



义务教育教科书(五·四学制)

物 理

九年级 上册

山东科学技术出版社

义务教育教科书(五·四学制)

物 理

九年级 上册



◇ 山东科学技术出版社

· 济南 ·

致同学们

同学们，本书将引领你畅游物理世界，成为你探索物理的好朋友。

本书倡导自主、合作、探究式的学习，强调科学与实际、科学与社会的联系。为了方便同学们对物理课程的学习，我们设计了以下栏目：

 **观察与实验** 展示一些物理现象及事实，构架动手、动脑、动口的平台。

 **想想议议** 设计课堂学习活动，促进同学们的思考与讨论、交流与合作。

 **科学世界** 有关物理知识的拓展性内容。

 **科学 技术 社会** 介绍和探讨科学、技术与社会之间相互关联的问题。

 **相关链接** 提供形式多样的科学信息，扩大同学们的视野，提高自主学习的能力。

 **动手动脑学物理** 设计有助于完成学习任务的探究活动和作业，深化对知识的巩固和理解、迁移和运用。

 **做中学** 提供动手动脑的学习机会，学习应用物理知识解决生活实际问题的方法，增强创新意识和探究能力。

 **学到了什么** 引导同学们学会梳理、反思和整合。

设计这些栏目的目的，是希望同学们掌握打开科学殿堂大门的金钥匙，学到科学知识，体验科学方法，提高科学素养，逐步树立科学的价值观。

祝同学们快乐学习，健康成长！



目 录

第十一章 电流和电路	1
第一节 电荷 摩擦起电	2
第二节 电流和电路	9
第三节 串联和并联	15
第四节 电流的测量	19
第五节 探究串、并联电路中电流的规律	25
第十二章 电压和电阻	31
第一节 电 压	32
第二节 探究串、并联电路中电压的规律	38
第三节 电 阻	41
第四节 变阻器	47
第十三章 欧姆定律	54
第一节 探究电流与电压、电阻的关系	55
第二节 欧姆定律及其应用	58
第三节 测量电阻	61
*第四节 电阻的串联与并联	64

第十四章 电功率 70

第一节 电 能 71

第二节 电 功 76

第三节 电功率 78

第四节 测量小灯泡的电功率 83

第五节 焦耳定律 85

第十五章 安全用电 92

第一节 家庭电路 93

第二节 探究家庭电路中电流过大的原因 97

第三节 防止触电 101

夏日的夜晚，闷热难耐，天空乌云密布。突然，一道闪电像利剑一样，刺破了黑色的长空，紧接着，震耳欲聋的雷声滚滚而来。真的是天公发怒了吗？

雷电到底是怎样产生的？雷电有多么强大？雷电和家里用的电在本质上一样吗？让我们一起走进电的世界探索吧！



第一节 电荷 摩擦起电 ●●●

“快看,快看,她的头发竖起来了!”
这是在科技馆磁电展区看到的高压静电现象(图11-1-1)。

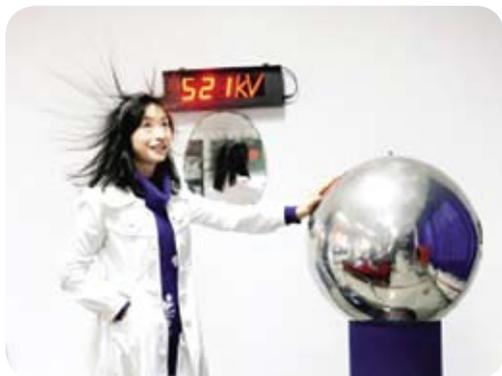


图11-1-1 “怒发冲冠”

静电现象



观察与实验

摩擦起电

撕一些碎纸屑放在桌面上,用塑料梳子、塑料尺或塑料笔杆摩擦你的头发,然后靠近碎纸屑,你看到了什么现象(图11-1-2)?

把一束扯成丝状的塑料捆扎绳用干燥的手自上而下地捋,你看到了什么现象(图11-1-3)?



图11-1-2



图11-1-3

我们发现,与头发摩擦过的塑料梳子、塑料尺或塑料笔杆能吸引碎纸屑。这是因为塑料梳子、塑料尺或塑料笔杆都带了“电”,或者说带了**电荷 (electric charge)**。公元1世纪,我国学者王充在《论衡》中记述了玳瑁的甲壳能吸引

芥子之类的轻小物体；古希腊人也发现了琥珀等物体经摩擦后能吸引草屑等轻小物体。

用摩擦的方法使物体带电，叫做**摩擦起电**。

电荷间的作用规律

观察与实验

电荷间的相互作用

玻璃棒跟丝绸摩擦后，橡胶棒跟毛皮摩擦后，都可以带电。使玻璃棒和橡胶棒分别带电后，按图11-1-4进行实验探究，并观察：

两根用丝绸摩擦过的玻璃棒相互靠近，发生了什么现象？

两根用毛皮摩擦过的橡胶棒相互靠近，发生了什么现象？

用丝绸摩擦过的玻璃棒和用毛皮摩擦过的橡胶棒相互靠近，又发生了什么现象？

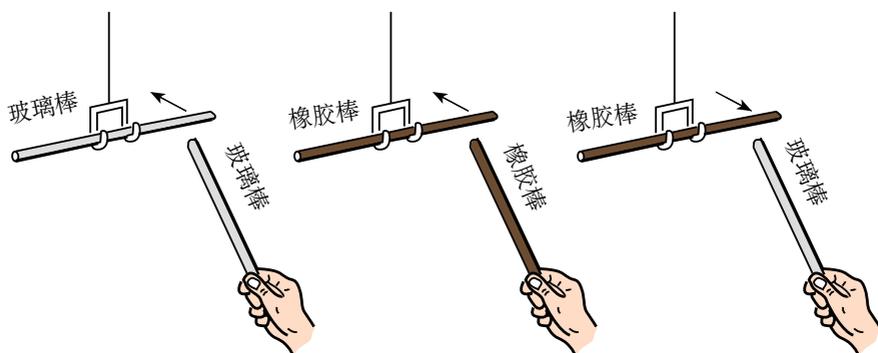


图11-1-4

大量的事实使人们认识到：**自然界只有两种电荷**。被丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷叫做**正电荷 (positive charge)**；被毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷叫做**负电荷 (negative charge)**。

通过对实验现象的分析，我们可以得出电荷间的作用规律：

同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

实验室里常用验电器来检验物体是否带电。用带电体接触验电器的金属

球，就会发生电荷的转移，这时，验电器的两片金属箔因带同种电荷，互相排斥而张开（图11-1-5）。

电荷的多少叫做**电荷量**，电荷量也可简称**电荷**。电荷的单位是**库仑**（**coulomb**），简称库，符号是**C**。一根摩擦过的玻璃棒或橡胶棒所带的电荷，大约只有 10^{-7} C。

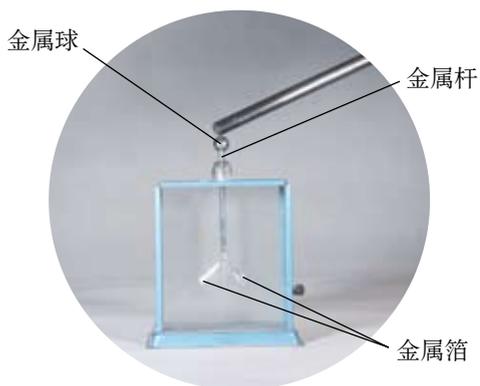


图11-1-5 验电器可以显示物体是否带电



想想议议

你能解释一下图11-1-1中发生的“怒发冲冠”现象吗？

摩擦起电的原因

现在我们就能够解释摩擦起电的原因了。解释摩擦起电现象需要一些关于物质结构的知识。

经过科学家的研究，现在人们已经认识到，常见的物质都是由分子、原子构成的。分子、原子很小，把1亿个氧原子紧挨着排成一行，也只有几厘米长。

1897年，英国科学家汤姆孙（1856-1940）发现了比原子小得多的带负电的粒子——**电子**（**electron**）。

原子由原子核和电子构成。原子核位于原子的中心，比原子小得多。原子核的半径大约只有原子半径的十万分之一。如果把原子看成直径为100 m的大球，则原子核只相当于一颗绿豆大小。

原子核带正电，电子带负电，电子在原子核外运动。人们把电子所带的电荷量叫做元电荷，常用符号 e 表示。

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

常见带电体所带电荷量都是 e 的整数倍。

通常情况下，原子核所带的正电荷与核外所有电子带的负电荷在数量上相等，原子整体不显电性，物体对外也不显电性。

例如，氢原子的结构最简单，原子核中带有1个电荷量为元电荷的正电荷，核外只有1个电子。氧原子核中带有8个电荷量为元电荷的正电荷，核外有8个电子（图11-1-6）。

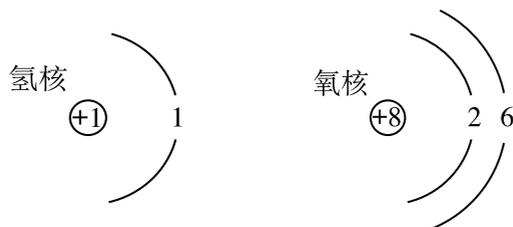


图11-1-6 原子的电荷结构示意图

不同物体的原子核束缚电子的本领不同。当两个物体摩擦时，哪一个物体原子核束缚电子的本领弱，它的一些电子就会转移到另一个物体上。失去电子的物体因缺少电子而带正电，得到电子的物体因为有了多余电子而带等量的负电（图11-1-7）。

摩擦起电并不是创造了电荷，只是电荷从一个物体转移到另一个物体，使正、负电荷分开。

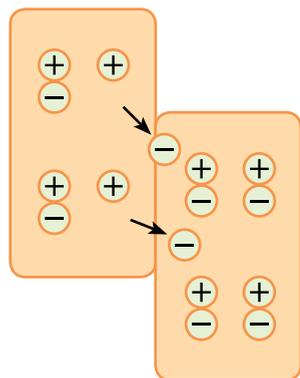


图11-1-7 摩擦起电原理

静电的应用和防护

静电在工业和生活中具有很重要的应用，但有时也会带来很多麻烦，需要防护。许多场合都可以发现人们应用静电的例子，也可以发现许多防护静电的例子。

图11-1-8介绍了应用静电的几个实例。静电还有很多其他应用。例如，某些空气净化器利用静电来吸附空气中的尘埃，使空气得以净化；用静电处理种子，可增强种子的抗病能力，提高发芽率；利用静电处理水，既能杀菌，又不易产生水垢；静电放电产生的臭氧，有很强的杀菌作用。

同学们可以通过查阅书籍、参观、调查等方式了解更多关于静电的应用，并相互交流。



静电除尘



静电喷漆



静电复印

图11-1-8 静电的应用

在生产、生活中，为了防止电荷在导体上过量聚集，常常用导线把带电导体与大地连接起来，进行放电。运输汽油等易燃、易爆物品的车辆尾部总挂有一条铁链，拖在地面上，可以把电荷引入大地，避免放电时产生的火花引起爆炸。飞机轮胎用导电橡胶制成，也是为了在着陆时使机身积累的电荷流入大地。



图11-1-9 静电的防护



图11-1-10 富兰克林的风筝实验

1752年的一个雷雨天，富兰克林冒着生命危险在美国费城进行了著名的风筝实验。他用绸子做了一个大风筝，在风筝顶上安了一根细铁丝，一根麻线的一端连接铁丝，另一端拴一把钥匙并塞在莱顿瓶中。他和儿子一起把风筝放飞到天空中，将连着风筝的丝绳系在遮雨棚内。一阵雷电过后，他看见麻线末端的纤维散开，并且莱顿瓶也带上了电（图11-1-10）。

相关链接

莱顿瓶

1746年，荷兰莱顿大学的教授慕欣勃洛克（1692—1761）在做电学实验时，无意中把一个带了电的钉子掉进玻璃瓶里。他以为要不了多久，铁钉上所带的电就会跑掉的。过了一会儿，他想去把钉子取出来，可当他一只手拿起桌上的瓶子，另一只手刚碰到钉子时，突然感到像被电击一样。到底是铁钉上的电没有跑掉，还是自己的神经太敏感呢？他又照着刚才的样子重复了好几次，而每次的实验结果都和第一次一样。于是，他非常高兴地得出一个结论：把带电的物体放在玻璃瓶子里，就可以把电储存起来。

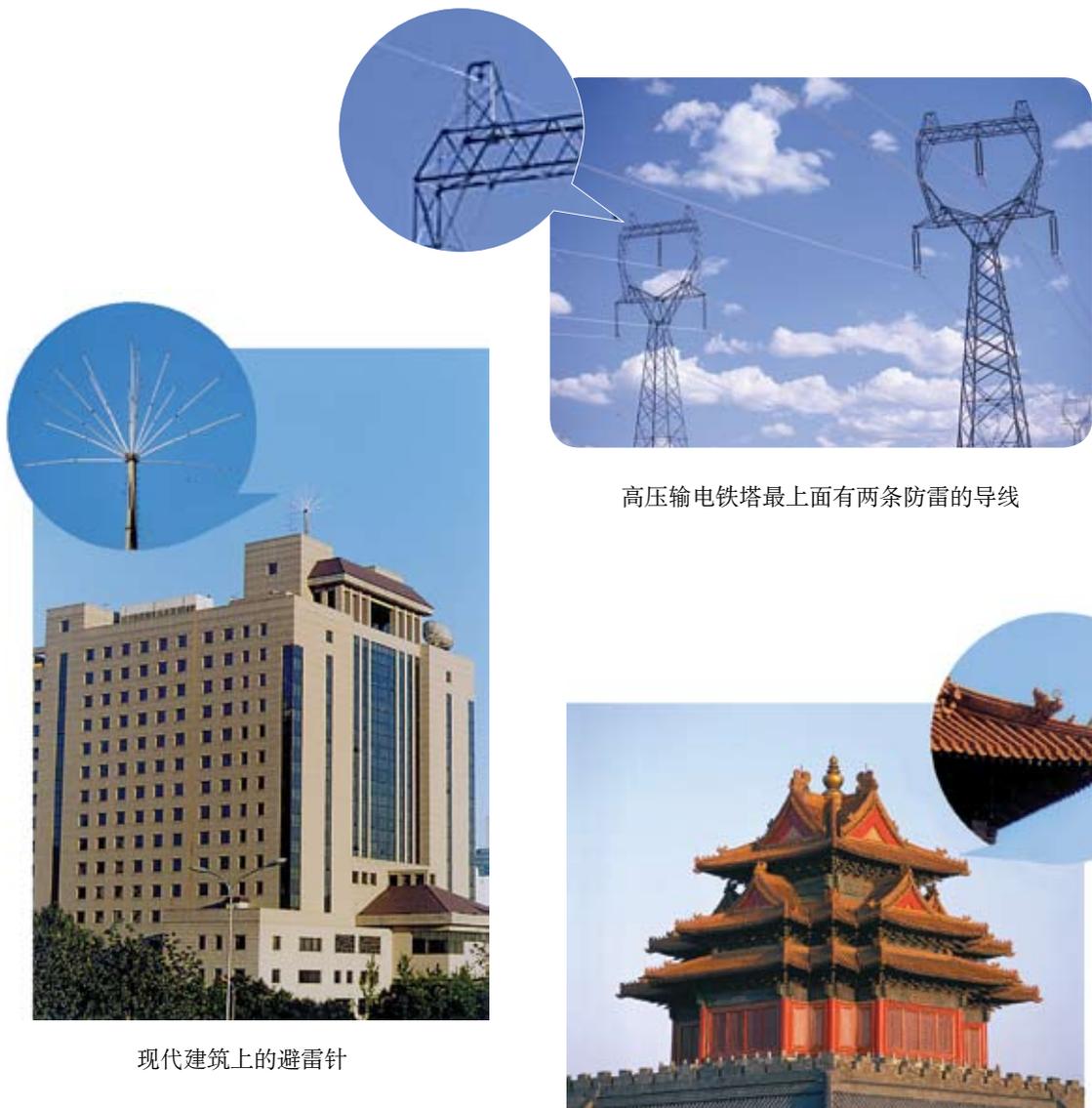
原始的莱顿瓶是一个玻璃瓶，瓶内和瓶外分别贴有锡箔，瓶内的锡箔通过金属链跟金属棒连接，棒的上端是一个金属球（图11-1-11）。



图11-1-11 原始的莱顿瓶

富兰克林的实验证明，闪电是一种放电现象，放电时的电流非常大，产生很强的光和声。云层和大地之间的放电如果通过人体，可立即致人死亡；如果通过树木、建筑物，巨大的热量和空气的振动会使它们受到严重的破坏。

高大建筑的顶端都装有针状的金属物，通过很粗的金属线与大地相连，可以防雷，叫做避雷针。高压输电铁塔最上面的两条导线也是用来防雷的。我国古代建筑上的龙角形铁制装饰物（俗称“镇龙”）也有预防雷击的作用。



高压输电铁塔最上面有两条防雷的导线

现代建筑上的避雷针

我国古代建筑上的龙角形铁制装饰物（镇龙）

图11-1-12 避雷装置

雷电灾害频发 年检不可大意

2005年夏季,海南省天气炎热,雷暴频繁。5月4日,海南省海口市东山镇某农户遭雷击,2人重伤,1人轻伤。5月5日,屯昌县中建农场1名退休女工被雷击身亡。据统计,单2005年5月海南省就发生雷击事故25起,死亡5人,重伤3人,轻伤1人,击伤耕牛4头,击坏房屋4间,击毁一批变压器、电视机、计算机及通信设备,直接经济损失超过50万元。

海南省属全国雷电灾害的多发区,每年有40~50人因雷击伤亡,直接经济损失超千万元。防雷专家建议,已有的避雷装置每年要进行安全检测,及早发现和排除雷击隐患,以确保安全。



动手动脑学物理

1. 在气候干燥的季节,小明脱掉外衣后拉金属门把手,突然被电击了一下,他赶紧缩回了手。小明觉得很奇怪,决定再试一下。当他再次用手小心地去摸金属门把手时,一切却又恢复正常。这是为什么?

2. 一根带电棒能吸引干燥的软木屑。木屑接触到棒以后,往往又剧烈地跳离此棒。试着做这个实验,说说为什么木屑会跳离。

3. 有甲、乙、丙三个带电体,甲物体排斥乙物体,乙物体吸引丙物体。如果丙物体带正电,甲物体带哪种电?

4. 如图11-1-13所示,用一段细铜丝做一个支架,作为转动轴,把一根中间戳有小孔(没有戳穿)的饮料吸管放在转动轴上,使吸管能在水平面上自由转动。用餐巾纸摩擦吸管使其带电。

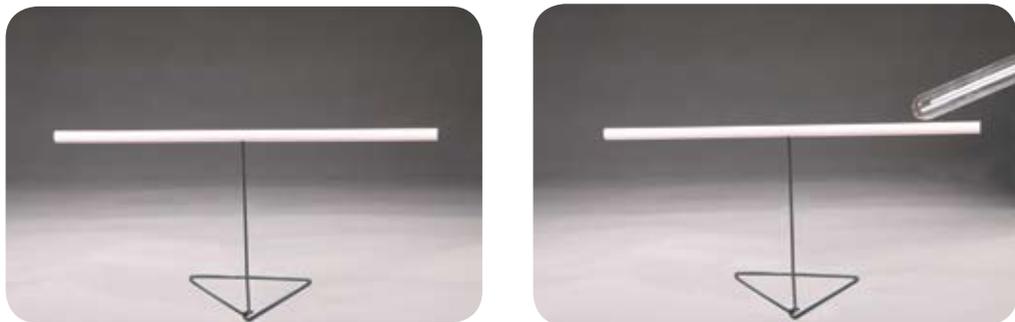


图11-1-13

(1) 把某个物体放在带电吸管一端的附近，发现吸管向物体靠近，是否由此可以判断该物体已经带电？

(2) 把用丝绸摩擦过的玻璃棒放在带电吸管一端的附近，观察吸管运动的方向。吸管带的是哪种电？为什么？

(3) 吸管和餐巾纸摩擦起电时，哪个失去了电子？哪个得到了电子？

5. 金属锡的原子核带有50个大小与电子电荷相等的正电荷，它的原子核外带有多少个电子？这些电子总共带多少库的电荷？为什么金属锡对外不显电性？

第二节 电流和电路 ●●●

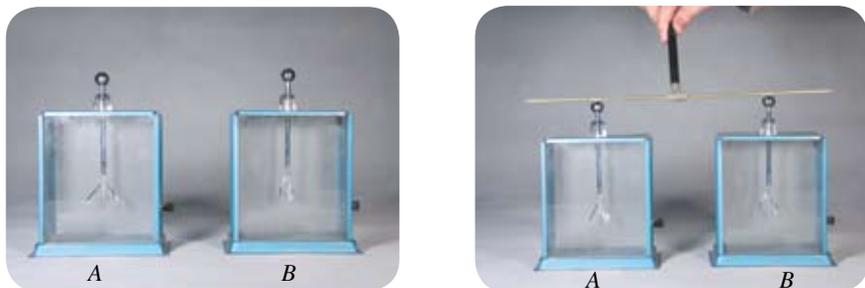
生活中存在各种各样的电路。无论多么复杂的电路，都是由简单的电路构成的，电路中的用电器工作时，必定有电流经过。

电流

观察与实验

电荷的定向移动

取两个相同的验电器A和B，使A带负电，B不带电（图11-2-1甲）。用金属杆把A和B连接起来，观察A、B的金属箔张开的角度有什么变化（图11-2-1乙）。



甲

乙

图11-2-1

通过实验，我们可以看到 A 的金属箔张开的角度减小， B 的金属箔张开。实验现象说明，有电荷通过金属杆从验电器 A 流动到 B ，使验电器 B 也带了电。也就是说，金属杆上有了电荷的定向移动，形成了短暂的电流。

如图11-2-2所示，小灯泡接上电池后亮了，因为电池提供持续的电流流过了小灯泡。

导线、灯泡的灯丝都是金属做的。在金属中，部分电子可以脱离原子核的束缚，在金属内部自由移动，这种电子叫做自由电子。金属导电，靠的是自由电子。平时它们运动的方向杂乱无章，可是接上电池之后，它们就受到了推动力，出现了定向移动，于是形成了**电流 (electric current)**。

电路中有电流时，发生定向移动的电荷可能是正电荷，也可能是负电荷，还可能是正、负电荷同时向相反方向发生定向移动。在19世纪初刚刚开始研究电流时，物理学家并不清楚在各种情况下究竟是什么电荷在移动，当时就把**正电荷定向移动的方向规定为电流的方向**。

按照这个规定，当电池、导线、小灯泡组成的电路闭合时，在电源外部，电流的方向是从电源正极经过用电器流向电源负极（图11-2-2）。

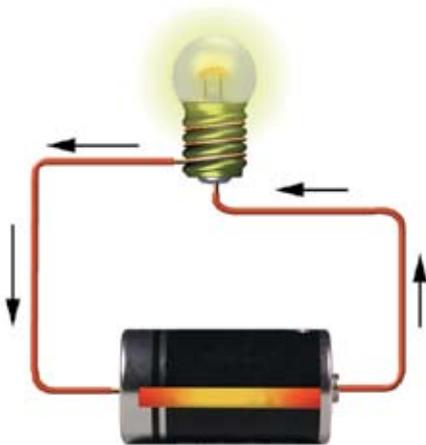


图11-2-2 电路中电流的方向：
电源正极 → 用电器 → 电源负极

小资料

二极管

对于导线来说，无论电流在导线中沿什么方向流动都是畅通无阻的。但是有一种叫做半导体二极管的电子元件，电流只能从它的一端流向另一端，不能反向流动。其中有一种二极管，当电流沿正向流过的时候能够发光，叫做发光二极管。电视机、收录机等许多家用电器上的指示灯都是发光二极管，有些城市道路上的红绿灯用的也是发光二极管。

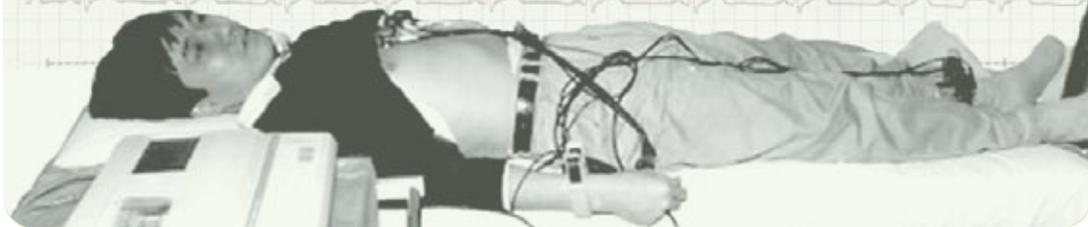


图11-2-3 各种二极管



生物电

不但输电线路中有电流，生物体内也有电流，称为生物电。例如，人体心脏的跳动就是由电流来控制的。在人的胸部和四肢连上电极，就可以在仪器上看到控制心脏跳动的电流随时间变化的曲线，这就是通常说的心电图。通过心电图可以了解心脏的工作是否正常。



电路的构成

观察与实验

电路的连接

用小灯泡、小电动机、音乐门铃各一个，开关一个，电池两节（带电池盒）和若干导线，先后三次连接电路，分别使灯泡亮、电动机转、门铃发声。灯泡、电动机、门铃要受开关的控制。

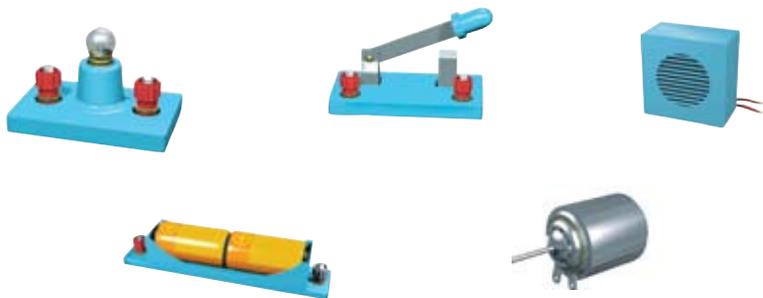


图11-2-4 构成电路的元件

电池、发电机都是**电源**，灯泡、电动机、门铃都是**用电器**，还有控制电路通断的**开关**。电源、用电器，再加上导线，往往还有开关，就组成了电流可以

流过的路径——**电路**。电池和发电机等电源在电路中是提供电能的装置，而像电灯和电风扇等用电器是消耗电能的装置。

通路、断路和短路

闭合电路的开关，有电流通过灯泡，灯泡亮了。如图 11-2-5 甲所示，人们把正常接通的电路叫做**通路**。断开开关后，电路中没有电流，灯泡灭了。如图 11-2-5 乙所示，断开的电路叫做**断路**。如果电路的情形如图 11-2-5 丙所示，导线不通过用电器直接把电源两极连接在一起，这种现象就叫做**短路**。短路时电路中电流非常大，会烧坏电源或导线，甚至会造成火灾。因此，我们在实验和生产、生活中，一定要避免短路。

