電量, 及其速度ニ比例スルノデアアルカラ此力ハ HeV トナル併シ此力ハ此質點ノ遠心力  $\frac{mV^2}{r}$  ニ等シクナケレバナラヌ故ニ次ノ關係ガ得ラレル

$$HeV = \frac{mV^2}{r} \quad \therefore Hr = \frac{mV}{e} \dots \dots \dots (1)$$

茲デ H ハ測定セラレ, r ハ ab 及此裝置ノ寸法カラ分ルカラ  $\frac{mV}{e}$  ヲ知リ得ルノデアアル.

次ニ D, E ナル板ノ間ニ電位ノ差ガアルト假定スレバ, 電氣力ガ陰極線ニ働クノデ若シ之ヲ右ノ方向ニ加ヘタトスレバ磁氣ノ「フレ」ニ反對ノ方向ニ陰極線ヲ曲ゲントスルノデアアル. 今磁力及電氣力ヲ調整シテ

此質點ニ及ボス效果ガ互ニ釣合フ様ニシタナラバ螢光板上ノ點ハ全ク力ノ働カヌ時ト同一ノ位置ニ戻ルノデ此條件ヲ充タストキノ電場ヲ X トセバ, 此質點ニ働ク力ハ Xe デアルカラ若シ電氣及磁氣力ガ互ニ釣合フナラバ

$$Xe = HeV \quad \therefore V = \frac{X}{H} \dots \dots \dots (2)$$

茲デ X 及 H ハ共ニ測定シ得ルカラ V ヲ定メ得ルノデ V ガ分レバ  $\frac{e}{m}$  ノ値ガ (1) カラ分ル.

此方法デ「トムソン」ハ V ヲ求メ毎秒  $2.8 \times 10^9$  ヲ得タ之ハ約光ノ速度ノ  $\frac{1}{10}$  ニ當ルノデアアル併シ此値ハ一定デナイノデ管ノ電位ト共ニ變ハル, 氏ノ最後ノ測定デハ  $\frac{e}{m}$  ハ  $1.7 \times 10^7$  デ, 管内ノ瓦斯ノ性質ニ無關係ナコトヲ發見シタ. 倍電氣分解デ知レタ  $\frac{e}{m}$  ノ最大値ハ水素「イオン」ノ時デ約  $10^4$  デアル, ソコデ陰極線分子ノ  $\frac{e}{m}$  ノ値ハ水素「イオン」ノソレノ約 1700 倍デアアル尙ホ他ノ計算デ陰極線分子ノ荷フ電氣 e ハ水素「イオン」ノソレト同一ナルコトヲ知り得タノデアアルカラ陰極線分子ノ質量ハ水素「イオン」即チ原子ノ質量ノ約  $\frac{1}{1700}$  デナクレバナラヌ. 此陰極線分子ハ是迄知レタ内デ最小ノ質量ヲ有スルモノデ之ヲ電子ト稱スルノデアアル.

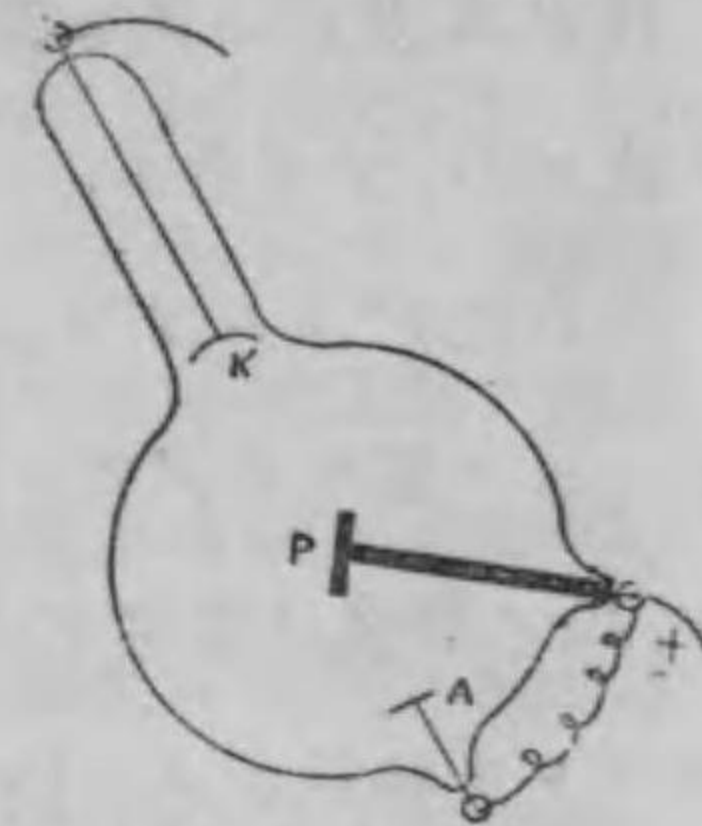
次ニ「レナード」ハ真空管内ニ「アルミニウム」箔ノ窓ヲ入レ陰極線ガ此金屬ヲ透過スルコトヲ示シ且ツ管外ニモ存スルコトヲ明ニシタ

「カナル」線ト云フノハ陽極ノ近クカラ出ル分子ノ流レデ前ノ陰極線ト反對ノ方向ニ運動シ又磁場ニ由ル「フレ」カラ此線ハ正ニ荷電セラレタルコトガ分ル.

1895 年ニ「レントゲン」ノ發見シタ X 線ハ陰極線ト異ナリ物質ノ流レ



デナク眼ニ視エヌノ振動ノ一種デア。X線ハ強イ陰極線ノ砲撃デ  
 固體殊ニ白金デ發出サセルコトヲ得ルノデ之ハ物質ノ密度ニ反比例シ  
 テ物體ヲ透過スルノデア。故ニ醫學ノ方面ニ甚ダ重要デア。此線ノ存  
 在ハ平面板ノ上ニ「カルシウムタンダステート」カ「シアンカ白金バリユ  
 ム」ノ結晶ヲ塗リタモノノ上ニ落シテ眼ニ見ルコトガ出來ル。此等ノ物  
 質ハX線ノ影響デ螢光ヲ發シ暗黒ナ所デ光ル  
 カラ見エル。ソコデ中間ニ物質ヲ置イテモ其  
 線ヲ遮ギル程度ニ應ジテス様ナ衝立ノ上ニ半  
 陰影又ハ本陰影ヲ生ズル。第250圖ハ普通用ユ  
 ルX線管ノ形デPハ此線ノ白金ノ源デア。X  
 線ハ又瓦斯ヲ「イオン」化スルノデ即チ電解質  
 ガ「イオン」ノ移住デ導體ニナル様ナ具合ニX  
 線ハ多少瓦斯ヲ導體ニナスノデア。燦々熱  
 シタ金屬モ瓦斯ヲ「イオン」化スルノデ此瓦斯ノ「イオン」化作用ハ全ク新  
 世ノ物理學ノ進歩シタ原理デア。



第 250 圖

## 20. ラジウム

1896年ニ「ベックエレル」ハ「ウラニウム」化合物ガ寫眞板ニ影響ス  
 ル線ヲ發スルコトヲ發見シタ之ハ他ノ方面デモ其活動力ガX線ニ似テ  
 居ル。又「キュリー」ハ「ピッチブレンド」内ニ「ウラニウム」ト共ニ存ス  
 ル二ツノ他ノ物質モ一層大ナル程度デス様ナ線ヲ出スコトヲ發見シタ  
 此等ノ新物質ハ「ポリウム」及「ラジウム」デア。純粹ナ「ラジウム」デハナ  
 イガ臭化「ラジウム」ト云フノハ多ク實驗ニ用ヒラレル。「ラジウム」ハ空  
 氣ヲ「イオン」化スルノデ電氣ヲ有スルモノノ近クニ之ヲ近ケルト電氣

ハ直チニニゲル。又生理作用デハ「ラジウム」ノ鹽類ヲ皮膚ニ觸ルルト  
 焮傷ヲ起シ、「ラジウム」ノ光ハ微菌ヲ殺シ其鹽類ヲ注射スレバ胃癌ヲ癒  
 スルト云フコトデ近年其應用ノ益々多々ナラントスル傾向デア。又之ハ常ニ發熱スルノデ近クノモノヨリ3°C位高イ其熱量ヲ計ルト「ラ  
 ジウム」1瓦カラ一時間ニ100瓦「カロリー」ヲ出スノデ、1匁ノモノガ一  
 年間ニ出ス熱デ8貫760匁ノ水ヲ0°Cカラ100°Cニ熱スルコトガ出來  
 ル。又「ヘリウム」ハ「ラジウム」ヨリ發散スルα線ガ再ビ集マリテ安定ノ  
 状態トナリタルモノト見ルコトガ出來ル。

次ニ放射能トハ「ウラニウム」及之ト同様ナ性質ヲ有スル總テ他ノ物  
 質ヲ云フノデ之ハ全ク「ウラニウム」ノ總テノ化合物ノ特質デ其輻射ノ  
 強サハ此中ニアル「ウラニウム」ノ量ニ由ルノデア。

倍「ラジウム」ハ三種ノ放射線ヲ出スノデ此等ハ強イ磁場デ互ニ分離  
 スルコトガ出來ル。即チ鉛ノ塊ニ小サイ孔ヲ上向ニ穿チ其底ニ「ラジ  
 ユム」ヲ入レ鉛直ノ方向ニ極ク僅カノ線ヲ出シ得ル様ニ裝置シ之ニ強  
 イ磁場ヲ與ヘテ指力線ヲ作ルトα、β、γ線ト稱スル三種ノ放射線ヲ分  
 ケルコトガ出來ル。此時α線ハ少シ左ニフレ、β線ハ強ク右ニフレ、γ  
 線ハ少シモ影響ヲ受ケナイ。斯様ニα、β線ガ反對ノ方向ニ「フレ」ヲ受  
 ケルト云フコトハ此等ガ荷電セル質點デア。ト云フコト丈ケデナク、  
 反對ノ符號ノ電氣ヲ有スルコト迄モ分ルノデ前者ハ正、後者ハ負ノ電  
 氣ヲ有スルノデア。

此正電氣ヲ有スルα質點ハ光ノ速サノ約 $\frac{1}{15}$ 位ノ平均速度デ發スル  
 ノデ、其透過能ハ最小デ普通ノ紙一枚位デ吸收サレル併シ瓦斯ヲ「イ  
 オン」化スル力ハ最大デ、寫眞的効力ハ小デ、磁場及電場ノ效果モ僅デア。次ニ負電氣ヲ有スルβ質點ハ其透過能ハ最大デ其性質ガ陰極線ト似テ



居ル、其平均速度ハ光ノ速度ノ  $\frac{1}{10}$  カラ  $\frac{1}{2}$  迄ノ間デアアル。併シ瓦斯ヲイオン化スル力ハ小デ、寫眞的效果ハ最大デ、又磁場及電場ノ效果モ大デアアル。最後ニ  $\gamma$  線ハ其透過能ハ甚ダ大デ光ノ速度デ進行シ別ニ荷電ノ形跡ハ認メヌガ、其性質ハ X 線ト似テ居ル、此後者ノ普通ノ光ト異ナル點ハ其波長ガ紫外線ノ約  $\frac{1}{1000}$  位デアアルト云フコトデアアル。又  $\gamma$  線ハ瓦斯ヲ「イオン」化スル力ハ最小デ、寫眞的效果ハ甚ダ小デアアル。

倍「ウラニウム」ハ是迄知レタ元素ノ内デ其原子量ノ最大ナモノデ、常ニ他ノ放射能元素ト結合シテ居ル所カラ、他ノ放射能元素ハ「ウラニウム」元素ノ分壞即チ原子量ヲ減ジテ導クコトガ出來ルト考ヘ得ルノデ、「ウラニウム」ハ「イオニウム」ノ母體、「イオニウム」ハ「ラジウム」ノ母體デアアルカラ結局「ラジウム」ハ分壞成生物ニ外ナラヌノデアアル。尙ホ「ラヂウム」原子ハ  $\alpha$  質點ヲ逐出スト共ニ分壞スルノデ  $\alpha$  質點ハ其正ノ荷電ヲ失フタ後「ヘリウム」原子トナル。斯クシテ一ツノ有名ナ元素ガ放射能物質ノ變形中ニ生ジタ。如何ナル源カラ得ラレル  $\alpha$  質點デモ皆正電氣ヲ有スル「ヘリウム」原子カラナルノデアアル。又「ウラニウム」礦物ノ研究カラ導イタ證明ニ由ルト、多分「ウラニウム」ノ最後ノ分壞成生物ハ鉛デアロウト云フコトデアアル。勿論他ノ放射能物質ノ最後ノ成生物ニ關シテハ多ク不確實ノ點ガアルガ、原子ヲ逐出スト  $\alpha, \beta, \gamma$  質點ヲ失フコトニナルノデ遂ニハ其自由勢力ヲ消耗シ盡シテ最後ノ成生物ノニ殘ルノデアアル。

## 21. 放射能體ヨリノ「エマネーション」

「ソリウム」カラ出ス輻射ノ不規則ノ試験デ「ラザーホルド」ハ「ソリウム」常ニ物質的ノ「エマネーション」ヲ出スコトヲ發見シタ。此「エマ

ネーション」ハ放射能的瓦斯ノ性質ヲ有スルノデアアル。「ラジウム」モ亦此「ソリウム」「エマネーション」ト同様な性質ノ「エマネーション」ヲ出スガ、「ウラニウム」ト「ポロニウム」トハ全ク「エマネーション」ヲ出サヌノデアアル。倍此「エマネーション」ハ瓦斯及氣孔性ノ物體ヲ滲透スルノデ  $-150^{\circ}\text{C}$ . 位デ液體空氣中ニ浸シタ管ノ中ニ凝結スルノデアアル。之ハ氣流デ運ビ去ラレルノデ、瓦斯ヲ「イオン」化シ又寫眞板ニ働クノデ、溶液ヲ通シテ泡立タセ或ハ木綿ヲ通シテ出シテモ其「イオン」化能ヲ失ハヌノデアアル。

「エマネーション」ノ活動力ハ急ニ消失スルノデ、「ソリウム」カラノソレハ約1分間デ其活動力ノ半分ヲ失ヒ、之ニ相當スル「ラヂウム」「エマネーション」ノ週期ハ約3.7日位デアアル。今「ラヂウム」或「ソリウム」カラ出ル「エマネーション」ガ固體ノ上ニ當ルト其表面ハ放射能物質ノ甚ダ薄イ沈澱デ蔽ハレルノデ、之ハ眼ニ視ヌガ或ル酸デ分解シ去ルコトガ出來ルノデ溶液ガ蒸發シタ後デ活動物質ガ殘物トナルノデアアル。之ハ寫眞板ニ影響スル輻射ヲ出シ、瓦斯ヲイオン化スルノデ此刺戟サレタ活動力ハ丁度「エマネーション」自身ノ活動力ノ衰弱スルト同様ニ徐々ニ消失スルノデアアル。

## 22. 放射能的變化ノ源因

放射能ノ現象ヲ説明スル學說ニ由レバ放射能物質ハ徐々ニ且ツ自動的ニ原子量ノ變化即チ分壞ヲ受ケツツアルト云フコトデ、此分壞的ノ學說ニヨレバ其標本的ノ例トシテ「ラヂウム」原子ハ稍不安定ノ鈞合デ早く廻轉スル正及負ノ電氣ヲ有スル質點系カラナル複雜ナ構造ヲ有スルノデ、此不安定ノ爲メ  $\alpha$  質點ノ一ツガ大ナル速度デ急ニ飛ビ出スト



殘餘ノ構造ハ此「エマネーション」ノ一ツノ原子ヲ造ルノデ之ハ又不安定デアラカラ他ノ $\alpha$ 質點ヲ出シ、此方法デ連續的ノ變化ガ續クノデアル。倍放射能體ガ絶エズ出ス勢力ノ源ハ此學說デハ斯様ナ内部ノ原子的變化ニ基クト云フノデ、「ラジウム」原子ハ一方デ熱ヤ活動線ノ形デ勢力ヲ放射スルト同時ニ他方デハ位置ノ勢力ヲ失フノデアル。此假設デ總テノ物質ハ皆同様ナ分壞的變化ヲナスノデアラガ放射能物體ノ外其變化ヲ視ルコトハ出來ヌト考ヘ得ルノデ、之ハ逐ヒ出シタ質點ガ瓦斯ヲ「イオン」化シ或ハ寫真作用ヲ生ズル程充分ナ勢力ヲ有セヌカラデアルト云フコトデアル。

## 下 卷 增 補

### 第 四 部 光 學 增 補

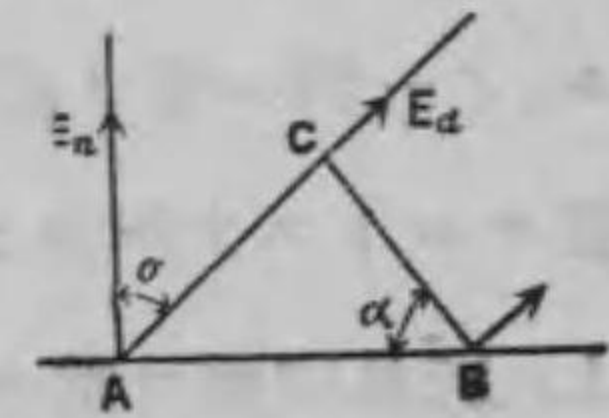
第四部第二章 3 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

#### [1] 「ジョーリー」ノ擴散光度計

此光度計ハ二個ノ矩形断面ノ「バラフィン」塊ノ間ニ一枚ノ錫箔ヲ入レタモノデ此時「バラフィン」ハ半透明ノ物質デアラカラ其全體ヲ通シテ光ヲ散ラスノデアル。若シ此光度計ヲ二ツノ光源ヲ結ブ直線ニ直角ニシテ二光源ノ間ニ置クト各塊ハ只一ツノ光源ノミニ照ラサレルカラ若シ照度ガ兩側デ同ジデアラナラバ、二塊ノ境ノ線ハ消エル。之ニ反シテ若シ同ジデナイナラバ境ノ線ハ明ニ見エル。即チ比較的僅カノ光ヲ受クル塊ハ其全部ヲ通ジテ他ヨリ暗ク見エル。

#### [2] 「ラムベルト」ノ法則

平坦ナ焰或金屬ノ白熱板ハ其表面ニ垂直或ハ斜ニ視テモ等シク輝イテ見エル。第 251 圖デ全表面 BC ノ單位面積ニ每秒落チル勢力ノ強サハ、此表面ノ法線ト、角  $\alpha$  ヲナセル AB カラ每秒發散スル全體ノ勢力ヲ BC デ除シタルモノ即チ  $E_a$  ヲ其方向ニ於ケル每單位面積ノ AB ノ發散率トスレバ  $E = E_a AB/BC$ 。又法線發散率ヲ  $E_n$  トセバ觀測ニヨリ  $E = E_n$ 。



第 251 圖

$$\therefore E_n = E = E_a AB/BC \text{ 或 } E_a = E_n \cos \alpha$$

之ガ「ラムベルト」ノ法則デアル。此原理ニ一致シテ白熱球ヲ遠方カラ



見ルト恰モ一様ニ照ラサレタ圓板ノ様ニ見エル。此法則ハ吸收能アル大氣ヲ取圍マレタ表面ニハ適用セヌ此場合ニハ勿論法線ノ方向ヨリ斜ノ方向ノ方ガ全體ノ吸收ガ大ナルノデアル。例ヘバ吸收能アル大氣ヲ取圍マレタ所ノ太陽ハ其中心ヨリモ線ノ方ガ暗ク見エル。

同様ニ若シ  $I_n$  ヲ衝立ニ垂直ニ落ナル光ノ強サトセバ、光ガ角  $i$  ニテ入射セル時ノ照度ハ次ノ如クナル。

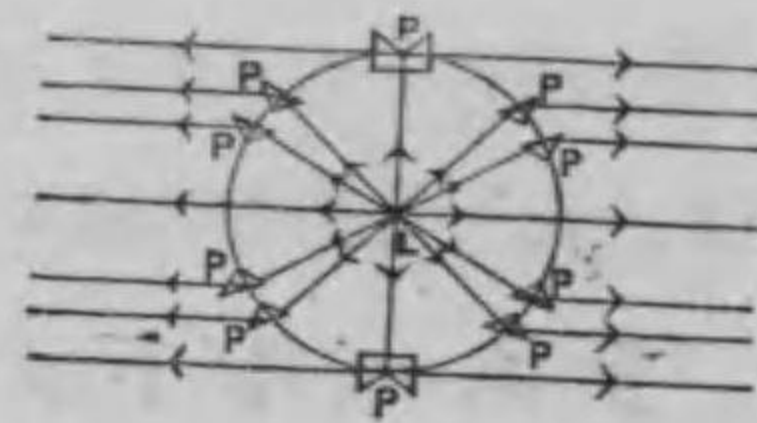
$$I_i = I_n \cos i.$$

第四部第三章 13 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

### (3) 燈臺用反射鏡

燈臺用反射鏡ハ全反射ノ應用デ瓦斯燈又ハ電燈ノ如キ光源ヲ第 252 圖ノ如ク其中心  $L$  ニ置ク。

同圖下ノ如キ圓形ノ直角「プリズム」ハ第 252 圖ノ如ク光源ノ周リニ置カルルノデ結局閉ヂタ球ヲ作リテ居ル、圖ノ如ク「プリズム」ハ遠ク離シテ置カズ互ニ接近シテ居ルカ此等ノ間カラ光ハ漏レナイ。先ヅ中心カラ來ル光ハ直角「プリズム」ノ一脚ニ當リ硝子ニ入り然ル後臨界角ヨリモ大ナル角度デ斜邊ニ當ルコトニナルカラ、全反射ガ起リ總テノ光線ハ平行ニ出ル、之デ頂上、底及側面ニ當ル全部ノ光線ガ利用サレル。

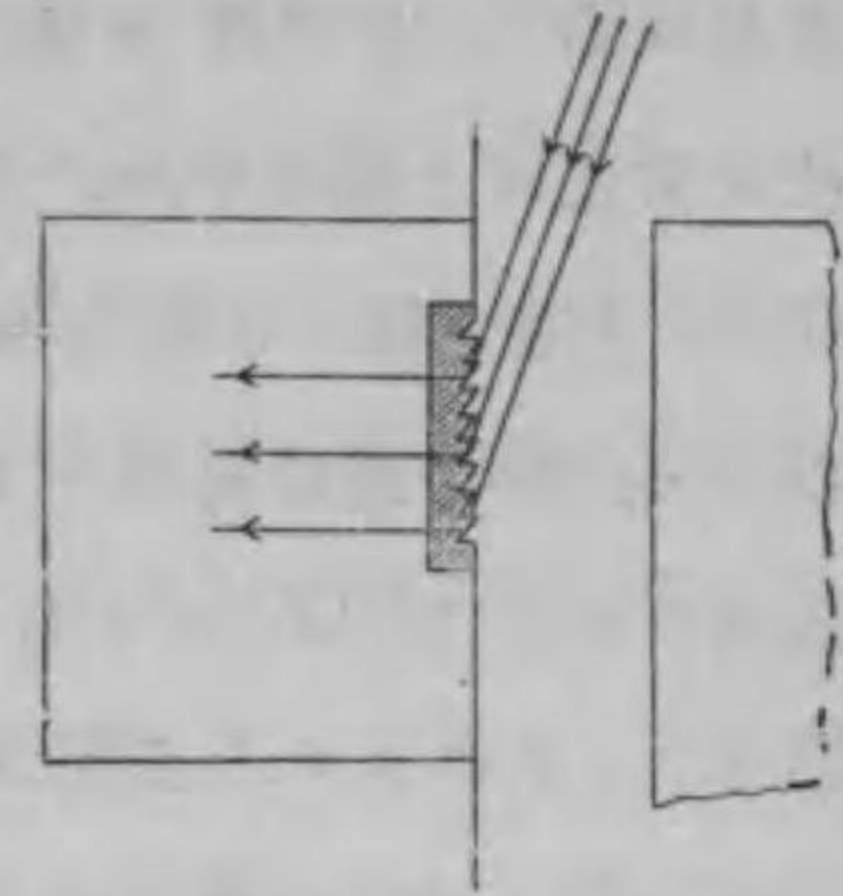


第 252 圖

### (4) 「プリズム」窓硝子

普通ノ窓硝子デハ他ノ建築物殊ニ大都市デハ高層家屋ガ多イカラ室中ニ日光ヲ入レルコトハ不可能ノコトガ多イ、而シ「プリズム」窓硝子

デ之レヲ防グコトガ出來ル。圖ノ如ク殆ンド真直ニ下ニ來ル光線ハ此「プリズム」硝子ニ當リテ室ニ全反射ヲスル。



第 253 圖

第四部第四章 5 節ノ次ニ次節ヲ増補ス。

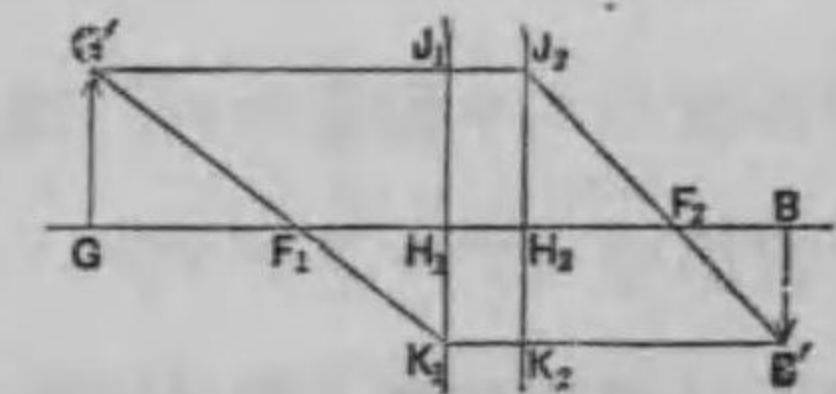
### (5) 主点及主平面

「レンズ」ノ厚サヲ考ヘニ入レルト「レンズ」ノ作用ノ計算ニ關スル問題ガ複雑ニナルカラ之ニ關シテ詳ク立チ入ラスガ、茲ニ簡單ニ主平面ト主點ト云フ概念ヲ示サン。

倍「レンズ」ノ作用ハ、二ツノ焦點  $F_1, F_2$  ト、二ツノ主點  $H_1, H_2$  トノ都合四ツガ發見サレルト説明ガ出來ルノデ第 254 圖デ長サ  $F_1H_1$ 、及  $F_2H_2$  ヲ相當焦點距離ト云フ。此等ハ「レンズ」ノ兩側ガ同シ媒質デ限ラレテ居レバ互ニ等シイ。今「レンズ」ノ前ノ場所ヲ場所 I、「レンズ」ノ後ノ場所ヲ場所 II トスルナラバ次ノ規則ガ適用スル。此規則デ又主點、各自ノ主平面モ次ノ如ク定義サルル。

主點  $H_1$  ノ方ヘ向フ所ノ場所 I ノ各光線ハ之ガ恰モ主點  $H_2$  カリ來タカノ如ク平行ノ方向ニ場所 II ニ進行スル。

主點  $H_1$  及  $H_2$  ニ於テ軸ニ垂直ニ立テタ平面、所謂主平面ハ互ニ共軛デ此等ハ實物及像ニ一致スルノデ此等ノ平面内デハ實物ト像ノ大サハ等シイ、故ニ主平面内ニアル二ツノ共軛點  $J_1$  及  $J_2$  ヲ結ブ直線ハ軸ニ平行デアル。



第 254 圖

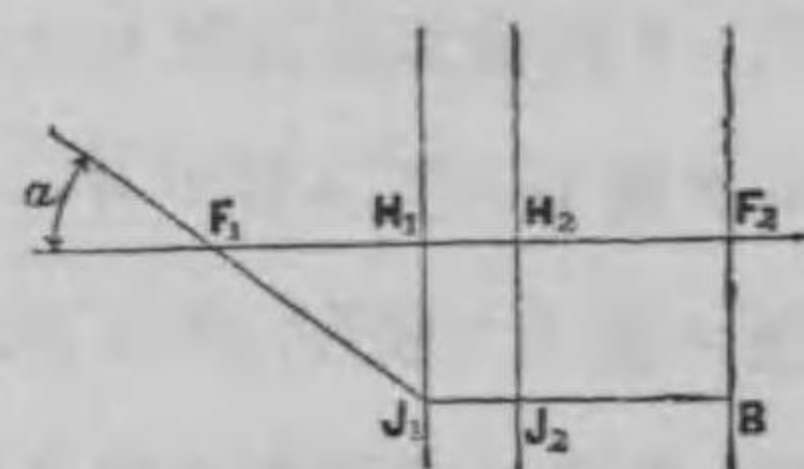


直線 GG' の像 BB' を求ムル作圖ハ、焦點ト主平面トノ助ケヲ借リテ次ノ方法ニテ導カレル。

G' カラ出テ軸ニ平行ナ一ノ光線ハ第一ノ主平面ニ點 J<sub>1</sub> ニアタル。直線 G'J<sub>1</sub> ヲ J<sub>2</sub> 迄延長スルト、場所 II ニ於テ J<sub>2</sub> ヲ含ム光線ハ焦點 F<sub>2</sub> ヲ通過スル。又 G' カラ出テ焦點 F<sub>1</sub> ヲ通過スル光線ハ、第一主平面ニ點 K<sub>1</sub> ニアタル。此點ハ點 K<sub>2</sub> ノ第二主平面ニ相當スル、場所 II ニ光線 G'K<sub>1</sub> ガ進行スルト其道ハ軸ニ平行デ點 K<sub>2</sub> ヲ含マネバナラヌ。此方法デ點 G' ノ像トシテ點 B' ガ得ラレル。

倍無限ニ遠イ物體ヲ取扱フトキハ、今述ベタ作圖ハ役ニ立タヌ、而シ無限ニ遠イ物體ノ像ハ焦點平面ニアルト云フ考ヘデ圖ヲ求メ得ル。

若シ物體ガ角 α ヲナシテ見エルナラバ其時ハ F<sub>1</sub> ヲ通シテ軸ト角 α ヲナセル一ツノ光線ヲ引ク (第 255 圖)、之ガ第一ノ主平面ニ點 J<sub>1</sub> ニアタルナラバ吾人ハ J<sub>1</sub> ヲ通シ軸ニ平行ナ直線 J<sub>1</sub>J<sub>2</sub> ヲ引ケ、然レバ F<sub>2</sub> ヲ通ル焦點平面ガ之ト交ハル所ノ點 B' ハ光線 F<sub>1</sub>J<sub>1</sub> カラ來タ所ノ遠イ點ノ像デア



第 255 圖

ル。主平面ノ意義ハ任意ノ多クノ球面カラ出來テ居ル各ノ系統デハ、二ツノ主平面ガ指導ヲスルト云フコトニ存スルノデ勿論此系統ハ所謂集中系統ナリト假定スル、換言スルト總テノ屈折表面ノ曲率中心ハ同一ノ直線中ニアルノデア

ル。第四部第五章 1 節ノ次ニ次節ヲ増補ス。

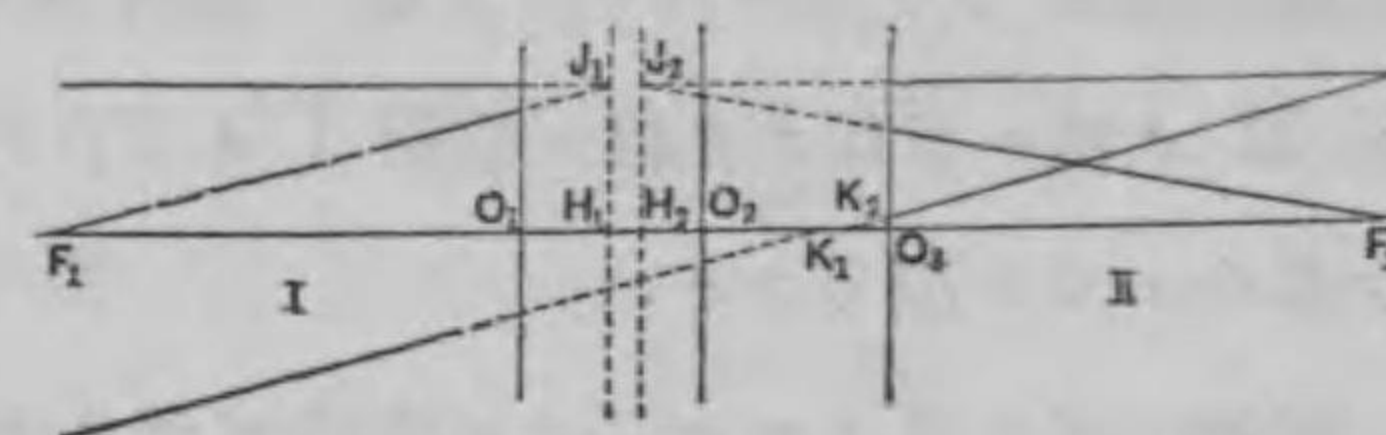
[6] 眼

眼ハ寫真器械ト全ク同ジデ此時對物鏡ノ位置ニハ異ナル屈折媒體ノ

一列ガ立ツノデ此内デモ特ニ水晶體ガ目立ツノデア

ル。寫真板ノ處ニハ網膜ガアリテ其上ニ實ノ直立ナ像ガ出來ル。水晶體ト角膜トノ間ノ場所ハ Kammerwasser ト稱スル水様液ガ充タラレル。水晶體ノ後ニハ膠質ノ硝子體ガアリテ之デ水晶體ノ後方カラ網膜ニ至ル迄ハ充タラレテ居ル。角膜、Kammerwasser 及「レンズ」カラナル眼ノ光學系ハ前ニ空氣後ニ硝子體ガアリテ二ツノ異ナル媒質デ限ラレテ居ル、ソコデ其二ツノ焦點距離ハ等シイ長サデハナイ。休息状態ニアル正眼デハ前方ノ焦點距離ハ平均 15.5mm. デ、後ノソレハ 20.7mm. デアル。斯様ナ系統ヲ考ヘニ入レテ所謂相合點ノ概念ヲ組立テルコトガ出來ル、眼ノ光學ハ第 256 圖デ表ハサレル。

通常吾人ハ眼ノ前ノ場所ヲ I, 硝子體ノ場所ヲ II デ表ハス。F<sub>1</sub> 及 F<sub>2</sub> ハ此系統ノ二ツノ焦點デ O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ハ角膜ノ前ト、水晶體ノ前後トガ光學軸ト交ハル點ヲ示ス。



第 256 圖

I = 於テ軸ニ平行ナル光線ハ II = 於テハ第二ノ焦點ヲ通過スル又 I = 於テ第一焦點ヲ通過スル光線ハ II = 於テハ軸ニ平行デア

ル。倍主平面 H<sub>1</sub> 及 H<sub>2</sub> ハ丁度前ノ 5 節ト同様ニ定義セラレ、I = 於テ第一主平面ノ J<sub>1</sub> 點ノ方ヘ收斂スル光線ハ此 J<sub>1</sub> = 對向スル所ノ第二主平面ノ一點 I<sub>2</sub> カラ II = 發散スル。

此系統ノ軸ノ上ニハ相合點ト稱スル二點 K<sub>1</sub> 及 K<sub>2</sub> ガアル。I = 於テ K<sub>1</sub> ノ方ヘ向ヘル光線ハ、II = 於テハ平行移動ヲナシテ恰モ K<sub>2</sub> カラ來タカノ如クナル。又 K<sub>1</sub> 及 K<sub>2</sub> ナル相合點ハ主平面 H<sub>1</sub> 及 H<sub>2</sub> ト同



シ距離デ且ツ同ジ順序ニアルノデアル。

前節ノ規則デ像ノ作圖ハ出來ル而シ此所ニハ略スルガ、只注意スベキハ前後ノ媒質ガ同ジデアル時ニハ相當焦點距離ハ互ニ等シクシテ相合點ト主點トハ重ナリ合フト云フコトデアル。

倍眼ノ場合デハ距離  $H_1, H_2$  及  $K_1, K_2$  ハ甚ダ小サイカラ近似的ニ主點ヲ單一點  $K$  デ且ツ相合點モ同様ニ單一ノ點、所謂眼ノ交叉點デ置キ換ヘルコトガ出來ル。  $K$  ヲ通過スル光線ハ網膜ニ至ル迄ハ變化セズ進ムノデ、交點ガ重ナリ合フナラバ主平面モ亦單一ノ平面  $H$  ニ重ナリ合フトニナル。ソコデ眼ノ光學系統ハ丁度單一ノ屈折表面ト同様ノ働キヲナスノデ此球面ノ曲率中心ハ  $K$  ニ存スル。最モ此表面ノ屈折係數ハ場所 I ノ軸ニ平行ナ光線ハ場所 II デハ  $F_2$  ニ集中セラレ又場所 II ノ軸ニ平行ナ光線ハ場所 I ノ  $F_1$  カラ來タ光線ニ由來スルト云フ具合ニシテ測量スル。

明瞭ニ視ル爲メニハ二ツノ條件ガ充タサレネバナラス、第一ニ像ハ網膜ノ上ニ落ちネバナラス、第二ニ二點ガ分離シテ能ク視ラレル爲メニハ、視角即チ交叉點ヲ通過シテ且ツ二點カラ來タ光線ガ互ニ夾ム角ハ少クトモ一分デナクテハナラス。

次ニ眼ハ水晶體ノ彎曲ヲ變ジテ種々ノ距離ニ應ジテ調節スル機能ヲ有スルノデ此調節能力ハ眼ノ近點及遠點ト稱スル二ツノ範圍内ニ限ラレル、正シキ眼デハ近點ノ距離ハ約 10cm. デ其遠點ハ無窮遠ニアル。近視眼ハ眼球ガ長過ギルノデ近點及遠點ハ眼ニ比較的近イ。之ヲ補正スルニハ發散「レンズ」ヲ用ヒル之ニ反シテ遠視眼ハ眼球ガ短カ過ギルノデ斯様ナ眼ハ調節セネバ何モ見エナイ此時遠點距離ハ負デ此補正ニハ集斂「レンズ」ヲ用ヒル。

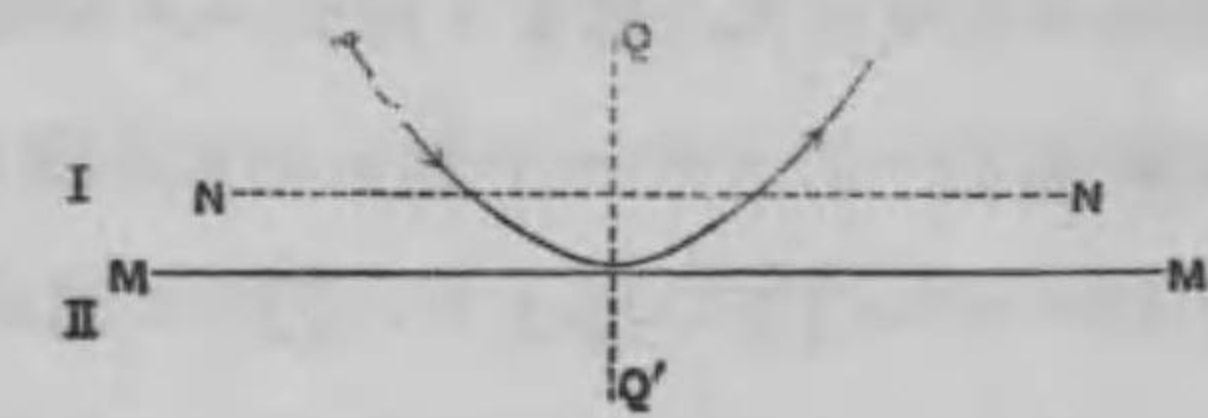
第四部第五章 12 節ノ次ニ次ノ三節ヲ増補ス。

## (7) 光ノ放射說

光リニ就テ知ラレタ說ニ三ツアル。一ハ光ハ有限ナ速度デ進行スルコト、二ハ異ナル物質ノ境デ屈折スルコト、三ハ異ナル物質ノ境デ反射スルコトデアル。

倍光ノ何者ナルカヲ説明スルニハ是非以上ノ三ヲ知ラネバナラス。昔カラ種々ノ學者ガ說ヲ立テタガ今述ベル放射說モ其一デアル。之ニヨルト發光體カラ極ク微細ノ粒ガ飛び出シ、ソレガ吾人ノ眼ニ入りテ光ノ感覺ヲ與ヘル、此說デ光ノ直進ハ説明ガ出來、光ノ反射ニ就テハ下ノ如ク説明スル。

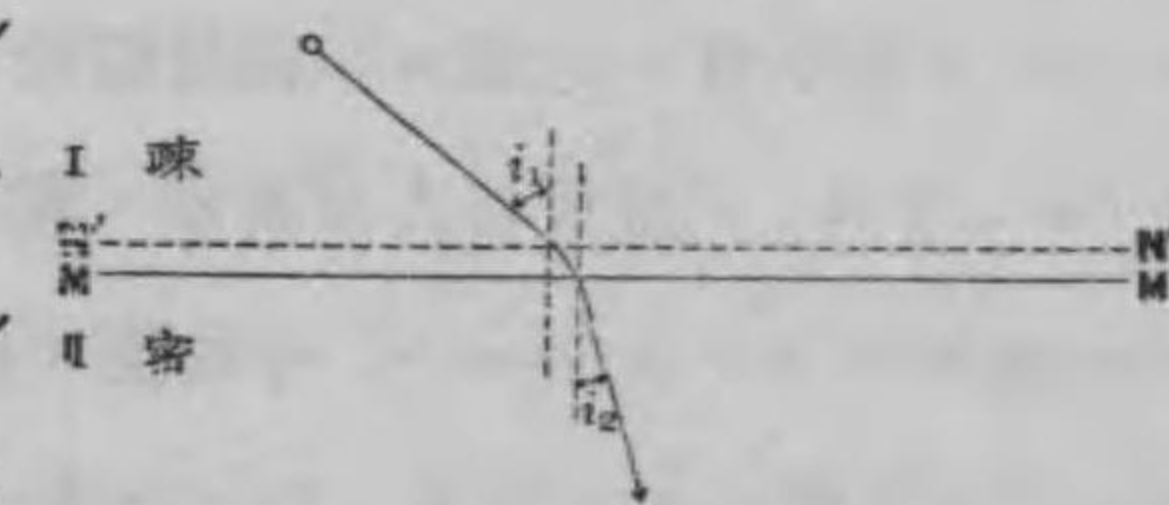
第 257 圖デ  $MM$  ハ二ツノ媒質ノ境デ、今小粒ガ飛び來リテ  $NN$  ノ面當リニ來ルト II ノ媒質カラ拒反スル作用ヲ受ケル、



第 257 圖

故ニ其進路ハ次第ニ曲リ遂ニハ下行スル速度ハ悉無トナリ此時  $MM$  ニ並行ニ進ミ今度ハ次第ニ拒反セラレテ  $QQ'$  線ニ左右對稱ヲナシテ上向スト云フ、又屈折ノ方ヲ説明シテ曰ク前ノ  $NN$  ヨリモ一層近ク  $N'N'$  ナル或境ヲ考ヘ此境ヨリモ内ニ小粒ガ入り込ム時ハ其處ニ引力ガ起リ内部ニ引キ込マルル而シ

テ方向ヲ轉ジテ進ミ愈々 II ノ媒質ニ入りタ後ハ其時ニ有スル速度デ其時ノ方向ニ向ツテ進ミ行クト云フ。若シ之ガ眞ナリト



第 258 圖

セバ實驗ニ由レバ稀薄ナ媒質カラ、濃厚ナ媒質ニ入ル時第 258 圖デ



$i_1 > i_2$  ナル關係ガアル、然ルニ其速度ヲ見ルト I ノ媒質中ノ速度ヲ  $V_1$  トシ、II ノ媒質中ノ速度ヲ  $V_2$  トシ而シテ  $N'N'$  ト  $MM$  トノ間ヲ通過スル際内部ニ引キ込マルル引力ノ積ミ重ナリタルカヲ得テ新シク起ル速度ヲ  $V$  トセバ  $V_1$  ト  $V_2$  ノ合成速度ガ即チ  $V$  デアルカラ、三角法デ次ノ關係ガ得ラレル。

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\sin(180^\circ - i_1)}{\sin i_2} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \mu_{12}$$

然ルニ  $i_1 > i_2$  ナル關係ガアルカラ  $V_2 > V_1$  ナル關係ガ存セネバナラス。



故ニ放射説ヲ眞ナリトセバ光ノ屈折率  $\mu_{12}$  ハ  $\frac{V_2}{V_1}$  ニ 第 259 圖

比例シ且ツ稀薄ナ媒質ヲ進行スル速度ヨリモ濃厚ナ媒質ヲ進行スル速度ガ速イコトニナル。然レドモ實驗上速度ノ關係ハ反對デアル、尙不都合ナノハ屈折ノ場合ニハ引力ヲ假定シ反射ノ場合ニハ拒反ヲ假定シタコトデアル。此説ヲ初メタノハ「ニュートン」デ未ダ光ノ進行速度ノ研究不充分ナ時代ニハ有力ナ説デアツタ。

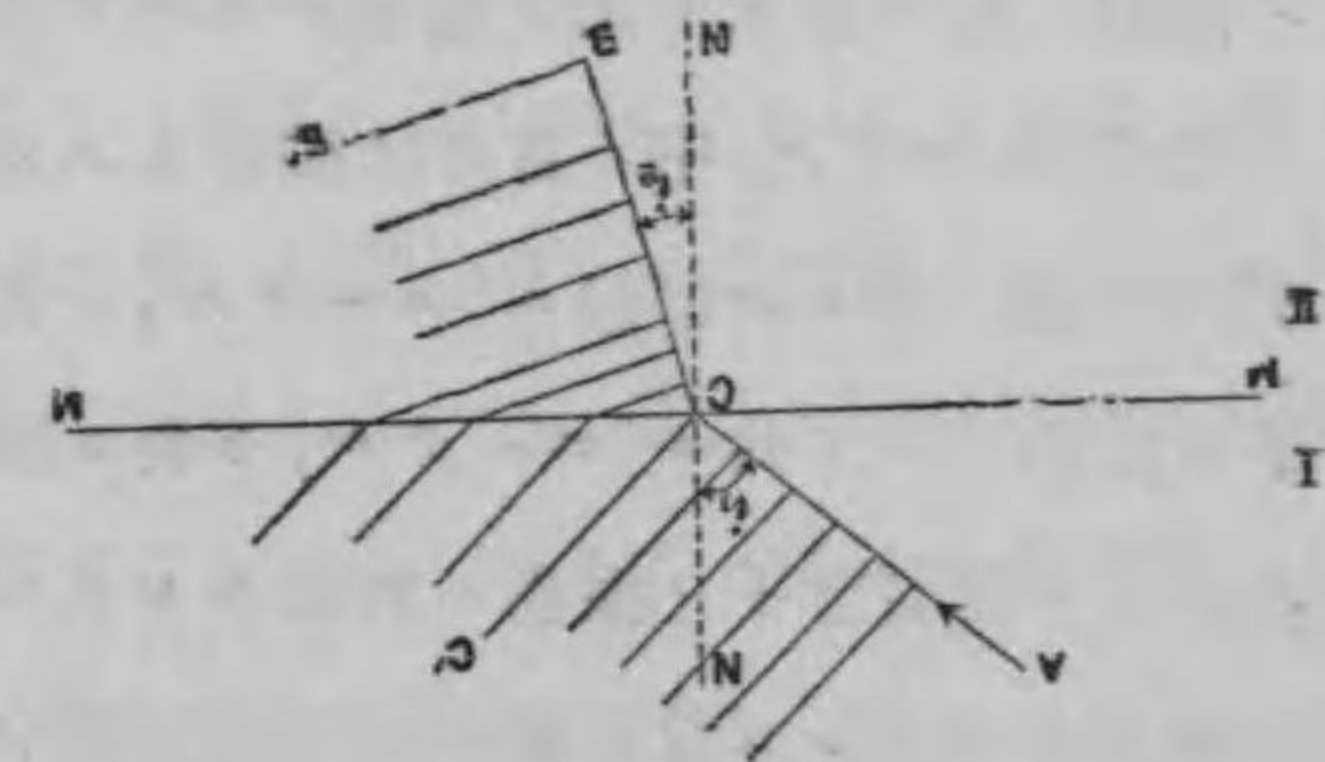
### (8) 光ノ波動説

「ニュートン」ガ放射説ヲ唱フルト同時ニ和蘭ノ「フイゲンス」カ光ハ波動ノ一ツナリト云ヒ出シタ。「フイゲンス」以後諸大家 Cauchy, Fresnel, Euler 等ノ研究セシ結果今日デハ既ニ此説ヲ疑フ者ナキニ至ツタ。之ニ由ルト此宇宙ニ充滿スル稀薄彈性ノ媒質アリ之ヲ「エーテル」ト云フ此「エーテル」ハ通常吾人ガ真空ト稱スル場所ハ勿論、物質分子ノ間隙ニモ滿タスモノト云ハル、今物體ヲ擴大シテ見ルト分子ヤ原子ハ「エーテル」ヨリ成レル大海中ニ浮ベル島ノ如キモノデアル。而シテ此物體ノ分子ガ或ル振動ヲ起ス時ハ此「エーテル」中ニ振動傳ハリ波動ヲ生ジ之ガ吾人ノ眼ニ達シテ光ナル感覺ヲ與フルノデアル。而シテ光ノ強

弱ハ音ト同ジク或ル單位面積上ニ一時間ニ傳ハリ來ル波動ノ勢力ノ量ヲ云フ。然ルニ勢力ハ波動ノ振幅ノ二乗ニ比例スルカラ光ノ強弱モ振幅ノ二乗ニ比例スル、而シテ光ノ色ノ差ハ波長ノ長短デ起ル。倍光波ハ音波ノ如ク縦波ナルカ又横波ナルカト云フニ吾人ノ眼ニ通常感ズルハ横波デ縦波ハ實驗上「エーテル」中ニ見ルコト出來ヌ、液體、瓦斯體中デハ横波ハ成立シナイコトハ既ニ知ルノデアルカラ「エーテル」ハ液體、瓦斯體ト全ク異ナルモノデ、反ツテ固體ニ似タモノデアル。此「エーテル」ノ比重ハ水ノ  $\frac{1}{10^7}$  デアル。

上ニ云フタ如ク「エーテル」ハ不可壓縮性ノ固體ニ似タモノデアルガ、全然「エーテル」ガ不可壓縮性ノモノナルカ否ヤハ未ダ斷定ハ出來ヌ。又「エーテル」中ヲ普通ノ物體ガ運動スル時ニ「エーテル」ガ相伴フテ運動スルヤ否ヤト云フコトモ種々研究中ナレド未ダ確タル明言ヲナスコト出來ヌ。

倍「エーテル」其物ノ性質ハ兎モ角光ハ「エーテル」中ノ波動ナルコトハ明ナノデ、假リニ光ハ「エーテル」中ノ波動ナリトセバ光ノ直行、屈折、反射ノ説明ハ波動一般ノ場合ノ説明ガ直チニ應用セラレル。唯一言ヲ要スルノハ屈折ノ場合デア



第 260 圖

第 260 圖ノ  $CC'$  ノ面ニ平行シテ進ミ來ルモノガ  $MM$  ヨリ此波面ガ轉向シテ  $BB'$  ノ方向ニ進ムノデ其波面ノ進ム方向ハ  $AC$  及  $CB$  デ表ハサレル。光ハ此方向ノ進路ヲ取テ



ヲ進ム此時  $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \mu_{12}$  ハ波動説ノ説明スル所デアル。若シ疎ヨリ密ニ入ル時ナラバ  $i_1 > i_2 \therefore V_1 > V_2$  ナリ即チ稀薄ナ媒質中ノ速度ハ濃厚ナ媒質中ノ速度ヨリモ速イ。コレガ放射説ト全ク反對デ而カモ實驗上全ク此波動説ノ真ナルコト證明サレタ。此速度ノ關係ガ放射説カラ生命ヲ奪フタ點デ而シテ此波動説ノ信ゼラルルニ至ツク所以デアル。

### (9) 光ノ電磁説

二ツノ金屬ノ電氣導體ノ間ニ電氣ノ火花ヲ通スト此ヲ中心トシテ周圍ニ波動ヲ起ス。此波ハ通常ノ波動ト異ナル或ル電氣的ノ波動デ之ヲ電磁波ト稱スル此ノ波動ノ存在ハ今カラ 47 年前 Maxwell ガ理論カラ説キ出シ其後獨逸ノ Hertz ガ實驗上斯様ナ波動ノ存在ヲ證明シタ。Maxwell ハ理論上カラ此波動ノ進行ノ速度ヲ計算シテ光ノ波ト同速度ヲ有スルコトヲ計算シ其他反射、屈折等光波ノ有スル總テノ性質ヲモ有スルモノナリト云フタ。然ルニ Hertz ノ實驗ノ結果其等ノ論理説ガ悉ク真ナルコトヲ確メタ。Maxwell ハ此説ヲ説クニ當リ光波モ世人ノ信ズル如ク「エーテル」自身ノ振動ノ波動ニアラズシテ「エーテル」中ニ起ル電磁波デ或物體ノ分子間ニ前説ノ如キ電氣ノ火花ノ現象起リ此ノ波動ヲ起シ吾人ニ光ヲ感ゼシムルナラント説キ出シタ。

光ヲ「エーテル」中ノ自身ノ振動トスレバ、横波ノミ生ジ縦波ノ出來ザルト云フコトハ如何ニ「エーテル」ノ彈性ヲ説明スベキカ又物質ノ分子ガ振動スルト共ニ「エーテル」ガ共ニ振動スルヤ否ヤノ確定セラレザル以上ハ物質分子ノ振動ハ何如ニシテ「エーテル」ニ傳ハルカト云フコトモ説明セラレズ又金屬ノ面及結晶體ノ面カラ光ノ反射スルニハ面白イ現象アリ。此等ハ「エーテル」自身ノ振動ガ光トシテハ説明セラレズ然ルニ此電磁波ハ能ク此等ヲ説明シ能フ。是光ヲ説明スル最モ確實ナ

