

無線電學習叢書之一

怎樣學習無線電

黃淡樵 編

修訂四版

無線電學習社



編輯大



4160360

爲什麼編輯這部小叢書 無線電可以說是大衆化的科學，因爲它最容易引起人們的興趣，所以便成爲一般業餘研究的對象。學習和研究無線電除了實驗以外，必需要先瞭解它的基本原理和常識，才能達到成功的大道；但是許多學習同志，因爲一般無線電書本和參考書籍的內容是包羅萬象，未免目不暇接，更因爲被深奧的原理和複雜的公式所打擾，影響了學習的情緒，偏向着裝修實驗而忽略了對基本原理的認識，祇知其然而不知其所以然，這是不合理的。我們爲了配合學習同志的需要，搜集了實用而精簡的材料，以淺明詳盡的敘述和有次序的編排，刊行這一部份小叢書；使學習同志在閱讀後能充分瞭解基本原理，而且進一步把它運用到實驗上去。

怎樣編輯這部小叢書 爲適合學習的需要，這部叢書的編排，是從最淺的基本原理起，包括收音機的裝製實驗，修理，發射機的實驗，對線路的認識，各種通訊方法，直到無線電工程。更爲了數學和英文在無線電應用上的重要，另外增編無線電數學和無線電英文，全部十餘本，每一本的內容都以精簡實用爲主，力求切合實際的需要，遇到極重要而極繁雜的地方，則儘量用詳細淺顯的舉例方式很透澈的加以解釋，務使學習者不單能够瞭解理會，並且能够達到自由運用的地步。

怎樣使用這部小叢書 學習同志可以利用這部小叢書作爲自修和研究時參攷輔助之用，學校・訓練班・電台等則可以用作課本教材或參考書，這樣對於教導和學習雙方，都會感到便利的。

四版序言

這本書的主要目的是使初學者對於無線電基本常識的輪廓有一個初步扼要的認識，所以編寫方面是着重淺明和扼要的原則而避免重疊，紊亂和枯燥，無線電的範圍是那末的廣闊，這裏不過是一個簡單的開始，本叢書之二之三……就逐步將問題擴展深入，但仍然根據淺明扼要的原則來幫助讀者學習。

當然，我們缺點很多而且科學一天是比一天進步的，所以我們每再一版必定更換了新的資料，使每本書永遠的年青，活潑。

最後我感謝廣大讀者給予我們的合作。

編者

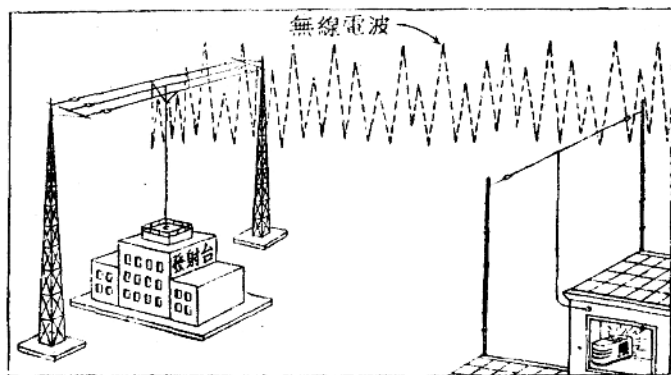
目錄

引 言.....	1
第一節——電的基本概念.....	2
電是怎樣產生的 電位差的重要 電動力的作用 歐姆定律分析 電工率 交流電和直流電	
第二節——無線電波.....	14
無線電波的形狀 無線電波的週率 週率和波長的關係 電波的種類 電波的傳佈 越程和通訊的關係 衰落的緣因	
第三節——儲電器.....	25
儲電器的構造 儲電器的代表符號和實圖 充電的情形 串連和並連的方法 顏色鑑別法	
第四節——電阻.....	38
電阻的性質 電阻的代表符號和實圖 串連和並連的方法 電阻的電工率 顏色鑑別法	
第五節——綫圈.....	45
綫圈的感應作用 綫圈的代表符號和實圖 綫圈的感應量 綫圈的種類 變壓器的構造	
第六節——迴阻和總阻.....	54
儲電迴阻 感應迴阻 串連總阻	
第七節——諧振.....	62
諧振的原理 導綫對各種電流的阻力 調節電路的振盪	
第八節——真空管.....	68
電子運動 燈絲的構造 二極管原理 三極管原理 四極和五極管原理 可變放大係數和束射電力放大管的構造 多極管和複作用管的構造 真空管的主要用途	

