义务教育教科书

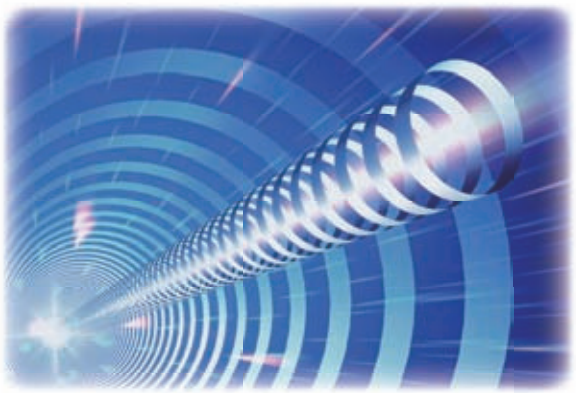
WU LI

物 理

九年级 全一册

主　　编　闫金铎
执行主编　苏明义
副 主 编　王杏村　邓丽平

供学习用



北京师范大学出版社
·北京·

微信公众号：电子课本大全

基础教育教材网址 http://www.100875.com.cn

绿色印刷　保护环境　爱护健康

亲爱的同学们：

你们手中的这本教科书采用绿色印刷标准印制，在它的封底印有“绿色印刷产品”标志。从2013年秋季学期起，北京地区出版并使用的义务教育阶段中小学教科书全部采用绿色印刷。

按照国家环境标准（HJ2503-2011）《环境标志产品技术要求 印刷 第一部分：平版印刷》，绿色印刷选用环保型纸张、油墨、胶水等原辅材料，生产过程注重节能减排，印刷产品符合人体健康要求。

让我们携起手来，支持绿色印刷，选择绿色印刷产品，共同关爱环境，一起健康成长！

北京市绿色印刷工程

供学习用

出版发行：北京师范大学出版社 www.bnupg.com
北京新街口外大街19号
邮政编码：100875
印　　刷：中青印刷厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：787 mm × 1092 mm　1/16
印　　张：14
字　　数：300千字
版　　次：2013年7月第1版
印　　次：2019年7月第7次印刷
定　　价：
ISBN 978-7-303-16126-3

责任编辑：邓丽平　谢万媛　　装帧设计：王　蕊
责任校对：段立超　陈　民　　责任印制：孙文凯　窦春香

版权所有　侵权必究
反盗版、侵权举报电话：010-58800697
北京读者服务部电话：010-58808104
外埠邮购电话：010-58808083
如发现印装质量问题，影响阅读，请与印制管理部联系调换
印制管理部电话：010-58800825　010-58808061

微信公众号：电子课本大全

目 录 MULU



第十章　机械能、内能及其转化

一、机械能 …… 2
二、内能 …… 8
三、探究——物质的比热容 …… 15
四、热机 …… 20
五、火箭 …… 25
六、燃料的利用和环境保护 …… 28

供学习用

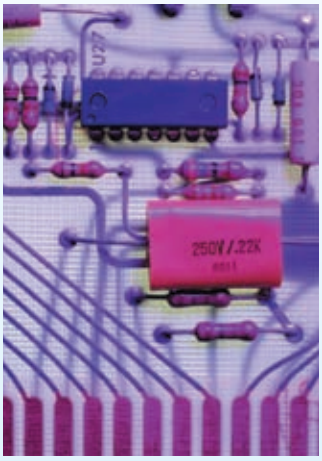
物理学使生活更美好——电与磁



第十一章　简单电路

一、认识电路 …… 34
二、学生实验：组装电路 …… 40
三、电荷 …… 45
四、电流 …… 52
五、电压 …… 59
六、不同物质的导电性能 …… 66
七、探究——影响导体电阻大小的因素 …… 72
八、变阻器 …… 78

微信公众号：电子课本大全



第十二章　欧姆定律

一、学生实验：探究——电流与电压、电阻的关系 …… 84
二、根据欧姆定律测量导体的电阻 …… 90
*三、串、并联电路中的电阻关系 …… 93
四、欧姆定律的应用 …… 97

第十三章　电功和电功率

一、电能和电功 …… 101
二、电功率 …… 108
三、学生实验：探究——小灯泡的电功率 …… 113
四、电流的热效应 …… 119
五、家庭电路 …… 124
六、安全用电 …… 129



供学习用



第十四章　磁现象

一、简单磁现象 …… 136
二、磁场 …… 140
三、电流的磁场 …… 145
四、电磁铁及其应用 …… 149
五、磁场对通电导线的作用力 …… 156
六、直流电动机 …… 159
七、学生实验：探究——产生感应电流的条件 …… 163

微信公众号：电子课本大全

永恒的探索——信息、粒子、宇宙



第十五章　怎样传递信息——通信技术简介

一、电磁波 …… 170
二、广播和电视 …… 177
三、现代通信技术及发展前景 …… 185





供学习用

第十六章　粒子和宇宙

一、探索微观世界的历程 …… 192
二、浩瀚的宇宙 …… 199
三、能源：危机与希望 …… 207

附　录

一、本册书中用到的物理量及其单位 …… 213
二、物理名词汉英对照表 …… 214

注：*表示选学内容

微信公众号：电子课本大全

第十章 机械能、内能及其转化



“能量”是我们日常生活中经常说到的词，但能量究竟是什么呢？学习了本章的内容，你将对什么是机械能、什么是内能、不同形式的能量如何转化等问题有一个初步的认识。相信你在了解各类能源特点的基础上，能联系社会实际，增强节能和环保意识。

微信公众号：电子课本大全

一、机械能

动 能

风能吹动帆船(图 10-1)在水面上行驶，抛出的保龄球(图 10-2)能将前方静止的保龄瓶推向坑道。在这些事件发生的过程中，风、抛出的保龄球都对物体做了功。



图10-1



图10-2

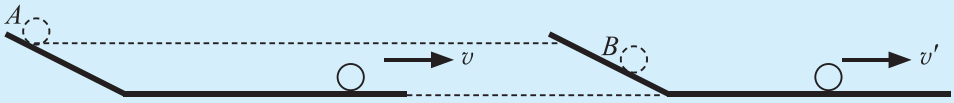
物体能对外做功，我们就说这个物体具有**能量**(energy)，简称**能**。物体能够做的功越多，它具有的能就越大。

物体由于运动具有的能叫作**动能**(kinetic energy)。

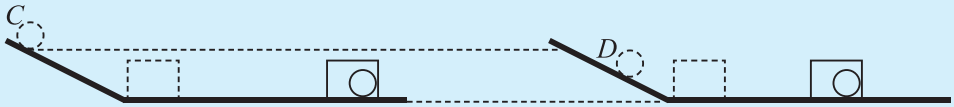
观察与思考

如图 10-3 所示，让从斜面上由静止滚下的小球钻入水平面上的纸盒，纸盒被推得越远，小球对纸盒做功越多，表明小球的动能越大。从图中所示的实验中你认为物体动能的大小与哪些因素有关呢？

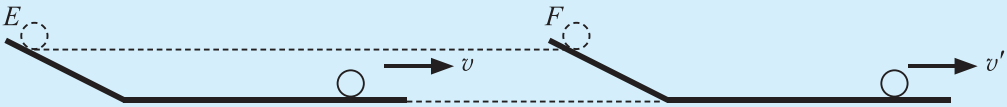
微信公众号：电子课本大全



甲　比较质量相同的两个小球从不同高度滚下的速度



乙　C 和 D 为质量相同的两个小球，从不同高度滚下时，小球对纸盒做功的比较



丙　比较质量不同的两个小球从相同高度滚下的速度



丁　G 和 H 为质量不同的两个小球，从相同高度滚下时，小球对纸盒做功的比较

图10-3

供学习用

实验中小球在斜面上的位置越高，从斜面上滚下后到水平面上的速度就越大；质量相同的 C、D 两个小球，位置较高的 C 球将纸盒推动的距离较远，C 球对纸盒做的功比 D 球多。质量不同的小球，从相同高度滚下后到水平面上的速度相同；质量不同的 G、H 两个小球从相同高度滚下后，质量大的 G 球将纸盒推动的距离较远，G 球对纸盒做的功比 H 球多。

由此可见，质量相同的物体，运动的速度越大，它具有的动能就越大；运动速度相同的物体，质量越大，它具有的动能就越大。

表10-1　一些物体的动能

J

抛出去的篮球	约 30	跑百米的运动员	约 3×10^3
行走的牛	约 60	飞行的步枪子弹	约 5×10^3
从10 m高处落下的砖块	约 2.5×10^2	中速行驶的小汽车	约 2×10^5

微信公众号：电子课本大全

势 能

夯式打桩机(图 10-4)的重锤由高处落下后能将下面放置的物体(钢桩)打入地里；长江三峡大坝使上游的水位比下游高出一百多米，高处的江水可以冲击水轮机发电……在这些事件发生的过程中，重锤和高处的江水都对物体做了功。这表明受到重力的物体被举高后也具有能，这种能叫作**重力势能** (gravitational potential energy)。

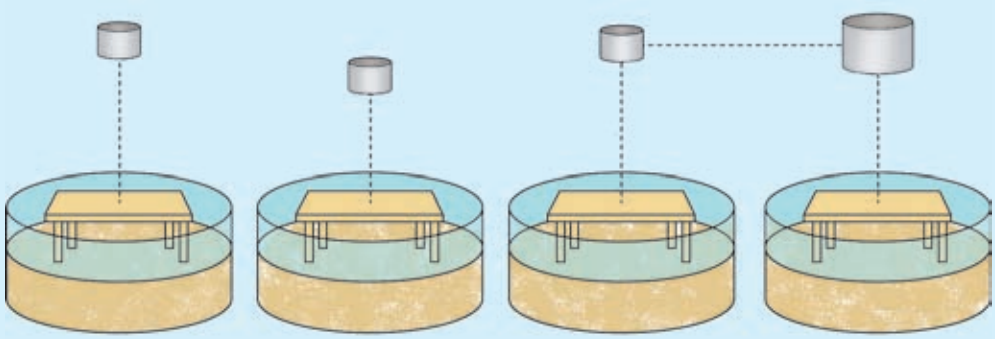


图10-4

供学习用

观察与思考

如图 10-5 所示，在透明的容器中装入适量的细砂，将木质小桌放在细砂上，通过比较桌腿陷入细砂的深度探究重力势能的大小与哪些因素有关，与同学交流你的想法。



甲 同一质量的铁块从不同高度落下　　乙 不同质量的铁块从相同高度落下

图10-5

微信公众号：电子课本大全

实验表明：物体质量越大，位置越高，它做功的本领就越大，物体具有的重力势能就越多。

“弓开如满月，箭去似流星。”射箭运动员(图 10-6)拉弓的时候，弓发生了形变。当他放箭的时候，箭被射出去，这表明发生形变的弓具有对其他物体做功的本领；玩具手枪中被压缩了的弹簧能把玩具子弹射向远方，这些实例表明具有弹性的物体发生弹性形变后也具有能，这种能叫作**弹性势能**(elastic potential energy)。同一弹性物体的弹性形变越大，具有的弹性势能就越多。



图10-6

机械能及其转化

动能与势能统称为**机械能**(mechanical energy)。

裁判员将一个篮球向上抛起，篮球获得一定的动能。篮球在上升的过程中，动能逐渐减少，重力势能逐渐增加；篮球在下落的过程中，重力势能逐渐减少，动能逐渐增加。这个例子说明动能和势能之间是可以相互转化的。

动能和势能间的相互转化有什么规律呢？

仅学习用

观察与思考

如图 10-7 所示，将用细线悬挂的小球从 A 点由静止释放，小球从 A 点到 B 点以及从 B 点到 C 点的过程中，小球的动能和重力势能是怎样变化的呢？

小球从 A 点向 B 点运动的过程中，小球的高度____，它的速度____，它的____能减少，而____能增加；当小球从 B 点向 C 点运动的过程中，小球的速度____，它的动能____，它的高度____，小球的重力势能____。

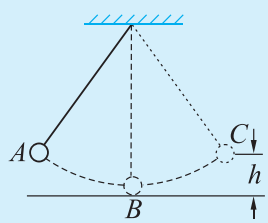


图10-7

微信公众号：电子课本大全

大量的实验事实表明：**物体的动能和势能之间是可以转化的。在只有动能和势能相互转化的过程中，机械能的总量保持不变，即机械能是守恒的。**

做功过程实质上就是能量转化或转移的过程。功是能量变化的量度，即力对物体做了多少功，就有多少能量发生了变化。

交流讨论

1.在图 10-7 所示的实验中，如果观察较长的一段时间，你会发现小球每次上升的高度逐渐减小，这是为什么？

2.自己设计一个说明物体的动能和势能可以相互转化的小实验，并将设计方案与同学进行交流。

实践活动

水流的动能和势能及风的动能的利用具有很多优点，而且有着广阔的前景。同学们可以到互联网上查询一下当前在利用这两种能源方面所取得的成就。

仅学习用



潮汐发电站利用潮汐能(海水有规律的涨落运动所具有的能量)发电。

图10-8



安装在蒙古包外的小型风力发电机可以为一个家庭供给照明、看电视等日常用电。

图10-9

微信公众号：电子课本大全

作业

1.讨论并回答下列问题。

(1)当你在路上正常行走时，被一个行走的人碰撞一下与被一个奔跑的人碰撞一下，你身体的感觉会有什么不同？这是为什么？

(2)当你从楼下走过时，看见楼上阳台边沿放着一些花盆，花盆放得很靠外，你会感到危险；而当这些花盆放在路旁地上时，你就不会感到有什么危险。这是为什么？

(3)在保证弹弓不被拉坏的前提下，橡皮条被拉伸的形变越大，弹丸就能被射得越远。这是为什么？

2.下列现象中，动能和势能是如何转化的？

(1)水从高处往下泻落。

(2)骑自行车下坡，不蹬脚蹬子，车速却越来越大。

(3)跳高运动员从起跳到越杆的过程。

(4)跳水运动员从起跳到落入水中的过程。

3.做一做。

乒乓球从高处自由下落，经地板反弹后再跳起的最大高度总低于原来下落时的高度，为什么？怎样抛出乒乓球，才能使它弹跳到高于抛出时的位置？先动手做一做，再用能量转化的观点加以说明。

4.用日常生活中的实例说明机械能相互转化的过程。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、内 能

物质结构的基本图像

从古至今，人类始终没有停止对物质结构的探索。现在我们已经知道，常见的物质是由分子或原子组成的。现代科技可以使人观察到构成物质的分子或原子。

1.物质是由大量分子组成的

分子非常小，如果把分子看成小球，分子的直径大约只有 10^{-10} m。如果你想象自己能变成分子这样小，那么普通的苹果在你的眼里，就变成地球那么大了(图 10-10)。

常见的物质都是由大量分子组成的。草叶上的一颗小露珠就含有 10^{21} 个水分子。一滴水所含有的分子数比地球上的总人口数还大几百亿倍。1 cm^3 空气中的分子数量也是很大的，如果设想每一个空气分子变成一颗砂粒，那么 1 cm^3 空气中的分子所变成的砂粒堆成山，可以把一个大工厂覆盖起来(图 10-11)。



图10-10



图10-11

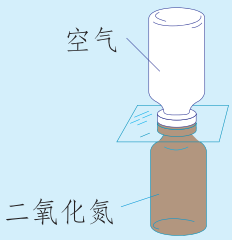
仅学习用

微信公众号：电子课本大全

2.分子在不停息地做无规则运动

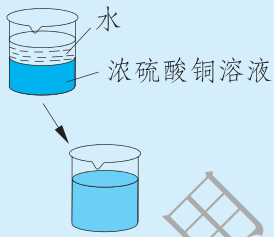
观察与思考

分子是静止的，还是运动的呢？下列现象可以帮你做出判断。



上面的瓶中装有空气，下面的瓶中装有密度比空气大的二氧化氮气体。抽去中间的玻璃片后，空气与二氧化氮逐渐混合均匀。

图10-12



将蓝色的浓硫酸铜溶液缓慢注入烧杯内水的底部，几天之后，两种液体混合均匀了。

图10-13



把铅板和金板压在一起。几年之后，金板上渗入一些铅，铅板上渗入一些金。

图10-14

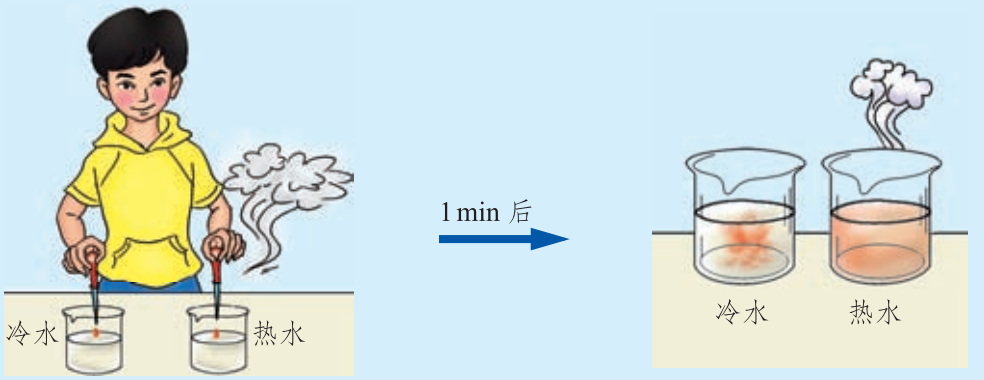
仅供习用

上述实验现象说明，两种不同的物质可以自发地彼此进入对方，这种现象称为扩散现象。根据扩散现象，我们可以断定分子是在运动着的。

观察与思考

观察图 10-15 所示的实验，思考分子运动快慢与温度有什么关系。

微信公众号：电子课本大全



在两杯水中同时各滴入一些红墨水

图10-15

大量实验表明：组成物质的分子处于永不停息的无规则运动之中。温度越高，分子的运动越剧烈。我们称这种运动为热运动。

3.分子之间存在着相互作用力

如图 10-16 所示，把两根铅柱的端面削平，将削平的端面相对，用力压紧。这时你会看到两根铅柱连接在一起了，而且在铅柱下面悬吊一定的重物，它们也不会分开。这说明分子之间存在引力。



图10-16

另一方面，物体能够被压缩，但压缩物体时需要用力，这又表明组成物质的分子之间不可能靠得很近，于是可以推知，分子之间还存在着相互作用的斥力。

组成物质的分子之间，引力和斥力同时存在。处于正常状态的固态物质分子间的引力与斥力基本平衡，分子在其平衡位置附近振动。引力和斥力的强弱与分子间的距离有关。当物体受到拉伸时，分子间距离变大，分子间引力作用更为显著；当物体受到压缩时，分子间距离变小，分子间斥力作用更为显著。

常见的物质是由大量分子组成的，分子都在不停息地做无规则运动，分子间存在着引力和斥力。这就是物质结构的基本图像。

微信公众号：电子课本大全

固体、液体和气体的特征

分子在固体、液体和气体中的运动状态不同。固体中，分子彼此靠得很近，有规律地紧挨在一起(图 10-17)，所以固体既有一定的形状，又有一定的体积；液体中，分子只能在一定限度内运动(图 10-18)，因而液体没有确定的形状，但占有一定的体积；气体中，分子离得较远，且能自由地沿各个方向运动(图 10-19)，因而气体没有固定的形状，也没有确定的体积。

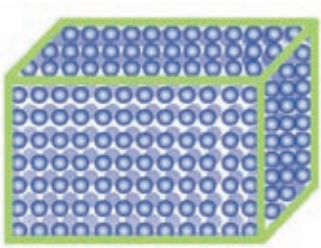


图10-17

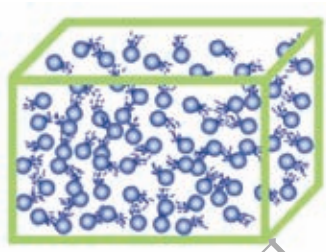


图10-18

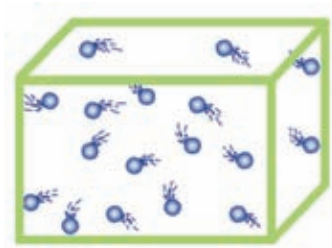


图10-19

无论是固体、液体还是气体，其分子运动的状态都与温度有关。温度升高，分子的运动变得激烈，分子之间的距离变大，物体的体积一般都会有所膨胀。

供学习用

物体的内能

与宏观物体由于运动具有动能类似，分子由于热运动而具有的能叫作分子动能；与发生弹性形变的物体具有弹性势能类似，分子之间由于存在相互作用力而具有的能叫作分子势能。

物体内所有分子的分子动能与分子势能的总和叫作物体的**内能**(inner energy)。

观察与思考

如图 10-20 所示，在一厚玻璃管中放一块蓬松的硝化棉，快速压下玻璃管上端的活塞时，可以看到硝化棉燃烧起来。

如图 10-21 所示，在一个试管里装一些水，用软木塞塞紧。用酒精灯对试管加热，等水沸腾后，可以看到蒸汽把软木塞顶跑。

微信公众号：电子课本大全

如图 10-22 所示，在金属容器中滴入数滴汽油，形成汽油蒸气和空气的混合气体。用橡皮塞塞住容器口后，利用电火花点火，可以看到橡皮塞被顶跑。

根据这些现象，分析物体的内能发生了怎样的变化，内能改变的方式都是什么，能的形式发生了哪些变化。



图10-20

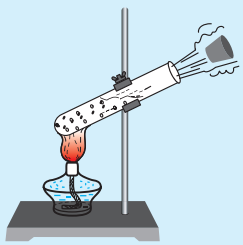


图10-21

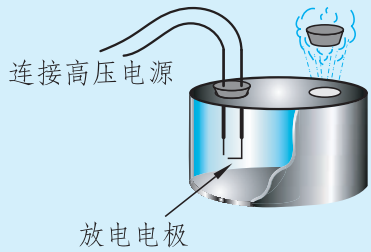


图10-22

硝化棉能够燃烧，表明管内空气温度已升高到硝化棉的燃点。管内空气温度升高，表明管内空气分子的运动变得激烈了，气体的内能增加了。管内空气的内能增加，是因为压下活塞时，外界对它做了功，活塞的机械能转化为气体的内能。

生活经验告诉我们，两个温度不同的物体互相接触时，温度低的物体要升温。这时，我们说低温物体从高温物体吸热，高温物体向低温物体放热。物体吸收或放出热的多少，叫作热量(heat)。

在图 10-21 所示的实验中，点燃的酒精灯把热量传给了水，使水的温度升高，水的内能增加。随着水的温度不断升高，水的内能不断增加。当水沸腾后，液态的水变成水蒸气，蒸汽的分子运动更加激烈，分子间距离增大，从而体积膨胀，把软木塞顶跑。在这一过程中，先是酒精灯的火焰把热量传给试管中的水，水的内能增加，直至汽化为水蒸气；然后是水蒸气对软木塞做功，把它的内能转化为软木塞的机械能。

在图 10-22 所示的实验中，电火花点火，使容器中的汽油蒸气和空气的混合气体发生化学反应，化学反应释放出的热量使反应物内能迅速增加，成为高温高压气体，气体膨胀把橡皮塞顶跑。在这一过程中，先是化学反应热(即化学能)变为高温高压气体的内能，然后是气体对橡皮塞做功，把它的内能转化为橡皮塞的机械能。

作业习用

微信公众号：电子课本大全

通过对上述实验的观察与思考，我们可以得出如下结论。

1.做功和热传递是改变物体内能的两种方式：外界对物体做功，或者物体从外界吸收热量，物体的内能增加。反之，物体的内能将减少。

2.不同形式的能量(如内能和机械能、化学能和内能)之间可以互相转化。

作业

1.用生活中的实例来说明分子在做永不停息的运动。

2.下列生活实例中，通过做功改变物体内能的是(　　)。

A.冬天人们常用双手互相摩擦取暖

B.把冰块放在鲜榨的果汁里，喝果汁时感觉很凉快

C.利用太阳能热水器“烧水”

D.摩托车发动机发动一段时间后，排气管热得发烫

3.关于物体的内能，下列说法正确的是(　　)。

A.物体运动得越快，内能越大

B.物体被举得越高，内能越大

C.物体的温度升高，内能变大

D.南极的冰山温度很低，没有内能

4.把一个底部封闭的薄壁金属管固定在支座上，管中装一些酒精，然后用塞子塞紧管口。把一根橡皮条缠在管子上并迅速来回拉动(图 10-23)，很快会观察到塞子被酒精蒸气顶出的现象。请你分析一下发生这一现象的原因。

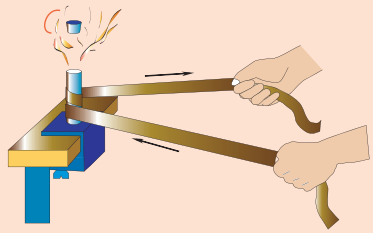


图10-23

作业习用

阅读材料

地 源 热 泵

在自然界中，水总是由高处流向低处，热量也总是从高温物体传向低温物体。人们可以用水泵把水从低处

微信公众号：电子课本大全

抽到高处，实现水由低处向高处流动，热泵同样也可以把热量从低温物体传递给高温物体。

“地源热泵”是一种利用浅层地热资源(包括地下水、土壤或地表水等)的既可供热又可制冷的高效节能空调设备。地源热泵通过输入少量的高品质能源(如电能)，实现将内能由低温物体向高温物体转移。地能可分别作为热泵冬季供热的热源和夏季制冷的冷源。即冬季，把地能中的热量取出来，提高换热介质的温度后，供给室内采暖；夏季，把室内的热量取出来，释放到地能中去(图 10-24)。如此周而复始，将建筑空间和大自然联成一体，以最小的代价获取了最舒适的生活环境。通常，地源热泵消耗 1 J 的能量，用户可以得到 4 J 以上的热量或冷量。

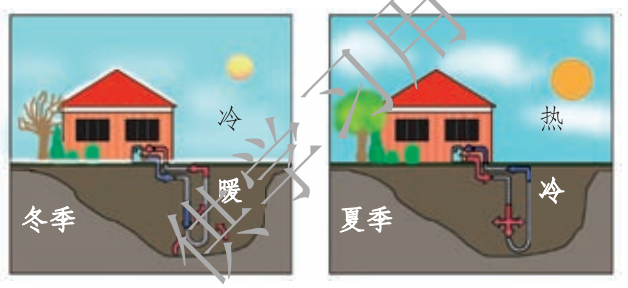


图10-24

地源热泵供暖空调系统主要分三部分：室外地能换热系统、地源热泵机组和室内采暖空调末端系统(图 10-25)。其中地源热泵机组主要有两种工作形式：“水—水”式或“水—空气”式。三个系统之间靠换热介质——水或空气进行热量的传递，地源热泵与地能之间的换热介质为水，与建筑物采暖空调末端的换热介质可以是水或空气。

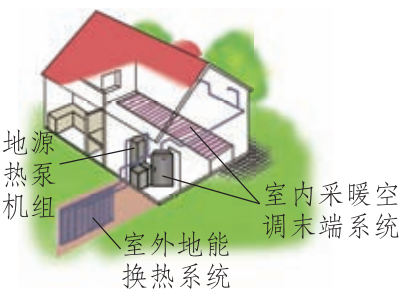


图10-25

微信公众号：电子课本大全

三、探究——物质的比热容

在热传递过程中，物体的内能会发生变化，物体内能改变的多少，就用热量来量度。在只有热传递的过程中，物体吸收了多少热量，物体的内能就增加了多少；物体放出了多少热量，物体的内能就减少了多少。

物体吸收热量的多少与哪些因素有关呢？

问题与猜想

生活中，我们有烧水的经验，烧开一壶水比烧开半壶水需要的时间长，即烧开一壶水需要吸收的热量多。大量类似的事实都表明，对同种物质，质量不同时，它们升高(或降低)相同的温度，吸收(或放出)的热量是不同的。那么，不同种类的物质，质量相同时，升高(或降低)相同的温度，它们吸收(或放出)的热量相同吗？

供学习用

制订计划

取两个相同的烧杯，甲烧杯里装 400 g 水，乙烧杯里装 400 g 煤油。用相同的电热器给它们加热(图 10-26)。让它们升高相同的温度，比较加热的时间。

收集证据

用图 10-26 所示的装置进行实验。用停表(或手表)测量加热时间，用实验室温度计测量加热前后的温度。将实验数据记录在你设计的表格中。

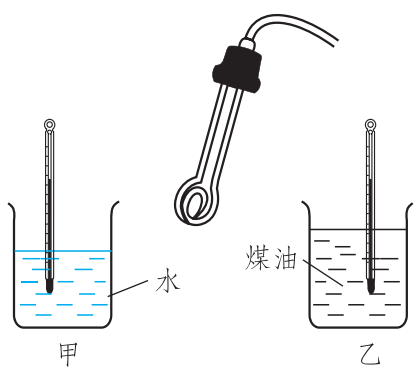


图10-26

微信公众号：电子课本大全

分析与结论

根据实验取得的数据，在小组内交流讨论。

给相同质量、不同种类的物质加热，使它们升高相同的温度，对它们加热的时间是_____的，这表明它们所吸收的热量是_____的。

可见，不同种类的物质，升高(或降低)相同的温度，所吸收(或放出)的热量不仅与质量有关，还与_____有关。

评估与反思

为什么加热时间的长短可以表明吸收热量的多少？条件是什么？

比热容

大量事实表明，不同种类的物质，在质量及温度变化都相同时，所吸收(或放出)的热量一般不同，这是由物质本身的性质及状态决定的。我们用单位质量的某种物质温度升高(或降低)1 ℃(K)所吸收(或放出)的热量，表示该物质的这种性质。

某种物质温度升高(或降低)所吸收(或放出)的热量与物质的质量和温度变化量乘积的比，叫作这种物质的**比热容**(specific heat capacity)。

在国际单位制中，比热容的单位是 J/(kg·K)，读作“焦每千克开”。

比热容的单位也常写作 J/(kg·℃)，读作“焦每千克摄氏度”。

交流讨论

如果用 c 表示比热容，用 m 表示物体的质量，用 t_0 表示物体原来的温度，用 t 表示物体吸热后的温度，用 $Q_{吸}$ 表示物体吸收的热量，根据比热容的定义，可将比热容写为

$$c = \frac{Q_{吸}}{m(t-t_0)}。$$

如果物体放出热量，你能写出比热容的表达式吗？

微信公众号：电子课本大全

利用比热容的表达式推导出物体热传递中吸收(或放出)热量的公式，并与同学进行交流。

表 10-2 列出了由实验测定的常温常压下一些常见物质的比热容。

表10-2　常温常压下一些常见物质的比热容

J/(kg·K)

水　4.2×10^3	煤油　2.1×10^3	玻璃　0.84×10^3	水银　0.14×10^3
酒精　2.4×10^3	蓖麻油 1.8×10^3	干泥土 0.84×10^3	铅　0.13×10^3
木材　约2.4×10^3	砂石　0.92×10^3	钢铁　0.46×10^3	
冰　2.1×10^3	铝　0.88×10^3	铜　0.39×10^3	

水的比热容比较大，吸收(或放出)相同的热量，水升高(或降低)的温度只是同质量的干泥土升高(或降低)温度的五分之一。因此在沿海地区，白天海水吸收大量的热量而温度升高得并不多，夜晚海水又可以放出大量热量，而温度降低得并不多。内陆、沙漠地区却是白天温度升高较多，而夜晚温度又降低较多。因此沿海地区昼夜温差小，而内陆和沙漠地区昼夜温差较大。

水的比热容较大这一特点，在实际中有很多应用。例如我国北方有些地区冬季供暖用的“暖气”，就是用水作为工作物质将热量传递到千家万户的；汽车发动机的冷却循环系统也常用水作为工作物质，以吸收汽车发动机产生的热量。

科学窗

物质的导热性

物质传导热量的性能称为**导热性**(thermal conductivity)。导热性是物质的一种属性，不同的物质具有不同的导热性。导热性好的物质，吸热快，散热也快。金属的导热性比非金属的导热性好，纯金属的导

微信公众号：电子课本大全

热性好于合金。若某些器件在使用中需要大量吸热或散热时，往往需要使用导热性好的材料，如炒菜用的铁锅。而用作保温材料的物质，其导热性则很差，如泡沫塑料。图 10-27 表示一些常见物质的导热性能，从左到右导热性能越来越强。

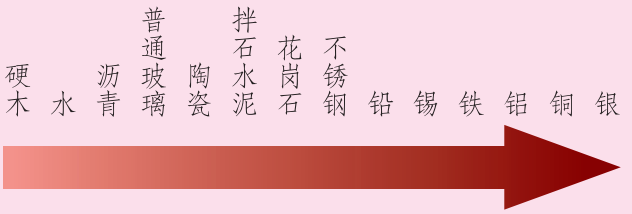


图10-27

你知道吗

由于水的比热容比砂石或干泥土的比热容大，所以在沿海地区陆地表面的气温比海面上的气温昼夜变化显著。白天陆地气温高于海面上的气温，陆地表面的暖空气上升，海面的冷空气向陆地运动，因此白天的海风多是从海面吹向陆地。相反，夜里陆地气温低于海面上的气温，海面上的暖空气上升，陆地表面的冷空气向海面运动，所以夜晚的海风通常是从陆地吹向海面。

作业

1.水和冰是同一种物质，它们的比热容却不相同，查表看看它们各是多少，并说出它们的物理意义。相同质量的水和冰升高相同的温度，哪个吸收的热量多？相同质量的水和冰放出相同的热量，哪个降低的温度多？

2.查比热容表，将铜、水银、砂石、水、煤油五种物质按比热容从大到小的顺序排列起来。

课堂习用

微信公众号：电子课本大全

3.对于同一种物质，下列说法正确的是(　　)。

A.若吸收的热量增大一倍，则比热容增大一倍

B.若质量增大一倍，则比热容减至一半

C.若加热前后的温度差增大一倍，则比热容增大一倍

D.无论质量多大，比热容都一样

4.一杯开水，从刚倒入杯中到可以喝的这段时间内，放出的热量最接近的值是(　　)。

A.5×10^2 J　　B.5×10^3 J

C.5×10^4 J　　D.5×10^5 J

5.把质量为 2.5 kg、温度为 20 ℃ 的水加热到 100 ℃，水吸收的热量是多少？[$c_{水}=4.2\times10^3$ J/(kg·℃)]

供学习用



城市热岛效应

近年来，由于城市人口集中、工业发达、交通拥堵，导致大气污染严重。而且城市中的建筑大多是由石头和混凝土建成的，它们的导热性好而比热容小，在相同的太阳辐射条件下，比绿地、水面升温快。再加上建筑物本身对风的阻挡或减弱作用，城市的年平均气温比郊区高 2 ℃，甚至更多。在温度的空间分布上，城市犹如一个温暖的岛屿，从而形成城市热岛效应。

为了减弱城市热岛效应，从城市气象规划设计出发应考虑：(1)要保护并增大城区的绿地、水体面积。(2)城市热岛强度随着城市发展而加强，因此在控制城市发展的同时，要控制城市人口和建筑物密度。因为人口高密度区也是建筑物高密度区和能量高消耗区，常形成气温的高值区。(3)在扩建新市区或改建旧城区时，加强城市通风，减小城市热岛强度。(4)减少人为热的释放，尽量将居民用煤取暖改为使用液化气、天然气集中供暖。

微信公众号：电子课本大全

四、热 机

将由燃料燃烧产生的高温高压气体的内能转化为机械能的机器，统称为热机(heat engine)。

汽油机

问题与思考

汽油机是利用燃烧汽油来工作的。那么，需要怎样的装置才能通过燃烧汽油使机器不断地运转起来呢？

如图 10-28 所示，汽油机的主体是一个汽缸，汽缸内有一个活塞，活塞通过连杆与曲轴相连。汽缸上部有进气门和排气门，顶部有火花塞。

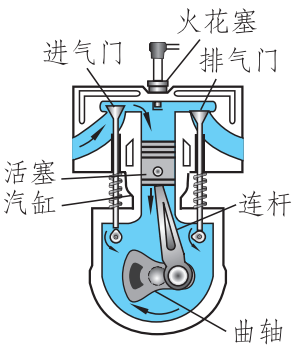
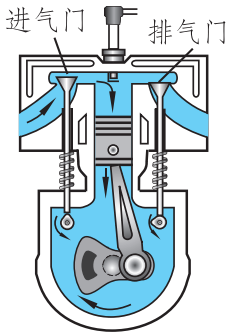


图10-28

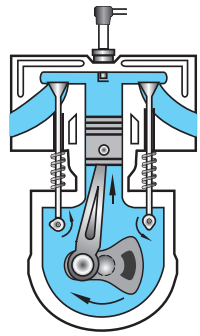
汽油机是怎样工作的呢？

汽油机工作时活塞在汽缸内做往复运动。活塞从一端运动到另一端叫作一个冲程。四冲程汽油机的工作过程由吸气、压缩、做功、排气四个冲程组成，如图 10-29 所示。

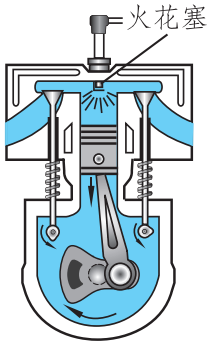
微信公众号：电子课本大全



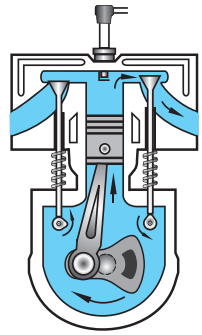
第一冲程：吸气冲程。进气门打开，排气门关闭，活塞由汽缸最上端向下运动，汽油和空气的混合物从进气门被吸入汽缸。当活塞运动到汽缸的最下端时，进气门关闭。



第二冲程：压缩冲程。进气门和排气门都关闭，活塞由汽缸的最下端向上运动，燃料混合物被压缩，汽缸内温度升高，气压增大。



第三冲程：做功冲程。在压缩冲程结束后，火花塞产生电火花，点燃燃料混合物。燃料混合物剧烈燃烧，产生高温、高压燃气，推动活塞向下运动，并通过连杆驱使曲轴转动。



第四冲程：排气冲程。进气门关闭，排气门打开，活塞从汽缸最下端向上运动，把废气排出汽缸，为下一个循环做好准备。

图10-29

供学习用

汽油机工作的四个冲程中，只有做功冲程中燃气对外做功，其他三个冲程都是辅助冲程，要靠安装在曲轴上的飞轮的惯性来完成。

图 10-30 所示的是一台汽车使用的多缸内燃机，这是汽车里最为精密和复杂的机械部件。



图10-30　汽车用多缸内燃机

微信公众号：电子课本大全

柴油机

观察与思考

柴油机是用柴油作燃料的热机，它的工作原理与汽油机大致相同。图 10-31 所示的是柴油机的主要构造，看一看它与汽油机的构造有什么不同，想一想柴油机是怎样工作的。

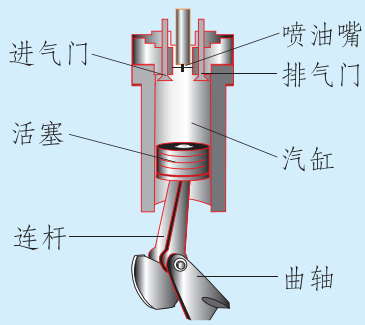


图10-31

供学习用

从构造上看，柴油机和汽油机的区别主要是柴油机汽缸的顶部有一个喷油嘴，但没有火花塞。

柴油机和汽油机的工作过程基本相同，一个工作循环也包括四个冲程。

吸气冲程：柴油机吸入汽缸中的只是空气，而不像汽油机那样吸入的是汽油和空气的混合物。

压缩冲程：活塞将汽缸内的空气压缩成高温的气体，其温度超过柴油的燃点。

做功冲程：在压缩冲程结束后，由喷油嘴向汽缸内喷射雾状的柴油，这些雾状的柴油在汽缸内高温的空气中剧烈燃烧，这种点火方式称为压燃式。由于雾状柴油的燃烧，使得汽缸内的压强急剧增大，气体对活塞做功，将活塞推向汽缸的下端。

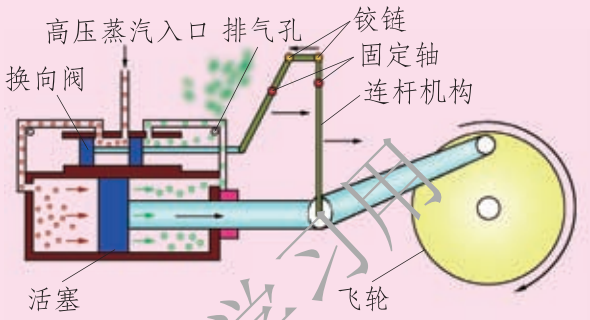
排气冲程：与汽油机的情况相同，都是把废气排出汽缸，为下一个工作循环做好准备。

在实际应用中，柴油机比汽油机要笨重些。但柴油机的效率高，功率较大，并且柴油的价格通常又比汽油便宜，因而多用在拖拉机、坦克、轮船、内燃机车、载重汽车以及小型发电机上。

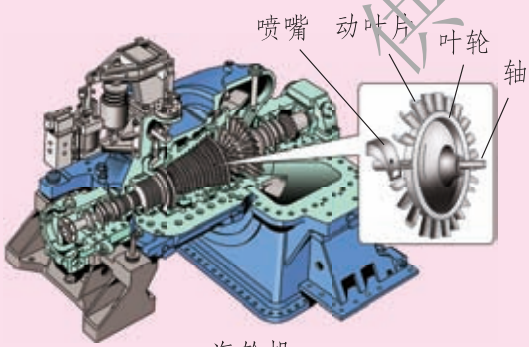
微信公众号：电子课本大全

科学窗

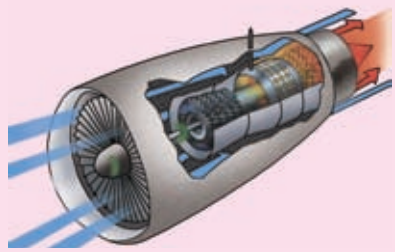
实际中热机的种类很多，按其工作方式可分为蒸汽机、内燃机(其中包括汽油机、柴油机)、汽轮机、喷气发动机等，如图 10-32 所示。不同的热机有其不同的工作特点和适用条件，它们将内能转化为机械能的效率也不尽相同，如早期使用的蒸汽机，其效率只有 5% 左右；汽油机的效率在 30% 左右；柴油机的效率可达到 40% 以上；汽轮机和喷气发动机的功率都较大，通常用于大型发电厂和飞机，它们的效率在 50% 左右。