ル説ナリ。然ラバ二ツノ金屬面ノ間ニ放電セシメテ光ナルモノヲ吾人ノ眼ニ感ズルカト云フニ今日デハ最モ小ニシテモ波長ガ 3mm. 位ノモノヲ生ゼシムルノミ、而シ吾人ノ眼ニ光ト感ズル波ノ波長ハ 0.0005 mm. 位ナルニヨリ今日ノ所デハ實驗ニ由リテハ之ヲ證セラレザルモ、其説ハ總テノ現象ヲ證明スルニ差支ナキニヨリ此説ヲ真ナリトス。「エーテル」中ノ電氣ノ波ノ代リニ以下「エーテル」自身ノ波ヲ説クモ其理ニ於テ差支ナキニ由ル。

第四部第六章 6 節ノ次ニ次ノ四節ヲ増補ス。

### (10) 選擇反射

自然ノ物體ノ色ハ主ニ選擇吸收ニ因ルノデ、有效ナ波ハ吸收セラレズシテ撒布セララルルコトニナル。然レドモ表面ノ色ヲ示ス物質ノ場合デハ、此效果ハ選擇反射ニ由ルモノデ而シテ透過光ハ反射光ニ餘色デアル。之ハ不合理分散ヲ示ス物質ノ場合デ選擇的ニ反射セラレタ所ノ色ハ、透過セシ時ノ色ト、不合理ニ分散セラレタ所ノ色トノ間ニ存スルノデアル。此關係ニ屢々引照セララルル所謂吸收帶ト云フノハ反射ノ爲メ透過ヲ欠グノニ多ク基クノデアル。斯様ナ領分デハ物質ノ反射能ガ甚ダ高イカラ關係セシ色ニ向ツテ金屬的ノ反射ヲ示スト云フノデアル。近頃ノ研究ニ由ルト、多クノ物質ハ其「スペクトル」ノ或領分内デ不合理分散ヲ現ハス。例ヘバ水晶、岩鹽、螢石ハ或ル甚ダ長イ波ニ向ツテハ不合理的分散及金屬的ノ反射ヲ表ハス。波長 611000 Ångström 單位ノ輻射 (sylvite ヨリ反射セラレタ) ニ向ツテハ水晶ハ屈折率 2.12 ヲ有シ、最短ノ莖外線ノ波ノソレヨリモ著シク大デアル。

### (11) 不合理的分散及選擇反射ノ學説

此等ノ結果ハ共鳴ニ基クノデ、分子ノ振動部分ノ自由週期ガ選擇的



ニ反射セラレタ波ノソレト同ジデア。此分子ノ振動要素ハ多分電子ナラン。選擇反射ハ電子ニ由ル「エーテル」波ノ再輻射ト考ヘ得ルノデ之ハ丁度音又ガ共鳴デ刺撃サレタ後音波ヲ再ビ輻射スルト同様デア。斯様ナ場合ニハ少シノ勢力ノ摩擦的吸収ガアルガ之ハ完全ニ熱ニ變リ再ビ輻射セス。器械的ノ類似及電氣ノ理論カラーツノ媒質ヲ通シテノ波ノ進行ノ割合ハ若シモ此媒質ガ振動要素ヲ含ムナラバ加速セラレルカ、サモナケレバ減速セラルノデ此場合ノ振動要素ノ自由振動ノ割合ハ波ノソレヨリモ少シク大ナルカ或ハ小ナルモノトス。

波長  $\lambda_1$  及  $\lambda_2$  ニ對シテ不合理分散ヲ有スル領分ヲ考ヘニ入レタ完全分散ノ公式ハ次ノ如シ。

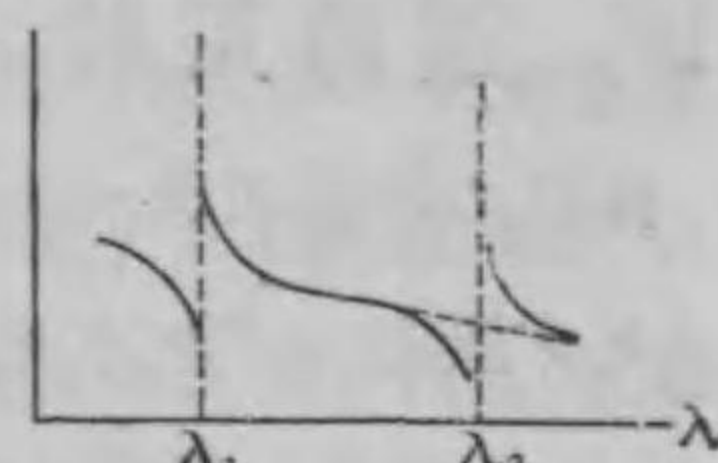
$$n^2 = A + \frac{B}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \frac{C}{\lambda^2 - \lambda_2^2}$$

茲ニ  $\lambda_1$  及  $\lambda_2$  ハ此物質ノ「エレクトロン」

ト同ジ振動ノ割合ヲ有スル光ノ波長デア。之デ屈折率  $n$  ニ於ケル不連続及此等ノ波長ニ對スル不合理分散ガ與ヘラレル。電子説ハ「ゼーマン」ノ發見デ初メテ一定ノ基礎ノ上ニ置カレ之デ輻射及物體ノ光學的性質ヲ多ク説明スルコトガ出來ルノデア。

## [12] 輻射ノ法則

長イ波ノ場合ニハ「エーテル」ノ波動ハ電子或ハ「イオン」ノ振動デ物質ノ分子ニ起サレ且ツ此等ノ「イオン」或ハ電子ノ振動數ハ分子ノ運動ノ勢力ニ因ルモノト假定セラレル。固體デハ分子ガ非常ニ密接スルカラ電子ハ其自然ノ週期ヲ束縛スルコトナシニ振動スル機會ガ少イノデ屢々衝突スル爲メ、速度ト振動數トノ廣イ範圍ガ存セネバナラス。「エーテル」ノ強制振動ハ電子ノソレニ一致スル週期ヲ有スル此時輻射勢



第 261 圖

力ノ大部分ハ平均速度近傍ノ速度ヲ有スル所ノ分子ノ大多數ニ因ル。大ナルカ或ハ小ナル所ノ極端ノ速度ヲ有スル所ノ分子ハ比較的僅カデア。最長及最短ノ「エーテル」ノ波ハ比較的小量ノ勢力ヲ有スルノデア。溫度ガ上ルニ從ヒ一般ニ運動ノ勢力ハ増スノデアカラ刺撃サレタ「エーテル」ノ波ノ最大ノ勢力並ニ振動ノ最大ノ割合ハ「スペクトル」ノ董ノ端ノ方ニ動ク。光源ハ赤迄上リ且ツ最後ニ白熱ニ上ルノデア。斯クシテ「スペクトル」ノ強サノ曲線ハ一種ノ確率曲線ト同様ナモノデナケレバナラヌコトガ分ル。

斯様ナ推理デ Wien ハ理論的ニ  $\lambda_m T = \text{定數}$  ナル關係ヲ導イタ。之ヲ Wien ノ法測ト云フ。其後「プランク」ハ一定ノ波長  $\lambda$  ニ相當スル輻射ノ強サト、光源ノ絶對溫度トノ間ノ一般ノ關係ヲ次ノ如ク示シタ

$$I_\lambda = \frac{C}{\lambda^5} (e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1)^{-1}$$

茲ニ  $e$  ハ自然對數ノ底デ、 $T$  ハ絶對溫度、 $C$ 、 $c$  ハ定數デア。此關係ハ黒或黒ニ近イ物體デハ廣イ範圍内ニ適用スル。斯様ナ物體デハ  $c$  ノ値ハ 1.4598 デ  $C = 3.7179 \times 10^{-8}$  デアル。  $\lambda_m T = \text{定數} = \frac{c}{5}$  ナル法則ハ  $I_\lambda$  ノ最大値ニ向ツテ上式ヲ微分シテ導カレ又「ステッフアン」ノ法則ハ全體ノ「スペクトル」ノ上ニ強サヲ積分シテ導カレル。

## [13] 輻射高熱計

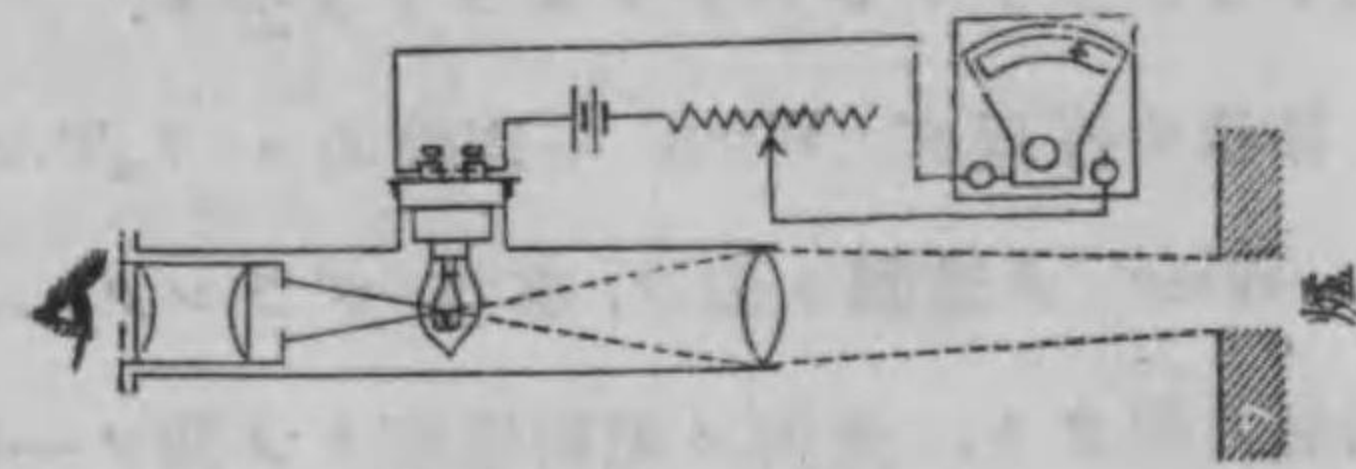
之ハ全體ノ發射率或ハ部分發射率ノ何レカノ、溫度ト共ニ變ハル具合ヲ觀測シテ高溫度ヲ測定スル器械デ前ノ場合デハ今測ラントスル溫度ノ表面カラノ總テノ波長ノ輻射ヲ或種ノ熱電堆ノ上ニ落サシメテ「ボルト」計或電流計ノ「フレ」ヲ見ルノデア。既知ノ溫度ニアル表面上ノ觀測デ直接ニ溫度ガ讀メル様ニ目盛リスル。此種ニ屬スルモノハ Féry or Thwing 全輻射高熱計デア。若シ此器械ヲ完全ニ射熱物ヲ



用ヒテ目盛ヲナシ且ツ他ノ表面上ニ用ヒタナラバ此表面ノ實際ノ溫度ハ示サズシテ、此表面ト同ジ全體ノ強サデ輻射スル所ノ完全ナ射熱物ノ溫度ヲ示スノデアアル。之ヲ此表面ノ黑體溫度ト稱シ、之ハ通常實際ノ溫度ヨリモ低イ。

光學的高熱計ハ部分發射率ヲ利用シテノデ其方法ハ今求メント欲スル溫度ノ表面カラノ與ヘラレタ波長(通常赤)ノ輻射ヲ比較光源(通常小ナキ白熱電球)カラノツレト比較スルノデアアル。

此器械ヲ用フルニハ高  
溫ノ物體ニ對向シテ見タ  
時ニ「ランプ」ガ消エル位  
ノ程度ニ比較「ランプ」ヲ  
熱スルニ必要ナ電流ヲ測



第 262 圖

ルノデアアル。又此器械ハ既知ノ溫度ノ黑體ヲ觀測シテ目盛ヲラスルノデアアル次ニ示ス方程式デ與ヘラレル輻射法則ハ、可能ナ比較ノ範圍外迄モ目盛ヲ擴ゲルコトガ出來ル。

$$\log E_{\lambda} = K_1 + \frac{K_2}{T}$$

茲ニ  $E_{\lambda}$  ハ黑體ニ對スル任意ノ波長ノ輻射、 $K_1$  及  $K_2$  ハ定數、 $T$  ハ絶對溫度デアアル。

此方法デ  $3600^{\circ}\text{C}$ . 迄ノ測定ガ出來ル、若シ完全ナ射熱物以外ノ表面ニ用ヒタナラバ實際ノ溫度ヨリモ小ナル黑體ノ溫度ヲ與ヘルコトニナル此式ノ器械ハ Holborn, Morse, 及 Wanner ノ光學的高熱計デアアル現在デハ輻射高熱計ハ約  $1750^{\circ}\text{C}$  以上ニ利用サルル唯一ノ満足ナ方法デアアル。

第四部第六章 8 節ノ次ニ次ノ一節ヲ増補ス。

## [14] 天空及雲ノ色

光ハ光源カラ直接ニ眼ニ來ル丈ケデナク物體カラ反射シテ來ルカラ天空ガ眞黒デナイカラ天空ニ浮遊シテ居ル物ガアルト云フコトハ明デアアル。或人ハ硝子ヤ水ノ層ガ厚クナリタ時ニ能ク起ル様ニ之ヲ空氣自身ノ特質ノ色ト考ヘルガ之ハ多分天空ノ青色ハ塵ヤ水等ノ小サナ浮遊質點デ選擇撒布ニ因ルモノナラン、斯様ナ小サナ質點ハ、長イ波ヨリモ短カイ波ヲ比較的大部分反射セネバナラヌコトハ想像サレル。茲ニ撒布ト云フ語ヲ用ヒタノハ一定ノ大サノ鏡カラ普通反射サレルト異ナルカラデアアル此場合ハ音波ノ場合ト同様デ長イ波ハ其一般ノ方向カラ曲ルコトナク障害物ヲ廻ハリ通ルガ短カイ波ハ反射サレル、光リノ比較的小ナル波ガ撒布サレルカラ其透過光ハ大概長イ波デアアル、之デ日沒時ニ屢々西天ニ現ハレル光輝アル赤、橙及綠色ヲ説明シ得ル。大氣中ヲ通シテ殆ンド切線ノニ透過シタ光ハ比較的短カイ波ヲ奪ヒ取ラレルカラ太陽ノスグ下ハ一層青空ニナル。此効果ハ大氣ノ下層ニ多量ノ塵ガアルト益々甚ダシイ。1883年「クラカトア」火山ノ爆發後細イ火山灰ガ全地球ニ蒔キ散ラレサレテ日沒時ハ殊ニ輝イタ。之ト同理デ光ハ煙ヤ、霧ヤ、少量ノ牛乳或「セラック」ノ溶液ヲ加ヘテ少シ濁リタ水ヲ通シテ見ルト赤ク見エル、此結果ハ硫酸ヲ押シ通シテ前以テ乾カシタ空氣ノ流レニ、小孔カラ出ル蒸氣ノ流ヲ通シタ光リヲ通過セシメテ立波ニ説明ガ出來ル、水滴ノ大サハ此滴ノ作ラレタ大氣中ノ蒸氣壓ヲ變ジテ抑制シ得ルノデ、蒸氣壓ガ低イト氣化ヲ早メ且ツ滴ノ大サヲ減ズルコトニナル。透過及撒布光線デ見タ色ハ餘色デ比較的短カイ波ハ撒布セラレ且ツ長イ波ハ透過スルノデアアル。

第四部第六章 10 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。



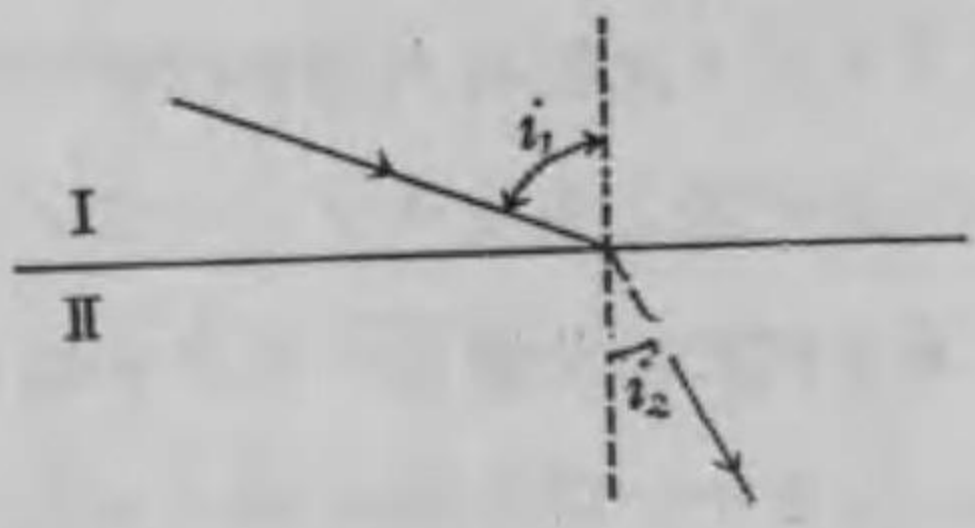
### [15] 光ノ色ト速度トノ關係

光ノ波動説ニ由ル「スペクトル」中ニ現ハレル單色光ハ振動數相ハ  
違デ起ルト云フコトデ、日光ノ如キ白色光線ハ種々ノ振動數ノ光ノ混  
合セルモノデ之ガ自由「エーテル」即チ吾人ノ云フ真空中ヲ通リ來ル時  
ハ何レノ光モ同速度デアル、何トナレバ波ノ速度ハ  $V = \sqrt{\frac{e}{d}}$  デ表ハ  
ラレ此式中デ振動數ヲ含マナイカラデアル、之ハ實際デモ眞デアル。

木星ノ月ノ月蝕ヲ地球  
カラ見ルト木星カラ地  
球迄ノ距離ハ甚ダ遠  
イ、若シ色デ光ノ速度  
ノ異ナルモノトセバ月



蝕ノ初マル瞬間ニ J ヨ 第 263 圖



第 264 圖

ヲ出ル光中ニハ澤山ノ色ノ光ガ同時ニ發スルニヨリ速度ノ早イノガ先  
ヅ到着シ、遅イノガ遅レルカラ次第ニ色ガ變ジテ見ユル筈デアル、然  
ルニ實驗上左様ナコトハナイ故ニ真空中デハ總テノ色ノ光ハ同速度デ  
アル。

ケレド普通ノ物質中ヲ光ガ進行スル時ニハ色デ速度ガ異ナル。何故  
ニ自由「エーテル」中デハ同速度デ他ノ物質中デ異速度ナルカト云フ説  
明ハ甚ダ困難デアルカラ略スル。而シ其速度ノ異ナルコトハ次ノ如ク  
シテ知り得ル。一般ニ光ガ第 264 圖ノ如ク 第一媒質カラ 第二媒質ニ  
屈折シ來ル時ニハ次ノ關係ガアル。

$$\mu_{12} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

今第一媒質ヲ自由「エーテル」トセバ  $V_1$  ハ色ノ何タルニ拘ラズ常ニ  
同一デアル、然ルニ屈折率  $\mu_{12}$  ハ色デ異ナルハ事實デアル、 $V_2$  ガ變ゼズ

シテ  $\mu_{12}$  ガ變ズル爲メニハ  $V_2$  ガ變ゼネバナラス、即チ多ク屈折スル  
色程速度ハ遅イ。其理由ノ概略ヲ述ベルト第 II 媒質ニ入りテハ物體  
ノ分子ナルモノガ存スルカラ此物體分子ト「エーテル」トノ間ニ或ル關  
係生ジ從テ斯ル現象ヲ生ズルノデアル。一般ニ波ノ如何ニ拘ラズ  
 $V = n\lambda$  ナル關係ガアルノデ此ノ  $n$  デ光ノ色ガ定マル、然ルニ「エー  
テル」中デモ水中デモ  $n$  ハ變ラズ、然ルニ  $V$  ハ物質デ異ナル從ツテ  $\lambda$   
ガ比例シテ異ナル故ニ、同ジ赤デモ其通ル物質デ波長ヲ變ズルノデア  
ル。

### [16] 光ノ干涉

第 265 圖ニ於テ O, O' ハ二ツノ發光體デ全ク等シイ波ヲ出ストス、  
今 OO' ノ距離ニ比シテ甚ダ遠方ニアル障子デ此光ヲ遮ルトキハ下ノ  
如キコトガ起ル。

O, O' カラ C ニ至ル波  
ガ共ニ山ナラバ山、谷ナ  
ラバ谷ニシテ共ニ互ニ助  
ケ合フ從ツテ C ハ甚ダ  
明ルク見ルヲ得。然ルニ



第 265 圖

O ト O' ヨリノ距離ノ差ガ丁度波長ノ半分ナル關係ニアル點即チ  
 $OP_1 - O'P_1 = \frac{\lambda}{2}$  ナル關係アル點例ヘバ  $P_1$  デハ波ニ互ニ消シ合ヒ暗ク  
見ユ。

次ニ O, O' カラ  $Q_1$  迄ノ距離ノ差ガ  $\lambda$  ナル時ハ明ルク見ユ。(第  
265 圖)

$$OP_1 - O'P_1 = \frac{\lambda}{2} \text{ 暗} \quad OQ_1 - O'Q_1 = \lambda \text{ 明}$$



$$OP_2 - O'P_2 = \frac{\lambda}{2} \times 3 \quad ,, \quad OQ_2 - O'Q_2 = 2\lambda \quad ,,$$

$$OP_3 - O'P_3 = \frac{\lambda}{2} \times 5 \quad ,, \quad OQ_3 - O'Q_3 = 3\lambda \quad ,,$$

等 等

斯クシテ障子ニハ C ノ上下ニ暗明ノ縞ガ出來ル。

一般ニ第 n 番ノ暗所ノ現ハルル點ヲ P<sub>n</sub> トセバ P<sub>n</sub> デハ

$$OP_n - O'P_n = \frac{\lambda}{2}(2n-1)$$

又第 n 番ノ明所ヲ Q<sub>n</sub> トセバ Q<sub>n</sub> デハ

$$OQ_n - O'Q_n = n\lambda$$

今 P<sub>n</sub> 點ヲ中心トシテ O'P<sub>n</sub> ヲ半径トシ圓ヲ畫キ O'N ヲ其圓上ノ一ツノ弧トス、∠OP<sub>n</sub>O' ハ小ナル故 O'N ナル弧ハ O' カラ OP<sub>n</sub> ニ下シテ垂線ト見テヨイ、然ルニ

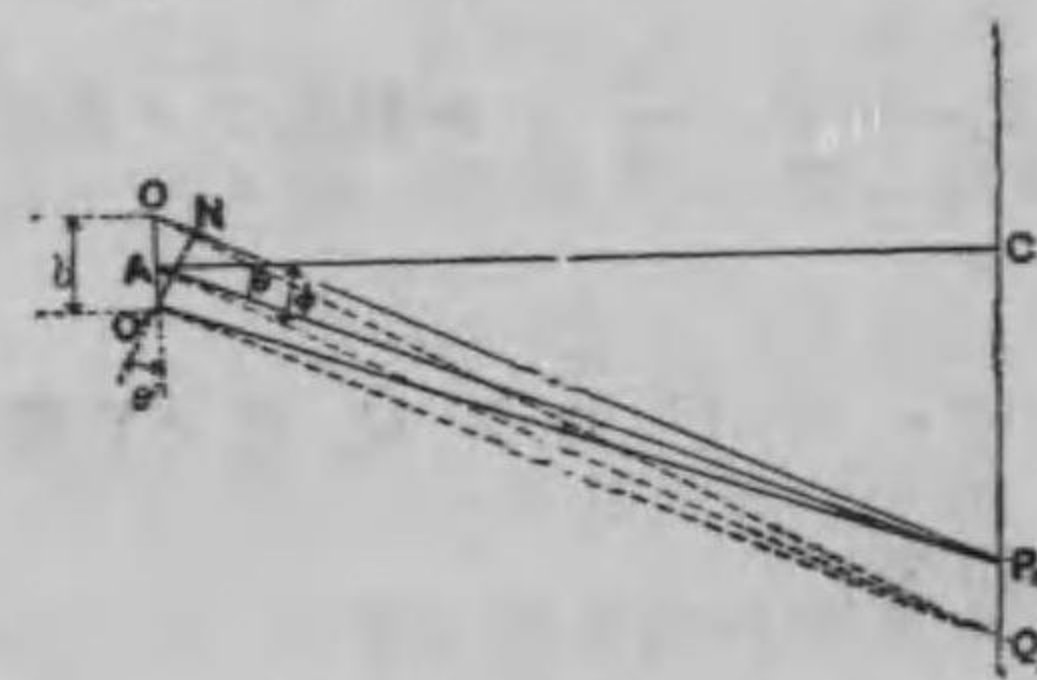
$$ON = b \sin \theta, \therefore OP_n - O'P_n = b \sin \theta = \frac{\lambda}{2}(2n-1)$$

故ニ AC カラ上式ヲ満足セシムル様ナ θ ナル角ヲナス方向ニ P<sub>n</sub> ナル暗キ所ヲ生ズ、同様ニシテ

$$b \sin \phi = n\lambda$$

ナル關係アル φ 角丈ケ AC カラ傾ケル方向ニ Q<sub>n</sub> 即チ明所ヲ生ズ。從ツテ λ ノ大ナル程傾ク角 θ 又ハ φ ハ大キイ之レ明暗ノ縞ノ目が大キイト云フコトデアル。

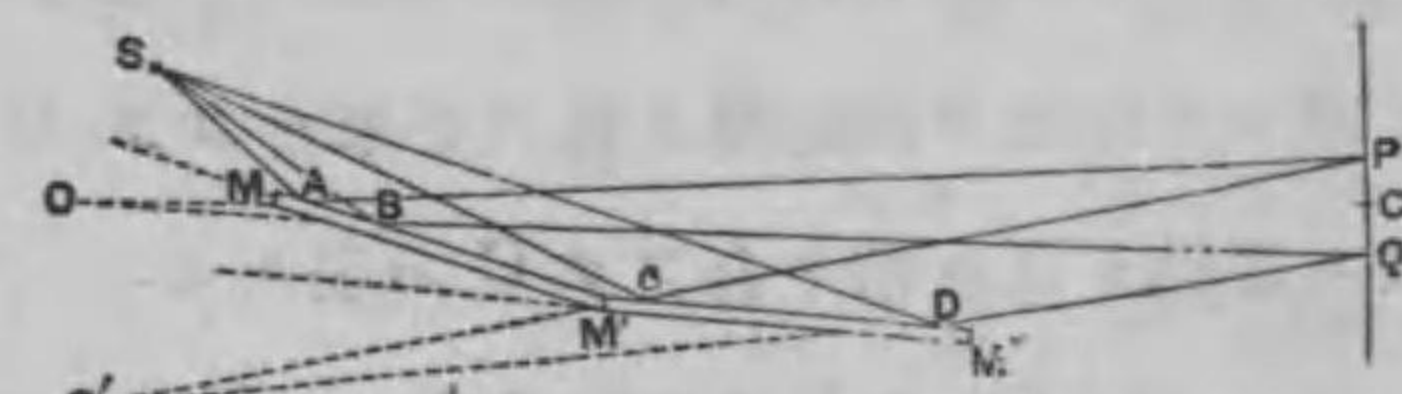
單色光デナク種々ノ色ノ混ゼル光ヲ用ユル時ハ銘々ニ明暗ノ縞ガ出來ルカラ、一方ノ色ヨリナル暗所モ他方ノ光ノ生ズル明所ノ爲メニ消シ合ヒ「スペクトル」ノ様ナ美シイ縞ガ出來ル理ニナル。然ルニ



第 266 圖

二ツノ「ランプ」ヲ置イテ實驗ヲシテモ決シテ縞ガ出來ナイ、何トナレバ上ノ話ハ O ト O' カラ全ク同振動ヲナス同ジ波ヲ出ス時ト假定シテ話デ「ランプ」ノ光デハ時々其ノ振動ノ位相ガ變ズルナラン、故ニ或時ニハ縞ガ出來カカリテモ其次ノ瞬間ニハ之ヲ打ち壞ハスナラン故ニ或ル装置デーツノ光源カラ出ル光ヲ二ツニ分ケテ此實驗ヲスレバヨイ。「フレネル」ハ次ノ如キ裝置ヲ考案シタ。

第 267 圖デ MM'M'' ハ二ツノ平面鏡ヲ殆ンド平面ヲナス位迄ノ角ヲナシテ接合シテアル。今 S ニ發光體ヲ置ケバ MM' ナル面カラ反射シタ光線 AP, BQ ハ



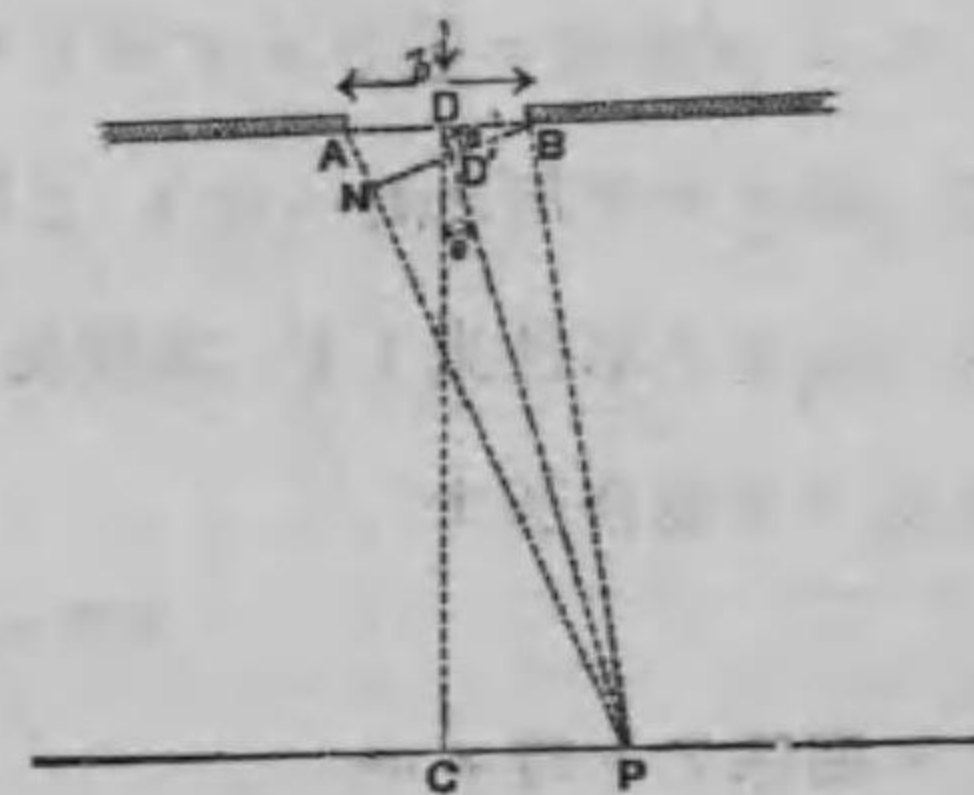
第 267 圖

丁度 MM' ニ對シ S ト對稱ヲナス點 O カラ來ルガ如ク見ユ、MM'' 面ノ反射シタ光線 cP, DQ ハ丁度 M'M'' ニ對シ S ト對稱ヲナス點 O' カラ來ルガ如ク見ユ、而カモ眞ノ發光體ハ只ダ一ツノ S ナルニヨリ其ノ光ノ波ノ位相ハ O, O' 共ニ同ジ。故ニ全ク上ニ述べタト同様ノ現象ガ起ル此ノ裝置ヲ「フレネル」干涉鏡ト云フ。

第四部第七章 1 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス

### (17) 一ツノ裂目ノ存スル場合ノ廻折

第 268 圖ノ如キ一ツノ狭キ裂目ニ上カラ平行光線ヲ當ツルトス、遙カ遠方ニ此光ヲ障子ニ受クルトキ其光



第 268 圖



ガ單光色ナルトキハ裂目ノ前面ニ最モ明ルキ所ヲ生ジ其ノ左右ニ明暗ノ縞ガ出來ル、此光ガ白色光線ナル時ハ裂目ノ前面ニ白イ線ガ生ジ左右ニ「スペクトル」ノ如キ色々ノ色ノ縞ヲ現ハスノデアル。今 AB ナル裂目ノ中心 D カラ DC ナル垂線ヲ下ス、障子ハ AB ニ平行ニ置ケ、C ナル點ヲ考フルニ距離 DC ガ AB ノ幅ニ比シテ非常ニ大ナル時ハ C カラ AB 線中ノ何レノ點ニ至ル距離モ略ボ相等シイモノト見テヨイ、サテ上カラ裂目ニ當ル光線ハ平行ナルニヨリ、ソレニ對スル波面ハ裂目ニ平行デアル、從テ裂目 AB 中ノ何レノ點モ同一ノ位相ノ振動ヲナスノデ、其 AB 中ノ總テノ點ヲ中心トシテ起ル振動ガ C ニ傳ハリ來リシ時總テ同距離ヲ傳ハリ來ルカラ C デハ同一ノ運動ガ出會フ、故ニ運動ガ互ニ助ケ合フテ C ハ明ルイ。

次ニ C 以外ノ P ナル點ヲ考フ、今 P ト A, D, B トヲ結ビ而シテ P ヲ中心トシ PB ヲ半徑トスル圓ヲ畫キ其圓ノ弧ヲ BN トス然ルトキハ明ニ  $AN = AP - BP$

倍 P ハ非常ニ遠方ニアルノデ  $\angle APB$  ハ甚ダ小デアルカラ弧 BN ハ AP ニ垂線ト考ヘテヨイ、斯ク考ヘルト

$$AN = b \sin \theta$$

又 P ガ非常ニ遠方ニアルトキハ AP, DP, BP ナル三直線ハ平行ト考ヘ得ルカラ斯ク考ヘルト  $\angle PDC$  ハ  $\theta$  ニ等シイ且ツ  $DD' = \frac{1}{2} AN$ 、故ニ此光ヲ單色光トシ、其波長ヲ  $\lambda$  トセバ若シ P ガ以上ノ方程式ヲ満足スル場合即チ

$$AN = b \sin \theta = \lambda$$

ナル關係アル時ニハ

$$DD' = \frac{AN}{2} = \frac{\lambda}{2}$$

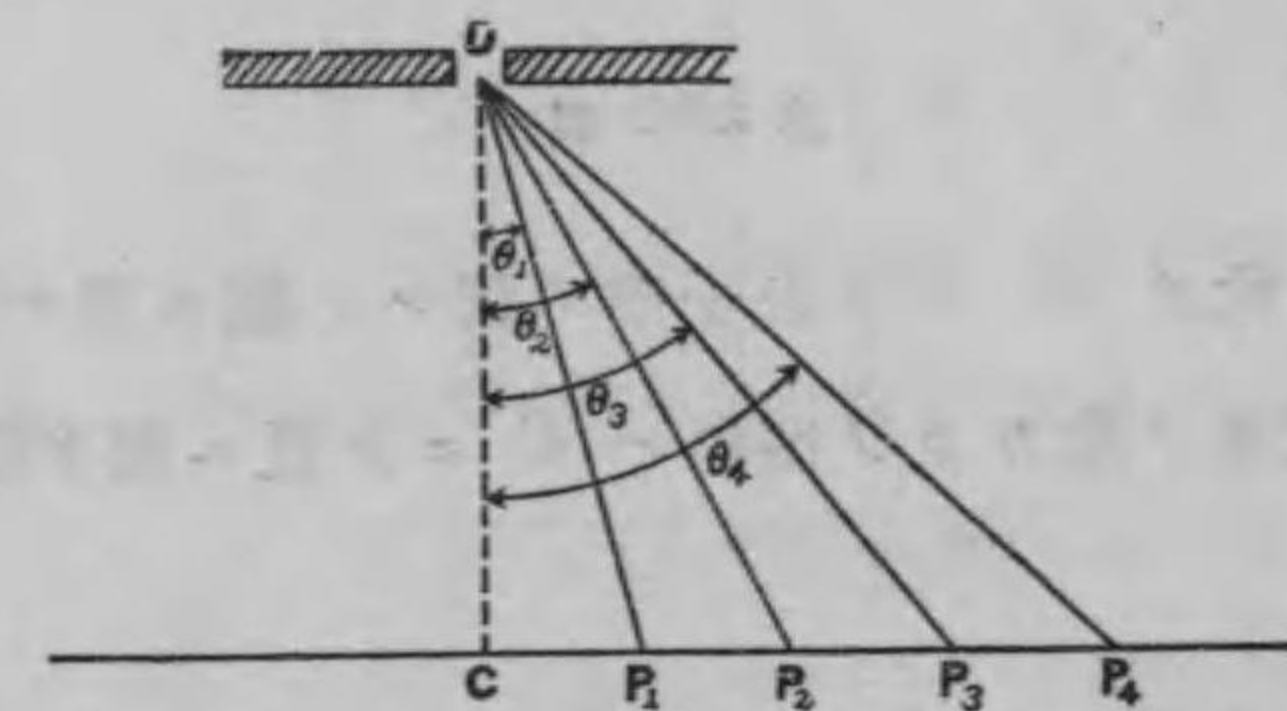
然ルニ  $DD' = DP - BP \therefore DP - BP = \frac{\lambda}{2}$

故ニ D カラ P ニ來ルモノハ、B カラ P ニ來ルモノヨリモ丁度  $\frac{\lambda}{2}$  丈ケ大キイ、故ニ D カラ發シタ振動ト、B カラ發シタ振動トハ P デ丁度反對ノ運動トナル。斯ル理デ D ト B トヨリ發スル振動ハ互ニ P ニテ打消ス、次ニ D カラ少シ左ノ點ト B カラ少シ左ノ點トヨリ P 迄ノ距離ヲ考フレバ、之レ又タ  $\frac{\lambda}{2}$  丈ケノ差アリ從ツテ此等ノ點ヨリ來ル振動モ亦 P ニテ打消ス、此ヨリ又タ少シ左ノ一對ノ點ヲ考フルモ其振動ハ P ニテ互ニ打消ス斯クノ如クシテ D カラ左ノ半分ト、右ノ半分トハ全ク互ニ打消シ合フ如キ點ノ對ヲナス。故ニ P ハ暗クナル。故ニ  $b \sin \theta = \lambda$  (暗)、從ツテ  $b \sin \theta = 2\lambda$  (暗)、

何トナレバ  $b \sin \theta = 2\lambda$  ノ時ニハ  $AN = 2\lambda \therefore DD' = \lambda$ 、從ツテ裂目ノ半分ニ於テ上ニ述べタ關係ガ出來ル、故ニ D カラ右半分ノ影響ハ零トナル同理デ左半分ノ影響モ零トナル。此理デ  $b \sin \theta = 3\lambda$  ニテモ又暗クナル。

此時ハ裂目ノ  $\frac{1}{3}$  宛ガ P ニ零ノ影響ヲ及ボス、斯ル理ニヨリ一般ニ  $b \sin \theta = n\lambda$  ナル關係ノ點ニアリテハ暗クナル。此最後ノ式ヲ満足スル  $\theta$  ヲ  $\theta_1$  以下次第ニ  $\theta_2, \theta_3,$

..... $\theta_n$  トスレバ第 269 圖ノ如ク  $P_1, P_2, P_3, P_4$  等ノ暗キ點ガ出來ル而シテ此等ノ中間ニ  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  等ノ明ルキ部分ヲ生ズ。其出來ル理由ハ省略シ只其ノ計算ノ結果丈ケヲ示スト



第 269 圖

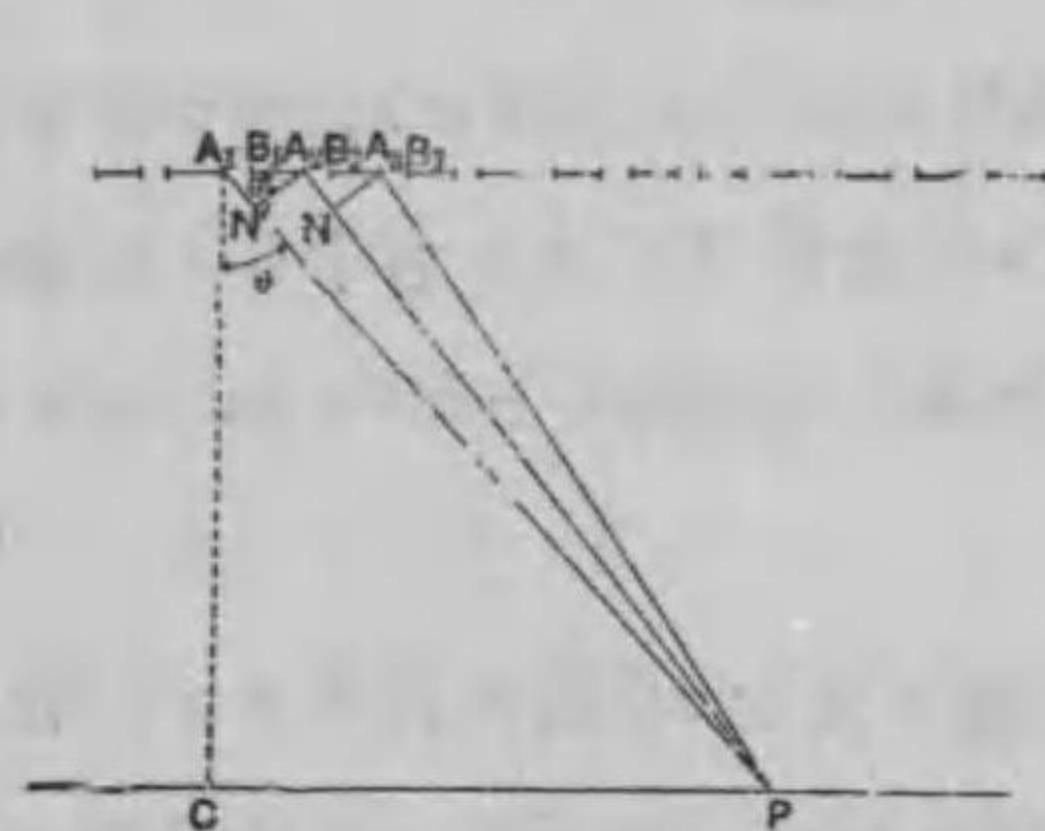


$$b \sin \theta = 1.430\lambda(Q_1) = 2.459\lambda(Q_2) = 3.471\lambda(Q_3) = 4.477\lambda(Q_4)$$

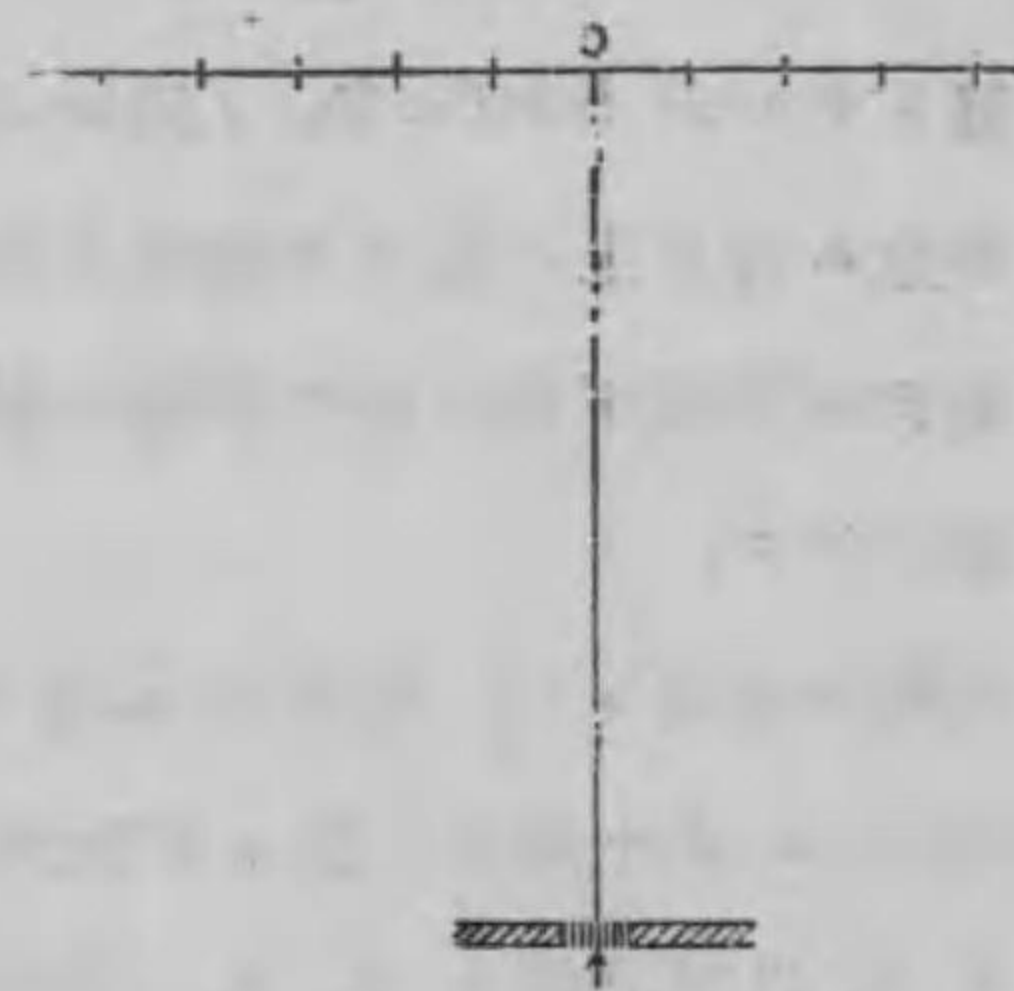
故=大略  $\lambda = .5$  ヲ加ヘタモノノ倍數ヲ乘ジタモノト見テヨイ。又  
タ一般  $= \theta$  ハ  $\lambda$  = 比例スルカラ  $\lambda$  ノ大ナルモノハ縞ノ大キイモノヲ  
生ズ、故=日光ノ如キ場合=ハ各色ノ光ガ入ヲ異ニスルニヨリ其ノ縞  
ハ色ヲ呈スルコトニナル。

### [18] 硝子ノ廻折格子

今格子カラ入ナル波長ノ光ヲ通ス時ハ格子ノ中央ノ真下ニ C ナル  
明キ所ヲ生ジ其左右ニ暗キ部分ノ縞ガ出來ル。白色光線ヲ用フレバ實  
際ノ「スペクトル」ガ出來ル。



第 270 圖



第 271 圖

此ノ C カラ格子中ノ何レノ點ニ至ル距離モ相等シイカラ格子中ノ  
數多ノ點カラノ振動ハ C ニテ互ニ助け合フ故ニ C ハ明ルキ部分トナ  
ル。

今 C カラ右方ニ少シ寄りタ點 P ヲ見ル而シテ  $A_1, A_2, A_3$  ヲ之ニ結  
ビ而シテ P ヲ中心トシテ  $A_1$  ヲ過ル圓ヲ畫キ之ノ弧ヲ作り  $A_1N'$  トス、  
然ルトキハ  $A_2N'$  ハ P ガ非常ニ遠方ニアルカラ  $A_2$  カラ  $A_1P$  ニ下シ

タ垂線ト見テヨイ、 $\angle PA_1C = \theta$  トセバ  $\angle B_1A_2N' = \theta$  トナル而シテ  
 $\overline{A_1A_2} = b$  トセバ

$$A_1N' = b \sin \theta = A_1P - A_2P = \lambda$$

トス、若シ此差ガ  $\lambda$  = 等シクナリタリトセバ、 $A_1A_2$  ヲリ發スル振動ハ  
P = 於テ助け合フ關係ニナル、同様ニ  $A_1A_2$  夫々カラ少シ左方ニアル  
點ノ P カラノ距離ノ差ハ  $\lambda$  = 等シクシテ夫々其振動ハ P = 於テ互ニ  
助け合フ、斯ノ如ク  $A_1B_1, A_2B_2$  ノ裂目ハ斯ル關係ノ點ノ集合ヲ成  
ルヲ以テ此二ツノ裂目カラ入り來ル振動ハ P = 於テ全ク助け合フ、而  
シテ  $A_3$  カラ  $A_2P$  = 下シタ垂線ヲ  $A_2N'$  トセバ

$$A_2N' = A_1N' = \lambda$$

故ニ  $A_2B_2, A_3B_3$  ノ裂目ノ關係ハ  $A_1B_1, A_2B_2$  ノ間ノ關係ニ等シク  
又タ之レカラ入り來ル振動ハ P = 於テ助け合ヒ斯ノ如クニシテ總テ  
ノ裂目カラ入り來ル振動ハ P = 於テ助け合ヒ爲メニ P ハ明ルクナル  
故ニ

$$A_1N' = b \sin \theta = A_1P - A_2P = \lambda$$

$$= b \sin \theta = 2\lambda$$

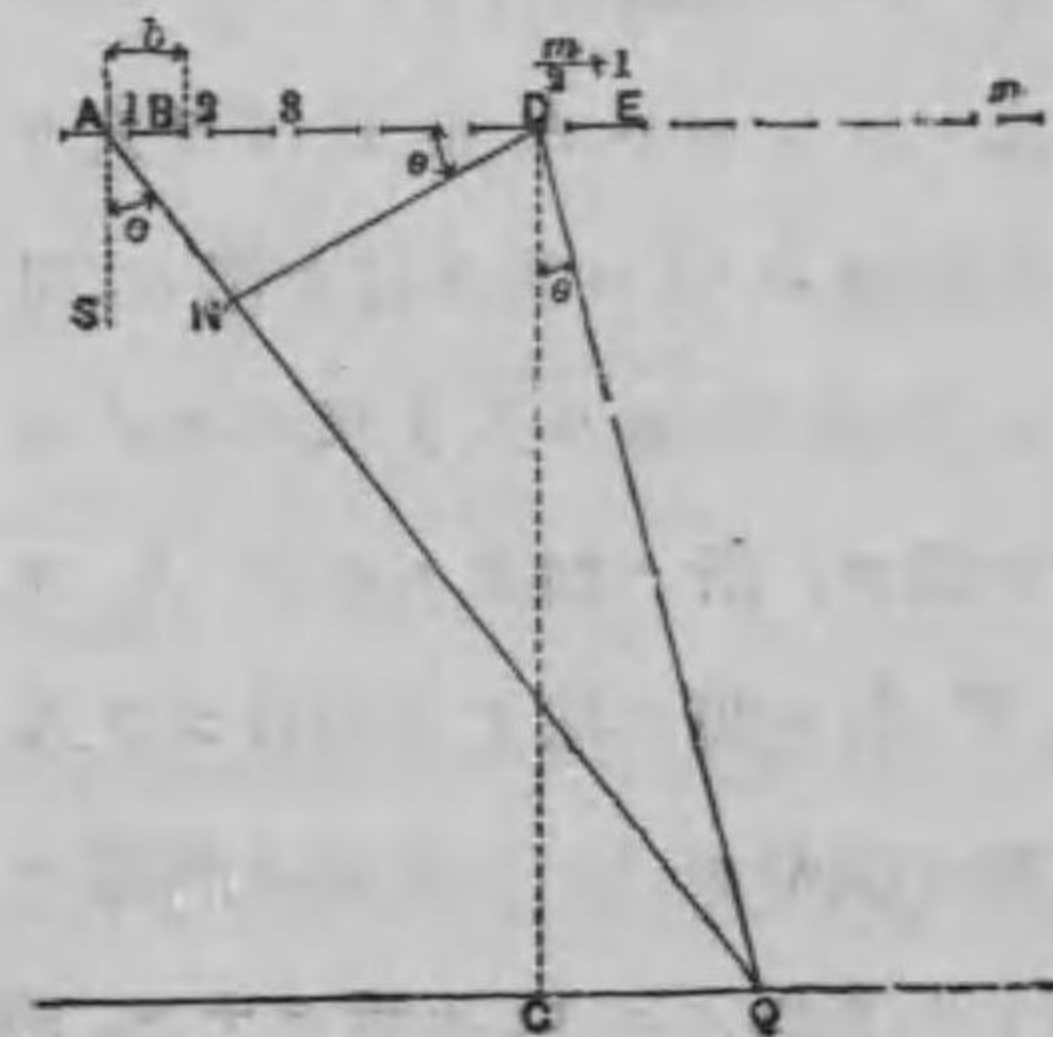
$$= b \sin \theta = 3\lambda$$

$$\dots\dots\dots$$

$$A_1N' = b \sin \theta \dots\dots\dots = n\lambda$$

ニ於テモ同様ノ事ガ起ル而シテ一  
般ニ

$$b \sin \theta = n\lambda$$



第 272 圖

ナル關係ヲ満足スル點ハ n 番目ノ明ルキ線上ニアル、C ラ左方ニ於テ  
モ同様デアル。而シテ明線ト明線トノ間ニハ極メテ明暗ノ差少ナキ縞



ヲ生ズ。

證明. 今假リ = 第 272 圖ノ如ク  $m$  個ノ裂目が並ビ居ルモノトシ而シテ之ヲ  $\frac{m}{2}$  = 區分シテ考フ若シ第 273 圖デ  $AN' = \frac{\lambda}{2}$  ナル關係ヲ充タス様ナル  $Q$  ガアルトセバ,  $A$  ト  $D$  トヨリ入り來ル振動ハ  $Q$  = 於テ打チ消ス, 同様 =  $B$  ナル裂目及  $E$  ナル裂目カラ來ル振動ハ又  $Q$  = 於テ互ニ打チ消ス, カク順次ニ打チ消シテ  $Q$  = 於テノ全體ノ影響ハ零トナル.

