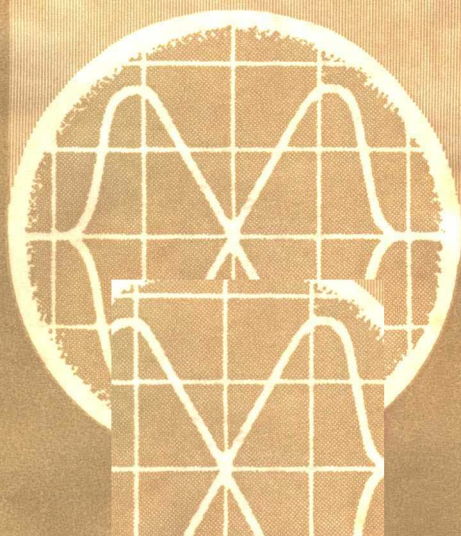


怎样学习无线电

龔 淡 樵 編



上海科学技术出版社

內 容 提 要

1. 本书是无綫电原理的初步基本讀物。
2. 首先从电的基本知識說起,指出电的各种基本作用,再逐步分析无綫电波的特性,儲电器、电阻器、綫圈等的原理和作用,扼要的討論电容和阻抗的常識,諧振的原理,以及电子管的基本概念。編写的重心以实用的技术知識为主。
3. 书里尽量用举例譬解的方式来分析原理,易懂而不枯燥,能引起学习的兴趣。

怎 样 学 习 无 线 电

龔 淡 樵 編

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

商务印书館上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印張 4 28/32 排版字数 108,000

(原交流,科技版共印 125,000 册 1950 年 2 月第 1 版)

1959 年 4 月新 1 版 1964 年 9 月第 5 次印刷

印数 190,001—220,000

統一书号 15119·230 定价(科四) 0.50 元

前 言

无线电是一种突飞猛进的科学,也是一种蓬勃的事业,无线电对社会的贡献是太大了,不仅是利用来作教育、广播、电视和通讯等等,还很广泛地应用到工业和医疗方面去。同时,雷达定向、追踪、控制等等都是无线电应用技术的一部分,所以无线电在国防上是非常重要的。

这本书编写的方针是用浅明扼要和有系统的方法,介绍电和无线电的初步基本原理和实际应用的知識;目的是帶給初学者一点明确的基本概念,由此可以逐渐进一步来研究較深的技术原理而不致感到困难。

每一本书都不能詳細地包括一切的,都只能就一些主要的問題来加以分析和討論。这本书也是根据这一个原則,將初步入門必須了解的一些基本重要知識,都詳細地加以分析和譬解;对于各个重要公式,都先分析結構的成因,以及公式所表示的各种关系,尽量使初学者对一向认为枯燥的公式,不单能熟悉它的来源,而且能彻底了解它的性质,并且能灵活地加以运用,同时也增加了学习的兴趣和信心。希望通过这本书,能帮助初学者打下初步的学习基础。

学习的进度和讀者的文化程度有些关系的。当然,书里是尽量利用浅明通俗的例解和譬喻的方式来分析討論,使一般的讀者都能容易的接受和理解。但是,如果具有初中的文化程度,对初步簡單的数学和物理等有一点認識的話,就更能够順利的通过学习了。

讀者的意見是寶貴的,希望讀者們不斷提供意見,作為修訂時的參考,這是深所企望的。

編 者

目 录

前言

第一章 电的基本概念..... 1

1. 一切物质里都潜在有电的本能(1)
 2. 原子的組織(1)
 3. 电的作用是怎样发生的(2)
 4. 电动势和电位差(4)
 5. 电压和它的单位(5)
 6. 电流和它的单位(6)
 7. 电路(7)
 8. 导体和絕緣体(8)
 9. 电阻和它的单位(9)
 10. 欧姆定律(9)
 11. 电压降(12)
 12. 电功率(13)
 13. 电源(14)
- 測驗(21)

第二章 无綫电波.....22

1. 什么是无綫电波(22)
 2. 頻率和波长(23)
 3. 无綫电波的波段(26)
 4. 等幅波和調变波(26)
 5. 电离层和电波的关系(29)
 6. 地面和电波的关系(33)
 7. 越程和寂靜区(34)
 8. 衰落(36)
- 測驗(37)

