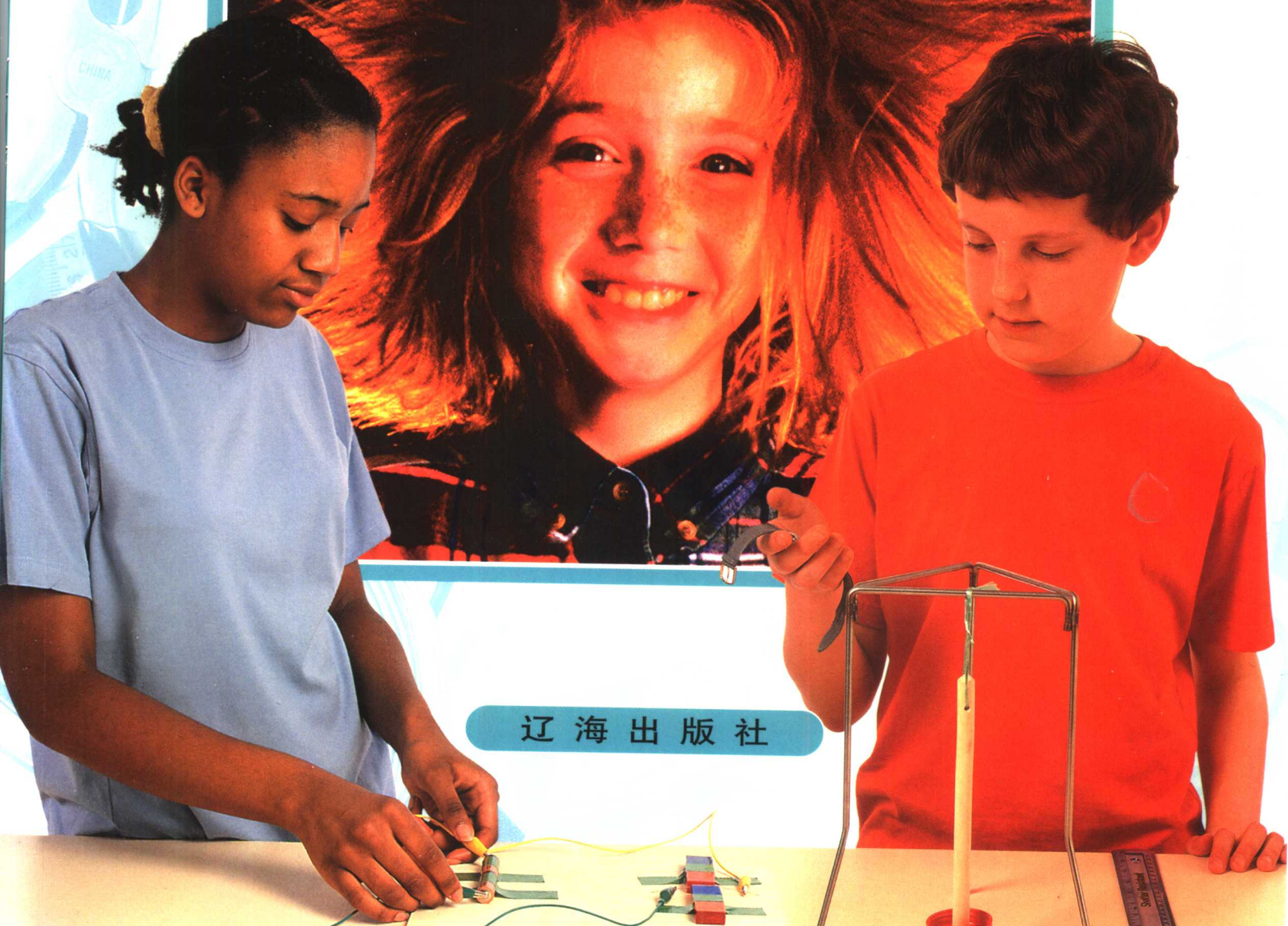


SCIENCE ACTIVITIES

科学实验活动丛书

(美) 克里斯·伍德福德 著

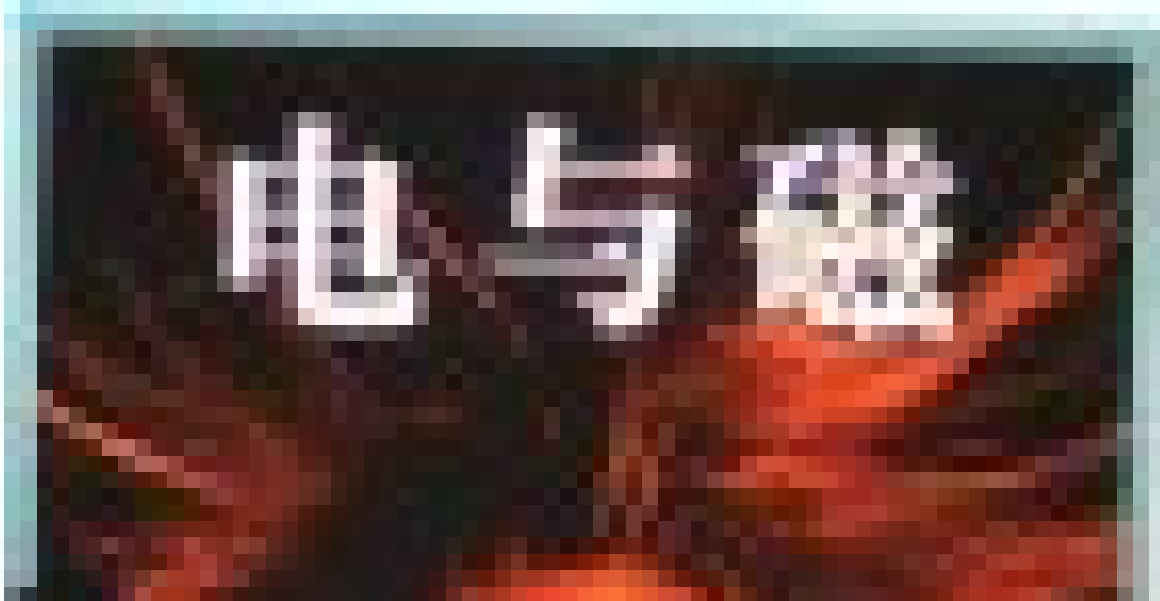
电与磁



辽海出版社

高中物理竞赛题解

高中物理竞赛题解
——力学、电磁学、光学、热学、原子核物理



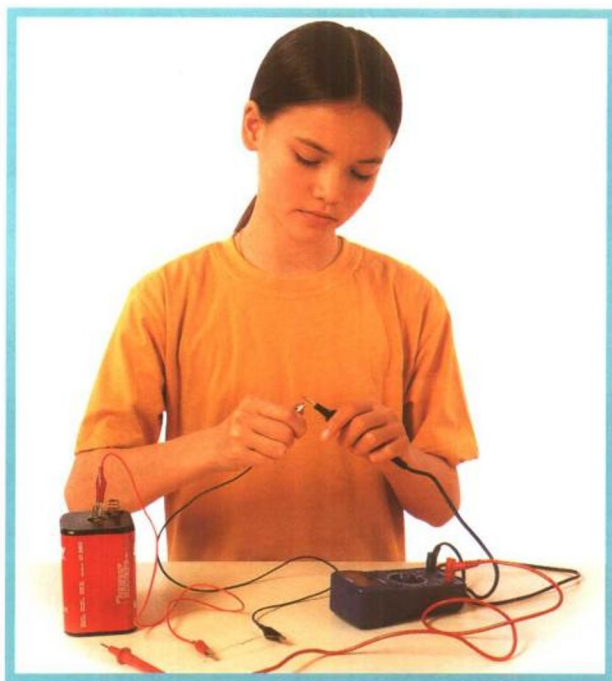
电与磁

科学实验活动丛书

电与磁

第一册

(美) 克里斯·伍德福德 著 姚丽 译



辽海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学活动. 1, 电与磁 / (美) 伍德福德著; 姚丽译. —
沈阳: 辽海出版社, 2003. 2
ISBN 7-80669-482-X

I. 科… II. ①伍… ②姚… III. ①科学实验—小学—
教学参考资料 ②电磁学—小学—教学参考资料
IV. G624.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 086761 号

Science Activities (10 Volume set) Set ISBN 0-7172-5608-1
Electricity and Magnetism by Chris Woodford Vol ISBN 0-7172-
5609-X
Copyright©2002 by Brown Partworks Limited
Chinese translation published by Liaohai Publishing House
Published by arrangement with The Brown Reference Group plc
All rights reserved

本书中文简体字版由英国 The Brown Reference Group
plc 授权辽海出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以
任何方式复制或抄袭本书的任何部分

责任编辑: 刘永淳
美术编辑: 谭成荫
责任校对: 王守红
出版者: 辽海出版社
地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号
邮编: 110003
电话: 024-23284478
http: www.lhph.com.cn
印刷者: 辽宁美术印刷厂
发行者: 辽海出版社
幅面尺寸: 215mm × 280mm
印张: 4
字数: 45 千字
出版时间: 2003 年 2 月第 1 版
印刷时间: 2003 年 2 月第 1 次印刷
印数: 1-5 000
定价: 16.00 元