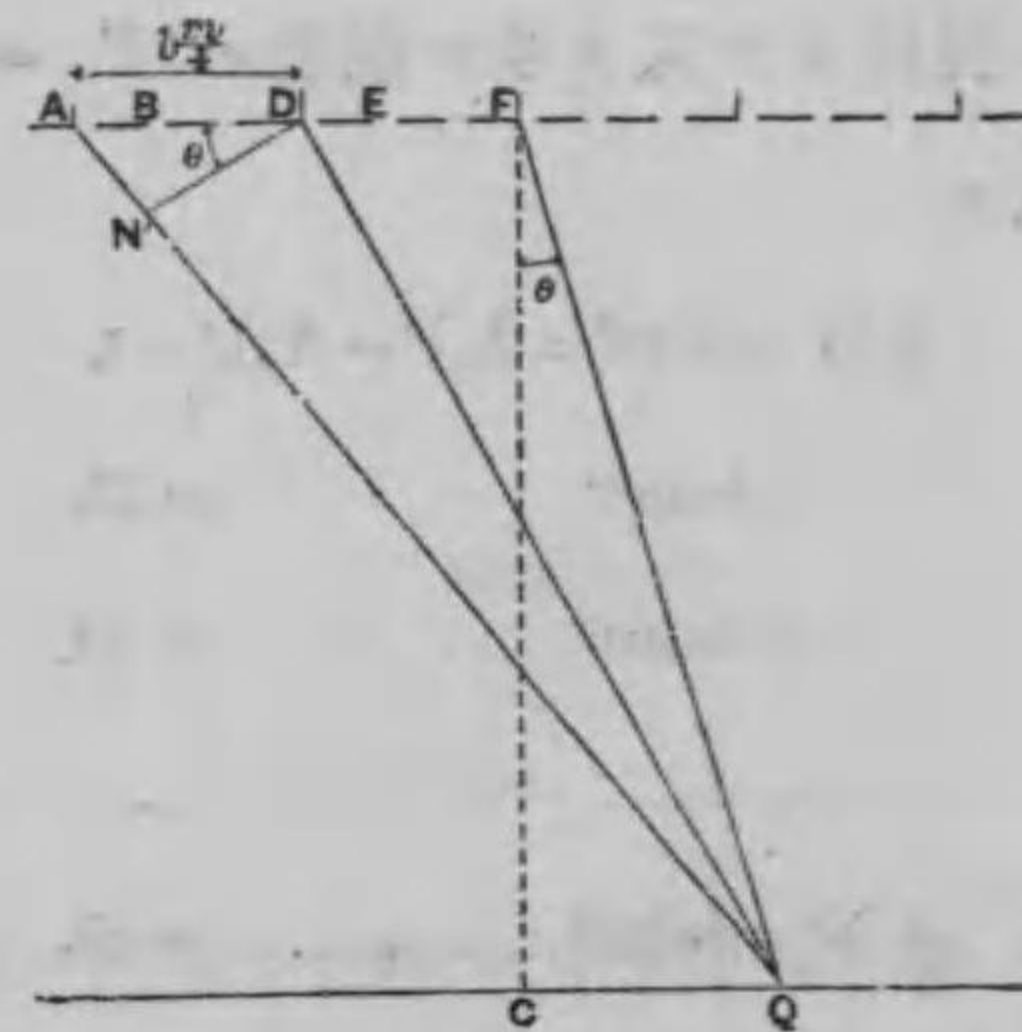
今  $\angle CDQ = \theta$  トセバ  $\angle ADN' = \angle N'AS = \theta$

$$AN' = AD \sin \theta = b \frac{m}{2} \sin \theta$$

$$b \frac{m}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}, \quad b \sin \theta = \frac{\lambda}{m} \dots \dots \dots (1)$$

(1) ノ關係ヲ充タス點 = 第一番目ノ暗線ガ現ハレル.

次 = 格子ノ全部ヲ四ツ = 區分シテ考フル = 此時 =  $AN' = \frac{\lambda}{2}$  ナル關係アルトキハ  $A$  及  $D$  カラ入り來ル振動ハ  $Q$  = 於テ打チ消シ, 同様 =  $B$  及  $E$  カラ入り來ルモノモ打チ消ス, 斯ノ如クニシテ  $A$  カラ  $F$  迄ノ間ノ總テノ裂目カラ入り來ル振動ガ  $Q$  = 及ボス影響ハ零トナリ爲メ =  $Q$  ハ暗クナル, 同様 = 右半部 = モ此ノ關係成立シ,  $Q$  ハ益々暗クナル然ラバ  $Q$  ノ位置ハ如何ニシテ定マルカト云フ =



第 273 圖

$$AN' = \frac{\lambda}{2} = AD \sin \theta = b \frac{m}{2} \sin \theta.$$

$$\therefore b \frac{m}{4} \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \dots \dots \dots (2)$$

斯様ノ關係ヲ充タス  $\theta$  角ヲ含ム點 = 於テ第二番目ノ暗線ヲ生ズ, 同様 =  $\frac{m}{6}$  宛ノ團體 = 分ケテ考フレバ

$$b \sin \theta = \frac{3\lambda}{m} \dots \dots \dots (3)$$

ナル關係ヲ充タス角  $\theta$  ヲ含ム點 = 第三番目ノ暗線ヲ生ズ一般 =

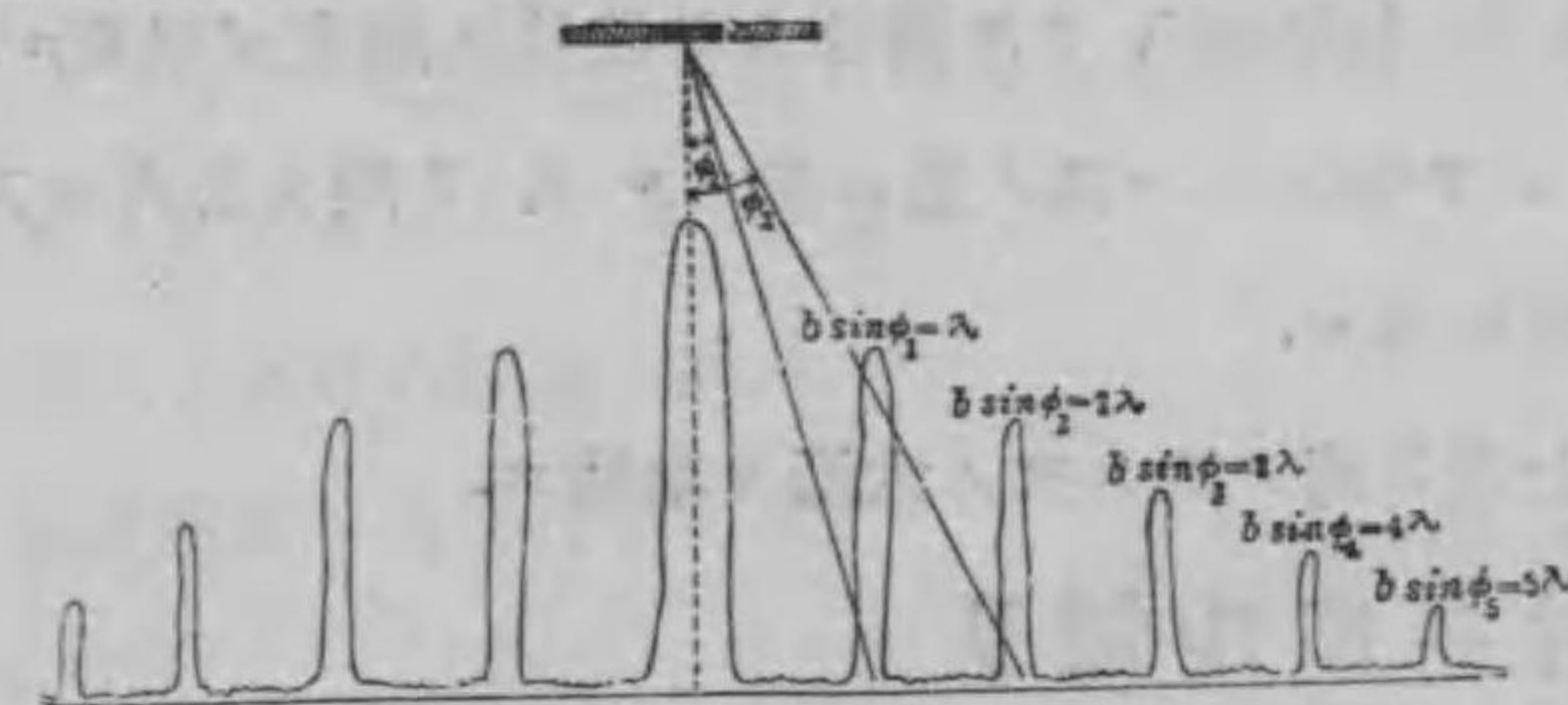
$$b \sin \theta = \frac{n\lambda}{m}$$

ナル關係ヲ充タス角  $\theta$  ヲ含ム點 = 第  $n$  番目ノ暗線ヲ生ズ.

以上カラ推シテ次ノ如キ結果ヲ得即チ

$$b \sin \theta = \frac{n\lambda}{m}$$

ナル關係 = 於テ  $n = 1, 2, 3, \dots$  ノ如キ値ヲ與ヘタル時 = 暗線ヲ生ジ.  $n = \alpha m$  ノ如ク  $n$  ガ  $m$  ノ倍数ナル値ヲ有スル時 = 明線ヲ生ズ. 故ニ格子ノ前ニ現ハレル明暗ノ線ヲ畫キ見ル = 第 274 圖ノ如シ.



第 274 圖

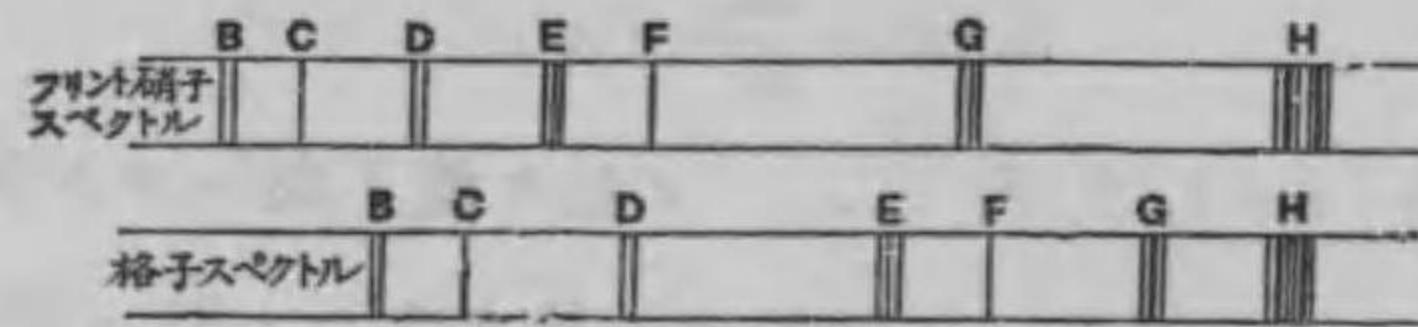
以上ハ單色光ノ場合デ  $\lambda$  ハ一種ナル場合デアルガ, 太陽光線ノ如キ白色光線ヲ用ヒタル時ハ如何ト云フ = 先ヅ赤ノ光ハ  $\lambda$  最モ長キモノデ從テ其縞ノ幅ハ廣イ, 而シテ順次莖, 紫トナル = 從ヒ  $\lambda$  ハ小ナクナリ, 爲メ = 縞ノ幅ハ狭クナル, 之ヲ見ル =  $C$  = ハ總テノ色ガ共ニ落ツルカラ白色トナリ其左右 = 數條ノ「スペクトル」ヲ生ズ, 而シテ其「スペクトル」ノ中  $C$  = 近キ部ノ「スペクトル」ハ純然トシテ他ノ干涉ヲ受ケ



ス、ケレドモ之ヲ遠ザカルニ從ツテ「スペクトル」ハ相隣リ合フモノ互ニ相干涉シテ正式ノモノデナイ。

通常ノ「プリズム」デ作ル「スペクトル」ハ其ノ「プリズム」ヲ造レル物質デ種々異ナルケレド格子デハ斯様ノ事ハナイ、故ニ格子デ生ズル「スペクトル」ヲ「スペクトル」ノ標準トナス。

試ニ「フリント」硝子ノ「プリズム」デ生ズル「スペクトル」ト、格子ノソレトヲ比ベルト次ノ如シ。第 275 圖デ上ハ硝子、下ハ格子ノ「スペクトル」デアル。



第 275 圖

格子ヲ用ヒテ  $b \sin \theta = \lambda$  ナル關係カラ波長ノ測定ガ出來ル。例ヘバ赤色光線ノ  $\lambda$  ヲ知ルニハ其ノ光ニ對スル  $\theta_1$  ヲ測リ上式ニ入レルト入ハ直チニ計算シ得ル。

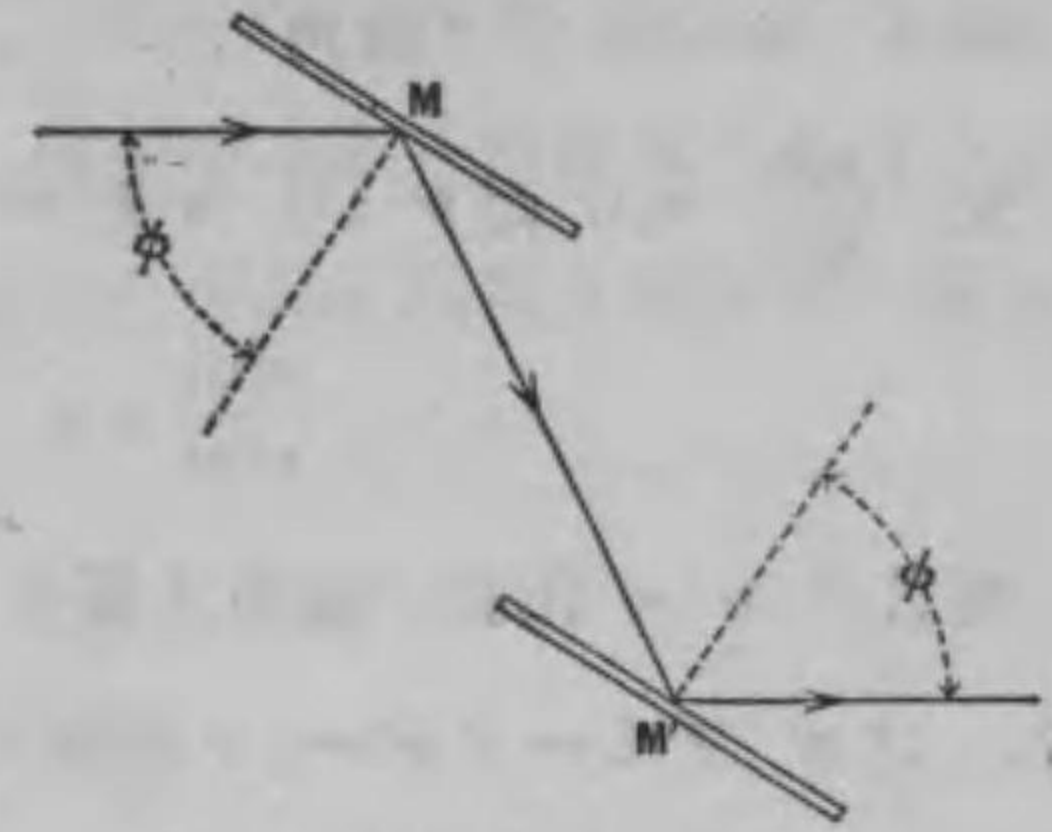
第四部第七章 3 節ノ次ニ次ノ六節ヲ増補ス。

### [19] 反射ニ由ル偏り

光ハ金屬面ノ表面カラ反射シテモ偏ルノデ斯克シテ光ガ硝子板ノ上ニ落ツルトキ其反射光線ハ入射角ノ多少ニ由リ多少完全ニ偏ルコトガ分ル。實驗デ見ルト各物質ニハ反射光線ノ偏リガ最モ完全デアル所ノ一定ノ入射角ガ存スルコトガ分ルノデ此角ヲ偏リノ角ト稱スル。

第 276 圖デ入射光線ハ鏡 M デ反射シタ後平面ノ偏リデアルコトガ分ルノデ此時偏リノ平面ハ入射光線ノ平面ト同一デ換言スルト之ハ入射光線ト鏡 M トノ垂線トヲ含ムノデアル。

倍第二ノ鏡 M' ヲ圖ニ示ス様ナ位置ニ置クトキハ其上ニ落ツル偏光ハ丁度斯様ナ鏡カラ普通ノ光線ガ反射サレルト同様ニ反射サレルコトガ分ル然レドモ若シ第二ノ鏡 M' ヲ M'M 線ヲ軸トシテ 90° 丈ケ廻スト偏光ハ全ク第二ノ鏡カラ反



第 276 圖

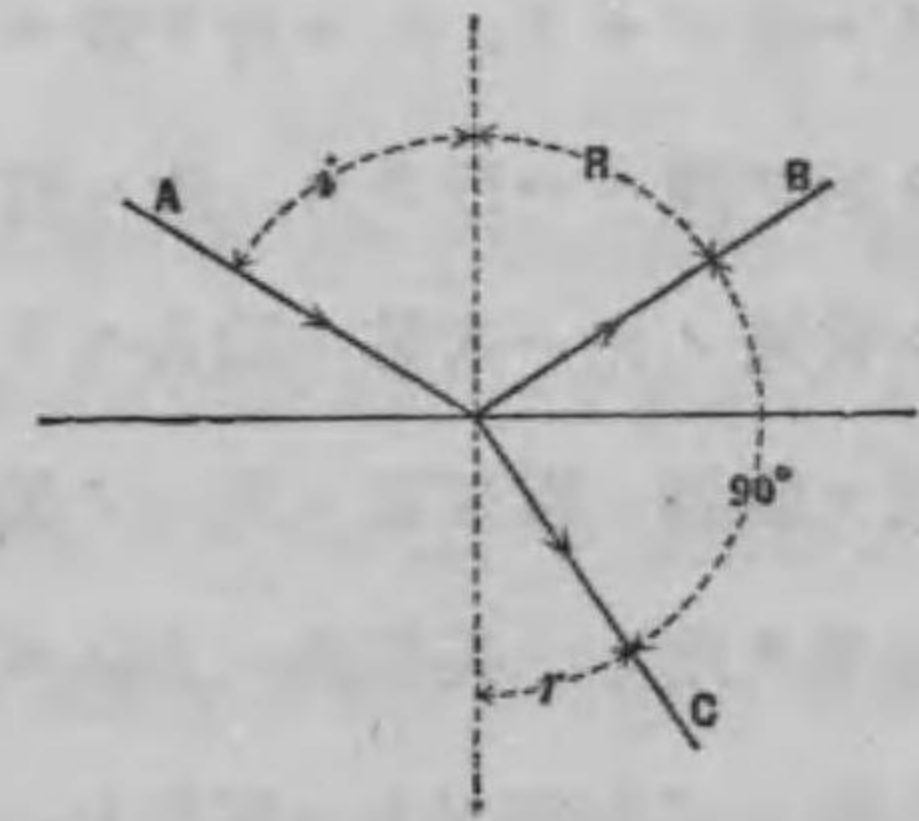
射サレナイ、而シ M' ヲ同方向ニ尙ホ 90° 丈ケ廻スト偏光ハ、モ一度完全ニ反射サレル、即チ二枚ノ硝子ノ鏡デ完全ナ偏リノ装置ガ出來ル。此目的ニ硝子ノ鏡ヲ用ユル場合ニハ入射角  $\phi$  ハ偏リノ角ニ等シクセネバナラヌ。硝子ニ對スル  $\phi$  ハ 57° ト 58° トノ間デアル。

### [20] 「ブルースター」ノ法則

「ブルースター」氏ハ反射ニ由ル偏リハ反射光線ト屈折光線トノ間ノ角ガ 90° ナルトキ最モ完全ナコトヲ見出シタ。

斯様ナ事條カラ任意ノ媒質ニ對スル偏リノ角ハ甚ダ簡單ニ其屈折率デ表ハシ得ラレル。

第 277 圖デ A ハ密ナ媒質ノ表面ニ入射スル空氣中ノ光線ヲ表ハスノデ  $i$  ハ入射角、R ハ反射角、 $r$  ハ屈折角デアル。反射光線 B ト屈折光線 C トノ間ノ角ガ圖ノ如ク 90° ナルトキ、 $i$  ハ偏リノ角デアルカラ次ノ關係ガアル。



第 277 圖

$$r + 90^\circ + R = 180^\circ \therefore r + R = 90^\circ$$



即チ  $R=i=r$  ノ餘角 .....(1)

又  $\frac{\sin i}{\sin r} = \mu$ , 而シ (1) ヨリ  $\sin r = \cos i$

$\therefore \frac{\sin i}{\cos i} = \mu$  即チ  $\tan i = \mu$

換言スレバ任意ノ媒質ノ偏リノ角ノ正切ハ其媒質ノ屈折率ニ等シイ。之ガ「ブルースター」ノ法則デアル。

硝子ノ場合ニハ  $\mu \doteq 1.53$   $\therefore \phi \doteq 57^\circ$

玆ニ注意スベキハ光ガ垂直ニ當リテ垂直ニ歸ルトキハ偏リナキコトデアル。

[21] 一回ノ屈折ニ由ル偏リ

今硝子ニ普通ノ光ヲ當テルト一部分ハ反射シ一部分ハ屈折シテ硝子中ニ入り込ムノデ此屈折光線ヲ檢スルニ矢張り偏レリ、然ルニ其振動ノ方向ハ紙面ニ平行デ反射光線トハ互ニ直角ノ方向デアル。而シテ光ガ垂直ニ入り來ル時ハ偏リハ起ラヌノデ、入射光線ガ傾クニ從ツテ偏リハ強クナリ、 $\phi$ ニ於テ最モ強イ併シ此場合ニハ屈折光線ガ全部偏ルト云フ譯ニハ行カヌ、故ニ硝子ヲ幾枚モ重ネテ光ヲ通ストキハ混ジ居ル普通ノ光ハ次第ニ除去セラレテ遂ニハ全ク偏光ノミトナル、故ニ斯様ナ装置ハ電氣石ト同一ノ働キヲナス、ソコデ若シ硝子ニ當ツル光ヲ偏光ヲ用ヒ、其振動ノ方向ガ此紙面ニ直角ナル如キ光ヲ以テスル時ハ此殆ンド全部ガ上ニ反射シ、紙面内ニ振動スル光ハ殆ンド、ナクナルカラ全反射ニ似タ働キヲナスノデアル。

[22] 複屈折

屈折ノ媒質ガ硝子、水ノ如キ等方體デハ其各方向ニ對シ種々ノ物理

的性質同一デアルガ、多クノ結晶體デハ其性質ガ結晶ノ向キデ異ナル斯様ナモノヲ不等方體ノ物質ト云フ。此不等方體ニ光ガ入ルトキハ一條ノ光線ガ通常二條ニ分レテ屈折スルノデ此ノ現象ヲ複屈折ト稱スル。

結晶ノ種類ヲ分ケラ次ノ六ツノ圖體トナシ得ル。

1. 等軸晶系

$ax = ay = az$

2. 正方晶系

$ax \perp by \perp cz, ax = by \neq cz$

3. 六方晶系

$aw = ax = ay \neq cz, \angle ax = \angle ay = \angle aw = 60^\circ, cz \perp (ax, ay, aw)$

4. 斜方晶系

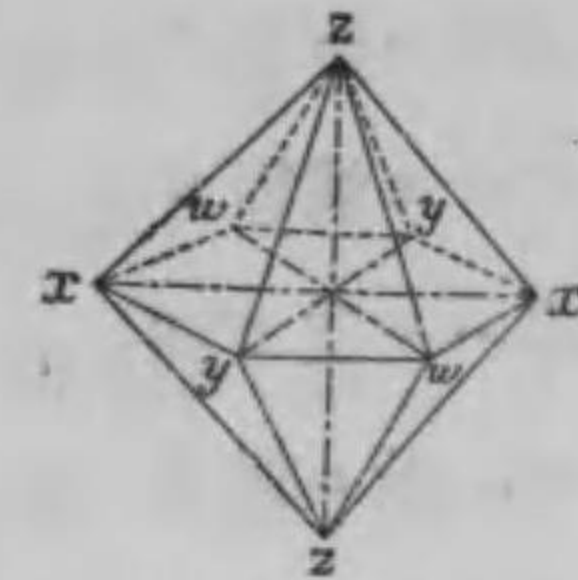
$ax \perp by \perp cz, ax \neq by \neq cz$

5. 單斜晶系

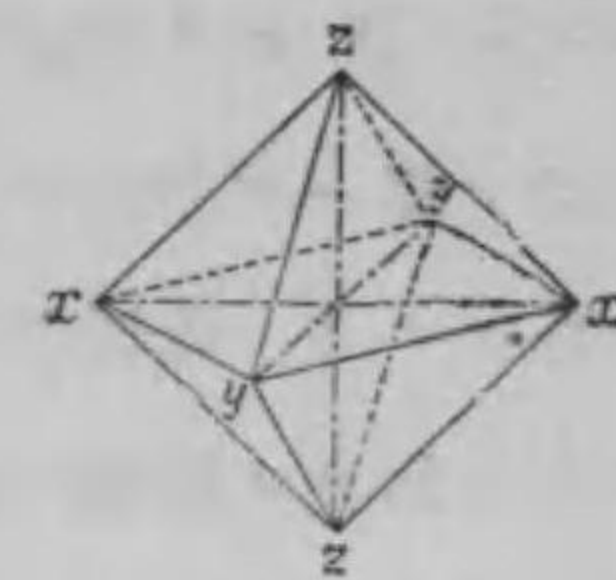
$cz \perp ax \neq by, ax \neq by \neq cz$

6. 三斜晶系

$cz \neq by \neq ax$ , 即チ  $cz, by, ax$  ハ互ニ等シカラズ又互ニ垂直デナイ。



第 279 圖



第 278 圖

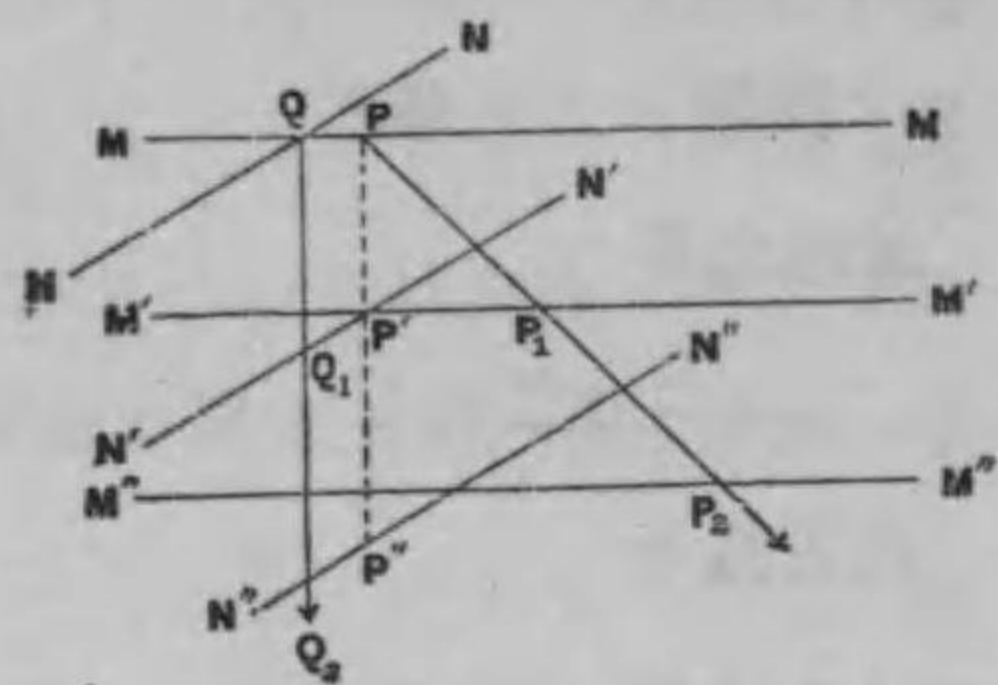
以上ハ結晶學上ノ區別デ之ヲ光學上カラ見ル時ハ此ノ中ニ光軸ト云フ一定ノ方角ガアル、然ルニ 2, 3 系ノモノハ此光軸ヲ一ツ有スルカラ光學上ヨリ單軸結晶ト云フ。4, 5, 6 系ノモノニハ二ツノ光軸ガアルカラ之ヲ二軸結晶ト云フ。1 系デハ光ノ屈折ノ有様ガ硝子及ビ水ト全ク相等シ、故ニ光ニ對シ結晶ノ特性ガナイ、今次ニ光軸ノ説明ヲナサン。

結晶中ニテ光線ガ二ツニ分レテ進行スルト云フコトハ、ソコニ二種ノ波動ガ生ズルト云フコトデ、波動ノ場合ニ説ケル如ク一般ニ波動ノ



進行ヲ考フルニ波面ガ平面ナリトセバ第 280 圖ノ如ク  $MM'$  面ガ  $M'M'$  トナリ更ニ  $M''M''$  トナリテ進ム、然ルニ振動ノ傳ハリ具今ガ P 點ノ振動ガソレヨリ垂直ノ方向ナル  $P', P''$ 、ノ方向ニ專ラ傳ハルコトハ硝子ヤ水中デ起ルコトデアル。然ルニ結晶中デハ必ずシモ左様デナイ、例ヘバ P カラ  $P_1, P_2$  = 傳ハル如ク

振動ノ傳ハル方向ハ必ずシモ波面ニ垂直デナイ、此振動ノ傳ハル道ガ即チ波ニ對スル射線デアル、故ニ通常斯ル場合ニハ射線ノ進行ノ方向ト、波面ノ進行ノ方向トヲ二ツニ區別スル必要ガアル。此處デ波ノ進行ノ方向ハ  $PP'P''$  デ、振動ノ傳ハル方向ハ射線ノ方向即チ  $PP_1P_2$  ノ方向デアル。

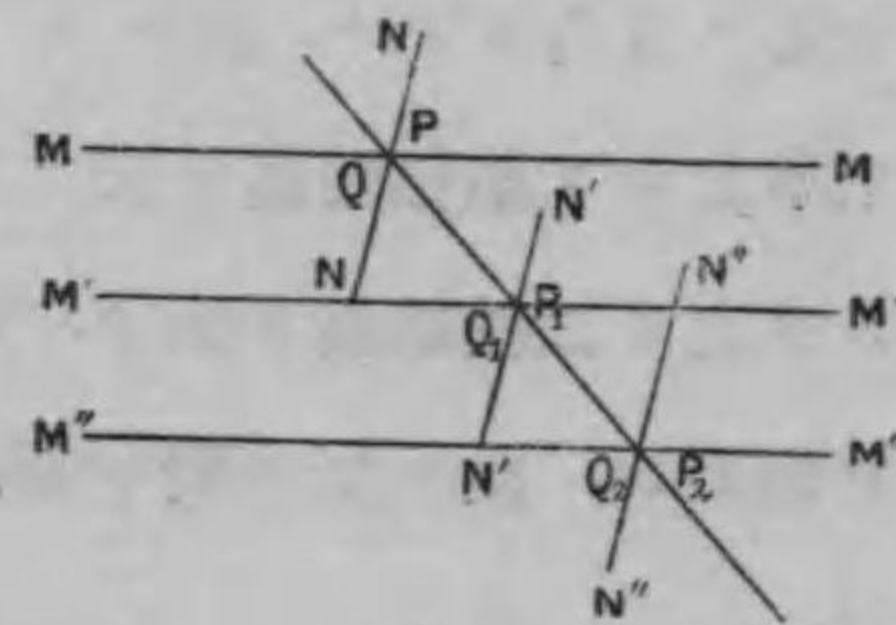


第 280 圖

ソコデ結晶中ニ二ツノ波ノ進行スルト云フコトハ其波面及ビ射線ノ進行ノ方向ガ二通リアルコトナル。

然ルニ結晶中モ或特別ナ方向ニ向ツテハ、此二ツノ射線ガ一本ニ合シテ進行スル場合アリ斯様ナ場合ノ圖ハ第 281 圖ノ如シ。

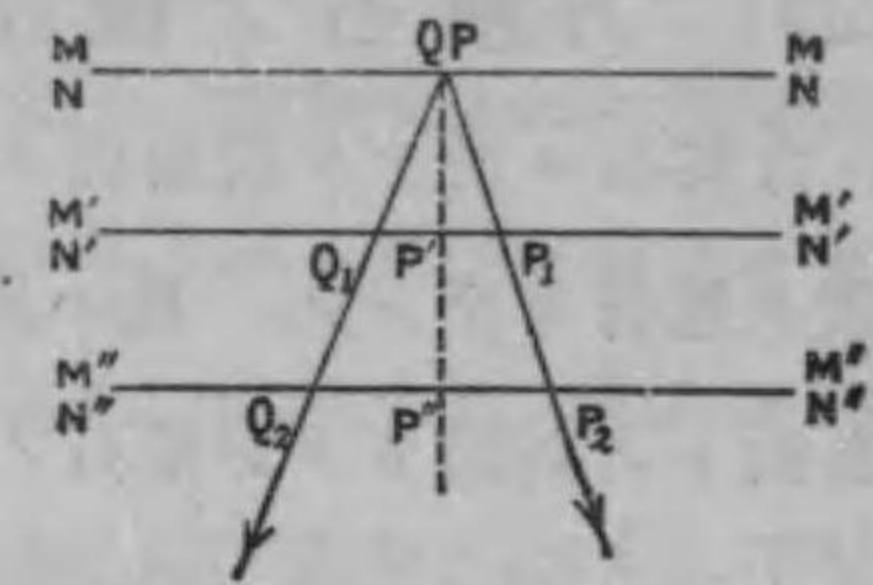
此場合ハ波面ハ必ずシモ一致セナイノデ此時ノ  $PP_1P_2$  ノ方向ヲ射線ノ光軸ト云フ。之ニ反シテ波面ハ合一シテ進ムモ射線ノ一致セザルコトアリ此時波面ノ進行スル方向ハ第 282 圖ニ示セル  $PP'P''$  ナリ、斯ル  $PP'P''$  ノ如キ方向ヲ名ケテ波ノ光軸ト云フ。



第 281 圖

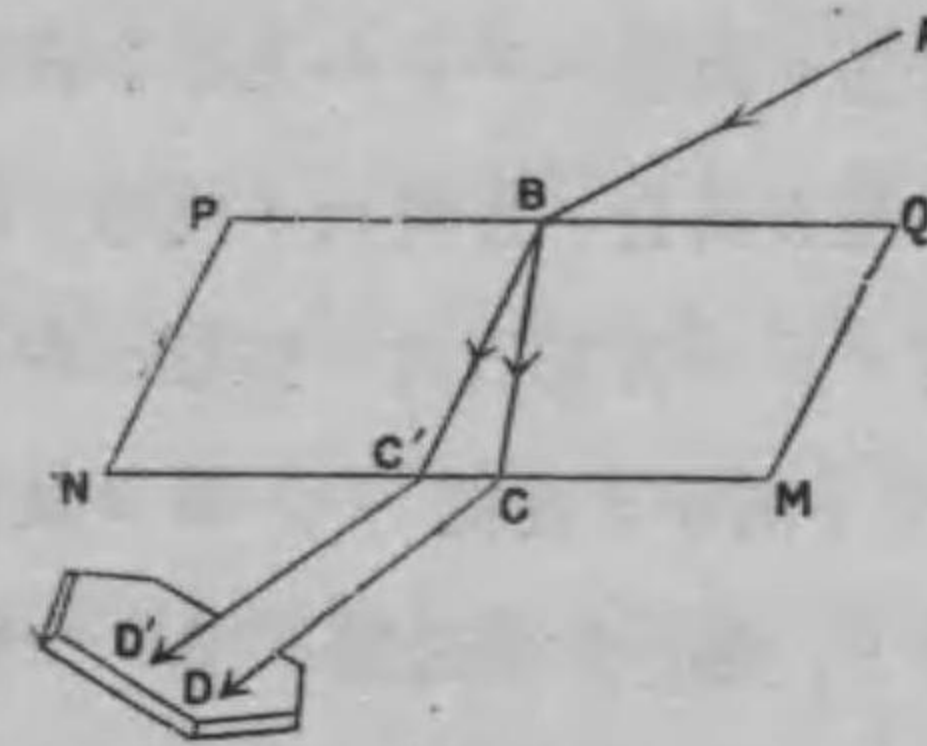
單軸晶系デハ此二ツノ光軸ガ丁度共ニ一致シテ一本トナルガ、二軸結晶デハ、二ツノ光軸ガ方向ヲ異ニシ且ツ銘々二本宛アリ、此複屈折ノ最モ甚シキハ方解石ト云フ結晶デアル。

第 283 圖デ PQMN 面ハ方解石ノ切口トス、然ルトキハ AB ナル光ヲ射込ム時ハ二本ニ別レテ屈折シ更ニ此結晶體ヲ出ヅレバ別レシママ、AB ニ平行シテ進行スル。

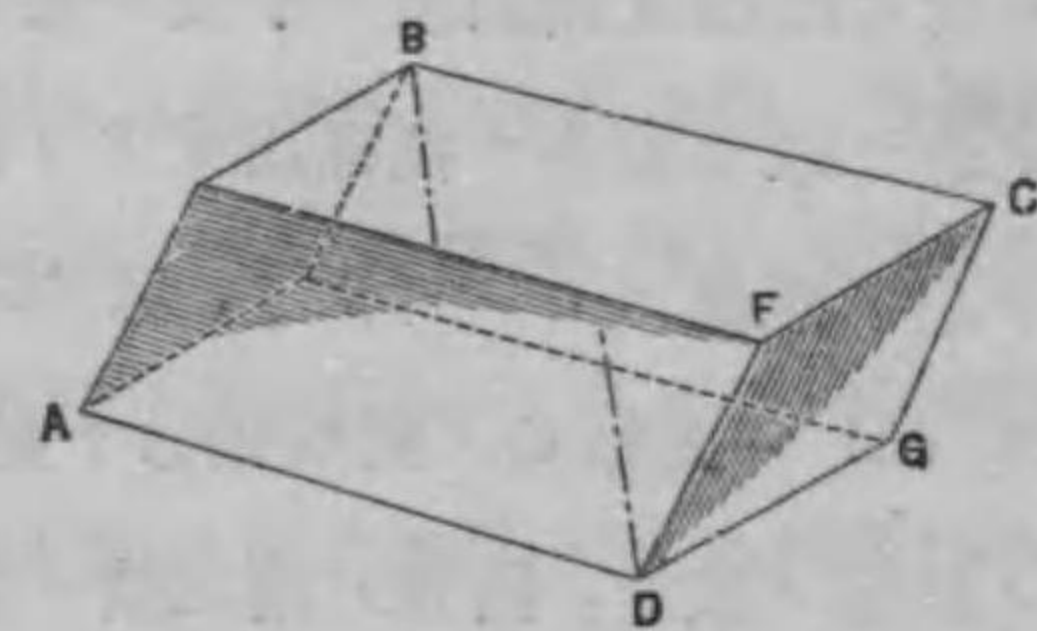


第 282 圖

倍此結晶ハ第三系ニ屬シ其形ハ斜方六面體デ其二ツノ相對スル立體



第 283 圖



第 284 圖

角ハ三ツツノ鈍角デ限ラレテ居ル、此結晶ノ光軸ハ總テ三ツノ面ニ等シク傾イテ此等立體角ノ中ノ一ツヲ通リテ引イタ直線ニ平行デアル、第 284 圖デ ABCD ハ方解石ノ結晶デ B 及 D ハ三ツノ鈍角ガ集マル所ノ立體角デアル。ソコデ B 及 D ヲ通シテ此等ノ點ヲ含ム三平面ト等角ヲナシテ引イタ直線ハ此結晶ノ光軸デアル、結晶ノ稜ガ皆等シイ時ハ光軸ハ對角線 BD ト一致スルコトニナル即チ方解石デハ BD ナル主軸ガ光軸デアル。第 283 圖デ AB ナル光ハ通常ナルモ出テ來ル CD, C'D' ハ既ニ偏光デアル、而シテ動振ノ方向ハ互ニ直角デアル故ニ電氣石ノ板デ檢スルト D ガ暗キ時ハ D' ハ明ク、D' ガ暗キ時



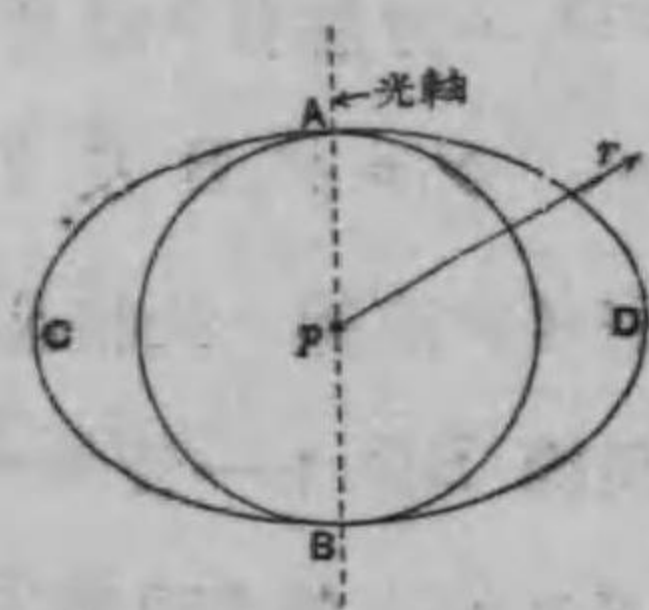
ハ D ハ明ク見エル。

[23] 方解石ノ複屈折ニ「ファイゲンス原理ノ應用

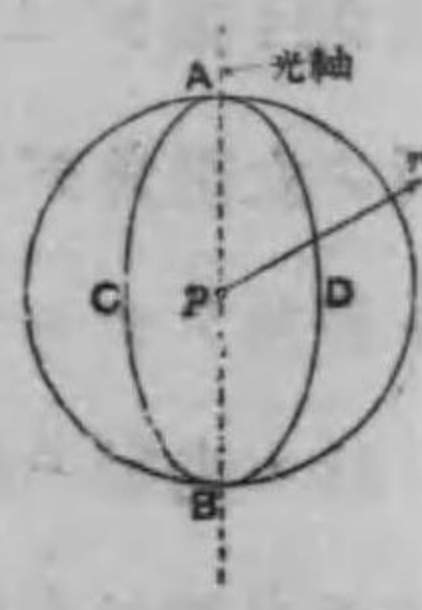
方解石ニ於ケル複屈折ノ現象ハ偏光ノ發見者「ファイゲンス」ニヨリ充分ニ解折セラレタ。氏ハ入射波ガ方解石ノ表面上ノ點ニ達スル時、其表面上ノ各點カラ方解石ノ板ニ入り込ムニツノ二次ノ小波ヲ假定シタ此小波ノ内ノ一ツハ球デ他ハ廻轉楕圓體デアル。此球面ノ小波ノ包絡線デ普通屈折波ガ定マリ又此楕圓體ノ小波ノ包絡線デ異常屈折波ガ定マルデアル。

倍入射波ガ其點ニ達シタ時其表面上ノ一點ニ於テ方解石ノ板ニ入り込ム所ノ球面及楕圓體ノ小波ヲ最モ容易ニ説明スルニハ此等小波ガ夫々完全ナ球及完全ナ楕圓體デアリ得ル様ナ具合ノ方解石ノ内部ノ振動ノ中心ヲ想像スレバ可ナリ、第 285 圖デ p ハ方解石片ノ振動ノ中心デ且ツ AB ハ此結晶ノ對稱軸即チ光軸ナリ而シテ此圓ハ p カラ發シタ所ノ球面ノ波デ、楕圓ハ楕圓體ノ波ナリ、完全ナ楕圓體ハ AB ヲ軸トシテ此楕圓ヲ廻轉シテ得ラル又此球面及楕圓體ノ波ノ表面ハ其極 A 及 B デ互ニ接スルデアル。

第 286 圖デ p カラ外ニ引イタ直線ハ射線デ、球面ノ波ヲ作ル所ノ振動及ビ楕圓體ノ波ヲ作ル所ノ振動ハ此ニ此等ノ射線ニ沿ヒ外ニ進行スルモノト考ヘラレル、倍球面ノ波ハ各點デソレガ進行セツツアル所ノ射線ニ垂直デアルガ、楕圓體ノ波ハ各點デ射線ニ直角デナイ。



第 285 圖



第 286 圖

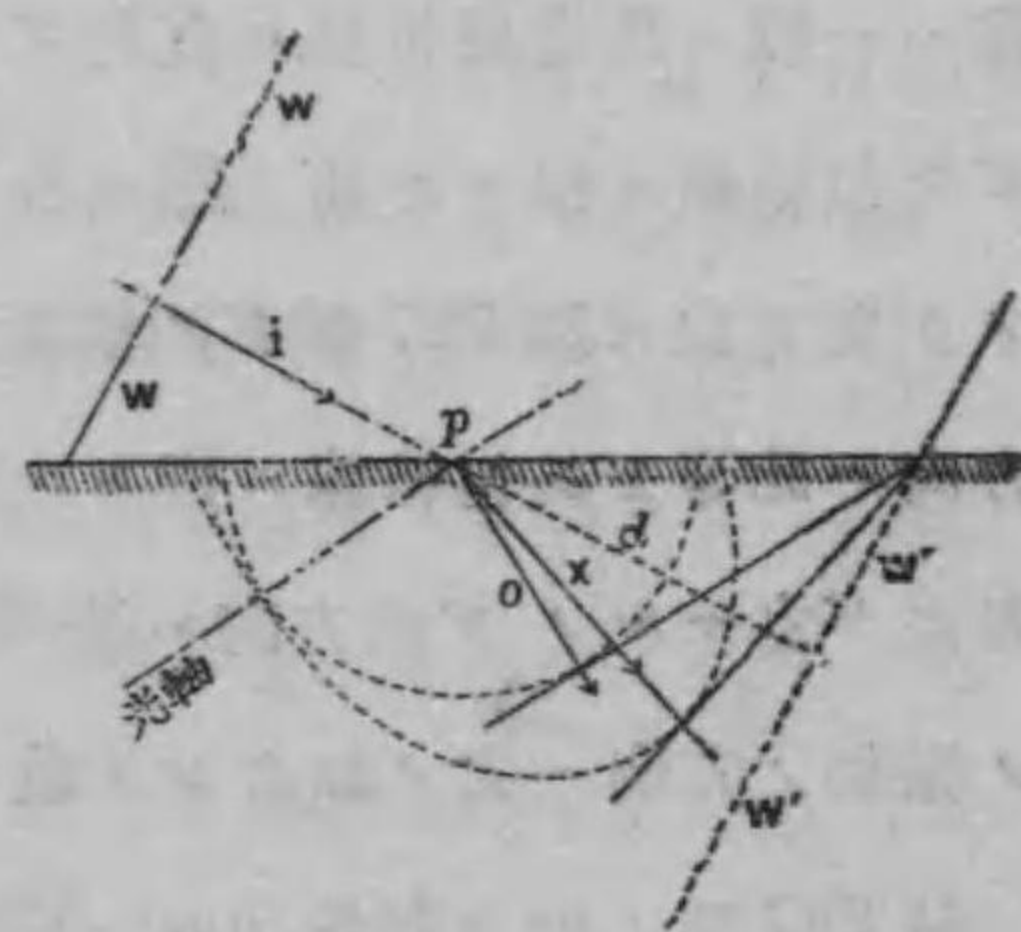
方解石ニ於ケル球面ノ波ノ速度ハ總テノ方向ニ同一デ即チ空氣中ニ於ケル光ノ速度ノ  $\frac{1}{1.658}$  デアル、軸 AB ノ方向ニ於ケル楕圓體ノ波ノ速度ハ球面ノ波ノ速度ト同一デアルガ、AB ニ直角ナ總テノ方向デハ楕圓體ノ波ノ速度ハ空氣中ノ光ノ速度ノ  $\frac{1}{1.486}$  デアル、此事ヲ通常方解石ノ常屈折率ハ 1.658 デ、其異常屈折率ハ 1.486 ト云フテ表ハス。第 285 圖デ軸 AB 及ビ AB ニ平行ナ任意ノ直線ハ此結晶ノ光軸デアル又此光軸ヲ含ム任意ノ平面ヲ主平面ト稱スル。

倍球面ノ波ノ振動ハ、ドコデモ此主平面ニ平行デアリ楕圓體ノ波ノ振動ハ、ドコデモ此主平面内ニアルデアル、第 285 圖デ點 A、B ハ楕圓體ノ極デ子午線ハ此主平面ト楕圓體トノ交線デアル。

方解石デハ楕圓體ノ波ノ直徑 CD ハ第 285 圖ニ示ス様ニ光軸ニ平行ナ其直徑 AB ヲヨリモ大デアル而シ水晶デハ楕圓體ノ波ノ直徑 CD ハ第 286 圖ニ示ス様ニ光軸 AB ニ平行ナ其直徑ヨリ小デアル、斯様ナ關係カラ方解石ヲ負ノ結晶ト云ヒ、水晶ヲ正ノ結晶ト云フテ區別スル。

第 287 圖ハ方解石ニ於ケルニツノ屈折波ヲ求ムル「ファイゲンス」ノ作圖ヲ示スモノデ、圖ハ結晶ノ光軸ガ入射線 i ヲ含ム平面内ニアリテ且ツ屈折表面（通常入射平面ト云フ）ニ垂直ナ所ノ簡單ナ場合デアル。

常屈折線 o ハ常ニ入射平面内ニアルノデ第 287 圖ニ示シタ場合デハ異常屈折線 x モ亦入射平面内ニアルガ一般ノ場合ハ斯様デナイ。



第 287 圖



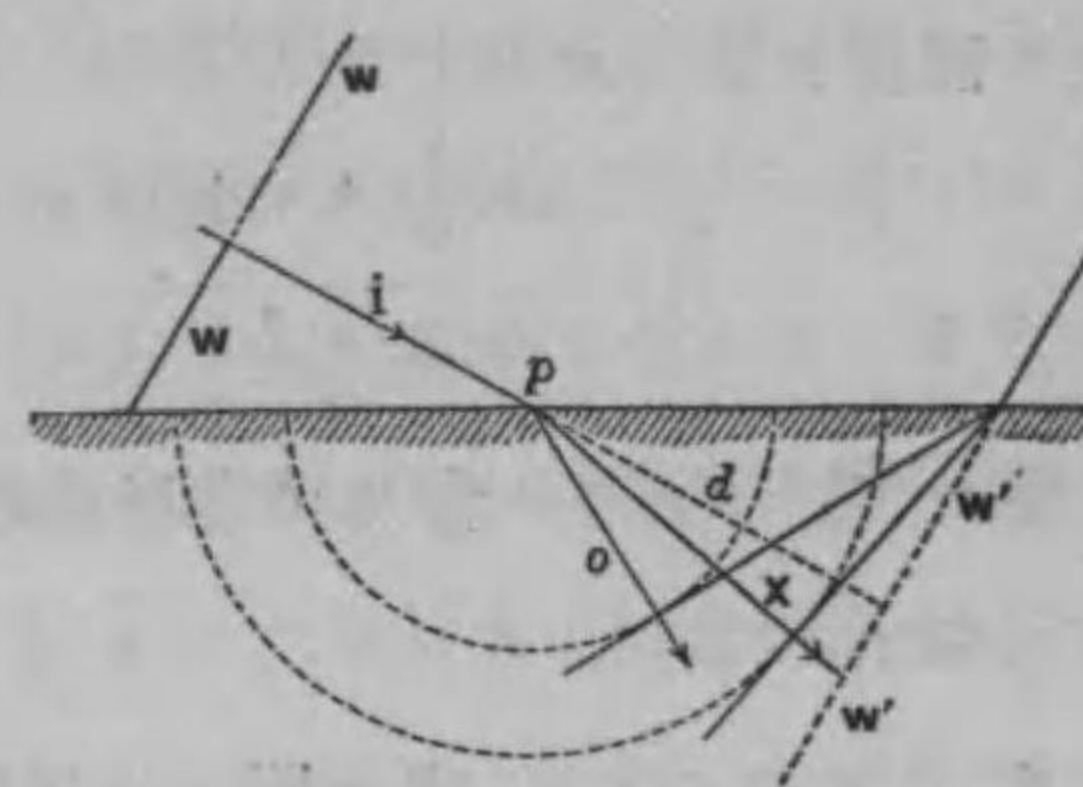
茲ニ WW ハ空气中ニ進行スル波デ、W'W' ハ若シ此結晶片ガナイ  
トシタ時ニ一定ノ瞬間ニ此波ガ達スベキ位置デアル。

今與ヘラレタル瞬間ニ二ツノ屈折波ノ位置ヲ求メシ。

波 WW ガ點 p ニ達シタ時其點ハ振動ノ中心トナリテ此結晶ニ球面  
ノ小波及楕圓體ノ小波ナル二ツノ小波ヲ送ル而シテ與ヘラレタ瞬間ニ  
ハ此 p カラノ小波ハ空气中デ距離 d 丈ケテ進行スル時間ヲ要シタ、ソ  
コデ此結晶中ノ球面ノ小波ハ  $d/1.658$  ニ等シキ半徑ヲ有シ又楕圓體ノ  
小波ハ球面ノ小波ノ半徑ニ等シキ短軸ヲ有シ且ツ  $d/1.486$  ニ等シキ長  
軸ヲ有スル、而シテ光軸ハ與ヘテアルカラ圖ノ如キ二ツノ小波ヲ畫キ  
得ル、之ト同様ニシテ屈折表面中ノ他ノ點ヨリノ小波モ定ムルコトガ  
出來ル。球面ノ小波ノ包絡線ハ通屈折波デ、楕圓體ノ小波ノ包絡線ハ  
異常屈折波デアル。而シテ通屈折線 o ハ、p カラノ球面ノ小波ガ其  
包絡線(常屈折波)ニ接スル所ノ點迄 p カラ引イタ直線デ、此射線ハ  
此常屈折波ニ直角デアル。異常屈折線 X ハ p カラノ楕圓體ノ小波  
ガ其包絡線(異常屈折波)ニ接スル所ノ點迄 p カラ引イタ直線デ、此射  
線ハ一般ニ異常屈折波ニ直角デナイ。常射線 o ノ振動ノ方向ハ此等  
ガ其包絡線ニ接スル所ノ點ニ於ケル球面ノ小波ノ振動ノ方向デ定マル  
ノデ此方向ハ第 287 圖デ此紙面ニ垂直デアル又異常射線 X ノ振動ノ  
方向ハ此等ガ其包絡線ニ接スル所ノ點ニ於ケル楕圓體ノ小波ノ振動ノ  
方向デ定マルノデ此方向ハ第 287 圖デ紙面内ニアル。常及異常射線  
ノ振動ノ方向ハ次ノ如クシテ最モ容易ニ明記セララル。