蒸汽机



汽轮机



喷气发动机

图10-32

作业

1.汽油机比较轻巧，常用在汽车、小型飞机和小型农业机械上。想一想，四冲程汽油机工作时，每经历一个工作循环，活塞上下往复几次？曲轴转动了几圈？

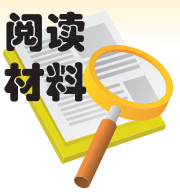
微信公众号：电子课本大全

2.柴油机和汽油机在构造上有什么不同？在点火方式上又有什么不同？

3.美国《大众科学》杂志曾评出一个奇思妙想的发明——“六冲程引擎”。这种引擎在完成四冲程工作后，会把水注入汽缸，使水瞬间变成水蒸气，从而带动活塞运动，产生第五冲程，为汽车提供动力。第六冲程是让水蒸气进入冷凝器，变成可再次注入汽缸的水。其中第五冲程相当于四冲程汽油机的哪个冲程？在第六冲程中发生了什么物态变化？请你指出该“六冲程引擎”的优点。

4.上网查询蒸汽机、内燃机、汽轮机、喷气发动机的基本原理、特点及相关的资料，讨论交流这些热机对社会生产力发展所起的作用。

供学习用



汽车的汽缸数和排量

内燃机的核心部件是汽缸，活塞在汽缸内进行往复运动，本节所描述的是单汽缸的运动过程，而实际的发动机都是有多个汽缸的(4 缸、6 缸、8 缸比较常见)。

混合气的压缩和燃烧在汽缸燃烧室里进行，活塞往复运动，燃烧室容积发生变化，最大值和最小值的差值就是汽缸的排量，通常用升(L)或毫升(mL)来度量。汽车的排量一般为 1.0 L～4.0 L。若每缸排量为 0.5 L，4 缸的排量就为 2.0 L，如 V 型排列的 6 汽缸，就称为 V6 3.0 L。一般来说，汽车的排量反映发动机输出功率的大小。所以增加汽缸数量或增加每个汽缸燃烧室的容积可以获得更多的动力。

微信公众号：电子课本大全

五、火　箭

火箭(rocket)使用的是喷气发动机。喷气发动机的燃料在燃烧室内燃烧后产生高温、高压的气体，这种气体从发动机尾部以极高的速度喷出，同时产生很大的反冲推力推动机身向前运动。由于它不需要内燃机中的活塞、曲轴等传动装置，从而减少了能量的损失，大大提高了机身的飞行速度。

喷气发动机又分为空气喷气发动机和火箭喷气发动机两类。前者本身只携带燃料，它需要利用外界空气来助燃，因此，飞行高度受到一定的限制，不宜在空气稀薄的高空飞行；后者简称为火箭，它本身带有燃料和氧化剂，不需要依靠外界空气来助燃，因此，飞行高度不受限制。

液体燃料火箭主要由燃料箱、氧化剂箱、输送装置、燃烧室和尾部喷口组成，如图 10-33 所示。输送系统按时按量地把燃料和氧化剂输送到燃烧室中，最初用电火花点燃，产生高温、高压气体。此后，由于燃烧室的温度已经很高，进入燃烧室的燃料和氧化剂可以自行燃烧。燃烧产生的气体以很大的速度从喷口喷出，同时对火箭产生强大的反冲推力，使火箭前进。

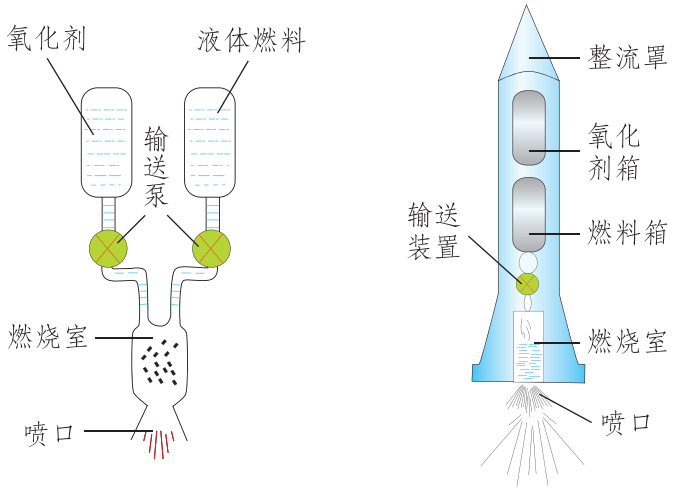


图10-33

供学习用

微信公众号：电子课本大全

现代火箭的特点是功率巨大，不仅可以在高空飞行，而且还可以飞出大气层。多级火箭可以作为星际航行的运载工具。

我国的航天事业起步较晚，但经过中国航天人几十年的努力，现在已达到国际领先水平。“长征”系列运载火箭是我国自行研制的航天运载工具，具备发射低、中、高不同地球轨道，不同类型卫星及载人飞船的能力。其中 2016 年 11 月 3 日成功首飞的“长征”五号运载火箭是目前我国运载能力最强的运载火箭，主要承担空间站建设、探月工程和深空探测等重大工程的发射任务。截至 2019 年 4 月 30 日，“长征”系列运载火箭已飞行 303 次，发射成功率达到 95% 以上。

作业

1.上网查询我国“长征”系列火箭的相关资料，讨论交流，了解我国航天技术的发展前景。

2.用铝箔纸将一根火柴包裹起来，把火柴头所在的一端的铝箔折过来密封捻紧，再将火柴拔出，一个铝箔发射筒就做好了。搓下三四根火柴上的红磷，装入铝箔发射筒密封的一端，捣紧红磷，插入一根火柴，就成了一个很简单的火箭。你要是有兴趣，不妨和同学在课余时间动手试试(可用铁丝制作发射架，操作时需注意安全)。这也许是你成为未来航天家迈出的第一步呢！

供学习用

阅读材料

“神舟”五号飞船的巡天之旅

新华网北京 2003 年 10 月 16 日电　中国第一艘搭载航天员的飞船“神舟”五号，从 15 日 09:00 升空至 16 日 06:23 着陆，在环绕地球 14 周后完成了历时 21 h 23 min的巡天之旅。

15 日 09:00，托举着“神舟”五号载人飞船的“长征”二号 F 型运载火箭在酒泉卫星发射中心拔地而起，直刺蓝天。09:09:50，飞船发射升空后准确进入预定轨道，“长征”二号 F 型火箭完成了抛逃逸塔、助推器分离、一二级分离、抛整流罩的一系列动作。09:31，停泊在南太平洋的远望二号测量船捕获飞船信息，“神舟”五号飞船的舱内图像清晰地显示在北京指挥控制中心的大屏幕上，航天员杨利

微信公众号：电子课本大全

伟首次向地面报告“感觉良好”。15:57，“神舟”五号飞船变轨成功，从距地球表面近地点约200 km、远地点约350 km的椭圆轨道，进入距地球表面约343 km的圆形轨道。

16日05:35，北京航天指挥控制中心向正在太空运行的“神舟”五号飞船发送返回指令，指挥控制中心的大屏幕三维动画模拟显示，飞船甚为轻巧地转了个身。随后，飞船轨道舱与返回舱成功分离，轨道舱将留轨工作半年，开展相关的科学实验。05:38，飞船制动火箭点火，飞船返回舱飞行速度减缓，轨道高度进一步降低，向预定着陆场降落。05:59，飞船返回舱与推进舱成功分离，进入返回轨道。布设在新疆和田的活动测量站报告，飞船进入中国国境上空。5 min后，飞船再入大气层。06:23，“神舟”五号飞船返回舱在内蒙古主着陆场着陆。06:36，搜救人员发现完好无损的返回舱，实际着陆地点距理论着陆地点仅4.8 km。搜救人员报告，杨利伟身体状况良好。

中国首次载人航天飞行圆满成功，实现了中华民族多年来的梦想与夙愿，为我国今后的航天事业揭开了新的一页。



图10-34

供学习用

微信公众号：电子课本大全

六、燃料的利用和环境保护

能够燃烧的物质叫作燃料。燃料的种类很多，固体燃料有木柴、煤等，液体燃料有汽油、柴油等，气体燃料有氢气、煤气、天然气等。燃烧是一种化学反应，在燃烧过程中，燃料的化学能转化为内能。

热　值

问题与思考

取相同质量的上述各种燃料，让它们充分燃烧，放出的热量相同吗？根据你的生活经验做出判断，并猜测原因。

供学习用

由于燃料的成分不同，相同质量的不同燃料，在燃烧时化学能转化为内能的量是不同的。某种燃料完全燃烧时化学能转化为内能的量(放出的热量)与其质量的比叫作这种燃料的热值(combustion value)。热值的单位是 J/kg。表 10-3 给出了一些燃料的热值。

表10-3　一些燃料的热值

J/kg

氢	1.4×10^8	无烟煤	约3.4×10^7
煤　油	4.6×10^7	焦　炭	3.0×10^7
汽　油	4.6×10^7	酒　精	3.0×10^7
柴　油	4.3×10^7	烟　煤	约2.9×10^7
木　炭	3.4×10^7	干木柴	约1.3×10^7

有些气体燃料的热值使用 J/m^3 作为单位，如煤气的热值约为 $1.5\times10^7\ J/m^3$，天然气的热值约为 $3.8\times10^7\ J/m^3$。

微信公众号：电子课本大全

科学窗

气体燃料的热值一般用 J/m^3 作单位。它的大小是温度为 0 ℃、压强为 1.01×10^5 Pa 状态下每立方米该燃料完全燃烧时化学能转化为内能的数值。

燃料的有效利用

锅炉是利用燃料或其他能源把水加热成为热水或蒸汽的机械设备。锅炉包括锅和炉两大部分，锅是指在火上加热的盛水容器，炉是指燃烧燃料的场所。

燃料实际上很难完全燃烧，放出的热量往往比按热值计算出的数值要小，而且有效利用的热量又比放出的热量要少。锅炉有效利用的热量与燃料完全燃烧放出的热量之比，叫作锅炉的效率。

过去的锅炉(图10-35)比现在普通锅炉效率低，而现在普通锅炉效率一般只有 60% 左右，所以在节约能源、保护环境方面还有较大的潜力。提高燃料的利用率，是节约能源、保护环境的重要措施。现代化的大型锅炉(图10-36)，效率可达 90% 以上。利用现代化工手段，将煤转化为煤气再进行燃烧利用，既可以提高燃料的利用率，又可以减少燃烧时产生的二氧化硫、氮氧化物等有害气体对大气的污染；对于取暖锅炉、机车、汽车等一些消耗燃料的“大户”，通过技术改造改变它们的燃料品种和燃烧方式，可以提高燃料的利用率，减少其对环境的污染。



图10-35　旧锅炉厂房



图10-36　新锅炉厂房

我国是一个耗能大国。如果按年消耗燃煤 10 亿吨，效率为 30% 来计算，

微信公众号：电子课本大全

那么只要将效率提高 1%，即达到 31%，就相当于每年节省 3 000 多万吨燃煤。可见，提高燃料的利用率是多么重要，我们大家都要注意节约燃料。

燃料的利用，改善了人类的生活，促进了社会的发展。然而，由于煤、石油等燃料往往含有杂质，在燃烧时会产生二氧化硫等有害气体，在燃烧不充分时，还会产生烟尘和一氧化碳。这些烟尘、废气是大气污染的主要来源。

大气污染直接危害人体健康，影响植物的正常生长。大气中的二氧化硫和氮氧化物溶于水中发生化学变化，会产生酸雨，危害农作物、森林以及湖泊中的生物。

我们既要有效地利用能源，又要很好地控制和减弱它对大气的污染。重视环境保护已经成为重要的国策。

实践活动

1.调查当地空气污染的主要污染物是什么，试提出消除或减小污染的措施。

2.调查当地燃料结构近年来的变化，研究和讨论这些变化对环境和社会的意义。

供学习用

作 业

1.通过查表可知汽油的热值为 4.6×10^7 J/kg，它表示的物理意义是_____。完全燃烧 0.5 kg 的汽油可产生_____J 的热量。

2.下列关于热值的说法正确的是（　　）。

A.燃料燃烧时，用的燃料越多，获得的热值越大

B.燃料燃烧时，放出的热量越多，这种燃料的热值越大

C.相同质量的不同燃料完全燃烧，放出热量较多的燃料，热值较大

D.不同的燃料完全燃烧，放出相同热量时，所用质量越少的燃料，热值越大

微信公众号：电子课本大全

3. 某校每天要将 1 000 kg 温度为 20 ℃的水烧开供师生饮用。若烧开水的炉子用干木柴作燃料，每天至少需要完全燃烧多少干木柴？[水的比热容为 4.2×10^3 J/(kg·℃)；干木柴的热值取 1.2×10^7 J/kg；水的沸点为 100 ℃]



从垃圾中获得能量

垃圾是废物，人们都很讨厌它，处理垃圾也是城市建设的一个重要问题。但是，现在人们已经开始变废为宝，利用垃圾焚烧炉发挥垃圾的作用了。

垃圾焚烧站(图10-37)设有焚烧炉，每个炉子 1 h 可以焚烧 15 t 城市垃圾。利用焚烧垃圾释放的能量加热锅炉，所产生的蒸汽可以带动一个发电机组。在有些国家的一些城市，垃圾焚烧站不但可以处理 10% 的城市垃圾，而且可以提供电能，同时还向供暖网输送 250 ℃的过热蒸汽。

供学习用



图10-37　垃圾焚烧站

微信公众号：电子课本大全

我国安徽省芜湖市 2003 年 1 月投产的垃圾焚烧站，每年可以处理垃圾 2.16×10^5 t，产生 1.37 亿千瓦时的电能，可对芜湖市每天三分之二的垃圾进行减量化、无害化、资源化处理。我国北京、上海、杭州、天津等十余座城市相继开工建设垃圾焚烧电厂，城市垃圾发电在我国方兴未艾。

今后的垃圾发电厂，用发出的一部分电来电解水，产生氢和氧。一部分氢可提高炉内燃烧温度，另一部分氢可作燃料出售，也可用来合成酒精和石油化工产品。电解产生的氧打进焚烧炉助燃，这样会使垃圾完全燃烧，减少对大气的污染。焚烧垃圾都是在严严实实的密封炉中进行的，臭气在高温中分解，焚烧过程无臭、无害、无飞尘。对烧不透的残渣还要进行磁清选，把残留的磁性金属颗粒挑选出来加以利用。

如果垃圾太多一时烧不完，可以把它们加工成燃料。例如，往垃圾内通入一氧化碳和蒸汽，加上催化剂，在高压下加热到 400 ℃，一小时后每吨垃圾能“榨”出 170 kg 燃料油；在氧气助燃下热解垃圾，能生成可燃的气体；也可以在清除垃圾废物中的玻璃、金属等物体后，通过特殊工艺将剩下的垃圾压缩成煤球一样的块状，可以当作烧锅炉的好燃料。

通过这些形式，不仅对垃圾进行了有效的处理，节约了能源，还保护了自然环境。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

第十一章　简单电路



在日常生活中，我们要用到电灯、收音机、电视机、计算机、洗衣机等用电器。这些用电器工作时，它们的内部和外部组成了电流的通路。你知道它们的电路是怎样组成的吗？这一章我们就来初步认识简单的电路。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

一、认识电路

电路的组成

观察与思考

如图 11-1 所示，用导线把小灯泡、开关、电池连接起来，闭合开关后，小灯泡亮起来了，表明有电流流过了小灯泡。这就是一个简单电路。

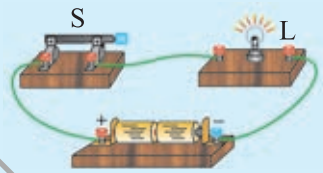


图11-1 电路的组成

由此你认为，电路应由哪些部分组成，它们在电路中各起什么作用？

电流通过小灯泡时，它的温度会升高，这表明它的内能增加了。与此同时，小灯泡会发光，光能够照亮黑暗的房间，也能够烤热它照射到的物体，表明光也具有能量。小灯泡的内能和光能是从哪里来的呢？

能够供给小灯泡能量的是电池。电池把电能提供给小灯泡，小灯泡把电能转化为内能和光能。

能够把电能转化为其他形式的能的装置，叫作用电器，如电灯、电炉、电视机、电动机等；能够向用电器提供电能的装置叫作**电源**(power supply)，如生活中常见的电池、生产中常用的发电机等。

图 11-2 中是一些常用的电源。



图11-2 常用电源

微信公众号：电子课本大全

电源有直流和交流两种，家庭电路中的电源一般为交流电源。直流电源的两极有正、负之分。正极通常标有“＋”号，负极标有“－”号。不少用电器在连入电路时，需要考虑电源的正负极性，如果正负极和用电器连接不正确，用电器将不能正常工作，甚至会损毁用电器。这种用电器也标有“＋”、“－”的符号，所以在连接用电器和电源时，一定要注意观察用电器和电源极性的标志，做到用电器标有“＋”的位置与电源正极相连，标有“－”的位置与电源负极相连。

你知道吗

如图 11-3 所示为实验室中常见的一种学生电源。学生电源接入电路时，应该处于关闭状态，以保证安全。在确认电路连接无误后，再开启电源。



图11-3　学生电源

在电路中控制电路通断的装置叫作开关。通常每个用电器都由相应的开关控制，开关是安全用电的重要保障。中学实验室中常用的是单刀单掷开关(图 11-4 g)和单刀双掷开关(图 11-4 h)。

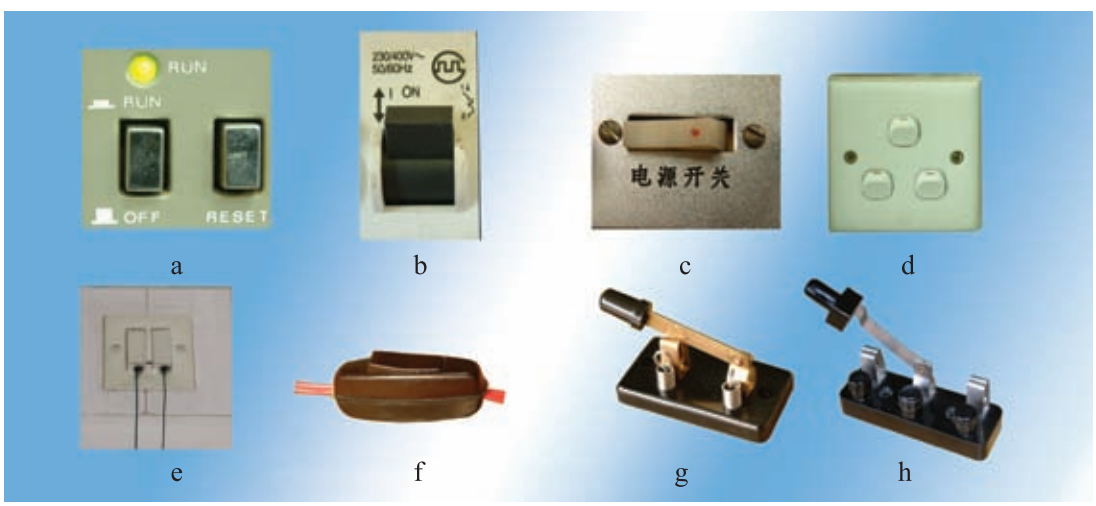


图11-4　常见开关

微信公众号：电子课本大全

开关在连入电路时应该是断开的，在确认电路连接无误后，再闭合开关。

要组成电路，除了用电器、电源、开关之外，还要有把用电器、电源和开关连接起来的导线。导线的种类繁多，通常都由绝缘外皮和金属内芯组成，内芯的材料通常是铜或铝。

通路、断路和短路

问题与思考

如图 11-1 所示，连接好电路后，闭合开关，灯泡发光。在图 11-5 甲所示的电路中，闭合开关，灯泡却不发光，这是为什么呢？

如图 11-1 所示，这种处处连通的电路，叫作通路(又叫闭合电路)。

如图 11-5 甲所示，如果没有闭合开关，或者导线没有连接好，即电路在某处断开，处在这种状态的电路叫作断路(又叫开路)。

如图 11-5 乙所示，不经过用电器，直接用导线把电源两极连接起来的电路叫作短路。发生短路时，会烧毁电源，甚至引起火灾。因此在用电时一定要避免短路。



甲　断路　　乙　短路

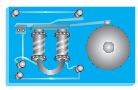
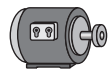
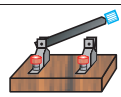
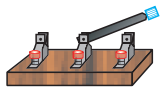
图11-5

电路图

我们常用规定的符号表示电路中的元件，把这些符号用代表导线的线段连接起来，就可以表示由实物组成的电路，这种图就叫作电路图。表 11-1 给出了电路中一些常见元件的符号。

微信公众号：电子课本大全

表11-1　电路中一些常见元件的符号

实　物	符　号	实　物	符　号
电灯 		电池、电池组 	
电铃 		电动机 	
单刀单掷开关 		交叉不连接导线 	
单刀双掷开关 		交叉连接导线 	

在画电路图时请注意：

(1) 使用统一规定的符号；

(2) 尽量避免连线交叉；

(3) 连线要横平竖直，尽量使电路图简洁美观。

图 11-6 甲是实物图，它的电路图如图 11-6 乙所示。



甲　　乙

图11-6

作业

1.调查一下你的家中都有哪些电源、用电器和开关。

2.在如图 11-7 所示的各电路中，开关 S 闭合后，小灯泡 L_1、L_2 都能发光的是(　　)。

微信公众号：电子课本大全

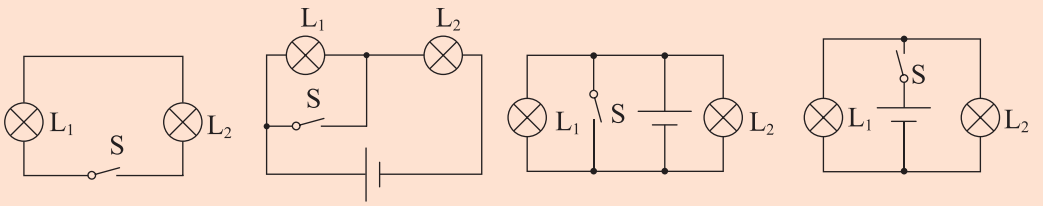


图11-7

3.根据图 11-8 所示的实物图，画出对应的电路图。

4.在图 11-9 所示的电路中，只闭合开关 S_2 时，哪个灯泡发光？能否同时闭合开关 S_1、S_2、S_3？为什么？

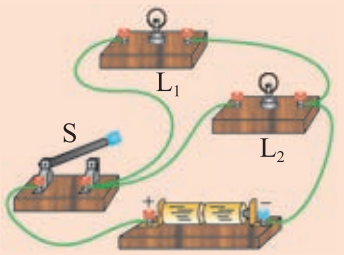


图11-8

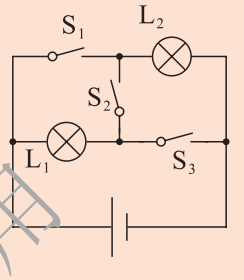


图11-9

供学习用

阅读材料

新型开关

在现代生活中，许多新型开关被广泛地应用，方便了人们的生活。

你有过这样的经历吗？当你走进大厦时，玻璃门为你自动开启；当你将手放在水龙头下时，水会自动流出；洗完手之后，将手放在热风干手器的下面，热风干手器会自动启动，吹出热风。这些设备上安装有探测装置，当探测到人体接近时，就自动接通工作电路，将门、水龙头或热风干手器开启。



图11-10

微信公众号：电子课本大全

在居民小区的楼道里，有一种使用声控开关和光控开关的照明电路。在开关的小盒子上有个进光孔，夜晚不进光时，光控开关闭合，当有人走动发出声音时，声控开关闭合，电路被接通，灯泡发光。而在白天，光控开关受到光照后始终断开，即便楼道内发出声音使声控开关闭合，楼道灯也不会亮。这样既能适时地打开电灯为居民照明，又节约了电能。

有一些采访专用的录音机是由声音控制的。有声音时，会自动开始工作；在持续一段时间内没有声音时，会自动关闭。这样就可以节约电能，延长工作时间，避免因电能不足而影响采访。

现代空调可以根据室内的温度自动开启或关闭，将室内的温度控制在适宜的范围内，它使用的是温控开关。家庭用的冰箱和在医学及生物学研究中经常使用的恒温箱采用的也是温控开关。

工业用电的电压通常都比较高，电流也较大，在断开开关时，总会产生电弧，威胁人身安全。这时就需要高压灭弧开关，保障工人的安全。

这些新型开关是科学与技术的成果、人类智慧的结晶，它们使我们的生活更加方便和安全，也为我们的生活增添了许多情趣。你知道空调、冰箱的温控开关起什么作用吗？

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

二、学生实验：组装电路

观察与思考

如果把几个用电器同时连接在一个电路中，可以有多种连接方式。我们先用实验来研究如何按照以下的要求连接两只灯泡。

1.在图 11-11 中，用一个开关同时控制两只灯泡，使两只灯泡同时亮，同时灭。

(1)取下一只灯泡，另一只灯泡也灭了，电路应该如何连接？

(2)取下一只灯泡，不影响另一只灯泡发光，电路应该如何连接？

在动手做实验前，你应该先想一想，怎样连接能符合上面的要求，画出电路图，然后按图连接电路。

2.用两个开关控制两只灯泡(图 11-12)，要哪只灯泡亮，哪只就亮，并且两只灯泡的亮灭互不影响。

供学习用

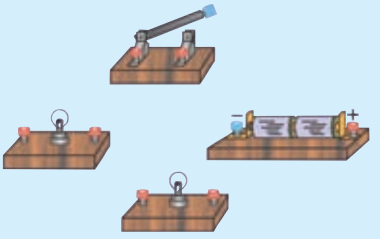


图11-11

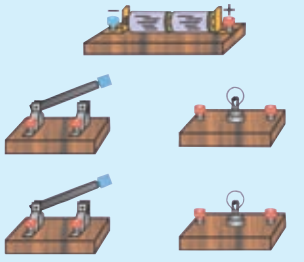
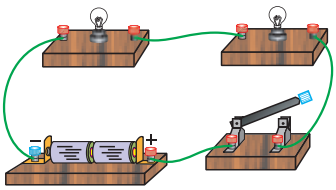


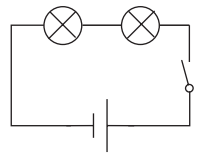
图11-12

仔细分析上面的实验可以发现，电路的基本连接方式有两种。一种方式是把电路中的元件依次连接起来，电流流经第一个元件后又依次流经其他的元件，如图 11-13 所示，这种连接方式叫作**串联**(series connection)，按照这种方式连接起来的电路叫串联电路。串联电路中，只要有某一处断开，整个电路就成为断路。

微信公众号：电子课本大全



甲

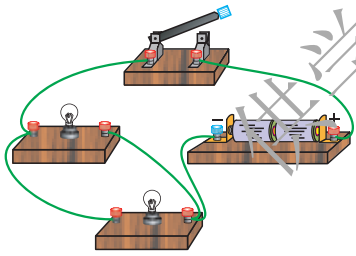


乙

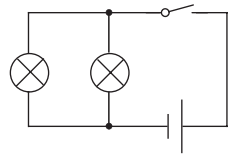
图11-13　串联电路

另一种方式是把电路中的元件并列地连接在电路中的两点之间，电路中的电流分为几个分支，分别流经几个元件，如图 11-14 和图 11-15 所示，这种连接方式叫作**并联**(parallel connection)，按照这种方式连接起来的电路叫并联电路。在并联电路中一个支路的某一处断开，其他支路的用电器仍可以工作。教室中的电灯就是并联连接的。

供学习用

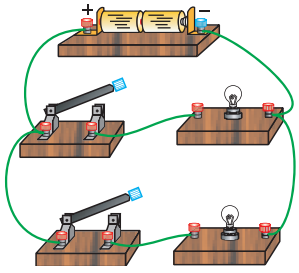


甲

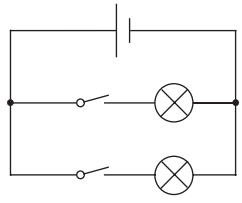


乙

图11-14



甲



乙

图11-15

微信公众号：电子课本大全

交流讨论

家庭中照明用的电灯、电视机、电冰箱等家用电器之间使用的是哪种连接方式呢？说出你的看法和依据。

实践活动

1.研究一下老式手电筒的构造及其电路组成，观察它使用的电池是并联还是串联，画出老式手电筒的电路图。

2.如图 11-16 所示，在楼梯的中间常有一个电灯，在楼梯的上、下两头都能控制它。夜晚上楼时，用开关 S_2 开灯，上楼后，为节约用电，再用 S_1 关灯；夜晚下楼时，用 S_1 开灯，下楼后，再用 S_2 关灯。

开关 S_1 和 S_2 都是单刀双掷开关，请你试着在右边的虚线框中画出能完成上述功能的电路图。

用电池、单刀双掷开关、小灯泡和导线组装一个电路，检验一下你的设计是否满足要求。

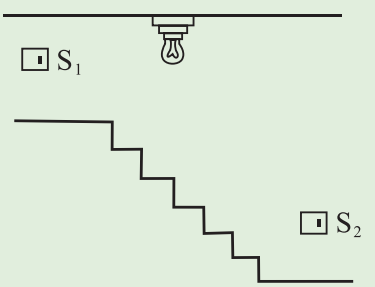


图11-16 楼上、楼下双控电灯

作 业

1.在图 11-17 中，根据电路图用笔画线表示导线连接实物图。

微信公众号：电子课本大全

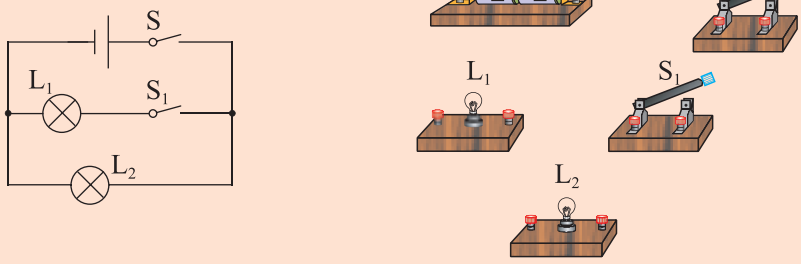


图11-17

2.在图 11-18 中，根据实物图在右侧虚线框中画出电路图。

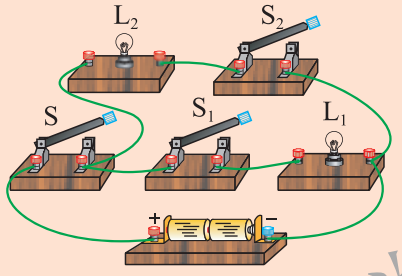


图11-18

3.试设计一个电路，要求灯泡 L_1 与 L_2 并联，开关控制整个电路。在虚线框内画出电路图，并用笔画线表示导线，将图 11-19 中的元件连接起来。

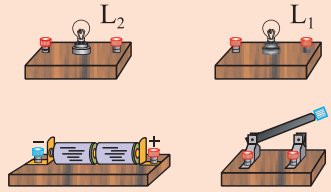


图11-19

4.有一种按钮式开关，当按下按钮时开关闭合，松开按钮时开关断开。现有两个按钮式开关、一个电源、红色和绿色两只灯泡、一些导线。请你为传达室值班人员设计一个电路，能报知前门和后门来人的情况。要求共用一个电源，前门来人按下开关时，传达室里的红灯亮；后门来人按下开关时，传达室里的绿灯亮。按钮式开关可以用“  ”表示。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

阅读材料

分立元件电路和集成电路

串联和并联是电路最基本的连接方式。在各种电子设备中，各元器件的连接基本上都采用这两种方式或由这两种方式组合而成。如图 11-20 所示为分立元件组成的电路。

随着电子技术的发展以及生产工艺水平的提高，人们已经可以将数以千万计的电子元器件集成在一块硅芯片上而构成集成电路了，如图 11-21 所示。集成电路的应用，给社会带来了电子技术革命，使人们可以将电子设备小型化的同时使电子设备的功能更加强大、性能更加可靠且成本更加低廉。比如将收音机做成手表的一部分，手机做得越来越小巧，计算机中央处理器(CPU)的处理能力越来越强大以至航天飞机、宇宙飞船具有了更强的通信和控制能力。

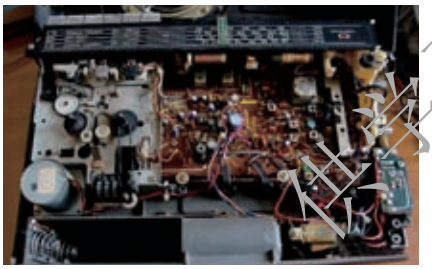


图11-20　分立元件收录机电路

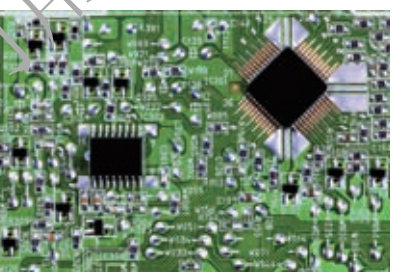


图11-21　计算机内部构造

微信公众号：电子课本大全

三、电　荷

摩擦起电

电路中的用电器能够工作是因为其中有电流流过，那么电流又是什么呢？

观察与思考

用毛皮摩擦硬橡胶棒或用丝绸摩擦玻璃棒后，将棒靠近纸屑、头发或其他轻小的物体(图 11-22)，你看到了什么现象？



图11-22

摩擦过的硬橡胶棒或玻璃棒能够吸引轻小物体，我们就说硬橡胶棒或玻璃棒带了电，或者说它带有了电荷(electric charge)。用摩擦的方法使物体带电的现象叫摩擦起电。

两种电荷

观察与思考

如图 11-23 所示，将两个吹足气的气球分别在干燥的皮肤上或衣服上摩擦几下，然后将悬线提起，你看到了什么现象？为什么？



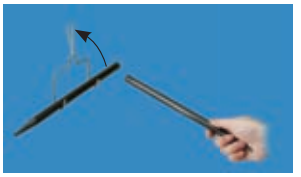
图11-23

供学习用

微信公众号：电子课本大全

学生实验

用图 11-24 所示的装置进行实验研究。


甲


乙

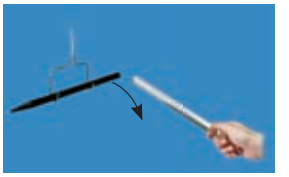

丙

图11-24

1.当两根用毛皮摩擦过的硬橡胶棒相互靠近时(图 11-24 甲)，现象是_____。

2.当两根用丝绸摩擦过的玻璃棒相互靠近时(图 11-24 乙)，现象是_____。

3.当用丝绸摩擦过的玻璃棒和用毛皮摩擦过的硬橡胶棒相互靠近时(图 11-24 丙)，现象是_____。

供学习用

硬橡胶棒上的电荷互相排斥，玻璃棒上的电荷也互相排斥，但硬橡胶棒上的电荷与玻璃棒上的电荷却互相吸引，这说明硬橡胶棒上的电荷和玻璃棒上的电荷是不同的。

大量实验表明，对任何物体，无论用什么方法带电，它们所带的电荷或者与硬橡胶棒上的电荷相同，或者与玻璃棒上的电荷相同。这就是说，自然界中只存在两种电荷。规定用丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷叫正电荷，用毛皮摩擦过的硬橡胶棒带的电荷叫负电荷。

根据实验结果可知，电荷间相互作用的规律是同种电荷相互_____，异种电荷相互_____。

验电器

实验室用验电器来检验物体是否带电。它的构造如图 11-25 所示。

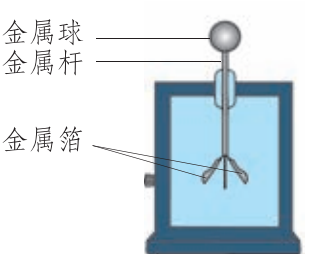


图11-25

微信公众号：电子课本大全

观察与思考

如图 11-26 所示，用毛皮摩擦过的硬橡胶棒接触验电器的金属球，你看到了什么现象？为什么会发生这种现象？

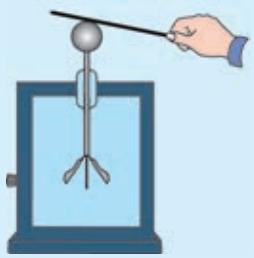


图11-26

当带电的物体接触不带电的验电器的金属球时，就有一部分电荷转移到验电器的金属箔上，这两片金属箔由于带同种电荷互相排斥而张开。带电体所带的电荷越多，验电器金属箔张开的角度就越大。

供学习用

你知道吗

任何两个不同材料的物体互相摩擦都可以起电。起初人们对这种带电现象的本质并不了解。现在我们已经知道，一般物质是由分子、原子组成的，原子又由带正电的原子核和带负电的若干绕核运动的电子组成。在正常情况下，原子核所带的正电荷量和原子中所有电子带的负电荷量相等，对外界不表现出电性。两个不同材料的物体互相摩擦时，每个物体都有一些电子脱离原子核的束缚，跑到另一个物体上去，但是不同材料的物体彼此向对方转移的电子数目往往不相等。所以总体上讲，一个物体失去了电子，另一个物体就得到了电子。失去电子的物体就带正电，得到电子的物体就带负电。

微信公众号：电子课本大全

静电现象的应用和防护

在现实生活中，人们利用带电的微小物体在异种电荷的吸引下定向运动的原理，完成了许多工作。人们给空气中的尘埃带上电，让它飞向某一个方向，就可以达到“静电除尘”的目的；给喷出的雾状油漆带电，让它飞向带有异种电荷的待喷涂物件，这就是“静电喷涂”；给绒毛带上电，让它飞向事先涂了胶的带异种电荷的布面上，这就是“静电植绒”。

当然，有时物体带电也会给我们带来一些麻烦。运输汽油的油罐车会因汽油与罐体的摩擦而产生静电，当电荷积累到一定程度时会发生火花放电，从而引发安全事故。为此需要在油罐车下面拖一条铁链，使其接地，随时释放摩擦产生的静电荷，以防止电荷的积累和放电。

交流讨论

请举例说明生活中有关静电现象的实例。

供学习用

图 11-27 所示的实验表明，带电物体的尖端容易产生放电现象。

雷电是一种发生在大气中的大规模的放电现象，地面附近的雷电会造成很大的破坏作用，甚至发生人、畜的死伤事故。人们为了避免发生此类事故，在建筑物的顶端安装避雷针(图 11-28)，这样可以避免雷电直接袭击建筑物。



图11-27



图11-28

微信公众号：电子课本大全

交流讨论

当雷电来临时，我们应该怎么做才安全？

做一做

制作简易的验电器

如图 11-29 所示，将一根铁丝对折，然后弯两个钩。用一段蜡烛做成瓶塞备用。将铁丝的一端放在火上加热后从蜡烛塞中穿出，并将铁丝固定在蜡烛中。剪两小条铝箔纸粘在铁丝钩上，其间应有一些空隙，以保证铝箔条能张开和回落。装上瓶塞，并将瓶口封闭好后，在铁丝的上端装一个用铝箔做成的小球。

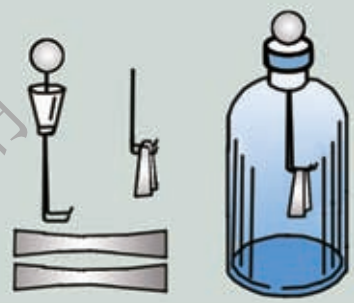


图11-29

想一想，如何使用这个装置检验电荷的种类？

供学习用

作业

1.用毛皮摩擦硬橡胶棒，硬橡胶棒带了负电，这是由于(　　)。

A.毛皮束缚电子的能力比较弱　B.硬橡胶棒的正电荷转移到毛皮上

C.摩擦过程中创造了负电荷　D.硬橡胶棒上有了多余的电子

2.三只轻质球分别用丝线悬挂着，其中任意两只球靠近时都互相吸引，则下列结论正确的是(　　)。

A.三只球都带电　B.有两只球带同种电荷，第三只球不带电

C.只有一只球带电　D.有两只球带异种电荷，第三只球不带电

微信公众号：电子课本大全

3.小明参观了科技馆后，一组静电实验给他留下了深刻的印象。回来后，他把实验情景绘成一幅平面示意图(图 11-30)。图中 A 为放在绝缘支架上的带正电球体，B 为用绝缘丝线悬吊的带正电的轻质小球。先后将小球 B 悬吊在距离 A 球远近不同的 P_1、P_2、P_3 处。

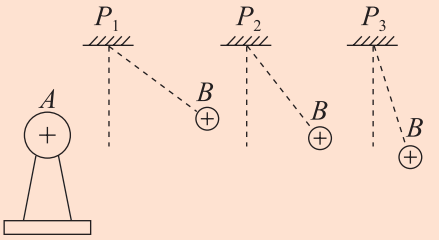


图11-30

(1)小球偏离竖直方向的原因是什么？

(2)请你根据图示情景，提出一个问题。

4.上网查找资料，撰写一篇有关静电现象的应用和防护的文章，以期刊、板报、展板等形式与同学共享。

供学习用

阅读材料

放 电 现 象

放电，就是使带电的物体不带电。放电并不是消灭了电荷，而是引起了电荷的转移，正负电荷互相抵消，使物体不显电性。

当高压带电体与导体靠得很近时，会使它们之间的空气瞬间导电，形成电流。由于电流特别大，使空气发声、发光，产生电火花，这种放电现象叫火花放电。我们在生活中经常会遇到火花放电。干燥的冬天，身穿毛衣和化纤衣服长时间走路之后，由于摩擦，身体上会积累静电荷。这时如果手指靠近金属物品，手上会有针刺般的疼痛感。这就是由火花放电引起的。如果拿一把钥匙，让钥匙的尖端靠近其他金属体，就会避免疼痛。在光线较暗的地方试一试，在钥匙尖端靠近金属体的时候，不但会听到响声，还会看到火花。