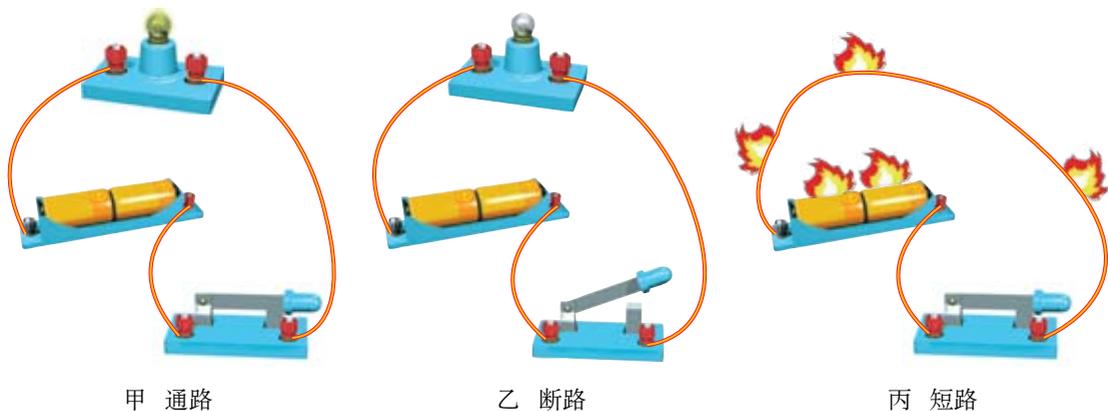


图11-2-5 通路、断路和短路

如果电路是接通的，但用电器两端被导线直接连通，这种情况叫做该用电器被**短接**。

观察与实验

短接小灯泡

图 11-2-6 是由两个小灯泡、两节干电池、一个开关组成的电路。闭合开关，两个小灯泡发光。

用一根导线接在一个小灯泡的两端，你会看到这个小灯泡熄灭了，而另一个小灯泡还发光。想一想，这是为什么？

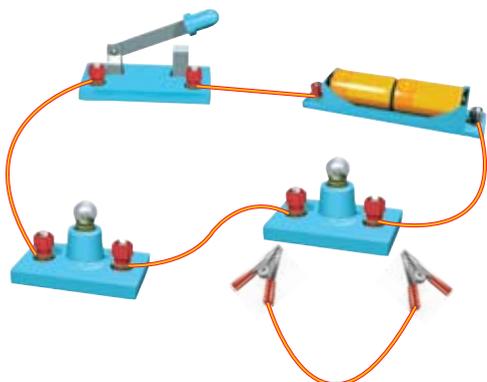
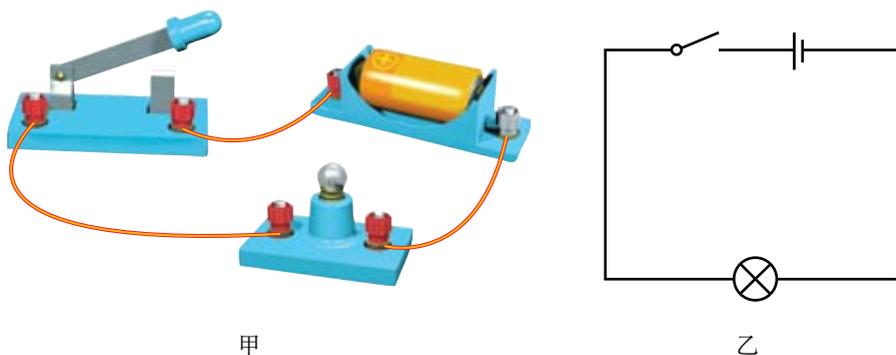


图11-2-6 发光的小灯泡会熄灭吗

实验现象表明，这个小灯泡被短接而熄灭，电流流经外加导线而绕过了这个小灯泡。

电路图

画图时如果把电池、电灯等物体原样画出来，既麻烦又不清楚。我们常用符号代表它们，这样画出来的就是电路图（图11-2-7）。



甲

乙

图11-2-7 电路和电路图

图11-2-8是几种常用的元件及其符号。

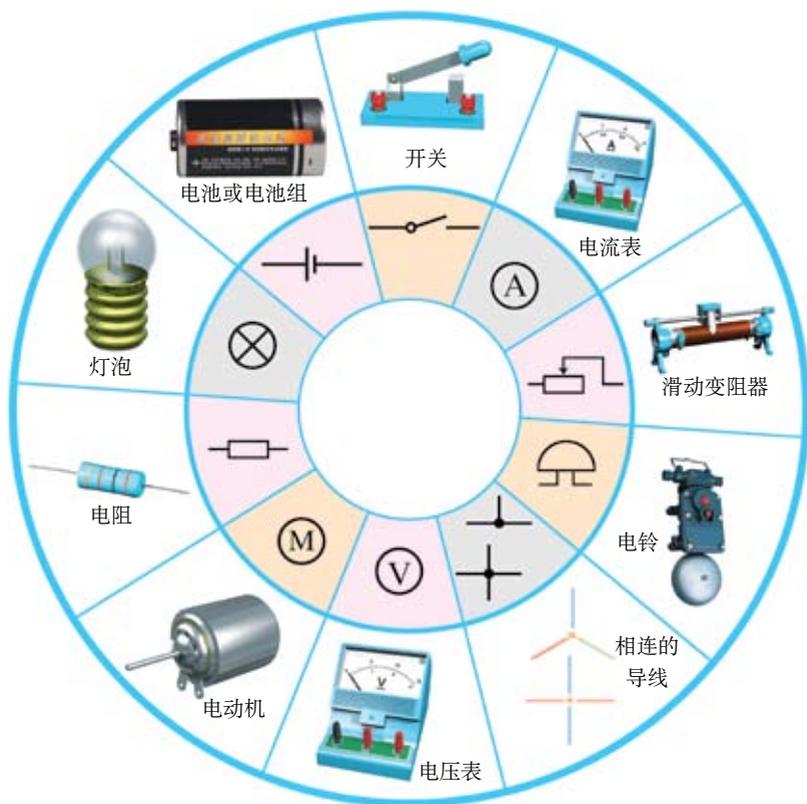


图11-2-8 几种常用的元件及其符号

动手动脑学物理

1. 图11-2-9甲是玩具电风扇的电路图，请在图乙中用笔画线代表导线，连接它的电路。

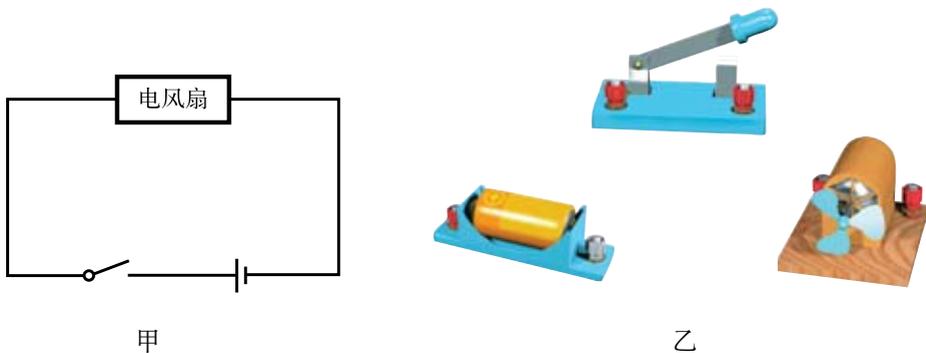


图11-2-9

2. 在图11-2-10中用笔画线代表导线，连接电子门铃的电路，并画出它的电路图。

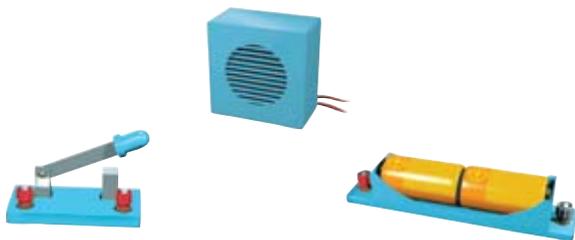


图11-2-10

3. 图11-2-11是常用手电筒的剖面图。观察一个实际手电筒的结构。按下按键时，电路是怎样接通的？画出它的电路图。

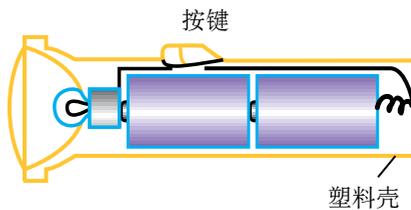


图11-2-11

4. 一本讲述用电常识的书上列有白炽灯常见故障与检修方法，其中与“灯泡不亮”相关的内容如下：

故障现象	可能原因	检修方法
灯泡不亮	1. 灯泡的灯丝断了	换新灯泡
	2. 灯头内的电线断了	换新线并接好
	3. 灯头、开关等处的接线松动，接触不良	检查加固

从电路组成来看，故障原因可以概括成一个，这个原因是什么？

5. 图11-2-12是小明连接的电路。这样连接小电动机能转吗？在接错的那根导线上打一个“×”，再画出正确的连接，并在三根导线上分别标明电流的方向。

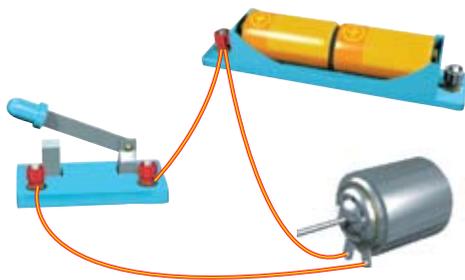


图11-2-12

第三节 串联和并联

夜晚的彩灯五光十色，引人遐思。这一串串彩灯是怎样连接的？道路两旁一排排的路灯又是怎样连接的？



图11-3-1 城市夜景



想想议议

有一个电源和两个灯泡，要使两个灯泡同时发光，有几种接法？先画出电路图，再和同学讨论一下是否正确，最后试着连接电路。

串联电路

如果有两个或者更多的用电器，可以用不同的方法接入电路。像图11-3-2那样，两个小灯泡依次相连，然后接到电路中，我们说这两个小灯泡是**串联**（**series connection**）的。

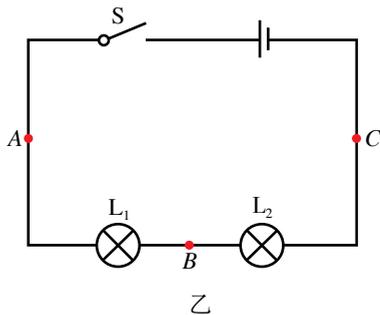
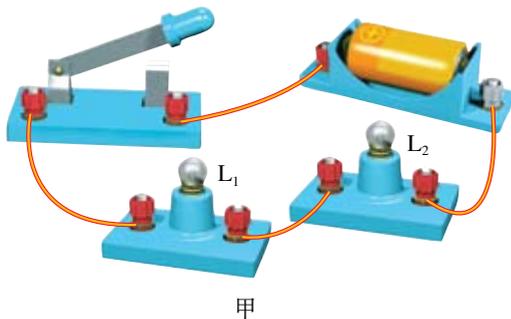


图11-3-2 两个小灯泡的串联

观察与实验

小灯泡的串联

在你连接的串联电路中，改变开关位置，如分别接在图11-3-2乙中A、B、C的位置，闭合或断开开关，灯泡的发光情况会怎样？

如果取下一个小灯泡后闭合开关，另一个小灯泡还能发光吗？

实验发现：串联电路中的开关无论安装在什么位置，总是同时控制着连入电路中的所有用电器。电流只有一条通路，只要电路中有一个地方发生断路，电路中就不会有电流。

并联电路

如图11-3-3甲所示，两个小灯泡的两端分别连在一起，然后并列接到电路中，我们说这两个灯泡是**并联**（parallel connection）的。

在并联电路中，用电器之间的连接点M和N（图11-3-3乙）叫做电路的分支点，电源两极到两个分支点的部分电路是**干路**，两个分支点间的各条电路是**支路**。

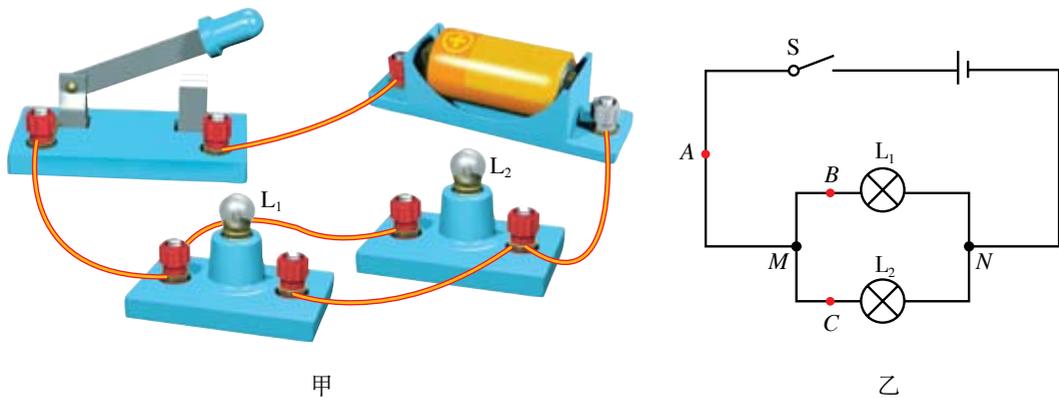


图11-3-3 两个小灯泡的并联

观察与实验

小灯泡的并联

在你连接的并联电路中，改变开关位置，如分别接在图11-3-3乙中A、B、C的位置，闭合或断开开关，灯泡的发光情况会怎样？

如果取下一个小灯泡后闭合开关，另一个灯泡还能发光吗？

实验发现：在并联电路中，每个灯泡都在各自的支路上，电流有多条通路。电路支路有一个地方发生断路，电路的其他支路仍会有电流，因此只有干路上的开关才能控制所有用电器。

生活中的电路

串联电路和并联电路是最基本的电路，在实际生活中应用得非常广泛。用来装饰店堂和居室、烘托欢乐气氛的彩色小灯泡，常常是串联的；节日的夜晚，装点天安门等高大建筑的成千上万只灯泡，却常常是并联的；路边的路灯和家庭中的电灯、电吹风、电冰箱、电视机、电脑等用电器大多是并联在电路中的。

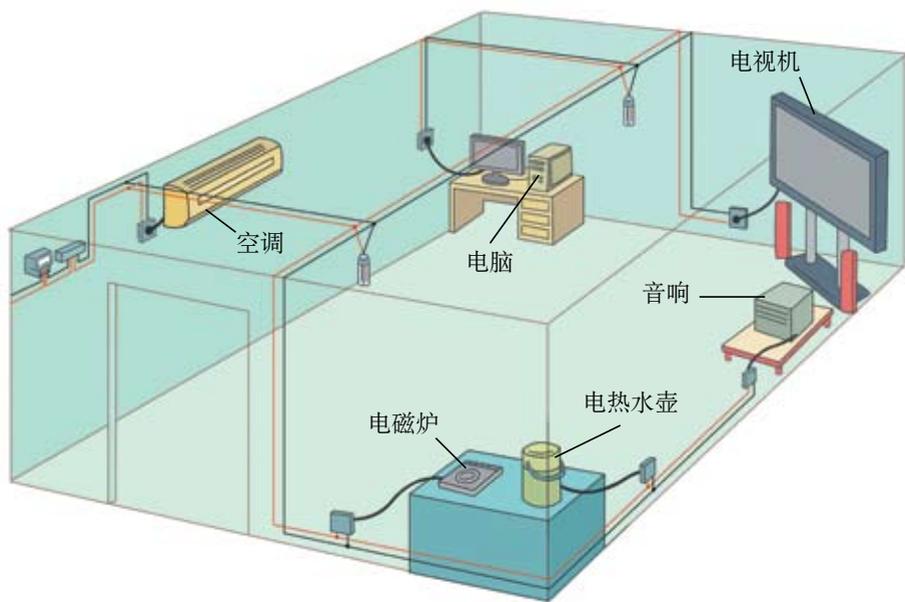


图11-3-4 家庭电路中各用电器是并联的



集成电路

集成电路是一种微型电子器件。它采用一定的工艺，把一个电路中所需的晶体二极管、晶体三极管、电阻器、电容器和电感器等元件及布线，制作在一小块半导体晶片上，然后封装在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构。集成电路使电子元件向着微型化、低功耗和高可靠性方面迈进了一大步。集成电路

在电路中用字母“IC”表示。集成电路的发明者是杰克·基尔比（基于硅的集成电路）和罗伯特·诺伊斯（基于锗的集成电路）。当今半导体工业大多数应用的是基于硅的集成电路。

集成电路具有体积小、重量轻、引出线和焊接点少、寿命长、可靠性高、性能好等优点，同时成本低，便于大规模生产。它不仅在工、民用电子设备如电视机、计算机等方面得到广泛的应用，同时在军事、通信等方面也得到广泛的应用。



图11-3-5 各种集成电路



动手动脑学物理

1. 请分别根据图 11-3-6 所示的两个实物图画出它们的电路图。

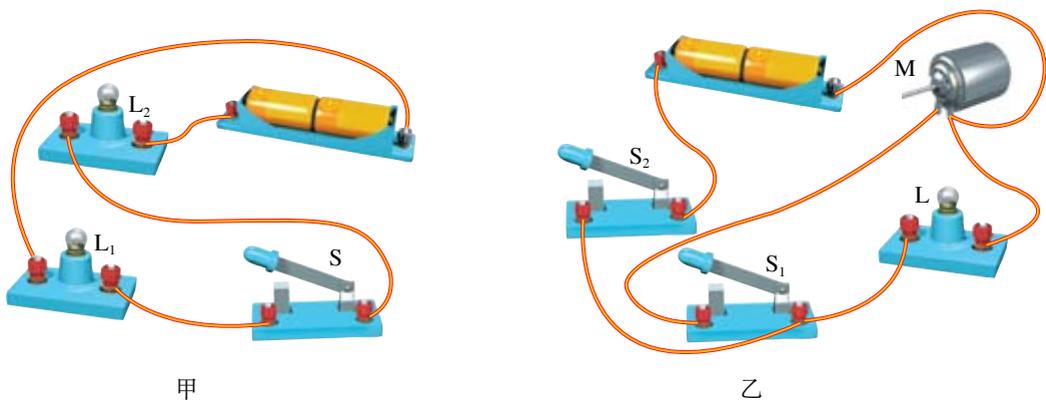


图11-3-6

2. 按照图 11-3-7 甲的电路图，用笔画线代表导线把图 11-3-7 乙中的实物连接起来，并在电路图上标明电流的方向。

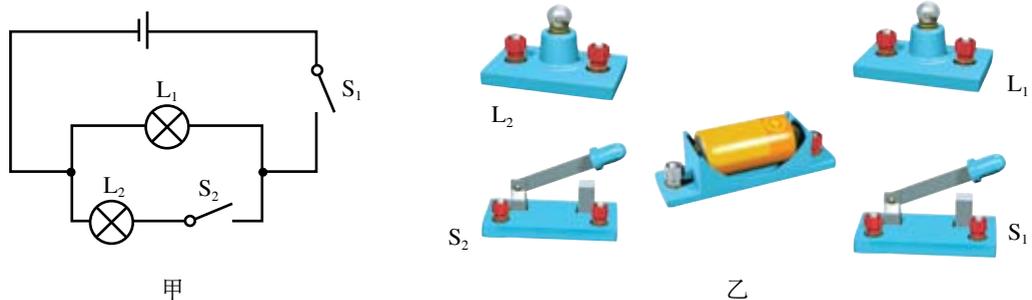


图11-3-7

3. 如图11-3-8所示，学校有前、后两个门，在前、后门各装一个按钮开关，学校传达室有甲、乙两盏灯和电池组。要求：前门来人按下开关时甲灯亮，后门来人按下开关时乙灯亮。请设计电路图并在实物图中连线。

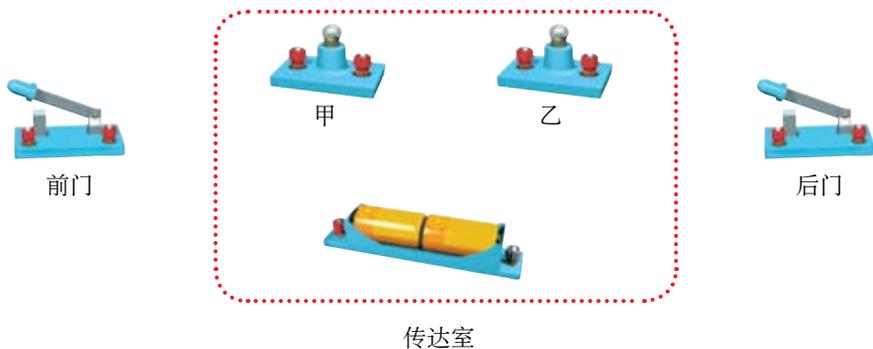


图11-3-8

4. 试在图11-3-9中的两个虚线框内，选填“电源”和“开关”的符号，使开关都闭合时两灯组成并联电路。

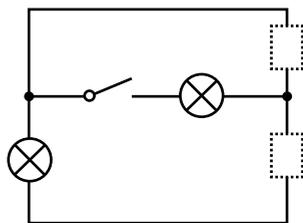


图11-3-9

5. 居民楼的楼道里，夜间只是偶尔有人经过，电灯如果总是亮着会浪费电。但是，如果有人夜晚出来，没有灯又很不方便。一种自动控制的楼道灯解决了这个问题。当有人走动发出声音时，电路接通，灯亮；一两分钟后，内部的延时装置就把电路断开，灯灭。不过，只有天黑之后灯才会亮，白天，不论发出多大的声音，电灯都会“无动于衷”。这是因为在控制开关中装有“声敏”“光敏”自动装置。

“声敏”和“光敏”的自动装置都是比较复杂的（实际使用时它们装在一个盒子里），我们不妨分别用 $\boxed{\text{声}}$ 和 $\boxed{\text{光}}$ 两个符号代表它们。大家讨论一下，怎样连接电路可以实现上面的功能？试着画出电路图。

第四节 电流的测量 ●●●

水管中的水流有大有小，那么各用电器工作时的电流都一样大吗？怎样测量电流的强弱呢？

电流的强弱

观察与实验

观察灯泡的亮度

分别按图11-4-1甲、乙组装实验器材，连接实验电路。闭合开关，观察同一个灯泡在甲、乙两次实验中哪次更亮，并思考亮度不同的原因。

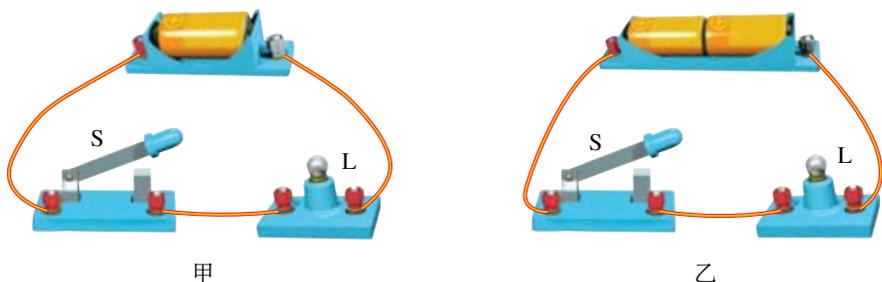


图11-4-1 比较灯泡的亮度

在上述实验中，同一个灯泡通电时亮度不同，说明电流是有强弱的，灯泡越亮，电流越大。电流通常用字母 I 表示，它的单位是**安培 (ampere)**，简称**安**，符号是 **A**。

相关链接

安培

安培 (Andre-Marie Ampere, 1775–1836)，法国物理学家。12岁时就自学了微分运算和各种数学书籍，显示出较高的数学天赋，14岁时就钻研了狄德罗和达兰贝尔主编的《百科全书》。

安培思考科学问题时专心致志。据说有一次他在街上行走，走着走着想出了一个电学问题的算式，正为没有地方运算而发愁。他抬头见到面前有一块“黑板”，就拿出随身携带的粉笔，在上面运算起来。突然那“黑板”走动了，他也跟着走，边走边写。“黑板”越来越快，他就跟着“黑板”跑了起来，最终他实在追不上“黑板”了才停下脚步，这才发现他用来演算的“黑板”原来是马车车厢的后背板。

安培的主要科学贡献是在电磁学上，他在电磁学方面的主要著作是《电动力学现象的数学理论》，这是电磁学的重要经典著作之一。

1802年他在布尔让-布雷斯中央学校任物理学和化学教授；1808年被任命为法国帝国大学总学监；1814年被选为帝国学院数学部成员；1819年主持巴黎大学哲学讲座；1824年担任法兰西学院实验物理学教授。



图11-4-2 安培

有些设备中的电流很小，这时我们常用比较小的电流单位——毫安（mA）和微安（ μA ）。其换算关系是

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

维持电子表液晶显示器的正常工作，只需几微安的电流即可。

小资料

常见的电流

计算器	100 μA
半导体收音机	50 mA
手电筒	200 mA
家用节能灯	0.1 A
家用电冰箱	1 A
家用空调	5 A
雷电	可达 $2 \times 10^5 \text{ A}$

*部分数据为约数。

电流表

电流的大小可以用电流表测量，电流表在电路中的符号是 $\textcircled{\text{A}}$ 。

观察与实验

观察电流表

图11-4-3 是实验室用的电流表。

仔细观察实验室用的电流表：

1. 电流表的主要标志是什么？
2. 电流表有几个接线柱？接线柱上标着的符号和数字分别表示什么意思？
3. 电流表有几个量程？对应不同量程刻度盘上的分度值分别是多少？



图11-4-3

电流表的使用说明 (节选)

1. 使用前先检查指针是否对准零刻度线。若有偏差, 则用螺丝刀转动调零旋钮, 使指针指到零刻度线。
2. 测电流时, 电流表必须要串联在被测电路中。
3. 电流要从电流表上标有“0.6”或“3”的接线柱流入, 从标有“-”的接线柱流出。
4. 被测电流不能超过电流表所用量程的最大测量值。在预先不知道被测电流大约值的情况下, 如果判定被测电流不会超过3 A, 可以先用最大测量值为3 A 的量程。如果测得的电流不超过0.6 A, 为提高读数的准确性, 可以改用最大测量值为0.6 A 的量程进行测量。

通过阅读电流表的使用说明, 我们了解到使用这种电流表应注意以下几点:
第一, 使用前应先“调零”。

第二, 电流表必须和被测的用电器串联(图 11-4-4)。如果误将电流表和被测用电器并联, 那么, 不仅电流表指示的不是流过用电器的电流, 而且很容易损坏电流表。

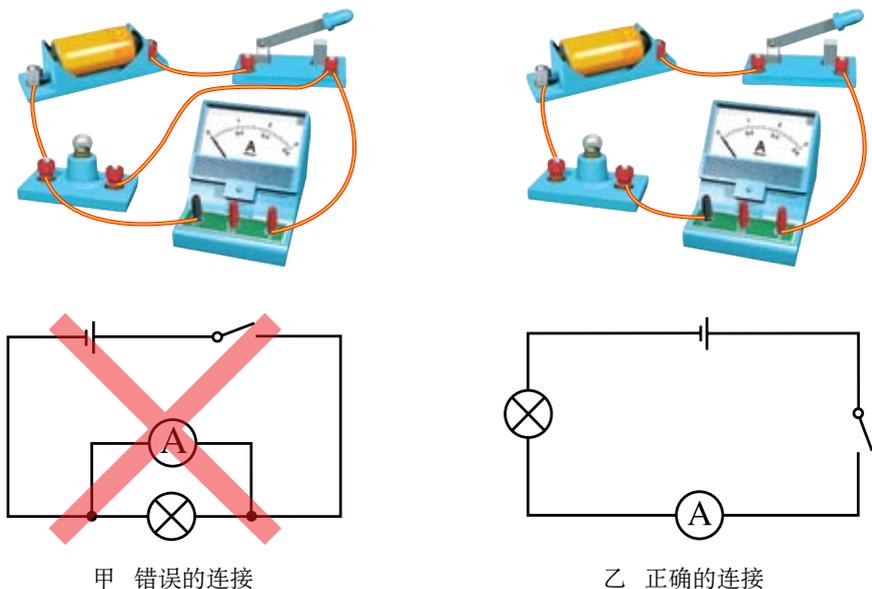


图11-4-4 电流表的连接

第三，电流必须从红色接线柱（或标有“+”的接线柱）流进去，从黑色接线柱（或标有“-”的接线柱）流出来。如果表中电流的方向相反，表针就会向左边偏转。这样不但无法读数，而且有可能损坏电流表。

第四，选择合适的量程。如果选择的量程过小，被测电流超过最大值，就无法读数，而且有可能损坏电流表；如果选择的量程过大，则电流表指针偏转角度较小，测量不够精确。

第五，任何情况下都不能将电流表直接连到电源的两极。

电流表的读数方法：

(1) 明确电流表的量程，即可以测量的最大电流。也就是说，要明确表针指到最右端线时电流是 0.6 A 还是 3 A。

(2) 确定电流表分度值，即表盘的一个小格代表多大的电流。例如，如果电流表的最右端线是 3 A，表盘上从 0 到最右端线共有 30 个小格，那么每个小格就代表 0.1 A。

