

導線の抵抗率は、温度によって非常に變る。普通の金属、例へば電燈に使はれてゐるタングスタ：炭線などの抵抗は、温度が上ると著しく増すが、炭素炭線などはこれと違つて温度が上ると却つて減る。

1 ボルトは1 オームの導線を通し1 アンペアの電流を通す大きさである。

電流の強さを  $I$  アンペア、電圧を  $V$  ボルト、抵抗を  $R$  オームとすれば

$$I = \frac{V}{R}$$

の関係がある。

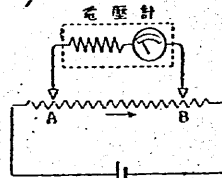
またこの関係は  $V = IR$  のやうに表すこともできる。

これは抵抗  $R$  オームの導線に  $I$  アンペアの電流が流れてゐる場合、その両端の間の電圧は  $IR$  ボルトであることを示すものである。

### 電 圧 計

電圧をボルト単位で測れるやうにした機軸を電圧計といふ。

これは鋭敏な電流計を非常に大きい値の抵抗と圖のやうに（直列）つないだものである。その用ひ方は、例へば圖の回路でA・B間の電圧を測らうと思へば、電圧計の両方の端子をA點とB點とに接觸させるのである。



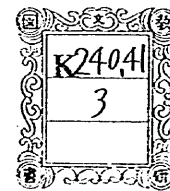
文部省檢定済

昭和21年3月1日 高等女學校理科用

# 物 象

4

高等女學校用



等學校教科書株式會社

〔後 Y '90

# 物 象

4

(高等女学校用)

昭和21年2月25日印刷  
昭和21年3月1日發行 定價90銭

著作権所有

APPROVED BY MINISTRY OF EDUCATION  
(DATE Feb. 25, 1946)

著者  
発行者

東京都神田区岩本町三番地  
中等学校教科書株式会社  
代表者 龜井寅雄

印刷者

東京都牛久保市谷加賀町一丁目十二番地  
大日本印刷株式会社  
代表者 佐久間長吉郎

配給元

東京都神田区淡路町二丁目九番地  
日本出版配給統制株式会社

發行所

東京都神田区岩本町三番地  
中等学校教科書株式会社  
日本出版協会会員第 410013

国立教育研究所  
付属教育図書部

(略名) 高女物象 4

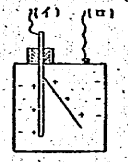
(問題) 4. 電圧計の両端子の間の抵抗が 1000 オームで、それに入れてある電流計が1目盛1ミリアンペアであるとき、この電圧計の1目盛は、何ボルトを示すか。

(問題) 5. 電圧計の抵抗が十分大きくないと、どんな不都合が起るか。

電圧計によつて電池の起電力なども測ることができるが、抵抗が十分大きくないと大きい電流が流れることによつて兩極間の電位差が減るので、眞の起電力を示さない。また蓄電器の電位差を測るやうなときには電圧計では測れない。

このやうなときには検電器といふ装置で測ることができる。

検電器は金属の筒の中へ、筒と絶縁した金属棒を下げ、それに金、或はアルミニウムの箔をつけたもので、電位差を測らうとする。(a)の状態で、それぞれ棒及び筒をつなぐと、電位差の大小にしたがつて箔が多く、或は少く開くので、それによつて電位差を測ることができる。



筒の開くわけは、例へば(a)の方が(b)より電位が高いと、筒のやうに正・負の電気が配置して、そのために箔が壁の方へ引かれるからである。

(問題) 6. 電気抵抗は電流計と電圧計を用ひて測ることができる。どうすればよいか。

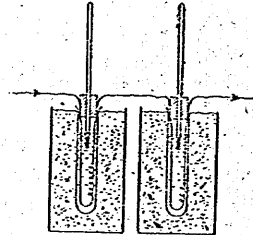
## 2. 電燈・電熱器

電流の熱發生作用を應用したものに電燈と電熱器がある。先づ電流の熱發生作用

を調べ、次に電燈・電熱器について調べよう。

### 1. 電流の熱発生作用

ニクロムなどの細い針金と太い針金とを、同じ長さだけとつて線輪状に巻き、それらを銅の線で直列につないで、2本の試験管の底へ筒のやうに入れる。次に、それらの試験管の中へ同じ分量の水を入れ、同じ構造の温度計をさした栓をして、全体を保温物で包む。それが終わったら、導線に電流を通して、両方の水の温度の上る速さを別々に測定する。



使った針金の太さ及び長さから両方の線輪の抵抗の比がわかるが、その比と上のやうにして測つた熱発生の上る速さの比とが、どんな関係になるかを調べると、導線の一定の部分に、一定の電流によつて、毎秒発生する熱量は、その部分の抵抗に比例することがわかる。

(問題) 電球の繊維が熱せられてゐるのに、コード線が熱しないのはなぜか。

そのコード線が蒲團の中などへはいつてゐて、そのために非常によく保温されたら、どういふ結果になると思ふか。

また上に示したやうな実験装置を用ひ、適当な方法を工夫し

て実験を詳しく行ふと、導線の一定の部分で毎秒発生する熱量は、そこを流れる電流の強さの二乗に比例することがわかる。

更に実験の装置を工夫して調べてみると、抵抗  $R$  オームの導線に  $I$  アンペアの電流が流れてゐるとき、毎秒発生する熱量 ( $Q$  カロリー) は

$$Q = \frac{1}{4.2} IR$$

といふ式で表されることがわかる。

ここに現れて来る 4.2 といふ数字は、上のやうな実験から自然に出て来る値であるが、これはアンペアやボルトやカロリーといふ単位のきめ方のために生じて来た重要な定数である。

熱は一種のエネルギーであることを知つてゐるが、上に述べたやうに導線に電流が流れると、そこに抵抗に比例し、電流の二乗に比例したエネルギーが熱となつて表れるのである。このエネルギーは勿論電流のエネルギーから變遷したものと考へられるが、これから電流のエネルギーについて調べてみよう。

電流のエネルギーは抵抗によつて熱のエネルギーになるが、電流のエネルギーは熱にだけ變るわけではない。導線の近くに磁石があつて運動することがゆるされる場合には電動機の場合のやうに電流のエネルギーは運動エネルギーに變り、水の電気分解のやうな場合には物質の變化に伴ふエネルギーに變るのである。

われわれは先に、 $R$  オームの抵抗に  $I$  アンペアの電流が流れてゐる場合、その両端の間の電圧は  $IR$  ボルトであることを知つた。この電圧を  $V$  ボルトと表せば、前の式は

$$Q = \frac{1}{4.2} IV$$

1) この定数を熱の仕事當量と呼んでゐる。

となる。

ここに  $Q$  は 1 秒間に現れて来る熱エネルギー (カロリー) で、 $\frac{1}{4.2}$  は  $Q$  をカロリー単位で表すためにつけた定数であるから、適当な単位を選べば、 $VI$  は、このとき 1 秒間に費される電流のエネルギーを表す。これを電力といひ、電圧 1 ボルトの 2 點間を 1 アンペアの電流が流れてゐるとき、その 2 點間で費される電力を単位として、これを 1 ワットといふ。