地球是良好的导体，由于它特别大，所以能够容纳大量电荷而电

微信公众号：电子课本大全

势并不明显地升高，就如同从海洋中抽水或向海洋中放水，并不能明显改变海平面的高度一样。如果用导线将带电体与地球相连，电荷将从带电体流向地球，直到它不再带电。(如果物体带正电，实际上是自由电子从大地流向物体。这等效于正电荷从物体流向大地。)

生产、生活实际中，有很多物体都需要避免电荷的积累，否则就会给生产、生活带来安全隐患。避免电荷积累的有效方法就是及时地将正、负电荷进行中和抵消，而将需要避免电荷积累的物体接地则是一项简单而又有效的措施。如油罐车进行加油工作时，若车与机器表面的电荷积累过多，就会出现火花放电，从而引起火灾或爆炸。为此，油罐车加油工作时就要接地，如图 11-31 所示。在一些工厂或实验室里，存在大量易燃气体。工作人员要穿一种特制的鞋，这种鞋的导电性能很好，能够将电荷导入大地，避免电荷在人体上的积累，以免产生火花放电，引起火灾。

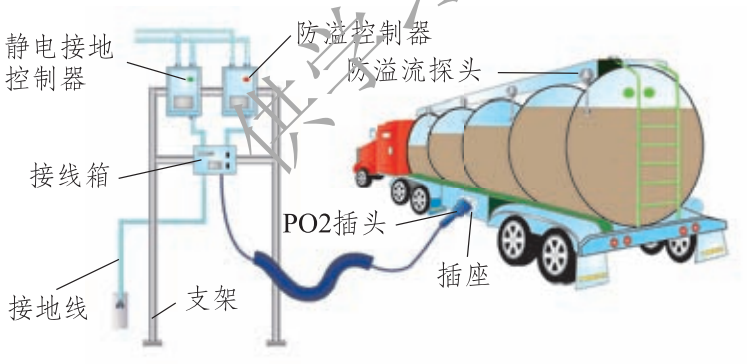


图11-31

空中的云层带电后，带电云层之间或带电云层和地面之间发生强烈放电时，会产生耀眼的闪光和巨响，这就是闪电和雷鸣。闪电的放电电流可以高达几十万安培，若云层与地面建筑物之间发生放电，就会使建筑物遭受严重损坏。为了避免地面物体遭到雷击，人们设计了避雷针。避雷针是针状金属物，装在建筑物的顶端，用粗导线与埋在地下的金属板相连，以保持与大地的良好接触。避雷针可以利用尖端放电把云层所带的电导入地球，从而达到避雷的目的。

微信公众号：电子课本大全

四、电 流

观察与思考

取两个相同的验电器 *A* 和 *B*，使 *A* 带电、*B* 不带电(图 11-32 甲)。用带绝缘柄的金属棒把 *A* 和 *B* 连接起来，可以看到 *A* 的金属箔张开的角度减小，*B* 的金属箔张开，最后两个验电器金属箔张开的角度相同(图 11-32 乙)，这是为什么？

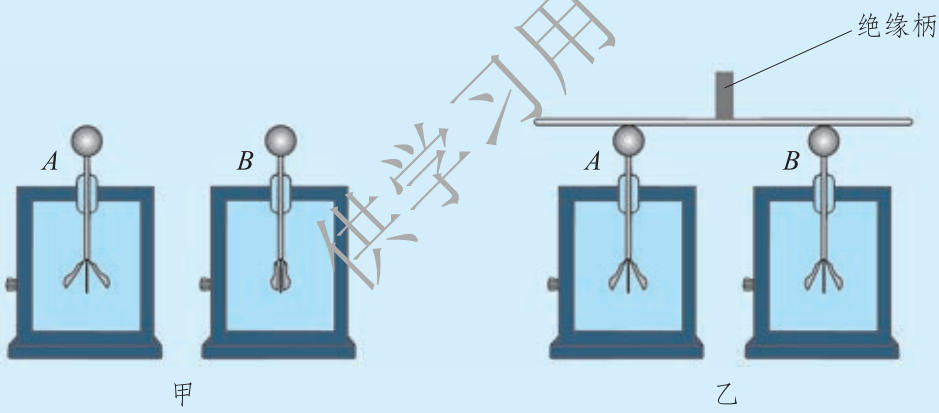


图11-32

供学习用

验电器 *B* 的金属箔张开，表明验电器 *B* 也带上了电，说明有电荷通过金属棒从 *A* 流到了 *B*。也可以说，用金属棒把 *A* 和 *B* 连接起来时，金属棒上有了电流。

电流和电流的方向

不同物质的原子结构不同，原子中电子的运动状态就不同。大量原子或分子组成大块物质时，由于原子或分子间的相互作用，原子中电子的运动状态也

微信公众号：电子课本大全

会有所变化。例如，在由大量金属原子组成的金属中，原子中离原子核最远的一些电子可以摆脱原子核的束缚，在整个金属中自由移动，这类电子叫作**自由电子**(free electron)。原子中其余部分叫作原子实，自由电子可以在它们之间跑来跑去，就像气体中的分子那样做自由运动。可以自由运动的电荷叫自由电荷，金属导体中的自由电荷就是自由电子。

在电路中，由于电源的作用可使自由电荷定向移动，这种自由电荷的定向移动就形成了**电流**(electric current)。电流流过用电器时做功就会把电源的电能转化为其他形式的能。

金属导体中的电流，实际上是带负电的自由电子定向移动形成的。但在一般情况下，负电荷沿某一方向运动产生的效应和等量的正电荷沿相反方向运动产生的效应是一样的。人们规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。如图 11-33 所示，按照这个规定，在一个闭合电路中，电流从电源的正极流出，经过用电器，流向电源的负极。

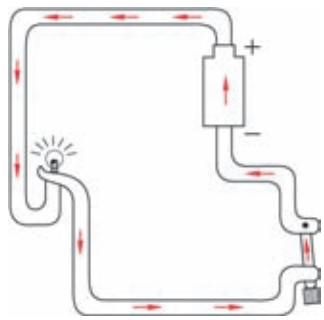


图11-33

电流的符号是 I 。在国际单位制中，电流的单位是**安培**(ampere)，简称为安，用符号 A 表示。除了安以外，电流的单位还有毫安(mA)、微安(μA)等。

$$1\ \mathrm{A} = 10^3\ \mathrm{mA};$$
$$1\ \mathrm{mA} = 10^3\ \mu\mathrm{A}。$$

表11-2　一些用电器正常工作时的电流

A

液晶显示计算器	约 1.3×10^{-4}	家用电视机	0.3～1
小型发光二极管	约 0.01	家用电冰箱	0.5～1.0
半导体收音机	0.01～0.1	家用洗衣机	约 1
LED 手电筒	0.02～0.2	家用电熨斗	1.5～6
家用节能照明灯	0.05～0.3	家用空调	4～9

非学习用

微信公众号：电子课本大全

做一做

如图 11-34 所示，先用导线将一只小灯泡与一节干电池连接，再将这只小灯泡与两节串联的干电池连接。猜想一下，小灯泡的亮度会发生变化吗？实际做一做，观察这两种情况下，小灯泡的亮度有什么不同，你认为这是什么原因造成的？

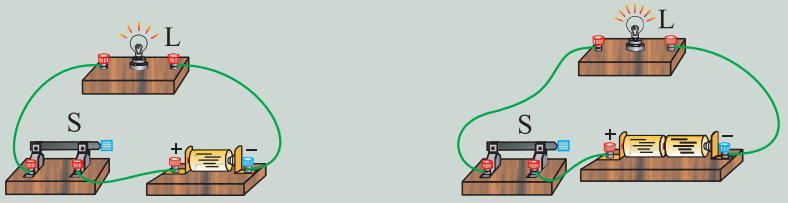


图11-34

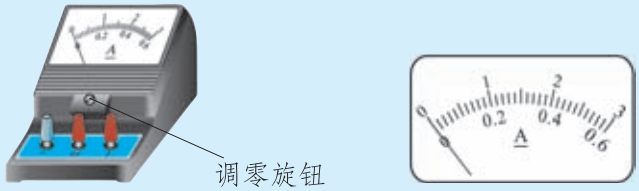
你想到了吗？前后两次灯泡中的电流可能不同。

电流表

测量电路中电流大小的仪表叫作电流表，它在电路图中的符号是Ⓐ。

观察与思考

图 11-35 甲是实验室常用的电流表，图 11-35 乙是它的表盘。



甲　　乙

图11-35

注意观察，你会发现实验室常用的电流表有三个接线柱，分别标有“−”、“0.6”和“3”。在表盘上有一个醒目的“A”字。表盘上的标度分为上下两组，上面的标度为 0～3，下面的标度为 0～0.6。你知道这些标志都代表什么吗？

作业习用

微信公众号：电子课本大全

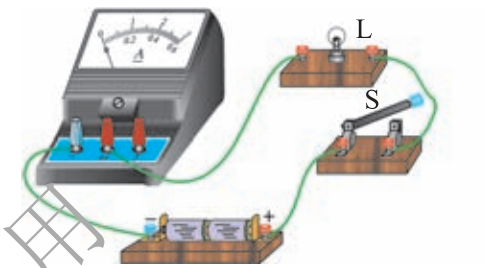
表盘上的“A”提醒你这是一个电流表，表盘上的数值单位是安。两组标度说明该电流表有两个量程，测量范围分别为0～3 A和0～0.6 A。标有“－”的接线柱要与电源负极引出的导线相连，另两个接线柱可以根据情况选用一个和电源正极引出的导线相连。如果电流小于 0.6 A，应该使用 0～0.6 A 这个量程，把标有“－”和“0.6”的接线柱接入电路；如果电流大于 0.6 A 小于 3 A，就使用 0～3 A 这个量程，把标有“－”和“3”的接线柱接入电路。

注意：

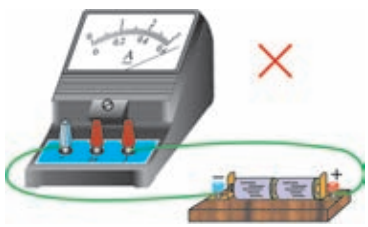
(1)在实际测量前，如果电流表的指针没有指在“0”的位置，需要调节表盘下面的调零旋钮，把指针调节到指“0”的位置。

(2)电流表必须串联在电路中，如图 11-36 甲所示。

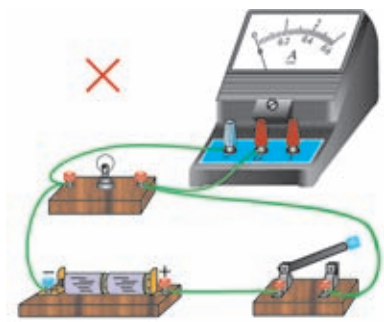
(3)绝对不能直接把电流表接在电源的正、负极上，如图 11-36 乙、丙所示。



甲



乙



丙

图11-36

(4)在实际测量前，我们不知道电流有多大。这时可以先使用 0～3 A 的量程，将开关瞬间闭合再断开，看指针的偏转情况。若超出量程，要换更大量程的电流表；若指针的偏转没有超出量程，但是大于 0.6 A，应当用 0～3 A 的量程测量；如果小于 0.6 A，则应当改用 0～0.6 A 的量程进行测量。这样能更准确地读出数值。

读数时，视线应与表盘垂直。在图 11-37 中，电流表的两个接线柱被接入了电路，请你读出电流表的示数。

供学习用

微信公众号：电子课本大全



甲　　乙

图11-37

甲电流表的示数是_____A；乙电流表的示数是_____A。

你是如何读数的？与同学交流。

串、并联电路中电流的关系

学生实验

在第二节中，同学们组装了串联电路和并联电路，现在可以测量一下两个典型电路中通过每只灯泡的电流大小，从中你能发现什么规律？

1.图 11-38 是一个串联电路，L_1 和 L_2 是两只不同的小灯泡。分别把电流表接在图中的 *A*、*B*、*C* 三处，测量流过这三处的电流。

I_A =_____A；　I_B =_____A；　I_C =_____A。

从测量结果中你发现了什么？和其他同学交流后你能得出什么结论？

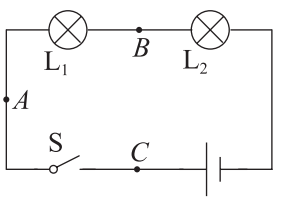


图11-38

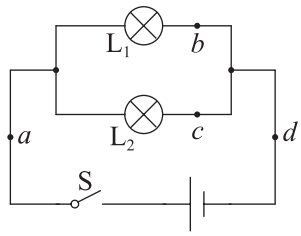


图11-39

2.将电路连接成图 11-39 所示的并联电路，分别把电流表接在图中的 *a*、*b*、*c*、*d* 四处，测量流过这四处的电流。

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

I_a = ____ A；　I_b = ____ A；　I_c = ____ A；　I_d = ____ A。

从测量结果中你发现了什么？和其他同学交流后你能得出什么结论？

在串联电路中，电流处处相等；在并联电路中，通过干路的电流等于各支路电流之和。

作业

1.电流是由_____移动形成的。人们规定：_____定向移动的方向为电流的方向。在国际单位制中，电流的单位是_____。

2.下列关于电流的说法正确的是(　　)。

A.只有正电荷的移动，才能形成电流

B.只有自由电子的移动，才能形成电流

C.正电荷定向移动的方向为电流方向

D.负电荷定向移动的方向为电流方向

3.完成下面的单位换算：

(1) 0.05 A = _____ mA；

(2) 0.006 A = _____ μA；

(3) 6.5×10^4 mA = _____ A；

(4) 5×10^5 μA = _____ mA。

4.一段电炉丝接在蓄电池上，估计通过它的电流大约是 1.4 A。一位同学接好的电路如图 11-40 所示，此时能把开关 S 闭合吗？应当怎样做？

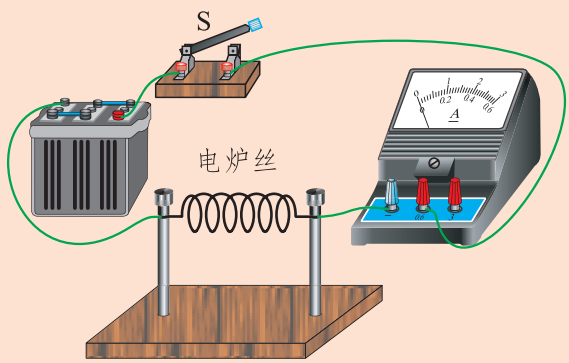


图11-40

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

5.在图 11-41 所示的电路中，开关闭合后，电流表 A_1、A_2 的示数分别为 1 A 和 0.4 A，则通过 L_1 的电流是_____A。

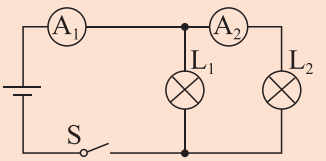


图11-41

阅读材料

安　培

安培(André-Marie Ampère，1775—1836)是法国科学家。从少年时期起，安培就酷爱学习，13 岁就发表了第一篇数学论文，并通过坚持不懈的努力，最终在物理学、化学和数学等方面具有了很深的造诣。



安培(1775—1836)
图11-42

安培在科学研究中非常专心。一天，他在街上走着走着，想出了一个电学问题的算式，正为没有地方运算而发愁。突然，他发现面前有一块“黑板”，就拿出随身携带的粉笔，在上面运算起来。那“黑板”原来是一辆马车的车厢背面。马车走动了，他也跟着走，边走边写；马车越走越快，他就跑了起来，一心一意要完成他的推导，直到他实在追不上马车才停下了脚步。安培这个失常的举动，使当时街上的人笑得前仰后合。

安培在电学方面的研究成果非常突出，他被后人称为“电学中的牛顿”。为了纪念安培，物理学界用他的名字作为电流的单位名称。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

五、电　压

电　压

问题与思考

我们已经知道，导体中存在着可以移动的自由电荷，自由电荷的定向移动形成电流。那么是什么原因使电荷定向移动呢？

仅供个人用

如果和流水对比，看看水流是如何形成的，或许你能从中得到一些启示。

如图 11-43 甲所示，两个装水的容器中水面相平，底部用透明的软管连通，并安装有一个阀门。打开阀门时，管内的水流动吗？为什么？

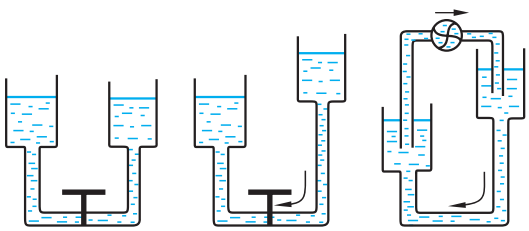


图11-43

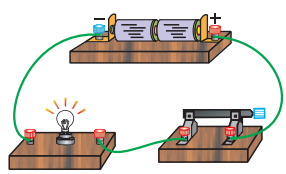


图11-44

将右侧的容器提高一点(图 11-43 乙)，再打开阀门，管内的水是否流动？为什么？水能连续流动吗？

用一台抽水机不断地把低处容器中的水抽到高处容器中去(图 11-43 丙)，管内的水能连续不断地流动吗？

图 11-44 是一个最简单的电路，与图 11-43 丙比较有什么相似之处？你能想到什么？

微信公众号：电子课本大全

由上面的实验我们看到：要想让管中的水流动，必须使管两端水位的高度不同。水位差产生了水压，此时水压是形成水流的原因，抽水机则是保持水压的装置。与抽水机相似，电源就是把从电源正极经导线和用电器流向电源负极的电荷再从电源内部移到电源正极，从而在电路两端保持一定的**电压(voltage)**，这样就能形成持续的电流。电压通常用符号 U 表示。在国际单位制中，电压的单位是**伏特(volt)**，简称伏，用符号 V 表示。电压的单位除了伏，还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)等。

$1\ \mathrm{kV} = 10^3\ \mathrm{V}$；
$1\ \mathrm{V} = 10^3\ \mathrm{mV}$；
$1\ \mathrm{mV} = 10^3\ \mu\mathrm{V}$。

表11-3 一些常见的电压值

V

一单元太阳能电池	0.5	一块铅蓄电池	2.0
镍氢电池	1.2	手机电池	3.6～3.7
电子手表用的电池	1.25～3	家庭电路	220
一节干电池	1.5	工厂动力用电	380

供学习用

电压表

测量电路中两点间电压大小的仪表叫作电压表。电压表在电路图中的符号是Ⓥ。图 11-45 甲是实验室常用的电压表，图 11-45 乙是它的表盘。



甲　　乙

图11-45

微信公众号：电子课本大全

观察与思考

实验常用的电压表有几个量程？每个量程的分度值是多少？电压表上的三个接线柱，应当怎样使用？

注意：

(1)在实际测量前，如果电压表的指针没有指在“0”的位置，需要调节表盘下面的调零旋钮，把指针调节到指“0”的位置。

(2)电压表应该并联在被测量电路的两端，如图 11-46 所示。

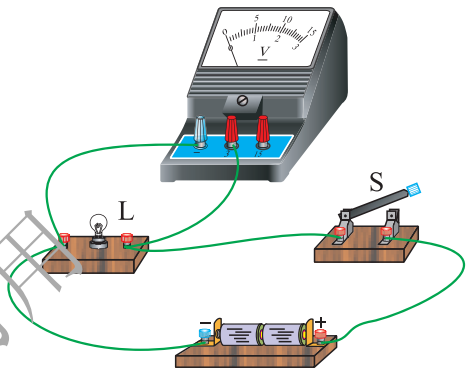


图11-46

(3)要使电流从电压表标有“3”或“15”的接线柱流入，再从标有“–”号的接线柱流出。

(4)在不能预先估计被测电压大小时，可以先使用 0～15 V 的量程，将开关瞬间闭合再断开，看指针的偏转情况。若指针的偏转超出量程，要换更大量程的电压表；若指针的偏转不大于 15 V，但是大于 3 V，应该使用 0～15 V 的量程；如果指针的偏转小于 3 V，应该改用 0～3 V 的量程测量。这样能更准确地读出数值。

图 11-47 中电压表的两个接线柱被接入了电路，请你读出电压表的示数。



甲　　乙

图11-47

甲电压表的示数是_____ V；乙电压表的示数是_____ V。

你是如何读数的？与同学交流。

微信公众号：电子课本大全

串、并联电路中电压的关系

学生实验

1.在图 11-48 所示的电路中，L_1 和 L_2 是两只不同的小灯泡。分别测量 L_1 两端的电压 U_1、L_2 两端的电压 U_2、L_1 和 L_2 两端的总电压 U。

U_1＝_____ V；　U_2＝_____ V；　U＝_____ V。

将你的测量结果与其他小组的测量结果进行比较，你能得出什么结论？

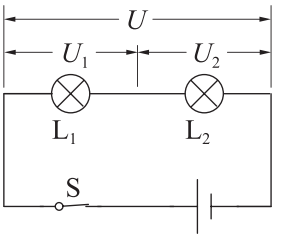


图11-48

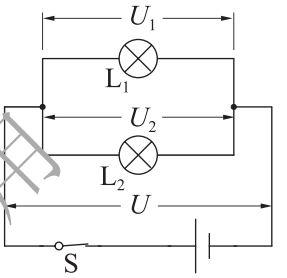


图11-49

2.在图 11-49 所示的电路中，分别测量 L_1 两端的电压 U_1、L_2 两端的电压 U_2、L_1 和 L_2 两端的总电压 U。

U_1＝_____ V；　U_2＝_____ V；　U＝_____ V。

将你的测量结果与其他小组的测量结果进行比较，你能得出什么结论？

在串联电路中，电路的总电压等于各用电器两端的电压之和；在并联电路中，各支路两端的电压相等，与电路的总电压也相等。

作业

1.完成下面的单位换算：

(1) 0.5 V＝_____ kV；

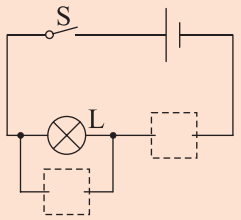
(2) 2.5×10^4 μV＝_____ mV；

微信公众号：电子课本大全

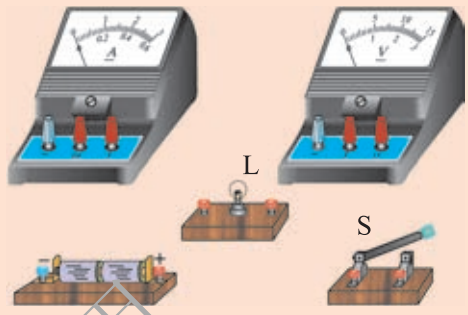
(3) 0.16 V ＝_____mV；

(4) 5×10^5 μV ＝_____kV。

2.图 11-50 甲是用电压表、电流表测量灯泡 L 两端电压和通过它的电流的电路图。请你在图 11-50 甲的虚线框内填入电压表、电流表的符号，并将图 11-50 乙中的实物连接起来。



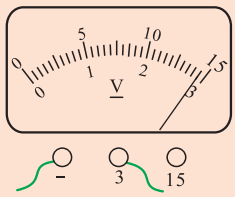
甲



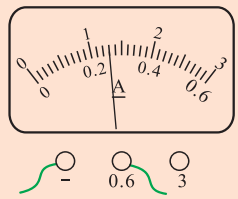
乙

图11-50

确认电路连接正确无误后，闭合开关，若电压表、电流表示数如图 11-51 所示，则灯泡两端的电压是_____V，通过灯泡的电流是_____A。



甲



乙

图11-51

3.如图 11-52 所示，若电源电压为 3 V，电压表的示数为 1 V，则加在小灯泡 L_1 和 L_2 两端的电压分别是_____V 和_____V。

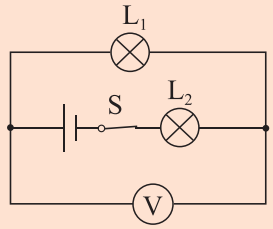


图11-52

佳学习用

微信公众号：电子课本大全

4.小明在做电学实验时，按图 11-53 连接一个电路，电源电压不变，闭合开关后，灯 L_1、L_2 都发光。一段时间后，其中一盏灯突然熄灭，而电流表、电压表的示数都不变。产生这一现象的原因是(　　)。

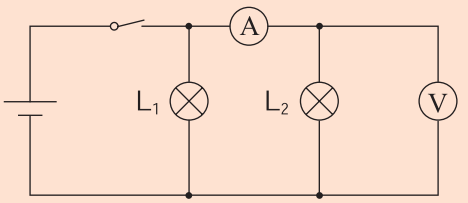


图11-53

A.灯 L_1 短路　　B.灯 L_2 短路

C.灯 L_1 断路　　D.灯 L_2 断路



神奇的生物电

人们很早以前就知道一些动物带电，如电鲇、电鳐等。不过，当时人们认为这只是个别现象。到 18 世纪末，意大利物理学家和解剖学家加伐尼发现青蛙的神经和肌肉带电后，人们逐渐认识到生物体带电是普遍现象。

生物电的基础是细胞膜的内外有电压。安静时细胞膜电压大约为几十毫伏，比较小，不借助实验仪器很难观察到。当神经细胞和肌肉细胞受到刺激时，它们的这种电压会剧烈变化，并且沿神经细胞和肌肉细胞传导。随后肌肉细胞启动收缩机制，促使肌肉运动，产生动作。

人体组织和器官细胞膜的这种电压可以反映出这些组织和器官的工作状况，所以在医学上用专门的仪器测量这些组织和器官的电压及其变化。这样，不必开刀，医生用测量得到的心电图(图 11-54、图 11-55)、肌电图和脑电图等就可以了解人体内部组织和器官的工作状况，对健康情况做出诊断，避免了诊断手术对这些组织和器官造成伤害。

现在医学专家们已经研制出用来自神经和肌肉的电信号控制的假肢。这种假肢的电极接在残肢肌肉的外侧，用于接收来自神经和肌肉的电信号，然后输入一个电路，将信号放大，控制小型电机的转动，操纵假肢的运动。这种假肢比较灵活，其运动形式比较接近正常肢体的运动形式，给使用者带来更多的便利。现在这种假肢正在完善之

供学习用

微信公众号：电子课本大全

中，科学家们希望把小型计算机或者小型数据处理器应用到这项发明中，使假肢能根据使用者的意志灵活自如地运动。

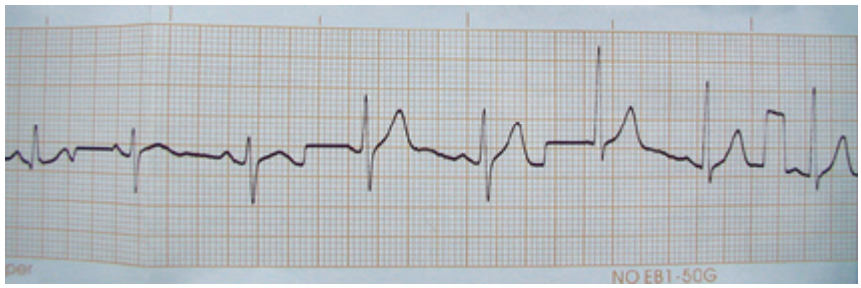


图11-54

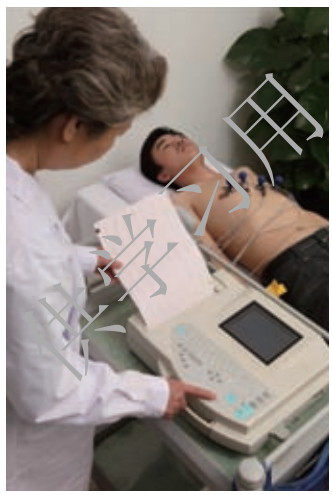


图11-55　医务工作者正在为患者做心电图检查

由于生物电在肌肉收缩和产生知觉等方面具有重要的作用，因此也可以利用外部的电刺激代替生物电来控制人体的某些机能，达到治疗和恢复机能的目的。如，在正常情况下，由心脏窦房结产生的电信号传导到心房，接着传到心室引起心脏搏动，一旦这种传导(通常是在心房和心室之间)发生故障，心跳就会减慢而危及生命。心脏起搏器可以用适当间隔的电刺激来替代中断的信号，维持心脏正常跳动。

对人体生物电的研究还将在电麻醉及建立视觉、听觉等诸多方面给医生提供帮助，这是一个非常令人着迷的研究领域。

微信公众号：电子课本大全

六、不同物质的导电性能

导体、绝缘体和半导体

观察与思考

观察一根导线，可以看到它的内部是金属线，而它的外面包上了一层塑料或橡胶(图 11-56)。

你知道这是为什么吗？



图11-56

电流在金属中传导，而它外面的塑料或橡胶却不导电，这说明不同物质的导电性能是不同的。

学生实验

在图 11-57 所示的装置中，*A* 和 *B* 两端是断开的。在 *A*、*B* 两点之间分别接入钢尺、木棍、橡皮、玻璃和盐水等。闭合开关，观察

微信公众号：电子课本大全

电流表的示数及小灯泡的明暗情况。

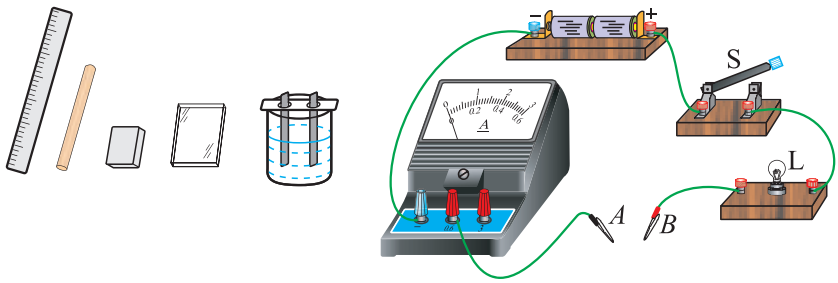


图11-57

将_____接入电路，电路中有电流，表明这些物体容易导电，我们把它们叫作导体(conductor)。

将_____接入电路，电路中没有电流，表明这些物体不容易导电，我们把它们叫作绝缘体(insulator)。

供学习用

交流讨论

1.铁丝、塑料、空气、人体，哪些是导体，哪些是绝缘体？你是怎么判断的？

_____

_____

_____

2.你还能说出哪些物质是导体，哪些物质是绝缘体吗？

_____

_____

_____

按物质的导电性能来分，除了有导体和绝缘体外，还有一类物质，其导电性能介于导体和绝缘体之间，这类物质叫半导体(semiconductor)。锗、硅、砷

微信公众号：电子课本大全

化镓等都是半导体。

图 11-58 展示了常温下一些物质的导电性能，从左到右导电性能越来越强，绝缘性能越来越弱。



图11-58

科学窗

导体中有大量的能够自由移动的电荷

在金属中，其原子的外层电子能够脱离原子核的束缚，形成大量能自由移动的电子(电子带负电)。在酸、碱、盐的水溶液中，存在着大量能够自由移动的正、负离子(它们分别带正、负电)。所以，它们都是导体。

在橡胶、塑料等绝缘体中，电荷几乎都被束缚在原子的范围内而不能自由移动，自由电荷很少，因此也就不容易导电。

同一种物质的导电性能总是一成不变的吗？

观察与思考

如图 11-59 所示，闭合开关，观测电流表的示数；断开开关，将热敏电阻放入热水中，再闭合开关，观测电流表的示数。

所观测到的电流表的示数有变化吗？这说明了什么？

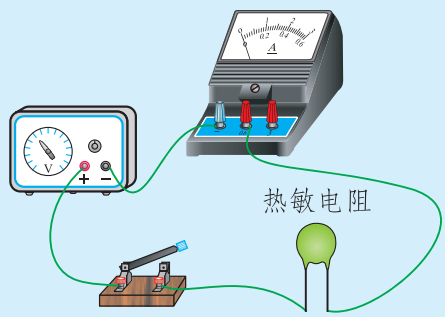


图11-59

微信公众号：电子课本大全

大量的类似实验现象表明，同一种物质的导电性能并不是一成不变的。在外界温度、压力、光照等条件发生改变或掺入杂质时，绝缘体有可能变成导体。

良好的导体和绝缘体都是理想的电工材料。图 11-60 所示的是常用的电工用品。观察它们并说出哪些部分是导体，哪些部分是绝缘体，它们各起什么作用。你还能举出其他例子吗？



图11-60　常用的电工用品

供学习用

电　阻

在图 11-57 所示的电路中接入不同的导体时，电流表的示数不同。为什么在电压相同的情况下，通过导体的电流不同呢？

这表明导体虽然容易导电，但是它们对电流还存在着阻碍作用，而且有的阻碍作用大，有的阻碍作用小。

电阻(resistance)是表示导体对电流阻碍作用大小的物理量，用符号 R 表示。在国际单位制中，电阻的单位是欧姆(ohm)，简称欧，用符号 Ω 表示。电阻的单位除了欧以外，还有千欧(kΩ)、兆欧(MΩ)等。

$$1\,\mathrm{M\Omega} = 10^3\,\mathrm{k\Omega};$$
$$1\,\mathrm{k\Omega} = 10^3\,\Omega。$$

我们在实验室经常使用的铜芯导线电阻比较小，通常可以忽略不计。在电路图中，电阻器的符号是“⊣▭⊢”。图 11-61 是几种常用的电阻器。

微信公众号：电子课本大全



图11-61 电阻器

作业

1.下列各组物质，通常情况下是导体的一组是(　　)。

A.人体、盐水、橡皮　　B.人体、大地、油

C.金属、大地、陶瓷　　D.盐水、人体、大地

2.完成下面的单位换算：

(1) 20 kΩ ＝_____Ω；

(2) 0.02 MΩ ＝_____Ω。

3.图 11-62 所示的是一种按钮式开关的构造截面图，图中 *C* 是按钮，*D* 是外壳，*A*、*B* 各有接线柱与电路连通。其中为导体的是_____、_____，为绝缘体的是_____、_____。(选填字母代号)

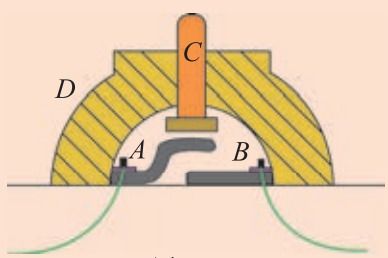


图11-62

4.关于导体和绝缘体，下列说法正确的是(　　)。

A.导体能够导电是因为导体内有大量的电荷存在

B.绝缘体不容易导电，是因为绝缘体内没有电荷存在

C.导体在任何情况下都可以导电，绝缘体在任何情况下都不会导电

D.有些绝缘体在一定的条件下可能变成导体

供学习用

微信公众号：电子课本大全



半导体材料的应用

半导体的导电性能会受到温度、光照、压力和掺加杂质等多种因素的影响。一些半导体在受到压力后，其导电性能发生较大的变化，利用这种特性，可以做成体积很小的力敏元件，用来测量压力的变化；一些半导体在温度升高时，它的导电性能迅速增强，利用这种特性，可以做出体积很小的热敏电阻，用来测量温度的变化，灵敏度较高；还有些半导体，在没有光照时，它不容易导电，有光照时又像导体那样导电，用它做成的光敏电阻可以用在需要对光照反应灵敏的自动控制设备中。

半导体是制造集成电路的重要材料，用扩散、光刻和真空镀膜等工艺可以在很小的半导体晶片上制成数目众多的晶体管、电阻等元件，组成具有强大功能的电路。为满足越来越多的便携式仪器设备的需要，很多集成电路越做越小。在半导体晶片上制作的元件也越来越小、越来越多，现在的计算机 CPU 已经可以集成几千万个晶体管，每秒运算几十亿次。

由许多半导体发光二极管(LED)组成的显示屏幕，具有低工作电压(仅 1.8 V～3 V)，亮度用电流调节，耐冲击、抗振动，耐高温、抗高寒，寿命长(10 万小时)等优点，所以在大型的显示设备中被广泛应用。如广场上的大屏幕电视(图 11-63)，公路两旁的电子显示屏(图 11-64)，比赛场的比分显示牌等。LED 已广泛应用在手电筒中。

供学习用



图11-63



图11-64

微信公众号：电子课本大全

七、探究——影响导体电阻大小的因素

常温下导体的电阻

问题与猜想

金属导体有电阻，它们的电阻大小与哪些因素有关呢？图 11-65 展示的现象会为我们提供一些线索。



图11-65

1.生活中常见的导线多是铜芯或铝芯，为什么很少用铁芯？

2.为什么有的导线芯比较粗？

3.不同规格的灯泡，为什么有的灯丝长，有的灯丝短？有的灯丝粗些，有的灯丝细些？

你从这些现象中可以猜想出：_____

_____

_____

制订计划

我们猜测电阻的大小可能与导体的材料、粗细和长短有关。怎样验证我们的猜想呢？

微信公众号：电子课本大全

建议在控制其他因素不变的情况下，改变某一个因素，观察电阻的变化。例如，在粗细、长短相同的情况下，比较不同材料的导体的电阻大小。怎样比较电阻的大小呢？在相同电压下，通过导体的电流越小，说明导体的电阻越大。

根据以上分析，和同学讨论，并完成以下各项工作。

1.写出你的实验计划。

2.列出实验中你需要的器材。

3.为避免发生事故，如烧毁仪器，实验中应该注意哪些问题？

4.根据你的实验计划，设计电路图。

电路图：

供学习用

微信公众号：电子课本大全

收集证据

根据你制订的实验计划进行实验，并将实验数据记录在你设计的表格中。

数据记录表：



分析与结论

你的实验数据说明了什么问题？是否证实了猜想？可以得出什么结论？

供学习用

评估与交流

与同学交流，看看得出的结论是否相同，实验还有哪些值得改进的地方。

导体的电阻受温度的影响

通过探究实验，我们知道常温下导体的电阻和它的材料、长度和横截面积有关。那么，导体的温度改变时，它的电阻会不会发生变化呢？

微信公众号：电子课本大全

实验探究

如图 11-66 所示，闭合开关后，用酒精灯给细铁丝加热。在铁丝温度逐渐升高并发红的过程中，观察电流表的示数和小灯泡亮度的变化情况。你能得出什么结论？将细铁丝换成细钨丝等其他材料进行实验，是否能观察到相似的现象？从这些实验现象中你能得出什么结论？

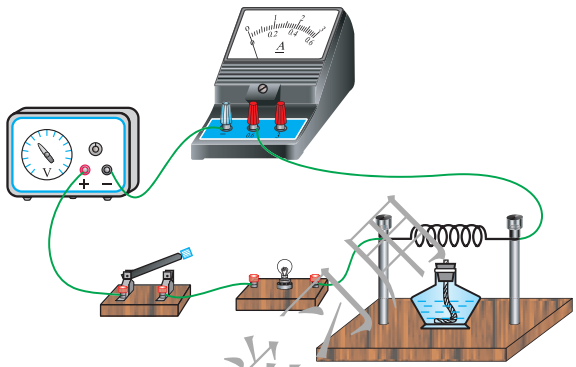


图 11-66

大量实验表明，导体的电阻大小与它的温度高低有关，金属导体的电阻通常随温度的升高而增大。

荷兰科学家昂尼斯在 1911 年发现，在 4.2 K(−268.95 ℃)附近，水银的电阻突然变为零。当温度降低到某一温度时，物质的电阻变为零，这种现象叫作超导现象。发生超导现象的物质叫作**超导体**(superconductor)。图 11-67 为超导磁悬浮现象。

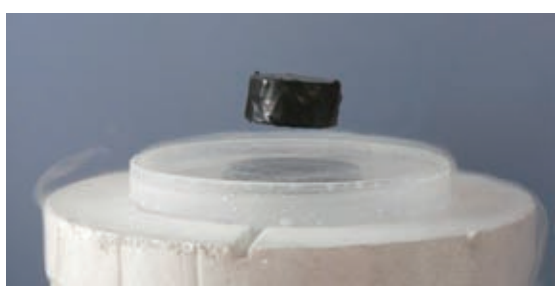


图 11-67

微信公众号：电子课本大全

作业

1.在温度相同的情况下，有甲、乙两根粗细相同的铜导线，甲导线长 0.4 m，乙导线长 20 cm。哪根导线的电阻大？

2.在温度相同的情况下，有 A、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.在相同温度下，关于导体的电阻，下列说法正确的是(　　)。

A.铝导线比铜导线的电阻大

B.两根铜导线，长的比短的电阻大

C.长度相同的两根铁导线，粗的比细的电阻大

D.长度相同的两根铝导线，细的比粗的电阻大

4.把一根粗细均匀的细铁丝对折起来，形成一根新的导线，那么与对折前相比，这根新导线的电阻将如何变化？若将这根细铁丝剪掉一半，与原来的整根细铁丝相比，剩余部分的电阻将如何变化？

供学习用

阅读材料

超　导　体

超导体若能应用到社会生活中，会给人类带来很大的好处。从发电厂发出的电输送到用户需要用导线，导线是有电阻的，电流通过输电导线会发热，因而造成了电能的损失，这种能量的损失是巨大的，它所造成的能量损失占总发电量的 8% 左右。如果能用超导体制成导线输电，那么，输电过程的电能损失就会大大地减小。

微信公众号：电子课本大全

超导体的使用还可以大大地减小微电子线路中的热噪声，从而极大地提高电子仪器测量的灵敏性，这对于无线电侦测技术具有重要的意义。

物质的电阻变为零时的温度，叫作这种物质的超导转变温度(或叫超导临界温度)。物质的温度低于它的临界温度时，这种物质才会显现超导性。一般金属或合金的临界温度都很低，例如铝的临界温度是－271.76 ℃，铅的临界温度是－265.97 ℃。要维持这么低的温度也是很困难的，这就使超导体目前只能应用在科学实验和高新技术中，而不能在日常生产和生活中普遍应用。

自超导现象发现的第一天起，各国科学家一直在努力寻找能够在室温下工作的超导材料。到目前为止，科学家所发现的高温超导体主要有铜基高温超导材料和铁基高温超导材料等。值得自豪的是，中国科学家对这两种高温超导材料都做出了重大贡献，大大推动了超导研究的进展。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