第三章 儲电器.....38

1. 什么是儲电器(38)
 2. 儲电器充电和放电(39)
 3. 儲电器的工作电压(42)
 4. 儲电器的漏电現象(43)
 5. 儲电器的儲电量(44)
 6. 固定儲电器(45)
 7. 可变儲电器(46)
 8. 儲电器并联(48)
 9. 儲电器串联(50)
 10. 电解儲电器的并联和串联(51)
- 測驗(52)

第四章 电阻器.....53

1. 电阻和电阻器(53)
 2. 电阻和物质的关系(54)
 3. 电阻和温度的关系(56)
 4. 电阻器的耐热功率(57)
 5. 电阻器的种类(58)
 6. 电阻器并联(60)
 7. 电阻器串联(61)
 8. 电阻器串联或并联后的耐热功率(62)
- 測驗(64)

第五章 綫圈.....65

1. 綫圈的形式(65)
2. 电和磁的关系(65)
3. 綫圈的自感应作用(68)
4. 感应量(70)
5. 綫圈的串联与并联(71)
6. 互感应(72)
7. 变压器(75)
8. 变压器的种类(75)
9. 变压器鉄芯的损失(76)

10. 电源变压器的工作情况(78) 11. 电源变压器的使用常識(80)
測驗(80)

第六章 电抗和阻抗.....81

1. 什么是电抗(81) 2. 电容电抗(81) 3. 儲电量和频率对电容电抗的关系(84) 4. 有感电抗(86) 5. 感应量和频率对有感电抗的关系(88) 6. 电阻和电抗的区别(90) 7. 电容电抗和相位的关系(91) 8. 有感电抗和相位的关系(92) 9. 电阻和相位的关系(93) 10. 阻抗(94) 11. 电阻和感抗串联的阻抗(94) 12. 电阻和容抗串联的阻抗(96) 13. 感抗和容抗串联的阻抗(96) 14. 电阻、感抗和容抗串联的阻抗(98) 15. 电抗和阻抗的关系(99) 測驗(99)

第七章 諧振100

1. 什么是諧振(100) 2. 电压的諧振(101) 3. 电流的諧振(103) 4. 諧振电路和电阻的关系(105) 5. 調諧电路和频率的关系(107) 6. 儲能电路(108) 測驗(110)

第八章 电子管111

1. 电子放射(111) 2. 灯絲的种类(112) 3. 阴极(114) 4. 空間电荷(115) 5. 两极管(115) 6. 接触电势(117) 7. 屏极和阴极間的电压(117) 8. 两极管的作用(118) 9. 三极管(120) 10. 栅极的作用(121) 11. 三极管屏流的饱和点和切断点(122) 12. 互导率(123) 13. 放大因数(124) 14. 輸入电路和輸出电路(124) 15. 屏极电阻(125) 16. 三极管三种常数的关系(126) 17. 极間儲电量(128) 18. 四极管(129) 19. 二次放射(130) 20. 五极管(131) 21. 遙截止式和銳截止式五极管(132) 22. 束流电力管(134) 23. 复式电子管(136) 24. 五栅管(136) 25. 电子管的型式(137) 26. 整流(138) 27. 檢波(141) 28. 放大(145) 測驗(151)

第一章 电的基本概念

1. 一切物质里都潜在有电的本能

世界上任何一种物质，不論是气体、液体或固体，都潜在有电的本能。因为物质是由各种元素所构成，而元素分析到不能再分时就是原子；但是原子仍不能算是最小的单位，因为原子是由两种特性不同的微小粒子所组成的，这两种微小粒子就是我们研究的中心，也可以说是电的发源地。

这两种微小粒子，一种是带阳电的，叫作阳电子或质子，一种是带阴电的，叫作阴电子，一般都将阴电子简称作电子。

这两种粒子所带的电荷虽然相反，一种荷阳电(用+号来代表)，一种荷阴电(用-号来代表)，但彼此的电量是相等的。



质子



电子

两种电荷的代表符号。

也就是说：在原子中，这两种相反的电荷是平衡的，彼此恰好互相结合而中和；因此，在正常的时候，原子本身是一个没有电荷作用的中性体。

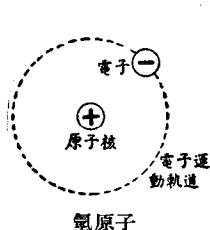
2. 原子的组织

我们已经知道了：原子是由电量相等而电荷相反的质子和电子所组成的，但是每一种原子中的电子数量不同，例如氢原子中只有一个电子，碳原子中有六个电子，而铜原子中有二十九个电子等等，不论电子的数目是多少，在正常的时候必定