怎樣學習無線電

引言

無線電是一種突飛猛晉的科學，也是一種蓬勃的事業，無線電對於人類的貢獻是太大了，不單是可以利用來作教育，娛樂，通訊等等，還可以用來醫療，我們日常接觸無線電的機會很多，無線電是什麼呢？無線電是一種不需要電線傳導的電能，是從天空裏傳播到四週去，我們的收音機可以隨意收聽很多的電台，這些電台有的遠隔重洋，有的近在咫尺，這些電台的電訊，音樂都能在收音機裏收到，然而電台和收音機之間是沒有任何電線作聯繫的，這些電訊是怎樣傳來的？是由無線電波傳來的，無線電具體的就是指無線電波，無線電波是無遠弗屆，地球任何一個角落都有她的踪跡，所以世界各地的通訊，船舶，飛機和陸地的聯繫也是由無線電來担任，無線電在國防上是相當的重要。



圖一 無線電的發射和接收

第一節

電的基本概念

世界上任何一種物質不論是氣體，液體和固體都存有電的本能，因為構成物質的單位是各種原子 Atom，但原子仍不是物質的最小單位，原子是由兩種特性不同的微小粒子組織而成，這兩種微小粒子就是我們研究的中心，也就是電的發源地。

這兩種微小粒子一種是帶陽電的叫質子 Proton，一種是帶陰電的叫電子 Electron，這兩種帶電粒子的電荷 Charge，雖然相反（一陽一陰），質子但所代表的電量是相等的。電子

電荷的特性是和磁的特性一樣：同性相拒，異性相吸。陽電荷又叫作正電荷 Positive Charge 代表符號是 (+)，陰電荷又叫作負電荷 Negative Charge，代表符號是 (-)。

質子的質量 Mass 比電子要重一千幾百倍，但體積却比電子小得多，我們雖然還不能看見電子到底是怎樣的東西，然而科學上已能夠將她們的重量尺寸和特性都告訴了我們。原子在理想中是一個和太陽系差不多的組織，原子核像太陽一樣的在中心，週圍有許多像行星般的電子在環繞着運轉。原子核是由一部份質子和中子 Neutron (一部份等量的質子和電子結合而成) 所組成，中子是中性的，所以原子核對週圍像行星一般在運轉的電子是由質子的吸力緊緊的維繫着。舉一個例：譬如炭原子是由十二個質子和十二個電子組合的，原子核由六個中子和六個質子組

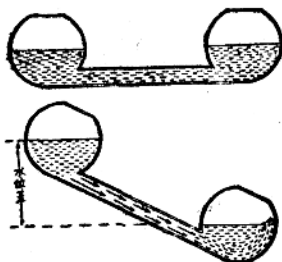


成，其餘的六個電子就由這六個質子的吸引力所吸引在原子核的週圍按規定的軌跡運轉，這些運轉的電子叫作行星電子，也叫作自由電子，普通我們所討論的電子就是指這些自由電子。