第 287 圖ノ如ク射線 o 或 X ヲ含ム様ナ具合ニ一ツノ主平面(光軸  
ヲ含ム平面)ヲ引イタト考ヘルト常射線ノ振動ノ方向ハ此主平面ニ直  
角デ而シテ異常射線ノ振動ノ方向ハ此主平面内ニアルノデアル。

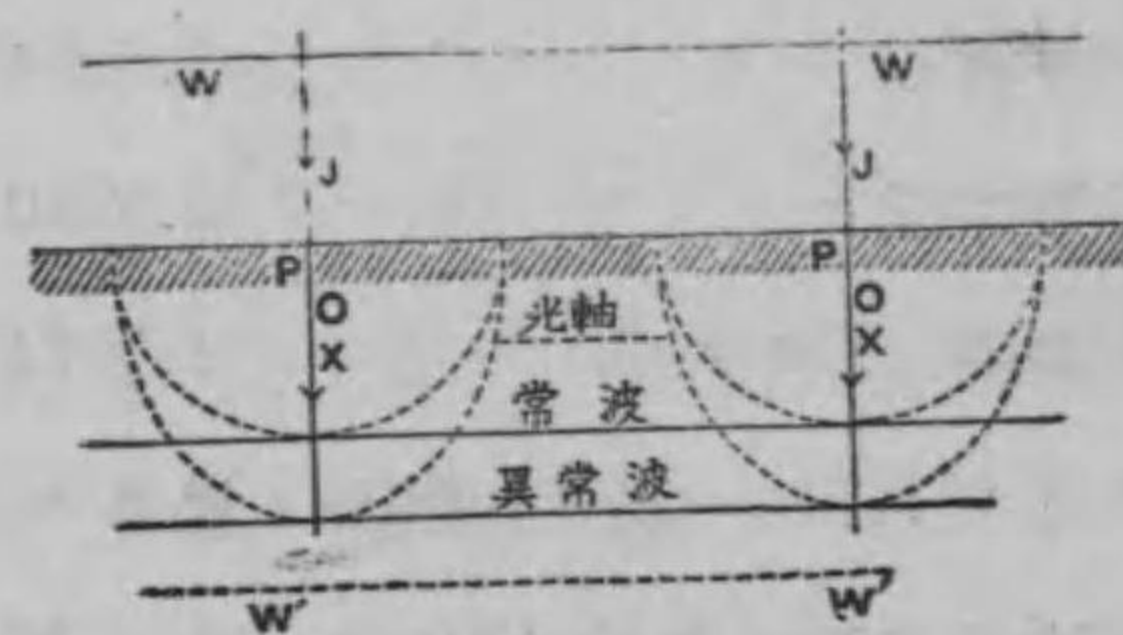
次ニ第 288 圖ハ光軸ガ屈折表  
面ニ平行デ且ツ入射線 i ニ直角  
換言スルト光軸ガ入射平面(圖  
ノ紙面)ニ垂直ナル場合ノ「フ  
イグンス」ノ作圖ヲ示ス。第 288  
圖デ二ツノ點線ノ圓ノ意味ハ第  
285 圖ヲ参照シテ理解シ得ル。



第 288 圖

此等ノ圓ハ夫々球及ビ楕圓體ノ赤道的斷面デアル、此時常射線ノ振動  
ノ方向ハ紙面内ニアリテ且ツ異常射線ノ振動ノ方向ハ第 288 圖ノ紙面  
ニ直角デアル。

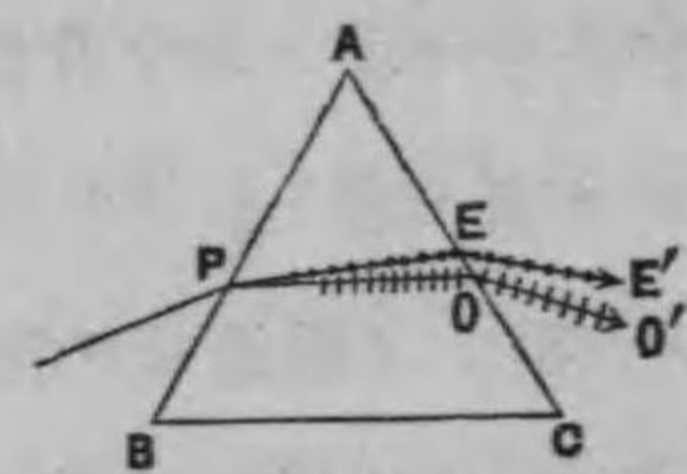
最後ニ第 289 圖ハ入射波 WW  
ガ屈折表面ニ平行デ光軸ノ方向  
ハ短カイ點線デ示サレル時ノ「フ  
イグンス」ノ作圖デアル此時常及  
ビ異常射線ハ合一スルガ二ツノ  
屈折波ハ異ナルモノデアル。



第 289 圖

### [24] 單軸「プリズム」

光ガ第 290 圖ノ如ク屈折稜ニ平行ニ其軸ヲ有スル複屈折ノ「プリズ  
ム」ニ入ルトキハ常及異常光線ハ分離シテ角  
ノ開キハ發出後モ持續スル。「スペクトル」ガ  
反對ノ平面ニ偏リタ光デ二ツ出來ル。常「ス  
ペクトル」ハ水晶ノ「プリズム」デハ異常「スベ  
クトル」ヨリモ曲ガリガ少ナイガ、方解石デ  
ハ多イ。光軸ガ「プリズム」ノ屈折稜ニ平行デアル時ハ二ツノ屈折率ハ



第 290 圖



次ノ關係ヲ定マル。

$$n_o = \frac{\sin \frac{1}{2}(A + \Delta_o)}{\sin \frac{1}{2}A}, \quad n_e = \frac{\sin \frac{1}{2}(A + \Delta_e)}{\sin \frac{1}{2}A}$$

茲  $n_o$  及  $n_e$  ハ夫々常及異常屈折率ヲ  $\Delta_o$  及  $\Delta_e$  ハ常及異常最小ノ「フレ」デアル

次「ソジウム」ノ光ニ關スル屈折率ノ値二三ヲ示サン。

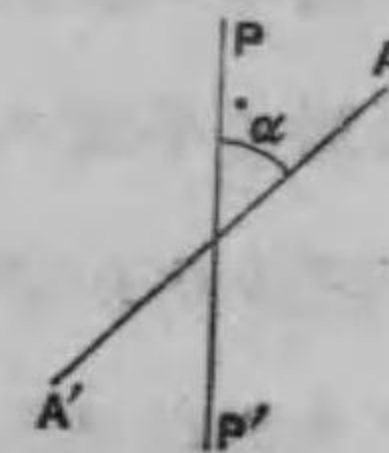
正ノ結晶	$n_o$	$n_e$
水晶	1.5442	1.5533
氷	1.3091	1.3104
負ノ結晶	$n_o$	$n_e$
方解石	1.6584	1.4864
綠柱玉	1.5740	1.5674
硝酸「ソジウム」	1.5874	1.5361

$n_o$  及  $n_e$  トノ差ハ方解石ノ場合ニハ他ノ如何ナル結晶ヨリ大デアル。第四部第七章 9 節ノ次ニ次ノ 10 節ヲ増補ス。

### [25] 振動ノ分解及組合セ

若シ偏光器ト分析器トヲ其主断面ト平行ニ置クナラバ第一ヲ通過シタ光ハ殆ンド損失ナシニ第二ヲ通過スル。若シ此等ノ主断面ガ互ニ直角デアレバ光ハ全ク分析器ヲ通過セナイ。若シ二ツノ主断面ノ間ノ角ガ  $\alpha$  デ且ツ第一ノ「ニコル」ヲ通シタ光ノ振幅ヲ  $a$  トセバ、第二ヲ通過シタ光ノ振幅ハ  $a \cos \alpha$  デ其強サハ  $a^2 \cos^2 \alpha$  ニ比例スル而シテ全體ノ屈折常光線ノ強サハ  $a^2 \sin^2 \alpha$  デアル。

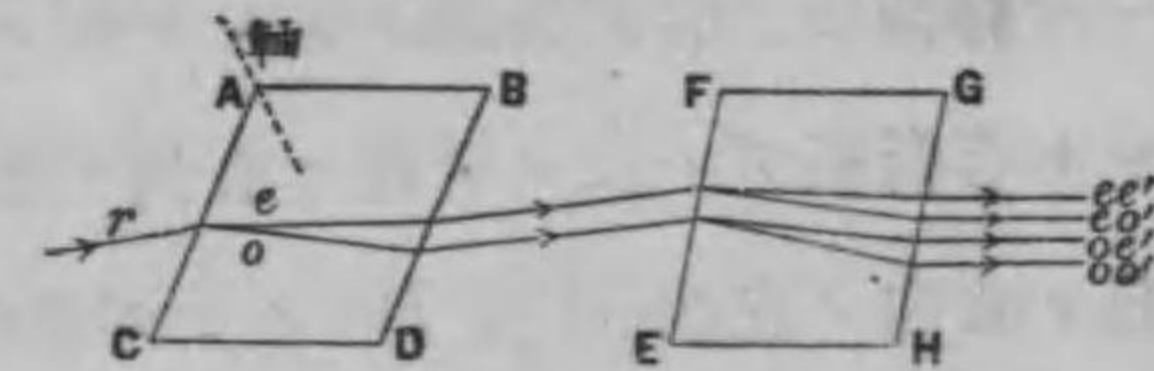
此二ツノ強サノ和ハ  $a^2(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = a^2$  デ之レハ



第 291 圖

分析器ニ入射シタ光ノ強サニ等シイ。複屈折ヲ振動ヲ成分ニ分解スル此簡單ナ法則ハ光度計ノ種々ノ形ニ利用サレテ居ル。

若シ此二ツノ「ニコル」ヲ、互ニ  $\alpha$  ト云フ角ヲナシテ居ル二ツノ主断面ヲ持テ方解石ノ二ツノ結晶ヲ置キ換ヘルナラバ、同シ振幅  $a$  ノ常光線  $o$  及ビ異常光線  $e$  ハ第一ノ結晶ニ於ケル二ツノ方向ニ沿ヘル振動ノ分解デ出來ル。第二ノ結晶ニ入射スル際、常光線ハ振幅  $a \cos \alpha$  及  $a \sin \alpha$  ナル成分  $oo'$  及  $oe'$  ニ分解サレ且ツ異常光線ハ振幅  $a \sin \alpha$  及  $a \cos \alpha$  ナル成分  $eo'$  及  $ee'$  ニ分解サレル、ソコデ此時一般ニ四ツノ光線ガアルノデ之ハ  $\alpha = 45^\circ$  ナルトキ等シイ強サデアル。主平面ガ直角デアアル時ニハ入射常光線ハ異常光線トシテ第二ノ結晶ヲ通過シ又異常光線ハ常光線トシテ通過スルカ



第 292 圖

ラ唯二ツノ像ガ出來ルノミデア  
ル。  
若シ第二ノ結晶ヲ、第一ノ結晶ニ平行ナ主断面ヲ有スル「ニコルプリズム」ヲ置キ換ヘルナラバ、唯成分  $oe'$  及  $ee'$  ノミガ發出シ此等ノ振動ハ分析器ノ主断面ノソレト同一平面内ニアルノデアル。若シ二ツノ光線ガ發出ニ際シ重ナルナラバ其強サハ二ツノ成分ノ振幅ニ因ルノミデナク、此等ノ成分ガ導カレタ所ノ二ツノ光線ノ結晶中ニ於ケル速度ノ差ニヨリテ起ル所ノ位相ノ差ニモ因ルノデアル、換言スレバ第一ノ結晶ノ上ニ落ツル光ガ平面ノ偏リヲナシ居ルナラバ茲ニ干涉ガ起ルコトニナル。

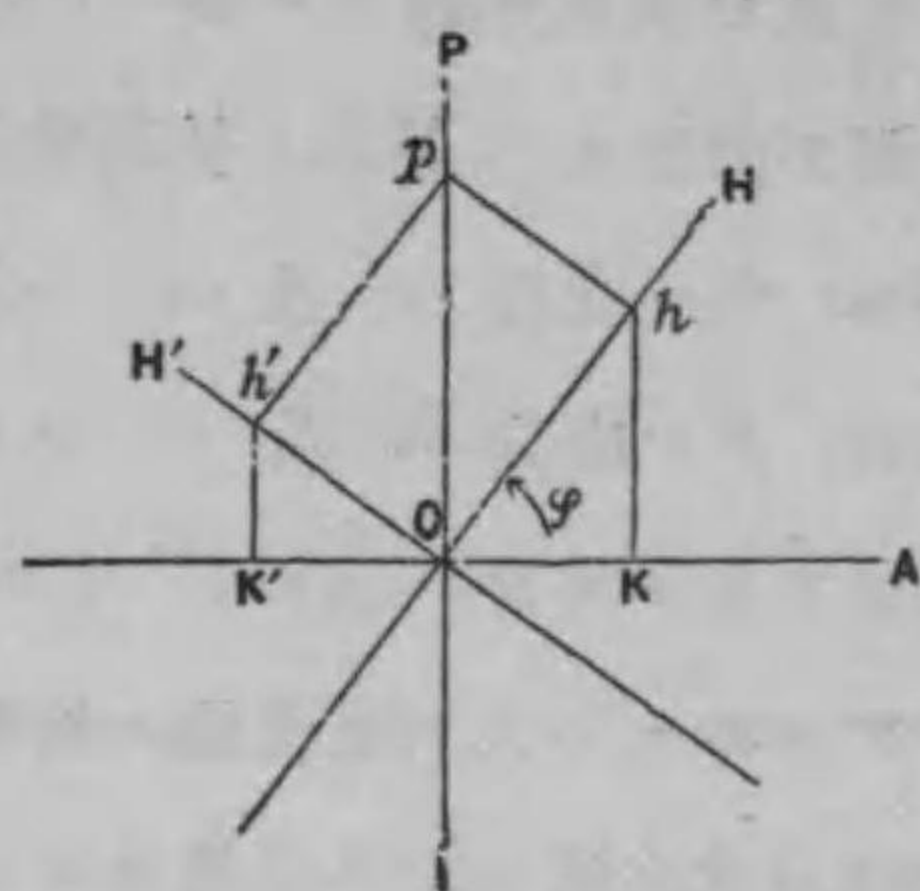
### [26] 平行ナル偏光ノ干涉

偏光ニ於ケル結晶板ノ有様ヲ研究スルニ吾人ハ二枚ノ「ニコル」カラ作リタ偏光裝置ヲ用ユルノデ二枚ノ「ニコル」ノ偏リノ平面ガ互ニ垂直



デアレバ、分析器ニハ全ク光ガ通ラヌカラ視場ハ暗ク見エル。此時偏光器ト分析器トノ間ニ等方體カラナル一枚ノ板ヲ如何様ニ置イテモ之レガ爲メニ變化ハ起ラヌ、而シ偏光裝置ニ一枚ノ結晶板ヲ持テ來ルト前ト事情ガ異ナルノデアル。先ズ平行ナル偏光ヲ考ヘ此結晶板ヲ此光線ニ垂直ニ立テタトスル。

倍偏光器ト分析器トヲ十字ニ置クト視場ハ暗クナルノデ第 293 圖デ P ハ偏光器ヲ通ル所ノ光ノ振動ノ方向デ、A ハ分析器ヲ通ル所ノ光ノ振動ノ方向デアル。今一枚ノ結晶板例ヘバ石膏板ヲ偏光裝置ニ入レル而スルト石膏板デハ二ツノ互ニ直角ナ振



第 293 圖

動ノ方向ノ光波 H 及 H' ノミガ運動シ得ルカラ十字 H 及 H' ガ十字 P, A ト一致スル様ナ位置デハ視場ハ暗クナルコト明デアル。此石膏板ヲバ 360° 丈ケ廻スト斯様ナコトガ四度起ルノデ其中間ノ位置デハ白色光線ヲ用フル時ナレバ常ニ明ルイ。此板ガ薄イト色附クガ厚イト色ガナイ、此説明ハ次ノ如シ。

圖ニ於テ  $op = a$  ヲ偏光器ニ落ツル光ノ振幅トセバ、之ハ石膏板中デハ H ニ平行ナ成分  $oh$  ト、H' ニ平行ナ成分  $oh'$  トニ分レル。此成分ノ内デ再ビ分析器ヲ通過スルノハ其一部分デ、 $oh$  ノ内デ  $ok$  丈ケ、 $oh'$  ノ内デ  $ok'$  丈ケ通過スル而シ H 及 H' ナル振動ノ方向ヲ有スル二ツノ波ハ異ナル速度  $v$  及  $v'$  デ傳達スル。吾人ハ此少サナ板ニ達スル振幅  $a$  ナル波ヲ  $a \sin \frac{2\pi}{T} t$  デ表ハスナラバ此小板ヲ發出スルニ際シ H ニ平行ナ振動ハ次式デ表ハサレル。

$$\parallel \Pi = oh \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right) = a \sin \varphi \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right)$$

又 H' ニ平行ナ振動ハ次ノ如クナル

$$\parallel \text{H} = oh' \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v'} \right) = a \cos \varphi \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v'} \right)$$

茲ニ  $d$  ハ此小板ノ厚ヲ示ス。

斯様ニ此二ツノ波ハ此小板ヲ發出シテ後其通路ノ差ヲ不變ニ維持スル、ソレ故ニ二ツノ波ノ位相ニ向ツテハ此以上ノ道ヲ考ヘニ入レヌ、吾人ハ分析器カラ發出スル二ツノ波ノ部分ヲ次ノ如ク示シ得ル。

$$ok \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right) = oh \cos \varphi \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right) = a \sin \varphi \cos \varphi \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right)$$

$$\text{及 } ok' \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v'} \right) = oh' \sin \varphi \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v'} \right) = a \cos \varphi \sin \varphi \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v'} \right)$$

茲ニ振幅  $ok$  及  $ok'$  ハ反對ノ方向デアルカラ分析器カラ出ル全體ノ光 S ハ次ノ如クナル即チ

$$S = a \sin \varphi \cos \varphi \left[ \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right) - \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v'} \right) \right]$$

$$= \frac{a}{2} \sin 2\varphi \left\{ \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{d}{v} \right) - \sin \frac{2\pi}{T} \left[ \left( t - \frac{d}{v} \right) + d \left( \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} \right) \right] \right\}$$

今  $t - \frac{d}{v} = T'$ ,  $d \left( \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} \right) = \frac{G}{c}$  ト置ケ、茲ニ  $c$  ハ空氣中ノ光ノ速度デ  $cT = \lambda$  ハ空氣中ノ光ノ波長デアル。

$$\therefore S = \frac{a}{2} \sin 2\varphi \left[ \sin \frac{2\pi T'}{T} - \sin \frac{2\pi}{T} \left( T' - \frac{G}{c} \right) \right]$$

$$= \frac{a}{2} \sin 2\varphi \left[ \sin \frac{2\pi T'}{T} \left( 1 - \cos \frac{2\pi G}{\lambda} \right) + \cos \frac{2\pi T'}{T} \sin \frac{2\pi G}{\lambda} \right]$$

$$\text{今 } A \cos \frac{2\pi X}{T} = \frac{a}{2} \left( 1 - \cos \frac{2\pi G}{\lambda} \right), \quad A \sin \frac{2\pi X}{T} = -\frac{a}{2} \sin \frac{2\pi G}{\lambda} \quad \text{ト置ケバ}$$

$$S = A \sin \varphi \sin \frac{2\pi}{T} (T' - X)$$

又上ノ二式カラ  $A^2 = \frac{a^2}{2} \left( 1 - \cos \frac{2\pi G}{\lambda} \right) = a^2 \sin^2 \frac{\pi G}{\lambda}$  ナル關係ガ得ラレ



ルカラ結局 S 次ノ如シ.

$$S = a \sin \frac{\pi G}{\lambda} \sin 2\varphi \sin \frac{2\pi}{T}(T' - X).$$

分折器ヲ通過シタ光ノ強サハ  $a^2 \sin^2 \frac{\pi G}{\lambda} \sin^2 2\varphi$  デ之レハ  $\sin \frac{\pi G}{\lambda} = 0$  無關係ニ  $\sin 2\varphi = 0$  即チ  $\varphi = 0, 90, 180, 360^\circ$  ナルトキ零トナル. 光明ノ度ノ最大ナル場合ノ此小板ノ都合ヨキ位置ハ  $\sin 2\varphi = 1$  或  $\varphi = 45^\circ$  デ定マル, 此位置デハ其現象ハ  $\sin \frac{\pi G}{\lambda}$  ノミニ關スル.

$$G = \frac{\lambda}{2}, 3\frac{\lambda}{2}, 5\frac{\lambda}{2}, \dots \dots \text{ナルトキ } \sin \frac{\pi G}{\lambda} = 1.$$

$$G = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots \dots \text{ナルトキ } \sin \frac{\pi G}{\lambda} = 0.$$

茲ニ G ハ此小板内ノ二ツノ光線ノ有スル通路ノ差デアアル

$$G = dc \left( \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} \right) = d \left( \frac{c}{v} - \frac{c}{v'} \right)$$

若シ此通路ノ差ガ波長  $\lambda$  ノ倍数ニ等シイナラバ此波長ノ光ハ全ク通過セヌガ, 若シ通路ノ差ガ半波長ノ奇數倍ナレバ, 此波長ノ光ニ向ツテハ最大デアアル若シ白色光ヲ用フルナラバ  $G = \lambda, 2\lambda, 3\lambda$  等ニ對スル其波長ハ抹殺サレルコトニナル, 若シ此小板ガ薄イナラバ, ソレハ色附イテ見エル此時色ハ其厚サニ因ルノデアアル, 若シ之ガ 0.3m.m. ヨリモ厚イナラバ, 無色デ明ルク見エル此關係ハ反射光線ヲ薄イ小板ニ當テタ時ノ色ト同様デアアル.

偏光器及分析器ヲ十文字ニ置イタ場合ノ現象ヲ研究シタト同様ニシテ又偏光器及分析器ノ偏リノ平面ガ平行ナル時ノ研究ヲナスコトガ出來ルガ此平行ナ偏リノ平面ノ時ノ現象ヲ研究スルノハ面倒デアアル.

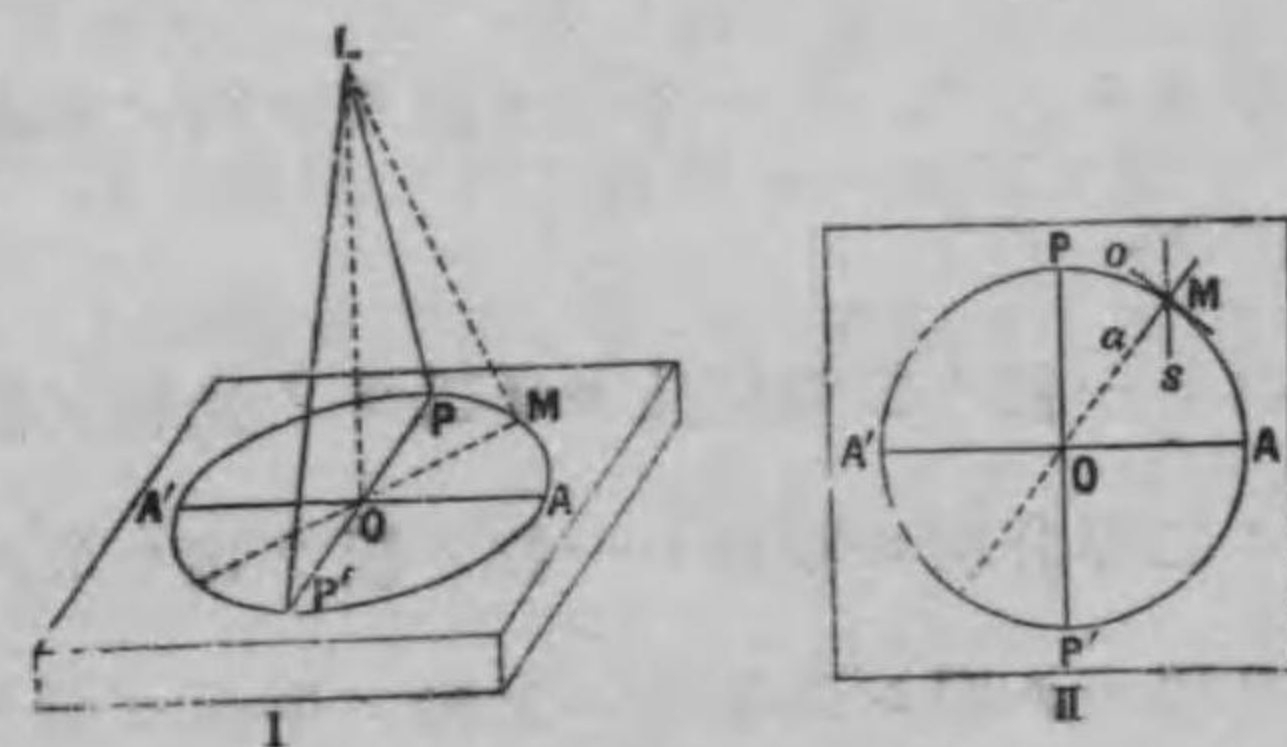
### [27] 歪ニ基ク複屈折

若シ硝子板カ他ノ等質體ヲ其主断面ヲ互ニ直角ニシテアル (此位置ヲ set of extinction ト云フ) 偏光器ト分析器トノ間ニ置イテモ更ニ影

響ハナイガ若シ此物質ヲ此時壓縮又ハ延長スルト或ル光ガ通りテ上ニ述ベタ様ナ干涉ガ起ルノデアアル. 之ヲ見ルト等質體モ非對稱的ナ歪ヲ受ケルト複屈折ヲナスコトガ知レル. 此方法ハ物質ガ等質體カラノ「クルイ」ヲ試験スル甚ダ微妙ナ方法デアアル. 或ル液體モ其粘性ガ非常ニ大キイカ, 又一様ナ静水壓ガ物體全體ニ行キ渉ル暇ノナイ程急ニ應力ヲ適用シタ場合ニハ同様ナ特性ヲ示スノデアアル. 不完全ニ燒戻シタ硝子モ亦複屈折ヲスル, 「チンダル」ノ實驗ニヨルト縦ノ振動ヲシタ硝子棒ハ十文字ニ置イタ「ニコル」ヲ通りタ光ヲ元通りニスルト云フノデ又廻轉鏡デモ此効果ハ壓縮波ガ其場ヲ横斷スル時週期的ニ起サレル. Kerr ノ發見ニ由ルト強イ静電氣ノ場ニ於ケル硝子塊ハ其軸ヲ電場ニ平行ニ持ツタ單軸結晶ノ如ク複屈折ヲスル様ニナル.

### [28] 集斂及發散偏光ニ於ケル結晶板

吾人ハ特別ノ場合ニ制限シテ先ヅ光軸ニ垂直ニ切リタ方解石ノ板ヲ十文字ノ「ニコル」ノ間ニ置イタ場合ヲ研究スル. 倍偏光器ヲ通過シタ光ハ之ヲ集斂ヒシムルコトガ出來ルノデ之ヲ第 294 圖 (I) ノ如ク一點 L ニ合一シ此 L カラ發散シテ然レ後結晶板ヲ通過サセル.



第 294 圖

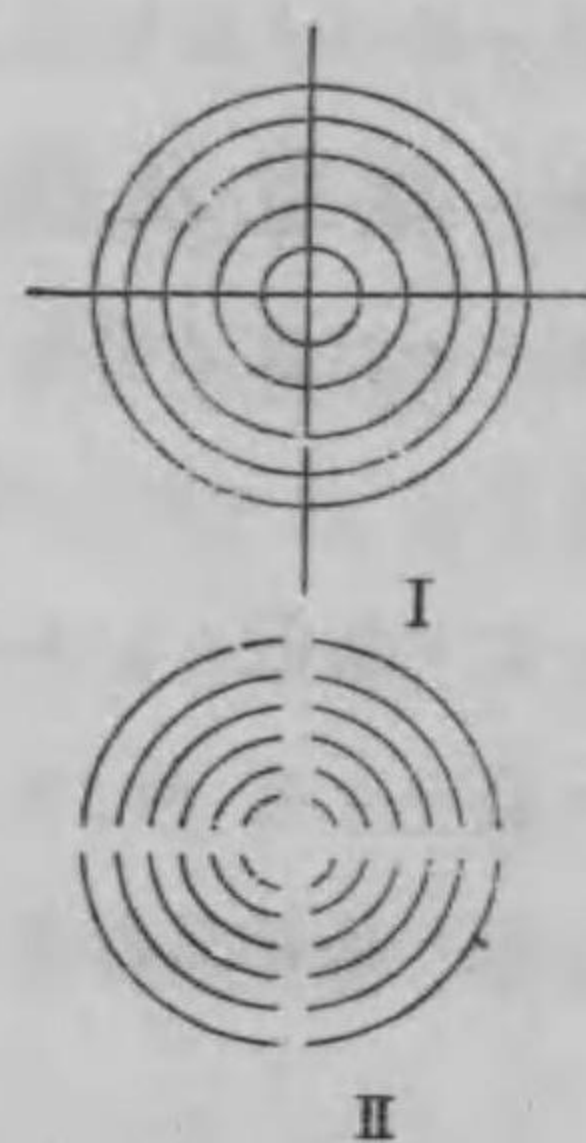
平面 LPP' ハ偏光器ノ振動平面デ平面 LAA' ハ分析器ノ振動平面デアアル. 射線 LM ハ此板ニ込ルト二ツニ分レルノデ Lo ハ結晶板ノ光軸デアアル故 LOM ハ常射線ノ偏リノ平面デアアル. ソレ故第 294 圖 (II) ニ於テ M ノ近傍ニ込ル光線ノ振動



●ハ OM = 垂直ナ常振動 o ト, OM = 平行ナ異常振動 a ト = 分解ナ  
 レル。又 o 並 = a ハ分析器ノ振動平面 = 關スル成分ヲ與ヘル, ソレ  
 故入射光線ガ白色ナルトキ此板ハ M ナル場所ニテ色附イテ見エルガ,  
 其色ハ一ツノ色デ此板ニ於ケル常及異常射線ノ通路ノ長サニ關スル。

楮半徑 OA デ畫イタ圓周上ニアル此板ノ上ノ總テノ點デハ此通路ノ  
 長サハ皆等シイカラ此圓上ノ點ハ皆ナ同ジ色ニ見エル而シ明ルサハ同  
 ジテナイ。點 P 及 P' デハ常射線ハ消失スル而シ此等ノ點デハ異常  
 射線ノ振動ハ分析器ノ振動平面ニ垂直デアアル。點 A 及 A' デハ異常  
 射線ハ消失スル而シ此處デハ常射線ノ振動ハ分析器ノ振動平面ニ垂直  
 デアル, 從テ點 A, P, A', P' デハ暗ク見エネバナラヌ之事ハ二ツノ直  
 徑 PP' 及 AA' 上ノ總テノ點ニ適用スル。

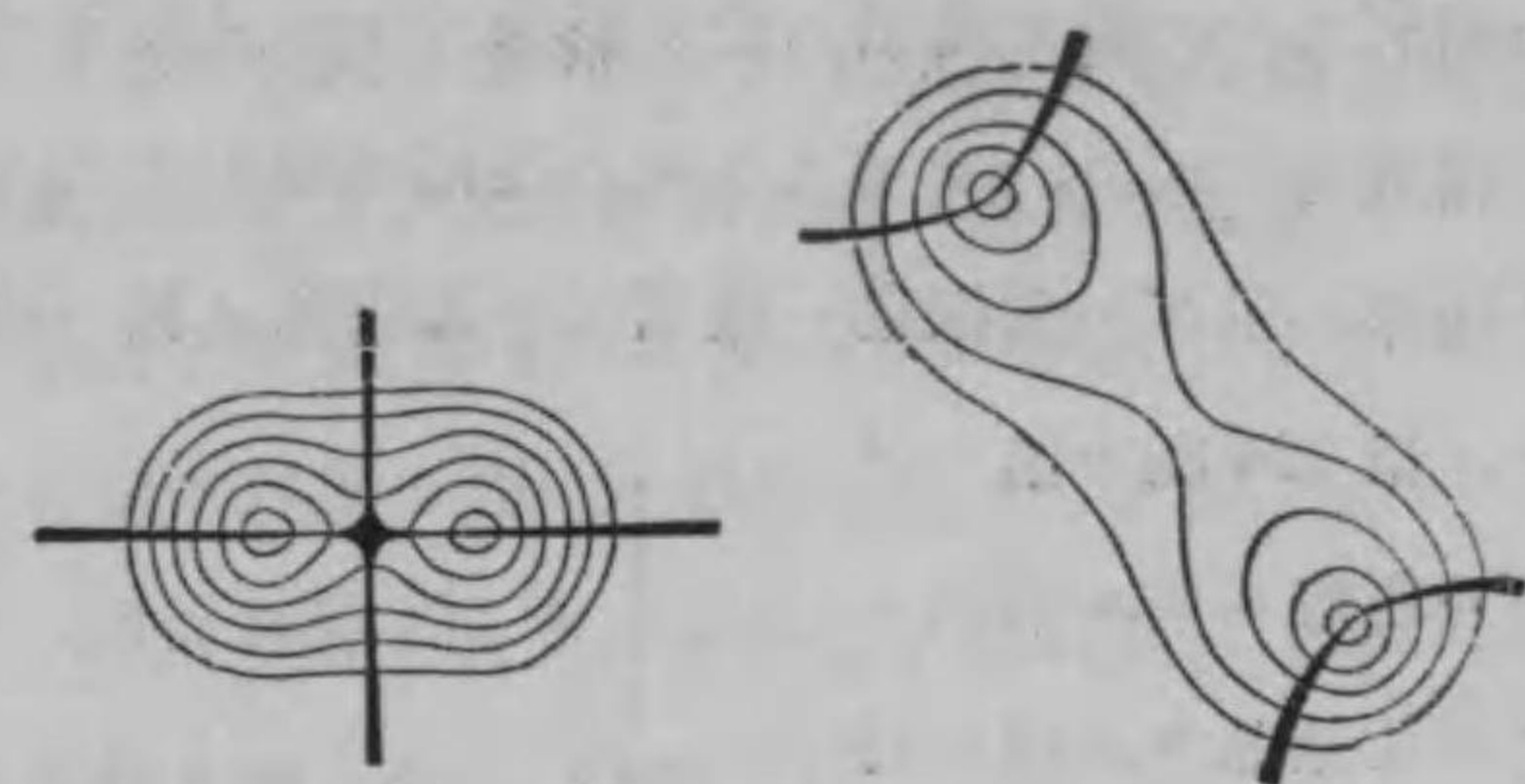
ソレ故白色光線ヲ以テ照ラシタトキ全部デ夫  
 ノ像ガ得ラレル即チ一ツノ黒キ十文字ガ出來テ  
 其交點ヲ中心トスル一列ノ色附イタ同心圓ガ出  
 來ル。一樣ナ光ノ場合ニハ明暗ノ輪ハ變ハルノ  
 デアル, 第 295 圖 I ハ偏光器ト分析器トヲ直角  
 ニ置キシトキ, II ハ平行ニ置キシ時ノ明暗ノ縞  
 デアル。



第 295 圖

次ニ一枚ノ二軸結晶カラ二ツノ光軸ノ間ノ銳  
 角ノ二等分線ニ垂直ニ一枚ノ板ヲ切り取ルナラバ, 偏光裝置デ同ジ現  
 象ヲ現ハス而シ此現象ハ光軸ノ平面ガ偏光器及分析器ノ振動平面トナ  
 ス角デ異ナルノデアアル。

今偏光器ト分析器トガ十文字ナリトスルト, 同色ノ曲線ハ「リムニ  
 スケート」ト云フ曲線トナル。若シ光軸ノ平面ガ分析器或偏光器ニ於ケ



第 296 圖

第 297 圖

ル振動平面ト落ち重ナルナラバ此時ハ一群ノ「リムニスケート」ハ黒イ  
 十文字デ貫カレル若シ此板ヲ此位置カラ 45° 丈廻スナラバ此十文字ハ  
 消エテ其代リニ二ツノ暗イ双曲線ノ群ガ出來ル此現象ハ第 296 圖及  
 297 圖ニ示シテアル而シテ曲線デ包マレタ點ハ此板ニ於テ光軸ノ方向  
 ニ傳ヘタ所ノ射線ノ再現點ニ相當スル。

### (29) 圓及楕圓偏り

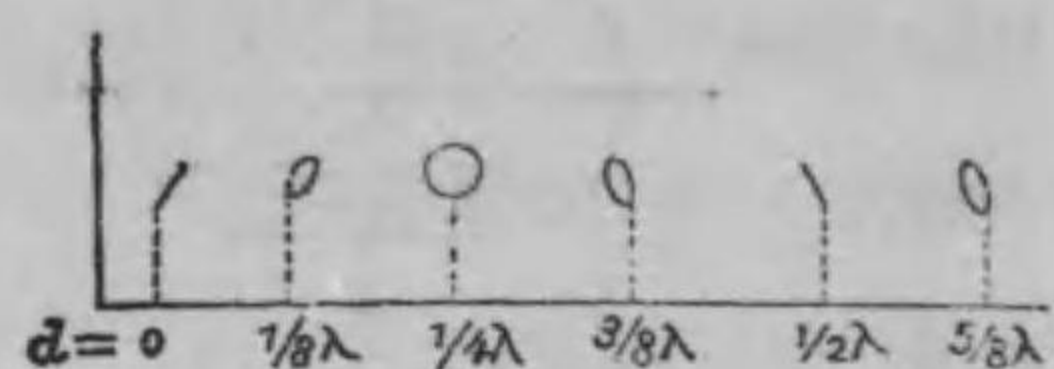
複屈折ヲナス結晶カラ出タ光ガ分析器ニ達セヌ以前ニ本來平面ニ偏  
 リテ居ル光ノ有様ヲ考ヘル。常及異常光線ハ第一ノ表面カラ同ジ位相  
 デ出發スルガ此等ノ速度ガ異ナルカラー組ノ波ハ他ノ組ニ遅レルコト  
 ニナル。結晶内ノ色々ノ點デハ互ニ直角デ且ツ通過スル媒質ノ厚サニ  
 因ル所ノ位相ノ差ヲ持ツタ二ツノ振動ガアル。第一ノ表面カラ距離  $t$   
 ニアル通路ノ光學的ノ差ハ  $(\frac{v}{v_0} - \frac{v}{v_0})t$  デアル, 此差ガ  $n\lambda$  丈ケニナル  
 點デハ, 皆光ハ二ツノ成分ノ振動ノ平面ノ間ノ中間ノ方向ニ平面ニ偏  
 リテ居ル。最モ傾斜ハ其關係ノ振幅ニ因リ異ナルノデ此等ガ等シイナ  
 ラバ 45° デアル。

若シ通路ノ差ガ  $(2n+1) \times \frac{\lambda}{2}$  ナラバ光ハ同様ニ平面ニ偏リテ居ルガ



傾斜ノ方向ハ逆デア、若シ通路ノ差ガ波長ノ  $\frac{1}{4}$  ノ任意ノ奇數倍ナレバ其振動ハ橢圓的ナルカ、サモナケレバ振幅ガ等シイナラバ圓デア。此中間ノ通路ノ差デハ其振動ハ橢圓的デ此橢圓ノ軸ハ結晶軸ニ關シテ斜デア、第 298 圖ハ第一ノ

表面カラ異ナル距離ニアル順次ノ状態ヲ示スノデ此結晶カラ出ル時ハ其最後ノ形ヲ保存シ此結晶ノ厚



第 298 圖

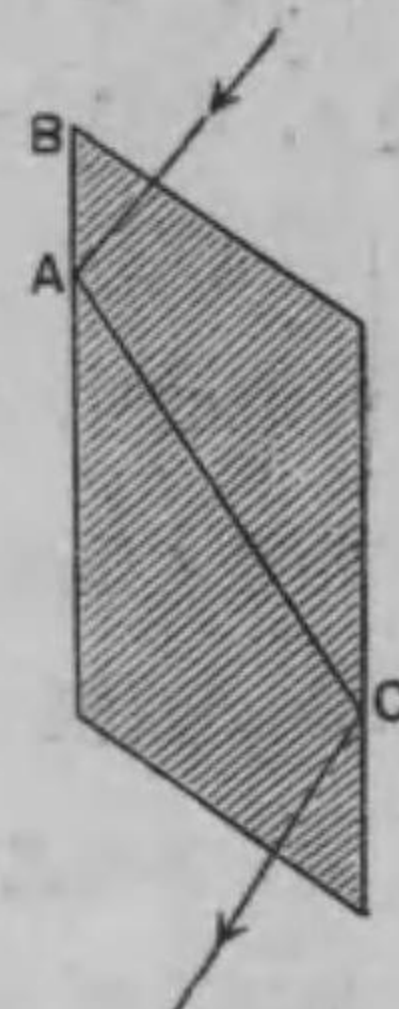
サニヨリ平面、橢圓或圓ノ偏リトナル、若シ波ガ圓ノ偏リデア、此振動ハ恰モ廻轉螺旋上ノ一點ノ如ク場所ヲ通過スルノデ此偏リハ若シ廻轉ガ進行ノ方向ニ時計的ニ見ユルナラバ右廻リト云フ即チ變位ガ右廻リノ螺旋ノソレニ似ルナラバ之ヲ右廻リト云ヒ又變位ガ左廻リノ螺旋ノソレニ似ルナラバ此偏リヲ左廻リト云フ。

光ガ全反射ヲスルトキハ入射平面内及之ニ直角ナル振動ノ間ニ位相ノ差ガアルカラ此光ハ橢圓若クハ圓ノ偏リデア、普通ノ反射デハ少シノ橢圓偏リガアルノデ之ハ金屬ノ反射ノ場合ニ甚ダ著シクナル。

[30] 橢圓的偏光ノ生成及發見

圓或橢圓的偏光ハ肉眼デハ發見スルコトガ出來ヌ、若シ「ニコル」「プリズム」ヲ通シテ見ルナラバ、不變ノ大サノ成分ガ透過セラレルカラ此「プリズム」ヲ廻轉シテモ圓ノ偏光ノ強サハ全ク變化セヌ。若シ光ガ橢圓偏リデア、此時ハ「プリズム」ヲ廻轉スルトキ強サノ變化ガアルノデ、其強サハ此「プリズム」ノ主斷面ガ橢圓ノ長軸ニ平行ナルトキニ最大デア、(最大ノ大サノ成分振幅)而シテ之ガ短軸ニ平行ナルトキニ最小デア。

若シ圓ノ偏光ガ特別ノ色ノ  $\frac{1}{4}$  波長ノ奇數倍ノ關係的減速度ヲ生ズル結晶ヲ通過スルナラバ、其成分ノ間ノ餘分ノ減速度ノ爲メ發出光線ヲシテ、分析「ニコル」「プリズム」ニヨリ見出サレル所ノ方位ニ於ケル平面ニ偏ラシムル。斯様ナ結晶ヲ  $\frac{1}{4}$  波長板ト云フノデ此等ノ板ハ容易ニ雲母ノ薄片ヨリ得ラル。



第 299 圖

圓ノ偏光ヲ得ルカ或試驗スル他ノ工夫ハ第 299 圖ノ Fresnel's rhomb ナリ。一枚ノ硝子塊ノ Bニ於ケル角ヲ  $45^\circ$ ニ等シク切り取レバ垂直ニ入射スル光線ハ Aニテ全反射ヲナシ再ビ Cニ於テモ全反射ヲスル之ハ入射角ガ  $54^\circ$ デア、カラデア。此特種ノ角デ反射スル毎ニ入射平面内及之ニ直角ナル平面内ノ振動ノ間ニ週期ノ  $\frac{1}{8}$ ノ位相ノ差ガ起サレル而シテ若シ入射光線ガ入射平面ト  $45^\circ$ ノ角デ平面ノ偏リデア、發出光線ハ圓ノ偏トナル、若シ此角ガ  $45^\circ$ ト異ナレバ、二ツノ成分ノ振幅ハ異ナリ且ツ光ハ橢圓偏リトナル。

[31] 偏リノ平面ノ廻轉

若シ二ツノ「ニコル」「プリズム」ノ其主斷面ガ互ニ直角ナル如キ位置ニ置キ且ツ此間ニ水晶ノ結晶(光ガ軸ニ直角ニ落ツル様ナ面デ切りタモノ)或砂糖ガ酒石酸ノ水溶液ヲ入レルト、光ハ元通りニサレル今此分析器ヲ結晶或水溶液ノ厚サニ應ジテ一定ノ角丈ケ廻スト光ハ再ビ消失スル之レデ偏リノ平面ガ此角丈ケ廻轉シタコトガ分ル。斯様ナ結果ヲ起ス物質ヲ自然ノ光學的活動體ト云フ。

或結晶ハ振動ノ方向ニ見テ偏リノ平面ヲ時計的ニ廻スノデ之ヲ右廻リト云ヒ他ノモノハ反對ノ方向ノ廻轉ヲ生ズル、之レヲ左廻リト云フ。



此等ノ二種ノ結晶ハ或非對稱的ノ多面體ノ爲メ觀察ヲ區別ガ出來ル、

1 耗ノ厚サノ水晶板デ起ル或ハ「フランホーフェル」線ニ相當スル波長ノ、20°C.ニ於ケル光ノ偏リノ平面ノ廻轉ハ次ノ如シ、

A	B	C	D	F	G	K
12.67°	15.75°	17.32°	21.70°	32.97°	42.60°	52.15°

此等ノ數字ノ示ス如ク廻轉ハ約波長ノ自乗ニ逆比例スル、之ヲ Biot ノ法側ト云フ、

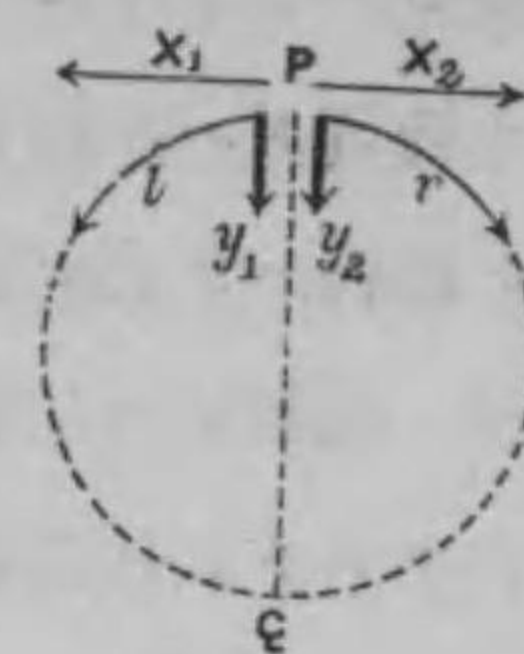
鎔シタ水晶ハ全ク複屈折モ、廻轉モ起サスノデ此等ノ效果ハ其個々ノ構造ト云フヨリモ、 $\mu$ シロ分子ノ結晶裝置ニ因ルト云フコトハ明デアル、

若シ光ガ光軸ノ方向ニ透過スル様ニ切テタ水晶ノ「プリズム」ヲ通過スルナラバ、僅カノ複屈折ガアルコトガ知レルノデ、其結果「スペクトル」線ハ二重ニ現ハレル、之デ二ツノ波ハ光軸ニ沿フテモ少シ異ナル速度デ傳ハルコトガ知レル、從テ二ツノ波面ハ互ニ切線トナルコトガ出來ズ少シ分離セネバナラス、此事ハ單軸結晶ニハ一般ニ成立セヌノデ單ニ偏リノ平面ヲ廻轉スルツレラノミニ成立スル、而シテ二ツノ波ハ反對ノ方向ニ圓ノ偏リデアルコトガ知レル、ソコデ之ハ圓ノ複屈折ノ場合デアル、

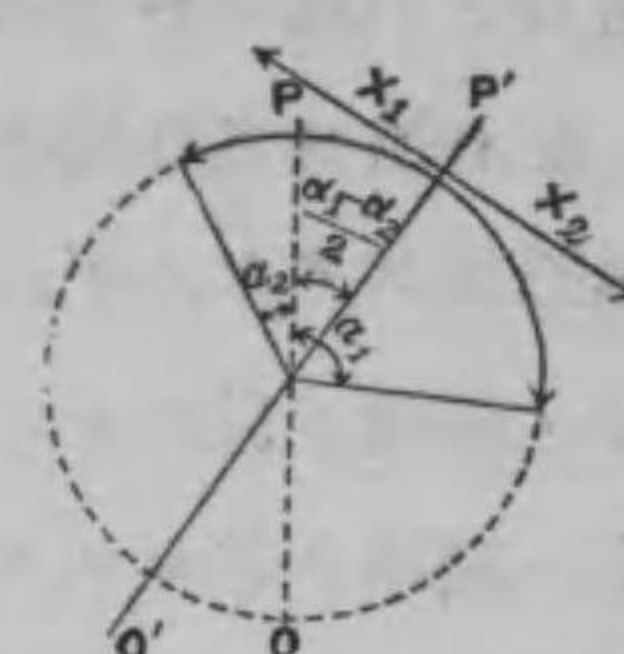
倍 Fresnel ガ初メテ示シタ如ク光ガ水晶ノ光軸ニ沿フテ傳ハル時ハ、之ハ二ツノ圓ニ偏レル成分ニ分タレルノデ、之ハ異ナル速度デ進行スルコトガ知レル、而シテ此等ハ發出スル時ニハ再ビ結合シテ平面ノ偏光ヲ作ルガ其平面ハ異ナルノデアル、

若シ各ノ圓變位  $\delta$  及  $\delta'$  ヲ二ツノ線變位  $\alpha$  及  $\beta$  ニ分解スルナラバ、二ツノ圓成分ノ二ツノ進行速度ガ等シイ時ニハ此媒質内ノ任意ノ點ニ

於ケル二ツノ  $\alpha$  成分ハ其大サ等シク、方向ハ反對デ、同ジ方向ノ二ツノ  $\beta$  成分ガ残り之レガ結合シテ平面ノ偏光ヲ作り其振動ノ方向ハ



第 300 圖



第 301 圖

以前ノ光線ノツレラト同方向ナルコトガ知ラレル、而シ第 301 圖ノ如ク其進行速度ガ不等デアル時ハ、其  $\alpha$  成分及  $\beta$  成分ハ夫々不等トナル、ケレドモ若シ變位ヲ元ノ振動ノ方向ト角  $\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$  丈ケ移シタ參考軸ニ關係シテ取ルナラバ、此軸ニ關シテハ其  $\alpha$  成分ハ互ニ消失スル事ガ知レル、此時此線 P'Q' ハ其最後ノ振動ノ方向ヲ表ハスノデ且ツ廻轉ハ  $\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$  デアル、

### [32] 磁場ニ由ル廻轉

「ファラデー」ノ發見ニヨルト磁場内デ屈折的物質ヲ通過スル光ノ偏リノ平面ハ若シ光ガ磁力線ニ平行ニ進行スルナラバ廻轉セラレルト云フコトデアル、自由「エーテル」中ノ光波ニハ磁場ハ全ク影響ヲ及ボサスノデアル而シテ一般ニ此效果ハ其物質ノ屈折能力ト共ニ増大スルノデ、殊ニ密ナ「フリント」硝子ヤ二硫化炭素ノ場合ニ著シク且ツ瓦斯ノ場合ニハ甚ダ弱イ、廻轉ハ通常磁場ノ強サ及ビ其媒質ノ厚サニ正比例スル而シテ物質ニ由リテ右廻リノ廻轉ヲナスノト、左廻リノ廻轉ヲナスノトアルガ此效果ハ波長ト共ニ變ズルノデアル、

倍單位ノ強サノ磁場デ厚サ 1 厘デ生ズル廻轉ヲ (Verdet's constant) ト云フノデ水デハ之ガ 0.0131°, 二硫化炭素デハ 0.0435° デ、密ナ「フリント」硝子デハ 0.06° デアル、強イ磁場内デ薄イ鐵ノ膜ヤ他ノ磁性



材料デハ驚クベキ廻轉ガ起サレルノデアル。

前ニ述ベタ自然ニ活動的ノ物質デハ、廻轉ノ方向ハ光ノ進行方向ニ無關係デアル<sup>ニ</sup>ノデ其結果若シ廻轉シタ光ガ反射シタナラバ其平面ハ以前ノ位置ニ戻サレルノデアル。磁氣的ニ活動的ノ物質デハ其廻轉ノ方向ハ磁場ヲ逆ニスルト逆トナルノデ其結果若シ光線ヲ其媒質ヲ通シテ反射スルナラバ其廻轉ハ二倍トナルノデアル。

### [33] Kerr ノ 効果

平面ニ偏レル光線ヲ金屬表面カラ反射スル時ニハ入射平面内ト、之ニ直角ナル方向トニ於ケル成分ノ間ニ關係的ノ位相ノ差ガ起リ其結果入射光線ガ入射平面ニ平行ナルカ或直角デナケレバ其反射光線ハ楕圓ニ偏ルノデアル。Kerr ノ 發見ニヨレバ若シ光ヲ電磁石ノ磨イタ極カラ反射スルナラバ、上ニ述ベタ條件ノ下デモ其光ハ少シク楕圓ノ偏リトナルト云フノデアル。