(3) 接通电路后，看看表针向右总共偏过了多少个小格，这样就能知道电流是多少了。

用电流表测电流

观察与实验

练习使用电流表

按图 11-4-4 乙连接电路，再用电流表测量通过小灯泡的电流。

1. 选用 0 ~ 3 A 的量程，将电流表串联接入电路中，先对电流表进行“校零”，再闭合开关，读出电流表的示数。

2. 若电流表示数小于 0.6 A，换用 0 ~ 0.6 A 的量程，再闭合开关，读出电流表的示数。

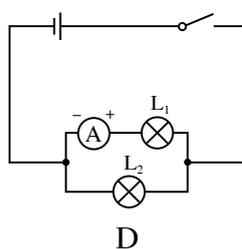
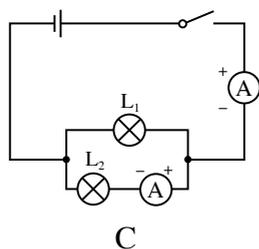
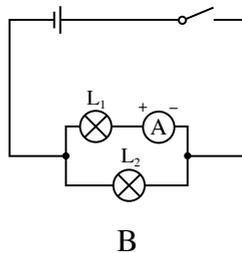
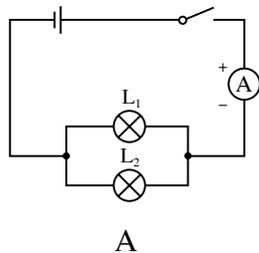
比较两次的测量结果，说明合理选择量程对测量结果的影响。在这个实验中，选择多大的量程比较合理？

实验告诉我们：使用电流表时，选择合适的量程很重要。在不确定所测电流大小的情况下，应先闭合开关并迅速断开，观察在开关闭合的瞬间指针的偏转是否超过表盘的最大偏转角度，由此来选择合适的量程。



动手动脑学物理

1. 能正确测量通过灯泡 L_1 电流的电路是 ()。



2. 流过某手电筒小灯泡的电流大约是 0.25 A，等于多少毫安？某半导体收音机电池的供电电流最大可达 120 mA，等于多少安？

3. 连接下面的实物图，使小灯泡能够发光并且电流表能够测出流过灯泡的电流（电流大小估计为 0.1~0.3 A）。



图11-4-5

4. 图11-4-6中电流表的读数各是多少？



图11-4-6

第五节 探究串、并联电路中电流的规律

借助水流动的情景，可以想象电路中电流的流动情景。在串联电路中，电流在仅有的一条通路中流动。你对串联电路中电流的规律有什么看法？在并联电路中，电流分成几路在电路中流动，然后又汇合到一起流了回来。你对并联电路中电流的规律有什么看法？



图11-5-1 水的流动

观察与实验

探究串联电路中各处的电流有什么关系

在图11-5-2中，两个灯泡 L_1 、 L_2 是串联起来接到电源上的。流过串联电路A、B、C各点电流的大小有什么关系？

对上面所提出的问题，有的同学认为，A点的电流最小，C点的电流最大。这种假设成立吗？你有哪些猜想或假设？

下面就来验证我们的猜想和假设。

1. 设计实验电路。图11-5-3给出了测量A、B、C三点电流的电路图。

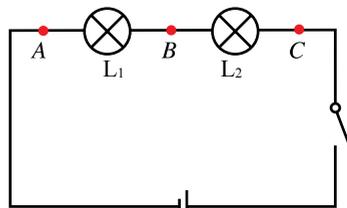


图11-5-2

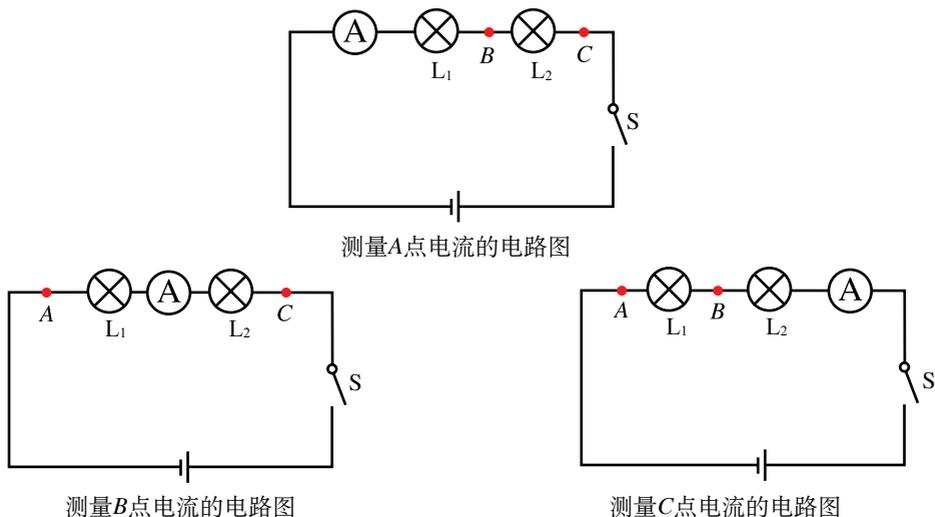


图11-5-3

2. 根据电路图连接电路，并进行测量。
3. 把测量数据记录在表格中，并把操作中出现的问題简明扼要地写下来。

串联电路各点的电流记录

测量次数	A点的电流 I_A/A	B点的电流 I_B/A	C点的电流 I_C/A
第一次			
第二次			
第三次			

4. 换用不同规格的小灯泡，反复测量三点的电流（至少三次），看看是否还有同样的关系。

通过实验我们发现：**在串联电路中，电流处处相等。**

观察与实验

探究并联电路中干路电流与各支路电流的关系

在图11-5-4中，两个灯泡是并联起来接到电源上的。流过并联电路A、B、C各点的电流大小有什么关系？

请参照上面“探究串联电路中各处的电流有什么关系”的流程，通过小组合作设计实验并完成实验。

实验时，可以分别把电路中A、B、C各点

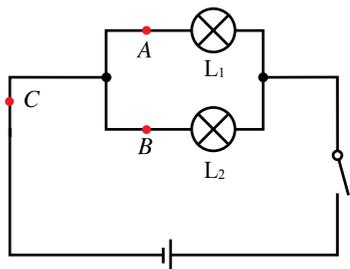


图11-5-4

断开，将电流表接入，测量流过的电流，看看它们之间有什么关系。换用不同规格的小灯泡，反复测量三点的电流（至少三次），看看是否还有同样的关系。

自己画出测量A、B、C三点电流的电路图。

以下表格供参考。

并联电路各点的电流记录

测量次数	A点的电流 I_A/A	B点的电流 I_B/A	C点的电流 I_C/A
第一次			
第二次			
第三次			

通过实验我们发现：在并联电路中，干路电流等于各支路电流之和。



动手动脑学物理

1. 在探究串、并联电路中电流的规律时，为什么每次实验至少要做三次？
2. 如图11-5-5所示， L_1 和 L_2 是完全相同的两个小灯泡。若开关S闭合后，电流表示数为0.3 A，则通过灯泡 L_1 的电流大小为多少？通过灯泡 L_2 的电流大小为多少？

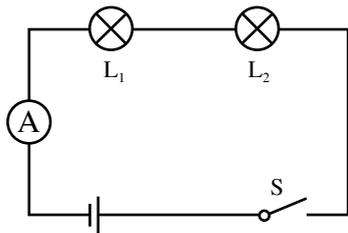


图11-5-5

3. 如图11-5-6甲所示，已知通过灯泡 L_1 的电流为0.4 A，通过灯泡 L_2 的电流为0.6 A。要求：

(1) 用电流表 A_2 测量干路电流，用 A_1 测量通过灯泡 L_1 的电流，用铅笔画线代表导线，把图甲所示的实物元件连接起来，导线不准交叉。

(2) 在虚线框中画出对应的电路图。

(3) 在图乙中标出电流表 A_2 的指针位置，并标出 A_2 所用的接线柱。

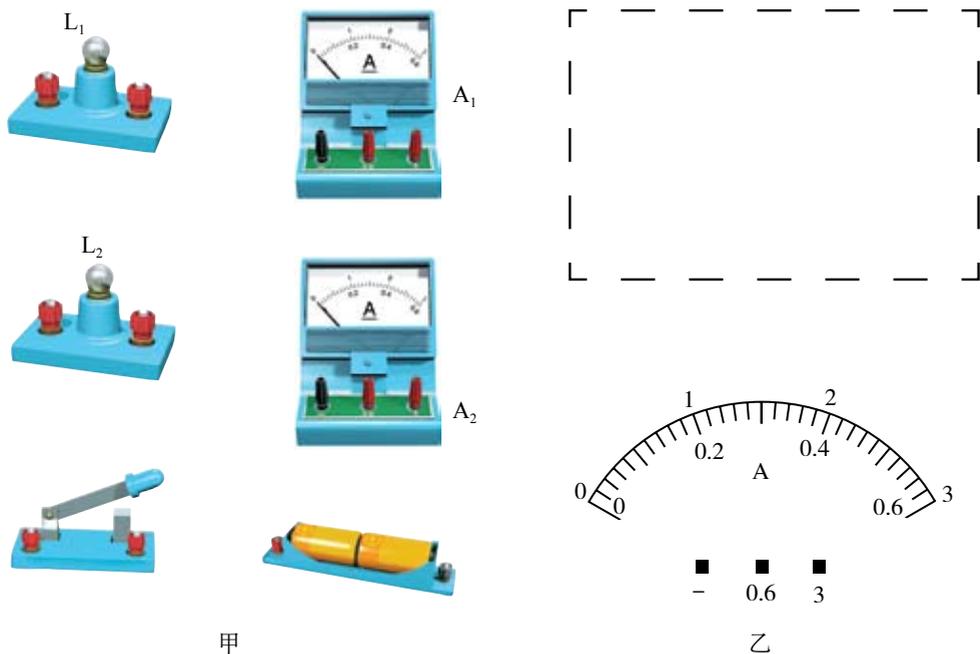


图11-5-6

4. 小明用三个电流表和两个小灯泡做实验，检验并联电路中干路电流是否等于各支路电流之和，其连接的电路如图11-5-7所示。这个电路中有一根导线接错了，请在这根导线上打“×”，然后画出正确的连接位置。

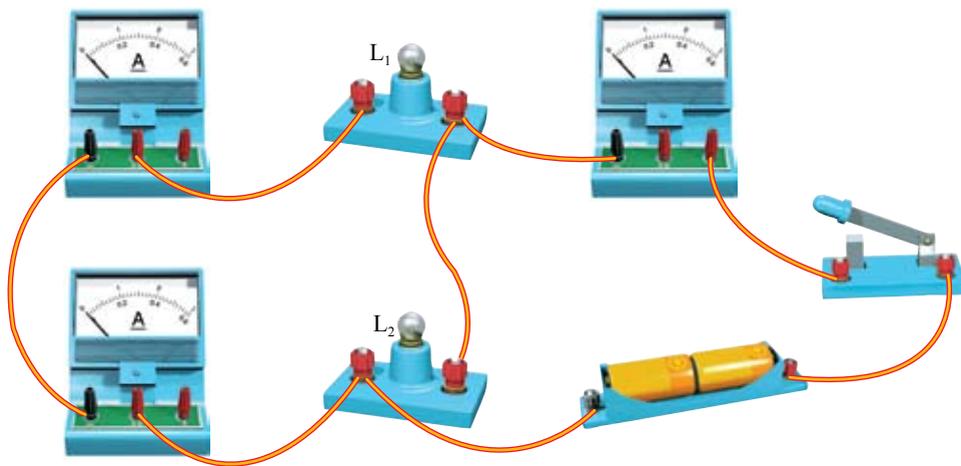


图11-5-7



做中学

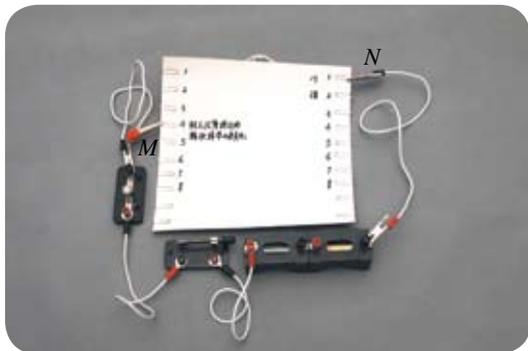
制作回答问题正确显示器

工具与材料

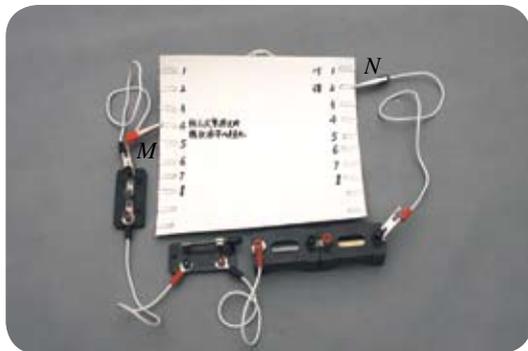
电池，小灯泡，带绝缘层的导线若干，长方形硬纸板，曲别针。

制作方法与步骤

1. 在长方形硬纸板的两边别上两排曲别针，左排一个曲别针旁写一个问题，右排一个曲别针旁写一个答案。
2. 在长方形硬纸板的背面，用导线分别把左右两排中对应于一个问题和这个问题的正确答案的曲别针连接起来。
3. 把电池和小灯泡连接起来，留出两个线头 M 和 N 。尝试操作一下，提问者把 M 和左排一个曲别针接触，表示提出一个问题；回答者把 N 和右排一个曲别针接触，表示选出一个答案。只有选择正确时小灯泡才亮（图11-1甲），选择错误时小灯泡不亮（图11-1乙）。



甲



乙

图11-1

交流与评估

1. 同学之间相互问答并操作，看到的现象有没有与上述情形不符的？查找原因。
2. 这个装置还需要哪些改进？能不能设计出一个回答正确时绿灯亮，回答错误时红灯亮的装置？



学到了什么



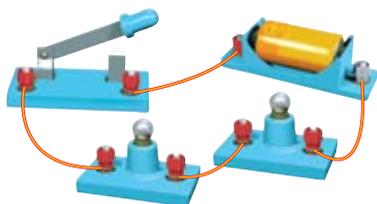
电荷 摩擦起电



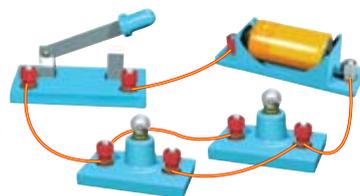
电流的测量

电流和电路

串联电路及其电流规律



并联电路及其电流规律



第十二章

电压和电阻 ●

这个扁平的像蒲扇一样的生物大家一定感到很陌生吧？它是栖居在海底的一种鱼，叫电鳐。它虽然没有锋利的牙齿，但却有一手捕杀猎物的绝技。一旦发现猎物，它会放电将猎物击昏甚至击毙，然后饱餐一顿。大型电鳐发出的电足以击倒成人，因此被称为“海中的活电站”。

你想知道电鳐发出的电有多强吗？让我们一起来探究这个问题吧！



第一节 电压

前面我们学过电荷的定向移动形成了电流，那么，是什么原因使电荷发生定向移动的呢？

电源与电压

我们知道，水在水管中流动时，水管两端必须有一定的压力差，即水压。与水流类似，电荷在电路中定向流动时，电路两端也需要**电压 (voltage)**。在电压的作用下，电荷定向移动形成电流。

电源就是给用电器两端提供电压的装置。电池能够给小灯泡提供电压，维持小灯泡中的电流，所以电池是一种电源（图12-1-1）。发电机也是一种常见的电源，家庭电路中的电流就是靠远方电厂中的发电机来维持的。



图12-1-1 各种电池

小资料

实验室常用的电源

1. 干电池

干电池是日常生活中使用最多的直流电源。它是一种化学电池，其内部结构如图12-1-2所示。正常工作时，干电池中的化学物质进行化学反应，产生电流。

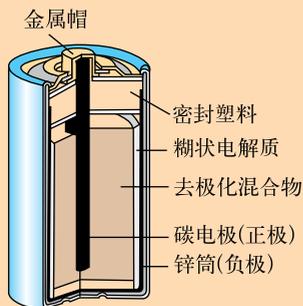


图12-1-2 干电池的内部结构

2. 学生电源

学校的实验室里经常用学生电源（图12-1-3）代替电池，这样就能用电网供应的电能进行实验，可以降低费用。



图12-1-3 学生电源

观察与实验

不同电压对小灯泡的影响

小灯泡发光时，电路中一定有电流通过。试试看，电路中先后连入1节和2节干电池时，小灯泡的亮度一样吗？你看到的现象对我们有什么启示？

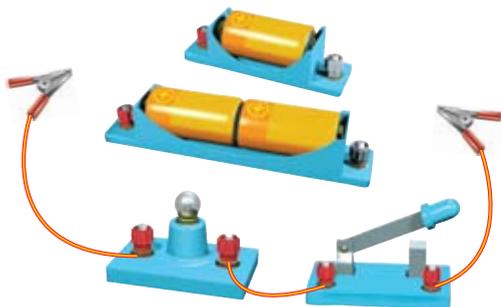


图12-1-4

在上面的实验中，当电路中用1节干电池时，小灯泡较暗，用2节干电池时，小灯泡较亮，这说明电压是有高低的。电池提供的电压越大，流过小灯泡的电流越大，小灯泡也就越亮。

电压通常用字母 U 表示，电压的单位是**伏特 (volt)**，简称**伏**，符号是 V 。

一节干电池的电压一般是 1.5 V ；我们家里用的电灯、电视机的供电电压是 220 V ；输电用的高压电线中的电压可达 $10\,000\text{ V}$ 、 $50\,000\text{ V}$ 甚至更高；警察使用的电警棍，能够产生高达数万伏的电压；起电机的电火花（图12-1-5）可以击穿一张薄纸，它的两个放电球之间的电压也能达到几万伏特。章首图中的电鳗，可以产生 200 V 左右的电压。

当电压较高时，常用千伏 (kV) 做单位；当电压较低时，常用毫伏 (mV) 做单位。不同的电压单位之间的换算关系是

$$1\text{ kV} = 10^3\text{ V}$$

$$1\text{ mV} = 10^{-3}\text{ V}$$



图12-1-5 起电机的高压放电

相关链接

伏特



图12-1-6 伏特

伏特 (Alessandro Volta, 1745–1827)，意大利物理学家。善于思考、乐于探求、勇于实践的他在青少年时期就开始进行电学实验。通过深入的实验研究，伏特发现导体可以分为两大类：第一类是金属；第二类是导电液体（现代称为电解质）。伏特把两种不同金属圆板通过浸有导电液体的布片相互接触，使两种金属圆板之间产生电压。然后把多组这样的圆板堆积起来，就成为“电堆”。电堆能

产生连续的电流，使人们有可能从各个方面研究电流的各种效应，从此电学进入了一个高速发展的时期——电流和电磁效应的新时期，因此伏特也被称为“电源之父”。后人为纪念这位著名的物理学家，把电压的单位规定为伏特。伏特的兴趣并不只限于电学。他通过观察马焦雷湖附近沼泽地冒出的气泡，发现了沼气。他把对化学和电学的兴趣结合起来，制成了一种称为“气体燃化”的仪器，可以用电火花点燃一个封闭容器内的气体。有关伏特的更多科学成就，请上网查阅相关资料。

小资料



1. 常见的电压

维持人体生物电流	1 mV
1节干电池	1.5 V
1节铅蓄电池	2 V
1块手机电池	3.7 V
我国的家庭电路	220 V
无轨电车电源	500~600 V
闪电时云层间	10^3 kV

*部分数据为约数。

2. 世界各国的电压概况

目前世界各国民用电压大体有两种：一种为100~130 V，另一种为220~240 V。

中国	220 V	英国	230 V
日本	100 V	法国	230 V
韩国	220 V	泰国	220 V
新加坡	230 V	印度	230 V
菲律宾	220 V	加拿大	120 V
美国	120 V	澳大利亚	230 V
德国	230 V	意大利	230 V

电压表

电压的高低可以用电压表测量。电压表在电路中的符号是 V 。

观察与实验

观察电压表

图12-1-7是实验室中的电压表，仔细观察后交流：

1. 电压表的主要标志是什么？
2. 电压表有几个接线柱？接线柱上标着的符号或数字表示什么意思？
3. 电压表有几个量程？对应不同量程刻度盘上的分度值分别是多少？



图12-1-7

电压表的使用同样有规范的操作步骤要求，那么怎样将电压表接入电路，并测量用电器两端的电压呢？

第一，使用前应先“调零”。

第二，测电压时，电压表必须要并联在被测电路的两端。

第三，电流必须从红色接线柱（或标有“+”的接线柱）流入，从黑色接线柱（或标有“-”的接线柱）流出。

第四，被测电压不能超过电压表所用量程的最大测量值。在预先不知道被测电压大约值的情况下，如果判定被测电压不会超出15 V，可以先用最大测量值为15 V的量程。如果测得的电压不超过3 V，为提高读数的准确性，可以改用最大测量值为3 V的量程进行测量。

想想议议

在给图12-1-8中的电路连接电源时，哪端应连接电源正极？哪端应连接电源负极？

被测小灯泡两端的电压最大不能超过多少？你能在图上标出电流的方向吗？



图12-1-8 用电压表测小灯泡两端的电压

测量时，电压表的指针向右偏得越多，表示电压越高。但是，电压的大小到底是多少呢？参照电流表的读数方法，归纳出电压表的读数方法。



图12-1-9 电压表的读数是多少

用电压表测电压

观察与实验

练习使用电压表

如图12-1-10所示，先将电压表接在小灯泡两端，接通电路，读取电压表的示数；再将电压表接在电源两端，接通电路，读取电压表的示数。电压表的两次读数是否相同？

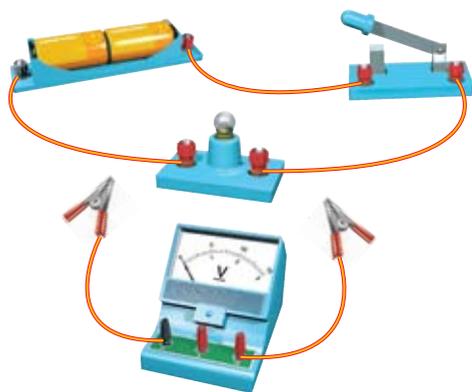


图12-1-10

实验结果表明，电压表两次的示数是相同的，即在只有一个用电器的电路中，用电器两端的电压与电源两端的电压相等。

科学 技术 社会

防止废电池对环境的危害

电池含有许多重金属，如汞、镉、铅、镍等。如果把废电池随意丢弃，外壳锈蚀后有毒物质会污染环境，对人的健康构成很大威胁。

世界上许多国家在废电池的管理方面已经积累了丰富的经验，在废电池管理和再利用的研究工作中投入了很多经费，注意向公众进行宣传教育，建立了完善的废电池回收体系，而且建立了与电池生产厂家相对应的废电池处理厂，对电池实现了“从摇篮到坟墓”的全过程管理。

我国是电池生产和使用的大国，每年电池的产量和消费量高达140亿节，占世界总量的三分之一。我国目前对废电池的管理还处于起步阶段，每年报废的上百亿节电池大部分被随意丢弃，对生态环境和公众健康构成了潜在的威胁。

现在，我国一些城市已经设立了废旧电池回收站，用完的电池应该交到回收站去。同时，劣质电池可使用的时间很短，更换频繁，增加了废电池的数量，为了保护环境，应使用优质电池。

动手动脑学物理

1. 请自行设计表格，对比电流表和电压表在使用方面有哪些相同之处和不同之处。

2. 在图12-1-11中，用笔画线代表导线来连接实物图，使小灯泡能够发光，并且电压表能够测出灯泡两端的电压（估计为2~3 V）。

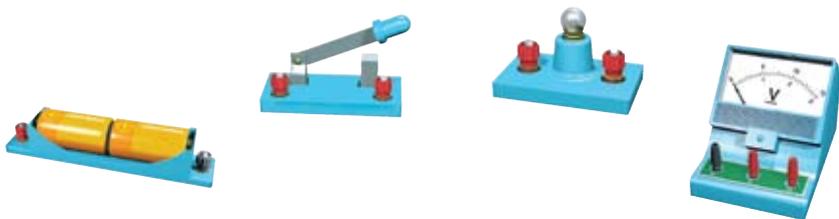


图12-1-11

3. 在烧杯中加入盐水，将铜片和铝片放在盐水中，这就是一个电池。试着用电压表测量这个自制电池的电压，其现象如图12-1-12所示。这个电池的电压是多少？哪个金属片是电池的正极？

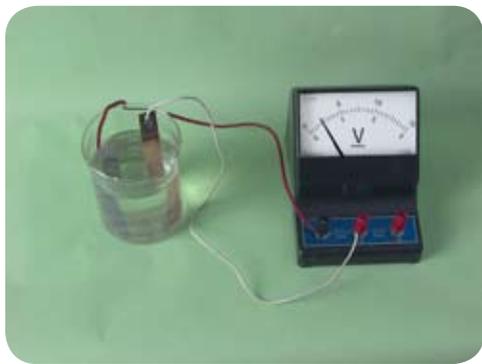
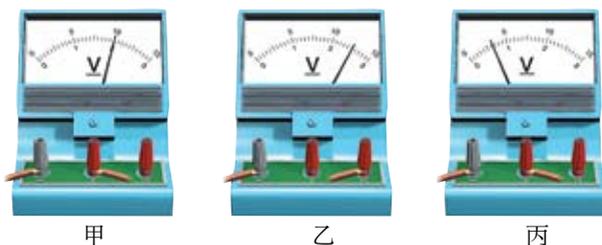


图12-1-12

4. 图12-1-13中，三个电压表的读数各是多少？



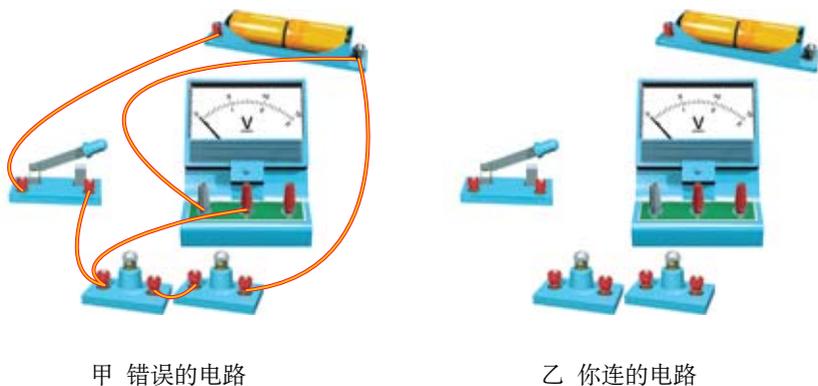
甲

乙

丙

图12-1-13

5. 图12-1-14甲是一位同学所连的电路，他要测量左边那个小灯泡两端的电压。他的电路有什么错误？纠正之后画出正确的连接图，再画出电路图。



甲 错误的电路

乙 你连的电路

图12-1-14

第二节 探究串、并联电路中电压的规律 ●●●

家用电器通常是并联接在电路中的。家用的节日小彩灯之间常常是串联的。那么串联电路和并联电路中电压遵循怎样的规律？也就是说，如果两个用电器分别以串联和并联的形式连接在电路中，在相同电源电压的情况下，每个用电器上的电压相同吗？下面我们来研究串、并联电路中电压的规律。

串联电路中电压的规律

观察与实验

探究串联电路中各部分电路两端电压与电路两端总电压的关系

在如图12-2-1所示的串联电路中，如果能测出灯泡 L_1 、 L_2 两端的电压 U_{AB} 、 U_{BC} 以及两灯泡串联后两端的总电压 U_{AC} ，就可以找出串联电路中各部分电路两端的电压与电路两端总电压的关系。

1. 设计实验电路并画出电路图。
2. 按照所设计的电路图选取不同规格的小灯泡

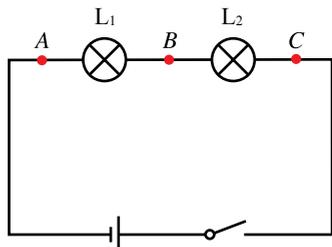


图12-2-1 研究串联电路的电压

L_1 、 L_2 ，根据电源电压选择电压表的量程，连接实物电路。

3. 将电压表的两端分别连到 A 与 B 、 B 与 C 、 A 与 C ，测量电压 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{AC} 。
4. 改变两个小灯泡的规格，重做上述实验。如实将实验数据记录在下表中。