每一種原子都是由數目不同的等量質子和電子組織而成，是一個無荷電作用的中性體，那末怎樣會有電呢？因為物質和物質之間時常會發生磨擦，撞擊，或者受到溫度變動等影響，使原子裏的自由電子受到這些外力的影響而脫離原子，這樣一來，失去電子的原子本身的電量因此失去了平衡，正電量比負電量多起來，變成了一個帶正電的原子，假使另外一個原子得到了多餘的電子時也失去了平衡，負電量比正電量多起來，於是也變成了一個帶負電的原子，帶了正電的原子亟於吸收外面的電子來平衡本身的電量，帶了負電的原子內多餘的電子，更容易在受到外力影響後移到另一原子裏去。原子因失去或多得了電子而成了荷電體，而電子在原子之間移來移去就是我們所要知道的——**電** Electricity。

電子在原子間的移動是無規則的，一會兒從東面的原子移到西面的原子裏，也會從西面的原子移到東面的原子裏，這種沒有規則的移動所產生的電，往往因為方向相反而互相抵銷，這種電的作用實際上是等於零。所以需要設法把電子的移動加以控制，使電子在一定的方向移動，這樣就可以有實際的電作用了。

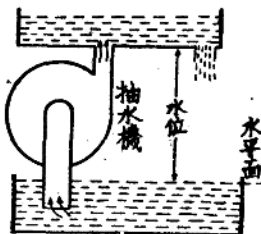
怎樣才能使電子往一定的方向移動呢？我們知道水是由高的地方向低處流的，假使在同一水平面上水是不會流的，



所以必需使水位有了高低，水才會流動。電也是一樣，假使兩個荷電體的電量相等，電子是不會移動的，也要使兩個荷電體的電量不相等，電位上有了差別，電子才能從比較負的一端流到比較正的一端上去，所以要電子流動

和控制流動的方向就必需有 **電位差 Electric Potential**。

怎樣才有電位差呢？又要用水來作譬喻了。如果我們要平靜的水流動，就得用一具抽水機把一部份水抽到高於水平面的地方，使水位有了高低，水就會從高處往低流，同樣的我們也可以用一種動力把電子堆積到一個荷電體上，使兩個荷電體的電量不相等就有電位差，這種動力叫作 **電動力 Electromotive Force**，又叫作 **電動勢**，簡寫 **EMF**。



電動力的作用是製造電位差，電動力的產生雖然有許多方法，在實際的使用上大致有兩種，一種是化學方法，因化學的作用使兩種物質變成電量不等的荷電體而發生電位差，一種是利用電磁感應方法使電子往一方面移動。凡是有電位差的地方我們通稱作 **電源 Electric Source**。電動力是在電源內部製造電位差成爲一種 **電能 Electric Energy** 去推動 **電路 Electric Circuit** 上的電子，等於一具抽水機祇是把水從水平面抽到高處造成使水流動的壓力而已，並不是直接的動力。

水位的高低是用尺寸來計算，那末電位差也應該有一個

計算的單位，這個單位就是伏脫 Volt，兩點間的電位差叫作電壓 Voltage，電壓愈大也就是電位差愈大，推動電子的能也愈大，譬如普通用的乙電池電壓是45伏脫即是說這個電池正負兩端的電位差是45伏脫。通常用E代表電壓V代表伏脫。

在電位差的兩端接了一個電路，電子就從負的一端向正的一端流動，我們知道正的一端因為缺乏電子所以亟需補充電子，而電子的本身是荷陰性的，因此電子流動的方向是由負向正，在這個一定方向的集體電子流，就是電流 Electric Current。

在電路上流動的電子多少，就是電流的強度，計算電流的單位是安培 Ampere。每秒鐘有 6.28×10^{18} 即 6,280,000,000,000,000,000 個電子在電路流過就是一安培，通常用I代表電流，A代表安培。

無綫電機的高壓屏電路的電流很小，通常用千分之一安培來計算，千分之一安培可稱作 份安培 Milliampere，又稱作毫安培，用MA來代表，更小的還有百萬分之一安培就是 渺安培 Microampere 又稱作微安培，用 μA 來代表。

