



学校义务教育实验教科书



物理

WULI

九年级
上册



人民教育出版社

聋校义务教育实验教科书

物理

九年级
上册

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心 | 编著 |

人教版®

人民教育出版社

· 北京 ·

主 编：孙 新
分册主编：金新喜 史学军
编写人员：付荣兴 彭 征 孙 新
责任编辑：邹丽晖
美术编辑：胡白珂

封面设计：房海莹
插 图：李思东 张傲冰
封面绘图：孙联群

冀校义务教育实验教科书 物理 九年级 上册

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
物理课程教材研究开发中心

出版发行 人民教育出版社

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081)

网 址 <http://www.pep.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 ×××印刷厂

版 次 年 月第 版

印 次 年 月第 次印刷

开 本 787毫米×1 092毫米 1/16

印 张 5.25

字 数 千字

书 号 ISBN 978-7-107-33589-1

定 价 元

价格依据文件号：京发改规〔2016〕13号

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与本社联系。电话：400-810-5788

目录



第十一章 内能 1

- 第1节 分子热运动 2
- 第2节 内能 6
- *第3节 比热容 10
- *第4节 内能的利用 13
- 第5节 能量的转化和守恒 19

第十二章 电流和电路 23

- 第1节 两种电荷 24
- 第2节 电流和电路 29
- 第3节 串联和并联 34
- 第4节 电流的测量 38

第十三章 电压 电阻 45

- 第1节 电压 46
- 第2节 串、并联电路中电压的规律 51
- 第3节 电阻 55
- 第4节 变阻器 59

第十四章 欧姆定律 64

- 第1节 电流与电压和电阻的关系 65
- 第2节 欧姆定律 70
- 第3节 欧姆定律与安全用电 75

第十一章 内能

远处的山峰上，火光冲天、烟雾弥漫，炽热的岩浆犹如一条火龙。这是火山在喷发。

地球内部有高温、高压的岩浆。在极大的压力下，岩浆会从地壳薄弱的地方喷涌而出，无情的火舌毁坏它途经的一切，大量火山灰冲上万里高空……

火山喷发时，炽热的岩浆携带着大量与热有关的能量。那么，覆盖火山的皑皑白雪有没有与岩浆相同形式的能量？如果有，这种能量的多少与哪些因素有关呢？



第1节 分子热运动

盛夏时节，百花绽放。微风拂过，飘来阵阵花香。花香是如何传播的呢？

物质的构成

很久以前就有人猜想：我们在远处就可以闻到花香味，是因为有花的“原子”飘到我们鼻子里。现代科学研究发现，常见的物质是由极其微小的粒子——分子（molecule）、原子（atom）构成的。如果把分子看成球，一般分子的直径只有百亿分之几米。分子如此之小，人们用肉眼和光学显微镜都分辨不出它们。不过，电子显微镜可以帮助我们观察到这些分子、原子（图11.1-1）。

分子热运动

构成物质的分子是静止的还是运动的？相互之间有没有作用力呢？

演示

观察气体的扩散现象

如图11.1-2，在装着红棕色二氧化氮气体的瓶子上面，倒扣一个空瓶子，使两个瓶口相对，之间用一块玻璃板隔开。抽掉玻璃板后，下面比空气密度大的二氧化氮能进到上面的瓶子里去，这是为什么？

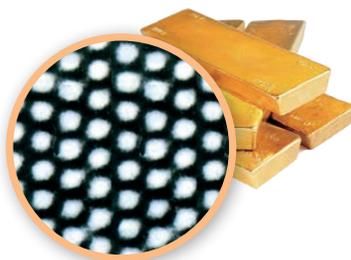


图11.1-1 电子显微镜下的金原子

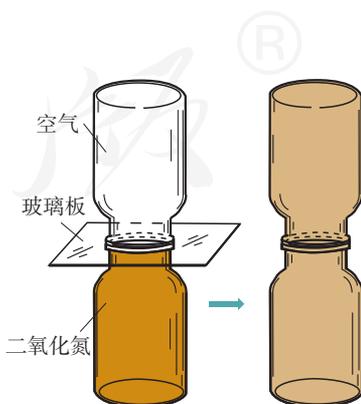


图 11.1-2 气体扩散的实验

由实验可以看到，两个瓶子内的气体逐渐混合在一起，最后颜色变得均匀。像这样，不同的物质在互相接触时彼此进入对方的现象，叫做扩散（diffusion）。

扩散现象也可以发生在液体之间。在量筒里装一半清水，用细管在水的下面注入硫酸铜的水溶液。由于硫酸铜溶液比水的密度大，会沉在量筒的下部，因此，可以看到无色的清水与蓝色硫酸铜溶液之间明显的界面。静放几天，界面就逐渐变得模糊不清了（图 11.1-3）。

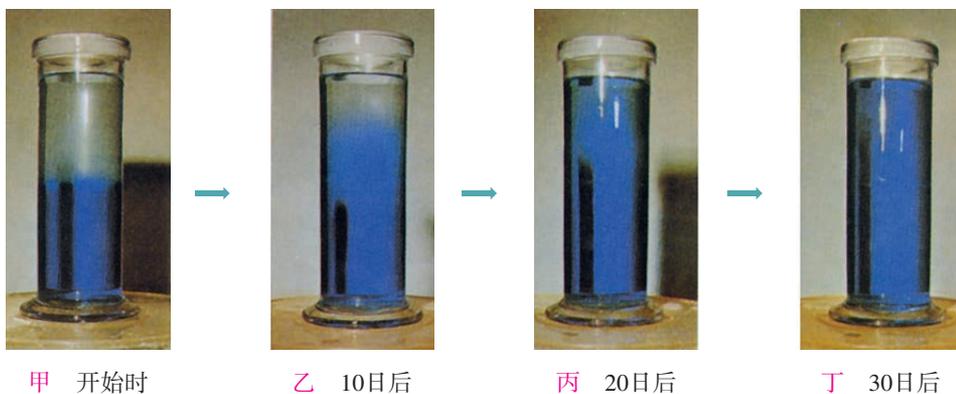


图 11.1-3 液体扩散的实验

固体之间也能发生扩散（图 11.1-4）。把磨得很光滑的铅片和金片紧压在一起，在室温下放置 5 年后再将它们切开，可以看到它们互相渗入约 1 mm 深。

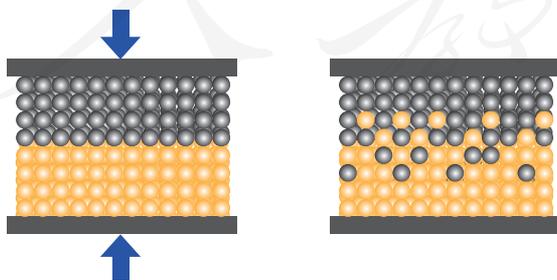


图 11.1-4 固体间的扩散



想想做做

在一个烧杯中装多半杯凉水，另一个同样的烧杯中装等量的热水。用滴管同时向两个杯中各滴入一滴红墨水，观察两个烧杯中墨水扩散的情况(图 11.1-5)。扩散的快慢与温度有什么关系？



甲 凉水 乙 热水

图 11.1-5 扩散的快慢与温度的关系

扩散现象等大量事实表明，一切物质的分子都在不停地做无规则的运动。这种无规则运动叫做分子的热运动(thermal motion)。分子运动越剧烈，物体温度越高。

通过直接感知的现象，推测事物的本质，这是物理学中常用的方法。

分子间的作用力

扩散现象表明，分子在不停地运动。既然分子在运动，那么通常固体和液体中的分子为什么不会飞散开，而总是聚合在一起，保持一定的体积呢？



演示

分子间存在作用力

如图 11.1-6，将两个铅柱的底面削平，并保证接触面洁净，然后紧紧地压在一起，两个铅柱就会结合起来，甚至下面吊一个重物都不能把它们拉开。

两个铅柱没有被重物拉开，主要是因为铅柱的分子之间存在作用力。

固体分子间的距离很小，当固体被拉伸时，分子间的距离变大，作用力表现为引力。固体也不容易被压缩，当固体被压缩时，分子间的距离变小，作用力表现为斥力。因此，固体能保持一定的体积和形状。



图11.1-6

如果分子相距很远，作用力就变得十分微弱，可以忽略。气体分子之间的距离就很远，彼此之间几乎没有作用力，因此，气体具有流动性，容易被压缩。

通常液体分子之间的距离比气体的小，比固体的大；液体分子之间的作用力比固体的小，分子没有固定的位置，运动比较自由。这样的结构使得液体较难被压缩，没有确定的形状，具有流动性。

常见的物质是由大量的分子、原子构成的；物质内的分子在不停地做热运动；分子之间存在作用力。这就是人们用来解释热现象的“分子动理论”的初步认识。

动手动脑学物理

1. 分子动理论主要有以下基本观点：常见的物质是由大量的_____、_____构成的；物质内的分子在不停地做热运动；分子之间存在_____。
2. 图 11.1-2 所示的实验现象说明_____；图 11.1-6 所示的实验现象说明_____。
3. 下列属于扩散现象的是（ ）
A. 春天，杨柳青青 B. 夏天，波光粼粼
C. 秋天，丹桂飘香 D. 冬天，大雪纷飞
4. 两个杯子中分别盛有质量相同的冷水和热水，向其中分别放入同样的糖块，经过一段相同的时间（两杯中的糖块都还没有全部溶解），品尝杯中的水，哪一杯更甜？为什么？

第2节 内能

运动的物体具有动能（图 11.2-1）；在地球表面附近，处在一定高度的物体具有重力势能。

内能

运动的分子也同样具有动能。构成物质的分子在不停地做热运动，分子热运动的速度越大，它们的动能也就越大，温度越高。

跟地球表面附近的物体受到重力的作用而具有重力势能类似，分子之间存在相互作用力，使分子具有势能，这种势能叫做分子势能。

构成物体的所有分子，其热运动的动能与分子势能的总和，叫做物体的内能（internal energy）。内能的单位是焦耳（J），各种形式能量的单位都是焦耳。

飞在空中的足球，离开地面，具有重力势能；足球在空中飞行，还具有动能。空中运动的足球除了整体具有机械能外，同时还具有内能。机械能与整个物体的机械运动情况有关，而内能与物体内部分子的热运动和分子之间的相互作用力有关，内能是不同于机械能的另一种形式的能。

一切物体，不论温度高低，都具有内能。炙热的铁水具有内能；冰冷的冰块，温度虽然低，其中的水分子仍然在做热运动，所以也具有内能（图 11.2-2）。物体温度降低时内能减少，温度升高时内能增加。



图11.2-1 运动着的足球具有动能

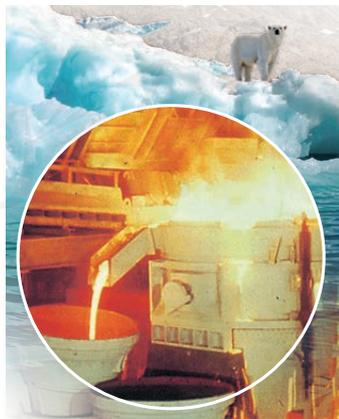
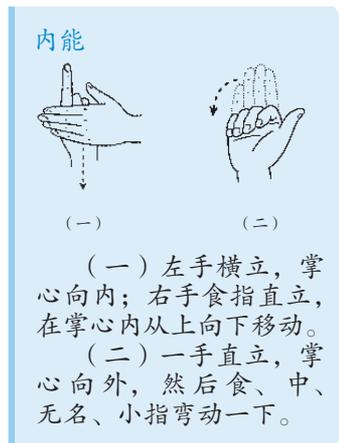


图11.2-2 铁水和冰块都具有内能

热传递和内能的改变

如果把烧热的工件放到冷水中，工件会凉下来，而冷水会变热，这是因为在此过程中发生了热传递。发生热传递时，高温物体内能减少，低温物体内能增加。热传递可以改变物体的内能。

在热传递过程中，传递能量的多少叫做**热量** (quantity of heat)，热量的单位也是焦耳。物体吸收热量时内能增加，放出热量时内能减少。物体吸收或放出的热量越多，它的内能改变越大。

冬天用热水袋取暖（图 11.2-3），人体逐渐感觉暖和，热水袋慢慢凉下来；发烧时用冷毛巾给头部降温，过一段时间后，毛巾温度升高，人体温度降低。这些都是热传递改变物体内能的例子。



图11.2-3 用热水袋取暖

做功和内能的改变

除了热传递外，还有什么途径可以改变物体的内能？

想想议议

结合图 11.2-4 思考与讨论：滑滑梯时会有什么感觉？为什么冬天人们常常搓手？

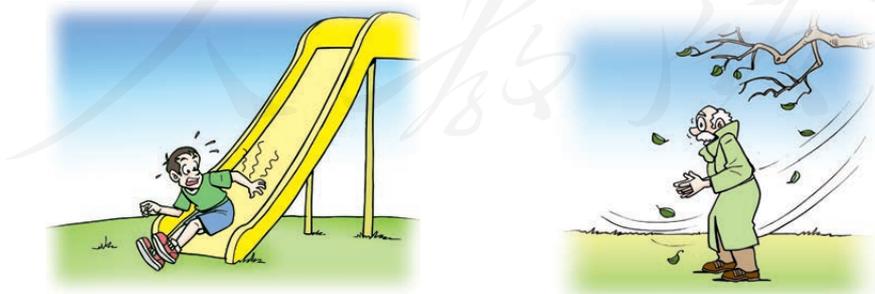


图11.2-4 你有过这些体验吗？这是为什么？



演示

做功改变物体的内能

如图 11.2-5, 可乐瓶 (或烧瓶) 内盛少量水。给瓶内打气, 当瓶塞跳出时, 观察瓶内发生的现象。



图11.2-5 做功改变物体的内能

图 11.2-4 所示的情形说明摩擦可以产生热, 这部分内能是哪里来的呢? 是物体做功而来的。

对于图 11.2-5 所示的情形, 瓶内水上方存在着无色透明、无法看到的水蒸气 (图甲); 当瓶塞跳起来时, 可以看到瓶内出现白雾 (图乙), 说明水蒸气液化成了可以看到的小水滴。在这个过程中, 气体膨胀对外做功, 内能减少, 温度降低。

由此可见, 做功也可以改变物体的内能。



科学世界

地球的温室效应

太阳通过热辐射把能量输送到地面, 温暖了地球, 养育了万物。地表受热后, 也会产生热辐射, 向外传递热量。由于地球表面有一层大气层, 大气中的二氧化碳气体会减弱这种向外的热辐射, 因此地表的温度会维持在一个相对稳定的水平。这就是温室效应。适度的温室效应是维持地球上生命生存环境的必要保证。

大气层中的大部分二氧化碳是自然产生的，然而现代工业大量燃烧煤炭和石油，产生了更多的二氧化碳；森林面积减少，植物因光合作用对二氧化碳的消耗相应减少。这些都加剧了地球的温室效应。这是近年来全球气候变暖的重要原因。

如果地球表面的温度过高，将会导致两极的冰雪融化（图 11.2-6），使得海平面上升，淹没城市，大片良田盐碱化。温度的升高还会影响全球气候，使得一些地区暴雨成灾，而另外一些地区干旱少雨，促使土地荒漠化。上网输入关键词“温室效应”进行搜索，你就能从中学到更多有关温室效应的知识。



图11.2-6

动手动脑学物理

1. 构成物体的所有分子，其热运动的_____的总和，叫做物体的内能，内能的单位是_____。
2. 在热传递过程中，传递能量的多少叫做热量。物体吸收热量时内能_____，放出热量时内能_____。（选填“增加”或“减少”）
3. 以下列举的事例属于热传递改变物体的内能的是（ ）
A. 两手摩擦发热 B. 钻木取火 C. 锯木材锯子发热 D. 烧水水变热
4. 请分析在以下过程中，冰粒、火箭箭体和子弹的内能是在增大还是减小？机械能在增大还是减小？
(1) 云中形成的冰粒在下落中，温度渐渐升高变成了雨滴。
(2) 火箭从地面向上发射的初始阶段，火箭外壳和大气摩擦后温度越来越高。
(3) 飞行的子弹，击中一块木板后嵌在木板中，温度逐渐降低。

* 第3节 比热容

烈日炎炎的夏季，白天海滩上的沙子热得烫脚，但海水却非常凉爽；傍晚太阳西落，沙子很快凉了下來，但海水却仍然暖暖的。同样的日照条件，为什么沙子和海水的温度不一样？

比热容

不同物质的吸热本领往往不同。下面我们通过实验来比较水和食用油的吸热情况。



实验

比较不同物质的吸热情况

加热质量相同的水和食用油，使它们升高相同的温度。比较它们吸收热量的多少，看看这两种物质的吸热情况是否存在差异。

可以使用的实验器材有：相同规格的电加热器、玻璃杯、温度计和铁架台等。

将温度计吊挂在铁架台上，利用电加热器来加热水（图 11.3-1）和食用油（图 11.3-2）。电加热器每秒放出的热量是一定的，当它浸没在液体中时，可认为液体每秒吸收的热量相同。

请思考怎样得到相同质量的水和油、怎样比较水和油吸收热量的多少。设计表格，记录并分析实验数据。

实验结果表明，不同物质，在质量相等、升高



图11.3-1



图11.3-2

的温度相同时，吸收的热量不同。

怎样表示不同物质这种性质上的差别呢？物理学中引入了比热容这个物理量。一定质量的某种物质，在温度升高时吸收的热量与它的质量和升高的温度乘积之比，叫做这种物质的比热容（specific heat capacity）。比热容用符号 c 表示，它的单位是焦每千克摄氏度，符号是 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

单位质量的某种物质，温度降低 1°C 所放出的热量，与它温度升高 1°C 所吸收的热量相等，数值上也等于它的比热容。

比热容是反映物质自身性质的物理量。不同的物质，比热容一般不同。

小资料



一些物质的比热容

| 物质 | 比热容 $c/[\text{J} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}]$ | 物质 | 比热容 $c/[\text{J} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}]$ |
|-----|---|-----|---|
| 水 | 4.2×10^3 | 铝 | 0.88×10^3 |
| 酒精 | 2.4×10^3 | 干泥土 | 约 0.84×10^3 |
| 煤油 | 2.1×10^3 | 铁、钢 | 0.46×10^3 |
| 冰 | 2.1×10^3 | 铜 | 0.39×10^3 |
| 色拉油 | 1.97×10^3 | 水银 | 0.14×10^3 |
| 沙石 | 约 0.92×10^3 | 铅 | 0.13×10^3 |

质量不同的物质，当吸收或放出同样热量时，比热容较大的物质温度变化较小。因此，比热容大的物质对调节温度有很好的作用。从表中可以看出，水的比热容很大。当环境温度变化较快的时候，水的温度变化相对较慢。生物体内水的比例很高，有助于调节生物体自身的温度，以免温度变化太快对生物体造成严重损害。