两个灯泡串联的实验记录

测量次数	AB 间的电压 U_{AB}/V	BC 间的电压 U_{BC}/V	AC 间的电压 U_{AC}/V
第一次			
第二次			
第三次			

根据你记录的实验数据，进行分析归纳，尝试用自己的语言描述串联电路中电压的规律。

通过实验发现：**串联电路两端的总电压等于串联电路中各部分电路两端的电压之和。**



想想议议

生活中，人们常常把电池串联起来使用。把一节电池的负极和另一节电池的正极连在一起，余下的正极和负极就是这个电池组的正极和负极。用这样的办法可以把两节、三节或更多的电池串联起来（图12-2-2）。

分别测量每节电池的电压，然后分别测量两节电池串联、三节电池串联的总电压，进行比较。它们之间有什么关系？



图12-2-2 电池的串联

通过实验发现：**串联电池组的电压等于各节电池的电压之和。**

并联电路中电压的规律

如果两个或两个以上的用电器并联，那么各支路用电器两端的电压与电源两端电压的关系如何？这种关系与并联电路中电流的关系一样吗？与串联电路中电压的关系一样吗？请你做出猜想。

观察与实验

探究并联电路中各支路两端电压与电路两端总电压的关系

在图12-2-3所示的并联电路中，用电压表分别测出灯泡 L_1 、 L_2 两端的电压 U_1 、 U_2 及电源两端的电压 U ，就可以找出并联电路中各支路两端电压与电路两端总电压的关系。

参照探究串联电路电压规律的实验方法，同学们自己设计实验，验证你的猜想，并如实将实验数据记录在下表中。

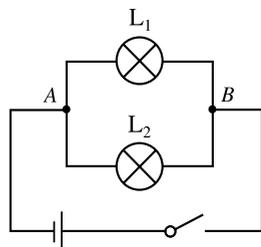


图12-2-3 研究并联电路的电压

两个灯泡并联的实验记录

测量次数	L_1 两端的电压 U_1/V	L_2 两端的电压 U_2/V	A、B两端的电压 U/V
第一次			
第二次			
第三次			

根据实验数据，进行分析归纳，用自己的语言描述并联电路中电压的规律。

通过实验发现：**在并联电路中，各支路两端的电压相等，都等于电路两端总电压。**



动手动脑学物理

1. 在图12-2-4甲所示的电路中， V_1 的示数是2.5 V，则 V_2 、 V 的示数各是多少？

在图12-2-4乙所示的电路中， V_1 的示数是2.5 V， V_2 的示数是3.8 V， V 的示数应是多少？

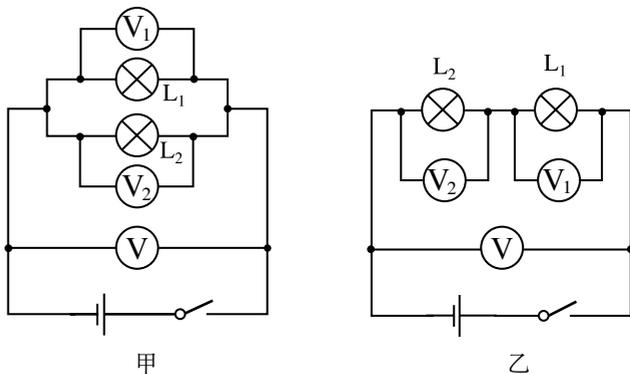


图12-2-4

2. 两个完全相同的小灯泡 L_1 、 L_2 接在电压为 6 V 的电源上都能发光，现用一只电压表及若干导线判断两个小灯泡的连接方式：用导线把电压表并联在某小灯泡的两端，若电压表的示数是 3 V，则两个小灯泡是如何连接的？若电压表的示数是 6 V，则两个小灯泡是如何连接的？

3. 如图 12-2-5 所示，电源电压是 5 V 且不变，S 闭合后电压表的示数为 1 V，则小灯泡 L_1 两端的电压为多少？小灯泡 L_2 两端的电压为多少？

4. 如图 12-2-6 所示，在“探究并联电路中电压的规律”实验中，小明想把两个小灯泡并联起来，用电压表测量并联电路的总电压。请你用笔帮他画出连接的电路。

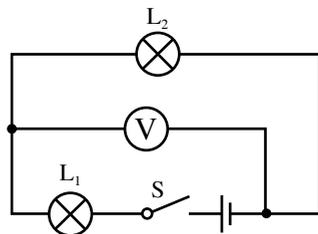


图12-2-5



图12-2-6

第三节 电阻

观察与实验

物质的导电性

如图 12-3-1 所示，将电池、开关、小灯泡、电流表串联起来，在小灯泡和电流表之间接出两个金属夹 M 和 N ，在 M 、 N 之间分别接入细铜丝、橡皮、铅笔芯、塑料尺，闭合开关，观察电流表的示数及小灯泡的发光情况。

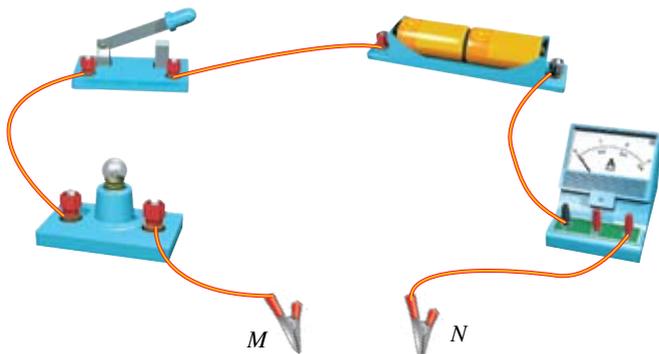


图12-3-1 不同材料的导电性

导体和绝缘体

通过实验我们发现：接入铜丝、铅笔芯时电路中有电流，说明它们能导电；接入塑料尺、橡皮时电路中没有电流，说明它们不能导电。善于导电的物体，叫做**导体**。金属、人体、食盐水溶液等都是导体。不善于导电的物体，叫做**绝缘体**。橡胶、玻璃、塑料等都是绝缘体。

图12-3-2显示出不同材料在导电性能方面的排序，从上到下材料的导电性能依次减弱。



图12-3-2 常温下部分物体的导电和绝缘能力的排列顺序

电阻

在图12-3-1的实验中，当接入不同的导体时，电流表的读数是不同的。为什么在相同的电压下，通过不同导体的电流不同呢？

原来，导体虽然能够导电，却同时对电流有阻碍作用。在相同的电压下，通过某导体的电流较大，表明这个导体对电流的阻碍作用较小；通过另一个导体的电流较小，表明它对电流的阻碍作用较大。

在物理学中，用**电阻 (resistance)**表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大，表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体，电阻一般不同，**导体的电阻是导体本身的一种性质**。

导体的电阻通常用字母 R 表示，电阻的单位是**欧姆 (ohm)**，简称**欧**，符号是 Ω 。比较大的单位有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)，它们与欧之间的换算关系是

$$1 k\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 M\Omega = 10^6 \Omega$$

手电筒中小灯泡灯丝的电阻为几欧到十几欧，日常用白炽灯的灯丝的电阻为几百欧到几千欧。实验室用的1 m长的铜导线的电阻约为百分之几欧，通常可以忽略不计。

在电子技术中，经常用到具有一定电阻值的元件——电阻器，简称电阻（图12-3-3），在电路图中用 \square 表示。

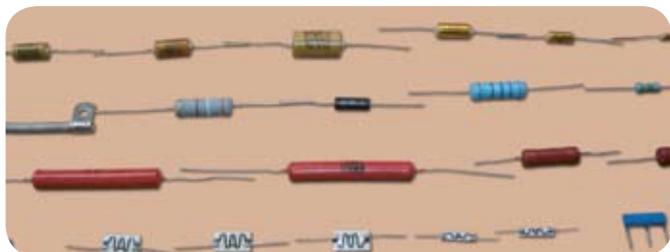


图12-3-3 各种电阻器

小资料



1. 常见的电阻值 R/Ω

人的双手间（干燥）	1 000~5 000	实验用小灯泡	5~50
人的双手间（潮湿）	200~800	实验室用的导线	0.01~0.1
照明灯泡（工作时）	100~2 000		

2. 几种长1 m、横截面积 1 mm^2 的金属导线在 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 时的电阻值 R/Ω

银导线	0.016	铁导线	0.096
铜导线	0.017	锰铜合金导线	0.44
铝导线	0.027	镍铬合金导线	1.1
钨导线	0.052		

决定电阻大小的因素

观察与实验

探究导体电阻的大小跟哪些因素有关

我们做实验的导线用的是铜丝而不是铁丝，我们看到的高压输电用的电线都很粗。由此，我们可以猜想导体的电阻可能与材料和导体的粗细有关，还可能与导体的长度等因素有关。

我们可以用图 12-3-4 的实验装置进行实验。把不同粗细、不同长度、不同材料的电阻丝分别接入电路，通过观察小灯泡的亮度及电流表的示数，就能比较它们的电阻大小，从而分析归纳出电阻与这些因素的关系。

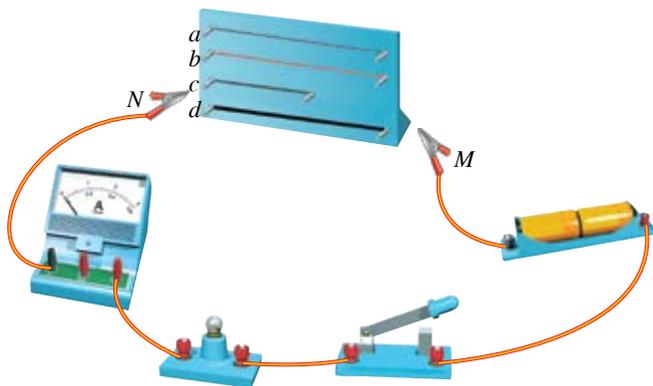


图12-3-4

在图12-3-4所示的电路中：

1. 把长度和粗细都相同的镍铬合金丝*a*与铜丝*b*分别接入电路，闭合开关，观察小灯泡的亮度及电流表的示数，记录在下表中。
2. 把两根粗细相同、长度不同的镍铬合金丝*a*与*c* (*a*比*c*长) 分别接入电路，闭合开关，观察小灯泡的亮度及电流表的示数，记录在下表中。
3. 把两根长度相同、粗细不同的镍铬合金丝*a*与*d* (*d*比*a*粗) 分别接入电路，闭合开关，观察小灯泡的亮度及电流表的示数，记录在下表中。

实验记录

导体材料	导体长度	导体横截面积	小灯泡亮度	电流表示数	电阻大小
镍铬合金丝 <i>a</i> 与铜丝 <i>b</i>	相同	相同			
镍铬合金丝 <i>a</i> 与 <i>c</i>	<i>a</i> 比 <i>c</i> 长	相同			
镍铬合金丝 <i>a</i> 与 <i>d</i>	相同	<i>d</i> 比 <i>a</i> 粗			

分析你的实验记录，总结归纳影响电阻大小的因素有哪些，都是怎样的关系。

实验中可以看到，与铜丝相比，镍铬合金丝中的电流小，这说明电阻的大小跟导体的材料有关。

实验中还可以看到，较长的镍铬合金丝中的电流小，这说明导体的电阻跟它的长度有关系。同种材料、横截面积相同的导体，导体越长，电阻越大。

通过实验还可以发现，较细的镍铬合金丝中的电流小。这说明导体的电阻跟它的横截面积有关系。同种材料、长度相同的导体，横截面积越小，电阻越大。

综合上述实验结果可知，**导体电阻的大小与导体的材料、长度和横截面积等有关。**

进一步研究表明，导体的电阻与温度也有关系。例如，多数金属的电阻随温度的升高而增大，一个灯泡正常发光时的电阻比不发光时要大得多。

想想议议

随着国家“家电下乡”政策的深入落实，广大农村家庭中增加了许多电器设备，但老旧供电线路的电线大都是直径较小的铝芯线，而且绝缘老化，存在一些安全隐患。因此，国家进行了农村电网改造，将电线更换成了直径较大的铜芯线。为什么要这样更换电线呢？

科学世界

1. 半导体

导体导电性能好，绝缘体导电性能差。有一些材料，例如硅、锗，导电性能介于导体和绝缘体之间，比导体差、比绝缘体强，被称作半导体。温度、光照、杂质等外界因素对半导体的导电性能有很大影响，利用半导体材料的这个特性可以制作二极管、三极管、光敏电阻等。

把二极管、三极管和电阻器、电容器等元件直接集成在硅单晶片上，并封装起来，就成了集成电路。

没有半导体就没有我们今天的现代化生活。



图12-3-5 自动照相机能够根据光的强弱自动调整曝光量，所用的感光元件就是一个光敏电阻，光敏电阻是用半导体材料制成的



甲 计算机内的集成电路中有很多晶体管



乙 小小的芯片上有上百万个晶体管

图12-3-6

2. 超导现象

各种金属导体中，银的导电性能是最好的，但还是有电阻存在。20世纪初，科学家发现，某些物质在温度很低时，如铝在 $-271.76\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下、铅在 $-265.95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时，电阻就变成了零。这就是超导现象。目前已经开发出一些“高温”超导材料，它们在 $-173.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右时电阻就能降为零。

如果超导材料得以实际应用，会给人类带来很大的好处：发电、输送电力等的设备若能采用超导材料，就可以大大降低由电阻引起的电能损耗；如果用超导材料来制造电子元件，由于没有电阻，不必考虑散热的问题，元件尺寸可以大大缩小，能进一步实现电子设备的微型化。



动手动脑学物理

1. 有两根导线A和B，在相同的电压下，通过导线A的电流较大，通过导线B的电流较小，哪根导线的电阻大？

2. 有A和B两根长度相同的铜导线，A的横截面积是 6 mm^2 ，B的横截面积是 4 mm^2 ，哪根导线的电阻大？

3. 简要回答下列问题：

(1) 高压线用的绝缘子（图12-3-7）为什么用陶瓷材料而不用玻璃？

(2) 铁比铜便宜，为什么家庭电路中用铜导线而不用铁导线？

(3) 为什么不能用湿手操作电器？

4. A、B两根完全一样的导线，长度都是1 m。把A剪去一半，剩下的一半跟B相比，哪个电阻大？把A剩下的一半拉长到1 m再跟B相比，哪个电阻大？



图12-3-7

5. 在“探究导体电阻的大小跟哪些因素有关”的实验中，我们分别对导体电阻跟它的材料、长度、横截面积有关的猜想进行了实验检验。某实验小组准备实验时对每一个猜想都用三个实验数据进行对比，下表中给出了可供选择的几种导体，分别用A~G七个字母表示。请你按该组的要求选用。

(1) 为检验“导体电阻跟材料有关”的猜想，应选用哪三种导体？

(2) 为检验“导体电阻跟长度有关”的猜想，应选用哪三种导体？

(3) 为检验“导体电阻跟横截面积有关”的猜想，应选用哪三种导体？说出你做出选择的理由。

导体代号	长度	横截面积	材料
A	1.0	0.2	锰铜
B	1.0	0.4	锰铜
C	1.0	0.6	锰铜
D	0.5	0.4	锰铜
E	1.5	0.4	锰铜
F	1.0	0.6	镍铬合金
G	1.0	0.6	铁

第四节 变阻器

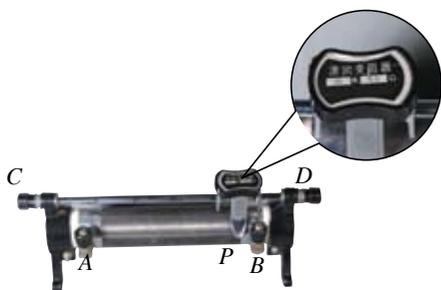
很多电器使用时都要根据需要进行调节，如电视机要调节音量大小，台灯要调节灯光亮暗，电风扇要调节风速大小，电熨斗要调节温度高低。你知道这些电器是用什么元件来实现这些调节的吗？下面我们来认识它。

滑动变阻器

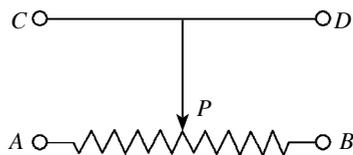
观察与实验

观察滑动变阻器

图12-4-1甲是实验中常用的滑动变阻器。仔细观察，思考下面的问题。



甲 实物图

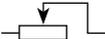


乙 结构示意图

图12-4-1 滑动变阻器

1. 电阻丝什么位置的绝缘漆被刮去了？为什么要刮去？
2. 哪两个接线柱之间的电阻是不变的？哪两个接线柱之间的电阻很小，几乎为零？
3. 移动滑片时，哪两个接线柱之间的电阻随之改变？向哪个方向移动时电阻变大？
4. 滑片上面有一个标牌，上面标着的电阻值和电流值分别表示什么意思？

滑动变阻器上的电阻丝外面涂着绝缘层，绕在绝缘管上，它的两端连在A、B两个接线柱上。滑片P与绝缘管上的电阻丝紧密接触（接触处的绝缘层已经刮掉），并通过金属杆和接线柱C、D相连。滑片移动到不同位置时，A、C（或者A、D，B、C，B、D）两个接线柱间电阻丝的长度发生变化，这样就可以改变接入电路中电阻的大小。

变阻器在电路图中用符号  表示。

每个滑动变阻器都标有最大电阻和允许通过的最大电流，使用时要根据需要进行选择，不能使通过的电流超过最大值，否则会烧坏变阻器。

变阻器的使用

观察与实验

用滑动变阻器改变小灯泡的亮度

要使滑动变阻器和用电器中的电流相同，滑动变阻器应该与用电器串联。按图12-4-2所示连接电路，闭合开关，观察电路是否接通。

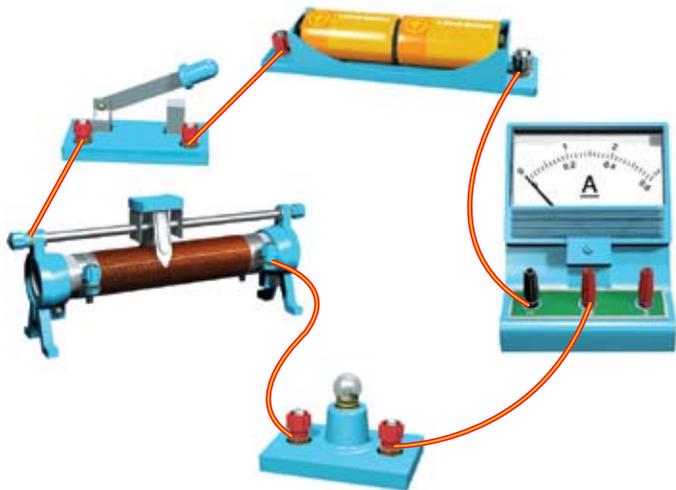


图12-4-2 用滑动变阻器控制小灯泡的亮度

要使小灯泡由暗变亮，图12-4-2中滑动变阻器的滑片应向哪个方向移动？尝试移动滑片，观察电流表的示数和小灯泡的亮度变化。

想一想，接通电路前应将滑片放在什么位置？

在探究报告中写出所选用的仪器、设计的电路、实验操作步骤及你对上面问题的回答。实验过程中你还发现了哪些新问题？和同学交流一下。

变阻器的应用

在电路中，变阻器的作用主要是通过调节其电阻值来改变电路中的电流。

滑动变阻器一般只在实验室中应用。有些家用电器的调节器件也是一种变阻器，通常称为电位器。图12-4-3是一种能调节电视机音量的电位器的结构图。它通过机械式旋钮调节阻值的大小。电位器也可以用在其他电器上，如可调亮度的电灯、可调温度的电热毯和电饭锅等。



图12-4-3 电视机音量调节用的一种电位器及其内部构造

除机械式电位器外，数字电位器的使用也越来越广泛。数字电位器是一种用数字信号控制阻值的器件（集成电路）。与机械式电位器相比，数字电位器具有可程序控制改变阻值、体积小、耐震动、噪声小、寿命长、抗环境污染等优点。数字电位器已在自动检测与控制、智能仪器仪表、消费类电子产品、船舶设备、风力发电等许多重要领域得到应用（图12-4-4）。



图12-4-4 MP3耳机音量调节用的电位器



电阻箱

滑动变阻器能够改变连入电路的电阻大小，但我们不能准确知道连入电路部分的阻值。如果需要知道连入电路部分的阻值，就要用到电阻箱（图12-4-5）。电阻箱是一种可以调节电阻大小并且能够显示出阻值的变阻器。

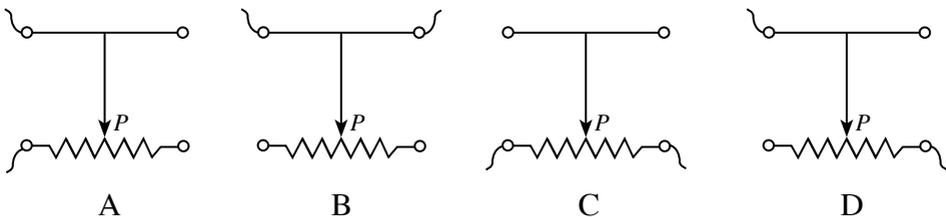
使用电阻箱时，把两个接线柱接入电路（两接线柱不分正负极），调节旋盘（通常按顺时针方向转动旋盘）就能得到变化的阻值。各旋盘对应的指示点的示数乘以面盘上标出的倍数，然后加在一起，就是接入电路的阻值。



图12-4-5 电阻箱

动手动脑学物理

1. 下列滑动变阻器连入电路的示意图中，当滑片 P 向右滑动时，连入电路的电阻变小的是（ ）。



2. 图12-4-6是一位同学连接的用滑动变阻器改变小灯泡亮度的电路，这个电路能不能改变小灯泡的亮度？为什么？在你和别的同学所连的电路中，还出现过什么错误？

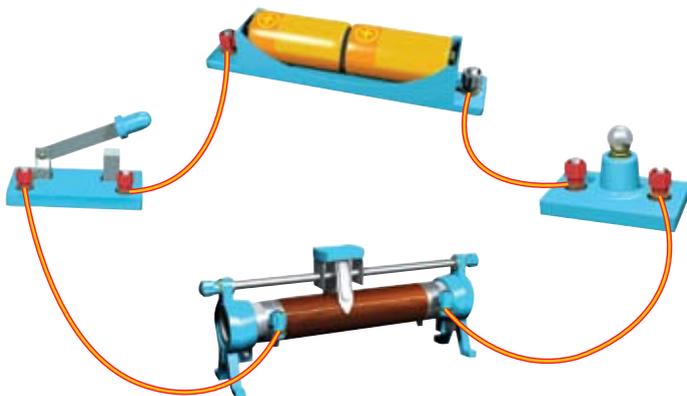


图12-4-6

3. 根据图12-4-7甲所示的电路图，连接图12-4-7乙中所示的实物。根据你连的电路，分析：滑动变阻器的滑片向右移动时，灯泡亮度怎样变化？电流表的示数怎样变化？

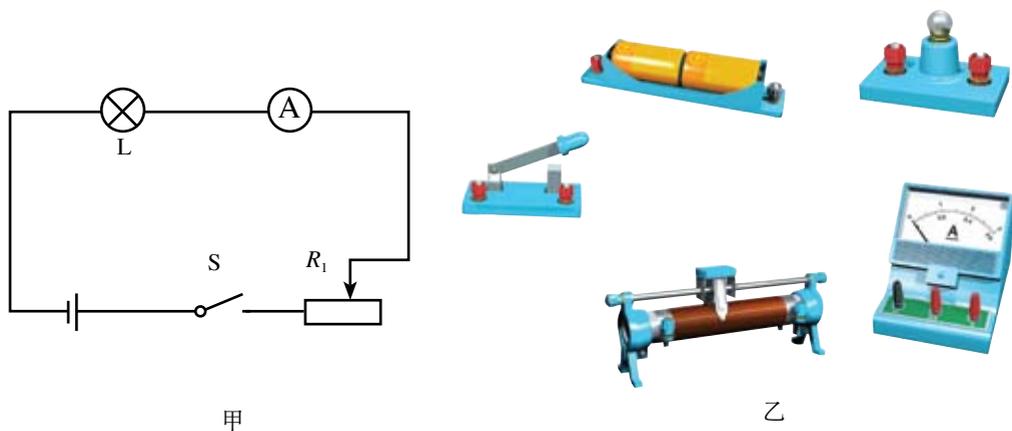


图12-4-7

4. 如图12-4-8所示是一种测定油箱内油量的装置。其中 R 是滑动变阻器的电阻片，滑动变阻器的滑片跟滑杆连接，滑杆可以绕固定轴 O 转动，另一端固定着一个浮子。油箱中的油量减少时，油面下降，浮子随液面落下，带动滑杆，使滑动变阻器的滑片向上移动，从而改变了电路中电流表的示数。因此，电流表上一定的示数便对应着油面的一定高度，把电流表刻度盘改为相应的油量体积数，就可以直接读出油箱中的油量。请问：在这个装置中，电流表示数越大，表示油箱中的油量越多还是越少？请说明理由。

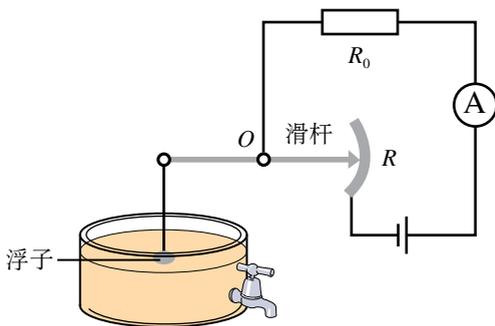


图12-4-8

 做中学

制作水果电池

工具与材料

铜片，铁片，带夹子的导线，电压表，菠萝、苹果、猕猴桃等水果。

制作方法与步骤

1. 把铜片、铁片插到菠萝中的不同位置，就制成了一个水果电池。尝试着用电压表判断出这个水果电池的两极，并测出它的电压。
2. 换用苹果、猕猴桃等再做几个水果电池。用电压表分别测出几个水果电池的电压，并进行比较。