このことからわかるやうに、1 ワットの電力といふのは、電気が毎秒 1 ジュールの仕事をするに當る。

抵抗による熱発生するとき、導線の 2 點間で費される電力を  $P$  ワットとすれば、

$$Q = \frac{1}{4.2} P$$

となる。

電力は電気の仕事率である。これを、物體に力  $F$  を加へてその方向に単位時間にだけ移動するときの仕事率が  $fs$  であることと比較してみるとよい。

先にも述べたやうに、この電力  $VI$  は熱にだけなるわけではない。電動機の場合には、電氣的の力に抗して仕事をして、結局運動エネルギーとなり、電気分解の場合には物質の變化に伴ふ力に抗して仕事をして、物質の變化に伴ふエネルギーとなるのである。

## 2. 電燈・電熱器

電流によつて発生する熱を簡単に電熱といつてゐる。これから電熱を應用した電燈・電熱器及びこれに關聯してその取扱上の大切な事柄について調べてみよう。

(1) 電燈 一般に物體は高温になると光を出すが、電燈は細い繊維を電熱で高温に保つやうにしたものである。繊維は抵抗率が大きくて、摩擦の高いものでなければならぬ。最初は炭素繊維が使はれたが、今日ではタングステンを取扱ふ技術が進歩したために、電燈の線として、炭素より優れた性質のあるこの金属の方が一般に使はれてゐる。

電球の内部は、繊維が酸化したり熱の傳導や對流のために逃げるのを防ぐために真空にしてある場合もある。しかし酸素を含まない氣體をつめた方が、タングステンの昇華が少なくて有利なので、今日では主に氣體入りの電球が使はれてゐる。

(問題) 1. 100 ボルト 60 ワットの電燈には、何アンペアの電流が流れてゐることになるか。また、その電燈がついてゐるときの抵抗は何オームか。

(問題) 2. タングステン電燈に電流を通し始めた瞬間には、電燈がついてゐるときより、強い電流が流れるか弱い電流が流れるか。

## 照 明

電燈の使用目的は勿論照明であるが、上のことからわかるやうに、ここに費された電力が全部光になるわけではない。

(考察) できるだけ電力を光として有効に利用するには、どうすればよいと思ふか。

1) 融點は 3400 度。炭素は高温で融解しないが、しかしよく昇華する缺點がある。

2) 窒素・アルゴンなど。

実際の電燈では、電力のなるべく多くの部分が有効に光になるやうに工夫されてゐるが、それでも上に述べた白熱電球では、大部分熱として消費され、光となる部分は數%に過ぎない。

最近電力を非常に有効に光として利用し得る螢光燈がつくり出されてゐる。

タングステン電球では凡そ1燭について1.25ワットの電力を要する。

光度が大きいばかりでは眼のためによくないことがある。電球を艶消しにして光を散亂させるのはこのためである。また照らされる物體に影を著しく生ずることを避けるにもこの散亂した光を用ひる。

一般に電燈で直接照らす方法を直接照明法といひ、白い壁や天井に光を送つてその散亂光で間接に照らす方法を間接照明法と呼んでゐる。

実際には少い電力で明るく且つ衛生的に照らすために、いろいろの工夫が施されてゐる。

〔研究〕 同じ電燈でなるべく室を明るくする工夫を試してみよ。

自分の勉強には何ルクス程がよいか。それだけの明るさを得るためには何燭の電燈をどのやうにして用ひたらよいかを研究せよ。またこれに消費される電力はいくらか。

(2) 電熱器 いろいろな電熱器にニクロム線が使はれてゐるのは、この合金の抵抗率が大きいこと、融點が割合に高いこと、赤熱しても空气中で酸化しないこと。

1) 空气中で900—1100度位までの温度に堪へる。

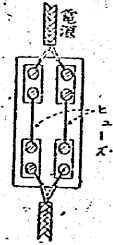
などの長所があるからである。

(問題) 3. 3 瓦の電気アイロンを石綿に包んで電流を通したら、そのときの気温 15 度から 100 度まで温度が上るのに約5分かかつた。このアイロンの消費する電力は、凡そ何ワットか。

(3) ヒューズ 屋外から電線を引き込む箇所に開閉器が取り付けてある。その蓋を開けば、屋内の配線が外と絶縁されるが、蓋を開かなくても、何かの事故であまり大きい電流が流れると、その中に仕掛けてあるヒューズが融けて、電流が切れるやうになつてゐる。ヒューズは極めて融點の低い合金の針金或は帯金で、それらの切口の寸法で何アンペアまでの電流に堪へられるかがさまる。

〔實驗〕 電燈線についてゐる開閉器を開いてから、一つの電燈のソケットを分解して、内部の構造を調べ、特に絶縁物の配置に注意せよ。

それが終つたら、今までソケットのついていた導線を、圖のやうなヒューズ取付け板の上の端につなぎ、下の端から別の導線を出して、その先にソケットと、なるべくワット数の大きい電球とをつける。板に取り付けるヒューズは十分細くて、今使つてゐる電球のワット数には堪へられない程度のものにする。準備ができたなら、ソケットのス



1) 鐵の比熱は約 0.12 (カロリー/瓦) である。電気アイロンはよく火災の原因になるから、いつも金属の臺の上に置かなければならない。

2) 融點は 66—71 度。

スイッチを切つて、開閉器を閉ぢ、ヒューズを注視しながらスイッチを入れてヒューズの焼け切れる様子を觀察せよ。

それが終つたら、先づ開閉器を開いて、導線をもとの状態にし、再び開閉器を閉ぢよ。

上の實驗中、開閉器が開いておかない限り、裸の導線やヒューズ、その他電源につながつてゐる導線に手を觸れないやうに注意せよ。

電線線に來てゐるのは、交流の100ボルトといふ電壓で、乾いた手でならば、片方の線にさはつても危険ではないが、兩方の線に同時にさはることは危険である。手や足が濡れてゐるときは決してさはつてはならない。

### 電力計

家庭・會社・工場などに於て、或は電燈に或は電動機に電力を消費してゐるが、これが賣買の計算のもととしては、電力と時間との積が用ひられ、これを測るには積算電力計(電力計)が用ひられる。さうしてこれはそれぞれの引込線の引込口の近くに取附けられてゐる。

先に述べたやうに電力の單位は1ワットであるが、その1000倍を1キロワットといふ。1キロワットの電力で1時間使用するとき消費するエネルギーを1キロワット時といひ、積算電力計で測られるのはこのキロワット時である。

積算電力計の内部には小さい電動機があり、その回転数は電壓と流れる電流の強さ及び流れた時間とに比例する。これを齒車によつて指針に傳へて、キロワット時を表すやうな装置になつてゐる。

(問題) 4. 自分の家の一箇月の消費電力<sup>1)</sup>を電燈のワット數、點燈時間などからと、積算電力計の讀みからと調べて比較してみよ。また使用電氣料は1キロワット時幾らになつてゐるかも調べよ。

### 3. 發電機・電動機

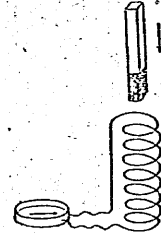
われわれは電流が電池から得られることを知つてゐるが、これでは大電力の供給には適しない。

大電力の電流を得るのは、發電機によるのであるが、これは電動機と同じやうな構造のもので、磁石の間で線輪を廻すか、線輪の間で磁石を廻すやうになつてゐる。先づどのやうに電流が起るから調べよう。