从书简介

这套科学实验活动丛书, 给孩子们一个机会来使用职业科学家用以解决问题的方法, 去探索科学世界中一些引人入胜的题目。这套丛书强调计划实验, 要求以一种严格的方式进行操作以便顺利地地完成一项实验, 并通过记录实验各个阶段的情况以及组织并分析实验数据以得出结论。向未来的科学家们介绍了科学的工作方法。读者将有机会亲自动手去做这些新颖而振奋人心的实验, 从而以各种方式学会记录和分析自己的实验和结果的方法。

这套科学实验活动丛书的每一册都包含 10 个主要实验, 每个实验还有补充活动, 用以鼓励读者去发现有关这个题目更多的东西。这些活动都是通过详细的引导和分析加以解释和展开的。每个活动都附有彩色的演示照片和许多说明每个题目细节的图片和插图。

通过在科学方法指导下所做的这些有趣又有教益的实验, 能够使每个阅读这套丛书的人获得职业科学家如何从事他们工作的一种感觉。但最重要的还是从中所得到的乐趣。

目 录

导 言	4	
实验活动一	电池组与电池	6
	柠檬电池	8
实验活动二	立体电池组	12
	伏特电池	14
实验活动三	静 电	18
	验电器	20
实验活动四	瓶中的闪电	23
	莱顿瓶	24
实验活动五	断续电流	28
	安装熔断器	30
实验活动六	退 磁	33
	居里点	34
实验活动七	电机运转	38
	电动机效应	40
实验活动八	磁 场	44
	变化的磁场	46
实验活动九	电 磁	50
	制作电磁体	52
实验活动十	涡电流	56
	用涡电流缓冲运动	58
术语注释	62	
丛书索引	64	

导言

停电时，你无法看电视、玩电脑游戏或开灯。在户外，如果没有电，汽车不会行驶，所有的电灯都会熄灭。电真正驱动着现代社会。

物质是由肉眼看不见的被称为原子的微粒组成的。在每个原子的中心，带正电的质子与其他粒子构成核心，这个核心就被称为原子核。核外有被称为电子的微小粒子围绕原子核旋转——这有点像卫星绕地球运转。每个电子都带有一个很小的负电荷。电荷是聚集在一个地方的电能。一切与电有关的事情最终都是由这些带电的粒子引发的。

电子聚集在一个地方，或从一个地方移动到另一个地方，产生一切与电有关的效应。当你打开手电筒，

电流就沿着里面的电路流动。若把电路放大数百万倍，你就会看到电流是由背着小电能包的电子沿电路运动产生的。

电的类型有两种。一种是静电，描述电荷在原处静止不动时所产生的现象（“静”的意思就是不动）。常见的静电现象是当你走过尼龙地毯后去开门时，门把手上

■ 磁悬浮火车是由铁轨上和火车上的电磁推动和牵引的，使火车悬在铁轨上行驶。





● 当小女孩触摸这个等离子体球时，静电流到她的头发上，头发因为负电荷（电子）相互排斥作用而竖立。

有电击感。另一种是流动的电，描述电荷从一个地方流动到另一个地方所产生的现象。电流用于电路和电子线路中，如录像机这类日常家电中的电路。

电与磁

科学家曾经认为电和磁是两种不同的力。电学说明电荷的行为，而磁学说明指南针的工作原理以及物质如何变得具有磁性。但是现在我们知道电产生磁，磁产生电，电和磁是同一种自然力的两个部分，今天的科学家称之为“电磁”。

注意安全！

如果你曾经看到过闪电，你会知道电既具威力又具危险性。很多人由于没有很好地重视电的威力而丧失了生命。如果你能遵守每一个实验的指令，本书上的所有实验将会非常安全。如果你对如何操作心怀疑虑，就求助于成人。

几点有益的科学指导

科学不仅是一种事实的搜集工作，而且也是科学家用于搜集信息的过程。遵循这里给出的几点有益的科学指导，从而从每个实验中都能得到最大的收获。

- 每个实验做一次以上，这样可以避免偏离结果的偶然错误。一个实验做的次数越多就会越容易发现实验结果是否正确。
- 要确定如何记录你的实验结果。你可以使用各种不同的方法，诸如：描述法、图解法、表格法、图表法以及曲线法。要选择使你的结果容易阅读和理解的表达方法。
- 要保证做到边进行实验边记录实验结果。如果出现一个结果明显不同于其他结果的情形，那可能是由于实验出现了问题，应该立即进行调整。
- 把实验结果绘制成一个曲线图是大有益处的，因为它有助于你填补实验中的空白。例如，设想你沿着图表的底线画出时间间隔，侧面向上逐次标出温度。如果测量温度10次，你就能在图表上画出10个点，用直尺将所有的点连接起来，取线上的任何一点，并从图表的两侧读出那一点的时间和温度，就可以评价每两点之间或每两次测量之间所发生的变化。
- 从错误中得到经验。科学上一些激动人心的发现来自于意想不到的结果。如果实验结果与预测不一致，要试着弄清是什么原因。
- 在实验过程中或者在实验准备过程中，你都要始终保持小心谨慎，不管这种实验有没有危险。在开始实验之前，你一定要了解实验的安全规则。
- 在没有告诉成年人你打算做什么之前，切不可开始进行实验。

