

通俗无线电小丛书

无线电常识

上册

沈肇熙 編著

人民邮电出版社



无 綫 电 常 識

上 册

沈 肇 熙 編 著

人 民 郵 電 出 版 社

内 容 提 要

本书共分上下两册，上册中对无线电技术中的基本原理，从电子学、电磁学、欧姆定理、交直流电流起，至主要应用零件如线圈、电容器、变压器以及天线和传输线为止，都有较详细的叙述。本书适合业余无线电爱好者自修及一般无线电技术员、报务员、中等技术学校同学业务及学习参考用。

无 线 电 常 识 (上册)

編著者： 沈 肇 熙
出版者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四 6 条 13 号

(北京市书刊出版业营业许可證出字第〇四八号)

印刷者： 北 京 市 印 刷 一 厂
发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32	1956 年 6 月北京第一版
印张 4 10/32 页数 69	1963 年 3 月北京第七次印刷
印刷字数 96,000 字	印数 61,121—156,620 册

統一书号：15045·总376-无88

定价：(9) 0.56 元

序

这本小册子，大部分內容是根据我为“无綫电”杂志写的“无綫电常識讲话”里的一些內容改編而成的。改編的原因，主要是因为許多常識在期刊上解释时，限于篇幅不能說得比較詳細，所以在这里特別把已經提到的而說理不够清楚的內容，做了一些补充及更改。

这是我写通俗讀物的第一次，看过“无綫电”杂志的讀者，对我所写的常識有来信表示很喜欢的，也有来信給我宝贵的和善意的批評的。这本册子因匆匆改写，錯誤在所难免，盼望热爱无綫电的讀者們繼續給我以指导和批評。来信請寄北京东四六条人民邮电出版社图书編輯室。

沈肇熙于首都——北京

前 言

在我国古老的童话中，曾经广泛地流传着“顺风耳”“千里眼”这样生动有趣的故事。故事里说，一位妈妈有十个儿子，个个都有专门的本领，其中有一个叫做“顺风耳”，他能听到遥远地方的轻微的声音；一个叫做“千里眼”，他能看到遥远地方的许多事情。这个故事是这样的深入人心而且令人难忘。它反映出几千年来我们祖先迫切要求伸展自己的听觉、视觉和扩大知识能力的愿望。这种美妙的幻想，自从俄国发明家亚·斯·波波夫发明了无线电以后，就逐渐成为事实了。六十年来，苏联和各国科学家在无线电的创造和应用上，获得了巨大的成就。在苏联和人民民主国家里，无线电已成为全国工人、农民和战士们普遍享用的东西，成为工农业生产、国防建设和人民日常生活中不可缺少的东西。伟大的革命导师列宁说过：无线电是人民进行共产主义教育的强有力的工具，是不用纸张和没有距离的报纸。无线电对人民群众的影响是很深很广的。

在伟大的十月社会主义革命以后，苏联广大的无线电爱好者对祖国的社会主义建设事业有过很大的贡献。三十年前，苏联无线电爱好者发现了短波无线电的远距离传播性能，给远距离无线电通信和广播开辟了道路。无线电在我国人民的革命斗争中，也曾经起过相当出色的通信和宣传作用。

苏联无线电爱好者在许多国民经济部门中应用了超短波。他们首先在机车与列车调度员之间装设了超短波通信，在消防工作中，在滑翔运动中都先后采用了超短波。

在苏联伟大的卫国战争中，无线电爱好者光荣地走上了保卫祖国的前线，成为熟练的红军无线电技师。他们以熟练的技

目 录

序

前 言

1. 电子是什么?.....	1
2. 怎样使电子工作?.....	7
3. 磁是什么?.....	17
4. 电場、磁場和电流、磁流	26
5. 电迴路的欧姆定律	40
6. 磁迴路的欧姆定律	51
7. 交流电流	59
8. 綫圈	74
9. 电容器	82
10. 变压器	89
11. 振盪和諧振	95
12. 无綫电广播的发送和接收	110
13. 天綫和传输綫	123