#### 1. 電磁誘導

[實驗] 1. 線輪に檢流計<sup>2)</sup>をつなぎ、棒磁石の一方の極を線輪の中へおし動かして、檢流計の針が動くかどうかを見よ。その動きから線輪内にどの向きの電流が流れるかを調べよ。

その後で、(1)極をさしてむときと引き出すときとで、線輪内の電流の向きがどう變るか、(2)極が北極であるときと南極であるときとで、電流の向きがどう變るか、(3)極



- 1) 通常消費電力といふが、正しくは消費電力=エネルギーである。
- 2) 檢流計は極めて弱い電流を測るのに用ひられる一種の電流計であるが、直接アンペア單位で電流が起るやうにはなつてゐない。

の動かし方が速いときと遅いときとで、電流の強さがどう変わるかを調べよ。

それが終わったら、上と同じ回路に抵抗を直列に入れ足して、(4)電流の強さが回路の抵抗でどう変わるかをみよ。

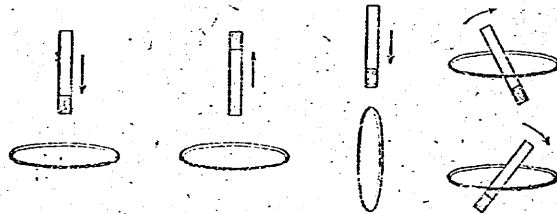
このやうに、線輪に対して、磁界が変化するために、電流の起る現象を電磁誘導といふ。電磁誘導できまつて来るのは、電流の大きさか起電力かといへば、上の(4)からわかるやうに起電力である。この起電力を誘導起電力、電流を誘導電流といふ。

上に調べた電流の向きに関することは、一々の場合について述べる代りに、次のやうに一括して表すことができる。

線輪に対して磁石が動くとき線輪に起る誘導起電力の向きは、その向きに流れる電流の磁界が磁石の運動を妨げようとするやうな向きである。

これを誘導起電力の向きの法則といふ。

(問題) 1. 次の図を示したやうな、いろいろな運動で起る誘導起電力の向きを、図に書き入れよ。

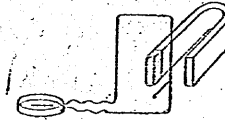


誘導起電力の向きは、上の法則できるが、その大きさは、(1)磁石が強いほど、(2)互の動き方が速いほど、(3)線輪の巻数が多いほど大きくなる。

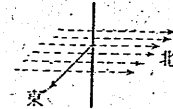
誘導起電力は、磁石と線輪とが運動してゐる間だけ働き、運動が止まれば止まる。

上の実験では、磁石の方を動かしたが、線輪の方を動かしても同じことが起る。

[実験] 2. 図のやうに、馬蹄形磁石の極の間から、検流計につないだ導線を引き出して、それにどんな電流が流れるかをみよ。



[考察] 1. 水平な北向きの磁界の中を、鉛直な導線が東の方へ動いたら、その導線にはどちら向きの起電力が起るかを、電流に作用する力の法則から考へて、図に書き入れよ。



このやうな場合の起電力の大きさも、磁界の強さと導線の動く速度とに比例する。

これわれれば上の実験で、他に電池などの起電力を用ひなかつたが、さういふ起電力を回路に入れても、誘導起電力の方は、それと関係なく磁石の運動できる。また、磁石の代りに電

流の通つてゐる線輪や鉄心のはいつてゐる電磁石を使つても、  
上と同じことが起る。

このやうに磁石と線輪との間に相互的の運動があれば誘導起電力が起るが、更にいろいろ實驗をしてみると線輪内の磁界に變化がありさへすれば、起電力が起ることがわかる。例へば電流の通つてゐる線輪を抜き差しする代りにそれを流れる電流を變へても同じやうに誘導起電力が起り、一本の導線でもそれを流れる電流に變化があれば、その生ずる磁界に變化が起るから、誘導起電力が起る。一つの線輪に起るのを自己誘導といひ、二つの線輪間に起る電磁誘導を相互誘導といふ。

また導線の代りに、金屬の板や塊を用ひた場合にも同様に誘導起電力が起る。

これらの場合、電流を流し始めるとき及び電流を切るときについて誘導起電力の起る向きを調べてみると、誘導起電力はそのために生ずる誘導電流が、線輪内の磁界の變化するのを妨げるやうな向きに起つてゐる。

相互誘導でも自己誘導でもその起電力の大きさは、電流の變化の速さが大きいほど、及び線輪の巻数が多いほど大きい。また線輪の中に鉄心を入れると、誘導作用強が非常になる。



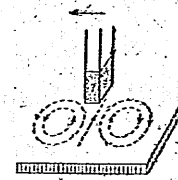
〔實驗〕3. 圖のやうに、アルミニウムの圓板を面が水平になるやうに吊りし、その下へ馬蹄形磁石の極を近づけて、磁石を鉛直軸の周りに回轉さ

せてみよ。

次に磁石を低い位置に下げてから、圓板に吊り糸の周りの回轉運動を與へ、急に磁石を上げて、圓板に近づけてみよ。

〔考察〕2. この二種類の實驗には、根本的な違ひがあるかどうか。

この實驗で、各極の直ぐ前のところには、圖に點線で示したやうな渦形の電流が流れる。このやうに一塊の導體の中に、誘導で流れる電流を渦電流といふ。渦電流はいろいろな目的に利用されるが、また場合によつては、これを防がないと害になることがある。



〔問題〕3. 上の圖で、北極の眞下では、圖のやうな向きの電流が流れるはずであることを説明せよ。また圖のやうな渦電流が磁石を止めるやうに働くわけを、渦電流を磁石に見立てて説明せよ。

#### 誘導線輪

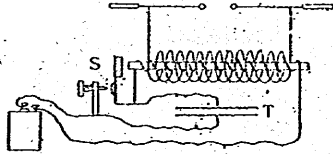
相互誘導を利用して、數ボルトの電池から、數萬ボルトの電壓を發生することのできるものに誘導線輪がある。

誘導線輪の要部は、次頁の圖に示す通りで、細い鐵の針金を多數束にした鉄心の土へ、太い絶縁銅線をあらく巻いたものを一次線輪とし、これとよく絶縁して、こ



の上へ細い被覆銅線を極めて回数多く巻いたものを二次線筒としたものである。

一次線筒と電池との間には、呼鈴の場合に用ひるやうな電流を隔絶する接点S及びSと並列に蓄電器Tが入れてある。

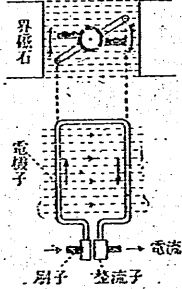


電池をつなぐと、ひとりでに接点が開いて電流が断絶するが、電流が通り始めるときより切れるときの方が、変化が急なので、切れるときに二次線筒に非常に高い起電力が起つて、火花間隙に火花が飛ぶ。

### 2. 直流の発電機・電動機、交流の発電機

電池で得られる電流のやうに、一方向きに流れる電流を直流といふ。電磁誘導を利用して直流を得るにはどうすればよいか。

直流発電機では、図のやうに電磁石で一様な磁界をつくり、その中で羽子板のやうな形に曲げた導線を、磁界に直角な軸の周りに回轉させるのである。羽子板の柄に當る所には、同筒を二つに割つた形の導盤(整流子)を、導線のそれぞれの端につける。整流子には炭素製の刷子を2箇向き合はせて隔れさせ、電流の出入口とする。