观察与思考

1. 铜片和铁片哪个是水果电池的正极？
2. 在你做过的水果电池中，哪个电压最高？
3. 怎样利用水果电池获得更高的电压？
4. 关于水果电池，你还有什么发现？

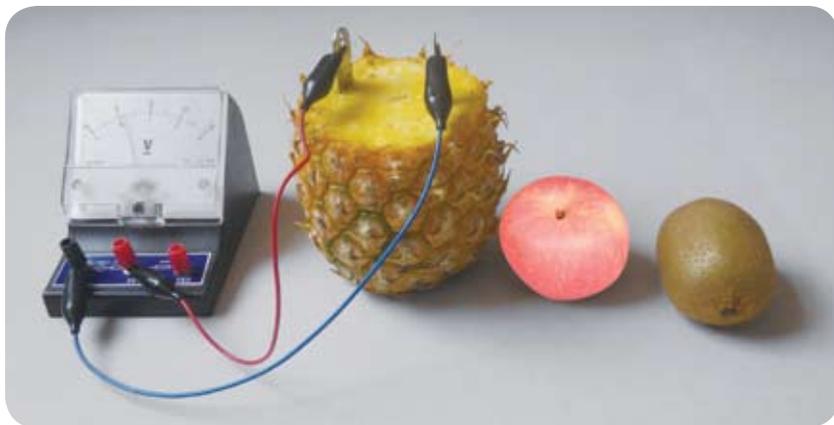
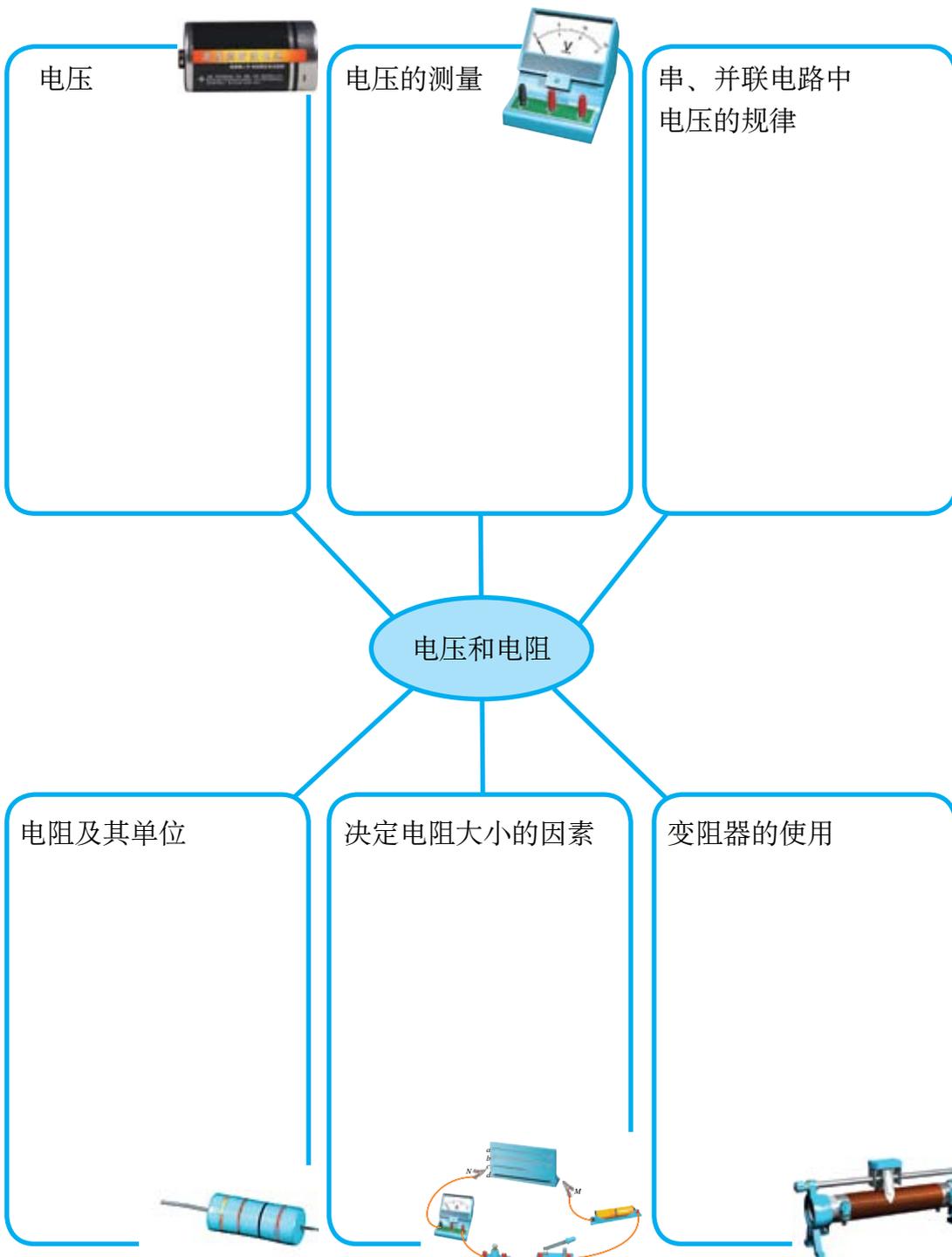


图12-1



学到了什么



第十三章

欧姆定律

爱迪生发明了电灯，驱散了夜的黑暗；贝尔发明了电话，隔山隔水的人们可以亲密对话；各种电器让我们生活得更方便、更舒适。

在各种电器中，都存在着电路，电流在电路中静静地“流淌”……你是否想过，电流的流动遵循着怎样的规则？电流、电压、电阻各自扮演着怎样的角色？它们之间又有怎样的关系？现在就让我们揭开其中的奥秘。



第一节 探究电流与电压、电阻的关系 ●●●

通过前面的学习，同学们已经认识到：电阻一定时，加在导体两端的电压越高，通过导体的电流就会越大；两端电压一定时，导体的电阻越大，通过它的电流就会越小。那么，电流与电阻、电压三者之间究竟有怎样的定量关系呢？

观察与实验

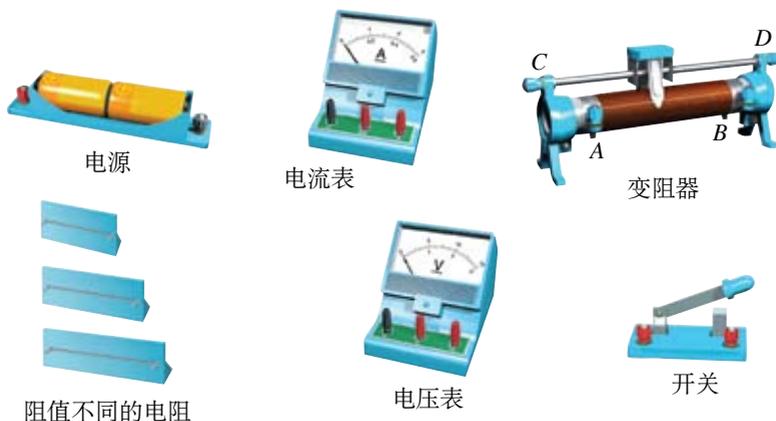
探究电流与电压、电阻的关系

● 设计实验

1. 要研究电流与电压的关系，需要保持电阻不变。我们可取一个定值电阻，改变加在它两端的电压，来分析通过它的电流的变化。电压用电压表来测量，电流用电流表来测量，设计并画出能测量该电阻电压和电流的电路图。

2. 在电路中接入滑动变阻器，移动滑片，改变定值电阻两端的电压，记下相应的电流。重复这一步骤数次。

完善你的实验方案，画出接入滑动变阻器后的实验电路图，论证方案的可行性。



13-1-1 实验器材

● 进行实验 收集证据

选择合适的器材，按照你画的电路图连接好电路，检查电路无误后闭合开关。适当移动滑动变阻器的滑片，改变定值电阻两端的电压，如电压分别为 1 V 、 2 V 、 3 V ……在下面的表格中分别记下相应的电流。

更换定值电阻，重复实验。

实验数据记录表

电压 U/V				……
R_1 电流 I_1/A				
R_2 电流 I_2/A				
R_3 电流 I_3/A				

● 分析和论证

比较上表中的数据，当电阻不变时，电压怎样变化？电流呢？可以得出什么结论？

比较上表中的数据，当电压不变时，电阻怎样变化？电流呢？可以得出什么结论？

我们还可以采用图象法进行分析。

根据所记录的数据，在图13-1-2中画出每个电阻的 $I-U$ 关系图象。根据图象，我们能得出什么样的结论？

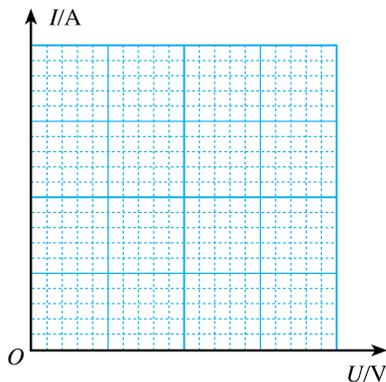


图13-1-2 $I-U$ 关系图象

● 评估

你在连接电路时有没有失误？测量的数据是不是真实？所得的结论是不是和同学相同？

还有没有其他办法改变定值电阻两端的电压？与该实验中的办法比较一下，哪种方法更好？

结论：在电阻一定的情况下，通过导体的电流跟这段导体两端的电压成正比；在电压一定的情况下，通过导体的电流跟导体的电阻成反比。



动手动脑学物理

1. 在某导体的两端加 4 V 的电压时，通过它的电流是 0.2 A ；若要使通过它的电流变为 0.3 A ，应在这个电阻的两端加多大的电压？

2. 某电路两端电压一定，接入 $10\ \Omega$ 的电阻时，通过该电阻的电流是 0.2 A 。

若改接 $20\ \Omega$ 的电阻，通过电阻的电流是多大？

3. 在“电阻一定时探究电流与电压关系”的实验中，小明得到的实验数据如下表所示。

数据序号	1	2	3	4	5
电压 U/V	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
电流 I/A	0.08	0.15	0.23	0.40	0.38

(1) 为分析电流与电压的定量关系，请你在图 13-1-3 所示的方格中建立有关坐标轴并标明其标度，按表中的数据在坐标系中描点。

(2) 坐标图完成后，小英说，从图中可以看出，这些数据中有一组是明显错误的，跟其他数据的规律完全不同，可能是读取这组数据时粗心所引起的，分析时需要把它剔除掉。这是哪组数据？

4. 在“电阻一定时探究电流与电压关系”的实验中，小凯把定值电阻、电流表、电压表、滑动变阻器、开关和电源连接成了图 13-1-4 所示的电路，正准备闭合开关时，旁边的小兰急忙拦住他，说接线错了。

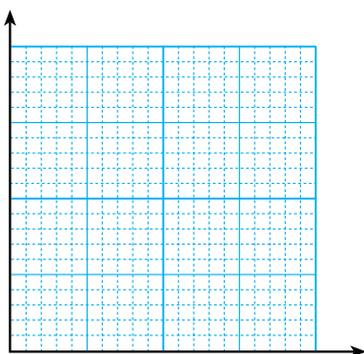
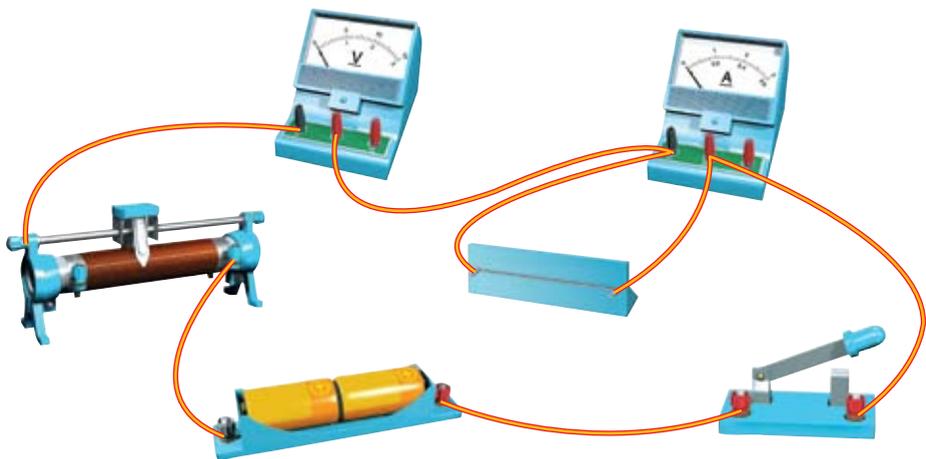


图 13-1-3



13-1-4 实验器材

请你检查一下电路，指出错在哪里。小兰发现只要改接一根导线就可以使电路连接正确，请把接错的那一根导线找出来打上“×”，再画出正确的连接。

第二节 欧姆定律及其应用

欧姆定律

通过上节课的实验探究我们发现：在电阻一定的情况下，通过导体的电流跟这段导体两端的电压成正比；在电压一定的情况下，通过导体的电流跟导体的电阻成反比。19世纪初，德国物理学家欧姆经过十年的不懈努力，最先通过实验归纳出这个规律。人们为了纪念他，就把这个规律叫做**欧姆定律 (Ohm law)**，即**导体中的电流，跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比**。用公式表示就是

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

符号的意义及单位：

U —— 电压 —— 伏特 (V)

R —— 电阻 —— 欧姆 (Ω)

I —— 电流 —— 安培 (A)



相关链接

欧 姆

欧姆 (Georg Simon Ohm, 1787–1854)，德国物理学家。欧姆爱好物理和数学，自幼受到父亲的教导，在科学和技术方面得到了不少启发。在大学期间，因生活困难，他不得不退学去做家庭教师。但他仍然坚持学习，终于完成了学业，获得了博士学位。他曾在几所中学任教，并在繁重的工作之余，坚持不懈地进行科学研究。欧姆的研究工作是在十分困难的条件下进行的，当时图书资料和仪器都很缺乏，他只能利用业余时间，自己动手设计和制造仪器来进行有关的实验。



图13-2-1 欧姆

欧姆从1825年开始研究电流与电源及导线长度的关系，并于1826年归纳出了欧姆定律。欧姆定律发现初期，许多物理学家不能正确理解和评价这一发现，使欧姆遭到了怀疑和批评，但他始终坚持研究。直到1841年英国皇家学会授予他象

征最高荣誉的科普利奖章，才引起德国科学界的重视。

欧姆1827年出版了他的著作《伽伐尼电路：数学研究》。1833年他成为纽伦堡皇家综合技术学校的教授，1839年起担任该校的校长，1849年起任教于慕尼黑大学，1852年成为实验物理学教授。

欧姆定律的应用

欧姆定律是关于电路的一条重要定律，在解决各种电路的实际问题中有着广泛的应用。

例题1

一辆汽车的车灯接在12 V电源两端，灯丝电阻为 $30\ \Omega$ ，求通过灯丝的电流。

解：已知灯丝两端电压 $U=12\ \text{V}$ ，灯丝电阻 $R=30\ \Omega$ 。

根据欧姆定律，可求得通过灯丝的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12\ \text{V}}{30\ \Omega} = 0.4\ \text{A}$$



想想议议

上面的例题告诉我们，在已知电压、电阻的情况下，利用欧姆定律可以求出电路的电流。

利用欧姆定律怎样得出电路的电压或电阻？

例题2

从2011年5月1日起，我国执行酒驾处罚新规定。交警使用酒精测试仪判断驾驶员是否酒驾。已知某型号酒精测试仪的工作原理如图13-2-2所示，电源电压恒为8 V。使用前，需要调节调零旋钮（滑动变阻器 R_0 的滑片）。在对这台测试仪进行调零时发现：酒精气体的浓度为零时，滑动变阻器 R_0 的滑片移动至最左端，电流表的示数为0.1 A。此时传感器的电阻为多少欧？

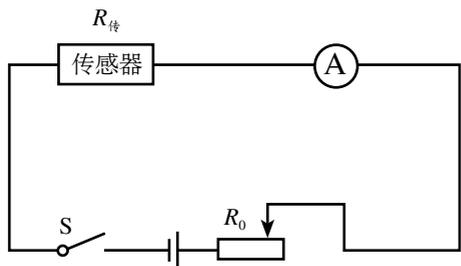


图13-2-2 酒精测试仪

分析：滑动变阻器 R_0 的滑片移动至最左端时，只有传感器接入电路，传感器两端电压即为电源电压，所以 $U = 8\text{ V}$ ，电流表测量的是通过传感器的电流，所以 $I = 0.1\text{ A}$ 。

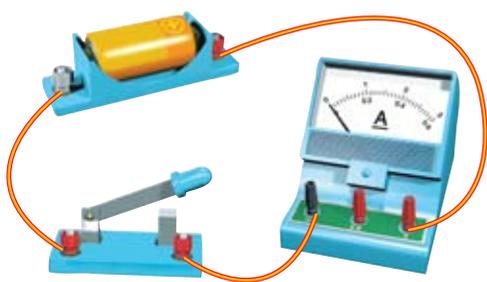
解：由 $I = \frac{U}{R_{\text{传}}}$ 得 $R_{\text{传}} = \frac{U}{I} = \frac{8\text{ V}}{0.1\text{ A}} = 80\ \Omega$

此时传感器的电阻为 $80\ \Omega$ 。

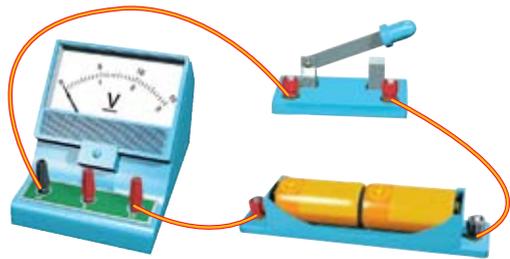


想想议议

电流表的电阻很小，使用时绝对禁止不经过用电器将电流表直接接在电源的两极上，否则会烧坏电流表。电压表的电阻很大，可以接在电源两极上，从而测出电源的电压。学过欧姆定律后，你能解释一下这是为什么吗？



错误接法



正确接法

图13-2-3 电流表、电压表的接法



动手动脑学物理

1. 一根电阻丝的电阻是 $97\ \Omega$ ，接在 220 V 的电源上，流过它的电流是多少？
2. 一只电熨斗的电阻是 $0.1\text{ k}\Omega$ ，使用时流过的电流是 2.1 A ，加在电熨斗上的电压是多少？

3. 某手电筒小灯泡两端的电压是 2.2 V，用电流表测得流过的电流是 250 mA。这个小灯泡的电阻是多少？

4. 某导体两端的电压是 3 V 时，通过它的电流为 100 mA。这个导体的电阻为多少？若将电压提高到 6 V，这个导体的电阻为多少？通过它的电流为多少？

5. 某同学认为：“由 $I = \frac{U}{R}$ 变形可得 $R = \frac{U}{I}$ 。这就表明，导体的电阻 R 跟它两端的电压成正比，跟电流成反比。”这种说法对吗？为什么？

第三节 测量电阻 ●●●

电阻是组成电路的重要元件，很多电路中都要用到电阻。在进行电路维修时，通常要知道每个电阻的阻值。如果一个电阻没有标出阻值，那么怎样测出阻值的大小呢？



想想议议

测量出通过一个电阻的电流和它两端的电压后，通过欧姆定律可以算出这个电阻的阻值吗？你能设计一个电路，用来测量通过电阻的电流和它两端的电压吗？



观察与实验

测量电阻的阻值

● 实验原理

根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 得到 $R = \frac{U}{I}$ ，我们可以通过测量电阻两端的电压和通过电阻的电流计算出电阻的阻值。

● 实验器材

待测电阻，滑动变阻器，电流表，电压表，电源，开关，导线若干。

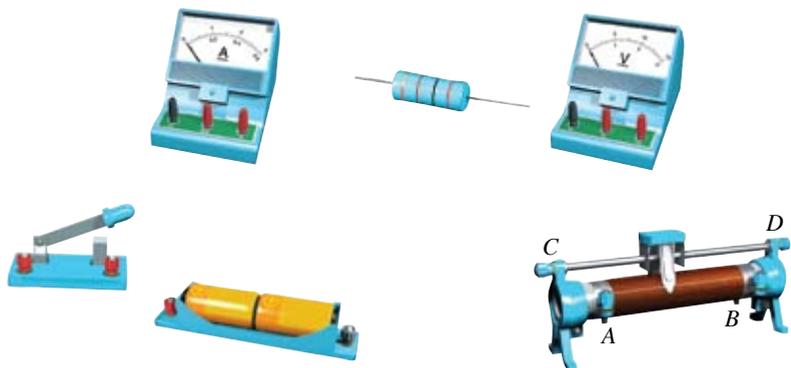


图13-3-1 实验器材

●设计实验

用电压表测出电阻两端的电压，用电流表测出通过电阻的电流，根据欧姆定律就能算出电阻的阻值。

在电路中接入滑动变阻器，能够进行多次测量，减小实验误差。

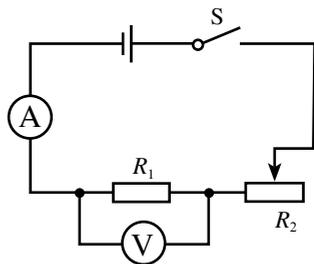
●进行实验

1. 按照图13-3-2所示电路图连接电路，调节滑动变阻器 R_2 的滑片，使其阻值处于最大位置。

2. 闭合开关S，适当调节滑动变阻器 R_2 ，读出电流表和电压表的示数。

3. 根据测得的电压、电流值算出导体 R_1 的阻值。

4. 移动滑动变阻器的滑片，改变通过电阻的电流，重复上述实验，求出电阻阻值的平均值，作为该电阻的阻值。

图13-3-2 测量 R_1 的电阻

实验数据记录表

实验次数	电压 U/V	电流 I/A	电阻 R_1/Ω
1			
2			
3			
.....			

所测电阻的平均值为_____。

●评估交流

实验中有没有遇到电流表、电压表没有示数或示数很大的情况？你是怎么解决的？和同学交流一下。

用多用电表测电阻

电器维修师常用多用电表来测电阻。多用电表是一种能直接测量电流、电压、电阻的仪表，它有多个挡位和量程。当选择开关拨到欧姆挡时，可以直接读出被测导体的电阻。阅读多用电表的说明书，试着测量某电阻的阻值。



图13-3-3 多用电表



动手动脑学物理

1. 图13-3-4是一位同学为测量某电阻的阻值而连接的电路。他的连接有什么错误？应该怎样纠正？

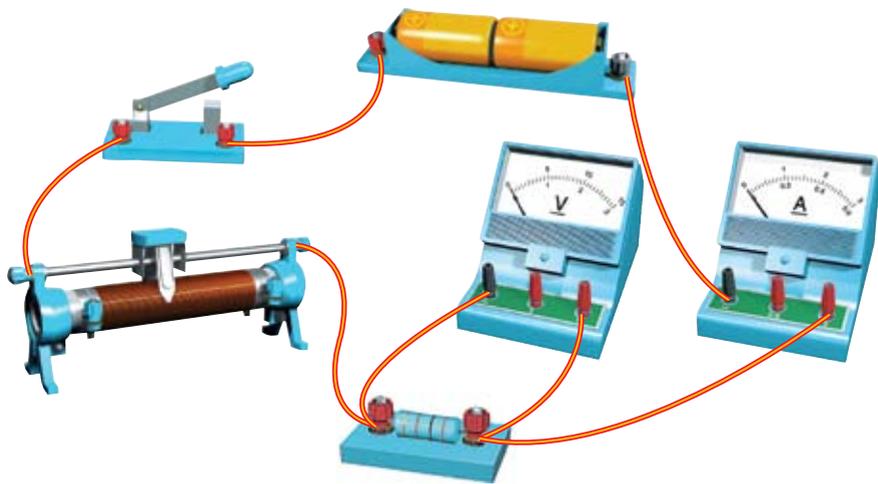


图13-3-4

2. 某同学用电压表和电流表测电阻时，误将两表互换位置，会造成什么样的结果？

3. 某同学用图13-3-5所示电路测量定值电阻 R 的阻值。闭合开关，适当调节滑动变阻器，两表的示数如图所示，求定值电阻 R 的阻值是多少？

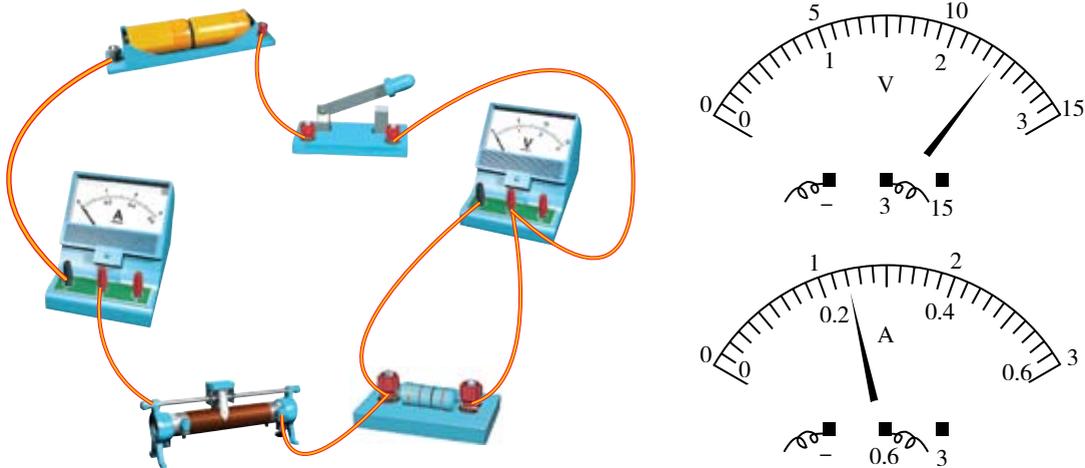


图13-3-5

4. 在测量标有电压为 2.5 V 的某小灯泡电阻的实验中, 第一次测量时的电压等于 2.5 V, 小灯泡正常发光。以后多次调节滑动变阻器, 让电压逐次下降, 使灯丝温度不断降低, 灯泡变暗, 直至完全不发光。测量的数据如下表所示。

数据序号	1	2	3	4	5	6	7
发光情况	明亮	较亮	不很亮	较暗	微光	熄灭	熄灭
电压 U/V	2.5	2.1	1.7	1.3	0.9	0.5	0.1
电流 I/A	0.28	0.26	0.24	0.21	0.19	0.16	0.05
算出的电阻 R/Ω	8.9						

(1) 请你根据表中电压和电流的数值计算每次测出的电阻, 并填在表格中。

(2) 对比不同电压下小灯泡的电阻值, 你有什么发现? 把你的发现写成一具有概括性的结论。

*第四节 电阻的串联与并联 ●●●



想想议议

前面我们已经学习了串联电路和并联电路中电压、电流的规律。那么, 几个电阻串联或并联时, 总电阻的阻值是比较原来大了还是小了? 几个阻值较小的电阻, 能否组合成一个阻值较大的电阻? 几个阻值较大的电阻, 能否组合成一个阻值较小的电阻?