1. 电子是什么？

我們今天的生活里是不能沒有无綫电的。我們可以看看全国解放以来无綫电逐漸深入到人民群众中去的程度。例如刚从田里收获回来的农民，立刻可以打开矿石收音机一边休息一边听戏；許多城市或乡村的住戶已經可以很方便的使用着有綫广播或无綫电收音机。在不少大城市里，无綫电給人們帶來的生活享受就更高了，装了电视接收机的住戶，坐在家裡可以接收当地或其他城市的电视节目，有声有色的就象在戏院里一样，只要把开关一扳，一台歌舞剧就搬到眼前。除了文娱节目以外，还有各种科学教育节目，人們坐在家裡足不出門，就可以参加某地的讲演会，或是听某著名教授的讲座。今天，在我們国家里，无綫电广播已經能够把政治、文化新聞、和科学等知識大量地供給人民，无綫电也应用在我国工厂、矿山、輪船、火車和守卫边境的武装部队里。随着国家建設的发展，无綫电和人民的关系是愈来愈密切了。

无綫电是靠什么来起这样重大的作用的呢？最重要的主角是“电子”，它的活动范围非常广，可以这样說：整个宇宙大部分都是电子的活动世界，而无綫电的領域正是电子世界的一小部分。电子本身是很具体的东西，你若装起一部矿石收音机来，从天綫到耳机，到处都会有电子在起作用，无綫电机所用的电子管里，随时都有大量的电子在运动。任何无綫电仪器，都是电子的活动場所，都有它們在起作用，一抛开电子，“无綫电”就什么都沒有了。所以我們大家談无綫电常識，最好还是从“电子”談起。

那末电子是什么呢？电子很小，我們肉眼看不見它，用最

新式的电子显微镜放大几十万倍也还看不见它，但是电子是实实在在存在着的东西。它在收音机的各种导线里流动着，通过电子管里的灯丝就发热，通过扬声器（也叫喇叭）或耳机就会发出声音来，它能够通过各种电子管内部的空间。

既是处处都活跃着电子，它们到底从哪里来的呢？我们说，电子的“家”是原子。我们晓得任何物质用机械的方法分到不能再分而还保持它的固有性质的最小颗粒，就是分子（图1）。分子用化学的方法又可以分成原子，所以任何物质都是由无数原子组成的。在原子中不仅有电子，还有“质子”，很多原子

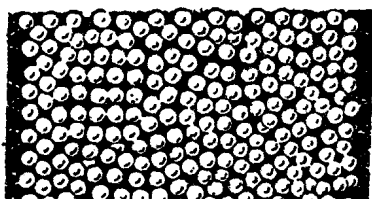


图1 物质最小的颗粒就是分子

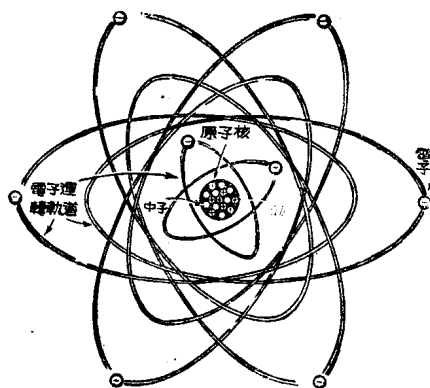
里还有“中子”。质子带正电，电子带负电，中子就不带电。在普通原子中“质子”和“电子”是成对地存在的，有一个电子必有一个质子。例如氢的原子中就恰好有一个质子和一个电子，没有中子。无线电常用的氖气管里的氖原子中有十个质子也有十个电子，另外还有十个“中子”。收音机里用得最多的炭质电阻里的炭原子，有六个质子和六个电子，另外还有六个中子。所以整个原子既不带正电又不带负电，而是中性的。但倘若一个原子失去了它原有的电子或得到了额外的电子，则所含质子和电子数就不相等了。我们特别叫这种原子是“离子”。电子多于质子的离子带负电，就叫负离子或阴离子，相反的情形下，即原子中质子多于电子时，就带正电，就叫正离子或阳