### [34] Zeeman ノ 効果

Zeeman ハ「ソヂウム」デ着色シタ「ブンゼン」焰ヲ有力ナ電磁石ノ兩極ノ間ニ置キ、光源カラノ光ガ磁場ノ方向ニ平行ナルカ或ハ直角ノ方向ニ通過スル時ニ磁場ガ定メラレテ居ル時ニハ「スペクトル」線ノ廣クナルコトヲ觀察シタ。H. A. Lorentz ハ斯様ナ效果ハ彼ノ見出シタ輻射ノ電子說ト調和シテ居ルト云フコトヲ示シ且ツ研究ヲ一步進ムレバ、此輻射ハ其見タ方向ニ從ヒ此磁場ニヨリ圓或楕圓ニ偏ヨレルコトヲ示シ得ベシト豫言シタ。Zeeman ハ此事ノ然ルベキコトヲ見出シタ。最簡ノ場合デ光ガ磁場ニ垂直ニ見ラルル時ハ各ノ「スペクトル」線ハ三輻射ニ分レ其中央及變位シナイ成分ノ振動ハ力線ニ平行デ、横及變位セル成分ノ振動ハ力線ニ直角デアル。光源ガ力線ニ平行ニ見ラルル時

ニハ、單一ノ線ガ對目ニナリ、其成分ハ反對ノ方向ニ圓ノ偏リデアリテ且ツ此線ノ平均ノ位置ノ兩側ニ變位シテ居ル、或ル場合ニハ此效果ハ甚ダ複雑デ單一ノ多クノ線カラ無數ノ成分ガ生ズル、而シ上ニ述ベタ簡單ノ場合ハ Lorentz ノ 說デ充分ニ説明セラレタ。此說ノ假定ニヨレバ光波ハ光源ノ原子ノ周圍ノ此等電子ノ廻轉ニヨリ起ラレタ振動<sup>ヲ</sup>デ且ツ此電子ノ運動ハ磁場ニヨリ變更セラレルト云フコトデアル。



## 第五部 磁氣及電氣増補

第五部第一章3節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

### (1) 地球ハ一大磁石ナリ

水平ニ吊シタ磁石ガ北ノ方ヲ示サントスル傾向ガ羅針盤ノ發明ノ導火線トナリタ。此羅針盤ハ約12世紀頃多分支那カラ歐洲ニ紹介セラレタモノデ此時支那デハ既ニ幾百年間之ヲ使用シテ居ツタ。最初ハ磁石ハ北極星ノ方ヲ示サントスルト考ヘラレタガ、1296年 Adsigner ハ磁針ハ正シク北ヲ示サヌコトヲ發見シタ。「コロンバス」ハ再ビ1492年大西洋ヲ航海中羅針ハ地理學上ノ北カラ偏シ且ツ異ナル經度デ異ナル大サ丈ケ偏スルコトヲ發見シタ。此偏スルコトヲ偏差或偏角ト云フ。

1576年ニ Norman ハ伏角ヲ發見シタ。氏ノ發見ニヨレバ磁針ヲ其重心デ吊スナラバ其北端ハ「ロンドン」ニ於ケル水平ト  $71^{\circ}50'$  丈ケ下ニ伏スルノデアアル。

1600年「ギルベルト」ハ電氣學及磁氣學ヲ創設スル所ノ實驗ヲ含ム著書 De Magnete ヲ出版シ此書ニヨリ羅針ノ働作ハ地球ガ一大磁石ナルコトノ假定ノ上ニ説明シ得ルコトヲ示シタ。勿論地球ハ稍ヤ不規則ニ磁化セルヲ以テ地球ノ極ト一致スル極ヲ持ツト假定スルコトハ出來ヌ、彼ハ模型トシテ球形ノ天然磁石 (Lode-stone) ヲ用ヒ且ツ其表面ニ近カキ小ナル磁針ハ其極ノ方ヲ示スベキ傾向ヲ表ハシ尙一步進ンデ一ツノ半球ニテハ一方ニ伏シ、他ノ半球ニテハ他方ニ伏スルコトヲ示シ又之ハ二極ニ於ケル表面ニ垂直デ且ツ赤道ノ周リノ表面ニ平行ナルコトヲモ示シタ。而シ地球ニ定マリタ磁極ガアルト假定シテハナラヌ

ノデ、寧ロ北半球ニハ南ヲ求ムル極性ノ傾分アリ又南半球ニハ北ヲ求ムル極性ノ傾分ガアルト云フノデル而シテ此等ノ二ツノ傾分ハ圓クモナリ又地理學上ノ極ノ近クニモナイ。而シ各半球ニハ重心ノ周リニ自由ニ廻轉シ得ル磁針ガ眞下ニ伏スル様ナ一點ガアル。北半球ノソレハ數回探檢セラレ約北緯  $70^{\circ}$  及西經  $97^{\circ}$  デ此處デハ北ヲ求ムル極 (NSP) ガ下デアアル、南半球ノソレハ1909年ニ探檢セラレ約南緯  $72^{\circ}$  及東經  $155^{\circ}$  デアル。此等ノ點ノ位置カラ見テモ地球ハ對稱的ニ磁化セラレヌコトガ知レル。

茲ニ注意スベキハ地球ノ磁石ニ及ボス作用ハ單ニ指導的デアルト云フコトデ普通ノ磁石ノ兩極ハ地球ノ一極カラ略ボ同距離ニアルト見ルコトガ出來ル、從テ此等ハ其極ニヨリテ大サ等シク反對ニ向フ力ヲ受ケルコトニナル。斯様ニ地球ノ二極ニ及ボス合成ノ作用ハ偶力デ即チ指導的デアルカラ磁石ノ重心ハ動かサレナイノデアアル此事ハ本文第三節デモ述ベテアル。

### (2) 地球ニ由リ感應セラルル磁性

地球ノ磁性ハ磁針ヲ指導スルニ足ル丈ケデナク又著シイ感應極性ヲ起スノデアアル。若シ世界ノ此部分デ火撻棒ヲ直立シテ之ヲ強ク打ツト其端ハ北極トナリ、上端ハ南極トナリ此兩極性ハ羅針ニ強ク働クノデアアル。若シ此火撻棒ヲ逆ニシテ再ビ打ツト其磁性ハ急ニ反對トナリ今度ハ下端ガ北極トナル。傾角計ノ一般ノ方向ニ多少横ハル如何ナル鐵デモ斯様ニ感應デ磁化セラルル、例ヘバ鐵火床ノ前板或鐵ノ瓦斯附屬物等ノ如シ。鐵船ハ地球デ磁化セラルルカラ其羅針盤ハ非常ナ影響ヲ被ル、ソコデ斯様ニシテ生ジタ羅針盤ノ偏差ハ之ヲ勘定ニ入レネバナラヌ。

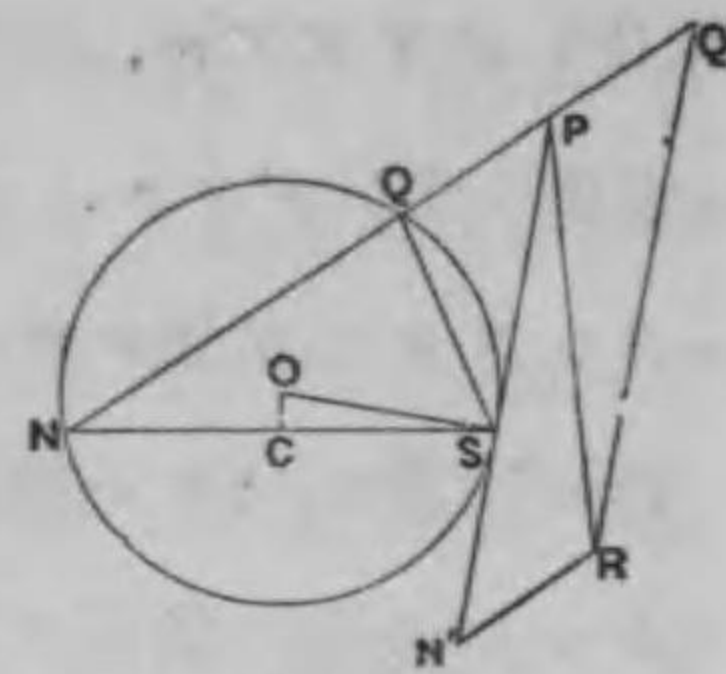


第五部第一章9節ノ次ニ次ノ三節ヲ増補ス。

[3] 棒磁石ノ磁場ノ強サノ方向ヲ求ムル作圖

磁石ヲ一定ノ距離丈ケ距リタ二點ニ集中シタ二極カラ出來テ居ルト假定セバ、磁力線ノ方程式ハ容易ニ決定シ得ル。次ノ作圖デ任意ノ點ニ於ケル強サノ方向ヲ知リ得ルノデアアル。

第302圖デ N, S ハ二極デ P ハ磁場中ノ一點, C ハ NS ノ中點デアアル, 今 P ニ近キ方ノ極 S カラ PS = 垂直 = SO ヲ引キ, 之ト C ヲ通シテ NS = 垂直 = 引イタ直線 CO ト O ニ於テ交ハラシムル, 又 O ヲ中心トシ半徑 ON 或 OS ヲ中心トセル圓ヲ畫キ PN ト



第302圖

Q ニ交ラシムルト此圓ハ S デ PS = 接スルカラ

$PQ \times PN = PS^2 \therefore PQ/PS^2 = PN/PN^2$

即チ PQ 及 PN ハ夫々 PN 及 PS ノ自乗ニ逆比例スル。

今 NP ヲ Q' 迄延長シ PQ = PQ', 又 PS ヲ N' 迄延長シ PN = PN' ナラシムト, PQ' 及 PN' ハ此二極ニ基ク強サノ方向ニ比例スルノデ, 平行四邊形 PQ'RN' ノ對角線 PR ハ此等ノ合力ノ線デアアル。

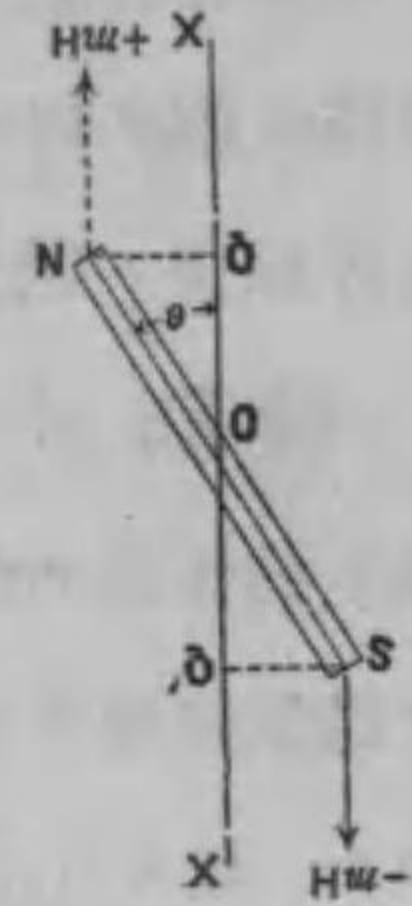
倍與ヘラレタ磁石ニ向ツテ此作圖ヲ吟味スルニハ此磁石ヲ一枚ノ紙上ニ乗セ PR ノ方向ヲ求メネバナラス而シテ此紙ヲ廻シテ丁度 PR ガ磁氣子午線ニ來ル様ニスル, 之ヲ前ノ作圖ガ正シケレバ P = 羅針ヲ置クト此者ハ PR 線中ニ殘ルノデアアル, 何トナレバ此磁石ニ基クカハ地球ノ磁カト同一線上ニアルカラデアアル。

[4] 一樣ナル磁場ニ於ケルトルク

一樣ナ磁場内デ磁針ニ及ボス「トルク」即チ偶力ノ能率ハ容易ニ表ハ

シ得ル。

今第303圖ノ如ク長サ l デ, 磁場 XX' ノ方向ト角  $\theta$  ヲナス磁石 NS ヲ考ヘヨ, 若シ +m 及 -m ガ極ノ強サデ H ガ磁場ノ強サトセバ, 此磁場ハ二平行力 +mH 及 -mH ヲ及ボスカラ此偶力ノ能率ハ  $L = mH \times$  (偶力ノ腕) デアル。



第303圖

此偶力ノ腕 =  $2NQ = 2l \sin \theta = l \sin \theta$

$\therefore L = Hml \sin \theta$

今  $ml = M$  ト置ケバ  $L = HM \sin \theta$ 。

茲ニ ml ハ此磁石ノ磁氣能率ト云フノアル, 一般ニ磁石ノ磁氣能率ト云フノハ此磁石ノ極ノ強サニ二極間ノ距離ヲ乘ジタ積デアアル。若シ磁石ガ磁場ニ直角デアレバ即チ  $\theta = 90^\circ$  ナレバ其「トルク」ハ  $L = HM$  デアル。若シ磁場ノ強サ H ガ 1 デアレバ其「トルク」L ハ其磁氣能率 M ニ等シクナル即チ磁石ノ磁氣能率ハ數値上此磁石ヲ單位ノ磁場ニ直角ニ保ツタ時、之レニ働ク「トルク」ニ等シイ。



第304圖

茲ニ注目スベキハ磁石ノ磁氣能率ハ正確ニ決定ノ出來ル量デアアルガ極ノ強サ m 及ビ二極ノ



第305圖

間ノ距離 l ハ正確ニ物理的ノ磁石デハ決定スルコトガ出來スト云フトデアアル。倍磁石ノ末ノ磁氣能率ハ個々ノ磁石ノ磁氣能率ノ代數和ニ等シイコトハ知リ得ルノデアアル, ケレド物理的ノ磁石ハ纖維磁石ノ一束ト考ヘ得ルノデ此磁氣纖維ト云フノハ細イ磁石ノ單一ノ線ヲ自由ナ二極ノミデ第304圖ノ如ク排列シタモノヲ云フノデ即チ極ハ等シイ反



對ノ極ノ存在デ中和サレナイ、而シテ此等二ツノ自由ナ極 N 及 S ハ此線條ノ極ヲ作ルノデア、ソコデ全體ノ磁石ノ磁氣能率ハ細イ磁石ノ此等線條ノ磁氣能率ノ代數和デア、

[5] 特別ノ場合ニ於ケル磁場ノ強サノ計算

磁氣的作用ノ第二ノ法則ハ「クローム」ノ法則トモ稱スルノデ之デ既知ノ磁氣能率ヲ有スル磁石ノ周圍ノ或點ニ於ケル磁場ノ強サノ計算ガ出來ル、最モ必要ナ場合ハ Gauss 氏ノ位置 A 及位置 B トシテ知レテ居ル二ツノ位置デア、

I. 位置 A. 其軸線上ノ遠方ノ點ニ於ケル棒磁石ニ基ク磁場ノ強サヲ考ヘン.

今極ノ強サ m, 二極間ノ距離即チ磁石ノ長サヲ 2l トセバ, 此問題ハ軸線上テ磁石ノ軸ノ中點ヨリ距離 r ナル一ノ點 P ニ於ケル磁場ノ強サヲ求ムルト云フノデア、 (第 305 圖)

「クローム」ノ法則デ P ニ於ケル單位正極ニ及ボスカヲ F トセバ

$$F = \frac{m}{(r-l)^2} - \frac{m}{(r+l)^2} = \frac{4rlm}{(r^2-l^2)^2}$$

若シ P ガ遠方ナレバ F ハ r<sup>2</sup> ト比シテ省キ得ルカラ

$$F = \frac{4lm}{r^3} = \frac{2M}{r^3}$$

即チ P ニ於ケル磁場ノ強サヲ Hp トセバ

$$H_p = \frac{2M}{r^3} \dots \dots \dots (1)$$

此磁場ノ方向ハ明ニ軸線 OP ノ向キデア、

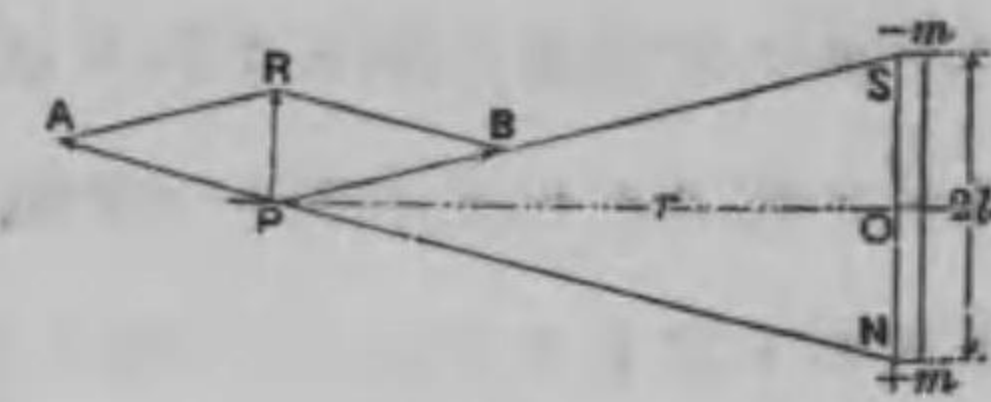
II. 位置 B. 軸ヲ直角ニ二等分スル直線上ノ遠方ノ點デ磁石ニ基ク磁場ノ強サヲ考ヘン. (第 306 圖)

此場合ニハ P ニ於ケル單位極ニ働ク力ハ, PA デ表ハサレル +m ニ

因ル力カト, PB デ表ハサレル -m ニ因ル引カトデ此合力ハ對角線 PR デ表ハサレル. 三角形 PAR ト NPS ハ相似形デア、カラ次ノ關係ガアル.

$$\frac{PR}{PA} = \frac{NS}{NP} = \frac{2l}{(r^2+l^2)^{\frac{1}{2}}}$$

而シ PA ハ P ニ於ケル單位正極ニ +m ガ及ボスカヲ表ハスノデア、アルカラ、「クローム」ノ法則デ次ノ



第 306 圖

如シ

$$PA = \frac{m}{(r^2+l^2)}$$

PA ノ此値ヲ式ニ代入セバ合力ハ次ノ如シ

$$H_p = PR = \frac{2lm}{(r^2+l^2)^{\frac{3}{2}}}$$

若シ P ガ遠方ノ點デアレバ l<sup>2</sup> ハ r<sup>2</sup> ト比シテ省キ得ルカラ次ノ如クナル

$$H_p = \frac{2lm}{r^3} = \frac{M}{r^3} \dots \dots \dots (2)$$

此磁場ノ方向ハ明ニ二等分線 OP ニ垂直デ即チ磁石ニ平行デア、

以上デ知ラレルコトハ位置 A ニ對スル磁場ノ強サハ同一ノ磁石デ且ツ同一ノ距離ニ向ツテ位置 B ノソレノ二倍デア、計算ハ「クローム」ノ法則ヲ假定シテシタガ、二ツノ場合ノ磁場ノ強サヲ實驗的ニ比ベテ此法則ヲ試ス方法モアル、此ハ「ガウス」ノナセル所デ其實驗ノ結果ハ此法則ト一致ス、

第五部第二章 6 節ノ次ニ次ノ三節ヲ増補ス.

[6] Gauss ノ定理

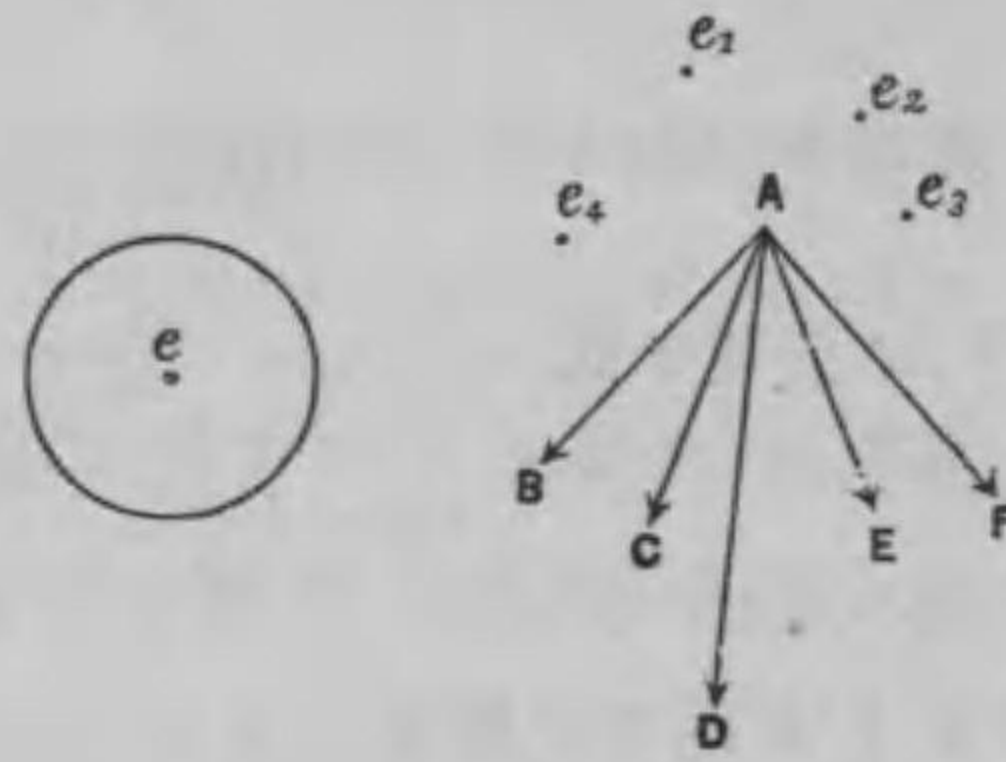
一ツノ點ニ電氣ガ集中シタリトシ此周リニ第 307 圖ノ如ク球



面ヲ畫キタリトセバ、 $e$  ヨリ出ヅル指力線ノ數ハ  $N=4\pi e$  ナリ而シテ  
 $e$  ヲ圍ム如何ナル閉塞表面ヲ畫クモ中ヨリ外ニ出ヅル數ハ同ジ、然ル  
 ニ若シ此閉塞表面ガ荷電體ヲ包マザル時ハ指力線ハ入レバ必ズ出ルノ  
 デアルカラ此表面ヲ中ヨリ外ニ貫ク數  $N=0$  ナリ。何トナレバ入レ  
 バ出ルノデアルカラ、入ルノヲ負トセバ出ルノハ正トナリ差引出入ヲ  
 計算スルト零トナル。

今  $e$  ヲ ( $-e$ ) トセバ指力線ハ外カラ中ニ入ルコトニナルカラ前ト反  
 對デ  $N=-4\pi e$  トナル。

次ニ  $e_1, e_2, e_3$  等ノ數多ノ電氣ア  
 リトセバ、 $A$  ニ於テ  $e_1$  ニ因ル指力  
 線ヲ  $AB$ ,  $e_2$  ニ因ル指力線ヲ  $AC$   
 等トセバ、其合成指力線ノ方向ハ  
 平行四邊形ノ法則ニヨリ  $AD$  ト  
 ナル之レ即チ電場ノ方向ナリ。即



第 307 圖

第 308 圖

チ澤山ノ電氣ガアレバ平行四邊形 法則デ各電氣ニ因ル電場ヲ加ヘル  
 ト其合成電場ガ求マル。此時ニ於テハ其全體ノ指力線ハ其各電氣ニ因  
 ル指力線ノ和デアルカラ之ヲ  $N$  トセバ

$$N=4\pi(e_1+e_2+\dots)$$

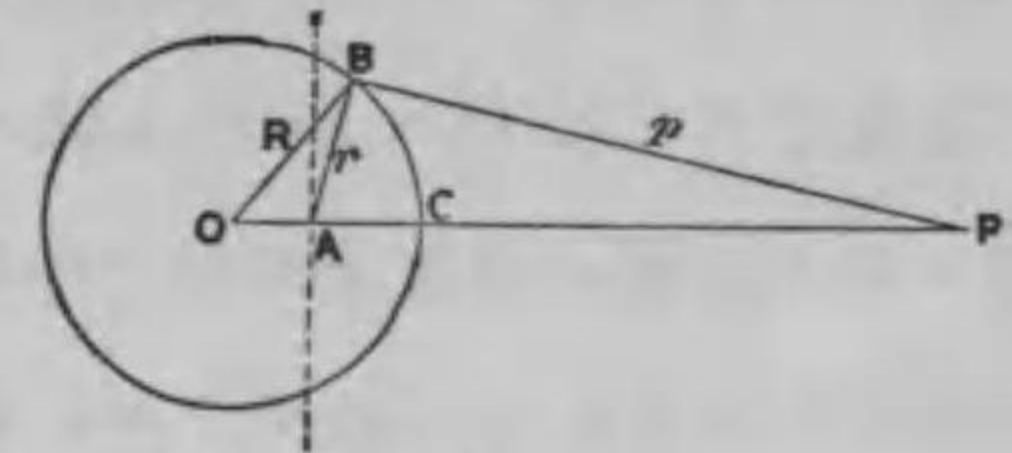
負ノ電氣アレバ代數的ニ負トセバ可ナリ。

今澤山ノ電氣アリテ任意ノ表面ヲ畫キ或ル者ハ此内ニ取圍マレタト  
 セバ此表面ヲ貫ク指力線ノ數ハ表面外ノ電氣ハ其數ニ關係セズ唯其中  
 ニアルノミ考ヘレバヨイ、即チ  $N=4\pi\Sigma e$  之ヲ Gauss ノ定理ト云フ  
 茲ニ  $e$  ハ表面内ニアル電氣量ノ和ナリ。

(7) 荷電セル球ノ外側ノ力

分布ノ一様ナ所ノ荷電セル球ノ外側ノ任意ノ點ニ於ケル力或電氣ノ  
 強サハ、恰モ其全體ノ荷電ガ其中心ニ集中シタリト考ヘタ場合ト同ジ  
 デアル。

第 309 圖デ  $P$  ヲ球ノ中心カラ距離  $D$  ニアル點トスル而シテ  $\sigma$  ヲ表  
 面密度、 $s$  ヲ點  $B$  ニ於ケル此表面ノ甚ダ小ナル部分ノ面積トスルト、  
 其上ノ電氣量ハ  $s\sigma$  デアル若シ距離



第 309 圖

$PB$  ヲ  $p$  トセバ荷電ノ此小部分ニ  
 因ル  $P$  ニ於ケル力ハ  $\frac{s\sigma}{p^2}$  トナル。

球ノ全表面ハ線  $PO$  ニ對シテ對稱デ  
 アルカラ此荷電ノ數多ノ小部ニ基ク

總テノ力ノ合力ハ  $PO$  ニ沿フテ居ラレネバナラヌ而シテ此線ニ沿  
 ル力  $\frac{s\sigma}{p^2}$  ノ分力ハ  $f=\frac{s\sigma}{p^2}\cos\alpha$  デアル、茲ニ  $\alpha$  ハ角  $OPB$  ヲ示ス。

今  $\alpha$  ニ等シイ角  $ABO$  ヲナス様ナ直線  $BA$  ヲ引ケ、又  $\omega$  ヲ面積  $s$  ガ  
 $A$  ニ於テ夾ム所ノ立體角トス、 $AB$  ニ直角ナル面積ノ  $s$  射影  $s'$  ハ、 $A$  ニ  
 於テ同ジ角  $\omega$  ヲ夾ム、第 310 圖デ  $s$  ト  $s'$  トノ間ノ角ハ  $\alpha$  デアルカラ  
 次ノ關係ガアル。

$$s' = \omega r^2 = s \cos\alpha, \therefore s = \frac{\omega r^2}{\cos\alpha}$$

ノ此値ヲ  $f$  ノ式ニ代入セバ

$$f = \frac{\omega r^2}{p^2} \sigma$$

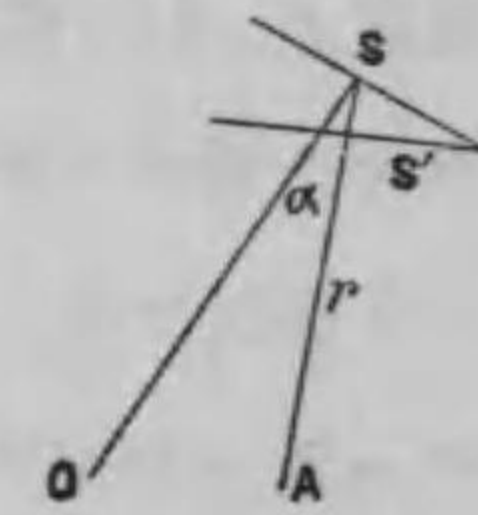
又三角形  $OBA$  及  $OBP$  ハ相似ナル故

$$\frac{r}{p} = \frac{R}{D} = \frac{OA}{R}$$

茲ニ  $D$  ハ距離  $PO$  ヲ示ス、故ニ  $A$  ハ定點デアル。

$$\therefore f = \frac{R^2}{D^2} \sigma \omega$$

之ハ此表面ノ一ツノ小部分ニ因ル力デアル。全表面ニ向ツテハ力ハ



第 310 圖



斯様ナ總テノ小部分ニ因ル小ナル力ノ和デアルカラ

$$F = \frac{R^2}{D^2} \sigma \Sigma \omega.$$

茲ニ  $\Sigma \omega$  ハ此球内ノ任意ノ點ニ於テ球ノ表面ノ夾ム全體ノ立體角  
デ之ハ  $4\pi$  デアル。

$$\therefore F = \frac{4\pi R^2 \sigma}{D^2}.$$

然ルニ  $4\pi R^2 \sigma$  ハ球ノ表面積ト其表面密度トノ積デ即チ此球上ノ全  
荷電量デアル又  $D$  ハ點  $P$  ト球ノ中心トノ間ノ距離デアル、從テ  $F$  ノ  
式ハ若シ全體ノ荷電量ガ球ノ中心ニアルナラバ、 $P$  ニ於ケル力ニ向ッ  
テ得ラルモノト同一デアル、茲ニ注意スベキハ此説明ハ殼球ノ厚サ  
及ビ密度ガ一樣デアル時薄イ殼球ニ基ク重力ノ場合ニモ適用スルコト  
デアル。

### (8) 荷電セル球ニ甚ダ近キ力

若シ第 309 圖デ點  $P$  ノ球ニ近寄セ、點  $A$  モ亦  $P$  = 出會フ迄此球面  
ノ方ニ動クナラバ、 $P$  ガ此表面上ニアルトキ  $D$  ハ  $R$  ニ等シクナルカ  
ラ  $F = 4\pi \sigma R^2$  トナル。即チ電氣ノ強サハ球ノ形ニ無關係デアルノデ其  
表面密度ノ  $4\pi$  倍ニ數値ガ等シイ。此結果ハ「クローム」ノ法則トシ  
テ知ラレテ居ルノデ此球ガ空氣以外ノ或他ノ電媒體デ取圍マレテ居ル  
トキニハ變更ヲ要スル又之ハ如何ナル荷電導體ニモ適用スル。倍球ノ  
内部デハ力ハ零デアルカラ球ノ丁度外側ノ點カラ其内側ノ點ニ移ルト  
力ノ變化ハ  $4\pi \sigma$  デアル。

若シ  $A$  ノ通シテ  $PO$  = 垂直ナ平面ヲ引クナラバ此球面ハ二部分ニ  
分タレルノデ其各ハ  $A$  = 於テ同一ノ角  $2\pi$  ノ夾ムコトニナル、從テ  
半分ノ力ハ此分割平面ノ右側ニアル荷電ニ基キ他ノ半分ハ其ノ左側ノ  
荷電ニ基クノデアル。此球ノ表面デハ此等ノ荷電ノ一ツハ極微小ノ面

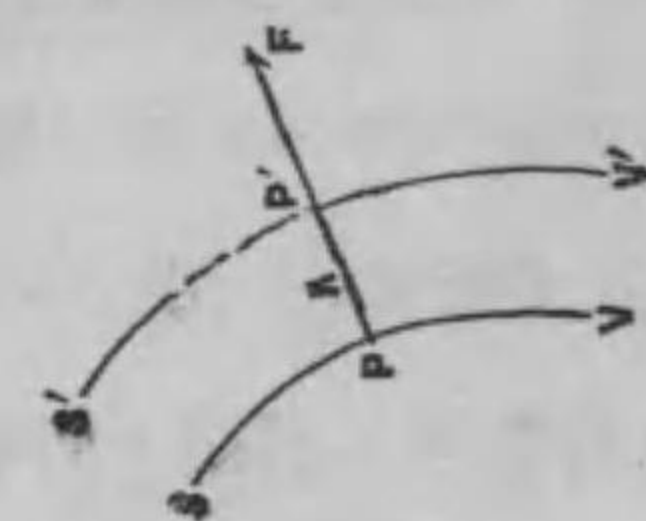
積ニ含マレテ居ルノデ且ツ他ハ此球ノ殘部ノ全體ノ上ノ荷電デアル。  
ソコデ此力ハ  $C$  = 於テ接シ且ツ兩側ニ荷電セラレテ無限ノ擴ガリノ  
平面ニ基クモノト同一デアル。

第五部第三章 4 節ノ次ニ次ノ一節ヲ増補ス。

### (9) 電位ニテカヲ表ハスコト

第 311 圖デ  $s$  及  $s'$  ノ甚ダ近イニツノ等電位面トシ其電位ヲ夫々  $V$   
及  $V'$  トスル、今  $F$  ノ此二表面間ノ變化スル力ニ同等ナル  $P$  及  $P'$   
間ノ法線ニ沿ヘル一定ノカトスル、若シ  $n$  ガ距  
離  $PP'$  デアルナラバ、一ツノ表面カラ他ノ表面  
迄單位電氣量ヲ運ブ際此力デ爲サレタ仕事ハ  
 $F \times n$  デアルカラ次ノ關係ガ得ラレル

$$Fn = V - V' \quad \therefore F = \frac{V - V'}{n}$$



第 311 圖

故ニ指力線ニ沿ヘル電氣ノ強サハ其直線ニ沿ヒ每單位長サニ就キ電  
位ノ減ズル割合ニ等シイノデアル。ソコデ極限ニ於テハ次ノ關係ガア  
ル。

$$F = -\frac{dV}{dn}$$

此式ハ任意ノ點ニ於ケル電場ノ強サヲ表ハスノデ其負號ハ力ノ正ノ  
方向ガ其電位ノ減ル所ノ方向ニアルコトヲ示ス、一般ニ任意ノ方向ニ  
於ケル力ノ強サハ其方向ニ於ケル電位ノ減ル割合ニ等シイノデアル。

第五部第三章 11 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

### (10) ニツノ長キ同軸圓筒ノ電氣容量

此圓筒ハ其ノ何レノ半徑ニ比ベテモ甚ダ長イトシ、内側ノ圓筒ハ外  
側ノ圓筒ヨリモ電位ガ  $V$  丈ケ高ク荷電セラレモノトシ此等ノ半徑ヲ  
 $a$  及  $b$  トス。



倍指力線ハ兩端カラ離レタ所デハ明カニ放射狀デ且ツ指力線ノ筒ハ第312圖ノ如ク楔形デ各楔ノ頂點ハ圓筒ノ軸ニ沿フテ居ル。倍軸カラ \$r\$ ナル距離ニアル一ノ斷面積ハ \$r\$ ニ正比例スル又(斷面積×強サ)ハ一定デアラカラ此強サハ \$r\$ ニ逆比例スルコトニナリ \$\frac{\lambda}{r}\$ ト記シ得ルノデアアル。

若シ \$\sigma\$ ヲ内側ノ圓筒上ノ表面密度トセバ、丁度其外側ノ強サハ \$4\pi\sigma\$ デ之レガ軸カラ \$a\$ ナル距離ニアルトキニハ次ノ關係ガアル。

$$4\pi\sigma = \frac{\lambda}{a} \quad \text{或} \quad \lambda = 4\pi\sigma a$$

此時二ツノ表面ノ間デハ

$$E = 4\pi\sigma \frac{a}{r}$$

然ルニ \$E = -\frac{dV}{dr} = 4\pi\sigma \frac{a}{r}\$, 此式ヲ積分シテ

$$V = -4\pi\sigma a \log r + \text{定數}$$

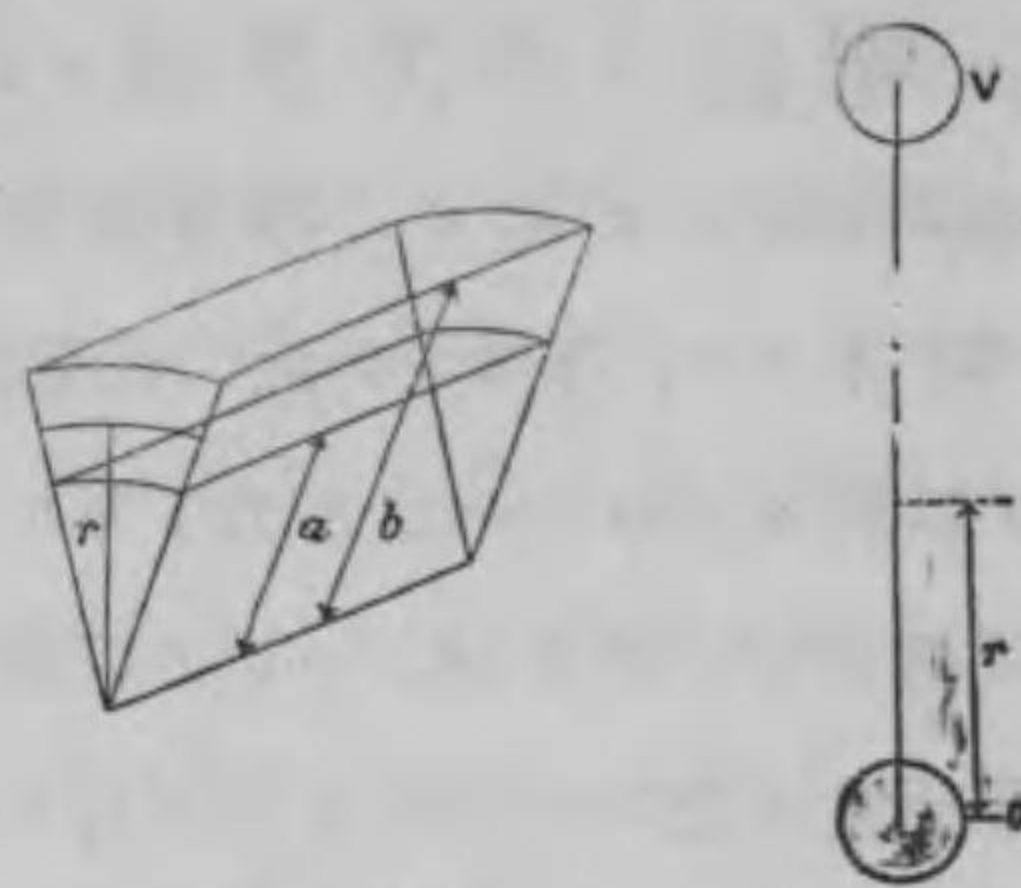
\$r=b\$ ナルトキノ \$V\$ ノ値トシテ \$V=0\$ ヲ置ケバ

$$V = 4\pi\sigma a \log \frac{b}{r}$$

若シ \$C\$ ヲ軸ニ沿ヒテ測リタ毎單位長サノ電氣容量トセバ、其長サノ内表面ノ面積ハ \$2\pi a\$ デ其荷電ハ \$2\pi a\sigma\$ デアル而シテ其電位ハ \$4\pi a\sigma \log \frac{b}{a}\$ デアルカラ

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{2\pi a\sigma}{4\pi a\sigma \log \frac{b}{a}} = \frac{1}{2 \log \frac{b}{a}}$$

[11] 二ツノ甚ダ長ク薄キ等シキ長サノ平行ナル圓筒ノ電氣容量



第 312 圖



第 313 圖

第313圖ノ二圓筒ノ半徑ヲ各々 \$a\$ トシ、\$a\$ ハ其間ノ距離 \$d\$ ニ比ベテ小ナリトス、若シ一ツノ圓筒ノミヲ表面密度 \$\sigma\$ ニテ荷電シタリトセバ、之ニ相當スル負ノ荷電ハ無限ニ遠イノデ、距離 \$r\$ ニ於テソレニ基ク強サハ \$4\pi\sigma \frac{a}{r}\$ トナルコトハ前節カラ知ラレル、ソコデ他ノ圓筒ニ基ク一ツノ圓筒ニ於ケル強サハ約 \$4\pi\sigma \frac{a}{d}\$ トナル而シテ之レハ若シ \$\frac{a}{d}\$ ガ甚ダ小ナレバ、ソレ自身ノ荷電ニ基ク強サト比ベルト甚ダ小デアアル、從テ各圓筒上ノ分布ガ一樣デアルト、他ノ存在ニヨリテ殆ンド變動ハナイカラ表面密度 \$\pm\sigma\$ デ二ツノ圓筒ニ一樣ニ分布セラレタ荷電ヲ假定シテ約正シキ結果ガ得ラレルノデアアル。

今一ツノ圓筒ノ電位ヲ零ト取り他ノソレヲ \$V\$ ト取り且ツ一ツノ圓筒カラ他ノソレ迄真直ニ行ク時爲サレタ仕事デ \$V\$ ヲ計算スル、負ノ圓筒ノ軸カラ距離 \$r\$ ナル所ノ強サハ次ノ如クナル

$$E = -\frac{4\pi\sigma a}{r} - \frac{4\pi\sigma a}{d-r}$$

$$\begin{aligned} \text{又} \quad V &= -\int_{r=a}^{r=d-a} E dr = \left[ 4\pi\sigma a \log \frac{r}{d-r} \right]_a^{d-a} \\ &= 8\pi\sigma a \log \frac{d-a}{a} = 8\pi\sigma a \log \frac{b}{a} \quad (\text{約}) \end{aligned}$$

毎單位長サノ電氣容量ヲ \$C\$ トセバ

$$C = \frac{2\pi a\sigma}{V} = \frac{1}{4 \log \frac{d-a}{a}} = \frac{1}{4 \log \frac{d}{a}} \quad (\text{約})$$

之ハ實用上地面カラ離レテ互ニ平行ニ走ル二ツノ電信線ヲ夫々正及負ニ等シク荷電セル場合ニ應用ガ出來ル。

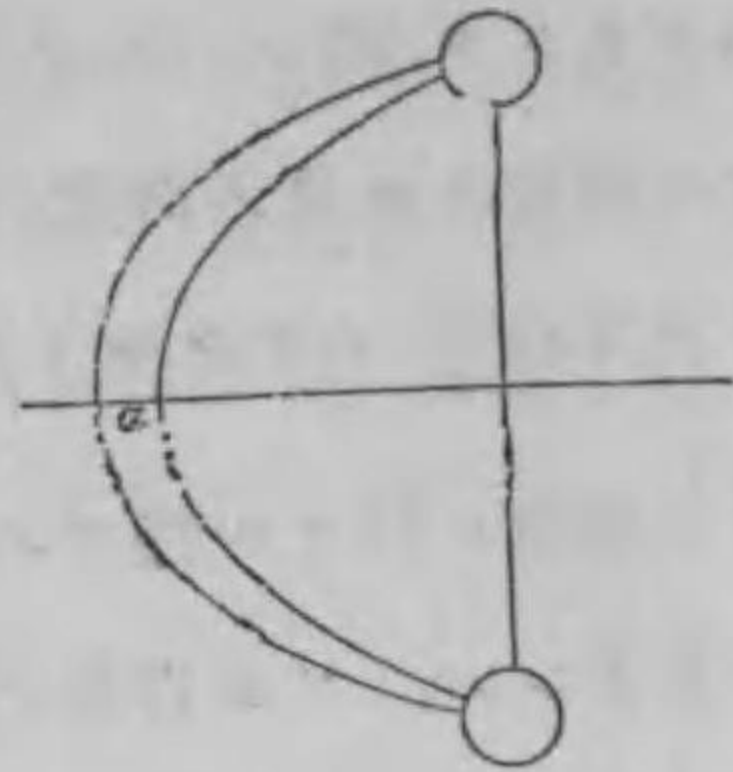
[12] 一ツノ導體平面ニ平行ナル長キ薄イ圓筒ノ電氣容量

上ニ述ベタ結果カラ直チニ無限ニ擴ガル導體平面ニ平行ニ走レル一



ツノ圓筒ノ場合ヲ導キ得ルノデ之ハ實用上地面上一定ノ高サニ於ケル  
唯一本ノ電信線ノ場合ニ應用ガ出來ル。

今上ニ述ベタニツノ圓筒ノ間ノ中央ノ平  
面ヲ引ケバ對稱デ其指力線ハ何處デモ此平  
面ヲ直角ニ切ルコトニナルカラ此面ハ水平  
面ニナル。倍第314圖ノ如キ一ツノ圓筒カ  
ラ他ノツレニ至ル所ノ單位ノ筒ヲ考ヘ此平  
面ヲ $\alpha$ ナル面積ニテ切ルトスル、若シ $\alpha$ ヲ



第 314 圖

無限ニ薄イ圓筒トナスナラバ其上ニ感應セララルル荷電ハ $\pm 1$ トナル  
而シ此等ハ此指力線ノ進路ヲ變化サセナイ、何トナレバ $\alpha$ ガ無限ニ薄  
イカラデア、吾人ハ各ノ單位ノ筒及ビ之ニ相當シテ中央平面ノ兩側  
ニ出來ル $\pm$ 單位ヲ同様ニ取扱フコトガ出來ル、斯様ニ想像シテ荷電  
ハ總テ一ツノ電位ニアルノデ且ツ動かサレヌカラ斯様ニシテ作ラレタ  
系統ハ釣合ヒノ状態ニアルノデア、ソコデ一ツヲ他カラ全ク分離ス  
ル一ツノ導體ノ衝立ガアルカラ二ツノ系統ハ實際上全ク他ニ無關係ト  
ナル、而シテ正電氣ヲ有スル上ノ圓筒ハ此中央平面ノ上面ニ之ニ相當  
スル負電氣ヲ有シ又負ノ電氣ヲ有スル下ノ圓筒ハ此中央平面ノ下面ニ  
之ニ相當スル正電氣ヲ有スル、何レモ平面ニ平行ニ走ル軸ヲ有スル一  
ツノ圓筒ノ場合ヲ與フルノデ、明カニ此平面ト此圓筒トノ間ノ電位ノ  
差ハ二ツノ圓筒ノ間ノツレノ半分デアカラ  $d=2h$  ト置ケバ近似的  
ニ  $V$  ハ次ノ如クナル。

$$V = 4\pi\sigma \log_e \frac{2h}{a} \quad \text{及} \quad C = \frac{1}{2 \log_e \frac{2h}{a}} = \frac{1}{0.87 \log_{10} \frac{2h}{a}}$$

此結果デ實驗所ノ實驗ニ用フル針金ハ著シイ電氣容量ヲ有スルコト

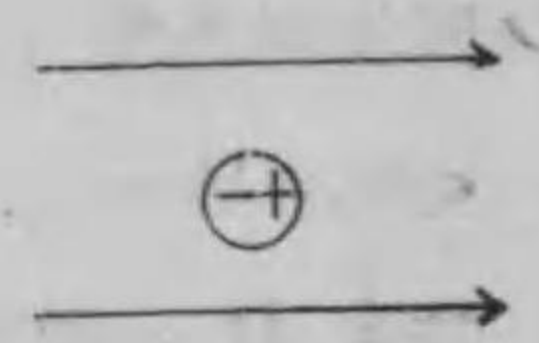
ガ知レル例ヘバ半徑 0.01 糎 (約 36 S. W. G.) ノ針金ガ導體板ノ上 10  
糎ノ高サデ平行ニ走ルナラバ、此式デ每糎ニ就キ  $\frac{1}{3}$  以上ノ電氣容量  
ヲ有スルコトガ知レル。

第五部第三章 14 節ノ次ニ次ノ一節ヲ増補ス。

### [13] 電氣的變位

電場ニ一ツノ導體ヲ持來レバ、其導體ガ感應デ一ツノ荷電ヲ受ケル  
斯様ナ時ニ導體ガ極性ヲ與ヘラレタト云フ。

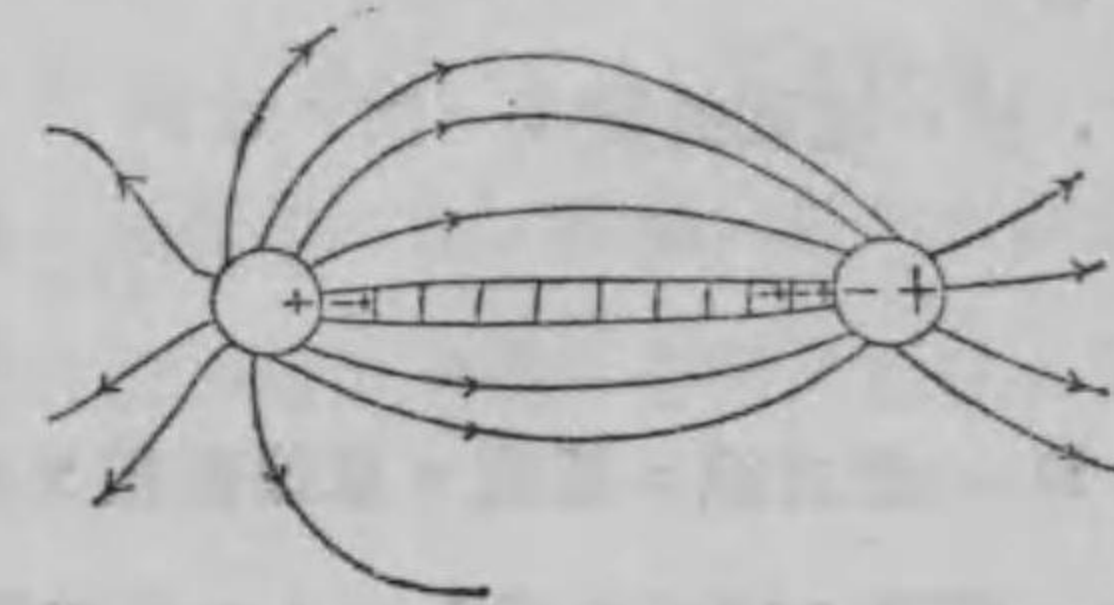
倍歸極ト云フ語ハ一ツノ物體ノ兩端ガ等シクシ  
テ反對ノ性質ヲ有スル時ニ用フルノデ、一ツノ永  
久磁石ノ如キハ即チ之レデア。



第 15 圖

倍「フアラアデイ」ノ考ヘニヨレバ荷電體ノ近ク  
ノ媒質ハ指力線ノ方向ニ極性ヲ有シ居ルト云フノデ指力線ノ分布ハ第  
315 圖ノ如シトスル而シテ圖ノ如ク媒質ヲ幾個カニ區別シ此者ガ電氣  
的分離ヲナシテ居ルトスル、然レバ此媒質内デハ (+) ト (-) トニ分

レルカラ、各部分ハ互ニ引キ合  
フコトニナリ從テ指力線ニ沿フ  
テ張力起ルノデア、而シ相隣  
ル部分ハ互ニ反撥スルカラ、指  
力線ニ直角ノ方向ニハ壓力ガ起  
ラテ居ル此理由デ荷電體ハ互ニ