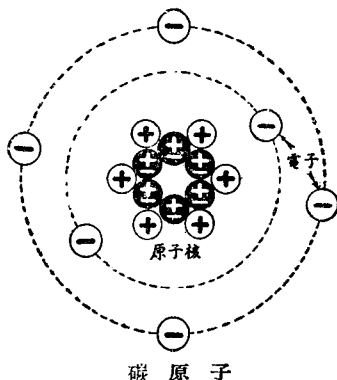


是和原子核里的阳性电量（即质子的电量）平衡的。原子核是由一些质子和一些中子组成的，所谓中子，就是由一个电子和一个质子紧密组成，而

沒有电荷的中性粒子；例如碳原子裡就有六个中子、六个质子和六个电子。原子核由六个中子和六个质子所組成，中子是中性的，而六个电子的电量和六个质子的电量是平衡的。



在正常的时候，原子裡的行星电子一定和原子核裡的质子数量相等的。

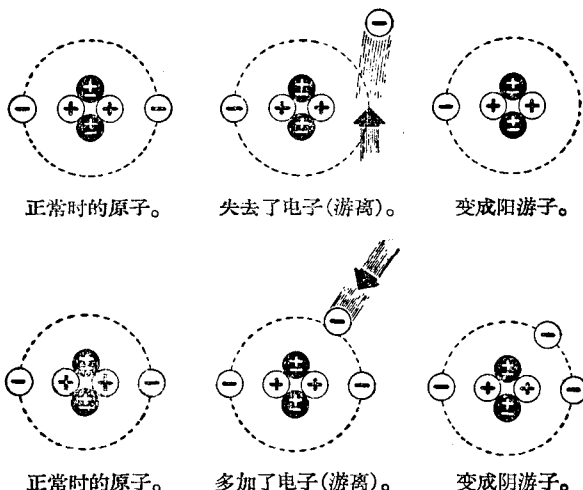


原子的組織在理想中是和太阳系差不多的，原子核象太阳一样在中心，而周围有許多电子象行星一样环绕着运转，这許多电子是分着好几层軌道运转，这些运转着的电子称作行星电子。因为原子核裡的中子是中性的，这些环绕运转的电子是由原子核裡质子的吸力紧紧地吸引着。这些电子可能受到其他的影响，从这一层軌道跳到另一层軌道上，甚至脱离本身的原子，在最外层軌道上的电子是比較容易受到外界的影响而移动的。这些容易移动的电子也称作自由电子。

3. 电的作用是怎样发生的

在正常的时候，原子本身的电量是平衡的，如果有一个电子脱离了，那末就破坏了平衡的状态。少了一个电子后，就多出了一个电量的阳电荷，这个原子本身就荷了阳电，我們称这种原子作阳游子。假使另外的一个原子得到了多余的电子

时,本身的电量也失去了平衡,阴电量比阳电量多起来,这个原子就荷了阴电,我們称这种原子作阴游子。使原子变成游子的过程称作游离。带有电荷的物体就称作荷电体。



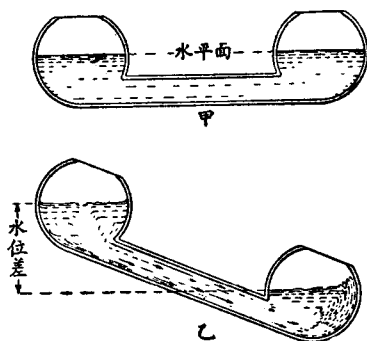
电荷的特性是和磁的特性相似的,就是同性相斥,异性相吸。所以每一种电荷对它的周围都有作用力,作用力所及的范围就称作电场。原子在正常状态时,两种电荷的电量相等,作用力也相等,就互相抵消,对外是毫无电场作用的;如果变成了游子,就具有相当的电场了。因此游离了的阳游子对阴性的电子有相当的吸引力,吸引外来的电子来补充自己失去的电子来平衡本身的电量。如果是阴游子,因为本身的阴电荷过剩,就要设法排斥多余的电子到原子外边去,目的也是要本身的电量平衡。因此电子就常常在原子与原子之间移来移去。物质的原子由中性状态受了外力的影响变成游子,又由游子恢复中性状态,而使电子在原子间移来移去的运动,就是