离子。譬如我們日常用来照明的日光灯及做广告用的霓虹灯，工作的时候就有不少的离子在起作用。产生离子的过程叫做“电离”过程。各种气体电离时，就现出各种不同的颜色。所以氛气灯，霓虹灯，都会发出各种很美丽的颜色。

根据原子物理学家们的分析，所有原子都有一个“核”，在原子核里紧紧的安置着质子和中子。性质活动的电子们，象保卫自己的家似的，就在这个原子核的外面不停地围绕着旋转。每一种原子它的电子数和质子数都不一样。原子中的电子数很多时，还分好几层，电子们分布在各层上，好象运动员在不同的跑道上一样不停的旋转着。这一层层电子“跑道”，就叫做电子轨道。图2绘着氢的原子构造，图3表示氧的原子构造。



图2 氢的原子



○ 代表中子 ⊕ 代表质子

图3 氧的原子

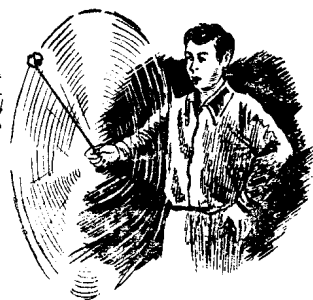


图4 孩子正在用力拉石子

看了这些图以后，我们很容易这样想到：为什么电子一定要不停的旋转呢？一个小朋友，用一根绳子一端系着一小块石

头拿在手里甩，他的手在空中划小圆圈，石头就在绳子的一端在空中划大圆圈(图4)，他一定会感觉到在空中轉圓圈的石子，对他的手有一股拉力，运动愈快，这种拉力也愈大，他必須用力拉着绳子，才能維持石子繼續不停的旋轉，不然的話一放手，石子就会飞得很远（这就是离心力）。同样，原子核中有帶阳电的质子，它們对旋轉着的帶負电的电子一定也有拉力，否則旋轉着的电子将因离心力的关系而脱离原子，使它不能在原有軌道上繼續旋轉。因为有原子核对电子的拉力，它恰好和电子的离心力平衡，所以电子不飞走也不被拉到原子核里去。

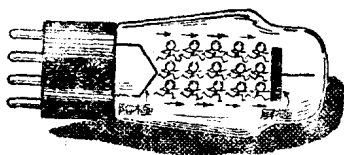


图 5 电子被拉着在电子管里跑动

在拉力。

电子和质子間存在着拉力的現象，不仅对于原子物理学家們有兴趣，对无綫电來說，也是一个最基本最有用的作用。为什么电子会在电子管里由一个地方跑到另一个地方呢(图5)？为什么手电池的“負极”上会有电子跑出来经过小电灯泡而达到它的“正极”呢(图6)？因为这种有电子跑过来的地方，它那里的物质上一定有些原子失去了电子，质子比电子多，因之显现出来的是质子的正电性，所以能够吸引电子。电子被质子吸引着在空間或导体里面向一个方向运动，就成为电子流。所

有些原子的核里沒有中子只有质子，可是它的旋轉着的电子对原子核同样有拉力，所以电子和原子核間的相互拉力，其实就是电子和质子間存在

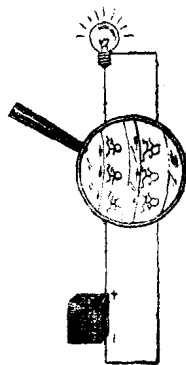
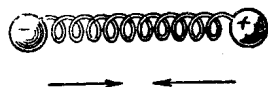


图 6 电子从电池的
負极跑到正极

以电子流都是电子和质子相吸的结果，是从电子多了的地方流向缺电子的地方的。为了表示电子和质子的这种特性，我们认为它们都是带电的物质，按照习惯就说电子带“阴电”或“负电”，质子带“阳电”或“正电”。正电对负电的关系，就象它们之间接了一根拉得很长的弹簧一样(图7)。