* 本节为选学内容。

电阻的串联

观察与实验

探究电阻的串联

1. 将一个定值电阻 R 接在图13-4-1所示的电路中，闭合开关，观察灯泡的亮度。

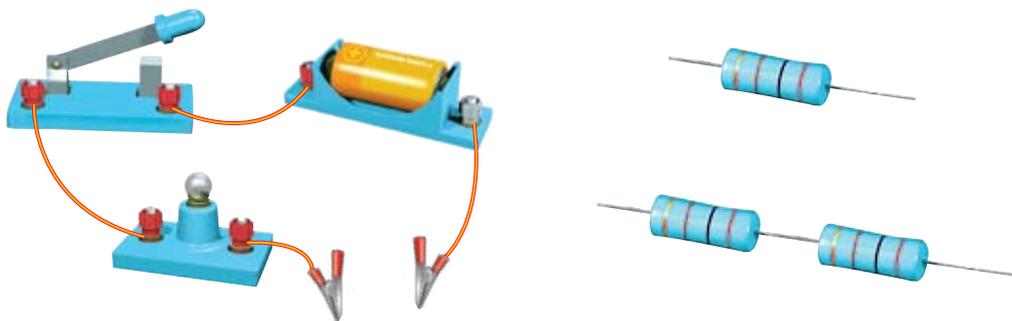


图13-4-1 串联后的电阻

2. 将两个同样阻值的电阻 R 串联起来，接在原电路中，观察灯泡的亮度。

3. 将更多的电阻 R 串联起来，接在原电路中，观察灯泡的亮度。

通过实验发现，在电压相同的情况下，电路中接入一个电阻时，灯泡亮些；而接入两个电阻时，灯泡暗些；接入更多的电阻时，灯泡更暗。

灯泡变暗，说明通过灯泡的电流变小，即电路中的电阻变大。

通过大量实验现象，我们可以得出结论：**串联电阻的总电阻比任何一个分电阻都大。**

对于上述实验结论，我们也可以这样理解：多个电阻串联，相当于多个导体串联起来，因为导体的总长度比其中任意一个导体的长度都要长，所以总电阻一定比分电阻大（图13-4-2）。

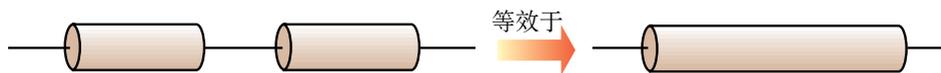


图13-4-2 电阻的串联



想想议议

当串联电路中的一个电阻变大时，电路中的电流会怎样变化？另一个电阻两端的电压会怎样变化？

电阻的并联

观察与实验

探究电阻的并联

将两个同样阻值的电阻并联起来，接入图13-4-3所示的电路，闭合开关，观察灯泡的亮度，并与接入一个电阻时灯泡的亮度进行比较。

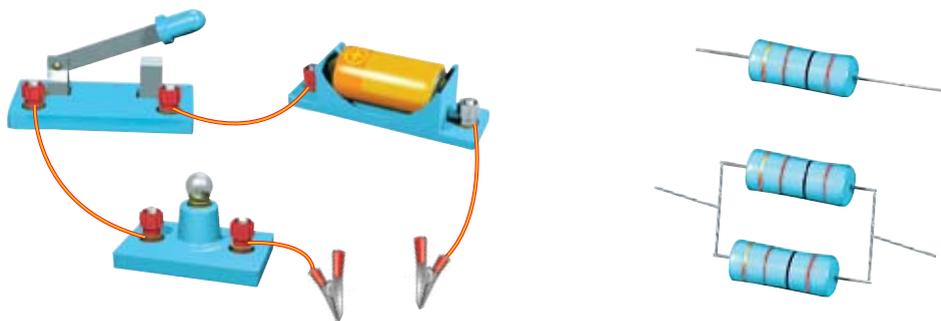


图13-4-3 并联后的电阻

实验发现，在电压相同的情况下，接入并联的两个电阻后，灯泡比接入一个电阻时更亮些。灯泡变亮，说明通过灯泡的电流变大，即电路中的电阻变小。实验现象说明，两个电阻并联时，总电阻比其中任何一个电阻都小。

通过大量实验现象，我们可以得出结论：**并联电阻的总电阻比任何一个分电阻都小。**

对于上述实验结论，我们也可以这样理解：多个电阻并联，相当于多个导体并联起来，因为导体总的横截面积比其中任意一个导体的横截面积都要大，所以总电阻一定比分电阻小（图13-4-4）。

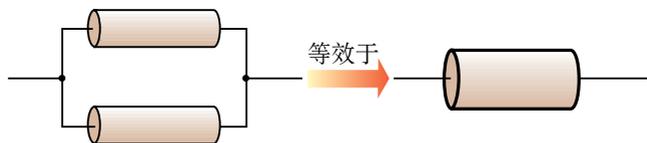


图13-4-4 电阻的并联



想想议议

当并联电路中的一个支路电阻变大时，干路电流会怎样变化？另一个支路的电流和电压会怎样变化？



动手动脑学物理

1. 如图13-4-5所示的电路，电源电压保持不变，闭合开关S后，当滑动变阻器的滑片P向右移动时，电路中的总电阻怎样变化？电路中的电流怎样变化？为什么？

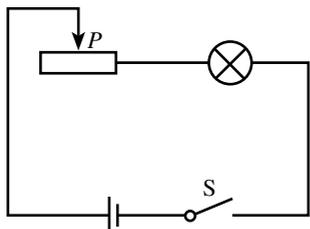


图13-4-5

2. 如图13-4-6所示的电路，开关S闭合后，电路中的总电阻怎样变化？电流表的示数怎样变化？为什么？

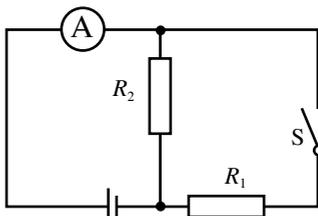


图13-4-6

3. 图13-4-7是某种压力传感器的原理图，其中弹簧上端和滑动变阻器的滑片P固定在一起，AB间有可收缩的导线， R_1 为定值电阻。当闭合开关S，压力F增大时，电流表示数与电压表示数如何变化？

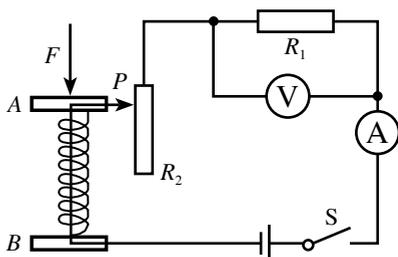
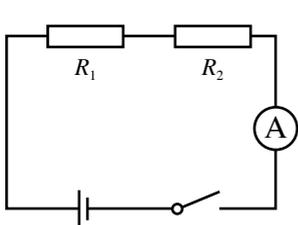
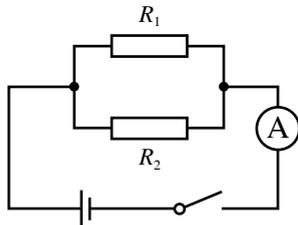


图13-4-7

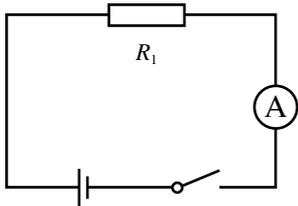
4. 下列电路图中，已知电源电压相等，且 $R_1 < R_2$ ，则电路中电流表的示数最大的是()。



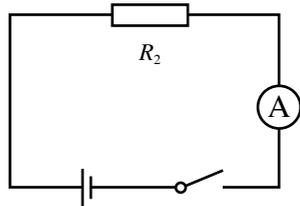
A



B



C



D

 做中学

制作调光小台灯

材料

干电池2节，小灯泡（2.5 V、0.3 A）一个，开关，铅笔（或电炉丝），小刀，导线，夹子，灯座，电池盒等。

制作方法

1. 用小刀把铅笔剖开，剥出铅笔芯（也可用拉长的电炉丝）。
2. 按照图示连接电路。将铜线绑在铅笔芯的一端，另一端用夹子夹住。
3. 闭合开关，移动夹子在铅笔芯上的位置，观察灯泡亮度的变化情况。

交流评估

夹子向左移动时，灯泡变亮还是变暗？为什么？

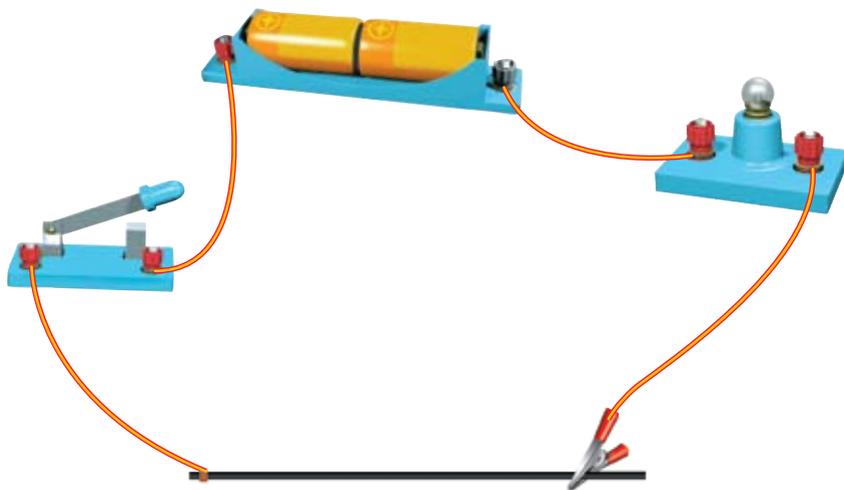
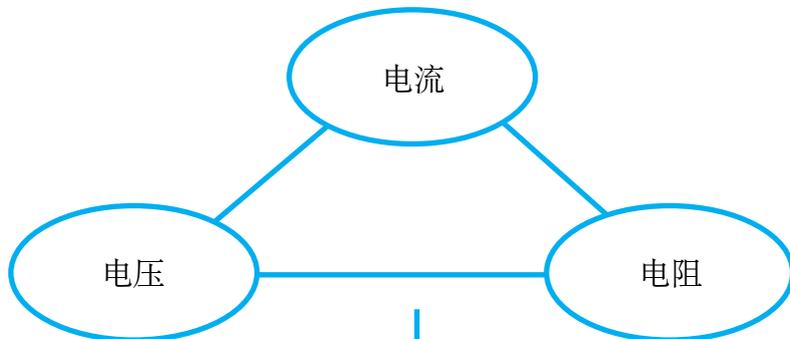


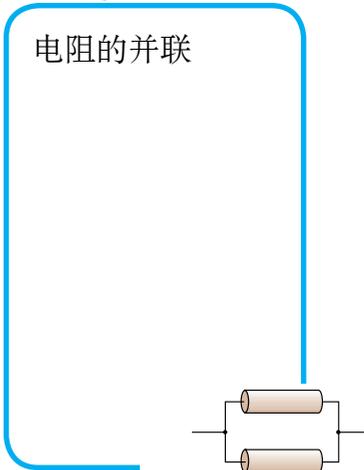
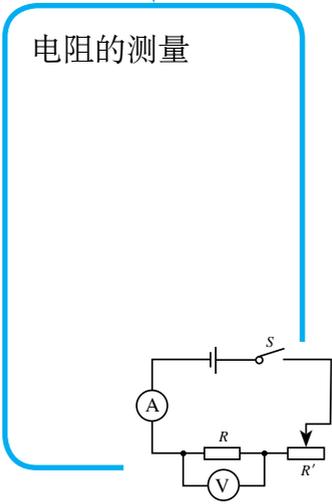
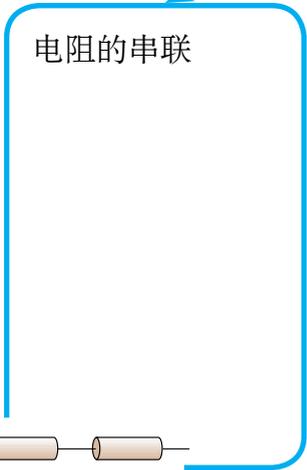
图13-1



学到了什么



欧姆定律



一座座高高的输电杆塔，架设着一条条输电线路，默默地为我们输送着电能，供我们生产和生活使用。电能已经成为现代生产、生活的命脉。

我们在享受电能带来的方便和改变的同时，是否想过电能是如何被各种各样的用电器消耗掉的？各种用电器在消耗电能的过程中又有什么不同？让我们带着这些问题进入电能的世界吧！



第一节 电能

电能与我们的生活

电能与我们的生活息息相关，我们的生产和生活都离不开电能。科学技术的日新月异，使人类进入了高科技时代。高新技术的发展和应用更离不开电能。

电能来源广泛。各种各样的发电厂，如火力发电厂、水力发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂……把各种不同形式的能转化为电能，电能通过变电设备和输电线路，很方便地传送到各种用电场所，供我们生产和生活使用。



图14-1-1 火力发电厂把燃料的化学能转化成电能

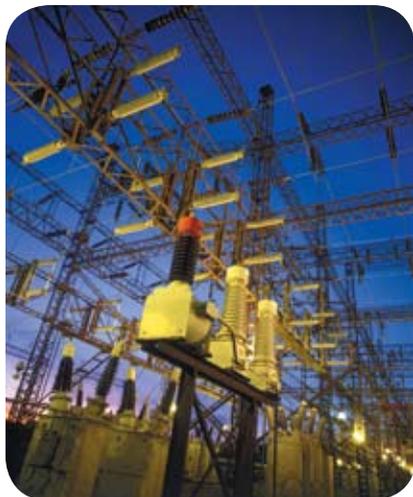


图14-1-2 变电所

电能可以方便地转化成其他形式的能，因而被广泛应用在动力、照明、冶金、化学、纺织、通信、广播等各个领域。我们每时每刻都在享受着电能带来的方便与快捷，电能正在以前所未有的速度改变着人们的生活方式。



甲 现代家庭有各种各样使用方便的电器



乙 电车为我们的出行带来方便



丙 电脑带我们进入一个丰富多彩的世界



丁 电子控制的现代温室，使我们冬天也能吃上新鲜的蔬菜

图14-1-3 电能与我们的生活

电能的计量

现代家庭中，几乎每天都要消耗电能。用电器在一段时间内消耗电能的多少可以通过电能表（电度表）计量。

千瓦时是电力工业和日常生活中的常用单位，符号是 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。1千瓦时的电能俗称1度电。各种电能表就是以千瓦时为单位来显示已消耗的电能。千瓦时与焦的换算关系是

$$1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

图14-1-4所示是一种电能表。用电时，中间的铝质圆盘转动，圆盘上方的数字以 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 为单位来显示已经用去的电能。

“220 V”表示这个电能表应该在220 V的电路中使用

“600 r/ (kW·h)”表示接在这个电能表上的用电器每消耗1 kW·h的电能，电能表上的转盘转过600转



“10 (20) A”表示这个电能表的标定电流为10 A，额定最大电流为20 A，电能表工作时的电流不应超过额定最大电流

“50 ~”表示这个电能表在频率为50 Hz的交流电路中使用

图14-1-4 电能的计量

如图14-1-5所示是我们生活中常用的两种电能表。前一种是IC卡式电能表。用户将IC卡充值后插入电能表，电能表自动读取卡中的金额。一旦金额用完，电能表会切断电路，所以IC卡中的金额将要用完时，需要到银行为IC卡储值，并重新将卡插入电能表。后一种是电子式电能表，靠内部的电子电路计算电能，示数由液晶板显示。



IC卡式电能表



电子式电能表

图14-1-5 两种常用的电能表

电能表显示的数字是表从最开始记数到本次读数为止用去的所有电能。为了计量某一段时间内消耗的电能，必须分别记录这段时间起始和结束时电能表上计数器的示数。电能表的计数器上前后两次读数之差，就是这段时间内消耗的电能。

如图 14-1-6 所示，5 月份消耗的电能是
 $3\ 265.4\ \text{kW}\cdot\text{h}-3124.1\ \text{kW}\cdot\text{h}=141.3\ \text{kW}\cdot\text{h}$

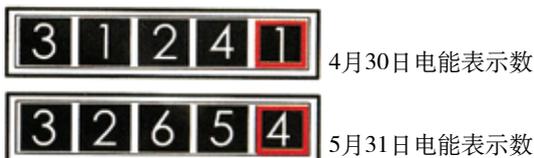


图14-1-6 电能的计量



想想议议

1. 从用电缴费通知单（图14-1-7）中，你能搜集到哪些信息？
2. 电费是怎样计算的呢？你们那里的电费单价是多少？

客户名称	XXX				开户银行	
客户地址	XX区				银行账号	
项目名称	计量单位	数量	单价	金额		
乡村居民生活用电					上次余额：0.30	
第一档	kW·h	196	0.5469	107.19	本次应收：107.19	
第二档	kW·h		0.5969		本次实收：107.00	
第三档	kW·h		0.8469		本次余额：0.11	
本年累计抄见电量	kW·h	306				
合计人民币大写	壹佰零柒圆壹角玖分				¥	107.19
备注：	本次起码：2187.50 本次止码：2383.50 抄表段编号：LWN14137 抄表顺序号：274					

图14-1-7 用电缴费通知单

小资料



2012年6月27日，山东省物价局下发《关于居民生活用电试行阶梯电价的通知》（以下简称《通知》），规定从2012年7月1日起试行阶梯电价，居民用户每月用电量分三档，电价试行分档递增，首档电价的用电量门槛设为每月210 kW·h。同时，将试行阶梯电价电量计算周期由月改为年。全年分档电量按月度电量标准乘以12计算。《通知》还透露，山东省将择机实施峰谷分时电价试点。

	月均用电量/(kW·h)	年用电量/(kW·h)	单价/[元·(kW·h) ⁻¹]	涨幅/元
第一档	210	2520	0.5469	0
第二档	210~400	2520~4800	0.5969	0.05
第三档	>400	>4800	0.8469	0.3

节约用电

电能是我们社会生活的重要资源。电能的社会需求越来越多，能源供应日益紧张，每个人都应具有节约电能意识。

节约用电，要从点点滴滴做起。比如：离开房间时要注意随手关灯，购买电器时要购买节能型的产品，各种电器不用时要拨下电源插头，夏天空调设置温度不要过低，尽量减少冰箱开门的次数，看电视机时亮度和音量不要过大等。

图14-1-8大致表示出了1 kW·h电能的作用。看了这些图，相信你对节约用电会有进一步的认识。



电炉炼钢1.6 kg



采掘原煤105 kg



电车行驶0.85 km



灌溉农田330 m²



洗衣机工作2.7 h



电脑工作5 h

图14-1-8 1 kW·h电能的作用



新奇的发电方式

在全球能源短缺的今天，科学家也在积极探索新的发电方式。

细菌发电

这种发电方式是将两种细菌放入糖浆中，一种细菌能吞食糖浆而产生氢，同时也产生醋酸和其他有机酸；另一种细菌则使这些酸类也产生氢。当这些氢被送入磷酸燃料电池时，便可发出电来。这种微生物电池已在临床化验、探索宇宙等方面崭露头角。

道路发电

这种发电方式是在普通路面的沥青中植入大量的压电晶体，通过汽车驶过时的压力做功转换来发电。

该技术可以用于任何大流量的道路，由此带来的减碳效应不可估量。截至2008年年底，我国共有高速公路4.1万km。如果全部应用此种技术，那么它们一年最多将发电1436亿kW·h。

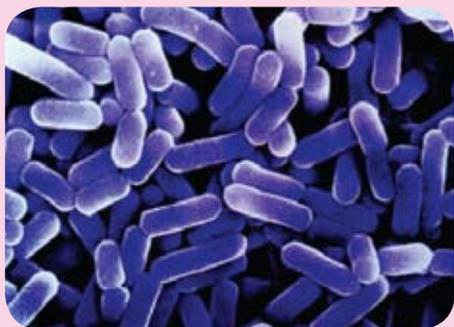


图14-1-9 细菌发电



图14-1-10 道路发电



动手动脑学物理

1. 某同学家里的电能表8月1日、9月1日示数分别如图14-1-11所示，他家8月份共用多少电？若电价约为0.55元/(kW·h)，则他家这个月需缴电费多少元？

8	1	6	8	5	8月1日
8	2	9	9	7	9月1日

图14-1-11

2. 一电能表上标有“3 000 r/(kW·h)”，小明发现此电能表上的铝盘1 min转了30转，则表示这1 min内消耗了多少kW·h的电能？

3. 你家每个月大约用多少电？电价是多少？近年来你家每月的电费有什么变化？这种变化说明了什么？

第二节 电 功

我们用力推动一个物体，使这个物体在力的方向上移动一段距离，我们就说这个力做了功。那么电流可不可以做功呢？

电流做功

观察与实验

电流做功

将小电动机、电压表、电流表、变阻器、电池、开关等器材用导线连成电路（图14-2-1）。闭合开关，通电一段时间，观察砝码高度的变化。

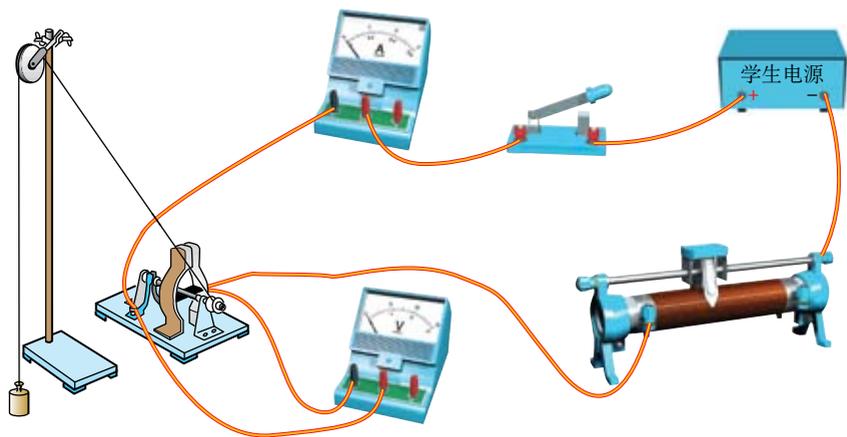


图14-2-1 电流做功能把砝码提起来

有了电流，电动机就可以提起重物。在电动机提起重物的过程中，重物的重力势能增加，是电流在做功，电能转化为机械能。

电流在通过电动机时可以做功，在通过洗衣机、电灯等用电器时也能做功。



电吹风把电能转化为机械能和热能

浴霸把电能转化为热能和光能

电热水瓶把电能转化为热能

洗衣机把电能转化为机械能

图14-2-2 电流通过用电器做功

电流做功的过程，实际就是电能转化为其他形式的能的过程。电流做了多少功，就有多少电能转化为其他形式的能。各种各样的用电器就是用来实现这种转化的装置。

影响电流做功多少的因素

电流做功的多少跟什么因素有关系呢？

观察与实验

在图14-2-1中，砝码被提升得越高，电流做功越多。保持相同的通电时间，分别用不同大小的电压、电流将砝码提起，看看电流做功多少跟电压、电流的关系。

由实验结果可知：在通电时间相同的情况下，电压越大，电流越大，砝码被提升得越高，电流做的功就越多。

研究表明：**电流所做的功跟电压、电流和通电时间成正比。**

我们把电流所做的功叫做**电功**。电功与电压、电流、通电时间的关系可用公式表示为

$$W = UIt$$

符号的意义及单位：

W —— 电功 —— 焦耳 (J)

U —— 电压 —— 伏特 (V)

I —— 电流 —— 安培 (A)

t —— 时间 —— 秒 (s)

例题

安装在家庭电路中的一盏台灯工作时电压是220 V，电流是45 mA。连续工作1 h，电流所做的功是多少？消耗的电能是多少？合多少kW·h？

解: $I = 45 \text{ mA} = 0.045 \text{ A}$

$t = 1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$

电流所做的功

$$\begin{aligned} W &= UIt \\ &= 220 \text{ V} \times 0.045 \text{ A} \times 3\,600 \text{ s} \\ &= 3.564 \times 10^4 \text{ J} \end{aligned}$$

消耗的电能是 $3.564 \times 10^4 \text{ J}$, 合 $9.9 \times 10^{-3} \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。



动手动脑学物理

1. 一电炉接在家庭电路中, 工作电压是 220 V , 发热时通过炉丝的电流是 5 A 。通电 1 min , 电流做多少功? 消耗多少电能?

2. 一盏碘钨灯, 工作时的电流为 8 A , 一个月共通电 100 h , 消耗的电能是 $5.76 \times 10^8 \text{ J}$, 它的工作电压为多少?

3. 图 14-2-3 中左下角是安装在电子手表中的纽扣电池, 工作电压为 1.5 V 。它连续工作一年, 电流做了 280 J 的功, 它工作时的电流是多少? (一年按 365 天计算)

4. 有一块手机用的锂电池, 上面标明电压为 3.7 V , 容量为 $1\,130 \text{ mA} \cdot \text{h}$, 它充满电后, 大约储存了多少电能?



图14-2-3

第三节 电功率



想想议议

观察电能表可以发现, 表上铝盘的转动, 有时慢悠悠, 有时急匆匆。这是为什么? 如果留心就会发现, 打开一盏灯时, 铝盘转动得慢, 而使用电热水器时, 铝盘转动得快。为什么铝盘转动的快慢不同呢?

电流做功的快慢



电流做功的快慢

拿一只24 W的灯泡和一只500 W的电吹风机，分别接在电路上，比较电能表铝盘转动的快慢。

电能表铝盘转动的快慢不同，表示用电器中电流做功的快慢不一样。

在物理学中，用**电功率 (electric power)**表示电流做功的快慢。电功率等于电功与时间之比。

$$P = \frac{W}{t}$$

符号的意义及单位：

W ——电功——焦耳 (J)

t ——时间——秒 (s)

P ——电功率——瓦特 (W)

在物理学上，电功率的单位是瓦特，简称瓦，符号是W。前面提到的24 W、500 W，说的就是灯泡和电吹风机的电功率。

工、农业生产中的用电器，例如起重机上的电动机，功率往往很大，这时就要用更大的单位——千瓦来表示。千瓦的符号是kW，它跟W的关系是

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$$

农田灌溉时用来带动水泵的电动机，功率大约在几千瓦到几十千瓦之间。大型发电站的发电功率可达100万kW。

各种不同的用电器，其电功率各不相同。翻开很多家用电器的说明书，都可以看到“电功率”这样的参数。各种家用电器中，电热水器的电功率比较大，收音机的电功率比较小。



用电器的电功率

天河一号巨型计算机	$4.4 \times 10^6 \text{ W}$
家用空调	1 000 W
吸尘器	800 W
电吹风机	500 W
台式计算机	200 W
液晶电视	100 W
排风扇	20 W
手电筒	0.5 W
计算器	0.5 mW
电子表	0.01 mW

*部分数据为约数。

例题1

某电视机的电功率是250 W，每天使用3 h，一个月（按30天计算）用电量是多少？

解： $P = 250 \text{ W} = 0.25 \text{ kW}$ $t = 3 \text{ h} \times 30 = 90 \text{ h}$

由 $P = \frac{W}{t}$ 变形得

$$W = Pt$$

一个月消耗的电能是

$$W = Pt = 0.25 \text{ kW} \times 90 \text{ h} = 22.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

电功率的测量

测量电功率可以使用专用的功率表，但是在非专业的实验中，常常通过电流和电压的测量来间接得知用电器的电功率。因为 $P = \frac{W}{t}$ ，而 $W = UIt$ ，所以电功率

$$P = UI$$

符号的意义及单位：

I ——电流——安培 (A)

U ——电压——伏特 (V)

P ——功率——瓦特 (W)

从 $P = UI$ 这个关系式可以看出，如果用电器的电压或通过的电流发生了变化，它消耗的功率就会改变。利用这个关系式，可以通过测量用电器的电压和电流来求出它的电功率。

额定电压 额定功率

通常我们说某灯泡的电功率是40 W，某电烙铁的电功率是60 W，并没有明确地指明电压。在不同的电压下，用电器的电功率总是不变的吗？



观察与实验

不同电压对小灯泡发光的影响

取一个“3.8 V 1.2 W”的小灯泡，把它接入电路，使其两端的电压分别为3.8 V、2.5 V、4 V，观察小灯泡的发光情况。

实验中，当电压为 3.8 V 时，小灯泡发光正常，2.5 V 时小灯泡发光暗淡，4 V 时小灯泡发光强烈，可见用电器实际消耗的功率随着加在它两端的电压的改变而改变。既然如此，我们就不能泛泛地说一个用电器的功率是多大，而要指明电压。用电器正常工作时的电压叫做**额定电压**，用电器在额定电压下的功率叫做**额定功率**。

电灯泡上标着“220 V 36 W”，表示额定电压是 220 V，额定功率是 36 W。各种用电器的铭牌上一般都标着额定电压和额定功率，电熨斗上标有“220 V 500 W”或“220 V 1 000 W”，也是指额定电压、额定功率。



14-3-1 各种用电器的铭牌

我们使用各种用电器时，一定要注意其额定电压，只有在额定电压下，用电器才能正常工作。实际电压偏低时，用电器消耗的功率低，不能正常工作；实际电压偏高时，用电器消耗的功率过大，长期使用会影响用电器的寿命，还可能烧坏用电器。

例题2

标有“220 V 1 000 W”的电炉，在正常工作时通过它的电流是多少？正常工作时的电阻是多少？

解：根据公式 $P = UI$ ，正常工作时的电流

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1\,000\text{ W}}{220\text{ V}} \approx 4.54\text{ A}$$

根据 $I = \frac{P}{U}$ 和 $R = \frac{U}{I}$ ，正常工作时的电阻

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220\text{ V})^2}{1\,000\text{ W}} = 48.4\ \Omega$$



想想议议

一位电视台记者在讲到某工厂上半年共节电 $5\,000\text{ kW}\cdot\text{h}$ 的时候，手举一只理发用的电吹风说：“我这只电吹风是 500 W 的，也就是 0.5 kW ，这个厂节省的电力可以开动 $10\,000$ 个这样的电吹风。”这位记者错在哪里？



科学世界

LED

LED是发光二极管的缩写。节能、环保和长寿是LED灯区别于传统白炽灯的三大优势。理论上，LED灯的耗能可以只有白炽灯耗能的 $\frac{1}{10}$ ，相比普通荧光灯也要节能 $\frac{1}{2}$ 。

随着科技水平的发展，LED新的应用也被陆续开发出来。利用特殊波长的紫外LED灯可以杀虫；将特殊波长紫外LED灯植入人体特定部位，针对癌细胞进行照射，有良好的治疗效果。

LED也开始被广泛应用于电视显像技术。



图14-3-2 LED电视



动手动脑学物理

1. 有一种用于 220 V 电路中的节能灯，额定功率仅为 1 W ，求它的工作电流。
2. 一盏电灯 25 h 耗电 $1\text{ kW}\cdot\text{h}$ ，这盏电灯的功率是多少？
3. 一个在额定电压下工作的电熨斗，功率是 $1\,000\text{ W}$ ，电流是 4.54 A 。这个电熨斗的额定电压是多大？
4. 一个“ $220\text{ V}\ 800\text{ W}$ ”的电炉，正常工作时电阻丝的电阻有多大？
5. 某次雷电的电流约 $2\times 10^4\text{ A}$ ，电压约 10^8 V ，放电时间约 0.001 s ，这次雷电的电功率约是多少？释放多少能量？

第四节 测量小灯泡的电功率



想想议议

参考上一章中“测量电阻的阻值”的实验，你能设计出一个测量小灯泡电功率的方案吗？

根据电功率计算公式 $P = UI$ ，我们可以通过测量小灯泡两端的电压和通过小灯泡的电流，计算出小灯泡的电功率。



观察与实验

测量小灯泡的电功率

1. 要根据实验要求设计电路，并画出实验电路图。

为了控制小灯泡的电功率，可以用滑动变阻器与小灯泡串联，从而控制小灯泡两端的电压。电流表和电压表应该分别连在什么位置？

小灯泡的额定电压是多少？为了不使电压过多地超过额定电压，实验中电源电压应是多少？

2. 按所画的电路图连接电路。连接电路时要注意滑动变阻器应该接哪两个接线柱，电流表和电压表应分别选择哪个量程。

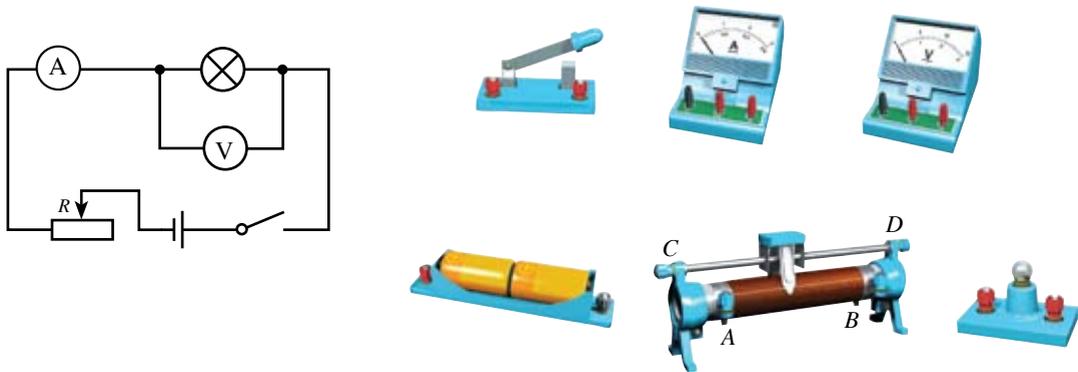


图14-4-1 测量小灯泡的电功率

3. 检查连接的电路, 检查无误后, 闭合开关。移动滑动变阻器的滑片, 使小灯泡两端电压分别为额定电压、额定电压的 1.2 倍、低于额定电压, 分别观察小灯泡的发光情况, 并记录三种情况下小灯泡两端的电压和通过的电流值, 算出小灯泡的实际功率。

实验要求	小灯泡的 发光情况	电压表 示数/V	电流表 示数/A	小灯泡的 实际功率/W
$U_{\text{实}}=U_{\text{额}}$				
$U_{\text{实}}=1.2 U_{\text{额}}$				
$U_{\text{实}}<U_{\text{额}}$				

实验结束后, 和同学交流一下, 在实验的设计、操作和分析的过程中, 你发现了哪些? 在交流中, 找出不完善的地方, 甚至错误的地方。对于发现的新问题, 同学讨论解决, 最后写出实验报告。

通过实验我们发现: 不同电压下, 小灯泡的功率不同, 实际电压越大, 小灯泡的实际功率越大; 小灯泡的亮度由小灯泡的实际功率决定, 实际功率越大, 小灯泡越亮。



动手动脑学物理

1. 图 14-4-2 是一位同学为测量小灯泡的功率所连的电路, 画出他的电路图。他的电路有什么错误或不妥之处? 应该怎样纠正?