我們所要知道的電。

电子在原子間的运动是无規則的，有时从这面的原子移到那面的原子里去，同时也会从那面的原子移到这面的原子里来，这种沒有規則运动所产生的电，往往因为方向相反而互相抵消，这种电的作用，实际上是等于零的。所以电子的运动需要設法加以控制，使电子只往一定的方向运动，这样就可以实际的有电的作用了。

4. 电动势和电位差

怎样才能使电子往一定的方向运动呢？我們知道水是由高的地方向低处流的，如果是在同一水平面上，水是不会流动的，



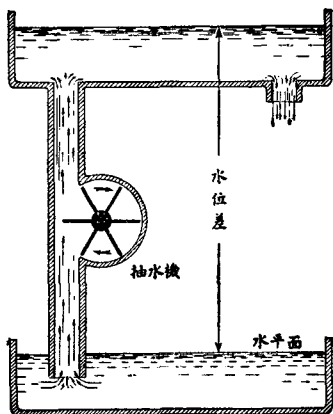
在同一水平面的水是靜止的（如甲），如水位相差的时候，水就流动了（如乙）。

的，所以必需使水位有了高低，那末才会使水由高处向低处流动。电也是一样的，假使两个荷电体的电量相等，电子也是不会移动的，也必需要使两个荷电体的电量不相等，电位发生了差别，电子才能从阴电量多（电子堆积較多）的荷电体移到阴电量較少（电子比較缺乏）的荷电体上去。所以，要电子流动和控制电子流动的方向，就必需有电位差。

怎样才有电位差呢？又要用水来作譬喻了，如果我們要平靜的水流动，就得用一具抽水机，將水不断的抽到高于水平面的地方，使两处水位有了高低，水就能不断的从高处向比較低的地方流了。同样的，我們也可以用一种动力，把电子堆积

到一个荷电体上,使和另一个荷电体的电量发生差别,那末两个荷电体之間就发生了电位差,这种动力就叫作电动势,也称作电力。

电动势的作用,是克服构成电源的物质内部阻力,驅使电子往一定的方向移动,而造成两点間的电位差。它的产生方法在实际的使用上大致有两种:一种是化学方法,由化学的作用使两种物质游离,变成电量不等的荷电体而发生电位差;一种是利用电磁的方法,使电子往一定的方向运动,也造成了电位差。有了电位差以后,就能去推动电路上的电子,好象一具抽水机,把水从低处抽到高处,造成使水流动的压力相仿。



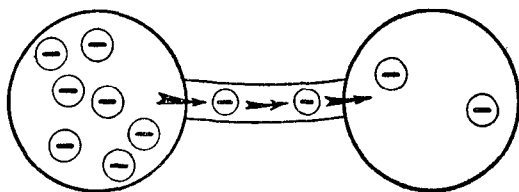
抽水机是将水抽到高处造成水位差的动力。

5. 电压和它的单位

水位有了高低后,在高处的水就有一种压力使水向低处流动,水位相差愈大,使水流动的压力也愈大,水位的高低差别是以尺寸来表示的。同样的,在电源上两点間的电位差愈大,驅使电子移动的力量也愈大,这力量就叫作电压。所以电源的两点間的电位差越大,电压也越大。电压的单位是用伏特来表示的,譬如普通收音机上用的乙电池,电压是45伏特,也就是說:这个电池正負兩端的电位差是45伏特。在計算的时候通常是用 E 代表电压, v 代表伏特。

6. 电流和它的单位

有了电位差就是有电的作用了吗？还没有。有了电位差不过是有推动电子移动的能而已，要在电位差的两点上接一个电路，由于电压的推动，电子就立即在电路上流动。我们知道电子是阴性的电荷，它必然是向着阳性的荷电体处移动，同时我们也知道，电位最高的地方，就是电子堆积得最多的地方，这许多电子彼此排斥着，如果接通了电路，这股排斥的力量就推动电路的电子流到电位低（电子比较少的地方）的地方去，所以在有电压的两点上接通了电路时，就由于这种排斥力量，控制了电子流动的方向，使电子永远由电子堆积量多的一端流到电子缺乏或较少的一端。在比较上来说，电子堆积量多的一端是负（-）端，电子缺乏或较少的一端是正（+）端。因此，电子的流向，永远是由负到正，这个在一定方向的集体电子流，就是电流。