水的比热容是沙石的4倍多。质量相同的水和沙石，要使它们上升同样的温度，水会吸收更多的热量；如果吸收或放出的热量相同，水的温度变化比沙石小得多。夏天，阳光照在海上，尽管海水吸收了许多热量，但是由于它的比热容较大，所以海水的温度变化并不大，海边的气温变化也不会很大。而在沙漠，由于沙石的比热容较小，吸收同样的热量，温度会上升很多，所以沙漠的昼夜温差很大（图11.3-3）。

图11.3-3 海边昼夜温度变化比沙漠中小

动手动脑学物理

1. 一定质量的某种物质，在温度升高时吸收的热量与它的_____和_____乘积之比，叫做这种物质的比热容。比热容的单位是_____。
2. 关于比热容，下列说法中正确的是（ ）
 - A. 比热容跟物体吸收或放出的热量有关
 - B. 物体的质量越大，它的比热容越大
 - C. 物体的温度越高，它的比热容越大
 - D. 比热容是物质自身的性质，与质量、吸收或放出的热量均无关
3. 在烈日当空的海边玩耍，你会发现沙子烫脚，而海水却是凉凉的。这是为什么呢？

* 第4节 内能的利用

在18世纪第一辆蒸汽机汽车问世时，它的速度只有数千米每小时，然而，目前最快的汽车速度已经超过了声速（图11.4-1）。汽车究竟是如何获得机械能的呢？



图11.4-1 超音速汽车

热机

前面我们已经学习了什么是内能，内能可以转化为其他形式的能吗？



演示

蒸汽机模拟实验

如图11.4-2，在试管内装些水，用橡胶塞塞住管口，将水加热一段时间，观察现象。

讨论这个过程中不同形式的能量之间转化的情况。

在这个实验中，燃料燃烧时放出的热量传给水和水蒸气，塞子受到水蒸气的压力而冲出去，水蒸气的内能转化为塞子的机械能。

这个实验虽然简单，却基本展示了蒸汽机的工作原理。

人们发现内能可以做功，并制造了各种利用内能做功的机械——热机（heat engine）。热机的发明及广泛使用，使人类迈入了工业化社会，对人类社会的发展起到了重要的作用。

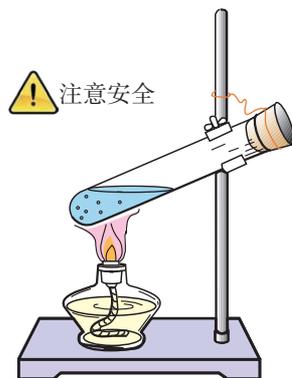


图 11.4-2

热机的种类很多，例如蒸汽机、内燃机、汽轮机、喷气发动机等。

内燃机

燃料直接在发动机汽缸内燃烧产生动力的热机，叫做内燃机。内燃机是现代生活中最常见的一种热机。汽车作为我们生活中不可缺少的交通工具，它的动力机械就是内燃机。图 11.4-3 是一种内燃机实物剖面图。

内燃机分为汽油机和柴油机两大类，它们分别用汽油和柴油作为燃料。

汽油机 图 11.4-4 是一种汽油机汽缸的剖面图。汽缸上部有进气门和排气门，顶部有火花塞，下部有活塞，活塞用连杆跟曲轴相连。

汽油在汽缸里面燃烧时生成高温高压的燃气，推动活塞做功。活塞移动，通过连杆带动曲轴转动。

要使汽油机连续工作，活塞必须能在汽缸内往复运动。活塞在汽缸内往复运动时，从汽缸的一端运动到另一端的过程，叫做一个冲程。一个工作循环要经过吸气、压缩、做功、排气四个冲程。

柴油机 柴油机的构造和汽油机相似，但柴油机汽缸顶部没有火花塞，而有一个喷油嘴。柴油机通过压缩空气直接点燃柴油，其工作过程也分为吸气、压缩、做功、排气四个冲程。柴油机的动力性能较为优越，常被用于重型工程机械，如载重汽车、拖拉机、火车和轮船等。

由于柴油机在做功的过程中汽缸内气体的压强大于汽油机，这就要求相关的零件具有较高的结构强度。



图 11.4-3 一种内燃机实物剖面图

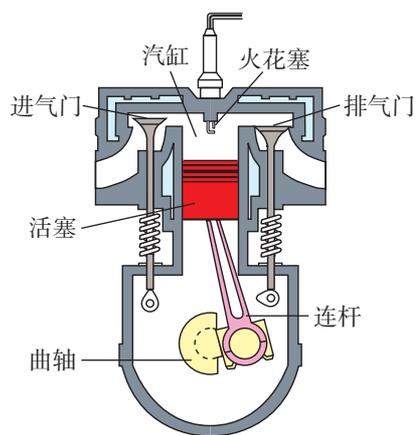


图 11.4-4 一种汽油机汽缸的剖面图

随着柴油机技术的发展，其体积、噪声和污染等方面的缺点都逐步得到了改善，越来越多的汽车也开始使用柴油发动机了。

科学世界

现代汽车

汽车已经成为现代生活中不可缺少的一部分。

汽车由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。发动机把燃料燃烧产生的内能变为机械能，再通过底盘上的传动机构，将动力传给车轮，使汽车行驶（图 11.4-5）。汽车电气设备的作用主要是产生电火花以点燃汽缸中的可燃气体、启动发动机时用电机带动飞轮旋转、提供照明等。

现代汽车多数采用四缸或六缸等多缸发动机（图 11.4-3 为四缸发动机），每个汽缸都进行冲程循环。由于各个汽缸交替做功，所以发动机转动比较平稳。

随着电子技术的发展，许多汽车已经采用了电子燃油喷射系统。微电脑可以根据内燃机的工作状态和空气的温度等多种因素精确控制喷油的数量和时机，提高燃烧效率。采用电子燃油喷射系统的发动机与过去的发动机相比，可以减少有害气体的排放，降低燃料的消耗，同时提高发动机的功

率。电子技术在汽车上的应用，使汽车有了更广阔的发展空间。

未来的汽车将更加节能、安全，对环境的影响会更小。



图11.4-5 汽车的动力系统

燃料的热值和热机的效率

人类在原始社会就知道燃烧柴薪取暖、烧饭。在现代社会，人类所用的能量很大一部分依然是从燃料的燃烧中获得的。燃料燃烧放出热量的过程，就是燃料的化学能转化成内能的过程。



想想议议

燃料的种类很多，固体燃料有木柴、煤等，液体燃料有汽油、酒精等，气体燃料有煤气、天然气等（图 11.4-6）。

根据你的经验，相同质量的不同燃料，燃烧时放出的热量是不是相同？要找出事实来支持你的观点，并进行分析。



图 11.4-6 几种燃料



燃烧相同质量的不同燃料，放出的热量是不同的。例如，燃烧 1 kg 煤放出的热量，是燃烧 1 kg 木柴放出热量的两倍多。

我们把某种燃料完全燃烧放出的热量与其质量之比，叫做这种燃料的**热值**。热值在数值上等于 1 kg 某种燃料完全燃烧放出的热量。热值的单位由热量的单位和质量的单位组合而成。在国际单位制中，热量的单位是焦耳，质量的单位是千克，则热值的单位是**焦每千克**，符号是 J/kg ^①。

小资料



一些燃料的热值

| 燃料 | 热值 | 燃料 | 热值 | 燃料 | 热值 |
|-----|----------------------------------|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|
| 干木柴 | 约 $1.2 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 木炭 | $3.4 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 汽油 | $4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$ |
| 烟煤 | 约 $2.9 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 酒精 | $3.0 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 氢 | $1.4 \times 10^8 \text{ J/kg}$ |
| 无烟煤 | 约 $3.4 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 柴油 | $4.3 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 煤气 | 约 $3.9 \times 10^7 \text{ J/m}^3$ |
| 焦炭 | $3.0 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 煤油 | $4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$ | 沼气 | 约 $1.9 \times 10^7 \text{ J/m}^3$ |

^① 对某些气体燃料，热值在数值上等于在标准状态下 1 m^3 燃料完全燃烧放出的热量，单位是焦每立方米，符号是 J/m^3 。

燃料很难完全燃烧，放出的热量往往比按热值计算出的要小，而且有效利用的热量又比放出的热量要小。例如，用煤烧水，有效利用的热量只是被水吸收的热量。高温的烟气带走了相当一部分热量，还有一部分热量直接散失掉了。

想想议议

在内燃机中燃料是否能够完全燃烧？

燃料燃烧放出的能量都到哪里去了（图 11.4-7）？

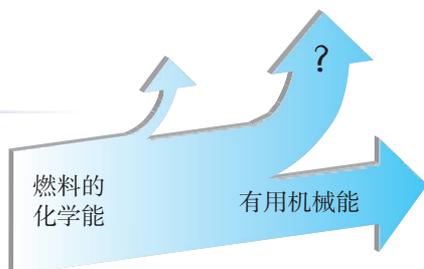
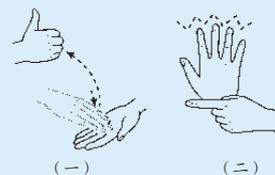


图11.4-7 在内燃机中燃料放出的能量都到哪里去了？

对于热机而言，燃料放出的能量只有一部分用来做有用功，还有相当一部分能量散失了。用来做有用功的那部分能量，与燃料完全燃烧放出的能量之比，叫做热机的**效率**。内燃机中，燃料是在汽缸内部燃烧的，而且燃料与空气混合充分，燃烧得比较完全，所以内燃机的效率比蒸汽机的高。

在热机的能量损失中，废气带走的能量最多。设法利用废气的能量，是提高燃料利用率的重要措施。大型发电机常常用蒸汽轮机推动，为了提高燃料的利用率，人们利用蒸汽轮机排出的废气来供热，这就是**热电站**（图 11.4-8）。这种既供电又供热的热电站，比起一般的火电站，燃料的利用率大大提高。

效率



（一）左手横伸；右手先拍一下左手掌，再伸出拇指。

（二）左手食指横伸；右手直立，掌心向内，手腕贴于左手食指，五指交替点动几下。

图11.4-8 热电站



动手动脑学物理

1. 在如图 11.4-9 所示的实验中，我们看到塞子从试管口跳出，这是由于水蒸气对塞子_____，水蒸气的_____能转化成塞子的_____能。

2. 除了飞机、汽车之外，你还知道哪些地方用到了热机？你列举的这些热机中哪些是内燃机？

3. 汽油机做功的过程是将内能转化为_____能的过程。

4. 在物理学中，我们把某种燃料完全燃烧放出的热量与其质量之比，叫做这种燃料的_____。对于热机而言，燃料放出的能量只有一部分用来做有用功，还有相当一部分能量散失了。用来做有用功的那部分能量，与燃料完全燃烧放出的能量之比，叫做热机的_____。

5. 提高热机的效率具有哪些积极意义？请你列出一个回答问题的提纲，不必展开陈述。

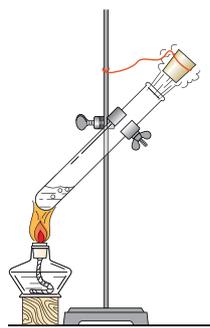


图 11.4-9

人教版®

第5节 能量的转化和守恒



想想做做

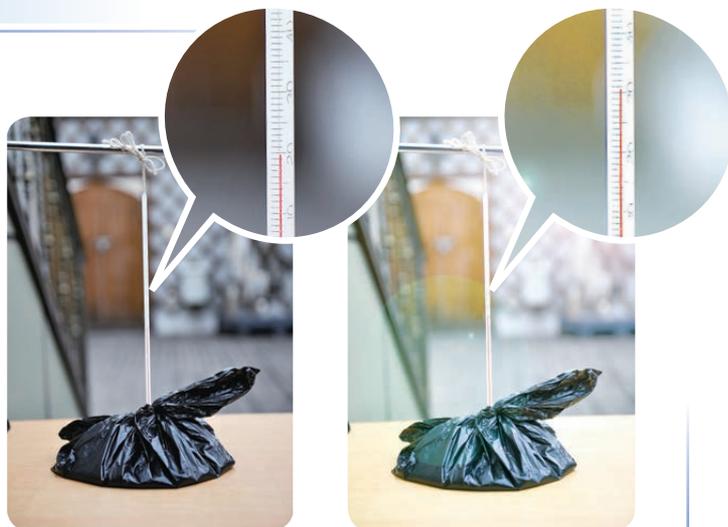
完成下面小实验。

1. 来回迅速摩擦双手。

2. 黑塑料袋内盛水，插入温度计后系好袋口，放在阳光下（图 11.5-1）。

……

观察实验发生的现象，讨论发生了哪些能量转化。



甲 开始时

乙 一段时间后

图11.5-1

能量的转化

自然界中的各种现象都是互相联系的。科学家们经过长期探索，发现能量转化是非常普遍的，在一定条件下，各种形式的能量是可以相互转化的。摩擦生热，机械能转化为内能；电灯发光发热，电能转化为光能和内能；燃料燃烧时发热，化学能转化为内能；水电站里水轮机带动发电机发电，机械能转化为电能；电动机带动水泵把水送到高处，电能转化为机械能；植物吸收太阳光进行光合作用，光能转化为化学能……

转化



一手五指微曲，指尖朝上，手腕平行转动一下。

能量守恒定律

想想议议

停止用力，秋千会越摆越低；掉在地上的弹性小球会跳起，但是越跳越低（图 11.5-2）。

讨论秋千和小球在运动中的能量转化。

为什么它们的高度会逐渐降低？
是否丢失了能量？

你认为减少的机械能到哪里去了？



图11.5-2 小球在地面弹跳的频闪照片

在秋千和小球的运动中，看似能量减少了，其实是在运动过程中，有一部分机械能转化成了内能。例如，小球在跳动过程中温度会稍稍升高。

大量事实表明，能量既不会凭空消灭，也不会凭空产生，它只会从一种形式转化为其他形式，或者从一个物体转移到其他物体，而在转化和转移的过程中，能量的总量保持不变。这就是能量守恒定律（law of conservation of energy）。

能量守恒定律是自然界最普遍、最重要的基本定律之一。大到天体，小到分子、原子，无论是物理学的问题还是化学、生物学、地理学、天文学的问题，所有能量转化的过程，都服从能量守恒定律。

从日常生活到科学研究、工程技术，这一规律都发挥着重要的作用。例如，在行驶的汽车中，燃料的化学能通过燃烧转化为燃气的内能，再通过热机做功把内能转化为机械能。在这个过程中，燃料的化学能一部分转化为机械能，一部分转化成了热机和周围环境的内能。

动手动脑学物理

1. 大量事实表明, 能量既不会凭空消灭, 也不会凭空产生, 它只会从_____ , 或者从_____ , 而在转化和转移的过程中, 能量的总量保持不变。这就是能量守恒定律。

2. 电筒的可充电电池可以反复充放电使用, 既节约了资源, 也保护了环境。电池充电时, _____ 转化为化学能; 电筒照明时, 小灯泡将电能转化为_____。

3. 自然界中的各种现象都是相互联系的。科学家们经过长期探索, 发现能量转化是非常普遍的, 在一定的条件下, 各种形式的能量是可以相互转化的, 请你说出以下过程中发生的能量转化情况。

(1) 摩擦生热。

(2) 水电站里水轮机带动发电机发电。

(3) 电动机带动水泵把水送到高处。

(4) 植物吸收太阳光进行光合作用。

(5) 燃料燃烧发热。

4. 各种形式的能在一定的条件下可以相互转化, 请你仿照图 11.5-3 中给出的实例, 写出电能转化为机械能、化学能转化为电能、光能转化为内能的实例。

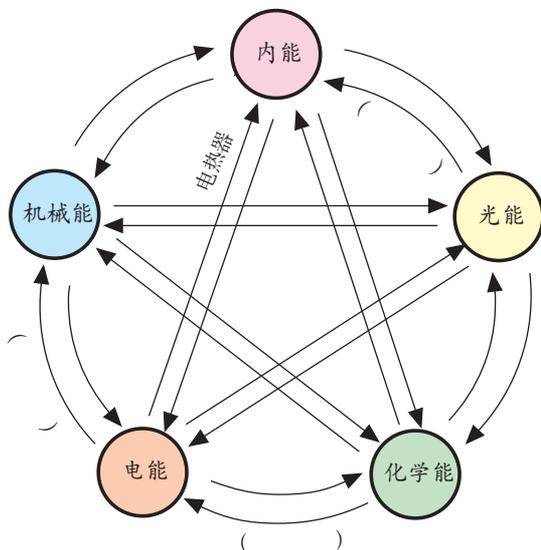


图11.5-3



学到了什么

1. 分子动理论的基本观点

- (1) 常见的物质是由大量的分子、原子构成的。
- (2) 构成物质的分子在不停地做热运动。
- (3) 分子间存在作用力。

2. 内能

物体的内能是物体内部所有分子热运动的动能和分子势能的总和。改变物体内能的两种方式：做功和热传递。

*3. 比热容

一定质量的某种物质，在温度升高（或降低）时吸收（或放出）的热量与它的质量和升高（或降低）的温度乘积之比，叫做这种物质的比热容。

*4. 热机 热值 热机的效率

利用燃料燃烧放出的能量做功的机械，叫做热机。内燃机是最常见的一种热机，内燃机分为汽油机和柴油机两大类。

某种燃料完全燃烧放出的热量与其质量之比，叫做这种燃料的热值。

热机工作时，用来做有用功的能量与燃料完全燃烧放出的热量之比，叫做热机的效率。

5. 能量守恒定律

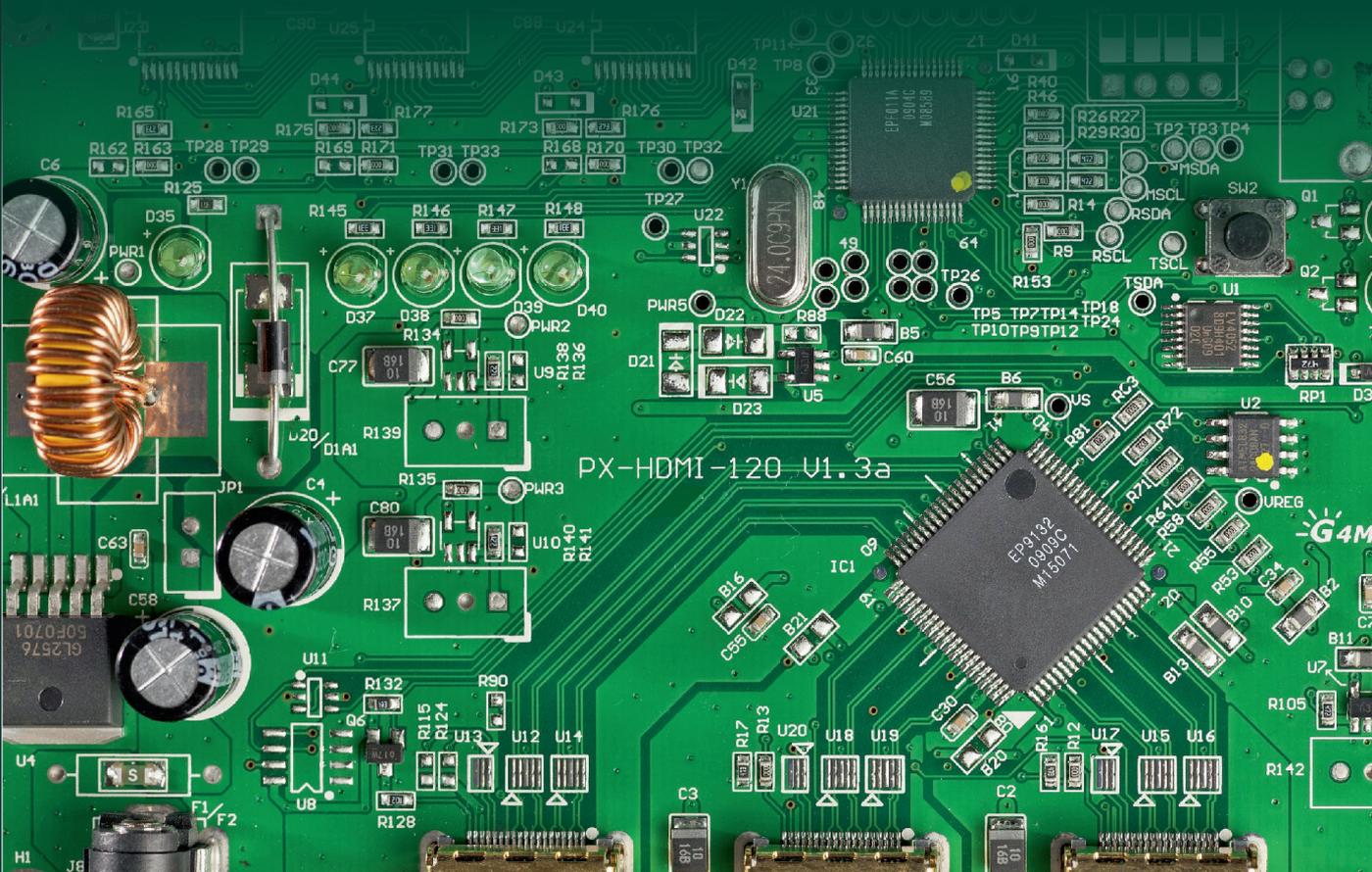
能量既不会凭空消灭，也不会凭空产生，它只会从一种形式转化成其他形式，或者从一个物体转移到其他物体，而在转化和转移的过程中，能量的总量保持不变。