实验活动一

电池组与电池

电池是便利的电储存器，用于驱动便携式电器。多数电池是由一个或多个更小单位的电池组成，而这些更小单位的电池可以由一些令人惊奇的材料制成。



大型家电，如冰箱、电视机和电脑，都是由主供电驱动的——把它们的插头接入电源插座即可。如果你想给小型、便携式电器提供电力，如随身听或掌上电脑游戏机，则需要储存在电池里的便携电。

电池有各种形状和型号，但它们的工作原理都是将化学能储存起来并将其转变成电能。电能沿着导线从电池流向电器，再回到电池，这个线路被称为电路。电只有在闭合的线路上才能流动；电路上的任何缺损

在英国伦敦，这些节日的彩灯闪亮是因为它们形成了一个闭合电路。

都会阻止电流通过电路。

电路畅通需要两个条件：电流和电压。电流是沿电路流动的电子所携带电能的大小。电子在线路的两点之间流动，因为两点之间具有电位差。这种电位差就是电压，电压的测量单位是伏特（V）。因此，电

压为电子流动提供“动力”。电压又被称为电动势(emf)，正是这种电动势才使电流流动。电压可以用伏特计进行测量。

产生电的最基本单位被称为电池。电池的作用如同水泵，促使电子流动并产生电。每种电池都有其特定的电压。电池可以只由一块或连在一起的多块电池组成。只有一块电池的叫单电池，手电筒里的每个1.5伏电池都是单电池。数显手表用的小药片状的电池也是单电池。像9伏的大电池和汽车用的电池是由很多连在一起的电池组成的。

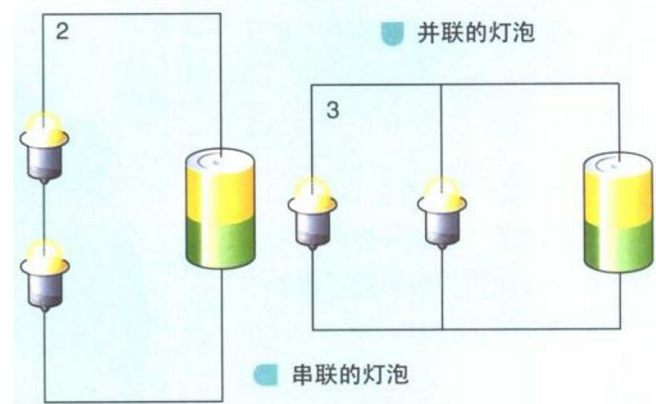
由电池或电池组中的电子提供的电总是从一端，称为负(-)极或终端，流向另一端，称为正(+)极或终端。

用于驱动便携式电器的电池通常由几种不同的化学物质制成，也可以用几个柠檬和两条电线这样简单的东西制成，正如你将在下面的实验活动中看到的那样。

电 路

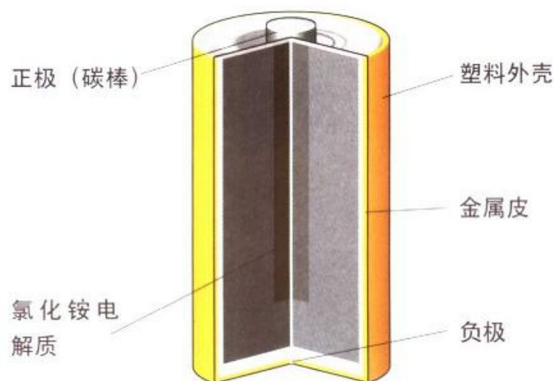
电路是电流流动的线路。电路主要有两类：串联和并联。在串联电路(1和2)中，像灯泡这些元件，都被连接在一条线路上。如果串联线路中的任何连接处受损，就不会有电流在电路中流动。

在并联电路(3)中，每个元件单独同供电源连接。如果某一个元件停止工作，其他元件将继续工作。



把元件串联起来非常有用，因为在这种电路中任何地方的电流大小都是一样的。在并联电路中，电流由各个元件共同使用。并联电路上的灯泡亮度降低是因为供电的电流没那么充足。因此，在户外的灯线上，所有的灯泡都是串联的。