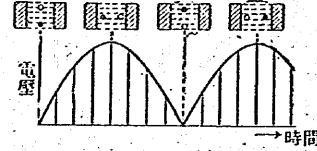
電氣機械では、いろいろな作用のもとになる磁界をつくる電磁石を界磁石といひ、界磁石に対して相互的に働いて、いろいろな作用をする導線の集りを電機子といふ。

上の図でわかるやうに、電機子が羽根のついた矢の向きに回轉すると、羽根のない實線の矢で示したやうな向きの起電力が起り、もし両方の刷子を導線につなげば、

1) 図の上の部分で、⊕といふしるしは刷子を通して電流を流すとき電流が向かふべ流れることを表し、⊙といふしるしは手前に流れてゐることを表してゐる。

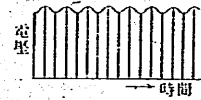
その向きに電流が流れる。

このやうな起電力は、電機子が一樣な速さで廻つてをれば、その面が磁界に平行のとき最大、直角のとき零になる。この起電力が零のとき、刷子の觸れてゐる整流子が入れかはるので、刷子間の電圧は図のやうになる。

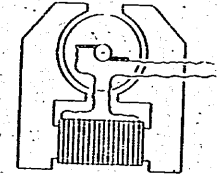


これで、整流子の作用によつて電圧が一方向きに起ることがわかつたが、しか

しその大きさは時間とともに非常に變化して不便である。この不便を除くために、實際の発電機では、電機子の導線の數と整流子の片の數を多くして、それらを電機子の回轉軸の周りに一樣に配置し、電圧がなるべく變化しないと同時に、それらの導線が最も有效に働くやうに工夫してある。



発電機の界磁石は、普通軟鐵に巻いた線筒に、直流を通した電磁石であるが、この電磁電流を電池などから取らないで、自分の起す電流から取るのが普通である。この電流の取り方にいろいろあるが、一つの主な方法は、図のやうに界磁石の線筒を電機子と並列につなぐ方法である。このやうにしたのを分巻発電機といふ。分巻発電機で運轉の初めに磁界を興へるものは、磁石に残つてゐる残留磁氣である。



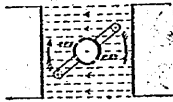
直流発電機に電流が流れてをれば、それを回轉するのに仕事がある。この仕事の中には、発電機の中で熱になつてしまふ部分もあるが、残りは外部で電力としていろいろな目的に利用される。その一つは、機械を動かすための動力である。

直流電動機は、直流発電機と同じ構造のものである。

1) 界磁石の巻線に通ずる電流。

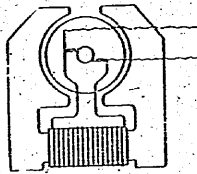
〔考察〕 発電機に電流が通るとき電機子の導體ほどの向きに力を受けるか、56 頁の圖について考へよ。

そこで、今直流発電機の電機子に、圖の向きに電流を通せば、圖の羽のついた矢の向きに回轉するであらう。この場合、電源が直流電源であつても、整流子の作用で電機子を通る電流の向きが、ちやうど都合よく變るから、電機子はいつまでも回轉を続ける。



同じ機械を発電機として使つたときと比べると、回轉の向きは同じであるが、電流の流れ方が逆である。いひかへると、電動機を働かせるには、それが発電機として出すはずの起電力に打ち勝つだけの電壓を、外から加へなければならぬ。これが電動機を働かせるのに電力のいるわけである。

圖のやうに電機子と界磁線輪を直列に接続してあるものを直巻電動機といふ。直巻電動機は、動き出しに非常に大きな力が出るので、電車の運轉などには缺くことのできないものである。

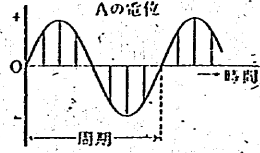


直流発電機の整流子の代りに、導線の各端をそれぞれ一つの導體の環（滑り環）につなぎ、2 箇の炭素刷子をそれらに接觸させると 刷子には電

- 1) 圖のやうに、ただ一對の整流子片しかないときは、電機子に力の作用しない場合が出来るが、その場所ははずみで通り越せる。
- 2) 56 頁の圖と比べよ。

機子の半回轉ごとに、向きの反對になる電壓が現れ、刷子を導線に結べば、それには交互に向きの反對になる電流が流れる。このやうな電壓を交流電壓、電流を交流といひ、上のやうな発電機が交流の発電機である。

交流では、一方の導線を接地してその電位がいつも零であるやうにしておくのが普通である。前の圖で、

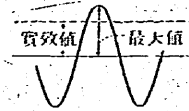


假に B の刷子を接地したとすれば、A の刷子の電位即ち B に対する A の電壓は上の圖に示した曲線のやうに變化する。

電位の變化が一循環して、もとの値になるまでの時間をその周期、1 秒を周期で割つた數を周波數といふ。

關東地方では周波數 50、關西地方では周波數 60 の交流が用ひられてゐるために、いろいろな點で非常に不便であり、且つ不利益である。

交流では電壓や電流をいふのに、實効値といふ値を用ひる。それは、電壓や電流が上の圖のやうに正しい波形をしてゐるときには、その波の山の高さ（最大値）の  $\sqrt{2}$  分の 1 に當る値である。交流電壓何ボルト、或は交流何アンペアといふのは、それらの實効値を指してゐる。



（問題） 電燈線には交流 100 ボルトが來てゐるが、この電壓の最大値は何ボルトか。また、その一方の電線の電位は、

- 1) わが國では規定によつてさうなつてゐる。
- 2) 普通には交流何ボルトといふが、これは交流電壓何ボルトの意味である。

一周期の間に何ボルトの間を往復するか。

### 3. 誘導電動機・変圧器・電力輸

交流は方向が常に替るので、一見何か役に立たないやうな感じを受けるであらう。もつとも電気分解などには交流は適しないが、その使用の目的によっては何ら差支なく、また却つて都合のよいことも多いのである。

例へば電燈を点灯する場合などは電球内の繊維の抵抗に対して電流が仕事をしきへすれば、そこに熱を生じ、電燈が点灯ことになるから、電流の変化が相當に速くさへあれば何ら差支ない。

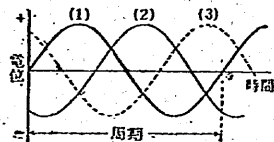
また、機械の構造さへ適當に工夫すれば、動力を得ることもできるのである。51頁の實驗からわかるやうに回轉する磁界があれば、その磁界内の導體はこれにつれて回轉するが、交流を利用すれば、その電流の変化を利用して回轉する磁界をつくることも容易である。

この原理を用いたものが誘導電動機であるが、この回轉磁界をつくるのに便利なものに三相交流がある。

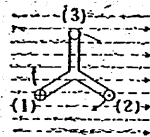
更に都合のよいことは、變壓器といふ機械によつて電壓を自由に上げ下げすることができ、これが電力を輸送するために非常に都合がよいのである。

### 三相交流

三相交流といふのは、三つの導線の電位の位相が周期の3分の1づつ互にずれてあるやうな交流で、その起し方の原理は、右の圖のやうに、単相の交流發電機の場合の2本の平行な導線を、回轉軸の周りに、互に120度づつ隔て