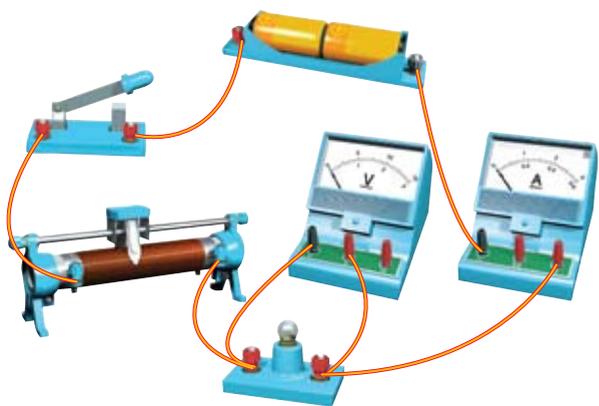


图14-4-2

2. 某实验小组的同学用图 14-4-3 所示的器材测量小灯泡电功率。已知待测小灯泡额定电压为 2.5 V, 小灯泡的额定功率估计在 1.2 W 左右。

- (1) 连接电流表时应选用哪个量程?
- (2) 画出导线, 完成电路连接。
- (3) 在虚线框内画出相应的电路图。

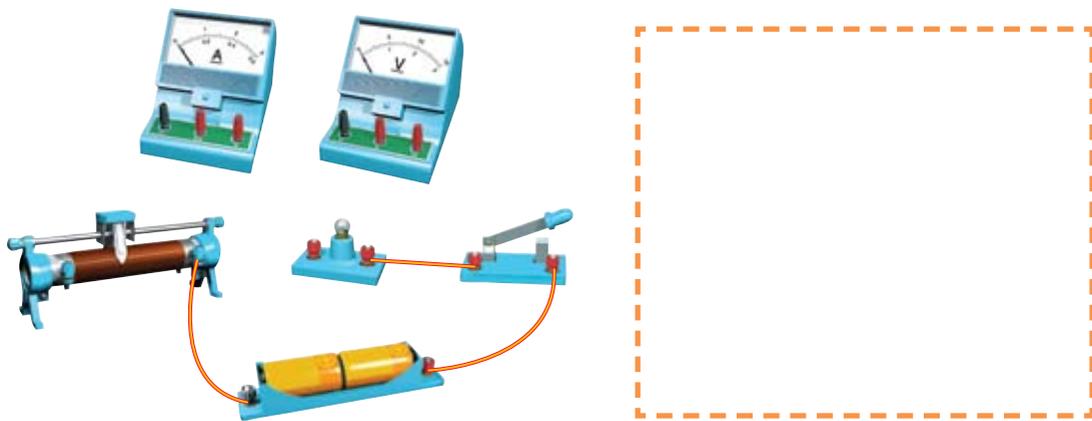


图14-4-3

3. 一个灯泡上印着“220 V 25 W”，它正常工作时的电阻有多大？如果把它接入一个110 V电压的电路中，它实际消耗的电功率是多少？与接在220 V电路上相比，它发光时是亮一些还是暗一些？

4. 有位同学在做“测量小灯泡的电功率”实验时，刚连好最后一根导线，灯泡就发出了明亮的光，这说明他在连接电路中出现了哪些错误？

5. 某学校共有电灯 100 盏，都用 60 W 的普通照明灯泡，平均每天用电 4 h。如果都改用 40 W 的日光灯，不但可以省电，而且比原来更亮了。换灯后该校一年（365 天）可节约多少度电？

第五节 焦耳定律 ●●●

电流的热效应

生活中，用电器接通电源后，都伴有热量的产生。



图14-5-1 使用这些用电器时，热量是从哪里来的



想想议议

电炉丝通过导线连接到电路里，电炉丝和导线通过的电流相同，为什么电炉丝热得发红，而导线却几乎不热？



图14-5-2 电炉



观察与实验

探究电流通过导体时产生热量的多少与什么因素有关

如图14-5-3所示，两个烧瓶中盛着等量的煤油，温度计显示煤油的温度。两瓶煤油中都浸泡着一段金属丝。烧瓶A中的金属丝是铜丝，电阻比较小；烧瓶B中的金属丝是镍铬合金丝，电阻比较大。

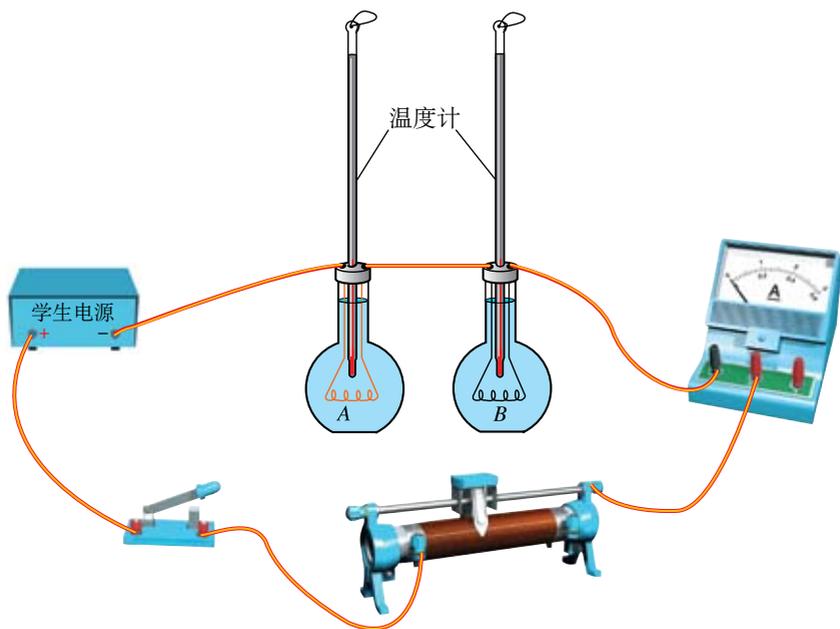


图14-5-3

将两瓶中的金属丝串联起来接到电源上。由于电路没有分支，通过两段金属丝的电流相同。

通电一定时间后，比较两瓶中煤油温度的变化。你看到的现象说明了什么？

如图14-5-4所示，烧瓶B中的金属丝是镍铬合金丝，通电一定时间，观察煤油温度的变化。移动滑动变阻器，改变通过金属丝的电流，再通电相同的时间，比较两次烧瓶B中煤油温度的变化。你看到的现象说明了什么？

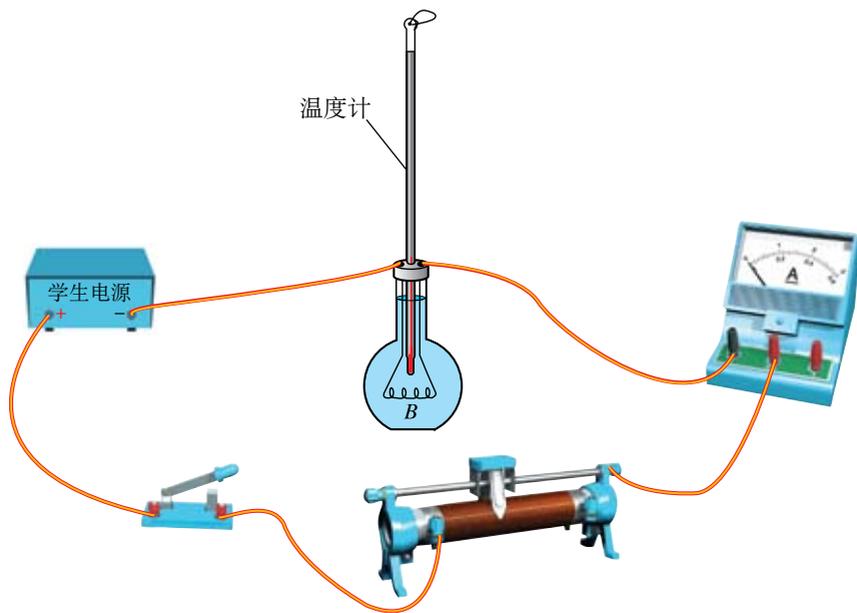


图14-5-4

实验表明，在电流、通电时间相同的情况下，电阻越大，产生的热量越多。在通电时间和电阻相同的情况下，电流越大，产生的热量越多。

焦耳定律

英国物理学家焦耳做了大量实验，于1840年精确地得出了电流产生的热量跟电流、电阻和通电时间的关系：

电流通过导体产生的热量跟电流的二次方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比。这个规律叫做**焦耳定律 (Joule law)**。

焦耳定律可以用下面的公式表示：

$$Q = I^2 R t$$

符号的意义及单位：

- Q —— 热量 —— 焦耳 (J)
- R —— 电阻 —— 欧姆 (Ω)
- I —— 电流 —— 安培 (A)
- t —— 时间 —— 秒 (s)

电流通过导体时，如果电能全部转化为热，而没有同时转化为其他形式的能量，那么，电流产生的热量 Q 就等于消耗的电能 W ，即 $Q = W = UIt$ 。再根据欧姆定律 $U = IR$ ，就得到 $Q = I^2 R t$ 。

电炉通过导线接到电路中，导线中的电流跟电炉丝中的电流相等。由前面

的学习我们已经知道，导线的电阻很小，1 m长的导线的电阻不过百分之几欧姆，而电炉丝的电阻要比导线大得多，可达几十欧姆。所以，相同时间内，当通过的电流相等时，电炉丝产生的热量多，而导线却不热。

例题

一根 $60\ \Omega$ 的电阻丝接在 $36\ \text{V}$ 的电源上，在 $5\ \text{min}$ 内共产生多少热量？

解：先利用欧姆定律计算出通过电阻丝的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{36\ \text{V}}{60\ \Omega} = 0.6\ \text{A}$$

再用焦耳定律公式计算电流产生的热量

$$Q = I^2 R t = (0.6\ \text{A})^2 \times 60\ \Omega \times 5 \times 60\ \text{s} = 6\ 480\ \text{J}$$

电热的利用和防止

生活和生产中经常用到电热。家里的电热水器、电饭锅、电熨斗，养鸡场的电热孵化器，都是利用电热的例子。

但是，很多情况下我们并不希望用电器的温度过高。电视机的后盖有很多孔，就是为了通风散热，使用时一定要把防尘的布罩拿开。



图14-5-5 电热孵化小鸡

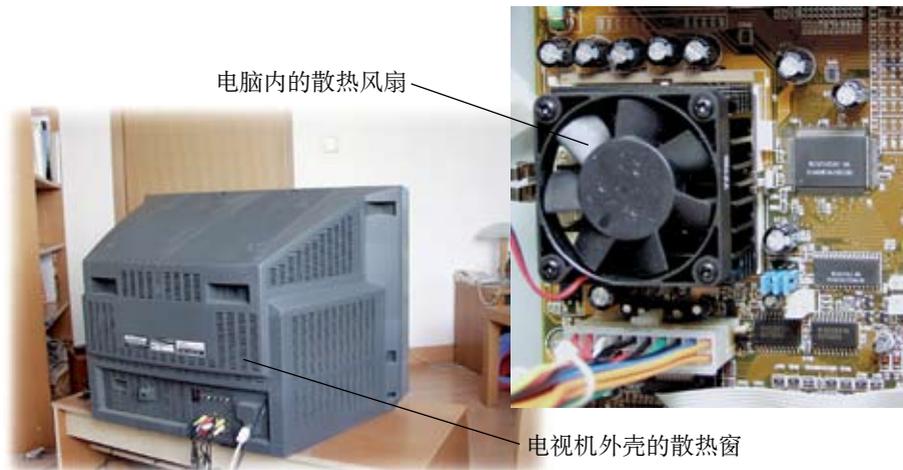


图14-5-6 电视机和电脑都需要注意散热



新型发热材料PTC

PTC是以钛酸钡为主要原料，掺入多种物质后加工而成的一种新型的半导体陶瓷材料。目前家用的陶瓷暖风机、陶瓷电热水壶（图14-5-7）等都使用了这种材料。

PTC有一个预先设定的温度，低于这个温度时，其电阻值随温度升高而变小；高于这个温度时，其电阻值则随温度升高而变大。利用这种特性，可以自动调节电热器的温度与电功率。



陶瓷暖风机

陶瓷电热水壶

图14-5-7 PTC材料的应用



爱迪生和白炽灯泡的发明

白炽灯泡是利用电流的热效应制成的。现代白炽灯泡的灯丝用熔点高的钨制作，当电流通过时，灯丝热到白炽状态（物体温度在 $1\ 700\ ^\circ\text{C}$ 以上时发白光，这种状态叫白炽状态），能发出明亮的光。

爱迪生最初用碳做灯丝材料，他把碳化的纸条（碳化是把材料放在密闭的坩埚内加热，使材料变成碳）放在抽出空气的玻璃泡里，纸条可维持白炽状态达8 min。后来他又改用耐高温的金属等，先后试验了1 600多种材料，直到1879年制成了由碳化棉做灯丝的高真空白炽灯泡，寿命可达13.5 h。后来，他又改用碳化的竹纤维做灯丝，寿命延长到上千小时。1882年，爱迪生在纽约建立了第一个中心发电站，开创了电照明的新时代。



图14-5-8 爱迪生

在研制白炽灯泡的过程中，爱迪生和他的助手们常常连续几天几夜不停地试验，吃住在实验室中。这位只上过三个月小学、全靠自学成才的大发明家，除了亲自动手试验，还夜以继日地阅读科学书刊和学术论文。有一次，他的朋友当面称赞他是天才，他笑了笑说：“天才，不过是百分之一的灵感加上百分之九十九的汗水！”



动手动脑学物理

1. 某导体的电阻是 $2\ \Omega$ ，通过 $2\ \text{A}$ 的电流时， $1\ \text{min}$ 产生多少热量？
2. 一只额定功率是 $450\ \text{W}$ 的电饭锅，在 $220\ \text{V}$ 的额定电压下使用，每分钟产生多少热量？
3. 一只电烙铁的额定电压是 $220\ \text{V}$ ，在额定电压下工作时的电阻是 $1\ 210\ \Omega$ ，它的额定功率是多大？在额定电压下通电 $10\ \text{min}$ 产生多少热量？
4. 某校师生自制了一台电烘箱。电烘箱的电阻丝通过 $5\ \text{A}$ 的电流时，每分钟可产生 $6.6 \times 10^4\ \text{J}$ 的热量。求这台电烘箱的电功率和电阻丝工作时的电阻。
5. 家用电器（如电视机等）连续使用较长时间后，要停用一会儿，特别是在夏天。这是为什么？
6. 在家庭电路中，如果导线折断后又连接起来，相互连接处往往比别处更容易发热，会加速老化，甚至引起火灾。这是为什么？



做中学

家用电器用电情况调查

调查目的

了解家庭及当地用电情况，认识电能对社会发展的影响，有可持续发展的意识。

调查内容

1. 从家用电器的铭牌、电能表、用电回执单上搜集家庭用电的信息。问问父母家里用电器的变迁，记录现在家中各种电器每天消耗的电能。了解电费情况，根据调查数据计算家中一个月需要交多少电费。你发现你家耗电最多的用电器是什么？家中有没有不合理的用电情况？

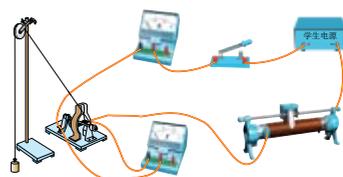
2. 咨询电业部门、小区物业管理部门或从网络、报刊等媒体获取当地用电情况的信息。通过对当地用电情况变化的分析，看看用电情况能不能从一个侧面反映当地经济、文化的发展。

3. 写出调查报告，并向当地有关部门提交你的建议。



学到了什么

电功



消耗电能的过程

电能

消耗电能的快慢

电功率

液晶电视
额定电压：220V
额定功率：270W

通过导体生热

焦耳定律



随着时代的进步，电在现代社会中的作用越来越重要，而由各种原因引起的电气设备损坏酿成火灾的事故也越来越多。据统计，因用电故障引发的火灾在所有火灾起因中居首位。安全用电越来越为人们所重视，本章我们就来学习安全用电的知识。



第一节 家庭电路

你观察过自己家中的电路吗？家庭电路由哪些元件组成？

家庭电路的组成

家用电器所用的电能是通过电网从发电厂输送来的。输电线进户首先接到电能表上，电能表用来显示所用的电能。接下来是全户用电的总开关（图15-1-1）。当家庭电路需要修理时，必须断开总开关。这时室内全部电路与外面的输电线分离，可以保证施工人员的安全。

总开关后是保险装置，在电能表、总开关、保险装置之后就可以连接用电器了。电路中还可以安装插座，家用电器可以通过插座接入电路。

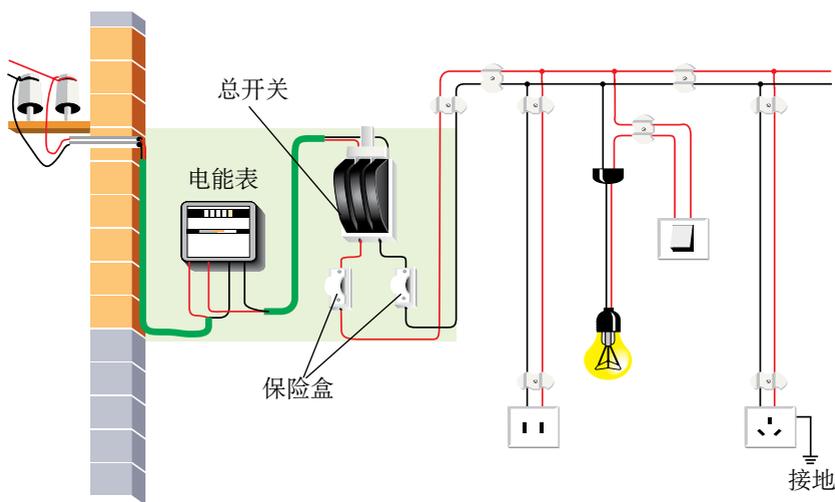


图15-1-1 家庭电路的组成

火线和零线

进户的两条输电线中，有一条在户外就已经和大地相连，叫做零线；另一条叫做端线，俗称火线。火线和零线间有220 V的电压。用试电笔可以判断哪条是火线，哪条是零线。

观察与实验

使用试电笔判断火线和零线

1. 观察实验室中试电笔的结构，讨论交流试电笔的使用方法。
2. 用试电笔测试插座中哪个孔接火线，哪个孔接零线。

注意：当试电笔的笔尖接触电线时，绝不允许用手或身体的其他部位再接触笔尖。

一种试电笔的构造如图15-1-2所示。氖管中充有稀薄的氖气，两端是两个金属电极。当电极间的电压达到一定值时，氖气会导电。当电流从一个电极流到另一个电极时，氖气会发出红光。使用时，手指要按住金属笔卡，用笔尖接触被测的导线。

另一种试电笔做成螺丝刀的形状（图15-1-3），使用时要用指尖抵住上端的金属帽。

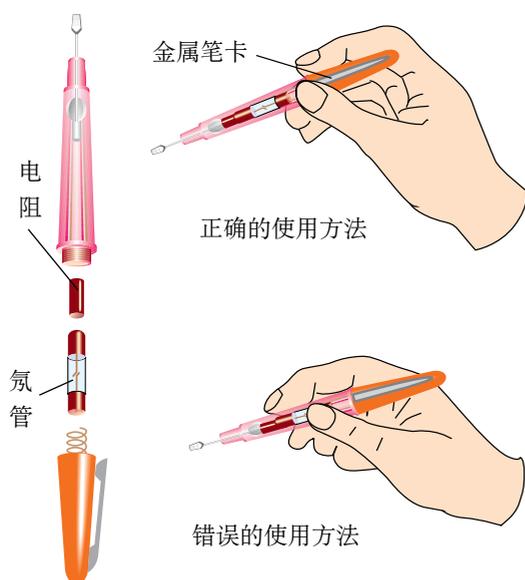


图15-1-2 试电笔



图15-1-3 火线能使试电笔氖管发光

由实验我们可以知道，如果被测导线是火线，试电笔的氖管就会发光，而被测导线是零线时，试电笔的氖管不发光。试电笔测火线时，电流经过笔尖、电阻、氖管、弹簧、金属笔卡，再经过人体和大地，流到零线，与电源构成闭合电路，氖管就会发光（由于电流很小，使用试电笔时尽管有电流通过人体，也不会对人造成伤害）。如果笔尖接触的是零线，氖管中不会有电流，也就不会发光。试电笔中电阻的作用十分重要。氖管发光只需很小的电流，所以试电笔的电路中串联一个很大的电阻，约有 $10^6 \Omega$ 。



图15-1-4 用试电笔测火线

三孔插座和漏电保护器

洗衣机、电冰箱等家用电器使用三线插头和三孔插座（图 15-1-5），由图中我们可以看到，三线插头连有三条线，其中一条连火线（通常标 L），一条接零线（通常标 N），第三条线通常标 E。观察图 15-1-5 思考，第三条线有什么作用？

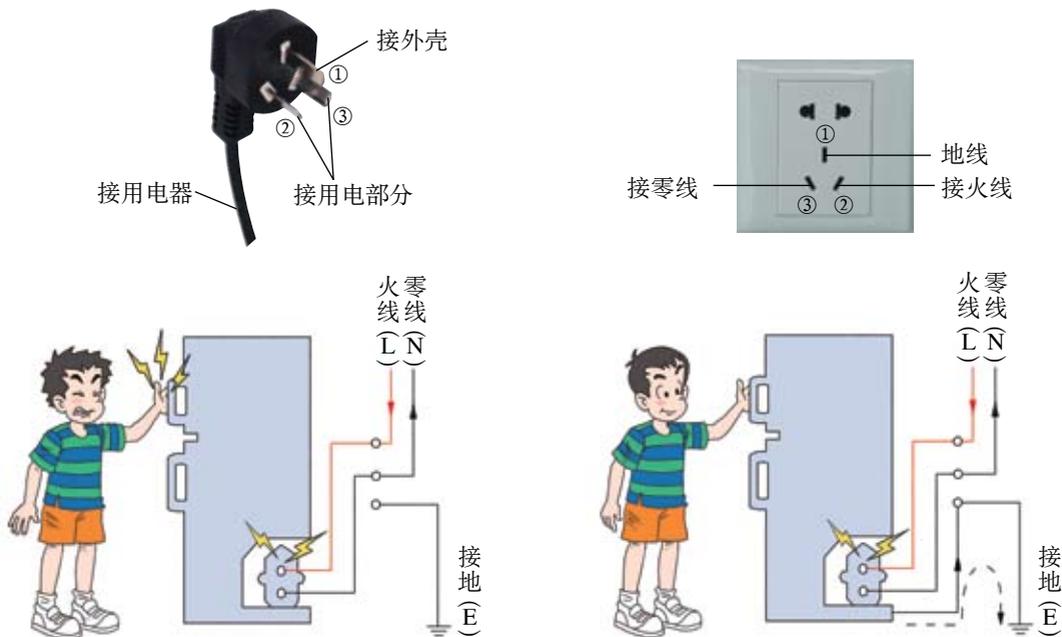


图15-1-5 三线插头与三孔插座的连接

原来，三个插头分别对应插座的三个插孔，插头上标着E的导线和用电器的金属外壳相连，插座上相应的导线和室外的大地相连，万一用电器的外壳和电源火线之间的绝缘损坏，使外壳带电，电流会流入大地，防止对人体造成伤害。另外，三孔插座的接法应该是左边的插孔接零线，右边的插孔接火线，中间的插孔接地线，即“左零右火中间地”。

在新建房屋里，连接各户的总开关上大多装有漏电保护器。正常情况下，用电器通过火线、零线和供电系统中的电源构成闭合电路，不应该有电流直接流入大地。但是，如果站在地上的人不小心接触了火线，电流经过人体流入大地，这时，总开关上的“漏电保护器”就要起作用了，它会迅速切断电流，对人体起到保护作用。



图15-1-6 带有漏电保护器的开关



各种各样的现代开关

延时开关 为了节约电力资源而开发的一种新型的自动延时电子开关，省电、方便。它主要用于楼梯间、卫生间等场所。延时开关又分为声控延时开关、光控延时开关、触摸式延时开关等。

轻触开关 使用时轻轻点按开关按钮就可使开关接通，当松开手时开关即断开，其内部是靠金属弹片受力弹动来实现通断的。轻触开关有接触电阻小、按动有清脆明显的手感、规格齐全等方面的优点，在家用电器中被广泛应用。