电池的工作原理



电池是便携式电力源——它们提供驱动电路进行工作的电压。电池以化学形式在内部储存电能。在电逐步产生的过程中，这些化学物质被转变成其他无用的化学物质，导致电池被用完。所有的电池都由三种部件组成：正极(碳棒)，负极(不同于正极的物质)，以及被称为电解质的化学物质，其作用是把终端分开，充当电子载体。

实验活动

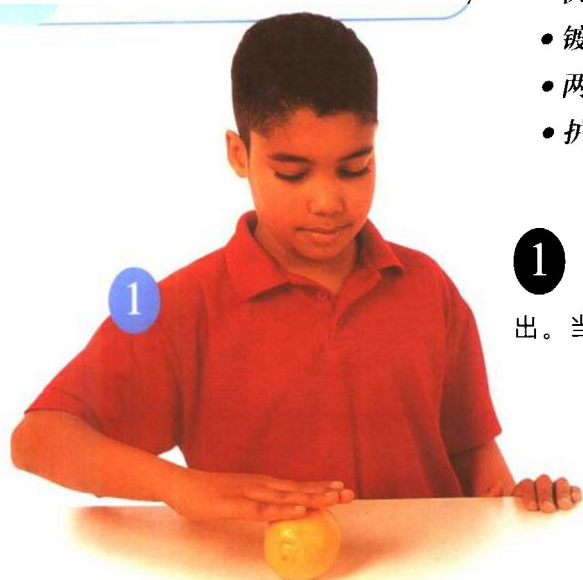
柠檬电池

目的

1. 用柠檬制作工作电池。
2. 研究电如何流动。
3. 检验你的柠檬电池在不同条件下工作效果如何。

你需要的用具和材料

- 鲜柠檬
- 硬铜线
- 钉子
- 曲别针
- 剪刀
- 伏特计或安培计
- 镀锌螺丝钉
- 两端带鳄鱼夹的电线
- 护目镜

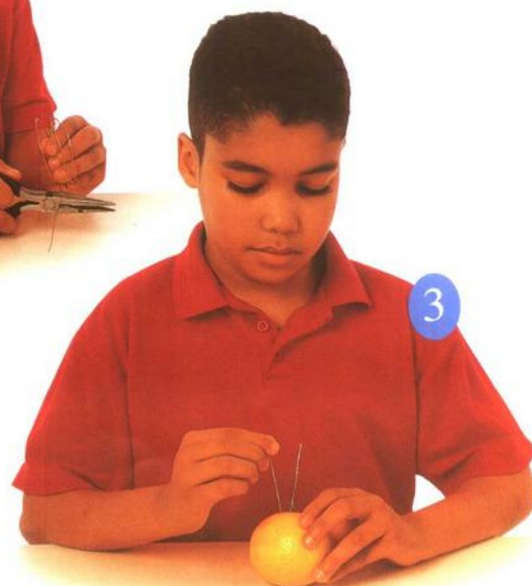
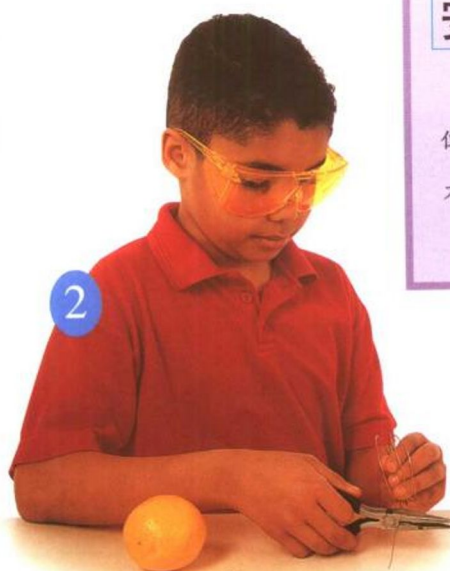


- 1** 取一个柠檬，沿桌面轻轻地按着不断滚动，使果汁在里面溢出。当心不要弄破柠檬皮。

安全提示

柠檬不会产生足以伤人的电量，但是用舌头舔电线时一定要当心，不要划伤。

- 2** 用剪刀剪一条2英寸（5厘米）长的铜线。可以求助于成年人帮忙。轻轻地把铜线插进柠檬约1英寸（2.5厘米）。



- 3** 伸直曲别针，轻轻地把曲别针插进柠檬约1英寸（2.5厘米）。尽量使曲别针接近铜电极，但不接触上。

使用安培计

安培计测量电流，以安培显示，伏特计测量电压，以伏特显示。安培计和伏特计有两种。有些有指针，在表盘上来回摆动。当电流通过这种安培计时，会产生磁，这会使指针像指南针那样移动。其他种类的此类仪器通过数字显示（如我们在这个实验中使用的），它们用电路板而不用磁来测量电流和电压。