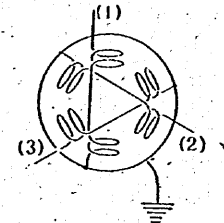


た3本の平行な導線で置きかへ、それらの向かふの端を一しよにつないで接地し、手前の端を3箇の滑り環で、外部導線につなぎ、3本の導



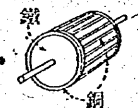
線を一體として回轉するのである。このやうにすれば、滑り環の電位、隨つて外部導線の電位は上の曲線のやうに変化するであらう。

次にこれらの3本の導線を、右の圖のやうな3相の線輪の(1)(2)(3)といふ端へつなぎ、それらの線輪の他の端を一しよにつないで接地すれば、これらの線輪の中央には、回轉磁界が出来るであらう。



(問題) 1. 圖の線輪の(1)(2)(3)といふ端が、それぞれ上の圖の(1)(2)(3)といふ電位に保たれたとしたら、中央の磁界はどこら向きに廻るか。

このやうな回轉する磁界の中に導體を入れて置くと、渦電流のために導體が廻り出すことは、前に述べた通りであるが、實際の電動機では、鉄板を重ねて作った圓柱體に、圓のやうな太い銅線の籠を外からかぶせたやうなもの(回轉子)を磁界で回轉させる。このやうな構造のものは、ただの銅或は鐵の塊より、回轉磁界に對して、遙かに有效に働く。



このやうな電動機を三相誘導電動機といひ、取扱が容易であること、堅牢なこと、などの長所があるので、工場で廣く用ひられてゐる。

三相交流に對して、普通の交流を單相交流といふ。

單相交流でも特別の工夫によつて回轉磁界をつくることができ、したがつて誘導電動機を作ることでもできるが、三相交流のやうに有效に使用することができないので、小型のものにしか使用されない。

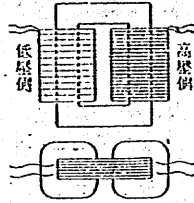
また三相交流の二本を用ひれば單相交流が得られる。

1) 圖の右下にあるのは接地のしるしである。これは、説明を容易にするために書いたもので、實際はなくてもよい。

## 変 壓 器

交流の電圧を上げ下げするのに使はれる変圧器といふものは、薄い軟鉄の板を多数重ねて、環状の鉄心を作り、それに2箇の線輪を巻きつけたものである。

変圧器の鉄心だけでなく、電線の中に入れる鉄心、その他磁界が絶えず變化する部分の鉄心には、表面を不導體にした鉄板を重ねるか、或は誘導線輪の鉄心の場合のやうに表面を不導體にした鉄の針金の束を使う。これは鉄心に渦電流の起るのをなるべく少くするためである。



[考察] 1. 鉄心に渦電流が多く流れると、どのやうな不利益が起るか。

(問題) 2. 鉄心に渦電流の起るのを少くするためには、重ねる鉄板の面を磁界の方向に對して、どのやうにすればよいか。

変圧器は普通、変圧器油といふ油の中に漬けて使用するが、これは絶縁のためと、変圧器に生ずる熱を速かに外部に傳へて、変圧器が過熱しないやうにするためである。

変圧器の一方の線輪に交流を通すと、誘導によつて他方に起電力が起るが、この場合兩線輪の端に現れる電圧の比は、兩線輪の巻數の比に等しい。

変圧器の二つの線輪のうち、發電機の側につないだのを一次

線輪、反對のを二次線輪といふが、同じ変圧器でも、どちらを一次線輪として使ふかによつて二次の電圧を上げることも下げることもなる。

## 電力輸送

[考察] 2. 遠方の發電所から一定の電力をある土地へ送るのに、途中の送電線での電力の損失をできるだけ少くして、しかも、細い導線ですますには、どうすればよいか。

實際遠距離の送電には、數萬から十數萬ボルトの交流電壓が用ひられてゐる。鐵塔に支へられてゐる、いはゆる高壓線といふのがそれである。市内の配電にも3000ボルトが用ひられてをり、それを所々の電柱にのせてある變壓器で、100ボルトに落して、それぞれの家に供給するのである。

3000ボルトの配電線は危険であるから、母子や腕木を赤色にして、一目でわかるやうにしてある。

このやうに三相交流は回轉磁界を得たり、電壓の上げ下げが自由であつたり、單相交流が自由にとれたり、いろいろの利點があるので、發電も電力の輸送も殆どこれによつてゐる。

直流の必要なときは需要地に於て直流に直して用ひる。

## 整 流

このやうにして送られた電力を、直流として使はなければならぬ場合には、交流を直流に直す整流といふ操作が必要である。

整流にはいろいろの方法がある。交流で電動機を廻し、それで直流發電機を動かす方法もあるが、近頃は水銀整流器といつて水銀の蒸氣中の放電を利用したものが

盛に使はれる。

小規模な整流が必要なのは、小型蓄電池の充電などの場合であるが、このやうなときには、よく亜酸化銅整流器、またはタンガー整流管が使はれる。

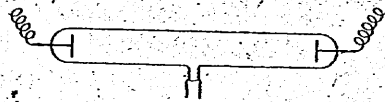
#### 4. 放 射 線

先に電流は電気の流れであることを知つたが、今までのところでは電流は正電気が流れるのか、負の電気が流れるのか、この両方が流れるのかわからない。またこの電気の本體についてもわからない。

これらのことは真空中に於ける放電、ついで陰極線・エックス線・放射線などに関する現象が発見され、研究されるにつれて、次第にわかつてきた事柄である。

##### 1. 真空放電

【実験】 下の圖に示すやうに、両端にアルミニウムの極を封入したガラス管の  
 兩極をそれぞれ誘導線輪の兩極につなぎ、  
 誘導線輪を働かしてみよ。



また管についた側管を空気ポンプにつなぎ、ポンプを働かせて管中の空気を抜きながら誘導線輪を働かしてみよ。

上の実験を室を暗くして行ひ、管内の様子を観察せよ。

極の正負を變へ、又管内の氣壓をいろいろ變へながらやつてみよ。

1) 【】のついたものは先生が主となつてされるものである。

この實驗で最初は火花が認められないであらうが、空気を抜いて行くと火花が飛ぶやうになり、管内の空氣の壓力が水銀柱數耗となると美しい光が現れるやうになるであらう。

この現象を真空放電といふ。

空氣の代りに、水素やネオンなどの氣體を數耗の壓力だけ入れた管を用ひてやると、それぞれの氣體に特有な光が見られる。

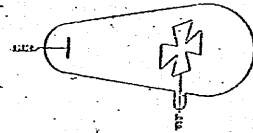
##### 2. 陰 極 線

上の實驗で管内の壓力を  $\frac{1}{1000}$  耗程度にすると、管内の美しい光は消えて、却つて管壁が黄綠色の光を放つやうになる。さうしてこのときは水素やネオンなどを用ひてもみな同様に氣體特有の色はみられなくなる。