人教版®

第十二章 电流和电路

你也许注意过，当打开电气产品的外壳时，展现在我们面前的是让人眼花缭乱的电路板……

也许你会感到它很神秘。实际上，这些看似复杂的各种电路都是由最简单的电路组合而成的。让我们走进这个世界看一看、试一试吧！



第1节 两种电荷

在干燥的天气里，衣服表面容易吸附灰尘；与头发摩擦过的塑料尺、塑料笔杆和塑料梳子，能吸起纸屑；用气球与头发摩擦，头发会随着气球飘起来（图12.1-1）……

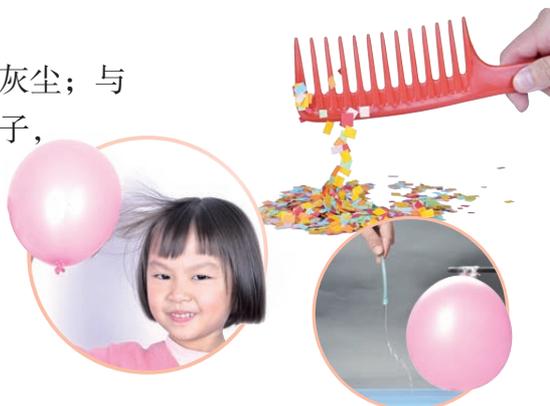


图12.1-1

两种电荷

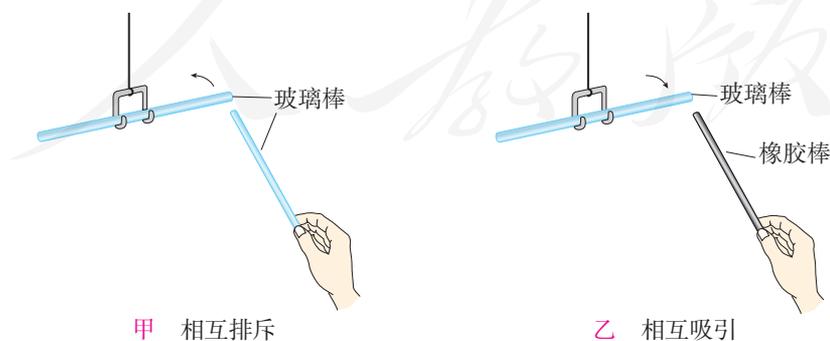
为什么会出现上述这些现象呢？这是因为摩擦过的物体带了“电”，或者说带了**电荷**（electric charge）。用摩擦的方法使物体带电，叫做**摩擦起电**。带电的物体间存在怎样的相互作用呢？

演示

电荷间的相互作用

1. 如图12.1-2甲，用丝绸摩擦两根玻璃棒，手持一根玻璃棒，靠近另一根被吊起的玻璃棒。观察有什么现象发生。

2. 如图12.1-2乙，手持用毛皮摩擦过的橡胶棒，靠近被吊起的用丝绸摩擦过的玻璃棒。观察有什么现象发生。



甲 相互排斥

乙 相互吸引

图12.1-2 电荷间的相互作用

实验发现，电荷间有相互作用，相同电荷及不同电荷间的相互作用不同。

人们还发现，无论用什么方法带电，物体所带的电荷或者与丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷相同，或者与毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷相同。

自然界只有两种电荷。

人们把用丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷叫做**正电荷**（positive charge），用毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷叫做**负电荷**（negative charge）。

同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

物体所带电荷有多有少，电荷的多少叫做**电荷量**。电荷量的单位是**库仑**（coulomb），简称库，符号是C。

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，就有一部分电荷转移到验电器的两片金属箔上，这两片金属箔带同种电荷，由于互相排斥而张开（图12.1-3）。



图12.1-3 验电器可以检验物体是否带电

原子及其结构

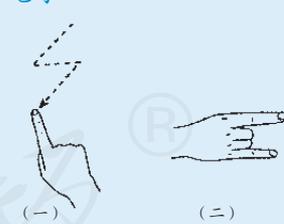
通过前面的学习我们知道，常见的物质是由分子、原子构成的。有的分子由多个原子构成，有的分子只由一个原子构成。

20世纪初科学家发现，原子也有进一步的结构，它的中心是原子核，在原子核周围，有一定数目的**电子**（electron）在核外运动。电子是带有最小负电荷的粒子，所带电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

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

氢原子的结构最简单，原子核中有1个正电荷

电子



(一) 一手食指书空“电”形。
(二) 一手打手指字母“Z”的指式。

(其电荷量与电子电荷量相等),核外有1个电子。氦原子核中有2个正电荷,核外有2个电子(图12.1-4)。

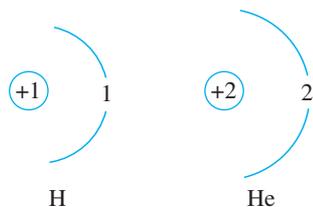


图12.1-4 氢原子和氦原子的结构

不同物质的原子核束缚电子的本领不同。如图12.1-5,橡胶棒和毛皮相互摩擦前不显电性(图甲)。当它们相互摩擦时,原子核束缚电子本领弱的物体,它的一些电子就会转移到另一个物体上(图乙)。失去电子的物体因为缺少电子而带正电,得到电子的物体因为有了多余电子而带等量的负电(图丙)。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。

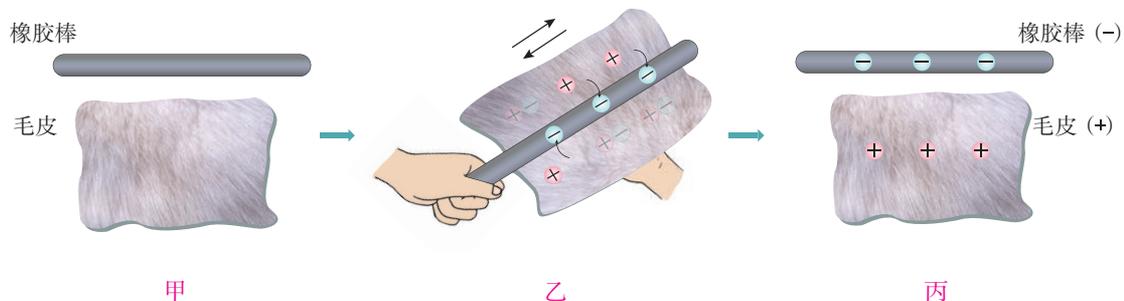


图12.1-5 摩擦起电的原因

导体和绝缘体

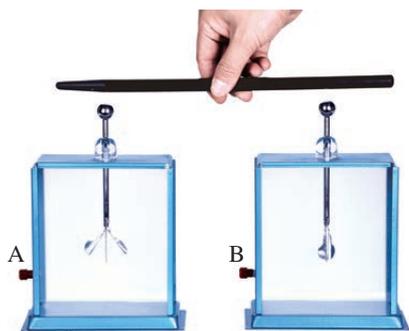
带电的物体与其他物体接触时,有时会失去电荷。那么,什么物体容易传导电荷(导电),什么物体不容易传导电荷呢?下面我们通过实验来研究。



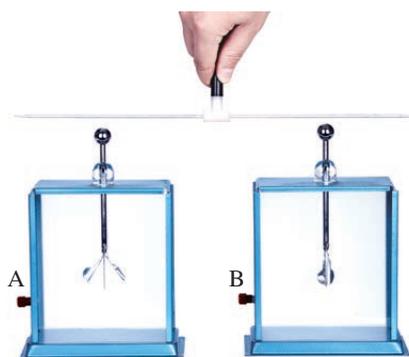
演示

电荷在金属棒中的定向移动

如图12.1-6,取两个相同的验电器A和B,使A带电,B不带电。可以看到A的金属箔张开,B的金属箔闭合。



甲 橡胶棒



乙 金属棒

图 12.1-6

实验现象是，用橡胶棒连接，验电器A、B金属箔的张角没有变化；用金属棒连接，验电器A的金属箔张开的角度减小，B的金属箔由闭合变为张开。这表明，验电器B也带了电。就是说，有一部分电荷通过金属棒从A移动到了B，电荷发生了移动。

电荷在金属中可以定向移动，说明金属是可以导电的。有的物体容易导电，叫做**导体**（conductor）。金属、人体、大地、石墨、食盐水溶液等都是导体。有的物体不容易导电，叫做**绝缘体**（insulator）。橡胶、玻璃和塑料等都是绝缘体。

在金属中，部分电子可以脱离原子核的束缚，在金属内部移动，这种电子叫做自由电子。金属导电，靠的就是自由电子。

1. 用橡胶棒把A和B连接起来（图甲），观察A、B金属箔的张角有什么变化。

2. 再次使A带电，B不带电。用带有绝缘柄的金属棒把A和B连接起来（图乙），观察A、B金属箔的张角有什么变化。与用橡胶棒的情况一样吗？

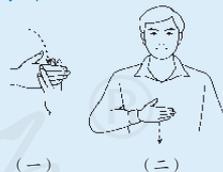
导体



(一) 双手食指横伸，左手不动；右手食指移动并触到左手食指，然后向左手臂移动。

(二) 一手掌心贴于胸部，向下移动一下。

绝缘体



(一) 左手直立，掌心向内；右手切入左手中、无名指指缝，表示阻断、隔绝。

(二) 一手掌心贴于胸部，向下移动一下。

动手动脑学物理

1. 大量事实表明, 物体相互摩擦所带的电荷只有两种: 一种与用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷相同, 称为_____; 一种与用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷相同, 称为_____。

2. 将塑料绳的一端扎紧, 尽可能将其撕成更多的细丝, 用干燥的手从上向下捋几下, 观察到如图 12.1-7 所示的现象, 这是因为塑料丝带上了_____ (选填“同种”或“异种”) 电荷, 这种使塑料丝带电的方法称为_____。

3. 容易导电的物体称为_____; 不容易导电的物体称为_____。在人体、塑料、大地、橡胶、金属、玻璃中, 属于导体的有_____。



图12.1-7

4. 一个验电器的两片金属箔因带电而张开, 则这两片金属箔一定 ()

A. 带同种电荷 B. 带异种电荷 C. 带正电 D. 带负电

5. 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?

人教版®

第2节 电流和电路

上一节中图 12.1-6 乙的实验结果表明，电荷在金属导体中定向移动，但这种定向移动瞬间就结束了。点亮的小灯泡能持续发光，是因为有电荷不断地流过小灯泡。那么，怎样才能使电荷不断地流过小灯泡呢？



演示

让用电器工作起来

如图 12.2-1，先后连接三个电路，分别使小灯泡亮（图甲）、蜂鸣器发声振动（图乙）、小电动机转动（图丙）。小灯泡、蜂鸣器、小电动机要受开关的控制。

实验中请注意：**不能把电池的两端用导线直接连在一起（图丁）！**

开关



左手拇、食指捏成圆形，虎口朝右；右手伸拇指，朝左手虎口处按一下。
（可根据实际表示开关的样式）

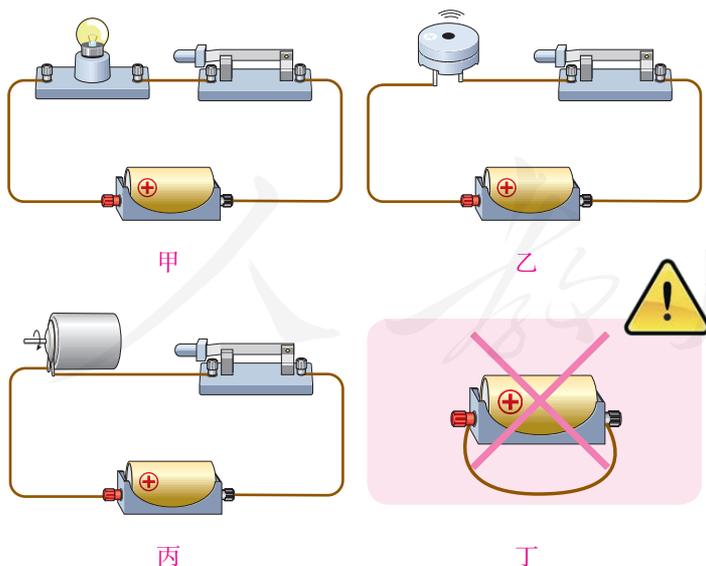


图 12.2-1

实验结果表明，要想让小灯泡亮、蜂鸣器发声振动、小电动机转动，不仅要有**电池**（cell），还要用导线将它们与电池连接成闭合的回路。

电流

闭合开关，小灯泡持续发光；蜂鸣器持续发声振动；小电动机持续转动……这表明有电荷持续地流过小灯泡、蜂鸣器和小电动机等。电荷的定向移动形成电流。

回路中有电流时，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，物理学家刚刚开始研究电流时，并不清楚在各种情况下究竟是哪种电荷在移动，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、小灯泡组成的回路闭合时，在电池外部，电流的方向是从电池正极经过用电器流向负极的（图12.2-2）。

电路的构成

在物理学中，人们将电池这类可以提供电能的装置叫做**电源**（power supply），将小灯泡、蜂鸣器和小电动机等这类消耗电能的装置叫做**用电器**。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**（electric circuit）。

只有电路闭合时，电路中才有电流。

电池能够维持小灯泡中的电流，所以电池是一种常见的电源（图12.2-3）。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。

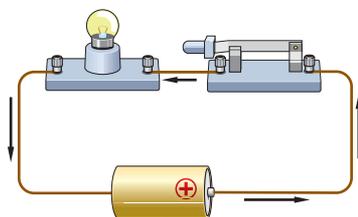


图12.2-2 电流的方向

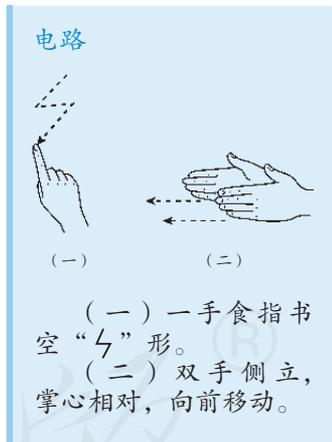


图12.2-3 各种电池

电路图

画图时如果把电源、用电器等元件原样画出，既麻烦又不清楚。为了便于研究，人们通常用图形符号来表示这些元件^①(图 12.2-4)。

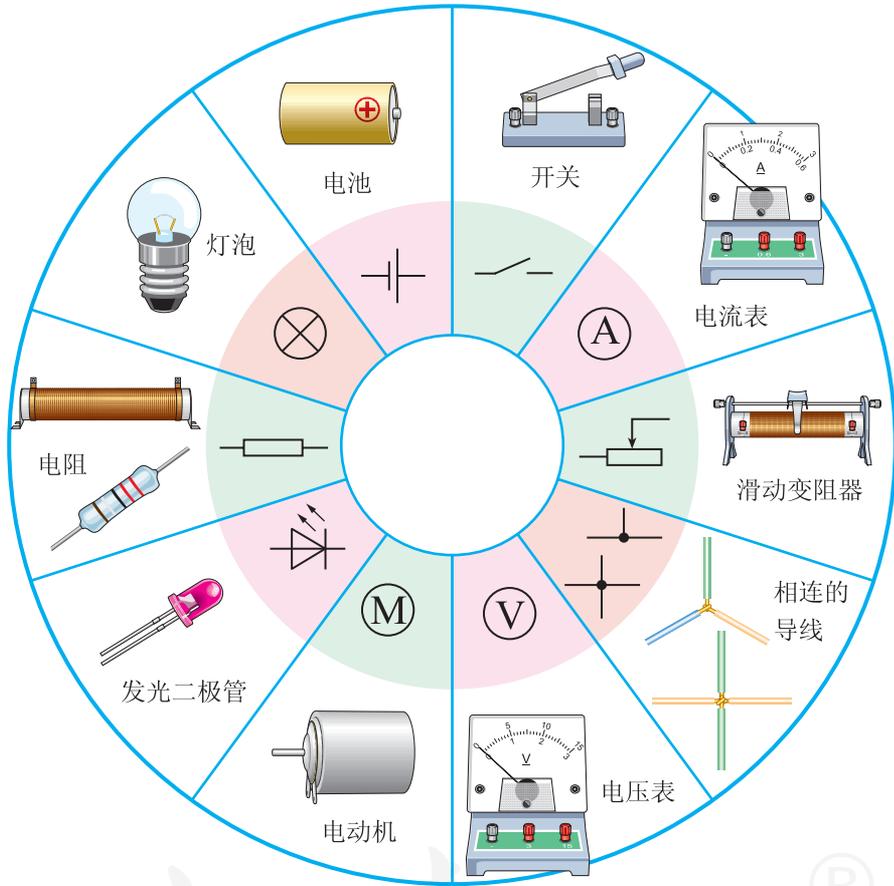


图12.2-4 几种常用的元件及其符号

有了元件的符号，我们就可以用它来方便地替代实物电路了。用符号表示电路连接的图，叫做**电路图**。电路图是对实际电路的有效抽象(图 12.2-5)。

^① 图 12.2-4 是根据国家标准 GB/T 4728 绘制的一些常用的电路元件及所对应的符号。

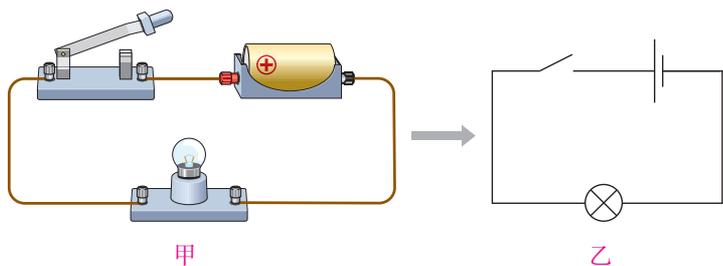


图12.2-5 电路和电路图

通路 断路

如图12.2-6，人们把正常接通的电路，即电器能够工作的电路叫做**通路**（图甲）；电路中如果某处断开，电路中就不会有电流流过，这种情况叫做**断路**（图乙）。