4 用舌头舔嘴唇，使之柔软、湿润。现在，用舌头同时舔电线的两个电极，你应该有点儿麻刺感。柠檬电池产生的电流过了你的舌头。



5 如果你有安培计或伏特计，用带鳄鱼夹的电线把伏特计的一个终端连接到曲别针上，把另一个终端连接到铜线电极上。如果仪表上呈现的是负值，说明你把电路接反了，那就换个接法。把数据记录到笔记本上。

如果我的舌头没有麻刺感怎么办？

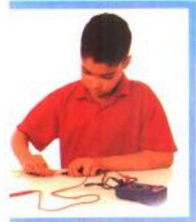
首先，确定你使用的是新鲜、多汁的柠檬。你也许得试用几个不同的柠檬才能找到一个汁多的。把两根电线放得非常近，在用舌头舔电线前要确认你的舌头是湿润的，有时用粗点的铜线也会使你更容易感觉到电流。

你可能遇到的问题



实验活动拓展

柠檬电池



从手电筒里取一个小灯泡（约1.5伏），用鳄鱼夹把它同柠檬

电池连接起来。灯泡会亮吗？大概不会。一个好柠檬电池只能产生约0.5~0.75伏的电，其电量不足以驱动电子通过1.5伏的手电筒灯泡。

伏的电，但是记住，电压只是电路正常工作所需两个因素之一。柠檬电池仍然只产生非常弱小的电流。要使灯泡发光则需要更大的电流让灯丝发热。但是，你会发现你的柠檬电池组能点亮发光二极管或者驱动数字式手表，因为它们只需要很小的电流。

哪种电极会产生更大的电压呢？

手电池

如果你有一小块铜片和一小块铝片（可以从五金商店买到），试着制作这种更为简单的电池。

把一个连接电线的鳄鱼夹接到一个金属片上，把电线的另一端接

柠檬电池组

为了产生更大的电压，你可以试着把两个或更多的柠檬电池串联在一起。首先制作一个同第一个完全相同的柠檬电池。然后用鳄鱼夹把其中一个电池的钢电极同另一个电池的铜电极连接起来。从而把两

水果电池

用同样的电极及不同的水果重复做上述实验。画一个表格，记下每一

你可以用任何多汁的酸水果或蔬菜制作电池。



个电池串联在一起，做成了一个约1.0~1.5伏的柠檬电池组。你可以把电池组上两个没用上的终端连到伏特计上以测量电压。

把伏特计拿开，把电线连到手电筒的灯泡上，灯泡亮了吗？

柠檬电池组现在产生高达1.5

个水果的电压。你会发现水果或蔬菜越酸，电压就越高。

用一种水果和其他几对金属电极做实验。试用一个铜电极和一个铝电极（你可以把铝片包在牙签上插进柠檬），或者试用一个铜电极和一个锌电极（用一个镀锌螺丝钉）。

到你的安培计上。要形成一个闭合的电路，只需把一只手放在一个金属片上，另一只手放在另一个金属片上就可以了。你手上的汗起电解质的作用，应该会提供足够的电子来产生非常小的电流。安培计上显示读数了吗？



分析

电池组与电池

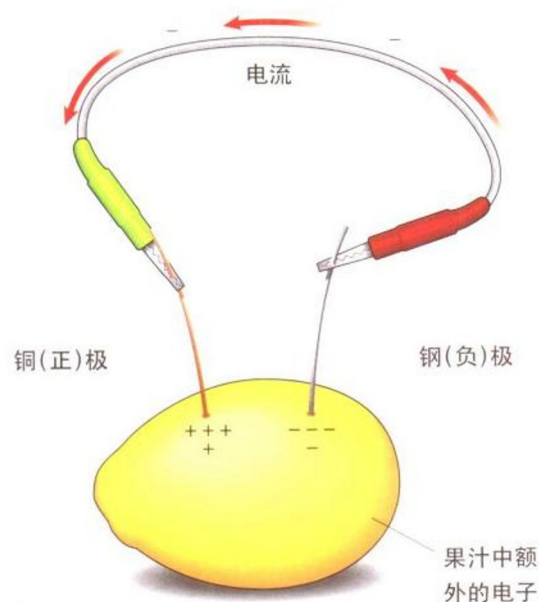
在这个实验中你制作的柠檬电池是单电池。它的工作原理同驱动你的随身听、手电筒或其他便携电器的单电池一样。

所有的电池都含有液体、糊剂或固体电解质、正电极和负电极。电解质是酸，用做储存电子。负电极发生化学反应，产生电子流，而正电极吸收电子。当电路中两个终端相连，或者与一个将要被供电的电器相连时，电子将由负极流向正极，产生电流。