第 315 圖

引クト云フノデア。斯ク荷電セラレタ時媒質ガ電氣的分離ヲナス時  
ニ電氣的變位ト稱スルノデ之レハ正電氣ガ指力線ニ沿フテ流ルル時ニ  
起ル現象デア。

倍電氣的變位ヲ見出スニハ指力線ニテ限ラレタ筒ヲ考ヘ其兩端ノ面



積ヲ  $ds_1$  及  $ds_2$  トシ此表面密度ヲ夫々  $\sigma_1, \sigma_2$  トシ任意ノ断面  $ds$  ヲ取  
 ヲ此所ヲ變位シタ電氣ヲ  $\sigma$  トスル然レバ  $ds_1$  カラ出タノト,  $ds_2$  カラ  
 出タ指力線ハ等シイカラ此等ノ面  
 積ニ於ケル荷電ハ互ニ等シイ即チ

$$\sigma_1 ds_1 = \sigma_2 ds_2$$

面シテ指力線内ノ何レノ點デモ  
 感應デ變位シタ量ハ等シイカラ次  
 ノ關係ガアル

$$\sigma_2 ds_2 = D ds \quad \therefore D = \frac{\sigma_1 ds_1}{ds}$$

茲ニ  $D$  ハ變位シタ電氣ノ量デ  
 アル。

今  $ds_1, ds_2, ds$  ノ電氣力ヲ夫々  $F_1, F_2, F$  トセバ

$$\frac{F_1}{F} = \frac{ds}{ds_1} \quad \therefore D = \sigma_1 \frac{F}{F_1}$$

而シ「クローム」ノ法則デ  $4\pi\sigma_1 = KF_1$ , 茲ニ  $K$  ハ電媒體ノ定數デア  
 ル, 故ニ電氣的變位ハ次ノ如シ

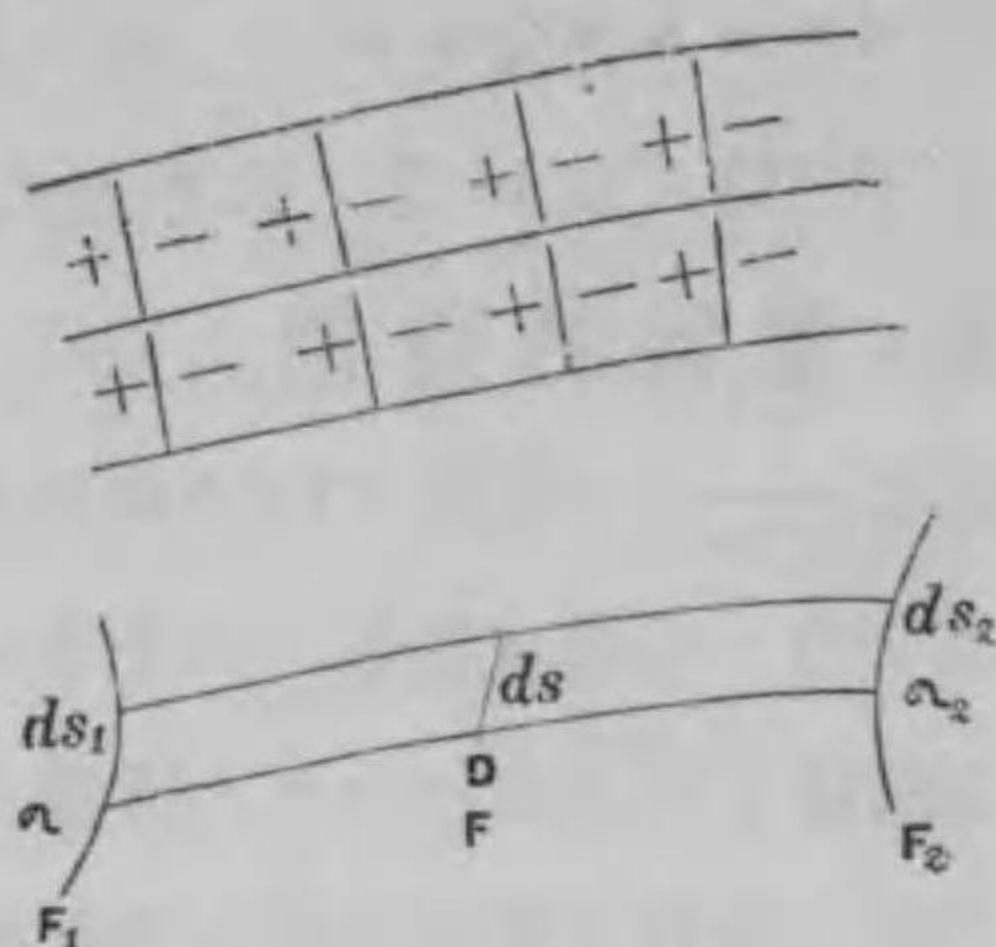
$$D = \frac{KF}{4\pi}$$

$D$  ハ指力線ニ垂直ニ單位面積ヲ通シテ變位シタ量デアル, 電氣的變  
 位ハ荷電ノ變ズル場合ニノミ生ジ續キ居ル間ハ變位ノママ存スルノデ  
 アル。

第五部第四章一節ノ次ニ次ノ一節ヲ増補ス。

### [14] ボルタ電池

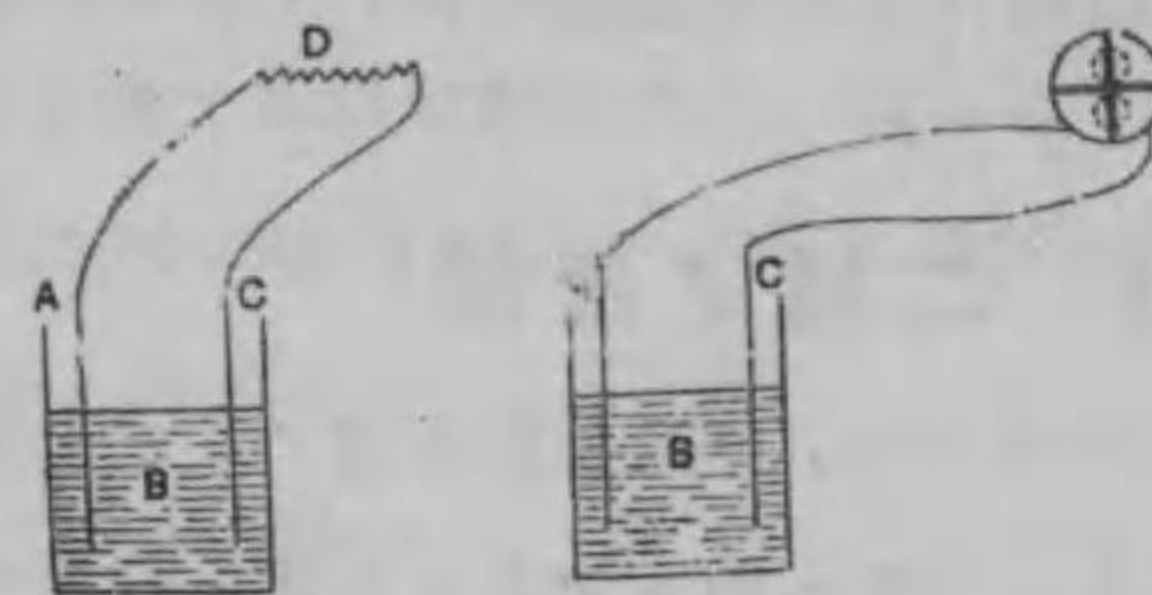
二ツノ異種ノ導體  $A$  及  $C$  ヲ第 318 圖ノ如ク液  $B$  ニ浸ス但シ此等ノ  
 内少クトモ一ツハ化學的ニ作用ス, 又液ノ外側ノ部分ヲ針金  $D$  デ連結



第 317 圖

スルト, 此針金ノ中ヲ電流ガ流レテ之ヲ熱シ又次ニ説明スル様ナ他ノ  
 効果ヲ生ズルコトニナル。

若シ針金  $D$  ヲ絶チ其自端  
 兩端ヲ甚ダ鋭敏ナ電位計ニ繋  
 グト, 此針ガフレ此針金ノ兩  
 端ニ電位ノ差ノアルコトガ知  
 レル。此事ヲ初メテ發見シタ



第 318 圖

第 319 圖

「ボルター」ハ此電位ノ差ヲ説明スルニ次ノ如ク假定シタ即チ輪道中ノ  
 各異種ノ導體ノ接觸點ニハ急激ナ電位ノ差ガ起ルト云フコトデアル,  
 此見解ハ一般ニハ認メラレテ居ルガ例ヘバ  $A$  ト  $D$ ,  $B$  ト  $A$ ,  $C$  ト  $B$ ,  
 $D$  ト  $C$  トノ種々ノ接觸點ニ於ケル此等ノ電位ノ差ノ關係の大サニ就  
 キテハ多クノ意見ノ差ガアルノデアルガ, 此事ハ今述ベヌ。

第五部第四章 3 節ノ次ニ次ノ 3 節ヲ増補ス。

### [15] 起電力

今上ニ述ベタ接觸電位差アリト假定シ  $D$  カラ  $A$  迄ノ電位ノ上リ  
 (正或負) ヲ  $V_{DA}$  ニテ表ハシ且ツ此輪道中ノ他ノ接觸ニ於テモ同様ナ  
 リトスル。然レバ  $D$  ノ兩端ヲ電位計ニ結ンダ時ノ全體ノ電位ノ差ハ  
 次ノ如クナル。

$$V_{DA} + V_{AB} + V_{BC} + V_{CD}$$

併之ハ電位ノ差ノ定義ニヨリ此輪道中ノ導體ノ線ニ沿ヒ  $D$  ノ一ツ  
 ノ自由端カラ他端迄單位電氣量ヲ運ブ際爲サレタ仕事デアル, 今  $D$  ノ  
 兩端ヲ結ビ之ニ電流ガ流ルルトキ此電流ハ數多ノ接觸點ニ於ケル電位  
 ノ梯段ノ和ニ基クモノト見ルコトガ出來ルノデ從テ此和ヲ此輪道ニ働  
 ク起電力  $E$  ト稱スル, 之レハ又此輪道ヲ單位電氣量ヲ一周スルニ要ス



ル仕事=等シイノデア。此後者ハ此輪道中=「ボルター」電池、熱電氣の接目又ハ發電機等ガアリテモ一般ニ輪道中ノ起電力ノ計量トナルモノデア。

### [16] 二種ノ導體

「ボルター」ハ又金屬導體ノミデ出來テ居ル輪道デ電流ヲ得ントシタガ之ハ失敗ニ期シタ而シス様ナ輪道デ起ル起電力ハ零ナルコトヲ知り得タ、現在吾々ハ輪道ニ溫度ノ差ガアレバス様デナイコトヲ知ルノデア。之ニ由テ氏ハ導體ヲ二種ニ區別シタ、其第一種ノ導體ト云フノハ彼等自身丈ケデハ之ヲ輪道ニ繋イデモ起電力ヲ起ス丈ケノ資格ノ無イ様ナモノデ、一定ノ起電力ヲ起スニハ少クトモ第二種ノ導體ヲ要スルノデア。前者ニ屬スルハ總テノ金屬導體デ、後者ニ屬スルノハ電解質ト云ヒ電流ヲ分解シ得ル所ノ化學的化合物デア。

上ニ述ベタコトカラ若シ「ボルター」電池ノ液ガ無ク且ツ A ト C トガ直接ニ接スルト  $V_{DA} + V_{AC} + V_{CD} = 0$  ナル關係ガアル。此式ヲ書キ換ヘルト  $V_{CD} + V_{DA} = V_{CA}$  トナル即チ C カラ A 迄ノ電位ノ上リハ若シ之ヲ直接ニ接スルナラバ、C カラ D 迄ト D カラ A 迄トノ電位ノ上リノ和ニ等シイ、而シテ此結果ハ第一種ノ任意ノ三ツノ導體ニ適用スル。

### [17] 電池ノ起電力

起電力ハ一般ニ一ツノ輪道中ノ異ナル點ニ於テ存スル種々ノ部分カラナルノデ之ハ單位電氣ヲ此輪道ヲ一周スル際爲サルル仕事ヲ測ラレル而シテ「ボルター」電池ノ場合デハ單ニ液ニ因ルモノト之レト直接ニ接シテ居ル板ニ因ルモノト考ヘラレル、ソコデ前二節ニ示シタ公式カラ次ノ關係ガ得ラレル

$$E = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} + V_{DA} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CA}$$

而シ之ハ電池ノ起電力ノ完全ナ實用上ノ定義ニ向ツテノ基礎トシテ用ヒラレヌ、ソコデ電池ノ起電力ヲ次ノ如ク定義スル。

「ボルター」電池ノ起電力トハ此電池ノ輪道ヲ開クトキ同ジ材料ノ針金ヲ此電池ノ板ニ結ンダ時ノ電位ノ差デア。

第四部第五章 4 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

### [18] 運動スル荷電體ノ磁氣的效果

1875 年ニ Rowland ハ高イ速サデ運動シツツアル時ノ荷電體ハ其磁氣的效果ニ於テ電流ト同等デアルト云フコトヲ示ス所ノ基本的實驗ヲ爲シタ。此方法デ鍍金シタ硬化護膜ノ圓板ヲ荷電シ且ツソレヲ甚ダ速ニ廻轉シタ。之デ鋭敏ナ磁針ノ「フレ」ヲ起シタ。此測定ニ由リ、運動スル荷電體ハ電流  $eu$  ヲ擔フ線導體ニ由リ其長サノ每單位ニ起サルル磁場ニ等シキ大サノ磁場ヲ生ズルコトヲ示シタ茲ニ  $e$  ハ荷電量デ、 $u$  ハ其速サデア。

儲真空管中ノ電氣的放電ハ陰極及ビ「カナル」線ト稱スル荷電セル質點ノ流レカラ出來ルノデ而シテ此等ノ作用ハ Rowland ノ實驗ト一致スルコトヲ見出シタ、即チ彼等ハ電流ニ同等デアル而シテ曲グ易イ電流ノ如ク磁石デ曲グラレ且ツ「フレ」ヲ生ズルノデア。

### [19] 傳導ノ電子說

運動シツツアル荷電ハ恰モ電流ト同様ナ磁氣的效果ヲ有スルノデア。自然ニ次ノ假定ガ起ル即チ電流ハ荷電セル質點ノ流レカラ必然出來テ居ルノデ、ソレノ磁氣的效果トノ結合ガ此電流ト關連シテ磁場ヲ作ルノデア。電氣的荷電ノ性質ニ關スル此見解ノ議論デハ、最モ多分ラシキ假設ハ次ノ如シ、即チ彼等ハ一物體カラ他ノ物體ニ移サ



レ得ル所ノ電子即チ電氣ノ若干單位カラ出來テ居ルノデ、普通ノ狀態以上ニ餘分ナモノガ負ノ荷電ヲ造リ而シテ不足ナモノガ正ノ荷電ヲ造ルノデアアル、此假設ハ電流ノ説明ニ敷衍スルコトガ出來テ且ツ多クノ事實ヲ可ナリ能ク説明スルコトガ出來ル。

倍電子ハ導體ヲ造ル原子ヨリモ大變小デアアルカラ恐ラク此電流ハ電子ノ流レカラ成ルモノデナクテハナラヌ、若シ左様デアアルナラバ、此流レハ低電位カラ高電位ニ至ルモノデアラネバナラヌ、事實上高及ビ低電位ハ正電氣ノ荷電ヲ動カス際爲サルル仕事デ定義サレタ。若シ此定義ニ引照サレタモノガ負電氣ノ單位デアツタナラバ、從來物體ノ電位ニ適用サレタ様ナ高及低ト云フ語ハ逆トナルノデアアル。

倍金屬導體内デハ多クノ電子ハ全ク自由デ即チ原子ニ非常ニ弛ク連結サレテ居ルカラ彼等ハ容易ニ運動ノ狀態ニ置カレルト思考サレル、之ニ反シテ多クノ比較的大ナル原子ハ甚ダ徐々ニ運動シ其ノ各々ハ其電子ノ通常ノ數ヲ奪ヒ取ラレル時ニ、正ニ荷電サレタママ殘ル。金屬中ニ全ク電流ガナイ時ニハ電子ハ甚ダ大ナル速度デ隨意ノ方向ニ運動シツツアルト云フ證據ガアル、又或狀態ノ下デハ彼等ハ金屬ノ表面カラ發出サレ得ル、此事ハ金屬カラノ電子ノ發射ト云フ所デ述ベル。

電位ノ差ガ導體ノ兩端ニ與ヘラレル時ハ此電子ノ流レガ彼等ノ隨意ノ運動ノ上ニ加ヘラレ而シテ此流レガ電流ヲ造ルノデアアル、併シ電子ノ此流レハ如何程デモ大ナル速度ニハ到達セナイ、何故カト云フト電子ト原子トノ間ノ衝突ガ常ニ起リツツアルカラデアアル。

上ノ事カラ容易ニ電流ノ大サノ式ヲ得ルコトガ出來ル。輪道ノ任意ノ部分ニ於ケル運動スル電子ハ、此輪道ノ其部分ト關連シテ磁場ヲ造ラネバナラヌ、倍斷面積  $a$  ナル針金ヲ考ヘ而シテ每單位體積ノ電子ノ

數ヲ  $N$  トシ各々ノ荷電ヲ電磁氣單位ニテ  $e$  トセバ、此等ノ全體ノ荷電ハ  $Na$  トナル、ソレ故 Rowland ノ實驗ノ結果ニ由リ若シ此流レノ方向ニ於ケル平均ノ速度ヲ  $u$  トセバ

$$i = Naen$$

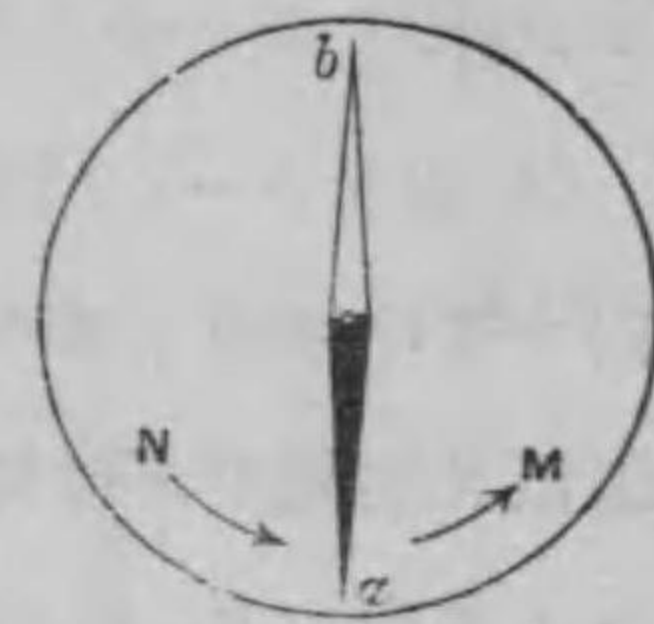
此式ハ種々ノ方法ニテ實驗サレタ。

第五部第五章 17 節ノ次ニ次ノ一節ヲ増補ス。

### [20] 「アラゴー」ノ廻轉

今磁針ヲ銅ノ圓板ノ上ニ水平ニ吊シ且ツ此圓板ヲ廻轉スルト之ニ感應電流ガ起ルノデ此電流デ廻轉ニ反抗スルカヲ生ズルコトニナル。

倍圓板ト磁針トノ間ノ力ハ相互的デアアルカラ偶力ガ磁針ニ働ク若シ磁針ガ自由ニ廻轉シ得ルナラバ、此圓板ト同方向ニ之レヲ廻スノデアアル或ハ又磁針ヲ鉛直軸ノ周リニ廻シ且ツ圓板ガ可動的デアアルナラバ此磁針ヲ後ロニ引クノデアアル。此等ノ運動ヲ「アラゴー」ノ廻轉ト云フ。



第 320 圖

此時感應電流ハ此圓板ヲ通シテ閉塞輪道中ヲ流レルノデ此等ト磁針トノ作用デ此圓板ヲ止メントスル若シ磁針ガ振動スルナラバ此感應電流ハ其運動ヲ弱ラセル、ソコデ第 320 圖デ磁針  $ab$  ガ此圓板ノ上デ振動スルナラバ、之レガ矢ノ方向ニ運運スルトキ  $M$  ノ側ニハ此磁針ヲ反撥スル電流ガ感應シ又  $N$  ノ側ニハ此磁針ヲ引カントスル電流ガ感應セラレル、即チ其下ノ電流ハ若シ  $A$  ガ北極デアアルナラバ、中心カラ周圍ニ向ツテ流レルノデアアル。

第五部第七章 2 節ノ次ニ次節ヲ増補ス。



## [21] 「ボルター」電池ノ理説

「ボルター」電池ノ電解質ノ分解ハ電解質的電池ノソレト同ジデア  
ルガ此後者デハ、電極間ノ起電力(略シテ *e. m. f.* トス)及此手續中ノ勢  
力ハ外部ノ源デ維持サレル而シ「ボルター」電池ノ場合デハ其 *e. m. f.*  
ハ電池自身ノ中デ起サレルノデ、此起電力ノ起因ニ就テハ百年以上物  
理學ノ爭論ノ問題トナリ居レリ、之ニ二ツノ學説ガアルノデ其一ツハ  
「ボルター」ノ唱ヘタ接觸説デ他ハ「ファラアデイ」及他ノ人々ノ唱ヘタ  
化學説デア、此兩説ハ新事實ガ發見サレタ毎ニ種々ノ方法デ變更セ  
ラレタ。

倍「ボルター」ノ説ニヨルト、二ツノ異種ノ物體間ニハ單ニ其接觸ニ  
因リ電位ノ差ガアルト云フノデア、氏ハ極ク鋭敏ナ驗電器デ亞鉛及  
銅板ヲ空氣中デ接觸シテ離ストキ亞鉛ハ正ニ、銅ハ負ニ荷電セラレル  
コトヲ示シタ、氏ハ實驗ノ結果カラ金屬ヲ順ニ列ベ各ノ金屬ヲ此列ノ  
終リノ金屬ト接觸サセル時、其前ノ方ニ位スル金屬ハ正電氣ヲ帶ブル  
様ニナル。

「ボルター」ノ列ト云フノハ亞鉛、鉛、錫、鐵、銅、銀、金、炭素ノ順デ  
アル、近頃ノ鋭敏ナ電位計ヲ用フル觀測者ハ「ボルター」ノ根本的ノ實  
驗ノ必要ナル事實ヲ確メタ、若シ此列ニ與ヘタ二ツノ金屬デ「ボルタ  
ー」電池ノ板ヲ造ルナラバ、此列ノ初メノモノハ正板デ第二ノソレハ負  
板デア、

「ボルター」ノ接觸實驗ノ解釋ハ爭論ノ點デ、化學説デハ接觸電位ハ  
金屬上ノ薄膜ニヨル酸化ニ基因シ電氣ノ移動ハ此化學作用ニ基クトス  
ル。

倍總テノ金屬ハ空氣中ニアラサス様ナ眼ニ見エヌ薄膜ガ固執スルカ

ラ全ク妨害ノナイ實驗ヲナスコトハ不可能デア、而シ若シ金屬ヲ高  
溫度デ鍍油ノ中デ沸騰スルナラバ斯様ナ薄膜ハ取去ラレルカラ接觸ノ  
電位差ノ無イコトヲ示シ得ルノデ此點カラ見ルト接觸 *e. m. f.* ノ起因  
ハ化學的ト考ヘル方ガ好都合デア、

第五部第七章8節ノ次ニ次節ヲ増補ス。

## [22] 「ヘルムホルツ」ノ公式

起電力ガ一次電池ニ於テ存在スル所ハ二ツノ點デ一ツハ異種ノ二物  
質ノ接觸ニヨルト、他ハ化學的化合ノ勢力ガ電氣的勢力ニ變ハルノ  
デア、今接觸起電力ハナシトシ熱勢力ハ化學的化合ニ因リ起ルモノ  
トス。

電池ノ起電力ヲ  $E$  トシ、此  $E$  ノ爲メニ  $q$  丈ケ通ルトセバ此際化學  
的化合ノ勢力  $H$  丈ケ使用サレタリトセバ

$$H = Eq \quad \therefore E = \frac{H}{q}$$

若シ  $H$  ガ知レ、1 瓦ノ化合ヲナスニ要スル熱量モ知レタリトセバ此  
際通ル電氣量ハ分ルカラ之レカラ  $E$  ヲ求ムルコトガ出來ル、然レドモ  
之レハ「ダニエル」電池ノモニ適用スル、何トナレバ勢力ノ源ヲ化學的  
的勢力ト考ヘタカラデア、若シ接觸起電力即チ「ボルター」效果ノ如  
キモノアレバ之ハ成立シナイ、此時  $E$  ハ次ノ如クナル。

$$E = \frac{H_1}{q} + \frac{H_2}{q}$$

倍一ツノ電池ニ或ル電氣ヲ通ス時ハ電解質ハ分解スル、例ヘバ  
 $H_2SO_4$  ハ  $H_2$  ト  $SO_4$  トニ分レル、之ヲ逆ニ通ストキハ再ビ化合ス、斯  
ノ如キ可逆電池デ絶對溫度  $T$  ニ於テ  $E$  ナル起電力ヲ有シ、 $T+dT$  ニ  
於テ  $E+dE$  ヲ有セリトセバ、電解質ノ原素ノ或ル瓦「モール」ヲ分解  
スルニ要スル電氣的勢力ハ  $T+dT$  ニ於テ  $q(E+dE)$  トナル。



次ニ温度ヲ下グレバ T ニ於テハ qE デアル、而シ此電池ハ可逆的デア  
 アルカラ電解質ノ状態ハ變ラヌケレドモ qdE 丈ケノ勢力ノ差ガアル、  
 之レヲ H<sub>t</sub> デ表ハス、H<sub>t</sub> ヲ T+dT ト T トノ間デ「サイクル」ヲサセ  
 タノデアアルカラ

$$H_t \frac{dT}{T} = \text{利用シ得ベキ勢力} = qdE$$

$$\therefore \frac{H_t}{q} = \frac{dE}{dT} T$$

$$\therefore E = \frac{H_t}{q} + T \frac{dE}{dT}$$

ソコデ H ヲ以テ電池ガ單位電氣量ヲ出ストキニ電池内ニ起ル化學  
 變化ニ對スル熱量トセバ、電池ノ起電力 E ハ次ノ如クナル

$$E = H + T \frac{dE}{dT}$$

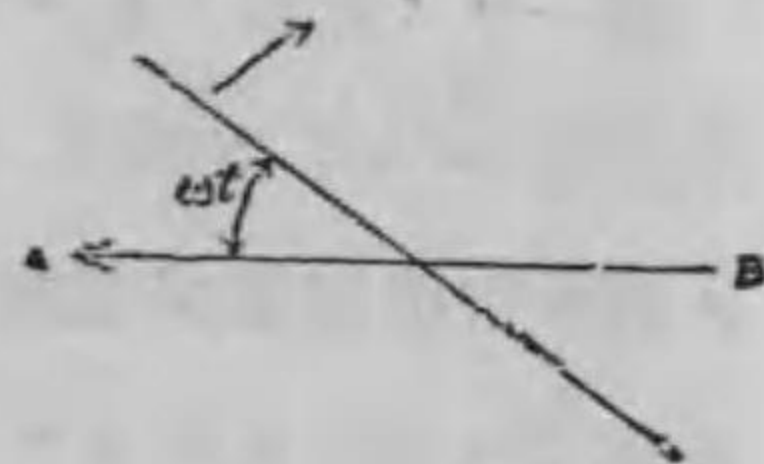
上式デ  $\frac{dE}{dT}$  ハ豫メ知ラネバナラス此式ヲ「ヘルムホルツ」ノ公式ト  
 云フ。

第五部第八章4節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

**[23] 交流ノ理論**

一ツノ電流中ニアル起電力ガ週期的ニ變化スル時ニハ電流ノ強サモ  
 亦週期的ニ變化スルノデ若シ起電力ガ單一弦運動的ニ變化スルトキハ  
 電流モ亦正弦曲線ニ變化ス、斯様ナ場合ニハ此電流ヲ交流ト云フノデ  
 アル。

今 C ヲ電流ノ最大振幅トセバ、任意ノ  
 時刻ニ於ケル電流ノ強サハ Ccosωt トナル、  
 倍「コイル」ヲ一様ナ磁場中ニテ廻轉スル時  
 ニハ磁場ノ方向ト「コイル」ノ面トガ平行ナ  
 時ニ最モ多クノ指力線ヲ切り、之レガ垂直



第 521 圖

ナル時ニハ零ナリ、而シテ之レガ廻轉スル時ニ向キハ正カラ零ヲ經テ  
 負ニ及ブノデアアル。

今「コイル」ノ全面積ヲ A トシ、磁場ノ強サヲ H トセバ面積 A ニ就  
 テハ、若シ「コイル」ガ BA ニ垂直ナレバ、AH 丈ケ指力線ガ通ルベキ管  
 デアル、ケレドモ角ヲナス時ニハ此ノ正射影ヲ通ルモノニ等シイ。

$$\therefore N = H \sin \omega t, \quad (N \text{ ハ指力線ノ數ヲ示ス})$$

$$\text{然ルニ } \frac{dN}{dt} = AH \omega \cos \omega t, \quad \therefore E = -AH \omega \cos \omega t,$$

茲ニ E ハ起電力ヲ示スノデ  $E = -\frac{dN}{dt}$  ナル關係ガアル而シテ與ヘ  
 タ起電力ガ他ニナケレバ之レノミデアアル。

今  $E = E_0 \cos \omega t$  ト置ケ、ココニ  $E_0$  ハ  $t=0$  ナル時ノ e.m.f. デアル。  
 L ヲ自己感應ノ係數トセバ次ノ關係ガアル。

$$L \frac{dC}{dt} + RC = E_0 \cos \omega t \dots \dots \dots (1)$$

此式ヲ解クトキハ任意ノ時刻ノ電流ノ強サヲ知り得。(1) ヲ書き直  
 セバ

$$L \frac{dC}{dt} + RC = E_0 e^{i\omega t} \dots \dots \dots (2)$$

$$C = C_0 e^{i(\omega t + \alpha)} \text{ トセバ } \frac{dC}{dt} = iL C_0 e^{i(\omega t + \alpha)}$$

此等ノ値ヲ (2) ニ代入セバ

$$iL C_0 e^{i(\omega t + \alpha)} \omega + RC_0 e^{i(\omega t + \alpha)} = E_0 e^{i\omega t}$$

$$\therefore iL C_0 e^{i\alpha} \omega + RC_0 e^{i\alpha} = E_0 \dots \dots \dots (3)$$

(3) ヲ書き直セバ

$$iL C_0 \omega (\cos \alpha + i \sin \alpha) + RC_0 (\cos \alpha + i \sin \alpha) = E_0$$

$$-\omega C_0 L \sin \alpha + RC_0 \cos \alpha = E_0 \dots \dots \dots (4)$$

$$L C_0 \omega \cos \alpha + RC_0 \sin \alpha = 0 \dots \dots \dots (5)$$



(5) ㊦

$$\tan\alpha = -\frac{L\omega}{R}, \quad \therefore \sin\alpha = \frac{-L\omega}{(L^2\omega^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}, \quad \cos\alpha = \frac{R}{(L^2\omega^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$$

(4) ㊦

$$C_0(-\omega L \sin\alpha + R \cos\alpha) = E_0, \quad \text{又} \quad C_0 \frac{L^2\omega^2 + R^2}{(L^2\omega^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}} = E_0$$

$$\therefore C_0 = \frac{E_0}{(L^2\omega^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}, \quad \therefore C = \frac{E_0}{(L^2\omega^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}} \cos(\omega t - \alpha)$$

$\tan\alpha = -\frac{L\omega}{R}$  は  $\alpha$  丈ケ位相ノ遅レルコトヲ示スノデアアル。倍「オーム」ノ法則デ  $C = \frac{E}{R}$  ナルモ此場合ハ  $C = \frac{E_0}{(L^2\omega^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$  デ R ト

$\sqrt{L^2\omega^2 + R^2}$  トハ類似ノモノデ之レヲ「インピーダンス」ト云フ、之ヲ用フル時ハ「オーム」ノ法則ト同様ニ表ハシ得ルノデ即チ e. m. f. ハ C = 「インピーダンス」ヲ乗ジタモノデアアル。(但シ位相ノ遅レハ考ヘナイモノトスル)。

$\omega = \infty$  トセバ  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  トナルカラ無限大ノ周波數ヲ有スル如キモノハ電氣力が最小ナル時ニ電流ハ最大トナル。茲ニ注目スベキハ交流又ハ變化アル電流デハ「インピーダンス」ヲ考ヘルト云フコトデ斯様ナ電流ヲ論ズル時ハ「オーム」的ノ抵抗ハ影響ガ少ナイノデアアル。

次ニ交流ノ場合ニ針金ノ中ヲ通ル電流ノ分布ハ重ニ表面ノ方ガ密度ガ大デ、中央ハ電流ノ密度ガ少ナイ、而シ「オーム」ノ場合ニハ一樣デアアル、而シテ周波數ガ大トナルニ從ヒ表面ノ密度ハ大トナリ遂ニハ薄皮ノミヲ通ルコトニナル。

#### [24] 工率ノ實用單位

e. m. f. = 電流ヲ乗ジタモノガ工率デアアルガ交流ノ場合ニハ C ハ變數デアアルカラ工率ハ次ノ如シ。

$$dP = ECdt \quad \therefore P = \int_0^T ECdt$$

$$E = E_0 \cos\omega t, \quad C = C_0 \cos(\omega t - \alpha)$$

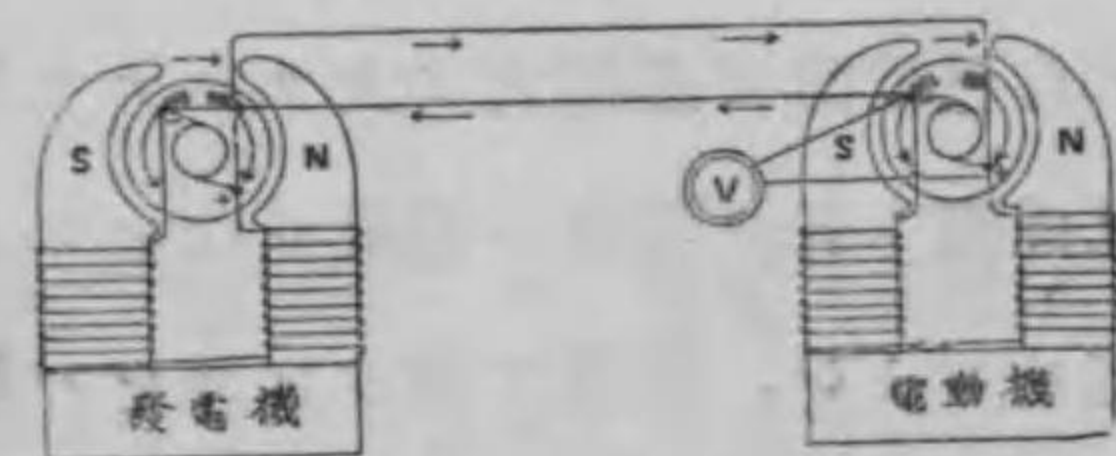
$$\therefore P = E_0 C_0 \int_0^T \cos\omega t \cos(\omega t - \alpha) dt$$

此ノ中  $\int_0^T \cos\omega t \sin\omega t dt$  ハ  $\omega$  ガ大ナルトキハ零トナル。故ニ  $\int_0^T \cos^2\omega t dt$  ノミ殘ル、此ノ  $\int_0^T \cos^2\omega t dt$  ハ Virtual watt ト云ヒ、「ワットメーター」ニ表ハルル値デアアル。

第五部第八章6節ノ次ニ次節ヲ増補ス。

#### [25] 電動機ノ逆起電力

電動機ノ發電子ハ磁場内デ廻轉シテ起電力ヲ生ズルノデ少シク考ヘルト此起電力ハソレヲ通ル電流ヲ減ラサントシ反對ノモノデアラネバナラスコトガ知レル。第322圖デ發電機ト電動機トガ一所ニ連結シテアル、而シテ此二ツノ機械ノ廻轉ノ方向ハ同一デアアル又二ツノ發電子ニ生ズル起電力ノ方向ハ矢デ示シテアル、此等ハ兩方共下ノ電刷子ノ方ニ向イテ居ル、何トナレバ兩方ノ發電子ハ同様ナ磁場デ同ジ方向ニ廻轉スルカラデアアル、而シテ發



第322圖

電機デハ電流ハ電刷子ニ生ズル起電力ト同方向デアアルガ電動機デハ此生ジタ起電力ト反對デアアル、ソコデ後者ノ起電力ハ電流ニ反スルノデアアル。

若シ發電機ノ電流ヲ絶ツ時ニ其運動ヲ維持スル爲メニ電動機ニ節動輪ヲ備ヘテアルナラバ其端子ヲ横切リテ置カレタ「ボルト」計 V ハ輪道ガ絶タレタ直後ノ少シ減ジタ起電力ノミヲ示ス (若シ速サノ急ナ弛

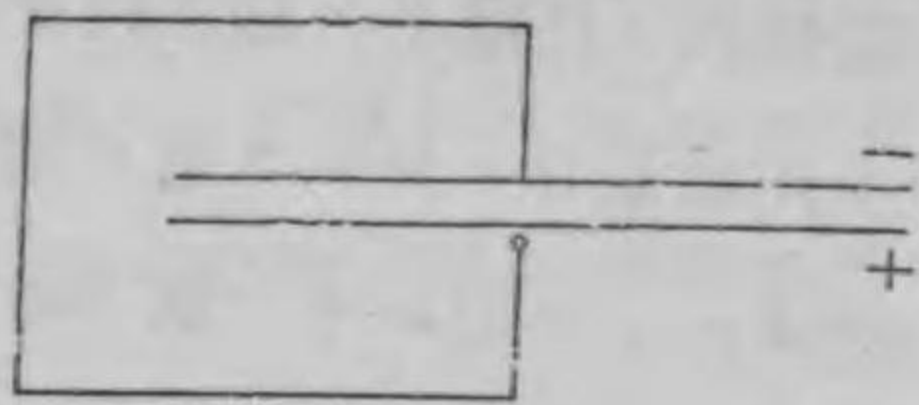


ミヲ起ス程ノ荷ガ電動機ニナイナラバ), 「ボルト」計ハ發電機ガ絶タレタ時ノ電流ノ反轉ヲ示サヌノデアル。此事實ハ發電機ノ正ノ電刷子ガ電動機ノ正ノソレニ連結サレテ居ルカ或電動機ノ起電力ガ逆起電力デアルカヲ示スノデアル。此「ボルト」計ハ白熱電燈ヲ置キ換ヘ得ルノデ電燈ハ主輪道ガ開カレタ後直チニ數秒間ハ前ト殆ンド同ジ明ルサデ光ルノデアル。

第五部第八章 13 節ノ次ニ次ノ三節ヲ増補ス。

[26] 電氣振動

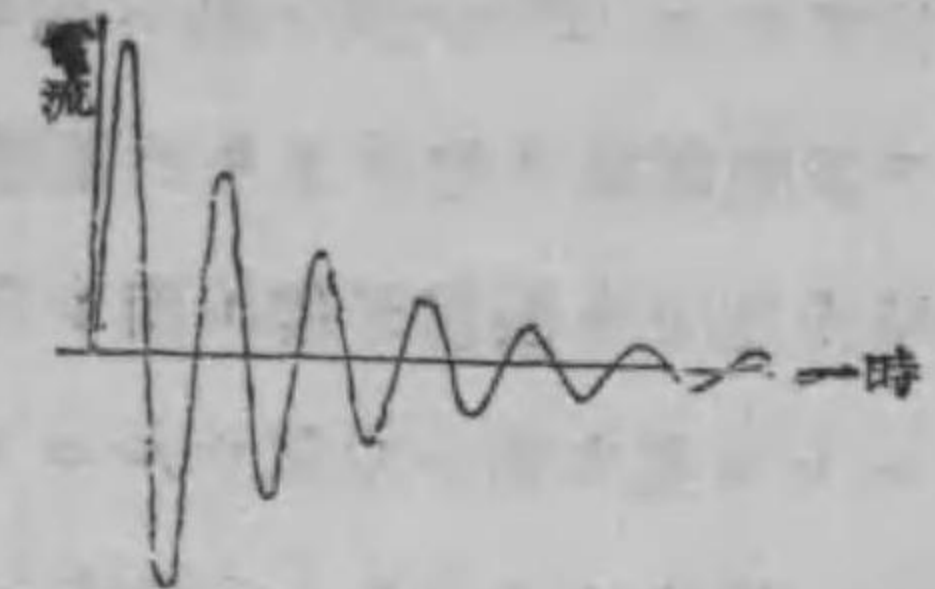
例ヘ パーツノ蓄電器ヲ取リ 之ニ電氣ヲ貯ヘ此兩板ヲ或針金ニテ繋グ, 其場合通常火花ガ飛ブ此時針金ノ抵抗非常ニ大ナルモノナラバ單ニ兩電氣ガ當前ニ動流シテ中和ス。然ルニ針金ノ抵抗比較的小ニシテ而カモ針金中



第 323 圖

ノ自己感應ガ或適宜ノ大サニナリ居ル時ハ斯様ニ簡單ニ行カヌ。倍自己感應ト云フ現象ハ電氣ガ切レントスレバ, 或一瞬間同方向ノ電流ガ流レントシ, 電流ヲ増サンスレバ妨グル働ナルニヨリ丁度普通ノ物體ガ運動中ニ止メントスレバ止マラズトシ, 運動ヲ新タニセシメントスレバ抵抗スル如キ隋性ヲ有スルガ如ク, 電氣ナルモノガアルトセバ此ガ此ノ隋性ヲ有ス。此ノ性質ガ此場合ニモ起ル。即チ兩板ヨリ電氣流レ出シ途中ニテ中和シテシマヘバ, ソレ迄ナレドモ隋性ノ爲メニ中和ヲ通り越シテ元トノ (+) 板ニ (-) 電氣ヲ生ジ元トノ (-) 板ニ (+) 電氣ヲ生ズ此ノ電氣ガ更ニ中和セントシテハ又新タニ兩板ニ電氣ヲ生ズ斯様ナ事ガ幾度モ起ル斯ク兩板ニハ反對ノ電氣ガ互交ニ起ル。然レドモ其大サハ次第ニ減ジ何時トナシニ消エル。故ニ針金中ニテハ常ニ反對ノ

方向ノ電氣ガ交互ニ流レル, 斯ル現象ヲ電氣振動ト云フ斯ク電流ノ方向ノ換ル毎ニ火花ガ飛ブ。



第 324 圖

斯様ニ振動アルトキハ交流アル譯デアル, 而シテ其代リ方ガ非常ニ早キニヨリ針金ノ表面ノミヲ通ル, 故ニ電氣ハ逃グ易イ, 斯ル電氣ハ人體ニ通スモ危險ナラズ。普通ノ「レイデン」瓶ノ如キ蓄電器デハ此ノ振動ハ一秒間ニ 10000 回位ナリ。

「ケレビン」ハ蓄電器ノ放電ハ抵抗 R, 容量 C, 及誘導係數 L ニ因ルコトヲ示シ且ツ周波數ハ次式ニテ表ハサルルコトヲ示シタ

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$$

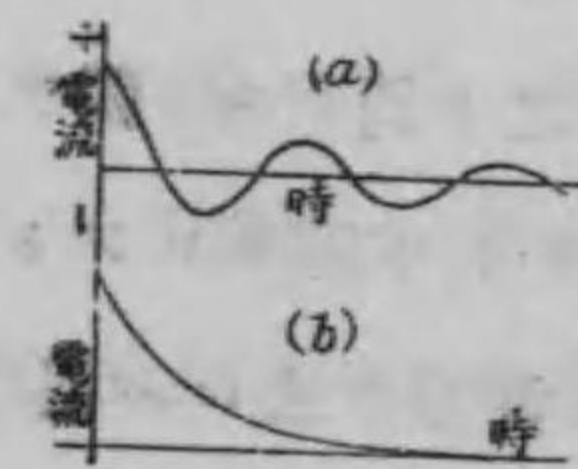
若シ  $R^2/4L^2$  ガ  $1/LC$  ニ比ベテ省キ得ル程小ナレバ其周波數ハ次ノ如シ

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \text{ 或週期 } T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

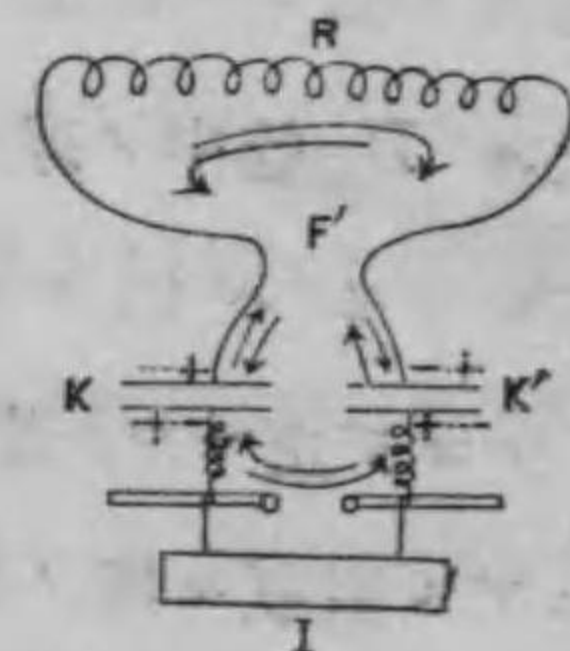
即チ放電輪道ノ抵抗ガ小ナレバ放電ハ振動的デアル, 此等ノ振動ハ早ク消エル又抵抗 R ガ大ナレバ根號ノ下ノ項ハ負デ且ツ其周波數ハ虛數ニナル此場合ノ放電ハーツノ方向ニアリテ徐々ニ消エル, 前者ハ第 325 圖 (a) ノ如ク, 後者ハ第 325 圖 (b) ノ如シ。

茲ニ注目スベキコトハ早イ振動デハ自己感應ガ非常ニ妨ヲナスコトデアル。

第 326 圖デ I ハ感應「コイル」デ此兩端ハ蓄電器ニ繋グ, R ハ自己感應ヲ起ス



第 325 圖



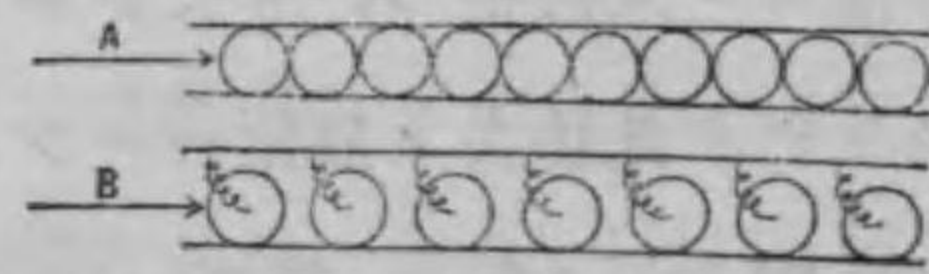
第 326 圖



役目ヲナス、F' ノ所ハ特ニ兩所ヨリ近ヅカシメ置ク、今斯様ニシテ I ニテ感應電流ヲ起ストキハ蓄電器ノ間ニ於テ F 又ハ F' ノ部分デ非常ニ早イ烈シキ振動ガ起ル而シテ F' ノ部分デハ如何ニ針金ガ接近シ居ルニセヨ其中間ハ空氣ナルニヨリ抵抗ハ非常ニ大デアリ而シテ R ノ抵抗ハ極小ナリ、ソコデ當前ラバ電流ハ R ナル針金中ヲ流ルベキ管ナルニ、R 中ニ自己感應ガ起リテ電流ノ通行ヲ妨グルニヨリ抵抗大ナル空氣ヲ破リテ F' ヲ通ル即チ此所ニ火花ガ飛ブ、雷ハ此ノ電氣振動ナルガ落雷スルコトアルハ斯ル自己感應ガ大ナル爲メ電流ガ遠廻スルコトヲ妨グラレ近キ所ヲ火花ガ飛ブニヨル、避雷針ガ役ヲナサヌコトアルモ之ニ因ルノデアリ。

[27] 變位電流

之迄ハ不導體中デハ電氣ハ運動セスト考ヘタガ實ハ或一種ノ運動ヲナス。今例ヲ上ゲテ説明スレバ第 327 圖ノ如キ管ヲ取り幾個カノ球ヲ充シタリトス。B 管中ノ球ニハ針金ノ「バネ」ヲ附ケ各管壁ニ繋グ今兩管ノ球ヲ或壓力ヲ加ヘテ一方カラ押ス、然ルトキハ A デハ壓力ノ續ク間ハ球モ運動シ壓力止メバ止マ



第 327 圖

ル。導體中ニ於ケル電氣モ之ト同ジ即チ起電力ノ續ク間ハ電流ハ流レ、起電力ヲ去レバ電流ハ流レヲ止メル。

次ニ B 管中ノ球ハ之ト異ナル、即チ壓力ヲ加ヘテ押セバ少シハ運動スレドモ「バネ」ニヨリ引キ戻サレントス。故ニ二力平均スル所迄動キ、ソコデ止マル、若シ押力ヲ去レバ舊位置ニ引キ戻サル。不導體中ニアル電氣モ斯ノ如シ、即チ起電力ノ續ク間ハ一寸動キ、ソレニテ運動ハ止ミ起電力ヲ去レバ舊位置ニ戻ル、故ニ不導體中ニテモ電流ハ

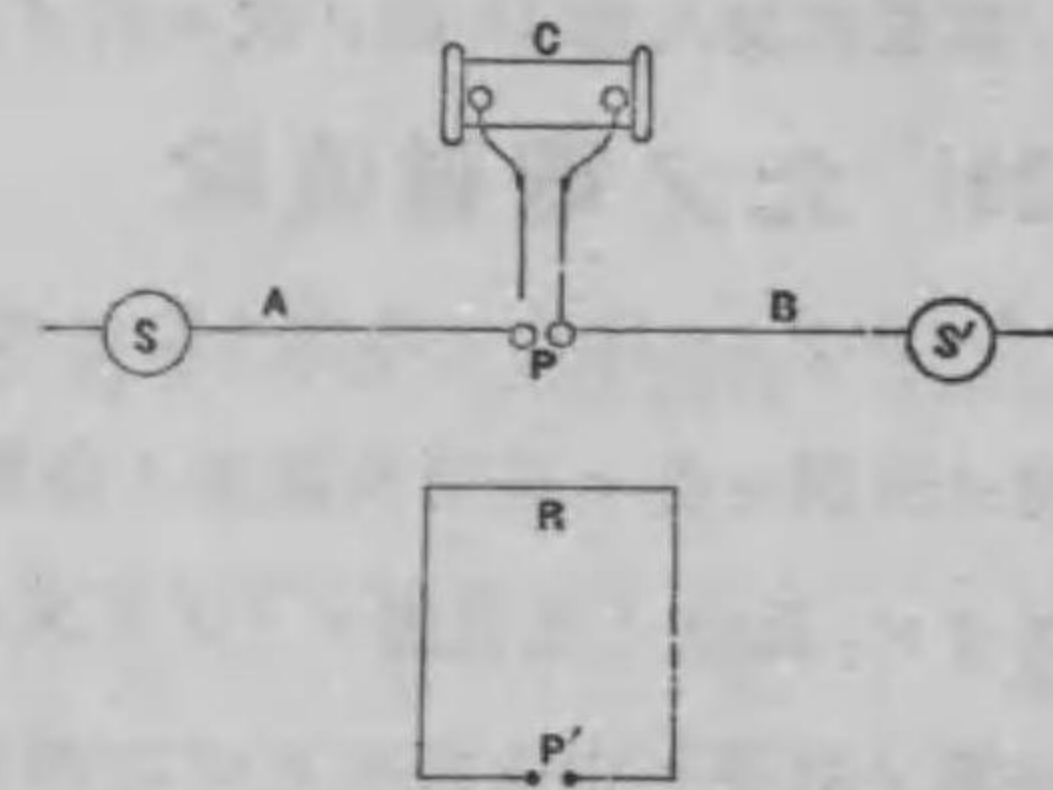
少シ流レル而シテ、B 管ニテモ壓力ガ非常ニ大ナラバ「バネ」ヲ切り球ハ A 管ノ如ク運動スルコトニナル。斯ノ如ク起電力ガ非常ニ大ナル時ハ途ニ絶縁體ヲ破リ不導體中ヲモ導體中ノ如ク電氣ガ運動ス此ノ時ハ火花ガ飛ブノデアリ。

[28] 電波及共鳴

1888 年ニ「ヘルツ」ハ電氣振動ノ起サレタ導體系ハ電氣的波ノ源トナリ且ツ此等ノ波ハ共鳴器ト稱ヘル同様ノ輪道ニ起サレタ振動デ發見シ得ルコトヲ示シタ。第 328 圖ハ「ヘルツ」ノ裝置ヲ示スノデアリ。

倍 A 及 B ナル放電棒ハ感應「コイル」C ノ第二次線ノ端子ニ結ビ且

ツ放電間隙 P デ分離スル。金屬球 S 及 S' ハ此棒ノ上ヲ滑ルカラ放電輪道ノ長サハ變更シ得ル、又受輪道即チ共鳴器トシテ「ヘルツ」ハ火花間隙 P' デ絶タレタ針金ノ輪 R ヲ用ヒタ。此實驗デ知リ得タコトハ、二ツノ輪道ガ調子ノ合



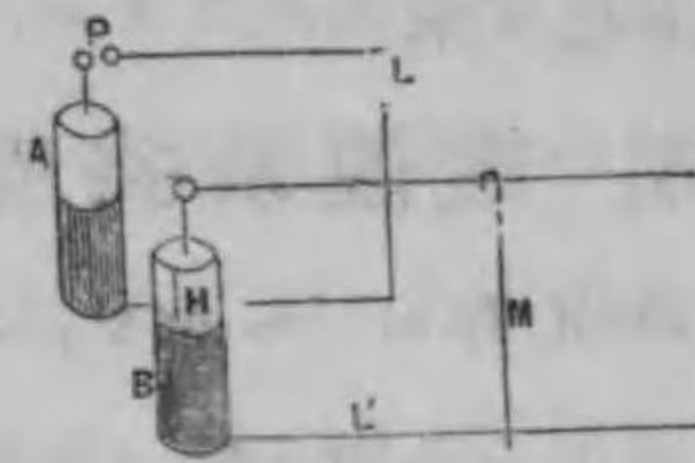
第 328 圖

ヘル時ハ P ニ於ケル放電ハ P' ニ於ケル火花デ起サレルト云フノデ換言スルト第一輪道ニ於ケル振動ハ第二輪道ニ於ケル振動デ起サレルノデアリ。此説明ハ丁度共鳴器ニ關スル二ツノ音又ノ間ノ共鳴ノ實驗ノソレト同様デアリ。音又 A カラ出タ音波ハ若シ二ツノ音又ガ同ジ振動ヲ有スルナラバ第二ノ音又 B ヲ振動サセル、此ト同様ニ振動器カラ出タ電波ハ若シ此等ガ調子ガ合フナラバ共鳴器ニ電氣振動ヲ生ズルノデアリ。第 330 圖ハ電氣的共鳴ヲ示ス爲メ Lodge ノ考案ニ由ル教室内ノ實驗ヲ示スノデ「レイデン」罐 A ニハ針金ノ輪 L ガアリ L ハ放電



輪道トナル又間隙ハ P = 於ケル磨イタ球ノ間デアル。此瓶ハ少サナ  
靜電氣器被テ荷電サレル。

倍「レイデン」瓶 B ノ内外ノ錫箔ハ針金ノ輪 L' デ連結サレ其ノ誘導  
係數ハ滑ル針金 M デ變更スルコトガ出來ル。  
錫箔片ヲ用ヒテ少サナ間隙 H ヲ B ノ内外錫  
箔ノ間ニ託シタ、此時ニツノ輪道ガ調子ガ合  
フ時ニハ A = 於ケル放電ハ B = 於ケル振動  
ヲ起シ此振動ハ H = 於ケル輝ク火花デ示ス  
コトガ出來ル。