电子总是从电子堆积得最多的荷电体流到缺乏电子的荷电体上去。

在单位时间内，电路上流动的电子数量，就是电流的强度，它的单位是安培，即每秒钟有 $6,280,000,000,000,000$ (6.28×10^{18}) 个电子在电路上流动的强度就是一安培。通常用 I 代表电流， a 代表安培。

无线电机的一般电路上，电流都不很大的，应用上常常用

注：电流的方向在电机工程方面是沿用由正到负的，和电子学说中的电流方向恰巧相反，应用时注意电源的极性方向，就不会感到困难了。

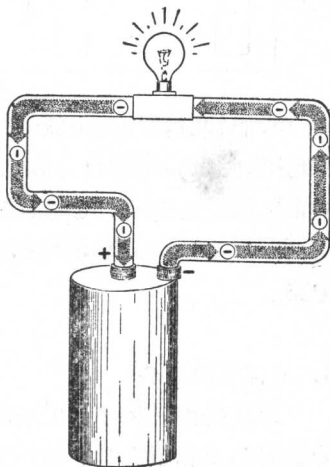
千分之一安培即毫安培，用 ma 来代表，或百万分之一安培即微安培，用 μa 来代表，作計算的单位。

1 安培 = 1000 毫安培 = 1,000,000 微安培

1 毫安培 = 1000 微安培

7. 电路

我們已經知道了电子所以能在电路上流动作功，是由于电源供給的电能所驅使。电源在工作的时候，电子就不斷的被推动从电路的負端流向正端。这样一来，电源負极上的电子就逐渐减少，而正极上的电子逐渐增加，如果不在正极上取出电子来补充負极流出的缺額，經過了若干時間后，正負极間的电位差就要减低，甚至趋于消灭。所以电源内部的电动势就是經常的将电子从正极取出，推送到負极，来維持电位差。在一定的時間里能推送电子数量的多少，就是这个电源的工作能量。



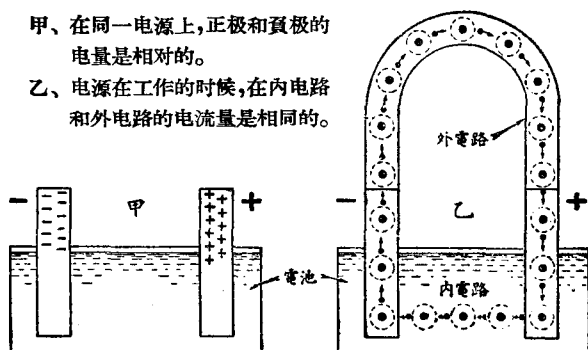
电路在工作的时候，电子不斷由負极流向正极。

上述的情况也告訴了我們：在同一电源上，正极和負极的电量是相对的，就是負极上堆积了多少电子，正极上就缺乏了多少电子；也即是說：負极有多少阴电量，正极就有多少阳电量。因此，当电流不断从負极經過电路流到正极时，由于电动势的作用，同时将同量的电流在电源内部从正极移向負极，来維持固有的电位差。所以

在工作时，电流同时在内外两个电路上循环运动。

甲、在同一电源上，正极和负极的电量是相对的。

乙、电源在工作的时候，在内电路和外电路的电流是相同的。



我們知道，凡是电流通过的地方都称作电路。一个完全的电路，是包括电源内部和电源外部两个部分的，接在电源上的电路就是外电路，电源本身的电路就是内电路。举个简单的例子：手电筒的小电珠和接线是外电路，电池内部就是内电路。

8. 导体和絕緣体

电路是由各种不同的物质构成的，如含有自由电子較多的金属如銀和銅等等。这些金属的原子中所含的电子比較容易推动，所以都能导电，一般能导电的物质，就称作导体。但是有些物质的原子組織紧密，很不容易将这些原子中的电子推动，这种物质的导电性就很劣，往往在一定的电压下，有些物质的原子絲毫不受影响，等于不通电，因此称作絕緣体。