电子或负电 质子或正电
图7 电子和质子相互拉拢

除此以外，两个电子和一个质子间的吸力，比一个电子和一个质子间的吸力大一倍，电子和质子数愈多，吸力也愈大。还有电子和质子距离愈近，相互拉力愈大；相隔愈远，拉力愈小。而且电子和电子间，质子和质子间也都有力量相互作用。多次实验证明带同性电的物体间的力量是相互推拒而不是相互吸引(图8)。这种推拒力的大小也决定于电子或质子的数量及其

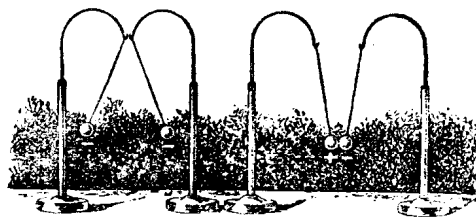


图8 电荷同性相斥，异性相吸

相互间的距离。换句话说，可以从作用力的大小来判断带电量的多少。带电量的多少我们也常说是“电荷”的大小。电学里有两条有名的定律，就是上面这些说明的总结：

第一条定律：电荷同性相斥异性相吸。

第二条定律：电荷间的吸力或斥力，和电荷的大小成正比，和电荷之间距离的平方成反比。

上面第二条定律告诉我们：如果两个电荷间原来有吸力或

斥力相互作用着，現在將它們間的距離增加一倍，它們中間的作用力量就減少四倍（即為原來的 $\frac{1}{4}$ 了）；倘若將它們間的距離減小到一半，它們間的作用力量就變成原來的四倍。

對中子來說，這兩條定律都用不上，因為中子不帶電。對整個原子來說，也同樣用不上，因為原子里面的正負電荷相等，對外面顯不出帶電的性質，所以電荷間的力是電荷的一種特性。

整個原子不帶電的事實，就說明了一個質子的正電荷和一個電子的負電荷是相等的，因為我們知道任何原子里質子和電子的數目是相同的。

現代物理學對於電子及質子的體積、重量和各個電子軌道直徑的大小，都有過比較精確的測定，質子比電子重 1847 倍，可是體積比電子還小得多，電子運行的軌道比起來可很大，拿一個最簡單的氫原子來看，假使我們按比例放大的話，質子的直徑如果是一吋，電子的直徑就是 150 呎，電子運行軌道的直徑就是 852 英里！所以整個氫原子里面絕大部分都是空的，其他各種原子里面也都大部分是空的（圖 9）。

中子的質量和質子差不多相同，所以中子和質子決定了物

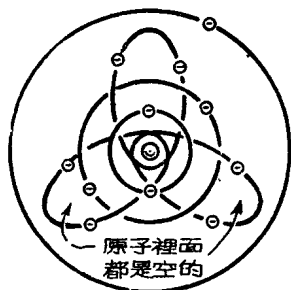


圖 9 各種原子里面大部分都是空的

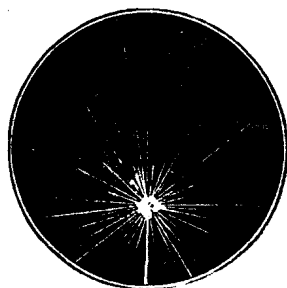


圖 10 放射性物質

质的质量。因为中子不带电，好象没有什么作用。其实原子核里有一个以上的质子，就需要有些中子起稳定作用，否则原子的組成是不健全的，会自己从一种原子变为另一种原子。例如鈾的原子核里，有 92 个质子，配上了 146 个中子，还不够稳定，經常分化，同时放出能量来，我們說鈾是有放射性的物质（图 10）。又象鐳的原子核里有 88 个质子 138 个中子，还很不稳定，容易分裂放出很大的能量来，产生氦，最后变为鉛。

上面我們从电子談起，为了要了解电子，便又深入到原子里面去了解电子的“家庭环境”，現在我們对电子的認識已經比較清楚了，电子圍繞着原子核的运轉正象地球圍繞着太阳的公轉一样；但和地球自轉相似，电子在原子核除了繞着原子核作“公轉”外，也还有自轉运动。这种电子的运动，和各种物质的磁性有关。无綫电測量員們常用的指南針，就是一种有磁性的磁針。这是中国劳动人民最早的一种发明。“磁”这样东西和电子的运动是分不开的。只要电子一动就产生了“磁”，这是电子的另一种性质。