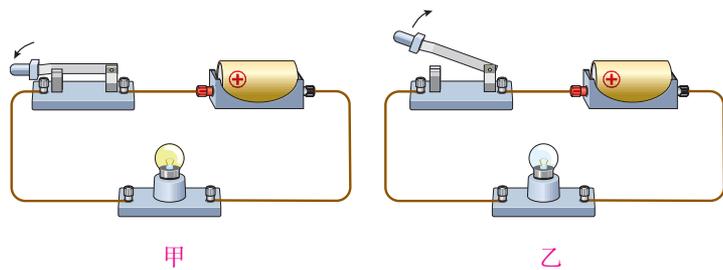


图12.2-6 通路和断路

通路



(一) 双手食指横伸，指尖相对，从两侧向中间交错移动。

(二) 双手侧立，掌心相对，向前移动。

断路



(一) 双手食指横伸，指尖相对，同时向下一甩，表示某种物体折断、某种关系终止或解除的意思（可根据实际表示断的状态）。

(二) 双手侧立，掌心相对，向前移动。

动手动脑学物理

1. 电荷的定向移动形成_____。在物理学中规定，_____定向移动的方向为电流的方向。

2. 如图12.2-7，图甲是把电池和玩具电风扇连接起来的电路图。请在图乙中用

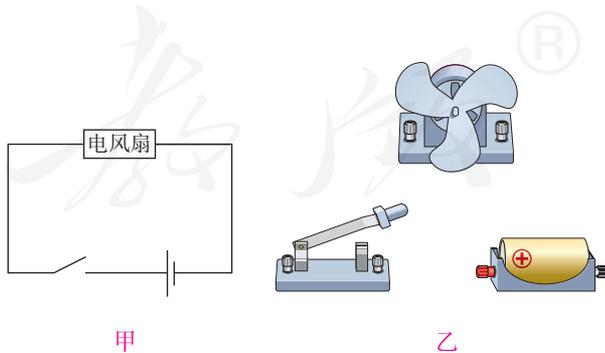


图12.2-7

笔画线表示导线，连接相应的电路。

3. 在图 12.2-8 中有闪光电子门铃、电源和开关，请用笔画线表示导线把它们连起来，使得门铃能够正常工作，并画出相应的电路图。闪光电子门铃可以用“电子门铃”这样的符号表示。

4. 观察图 12.2-9 所示的手电筒结构图。按下按键时，电路是怎样接通的？在图中画出电流流过的路径。另画出手电筒的电路图。

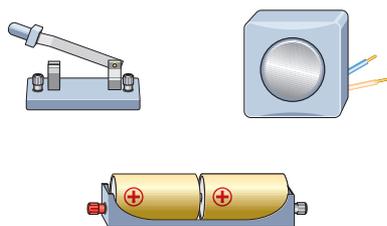


图12.2-8

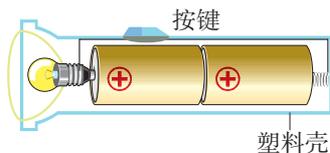


图12.2-9

5. 如图 12.2-10，闭合开关 S，形成_____路，电路中有_____流过，小电灯_____；断开开关 S，形成_____路，电路中没有_____，小电灯_____。

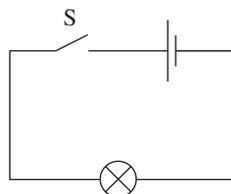


图12.2-10

人教版®

第3节 串联和并联

用一个电源、两个小灯泡、一个开关和一些导线组成电路，要想让两个小灯泡都发光，可以有几种接法？

串联电路和并联电路

像图 12.3-1 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。串联电路有什么特点呢？我们来观察下面的演示实验。

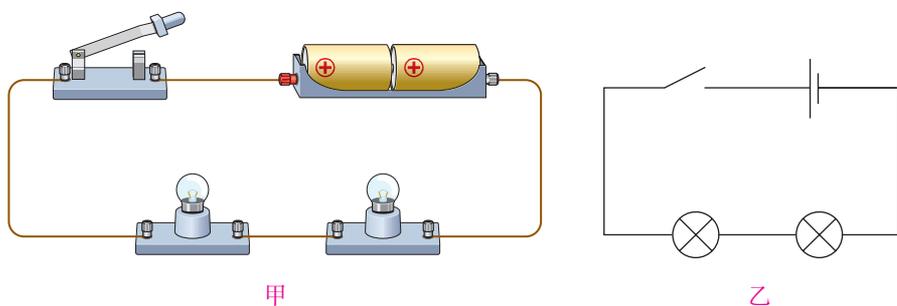
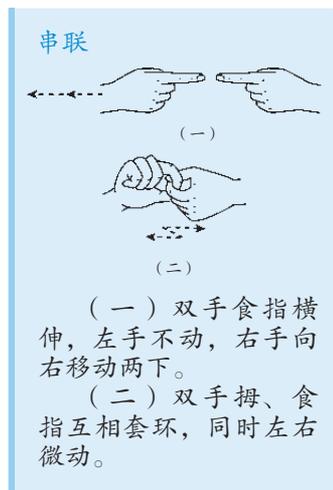


图12.3-1 两个小灯泡的串联



演示

串联电路的特点

按照图 12.3-1 那样连接电路。观察：

1. 闭合开关后，两个小灯泡都发光吗？
2. 断开开关后，两个小灯泡都熄灭吗？
3. 把开关接在串联电路的不同位置，开关对小灯泡的控制作用相同吗？

实验结果表明，在串联电路中，开关可以控制所有用电器，开关位置的改变并不影响它对用电器的控制作用。这是因为在串联电路中，电流只有一条通路，通过其中一个用电器的电流，同时也通过另一个用电器。当串联电路某处断开时，整个电路中就没有电流了。

像图 12.3-2 那样，两个小灯泡的两端分别连在一起，然后接到电路中，我们说这两个小灯泡是**并联**（parallel connection）的。并联电路中两个用电器共用的那部分电路叫干路，单独使用的那部分电路叫支路。并联电路有什么特点呢？我们来观察下面的演示实验。

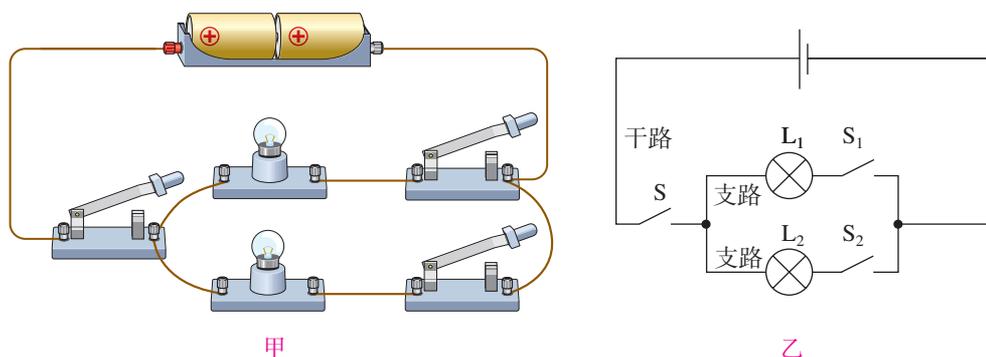
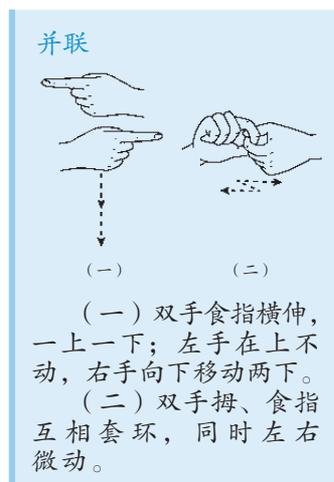


图12.3-2 两个小灯泡的并联

演示

并联电路的特点

按照图 12.3-2 那样连接电路。观察：

1. 闭合三个开关后，两个小灯泡都发光吗？
2. 断开开关 S_1 后，小灯泡 L_1 熄灭吗？ L_2 也熄灭吗？
3. 闭合开关 S_1 ，断开开关 S_2 后，小灯泡 L_2 熄灭吗？ L_1 也熄灭吗？
4. 闭合支路的开关 S_1 、 S_2 ，断开干路开关 S ，小灯泡 L_1 、 L_2 还亮吗？

实验结果表明，在并联电路中，每个支路中的开关只能控制它所在支路中的小灯泡，干路中的开关可以控制两个小灯泡。也就是说，支路开关只能

控制其所在支路的用电器，干路中的开关可以控制所有用电器。

实验

连接串联电路和并联电路

连接串联电路

1. 按照图 12.3-3 甲连接串联电路。检查电路连接无误后，闭合开关。
2. 再按照图 12.3-3 乙调整开关的位置，重新连接好电路。改变开关在电路中的位置后，观察开关控制两个小灯泡的情况是否有变化。
3. 用箭头在图 12.3-3 中标出电路闭合时电流的方向。

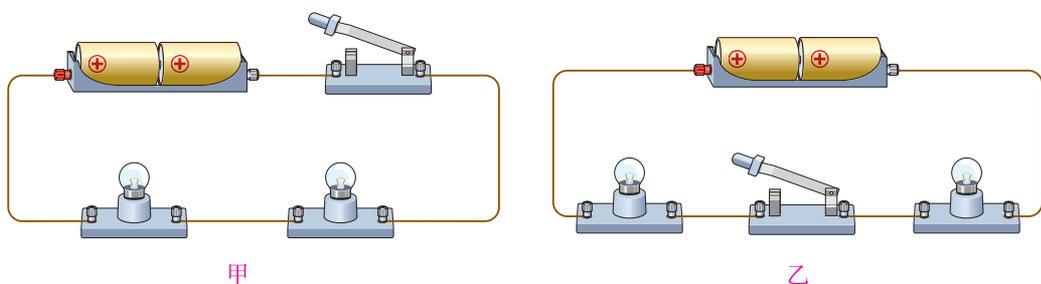


图12.3-3 研究串联电路中开关位置的影响

连接并联电路

1. 按照图 12.3-4 甲连接并联电路。检查电路连接无误后，闭合开关。
2. 观察各开关控制小灯泡的情况。例如，闭合干路开关（图 12.3-4 乙），依次断开两个支路开关等。
3. 用箭头在图 12.3-4 中标出电路闭合时电流的方向。

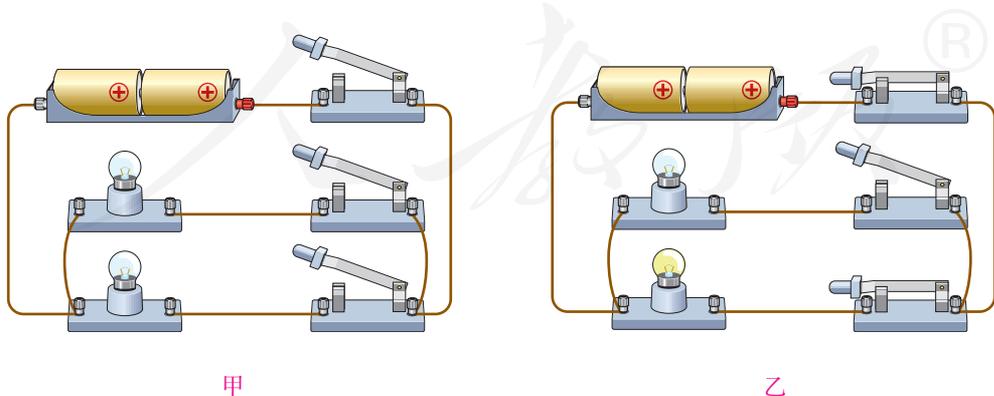


图12.3-4 研究并联电路中干路、支路开关的影响

生活中的电路

串联电路和并联电路都是最基本的电路，实际生活中的许多电路都是由最基本的电路组合而成的。家庭中的电灯、电吹风机、电冰箱、电视机、电脑等用电器大多是并联在电路中的。用来装饰居室、烘托欢乐气氛的彩色小灯泡，有些则是串联和并联组合而成的。

图12.3-5是一个简化了的玩具警车的电路图。学习了串联电路和并联电路的知识，你能看懂这个电路图吗？电路图中的小灯泡L与小电动机M是串联的还是并联的？

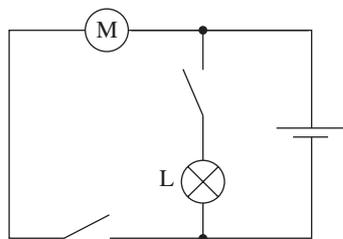


图12.3-5 玩具警车的电路图

动手动脑学物理

1. 教室里的几盏日光灯是串联的还是并联的？为什么？
2. 在串联电路中，开关可以控制_____（选填“所有”或“部分”）用电器，开关位置的改变_____（选填“会”或“不会”）影响它对用电器的控制作用。在并联电路中，干路开关_____（选填“可以”或“不可以”）控制所有用电器，支路开关只能控制其所在支路的用电器。
3. 如图12.3-6，按照图甲的电路图，用笔画线表示导线，把图乙中所示的实物连接起来，并用箭头在电路图中标出干路和两个支路在开关闭合时的电流方向。

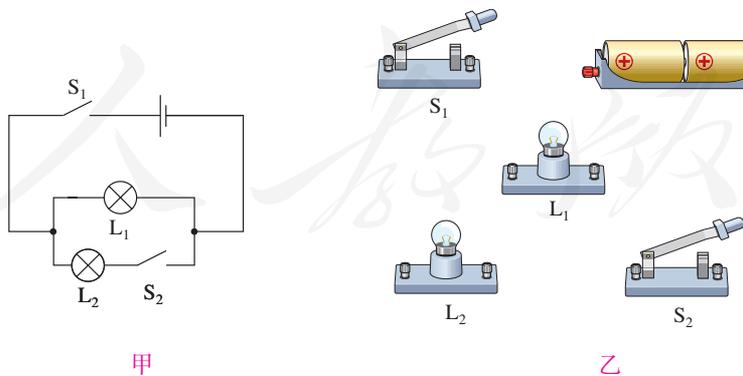


图12.3-6

第4节 电流的测量

想想做做

将同一个小灯泡分别接入如图 12.4-1 甲、乙所示的电路中，观察小灯泡的发光情况。它为什么不一样亮呢？

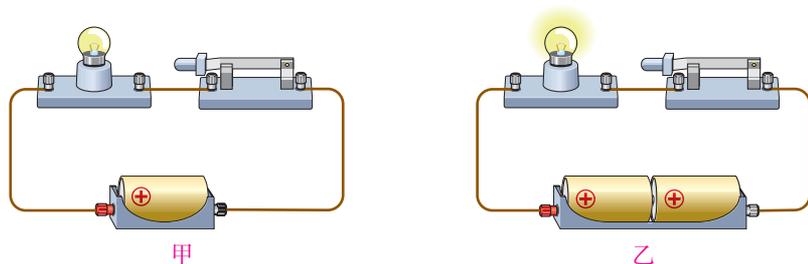


图12.4-1

实验结果表明，同一个小灯泡接在不同的电路中，明、暗不同，这是因为流过小灯泡的电流的强弱不同。

电流的强弱

表示电流强弱的物理量是**电流** (electric current)，通常用字母 I 表示，它的单位是**安培** (ampere)，简称**安**，符号是 A 。

有些设备中电流很小，这时我们常使用比安培小的单位**毫安** (mA)、**微安** (μA)。它们之间的关系是

$$1 A = 1\,000 mA = 10^3 mA$$

$$1 mA = 1\,000 \mu A = 10^3 \mu A$$

小资料

常见的电流

| | |
|-----------|----------------------|
| 助听器的电流 | 0.3~15 mA |
| 手电筒中的电流 | 约200 mA |
| 家庭节能灯中的电流 | 约0.1 A |
| 家用电冰箱的电流 | 约1 A |
| 家用空调器的电流 | 约5 A |
| 雷电电流 | 可达 $2 \times 10^5 A$ |

例如，维持电子表液晶显示器的工作，只需几微安的电流。

电流的测量

电路中的电流可以用电流表测量。图 12.4-2 是学生实验中常用的一种电流表。这种电流表一般有两个量程。当左端标有“-”号的接线柱和中间标有“0.6”的接线柱连入电路中时，表的量程为 0~0.6 A；当左端标有“-”号的接线柱和右端标有“3”的接线柱连入电路中时，表的量程为 0~3 A。