【実験】 1. 管内の壓力を  $\frac{1}{1000}$  耗程度にした下圖のやうな真空管に誘導線輪で放電をさせ、

これを暗室内に於て観察せよ。

また、極をかへて行ひ、観察せよ。



このとき管壁は黄綠色の光を發するであらうが、それはどこが一番よく光るか、

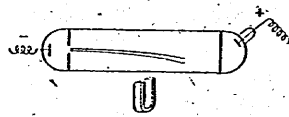
管内に封じ込んだ金屬板の影が管壁に映るであらうが、それは極とどんな關係の位置に見られるか、

この實驗で見られた事柄は陰極線からその面に直角に何か眼に

見えない一種の線が放射されて直進し、それが管壁に当たると、そこから黄緑色の光を發し、また途中に金属があるとその線はさへぎられると考へれば理會されるであらう。

この線を陰極線といふ。

【實驗】2. 圖のやうな管で陰極線を發しさせ、これに管側から磁極を近づけてみよ。また帯電體を近づけてみよ。管壁などの黄緑色の光を發する場所に變化はないか。



上の實驗でみられるやうに陰極線は磁界によつて動かされ、また電界によつても動かされる。

これらのことから陰極線は負の電氣を帯びたものが陰極の方から流れて來るものであることが考へられる。

研究の結果、この負電氣を帯びたものは、甚だ小さい粒子で、その質量は水素原子の質量の約  $\frac{1}{1800}$  ( $9 \times 10^{-31}$  瓦), その直径は約  $2 \times 10^{-13}$  程、その電氣量は  $1.6 \times 10^{-19}$  クーロンであることがわかつた。このものを電子と呼んでゐる。また陰極線に於けるその速さは甚だ大きく、光速の數十分の一位のものであることもわかつた。

### 螢光・燐光

上の實驗で、陰極線の當る管壁が黄緑色に光るのを見たが、これは電子が管壁の

ガラスに衝突し、ガラスをつくつてゐる物質が刺激されて光を發すると考へられる。これは陰極線が當つてゐる間だけ光り、陰極線の放射を止めれば止む。この光を螢光といひ、螢光を發しさせる作用を螢光作用といふ。

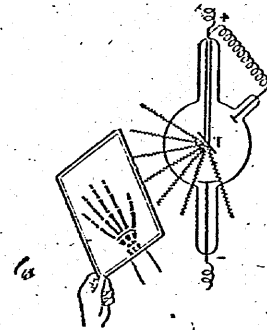
また、このやうな管に硫化カルシウムなどを入れて陰極線が當ると、同様に美しい螢光を發するが、このときは陰極線を絶つても、その後暫時なほ光を放つてゐる。このやうな光を燐光といふ。

螢光や燐光は陰極線の場合に限らず物質によつては、日光やその他によつても發するものがある。

### 3. エックス線

【實驗】陰極線を發しさせたと同程度の壓力にした圖のやうに作つた真空管(エックス線管球)での放電を暗室内で行つてみよ。管壁の螢光はどうであらうか。

對陰極 T に向かつて白金シヤン化バリウムを塗つた板を塗つた側を外にして置き、これを外側から見てみよ。またこの板に接して管との間に、手・萬年筆、がま口などを置き、板を外側から見てみよ。



このときみられるいろいろな事柄は次のやうに考へれば理會される。

球面の一部をなす陰極からその面に垂直に出て、直進した陰

極線は對陰極板に衝突し、ここから一種の放射線が散亂されて直進する。この線が管のガラス壁に當ると螢光を發しさせる。なほこの線の一部はこれを通過し、螢光板に當つてこれに螢光を發しさせる。またこの線は筋肉を通過し、骨を通過せず、皮を通過し、金屬を通過しないから、手の内部、がま口の内部を螢光板上に見ることができる。

また螢光板の代りに寫真乾板を置き、暫くしてから現像すれば、螢光板に見たと同様な寫真(陰畫)が得られる。

この線はこのやうに普通の光の透過しない物質を透過し、また螢光作用・寫真作用をもつてゐる。なほ生物體に作用し(生理作用)、空氣に電導性を與へる(電離作用)。

このやうにこの線は、ある性質は陰極線に似てゐるが、また詳しく調べると全く違つたものであることがわかる。

即ち陰極線はその發する面に直角に出るが、この線は面から四方に向つて出る。またこの線は電界にも磁界にも曲げられない。この線をエックス線といふ。

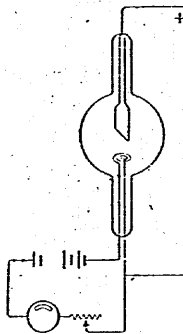
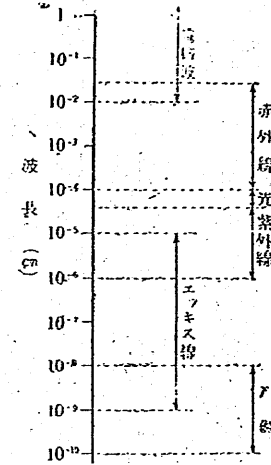
エックス線は電磁氣的の波の性質をもつものであり、その波の波長は非常に小さく普通  $10^{-8}$  程度のものであることがわかつた。

エックス線の上のやうな性質は光の性質と同じものである。研究の結果によつて、光もラジオに用ひる電波もエックス線も皆同じく電磁氣的の波(電磁波)であり、それらの表す性質の違いは、ただその波長の違ひから起つて來るものであることがわかつた。

同じく光でも赤と紫と、音も悠ずるのも波長の違ひからであり、またエックス線が普通の光が透過しないものを透過し、また眼に見えないのも波長の違ひからである。

日光のスペクトルを詳しく調べると赤より外の方にも眼に見えない線(赤外線)のあることがわかる。また紫の外にも眼に見えない線(紫外線)のあることがわかる。

なほこのほかにもラジオウムなどから出る電磁波(γ線)などもある。右の表はそれらの波長を示す。



エックス線は人體の内部診察や醫療に用ひられ、またいろいろな材料の検査などに用ひられる。

今日實際に研究や診察に用ひられてゐるエックス線管球は左圖に示すやうに電流によつて熱せられた線を陰極とし、またこれに加へる電力も變壓器と特殊な蒸波装置によつて供給せられる。

4. 放射能

ウラニウムといふ元素の化合物を含んだ鹽物を、黒紙で包んだ寫真乾板の上に數日間置いて後、現像すると乾板に感じてゐる。

研究の結果によつて、これはウラニウム元素によるものであ

つて、これがエックス線に似た一種の線を放射するためであることがわかった。このやうな働きを放射能といひ、このやうな物質を放射能物質といふ。

放射能物質はウラニウムのほかに数種発見されたが、それらの内、ラジウムと呼ばれるものは放射能が甚だ強い。

ラジウムを磁界に置いてそれから出る線を調べると、進路が少し曲げられるものと、これより著しく反対側に曲げられるものと、少しも曲げられないものとあることがわかる。これらをそれぞれ  $\alpha$  線・ $\beta$  線・ $\gamma$  線と呼んでゐる。

研究の結果によると、 $\beta$  線は電子の流れで、陰極線と同じ本質のものであり、 $\gamma$  線はエックス線と同じ本質のものであるが、波長が更に短いものである。 $\alpha$  線は陽電気を帯びたヘリウム原子（ヘリウムイオン）の流れである。この粒子を  $\alpha$  粒子と呼んでゐる。