八、变阻器

有时，需要根据实际情况改变电路中电流的大小，如何满足这种要求呢？

经过上一节的学习，我们已经知道在电压保持一定的条件下，电路中的电流与电阻有关。我们可以通过改变电阻来改变电路中的电流。在温度不变的条件下，改变导体电阻的大小有三种常用的方法：(1)改变导体的材料；(2)改变导体的横截面积；(3)改变导体的长度。

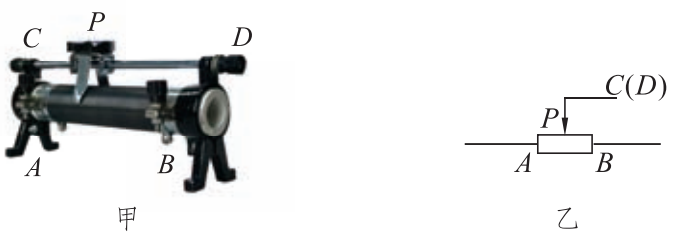
比较而言，改变导体的长度是一种简单易行的办法。实验室常用的滑动变阻器就是利用这个原理制成的。

仅学习用

滑动变阻器的构造

滑动变阻器的外观如图 11-68 甲所示。表面附着绝缘层的电阻线紧密地绕在瓷筒上形成一个线圈，线圈的始端和末端分别接到 A、B 两个接线柱上。在瓷筒的上方有一根金属杆架在绝缘支架上，金属杆的两端分别有 C、D 两个接线柱。套在金属杆上的滑动头可以在金属杆上左右滑动，它的金属滑片分别与金属杆和线圈紧密接触。线圈上跟滑片接触的地方，绝缘层已被刮去。滑片通过线圈上刮去绝缘层的地方与线圈相连。

滑动变阻器在电路图中的符号如图 11-68 乙所示。



甲　　乙

图11-68

滑动变阻器的使用

滑动变阻器有四个接线柱，一般接入电路只需要用两个接线柱，那么如何连接呢？

微信公众号：电子课本大全

做一做

按照图 11-69 连接好电路，闭合开关。移动滑动头，观察灯泡亮度和电流表示数的变化，体验滑动变阻器是如何工作的，以及它在电路中的作用。

闭合开关，将滑片 P 向左移动，电路中的电流_____，表明接入电路的电阻_____；将滑片 P 向右移动，电路中的电流_____，表明接入电路的电阻_____。

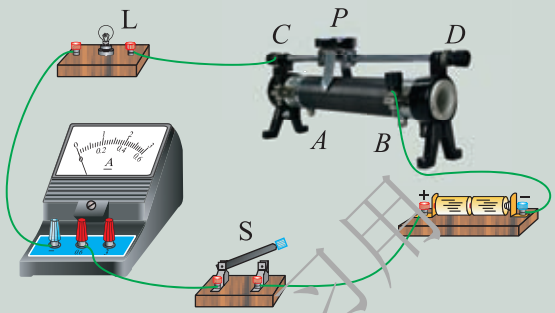


图 11-69

供学习用

如图 11-70 所示，如果将 C 和 B 两个接线柱接入电路，那么电阻线 OB、金属杆 CP 被接入电路。由于金属杆 CP 直径较大，电阻可以忽略不计，所以接入电路的电阻就是电阻线 OB 的电阻。如果把滑动头 P 向 D 端滑动，则接入电路的电阻线 OB 减短，电阻减小；如果把滑动头向 C 端滑动，则接入电路的电阻线 OB 增长，电阻增大。这样，通过改变滑动头的位置就可以改变接入电路中的电阻大小。如果把 A 和 D 两个接线柱接入电路，情况和 C、B 两个接线柱接入电路类似。

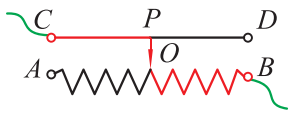


图 11-70

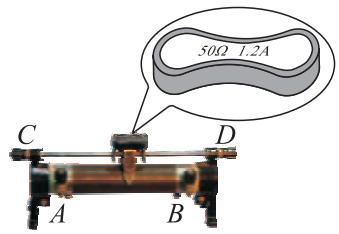


图 11-71

微信公众号：电子课本大全

在滑动变阻器的滑动头上面有一个铭牌，上面标有电阻值和电流值。例如，某变阻器的铭牌上标有“50 Ω 1.2 A”的字样(图 11-71)，其中“50 Ω”表示滑片移动时，这个变阻器接入电路的最大电阻值是 50 Ω，因此这个变阻器电阻值的变化范围就是 0～50 Ω；“1.2 A”表示这个变阻器允许通过的最大电流是 1.2 A，若通过它的电流超过了 1.2 A，这个变阻器就可能因发热而烧毁。

交流讨论

在连接好电路、闭合开关之前，变阻器的滑片应调到什么位置上？为什么要这样做？

如果把 *C* 和 *D* 两个接线柱接入电路(图 11-72)，或把 *A* 和 *B* 两个接线柱接入电路(图 11-73)，改变滑动头的位置，还能起到改变电阻的作用吗？此时接入电路中的电阻分别是多少？

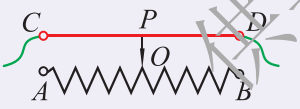


图11-72

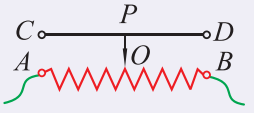


图11-73

供学习用

电阻箱

滑动变阻器能够改变接入电路中电阻的大小，但不能直接读出接入电路中电阻的阻值。要知道接入电路中电阻值的大小，可以使用另一种变阻器——电阻箱。

旋钮式电阻箱的外观如图 11-74 甲所示，它的面板如图 11-74 乙所示，它有两个接线柱，还有一些旋钮。

微信公众号：电子课本大全



甲



乙

图11-74

使用时，将它的两个接线柱连入电路，调节旋钮即可。读数时，将各旋钮对应的指示点的示数乘以面板上标记的倍数，再将它们相加，就是电阻箱接入电路中的电阻值。图 11-74 乙的读数为

$$(1\times1\,000+8\times100+9\times10+3\times1)\Omega=1\,893\,\Omega。$$

供学习用

交流讨论

有人说，电阻箱不能连续改变接入电路的电阻，而滑动变阻器能够连续改变接入电路的电阻。你认为这种说法确切吗？为什么？

作业

1.如图 11-75 所示的电路中，在开关闭合前，应将滑片 P 放在变阻器的____(选填“A”或“B”)端。开关闭合后，若滑片 P 向右滑动，电流表的示数将_____(选填“变大”、“变小”或“不变”)。

微信公众号：电子课本大全

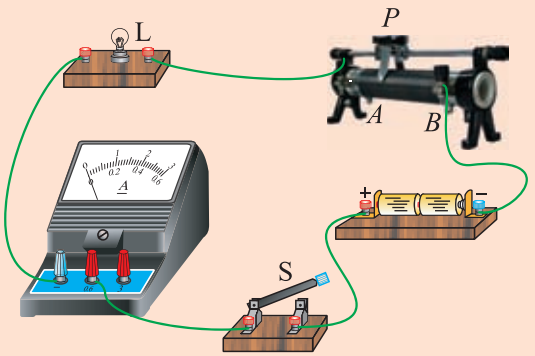


图11-75

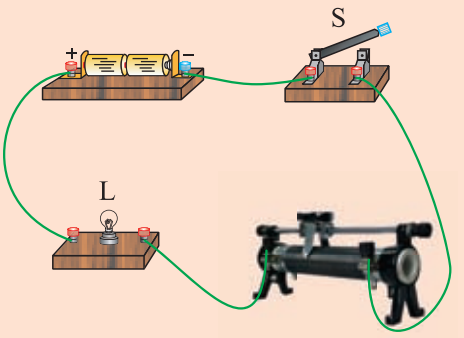


图11-76

2.图 11-76 为小兰设计的调光电路，闭合开关后发现不能调节灯泡的亮度。你能只改变其中一根导线，实现闭合开关后，将滑动头向左移动而使灯泡变亮吗？(请在连接错误的导线上画“×”，并用笔画线表示导线在图上改正。)

3.将图 11-77 中的电路元件连接起来，要求开关闭合后滑片向右滑动时灯泡变亮。

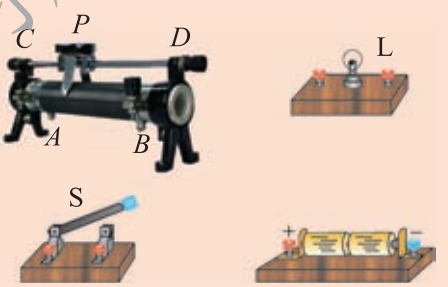


图11-77

4.给你两根长度相同但横截面积不同的镍铬合金线、一个电源、一个电流表、一个滑动变阻器、一个开关、若干根导线，现需要研究的课题有：

①导体的电阻跟它的横截面积的关系；

②导体的电阻跟它的长度的关系；

③导体的电阻跟它的材料的关系。

利用上述实验器材，可以完成的研究课题是(　　)。

A.只有①　　B.只有②

C.①和②　　D.①②和③

课堂学习用

微信公众号：电子课本大全



第十二章　欧姆定律

我们已经学习了电压、电流和电阻的概念，你知道它们之间有什么关系吗？19世纪20年代，德国物理学家欧姆在前人的研究基础之上，经过多年的不懈努力，终于发现了这一规律。尽管我们今天看到的这个规律很简单，但它却为电路的研究和当今科技的发展奠定了坚实的基础。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

一、学生实验：探究——电流与电压、电阻的关系

问题与猜想

我们知道，电压是形成电流的原因，电阻对电流有阻碍作用。那么，电路中的电流与电压和电阻之间存在怎样的关系呢？

在上一章中，我们曾经把一只小灯泡分别与一节和两节电池相连接，观察它的亮度变化。小灯泡没有换，电压增大后，电流增大了，小灯泡变亮了。在电源两端电压不变的情况下，我们还做过用滑动变阻器改变电路中电流的实验。根据这些实验现象，你认为通过导体(小灯泡)的电流与导体两端的电压、导体的电阻之间存在什么关系？请说出你的猜想，并与同学交流猜想的依据。

你的猜想：_____

供学习用

制订计划

你打算怎样用实验验证你的猜想呢？请说出你验证猜想的实验方案(包括实验所用的器材、实验电路和实验步骤等)，并与同学进行交流。

建议你在研究电流与电压的关系时，用不同的电阻完成实验。

你的实验方案：_____

微信公众号：电子课本大全

实验电路图：

收集证据

按照你的实验方案开展实验活动，并将实验数据记录在你设计的表格中。

数据记录表：

供学习用

分析与结论

你从实验数据中得出了什么结论？与同学进行交流讨论，并将你认同的结果记录下来。

评估与交流

与同学交流、讨论实验结果，并比较实验方案，讨论在实验中还有哪些影响因素没有考虑到，并提出改进实验的方案，使结果更可靠。

微信公众号：电子课本大全

欧姆定律

大量实验表明，**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**。这个结论是物理学中一个十分重要的定律，是德国物理学家欧姆首先在 19 世纪 20 年代用实验的方法研究得出的，叫作**欧姆定律**(Ohm's law)。

如果用 U 表示导体两端的电压，R 表示这段导体的电阻，I 表示通过导体的电流，那么欧姆定律可以表示为

$$I = \frac{U}{R}。$$

上式中，U 的单位用伏(V)，R 的单位用欧(Ω)，I 的单位用安(A)。

欧姆定律给出了一段导体的电流、电压、电阻间的定量关系，只要已知其中两个量的数值，就可以求出第三个量，在实际中有很多重要应用。例如，只要测出导体两端的电压及通过它的电流，就可以计算出它的电阻；如果测出通过导体的电流，且已知它的电阻，就能计算出它两端的电压。需要指出的是，利用欧姆定律解决问题时，I、U、R 这三个量是对同一段导体而言的。下面我们通过具体问题来说明如何应用欧姆定律。

例题 如图 12-1 所示，将一只灯泡与一个定值电阻串联后接在电源两端，灯泡恰好正常发光。已知定值电阻的阻值为 24 Ω，电源两端的电压为 18 V，电压表的示数为 6 V。求通过定值电阻的电流大小和灯泡正常发光时灯丝的电阻。

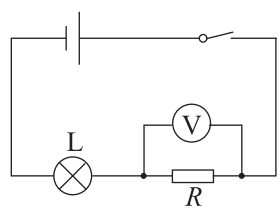


图12-1

分析 应用欧姆定律解决问题时应注意 I、U、R 三个量应是对同一段导体而言的。本题中定值电阻的阻值为 24 Ω，从电压表示数可知该电阻两端的电压为 6 V。可根据串联电路中电压、电流的关系求出灯泡两端的电压和通过灯泡的电流。

解 定值电阻的阻值 $R = 24\ \Omega$，它两端的电压 $U_R = 6\ \text{V}$。

根据欧姆定律可求出通过该定值电阻的电流

$$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{6\ \text{V}}{24\ \Omega} = 0.25\ \text{A}。$$

由于灯泡与电阻串联，根据串联电路中电压、电流的关系可知灯泡正常发

微信公众号：电子课本大全

光时，其两端电压

$$U_L = 18\ \text{V} - 6\ \text{V} = 12\ \text{V}。$$

通过灯泡的电流

$$I_L = I_R = 0.25\ \text{A}。$$

根据欧姆定律可知灯泡正常发光时，灯丝的电阻

$$R_L = \frac{U_L}{I_L} = \frac{12\ \text{V}}{0.25\ \text{A}} = 48\ \Omega。$$

答　通过定值电阻的电流大小为 0.25 A，灯泡正常发光时灯丝的电阻值为 48 Ω。

交流讨论

电流表的电阻很小，而电压表的电阻很大，你能利用欧姆定律分析以下操作要求吗？

不允许把电流表接到电源两极上；电压表可以直接接到电源两极上。

将你的分析与同学交流。

作业

1.已知导体中的电流 I 和导体的电阻 R，它两端的电压 U =_____；已知导体两端的电压 U 和导体中的电流 I，导体的电阻 R =_____。

2.在一个电源两端连接一个阻值为 10 Ω 的电阻，若这个电源两端的电压为 6 V，则通过电阻的电流是多大？

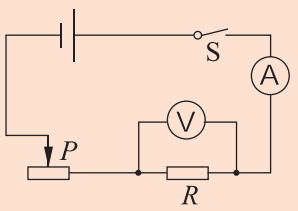
3.在一个电阻器的两端加 5 V 的电压时，通过它的电流是 0.6 A。这个电阻器的电阻是多大？

优学习用

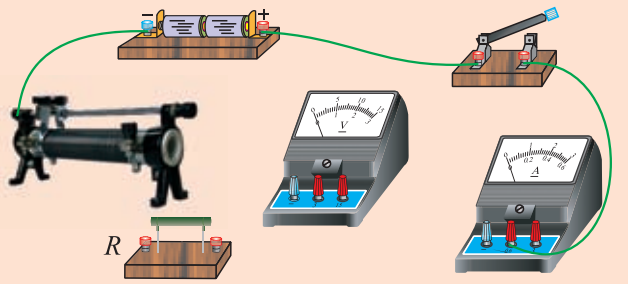
微信公众号：电子课本大全

4. 冬冬在做“探究通过导体的电流与电阻的关系”的实验中，采用了图 12-2 甲所示的电路图。

(1) 请按照电路图，用笔画线表示导线，将图 12-2 乙中的实物图连接完整。



甲



乙

图12-2

(2) 实验过程中，冬冬把电阻 R 由 5 Ω 分别换成了 10 Ω 和 20 Ω，每次闭合开关后，首先应调节 _____，使 _____ 保持不变，然后再记录电流表的示数。

5. 为探究电流与电压、电阻的关系，小星将实物连接成图 12-3 所示的电路。

(1) 请你指出图 12-3 中连接的错误之处：

① _____；② _____。

(2) 请你将正确的电路图画在虚线框内。

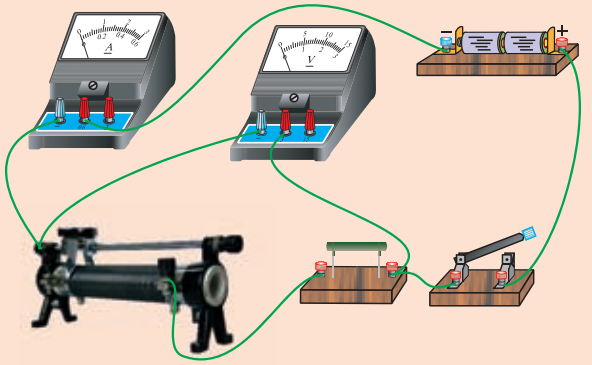




图12-3

电学习用

微信公众号：电子课本大全



欧　　姆

欧姆(Georg Simon Ohm，1787—1854)是德国物理学家，曾长期从事中学数学和物理的教学工作，同时还致力于科学研究。我们学习的欧姆定律，概念清晰、形式简明，好像得来全不费工夫。可当时为了研究电流与电压和电阻的关系，欧姆花了十年的时间，做了大量的实验，付出了艰辛的劳动。那时的实验条件很差，他当时能得到的电压稳定的电源只能提供几毫伏的电压，各种电阻值的导体都要靠他自己动手制备。那时还没有能测量电流的仪器。实验中，如何测量电流的大小是一个关键问题。他曾设想利用电流的热效应，通过通电导体的热膨胀来测量电流，但这个方法很难取得精确的结果。后来他设计了电流扭秤，才巧妙地解决了这个问题。他能够完成这些精细的制作和精确的实验，是由于他具有超凡的毅力，也得益于年轻时在他父亲的制锁作坊里练就的一双巧手。他的研究成果发表在 1826 年《金属导电定律的测定》论文中和 1827 年出版的《动力电路的数学研究》一书中，可是当时并未引起人们的重视。随着电学研究的进展，直到 1833 年，大家才认识到这一研究的重要性。1841 年，英国皇家学会授予他科普利奖章，这是当时科学界的最高荣誉。为了纪念他，后人用他的名字作为电阻的单位，并把他发现的定律称为欧姆定律。



欧姆(1787—1854)
图12-4

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、根据欧姆定律测量导体的电阻





问题与思考

欧姆定律为我们提供了测量电阻的实验原理，要测量一个未知电阻的阻值，我们需要测量哪些物理量？需要用什么仪器来测量？请你设计一个实验方案。

为减小误差，需要多次测量。你设计的方案应该能方便地进行多次测量。

实验方案：

实验电路图：

按照实验方案开展实验活动，并将实验数据记录在你设计的表格中，再根据欧姆定律计算出待测电阻的阻值。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

数据记录表：

与其他实验小组的同学交换待测电阻，重复上述实验，并比较测量结果是否相同。如果测量结果不同，请你分析一下原因是什么。

在交流、讨论的基础上，提出改进方案，使测量结果更可靠。

作业

1. 用电压表测出导体两端的电压，用电流表测出通过导体的电流，然后利用欧姆定律求出导体的电阻，这种方法叫作伏安法。小明在用伏安法测电阻时，电流表、电压表的接线情况及指针指示情况如图 12-5 所示，通过电阻的电流是_____A，电阻两端的电压是_____V，这个电阻的阻值是_____Ω。

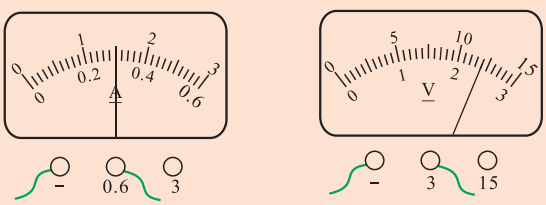


图12-5

2.从欧姆定律可以导出公式 $R=\frac{U}{I}$。对导体电阻的理解，下列说法正确的是(　　)。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

A.当导体两端的电压增大时，导体的电阻增大

B.当通过导体的电流增大时，导体的电阻减小

C.当导体两端的电压为零时，电阻也为零

D.电阻由导体本身的性质决定，与电流、电压无关

3.在“测量小灯泡的电阻”实验中，电源两端的电压保持不变，小灯泡正常发光时其两端的电压为 2.5 V。

(1)接通电路后，小明发现移动滑动变阻器的滑片使其接入电路的电阻减小时，电压表的示数也变小了，你认为电路连接中存在的错误是_____。

(2)改正电路后，他将测得的数据及计算结果填写在表 12-1 中。

表12-1 测量小灯泡的电阻

实验次数 / 物理量	1	2	3	4
电压 U / V	1.0	1.5	2.0	2.5
电流 I / A	0.20	0.22	0.26	0.30
电阻 R / Ω	5.0	6.8	7.7	

则小灯泡正常发光时的电阻为_____Ω(保留一位小数)。

4.找一只老式手电筒上的小灯泡，根据它上面标注的电压和电流值，计算一下它的电阻 R_1，再用伏安法测一下当它两端的电压为 1 V 左右时的电阻 R_2。R_1 和 R_2 是否相同？这说明了什么？

作业习用

微信公众号：电子课本大全

*三、串、并联电路中的电阻关系

问题与思考

在图 12-6 甲所示的电路中，将电阻 R_1、R_2 接到电压为 U 的电路两端，电路中的电流是 I。用一个电阻 R 替换这两个电阻，仍接到这个电压为 U 的电路中(图 12-6 乙)，如果电路中的电流仍然是 I，那么对电路中的电流而言，这个电阻 R 产生的效果与原来两个电阻 R_1 和 R_2 产生的效果相同，在这种情况下我们把电阻 R 叫作 R_1 和 R_2 的等效电阻。

R_1、R_2 和 R 之间存在什么关系呢？

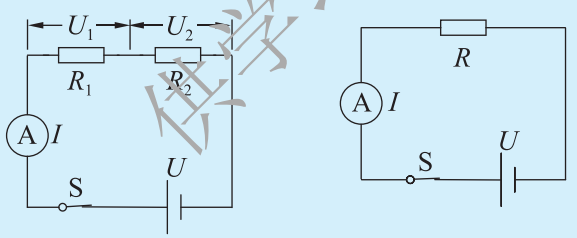


图12-6

仅学习用

串联电路中的电阻关系

经过前面的学习，我们已经知道：串联电路中，电流处处相等，总电压等于各部分电压之和。

所以在图 12-6 甲所示的电路中

$$I = I_1 = I_2,$$
$$U = U_1 + U_2。$$

微信公众号：电子课本大全

根据欧姆定律

$$U_1 = I R_1，\ U_2 = I R_2。$$

在图 12-6 乙所示的电路中，根据欧姆定律

$$U = I R。$$

两图中电源两端的电压相同，所以

$$I R = I R_1 + I R_2，$$
$$R = R_1 + R_2。$$

从上式可以看出：**串联电路中，等效电阻等于各串联电阻之和。**

例题 1 把一个 3 Ω 的电阻 R_1 和一个 6 Ω 的电阻 R_2 串联在电路中，如图 12-7 所示，电源两端的电压为 6 V。这个电路中的电流是多大？

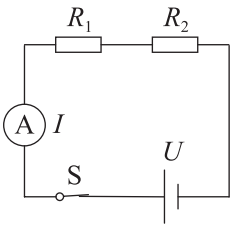


图12-7

分析 电源两端的电压已知，如果能知道两个电阻的等效电阻的大小，就可以利用欧姆定律求出电路中的电流。

解 串联电路中

$$R = R_1 + R_2 = 3\ \Omega + 6\ \Omega = 9\ \Omega。$$

根据欧姆定律

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6\ \mathrm{V}}{9\ \Omega} \approx 0.67\ \mathrm{A}。$$

答 这个电路中的电流约为 0.67 A。

问题与思考

如图 12-8 所示，把电阻并联起来，它们的等效电阻还等于各电阻之和吗？

微信公众号：电子课本大全

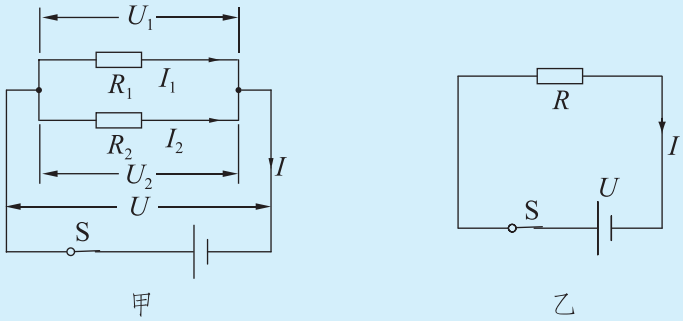


图12-8

并联电路中的电阻关系

经过前面的学习，我们已经知道：并联电路中，总电流等于各支路中的电流之和，各支路两端的电压相等。

所以在图 12-8 甲所示的电路中

$$I = I_1 + I_2 ,$$
$$U = U_1 = U_2 。$$

根据欧姆定律

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} ,\quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} 。$$

在图 12-8 乙所示的电路中

$$I = \frac{U}{R} 。$$

结合以上各式可得

$$\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} ,$$

学习用

微信公众号：电子课本大全

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}。$$

从上式可以看出：**并联电路中，等效电阻的倒数等于各并联电阻的倒数之和。**

例题 2 如图 12-9 所示，把一个 3 Ω 的电阻 R_1 和一个 6 Ω 的电阻 R_2 并联在电路中，它们的等效电阻是多大？如果电源两端的电压为 3 V，则电路中的总电流为多大？

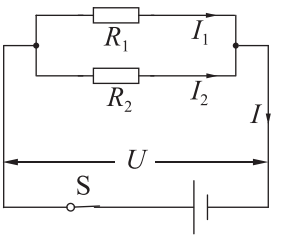


图12-9

解 由于

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2},$$

所以

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{3\Omega}+\frac{1}{6\Omega}=\frac{3}{6\Omega}=\frac{1}{2\Omega},$$

$$R=2\Omega。$$

根据欧姆定律

$$I=\frac{U}{R}=\frac{3\text{ V}}{2\ \Omega}=1.5\text{ A}。$$

答 它们并联的等效电阻是 2Ω，电路中的总电流为 1.5 A 。

仅学习用

交流讨论

串联电路的等效电阻比每一个串联电阻都大，并联电路的等效电阻比每一个并联电阻都小。根据影响电阻大小的因素，分析电阻的两种不同连接方式相当于改变了导体的什么因素。将你的分析与同学交流。

微信公众号：电子课本大全

四、欧姆定律的应用

问题与思考

通过第二节的实验，我们掌握了根据欧姆定律用电流表和电压表测量电阻的方法。在实际应用中若没有电流表而只有一个电压表，你能测量一个未知的电阻吗？你还需要哪些器材？与同学交流一下你的想法。

根据第二节实验的方法，我们知道，要根据欧姆定律测量一个未知电阻 R，关键是要测出电阻两端电压为 U 时，通过电阻的电流 I。在没有电流表的情况下，我们怎样知道通过电阻的电流大小呢？

仅学习用

根据欧姆定律可知，通过导体的电流等于导体两端的电压与导体电阻之比，因此在只有电压表的情况下，我们可以借助已知阻值的电阻确定电路中的电流。那么又该怎样建立起此电流与通过待测电阻的电流之间的关系呢？我们可以将已知阻值的电阻和待测电阻串联起来接入电路中，利用串联电路电流处处相等的特点，测量通过已知阻值的电阻的电流可以获得待测电阻的电流。

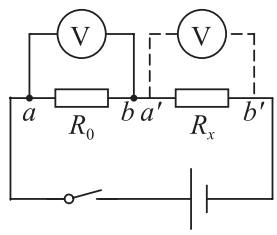


图12-10

根据上述分析，我们可以设计出图 12-10 所示的测量电路。其中 R_x 为待测的未知电阻，R_0 为已知阻值的电阻，先将电压表接在 a、b 两点间，测得 R_0 两端的电压为 U_0，则此时通过 R_0 和 R_x 的电流为

$$I_x = I_0 = \frac{U_0}{R_0}。$$

再将电压表改接在 a' 和 b' 两点间，测出 R_x 两端的电压 U_x，则待测电阻的阻值为

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_x}{U_0} R_0。$$

微信公众号：电子课本大全

交流讨论

如果在实际应用中只有一个电流表和一个已知阻值的电阻，你能对一个未知电阻的阻值进行测量吗？通过上面的分析，相信你一定能想出办法来。与同学交流一下你的想法。

科学窗

电流表和电压表的电阻

我们用电流表测电流时，需要将电流表串联在待测电路中，用电压表测导体两端的电压时，需要将电压表并联在待测导体两端。那么，将电流表和电压表接入电路之后，会不会影响电路中待测的电流和电压呢？

电流表和电压表既是测量仪表，同时也是接入电路中的特殊电阻。

电流表的电阻很小，实验室常用的电流表，量程是 0～0.6 A 时电阻约为 0.125 Ω，量程是 0～3 A 时电阻约为 0.025 Ω。

电压表的电阻一般很大，实验室常用的电压表，量程是 0～3 V 时电阻约为 3 kΩ，量程是 0～15 V 时电阻约为 15 kΩ。

正是由于电流表的电阻很小，所以将电流表串联在电路中时对电路的总电阻影响也很小。同样，由于电压表的电阻很大，所以将电压表并联在用电器两端时，对电路的总电阻的影响也很小。

作 业

1.在图 12-11 所示的电路中，电源两端的电压是 6 V，R_1 与 R_2 都是定值电阻。闭合开关 S 后，电流表的示数是 0.2 A，电压表的示数是 4 V。定值电阻 R_1、R_2 的阻值各是多大？

课堂学习用

微信公众号：电子课本大全

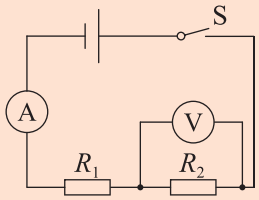


图12-11

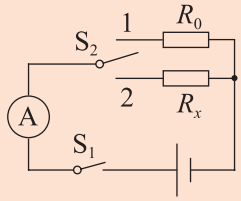


图12-12

2.在没有电压表的情况下测量未知阻值的电阻时，小明利用了一个阻值为 R_0 的已知电阻，设计了图 12-12 所示的电路，完成了测量任务。请你说说他是如何测量的。

3.为了解导体电阻随温度的变化情况，小王同学设计了图 12-13 所示的电路。图中电源两端的电压保持不变，R 为定值电阻，R_t 为热敏电阻，其阻值随温度的降低而增大。在该电路中，可以通过电流表或电压表示数的变化来判断温度的变化情况。小王在连接好电路且闭合开关后做了以下实验：向 R_t 上擦一些常温的酒精，并用扇子对着 R_t 扇风，然后观察电表示数的变化情况。他观察到的现象应该是(　　)。

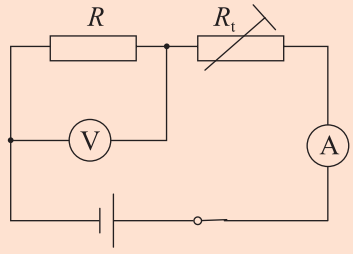


图12-13

A.电流表和电压表的示数均变小

B.电流表的示数变大，电压表的示数变小

C.电流表的示数变小，电压表的示数变大

D.电流表和电压表的示数均变大

4.在图 12-14 所示的电路中，两只电流表的规格相同，都有两个量程 (0～0.6 A 以及 0～3 A)。闭合开关 S，电阻 R_1 与 R_2 均有电流流过，两只电流表的指针偏转角度相同，则 R_1 与 R_2 的比值为(　　)。

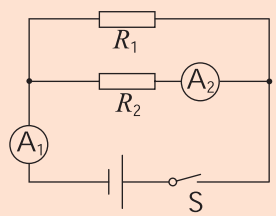


图12-14

A.1∶5　　B.5∶1　　C.1∶4　　D.4∶1

供学习用

微信公众号：电子课本大全



第十三章　电功和电功率

高速电力机车是铁路运输的重要动力机械。机车获得的能量源于强大的电力系统，是电流做功的结果。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

一、电能和电功

电能和电功

观察与思考

观察图 13-1 所示的用电器。

图 13-1 甲中，接通电源后，电饭煲中的食物很快被加热。在这个过程中，电饭煲把什么能转化为什么能？

图 13-1 乙中，接通电源后，电风扇转动。在这个过程中，电风扇把什么能转化为什么能？

图 13-1 丙中，闭合开关使台灯发光。在这个过程中，台灯把什么能转化为什么能？

供学习用



甲



乙



丙

图13-1

以上实例中，电饭煲把电能转化为食物的内能；电风扇中的电动机把电能转化为电风扇扇叶的机械能；台灯把电能转化为光能。

在第十章中我们知道，能是做功的本领，做功可以使一种形式的能转化为其他形式的能。在上述实例中，电能转化为其他形式的能的过程，就是电流流

微信公众号：电子课本大全

过用电器做功的过程，电流做的功称为**电功**。电流做了多少功，就有多少电能转化为其他形式的能。

电功用 W 表示，它的大小与哪些因素有关呢？

实验探究

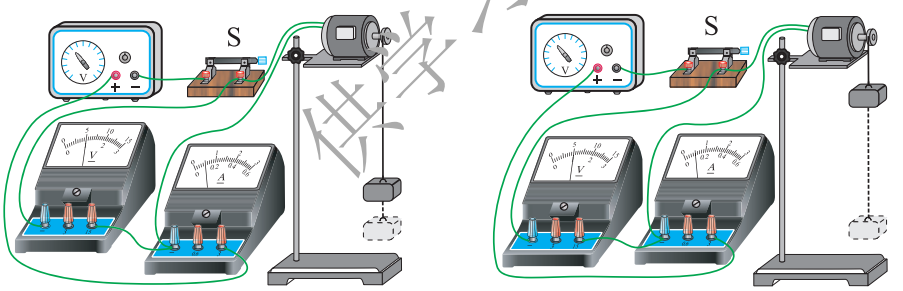
让电流通过一个小电动机带动重物升高。猜想电流做功与哪些因素有关，思考如何用学过的知识来间接判断你的猜想是否正确。

按照图 13-2 所示的装置进行探究实验。

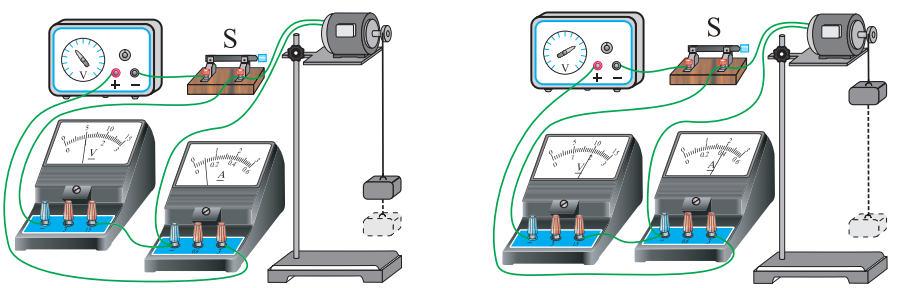
1.电压、电流相同，通电时间不同，通过重物升高的高度判断电流做功与通电时间的关系。

2.通电时间相同，电压、电流不同，通过重物升高的高度判断电流做功与电压、电流的关系。

供学习用



电压、电流相同，通电时间不同



通电时间相同，电压、电流不同

图13-2

微信公众号：电子课本大全

实验数据和现象：

从实验数据和现象中可以得出结论：

电动机两端的电压越_____、通过电动机的电流越_____、通电时间越_____，电流做功就越多。

供学习用

大量事实表明：电流所做的功跟电压、电流和通电时间成正比。电功等于电压、电流和通电时间的乘积。

$$W = UIt 。$$

上式中，U 的单位用伏(V)，I 的单位用安(A)，t 的单位用秒(s)，则 W 的单位就是焦(J)。

$$1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{V}\cdot\mathrm{A}\cdot\mathrm{s} = 1\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{m} 。$$

电能表

在实验中，我们通常用电压表、电流表以及停表分别测量电压、电流和通电时间，然后根据 $W = UIt$ 来计算电流通过用电器做了多少功。在生产、生活中一般用电能表来直接测量电流做的功。图 13-3 为常见的电能表。

微信公众号：电子课本大全



甲 普通电能表



乙 IC卡电能表

图13-3

交流讨论

观察你家的电能表，上面的数字、符号各代表什么？与同学交流一下。

电能表(又称电度表)是测量用电器利用了多少电能的仪表，可以显示用电器工作时所消耗的电能，也就是电流所做的功。电能表连接在用户的所有用电器之前的进户端(向用户供电电路的输入端)。用户在某一段时间内消耗的电能，就是这段时间结束和开始时电能表计数器所显示的数字之差。

电能表的计量单位是千瓦时，符号是 kW·h。日常生活中惯称的“度”就是千瓦时。

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

例题 月初、月末小明家电能表计数器所显示的数字如图 13-4 所示。小明家的用电器这个月消耗了多少电能？如果民用电的价格是0.40元/(kW·h)，小明家这个月应交多少电费？

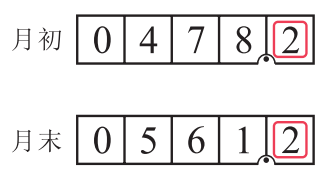


图13-4

解 小明家这个月所消耗的电能为电能表计数器两次显示数字之差。

$$W = 561.2\ \text{kW}\cdot\text{h} - 478.2\ \text{kW}\cdot\text{h}$$
$$= 83\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

微信公众号：电子课本大全

$= 83 \times 3.6 \times 10^6\ \text{J}$

$\approx 3.0 \times 10^8\ \text{J}$。

电费 = 0.40 元 / (kW·h) × 83 kW·h = 33.20 元。

答　小明家的用电器这个月大约消耗了 3.0×10^8 J 的电能，这个月应交电费 33.20 元。

小资料

表13-1　我国一些水力发电站的发电能力

名　称	装机容量/kW	年发电量/(kW·h)	名　称	装机容量/kW	年发电量/(kW·h)
三　峡	2.25×10^7	1×10^{11}	三门峡	4×10^5	1.32×10^9
二　滩	3.3×10^6	1.7×10^{10}	溪洛渡	1.386×10^7	5.71×10^{10}
葛洲坝	2.7×10^6	1.57×10^{10}	龙　滩	5.4×10^6	1.87×10^{10}
刘家峡	1.225×10^6	5.7×10^9	向家坝	6.4×10^6	3.09×10^{10}

仅学习用

作业

1.查看家中(或某位同学家)的电能表，记录一周所消耗的电能。据此估算一个月大约消耗电能多少度(千瓦时)。

2.通过互联网或其他途径，查找秦山核电站、大亚湾核电站、新安江水电站以及一些大型火力发电站的装机容量和年发电量，仿照本节中的“小资料”列表，与同学交流。

3.将一台电风扇接入 220 V的家庭电路中，若通过电风扇的电流为 0.2 A，那么它工作 1 h消耗的电能为多少焦？合多少度？

微信公众号：电子课本大全

4.利用图13-2所示的电动机提升重物，质量为400 g的重物以0.5 m/s的速度匀速上升2 s的过程中，电压表的示数为6 V，电流表的示数为0.5 A。求：(g取10 N/kg)

(1) 此过程中消耗多少电能；

(2) 此电动机工作过程中提升重物的工作效率。

阅读材料

我国巨型水力发电站

一、二滩水力发电站

位于我国四川省西南部雅砻江下游的二滩水电站(图13-5)，是我国20世纪末建成投产的最大水电站。电站总装机容量为3.3×10^6 kW，单机容量为5.5×10^5 kW，全年可发出电能1.7×10^{10} kW·h。在三峡电站建成之前，其各项指标均列全国第一，单机容量排世界前10位。二滩拱坝坝高240 m，为中国第一高坝。在双曲拱坝中，高度居亚洲第一、世界第三；承受总荷载9.8×10^6 t，列世界第一。总泄水量22 480 m^3/s，左、右岸两条导流洞衬砌后断面高23 m、宽17.5 m，为世界第一。



图13-5

微信公众号：电子课本大全

二、三峡水力发电站

三峡水力发电站(图 13-6)是迄今建成的世界上最大的水力发电站，位于长江干流上著名的三峡地区。电站的主体工程拦河坝轴线全长2 309.47 m，坝顶高程 185 m，最大坝高 181 m，由混凝土浇筑而成，总土方量为 $2.643\times10^{7}\,m^{3}$。

三峡发电厂的厂房在拦河坝泄水坝的两端，总长 1 210 m，分别装有 14 台和 12 台机组，机组的单机容量为 7×10^{5} kW。加上其他机组，总装机容量为 2.25×10^{7} kW，全年可发出电能 1×10^{11} kW·h 。



图13-6

三、溪洛渡水力发电站

位于长江上游金沙江上的溪洛渡水力发电站，是我国又一巨型水电站。电站总装机容量为 1.386×10^{7} kW，全年可发出电能 5.71×10^{10} kW·h，是仅次于三峡水电站的我国第二大水力发电站。

微信公众号：电子课本大全

二、电功率

力对物体做功有快慢之分，为了比较不同的力做功的快慢情况，我们引入了功率。电流做功的过程有快慢之分吗？怎样描述电流做功的快慢呢？

观察与思考

分别把一只 220 V、25 W 和一只 220 V、100 W 的电灯泡接在家庭电路中，观察电能表铝盘转动的快慢是否相同。你看到的现象说明了什么？

供学习用

电能表的铝盘转动圈数多，说明用电器使用的电能多，即电流做功多；电能表的铝盘转动圈数少，说明用电器使用的电能少，即电流做功少。如果两者所用时间相同，则表明前者电流做功较快。