把上面所談的問題綜合一下，我們現在可以回答“电子是什么”这个問題了。电子有下列的几种特性：

- i 电子是原子的构成部分之一
- ii 电子带着負电荷
- iii 电子和质子相吸，电子和电子相斥
- iv 电子的运动产生“磁”

2. 怎样使电子工作？

无数的电子在人們所生活的物质世界里活动着。当电子还没有离开原子以前，它們經常不息的进行着三种不同的运动：

围绕原子核的“公轉”，自己的“自轉”，和极不規則的“热”运动。但是我們又晓得整个原子对外是不显带电性的；除了几种物质（如鉄、鈷、鎳）的原子外，很多其他物质的原子对外都不能显出磁性。結果电子的这些运动，大多数表現不出什么实际的效用。如何能把电子运动加以控制和利用，使它們能做有效的工作，为我們服务。这些問題，在人类征服自然的历史上，一直是个极重要的課題。

控制或利用电子的运动，現代的科学已經有多方面的可能性。例如使它們在原子內部的运动效果表現到外面来，即使它表現出“磁”性；使它們离开原子的約束，变为容易控制的自由电子等。这里我們先来談談“自由电子”的問題。

自由电子

在談自由电子以前，我們首先还应当談談什么叫做“热运动”。因为許多时候，自由电子的产生，是归功于电子有“热运动”的。

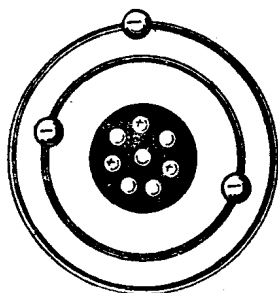
我們晓得“热能”是能量存在的一种重要形式。任何物质所含的“热能”，实际就是代表它里面的分子、原子和自由电子这些“质点”所有运动能量的总和。人們在接触物质时有“热”的感覚，就因为受了那些狂热的运动着的小质点的刺激的缘故。物质愈热，內部质点的运动愈猛烈，內部所有物质运动能量的总和也愈大。这种运动，就叫做“热运动”。

代表热能的这种物质內部的质点运动是混乱的，沒有一定方向的。只有这种运动才使人接触的时候有“热”的感覚。

了解“热运动”的意义以后，我們就可以更进一步来談一下自由电子是怎样产生的。

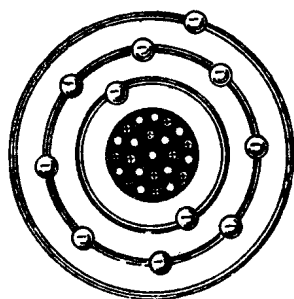
一切能够导电的金属里面都有不受原子核約束的自由电

子，所謂“电流”事实上就是这些自由电子的流动。为什么一切金属里都有自由电子存在呢？原来一切金属的原子结构上都有有一种特点，就是围绕原子核运转的最外层轨道上的电子数量很少，而且多数活动性大的金属只有一个这样的电子，这种电子从无数物质的化学分析中已经证明是最容易离开原子的电子。

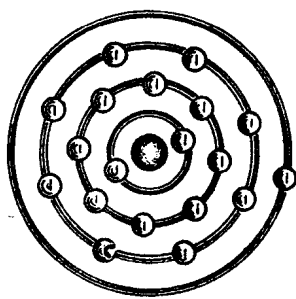


甲 鋰原子

所以在任何化学作用里，金属原子总是失去最外层的电子而带正电。外层的电子数愈少，它就愈容易离开原子。层数愈多，最外层离开原子核愈远，它上面的那一两个电子自然就更容易脱离原子。我們試看下面几种金属原子的结构，就会得到更清楚的概念：图11



乙 鈉原子



丙 鉀原子

图 11

是鋰、鈉原子及鉀原子的结构，它們最外层的轨道上只有一个电子，故这些金属原子都容易失去它們外层的电子，而且鉀比鈉容易，鈉又比鋰容易，因它的外层电子离核更远。此外鉀的原子有五层电子轨道，鉍的原子有六层，最外层都只有一个电子。所以鉀比鈉又容易失去电子，而世界上已知的导电最好的金属