電子在電路上流動的時候，因為構成電路的物質不同，如含有自由電子較多的金屬如銀，銅等等，這些金屬的原子裏所含的電子比較容易被推動，所以導電性良好，這些導電性良好的物質我們叫作 導體 Conductor，有些物質的原子核吸力極強，很不容易使這種原子裏的電子流動，所以導電性很劣，在一定的電壓下，有些物質原子絲毫不受影響，等於不通電，因此叫作 絕緣體 Insulator，絕緣體和導體並沒有嚴格的區別，假使在某一電壓下稱作絕緣體的物質上施以更大的電壓，超過了原子核對電子的吸力時 這個物質的電子一樣

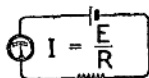
可被推動而成這個高電壓下的導體。所以使電子在電路上流動所需的電能一部份是去抵銷導體裏原子核對電子的吸力，這種吸力可以說是電路的阻力，稱作電阻 Electric Resistance，原子核吸力愈大的物質，電阻愈大。

電阻的計算單位是歐姆 Ohm，接在電壓一伏脫上的導體兩端有一安培電流通過時，這個導體的電阻是一歐姆，通常用 R 代表電阻 Ω 代表歐姆。

任何的電路在工作時候脫離不了電壓電流和電阻，因為有了電壓才有電流而且導體對電流都有阻力，所以這三者的關係是不可分離的。我們翻開歐姆定律 Ohm's Law：任何電路裏的電流強度一定等於工作的電壓除以電路內的電阻所得的商數。這是電學裏最基本而最重要的定律。

我們可以用算式來把定律的意義加以分析，定律上說的是：

$$\text{電流} = \frac{\text{電壓}}{\text{電阻}}$$



在算式裏找出，電流是和電阻成反比，和電壓成正比，如果電路上的電阻愈大，電流通過愈小；電阻愈小，電流通過愈大；加到電路上的電壓愈高電流通過愈大；電壓愈低電流通過愈小。

電路裏的電阻和電流既然成反比，也可以由算式化出：

$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}}$$

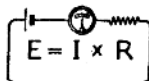


算式所表示的電阻和電流成反比，和電壓成正比，電路裏通過電流愈大，電阻愈小；通過電流愈小，電阻愈大；加

到電路上的電壓愈大，表示電阻愈大，電壓愈小電阻愈小。

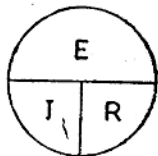
由上面兩個算式看來，電壓和電流或電阻都成正比，那末列起算式來就是：

$$\text{電壓} = \text{電流} \times \text{電阻}$$

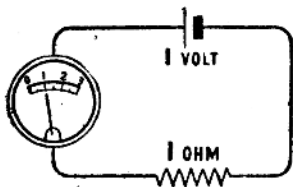


算式很明顯的表示出來，電路上的電阻增大時，如果需要通過一定數量的電流，電壓需要加高；反過來說，在一定電阻的電路上需要通過更多的電流時，電壓也要加高。

這三個算式在電學上計算電路的電流電阻或電壓時非常的實用，可以用圖來表示這三者相互間的關係。



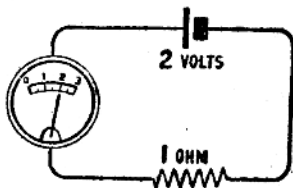
舉幾個簡單的例子來運用這些算式：譬如在一個電路裏，電阻是 1 歐姆，電壓是 1 伏脫，電路裏通過的電流是：



$$\text{電流} = \frac{\text{電壓}}{\text{電阻}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ 安培}$$