这说明电流通过不同的用电器时做功的快慢一般不同。

我们把电流做的功与完成这些功所用时间的比叫作**电功率**(electric power)。电功率表示电流做功的快慢，它的符号是 P。

$$P=\frac{W}{t}=\frac{UIt}{t}=UI,$$

即

$$P=UI\text{。}$$

电功率大小等于用电器两端的电压和通过它的电流的乘积。上式中，U 和

微信公众号：电子课本大全

I 的单位分别是伏(V)和安(A)，P 的单位是瓦特，简称瓦，符号是 W。即

$$1\ \mathrm{W} = 1\ \mathrm{V}\cdot\mathrm{A}。$$

在工业生产中，用电器的功率往往比较大，这就需要更大的电功率单位——千瓦(kW)。

$$1\ \mathrm{kW} = 10^3\ \mathrm{W}。$$

交流讨论

你见过哪些用电器的铭牌？上面的电压、电流、功率的额定值各是多少？

图 13-7 中各用电器的铭牌上与电功率有关的数字、符号各代表什么？与同学交流一下你的看法。



图13-7　电器铭牌

用电器铭牌上标有该用电器正常工作的数据。图 13-7 中一些用电器铭牌上标有的“220 V”表示该用电器正常工作的电压为 220 V。而有些灯泡上标有“PZ220-100”、“PZ220-60”、“PZ220-40”等字样，表明这些灯泡正常

微信公众号：电子课本大全

工作的电压为 220 V，功率分别为 100 W、60 W 和 40 W。

用电器正常工作时的电压叫作额定电压，在额定电压条件下用电器的电功率叫额定功率。如果用电器的工作电压不是它的额定电压，它的实际功率就不等于它的额定功率。

例题 小明用一个标有额定电压为 220 V、额定功率为 1 100 W 的电热水壶烧水。若此时小明家中的实际电压为 200 V，这时电热水壶实际消耗的功率是多少？(不考虑电热水壶的电阻随温度的变化)

分析 本题中给出的实际电压不是额定电压，这时电热水壶的实际电流不是额定电流。要想知道电热水壶的实际电流，首先要知道电热水壶的电阻值，然后利用欧姆定律和电功率的计算公式就可以求出电热水壶实际消耗的电功率。

解 根据电功率的计算公式求出额定电流

$$I_{额}=\frac{P_{额}}{U_{额}}=\frac{1\,100\ \mathrm{W}}{220\ \mathrm{V}}=5\ \mathrm{A}\ ;$$

根据欧姆定律求出电热水壶的电阻

$$R=\frac{U_{额}}{I_{额}}=\frac{220\ \mathrm{V}}{5\ \mathrm{A}}=44\ \Omega\ ;$$

根据欧姆定律求出通过电热水壶的实际电流

$$I_{实际}=\frac{U_{实际}}{R}=\frac{200\ \mathrm{V}}{44\ \Omega}=4.5\ \mathrm{A}\ ;$$

根据电功率的计算公式求出电热水壶实际消耗的电功率

$$P_{实际}=U_{实际}I_{实际}=200\ \mathrm{V}\times 4.5\ \mathrm{A}=900\ \mathrm{W}。$$

答 电热水壶实际消耗的功率为 900 W。

优学引用

微信公众号：电子课本大全

小资料

表13-2　一些常用电器的额定电压和额定功率

用电器	额定电压/V	额定功率/W
计算器	1.5～3.0	约 5×10^{-4}
低压照明灯泡	24 或 36	40
日光灯	220	6～40
台式计算机	220	约 300
微波炉	220	0.7×10^3～2.0×10^3
电烤箱	220	0.5×10^3～2.5×10^3
空　调	220	0.7×10^3～2.0×10^3

供学习用

作业

1.记录一个常见用电器的铭牌，与同学交流。

2.一只标有“PZ220-40”字样的白炽灯泡，正常发光时通过灯丝的电流多大？1 kW·h 的电能可以供它正常发光多长时间？

3.有两只灯泡 L_1 和 L_2，分别标有“PZ110-40”和“PZ110-60”字样。若不考虑温度对灯丝电阻的影响，下列说法正确的是(　　)。

A.两灯都正常发光时，通过 L_2 的电流大

B.两灯并联后接在 110 V 的电源上，L_2 消耗的功率大

C.两灯串联后接在 220 V 的电源上，它们都能正常工作

D.两灯串联后接在 110 V 的电源上，L_1 消耗的功率大

4.在用电高峰时，某同学家的电压比 220 V 降低了10%，此时正在工作的“220 V　100 W”的灯泡的实际功率是多少？(不考虑灯泡电阻随温度的变化)

5.测量用电器的电功率可以用专用的仪器，也可以先测出加在用

微信公众号：电子课本大全

电器两端的电压和通过用电器的电流，再根据电功率的表达式计算出用电器此刻的电功率。请你画出用电压表和电流表测量用电器功率的电路原理图。

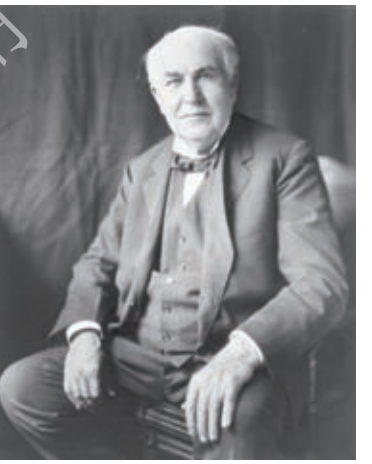




爱迪生与白炽电灯的诞生

爱迪生(Thomas Alva Edison，1847—1931)自幼家境贫寒，只读过三个月的小学，12 岁时就在车站卖报，用卖报得来的钱买书自学。他既爱读书又爱动脑和动手，成为全世界著名的发明家，创造、发明成果中有 1 093 项获得专利，白炽灯就是他发明的。

制造白炽灯的设想深深地吸引着爱迪生，他没日没夜地钻在图书资料中，仅笔记就有 200 多册，总页数达 10 万页以上。在浩瀚的资料中，爱迪生终于辨认出一个正确的方向，就是要利用电发光，必须找到耐高温的电阻材料。



爱迪生(1847—1931)
图13-8

什么样的材料既有一定的电阻又耐高温呢？他试验了铁丝、铜丝、白金丝等，就连他朋友的胡须都没放过。在他的笔记里，记录了 1 600 多种不同导电材料的详细实验现象，然而在结论一栏里都画上了不成功的叉子。能说都失败了吗？不，正如行进在崎岖的山路上的人，虽然不能笔直地到达山顶，但始终在向目标靠近。最终，他用竹纤维烧成的炭丝制成了一只白炽灯，它点燃了约 40 h。这就是人类第一只实用的白炽灯。

1931年10月18日，爱迪生在美国新泽西州奥兰奇城的家中去世，终年 84 岁。几天后全美国停电一分钟，以纪念这位以他的发明大大改变并改善了各地人民生活的人。

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

三、学生实验：探究——小灯泡的电功率

提出问题

小灯泡在不同的电压下工作时，消耗的电功率是否相同？若不相同，各是多少？如何测量？

制订计划

测量用电器的电功率，可以先测量用电器工作时的电压和电流，然后利用 $P = UI$ 计算出它的电功率。

请你制订测量小灯泡电功率的方案。以下是制订方案时要考虑的问题。

1.在闭合开关前，滑动变阻器的滑片应放在什么位置？

2.如何选择电压表、电流表的量程？依据是什么？怎样连接？

3.小灯泡的参数(小灯泡上标明的电压和电流数值)对实验有什么帮助？

仅学习用

表13-3　测量小灯泡电功率的方案

实验名称		实验组成员	
实验器材			
实验原理 (电路图)			
实验步骤			

微信公众号：电子课本大全

收集证据

设计表格，将实验数据及现象填写在你设计的表格中，并计算每次测量的小灯泡的电功率。



分析与结论

小灯泡在不同的电压下工作时，其功率_____。

供学习用

评估与交流

在小组内或班内交流你的探究方案和探究结果。对探究中的一些问题进行反思与研讨。反思与研讨的问题可以是：小灯泡工作时的电功率一定等于它的额定功率吗？为什么？

根据反思与研讨的情况，对探究活动进行评估。

表13-4 探究活动评估卡

评估项目	自评			同学评			教师评		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
是否参与了探究的全过程									
在探究过程中，有无合作与共同探讨									
实验报告是否完整，是否有新意									
其他(探究兴趣、探究方法的改进、是否提出了新的问题等)									

微信公众号：电子课本大全

作业

1.图 13-9 为某同学在测量小灯泡的电功率时连接的电路实物图，该图中有错误。请在错误的导线上画“×”，并用笔画线表示导线在图上改正。

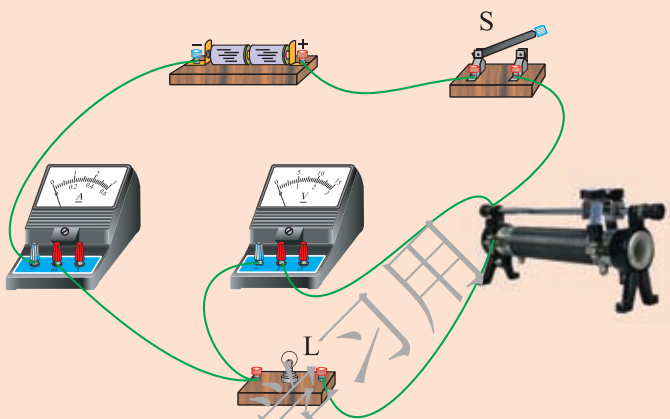


图13-9

2.白炽灯泡的灯丝断了，“搭接”上后有时会比原来更亮，为什么？

3.小灯泡 L 的额定电压为 6 V，小星通过实验测得其电流随电压变化的曲线如图 13-10 所示。由图可知，当小灯泡 L 正常发光时，通过其灯丝的电流是_____A；通过调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压为 3 V，则此时小灯泡 L 消耗的实际功率为_____W。

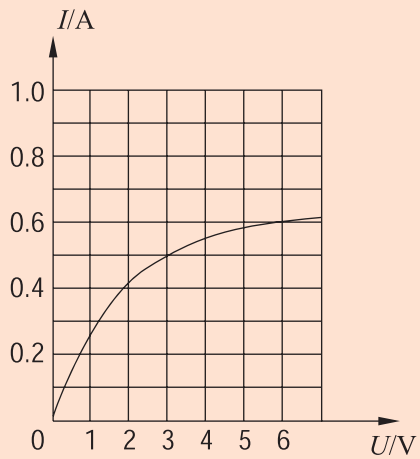


图13-10

供学习用

微信公众号：电子课本大全

4.小华用电压表和电流表测量小灯泡的电功率。她用电源两端电压恒为 3 V 的电池组，额定电压为 2.5 V 的小灯泡等元件连成图 13-11 所示的电路。实验中，小华调节滑动变阻器，发现当电压表的示数为 2.5 V 时，小灯泡却不能正常发光。请分析：

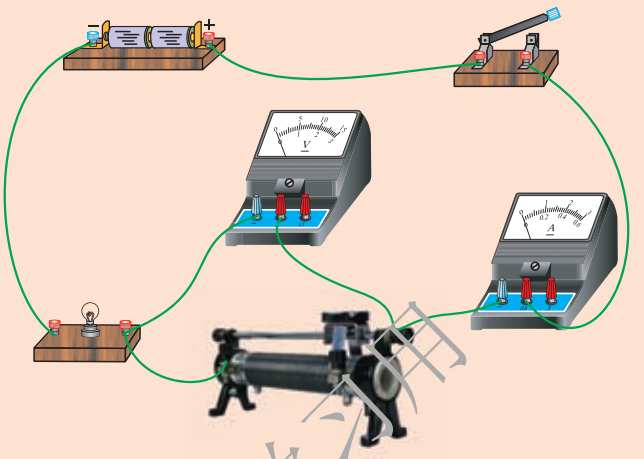


图13-11

在不改变电路连接的情况下，当电压表示数为_____V 时，小灯泡正常发光。若此时电流为 0.3 A，则该小灯泡的额定功率为_____W。

5.将标有“2 V　1 W”字样的小灯泡和标有“20 Ω　1 A”字样的滑动变阻器连接在图 13-12 所示的电路中，其中电源两端的电压恒为 6 V，电流表的量程为 0～0.6 A，电压表的量程为 0～3 V。闭合开关，移动滑动变阻器的滑片(不损坏电路中的用电器)，电流表、电压表示数的范围是(　　)。

A.0.25 A～0.6 A，1 V～2 V

B.0.3 A～0.5 A，1 V～1.5 V

C.0.25 A～0.5 A，1.5 V～2 V

D.0.25 A～0.5 A，1 V～2 V

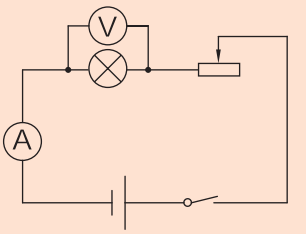


图13-12

微信公众号：电子课本大全



半导体发光二极管灯具

我们在实验中使用的小灯泡称为白炽灯，这种灯泡在日常生活中使用得越来越少了。使用白炽灯时，有 95% 的电能都转化成了热能，只有 5% 的电能才真正转换成我们需要的光能。同时，废弃的白炽灯还会对环境造成污染。所以人们越来越重视使用节能光源。

目前常见的节能光源的种类较多，其中半导体发光二极管灯具，即 LED 灯具(图 13-13)，是一种半导体固体发光器件。LED 光源被称为第四代照明光源或绿色光源，具有超低功耗(单管 0.03 W～0.06 W)，电光转换率接近 100%，相同照明效果下比传统光源节能 80% 以上等优点。LED 光源属于固体冷光源，用环氧树脂封装，灯体内也没有松动的部分，不存在灯丝发光易烧、热沉积、光衰等缺点，使用寿命可达 6 万至 10 万小时，比传统光源寿命长 10 倍以上。LED 光源可利用红、绿、蓝三原色原理，在计算机技术控制下使三种颜色具有 256 级灰度并任意混合，即可产生 256×256×256＝16 777 216 种颜色，形成不同颜色的组合，展现丰富多彩的各种图像及动态变化效果。此外，LED 光源光谱中没有紫外线和红外线，而且废弃物可回收，没有污染，可以安全触摸，属于典型的绿色照明光源。



图13-13

近年来，世界上一些经济发达国家围绕 LED 的研制展开了激烈的技术竞赛。美国从 2000 年起投资 5 亿美元实施“国家半导体照明计划”，欧盟也在 2000 年 7 月宣布启动类似的“彩虹计划”。我国科技部在“863 计划”的支持下，于 2003 年 6 月首次提出发展半导

微信公众号：电子课本大全

体照明计划。2008 年北京奥运会对 LED 照明的集中展示(图 13-14)让人们对 LED 有了全新的认识，有力地推动了中国半导体照明产业的发展。



图 13-14

要实现我国 LED 照明产业的跨越式发展，离不开国家政策的支持与指引。2017 年 7 月，国家发展和改革委员会等多部门联合出台了《半导体照明产业“十三五”发展规划》，提出到 2020 年我国半导体照明产业发展的新目标。高效节能、长寿命的半导体照明产品的开发与利用，对于节能减排、环境保护具有重要意义，也是落实党的十九大关于生态文明建设的新方针、新任务的重要举措。

微信公众号：电子课本大全

四、电流的热效应

电流的热效应





图13-15

如图 13-15 所示，给电热水壶通电可以将其中的冷水加热；给电烤箱通电可以将其中的面包烤熟；计算机主机长时间工作后外壳也会发热。这些热量是从哪里来的呢？

事实表明，电流通过导体时，导体会发热，这种现象叫作电流的热效应。

仅学习用

问题与思考

电热水壶能把水烧开，而与之相连的导线却几乎不发热。电流通过导体时产生热量的多少与电阻有关系吗？有什么关系？

电热水壶把水烧开需要一段时间。电流产生热量的多少与通电时间有关系吗？有什么关系？

通电导体产生热量的多少与通过它的电流有关系吗？有什么关系？

电流的热效应与哪些因素有关？怎样确定出电流产生热量的多少？

微信公众号：电子课本大全

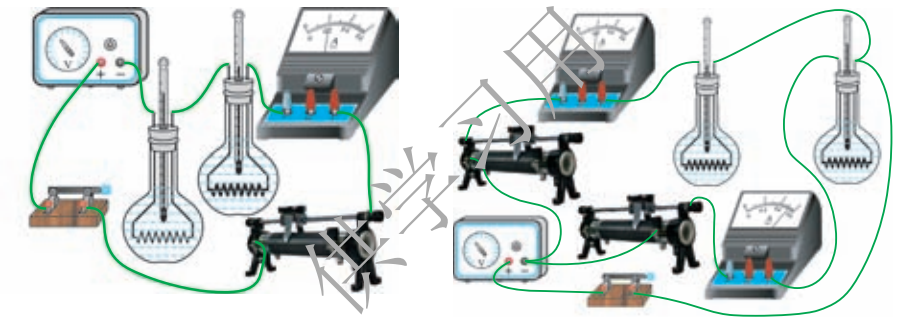
实验探究

利用电热器加热质量相同的同种液体，通过液体温度升高的情况判断通电导体产生热量的多少，具体方案如下。

选择两个阻值不同的电热丝，在相同的时间内通过大小相同的电流，比较使质量相同的同种液体温度升高的情况，判断哪个电热丝产生的热量多。

选择两个阻值相同的电热丝，在相同的时间内通过大小不同的电流，比较使质量相同的同种液体温度升高的情况，判断哪个电热丝产生的热量多。

图13-16所示的实验装置就是按照这种方案设计的。



甲　电阻不同，电流相同　　乙　电阻相同，电流不同

图13-16

讨论需要测量哪些物理量及实验中应该注意什么。

设计表格，进行实验并记录实验数据。

微信公众号：电子课本大全

根据实验数据，分析实验结果，得出结论：

在电流大小和通电时间相同的条件下，容器内电热丝的阻值越大，液体温度升高得越_____；

在电热丝阻值和通电时间相同的条件下，通过容器内电热丝的电流越大，液体温度升高得越_____；

在电热丝阻值和电流大小相同的条件下，通电时间越长，容器内的液体温度升高得越_____。

焦耳定律

实验表明：导体的电阻越大，通过导体的电流越大，通电时间越长，电流的热效应就越显著。

英国物理学家焦耳做了大量实验后，最先确定了电流产生的热量跟电流、电阻和通电时间的定量关系。

电流通过导体时产生的热量跟电流的平方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比。这个规律叫作**焦耳定律**(Joule's law)，用公式表示为

$$Q = I^2Rt。$$

式中，Q 表示热量，I 的单位用安(A)，R 的单位用欧(Ω)，t 的单位用秒(s)，则 Q 的单位就是焦(J)。

电流的热效应在科研、生产、生活中被广泛应用。图 13-17 是我们常见的家用电热器，它们都是利用电流的热效应工作的。在科研、生产中，孵化器、电烤箱、烘干机等也应用了电流的热效应。



电热驱蚊器　　电熨斗　　电饭煲　　电取暖器

图13-17　电流热效应的应用

微信公众号：电子课本大全

常见的用电器，例如电视机、计算机、电风扇等用电器工作时，都不可避免地发热。这也是电流热效应的表现，它既会浪费能源，又会由于升温使用电器有被烧毁的危险，因此很多用电器采用设置散热孔、散热片或在发热部位安装电风扇等方法散热。



笔记本电脑的散热孔



计算机 CPU 的散热风扇

图13-18 用电器的散热

供学习用

交流讨论

除了上述电流热效应的应用以及对电流热效应危害的防止实例，你还能举出哪些相关实例？与同学交流对电流热效应的看法。

用电热水壶烧水和用燃气烧水相比，从能量利用、环保以及经济的角度考虑，哪种方法更好？

作业

1.将标有“220 V 60 W”的电风扇、标有“220 V 60 W”的电视机、标有“220 V 60 W”的电烙铁分别接入家庭电路中，在相同的时间内，电流流过它们产生热量最多的是(　　)。

A.电风扇　　B.电视机　　C.电烙铁　　D.一样多

微信公众号：电子课本大全

2.图 13-17 所示的用电器通电工作时，其工作部分都会发出大量的热，而导线部分却不怎么发热，请分析其原因。

3.一个电热杯的额定电压为 220 V，其额定功率为 900 W。此电热杯正常工作时，2 s 内消耗的电能是多少？1 min 内产生的热量是多少？

4.根据电功的计算式和欧姆定律，推导焦耳定律。

阅读材料

焦　　耳

焦耳(James Prescott Joule，1818—1889)是英国物理学家。自幼跟随父亲参加酿酒劳动，没有受过正规教育。青年时期曾跟随英国化学家道尔顿学习，逐渐对化学和物理产生兴趣并开始了科学研究的历程。



焦耳(1818—1889)
图13-19

1840 年 12 月，焦耳提出电流通过导体产生热量的定律。不久之后，楞次也独立地发现了同样的定律，所以焦耳定律又被称为焦耳—楞次定律。1852 年，焦耳和汤姆孙(即开尔文)发现气体自由膨胀时温度下降的现象，这一现象被称为焦耳—汤姆孙效应，他们还第一次计算出了气体分子运动速度。焦耳的主要贡献是他用了将近四十年的时间，用各种方法进行了四百多次实验，其实验结果成为热力学第一定律的实验基础，焦耳因此成为能量守恒定律的发现者之一。

1850 年，焦耳被选为英国皇家学会会员。后人为了纪念焦耳，把功和能的单位以他的名字命名。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

五、家庭电路

家庭电路的组成

家庭电路是最常见、最基本的实用电路。

图 13-20 是常见的家庭电路图，它由进户线、电能表、总开关、保护设备、用电器和导线等组成。

观察与思考

观察电能表、总开关、用户保险(熔断器)、用电器和插座安装的先后顺序。思考一下它们为什么要按这个顺序安装，其各自的功能是什么。

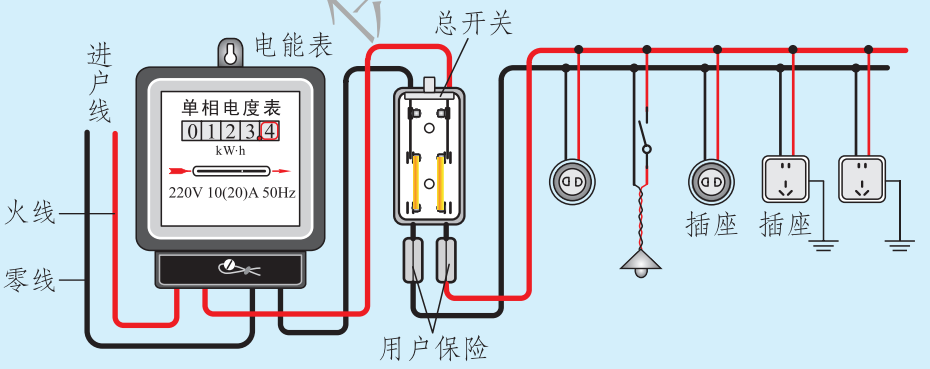


图13-20 家庭电路

进户线由户外低压输电线上引来，其中一根叫零线，另一根叫火线。正常情况下零线与大地间没有电压，火线与零线之间有 220 V 电压。为了安全，有的家用电器所用的三孔插座还要加接一根地线。

供学习用
微信公众号：电子课本大全

电能表安装在进户线之后，用来度量家庭所消耗的电能的多少。

总开关(闸刀开关)安装在电能表后，用以控制整个家庭电路。总开关及保险设备内都装有熔丝(俗称保险丝)，以确保用电安全。现在的建筑中，在电能表后安装空气开关(图 13-21)，以代替闸刀开关和熔丝。当线路中一旦出现电流过大的情况，空气开关立即自动断开，保证用电安全。

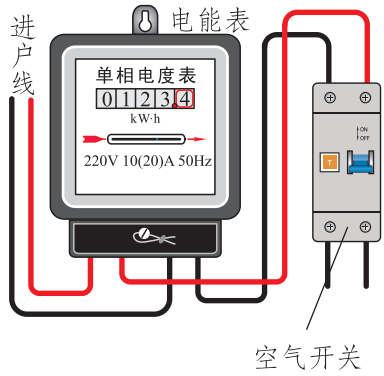


图13-21

电灯和插座都并联在由火线和零线组成的电源上，每一只电灯一般都由一个开关控制，开关串接在火线与电灯之间。

电能表上有一个表示电压的参数，由于我国家庭中使用的电压都是 220 V，所以家用电能表应使用标有“220 V”的电能表。电能表的表盘上还有一个表示电流的参数，例如在型号为 DD14 型的电能表表盘上印有“10(20) A”字样，这表明该电能表的基本电流是 10 A，额定最大电流是 20 A。电能表的基本电流是确定电能表有关特性的电流值，而额定最大电流是电能表能满足国家标准规定的准确度的最大电流值。这说明电能表作为测量电能的仪表，具有一定的使用范围。

供学习使用

熔丝的作用

由于用电器都是并联在家庭电路中的，所以用电器越多，电路中的总电流越大。而电路中的导线都有其允许通过的最大电流，如果超过了这个最大值，导线就会因过热而烧坏，甚至引起火灾。

为了避免这种事故发生，人们在电路中串联熔丝。当有过大的电流通过时，熔丝由于发热而迅速熔断，自动切断电路，从而起到保护作用。

你知道吗

熔丝一般用熔点较低的铅锑合金制成，它是安全用电的“监护者”，由爱迪生在 1880 年发明。

微信公众号：电子课本大全

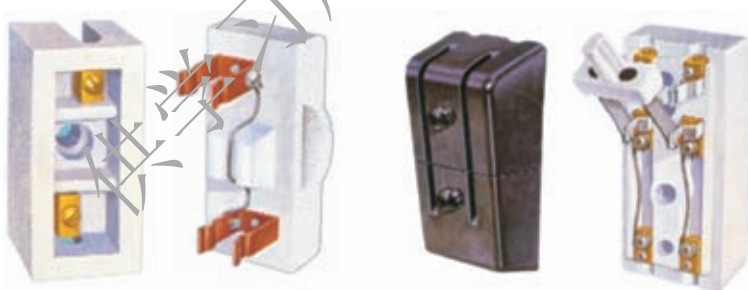
熔丝的规格常用它的额定电流表示，当通过它的电流小于或等于额定电流时，熔丝能正常通电；如果电流超过它的额定电流达到它的熔断电流，它就迅速熔断。常用的熔丝中铅不少于 98%，锑占 0.3%～1.5%，杂质不多于 1.5%。表 13-5 列出了常用熔丝的额定电流和熔断电流值。

表13-5　常用熔丝的规格

直径/mm	额定电流/A	熔断电流/A	直径/mm	额定电流/A	熔断电流/A
0.28	1.0	2.0	0.71	3.0	6.0
0.40	1.5	3.0	0.98	5.0	10
0.52	2.0	4.0	1.51	10	20

熔丝装进特制的瓷盒，就成了熔断器(图 13-22 甲)。闸刀开关的下方一般也装有熔丝(图 13-22 乙)。选用熔丝时，应该使它的额定电流等于或稍大于电路最大的正常工作电流。

从 20 世纪 80 年代后期至今，我国家庭配电线路有了很大的变化，闸刀开关和用户保险(熔丝)被低压断路器(空气开关)和漏电保护器所替代，当电路中电流过大或发生漏电事故时，会自动切断电路，保障用户人身和财产安全。



甲　插入式熔断器　　乙　闸刀开关

图13-22　熔丝的安装

科学窗

有漏电保护装置的空气开关(图 13-23)通常接在电能表后。当电路中电流过大或有漏电时，它会自动断开，切断电路。排除电路中的故障后，用手重新闭合开关就可以了。

空气开关和熔断器相比，具有使用方便、无污染等优点。



图13-23

微信公众号：电子课本大全

作业

1.小明家安装的电能表能承受的最大电流是 20 A。他家中已有的用电器如表 13-6 所示。

表13-6　小明家的用电器及其功率

照明用灯	4 盏	160 W
电视机	1 台	150 W
电冰箱	1 台	130 W
洗衣机	1 台	200 W
电熨斗	1 台	300 W
吸油烟机	1 台	80 W
空　调	1 台	1 100 W
总功率		2 120 W

如果小明还想添置一台功率是 300 W 的计算机，当所有用电器都工作时，这块电能表能够承受这些负载吗？

2.查看你家中的常用电器，计算它们的总功率。再看看你家现在使用的电能表，它的容量够吗？尝试制订你家的节电计划。

3.在家庭电路中，若保险丝被烧断，则可能的原因是(　　)。

A.开关中的两个线头相碰　　B.插头中的两个线头相碰

C.电路中增加了大功率的用电器　　D.户外输电线绝缘皮损坏

4.欢欢家的电路简化后如图 13-24 所示，由该电路可知(　　)。

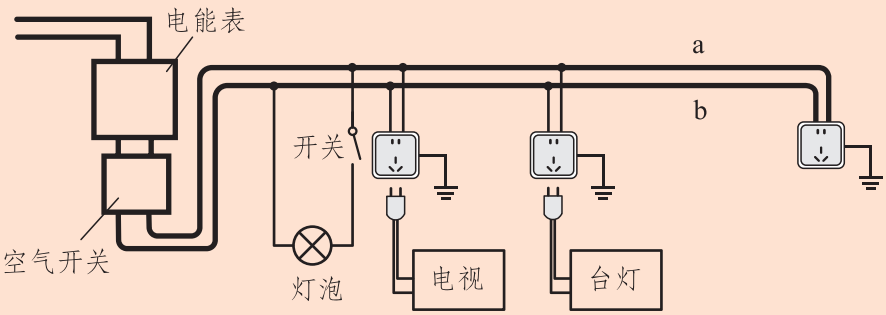


图13-24

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

A.a 线是零线，b 线是火线
B.台灯和电视是串联在电路中的
C.除开关外，整个电路都采用了并联的连接方法
D.灯泡的开关应串接在灯泡的左侧导线中



三孔插座

有很多家用电器(如洗衣机、电冰箱、计算机等)的插头有三个脚，相应的插座有三个孔，如图 13-25 所示。这是为什么呢？

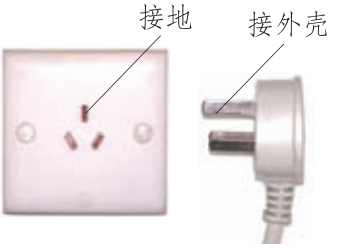


图13-25

这种三孔插座中，有两个孔与通常的插座的功能一样，分别接火线和零线，另外一个孔是与大地连接的，也就是接地的。相应的插头中的两个脚接电器的用电部分，另一个和接地插孔对应的脚与家用电器的金属外壳连通。

为什么要用三孔插座呢？原来家用电器的金属外壳是跟火线绝缘的，并不带电，人体接触外壳不会发生危险。但如果内部火线绝缘皮破损或失效，可能会导致火线与用电器外壳连通，这样外壳就带电了，人体接触用电器外壳时就会发生触电事故。如果外壳用导线接地，即使火线与外壳接触，由于火线与大地之间形成了电流通路，人体接触外壳时也就没有危险了。

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

六、安全用电

电不仅在夜晚给我们带来光明，而且各种利用电能的生产机器、科研仪器、办公设备、家用电器使我们的劳动强度大大降低，工作效率大大提高，给我们的生活带来了极大的便利。但是，不正确的用电方式也会造成很大的危害，如毁坏用电设备，甚至威胁生命。所以，我们一定要注意安全用电，让电更好地为我们服务。

安全电压

通常情况下，人的皮肤干燥的时候，人体的电阻为 $10^4\,\Omega$～$10^5\,\Omega$，在皮肤潮湿时，人体的电阻可降到 $10^3\,\Omega$ 以下。经验表明，通过人体的电流超过 8 mA 时，人体有强烈的麻痛感；超过 20 mA 时，感到剧痛，甚至神经麻痹，呼吸困难，有生命危险。

供学习用

小资料

表13-7　电流对人体的作用特征

电流/mA	作用特征	
	50 Hz～60 Hz 的交流电	直流电
0.6～1.5	开始有感觉，手轻微颤抖	无感觉
2～3	手指强烈颤抖	无感觉
5～7	手部痉挛	感觉痒和热
8～10	手已难以摆脱电极，手指尖到手腕剧痛	热感觉增强
20～25	手迅速麻痹，不能摆脱电极，剧痛，呼吸困难	热感觉增强，手部肌肉收缩不强烈
50～80	呼吸麻痹，心房开始震颤	强烈的热感觉，手部肌肉收缩，痉挛，呼吸困难
90～100	呼吸麻痹，持续 3 s 就会造成心脏麻痹	呼吸麻痹
300 以上	作用 0.1 s 以上时，呼吸和心脏麻痹，人体组织遭到电流的热破坏	

微信公众号：电子课本大全

大量经验表明，不高于 36 V 的电压一般对人体是安全的，称为安全电压。

生活中很多用电器的工作电压都不高于 36 V，工业生产中车床照明用的电压也不高于 36 V。家庭电路的电压是 220 V，工厂和工地的动力电路电压是 380 V，高压输电线路的电压可达 10^6 V，都远远高于安全电压。

试电笔

在家庭电路中发生触电事故，通常是人体直接或间接跟火线连通造成的。所以在实际中人们通常需要用试电笔来辨别火线与零线。

如图 13-26 所示，试电笔的外形各式各样，但它们的构造都是相似的。

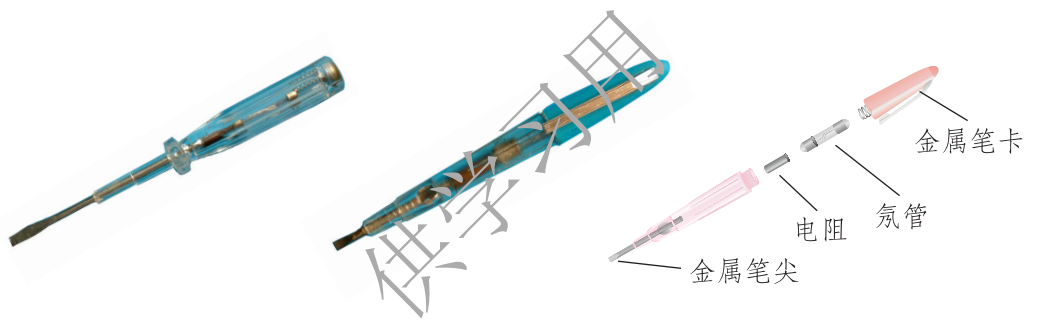


图13-26 试电笔及其构造

如图 13-27 所示，使用试电笔时，人手要握住试电笔的绝缘杆部分，同时要用手接触笔尾的金属体，切不可用手直接接触金属笔尖，否则会有触电的危险。



正确的使用方法　　错误的使用方法

图13-27

微信公众号：电子课本大全

在正确使用试电笔的情况下，若试电笔的金属笔尖接触火线，则氖管发光；若金属笔尖接触零线，则氖管不发光(图 13-28)。



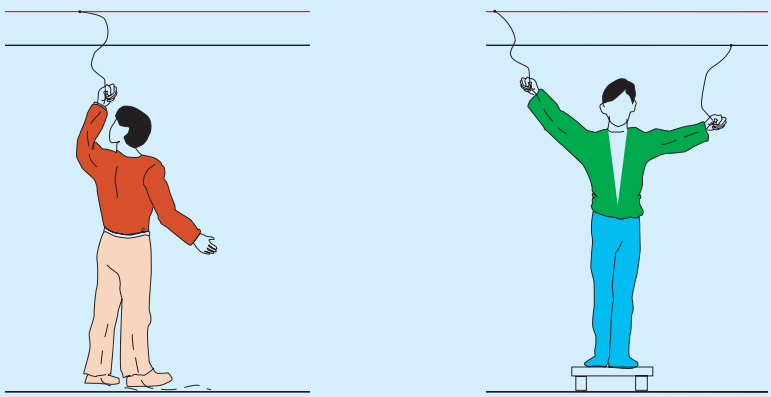
接触火线　　接触零线

图13-28

安全用电常识

问题与思考

触电是指一定大小的电流通过人体所引起的伤害事故。图13-29给出了几种可能的触电现象，从图中你能对防止触电事故、保证用电安全提出一些建议吗？

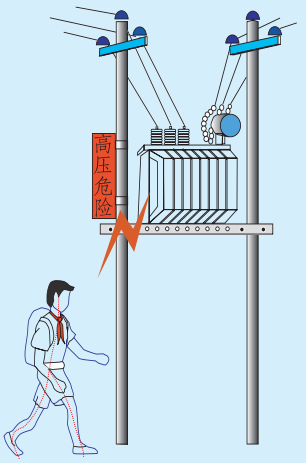


在火线和大地之间通过人体形成电流　　在火线和零线之间通过人体形成电流

图13-29甲

供学习用

微信公众号：电子课本大全



高压电弧在人体中形成电流

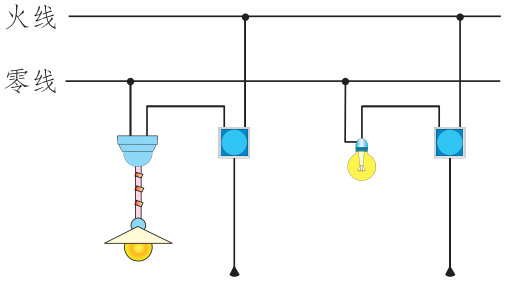


两脚之间的“跨步电压”在人体中形成电流

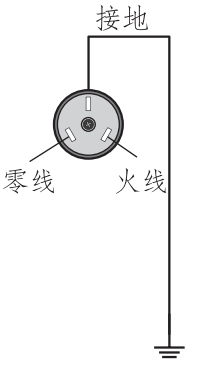
图13-29乙

优学习用

要保证用电安全，首先要避免直接接触火线，因此用电器的安装要符合图 13-30 所示的安全要求。



开关接在火线上



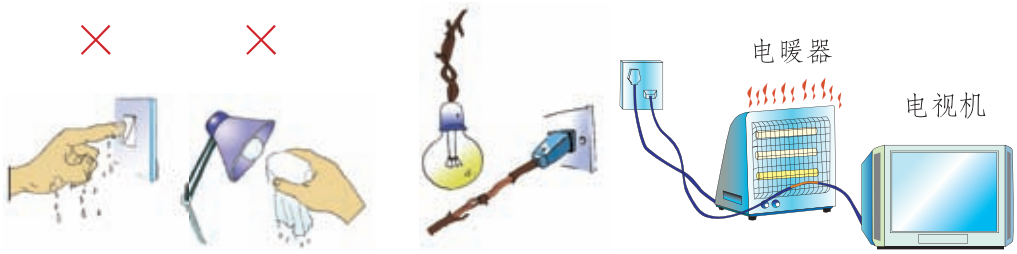
螺口灯泡的螺旋接在零线上

三孔插座应接地

图13-30

同时还要注意避免那些本来不带电的物体带了电，或本来绝缘的物体变成了导体(图 13-31)。

微信公众号：电子课本大全



潮湿的绝缘体变成了导体　　绝缘层被破坏露出带电导体

图13-31

对于安全用电必须做到“四不”，即不接触低压带电体、不靠近高压带电体、不弄湿用电器、不损坏绝缘层。

一旦发生触电事故，应立即断开电源开关，切断电路，或用绝缘体将电线挑开，使触电者与电源脱离，并进行现场抢救(图13-32)。

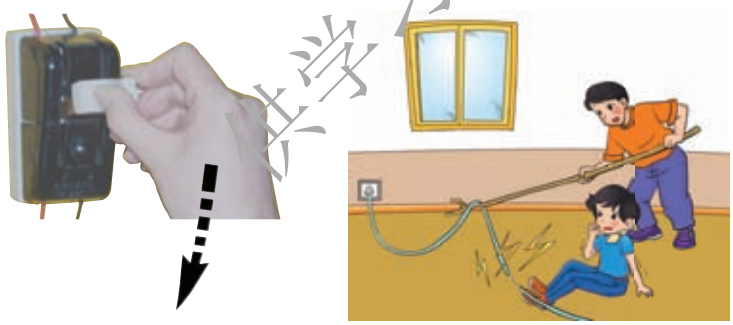


图13-32

作业

1.下列做法符合安全用电规范的是(　　)。

A.在电线上晾晒衣服

B.使用绝缘皮破损的插头

C.控制电灯的开关接在零线上

D.洗衣机的金属外壳接地

微信公众号：电子课本大全

2.关于安全用电，下列说法正确的是(　　)。

A.用试电笔可以辨别家庭电路中的火线和零线

B.发现有人触电后，立即用手把触电人拉离电源

C.熔丝被烧断，一定要在总开关断开的情况下更换

D.熔丝被烧断后，可用铜丝代替熔丝接上

3.在图 13-33 中画出了螺口灯泡和开关的三种不同接法，哪种接法是正确的？为什么？

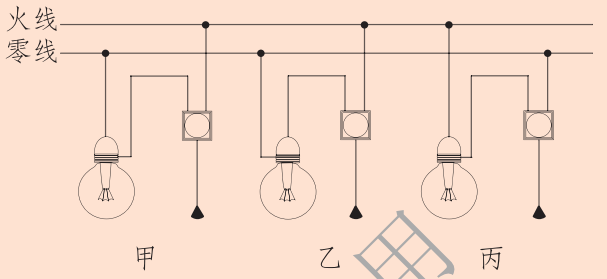


图13-33

4.有一些用来插接功率较大的用电器的插座，常在连接插座的火线上装一根熔丝，而不是在连接插座的火线和零线上各装一根熔丝。这样做不是为了省一根熔丝，而是为了更安全。你能说出其中的道理吗？

5.调查你家中有哪些用电器，这些用电器的额定电压为多大，它们的插头是什么类型的，日常使用中存在着哪些安全隐患，如何安全使用这些用电器。请你就此写一份调查报告，并就安全用电和节约用电的有关问题提出你的建议。你可以查阅这些用电器的说明书或通过其他途径获取所需要的资料(如查阅图书、报纸、杂志或上网查找)。