在你的柠檬单电池中，柠檬汁是电解质，铜线是正极，接受电子，而钢制曲别针是负极，产生电子。

当你用舌头舔电极，或把测量表与电极相连时，电路就被闭合了。柠檬里发生了化学反应。柠檬汁原子中的电子产生的能聚集到负极，并沿电路运行到正极，这就是电流在电路中的流动。

柠檬电池



柠檬电池中的电流是由沿电路运行的电子产生的。额外电子聚集在柠檬中曲别针的一端（负端子），它们流到铜线的一端（正端子），在这里几乎没有电子存在。

你不需要电线来接通电路，当你用舌头舔两个电极时，电路就已经闭合了。



两个土豆能产生足够的电来驱动一个小的数字显示式时钟。

立体电池组

一块电池本身并不能提供足够的电来驱动大多数的电器。要产生足够的电量,需要把几块电池连在一起,形成电池组。



电池,如你在实验活动一(见6~11页)中制作的柠檬电池,是储存电的最基本单位。像你用在随身听上的1.5伏电池,是单电池。但是正如你在实验活动一中看到的那样,单电池储存不了大量的电。这就是为什么多数手电筒、随身听以及其他电池驱动的电器都使用多块电池。最早的电池组是由几块单电池组成的。

最早的电池是由意大利物理学家亚利山德·伏特(Alessandro Volta 1745—1827)于1800年制作的,是第一块不间断电流电源。这种电池有时被称为伏特电池(伏特 volt 和电压 voltage 就是以物理学家伏特

■ 汽车使用的电池是一种湿电池,之所以这样称呼是因为它们含有液体硫酸。

volta 命名的)。

伏特电池制作得像三明治,含有交错堆放的银片(正极),浸过盐水的薄纸片,以及锌片(负极)。伏特电池一问世即刻引起轰动,因为它首次产生了高压电流,为更广泛地用电铺平了道路。

伏特的实验是基于另一位科学家意大利解剖学家瑞吉·伽凡尼的成果(Luigi Galvani 1737—1798)。伽凡尼发现,如果他把一条死青蛙的腿挂在铁钩上,

然后用一种不同的金属触及它,青蛙腿就会抽动起来。伽凡尼认为这种抽动是由储存在青蛙体内的某种“动物”电产生的,但是伏特的证明结果却不同。他的试验表明,是青蛙腿中的液体分开的两种不同金属产生的电。青蛙腿抽动是因为电流在其中流动,而不是因为青蛙腿出于某种原因在放出身体内储存的电。

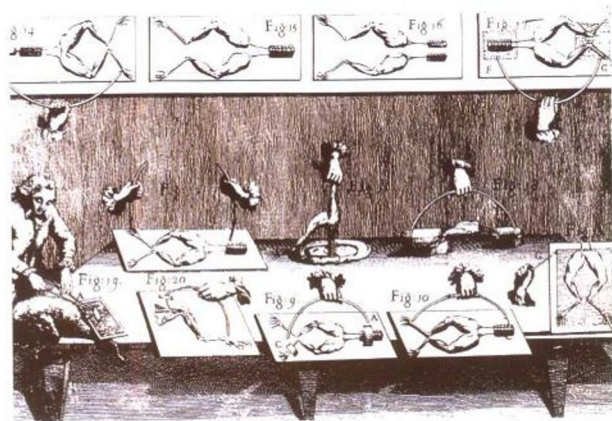
电池组同电池完全一样,由很多不同的电池组成。在伏特电池中,每一个由银、浸过盐的薄纸板以及锌构成的“三明治”都是一个电池。正如在你制作的柠檬电池中,电池与电路连上就会产生电。此时,盐水中发生了化学反应,电子在电池中流动,电流就产生了。

现代电池

用电池组取代单电池,从而产生更高的电压来驱动种类更多的电器。例如,很多无线电收音机都是由9伏电池组驱动的,该电池组是由6个1.5伏电池组成,



瑞吉·伽凡尼(1737—1798)



这幅图表明伽凡尼对电和青蛙肌肉所做的不同实验。在所有的这些实验中,把青蛙腿和两种不同的金属连接起来都会使青蛙腿上的肌肉抽动。伽凡尼认为这种现象的发生是因为青蛙肌肉里储存着电。几年后,亚利山德·伏特表明青蛙腿实际上在导电,而不是储存电。上面的版画展示的就是伽凡尼1791年出版的著作《评论肌肉运动中的电》。