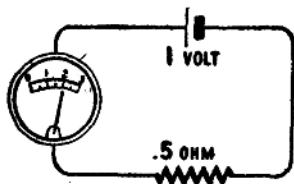
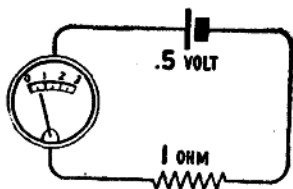
假使電壓增加到 2 伏脫，那末

$$\text{電流} = \frac{2}{1} = 2 \text{ 安培}$$



假使電壓減低到半伏脫，

那末 電流 $= \frac{.5}{1} = .5$ 安培



反過來如果電路上的電壓是 1 伏脫而電阻減小到半歐姆

那末 電流 $= \frac{1}{.5} = 2$ 安培

舉一反三，就很容易的運用其他的算式了。（參閱本社出版『無線電數學』）

電流通過電路的時候，電路上存有電阻的關係，所以需要一部份電能來作抵銷這些構成電阻的物質原子核吸力的工作，所以電流通過了電路上的電阻後就減低了若干電勢。也就是說電流經過了電阻，電壓一定降低了若干，我們稱這種作用叫 電壓降 Voltage Drop。電阻愈大，電壓降愈大，如果通過的電流愈大，電壓降也愈大。電壓降的計算方法是根據電路上實際的電阻和通過的電流，利用電壓 = 電流 × 電阻的算式計算。譬如電路上的電阻是 10 歐姆，通過了 5 安培的電流，電壓降的數目是：

$$\text{電壓降} = 5 \times 10 = 50 \text{ 伏脫。}$$

也即是說 5 安培的電流，通過了 10 歐姆的電阻後，電壓降去了 50 伏脫。因為算式 $E = I \times R$ 的緣故，電壓降又被稱作 $I R \text{ Drop}$ 。

電流在電路所作的工 Work，應該也加以計算，每秒鐘電

壓電流在電路內所作的工我們叫作 **電工率** Electric Power，也叫作電力，計算單位是 **瓦特** Watt，通常用 P 代表電工率， W 代表瓦特。

電壓在電路上推動電子每秒所作的工率就是電壓和電流相乘的積，用算式來表示：

$$\text{電工率 } P = E \times I$$

舉一個例，80號真空管燈絲電壓是 5 伏脫，燈絲電流是 2 安培，燈絲所耗的電工率就是：

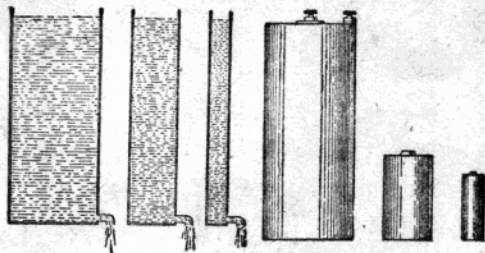
$$P = 5 \times 2 = 10 \text{ 瓦特}$$

如果和歐姆定律連接起來，電工率可以從多方面求得；因此電路上如果知道了電流，電阻和電壓中任何兩者就可以求出電路裏的電工率。

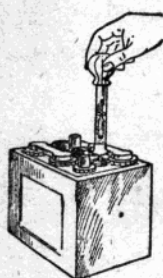
$E = IR$	$\frac{P}{I}$	$\sqrt{PR}$
$I = \frac{E}{R}$	$\frac{P}{E}$	$\sqrt{\frac{P}{R}}$
$R = \frac{E}{I}$	$\frac{E^2}{P}$	$\frac{P}{I^2}$
$P = EI$	$I^2 R$	$\frac{E^2}{R}$

電子的所以能在電路上工作，是由於電源所供給的電能所推動，電源的電能是由各種方法產生的電動力所造成。例如化學電源，是由化學作用把化學能變成電能，普通直接接收機所用的乾電池，蓄電池就是化學電源，但乾電池的電能消耗了以後就不能恢復，乾電池所能供給的電流量要看乾電池的構造而定，體積大的電流量較大，體積小的電流量較小，好像水箱的情形一樣。不論這種乾電池的體積多大，電流量