导体和絕緣体并没有严格的区别，假使在某一个絕緣体上施以相当大的电压，这个电压的推动力超过了原子核对电

子的吸力时,这个物质原子中的电子一样可被推动,而在这个高电压下成为导体。所以一般的絕緣体大都是指定在某种电压之下工作的,如果超过了这个规定的工作电压,就不能保持絕緣的性能了。

9. 电阻和它的单位

我們已經知道,电子是由原子核的质子所吸引着的,如果要使电子在电路上流动,就需要一部分电能来抵消原子核对电子的吸力,这一种吸力可以說是电流流动的阻力,可称作电阻。原子組織愈紧密的物质,也即是导电性不佳的物质,电阻就愈大。电阻的单位是欧姆,就是接在一伏特电压上的导体,有一安培电流通过时,这个导体的电阻就是一欧姆。計算时通常用 R 代表电阻, Ω 代表欧姆。

10. 欧姆定律

任何完全的电路都須具有电压、电流和电阻的,因为有了电压才有电流,任何导体都有电阻,所以这三者的关系是不可分离的。我們翻开欧姆定律来看:

任何电路里的电流,一定等于工作的电压
除以电路里的电阻所得的商数。

这是电学里最基本而最重要的一个定律,我們可以用公式来把定律的意义加以分析,定律說的是:

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}} \quad \text{I} = \frac{\text{E}}{\text{R}} \quad (1)$$

在公式(1)里找出:如果电路上的工作电压不变,电路上的电阻愈大时,电流就愈小;电阻愈小时,电流就愈大。这就

告訴我們：在電路上，電流和電阻是成反比的。在這個反比的关系里也可以知道：在一定的工作電壓下，如果電流愈小，就可知道電阻愈大；如果電流愈大，就可知道電阻一定愈小。所以公式也可以化作：

$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} \quad \begin{array}{|c|} \hline R = \frac{E}{I} \\ \hline \end{array} \quad (2)$$

同時在公式(1)里也可找出；如果電路上的電阻不變，加到電路上的工作電壓愈大時，電流就愈大；電壓愈小時，電流也愈小。這就告訴我們：在電路上，電流和電壓是成正比的。在這個正比的关系里，也可以反過來知道：電路上的電阻固定不變時，如果電流愈大，就可知道電壓愈大；如果電流愈小，就可知道電壓一定愈小。所以公式(1)也可以化作：

$$\text{電壓} = \text{電流} \times \text{電阻} \quad \begin{array}{|c|} \hline E = I \times R \\ \hline \end{array} \quad (3)$$

在這三個公式里，我們都可以找到電壓和電阻的关系也是成正比的，就是：電路上的電阻增大時，如果要通過一定數量的電流，那末電壓就需要加高(公式3)。反過來說，電路上的工作電壓加高時，如果要維持電路上通過的電流不變，就將電阻加大(公式2)。

歐姆定律的三個公式是電學上最基本的計算公式，是必須了解和記牢的。下面是一個幫助記憶的簡圖：圖甲表示電流、電壓、電阻間的关系，橫綫代表分數式，在上面的是分子（即被除數），在下面的是分母（即除數）。直綫代表乘式，在直綫兩邊的數字是相乘的。所以我們就很容易記憶：電壓 E 總是做分子的，不論求算電流 I （圖乙）和電阻 R （圖丙），電壓都是被除數。同時也可以記憶：求算電壓 E 時，電阻和電流是相

乘的(图丁)。



甲



乙

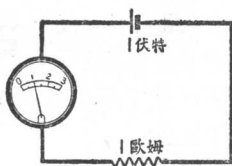


丙



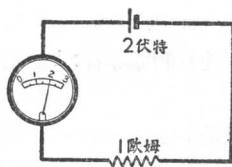
丁

让我们举几个简单的例子来运用这些公式，譬如在某一个电路里，电阻是1欧姆，工作的电压是1伏特，电路上的电流就是：



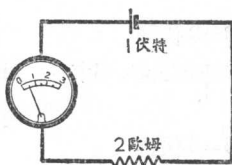
$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ 安培}$$

假使电路里的电阻不变，而电压增高到2伏特，那末电路上的电流就是：



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

反过来，如果电压仍然是1伏特，而将电阻增加到2欧姆，那末电路上的电流就是：



$$\text{电流} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ 安培}$$