下面我们通过实验来学习怎样使用电流表测量电流。

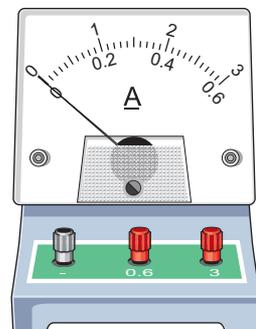


图12.4-2 电流表

实验

练习使用电流表

电流表的连接

1. 必须将电流表和被测的用电器串联（图 12.4-3 和图 12.4-4）。

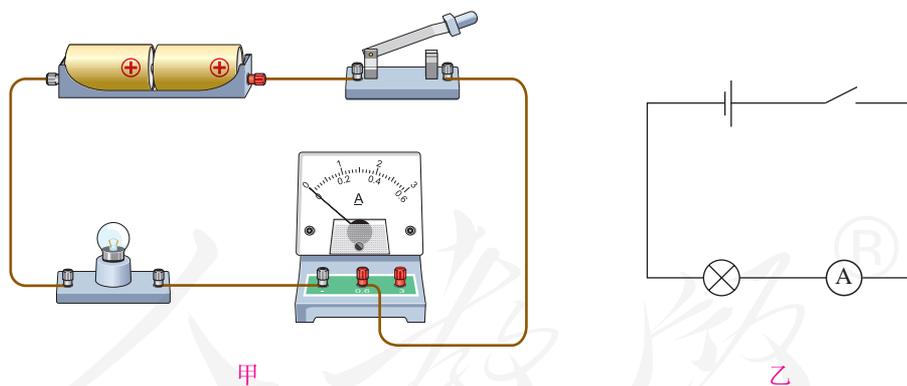
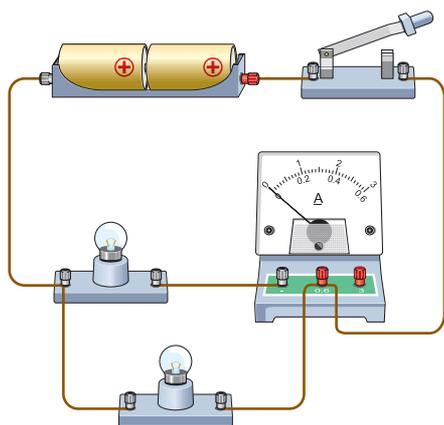


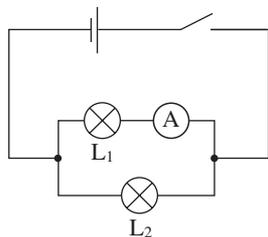
图12.4-3 测量小灯泡的电流

2. 电流表接线柱的接法要正确。

必须让电流从电流表的红色（或标识“+”号）接线柱流进，再从黑色（或标识“-”号）接线柱流出（图 12.4-3 和图 12.4-4）。否则，电流表指针反向偏转，无法读数，而且也容易损坏电流表。



甲



乙

图12.4.4 测量支路中小灯泡的电流

3. 必须正确选择电流表的量程。

如果被测电流超过电流表的最大测量值，就无法读数，而且也有可能损坏电流表，这时应该换用更大量程的电流表。

为避免电流过大损坏电流表，在不能事先估计电流的情况下，可以按照图12.4-5那样，迅速地闭合和开启开关进行“试触”，看看指针的偏转是否超出了电流表的最大测量值。如果超出了，就要换用量程更大的电流表。

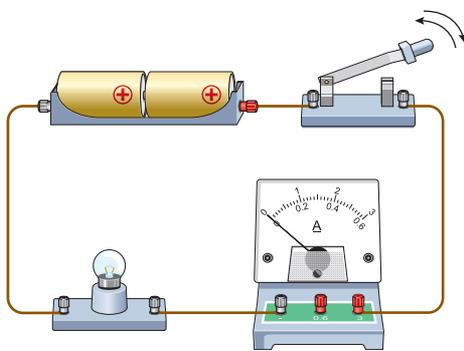


图12.4-5 试触

4. 不允许把电流表直接连到电源的两极。

不允许用导线将电流表直接与电源两极相连（图12.4-6），否则，电流表将被损坏。

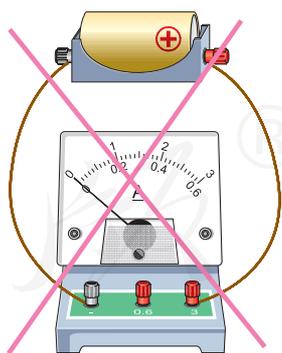


图12.4-6 不允许把电流表直接连到电源的两极！

电流表的读数

1. 确认电流表所选的量程。

将电流表0~0.6 A量程的两个接线柱接入电路时，按表盘下方刻度读数；将电流表0~3 A量程的两个接线柱接入电路

时，按表盘上方刻度读数。

2. 确定电流表的分度值。

电流表的分度值是指表盘一个小格所代表的电流大小。

表盘刻度分为3个大格，1个大格又分为10个小格（图12.4-7）。如果电流表的量程是0~3 A，则每个大格表示1 A，每个小格表示0.1 A；如果电流表的量程是0~0.6 A，则每个大格表示0.2 A，每个小格表示0.02 A。

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。

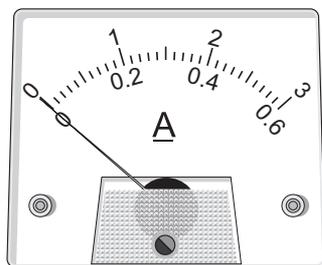


图12.4-7 表盘

学会正确使用电流表之后，我们就可以利用电流表来测量电路中的电流，进而研究串、并联电路中的电流规律。



演示

串、并联电路中电流的规律

1. 在图12.4-8所示的串联电路中，两个小灯泡 L_1 、 L_2 串联。用电流表测量流过 A 、 B 、 C 各点的电流。看看各点电流有什么关系？

在串联电路中，测得流过 A 、 B 、 C 各点的电流是____、____、____。

2. 在图12.4-9所示的并联电路中，两个小灯泡 L_1 、 L_2 并联。用电流表测量流过 A 、 B 、 C 各点的电流。看看干路中的电流与支路中的电流有什么关系？

在并联电路中，测得流过 A 、 B 、 C 各点的电流是____、____、____。

实验中，为减少电池损耗，读取电流表的示数后要尽快断开电路。

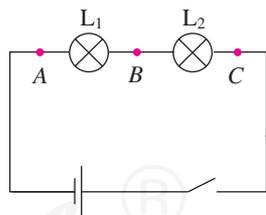


图12.4-8 串联电路中的电流

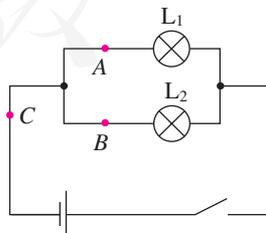


图12.4-9 并联电路中的电流

大量实验结果告诉我们：串联电路中电流处处相等；并联电路干路中的电流等于各支路中的电流之和。

科学世界



动手动脑学物理

1. 流过某手电筒小灯泡的电流大约是 0.25 A ，等于多少毫安？流过某人工耳蜗耳背式体外机的工作电流约 5 mA ，等于多少安？
2. 图 12.4-11 中电流表的读数各是多少安？

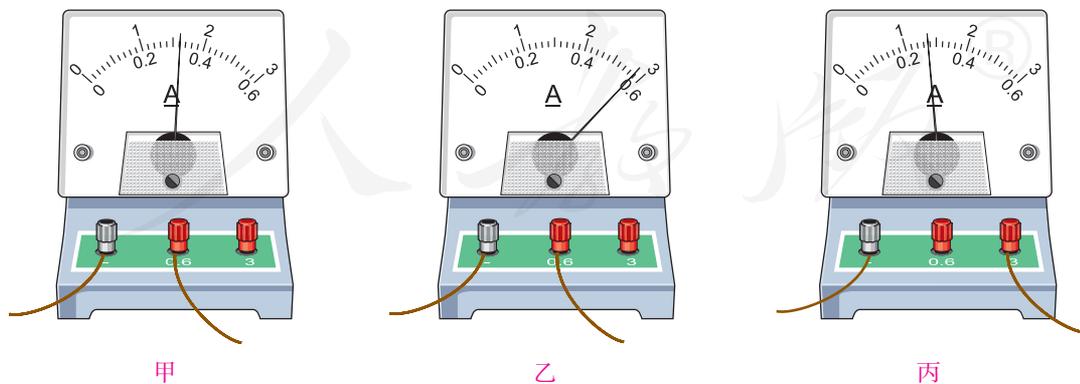
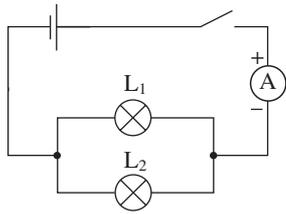
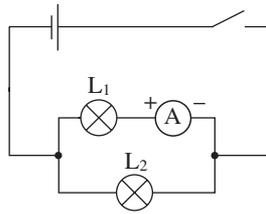


图12.4-11

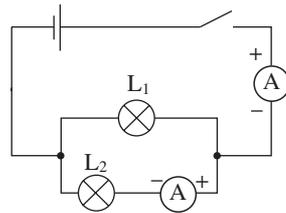
3. 在图 12.4-12 中, 能直接测量通过灯 L_1 电流的电路是 ()



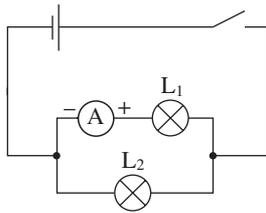
甲



乙



丙



丁

图12.4-12

4. 如图 12.4-13, 当开关闭合后, 电流表 A_1 的示数为 0.3 A, 通过小灯泡 L_1 的电流是多少安? 电流表 A_2 的示数是多少安?

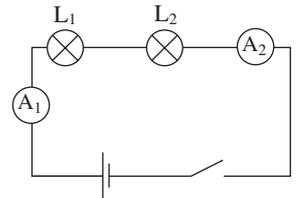
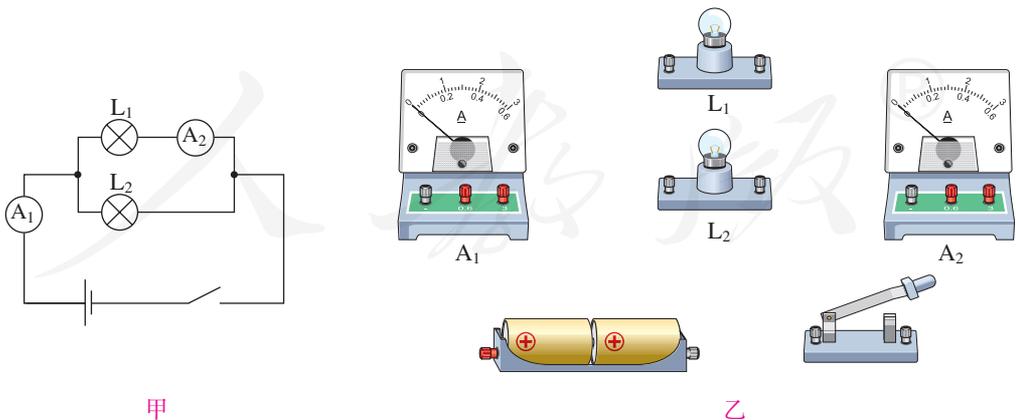


图12.4-13

5. 如图 12.4-14, 根据图甲所示的电路图, 在图乙的实物图上用笔画出连线。在闭合开关后, 如果电流表 A_1 的示数为 0.5 A, 电流表 A_2 的示数为 0.3 A, 则通过小灯泡 L_1 、 L_2 的电流分别是多少安?



甲

乙

图12.4-14



1. 摩擦起电 两种电荷

用摩擦的方法使物体带电，叫做摩擦起电。自然界只有正、负两种电荷。同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。电荷的多少叫做电荷量。电荷量的单位是库仑，简称库，符号是C。

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

容易导电的物体叫做导体，不容易导电的物体叫做绝缘体。金属中存在大量的自由电子，易于导电。

2. 电路 串联电路和并联电路

用导线把电源、用电器、开关连接起来，组成电流可以流过的路径叫做电路。电路图是用符号表示电路连接的图示。

两个或两个以上用电器顺次连接到电路中，这种连接方式叫做串联。两个或两个以上用电器并列连在一起再连接到电路中，这种连接方式叫做并联。

3. 电流 电流表的使用

电荷的定向移动形成电流。规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。电流是表示电流强弱的物理量，用 I 表示，单位是安培，简称安，符号是A。

电流表应该与被测用电器串联；使电流从正接线柱流入，从负接线柱流出；被测电流不得超过电流表的最大测量值（量程）；不允许把电流表直接接到电源的两极。

4. 串、并联电路中的电流规律

串联电路中的电流处处相等。

并联电路干路中的电流等于各支路中的电流之和。

人教版®

第十三章 电压 电阻

一道电光像把利刃刺破了黑色的天幕，大地也被闪电照得通亮。紧接着，震耳欲聋的巨雷在耳边炸响……

自然界真是奇妙无穷。你想知道雷电有多么强大吗？雷电的电压能达到多高？雷电和家里用的电在本质上一样吗？让我们一起探索这些有趣的问题吧！



第1节 电压

酸甜多汁的水果不仅可以为我们的身体提供能量，还可以发电呢！几只水果提供的电力足以点亮一排发光二极管！水果在这里扮演了“电源”的角色（图13.1-1）。



图13.1-1 水果电源

电压

电源的作用就是给用电器两端提供电压。电压一词听起来并不陌生。例如，一节干电池的电压大约是1.5伏；为我们家里用的电灯、电视机供电的电压是220伏；输电用的高压电线的电压可达1万伏、10万伏甚至更高；起电机两个放电球之间的电压要高达几万伏，甚至几百万伏（图13.1-2）。

要让一段电路中有电流，它的两端就要有电压（voltage）。通常用字母 U 表示电压，它的单位是伏特（volt），简称伏，符号是V。

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。它们的换算关系是

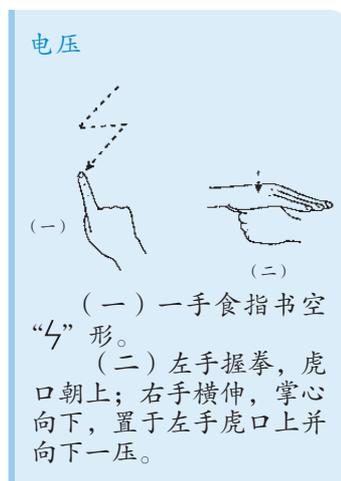


图13.1-2 起电机的高压放电

$$1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V} = 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 1\,000 \text{ mV} = 10^3 \text{ mV}$$

有一种鱼——电鳐（图13.1-3），可以产生200 V左右的电压，用来自卫。

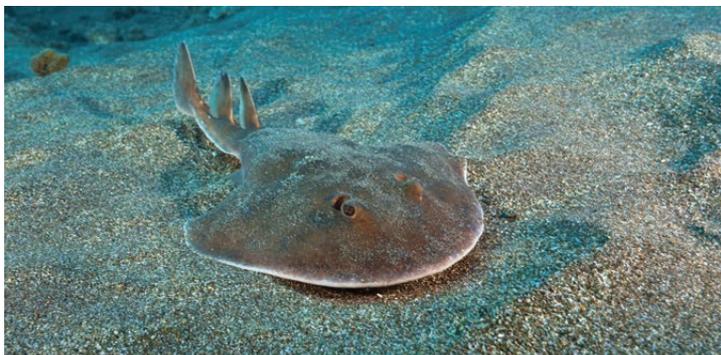


图13.1-3 电鳐

小资料



常见的电压/V

| | | | |
|------------|-------------|--------|-----------|
| 人体生物电 | 约 10^{-3} | 手机电池 | 3.7 |
| 干电池 | 1.5 | 家庭电路 | 220 |
| 电子手表用氧化银电池 | 1.5 | 无轨电车电源 | 550~600 |
| 铅蓄电池 | 2 | 闪电时云层间 | 可达 10^6 |

电压的测量

电压的高低可以用电压表测量。图13.1-4是学生实验中常用的一种电压表。该电压表有两个量程，当左端标有“-”号的接线柱和中间标有“3”的接线柱连入电路中时，表的量程为0~3 V；当左端标有“-”号的接线柱和右端标有“15”的接线柱连入电路中时，表的量程为0~15 V。

下面我们通过实验来学习电压表的使用方法。

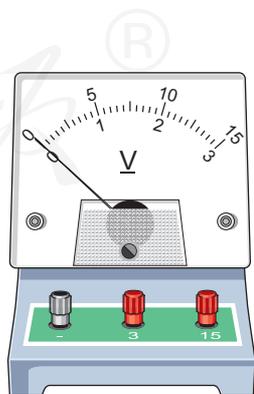


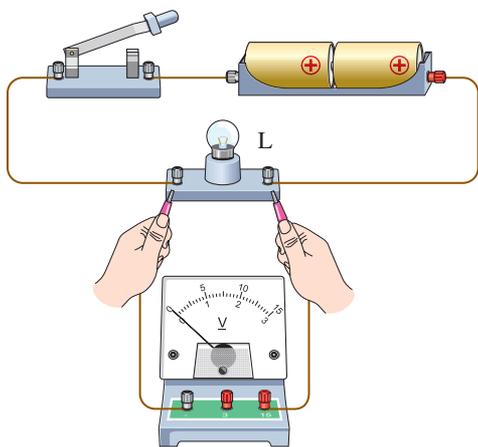
图13.1-4 电压表



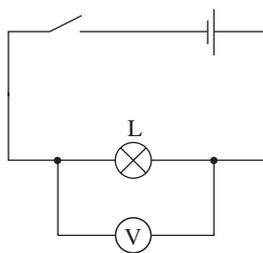
练习使用电压表

电压表的连接

1. 电压表应该跟被测用电器并联（图 13.1-5 和图 13.1-6）。

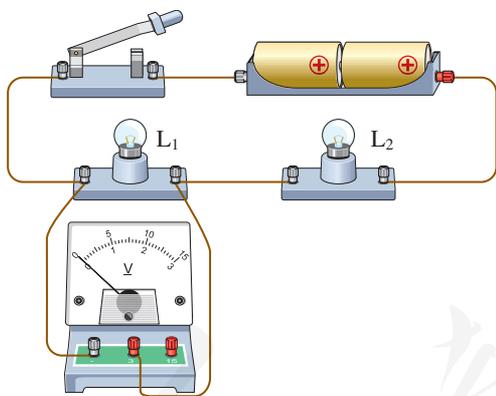


甲

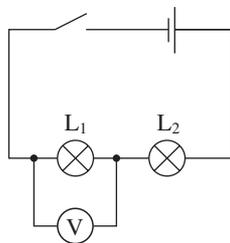


乙

图13.1-5 测量小灯泡L两端的电压



甲



乙

图13.1-6 测量小灯泡L₁两端的电压

2. 电压表接线柱的接法要正确。

必须让电流从电压表的红色（或标识“+”号）接线柱流进，再从黑色（或标识“-”号）接线柱流出（图 13.1-5 和图 13.1-6）。

3. 必须正确选择电压表的量程。

如果被测电压超过电压表的最大测量值，就无法读数，而且也有可能损坏

电压表，这时应该换用更大量程的电压表。

为避免电压过高损坏电压表，在不能事先估计电压的情况下，可以先闭合开关然后迅速断开，试触看看在开关闭合的瞬间指针的偏转是否超出了电压表的最大测量值。如果超出了，就要换用量程更大的电压表。