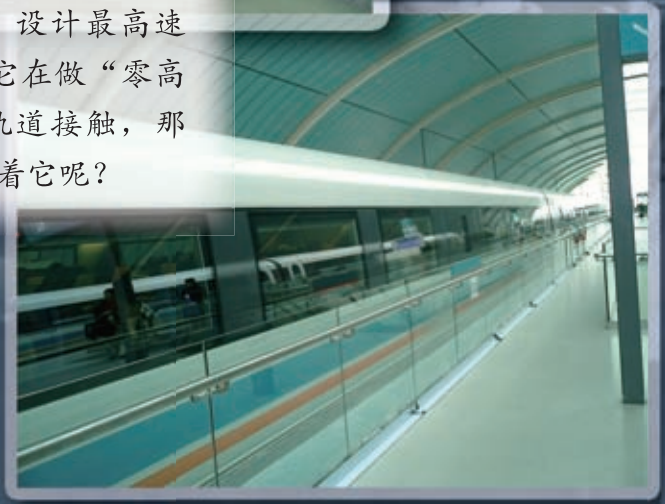
优学习用

微信公众号：电子课本大全

第十四章　磁现象



2002 年 12 月 31 日，世界上第一列投入商业运营的磁浮列车在上海通车，设计最高速度为 430 km/h。它在做“零高度飞行”时不与轨道接触，那么是什么力量支撑着它呢？



微信公众号：电子课本大全

一、简单磁现象

磁体与磁极

通过日常生活经验，我们知道磁铁可以吸引钉子、大头针等铁质的物品。如果物体能够吸引由铁、钴、镍等制成的物品，我们就说它具有磁性。具有磁性的物体称为**磁体**(magnet)。

观察与思考

我们对一些简单的磁现象并不陌生，现在让我们再做几个小实验。

如图 14-1 所示，将一根条形磁体放入一堆铁屑中，然后取出来观察，它上面各处吸住铁屑的多少有什么不同？这说明什么？

如图 14-2 所示，将一根条形磁体挂起来或者支起来，使它能够水平地自由转动，它最终将静止在什么方向上？

怎样使一根原来没有磁性的大铁钉能够吸引小铁钉？如果把图 14-3 中的条形磁体与大铁钉分离，会看到什么现象？

为什么有些螺丝刀和其他的钢制工具会有磁性(图 14-4)？这种磁性能长期保持吗？



图14-1



图14-2



图14-3



图14-4

以上实验表明：通常情况下，磁体上各处的磁性强弱不同，我们将磁性最强的两个部位称为磁极；当磁体能够自由转动时，最终总会有一个磁极指向北

微信公众号：电子课本大全

方，我们称这个磁极为 N 极(north pole)，另一个磁极指向南方，我们称这个磁极为 S 极(south pole)。

原本没有磁性的大铁钉在靠近另外一个条形磁体的磁极时，有了磁性，能吸引小铁钉了。在磁体的影响下，使原来没有磁性的物体有了磁性的过程叫作磁化。实验中，如果将磁体与大铁钉分离，大铁钉上的小铁钉就会落下来，表明它几乎没有磁性了。如果将大铁钉换成钢棒，使它磁化后再拿走磁体，钢棒仍然能够吸住铁制品，表明它的磁性并不消失。像钢棒这种能长期保持磁性的磁体叫作永磁体。

你知道吗

早在公元前 3 世纪，我国就发现了一种铁矿石具有磁性。这种矿石的主要成分是四氧化三铁(Fe_3O_4)，最初称为“慈石”。我国最早有关“慈石”的记载见于春秋战国时期的《管子·地数》篇，里面有“上有慈石者，其下有铜金”的说法。

供学习用

磁性材料

能够被磁化的物质，除了铁以外还有钴、镍和许多种合金，统称为磁性材料。磁性材料按其磁化后保持磁性的情况不同分为硬磁材料(永磁材料)和软磁材料。硬磁材料被磁化后具有保持磁性的性质。常见的硬磁材料有高碳钢、铝镍钴合金、钛钴合金、钐钴合金、钡铁氧体等，它们除了用来制造各种各样的永磁体外，还应用于磁记录，如银行存折或储蓄卡上的磁条、录音磁带、录像磁带、电脑硬盘、磁卡式车票等(图14-5)。软磁材料被磁化后，不能长期保持磁性。硅钢、软铁、坡莫合金(铁镍合金)、锰锌铁氧体等软磁材料，可以用来制造变压器、电磁铁和录音头的铁芯、收音机中的磁性天线等。



图14-5

微信公众号：电子课本大全

我国是稀土元素资源非常丰富的国家。含有钕这种稀土元素的钕铁硼合金是一种新型的、优良的永磁材料，用它制造的永磁体的磁性要比一般材料强很多倍。

你知道吗

你一定知道电冰箱的门关闭时是被吸住的，但是却看不到哪里有磁体。原来在门的内侧周边装有磁性橡胶制成的密封条(图 14-6)，门关闭时，这些磁性橡胶和钢制的门框吸在了一起。通常的橡胶是不会有磁性的，把永磁材料的微粒与橡胶混合在一起就制成了复合材料——磁性橡胶。这种磁性橡胶可以作为永磁体使用，虽然磁性不太强，但是柔软，并且易于切割成复杂的形状。许多磁吸的小装饰物也都是用磁性橡胶制造的。

磁性液体是纳米科技的一项重要应用。它是把尺寸约为几十纳米的磁性材料微粒放入某种有机物的液体中，使它们均匀地混合而形成的。常见的一种磁性液体是黑色的，它既能被磁化，又有流动性，可以作为一种优良的真空密封材料，航天员的太空服就是用它密封的。

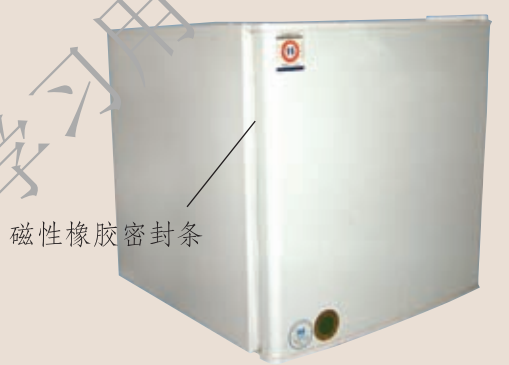


图14-6

做一做

自制指南针

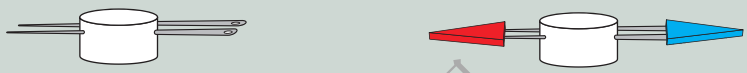
指南针是我国古代四大发明之一。当我们在茂密的森林中迷失方向时，它可以为我们指明方向。利用缝衣针、磁体、泡沫塑料，你也可以做一个指南针。

微信公众号：电子课本大全

将两根缝衣针首尾方向一致并在一起，在一块磁体的一个磁极上沿着同一方向摩擦 20 次左右，这两根缝衣针就具有了磁性，变成了两根小磁针。

用小刀将货物包装箱内做衬垫用的泡沫塑料割制成小圆柱体。如图 14-7 甲所示，将两根小磁针从泡沫塑料的侧面穿入。

用小刀再切割两块三角形泡沫塑料片，如图 14-7 乙所示套在两根小磁针的两端，并在其表面上分别涂上红色和蓝色来表示两极，这样一个指南针就做好了。将做好的指南针放在水面上，会看到很有趣的现象。亲自动手试一试吧。



甲　　乙

图14-7

供学习用

作业

1.小磁针有两个磁极，若从中间截成两段，则(　　)。

A.一段是 N 极，一段是 S 极　　B.每段都有两个 N 极或两个 S 极

C.每段都有一个 N 极和一个 S 极　D.每段都没有磁极了

2.用钢条的一端接近小磁针，如果小磁针被吸引过来，则(　　)。

A.钢条肯定有磁性　　B.钢条肯定没有磁性

C.钢条可能有磁性　　D.以上说法都不对

3.调查你家中有哪些地方使用了永磁体，它们都起了什么作用。

4.垃圾中会含有一些废铁，这些废铁还可以回收利用。你能利用学过的知识把废铁从垃圾中分拣出来吗？

5.只有两根外观相同的铁棒，请你说说如何区分哪根有磁性，哪根没有磁性。

微信公众号：电子课本大全

二、磁 场

磁 场

观察与思考

把一根条形磁体悬挂起来，用另一根磁体接近它，你会发现同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引，如图 14-8 所示。

两根磁体靠近时，虽然没有接触，它们之间却存在作用力，那么这种作用力是如何产生的呢？



图14-8

供学习用

在上面的实验中，磁体之间尽管没有接触，但是它们之间存在作用力。这是因为在它们之间存在着我们肉眼看不见的物质，这种看不见的物质叫作磁场(magnetic field)。磁体周围存在着磁场，磁场对放入其中的磁体具有作用力，这是磁场的基本性质。

同一个小铁钉放在条形磁体的磁场中的不同位置，受到的吸引力大小和方向不同，这表明磁场也有方向，并且磁场中的不同位置磁场的强弱也不一样。下面我们用小磁针来探测磁场的方向和强弱。

观察与思考

1.将小磁针放在磁体周围的不同位置(图 14-9)，并画出磁针 N 极的指向。你觉得条形磁体周围的磁场是如何分布的？

微信公众号：电子课本大全

2.在桌子上放一根条形磁体，在条形磁体上放一块玻璃板(或硬纸板)，将铁屑(被磁化后相当于很多的小磁针)均匀地撒在玻璃板上，轻轻敲击玻璃板。注意观察铁屑的排列情况(图 14-10)，这与你刚才的想象是否一致呢？在白纸上将你的想象结果试着用一些曲线描画出来。

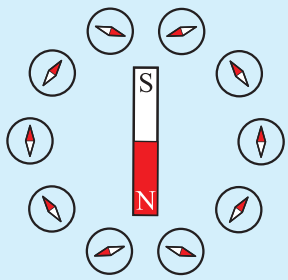


图14-9

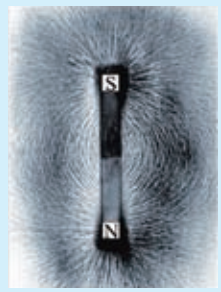


图14-10

供学习用

磁感线

为了方便、形象地描述磁场，人们用一些带箭头的曲线将小磁针的排列情况表示出来，这样的曲线叫作磁感线(magnetic induction line)。如图 14-11 所示就是条形磁体、蹄形磁体、两个同名磁极和两个异名磁极周围的磁感线分布情况。结合实验与磁感线的图示，我们可以认识到，磁感线密集的地方，磁场对小磁针(铁屑)的作用力强，我们就说这里的磁场强；磁感线稀疏的地方，磁场对小磁针(铁屑)的作用力弱，我们就说这里的磁场弱。磁感线上某一点的切线方向，即放在该处的小磁针 N 极的受力方向，我们称它为该点的磁场方向。

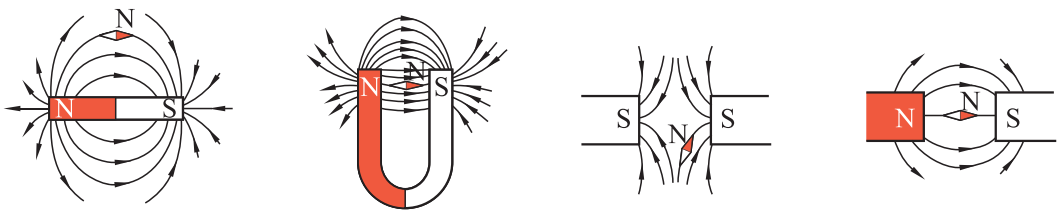


图14-11

微信公众号：电子课本大全

地磁场

地球本身相当于一个巨大的磁体，地球周围空间存在的磁场叫作地磁场。指南针的转动是受地磁场作用的结果。磁针的 N 极指北，说明地磁场的磁感线在地面附近是由南指向北的。所以地磁的 N 极应该在地理的南极附近，地磁的 S 极应在地理的北极附近。

如图 14-12 所示，地理的两极与地磁的两极并不恰好重合。我国宋代的著名科学家沈括(1031—1095)是世界上第一个准确地记载了这一现象的人。他在《梦溪笔谈》中明确指出，指南针所指的方向“常微偏东，不全南也”。这比西方哥伦布(约 1451—1506)横渡大西洋时(1492—1502)才发现这一现象早了四百多年。

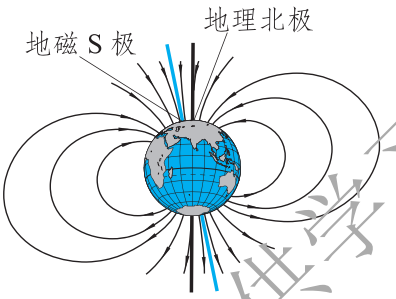


图14-12


沈括(1031—1095)
图14-13

供学习用

你知道吗

司　　南

最早利用地磁场指示方向的装置并不是针形的，而是图 14-14 所示的“司南”。它出现于战国时期，用天然磁石磨成勺形，勺头为 N 极，勺柄(勺尾)为 S 极。将勺放在四周刻有方位的青铜盘的中央，让其自由转动，在地磁场的作用下，勺柄会指向南方。


图14-14

微信公众号：电子课本大全

作业

1.查阅资料，说明指南针的发明对人类社会进步所起的作用。

2.有些文具盒上装有一块小的永磁体用来吸住盒盖，它是用铁氧体制成的。它的两个磁极各在什么部位？用什么方法可以判断出来？

3.在图 14-15 中，标出磁体的 N 极和 S 极，并画出磁感线的方向。

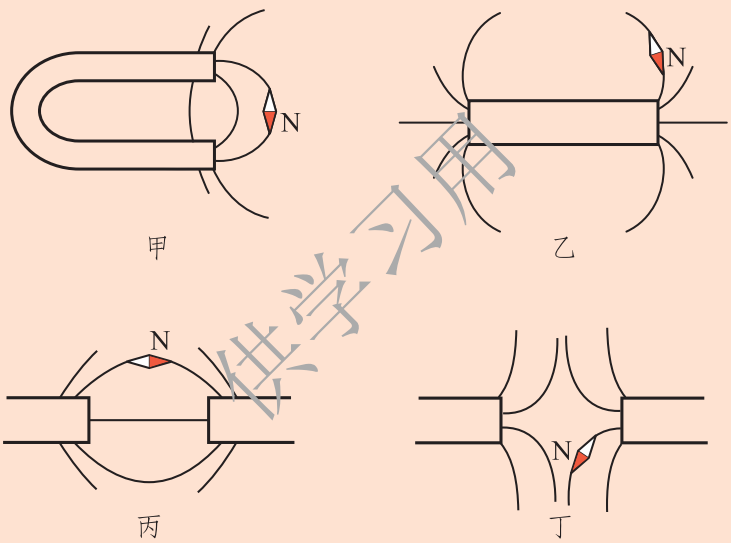


图14-15

4.关于地磁场，下列说法正确的是(　　)。

A.地磁场的 N 极在地球的南极附近

B.北京地区地磁场方向由北向南

C.地球周围的磁感线从地球地理南极附近出发，回到地球地理北极附近

D.在地磁南(S)极处，可以自由转动的小磁针的 N 极竖直指向地面

供学习用

微信公众号：电子课本大全

阅读材料

极　光

如图 14-16 所示，在地球南北两极附近地区 80 km～350 km 的高空，夜间常会出现灿烂美丽的光辉。有时，它像一条彩带；有时，它像一团火焰；有时，它像一块五光十色的银幕。它轻盈地飘荡，同时忽暗忽明，发出红的、蓝的、绿的、紫的光芒。寂静的极地由于它的出现骤然显得富有生气。这种壮丽动人的景象就叫作极光。



图14-16

极光常出现在高纬度地区，尤其是南北极地区。近极地区每年可以看到几十次极光。极光是太阳风与地球磁场相互作用的结果。太阳风是太阳喷射出的粒子，当它吹到地球上空穿越大气层时，会与地球磁场产生复杂的相互作用，使这些粒子主要沿着地磁场的磁感线向地球南北两极运动。两极处高层大气中的氧和氮等分子、原子受到这些粒子的轰击后会发光，形成极光。不同元素的气体受轰击后所发出的光的颜色不一样。例如氧被激发后发出绿光和红光，氮被激发后发出紫色的光，氩被激发后发出蓝色的光，因而极光就显得绚丽多彩，变幻无穷。

微信公众号：电子课本大全

三、电流的磁场

电流的磁场

在历史上，人们最初认为电和磁是互不相关的两种现象，一些著名的物理学家如安培和库仑也持这种观点。19 世纪初，一些哲学家和科学家开始认识到自然界各种现象之间应该是互相联系的。基于这种思想，丹麦物理学家奥斯特开始用实验方法寻找电和磁之间的联系。1820 年 4 月的一天，他在课堂上演示物理实验，在一次把导线平行放在磁针上面通电时，发现磁针发生偏转。奥斯特看到这个现象后非常兴奋，又继续做了 60 个不同的实验，例如改变电流的方向、磁针的位置等，终于在当年 7 月宣布发现了电与磁之间是有联系的，对物理学的发展做出了划时代的贡献。

供学习用

学生实验

1.如图 14-17 所示，将导线 *AB* 沿南北方向水平平行架设在小磁针的上面，然后在短时间内让导线中有强电流通过，观察小磁针的指向是否发生了偏转。此现象说明了什么？

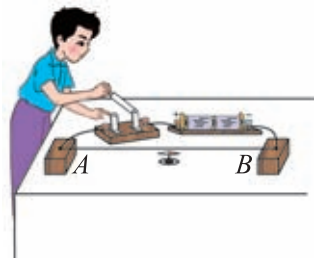


图14-17

2.如图 14-18 所示，用铜导线穿过一块硬白纸板绕成螺线管，给螺线管通入电流。将小磁针放在纸板上的不同位置，包括螺线管内部。在白纸上记录下小磁针 N 极在各个位置静止时的指向。螺线管外部和螺线管内部的磁感线各有什么特征？

3.在图 14-18 所示的实验中，改变电流的方向，观察在原来的记录点上小磁针 N 极的偏转方向。你认为磁感线的方向与电流的方向有关系吗？

微信公众号：电子课本大全

4.如图 14-19 所示，在白纸板上均匀地撒上一些铁屑。给螺线管通电后，轻轻敲击白纸板，注意观察铁屑的排列情况。螺线管外部的磁感线形状和哪种磁体的磁感线形状相似？螺线管内部的磁感线形状有什么特点？

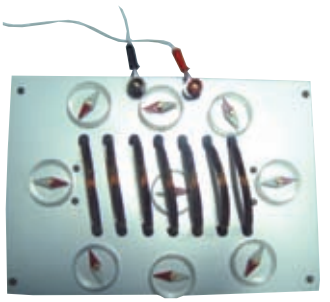


图14-18

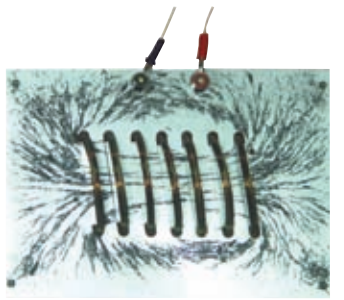


图14-19

右手螺旋定则

通电螺线管两端的磁极性质跟电流方向的关系可用**右手螺旋定则**(right-handed screw rule)来表示。如图 14-20 所示，用右手握住螺线管，让四指弯曲且与螺线管中电流的方向一致，则大拇指所指的那端就是通电螺线管的 N 极，大拇指所指的方向也是通电螺线管内部磁场的方向。

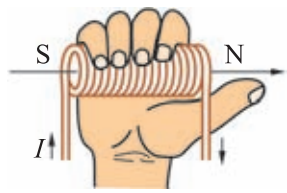


图14-20

作业

1.试一试。

(1)按照图 14-21 甲连接电路。先用右手螺旋定则判断通电螺线管的 N 极和 S 极，闭合开关后，再用小磁针检验你判断的结果。

(2)按照图 14-21 乙连接电路。闭合开关后，先用小磁针判断通电螺线管的 N 极和 S 极，再用右手螺旋定则判断。

这两次的结果是否一致？

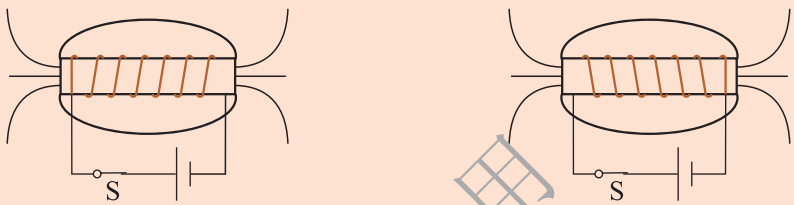
微信公众号：电子课本大全



甲　　乙

图14-21

2.在图 14-22 中，分别标出当开关 S 闭合时通电螺线管的 N 极和 S 极以及磁感线的方向。



甲　　乙

图14-22

3.根据图 14-23 中小磁针 N 极的指向，判断螺线管所接电源的正、负极，并将其标在图上。

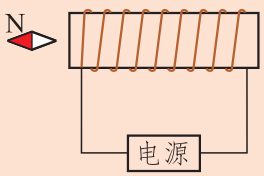


图14-23

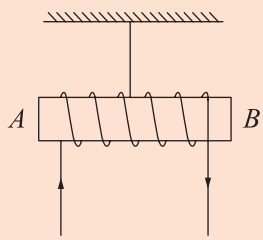


图14-24

4.如图 14-24 所示，把螺线管沿东西方向水平悬挂起来，然后给螺线管通电，看到的现象是：通电螺线管(　　)。

A.转动后停在任意位置

B.转动后停在南北方向上

C.不停地转动下去

D.仍保持在原来的位置上

供学习用

微信公众号：电子课本大全

阅读材料

奥 斯 特

奥斯特(Hans Christian Oersted，1777—1851)，丹麦物理学家、化学家，1777 年 8 月 14 日生于丹麦的路克宾。1794 年进入哥本哈根大学学习医学和自然科学，1799 年获得博士学位。1801—1803 年他游学于德国、法国等地，于 1804 年回到丹麦。1806 年被聘为哥本哈根大学物理、化学教授，研究电流和声等课题。1824 年倡议成立丹麦自然科学促进会，1829 年出任哥本哈根理工学院院长，直到 1851 年 3 月 9 日在哥本哈根逝世，终年 74 岁。



奥斯特(1777—1851)
图14-25

1819—1820 年，奥斯特一面担任电、磁学讲座的主讲，一面继续研究电、磁关系。1820 年 4 月，在一节课即将结束的时候，奥斯特抱着试试看的心情又做了一次实验。他把一条非常细的铂导线放在一根用玻璃罩罩着的磁针上方，接通电源的瞬间，发现磁针跳动了一下。这一跳虽然并没有引起听众的注意，但却使有心的奥斯特喜出望外。此后，奥斯特花了三个月，做了许多次实验，发现磁针在电流周围都会偏转。在导线的上方和下方，磁针偏转方向相反。在导体和磁针之间放置非磁性物质，比如木头、玻璃、水、松香等，不会影响磁针的偏转。1820 年 7 月 21 日，奥斯特写成《论磁针的电流撞击实验》的论文，正式向学术界宣告发现了电流磁效应。

奥斯特的功绩受到了学术界的公认，为了纪念他，国际上从 1934 年起命名磁场强度的单位为奥斯特，简称“奥”。

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

四、电磁铁及其应用

电磁铁

通电螺线管有磁性。如果在一个通电螺线管中插入一根软铁棒，螺线管的磁性会更强。插入了软铁棒的通电螺线管叫**电磁铁**(electromagnet)。这根软铁棒称为电磁铁的铁芯，螺线管称为电磁铁的线圈。当线圈中通入电流时，电磁铁就会产生相当强的磁性；切断电流，磁性就消失。

电磁铁磁性的强弱与什么因素有关呢？

实验探究

按照图 14-26 所示的装置组装电路并进行探究实验。用弹簧测力计将铁块 P 从电磁铁上拉开，观察所需要拉力的大小，我们可根据这个拉力的大小判断出电磁铁磁性的强弱。

1.线圈的匝数一定，改变通过电磁铁线圈中的电流大小，观察将铁块 P 从电磁铁上拉开瞬间弹簧测力计的读数，可判断电磁铁磁性强弱与电流大小的关系。

2.电流大小不变，改变线圈的匝数，观察将铁块 P 从电磁铁上拉开瞬间弹簧测力计的读数，可判断电磁铁磁性强弱与线圈的匝数的关系。

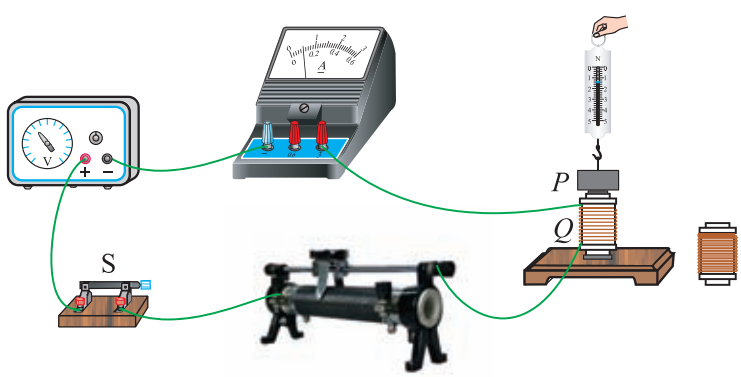


图14-26

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

将你的实验数据和观察到的现象记录下来。

从实验数据和现象中可以得出结论：影响电磁铁磁性强弱的因素有_____

_____

电磁铁在生产和生活中得到了广泛的应用，如电磁起重机(图 14-27)、电磁选矿机(图 14-28)、电磁继电器、电铃等。



图14-27



图14-28

电磁继电器

在工厂里，驱动大型用电设备的电流有时可达几十或几百安，工人直接手动控制大电流电路或高电压电路是很危险的，电磁继电器可以帮助人们解决这一问题。

微信公众号：电子课本大全

电磁继电器(图 14-29)一般由电磁铁、衔铁、弹簧片、触点等组成。如图 14-30 所示的是一种电磁继电器的内部结构。用细的漆包线绕成线圈套在软铁芯上，组成电磁铁。铁芯固定在弯成直角形的软铁支架的右端，用软铁制成的衔铁安装在支架的左端。衔铁和金属推杆是一个整体，它们能以 O 为轴做小范围的转动。在绝缘物(图中灰色的部分)上装有金属弹簧片，弹簧片的右端与推杆相连。弹簧片和两个金属片的右端都装有合金触点，当线圈不通电时，金属弹簧片与下端金属片的触点接通，与上端金属片的触点断开。接通开关时，有电流通过线圈，衔铁就被吸合到铁芯上。此时推杆右端上升，推动金属弹簧片向上，与上端金属片的触点接通，而与下端金属片的触点断开。切断开关时，则铁芯失去磁性，于是衔铁被释放，金属弹簧片的弹力使它恢复原位，与下端金属片的触点接通，而与上端金属片的触点断开。

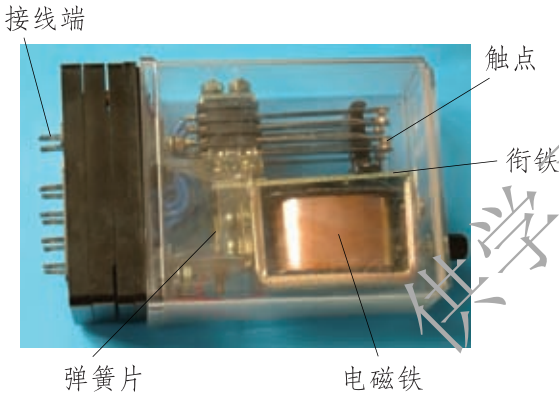


图14-29

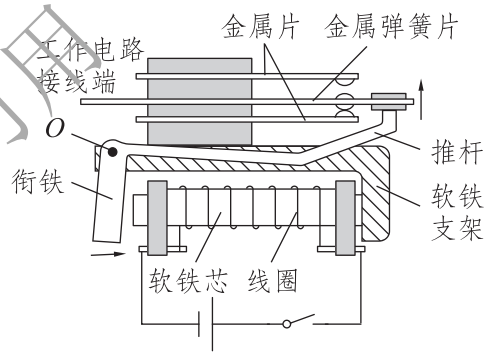
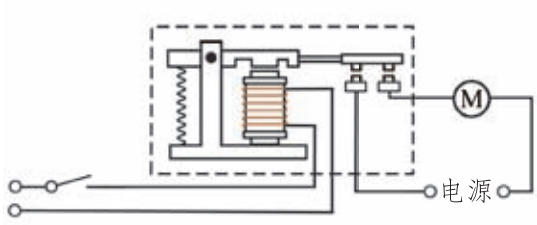


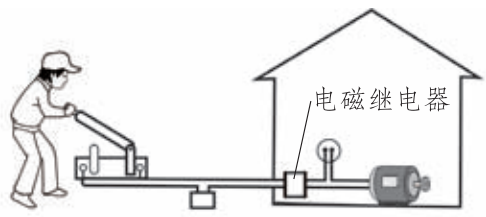
图 14-30

这样，工人利用电磁继电器连成图 14-31 所示的控制电路，就可实现用弱电流、低电压控制大电流、高电压的工作电路。如果生产场所温度较高或环境不好，还可以把控制电路的开关安装在较远处，进行远距离操作(图 14-32)。



电磁继电器的工作电路

图14-31



实现远距离操作

图14-32

微信公众号：电子课本大全

交流讨论

图 14-33 是电铃的工作原理图。图中 1 是电磁铁，2 是弹簧片，3 是螺钉，4 是衔铁，衔铁的下端有一小锤，衔铁与螺钉的尖端紧靠着。开关 S 闭合后，电磁铁就有了磁性，把弹簧片上的衔铁吸过来，弹簧片下端的小锤在铃上打一下。请你说一说电铃是怎样连续地发出声响的。

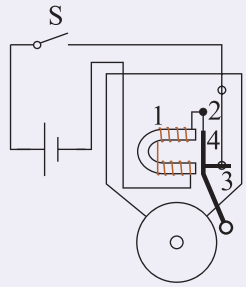


图14-33

供学习用

电磁阀控制车门

图 14-34 是公共汽车利用压缩空气开关车门时，由电磁阀进行控制的工作原理图。

电磁阀由阀体、滑阀、两块衔铁、两个电磁线圈组成。阀体是空心的，有 4 根管路，其中进气管连接储气筒(图中未画出)，排气管与大气相通，另两根则与汽缸相连接。

汽缸中有活塞，通过推杆与使车门转动的曲柄(图中未画出)连接。

如图 14-34 所示，当司机要打开车门时，将电开关 S 接通触点 1，使图中右侧的线圈通电，就把右侧的衔铁吸入线圈中，则横杆将阀体中的滑阀推到左端，此时滑阀下面的空间

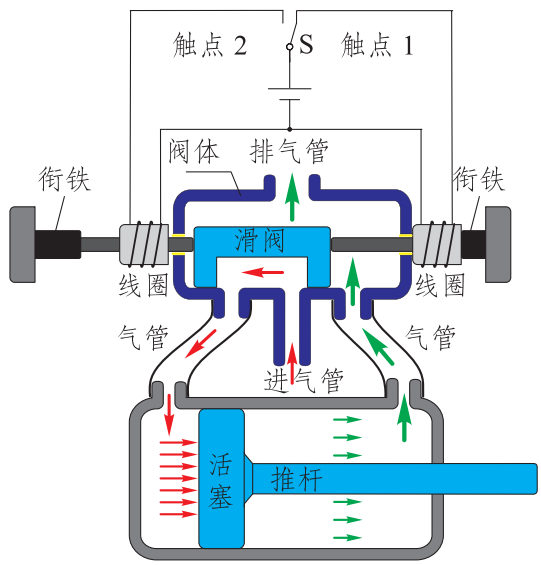


图14-34

微信公众号：电子课本大全

就与左端管路连通。进气管是接到储气筒(图中未画出)上的，于是储气筒中储存的压缩空气就进入汽缸左部，推动活塞向右运动，使车门打开。同时汽缸中右部的气体会通过管路和阀体中其余的空间由排气管排出到大气中。

关闭车门时电磁阀怎样工作呢？请说一说关闭车门时电磁阀的工作过程和活塞如何运动。

你知道吗

全自动洗衣机的进水、排水阀门，卫生间感应冲水器的阀门，也都是利用类似的电磁阀来控制的(图 14-35)。

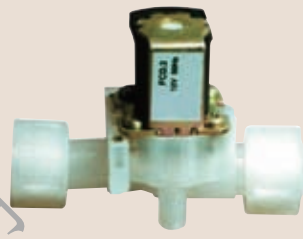


图14-35

供学习用

作 业

1.使电磁铁磁性增强的办法有：

(1) 螺线管匝数一定时，通过的电流越_____，电磁铁磁性越强。

(2) 保持电流一定时，螺线管的匝数越_____，电磁铁磁性越强。

2.图 14-36 是恒温箱内部的控制电路。*A* 为电磁铁，*B* 为衔铁，*C* 为弹簧，*D* 为静触点，*E* 为动触点，*F* 为一段螺旋形的软导线，左侧的温度计是电接点水银温度计。试分析其工作原理。

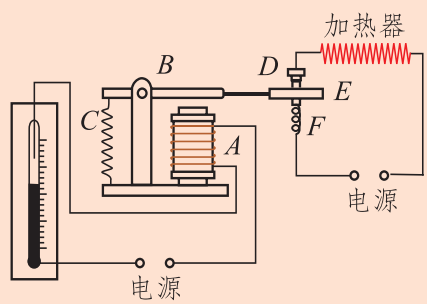


图14-36

微信公众号：电子课本大全

3.图 14-37 是水位自动报警器的工作原理图。由于一般水都能导电，当水位未升至金属片 B 处时，_____灯亮；当水位升至金属片 B 处时，_____灯亮，蜂鸣器 C _____。

4.在探究“影响电磁铁磁性强弱的因素”实验中，小明用相同的漆包线和铁钉绕制成电磁铁 A 和 B，设计了如图 14-38 所示的电路。

(1) A、B 串联的目的是_____。

(2)闭合开关后，两电磁铁吸引大头针的情况如图 14-38 所示，分析图中的现象，得出的结论是_____。

(3) B 铁钉的钉尖是_____极。若让 B 铁钉再多吸一些大头针，滑动变阻器的滑片应向_____(选填“左”或“右”)端移动。

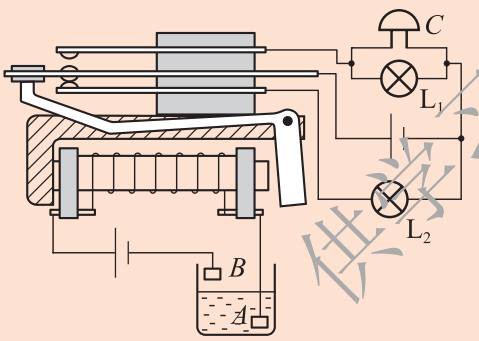


图14-37

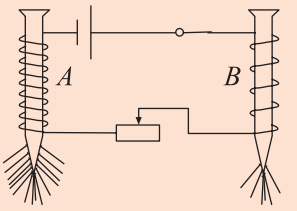


图14-38

供学习用

5.上网查找有关电磁铁应用的实例，将这些实例的有关资料发送到校园网上与同学们共享。

阅读材料

磁浮列车

磁浮列车是一种新型的有轨交通系统。它不需要车轮来支持车体，而主要依靠磁场的作用来实现传统铁路中的支撑、导向、牵引和制动等功能。如图 14-39

微信公众号：电子课本大全

所示，车厢下的悬浮电磁铁和轨道电磁铁发生相互作用使列车受到很大的向上的托力，列车就会浮在轨道的上方。同时，在机车的导向电磁铁的作用下，机车与轨道保持一定的侧向距离。这样，就实现了轮轨在垂直方向和水平方向的无接触支撑和无接触导向。我国第一辆磁浮列车运行时，车厢与轨道之间保持 8 mm～10 mm 的距离。

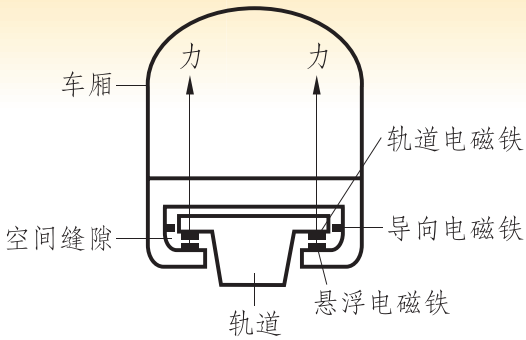


图14-39

磁浮列车运行时，车体与轨道不接触，不会受到车体与钢轨之间的摩擦，因此振动小、噪声也小。高速行驶的磁浮列车会受到空气阻力的作用，若在制造时把车身做成流线型，可使空气阻力降到最低，车速可达 550 km/h 以上，是当今世界上最快的地面客运交通工具。磁浮列车具有高速、舒适、无噪声、无污染、能耗低等优点。目前世界上少数国家已有试验车运行，我国也兴建了磁浮列车线路。上海磁浮列车示范运营线(图 14-40)已于 2002 年 12 月 31 日胜利通车，这是世界上第一条高速磁浮铁路商业运营线，全长 33 km，最高设计速度 430 km/h，不到 8 min 就可驶完全程。

供学习使用

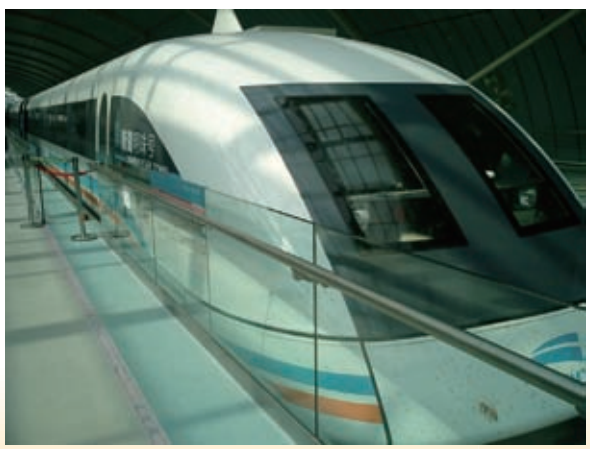


图14-40

微信公众号：电子课本大全

五、磁场对通电导线的作用力

磁场对通电导线的作用

观察与思考

如图 14-41 所示，用两根水平并且平行的金属轨道把一根直导线 *ab* 支起来，并且让这根导线处于蹄形磁体两极之间的磁场中。接通电源，就有电流通过这根直导线，电流的方向是从 *b* 向 *a* 的。这时会看到导线 *ab* 向右运动。

保持磁体的 N 极和 S 极位置不变，让通过 *ab* 的电流方向与原来相反，观察导线 *ab* 的运动方向与原来相同还是相反。

保持导线 *ab* 中的电流方向与原来相同，把磁体的两个磁极对调，让磁感线的方向与原来相反，观察导线 *ab* 的运动方向与原来相同还是相反。

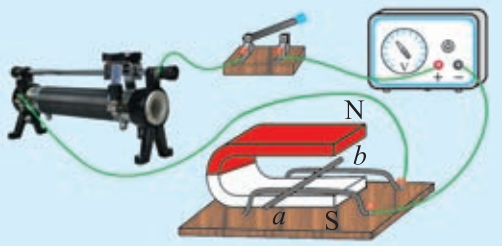


图14-41

实验表明，通电导线在磁场中要受到力的作用，力的方向跟电流的方向、磁感线的方向都有关系。

微信公众号：电子课本大全

左手定则

当通电导体与磁感线垂直时，通电导体受力方向和磁感线方向、电流方向之间的关系，可用图 14-42 所示的方法来表示。伸开左手，使大拇指与四指在同一平面内并跟四指垂直，让磁感线垂直穿入手心，使四指指向电流方向。这时，拇指所指的方向就是通电导线在磁场中所受磁场力的方向。这种方法称为**左手定则**(left-hand rule)。

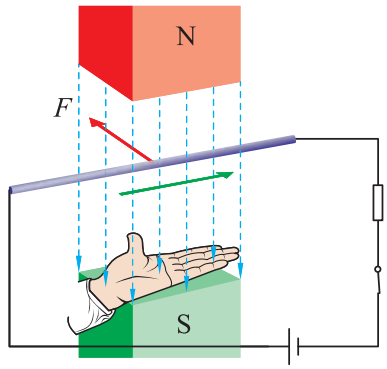


图14-42

动圈式扬声器

收音机、电视机和其他音响设备中都装有各种各样的扬声器(喇叭)，它们是怎样发出声音的呢？

图 14-43 是一种动圈式扬声器的构造和工作原理。用薄的绝缘材料制成一个圆管，粘在锥形纸盆中央的后部，圆管外面用细漆包线绕上几十或上百匝线圈，作为音圈。扬声器后部装有永磁体，它和环形的软铁组合起来，在磁极之间的环形间隙中形成一个很强的磁场，并且让音圈置于这个磁场中。当音圈中有电流通过时，就会受到磁场的作用力而运动。由于扬声器工作时通过音圈的电流大小和方向是反复变化的(交变电流)，所以音圈就会前后往复运动，从而带动纸盆来回振动，就发出了声音。

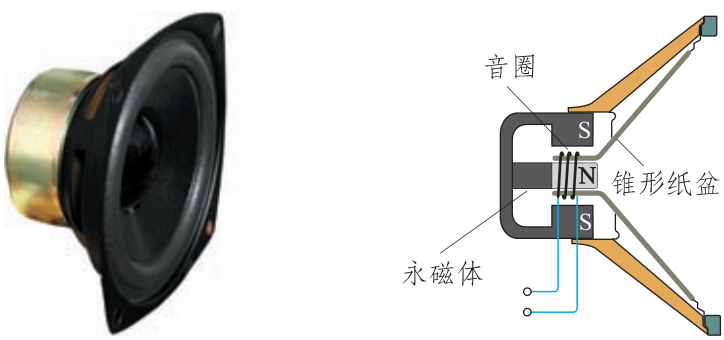


图14-43

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

现在，头戴的大耳机和小巧的耳塞机也都是动圈式的，构造和原理与上述的扬声器相同，只是把大纸盆换成了小的音膜，由音膜振动发声。

作业

1.做图 14-41 所示的实验时，如果同时改变电流和磁感线的方向，那么导线 *ab* 运动的方向将与原来相同还是相反？

2.用一节干电池，反复地与耳机(或扬声器)的两个引出端接通和断开，会听到耳机发出声音吗？为什么？(提示：这是检测耳机好坏的一种简易方法，建议你亲自试一下。)