図はラジウム化合物を針頭につけ、底に蛍光板を置き、蟲めがねで観察するやうに装置したものを示す。このやうな装置を用意し、暗室で眼を十分にならしてから観察すると、恰かも暗夜に星を見るやうにおびただしい光點が明滅するのが見られる。これは  $\alpha$  粒子が蛍光板に衝突してそのとき發する光である。



ウラニウムもラジウムも原子量の極めて大きい元素であるが、他の放射能物質も皆原子量の大きい元素か、或はその化合物であつて、その放射能は皆それぞれの元素に歸因してゐる。

研究の結果によれば、それらは放射線を出しながら他の元素に變つて行くのであることがわかつてゐる。

われわれは元素は不生不滅不變のものと考へ、元素によつてはそれらの中で集合離散（化合・分解）はするが、元素、したがつてその原子そのものは不變と考へて來たが、この放射能物質に於ては元素・原子は變化し、そして多くは、原子量の小さい元素に變つて行くのである。即ち  $\alpha$  粒子を放射すれば、ヘリウムの原子量に相當する 4 だけ、原子量の小さい他の元素に變る。

これは原子が單一なものでなく、その中にヘリウム原子に相當するものを含んでをり、これを放射して原子が壊れて行くこと考へれば理會される（原子の崩壊）。

## 5. 電 氣 通 信

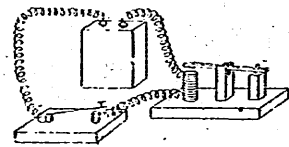
電氣を利用した通信には普通の電信や電話のやうに有線のもの、無線電信や無線電話などのやうに電波によるものがある。

次にこれらについて調べよう。

### 1. 電 信

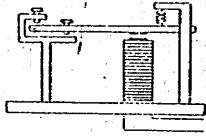
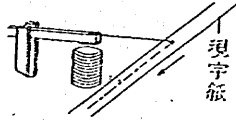
電信機については已にその簡易なものについて知つてゐる。

（問題）1. 右の圖は簡易な電信機を示す。その作用を説明せよ。



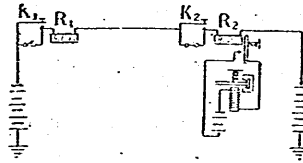
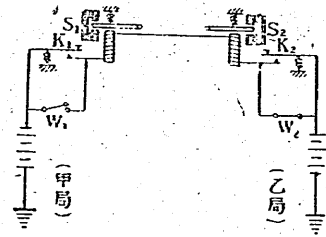


受信機にはその通信の記號を一樣な速さで繰出される巻紙に記すやうになつてゐる現字機と、ただ音を聴くだけで受信する音響機とがある。



(問題) 2. 右の圖は発信機と受信機とを備へる甲、乙二局の連結の一例を示す。

これについてその作用を研究せよ。

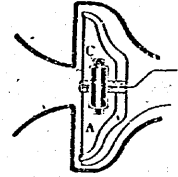


スイッチ  $W_1, W_2$  は常時は閉ぢ、発信の際に開く。電信の通信距離が大となると電流が弱まるから、受信機の働きも弱くなる。それで繼電器を併用し、他局から來る電流は受信装置の回路を開閉させるだけに用ひる。

(研究) 各地の電信局から全国各地に發受する實際の情況を研究せよ。

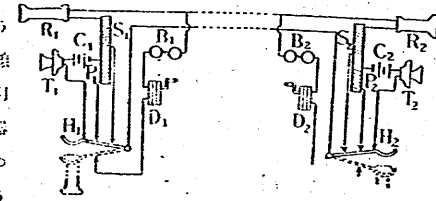
### 2. 電 話

電話機は送話器と受話器とから出来てゐる。送話器には、音波を受けて振動する金屬板  $A$  があり、その後炭素粒  $C$  を緩くつめた筒がある。音波が來て金屬板が振動すれば、炭素粒の押し合ふ力に變化を生じ、その部分の電氣抵抗が變



る。それで、これを電池の回路に入れて置くと、音波の振動に應じて、それを流れる電流の強さが變る。この變化した電流が電話線で受話器へ送られる。受話器は強い馬蹄形の耐久磁石  $M$  の兩端に軟鐵片  $E, E'$  を連ね、その軟鐵片に各、線輪を取附け、また軟鐵片の端に對して極めて近く薄い軟鐵板  $F$  を裝置したものである。送話器からの電流が受話器の線輪に通ずれば、電流の強弱にしたがつて軟鐵板を引く力に變化を生じ、それを送話器の金屬板と同様に振動させて、送話と同じ音を發するのである。

遠隔の地では、上図のやうに電池の電流が直接に電話線を通るやうにすることは不可行であるから、一種の變壓器を裝置し、電池の電流はその一次線輪  $P_1, P_2$  を通るやう



にし、二次線  $S_1, S_2$  を電話線につなぎ、それに受話器を挿入する。さうすると、送話器で起る電流の変化が線路によつて高電圧の電流の変化となつて電話線を傳はり、したがつて相手の受話器に流れる電流に相應變化を興へる。

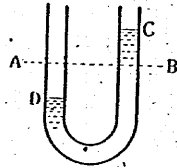
〔實驗〕 電話機を分解して、その構造を實際に調べてみよ。

### 3. 無線電信・無線電話

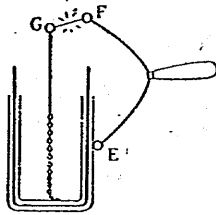
先づ電波はどんなものから、またどうして發せられるか調べよう。

#### 電氣振動

〔實驗〕 1. 右の圖のやうにあまり細くない U 字管に水を中程まで入れ、一方から吸上げてから急に放してみよ。静止するまでに水はどんな運動をするか。



電氣にもこれと同じやうな現象がありはしまいか。



蓄電瓶を豫め充電して置いて、左の圖のやうに放電棒を近づけると、F と G との間に火花を發して放電する。これを非常に速く回轉する鏡に寫して見ると、F と G との間に數回火花が起つてゐることがわかる。この場合放電棒 E F の中には百萬分の一秒位の周期で迅速に方向の變る交流が流れてゐるのである。

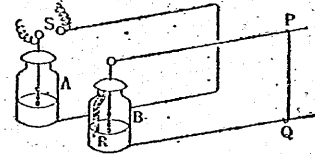
これを振動電流といひ、この現象を電氣振動、このやうな回路を振動回路といふ。

#### 電波・電氣共鳴

物體が劇しく振動すると、その周圍に音波を起してこれが四方に傳はる。導線中電氣振動が起る時には、導線の周圍に電氣的の振動變化が起つて四方に傳はるやうなことはあるまいか。振動數の相等しい音叉が共鳴するのと同じやうなことが電氣振動にもみられないであらうか。

#### 〔實驗〕 2. 大きさの同じ

蓄電瓶 A, B を圖のやうに用意し、蓄電瓶 A の回路にある間隙 S に火花を飛ばし、他の蓄電瓶 B の回路 PQ の位置をいろいろに變へながら、B の内箱にかけた箱と外箱との間 R に注意せよ。



この實驗で蓄電瓶 B の回路 PQ の位置をいろいろに變へて蓄電瓶 A に於ける回路の形、大きさと殆ど等しくしたとき、R の部分に火花が出たであらう。これは、A に電氣振動を起させると、それから電氣的の波を生じ、これが B の振動回路に當り、PQ の位置を變へて B の固有振動數を A の固有振動數に等しくする（同調）ことによつて、B は A の電氣振動に