电压表的读数

1. 确认电压表所选的量程。

将电压表0~3 V量程的两个接线柱接入电路时，按表盘下方刻度读数；将电压表0~15 V量程的两个接线柱接入电路时，按表盘上方刻度读数。

2. 确定电压表的分度值。

电压表的分度值是指表盘的一个小格所代表的电压大小。

表盘刻度分为3个大格，1个大格又分为10个小格（图13.1-7）。如果电压表的量程是0~3 V，则每个大格表示1 V，每个小格表示0.1 V；如果电压表的量程是0~15 V，则每个大格表示5 V，每个小格表示0.5 V。

接通电路后，看看表针向右总共偏过了多少个小格，这样就能知道电压是多少了。

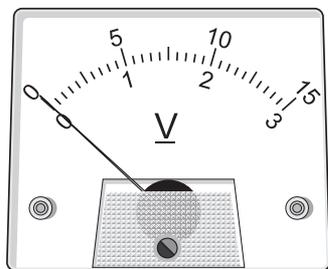


图13.1-7 表盘

电压的测量

练习用电压表测量1号、2号和7号电池两端的电压。

动手动脑学物理

1. 一节干电池的电压是_____ V；一节铅蓄电池的电压是_____ V；我国家庭电路的电压是_____ V。

2. 电压表要_____联在被测电路中，接入电路中时，应选用_____量程进行试触。若电压表示数小于_____时，再改用电压表的_____量程。测电压时，如果表的指针向左偏转，说明是_____造成的。

3. 在图13.1-8中，请用笔画线表示导线来连接实物图，使小灯泡能够发光并且电压

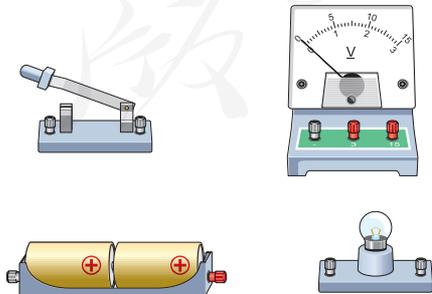


图13.1-8

表能够测出灯泡两端的电压（估计在2~3 V）。

4. 如图 13.1-9，把电压表分别接入电路时，图甲应该看表盘上的_____量程，指针指示的电压值是_____V；图乙应该看表盘上的_____量程，指针指示的电压值是_____V。

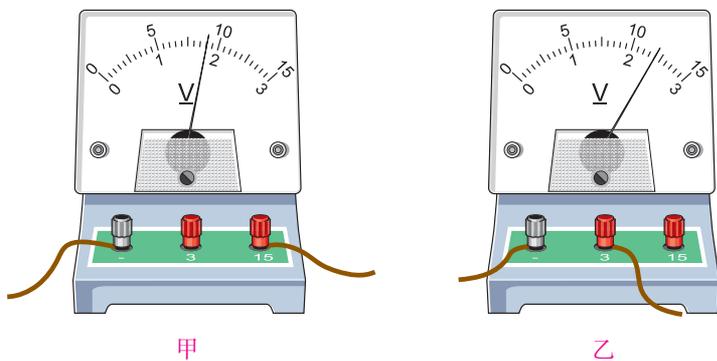


图13.1-9

5. 画出图 13.1-10 电路的电路图，并在所画的图中标出电压表的+、-接线柱。

6. 自制水果电池。取一个橙子，把铜片、铁片插入其中，就制成了一个水果电池。用电压表测量铜片与铁片之间的电压，并指出它们中哪一个是正极、哪一个是负极。用其他水果或者蔬菜再试一试。

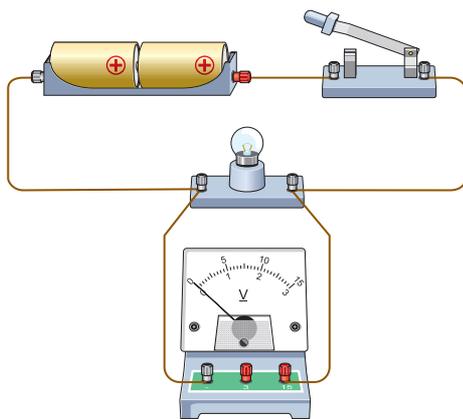


图13.1-10

第2节 串、并联电路中 电压的规律

节日小彩灯通常由电压为220 V 的电源供电，它们常常既有串联又有并联，你想知道其中的道理吗？这就需要我们研究串、并联电路中电压的规律。

串联电路中电压的规律

在只有一个小灯泡的电路中，灯泡两端的电压与电源两端电压是相等的。在两个或两个以上用电器组成的串联电路中，各用电器两端的电压与电源两端电压又有什么关系呢？下面我们通过实验找出它们之间的关系。

实验

串联电路中用电器两端的电压与电源两端电压的关系

如果能测出图 13.2-1 中 A 与 B 、 B 与 C 以及 A 与 C 之间的电压，就可以找出串联电路中各用电器两端的电压与电源两端电压的关系。

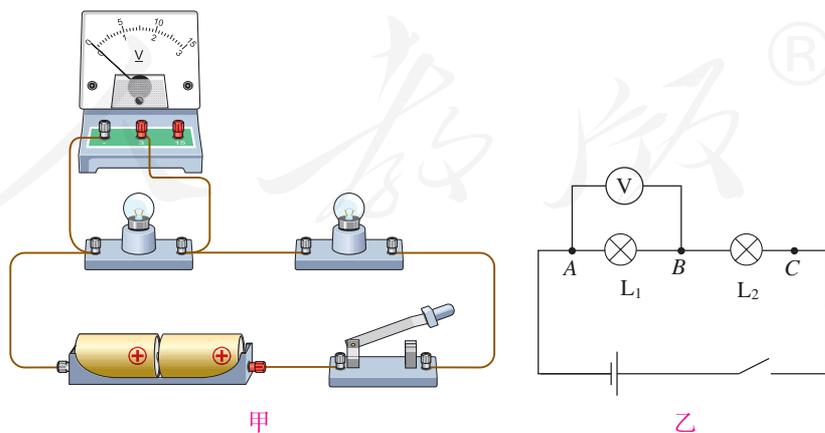


图 13.2-1 测量串联电路中各用电器两端的电压和电源两端电压

1. 选用不同规格的小灯泡 L_1 、 L_2 ，按照图 13.2-1 所示的电路图连接电路。
2. 根据电源电压选择电压表的量程。
3. 将电压表的两端分别连到 A 与 B 、 B 与 C 、 A 与 C 位置，测量电压 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{AC} ，并把测量数据记录在下面的表格中。
4. 改变两个小灯泡的规格，重做上述实验。

| | 电压 U_{AB}/V | 电压 U_{BC}/V | 电压 U_{AC}/V |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|
| 灯泡 L_1 、 L_2 串联 | | | |
| | | | |

尝试用自己的语言描述串联电路的电压规律。

在串联电路中，各用电器两端的电压与电源两端电压的关系是：_____。



想想做做

生活中常常把一节电池的负极和另一节电池的正极连在一起组成电池组。用这样的办法可以把两节、三节或更多的电池串联起来使用（图 13.2-2）。

分别测量每节电池两端的电压，然后测量这个电池组两端的电压。它们之间有什么关系？

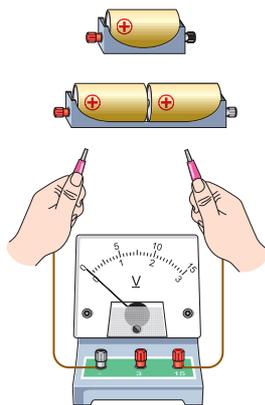


图 13.2-2 电池与电池组

实验结果表明，串联电池组两端的电压等于每节电池两端电压之和。

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？下面我们通过实验找出它们之间的关系。

实验

并联电路中各支路用电器两端的电压与电源两端电压的关系

如果能分别测出图 13.2-3 中小灯泡 L_1 、 L_2 两端的电压及电源两端电压，就可以找出并联电路中各支路用电器两端的电压与电源两端电压的关系。

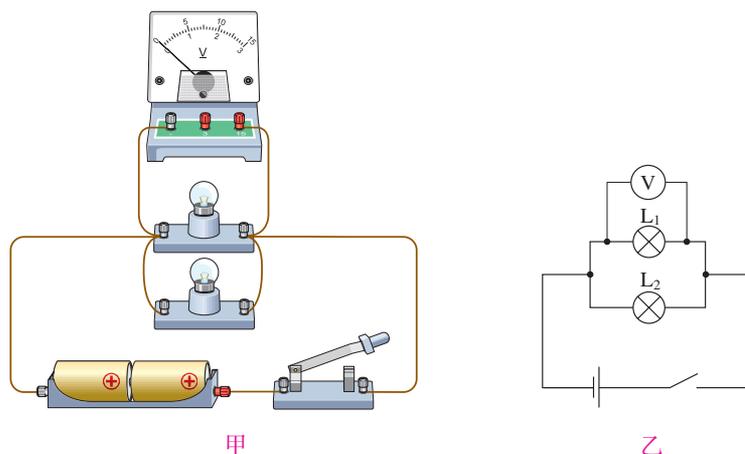


图 13.2-3 测量并联电路中各支路用电器两端的电压和电源两端电压

1. 按照图 13.2-3 所示的电路图连接电路。
2. 根据电源电压选择电压表的量程。
3. 将电压表的两端分别连到各支路小灯泡 L_1 、 L_2 的两端和电源的两端，测量电压，并把测量数据记录在下面的表格中。
4. 改变两个小灯泡的规格，重做上述实验。

| | L_1 两端电压/V | L_2 两端电压/V | 电源两端电压/V |
|---------------------|--------------|--------------|----------|
| 灯泡 L_1 、 L_2 并联 | | | |
| | | | |

尝试用自己的语言描述并联电路的电压规律。

在并联电路中，各支路用电器两端的电压与电源两端电压的关系是：_____。

1. 一个用电器工作时，要求用4节干电池串联做电源，4节干电池串联的电压是____V；如果是用铅蓄电池做电源，需要用____个串联起来。

2. 按照图13.2-4甲所示的电路图，用笔画线表示导线，将图13.2-4乙中的各元件连接起来。

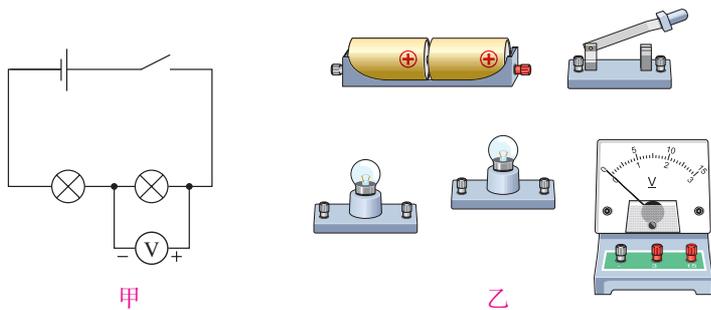


图13.2-4

3. 如图13.2-5，在研究“并联电路电压的关系”时，要用电压表测量并联电路的总电压，用笔画线表示导线，将电路连接起来。

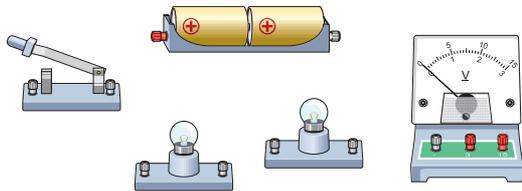


图13.2-5

4. 在图13.2-6甲所示的电路中，小灯泡 L_1 、 L_2 ____联。闭合开关后电压表 V_1 的示数为2.5V， V_2 的示数应为____V， V 的示数应为____V。

在图13.2-6乙所示的电路中，小灯泡 L_1 、 L_2 ____联。闭合开关后电压表 V_1 的示数为2.5V， V_2 的示数为3.8V， V 的示数应为____V。

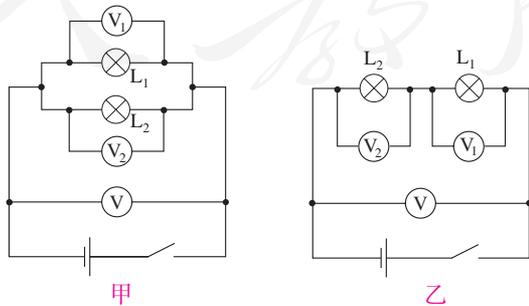


图13.2-6

第3节 电阻

导线多是用铜做的，特别重要的电气设备的导线还要用昂贵的银来做。铁也是导体，既多又便宜，想想看，为什么很少用它来做导线呢？

演示

比较小灯泡的亮度

如图 13.3-1，把长短、粗细相同的铜丝和镍铬合金（或锰铜）丝分别接入电路，闭合开关，观察电路中小灯泡的亮度。

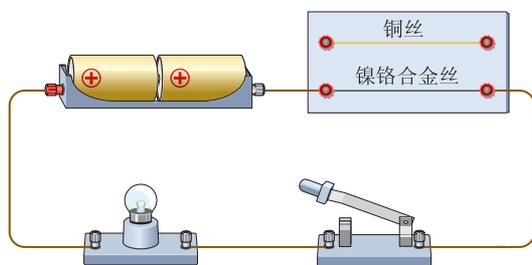


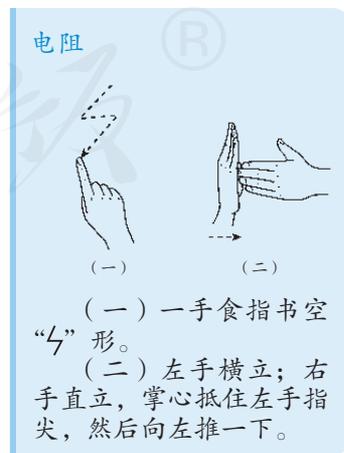
图 13.3-1 观察电路中小灯泡的亮度

实验结果表明，当把铜丝接入电路时，小灯泡较明亮；当把镍铬合金丝接入电路时，小灯泡较暗。由此可见，在相同的电压下，通过铜丝的电流比通过镍铬合金丝的电流大。那么，为什么会有这种差别呢？

导体虽然容易导电，但是对电流也有一定的阻碍作用。在相同电压下，通过铜丝的电流较大，表明铜丝对电流的阻碍作用较小；通过镍铬合金丝的电流较小，表明镍铬合金丝对电流的阻碍作用较大。

电阻

在物理学中，用**电阻**（resistance）来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。导体的电阻通常用字母 R 表示，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 ($M\Omega$)，它们的换算关系是

$$1 k\Omega = 1\,000 \Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 M\Omega = 1\,000\,000 \Omega = 10^6 \Omega$$

手电筒的小灯泡，灯丝的电阻为几欧到十几欧；日常用的电炉丝的电阻约为几欧；长 1 m、横截面积 1 mm^2 的家用铜导线，电阻约百分之几欧，通常可以略去不计。如果用铁来制作同样规格的导线，电阻比铜线的要高 6 倍左右，所以一般不用“铁导线”。

在电子技术中，我们经常要用到具有一定电阻值的元件——电阻器，也叫做定值电阻，简称电阻 (图 13.3-2)，在电路图中用符号 “ \square ” 表示。



图 13.3-2 常用的电阻器

影响电阻大小的因素

绝缘体对电流的阻碍作用大，导体对电流的阻碍作用小。天然橡胶棒的电阻，大约是相同粗细、长短铁棒的 2×10^{16} 倍！看来材料不同，阻碍作用不同。那么，在材料一定的情况下，电阻还与什么因素有关呢？下面我们通过实验进行研究。



演示

影响导体电阻大小的因素

1. 电阻的大小跟导线的长度有关

选用粗细相同、长度不同的两根镍铬合金丝，分别将它们接入电路中 (图 13.3-3)，观察电流表的示数。通过较长的镍铬合金丝的电流较小。

2. 电阻的大小跟导线的粗细有关

选用长度相同、横截面积不同的两根镍铬合金丝，分别将它们接入电路中

(图 13.3-4)，观察电流表的示数。通过较细的镍铬合金丝的电流较小。

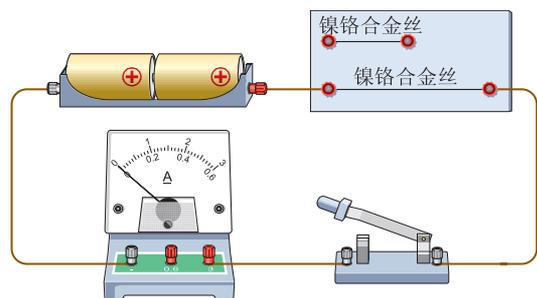


图13.3-3 电阻的大小跟导线长度的关系

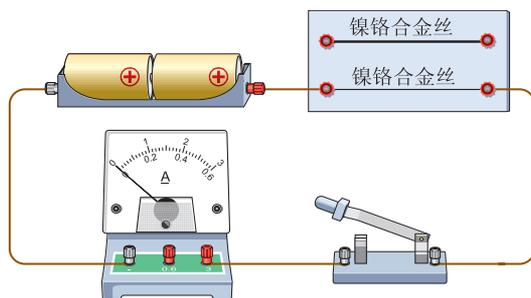


图13.3-4 电阻的大小跟导线粗细的关系

实验结果表明：导体的电阻跟它的长度有关，同种材料、横截面积相同的导体，长度越长，电阻越大；导体的电阻还跟它的横截面积有关，同种材料、长度相同的导体，横截面积越小，电阻越大。

导体的电阻是导体本身的一种性质，它的大小与导体的材料、长度和横截面积等因素有关。

小资料

在其他条件相同的情况下，电阻较小的材料导电性能较强；反之，电阻较大的材料导电性能较弱。图 13.3-5 展示的是不同材料在导电性能上的排序，从左至右，材料的导电性能依次减弱。



图13.3-5 材料的导电性能排序

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，锗、硅，导电性能介于导体和绝缘体之间，常常称做**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。

利用半导体材料可以制作二极管、三极管。如果把很多二极管、三极管和电阻、电容等元件直接做在硅单晶片上，就成了集成电路（俗称芯片）。集成电路是20世纪最重要的发明之一，现代的收音机、电视机、电话机、计算机，以及打电话用的IC卡、算账用的计算器，里面都有集成电路。没有半导体就没有我们今天的现代化生活。

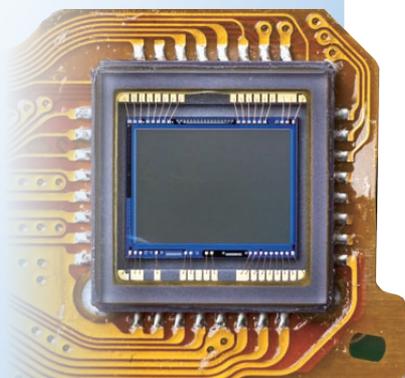


图 13.3-6 数码相机中的图像传感器是用半导体材料制成的

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，某些物质在很低的温度时，如铝在 $-271.76\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，铅在 $-265.95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，电阻就变成了0，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 100 K ($-173\text{ }^{\circ}\text{C}$)左右电阻就能降为0。