3.图 14-44 中，箭头表示磁感线方向，“⊗”表示通电导线中电流方向垂直于纸面向里，“⊙”表示通电导线中电流方向垂直于纸面向外。根据左手定则判断各导线的受力方向，并在图上用箭头表示出来。



图14-44

世学习用

微信公众号：电子课本大全

六、直流电动机

直流电动机的原理

观察与思考

1. 通电线圈在磁场中会怎样运动？

取一根直径约 0.6 mm 的漆包线，绕成尺寸约为 4 cm×2.5 cm 的矩形线圈，圈数 6 匝。用漆包线的头和尾扎住线圈对边的中央，然后各伸出 2 cm 作为转动轴。用砂纸除去线圈两个轴上的漆层，使它能够导电。按照图 14-45，用金属丝做两个支架，固定在木板上。支架间放入一个永磁体，并且让一个磁极朝上。把矩形线圈的轴放在支架上，让线圈的平面处于竖直方向。用导线把两节干电池接到支架上，闭合开关后，会看到线圈开始转动，但是只能转动 90° 角。

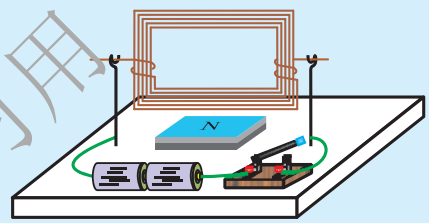


图14-45

想一想：线圈为什么会转动？又为什么不会连续地转动下去？

2. 图 14-46 所示的是一个教学用的电动机。先让线圈处于水平位置，然后通电，将看到它能够连续地转动。

想一想：为什么这种装置能够使线圈连续转动？换向器和电刷起了什么作用？



图14-46

课堂学习用

微信公众号：电子课本大全

图 14-45 中的线圈开始通电时，上下两个边的漆包线中电流的方向是相反的。因此在同一磁场中，一个边受到向前的磁场力，而另一个边受到向后的磁场力，这两个力不在同一直线上，于是就使线圈开始转动。转过 90° 角时，这两个力变成在一条直线上，这个位置叫作平衡位置。线圈的惯性使它可以冲过平衡位置，但不能持续转动。

在图 14-46 所示的电动机中，巧妙地设计了两个半圆形的铜制换向器，它与电刷配合，解决了不能连续转动的问题。其原理可用图 14-47 来说明。

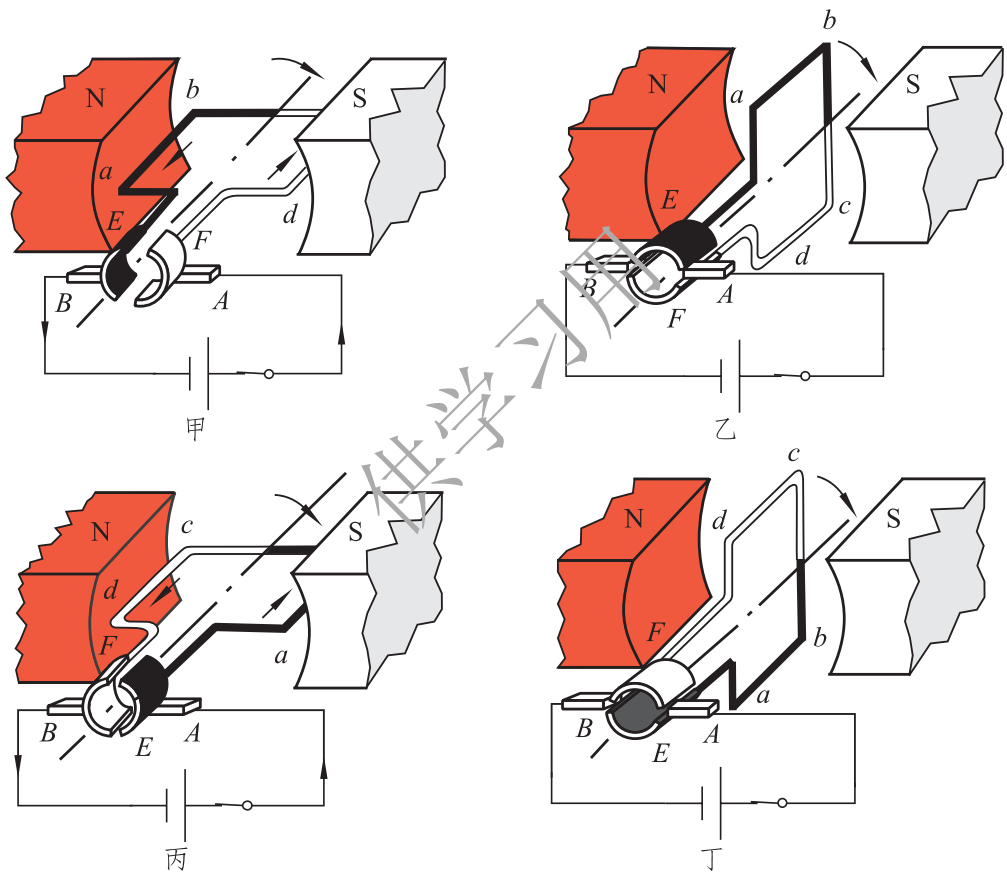


图14-47

图 14-47 甲是开始通电时的状态，换向器 F 与电刷 A 接触，换向器 E 与电刷 B 接触。线圈的 ab 边内电流由 b 向 a，受到向上的磁场力，cd 边内电流由 d 向 c，受到向下的磁场力，于是线圈开始沿顺时针方向转动。

转过 90° 就到了图 14-47 乙的状态，这是平衡位置。线圈的惯性使它冲过平衡位置，于是换向器就改变了所接触的电刷，E 与 A 接触、F 与 B 接触，如

微信公众号：电子课本大全

图 14-47 丙所示。这时 *ab* 边内电流由 *a* 向 *b*，受力方向变成向下，*cd* 边内电流由 *c* 向 *d*，受力方向变成向上，于是线圈就继续沿顺时针方向转动 90°。

转到图 14-47 丁所示的平衡位置时，又靠惯性冲过去，就回到了图 14-47 甲的状态。

总之，依靠换向器与电刷的配合，每转动半周，线圈中的电流方向就改变一次，这样它就能够连续不停地沿同一方向转动下去。

实用的电动机

实际使用的直流电动机由定子和转子两部分组成，如图 14-48 所示。转子的线圈有许多组，并且是嵌在圆柱形铁芯上的，换向器也是由许多对铜片组成的。定子由机壳和电磁铁(或永磁体)组成，转子安装在定子里。两个电刷是用石墨与铜粉压制而成的。

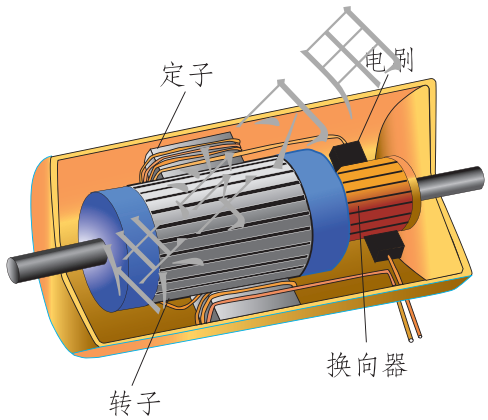


图14-48

作为动力机械，电动机不仅构造简单、制造方便、体积小、效率高、便于控制，而且种类繁多，能满足不同的需要。

直流电动机由直流电源供电。大型的直流电动机常用在电力机车、公交电车、货运电瓶车、轧钢机、起重机和刨床等方面。小型的直流电动机常用在电动玩具、录音机、影碟机等方面。

家用的电扇、洗衣机、电冰箱等电器中使用的都是交流电动机，由 220 V 的交流电源供电。农村中带动水泵和农产品加工机械的电动机也是交流电动机，交流电动机的应用更为广泛。

调查一下，你的家中至少有几台电动机？都在哪些地方使用？

微信公众号：电子课本大全

做一做

1.对图 14-45 中的装置做一些改动：把线圈的一个引出端的漆层全部除掉(图 14-49 甲)，另一个引出端只用小刀刮去上半周或下半周(图 14-49 乙)。通电后，用手捻一下，帮助线圈开始转动，看它此后是否会连续地转动下去，并说明其原理。

2. 拆开一个直流电动机模型，研究其内部构造，最后组装回原样。

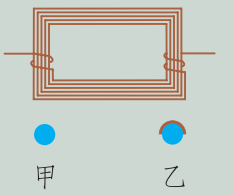


图14-49

作业

1.设计一个能够调节直流电动机转速快慢的电路，并试一下。

2.电动机是将哪一种能量转化成机械能的装置？

3.在图 14-47 中，如果通电前线圈停在图乙或图丁的平衡位置上，那么通电时电动机能够自行启动吗？为什么？

4.玩具电动机停在任何位置都能够启动，这是因为它的转子构造与图 14-47 不同，它采用了一种三极转子，换向器也有 3 片。图 14-50 是它的结构示意图，*B* 为定子。试说明该电动机的转动原理以及为什么不存在平衡位置。

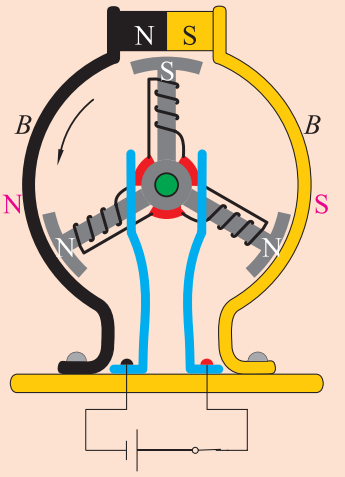


图14-50

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

七、学生实验：探究——产生感应电流的条件

电磁感应现象

问题与猜想

电流能够产生磁场，那么磁场能否产生电流呢？如果能，需要什么条件？

制订计划

用一根长导线做一个长方形线框且将导线两端留有相同长度。如图 14-51 所示，将线框悬挂起来，使它的底边 *ab* 水平置于蹄形磁体的磁场中，长导线的两端与灵敏的电流表连接，组成一个闭合电路。

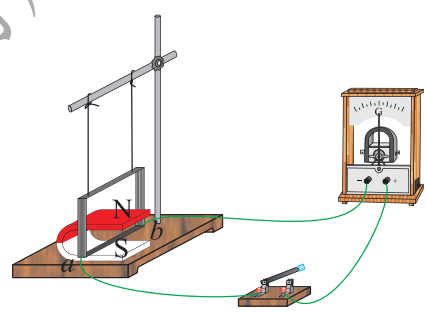


图14-51

闭合开关后，观察下述各种情况下，电流表的指针是否偏转：

1.保持线框和磁体都不动；

2.磁体不动，使线框底边 *ab* 左右运动(如果把导线 *ab* 看作一把刀，那么它好像在切割磁感线)；

3.使线框底边 *ab* 向上或向下运动，并不切割磁感线；

4.线框底边 *ab* 不动，使磁体做左右运动；

5.线框底边 *ab* 不动，使磁体做上下运动。

收集证据

进行实验，收集证据，将你观察到的实验现象记录下来。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

分析与结论

实验现象说明什么？由此能得出什么结论？

当导体回路中的一部分在磁场中做切割磁感线运动时，回路中就会产生电流，这种现象称为**电磁感应**(electromagnetic induction)。在电磁感应现象中产生的电流叫作**感应电流**(induction current)。

动圈式话筒

话筒(也称为传声器)的作用是把声音转换成电流。话筒种类较多，其中动圈式话筒就是依据电磁感应现象制成的。它的构造如图 14-52 所示，在接收声波的膜片后面粘贴着一个由细漆包线绕成的线圈，它能随着膜片一起运动。膜片后面还安装了一个永磁体，线圈处于永磁体的磁场中。线圈的两端用导线引出。

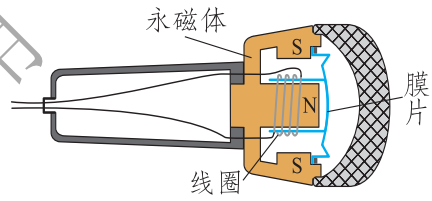


图14-52

请你仔细想一想，说明这种话筒的工作原理。

发电机

发电机(generator)是根据电磁感应现象制成的。

图 14-53 所示的是实验室用的手摇发电机。在图示状态下转动手柄时，与发电机连接的小灯泡会发光，这表明电路中有了电流。如果在电路中接入电流表，可以看到电流表的指针左右摆动。这个现象表明，发电机发出的是大小和方向都发生变化的电流，这样的电流叫作**交流电**(alternating current)。

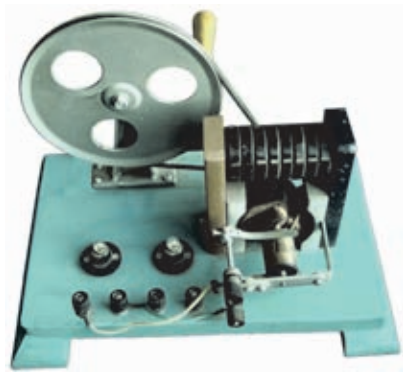


图14-53

微信公众号：电子课本大全

图 14-54 是交流发电机的结构原理图。当线圈旋转时，电刷 A 始终与铜制的滑环 K 接触，电刷 B 始终与铜制的滑环 L 接触，线圈与电流表形成一个闭合电路。在线圈转动过程中，ab 边和 cd 边做切割磁感线的运动，线圈中产生了感应电流，电流表的指针周而复始地发生有规律的偏转。这种输出交流电的发电机叫作交流发电机。

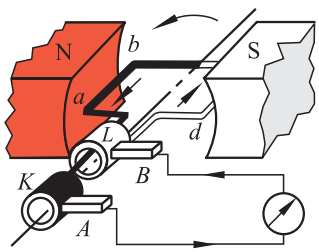
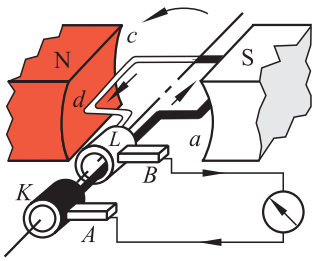


图14-54



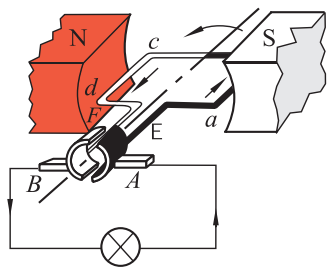


图14-55

频率表示交流电变化的快慢，数值上等于交流电在 1 s 内完成周期性变化的次数。我国电网供应的交流电的频率是 50 Hz，有些国家是 60 Hz。

如果用两个半环组成的换向器来代替交流发电机上的两个滑环(图 14-55)，那么，虽然线圈中产生的是交流电，而供给外部电路的电流方向却保持不变，这种方向不变的电流叫作直流电。这样的发电机叫作直流发电机。

实际的发电机由定子和转子两部分组成。大型发电机的定子上分布着线圈，转子是一组电磁铁。当用内燃机、蒸汽机、风车或水轮机带动转子转动时，电磁铁产生的磁场随着一起转动，定子中的线圈便会切割磁感线，从而产生感应电流。

交流讨论

发电机发电的过程是能量转化的过程。请你说一说，用内燃机、蒸汽机、风车或水轮机带动发电机发电的过程中，各是什么能转化为电能？

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

你知道吗

我国的三峡水力发电站安装了26台 7×10^5 kW 的巨型发电机组。这种发电机组单是它的转子质量就有460 t (图 14-56、图 14-57)。



图14-56 大型水轮发电机组

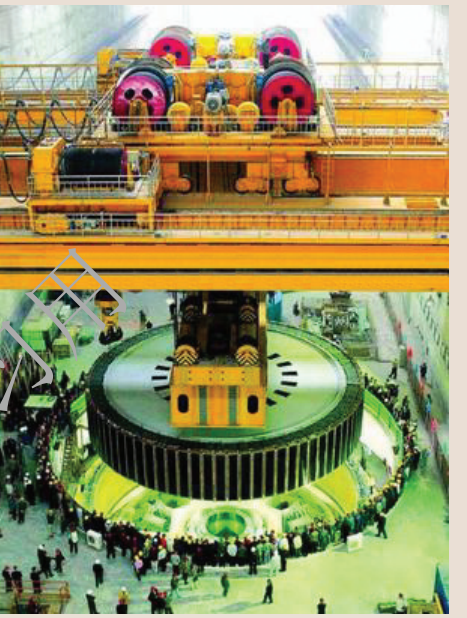


图14-57 吊装转子

作 业

1.交流发电机和直流发电机在构造上有什么不同？从能量转化的角度来看，发电机和电动机有什么不同？

2.图 14-58 是小明为了探究闭合电路的一部分导体在磁场中运动时，产生感应电流的方向与哪些因素有关的实验情景(图中箭头表示导体的运动方向)。下列分析、比较以及结论，正确的是(　　)。

微信公众号：电子课本大全

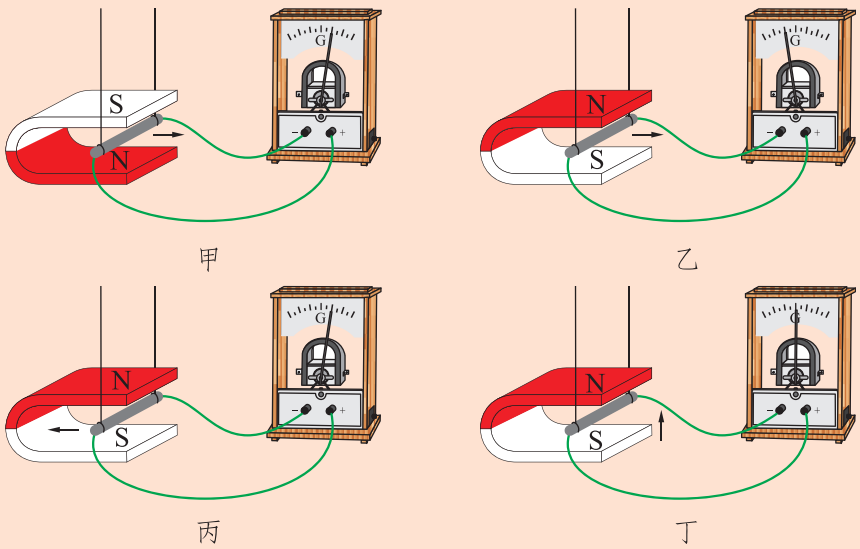


图14-58

A.比较图甲和图乙，说明感应电流方向与磁场方向有关

B.比较图乙和图丙，说明感应电流方向与导体运动方向有关

C.比较图甲和图丙，说明感应电流方向与磁场方向和导体运动方向均无关

D.由图丁可得出结论：感应电流方向与导体是否运动无关

3.某物理兴趣小组的同学，用较长的软电线两端与灵敏电流计两接线柱连接起来。如图 14-59 所示，两同学手持电线分别站在地面上的东西方向，像跳绳一样在空中不停地摇动电线，可看到灵敏电流计的指针发生偏转。请你利用学过的物理知识解释这个现象。

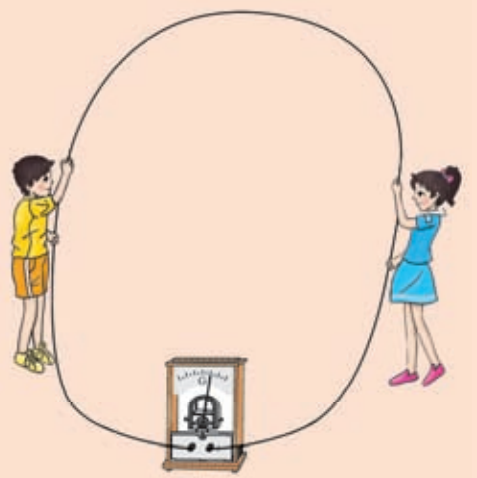


图14-59

4.调查生活中哪些地方使用了小型发电机，它们各自的用途是什么，哪些是直流发电机，哪些是交流发电机。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

阅读材料

法 拉 第

电磁感应现象是英国物理学家法拉第(Michael Faraday，1791—1867)于 1831 年发现的。他除了发现电磁感应现象外，还发现了电解定律，提出了电场和磁场等概念。



法拉第(1791—1867)
图14-60

法拉第出生于一个铁匠家庭，由于家境贫寒，13 岁开始就当报童、学徒工。在当图书装订工期间，他阅读了大量科学书籍，并在自己家里搞了一个小实验室，把前人有关电气方面的论述收集起来，进行系统的研究。

1812 年，21 岁的法拉第有机会聆听了伦敦皇家学会会长戴维的四次化学讲座，对科学工作产生了极大的兴趣。不久，法拉第便成为戴维在皇家学院实验室里的一位助手。1824 年他被选为伦敦皇家学会会员，1825 年任英国皇家学院实验室主任。他还是法国科学院院士。

1820 年奥斯特关于金属线通电可使附近磁针转动的发现，引起了法拉第的深思：既然电流能产生磁，那么磁能否产生电呢？为了弄清电与磁之间的关系，他经过反复的研究和实验，终于在 1831 年取得了重大的突破，发现了电磁感应的基本规律。

法拉第对社会做出了巨大的贡献，人们给予了他崇高的荣誉。成名以后他仍然热爱贫苦人民，在皇家学会发起并举办专门向青少年普及科学知识的讲座，并亲自坚持讲了 19 年。法拉第的高尚道德品质，也同他在科学上的成就一样，受到人们的称颂。

电子课本

微信公众号：电子课本大全

第十五章　怎样传递信息
——通信技术简介



供学习用

从古至今，人类用各种方法传递不同的信息。现代应用最广泛的是借助电磁波实现的无线通信和互联网通信。

微信公众号：电子课本大全

一、电磁波

电磁波(electromagnetic wave)是我们经常听到的一个词语。例如，广播电台和电视台利用电磁波传递声音和图像，微波炉靠电磁波加热食品，“手机”(移动电话)通过电磁波通话等。在生活中，我们能够看到将石子投入水中在水面激起的水波，能够听到琴弦振动在空气中激起的声波。而电磁波似乎是一种“无形的波浪”，它是怎样产生的，又是怎样传播的呢？

电磁波的产生

观察与思考

1.如图 15-1 所示，取一台中波收音机，用调谐旋钮将指针调到没有电台的位置，并且将音量开大。用一只老式手电筒靠近收音机，一下一下地按动它的开关。在电路通、断的瞬间，收音机会随着发出“咔、咔……”声，这是什么原因？

2.将这个收音机贴近一个调光台灯，旋动调光旋钮使灯光变亮，收音机立刻发出持续的“嘎、嘎……”声，这又是什么原因？



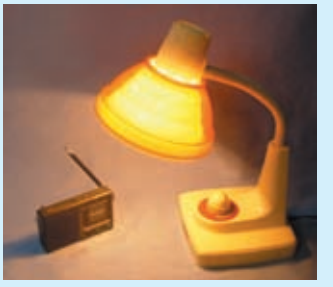


图15-1 产生电磁波的小实验

供学习用

微信公众号：电子课本大全

如果说上述实验中收音机接收的是电磁波，那就表明在两种情况下都产生了电磁波。第一种情况是手电筒中的电流时有时无，发生了变化，第二种情况是台灯中的电流发生了变化。所以，我们可以得到结论：**变化的电流能在周围的空间中产生电磁波。**

在电台中，采用专门的电子器件和电路来产生变化得非常快的电流，这种电流称为振荡电流。将振荡电流送入电台的发射天线，就会在天线周围的空间中激起电磁波，并传向远方。

振荡电流是一种周期性变化的电流，变化的快慢用频率表示。频率的国际单位是赫兹(Hz)。物理学的研究表明，只有频率很高的电流产生的电磁波才能传到远方，因此表示电磁波的频率要用较大的单位，如千赫(kHz)、兆赫(MHz)、吉赫(GHz)。

$$1\ \text{kHz} = 10^3\ \text{Hz}\ ;$$
$$1\ \text{MHz} = 10^6\ \text{Hz}\ ;$$
$$1\ \text{GHz} = 10^9\ \text{Hz}\ 。$$

电磁波是一个大家族。红外线、可见光、紫外线、X 射线、γ 射线等，都是家族中的成员，只是它们各有不同的波长和频率范围，如图 15-2 所示。通常用于广播、电视和移动电话的电磁波叫作无线电波，它包括长波、中波、短波和微波。无线电波的频率大体在几百千赫至几千兆赫这个范围内(表 15-1)。例如北京人民广播电台新闻台的频率为中波(AM)828 kHz和调频(FM)100.6 MHz。

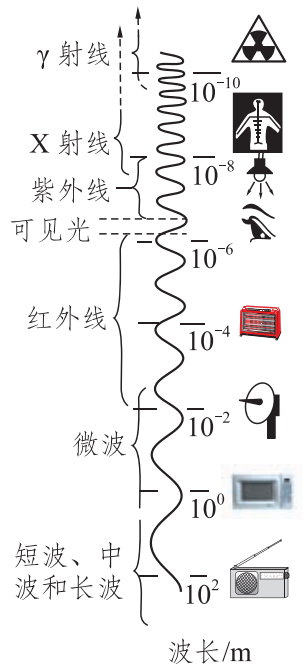


图15-2　电磁波谱

表15-1　我国无线电波频段的分配

频段	535～1 606.5 kHz	2.3～26.1 MHz	87～108 MHz	48.5～958 MHz	825～960 MHz 1 710～2 145 MHz
用途	中波广播	短波广播	调频广播	电视	移动电话

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

你知道吗

电磁波的发现

电磁波的发现归功于德国物理学家赫兹和英国物理学家麦克斯韦。1864 年，麦克斯韦预言了电磁波的存在。20 年后，赫兹通过实验验证了麦克斯韦的预言。从此，一项划时代的新技术——无线电技术诞生了。不久，各国的学者纷纷开始研究如何利用电磁波作为无线传输信息的工具。1894 年，电磁波进入了通信领域，开创了通信的新时代——无线通信。

赫兹虽然只活了短短 37 年，却做出了两大贡献：一是在实验上证实了麦克斯韦预言的电磁波；二是发现了光电效应。



赫兹(1857—1894)
图15-3

供学习用

电磁波的传播

声波的传播需要介质(例如空气)，电磁波的传播也需要介质吗？无须亲自做实验，只要想一想，太空中的航天员和火星探测器都能够依靠电磁波和地球上的指挥控制中心进行联络，就能知道电磁波可以在真空中传播。

物理学的研究表明：电磁波在真空中传播的速度，约为 3×10^8 m/s。在空气中传播的速度与在真空中非常接近。

除了频率、波速(波的传播速度)以外，描述波的物理量还有波长。图 15-4 显示了某个水面波的纵截面，相邻两个波峰(或波谷)间的距离叫作波长。

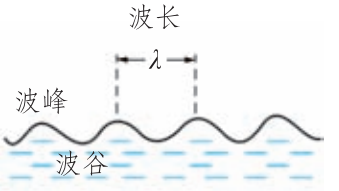


图15-4 水波的波长

微信公众号：电子课本大全

科学窗

波长、频率与波速的关系

波速与波的频率、波长的关系是

$$波速 = 波长 \times 频率。$$

用 f 表示电磁波的频率，λ 表示电磁波的波长，c 表示电磁波在真空中的速度，则有

$$c = \lambda f。$$

在波速一定的条件下，频率越高，则波长越短。用图 15-5 所示的水面波实验可以观察这个规律。在一个较大的平盘中或者在较大的水池中，用细杆头部连续点击水面中央，间隔的时间要均匀，但是一次较慢，另一次较快，即两次点击的频率不同，你就会看到两次形成的水波的波长不同。

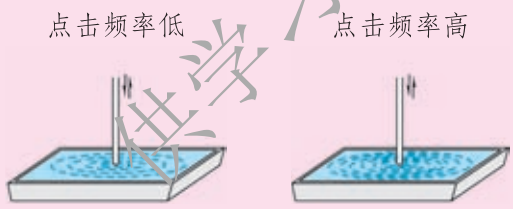


图15-5　波长与频率的关系

你知道吗

雷达和隐形飞机

雷达是一种利用电磁波的反射来侦测目标的专用设备。它同时具有发射和接收电磁波的功能，工作原理如图 15-6 所示。天线发射出定向的电磁波脉冲，遇到目标时被反射回来，再被天线接收。依据反射波的方向和反射脉冲相对于发射脉冲延迟的时间，就可以测定目标的方位和距离。

微信公众号：电子课本大全

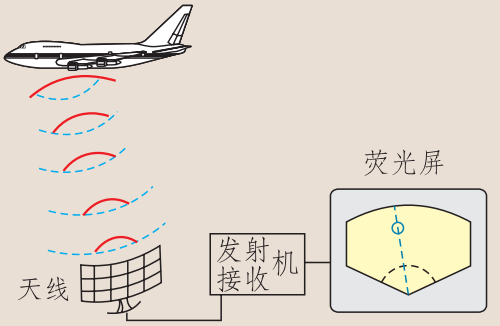


图15-6 雷达的工作原理

雷达的种类很多，如预警雷达、炮瞄雷达、导航雷达、气象雷达等。

隐形飞机(图 15-7)所谓的“隐形”，并不是变得无影无踪，而是要让雷达无法侦察到飞机的存在。它要降低飞机的雷达波反射截面，并采用平滑的气动外形、能够吸收雷达电磁波的材料和涂料等。为了对付红外线和光学探测，飞机设计中还要大幅度减少喷气发动机喷口的红外辐射，并采用可见光反射率低的表面涂料等。

供学习用



图15-7 隐形飞机

作业

1.下列家用电器和通信设备，不是利用电磁波工作的是(　　)。

A.电冰箱　　B.微波炉　　C.移动电话　　D.电视机

微信公众号：电子课本大全

2.电磁波不需要介质也能向外传递能量，形成电磁辐射。电磁辐射对人体健康的影响已引起了人们的广泛关注。以下活动几乎不会对人产生电磁辐射的是(　　)。

A.使用手电筒　　B.玩电脑游戏

C.接听手机　　D.紧靠工作着的微波炉

3.观察多波段收音机的刻度盘，看看短波段的频率与中波段的频率有什么不同。到网上查一下，与我们生活相关的电磁波(如手机通信、电视广播等)的波长在哪个范围内。

4.接收卫星电视节目使用的天线(图 15-8)大都有一个凹面的圆形金属物，它起什么作用？



图15-8　接收卫星电视的天线



微　波　炉

除了通信，电磁波还有许多其他的用途。例如微波炉(图 15-9)就是用电磁波来加热食物的一种家用电器。

微信公众号：电子课本大全

将食物放入炉腔中，关闭炉门，接通电源，微波炉内的磁控管开始工作，产生出频率极高的电磁波。这种电磁波的频率为2 450 MHz (2.45 GHz)，波长很短，为12.2 cm，是一种微波。微波束通过波导管进入炉腔中，并且在金属壁上发生多次反射。大多数食物中都含有水，水分子吸收微波的能量，发生剧烈的振动，使食物的温度升高，也就是把电磁能转化为食物的内能。



图15-9 微波炉

微波能够穿透玻璃、陶瓷和塑料，因此可以使用这些材料制成的容器盛食物，放在微波炉中加热。不能将金属容器放在微波炉中加热，因为微波能使金属中感应出很大的电流，会损坏微波炉。

微波不能穿透金属。为了防止微波泄漏对人体造成伤害，在炉门玻璃内装有金属网。

微波炉的优点是：(1)微波的穿透性使食物里外同时加热，效率很高，做熟一只鸡用不了10 min；(2)烹调过程中无明火，不会引起火灾，不生成有害气体，有利于环保；(3)加热时间短，能使食物中的维生素得到较多的保留，并且微波还有灭菌作用。

如果你家中有微波炉，请阅读它的说明书，了解更多的知识，学会使用它，并向同学们介绍。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、广播和电视

问题与思考

在上一节的实验中，收音机接收到电磁波时只是发出“嘎、嘎……”的声音，好似你收到朋友的信件是一张白纸，不知道是什么含义。人们希望得到的是语言、音乐、文字、图片、活动的图像等有着确定和丰富意义的信息，怎样利用电磁波来传送这些信息呢？

人们设想用变化的电流表示声音和图像信息，借助这种电流产生的电磁波向远处传送信息。

后来人们发现，上述这种变化的电流频率较低，向空间辐射电磁波的能量太小，损耗得很快，因此不能将信号传递到较远的地方。那么，能不能模仿用箭和鸽子传递信件的方法，让蕴涵声音和图像信息的电流信号“搭载”在高频电流上再以电磁波发射出去呢？

如果上述的通信方案可行，发送的一方将怎样实现这种“搭载”？接收的一方又怎样把“搭载”的声音和图像信息取下来呢？

供学习用

音频、视频和射频信号　调制

高频率的振荡电流能够产生高频率的电磁波并向外发射，我们称这种电流为射频信号。声音和图像信息都要“搭载”在电磁波上才能传送至远方，必须把声音和图像经过话筒和摄像机变成电流信号才能实现这种“搭载”。我们称由声音转换成的电流信号为音频信号，由图像转换成的电流信号为视频信号。音频信号的频率较低，与声音的频率相同，在 20 Hz 到 20 kHz 之间。视频信号的频率变化范围较大，为几赫到几兆赫。图 15-10 是上述三种信号的示意图，音频和视频信号的频率都低于“搭载”它们的射频信号。

实现上述“搭载”的过程称为调制，调制过程是在专门的电路——调制器

微信公众号：电子课本大全

中完成的。通常，中、短波广播是用音频信号去控制射频信号，让射频电流的幅度随着音频电流变化，称为调幅(AM)。电视节目的声音和调频广播是用音频信号去控制射频信号，让射频电流的频率随着音频电流变化，称为调频(FM)。

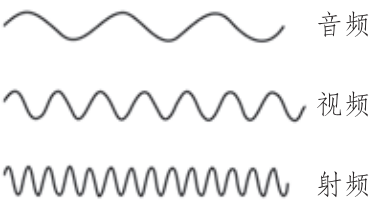


图15-10 音频、视频、射频电流频率的比较(示意图)

无线电广播的发射和接收

以中、短波调幅广播为例，发射和接收的过程如图 15-11 所示。录音设备把事先录制的节目(语言和音乐)转换成音频电流。如果是直播，则由话筒把声音转换成音频电流。载波发生器产生射频电流。将以上信号送入调制器，得到的调幅电流再送入发射机进行功率放大，最后由天线将“搭载”着声音信息的电磁波发射出去。

收音机的天线接收到许多电台的电磁波。首先将这些信号电流送入调谐电路。旋转收音机的调谐旋钮，就能从中选出某一个电台特定频率的信号，这个过程称为调谐。然后这个调幅电流经过解调器的处理，取出当初的音频信号。这个音频电流经过放大后送到扬声器。扬声器把电信号转换成声波，听众就能听到广播节目了。

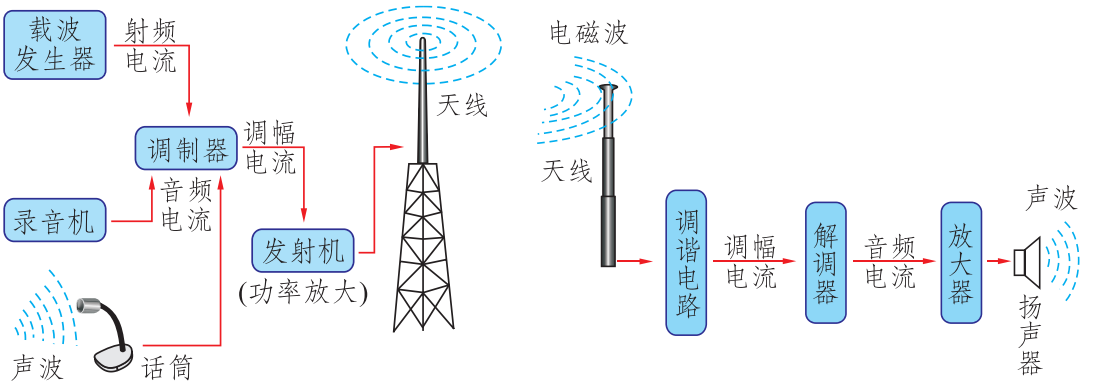


图15-11 无线电广播的发射与接收过程(示意图)

微信公众号：电子课本大全

天线的作用很重要，用于发射和接收电磁波。天线的种类和样式有很多，如水平天线、直立天线、抛物面天线等。发射天线(图 15-12)架设在很高的地方，适于发射不同频率的电磁波。收音机的天线很小巧，接收短波的拉杆天线露在收音机外面，接收中波的磁性天线藏在机壳中。



图15-12　发射天线



你知道吗

无线电通信发展简史

1895 年，马可尼发明了用电磁波远距离传送信号的方法。1899 年，美国人柯林斯达造出了第一个无线电话系统。1906 年，费森登在美国建立了第一个无线电话发射台。1919 年，英国建立了第一座播送语言和音乐节目的无线电台。1921 年，人类首次实现了短波跨洋传播。1925 年，英国人贝尔德发明了第一台实用电视机。1930 年，人类实现了微波通信……现在，人类可以将文字、声音、数据、图像等信息，通过电磁波传向四面八方。

供学习用

电视的发射和接收

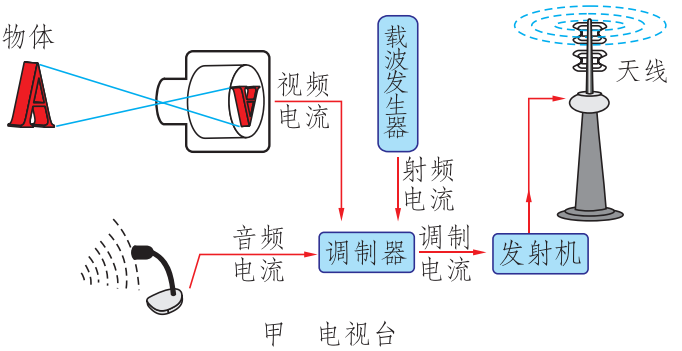
电视与广播的不同是它能够传送图像。第一步操作是摄像，如图 15-13 所示。在摄像管内的感光器件上呈现出景物通过光学镜头所成的实像，感光器件将图像的光信号转换成电信号，输出视频电流。用视频电流和音频电流去调制载波发生器送来的射频电流，再经过发射机的功率放大，由天线将“搭载”着图像和声音信息的电磁波发射出去，如图 15-14 甲所示。



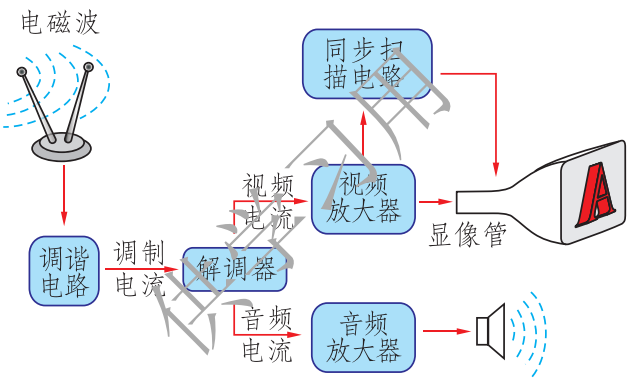
图15-13　电视演播

微信公众号：电子课本大全

电视机的天线接收到许多电视台的电磁波。由调谐电路选择其中某一个电视台的信号，经过解调器取出视频和音频信号，分别放大后，由显像管还原成图像，由扬声器放出声音，如图 15-14 乙所示。



甲　电视台



乙　电视机

图15-14　电视的发射与接收过程(示意图)

有线电视是借助光缆或同轴电缆来传送广播电视信号或本地播放的电视信号的网络。它可以同时传送上百套电视节目，抗干扰能力强、成本低、功能多，可以传送高清晰度的电视节目。

科学窗

模拟信号和数字信号

传递信息的电信号有两种：模拟信号和数字信号。

例如话筒将声音转换成电流时，电流的频率和幅度全都“模

微信公众号：电子课本大全

仿”着声音的频率和幅度变化，所以这种信号称为**模拟信号**(analog signal)。现在的中波（AM）和调频（FM）广播与部分电视中的声音和图像使用的都是模拟信号，录音带和一些录像带上记录的也是模拟信号。模拟信号的特点是连续变化，如图 15-15 所示。

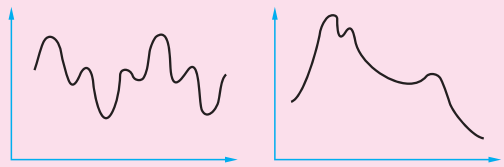


图15-15　模拟信号

模拟信号的缺点是放大时会使信号的“形状”改变而造成失真，传输过程中受到的干扰不易排除。例如汽车发动机的火花塞工作时会产生电磁波，使得电视画面上出现杂乱的点或条纹。

计算机中的信息，无论文字、声音、图像都是用二进制数“0”和“1”编码的，称为**数字信号**(digital signal)。数字信号的特点是跳跃变化，“0”代表低电压、“1”代表高电压。如图 15-16 所示为字母“K”的数字信号，它的编码是“01001011”。数字信号的优点是易于用计算机做高速和复杂的处理，抗干扰能力强，能够进行高密度的存储等。CD 、VCD 、DVD 、计算机内的硬盘和可携带的 U 盘上记录的都是数字信号。

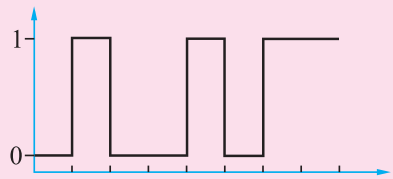


图15-16　字母“K”的数字信号

供学习用

你知道吗

电视的画面是怎样动起来的

当一个人做某种动作时，每隔 1/25 s 给他拍一张照片，如此连续地拍出若干张，就成为电影片。放映时将它们按顺序放映出来让人观看，并且间隔也是 1/25 s，如图 15-17 所示。由于人的眼睛有一种称为