共鳴し、Bの回路にも電気振動を生じたためであると考へれば理解される。

この現象を電気共鳴といひ、この電氣的の波が電波である。固有振動数は回路の形、大きさ及び蓄電瓶の容量によつて定まるものである。

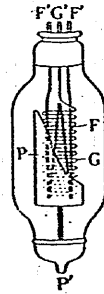
詳しい研究によれば、電波はなほ電氣的の振動を作らぬ（それで電磁波ともいわれる）、その空気中での速さは毎秒30萬呎で光の速さと同一であり、なほ反射・屈折なども全く光と同じ法則にしたがふものであることがわかる。その本性に於て光と同一のものであることは已に知つたが、ただその波長は光に比べて非常に大きく、數呎から數千呎のものである。

### 無線電信

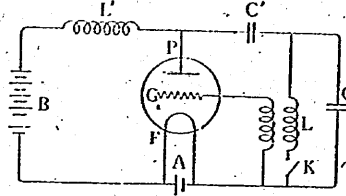
上の實驗は無線通信の原理を示すと考へられる。しかし實際の通信は非常に遠距離間に於ても行はれなければならないので、一方發信に於ては強力なエネルギーを發することが必要であり、受信に於ては非常に鋭敏でなければならない。

しかし、上の實驗のやうな裝置では、強力なエネルギーを出すのにも、また鋭敏な受信にも適しないので、實際の無線通信には特別の工夫發明が更に必要であつた。

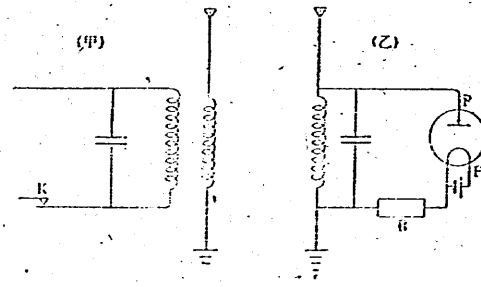
今日最も優れたものとして實際に用ひられてゐる發信裝置は三極真空管による裝置である。三極真空管は圖のやうに線條Fと金屬板（陽極）Pとを向かひ合せ、その間に金屬網（格子）Gを挿入し、内部を真空にしたものである。



三極真空管を右の圖に示すやうな回路に入れ、Aの電池で線條を熱して置き、更にBの電池の陽極をPに、陰極をFに結ぶと、線條から電子が出て金屬板に達し、真空管の中でPからFに向かつて電流が通る。



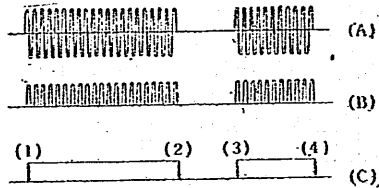
圖の右半分につないだ蓄電器Cと線輪Lとは前に述べた蓄電瓶と放電棒の役をしてをり、電鍵Kを閉ぢると、そこに振動電流を發生する。LCに振動電流が起ると、これがGにつながつてゐる線輪に誘導作用を及して、GとFとの間に振動電壓が現れ、それにつれてPF間の電流が一層劇しく變るためにLC中の振動電流は一段と強くなる。圖には更にC'とかL'とかいふ蓄電器や線輪もあるが、これらは附隨のものであつて、C'はB電池の直流がLCの振動回路にはいらぬやう、またL'は振動電流がB電池の方に來ないやうにするための



ものである。

このやうにして振動電流を起す装置を真空管発信器と呼んでゐる。

無線電信の送信機は前頁の圖(甲)のやうな装置で、發振器の振動回路の線輪に振動電流を起すと、これと組合つた空中線にも振動電流を生じ、右の圖の(A)のやうな電波を發射する。電鍵 K を電信符號に應じて開閉すれば、これに應じて電波もまた同様に斷續して發射される。



受信機は前頁の圖(乙)に示すやうなもので、その空中線に電波が來ると共振によつて線輪及び蓄電器に上の圖の(A)に似た電氣振動が起る。(A)の電流の波は非常に速やかに變るので直接では記録装置 R はこれと一しよに動けないが、二極真空管<sup>2)</sup>は一方きの電流だけを通す性質があるので、電流の形は(B)のやうになり、R はその平均の形(C)を記録する。

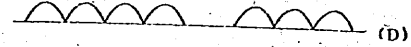
上の受信装置では二極真空管と記録装置を用ひたが、二極真空管の代りに三極真空管<sup>3)</sup>を用ひて一層強い信號の電流を得ることもでき、また真空管や電池を用ひず、簡單な磁石檢波器で受信することもできる。また記録装置の代りに受話器を用ひ、

- 1) 右線の電信の印字機と同様なもの。
- 2) 三極真空管の全屬制を缺くもの。
- 3) 受信用の真空管は發信用と同様の構造であるが小容量でよい。

音によつて受信する方法もある。

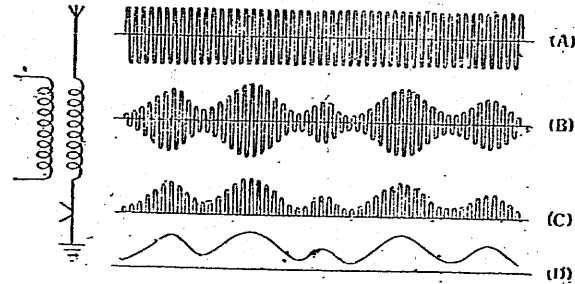
記録装置の代りに受話器を用ひる場合には(B)のまゝでは信號として聞きとれない。受話器は(C)の(1), (2), (3), (4)のところでは同じやうな音色の音を出すだけであつて、その中間では音を立てないからである。信號を音として聞くには、(C)の代りに右の圖の(D)のやう

に受話器が振動すればよい。受話器を用ひる装置では、特別の工夫によつて、このやうに受話器を併くやうにしてある。



### 無線電話

電波を利用して話を送るには、次の圖の(A)のやうに電波を出して置いて、空中線の下部にある送話器に向かつて話をする。音波の波形にしたがつて送話器の電氣抵抗が變化するから、空中線の電氣振動の強さも電波の強さもそれにつれて變化し、圖の(B)のやうになる。



受話装置は 77 頁の無線電信の圖(乙)の R を受話器としたものである。即ち電波に共振して生ずる振動電流を真空管、

或は鑽石檢波器によつて前頁の圖の (C) のやうな非對稱的に振動する直流に變へると、受話器にはその平均の (D) のやうに働いて音波を再現し話を傳へる。

上の説明中無線電信の發信では、電燈を陽極の回路に入れてあるが、格子の回路に入れてあるものもあり、無線電話の説明に於ては送話器を空中線の下部に入れてあるが、實際にはむしろ格子の回路に組合した特別の回路に入れてあるなど、その他に於ても更に複雑精緻を極めてゐる。

また受信に於ても増幅作用のある三極真空管が最も鋭敏であるので實際には多くこれが用ひられる。三極真空管は檢波のほか増幅の目的のためにも用ひられる。

またラジオなどでは送話器も特に鋭敏につくられたマイクロホンが用ひられ、受話にも鋭敏で且つ大きい音を出し得る擴音器が用ひられる。

〔研究〕 ラジオ受信用の真空管の構造及び受信装置を調べてみよう。