如果把超导现象应用于实际，会给人类带来很大的好处。在发电厂发电、输送电能等方面若能采用超导材料，就可以大大降低由于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，进一步实现电子设备的微型化。

动手动脑学物理

1. 电阻是导体本身的属性，与_____、_____和_____有关。
2. 电阻的单位有_____、_____、_____。 $24\ 000\ \Omega = \underline{\quad}\text{ k}\Omega = \underline{\quad}\text{ M}\Omega$ 。
3. 有两段导线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，哪段导线的电阻大？
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剩下的一半再拉长到1 m跟B相比，哪个电阻大？

第4节 变阻器

让灯泡的亮度发生变化可以有多种方法。例如，改变电池组中串联电池的节数会影响小灯泡的亮度。你有什么办法在不改变电源两端电压的情况下，逐渐改变小灯泡的亮度？



想想做做

选取一根自动铅笔芯，照图 13.4-1 连接电路。使铅笔芯一端的夹子固定，移动另一端的夹子，观察小灯泡的亮度。小灯泡的亮度怎样变化？为什么会这样变化？

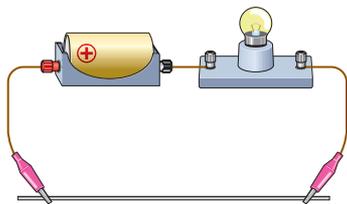


图 13.4-1 用铅笔芯控制小灯泡的亮度

在上面的实验中，随着夹子在铅笔芯上移动，小灯泡的亮度会发生连续变化，接入电路中的铅笔芯越短，电阻越小，小灯泡越亮。

变阻器

能改变接入电路中电阻大小的元件叫做变阻器。例如，图 13.4-2 是学生实验中常用的滑动变阻器。电阻丝外面涂着绝缘层，密绕在绝缘管上。图中电阻丝上水平方向的一条白线表示这里的绝缘层已经刮掉，电阻丝可以与滑片 P 相连，而它的两端连在 A、

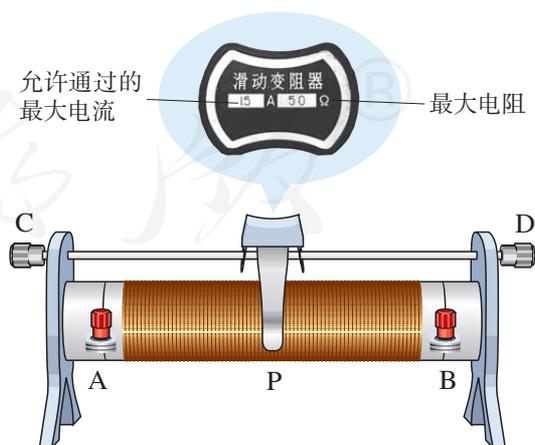


图 13.4-2 滑动变阻器

B两个接线柱上。滑片P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B、C)两个接线柱间电阻丝的长度不一样，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。



实验

练习使用滑动变阻器

1. 观察滑动变阻器的结构

为什么与滑片接触处的电阻丝的绝缘层被刮去？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？移动滑片时，哪两个接线柱之间的电阻随着改变？向哪个方向移动时电阻变大？

2. 连接滑动变阻器

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 13.4-3 连接电路，闭合开关，观察电路是否接通。

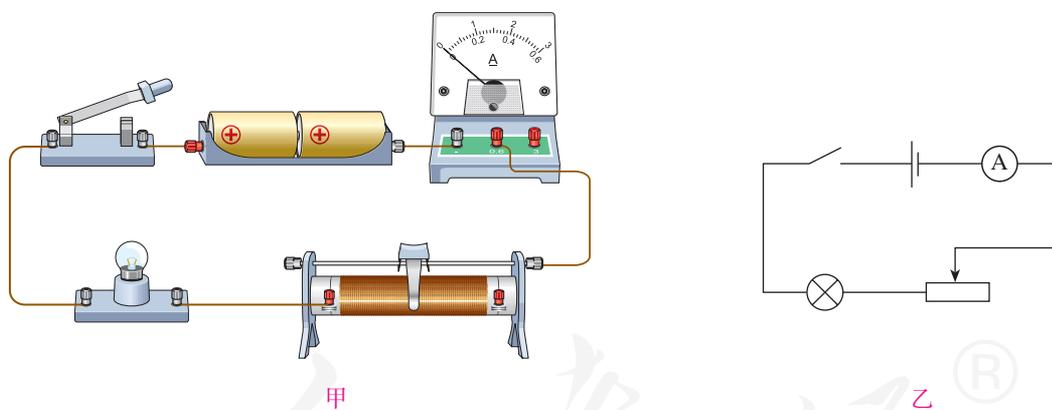


图 13.4-3 用变阻器改变电路中的电流

3. 用滑动变阻器改变小灯泡的亮度

若要使小灯泡由暗变亮，图 13.4-3 滑动变阻器的滑片应向哪个方向移动？尝试移动滑片，观察电流表的示数或小灯泡的亮度变化。

想一想，接通电路前应将滑片放到什么位置上？为什么？

在实验报告中写出选用的仪器、设计的电路、实验操作步骤及你对上面几

个问题的回答。实验过程中你又发现了哪些新问题？和同伴们交流。

4. 用滑动变阻器控制电阻两端的电压

按图 13.4-4 连接电路，其中 R 是定值电阻， R' 是滑动变阻器。

(1) 闭合开关 S ，调节滑动变阻器的滑片 P ，使 R 两端的电压成整数倍地变化，如 2V 、 4V 、 6V 等。

(2) 换用不同规格的定值电阻，使电阻成整数倍地变化，如 $5\ \Omega$ 、 $10\ \Omega$ 、 $15\ \Omega$ 等。闭合开关 S ，调节变阻器的滑片 P ，保持每次接入的定值电阻两端的电压不变。

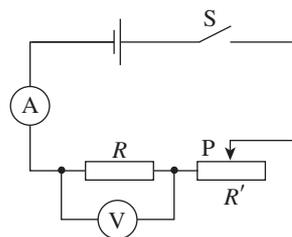


图 13.4-4 用变阻器控制电阻两端的电压

变阻器的应用

变阻器通常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，不能使变阻器通过的电流超过最大值，否则会烧坏变阻器。通常在使用前应将电阻调节到最大。

在电路中，变阻器的作用主要是通过调节其电阻值，改变电路中的电流。

滑动变阻器一般只在实验室中应用。有些家用电器音量调节的器件也是一种变阻器，通常称为电位器。图 13.4-5 是一种电位器的结构图。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，例如，可调亮度的电灯，可调温度的电热毯、电饭锅，等等。

除机械式电位器外，数字电位器被人们越来越广泛地使用。数字电位器是一种用数字信号控制阻值的器件(集成电路)。数字电位器可由程序控制来改变阻值，而且具有耐震动、噪声小、寿命长、抗环境污染等重要优点，因而，已在自动检测与控制、智能仪器仪表、消费类电子产品等许多重要领域得到应用(图 13.4-6)。



图 13.4-5 电位器



图 13.4-6 利用电位器调节耳机音量

1. 请用笔画线表示接线，连接图 13.4.7 的电路，使滑动变阻器能够控制灯泡的亮度。在你连的电路中，要使灯泡越来越亮，变阻器的滑片应该向哪个方向移动？

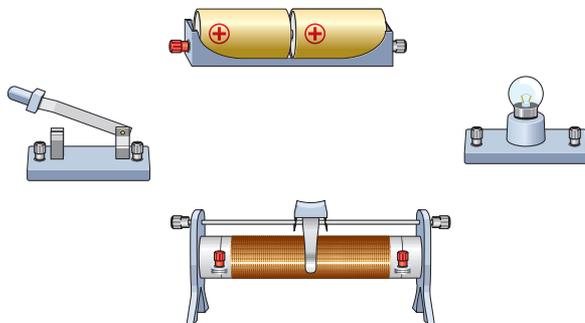


图 13.4.7

2. 图 13.4.8 是一位同学按照上题要求所连的电路。这个电路能不能满足题目的要求？为什么？按这个图进行操作时，实验现象是怎样的？

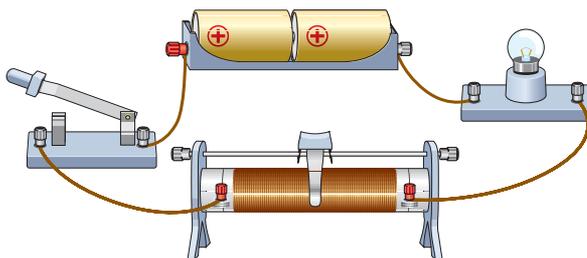


图 13.4.8

3. 图 13.4.9 是滑动变阻器的结构和连入电路的四个示意图。当滑片 P 向右滑动时，连入电路的电阻变小的是哪个？

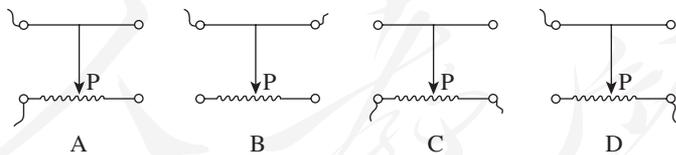


图 13.4.9



学到了什么

1. 电压 电压表的使用

电源给用电器两端提供电压。电压通常用字母 U 代表，单位是伏特，符号是 V 。

电压表与被测用电器并联，正、负接线柱的接法要正确（正接线柱靠近电源的正极，负接线柱靠近电源的负极），被测电压不能超过电压表的最大测量值。

2. 串、并联电路中电压的规律

串联电路中电源两端电压等于各用电器两端电压之和。

并联电路中电源两端电压与各支路用电器两端的电压相等。

3. 电阻 变阻器

电阻表示导体对电流阻碍作用的大小，通常用字母 R 代表，单位是欧姆，符号是 Ω 。导体的电阻是导体本身的一种性质，它的大小决定于导体的材料、长度和横截面积等。

变阻器是能改变接入电路中电阻大小的一种元件。

人教版®

第十四章 欧姆定律

夜幕下，彩灯勾画出古镇建筑的轮廓。电灯发光时，电流在电路中静静地“流淌”。你是否想过，电流的流动遵循怎样的规律？电流、电压和电阻各自扮演着什么样的角色？它们之间的关系又如何呢？现在就让我们来探究其中的奥秘吧。



第1节 电流与电压和电阻的关系

电压是产生电流的原因，由此可以想到：电压越高，可能电流越大。电阻表示导体对电流的阻碍作用，由此也可以想到：电阻越大，电流会越小。

那么，流过导体的电流与导体的电阻以及加在它两端的电压，会存在怎样的定量关系呢？下面让我们通过实验研究这个关系。

电流与电压的关系

保持导体的电阻不变，研究流过导体的电流与导体两端电压的关系。

实验

探究电流与电压的关系

要想研究通过电阻的电流怎样随着电阻两端电压的改变而变化，首先需要明确：怎样测量通过电阻的电流 I ？怎样测量电阻两端的电压 U ？其次需要确定改变电阻两端电压的方法。

方法1 通过改变电池组中串联电池的节数来改变电阻两端的电压

1. 用电流表测量通过电阻的电流 I ；
用电压表测量电阻两端的电压 U 。

按图14.1-1那样，把一节干电池和一个定值电阻 R （如 $R=15\ \Omega$ ）以及电压表、电流表、开关连接起来，组成电路。闭合开关，记下这时电阻两端的电压值和通过电阻的电流值，并

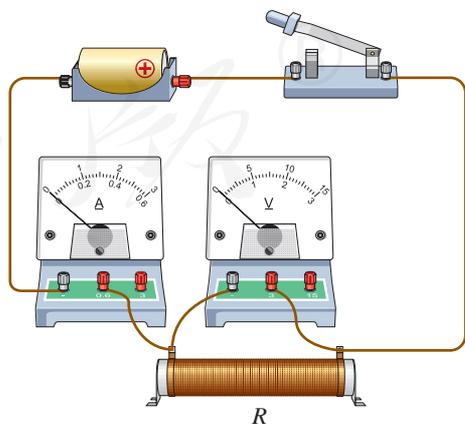


图14.1-1

填写在下面的表格中。

2. 把上面实验中一节干电池分别换成两节、三节、四节串联的电池组，注意电压表和电流表量程的选用，重复上述实验。

表1 电阻 $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$

| | | | | |
|----------|--|--|--|--|
| 电压 U/V | | | | |
| 电流 I/A | | | | |

方法2 通过滑动变阻器来改变电阻两端的电压

1. 按图 14.1-2 连接电路，其中 R 是定值电阻（如 $R = 5 \Omega$ ）， R' 是滑动变阻器。上一章我们已经学过了用滑动变阻器控制电阻两端电压的方法。闭合开关 S ，调节滑动变阻器的滑片 P ，使电阻 R 两端的电压为某一适当值（如 $U = 0.2 \text{ V}$ ），记下这时电阻两端的电压值和通过电阻的电流值，并填写在下面的表格中。

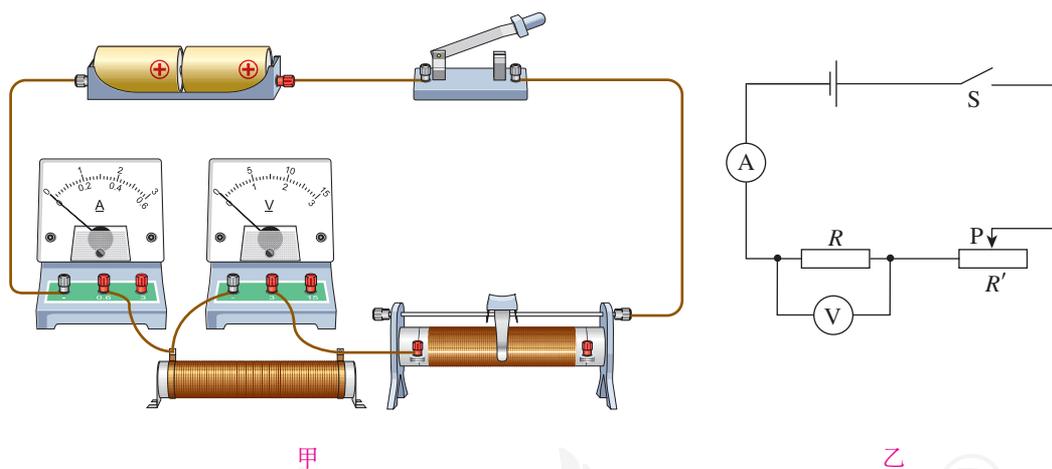


图 14.1-2

2. 调节上面实验中的滑动变阻器的滑片 P ，使电阻 R 两端的电压成倍地改变（如分别变为 0.4 V 、 0.6 V 、 0.8 V 、 1 V ……），重复上述实验。

表2 电阻 $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$

| | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|
| 电压 U/V | | | | | |
| 电流 I/A | | | | | |

3. 分析数据时也可以采用画图像的方法。图像法有时会更直观地呈现出两个物理量间的变化关系。

请同学们根据表1或表2中的数据，在图14.1-3中画出各组数据对应的点，然后将各点平滑地连接起来，看看电阻一定时，电流与电压存在怎样的关系。

结论：在导体的电阻一定的情况下，通过导体的电流与导体两端的电压的关系是_____。

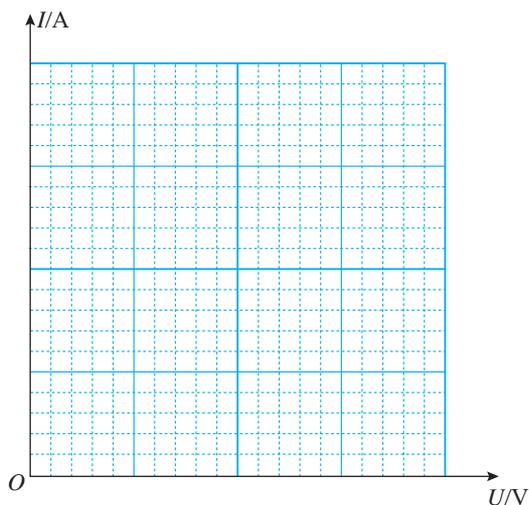


图14.1-3

电流与电阻的关系

保持加在导体两端的电压不变，研究流过导体的电流与导体的电阻的关系。



实验

探究电流与电阻的关系

要想研究通过电阻的电流怎样随着电阻的改变而变化，需要知道电阻的阻值和通过电阻的电流，还需要知道更换电阻后控制电阻两端电压不变的方法。

我们可以按图14.1-2进行实验，用滑动变阻器控制电阻两端电压，使其保持不变。

1. 按图14.1-2那样，把一个定值电阻 R （如 $R=5\ \Omega$ ）以及电压表、电流表、滑动变阻器和开关连接起来，组成电路。闭合开关 S ，调节滑动变阻器的滑片 P ，使电阻 R 两端的电压为适当值（如 $U=2\ V$ ）。记下这时的电阻值和通过电阻的电流值，并填写在下面的表格中。

2. 更换上面实验中的电阻 R （如分别换成电阻值为 $10\ \Omega$ 、 $15\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ ……的定值电阻），重复上述实验，通过调节滑动变阻器，保证电阻 R 两端的电压不变（仍为 $2\ V$ ）。

表3 电压 $U=$ _____ V

| | | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|
| 电阻 R / Ω | | | | | | |
| 电流 I / A | | | | | | |

结论：在导体两端电压一定的情况下，通过导体的电流与导体的电阻的关系是_____。

想想议议

利用“探究电流与电压的关系”的实验数据计算 $\frac{U}{I}$ ，并与电阻 R 比较，看看电阻 R 与 $\frac{U}{I}$ 有什么关系。

动手动脑学物理

1. 在探究电流与电压关系的实验中，保持_____不变，通过调节滑动变阻器来改变导体两端的电压，实验可知，通过导体的电流与导体两端的电压成_____；在探究电流与电阻关系的实验中，通过调节滑动变阻器保持_____不变，通过更换定值电阻来改变导体的电阻，实验可知，通过导体的电流与导体的电阻成_____。在实验中，连接电路前，开关应_____；滑动变阻器的滑片应放在_____处。