鉀又比鈷更容易，可惜這些金屬，都很活潑，容易氧化或和空氣里所含的水份起作用而改變性質，故一般不用來做導電物質。我們常用的導體是銅，銅的原子裡電子軌道層數比較少，而且最外一層不只一個電子，不如上述各金屬容易失去電子。但是和其他一般物質比起來還是較易失去電子的，一塊銅裡面的自由電子雖遠不如一塊鉀裡面的多，但因它不象這些金屬那樣活潑，它不容易起化學變化，而且價錢也不太貴（就導電性能來說，銀也比銅好，但價錢太貴），故一般都用銅作為導體。鐵比銅價錢便宜，但導電能力遠不如銅。

外層電子有離開金屬原子的可能，是因為這些外層電子有除了軌道運動以外的不規則的熱運動。這種不規則的運動劇烈到某種程度後，電子就有可能“逃”出原子。電子一旦“逃”出原子後的環境怎樣呢？我們可以用圖 12 來說明：

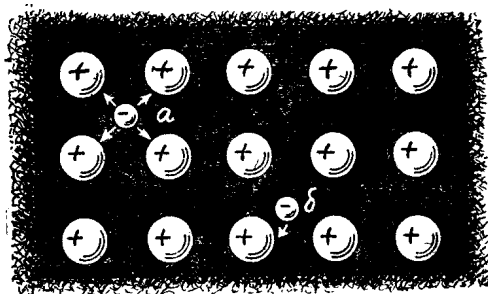


圖 12 金屬物質的內部結構

圖 12 示一塊金屬物質裡面的結晶結構。結晶可以看成是由固體物質的原子按一定的形式排列起來而成的一些微小的金屬物質，整塊的金屬物質是由許多結晶構成的，不同的金屬物質，結晶結構形式亦各不同。圖裡面的“ $\oplus$ ”代表除了金屬最外層電子以外的原子，金屬原子的最外層電子在每個晶體裡面，

可能从一个原子跑到另一个原子，也可能处在不受任何原子束縛的位置。假設有一个电子跑到了“a”处，四围原子对它的作用力相等，結果等于根本沒有受到作用力一样，便成为完全“自由”的电子。另一个电子跑到了“b”处，它还有可能被离开最近的原子吸去，成为那原子的外层电子，然后立刻又“跳”出来。所以平均起来，在金属晶体結構里面的原子之間有大量的沒有約束的自由电子。

利用这些自由电子的方法很多，但首先要让它们运动起来。图 13 就是产生电子运动的一种方法。图里面发电机的工作原理我們暫不多談，它的作用就是象抽水机似的能够繼續不断的把电子从一端“抽”到另一端，保持一端失去电子而显正电性，一端多了电子，而显負电性。所以在图上发电机的两端，上端是正（+），下端是負（-）。結果上端对金属导線里的

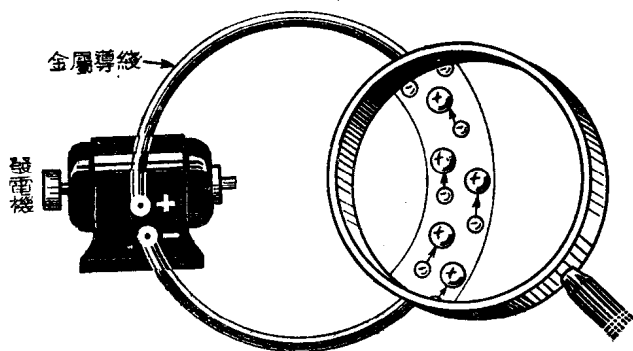


图 13 电子在导線內运动放大图

自由电子有吸力，下端有斥力，使得这些自由电子順着箭头的方向运动起来，通过一个又一个的金属結晶，这就是电流。

有了电流以后，正象我們所熟悉的那样，在不同的用途上可以产生“磁”，发生热或光，运用适当还可以产生无綫电里