第 329 圖

第五部第八章 18 節ノ次ニ次ノ三節ヲ増補ス。

### [29] 光ノ電磁波説

「ヘルツ」ハ自分ノ考案ニ由ル火花間隙發見器ヲ用ヒテ電波ハ光波ト  
同シ法則ニ從ヒ平面及曲面ノ金屬表面カラ反射セラレ且ツ樹脂、「パラ  
フィン」及他ノ電媒體ノ「プリズム」ヲ通過スル際屈折セラレ又粗ナル  
金屬ノ格子ニ由リ偏ルノデ之デ見テモ横波ナルコトヲ知ル。尙ホ彼ハ  
電波ノ波長ヲ測リ、彼ノ振動器カラ其周波數ヲ計算シタ、斯クシテ  
 $v = n\lambda$  ナル公式カラ電波ノ速度ハ光ノソレト同一ナルコトヲ決定シタ。

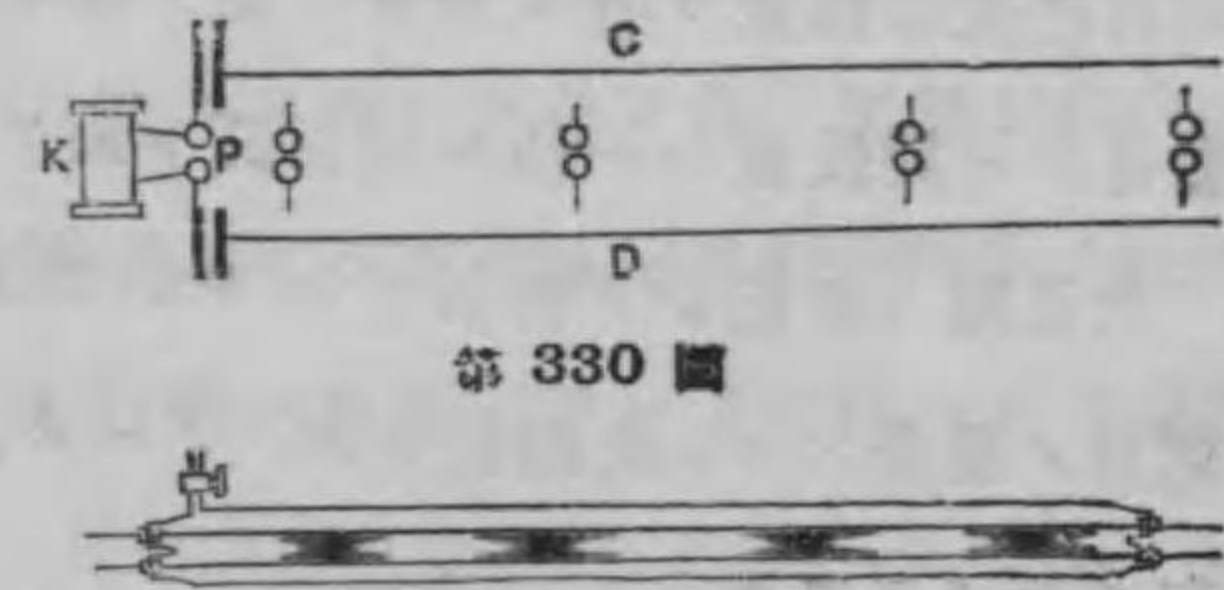
「ヘルツ」ノ作りタ電波ハ一般ニ 8 或 9 米ノ波長デアルガ、今日迄ノ  
所デ作り得タ最短ノ電波ノ波長ハ約 4 耗位デ尙ホ最長ノ赤外線ノ波長  
ノ若干倍デアル。

「ヘルツ」ノ實驗ガ完成サレナイ前 20 年「マックスウエル」ハ光波ハ  
甚ダ短カイ波長ノ電磁波ナル見解ヲ進歩サセタ。理論的ノ計算カラ氏  
ハ新様ナ波ノ速度ハ  $1/\sqrt{k\mu}$  = 等シイコトヲ見出シタ。茲ニ  $k$  ハ其媒  
質ノ電媒體定數デ  $\mu$  ハ其透過率デアル、此等ハ共ニ電磁氣單位デ表ハ

シテアル。斯様ニ空氣ニ向ツテ計算シタ速度ハ光ノ速度ト一致スル。  
倍透明體ニ對スル  $\mu$  ノ値ハ約 1 デアルカラ電媒體ノ定數  $k_1$  ナル物質  
カラ其值  $k_2$  ナル他ノソレニ入ルトキノ屈折率ハ  $n = \sqrt{k_2/k_1}$  デアル。  
此關係ハ又多クノ場合ニ吟味セラレタガ波長ニ關スル  $n$  ノ關係。他ノ  
場合ニハ試驗ガ困難デアル。「ヘルツ」ノ振動器カラ出發シタ波ハ平面  
ノ偏リデアル。第 328 圖デ P' = 於テハ圖ノ平面内ニ交流ノ靜電氣力  
ガアルノデ且ツ其平面ニ垂直ニ交流ノ磁力ガアル。此ニツガー所ニナ  
ツテ波ノ前方ニ於ケル振動ヲ作ルノデ且ツ光ノ平面ニ偏レル波モ同様  
ニシテ作ラルル、斯様ニ電磁説ハ波動ノ性質ヲ説明スルコトニヨリ光  
デ述ベタ波動説ヲ補充スルノデアル。

### [30] 針金ニ沿ヘル電波

第 330 圖ハ針金ニ沿ヘル電波ヲ示ス爲メ「ヘルツ」ノ振動器ヲ Lecher  
ノ變更シタ形デアル。圖デ P  
ヲ横切ル放電デ起リタ振動ハ  
靜電氣感應デ働クノデ且ツ C  
及 D ナル針金ヲ傳ハル波ヲ  
生ジ且ツ反射シ返サレテ風琴  
管ニ於ケル定常波ト同様ニ進



第 330 圖

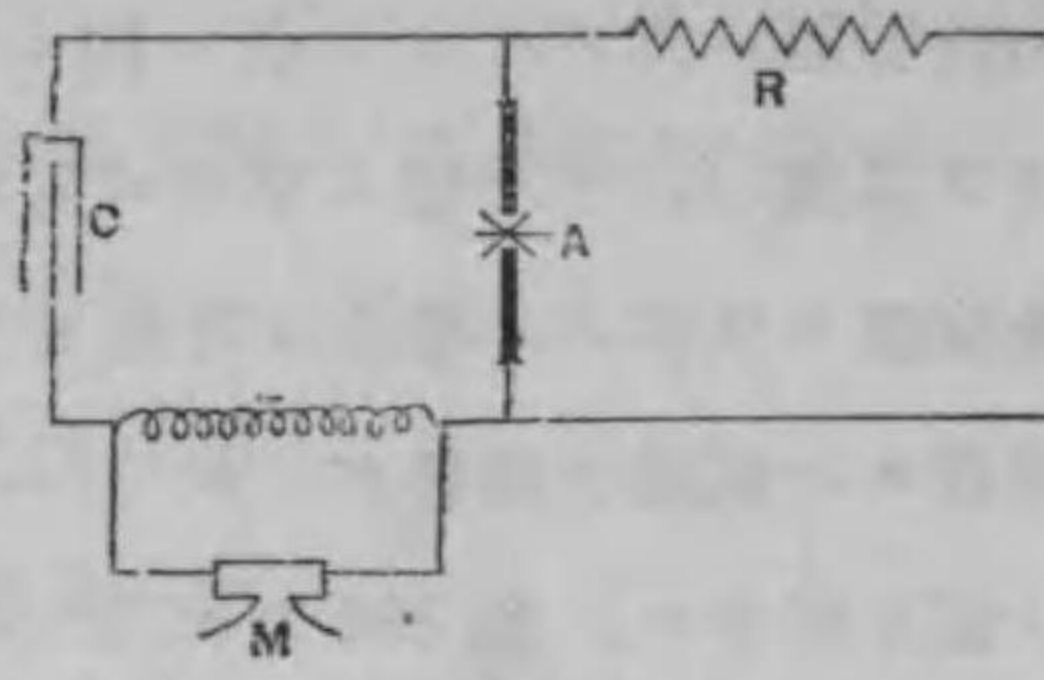
第 331 圖

行波ト、反射波トノ間ノ干涉デ定常波ガ出來ル。節ト腹トノ位置ハ此  
針金ニ沿フテ少サナ間隙ヲ滑ラセテ發見サレル又 Arons ノ考案ニナ  
ル工夫デモ出來ル之ハ第 331 圖ニ示セリ、Arons ノハ二本ノ針金ヲ空  
氣ヲ除イタ硝子管ノ中ニ閉テコメテアル、此時腹ハ電氣的放電デ示サ  
レル而シテ節ハ暗クナルノデアル。

### [31] シンギングアーク



蓄電器ト「インピーダンス、コイル」トヲ直流ヲ供給シタ電氣弧燈ノ  
周リニ行ニ連結スルトキハ、分岐  
輪道ノ週期ニ基ク周波數ヲ有スル  
振動ノ有様ニ、アーク自身ハナル  
ノデアル、(第 332 圖)



第 332 圖

一「アンペア」カラ 3「アンペア」  
迄ノ小ナル電流ヲ用ユルト善イ結  
果ガ得ラレル。

「アーク」ノ抵抗ニ急ナ變化ガ起リ且ツ此等ハ蓄電器ヲ荷電スルニ利  
用サルル炭素ノ間ノ電位差ヲ變化スルノデアル、斯様ニ出發シタ振動  
ハ「アーク」自身ヲ含ミ此振動系ノ自然ノ週期ヲ繼續スル。周波數ハ  
「アーク」ノナイ蓄電器ノ輪道ノソレヲヨリモ低イノデ此「アーク」ハ恰  
モ自己誘導係數ヲ有スルカノ如ク作用スルコトヲ示ス。石墨ノ電極ノ  
場合デハ周波數ハ一秒ニ何百萬ト云フ程高クナル。

六氣壓ニ壓縮シタ空氣デハ 0.2「アンペア」ノ電流デ 4500「ボルト」ノ  
電壓ノ場合ニハ、此振動スル「アーク」ハ早イ火花放電ノ總テノ特質ヲ  
有スルノデアル。

蓄電器輪道内ニ、インピーダンス L ニ岐路トシテ連結シタ適當ナ「マ  
イクロホン」發信機 M ヲ用ユルト「アーク」ハ高聲電話受機ノ役目ヲ  
ナスノデ此目的ニ向ツテハ注入シタ正ノ炭素ノ手段デ延バシタ長イ  
「アーク」ガ良イ結果ヲ與ヘル而シテ數字ヤ、語ヤ、熟語ハ不思議ナ效果  
ヲ繰リ返サレル。

第五部第八章 19 節ノ次ニ次ノ 18 節ヲ増補ス。

[32] 「レントゲン線」ノ性質

此線ヲ作ルニハ X 線管ノ二ツノ電極ヲ感應「コイル」ノ第二次ノ極  
ニ結ブカヌハ起電機ニ結ベバヨイ。

倍 X 線ハ著イ厚サノ物體ヲ透過スルコトガ出來ルト云フ點デ、陰極  
線ト異ナルノデ此等ノ透過能並ニ他ノ性質ハ此管内ノ状態デ異ナルノ  
デアル。此管内ノ壓力ガ甚ダ低ク從テ電極間ノ電位ノ差ガ大ナル場合  
ニハ此場合ニ出來ル線ハ甚ダ透過力ガ大キク、木ナラバ數吋、鉛デモ數  
吋透過スルコトガ出來ル、斯様ナ線ヲ通常硬線ト稱スル。之ニ反シテ  
壓力ガ高ク且ツ電位ノ差ガ小ナルトキノ線ハ其透過力ガ僅カデ之ヲ軟  
線ト稱スル。

種々ノ物質ハ異ナル程度デ任意ノ特種ノ形式ノ線ヲ吸收スルノデー  
般ニ云フト密度ノ大キナ物質ハ大ナル吸收ヲナスノデアル。此種々ノ  
物質ニ吸收能ノ變化ノアルノデ X 線ノ寫真ヲ作ルコトガ出來ル、X 線  
ハ普通ノ光ト同様ニ寫真板ニ作用スルノデ且ツ此時起ル效果ハ此線ノ  
強サニ因ルノデアル。斯クシテ人體ノ任意ノ部分ノ骨ノ寫真ガ得ラレ  
ル、何トナレバ骨ハ肉ヨリモ密度ガ大キイカラ此線ヲ餘計吸收シ從テ  
骨ヲ通過シタ光ノ強サハ肉ノミヲ通過シタ所ノソレヲノ線ヨリモ強サ  
ガ小トナルカラデアル。

倍 X 線ハ甚ダ大ナル速度デ直進スルノデ Marx ハ此線ハ光ノ速度  
即チ  $3 \times 10^{10}$  種秒デ進行スルコトヲ示シタ。而シ X 線ガ一ツノ媒質  
カラ他ニ入ル時ノ其屈折率ハ未ダニ見出サレヌノデ尙又磁場デ此線ヲ  
曲グルコトモ今日迄ノ處デハ出來ナイ、而シ數學的ニ示サレタノハ電  
氣的ニ荷電セラレタ質點ガ急ニ静止ノ状態ニ持テ來タサレタ時ニハ電  
磁振動ガ其周圍ノ媒體ニ起リ且ツ外方ニ進行スルト云フコトデアル。  
此條件ハ陰極線分子ガ任意ノ固體ニ衝突シテ急ニ停止サルル時ニ充テ



サレル、而シテ總テノ證驗ハ X 線ガ光波ト同ジ一般ノ性質ノ電磁振動デアルト云フ見解ト相容レルノデアル。

### [33] 結晶ニ依ル X 線ノ反射

X 線ノ狭イ部分ヲ結晶體ノ上ニ落シテ且ツ此結晶デ傳達セラレタ後寫眞板ノ上ニ落ス時ニハ甚ダ著シイ結果ガ觀察サレル、此時得タ寫眞ニハ規則正シイ方法デ排列サレタ數多ノ點ガアルノデ且ツ之レハ一定ノ模様ヲ作りテ居ル。此模様ハ此結晶ヲ作レル材料ノ數多ノ平行平面カラ反射デ生ズル X 線ノ波即チ脈動廻折ノ原理デ説明サレル。結晶ハ或一定ノ平面内ニ排列シテアル原子カラ出來テ居ルト考ヘラレルノデ、若シ此等ノ平面ガ互ニ平行デ且ツ等シイ間隔ノ一列ヲ作ルナラバ此一列ノ平面ノ上ニ落ツル脈動ハ彼等カラ反射シテ一列ノ波ヲ作ル。此結晶ノ平面カラ反射シテ出來タ此等ノ廻折ノ模様ヲ注意シテ研究シテ結晶組織ニ關スル多大ノ知識ガ得ラレタ。例ヘバ等質ノ X 線ノ波長ハ結晶ノ種々ノ部分ノ寸法デ見出サレ且ツ之レト原子ノ質量ニ關スル他ノ條項カラ此結晶ノ或ル寸法ガ定メラレ且ツ X 線脈動ノ波長ガ計算セレルノデアル。此方法デ X 線管デ生ジタ線ノ種々ノ波長ガ得ラレ又 X 線「スペクトル」ガ得ラレタ。此種ノ條項デ其波長ハ此線ノ作ラレタ所ノ管ノ「アノード」ノ特質ナルコトガ示サレタ。

### [34] X 線分光計

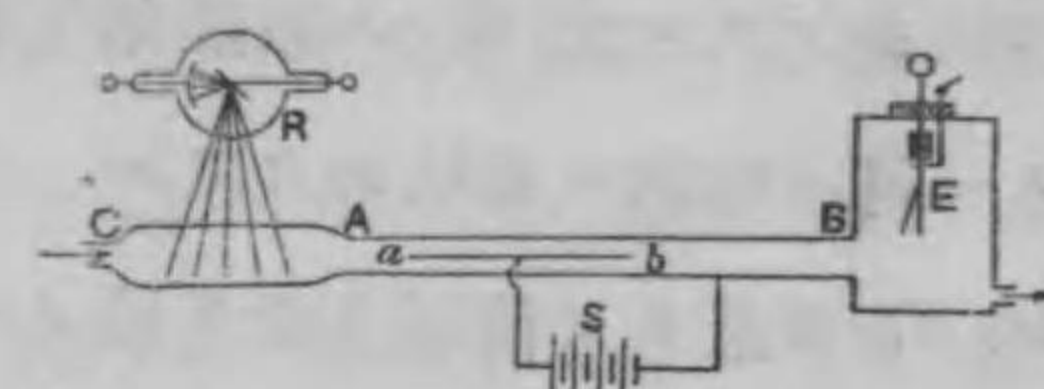
X 線「スペクトル」ヲ研究スル爲メ Bragg ハ甚ダ巧妙ナ X 線分光線ヲ工夫シタ、其一般ノ裝置ハ普通ノ分光計ト似テ居ル。X 線ノ通過スル狭イ孔ノアル鉛ノ衝立ハ普通ノ分光計ノ「コリメーター」ノ代リヲスル。又普通ノ「プリズム」ノ位置ニハ反射スル結晶ガアル、然ルニ普通ノ「イオン」化室ハ普通ノ望遠鏡ノ位置ニアルノデアル。

先ヅ X 線管カラ來タ線ハ狭イ孔ニ入り而シテ結晶ノ上ニ落チテ而シテ「イオン」化室ニ反射サレル此所デ此時生ズル「イオン」化ヲ測ルノデアル。

結晶及「イオン」化室ハ廻轉シ得ルカラ種々ノ入射角及反射角ノ場合ノ結果ガ測ラレルノデアル、此方法デ此結晶ニ由ル種々ノ角度デ起ル反射ハ詳細ニ試験シ得ル、X 線ヲ研究スル此方法ハ此線ノ性質ニ關スル知識ヤ又結晶ノ組織ニ關スル知識ヲ與ヘルニ偉大ノ效果ヲ示シタ。

### [35] X 線ニ由リテ起ル瓦斯ノ傳導度

若シ金箔驗電器 E ノ箔ノ様ナ能ク絶縁サレタ物體ヲ充分ニ乾イタ空氣中デ荷電スルナラバ此荷電ハ數時間保タレル。而シ若シ X 線ヲ此箔ノ周リノ瓦斯ニ通スナラバ此等ハ直チニ其荷電ヲ失ヒ且ツ衰ヘル。



第 333 圖

今驗電氣ノ箔ノ周リノ瓦斯ニ直接ニ X 線ヲ落ス代リニ第 333 圖ノ如キ裝置ヲ考ヘル。AB ハ空氣ノ流レヲ送ル金屬管デ且ツ驗電器 E ニ通ズル、若シ X 線ヲ AC ノ部分ニ於ケル空氣ニ落スナラバ此管ニ氣流ノ通ラナイ限リハ此驗電器ニハ何モ效果ハナイガ氣流ヲ此管ヲ經テ E ニ送ルト金箔ハ直チニ其荷電ヲ失フノデアル。故ニ此線ガ空氣ニ與ヘタ傳導性ハ空氣ト共ニ移サレ得ル、若シ棉花ノ栓ヲ C ニ於テ此管ニ置クカ或ハ此空氣ヲ水ヲ通シテ泡立セルナラバ此線ニ働カレタ後此傳導度ハ全ク破毀サレル。若シ絶縁針金 ab ヲ管 AB ノ中心ニ入レ而シテ此針金ト管トノ間ニ強イ電場ヲ造ルナラバ（此針金ヲ電池ノ一極ニ且ツ管ヲ他極ニ結ビ）此空氣ハ此管ヲ通過スル際其傳導度ヲ失フ



ノデアル。

倍瓦斯ヲ棉花或水デ濾過シ之レカラ傳導度ヲ取去ルコトハ此傳導度ガ空氣ト混ジテ居ル或者ニ因ラネバナラスト云フコトヲ示スノデ、電場デ取去ルト云フコトハ、タトヘ空氣ト如何様ノモノガ混ジテ居ルニモセヨ、ソレハ荷電ヲ運バネバナラスト

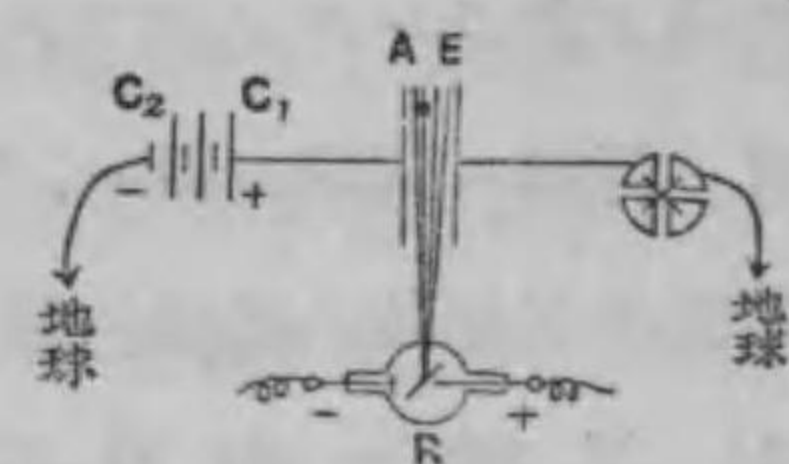
トヲ示スノデアル。

第334圖デA及Eハ空氣中二三種離シテ置イタ二ツノ平行ナ金屬板デAハ電池ノ一極ニ連結セラレ、他極ハ地球ニ

連結シテアル又Eハ象限電位計ノ象限ノ一對ニ連結セラレ象限ノ他ノ一對ハ地球ニ連結シテアル。若シX線ヲ此等ノ板ノ間ニ通スナラバ、Eガ直チニ荷電ヲ受ケ始メルコトハ電位計ノ針ノ「フレ」デ知ラレルノデアル。之レハ此線ガ働キツツアル間ハ續イテ荷電スルノデアルガ此線ノ働ガ止ムト止ムノデアル。若シC<sub>1</sub>ガ此電池ノ正極ナラバ、Eハ正ノ荷電ヲ受ケルガ若シ極ガ反對ナラバEハ負ノ荷電ヲ受ケル。斯ク此線デ空氣ヲ通シテ、Eニ電氣ノ移動ガ起ルノデ且ツEニ與ヘタ荷電ノ符號ハAノ符號デ異ナルノデアル。

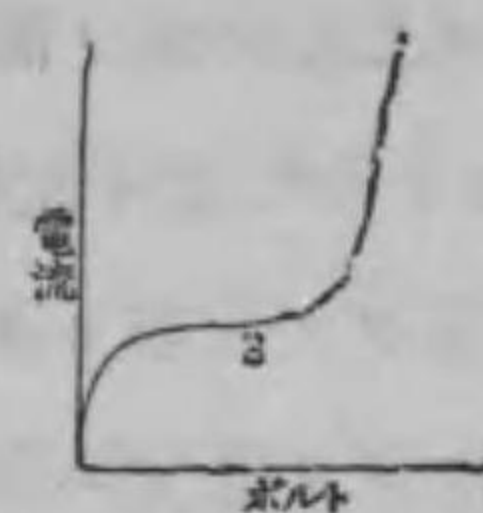
[36] 飽和電流

第334圖デ若シAトEトノ間ノ電位ノ差ガ變ズルナラバ、一定時間内ニEノ受クル荷電モ變ハルコトニナルノデ即チAトEトノ間ノ電流ハ其電壓ニ因ルノデアル。而シ瓦斯ヲ通ル電流ハ「オーム」ノ法則ニ從ハヌ。何トナレバ今異ナル電壓ニ相當スル電流ヲ測リ而シテ此電流ト電壓トノ關係ヲ示ス曲線ヲ畫イテ見ルト、之レガ直線トナラズシテ第335圖ノ如キ形トナルカラデアル。

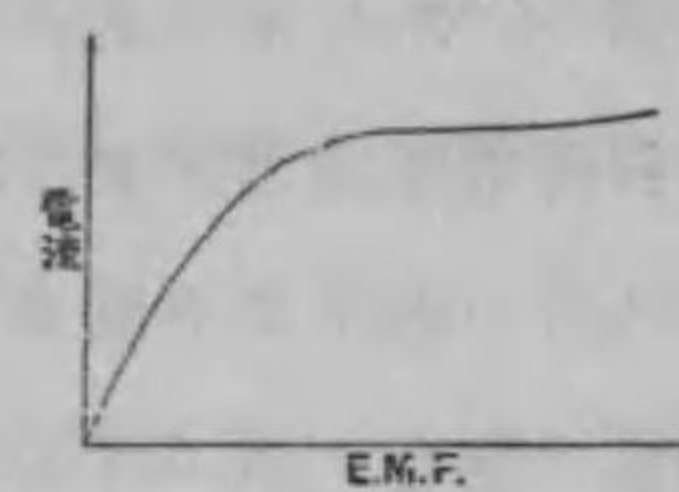


第334圖

之デ見ルト電壓ノ小ナル時ニハ電流ハ「オーム」ノ法則ニ從フノデアルガ、直チニ下リテ遂ニハ電壓ヲ増シテモ電流ハ一定ノ値ニ達ス



第335圖



第336圖

ルノデアル。此特徴アル曲線ハ鐵ノ磁化ニ於ケル飽和曲線ト形ガ似テ居ル所カラ之ヲ飽和曲線ト云フ。此曲線ノ平坦部ニ相當スル電流ヲ飽和電流ト稱スル。

瓦斯ヲ通ル電流ハ金屬或液ヲ通ル電流ト他ノ點デ著シク異ナル。液ニ浸サレタ二ツノ電極間ノ距離ヲ増ストキハ、此電極間ノ抵抗ノ増ス爲メニ電流ハ減ル而シ瓦斯ノ場合ニハ二枚ノ板ノ間ノ距離ヲ増ストキ其飽和電流ハ増ス、一定ノ距離ノ範圍内デハ飽和電流ハ板ノ間ノ距離ニ比例スルノデアル。

[37] 「イオン」化説

瓦斯デ「イオン」ト云フ語ハ一ツ或ハ多クノ電子ヲ失ヒ或ハ得タ所ノ原子或ハ分子ノ何レカニ適用サレル而シテ「イオン」ノ作ラレル方法ヲ「イオン」化ト云フ。

倍「イオン」ハ對ニ出來ルノデ、瓦斯デ「イオン」化カラ起ル此二ツハ電解的解離ノ様ニ反對ノ符號ノ等シキ荷電ヲ有スルノデアル而シテ瓦斯ヲ通シテノ電氣ノ移動ハ電場ノ影響ノ下ニ此「イオン」ノ運動デ起ラレル。

瓦斯ノ「イオン」ハ此等ガ相互ノ影響ノ球内ニ來ル時ニハ相互ノ引カデ再ビ結合シ得ルノデ此時其電氣的性質ハ中和シテ此等ハ「イオン」トシテ消失スル。



倍「イオン」化ノ起ル所ノ二枚ノ板ノ間ノ電位ノ差ガ大キクナレバナル程荷電配達者ハ正「イオン」ヲ、低イ電位ノ方ヘ、負「イオン」ヲ高イ電位ノ方ヘ益々早く動かスノデアアル而シテ再ビ結合スル「イオン」ノ數ハ適當ノ割合デ減ラサレル而シテ電流ハ每秒板ニ達スル「イオン」ノ數ニ比例スル、而シ電壓ガ一定ノ値ニ達スルトキニハ、「イオン」ハ二枚ノ板ノ方ニ非常ニ早く急ガセラルルカラ再ビ結合ハ起ラス、此時「イオン」ノ出來ル丈ケツレ丈ケ板ニ運バレルノデアアル、ソコデ比較的高イ電壓デハ「イオン」ノ移轉ノ割合ハ増サヌコトニナル之レガ即チ飽和電流ノ説明デアアル。

「イオン」ノ擴散ノ觀測ニ由ルト、大氣壓デ正並ニ負ノ「イオン」ハ一群ノ分子ノ核デアルト云フ決論ニ導イタ而シテ「イオン」化ト云フコトハ負ノ電子ヲ中立ノ分子カラ分離スルト云フコトニアルノデ、正ノ「イオン」ハ其正ノ荷電ヲ有スル分子ノ殘部カラナルノデアアル。低イ壓デハ負ノ「イオン」ハ電子ト同ジデアアルガ、比較的高イ壓デ且ツ濕氣ノアル瓦斯デハ兩方ノ「イオン」ハ自分ノ周リニ瓦斯ト水ノ分子ヲ集メルノデアアル。從テ低イ壓デ且ツ乾イタ瓦斯デハ負ノ「イオン」ハ正ノ「イオン」ヨリモ大變早く擴散スル。然ルニ高イ壓デ且ツ殊ニ濕氣ノ存スル時ニハ其擴散ノ割合ハ殆ンド同ジデアアル。

同様ナ説明ハ又同ジ電位ノ勾配ニ向ツテ負ノ「イオン」ノ速度ガ正ノ「イオン」ノソレヨリモ大デアルト云フ事實ニモ適用スルシ又兩者ノ速度ハ水素ノ如キ輕イ瓦斯デハ重イ瓦斯ヨリモ大デアルト云フ事實ニモ適用スル。

### [38] 「イオン」ニ由ル水蒸氣ノ凝縮

一時水蒸氣ハ塵ノナイ大氣中デハ可ナリノ膨脹デ凝縮スルコトハ出

來ヌト假定セラレタ、塵ノ質點ハ濕氣ノ凝縮ニ向ツテ核トナルノデアアル。而シ Wilson ニヨリテ塵ノナイ「イオン」ヲ含ム飽和瓦斯ハ其以前ノ容積ノ 25 「パーセント」膨脹シタ時ニハ雲ガ出來ルト云フコトガ示サレタ。此瓦斯ハ膨脹ニ基ク溫度ノ下ル爲メニ過飽和ニナルノデ、塵並ニ「イオン」ガ存在スルト此過飽和ハ水滴ヲ生ズル程ハ充分デナイ、而シ「イオン」ガアル時ニハ此等ハ水ノ凝縮ノ核トシテノ役目ヲスル。

J. J. Thomson 及他ノ人ハ此事實ヲ利用シテ存在スル「イオン」ノ數ト各々ノ上ノ小ナル荷電ヲ定メタ。若シ「イオン」ガ多數デナイナラバ各々ノ者ハ單一ノ滴ノ核トシテ働クノデ從テ出來タ滴ノ數ハ存在スル「イオン」ノ數ト同ジデアアル。

儲膨脹ガ「イオン」化セシ空中デ起ル時ハ水滴ガ「イオン」ノ周リニ出來テ重力ノ作用ノ下デ落下スル。

George Stokes ハ半徑  $r$  ナル水滴ガ速度  $v$  デ粘性係數  $\mu$  ナル空氣ヲ通シテ落下スルトキ空氣ノ抵抗ハ  $6\pi\mu rv$  トナル事ヲ示シタ又小滴球ノ密度ヲ  $d$  トセバ此重サハ  $\frac{4}{3}\pi r^3 dg$  デアル。之ニ由テ斯様ナ球ハ其速度ガ或値  $v$  ニ達スルガ否ヤ一定ノ速度デ下ルノデ此速度ハ次ノ式カラ定マル

$$6\pi\mu rv = \frac{4\pi r^3}{3} dg$$

茲ニ  $\mu$  ハ 18°C. ノ空氣デハ  $0.0002 \text{ cm}^{-1} \cdot \text{g}^1 \cdot \text{sec}^{-1}$  ナリ。

上式カラ密度  $d=1$  ナル水滴ノ半徑ヲ求ムル次ノ式ガ得ラレル

$$v = \frac{2}{9} \frac{gr^2}{\mu}$$

茲ニ  $g$  ハ重力ニ基ク加速度デアアル。速度  $v$  ハ雲ガ重力ノ作用ノ下ニ落下スル所ノ割合ヲ觀測シテ測リ得ル而シテ  $g$  及  $\mu$  ハ知レルカラ  $r$  ハ決定シ得ル。



若シ、 $m$  ヲ附着シタ水ノ質量、 $n$  ヲ毎立方種ノ水滴ノ數トセバ  
 $m = n \times \frac{4}{3} \pi r^3$ , (水ノ密度ハ1ナル故)

既知ノ膨脹ガ起ルトキ附着シタ水蒸氣ノ量ハ能ク知レテ居ル熱ノ考  
 ヘカラ容易ニ計算シ得ル、之ニ由テ  $m$  ハ決定シ得ル。  $m$  及  $r$  ヲ知ル  
 ト「イオン」ノ數ト同一ナル所ノ水滴ノ數  $n$  ハ容易ニ計算シ得ル。

若シ存在スル總テノ「イオン」ヲ普通ノ方法デ二ツノ電極間ノ電場デ  
 吸取ルナラバ總テノ「イオン」ニヨリテ運バラレタル全體ノ荷電ハ測リ  
 得ル。之ニ由テ「イオン」ノ數及此等ニ於ケル全體ノ荷電ヲ知レバ各  
 「イオン」デ運バレル荷電ハ決定シ得ル。

吾人ハ又直接ニ荷電  $e$  ヲ定ムルコトガ出來ル。次ニ H. A. Wilson  
 ガ此目的ニ應用シタ方法ヲ記載スル。若シ指力線ガ上方ニ垂直ニ向イ  
 テ居ル所ノ一樣ナ電場内デ、出來タ霧ヲ沈下セシムルナラバ其時ハ重  
 力ハ電場ノ作用ヲ弱ラセルコトニナル。若シ電場ノ強サ  $X$  ナレバ其  
 荷電ハ  $e$  デアルカラ、水滴ハ上ノ方ニ向イタ力  $-Xe$  ヲ受ケルノデ之レ  
 ニ與フル加速度ハ  $-Xe / \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 1$  トナル。之ニ由テ水滴ハ今次ノ式ヲ  
 満足スル様ナ速度  $v'$  ヲ以テ下ルコトニナル。

$$6\pi\mu r v' = \frac{6\pi r^3}{3} \left[ g - \frac{4\pi r^3}{Xe} \right]$$

$$\therefore v' = \frac{2}{9} \frac{r^2}{\mu} \left[ g - \frac{3Xe}{4\pi r^3} \right]$$

上ノ  $v$  及  $v'$  カラ  $r$  及  $e$  ガ知レル。此方法デ Wilson ノ見出シタ  $e$   
 ノ値ハ  $3.1 \times 10^{-10}$  (靜電氣單位)

雲ノ代リニ單一ノ水滴ヲ用フル方法ヲ變更シテ最近ノ最モ相容レル  
 値トシテ Millikan ハ此荷電  $e$  ガ  $4.774 \times 10^{-10}$  (靜電氣單位) ニ等シイ  
 コトヲ示シタ之ハ最新デ且ツ最モ相容レル値デアル。

空間ニ浮遊シテ居ル様ナ水滴ノ得ル荷電ハ當ニ此小ナル荷電ノ正  
 シキ倍數デアルコトガ示サレタ。水素及酸素ニ於ケル「イオン」ノ運ブ  
 荷電ハ同ジ値デ且ツ此等ガ作ラレル出所ニ因ラナイ。

### [39] 衝突ニ由ル「イオン」化

前ニ飽和電流ノ所デハ大氣壓ニ於ケル瓦斯ニ向ツテ (電流及電壓曲  
 線) ハ最後ノ最大電流ヲ示シタ。水銀 1 耗近所ノ低イ壓ニ於ケル瓦  
 斯デハ新ナ現象ガ現ハレ且ツ電流及電壓ニ對スル之ニ相當スル曲線ハ  
 第 336 圖ニ示セル形ヲ取ルノデアル。

低イ電壓デハ點 B ニ至ル迄ノ曲線ハ大氣壓ニ於ケル飽和電流ノ時  
 ト同ジ形デアルガ、此電壓ガ或大テヲ越エテ増ス時ニハ、電流ハ再ビ  
 増シ初メルガ初メハ増シ方ハ徐々デ其後ニハ急速ニナル。點 A ヲリモ  
 先キノ電流ノ増加ハ本來ノ「イオン」化作用以外ノ或原因ニ基ク「イオ  
 ン」ノ數ノ増加ニ原因セネバナラス、此比較的多數ノ「イオン」ハ、若シ  
 一ツノ「イオン」ガ充分ナ速度デ運動シツツアルナラバ、瓦斯ノ分子ト  
 衝突シテ澤山ノ「イオン」ガ出來ルト云フ學說デ説明ガ出來ル。

倍一ツノ運動セル「イオン」ハ運動ノ勢力ヲ有スルノデ且ツ其速度ガ  
 充分ニ大デアルナラバ、充分ナ勢力ヲ有スルノデアルカラ之ト衝突ス  
 ル分子ヲ「イオン」化シ得ル。此運動ノ勢力ハ速度ニ由ルノデ而シテ速  
 度ハ順番ニ電場及「イオン」ガ瓦斯ノ分子内デ速度ヲ得ル所ノ機會ニ由  
 ルノデアル。大氣壓デハ分子ハ非常ニ密接シテ居ルカラ「イオン」ハ二  
 ツノ衝突ノ間ニ普通ノ電場内デハ分子ヲ「イオン」化スル程ノ充分ノ速  
 度ヲ得ルコトハ出來ナイガ、低イ壓デハ分子ハ數ガ非常ニ僅デ且ツ互  
 ニ離レテ居ルカラ、「イオン」ハ二ツノ衝突ノ間ニソレニ衝突スル任意  
 ノ分子ヲ「イオン」化スル丈ケノ充分ナ速度ヲ得ルコトガ出來ル。衝突



ニ基ク此「イオン」ノ製造ハ約 30mm. 以下ノ壓力ノ普通ノ電場ニノミ觀察セラレル。

倍衝突ニ基ク上ノ「イオン」化説ハ大氣壓ニ於ケル瓦斯ヲ通シテノ電氣的火花ノ充分ナ説明ヲ與ヘル。瓦斯ノ中ニハ常ニ若干ノ「イオン」ガアルト云フコトハ鋭敏ノ器械ヲ用フレバ發見シ得ル。若シモ火花ヲ生ズル程ニ充分ニ高イ電壓ガ二點間ニ出來ルナラバ、此電場内ニ自然ニ存ズル若干ノ「イオン」ハ彼等ガ衝突スル所ノ任意ノ分子ヲ「イオン」化スル丈ケノ充分ナ速度ヲ得ル。ソコデ其數ハ非常ニ速ニ増シテ遂ニハ電流ヲ運ブニ足ル丈ケ充分ニナル而シテ此電流ハ電氣火花デアル。

#### [40] 莖外線ニ由ル「イオン」化及金屬ニ由ル電子ノ發射

集中セル莖外線ハ水晶ノ「レンズ」デ電氣弧燈ヨリ來ル光ヲ蔽フコトニヨリテ得ラレル。斯様ナ光線ヲ荷電シタ「レイデン」瓶ノ負極ノ上ニ焦點ヲ合セルトキニハ（勿論此瓶ハ丁度自動的放電ヲ妨グニ足ル丈ケ正極カラ離シテアルトス）此瓶ハ放電ナル。

此瓶ハ感應「コイル」カ又ハ起電機デ荷電サレ得ルノデ而シテ放電輪道ヲ備ヘテ置カネバナラス。若シ放電球ガ亞鉛ナレバ此莖外線ノ作用ハ一層有力デアル。次ニ金屬ニ由ル電子ノ發射ヲ述ベル。

若シ莖外線ヲ亞鉛、ソヂウム、ポツタニシウム、リシウム等ノ負ニ荷電セラレタ所ノ片ノ清潔ナ表面ノ上ニ落スナラバ、此金屬ハ其荷電ヲ失フガ而シ若シ此金屬ガ初メニ荷電シテ居ラヌナラバ之ハ正ノ荷電ヲ得ルコトニナル。若シ金屬ガ初メニ正ニ荷電サレテ居ルナラバ、全ク荷電ノ損失ハ起ラス。

光電氣効果モ亦「ソヂウム」及「ポツタニシウム」ノ「アマルガム」ニ及

ボス莖外線ノ作用デ起サレルノデ此等ノ效果ハ莖外線ノ作用デ金屬カラノ負電氣ヲ有スル細イ粒即チ電子ノ遊離ニ基因スルト云フコトガ示サレタ。

若シ金屬ノ電極ヲ針金ノ近クニ置キ且ツ此針金ヲ光リ初メル迄熱スルナラバ、瓦斯ヲ通シテ電流ガ起リ而シテ此電極ハ荷電ヲ受クルコトニナル。白金線ヲ赤熱スルト或狀態ノ下デハ他ノ電極ニ正ノ荷電ヲ與ヘル而シ若シ白熱スルニ至レバ荷電ハ負デアル。高溫度ノ金屬ノ動作ハ稍ヤ不規則デアルガ而シ高度ノ真空内デ白熱シタ炭素ヤ一般ノ金屬デハ負ニ荷電サレタ運搬者ヲ發出スル。此荷電ノ此等運搬者ノ質量ニ對スル比ハ陰極線質點及低イ壓力ニ於ケル莖外線ニ由リ遊離サレタ電子ノ場合ト同一ナルコトヲ示シ得タ。之ト他ノ考ヘトガ一致シテ此等ノ負電氣ヲ有スル細イ粒ハ總テノ溫度デ金屬ノ容積全部ニ分布サレテ居ルト云フ學說ヲ導イタ。而シ此金屬ガ白熱ニ熱セラレルトキハ細イ粒ハ充分ナ勢力ヲ得テ其周圍ノ空間ニ逃レルノデアル。

倍莖外線ニ由リ負ノ電子ガ出來ルト云フコトハ空氣ガ將ニ破レントスル時ニ放電ガ起ル程度迄此空氣ヲ導體ニナスノデアル。Nipher ハ二ツノ端子間ノ放電ハ大氣壓ニ於ケル空中デハ二ツノ端子カラ他ノ端子迄「イオン」ガ擴ガル迄ハ起ラヌト云フコトヲ示シタ。

#### [41] 焰ノ「イオン」化

若シ二ツノ電極ヲ普通ノ「ブンゼン」焰ノ内ニ或距離丈ケ離シテ置イタナラバ全ク感知シ得ベキ電流ガ觀察サレルノデ之ハ電流計デ測定シ得ル。若シ斯様ナ焰ノ周リノ空氣ヲ此焰カラ引き出スナラバ尙ホ之ハ導體デアルコトガ知ラレル。

焰デ瓦斯ノ内ニ生ジタ所ノ「イオン」ハ他ノ法デ生ジタヨリモ大變ニ



大デアル、何トナレバ其速度ヲ測定シテ見ルト他ノ「イオン」ノソレヨリモ大變小デアルカラデアル。絶縁體ガ靜電氣的ニ荷電ヲ受ケタトキ其上ヲ「ブンゼン」焰ヲ單ニ通スコトニヨリテ放電セラレ得ルノハ全ク焰ノ此ノ傳導能ニヨルノデアル。

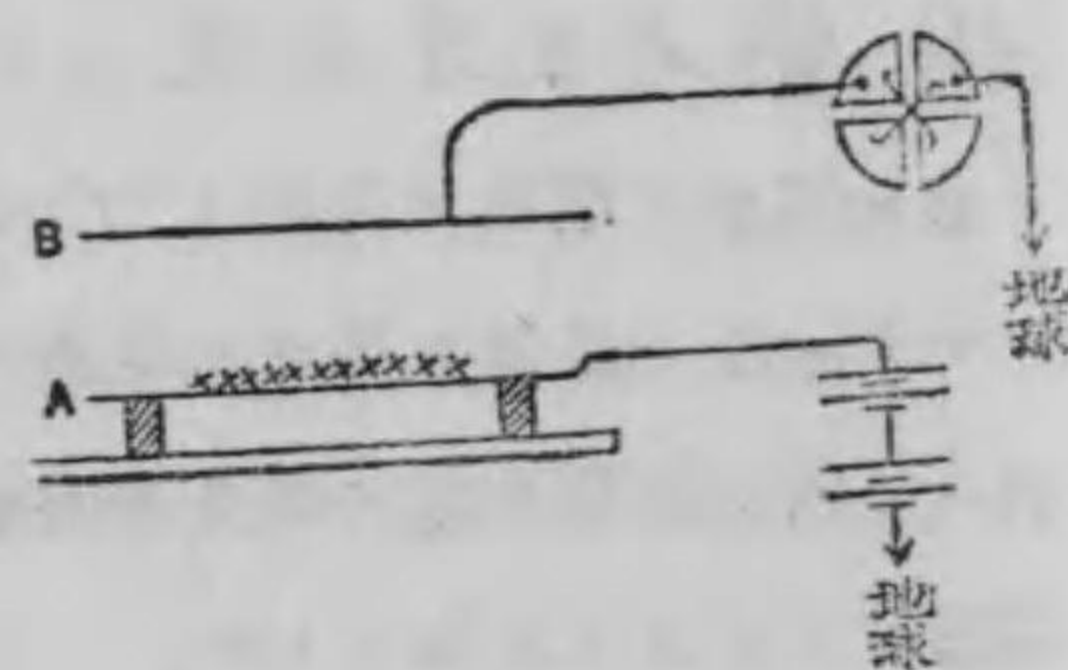
### [42] 放射能ノ發見

「レントゲン」線ノ燐光作用ガ物理學者ヲシテ燐光體ヲ研究セシムル導火線トナリ Becquerel ハ 1896 年ニ「ウラニウム」及「ポターシウム」ノ複硫酸鹽ハ X 線ト同様ニ寫眞板ニ影響ヲ生ズル所ノ或放射線ヲ發射スルコトヲ見出シタ。彼ハ其後「ウラニウム」ノ他ノ化合物並ニ其元素自身ヲ試験シテ此等ハ皆ナ此能ヲ有スルコトヲ見出シタ。

「レントゲン」線ノ燐光作用ハ此發見ニ針路ヲ示シタケレドモ其後ニナリテ「ウラニウム」ノ發射スル線ト其燐光トノ間ニハ全ク關係ノナイコトガ知レタ、何トナレバ燐光ヲ發射セナイ所ノ或ル化合物デモ此線ヲ發射スルカラデアル。

Becquerel 及他ノ人ハ「ウラニウム」カラ發射スル放射線ハ荷電體ヲ放電スルコトガ出來且ツ此荷電體ヲ放電スル能ハ丁度「レントゲン」線ニヨリテ生ズル「イオン」ト同様ニ瓦斯中ニ於ケル「イオン」ノ此等ノ線ニ由ル生成ニ基クコトヲ示シタ。

若シ「ウラニウム」カラ發射スル線ヲ電位差ノアル所ノ二ツノ平行板ノ間ヲ通過セシムルナラバ丁度 X 線デ「イオン」化セラレタル瓦斯ノ場合ト同様ニ空氣中ヲ電流ガ通ルノデアル。第 337 圖デ A 及 B



第 337 圖

ハ二ツノ絶縁サレタ金屬板デアル、上板 B ハ電位計ノ一對ノ象限ニ連結サレ、他ノ一對ハ地球ニ連結シテアル。

若シ「ウラニウム」化合物ノ薄層ヲ A 板上ニ撒クナラバ B トノ間ニ「イオン」電流ガ起ルノデアル。「ウラニウム」ノ此性質ハ時ヲ經テモ損セラレナイ。「ウラニウム」及之ニ同様ナ性質ヲ有スル他ノ物質ヲ放射能體ト云フノデアル。

### [43] 他ノ放射能物質

Schmidt 及此人ト無關係ニ Mme. Curie ハ「ソリウム」元素及其化合物ハ放射能性ヲ有スルコトヲ發見シタ。「ソリウム」ノ寫眞作用ハ全ク「ウラニウム」ノソレヨリモ弱イガ其「イオン」化作用ハ約「ウラニウム」ノソレニ等シイ而シ甚ダ不規則デアル。其後「ウラニウム」ト「ソリウム」ヲ含ム多數ノ礦物ノ系統的ノ試験ガ企ラレタ。電氣的ノ方法ヲ用ヒテ各礦物ノ一定量デ二枚ノ板ノ間ニ生ジタ電流ヲ測定シタ此結果ニ由ルト「ウラニウム」或「ソリウム」ヲ含ム礦物ハ皆ナ放射能ヲ有スルガ pitchblende ノ數多ノ見本並ニ或ル他ノ礦物ハ「ウラニウム」自身ヨリモ數倍多ク放射能的デアルコトヲ示シタ。此決論ニテ pitchblende ノ中ニハ或他ノ一層活動的ノ物質ガナケレバナラヌト云フ結果ヲ得タ。其後 M. 及 Mme. Curie ハ此問題ヲ化學的ニ研究シテ二ツノ新ナル活動體ヲ發見シタ。

此等ノ物質ノ内デ純然タル化學的ノ方法デ最初ニ分離セラレタモノハ「ウラニウム」ヨリモ大變活動的デアルト云フコトガ知ラレタ而シテ Mme. Curie ノ祖國ノ名譽ヲ表彰スル爲メ之ニ「ポロニウム」ト名ヲ與ヘタ。「ポロニウム」ハ全ク「ウラニウム」ト異ナルノデ其活動力ハ一定デナク徐々ニ衰ヘルノデアル。或ル場合ニハ準備後約六ヶ月ノ終リニ



ハ其活動力ハ其最初ノ値ノ半分ニ落チルコトヲ知ツタ。

pitchblende 内ニ発見サレタ他ノ活動體ハ「ウラニウム」ヨリモ驚ク程活動的デアルコトヲ見出シタ、其純粹ナ状態デハ約「ウラニウム」ノ100萬倍活動的デ而シテソレニ発見者ノ名ニ因ミテ「ラヂウム」ナル名ヲ附ケタ。pitchblende 内ニアル「ラヂウム」ノ量ハ極ク微小デ約1噸ノ内ニ含ム量ハ僅ニ純粹ナ「ラヂウム」ノ數態ニ過ギナイ。

「ラヂウム」ヲ世界中ノ種々ノ場所ニアル鑛物ニ含ム量ハ一定デナイ、或ル年ノ間「ボヘミア」ニ見出サレタ pitchblende ハ多量ノ「ラジウム」ヲ供給シタガ最近デノ著シイ量ハ Colorado ニ見出サレタ Carnotite ト云フ鑛石カラ得ラレタ。

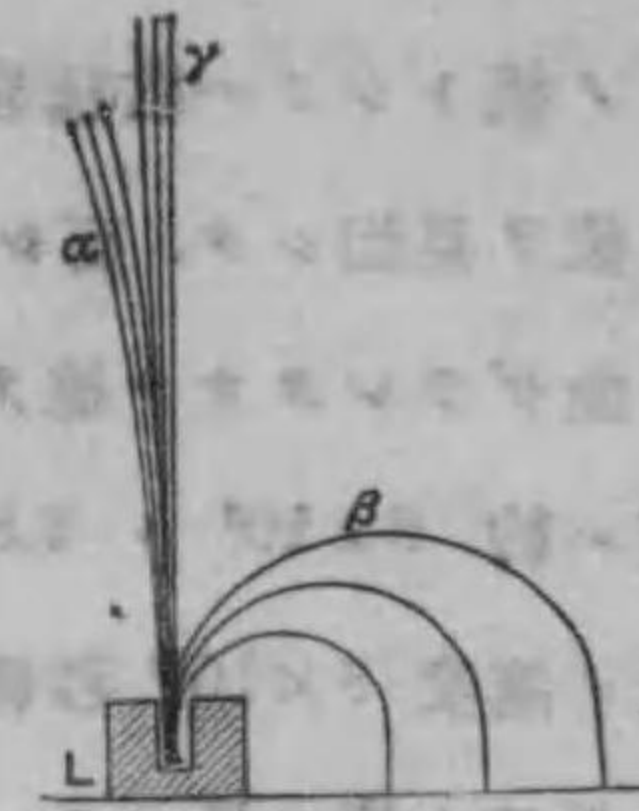
實用上「ラヂウム」ハ其化合物カラ分離サレズ通常臭化物ノ形デ用ヒラレル而シテ屢々純粹ナ「ラジウム」ト云フノハ實ハ純粹ノ臭化「ラヂウム」ノコトデアル。之ハ又鹽化物、硫酸鹽等ノ他ノ化合物ヲ作ルノデ此等ノ鹽類ハ皆ナ自然ニ燐光ヲ發シ且ツ此等ノ放射線ハ platino-barium cyanide, willemite 等ノ種々ノ物質ニ燐光性ヲ生ズル。

Debiere ハ pitchblende カラノ残留物ヲ分析シテ「アクチニウム」ト云フ所ノ甚ダ活動體ヲ発見シタ、此「アクチニウム」ノ性質ハ「ソリウム」ノソレニ甚ダ似テ居ルガ前者ガ後者ヨリモ甚ダ活動的デアル、剩ヘ「アクチニウム」ハ強イ放射能ヲ有スヤカラ「ラヂウム」ノ如ク硫化亞鉛, willemite 等ノ如キ物質ニ燐光性ヲ生ズルコトガ出來ル。

#### (44) 三種ノ線

「ウラニウム」ノ出ス放射線ヲ研究スル際 Rutherford ハ此所ニ二種ノ異ナル線ノ存スルコトヲ発見シタ、其中一種ハ固體デ容易ニ吸收サレル而シテ第二種ノモノハ大ナル透過力ヲ有シ、剩ヘ磁場デ容易ニ其

通路ヲ曲ゲルコトガ出來ル。前者ヲ $\alpha$ 線、後者ヲ $\beta$ 線ト稱スル。其後此所ニ向テ第三ノ線ノ發射サレルコトヲ示シタ、之ハ甚ダ透過力ガ大デ且ツ磁場デ曲ゲルコトガ出來ス、之ヲ $\gamma$ 線ト云フ。



第 338 圖

「ウラニウム」「ソリウム」「ラヂウム」「アクチニウム」ノ四ツノ放射能體ハ普通ノ状態デハ此等三種ノ線ヲ出スノデアルガ、「ボリウム」ノミハ $\alpha$ 線ノミヲ發射スル。

第 338 圖ハ「ラヂウム」ノ發射スル三種ノ線ヲ強イ磁場デ分離シタ有様ヲ示ス。此時「ラヂウム」ハ鉛塊ノ細イ孔ノ底ニ入レテアル、ソコデ極ク狭イ線ガ垂直ノ方向ニ逃レル、今強イ磁場ヲ適用スル、其方法ハ指力線ガ觀測者カラ彼方ヘ走ル様ニスル、而スルト三種ノ線ガ圖ノ如ク分離サレル。即チ $\alpha$ 線ハ少シク左ニ曲ガリ、 $\beta$ 線ハ強ク右ニ曲ガル、而シテ $\gamma$ 線ハ全く曲ラヌ、ソコデ $\alpha$ 及 $\beta$ 線ガ反對ニ曲ゲラレルト云フコトハ此等ガ荷電セラレタ質點デアルコトヲ示スノミデナク又反對ニ荷電セラレテ居ルコトヲ示スノデ前者ハ正及後者ハ負ニ荷電セラレルコトヲ示ス。