2. 如图 14.1-4，开关 S 闭合后，当滑动变阻器滑片 P 向右移动时，电流表的示数将_____。

3. 在探究电流与电压和电阻关系的实验中，图 14.1-5 给出了该实验所用的实验器材。

(1) 用笔画线表示导线，将图 14.1-5 中的器材按电路图 14.1-6 的要求连接起来，使线路完整，并使滑动变阻器的滑片在电阻最大处。

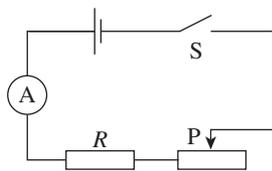


图 14.1-4

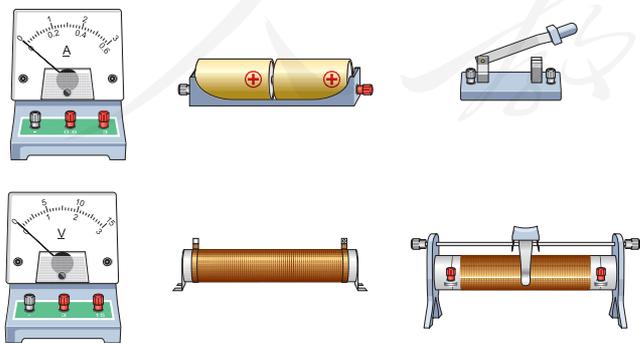


图 14.1-5

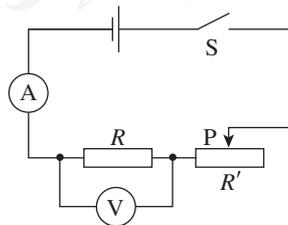


图 14.1-6

(2) 现将该次实验数据分别在表1、表2中列出。

表1 电阻 $R=20\ \Omega$

| | | | |
|----------|-----|-----|-----|
| 电压 U/V | 2 | 4 | 6 |
| 电流 I/A | 0.1 | 0.2 | 0.3 |

表2 电压 $U=3\ V$

| | | | |
|---------------|-----|-----|-----|
| 电阻 R/Ω | 5 | 10 | 15 |
| 电流 I/A | 0.6 | 0.3 | 0.2 |

①分析表1的数据，可得出结论：_____。

②分析表2的数据，可得出结论：_____。

人教版®

第2节 欧姆定律

由上节课的探究结果可以发现，通过导体的电流跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比。这是不是普遍规律呢？

欧姆定律

早在19世纪20年代，德国物理学家欧姆（Georg Simon Ohm, 1787—1854）就对电流跟电阻和电压之间的关系进行了大量的实验研究。当时，这个研究遇到很大的困难，其中对于电流的精确测量以及电源的稳定性等问题很难解决。为此，欧姆自己动手，反复、巧妙地设计和制造实验仪器，进行相关的实验，付出了十分艰辛的努力。

欧姆研究发现，对大多数金属导体而言，上面的规律是成立的，并进一步归纳得出了下面的欧姆定律（Ohm's law）。

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。

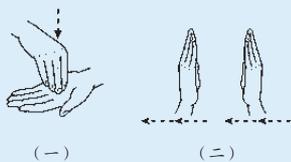
如果用 U 表示导体两端的电压， R 表示导体的电阻， I 表示导体中的电流，那么用公式表示就是

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

其中，电压 U 的单位为伏特（V），电阻 R 的单位为欧姆（ Ω ），电流 I 的单位为安培（A）。

科学研究之路是不平坦的。欧姆定律发表初期，一些人不能正确理解和评价这一发现，为此，

定律



（一）左手横伸；右手五指撮合，指尖朝下，按于左手掌心。

（二）双手直立，掌心相对，一顿一顿向一侧移动两下。



欧姆

欧姆的研究曾遭到物理学界的怀疑和批评。随着电学研究的不断进展，人们逐渐认识到欧姆定律的正确性和重要性，此后，物理学家们纷纷把欧姆定律运用到电学的实验和研究中。欧姆定律的发现在电学史上具有里程碑意义，1841年英国皇家学会授予欧姆科普利奖章。后来人们为了纪念欧姆对电学的贡献，将电阻的单位命名为欧姆，用符号“ Ω ”表示（图14.2-1）。



甲 通过实验寻找电流跟电阻和电压之间的关系。



乙 根据实验结果撰写论文。



丙 研究成果遭受质疑和评说。



丁 研究成果最终得到认可，荣获科普利奖章。

图14.2-1 欧姆的故事

欧姆定律的应用

对于一个导体，只要知道电流、电压、电阻中的两个量，就可以利用欧姆定律求出第三个量。

例题1 一辆汽车的车灯接在12 V电源两端，灯丝电阻为30 Ω，求通过灯丝的电流。

分析 解电学题目时，为了便于分析问题，最好先根据题意画出电路图（图14.2-2），并将已知量和未知量标注在电路图上。

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，可以求得通过灯丝的电流

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

通过灯丝的电流为0.4 A。

由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 可以看到，在电源电压 U 不变的情况下，可以通过改变电路中的电阻 R 来改变电流 I 。

例题2 如图14.2-3，闭合开关S后，电压表的示数为6 V，电流表的示数为0.3 A，求电阻 R 的阻值。

分析 根据电路图可知，电压表的示数为电阻 R 两端的电压，电流表的示数为通过电阻 R 的电流，因此，可以根据欧姆定律求解电阻 R 的阻值。

解 电阻 R 两端的电压 $U = 6\text{ V}$ ，通过电阻 R 的电流 $I = 0.3\text{ A}$ 。

根据欧姆定律可知

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6\text{ V}}{0.3\text{ A}} = 20\ \Omega$$

电阻 R 的阻值为20 Ω。

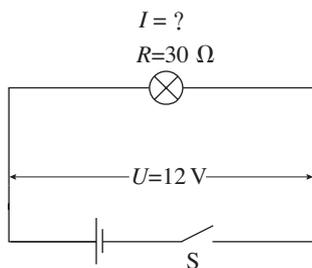


图14.2-2 车灯的电路图

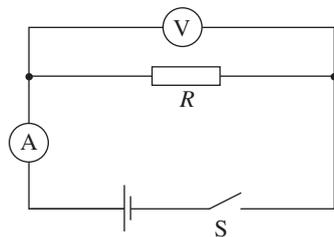


图14.2-3

电阻的测量

通过例题2可以看出，这是一种测量电阻的方法，即首先通过测量未知电阻两端的电压 U 和

通过该电阻的电流 I ，然后应用欧姆定律，算出电阻 R 的大小。这种测量电阻的方法叫做“伏安法”测电阻。为了减小误差，实际测量中要改变待测电阻两端的电压，多次测量电压及电流的值，根据每次电压及电流的值算出电阻，最后求出电阻的平均值。

演示

伏安法测电阻

在伏安法测电阻中，常采用滑动变阻器来改变待测电阻两端的电压。

1. 按图 14.2-4 连接电路。闭合开关 S ，调节滑动变阻器的滑片 P ，使电阻 R 两端的电压为 1 V 、 2 V 、 3 V 、 4 V 、 5 V ，分别记下电阻两端的电压值和通过电阻的电流值，并填写在下面的表格中。

2. 根据待测电阻的电压和电流数据，利用欧姆定律算出电阻值，填写在下面的表格中，并算出电阻的平均值。

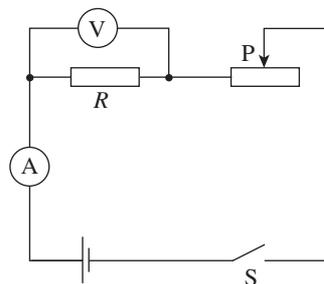


图 14.2-4 伏安法测电阻电路图

| | | | | | |
|------------------|--|--|--|--|--|
| 电压 U/V | | | | | |
| 电流 I/A | | | | | |
| 电阻 R/Ω | | | | | |
| 电阻平均值 R/Ω | | | | | |

电阻的测量方法还有很多。其中有一种比较简便的方法，是使用多用电表（图 14.2-5）欧姆挡直接进行电阻的测量。



图 14.2-5 多用电表

酒精浓度检测仪

根据世界卫生组织的统计, 50%~60%的交通事故与酒后驾驶有关。我国刑法规定, 从2011年5月1日起, 驾驶员醉酒后驾车要负刑事责任。目前, 世界大多数国家都采用呼气式酒精测试仪, 对驾驶员进行现场检测。

酒精浓度测试仪(图14.2-6)中装有酒精气体传感器。酒精气体传感器是一种气敏电阻, 它的阻值随酒精气体浓度的变化而变化, 从而引起电路中电流和电压的变化。驾驶员呼出的酒精气体浓度越大, 测试仪中电压表的示数也越大。



图14.2-6 酒精浓度检测仪

动手动脑学物理

1. 德国物理学家_____在19世纪经过大量实验得出: 通过导体中的电流与_____成正比, 与_____成反比, 这个规律叫做_____。用公式表示为_____。
2. 一个电熨斗的电阻是 $80\ \Omega$, 接在 $220\ \text{V}$ 的电压上, 流过它的电流是多少?
3. 一个定值电阻的阻值是 $10\ \Omega$, 使用时流过的电流是 $200\ \text{mA}$, 加在这个定值电阻两端的电压是多大?
4. 某小灯泡工作时两端的电压是 $2.5\ \text{V}$, 用电流表测得此时的电流是 $300\ \text{mA}$, 此灯泡工作时的电阻是多少? 给它加上 $3\ \text{V}$ 的电压时, 通过的电流是多大?
5. 某同学认为: “由 $I = \frac{U}{R}$ 变形可得 $R = \frac{U}{I}$, 而 $R = \frac{U}{I}$ 就表明, 导体的电阻 R 跟它两端的电压 U 成正比, 跟通过它的电流 I 成反比。”这种说法对吗? 为什么?

第3节 欧姆定律与安全用电

电给我们的生活带来了极大的便利，但不正确用电也会带来很大的危害，甚至会危及生命。所以，一定要学会安全用电，让电更好地为我们服务。

电压越高越危险

研究表明，电对人体造成的伤害程度与通过人体电流的大小及持续时间有关。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，加在人体两端的电压越高，通过人体的电流就越大，大到一定程度就有危险了。

你看到过“高压危险”的标志吗（图 14.3-1）？电压越高，对人身体的危险性越大。一节干电池的电压只有 1.5 V，对人不会造成伤害。家庭照明电路的电压是 220 V，一旦发生触电，很可能会有生命危险。高压输电线路的电压高达几万伏甚至几十万伏，如果靠得很近，也有致命的危险。



图 14.3-1 高压电很危险

电源短路

如果电路的情形如图 14.3-2 所示，灯泡的两端直接用导线连接起来，这样会出现什么后果？

在电路中，如果电流不流经用电器，用导线直接将电源的正、负极连接起来，这种情况叫做**短路**。

由于导线的电阻很小，根据欧姆定律可知，电源短路时电路上的电流会非常大。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。

小资料



在正常状态下的 稳态电压限值/V

| 环境状况 | 交流 | 直流 |
|------|----|----|
| 人体浸没 | 0 | 0 |
| 潮湿 | 15 | 35 |
| 干燥 | 33 | 70 |
| …… | | |

更为严重的是，因为电流太大，会使导线的温度升高，严重时有可能造成火灾。

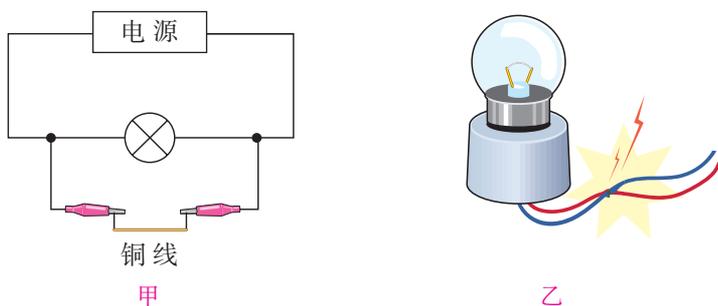


图14.3-2 电源短路

想想议议

你知道为什么不能用湿手或湿布接触开关和带电体吗（图14.3-3）？湿手或湿布中的水不是纯净水，可导电。请大家讨论一下，给出解释。

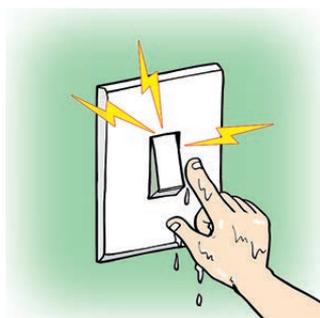


图14.3-3

欧姆定律告诉我们，导体中的电流大小跟导体的电阻成反比。在导体两端电压一定的条件下，导体的电阻越小，通过导体的电流就越大。不纯净的水可导电，用湿手或湿布接触开关和带电体极易造成电源短路事故，十分危险。

注意防雷

雷电是大气中一种剧烈的放电现象。云层之间、云层和大地之间的电压可达几百万伏至几亿伏，放电时的电流可达几万安至十几万安，产生很强的光和声。云层和大地之间的放电电流如果通过人体，能够立即致人死亡；如果通过树木、建筑物，巨大的热量和空气的振动都会使它们受到严重的破坏。日常生活中注意防雷非常重要。

高大建筑的顶端都有针状的金属物，通过很粗的金属线与大地相连（图14.3-4），可以防雷，叫做避雷针。高压输电线最上面的两条导线也是用来防雷的（图14.3-5）。



图14.3-4 避雷针



图14.3-5 高压输电铁塔最上面有两条防雷的导线



想想议议

为什么高层建筑物要用导电性能良好的金属做避雷针，而不能使用绝缘体？

STS 科学·技术·社会

雷电灾害及预防

自古以来，雷电灾害就时有发生。1988年6月14日，雷击引发美国黄石公园长达近三个月的森林火灾。发生在2007年5月大兴安岭的森林大火的“元凶”也是雷击。雷击伤人的事时有发生。

防雷的原理是为雷电提供一条低电阻的通道，或避免将自己连入闪电的通路中。

雷雨时，人在开阔地行走，要远离铁道、高压线。不要举着雨伞或肩扛长的金属物。最好找一个低洼处，双脚并拢蹲下，尽可能降低高度。不要在树下避雨。

(图 14.3-6)。在山区遇到雷雨时,最好进入山洞避雨,但不要触及洞壁,同时双脚并拢,避免接触电压和跨步电压之害。在山区旅游时,遇雷雨躲入旅游车厢内最安全,但进入车厢时不要接触金属部分。

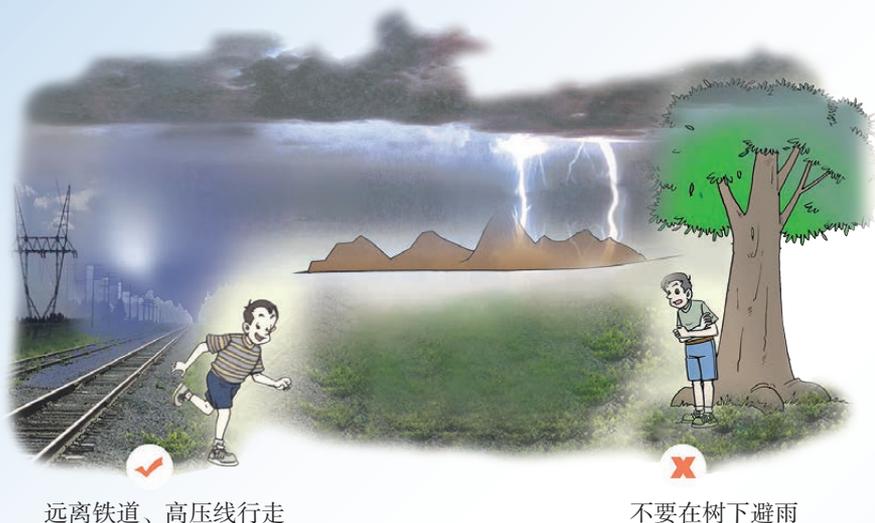


图14.3-6 雷电灾害及预防

动手动脑学物理

1. 观察街头高压装置和学校配电室是否安装了护栏等防护措施?是否设立了警示牌?如果有什么用电不安全因素,及时向有关部门提出建议。

2. 一只电流表的内部电阻为 $0.2\ \Omega$, 最大测量值是 $3\ \text{A}$, 若把它直接接在 $3\ \text{V}$ 的电源上, 求通过电流表的电流大小是多少安? 根据计算结果说明为什么实验中绝对不能将电流表直接接在电源的两极。

3. 查找资料, 列举古今中外由于雷击而造成人身伤亡和其他损失的典型事例, 分析产生的原因, 总结防雷的几条原则, 写出短文, 向同学们汇报。

4. 如图 14.3-7, 有一根导线接错而使电源被短路, 请把这根导线找出来, 在上面打一个“×”。

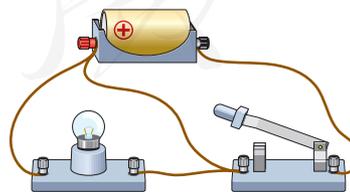


图14.3-7



学到了什么

1. 欧姆定律

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。用公式表示为

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

对于一个导体，只要知道电流、电压、电阻这三个物理量中的两个，就可以利用欧姆定律求出第三个量。

2. 电阻的测量

根据 $R = \frac{U}{I}$ 可知，通过测量电流和电压，就可以计算出电阻，这种测量电阻的方法叫做伏安法。

3. 短路

在电路中，如果电流不流经用电器，而是电源两极直接相连，我们就说电源短路了。

人教版®

后 记

本册教科书是人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心依据教育部《聋校义务教育物理课程标准》(2016年版),并以人民教育出版社出版的《义务教育教科书 物理 九年级 上册》(2013年第1版)为蓝本编写的,经国家基础教育课程教材专家工作委员会2019年审查通过。

本册教科书集中反映了特殊教育教科书研究与实验的成果,凝聚了参与课改实验的特殊教育专家、学科专家、教研人员以及一线教师的集体智慧。我们感谢所有对教科书的编写、出版提供过帮助与支持的同仁和社会各界朋友,以及整体设计艺术指导吕敬人等。本册教科书中“动手动脑学物理”栏目的执笔者还有史学军、张成玉老师,南京市聋人学校、青岛市中心聋校、无锡市特殊教育学校、北京市健翔学校、杭州文汇学校、成都市特殊教育学校、广州市启聪学校、重庆市聋哑学校、天津市聋人学校、深圳元平特殊教育学校、西安市第二聋哑学校、徐州市特殊教育学校、大连盲聋学校、烟台市特殊教育学校的师生给予本册教科书试教工作大力支持,在此一并感谢!

本册教科书出版之前,我们通过多种渠道与教科书选用作品(包括照片、画作)的作者进行了联系,得到了他们的大力支持。对此,我们表示衷心的感谢!但仍有部分作者未能取得联系,恳请入选作品的作者与我们联系,以便支付稿酬。

我们真诚地希望广大特殊教育的教师、学生及家长在使用本册教科书的过程中提出宝贵意见,并将这些意见和建议及时反馈给我们。让我们携起手来,共同完成聋校义务教育教材建设工作!

联系方式

电话:010-58758392

电子邮箱:liuhy@pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心

2019年5月



葺校义务教育实验教科书

物 理 九 年 级 上 册

封面说明：绚丽的花朵、四溢的花香引来了小鸟吸食花蜜，花香是如何传播的呢？



人 教 版[®]



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-33589-1



9 787107 335891 >

定价： 元