12伏汽车电池组由6个2伏电池组成。

化学物质能耗尽的电池叫原电池。如果有些电池的电流从电池正常工作的反方向流过,它们就可以重新使用。这种电池被称为蓄电池或充电电池。常用的电器中使用的电池都是原电池。汽车上和其他交通工具上使用的电池是蓄电池。它们能输出强大的电流来启动发动机,但是会很快耗费掉,需要不断充电。

在本实验中,你将制作一块伏特电池,非常像伏特首次制作的电池。这次你不用青蛙腿或银,而是用硬币来制作电池。

■ 这位潜水员的水下照相机由一个单电池驱动,而他的手电筒则需要更多的电。几个电池组在供电,而每个电池组又由多块电池构成。

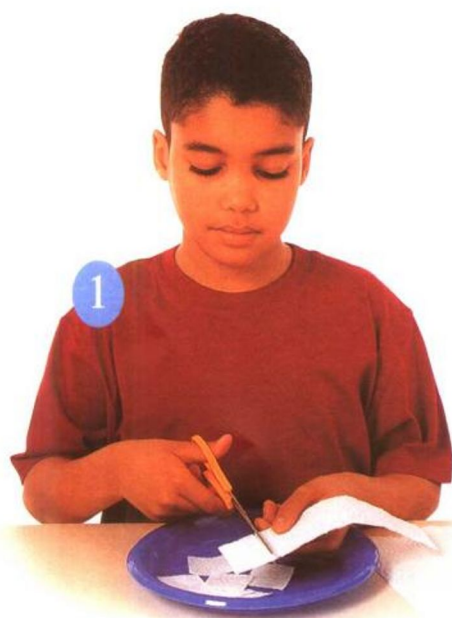
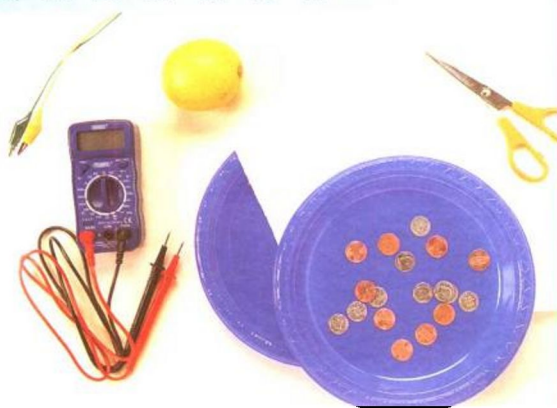
伏特电池

目的

1. 根据亚利山德·伏特的1800型电池制作你自己的伏特电池。
2. 用美元的1分和1角的硬币作电极，柠檬汁生成电解质制造电流。
3. 用安培计测量电流。

你需要的用具和材料

- 有吸水性的纸巾
- 剪刀
- 柠檬汁
- 2个塑料盘
- 带鳄鱼夹的电线
- 5~10个铜质硬币，如1美分硬币
- 同样数量的锌质硬币，如美元的1角钱硬币
- 伏特计



- 1** 把纸巾剪成几片边长为1英寸(2.5厘米)的正方形，你需要5~10片这样的纸巾。



- 2** 把纸巾浸在柠檬汁里。



- 3** 把电线的一端夹在其中的一个1分硬币上，然后，做一个“三明治”，在这个1分硬币上放一片浸过柠檬汁的纸巾，然后放一个1角硬币，再放一个1分硬币，接着再放一块纸巾，以此类推，最后一层是1角硬币。这样，在每两片纸巾中间夹着1分硬币和1角硬币。开始做电池时，两种硬币各用5个就可以了。



4 把第二根导线的一端连到最上面的硬币上。

5 确定所有组成电池的层面都是相互接触的。也许你得使劲用鳄鱼夹把它们固定在一起。现在把导线的另一端连到安培计或伏特计上。如果表上不显示数据，或指针指向相反的方向，那么就反过来连接。



6 用更多的硬币重复该实验。每做完一个记下安培计上的数据以便过后比较。

7 如果你没有安培计，把房间完全遮住，再把鳄鱼夹的两端碰到一起，你应该会看到小火花。当你在电池上增加更多的硬币时，火花发生变化吗？



测量电压和电流

测量电压的单位是伏特 (V)。一块小电池产生约 1.5 伏的电压，一块铅酸车用电池产生约 12 伏的电，而美国大多数的家庭供电是 110 伏。

测量电流的单位是安培 (A)，是为了纪念法国物理学家和数学家安德鲁·玛莉·安培 (André-Marie Ampère 1775 — 1836)。1 安培的电流的确非常大。本书实验中所用电流只有几毫安——1 毫安等于千分之一安培。

你可能遇到的问题

如果我的电池不工作怎么办？

电流可能在电路的某个地方不能通过。首先试着清洗一下硬币。然后确认电池的各个部分相互接触，最后检查每片纸巾是否完全浸过柠檬汁。