光电开关 通过把发射端和接收端之间光的强弱变化转化为电流的变化来达到控制电路的目的。光电开关已被用于物位检测、液位控制、产品计数、宽度判别、速度检测、自动门传感、色标检出、安全防护等诸多领域。此外，利用红外线的隐蔽性，还可在银行、仓库、商店、办公室以及其他需要的场合作防盗警戒之用。



动手动脑学物理

1. 家庭中有各种各样的用电器，如电灯、电视、电冰箱等。这些用电器之间应该串联还是应该并联？为什么？
2. 每盏电灯都有一个开关，这个开关和它所控制的电灯应该串联还是并联？如果连接错误，会不会发生危险？为什么？
3. 电灯的开关应该接在火线和灯泡之间，还是接在零线和灯泡之间？为什么？
4. 图15-1-7甲是小明常用的一个插线板。他在使用中发现：插线板上的指示灯在开关断开时不发光，插孔无法正常工作；而在开关闭合时指示灯发光，插孔可正常工作；如果指示灯损坏，开关闭合时插孔也能正常工作。根据上述现象，你认为指示灯和开关是怎样连接的？请在图15-1-7乙中画出开关、指示灯和插孔的连接方式。

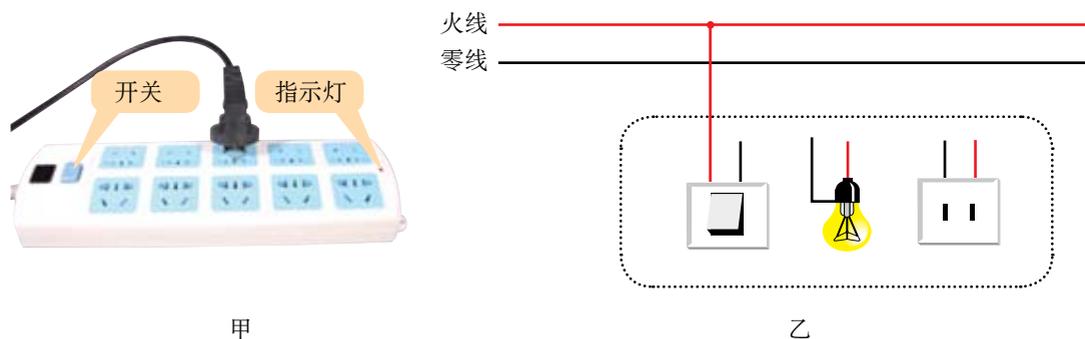


图15-1-7

第二节 探究家庭电路中电流过大的原因 ●●●

家庭中有各种电器。当我们用电时，有时会遇到“烧保险”或“跳闸”的现象。你分析过原因吗？

过载与电流过大

观察与实验

过 载

如图15-2-1所示，在接线柱 AB 间接入导线，在接线柱 CD 间接入保险丝，接通电源（6 V），依次闭合 S_1 、 S_2 ，观察电流表的示数是怎样变化的。最后再闭合 S_3 ，观察保险丝发生的现象。

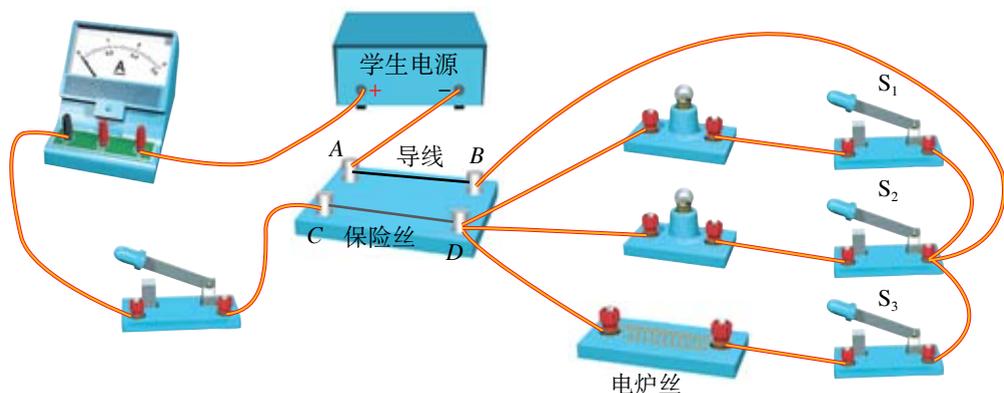


图15-2-1 电流过大的原因

由以上实验我们看到：随着并联支路的增多，电路中用电器的总功率不断增大，干路中的电流会不断增大，最终用电器的总功率过大就会引起过载，将保险丝熔断。

过载是指电路中同时工作的用电器过多，导致线路总电流超过额定值的现象。过载容易引起导线、开关、插座等发热，会加速材料老化或烧坏保险丝，甚至引发事故。

为什么同时工作的用电器过多会引起过载呢？

根据电功率与电流、电压的关系式 $P = UI$ ，可以得到

$$I = \frac{P}{U}$$

家庭电路中的电压是一定的，即 $U = 220 \text{ V}$ ，所以电功率 P 越大，电路中的电流 I 就越大。

因此，过载是电流过大的一个原因。

随着人们生活水平的提高，很多家庭添置了大功率用电器，如电热水器、微波炉、空调机。各种用电器都是并联的，家里用电线路上的总电流会随着用电器的增加而变大。因此，一定要注意不要让总电流超过家庭供电线路和电能表所允许的最大值。尽管我国许多地区对供电线路进行了改造，但电路中同时使用的用电器也不能太多（图15-2-2），否则容易烧坏保险丝，甚至引起火灾。

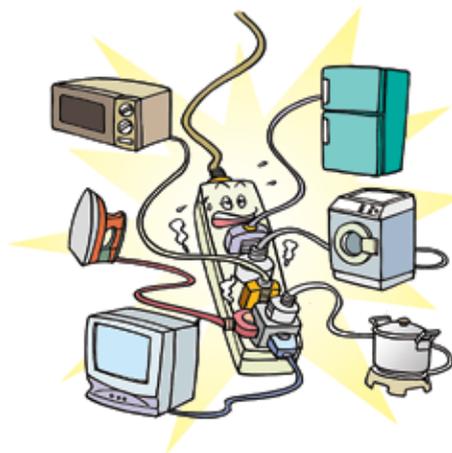


图15-2-2 电路中同时使用的用电器不能太多

例题

炎炎夏日即将来临，明明家新购置了一台 $1\ 000 \text{ W}$ 的空调。已知他家原有用电器的总功率是 $1\ 020 \text{ W}$ ，电能表上标有“ $220 \text{ V } 20 \text{ A}$ ”的字样。

- (1) 使用这台空调时，通过它的电流是多少？
- (2) 从安全用电的角度考虑，明明家的电路是否允许安装这样一台空调？

解：(1) 根据电功率和电流、电压的关系式 $P = UI$ ，可以得到

$$I = \frac{P}{U}$$

家庭电路的电压是 220 V，所以通过这台空调的电流

$$I_{\text{空调}} = \frac{P_{\text{空调}}}{U} = \frac{1\,000\text{ W}}{220\text{ V}} = 4.5\text{ A}$$

(2) 增加这台空调后，明明家用电器的总功率变为 2 020 W，总电流变为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2\,020\text{ W}}{220\text{ V}} = 9.2\text{ A} < 20\text{ A}$$

所以，可以安装这样一台空调。



想想议议

商场中，一位卖微波炉的售货员和一位顾客产生了不同意见。售货员说，微波炉很省电，用它加热食品花不了多少电费；顾客说，微波炉很费电，他家的微波炉一开就“烧保险”。他们各是从什么角度说的？应该怎样用科学术语表达他们的意思？



图15-2-3 省电还是费电

短路与电流过大



观察与实验

短 路

如图15-2-4所示，接通电源，闭合开关，灯泡正常发光，保险丝不熔断。断开电源，在B、D间连上一根导线（造成短路），再次接通电源时，观察保险丝怎样变化。

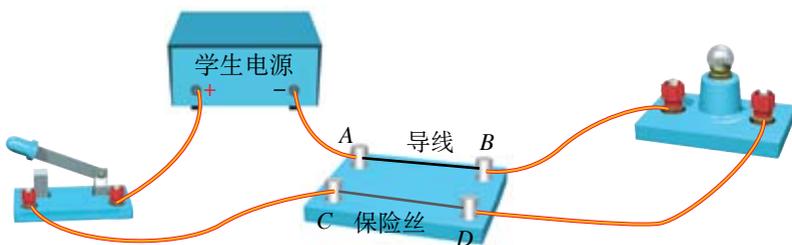


图15-2-4 短路时电路中的电流急剧增大

上述实验表明，当电路中发生短路故障时，电路中的电流急剧增大，保险丝立即熔断。

根据欧姆定律知道，由于导线的电阻很小，短路时电路上的电流会非常大。

在生产生活中，这样大的电流，电池或者其他电源都不能承受，会造成电源损坏；更为严重的是，因为电流太大，会使导线的温度升高，有可能造成火灾。

因此，发生短路是电路中电流过大的另一个原因。

装修时不小心，使火线和零线直接接通，电线绝缘皮被刮破或老化，使火线和零线直接连通，这些情况都会造成短路。

保险丝的作用

家庭电路中多数都安装着保险盒，里面有保险丝（图 15-2-5）。一些仪器的供电电路也有安装在保险管中的保险丝。保险丝为什么能够“保险”？



图15-2-5 各种保险丝

观察与实验

保险丝

如图 15-2-6 所示， A 、 B 两个接线柱间是一段保险丝， C 、 D 两个接线柱间是一段铜丝。移动滑动变阻器的滑片，观察两段金属丝的变化。

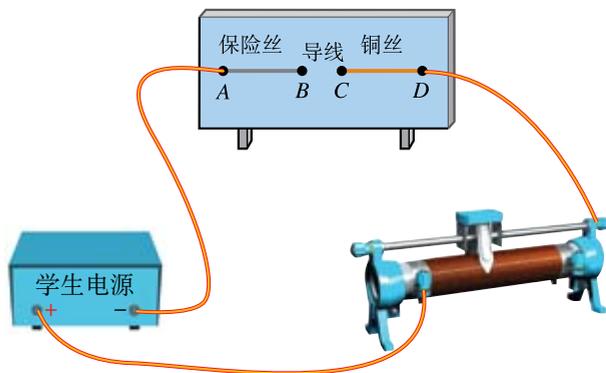


图15-2-6 观察保险丝的作用

保险丝是用铅锑合金制作的，电阻比较大，熔点比较低。当电流过大时，会因温度升高而熔断，切断电路，起到保护的作用。不同粗细的保险丝有不同的额定电流，当通过保险丝的电流小于或等于额定电流时，保险丝正常工作；当通过保险丝的电流大于额定电流，达到或超过它的熔断电流时，保险丝熔断，从而切断电路。

保险丝有时安装在玻璃管内，称为保险管。保险管的额定电流写在管端的铜帽上，更换保险管时要注意观察。

为了用电安全，禁止用铜丝、铁丝等导线代替保险丝。

现在，很多新建楼房的供电线路已经不再使用保险丝，而用带有保险装置的空气开关（图15-2-7）代替。当电流过大时，开关中的电磁铁立即发挥作用，使开关断开，切断电路。

当电路被保险装置切断时，不要急于更换保险丝或使空气开关复位，要先找到发生故障的原因，排除之后再恢复供电。



图15-2-7 空气开关



动手动脑学物理

1. 在家庭电路中，如果同时使用图15-2-2所示的家用电器，总的电功率大约是多少？干路电流大约是多少？自己查找所需的数据。

2. 制作保险丝为什么应该选用熔点较低、电阻较大的材料？

3. 电焊是利用电流的热效应将焊条熔化，从而将金属部件连接在一起。某电焊机输出电压40 V、输出功率2 000 W。各种橡胶绝缘铜芯导线在常温下安全载流量（长时间通电时的最大安全电流）见下表。从安全角度考虑，应选择哪种导线作为电焊机的输出导线？请计算后说明。

导线规格				
导线横截面积 S/mm^2	2.5	4	6	10
安全载流量 I/A	28	37	47	68

4. 小明观察到自家电能表上标有“220 V 10 A”字样，请你帮他分析一下：

(1) 该电能表允许安装用电器的最大功率应为多少？

(2) 他家已安装了500 W的洗衣机、200 W的电视机、100 W的电冰箱各一台，以及19 W的节能灯6只，他还能再安装一台功率为1 200 W的空调吗？

第三节 防止触电 ●●●

电是人们的好帮手，但若是摸不准它的脾气，不注意安全，也会触电，重则危及生命。

人体是导体，当人体接触设备的带电部分并形成电流通路的时候，就会

有电流流过人体，从而造成触电。触电对人体造成的伤害程度与加在人体上的电压、流过人体的电流强弱、触电持续的时间及流经人体的途径等多种因素有关。日常所说的触电，是指一定大小的电流流过人体所引起的伤害事故。

小资料

当手触及交流电时，人体的反应如下表：

电流 I /mA	人体反应
0.6~1.5	手指感觉麻木
2~3	手指感觉强烈麻木
5~7	手指肌肉痉挛
8~10	手摆脱带电体已感困难，但一般尚能摆脱，手指关节有剧痛
20~25	手迅速麻痹，不能自动摆脱电源，手剧痛，呼吸困难
50~80	呼吸困难，心脏开始震颤
90~100	呼吸麻痹，心脏停止跳动

欧姆定律告诉我们，导体中电流的大小跟加在这个导体两端的电压成正比。人体也是导体，电压越高，通过的电流越大，大到一定程度就有危险了。

干电池的电压只有1.5 V，对人不会造成伤害；家庭照明电路的电压是220 V，就已经很危险了；高压输电线路的电压高达几万伏甚至几十万伏，即使不直接接触，也能伤及人的生命。经验证明，只有不高于36 V的电压才是安全的。



图15-3-1 “高压危险”标志

常见的触电现象

如图15-3-2甲所示，假如人的一只手接触火线，另一只手接触零线，这样，人体、导线和电网中的供电设备就构成了闭合电路，电流流过人体，发生触电事故。

如图15-3-2乙所示，假如人的一只手接触火线，另一只手虽然没有接触零线，但是由于站在地上，导线、人体、大地和电网中的供电设备同样构成了闭合电路，电流同样会流过人体，发生触电事故。

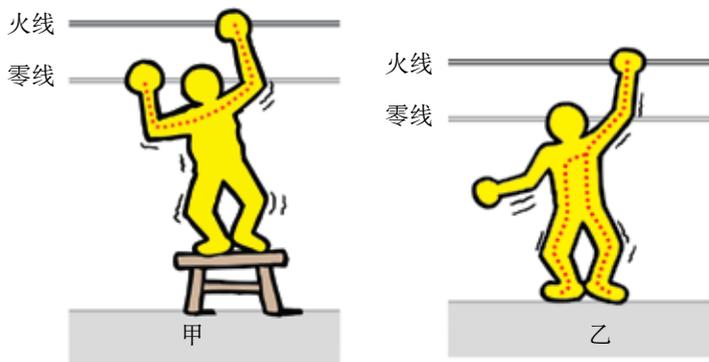


图15-3-2 两种类型的触电



想想议议

图15-3-3中给出了家庭中几种容易引起触电的情况。

想一想，议一议，除了图示的几种情况外，还有哪些情况可能引起触电？

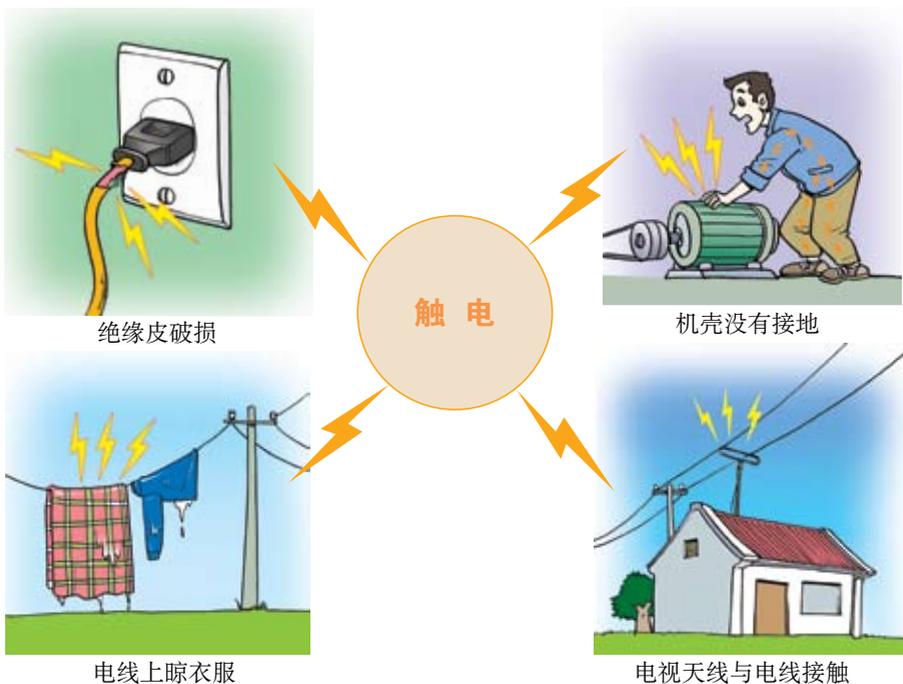


图15-3-3 几种容易引起触电的情况

高压电弧触电

高压电弧触电是指人靠近高压线（高压带电体），造成弧光放电而触电。弧光放电是指在人接近高压输电线路的过程中，由于线路电压过高，发生瞬间的闪光（就是弧光）。弧光放电可将人击倒，使人触电受伤或死亡。

跨步电压触电

当电气设备发生接地故障，接地电流通过接地体向大地流散，在地面上形成电位分布时，若人在接地短路点周围行走，其两脚之间的电位差，就是跨步电压。由跨步电压引起的人体触电，称为跨步电压触电。跨步电压的大小受接地电流大小、鞋和地面特征、两脚之间的跨距、两脚的方位以及离接地点的远近等很多因素的影响。由于跨步电压受很多因素的影响以及地面电位分布的复杂性，几个人在同一故障接地点附近遭到跨步电压电击时，可能出现截然不同的后果。

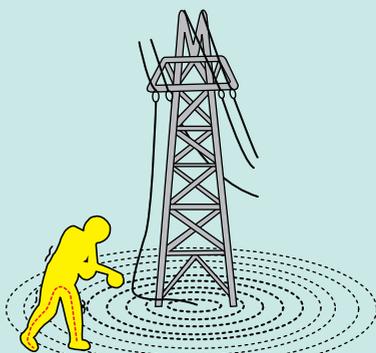


图15-3-4 跨步电压触电

触电急救

如果发生了触电事故，应采取如下措施：

立即切断电源 切断电源的方法：一是断开电源开关；二是用干燥的木棒、竹竿、扁担等不导电的物体挑开电线，使触电者尽快脱离电源（图15-3-5）。急救者切勿直接接触伤员，防止自身触电。



甲



乙

图15-3-5 触电急救

紧急救护 当伤员脱离电源后，应立即检查全身情况，特别是呼吸和心跳。发现呼吸、心跳停止时，应立即就地抢救，同时拨打120求救。

安全用电原则

家庭电路的电压值远远超过了安全电压。为了防范触电事故，家庭电路一般会安装空气开关（或保险丝）、漏电保护器等保险装置。但是这些保险装置并不是绝对可靠的。因此，防范触电事故最重要的是要有安全用电的意识，遵守安全用电原则。

为了确保用电安全，日常生活中要做到：

- 不接触低压带电体，不靠近高压带电体。
- 更换灯泡、搬动电器前应断开电源开关。
- 不弄湿用电器，不损坏绝缘层。
- 保险装置、插座、导线、家用电器等达到使用寿命时应及时更换。



科学 技术 社会

电弧性短路火灾

公安部消防局公布的2010年全国火灾情况显示：2010年，全国一共接报火灾13.17万起，死亡1 108人，受伤573人，直接财产损失17.7亿元。其中，因电线短路、过载及电气设备故障等电气原因引起的火灾共40 481起，占火灾总数的30.7%。

我国的电气火灾大部分是由短路引发的，特别是接地电弧性短路。这也是最常见的电气火灾。漏电故障点和导电不良连接处容易引起电弧，这种电弧具有较大电阻，它限制了故障电流的通过，使漏电保护器不能及时切断电源。几百毫安的漏电流产生的局部高温可达2 000 ℃，足以引燃周围的可燃物，从而引发电气火灾。



动手动脑学物理

1. 随着生活水平的不断提高，生活中用电的地方越来越多。因此，我们有必要掌握最基本的安全用电常识。例如：定期检查家用电器的线路，以防老化而引起触电和火灾；不要用手玩弄电源插座或电灯灯头；不要在高压线或变压器周围玩耍……请通过查阅图书、上网搜索、向专业人员请教等方式学习安全用电常识，并完成一期相关的主题班会。

2. 总结有关安全用电的科学知识, 观察家庭、学校、社区的电气设备和输电线路, 找出不安全因素, 向有关部门提出书面或口头建议。



安装模拟家庭电路

工具与材料

插头, 按钮开关, 螺口灯座, 螺口灯泡, 保险盒, 保险丝 (不大于 0.5 A), 插座, 塑料夹, 绝缘胶布, 铝心导线, 螺钉, 木板, 试电笔, 尖嘴钳子等。

安装方法与步骤

1. 设计家庭电路图, 根据电路图把保险盒、按钮开关、灯座和插座在木板的预定位置固定好, 按钮开关要断开。

2. 把两条导线平行架设, 导线的接法可以参照图 15-1, 也可以请教家长和老师。用塑料夹将导线固定好, 并按电路图用铝心导线把插头、保险丝、按钮开关和插座接好。注意开关应接在火线上, 螺口灯座的螺旋接在零线上 (图 15-2)。用绝缘胶布把裸露的导线包扎好。

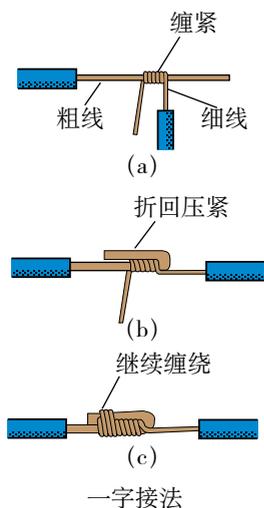
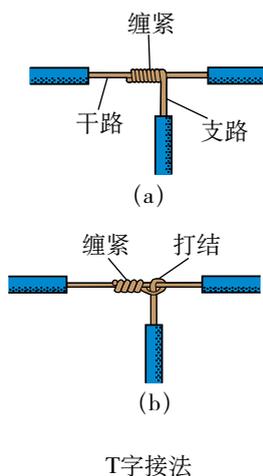
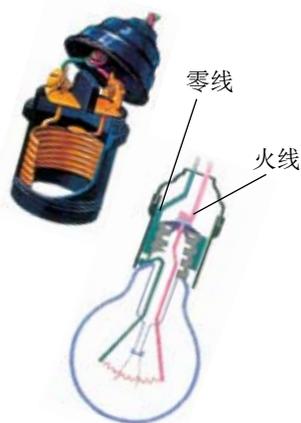


图15-1



T字接法



螺口灯泡和灯头

图15-2

3. 经检查无误后, 安上灯泡, 然后将插头插入实验室插座内, 用试电笔测试你的开关是否接在火线上了。如果没有, 可将插头调向, 然后闭合开关, 看灯泡是否发光。

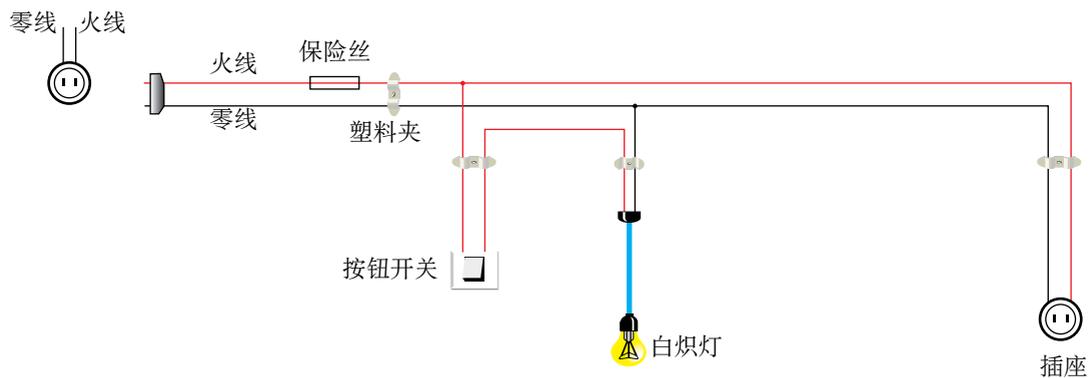


图15-3

【注意事项】

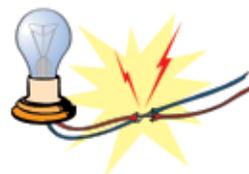
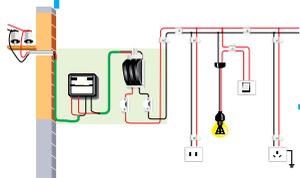
1. 必须用绝缘胶布把导线接头处裸露的导线包扎好，不能用医用胶布代替绝缘胶布。
2. 选用保险丝的规格不应大于0.5 A。



学到了什么

家庭电路的组成

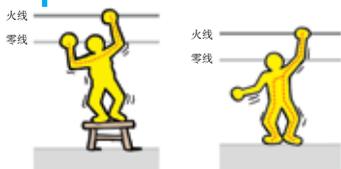
电流过大的原因



安全用电

触电和触电方式

触电急救



后 记

本套教科书第一版于2005年经全国中小学教材审查委员会初审通过,改编自人民教育出版社出版的义务教育教科书《物理》。2012年,我们在广泛征询实验区意见和建议的基础上,组织相关人员对教科书进行了修订。新教科书力求全面贯彻《义务教育课程标准》(2011年版)的精神,以素质教育为出发点,适当体现物理科学的新进展,强调知识、技能在实际生活中的应用;同时着重关注五四制学校的特点和学生的学习情况,贴近学生生活,满足多样化的学习要求。

本套《物理》教科书共四册,供八、九年级学生使用。本书是九年级上册。参加人民教育出版社教材编写的有:彭前程、付荣兴、孙新、谷雅慧、张颖、苗元秀、金新喜、秦晓文、黄恕伯、彭征。参加本册教材编写的有:彭前程、孙忠武、王成、程美贵、毕思华、张开瑞、赵济芳、刘东祥。全书由孙忠武、王成、程美贵、毕思华统稿,由彭前程审稿。

教科书的改编得到了山东省教育厅、山东出版集团、人民教育出版社、山东省教学研究室、烟台市教育科学研究院、威海市教育教学研究中心、淄博市教学研究室、莱芜市教学研究室、济宁市教学研究室、泰安市教育局基础教育教学研究室和青岛莱西市教体局教研室等单位领导和各学科专家的帮助与支持,在此我们表示衷心的感谢!

本套教材中的个别图片引自相关图书和资料,因各种原因未能及时联系到相关作者及出版单位,在此谨表示感谢与歉意。

欢迎广大师生在使用过程中提出修改意见和建议,以利于教科书不断改进和完善。

义务教育教科书（五·四学制）

物理 九年级上册

YIWU JIAOYU JIAOKESHU (WU · SI XUEZHI)

WULI JIUNIANJI SHANGCE

本书编写组 编

主管单位：山东出版传媒股份有限公司

出版者：山东科学技术出版社

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：(0531) 82098088

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：sdkj@sdebcn.com

发 行 者：山东新华书店集团有限公司

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：(0531) 82797666

印 刷 者：山东新华印务有限责任公司

地址：济南市世纪大道 2366 号

邮编：250104 电话：(0531) 82079112

规格：16 开（184mm×260mm）

印张：7.25 字数：150 千

版次：2013 年 7 月第 2 版 2021 年 6 月第 16 次印刷

定价：6.98 元

著作权所有·请勿擅自用本书制作各类出版物·违者必究



责任编辑 何慧颖 刘大诚 吴立平
封面设计 魏 然 刘 翌

义务教育教科书（五·四学制） 物理（九年级上册）
价格批准文号：鲁发改价格核（2021）609002 举报电话：12345



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5331-6817-9



定价：6.98 元