#### (45) $\beta$ 線

Becquerel ハ寫眞的ノ方法ヲ用ヒテ「ラヂウム」ノ $\beta$ 線ハアラユル點ニ於テ陰極線ト同様ナルコトヲ示シタ、從テ $\beta$ 線ハ負ノ荷電質點即チ電子デナケレバナラヌ。

本文第 249 圖ノ陰極線ノ場合ニ用ヒタト稍ヤ似タ方法デ磁場及電場ニ由ル曲リヲ組合セテ Becquerel ハ $\beta$ 線ノ速度及比 $\frac{e}{m}$ ヲ定メタ。



$\frac{e}{m}$  の値トシテハ陰極線即チ電子ニ向ツテ見出シタ値ト餘リ異ナラス所ノ値ヲ見出シタ、而シテ彼ノ觀察ニヨルト、 $\beta$  線ハ或ル者ガ他ヨリモ餘計曲ゲラレタカラ總テ同ジ速度ヲ有セヌノデアツタ而シテ彼レハ其速度ハ約  $6 \times 10^9$  ト  $2.8 \times 10^{10}$  秒程ノ間ニ變ズルコトヲ示シタ此後者ハ光ノ速度  $3 \times 10^{10}$  秒程ニ甚ダ近イ、ソコデ「ラヂウム」ノ出ス  $\beta$  線ハ複雑デアル様ニ見エルノデ、同ジ性質ノ、シカモ異ナル速サヲ有スル數多ノ線ノ混合シタモノデアル、「ウラニウム」ノ出ス  $\beta$  線ト、「ラヂウム」ノ出ス  $\beta$  線トノ差ハ只前者ノガ等質デアルト云フ點デアル。

#### [46] 電子ノ質量ノ性質

速度ニ關シテ  $\beta$  線即チ電子ノ此複雑性ガ動機トナリテ Kaufmann ハ此等ノ線ニ向ツテ  $\frac{e}{m}$  ガ其速サト共ニ變化スルカ否カラ試験シタ、彼ハ  $\frac{e}{m}$  ハ速サガ増ストキニ減ズルト云フコトヲ示シタ、 $\beta$  線質點ノ上ノ荷電ヲ一定ト假定スレバ、其質點ノ上ノ質量ハ速度ノ増スト共ニ増ス様ニ見エル。

數多ノ數學物理學者ハ純然タル理論上ノ考察カフシテ運動スル電子ノ見掛ケ上ノ質量ハ全部若クハ一部運動ノ状態ニアル其電荷ニ基クモノナルコトヲ計算シタ、即チ荷電ガ運動シツツアル時ニハ其運動ノ状態ニアルト云フ事實ニ基キ丁度慣性ニ相當スル所ノ者ヲ有スル様ニ見エル。此見解ニ從フト此見掛ケ上ノ慣性ハ物質的ノ質量ニ因ラヌノデアル而シ之ハ荷電ノ運動ノ結果デアル

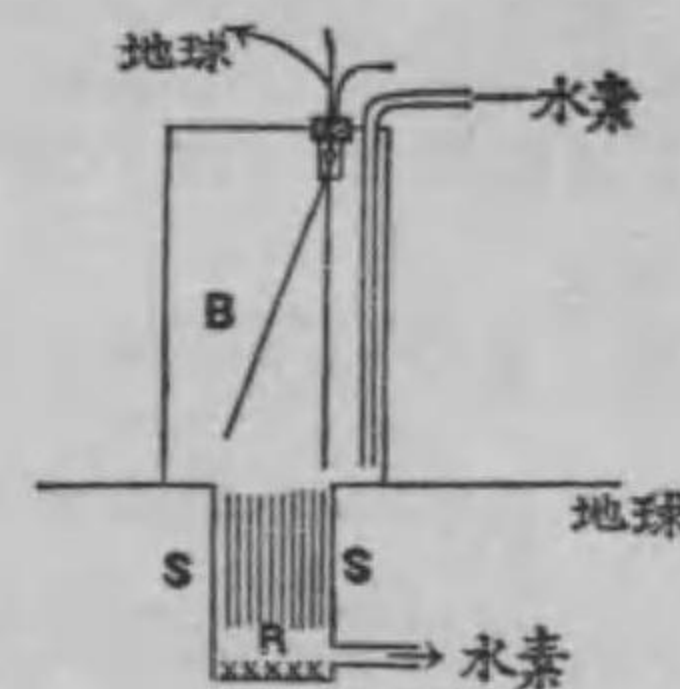
此等ノ理論上ノ考察ハ一歩進ンデハ其本家本元ガ荷電デアル様ニ見エル所ノ此見掛ケ上ノ質量ハ此運動スル荷電ノ速サト共ニ増スト云フコトヲ示ス。實驗上ノ結果ハ電子ノ質量ガ全部若クハ一部其荷電體ガ

運動ノ状態ニアル所ノ事實ニ基クモノト云フ理論的ノ見解ト一致スル様ニ見エル。

#### [47] $\alpha$ 線

初メニ  $\alpha$  線ヲ磁場デ曲グント企テタガ失敗シタ、Rutherford ハ之ニ強イ放射線ト甚ダ有力ナ磁場ヲ用ヒテ成功シタ、此装置ハ第 339 圖ニ示シテアル。

B ハ金箔驗電器デ、SS ハ甚ダ狭イ「スリット」デ分離サレテ居ル一組ノ平行ナ真鍮板デアル、或ル實驗デハ此「スリット」ノ幅ヲ 0.042 種トシタガ他ノ實驗デハ 0.1 種ニ變ヘタ。今一定量ノ「ラヂウム」Rヲ「スリット」ノ下ニ置キ且ツ放射線ハ「スリット」ヲ通過セシメ尙此等ガ空氣ヲ「イオン」化シタ所ノ驗電器ノ内ニモ通ス。勿論  $\beta$  線及ビ  $\gamma$  線モ存在スルガ  $\alpha$  線ニヨリ起ル「イオン」化作用ハ  $\beta$  線及  $\gamma$  線ヲ



第 339 圖

組合セテ出來タモノヨリ 9 倍以上モ大デアルカラ此等ノ存在ハ此實驗ニ影響ガナイ、一ツノ磁場ヲ「スリット」ニ平行ナ方向デ且ツ紙面ニ直角ニ適用スルナラバ (若シ此等ガ曲ガリ得ルナラバ) 此線ハ右カ左カノ何レカニ曲グラレネバナラヌ而シテ板ニ當リ且ツ此等ガ「スリット」ノ向フニ出ヌ内ニ止メラレネバナラヌ、彼ハ磁場ヲ適用シテ  $\alpha$  放射線ノ  $\frac{8}{9}$  以上ヲ切り取り得ルコトヲ見出シテ、 $\alpha$  線ハ磁場デ曲グラレルコトヲ示シタ。此實驗ヲ少シ變形シテ彼ハ  $\beta$  線ト反對ノ方向ニ曲グラレルコトヲ示シタ、之ニ由テ  $\alpha$  線ハ正ノ荷電ヲ荷フコトモ知ラレル、彼ハ又上ニ述ベタト同ジ装置デ  $\alpha$  線ヲ電場デ曲グルコトヲモ成功シタ。



實驗ノ示ス所ニ由ルニ實驗的誤差ノ範圍内デ  $\frac{e}{m}$  ノ値ハ種々ノ放射能物質ノ發射スル  $\alpha$  線ニ向ツテ同一デアル。得ラレタ平均ノ實驗値ハ約  $5 \times 10^8$  靜電氣單位デアル。各質點ノ上ノ荷電ヲ同一ト假定スルニ種々ノ物質ノ發射スル  $\alpha$  質點ノ質量ハ一定デアル。タトハ此質量ハ一定デアツテモ、 $\alpha$  質點ノ放逐ノ速度ハ總テノ物質デ同一デナイ、之レハ  $1.56 \times 10^9$  カラ  $2.25 \times 10^9$  秒程ノ間ニ變化スルコトヲ見出シタ。

#### [48] $\alpha$ 質點ノ質量及性質

此等ノ結果デ  $\alpha$  質點ノ質量ト、性質トノ一層確定的ノ概念ヲ得ルコトガ出來ル。水ノ電氣分解デ遊離サレタ水素原子ニ向ツテ  $\frac{e}{m}$  ノ値ハ約  $10^8$  靜電氣單位デアルガ、 $\alpha$  質點ニ向ツテ  $\frac{e}{m}$  ノ値ハ  $5 \times 10^8$  ナルコトヲ前節で見出シタ。Rutherford ハ實驗的誤差ノ範圍内デ  $\alpha$  質點ノ荷フ荷電ハ瓦斯狀「イオン」ノ荷フ荷電ノ二倍ナルコトヲ示シタ從テ之ハ電解的「イオン」即チ原子上ノ荷電ノ二倍デアル。之レカラ  $\alpha$  質點ノ質量ハ水素原子ノ質量ノ 4 倍デアラネバナラヌコトガ知レハ。ソレハ大サガ原子的デ且ツ「ヘリウム」原子（其原子ノ質量ハ水素ノ語ヲ以テスレバ 3.96）ト同ジ大サデアルカラ又元素中ニ於ケル週期率ニ由リ其群中ノ其部分ニ於ケル新ナル元素ニ對シ何等ノ場所モ其所ニアル様ニハ見エナイノデアルカラ最モ自然的ノ假設ハ  $\alpha$  質點ハ水素ノ「イオン」的荷電ノ二倍ヲ荷フ「ヘリウム」原子デアルト云フコトデアル。「ヘリウム」ハ「ラヂウム」並ニ「アクチニウム」デ絶エズ生ゼラルルノデアル。最後ノ證明トシテ  $\alpha$  質點ヲ真空ニ透過サセル時ニハ、「ヘリウム」ガ常ニ蓄積スルコトガ示サレタ。

#### [49] $\alpha$ 線ノ吸收

$\alpha$  線ノ特色ハ之ヲ瓦斯カ固體ヲ通過サセタ時ニ甚ダ容易ニ吸收サレルコトデアル。任意ノ固體ノ一定ノ厚サデ吸收サレル線ノ割合ハ第一此線ニ由リ生ズル飽和電流ヲ測定シ其後此放射材料ヲ吸收スル固體デ蔽ヒ更ニ此線ガ此固體ヲ通過シタ後此線ノ生ズル電流ヲ測定シテ決定スルコトガ出來ル。此吸收スル層ハ甚ダ薄クナケレバナラヌ、サモナケレバ總テノ線ヲ止メル。最モ透過力ノ大ナル  $\alpha$  線ハ「アルミニウム」ノ約 0.006 厘位ノ厚サデ完全ニ吸收サレル。 $\alpha$  線ノ透過能ハ此等ガ發射セラルル所ノ種々ノ物質ト共ニ大ニ變ハルノデアル。

$\alpha$  線ハ瓦斯デ甚ダ容易ニ止メラレル、大氣壓ノ空氣二三種デ此等ヲ吸收スルニ充分デアル、之ヲ見ルト彼等ニ由リテ生ズル「イオン」化ハ此線ノ來ル源カラ二三種以內ニノミ存スル。瓦斯ニ由ル吸收ハ其密度ニ由ルデ或ル場合ニハ密度ニ比例スルコトモアルガ總テノ場合ハ左様デナイ。瓦斯ニ由ル此線ノ吸收ハ此線ニ由テ生ズル「イオン」化ノ程度ガ吸收シタ線ノ大サニ因ルカラ主要デアル、瓦斯ニ於ケル  $\alpha$  線ニ由ル關係的「イオン」ハ其關係吸收ニ正比例スル。

#### [50] $\gamma$ 線

或ル放射能物質ノ出ス第三ノ異ナル型式ノ線ハ甚ダ  $\alpha$  及  $\beta$  線ト異ナル。 $\gamma$  線ハ甚ダ透過力が大デ、厚イ固體ヲ通過スルコトガ出來ル。例ヘバ甚ダ強イ臭化「ラヂウム」ノ出ス  $\gamma$  線ハ 30 厘ノ鐵ヲ通過シタ後發見スルコトガ出來ル、此等ハ甚ダ硬イ X 線管カラノ X 線ヨリ甚ダ透過力が大デアル。又瓦斯モ「イオン」化スルガ  $\alpha$  或  $\beta$  線ノ何レヨリ甚ダ弱イ、而シテ此「イオン」化ハ近似的ニ瓦斯ノ密度ニ比例スル。 $\gamma$  線ヲ磁場カ若クハ電場ノ何レカデ曲ゲルコトハ今日迄誰モ成功シナイ。此大ナル透過力ト且ツハ曲ラヌト點ハ甚ダ硬イ X 線ニ能ク似



テ居ル、尙又 X 線ハ運動スル電子ノ急激ノ停止デ出來ルト云フコトヲ示スノデ而シテ  $\gamma$  線ハ電子ノ急激ノ出發デ出來ルト想像スルノハ合理的デアル。借實驗ニ由ルト  $\gamma$  線ハ唯  $\beta$  線ト共ニ起ルコトヲ示スノデ且ツ吾々ノ知ル所ノ  $\beta$  線ハ電子デアル、從テ  $\gamma$  線ハ X 線ノ如ク放射能物質カラノ  $\beta$  質點或ハ電子ノ急激ノ發射デ生ズル電磁氣的脈動デアルト想像スルノガ合理的デアル。此學說ハ今日ノ證驗デ有力デアル様ニ見エル、最モ此問題ヲ直接ノ證明デ確然ト定メルノハ甚ダ困難デアル。

[51] ウラニウム X 及ソリウム X ノ生成

Crookes ハ 1900 年ニ簡單ナ化學的ノ法デ「ウラニウム」カラシテ「ウラニウム」ヨリモ若干倍寫眞的ニ活動的ノ要素ヲ分離シ得ルコトヲ示シタ、而シテ此要素ヲ分離シタ残りノモノハ寫眞的ニ不活動的ニナル。此新ナル而シテ未知ノ要素ヲ彼レハ「ウラニウム」X 即 Ur. X. ト稱シタ。Recquerel ハ少シ異ナル化學的ノ方法デ同様ナ結果ヲ得タ、而シテ其後約一年間 Ur. X. 及ソレガ分離サレタ「ウラニウム」ヲ試驗スル際ニ「ウラニウム」ハ其普通ノ活動力ヲ完全ニ回復シタト云フ奇異ノ事實ヲ發見シタ、然ルニ Ur. X. ハ全ク其活動力ヲ失ツタ。

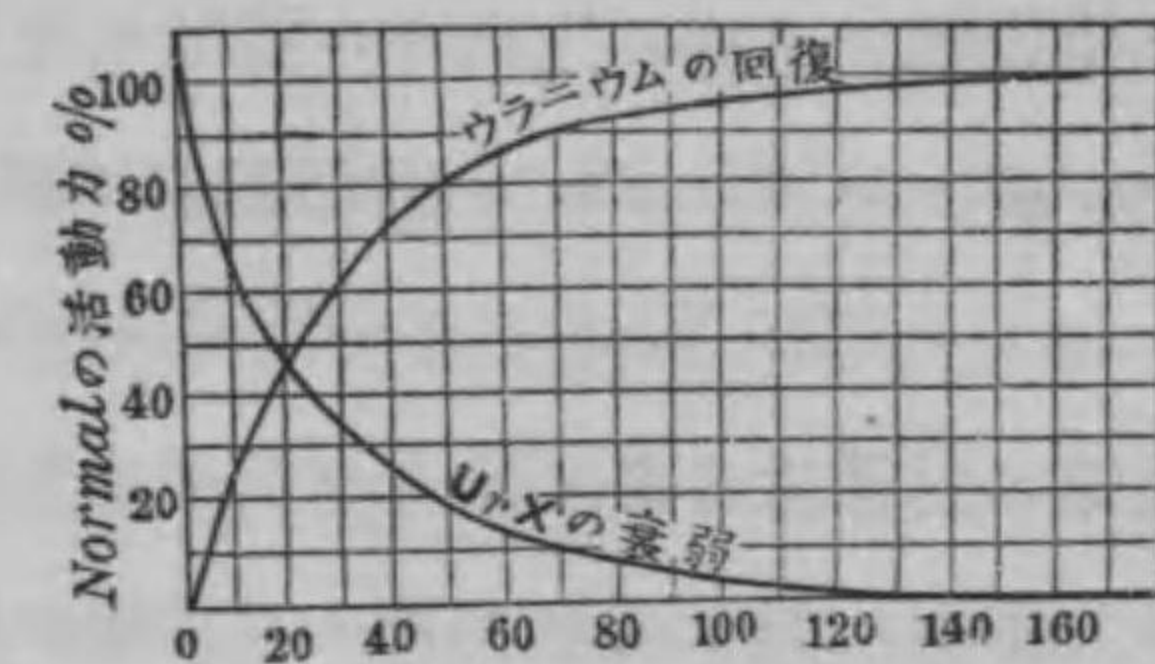
Rutherford 及 Soddy ハ後ニ「ソリウム」デ同様ナ化學的ノ手續ヲ完成シ、「ソリウム」カラ「ソリウム」X 即 Th. X. ト云フ甚ダ活動的ノ要素ヲ分離スルコトニ成功シタ、而シテ此者ノ作用ハ Ur. X. ニ能ク似テ居ル。

此等ノ現象ハ充分ニ寫眞的並ニ電氣的ノ方法デ試験セラレタ而シテ「ウラニウム」ノ場合ニハ分離後 Ur. X. ハ寫眞的ニハ甚ダ活動的デアルガ電氣的ニハ不活動的デアルコトヲ見出シタ。何トナレバ、ソレハ  $\beta$  線ヲ放出シテ  $\alpha$  線ヲ放出セヌカラデアル、然ルニ、ソレガ分離セラレ

タ所ノ「ウラニウム」ハ寫眞的ニハ不活動的デアルガ尙電氣的ニモ活動的デアル、之レハ  $\alpha$  線ヲ出シテ  $\beta$  線ヲ殆ンド出サヌカラデアル。Ur. X. ハ漸次其活動力ヲ失フガ、之ニ反シテ「ウラニウム」ハ再ビ其ノ  $\beta$  線ノ活動性ヲ回復シタ而シテソレノ場合ノ損失ト、他ノ場合ノ回復トハ同ジ割合デ起ツタ。Ur. X. ガ其活動力ノ半分ヲ失フタ時ニ「ウラニウム」ハ其元ノ活動力ノ半分ヲ回復スル而シテ各ノ手續ハ約 20.7 日ヲ要スル。

此ノ有様ノ起ル方法ハ甚ダ明ニ第 340 圖ノ曲線デ示サレル、此曲線ハ分離後ノ異ナル時ニ於ケル各ノ活動力ヲ表ハスノデ縦線ハ活動力及

横線ハ時ヲ日デ表ハス。只少シ複雑シテアル性質ノ同様ナ結果ハ「ソリウム」デ觀察サレタ、而シテ Th. X. ノ活動力ガ其最大値ノ半分迄衰ヘルニ要スル時及「ソリウム」ノソレガ其半分ノ活動力ヲ回復スルニ要スル時ハ單ニ 6.64 日ナルコトヲ見出シタ。



第 340 圖

此等ノ結果デ或ル變化ガ此等物質中デ絶エズ起リツツアラネバナラヌコトガ知ラレル。  $\beta$  線ヲ放出スル所ノ Ur. X. ハ  $\beta$  線ガ無キマニアル標準ノ「ウラニウム」カラ分離シ得ルカラ從テ  $\beta$  線ハ Ur. X. カラ生ゼネバナラヌ而シテ「ウラニウム」ハ分離後  $\beta$  線ノ活動力ヲ回復スルカラ此等ノ線ヲ生ズル爲メニハ此「ウラニウム」化合物ニ一層多クノ Ur. X. ガ作ラネバナラヌ、此事ハ眞ナルコトヲ示シ得ル、何トナレバ Ur. X. ハ回復ガ起ル後二度分離シ得ルカラデアル。標準ノ「ウラニウム」ノ活動力ハ變化セナイカラ從テソレニ「ウラニウム」ガ衰ヘルト同



シ割合デ Ur. X. ガ出來ル所ノ「ウラニウム」ノ内ニハ鈞合ヒノ状態ガナゲレネバナラヌ、其結果合成活動力ガ一定トナリ得ル。之ハ Ur. X. ノ衰ヘル割合ガ、ソレガ分離セラレタ「ウラニウム」ノ回復ノ割合ニ同ジ事實カラ確メラレル。同様ナ性質ノ變化ハ絶エズ「ラヂウム」及「アクチニウム」ノ化合物ニモ起リツツアルコトガ示サレタ。

此等ノ事實ト數多ノ實驗ト伴フテ Rutherford, Soddy ハ種々ノ放射能物質ニ於ケル繼續的變化ノ學說ヲ組織的ニ陳述シタ。

此學說ニ從ヘバ種々ノ放射能物質ハ徐々ニ變體ノ作用ヲ受ケツツアルノデ此作用デ彼等ハ規則正シイ繼續ニテ他ノ助ケヲ借ラズシテ一ツノ生成物カラ他ノ生成物ニ變化シツツアルノデアアル。吾人ハ後ニ述ベルガ例ヘバ Th. X. ハ其活動力ガ完全ニ衰ヘタ時ニモ失ハレナイ、而シ、ソレハ Th. X. トシテハ消滅スルガ他ノ生成物即チ物質ニ變化スル。此等ノ變體生成物ノ多クハ吾々ガ是迄考ヘタ所ノモノニ同様ナ放射線ヲ放出スル而シ或ルモノハ何ニモ放出シナイ、從テ之ヲ線ノナイ生成物ト稱スル。此等ノ變化ノ起ル割合ハ種々ノ生成物デモ大變差ガアルノデ、或ルモノハ變化ヲ終ルニ單ニ二三秒ヲ要スルガ他ノモノハ數百年ヲ要スルモノモアル而シテ此等ノ變化ノ何レカーツガ半分丈ケ終ルニ要スル時間ヲ一般ニ其變體ノ週期ト稱シテ居ル、何故カト云フニ此時間ハ通常完全ノ變化ノ時間ヨリモ精密ニ一層容易ニ實驗的ニ決定シ得ルカラデアアル。

「アクチニウム」モ Th. X. ニ同様ナ性質ヲ有スル所ノ「アクチニウム」X. ト稱スル之ニ相當スル活動的要素ヲ有スルノデアアル。

第五部第八章 21 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

## [52] 放射能體ヨリノ「エマネーション」

「ソリウム」ニ關スル早イ實驗者ハ「ソリウム」化合物ノ放出スル放射ハ甚ダ不規則ナルコトヲ觀察シタ、Rutherford ハ此不規則ナルコトヲ研究シ而シテ、ソレハ此「ソリウム」化合物カラノ放射能質點ノ或種ノ發射ニ基クモノデアアルコトヲ見出シタ。此質點ニ彼ハ「エマネーション」ナル名稱ヲ與ヘタ而シテ彼ハ吾々ガ是迄考ヘタ所ノ放射線ト異ナルコトヲ見出シタ而シ總テノ點ニ於テ瓦斯ト同様ナル働ヲナシタ。此「エマネーション」ハ氣孔アル固體及瓦斯ヲ通シテ滲透シ且ツ空氣ノ流レデ運ビ去ラレル又瓦斯自身ヲ「イオン」化シ且ツ寫眞板ニ作用スルコトガ出來ル。

「エマネーション」ハ自身ハ「イオン」カラ出來テハ居ラヌガ瓦斯ノ中ニ「イオン」ヲ得ル力ヲ持ツテ居ル。何トナレバ、ソレハ瓦斯ヲ「イオン」化スル其力ヲ失ハズシテ棉花ヲ通過スルコトガ出來或ハ溶液ヲ通シテ泡立タセルコトガ出來ル。又之ハ普通ノ方法デ「イオン」化シタ瓦斯ト異ナル、何トナレバ瓦斯ハ普通ノ状態ノ下デハ其「イオン」ヲ失フガ此「エマネーション」ハ「イオン」ヲ失ハヌカラデアアル。

「エマネーション」ハ電場デ影響サレナイ、電場ハ、ソレニヨリテ生ジタ「イオン」ヲ取去ルガ而シ「エマネーション」自身ヲ取去ラヌ。從テ「エマネーション」ハ「イオン」ノ様ニ荷電シタ質點カラ出來テハ居ラヌ。「ラヂウム」並ニ「アクチニウム」化合物ハ「ソリウム」「エマネーション」ニ同様ナ性質ヲ有スル「エマネーション」ヲ放出スルガ今日迄知レテ居ル限リデハ「ウラニウム」化合物ハ如何ナル「エマネーション」ヲモ放出セナイ。此等ノ「エマネーション」ハ化學的ニハ不活動的デ最モ強イ試薬ニヨリテ影響セラレナイ。又此等ハ白熱ニ高メタ白金管ヲ通過シテモ變化



ラレナイ尙又固體二酸化炭素ノ溫度ニ冷却シテモ變化セナイ。而シ此「エマネーション」ハ液體空氣ニ浸シタ管ヲ通過サセタトキニハ凝縮スル、之ハ「エマネーション」ガ確カニ瓦斯ノ性質ヲ備ヘテ居ルト云フ甚ダ重要ニシテ決定的ノ實驗デアアル。

「アクチニウム、エマネーション」モ「ソリウム、エマネーション」ト同ジ狀件ノ下デハ凝縮サレ得ルノデアアル。

若シ「エマネーション」ヲ（ソレト而シテソレト混合シテ居ル空氣トノ兩方ヲ）他ノ器ニ引クコトニ由リ「ソリウム」カラ取去ルナラバ、其活動力ハ時ト共ニ甚ダ早く消滅スル尙又一定量ノ「ソリウム」ヲ密閉シタ器ノ内ニ入レ直チニ「イオン」化電流ヲ測定シ而シテ少シ時ヲ經テ測定シテ見ルト、徐々ニ上リ而シテ遂ニハ定常ノ有様ニ達スルコトヲ知リ得ル。

密閉シタ器ノ中デ電流ノ上ル割合ハ、丁度分離シタ「エマネーション」ガ消滅スルト同ジ割合デアアル而シテ此有様ハ丁度一ツノ活動力ガ、他ノモノガ消滅スルト同ジ割合ニ高マル所ノ「ソリウム」及 Th. X. ノ場合ニ同様デアアル。鈞合ヒノ狀態ハソレガ消滅スルト同ジ速サデ「エマネーション」ガ生ズル時ニ達スルノデアアル。

倍「エマネーション」ハ「ソリウム」ニ由リ直接ニハ出來ナイガ之レハ Th. X. ノ生成物ニ外ナラヌノデアアル。Rutherford 及 Soddy ハ Th. X. ガ「ソリウム」カラ分離セラルル時ニ後者ハ如何ナル「エマネーション」モ放出セナイガ而シ徐々ニ其「エマネーション」ノ能ヲ回復スルコトヲ示シタ。サレド此分離サレタ Th. X. ハ強イ「エマネーション」ノ能ヲ持ツガ徐々ニソレヲ失フノデアアル。此等ノ作用ハ夫々吾々ガ既ニ考ヘタ所ノ Th. X. 及「ソリウム」ニ由ル活動力ノ損失及回復ト同ジ割合ニ

起ルノデアアル。此事ハソレガ絶エズ「エマネーション」ニ變リツツアル故ニ Th. X. ノ衰弱ヲ説明スル。「エマネーション」及 Th. X. ハ異ナル性質ヲ有スル異ナル物質デアアル。此等ノ「エマネーション」ハ大氣中ニ見出タルル稀ナ瓦斯ニ稍々似テ化學的ニ甚ダ不活動デアアル。「ラヂウム、エマネーション」ハ現今ハ確定的ニ  $^{220}$  ノ原子量ヲ有スル元素ト認メラレテ居リ而シテ之レニ niton ナル名前ヲ與ヘタ。

### [53] 刺戟サレタル活動力

若シ固體ヲ密閉シタ器ノ中デ「ラヂウム」、「ソリウム」或ハ「アクチニウム」カラ出ス「エマネーション」ニ曝スナラバ其表面ハ甚ダ放射能的ノ材料ノ非常ニ薄イ固體ノ沈澱物デ蔽ハセラルル。此ノ活動的ノ沈澱物ハ顯微鏡ノ下デスラ見エナイ、而シ或ル酸類ニハ溶カサレ得ル。而シテ溶媒ガ蒸發サルル時ニハ再ビソレガ後ニ殘ル。ソレハ寫真板ニ作用シ又瓦斯ヲ「イオン」化スル所ノ放射線ヲ發射スル。若シ負ニ荷電シタ針金ヲ「エマネーション」ヲ有スル密閉シタ器ノ中ニ入レルナラバ、此活動的ノ沈澱物ハ全部此器ノ内面ニ分布スル代リニ此針金ニ集中スルノデアアル。此方法デ甚ダ細イ針金ハ強ク放射能的ニナサレ得ル。

此活動的ノ波澱物ハ砂紙デ擦ルコトニヨリ針金カラ取去ルコトガ出來ルガ、沈澱シタ量ガ僅小デアアルカラ活動的ノ沈澱物ヲ受取ツタ所ノ針金ニハ重サノ増シハ發見スルコトガ出來ヌ。此活動的ノ沈澱物ハ放射能的化合物ノ放出シタ放射線ノ何等ノ作用ニモ因ルノデナク全ク此「エマネーション」ノ存在ノ直接ノ結果ニ外ナラヌノデアアル。何トナレバ「エマネーション」ガ全ク存在セナイ時ニハ全ク活動的ノ沈澱物が觀測サレナイ而シテ之ニ加フルニ刺戟サレタ活動力ノ大サハ常ニ存在スル「エマネーション」ノ大サニ比例スルカラデアアル。



若シ負=荷電シタ針金ヲ數時間「エマネーション」ニ曝シテ然ル後取去リ而シテ其活動力ヲ或ル期間ヲ經テ試験スルナラバ、丁度「エマネーション」ノ衰弱ノ場合ノ法則ト同シ法則ニ從ヒ其活動力ハ時ト共ニ徐々ニ消滅スルコトヲ知ル。「ソリウム」カラノ刺戟サレタ活動力ハ約10.6時間ニテ半分ノ値ニ衰ヘル。針金ノ上ニ沈澱サルルニハ刺戟サレタ活動力ニ向ツテ時間ヲ要スル而シテ此沈澱物ハソレガ極大値ニ達スル迄増ス。此増加ノ割合ハ此針金ガ「エマネーション」カラ取去ラルル時ノ活動力ノ衰弱ノ割合ト同一デアル。之ニ由テ此處ニ吾々ガ「ソリウム」及 Th. X. 又 Th. X. 及「エマネーション」ニ關シテ觀測シタ様ナ丁度同様ノ變化ガ進行シテ居ラネバナラス。恰モ Th. X. ガ絶エズ「エマネーション」ニ變ジツツアルト同シク、此「エマネーション」ハ徐々ニ活動的ノ沈澱物ニ變化シテ居ル而シテ之レハ順番ニ其他ノ或ル者ニ變化セラレネバナラス。

若シ針金ヲ數時間ノ代リニ單ニ數分間丈々「ソリウム、エマネーション」ニ曝ラスナラバ此針金ヲ取去リタ後種々ノ現象ガ觀測サレル。此場合ハ取去ル後直チニ衰ヘ初ムル代リニ、最初甚ダ小デアル所ノ活動力ハ徐々ニ増シテ遂ニハ約四時間ニテ、ソレハ極大値ニ達シ而シテ後ソレハ長イ曝シニ向ツノ活動力が衰ヘルト丁度同シ割合デ再ビ衰ヘル。曝シノ時間ガ永イ時ニハ全ク初メノ増シハ見ラレヌ。Rutherfordノ提出ニ由ルト活動的沈澱物ハ一ツノ物質デナク眞ニ二ツノ異ナル物質ヨリ出來テ居リ、其内一ツハ他ノモノニ變化シツツアリト、彼レハ此等ノ二ツノ物質ヲ「ソリウム A」及「ソリウム B」ト稱ヘタ而シテ「ソリウム A」ハ「エマネーション」カラ生ジ而シテ針金ノ上ニ沈澱セラレ而シテ後「ソリウム B」ニ變化シ、ソレカラ「ソリウム B」ハ其他或ル物ニ變

化シタト假定シタ。短カイ間曝シタトキハ「ソリウム B」ニ變化スル時ガ甚ダ短カイカラ沈澱物ハ殆ンド全ク「ソリウム A」カラ出來テ居ル而シテ若シ吾人ガ「ソリウム A」ガ全ク線ヲ放出セナイニ、サモナケレバ「ソリウム B」ノソレラト比ベテ甚ダ少量ノ「イオン」化ヲ生ズル線ヲ出スト假定スルナラバ、其時ハ活動力ハ初メハ甚ダ小デ殆ンド全部「ソリウム B」ノ甚ダ小部分ニ基クノデアル。

「ソリウム A」ガ「ソリウム B」ニ變化スルニ從ヒ其活動力ハ増シ遂ニ A ノ B ニ迄ノ變化ガ丁度 B ノ衰弱ニ平均スル、此時ハ A カラ生ズルヨリモ毎秒 B ノ方ガ多クノ原子ガ變化スル故其活動力ハ徐々ニ弱ヘルコトニナル。

長イ曝シノ場合ニハ此極大ハ此針金ヲ取去リテ且ツ試験セヌ内ニ達セラレ、之ニ由テ初メノ高マリハ見ラレヌ。近頃ノ研究ニ由ルト此活動的沈澱物ハ初メニ想像シタヨリモ一層複雑デアル、現今デハ、ソレハ種々ノ異ナル物質カラナルコトガ知レタ。

「ラヂウム」カラノ活動的沈澱物ノ試験ニ由ルト此時起リツツアル變體ハ「ソリウム」ヤ「アクチニウム」ノソレラヨリ一層複雑デアル、 $\alpha$ 線ニテ測定シタ所ノ衰強曲線ハ  $\beta$  或  $\gamma$  線ニテ得ラレルモノト全ク異ナル、此後ノ二ツハ同様ナ曲線ヲ與ヘルカラ、 $\beta$  及  $\gamma$  線ハ一所ニ起ルコトヲ示ス。「ソリウム」ニ用ヒタト同様ナ解析ノ方法デ「ラヂウム、エマネーション」カラノ活動的沈澱物ハ「ソリウム」ヤ「アリチニウム」ニ由リテ生ジタヨリモ比較的多數ノ異ナル變體生成物カラナルコトガ示ラレタ。

第五部第八章 22 節ノ次ニ次ノ二節ヲ増補ス。

#### [54] 放射能的變化ノ學說



放射能體デハ、如何ナル他ノ種類ノ材料ニモ之迄決シテ見タコトノ  
 ナイ様ナーツノ物質カラ他ノ物質ニ至ル間斷ナキ變化ガ起リツツアル  
 コトヲ知ツタ。而シテ此等ノ物質ハ皆他ノ物質カラ全ク異ナリ且ツ異  
 ナル物理的及化學的ノ性質ヲ有スルノデアアル。而シテ此等ハ徐々ニ衰へ  
 而シテ各ノモノハ異レル且ツ確定的ノ衰弱ノ週期ヲ有シ之ニ由テ互ニ  
 區別ガ出來ル。此等ノ變化ガ如何ニシテ起ルカト云フ問題ヲ解決スル  
 ニツノ學說ガアル。即チ分壞的學說或ハ繼續的變化ノ學說ハ現今一般  
 ニ承認サレル説明ヲ與ヘルノデアアル。

J. J. Thomson ノ學說ニ從ヘバ、原子ハ甚ダ速ニ廻轉シテ居ル正或ハ  
 負ノ荷電質點系カラ出來テ居ル複雑ノ構造ト考ヘ得ルノデ而シテ此等  
 ノ相互ノ力ガ一所ニナツテ釣合ノ状態ヲ保ツノデアアル。

分壞的學說ニ從ヘバ、「ラヂウム」原子(吾人ハ之ヲ表本トシテ取ル)  
 カラ出來テ居ル此複雑ナ構造ハ或ル方法デ不安定ニ成リ而シテ正ニ荷  
 電セル  $\alpha$  質點ノ一ツガ大ナル速度デ急ニ發射セラレルコトニナル。  
 茲ニ殘存スル所ノ原子ノ構造ハ今ハ前ト異ナルノデ而シテ新ナル物質  
 ノ原子即チ「エマネーション」ヲ構成スル、倍「エマネーション」ノ原子  
 ハ不安定デ而シテ今一ツノ  $\alpha$  質點ヲ放逐シテ新ナル構造即チ「ラヂウ  
 ム A」ノ原子ヲ殘シタママ徐々ニ變化スル而シテ此作用ハ連續的ノ變  
 化中繼續スル、最モ此作用ハ總テノ場合ニ向ツテ同様デハナイ、何ト  
 ナレバ或場合ニハ  $\alpha$  質點ノミガ放逐サレルコトモアルガ、他ノ場合ニ  
 ハ  $\beta$  質點ガ  $\gamma$  線ニ伴ハレテ放逐サレルコトモアリ又他ノ場合ニハ總  
 テ三種ノ形ノ  $\alpha, \beta, \gamma$  質點ガ放出サレルコトモアルカラデアアル。

茲ニ起ル問題ハ何故此等ノ原子ガ何等ノ外見上ノ原因ナクシテ急ニ  
 不安定ニナリテ且ツ分レルカト云フコトデアアル、此事ヲ説明スルニ種

々ノ説明ガアルガ其内最モ多分ラシキモノハ次ノモノデアアル。

若シ此荷電セル質點系(原子ガ多分出來テ居ル所ノ)ガ速ナル廻轉  
 運動ヲナシテ居ルナラバ、ソレハ放射勢力デアラネバナラヌ而シテ充  
 分ナル勢力ガ放射サレタ時ニハ此質點系ノ相互ノ力ハ最早釣合ヘヌ從  
 テ質點ノ一ツ或ハ以上ハ放逐サレ而シテ分壞ヲ引キ起スノデアアル。此  
 等ノ原子ハ獨立ノ存在及異ナル物理的及化學的ノ性質ヲ有スルガ彼等  
 ガ普通ノ放射能ヲ有セヌ元素ノ原子ト異ナル點ハ、永久的デナイト云  
 フコトデアアル。此等ヲ普通ノ原子ト區別スル爲メニ metablon ト云  
 フ語ガ適當ナ名命トシテ提出サレタ。

此等ノ二三ノ變體生成物ハ全ク何等ノ線ヲモ發射セズ而シテ彼等カ  
 ラ其次ノ物質ニ至ル變化ハ一見何等ノ質點ノ放逐ナシニ起ル。此等ノ  
 所謂線ナキ變化ハ次ノ二ツノ方法ノ何レカデ説明シ得ル。新ナル生成  
 物ハ此場合ニハ單ニ荷電セル質點系ノ再整頓ニ由ツテ造ラレ得ルガ此  
 質點系ノ何レカラ放逐スル程充分烈シクナイ、或ハ又一ツ或以上ノ質  
 點ノ放逐ニ由ツテ起リ得ルガ速度ハ餘リ徐々デ瓦斯ヲ「イオン」化スル  
 コトガ出來ヌト云フコトデアアル。

$\alpha$  質點ノ速度ハ  $10^9$  秒程以下ニ落チル時ハ、瓦斯ヲ「イオン」化シ止ム  
 コトガ示サレタ而シテ之ニ由ツテ此最小速度以下デ放逐サレタ  $\alpha$  質點  
 ハ發見スルコトハ出來ヌ何トナレバ全ク「イオン」ヲ作ラヌカラデア  
 アル。

此後ノ假設ハ次ノ如キコトヲ暗示スル、即チ總テノ物質ハ多分同様  
 ナ方法デ徐々ナル變化ヲ受ケテ居ルノデ而シテ此變化ガ單ニ所謂放射  
 能體ニノミ觀察サレテ而シテ他ノ非放射能體ニハ觀察サレナイト云フ  
 理由ハ次ノ點ニ存スルノデアアル即チ放射能體ノ場合ニハ荷電セル質點



ハ瓦斯ヲ「イオン」化スル程充分烈シク放逐セララルガ、他ノ物體ノ場合ニハ荷電ヒル質點ハ放逐ハサルルガ「イオン」ヲ生ズル程充分ナ速度デナイト云フ事デアル。

[55] 放射能の元素ノ表

次ノ表ハ現在知レテ居ル總テノ活動的生成物ヲ一纏メニシタモノデアル。最モ題目ノ不完全ノ状態ノ爲メ此表ハ多分此後ノ研究ノ結果トシテ將來ニ於テハ少々ノ變化ハアルモノト見ネバナラヌ。

最近ニ Ur. Y. ト云フ他ノ生成物が發見サレタ、之ハ 1.5 日ノ週期ヲ有シ且ツ軟ナ β 線ヲ發射シ又多分 α 線ヲ出スダラロオ、之ハ「ウラニウム」ノ側方分壞生成物ト考ヘラレル。

放射能元素ノ表

放射能生成物	變態週期	發射線ノ性質	放射能生成物	變態週期	發射線ノ性質
Uranium I.....	5 × 10 <sup>8</sup> 年	α	Thorium.....	1.8 × 10 <sup>10</sup> 年	α
↓			↓		
Uranium Y.....	1.5 日	β	Mesothorium I.....	5.5 年	無線
↓			↓		
Uranium X <sub>1</sub> .....	24.6 日	β	Mesothorium II.....	6.2 時	β
↓			↓		
Uranium X <sub>2</sub> .....	1.15 分	β	Radiothorium.....	2.02 年	α
↓			↓		
Uranium 2.....	2 × 10 <sup>6</sup> 年	α	Thorium X.....	3.64 日	α
↓			↓		
Ionium.....	2 × 10 <sup>8</sup> 年	α	Thorium emanation...	54 秒	α
↓			↓		
Radium.....	1730 年	α, β	Thorium A.....	.14 秒	α
↓			↓		
Radium emanation (Niton).....	3.85 日	α	Thorium B.....	10.6 時	β
↓			↓		
Radium A.....	3 分	α	Thorium C <sub>1</sub> .....	60 分	α, β
↓			↓		
Radium B.....	26.7 分	β	Thorium D.....	3.1 分	β
↓			↓		
Radium C <sub>1</sub> .....	19.5 分	α, β	Thorium C <sub>2</sub> .....	10 <sup>-11</sup> 秒	α
↓					
Radium C <sub>2</sub> .....	1.4 分	β	Actinium.....	.....	無線
↓			↓		
Radium C'.....	10 <sup>-4</sup> 秒	α	Radio-actinium.....	19.5 日	α
↓			↓		
Radium D.....	16.5 年	β	Actinium X.....	11.4 日	α, β
↓			↓		
Radium E.....	5 日	β	Actinium emanation...	3.9 秒	α
↓			↓		
Radium F (Polonium)...	136 時	α	Actinium A.....	.002 秒	α
			↓		
			Actinium B.....	36.1 分	β
			↓		
			Actinium C.....	2.15 分	α
			↓		
			Actinium D.....	4.71 分	β, γ



## 下卷 應用問題及解

### 第四部 光學問題及解

1. 満月ノ光ハ4呎ノ距離ニアル標準燭光ト同程度ノ明るサヲ生ズルモノトセバ此月光ノ燭光ハイクラカ。

$$\text{解} \quad \frac{L}{\text{月ノ距離}^2} = \frac{L}{(240,000 \times 1760 \times 3)^2} = \frac{1}{4^2}, \quad L = 10,036,224 \times 10^{18} \text{ 燭光}$$

2. 標準燭光ト瓦斯燭ヲ6呎距テ、瓦斯燭ハ4燭光ナリトセバ等シキ明るサヲ得ルニハ何處ニ立テ置クベキカ。

$$\text{解} \quad \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(6-x)^2}, \quad x = +2 \text{ 或 } -6 \text{ 即燭火ト瓦斯燭ヲ結ブ線上燭ノ右2呎及左6呎}$$

3. 瓦斯燭ノ光度ヲ「アンゼン」光度計ニテ測ル時、瓦斯燭カラ油點迄ノ距離96釐、油點カラ標準燭迄ノ距離30釐ナリ此瓦斯燭ノ燭光ハイクラカ。

$$\text{解} \quad \frac{L}{1} = \frac{96^2}{30^2} \quad \therefore L = 10.24 \text{ 燭光}$$

4. 自分ノ前ニ鉛直ニ平面鏡ヲ立テテ其全身ノ像ヲ生ゼシメントスルニ最小限度如何程ノ大サノ鏡ヲ要スルカ又此限リハ自分ト鏡トノ距離ニ關係ナキコトヲ示セ

答 鏡ノ高サ及幅ハ身長及身體ノ幅ノ各々半分ナリ。

5. 發光體ヲ45°ヲナセル二平面鏡ノ間ニ置ケバ幾ツノ像ヲ生ズルカ。

$$\text{解} \quad \frac{360}{45} - 1 = 7$$

6. 長サ1尺ノ燭火ヲ焦點距離30釐ナル凹鏡ノ前方ニ置イタ時像ノ種類、位置、大サヲ求ム。

$$\text{解} \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}, \quad \frac{1}{36} + \frac{1}{q} = \frac{1}{30}, \quad q = 180 \text{ 釐, 像ハ鏡ノ前方, 實テ逆立}$$

$$\frac{1}{0} = \frac{130}{36} = 5 \text{ 即テ像ハ實物ノ5倍大}$$

7. 發光點ヲ焦點距離6釐ノ凹鏡ノ前方24釐ニ置イタラバ像ハ何處ニ出來ルカ又此點ヲ鏡ノ前方ニ小距離d丈ケ動カセバ像ノ動く距離ハイクラカ。

$$\text{解} \quad \frac{1}{24} + \frac{1}{q} = \frac{1}{6} \quad \therefore q = 8, \text{ 又 } \frac{1}{6} = \frac{1}{24+d} + \frac{1}{q} \quad \therefore q = \frac{6(24+d)}{18+d}$$

$$\text{故ニ像ノ移動ハ} \quad 8 - \frac{6(24+d)}{18+d} = \frac{2d}{18+d}$$

8. 一面平面他面凸球ノ「レンズ」ノ曲率半徑12吋ナレバ其焦點距離ハイクラカ

$$\text{解} \quad \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) = (1.5 - 1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{\infty} \right) = \frac{0.5}{12} \quad \therefore f = 24 \text{ 吋}$$



9. 兩面凸ナル「レンズ」ノ屈折率ヲ測ル爲メ其焦點距離ト曲率半径ヲ測リ  $f=30.6$  種  
 $r_1=30.4$  種,  $r_2=34.5$  種ヲ得タトスレバ此硝子ノ屈折率ハイクラカ

解  $\frac{1}{30.6} = (\mu-1)\left(\frac{1}{30.4} + \frac{1}{34.5}\right) \therefore \mu-1=0.528 \therefore \mu=1.528$

10. 屈折角  $A$  ナル硝子「プリズム」ヲ最小ノ「フレ」ノ位置トシ「ソヂウム」ノ光ヲ通シタルト  
 キ  $A=45^\circ 4'$  及最小ノ「フレ」 $\Delta=26^\circ 40'$  ナ得タ然ラバ「ソヂウム」ノ光ニ對スル硝子「プリズム」  
 ノ屈折率ハイクラカ.

解  $\mu = \frac{\sin \frac{A+\Delta}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$ ,  $A+\Delta=71^\circ 44'$ ,  $\frac{A+\Delta}{2}=35^\circ 52'$ ,  $\sin 35^\circ 52'=0.586$

又  $\sin 22^\circ 32'=0.383 \therefore \mu = \frac{0.586}{0.384} = 1.53$

11. 焦點距離 30 種ノ収斂「レンズ」ト焦點距離 5 種ノ發散「レンズ」トデ「ガリレオ」ノ望遠鏡  
 ナ作リタリトセバ其倍率ハイクラカ.

解 倍率  $= \frac{30}{5} = 6$

### 第五部 磁氣及電氣問題及解

1. 強サ 6 單位ノ磁極ガ 16 單位磁極ニ 6「ダイソ」ノ力ヲ以テ働クトキ其距離ハイクラカ

解  $6 = \frac{6 \times 16}{r^2} \therefore r = 4$  種

2. 磁極ノ強サ 15 單位, 長サ 10 種ノ磁針ヲ其軸ヲ磁場ノ強サ 12 單位ノ方向ト  $60^\circ$  ナナレテ  
 置キントキ此磁針ニ働ク偶力ノ能率ハイクラカ.

解 偶力ノ能率  $= Hml \sin \theta = 12 \times 15 \times 10 \times \sin 60^\circ = 1558.8$  「ダイソ」種

3. 磁針ヲ磁場  $H=0.18$  ナル場所ニ東西線ニ沿ヒ其中心ヲ磁力計ヨリ 30 種ノ所ニ置キレニ  
 $30^\circ$  傾イタ此磁針ノ磁氣能率ヲ求ム.

解  $\frac{M}{H} = \frac{l^2}{2} \tan \theta$ ,  $M = 0.18 \times \frac{(30)^2}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 1403$  單位

4. 磁石ヲ振レナキ細イ針金ヲ磁氣子午面内ニ吊シ其針金ノ上端ヲ  $180^\circ$  丈ケ廻轉シタルニ此  
 磁石ハ子午面カラ  $30^\circ$  丈ケ「フレ」タ然ラバ此磁石ヲ  $45^\circ$  丈ケ「フレ」サセルニハ針金ノ上端ヲ  
 何程廻セバヨイカ.

解 初メノ場合ニ振レノ角  $T_{30} = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$ , 振リ偶力ハ此磁石ヲ子午面ニ戻サントス  
 ル偶力ニ比例スルカラ

$kT_{30} = Hml \sin 30^\circ = t(180^\circ - 30^\circ)$ , 同様ニ  $kT_{45} = Hml \sin 45^\circ = t(\theta - 45^\circ)$

$\therefore \frac{\theta-45^\circ}{180^\circ-30^\circ} = \frac{Hml \sin 45^\circ}{Hml \sin 30^\circ} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}}$   $\therefore \theta-45^\circ = 150 \sqrt{\frac{1}{2}} = 212^\circ$   
 $\therefore \theta = 212^\circ + 45^\circ = 257^\circ$

5. 振動磁針ガ地球磁場ノミデハ毎分 10 振動ナスルガ此磁針ノ中心ノ磁場ヲ強メル様ニ磁石  
 ナ置クト毎分 20 振動ナスル, 然ラバ一定點ニ於テ磁石ニ因ル磁場ノ強サト地球磁場ノソレト  
 ナ比較セヨ.

解  $H$  = 地球磁場ノ強サ,  $F$  = 一定點ニ於ケル磁石ニ因ルソレトスレバ

$HM = kn_1^2$ , 及  $(H+F)M = kn_2^2$ ,  $\therefore \frac{H+F}{H} = \frac{n_2^2}{n_1^2}$

$1 + \frac{F}{H} = \frac{n_2^2}{n_1^2} \therefore \frac{F}{H} = \frac{n_2^2 - n_1^2}{n_1^2} = \frac{20^2 - 10^2}{10^2} = 3 \therefore F = H \times 3$

6. 羅針ガ伏角  $64^\circ$  ノ所デ毎分 50 回, 伏角  $71^\circ$  ノ他ノ所デ毎分 48 回振動スル此ニケ所ノ全  
 磁力ヲ比較セヨ

解  $H = T \cos \theta \therefore \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{T \cos 64^\circ \times M}{K}} = 50$  及  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{T' \cos 71^\circ \times M}{K}} = 48$

$\therefore \sqrt{\frac{T \cos 64^\circ}{T' \cos 71^\circ}} = \frac{50}{48} \therefore \frac{T}{T'} = 1.238:1$

7. 或場所デ伏角磁針ガ水平ト  $60^\circ$  ナナシ其上端ニ 1 瓦ノ重サヲ附ケルト伏角ハ  $30^\circ$  トナル  
 之ヲ水平ニスルニ幾瓦ヲ要スルカ

解  $T = 2V_1 \cos 30^\circ = V_1 \sqrt{3}$ ,  $\therefore V_1 = \frac{T}{\sqrt{3}} = 1 \therefore T = \sqrt{3}$  瓦

$\therefore V = T \sin 60^\circ = \sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 1.5$  瓦

8. 伏角圖ヲ磁氣子午面内デ方位ヲ  $60^\circ$  丈ケ廻轉シタルニ此状態ヲ見掛ケノ伏角ハ  $\theta'$  ナリ此  
 場所デ眞ノ伏角  $\theta$  ハ  $\tan \theta = \tan \theta' \cos \alpha$  ナル式ヲ與ヘラレルコトヲ證セヨ.

解  $V = \tan \theta$ ,  $P = H \cos \alpha$  又  $\tan \theta' = \frac{H \tan \theta}{H \cos \alpha} \therefore \tan \theta = \tan \theta' \cos \alpha$

9. 長サ 100 種ノ螺旋ガ 2500 卷ノ針金カラ出來テ其斷面積ガ 5 平方種トセバ之ニ 8「アンペ  
 ア」ノ電流ヲ通シタルトキ (1) 此螺旋ノ中心ニ於ケル磁場ノ強サ (2) 起磁力 (3) 全體ノ「フラク  
 ス」ヲ求ム.

解 (1)  $H = \frac{1.257CS}{l} = \frac{1.257 \times 8 \times 2500}{100} = 251.4$  (C.G.S.)

(2) 起磁力  $= Hl = 251.4 \times 100 = 25140$  (單位)

(3) 「フラックス」 $= H \times A = 251.4 \times 5 = 1257$  (C.G.S.)

10. 平均直径 12 種, 丸鐵ノ厚サ 2 種,  $\mu = 1250$  ナル鐵輪ニ 15000 (C.G.S.) 「フラックス」密  
 度ヲ生ゼンニハ「アンペア」捲ハイクラカ