多少，一經用完就無法恢復，祇有拋棄另用新的，而且化學作用有時間性的，往往不能存貯一個較長的時期，這是一個大缺點。

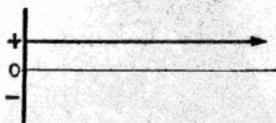


蓄電池是液體的化學電源，不單是電流量較乾電池大，而且電能消耗了可以利用其他外來的電能如充電機，整流器等來恢復化學作用重新產生電能；但體積龐大，管理上比較麻煩，常常要測量電液的比重，按時充電，否則電池過度的放電了就效能大減，而且笨重異常移動很不方便，這也是一個缺點。



化學電源雖然都有缺點，但也有優點，第一是鄉村沒有市電的地方還是依靠化學電源，第二是化學電源所供給的電壓電流極為

平穩，正極的一端永遠是正極，負極的一端永遠是負極，電流方向永遠不變，這種電流我們叫作直流電 Direct Current 簡寫 D. C.

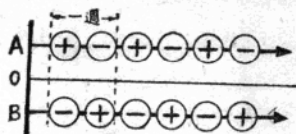


直流電的圖示

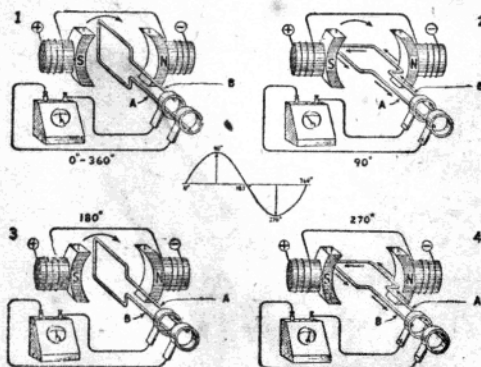
其他如發電機是利用電磁原理產生電動力，因為磁場的不同，所以電位差兩端的電流方向就不是固定的，在一定的時間內 A 端一會兒是正極，一會兒變了負極，而 B 端也跟着 A 端相對的變動，每秒鐘的變動次數要看發電機的發電子轉

動次數多少而定，這種電流我們叫作 交流電 Alternating Current 簡寫 A. C.

交流電不但電流的方向瞬



息交變，而且電壓的高低電流的強弱也瞬息變化，我們看發電機發電的情形就可以知道交流電的特性：圖一是發電子轉到兩磁極的當中時，發電子綫圈和磁綫方向平行，A B 兩端的電壓電流都等於零，圖二是發電子向右旋轉時，B 端在 N 極的一邊旋到中心時，感受的磁場逐漸加強，輸出的電流也逐漸加大，電壓也逐漸加高，到中心時，電流電壓輸出最大，圖三表示發電子繼續右旋，B 綫從 N 極的中心旋到兩極的當中，輸出的電流電壓也因此從最大逐漸降到零，圖四表示發電子繼續右旋，B 綫從 S 極的邊緣旋到 S 極的中心，輸出的電壓和電流也從零逐漸升到最大，不過，電流的方向却相反的，因為剛剛是在 N 極磁場內產生的電流，現在是在 S 極磁場內產生的電流，因綫圈的方向不同產生的電流方向是相

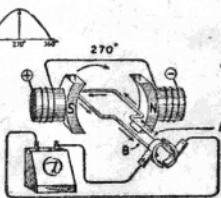
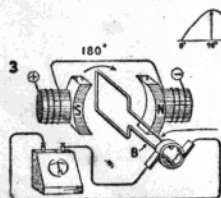
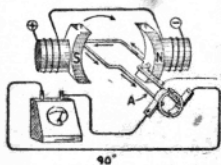
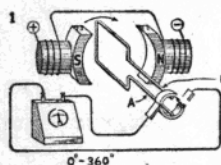
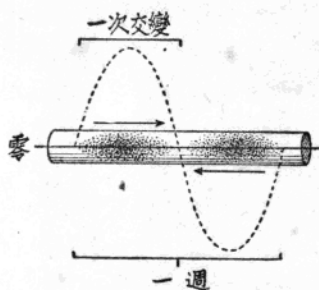


2 反的，另一根 A 綫是和 B 綫作相對的變動，假定 B 綫是正時 A 綫就是負的，B 綫是負時 A 綫是正的，如此週而復始，交流電的形狀就像圖裏所表示的一樣。電流

的方向不斷的交變，電壓電流的大小也不斷的變化，一正一負的交變一次，我們就叫作一週。

發電機所產生的不一定是交流電，也可以產生直流電，發電的方法一樣，祇是輸出的接法不同而已，A B

兩條輸出綫變成相對的半環，圖一是發電子在兩極的當中時電流電壓等於零，恰巧兩輸出點接觸在兩半環的當中當然沒有電壓和電流的輸出，圖二是發電子往右旋時A綫在S極內而A半環和甲接觸點接觸，輸出的電壓電流也從零到最大，圖三是發電子再向右旋時又到兩極的當中，輸出的電壓電流也從最大逐漸降到零，圖四是發電子再往右旋，這時在S極磁場的却是B綫，而B綫正和甲接觸點接觸，所輸出的電壓電流也是和A綫在S磁場內一樣，由此看來，甲端永遠輸出



由S極磁場產生的電流而乙端却永遠輸出由N極所產生的電流。這樣就成單向的電流，而不是交變的電流，但是電壓的高低和電流的強度

仍然要瞬息變動，我們稱這種電流作脈動直流電 Pulsating Direct Current，這種電流必需經過濾波 Filter 之後才能變成純粹的直流電。產生交流電的發電機就叫作交流發電機 A.C. Generator，產生直流電的發電機叫作直流發電機 D.C. Generator。

上述的發電機都是用轉動發電子的方法來產生電動力的，磁場的方向固定不變，而是變動繞發電子線圈的方向。也有用變動磁場方向來發電的，即發電子固定不動而將磁極轉動使磁場變化。總之，用電磁原理來發電的不論變動線圈來截切磁線或者變動磁線來拂掠線圈都可得到同樣的效果。

產生電動力的方法很多，在實際的應用上以上述的方法為多數，我們目前祇須有一點初步的概念，其他的我們要另外去討論了。

~~~~~  
設計無線電的線路首重計算，

你對計算的方法有沒有認識？

無線電學習叢書 之七

## 無線電數學

楊士芳編

(上)(中)(下) 三冊

從基本的加(+)減(-)乘(×)除(÷)……起  
到公式的計算運用，一切都從基本上解決，幫助  
你更進一步的研究無線電。

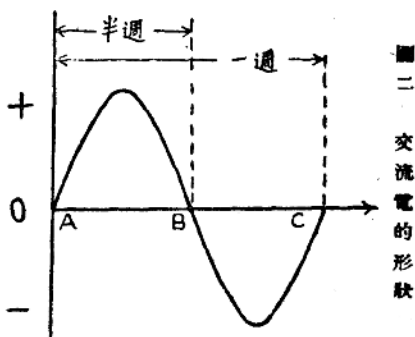
~~~~~

第 二 節

無 綫 電 波

無綫電波 Radio Wave 是怎樣的？是和我們普通電燈所用的電一樣的是交流電，不過這兩種交流電的週率 Frequency 是大不相同，無綫電波的週率極高，每秒是由二萬週以至數千萬週，普通電燈用的交流電祇有二十週到六十週左右，週率雖然相差很遠，但是形狀是相同的。

圖二是交流電的形狀，也就是無綫電波的形狀。直線以上的半圓週，即AB，叫作正半週，直線以下的半圓週，即BC，叫作負半週，從A到C，兩個正負的半



週就是一週 Cycle 簡寫C，交流電每秒鐘運動的週數就叫週率

Frequency。交流電的運動是從AB到BC一正一負的交換着，五十週的交流電就是每秒正負的交換五十次，這種一正一負的交換也可稱作振盪 Oscillation；舉一個最普遍的例子，天花板上懸着一根繩