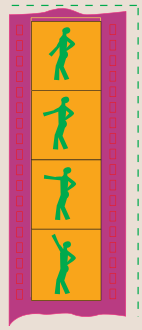


图15-17　活动画面的形成

微信公众号：电子课本大全

“视觉暂留”的特殊的生理现象，就是当一个画面消失后，能在视觉上继续保留 1/16 s，比放映画面间隔的时间长，从而在视觉上就产生了动作连续的活动画面。

电影和电视都是这个原理，但是两者画面形成的方法不同。电影放映机用的是凸透镜成像这种光学方法；老式电视机则是用一支无形的“画笔”(就是电子束)在显像管的屏幕上扫描，使荧光粉发光而现出画面。

现在普遍使用的液晶屏幕的电视机，则是用变化的电信号顺序驱动液晶板上纵横排列的上百万个微小的发光单元而形成画面的。

做一做

1.组装最简单的收听广播的装置。先架设一个较长的天线，方法是取一根约 3 m 长的电线(可用铁丝代替)，水平张拉在室外离地面高度约 2 m 的地方，或者从楼上向窗外垂下约 3 m 长的软导线。再将一根铁棍插入潮湿的土地中或利用楼内的铁质水管作为地线。然后按照图 15-18 甲在天线和地线间并联一只二极管 D 和高阻抗耳机 E，就可以收听到一些信号较强的电台的播音了。但是上述的电路会出现几个电台的播音混在一起互相干扰的现象，解决的办法是增加一个调谐电路，如图 15-18 乙所示。如何选用图中的可变电容器 C 和绕制线圈 L，可以查阅电子小制作的资料或者请老师指导。

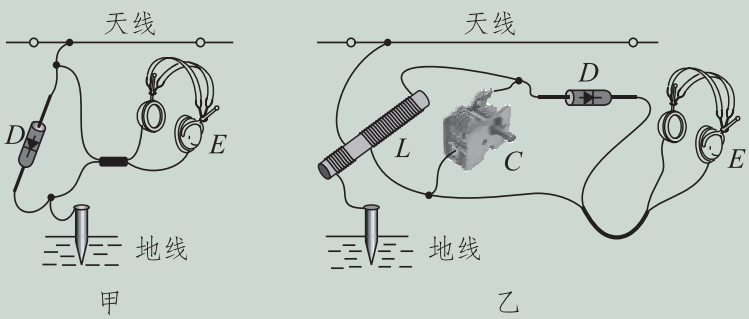


图15-18 最简单的收音机

2.用市场上销售的电子套件组装简单的直放式收音机。

微信公众号：电子课本大全

作业

1.无线电广播和电视要传送的是哪些种类的信息？需要用怎样的方法传送？

2.简略说明收音机收听广播的原理。

3.参照图 15-19，学习将影碟机连接到电视机上。注意：影碟机的音频有左、右两个声道输出，分别标有“L”和“R”。这样可以使电视机播放出立体声。

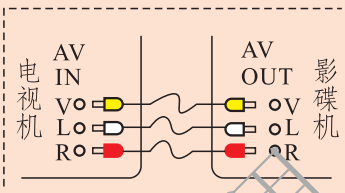


图15-19　影碟机与电视机的连接方法

供学习用

阅读材料

能够记录、播放声音和图像的家用电器

收录音机是将收音机和录音机合为一体的设备。录音磁带是在塑料带上牢固地附着一层磁粉，磁粉是硬磁材料制成的微小颗粒。录音磁头相当于一个电磁铁，是在合金制成的铁芯上绕许多匝线圈，而且铁芯的两极距离很近，工作间隙是微米级的。录音时，给磁头的线圈中通入由声音转化的音频电流，工作间隙处就产生了强弱变化的磁场。同时让磁带上附有磁粉的那面靠在工作间隙上并且匀速通过，这样就使磁带上不同地方的磁粉颗粒被强弱不同地磁化，并且保持下来，于是就记录下了声音的信息。放音时，还用这个磁头，但是不给线圈通电，而是将它接到放大器的输入端，让已被录音的磁带再通过磁头的工作间隙。磁粉颗粒的磁场使铁芯中磁场发生强弱变化，于是发生电

微信公众号：电子课本大全

磁感应现象，使线圈中感应出强弱变化的音频电流，经放大后使扬声器发出原来的声音。

录像机也是一种磁记录设备，工作原理与录音机相同。它能够同时把代表图像和声音的模拟信号记录在录像磁带上，还能够播放录有节目的磁带。

磁带录音、录像的信息储存密度小。一盘普通录像带，最多只能录制 240 min 的节目，并且难以长时间保存。光记录则可以克服上述缺点，这就是CD、VCD和DVD光盘采用的技术。

影碟机与电视机连接，用来观看光盘。光盘上刻有上万条螺旋形轨迹，其局部放大如图 15-20 所示。轨迹上有一系列凹下的“坑”和相对于“坑”来说凸起的“岛”，分别代表二进制数码“0”和“1”。播放光盘时，机内有一束激光射上去，从“坑”和“岛”反射回来的光强弱不同，被感光器件接收后就得到了相应的数字信号。这些信号代表了图像和声音的各个要素，再经过机内的专用电路转换成模拟信号。其中视频信号由标有“VIDEO OUT”的插口输出，音频信号由标有“AUDIO OUT”的插口输出。然后用专门的电缆连接到电视机上相应的输入插口就可以了。

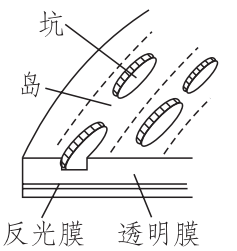


图15-20 光盘的局部放大

常见的家用摄像机有两种。模拟式摄像机记录在磁带上的是模拟信号，数字式摄像机记录在微型磁盘(硬盘)或磁带上的是数字信号，后者图像和声音的质量都优于前者。

数码相机已经得到了广泛的应用。它里面不装胶卷，而是使被拍摄物的像成在能够感光的一块半导体芯片上。光信号转换为电信号，以数字编码的方式将这幅“照片”记录在称为“存储器”的半导体芯片中。将数码相机连接到计算机上，就可以取出拍好的“照片”进行观察、加工和保存，还可以打印出来或者在互联网上传送。

作业习用

微信公众号：电子课本大全

三、现代通信技术及发展前景

问题与思考

现代的政治、经济、军事、科研、生活等方面，对通信有哪些更高的要求？

现代通信运用了哪些高技术？

你能够从手机的变化、网络功能的变化中感受到通信技术日新月异的发展吗？

供学习用

移动通信

电话座机必须用电话线连接到电信局的交换机上，依靠导线中的音频电流传送话音，只能在固定的地点使用。移动电话(通常称为手机)由电磁波传递信息，可以在信号覆盖的任何地方使用。手机既是发射机又是接收机，但是它的发射功率很小，又不具有交换能力，必须依靠一组大功率的固定电台(基地台)和交换中心来转接。如图15-21所示，手机1发射的信号被离它最近的基地台1接收，然后由光缆把信号传到交换中心，寻找到选定的通话对象，再由光缆把信号传到离对象最近的基地台2，最终由这个基地台把信号传给对象，即手机2。这些基地台由提供移动通信的专业公司来建设和运营，遍布于全国各地。初期的移动电话使用模拟信号，现在已经完全被数字信号代替，不仅可以通话，还可以发送、接收文字短信息和其他服

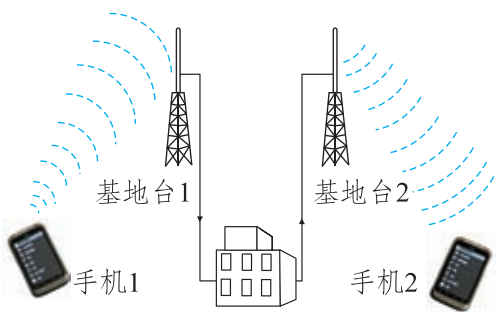


图15-21　移动通信的工作方式

微信公众号：电子课本大全

务性信息(如气象预报、股市行情)，还能无线上网。最新型的手机还能够拍摄和传送彩色的数码照片，接收电视节目，开通可视电话等。

还有其他一些移动通信设备，例如警察用的对讲机、供业余无线电爱好者使用的手持和车载小型电台、军队和地质工作者使用的小型电台等，如图 15-22 所示。

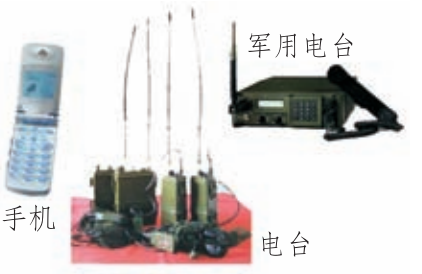


图15-22 常见的移动通信设备

网络通信

把许多计算机通过一定的硬件和软件连接起来，就成为网络。在一所学校或一个居民小区内，若干台计算机接到交换机和服务器(提供网络控制和服务的专用计算机)上，就组成了局域网，再进而实现全世界的连接，就成为互联网(internet)，如图 15-23 所示。

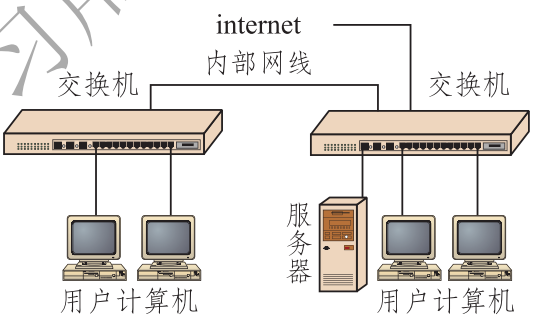


图15-23 互联网的组成(局域网)

由于计算机能够高速处理多媒体信息，并且有交互性，所以在网上传送的电子邮件不仅有文字，还有图像和声音，这是传统的通信手段难以同时做到的。人们向往已久的可视电话，也依靠网络实现了。

网络还有许多功能，你可以在信息技术课上继续了解并进行实习。

光纤通信

光也是电磁波，可见光的波长只有几百纳米，比无线电波短得多。从理论上讲，被调制的光能够携带比无线电波多得多的信息，但是这个设想直到发明了激光器后才得以实现。

激光(laser)是一种颜色非常纯、方向高度集中的光。它的强度可以超过太阳光，不能让它直接射入眼中，以免伤害视网膜。图 15-24 所示的就是科学研

供学习用
微信公众号：电子课本大全

究中使用的激光器。

为了避免干扰和减少能量的损失，通信用的激光要在用专门材料制造的一种纤维中传播，这种纤维称为**光导纤维**(optical fiber)，简称光纤。某些小工艺品上装设了一些光纤，它们的一端插在封闭的盒子中，用彩色灯泡照亮，露出的另一端就会闪耀美丽的点点“星光”，如图 15-25 所示。

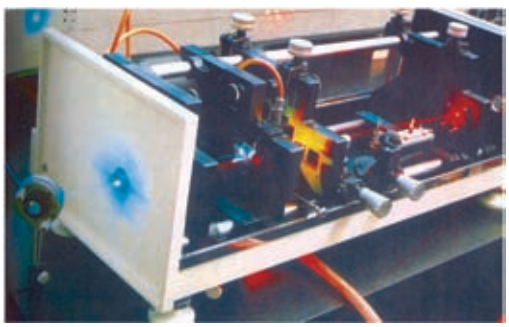


图15-24　激光器



图15-25　光沿着光纤传播

把若干条光纤集成束，外面包上保护层，就成为光缆。光缆一般都铺设在地下的管道中，特别适合于远距离通信用。

光纤通信用途广泛，如长途电话、有线电视、电视会议、互联网等。一根光缆上可以同时传递 50 万路电话或 5 000 多路电视，可以大大降低成本，减少维护的工作量。可以说，光纤的应用是社会信息化程度提高的重要标志。

1966 年，33 岁的华人高锟首次提出，直径仅几微米的透明玻璃纤维可以作为传输光信号的有效手段，成为光导纤维的先驱。43 年后，高锟获得了 2009 年诺贝尔物理学奖。

科学窗

太阳风暴与通信

太阳风暴发生时，会给卫星中继通信和地面通信带来很大影响，但是光纤通信却不会受到分毫的影响。其主要原因有两个：一是光纤是绝缘体，不怕雷电和高压，不受电磁干扰；二是光纤中传输的是频率很高的光波，而干扰电磁波的频率一般都比较低，所以它不能干扰频率比它高得多的光波。

微信公众号：电子课本大全

卫星中继通信

现在越洋通信大都使用通信卫星。通信卫星相对于地面应当是静止的，这就要把它发射到赤道上空约 36 000 km 高度的圆形轨道上，使它绕地球转动一周的时间恰好为 24 h，与地球自转的周期相同，并且转动的方向与地球自转的方向相同，所以称为同步卫星。图 15-26 是我国的“东方红-3”号通信卫星。

在上述轨道上均匀地布置三颗同步卫星，就能使通信范围几乎覆盖地球上各个角落。卫星通信使用微波，例如，使用 X 频段时，上行(地球到卫星)电磁波频率为 8 GHz，下行(卫星到地球)电磁波频率为 7 GHz，其特点是容易像光波那样集束和沿着直线传播。如图 15-27 所示，从地面站向卫星 1 发送微波，卫星 1 收到后经过放大用微波向地面和卫星 2 转发，卫星 2 收到后经过放大再用微波向地面和卫星 3 发送，卫星 3 再向地面发射。这样从地球一侧发出的信号就被地球另一侧的地面站接收。这种方法类似于接力赛跑，所以被称为中继通信。



图15-26 “东方红-3”号通信卫星

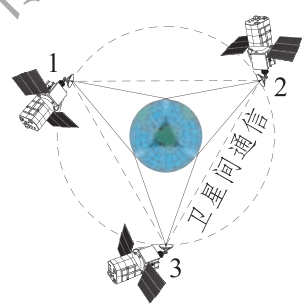


图15-27 卫星通信方式(示意图)

2018 年 5 月 21 日发射升空的“鹊桥”是“嫦娥”四号月球探测器的中继卫星，其作用是解决地面与在月球背面登陆的“嫦娥”四号探测器之间的通信问题。2019 年 1 月 3 日，“嫦娥”四号探测器在“鹊桥”提供的地月中继通信的支持下，开创了人类航天史上的新篇章：首次月球背面着陆；首次在月背上与地球通信；传来了首张近距离拍摄的月背表面影像图……“嫦娥”四号与“鹊桥”中继星的完美配合，是我国由航天大国向航天强国迈进的重要标志之一，是新时代中国人民攀登世界科技高峰的新标杆、新高度，是中华民族为人类探索宇宙奥秘做出的又一卓越贡献。



图15-28 “嫦娥”四号中继星“鹊桥”

微信公众号：电子课本大全

通信技术的发展前景

21世纪人类全面进入信息化社会，通信技术飞速发展。目前，我国已经建成以光缆为主体的主干通信网，卫星电视也覆盖了全部国土，计算机和智能手机也已进入千家万户。计算机技术在通信领域得到更加广泛和深入的应用。

随着4G技术的发展和普及，优质的数据传输效率和速度使人们享受到互联网时代移动通信技术发展带来的便利，人们的学习、工作与生活方式也因此发生了重大变化。物联网、云计算、人工智能的兴起，正推动着社会的数字化演进。

卫星通信的应用也进一步扩展，例如我国自主研制、独立运行的“北斗”卫星导航系统可在全球范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠的定位、导航、授时等服务。“北斗”卫星导航系统除了在我国国家安全领域发挥重大作用外，还将服务于国家经济建设，可广泛应用于船舶运输、公路交通、铁路运输、海上作业、渔业生产、水文测报、森林防火、环境监测等众多行业。

量子保密通信技术正在从实验室演示走向产业化，当前量子通信的实用化和产业化已经成为各个大国争相追逐的目标，我国在量子通信技术方面已经走在世界前列。我国自主研发的世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”在国际上首次成功实现数百万米的星地双向量子通信，并已具备实现洲际量子保密通信的能力。

未来的通信发展趋势是移动通信和互联网技术的高度融合。当前全球多个国家已竞相开展5G网络技术的开发，我国在5G技术开发方面居于世界领先地位。作为21世纪的公民，我们在享受通信技术提供的各种服务的同时，还要自觉遵守信息社会中的道德准则和法律法规，树立信息安全意识。

作业

1.了解现在的手机具有哪些通信功能，学习使用这些功能。

2.叙述上海卫视台的电视节目由电视台传送到你家电视机中的全过程。

3.遥控器是人向家用电器(例如电视机)发“命令”的一个小巧的通信工具。你知道它是靠什么把信号传送给电器的吗？需要对信号进行调制吗？

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

4.收集资料(包括上网)，写出小文章。下面的题目可以供你选择。

(1)自己使用过的通信方法和享受到的通信技术的成果。

(2)人们对传递信息的要求是迅速、准确、安全、距离远、抗干扰、内容丰富等。试比较一些通信方法的优缺点，从而说明每种方法的应用范围。

(3)论述从古到今有哪些原因推动了通信技术的发展。

(4)你预料或者希望在未来的 10 年中通信技术有哪些发展？



电 磁 污 染

电磁波使人类的生活日新月异的同时，也给人类生存的环境带来了危害。电磁波辐射源的输出功率越大，波长越短，频率越高；人距离辐射源越近，接触辐射时间越长；环境温度越高，湿度越大，电磁波对人体的影响和危害就越大。

高压线、变电站、电台、电视台、雷达站、电磁波发射塔，电子仪器、医疗设备、办公自动化设备，微波炉、收音机、电视机以及手机等家用电器工作时，会产生各种不同频率的电磁波，有可能对人体造成伤害。人若长期生活在电磁波辐射污染的环境中，会出现以乏力、记忆力减退为主的神经衰弱症。电磁波还能使人体体温调节机制失衡，导致心跳加快，呼吸障碍，对心血管疾病起着推波助澜的作用。虽然电磁波辐射造成的危害不可小视，但我们也不必恐慌，只要合理利用电磁波，采取防护措施，就能将其危害降到最低。

为了防止电磁波对其他一些设备的影响，要利用电磁屏蔽技术。电磁屏蔽装置一般为金属材料制成的封闭壳体。当电磁波传向金属壳体时，不能穿透金属层。防护服装就是根据屏蔽或吸收原理制作的，其内部有金属网或金属膜。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

第十六章　粒子和宇宙



1969 年，当人类第一次踏上月球，回眸自己的来处时才深刻地认识到：在广袤的宇宙中，我们只偏居在一个小小的星球上。

人类能够从地球奔向星际吗？



很久以前，不只普通人，就连天文学家也一直在奇怪，是什么原因使太阳发光？这个千古之谜是怎样破解的呢？

微信公众号：电子课本大全

一、探索微观世界的历程

思维的火花

德谟克里特(Democritus，约公元前460—约公元前370)对他的学生们说道：“你们看见远处那片树林了吗？由这里望去，它像一堵密不透风的绿墙。但走近一看，穿过它并不困难。它表面上是一堵坚硬的绿墙，其实是树干和枝叶编成的疏网……正像绿墙是由树干和枝叶组成似的，大自然的万物都由看不见的微小粒子——原子构成。原子不能消失，但也不会无中生有。”

尽管当年这位古希腊学者的见解缺少科学实验的基础，但后来的历史发展表明，他的思维闪烁着真理的火花。



图16-1 德谟克里特给学生讲课

走向科学

正因为古希腊学者的“原子论”思想缺少科学实验基础，所以在“物质是由什么构成”的争论中，长期以来它并不占上风。直到17世纪下半叶和18世纪，以玻意耳(Robert Boyle，1627—1691)和道尔顿(John Dalton，1766—1844)

微信公众号：电子课本大全

为代表的科学家才复活和确立了原子论。他们研究和测量了大量物质的化学反应，发现并确认了如下事实：

1.多数物质可由其他物质通过化学反应合成，这些物质称为化合物；

2.一些物质不能由其他物质通过化学反应来合成，这些物质称为单质，也称为元素；

3.对应各种元素，存在着各种原子，元素的差异就在于它们的原子是不相同的。原子是元素保持化学性质不变的不可再分的最小单元。



道尔顿(1766—1844)
图16-2

从此，原子论从模糊不清的思辨性见解走向了植根于精确实验测量的自然科学的轨道。

1811 年，意大利科学家阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro，1776—1856)指出，无论化合物还是单质，它们一般并不是直接由原子组成的，而是由几个原子相结合的分子构成的。单质的分子由同种原子构成，化合物的分子由两种或两种以上原子构成。

现在我们知道，无论是有生命还是无生命的常见物质，都由分子、原子组成。图 16-3 是钨原子的分布图样，图 16-4 是脱氧核糖核酸(DNA)生物大分子结构图。

供学习用

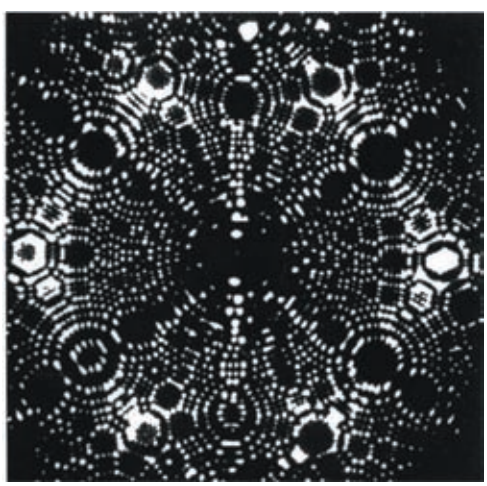


图16-3　用场离子显微镜拍摄的钨针针尖上的原子图样

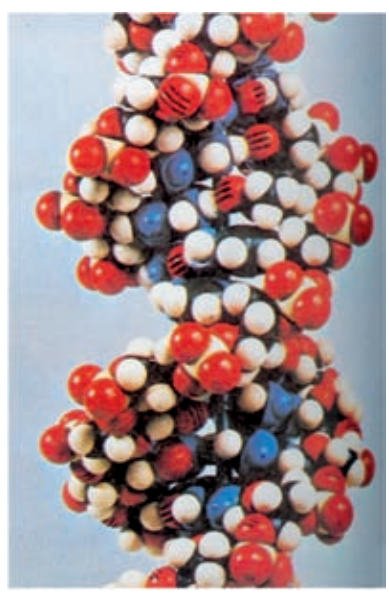


图16-4　DNA 生物大分子结构

微信公众号：电子课本大全

你知道吗

1 cm^3 的水中含有 3.34×10^{22} 个水分子。一个水分子的质量约为 3×10^{-26} kg。最小的分子只有 10^{-27} kg，其尺度相当于一根头发丝直径的十万分之一。

组成生命的基本组元 DNA 分子含有几百万个原子。

揭开原子的“面纱”

19 世纪下半叶，人们在研究稀薄气体放电现象时发现，当放电管(图 16-5)内气体足够稀薄时，阴极就发射出一种射线，这种射线被称为阴极射线。

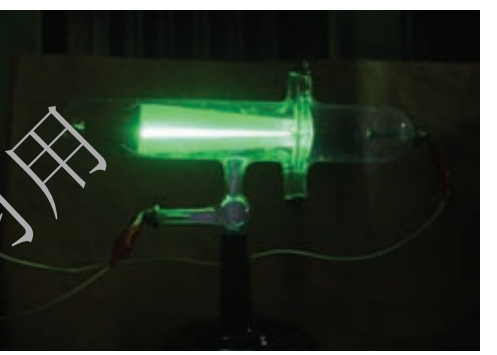


图16-5 阴极射线管

1897 年，英国物理学家汤姆孙(Joseph Thomson，1856—1940)发现，阴极射线在电场或磁场作用下可发生偏转，偏转方向与带负电的粒子相同，这表明阴极射线是一种带负电的粒子流。接着他又通过测量，证实这种粒子的电荷绝对值与氢离子的相同，而质量还不到氢离子的千分之一。后来人们把这种粒子称为**电子**(electron)。

由于电子可以从不同的阴极材料的原子里放射出来，而且是比最轻的氢原子还要轻得多的粒子，这表明原子并不是物质的不可再分的最小单元。



汤姆孙(1856—1940)
图16-6

电子的发现揭开了原子世界神秘面纱的一角，汤姆孙因此获得了 1906 年诺贝尔物理学奖。

电子的发现表明，原子是由电子及另一些物质组成的。因为电子带负电，而原子是电中性的，所以那些物质一定带正电。那么，原子中带正电的部分是怎样的呢？

为了探测原子结构，20 世纪初，人们发展了一

微信公众号：电子课本大全

种实验方法：用一些已知的粒子，如电子、α 粒子等轰击很薄的金属箔，它们与金属原子会产生相互作用而发生偏转。通过观察这些粒子穿过箔片时的偏转情况，可以获得原子内部的信息。这种实验叫散射实验。

α 粒子是一种带 2 个单位正电荷的粒子，质量约为电子质量的 7 300 倍。1909—1911 年，英国科学家卢瑟福(Ernest Rutherford，1871—1937)等人无数次地用高速 α 粒子流轰击金箔，发现原子中带正电的物质只占很小的体积，但密度很大，几乎集中了原子的全部质量。后来，人们称它为**原子核**(atomic nucleus)。如果把原子放大到 20 多层高的大厦那般大，原子核只有一粒黄豆那么一点，可见原子里面多么“空旷”。带负电的轻巧的电子就在这“空旷”的空间中高速运动。

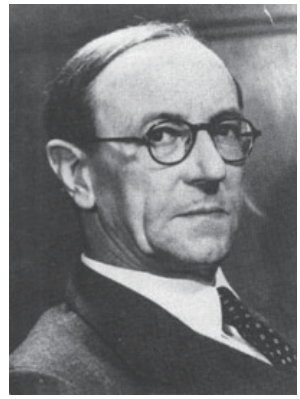


卢瑟福(1871—1937)
图16-7

探索未有穷期

对原子世界的探索就这样结束了吗？不！人们很自然地将科学的触角伸向那更为神秘的原子核。

1919 年，卢瑟福发现了带正电的**质子**(proton)，1932 年，他的学生查德威克(James Chadwick，1891—1974)发现了不带电的**中子**(neutron)，并最终确定了原子核就是由质子和中子组成的。



查德威克(1891—1974)
图16-8

这时，人们乐观地认为电子、质子和中子就是构成物质世界的基本单元，并称它们为**基本粒子**(elementary particle)。但是，好景不长，人们很快从实验中陆续发现了更多的微观粒子。有的质量介于质子和电子之间，这类粒子称为介子；有的质量大于质子，这类粒子称为超子。种类如此之多、性质差异纷繁的粒子，使物理学家们不得不怀疑，包括质子、中子在内的这些粒子不可能是原来意义上的基本粒子，它们很可能仍然具有复杂的内部结构。

从 1949 年开始，费米(Enrico Fermi，1901—1954)和杨振宁(1922—　)及

供学习用

微信公众号：电子课本大全

坂田昌一(Sakata Shyoichi，1911—1970)等人先后提出过一些关于这些粒子内部结构的模型。1964 年，美国物理学家盖尔曼(Murray Gell-Mann，1929—)继承了他们的长处，提出质子、中子、介子、超子等都由三种基础粒子组成，它们分别称为上夸克、下夸克和奇异夸克。所以，科学界把这一模型称为**夸克模型**(quark model)。

夸克模型对质子、中子及许多介子和超子的诸多性质给出了较好的解释，盖尔曼也因此获得了 1969 年诺贝尔物理学奖。



盖尔曼(1929—)
图16-9

在盖尔曼的模型提出之后，1974 年丁肇中(1936—)和里克特(Burton Richter，1931—)在实验中发现了一种称为 J/Ψ 的新粒子，它的存在表明应该还有一种称为粲夸克的基础粒子。以后又相继发现了底夸克和顶夸克。至今我们已经知道共有 6 种夸克。

探索未有穷期，或许，同学们——你们这些未来的探索者今天正从这里迈向科学之门。

供学习用

纳米科技：从幻想到现实

在物理学中，原子、原子核及其更深层次的客体统称为微观粒子，简称粒子。图 16-10 是它们大致的空间尺度示意图。从图中可见，它们的尺度都小于 10^{-9} m。

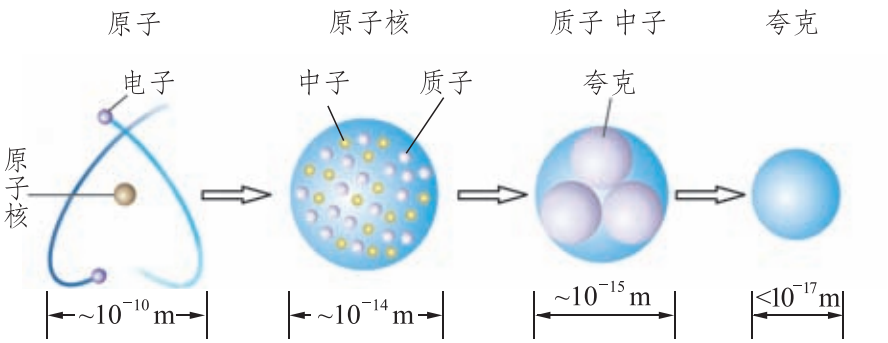


图16-10 微观粒子的空间尺度

微信公众号：电子课本大全

10^{-9} m 是一个长度单位，称作纳米(nanometer)，大约是 10 个氢原子排列起来的长度。纳米科技指的是，当人们力图在纳米尺度上了解和控制物质时，所发现的许多新现象，所发明的许多新技术。

纳米科技的思想来自美国物理学家费恩曼(Richard Phillips Feynman，1918—1988)1959 年的一次演讲。鉴于人类从磨尖箭头到制作家具等都是依次削去数以亿计的原子，以便把物质做成有用的形状，费恩曼问道：“为什么我们不可以从另外一个角度出发，从单个的分子甚至原子开始组装，以达到我们的要求呢？”

因为人们既缺少能观察分子和原子的“纳米眼”，又缺少能操纵分子和原子的“纳米手”，费恩曼的灵感多年来曾被认为是科学幻想。1986 年发明的扫描隧道显微镜终于一举提供了观察原子的“纳米眼”和操纵原子的“纳米手”。IBM 公司的科学家们于 1990 年利用它把 35 个原子移动到指定位置，组成了“IBM”三个字母，使费恩曼的幻想成为现实。中国科学院科技人员于 1999 年利用纳米加工技术在石墨表面通过搬迁碳原子而绘制出了世界上最小的中国地图。

今天，纳米催化剂大幅度提高了催化作用；用纳米颗粒粉体制成的纳米材料显示出比一般材料更为优异的性能；纳米炸药也显示出更大的威力……

展望未来，由于可以通过精确地控制原子或分子来制造产品，生产过程中将不会产生副产品和废物，甚至可以拆分废旧物的分子或原子，并用它们制造新的产品；利用纳米技术，人类有可能在原子和分子尺度诊断和治愈疾病，甚至修补细胞；纳米技术将可以制造分子开关和导线，从而导致一场计算机制造技术的革命，使计算机的速度更快，体积更小……

作业

1.在探索微观世界的历程中，人们首先发现了电子，进而认识到原子是由(　　)。

A.氢原子和电子组成的　　B.质子和中子组成的

C.原子核和核外电子组成的　　D.原子核和中子组成的

2.从互联网中更多地了解人类探索微观世界的科学历程。

3.读一本关于微观粒子的科普读物。

4.搜集有关扫描隧道显微镜的材料，进一步认识纳米技术。

仅供个人学习使用

微信公众号：电子课本大全

阅读材料

夸克的名字

“夸克”是詹·乔埃斯的长诗《芬尼根的彻夜祭》中所写的一种海鸟的叫声。用鸟的叫声命名科学名词，在科学史上也可算作一件趣事。有人说，盖尔曼用鸟的叫声给粒子命名，是表示他对某些矫饰干涩的科学语言的不满。也有人说，“夸克”的声音是高深莫测的，盖尔曼借此反映了他对这些基础粒子的古怪特性的一种困惑。盖尔曼却总是沉默不语……

丁肇中先生的心语

1976 年 12 月 10 日，瑞典皇家科学院的大礼堂里，在暴风雨般的掌声中，丁肇中健步走上讲台，先用中文后用英文，发表了获得诺贝尔奖的演说：

“得到诺贝尔奖，是一个科学家最大的荣誉。我是在旧中国长大的，因此，想借这个机会向在发展中国家的青年人强调实验工作的重要性。

“中国有一句话：‘劳心者治人，劳力者治于人。’这种落后的思想，对在发展中国家的青年们有很大害处。由于这种思想，很多发展中国家的学生们都倾向于理论研究，而避免实验工作。

“事实上，自然科学理论不能离开实验的基础，特别是物理学是从实验中产生的。

“我希望由于我这次获奖，能够唤起在发展中国家的学生们的兴趣，而注意实验工作的重要性。”



图16-11 丁肇中

作业习用

微信公众号：电子课本大全

二、浩瀚的宇宙

宇宙概观

从人类的祖先第一次仰望星空，并且惊叹其中的玄妙时，人们就开始试图破译日月星辰等天文现象的奥秘。那时，大多数人都自然而然地认为，地球是静止不动的，太阳、月亮和星星都从人们的头上飞过，地球是宇宙的中心。

把人们从这种错误的认识中解脱出来的是 16 世纪的波兰学者哥白尼(Nicolaus Copernicus，1473—1543)。他认为太阳是整个宇宙的中心。后来的观察表明，哥白尼的“日心说”较好地描述了宇宙(实为太阳系)的真实情况。

从 18 世纪后半叶开始，天文学家用各种望远镜对宇宙中的天体进行了系统的观察，使我们不仅认识到太阳也不是宇宙的中心，而且有可能对宇宙的生成和演化做出一些说明，人类从此踏上了揭示宇宙之谜的科学之旅。

地球是浩瀚宇宙中太阳系内的一颗**行星**(planet)。**太阳系**(solar system)(图 16-12)的中心天体是太阳，它是一个半径约 7×10^5 km、表面温度达 6×10^3 K 的**恒星**(star)，其核心温度高达 1.5×10^7 K。太阳系中有八颗行星及它们的 173 颗卫星，还有约 17 600 颗有正式命名或编号的小行星，以及数量众多的彗星和流星。

仅学习用

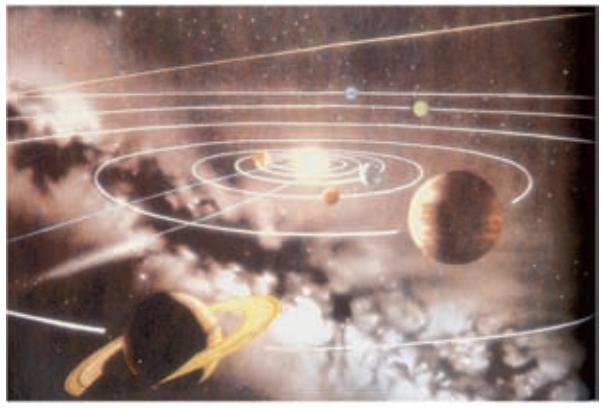


图16-12　太阳系

微信公众号：电子课本大全

表16-1 太阳系行星数据

行星	赤道半径 /km	日星距离 /10^4 km	日星距离 /天文单位	公转周期 /地球日	卫星 数目
水 星	2 440	5 791	0.39	88	0
金 星	6 052	10 820	0.72	225	0
地 球	6 378	14 960	1.00	365	1
火 星	3 396	22 794	1.52	687	2
木 星	71 492	77 855	5.20	4 332	67
土 星	60 268	142 345	9.56	10 759	62
天王星	25 559	287 668	19.2	30 799	27
海王星	24 746	450 344	30.1	60 328	14

供学习用

科学窗

为什么冥王星被降级

1930年发现冥王星后，科学家普遍认为太阳系有九颗行星。其中冥王星所处的轨道在海王星之外，属于太阳系外围的柯伊伯带，这个区域一直是太阳系小行星和彗星诞生的地方。20世纪90年代以后，天文学家发现柯伊伯带有更多围绕太阳运行的大天体。比如，美国天文学家布朗发现的“2003UB313”，就是一个直径和质量都超过冥王星的天体。布朗等人的发现使传统行星定义遭遇巨大的挑战，国际天文学联合会大会通过了新行星定义。“行星”指的是围绕太阳运转、由于自身引力足以使天体呈圆球状、能够清除其轨道附近其他物体的天体。冥王星由于其轨道与海王星的轨道相交，不符合新的行星定义，因此被降级为“矮行星”。

微信公众号：电子课本大全

晴朗的夜空中可以看到一条横亘天际的光带，人们称它为**银河**(Milky Way)。实际上它是无数星体集成的一个庞大的天体系统，叫作**银河系**(Galaxy)(图 16-13)。银河系的直径约 10 万光年，最大厚度约 1 万光年，像是一个中央突起、四周扁平的旋转铁饼。

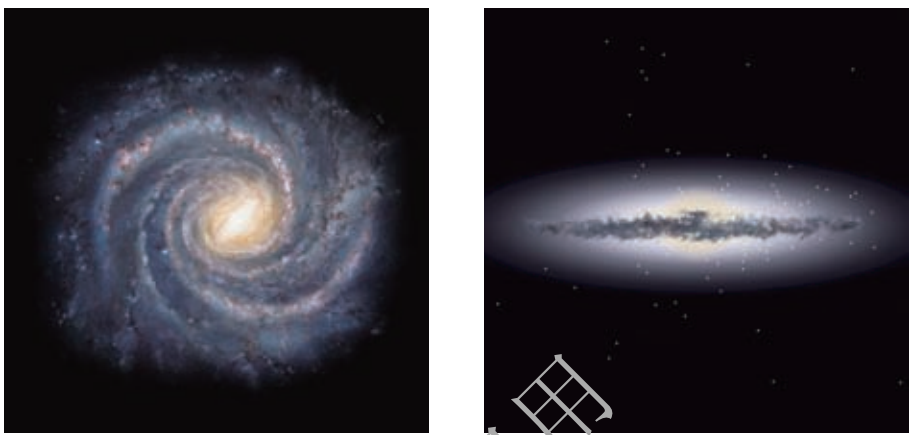


图16-13　银河系

太阳是银河系中的一颗普通恒星。银河系中有 2 000 亿颗像太阳这样的恒星。除太阳外，距地球最近的恒星是比邻星。它与地球相距 40 万亿千米，从比邻星发出的光约 4.3 年才能到达地球。

银河系之外还有数以 10 亿计的类似星系。人类肉眼可见的最远天体——仙女座河外星系(图 16-14)就是其中之一，它跟银河系相距 220 万光年。就是说，我们在夜空中所见到的是 220 万年前的仙女座星系。



图16-14　仙女座河外星系

微信公众号：电子课本大全

许多星系还形成更大的星系团(图 16-15)，星系团的直径可达 1 000 万光年以上。目前，望远镜已能观察至少 130 亿光年距离的天体，在所见范围内，有无数的星系团、超星系团存在。

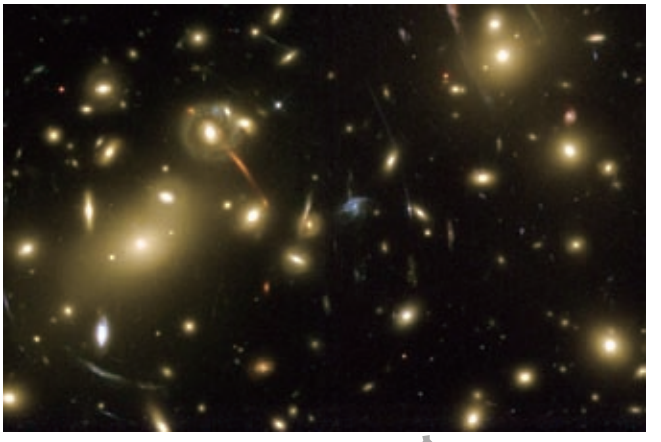


图16-15　阿伯尔 2218 星系

我们对宇宙的这些了解，是天文学数千年发展的结晶，是世世代代天文学家和天体物理学家历尽艰辛、上下求索的成果。

供学习用

飞向太空

探索宇宙的奥秘，奔向广阔而遥远的太空是人类自古以来的梦想。

真正为人类迈向太空提供科学思想的是生于 19 世纪中叶的俄国学者齐奥尔科夫斯基(1857—1935)。他指出，在没有空气的太空中，利用喷气反作用力推进的多级火箭，是实现太空飞行最有效的交通工具，液态氢和液态氧可以作为火箭发动机的推进剂。在他逝世 20 多年之后，人类终于梦想成真，踏上了遨游太空的旅程。

1957 年 10 月 4 日，世界上第一颗人造地球卫星发射成功。卫星直径 0.58 m，质量 83.6 kg，每 96 min 沿椭圆轨道绕地球飞行一圈。



加加林(1934—1968)
图16-16

1961 年 4 月 12 日，苏联拜克努尔发射场上，矗立着一枚高大的运载火箭。火箭的顶端放着“东方-1”号飞船。空军少校加加林(1934—1968)身穿航天服，头戴盔罩，进入飞船载人舱。火箭点火起飞，飞船历时 108 min 绕地球飞行一圈后，从空间轨道上通

微信公众号：电子课本大全



图16-17　航天员在月球上

过大气层重返地面，铸就人类第一次乘飞船进入太空的丰碑。

美国东部时间 1969 年 7 月 16 日 09:32，带着“阿波罗-11”号飞船的火箭在美国卡纳维拉尔角点火升空，拉开人类登月这一伟大历史事件的帷幕。7 月 19 日，飞船进入月球轨道。7 月 20 日，指挥长阿姆斯特朗和登月舱驾驶员奥尔德林进入登月舱，与母船分离，向月面降落，而航天员柯林斯则在母船内沿距月球 120 km的轨道运行。16:17，登月舱在月球软着陆。22:56，阿姆斯特朗小心翼翼地踏上了月球，说出了那句注定要载入史册的名言：“对个人来说，这不过是小小的一步，但对人类而言，却是一个巨大的飞跃。”人们祝贺他们说：“由于你们的成功，天空已成为人类世界的一部分。”

2003 年 10 月 15 日，我国成功发射了“神舟”五号载人飞船(图 16-18)，中国人实现了遨游太空的理想。



图16-18　“神舟”五号飞船

学习用

微信公众号：电子课本大全

我国自2004年启动了探月工程，整个工程分为“绕”、“落”、“回”三个阶段。首先发射环绕月球的卫星，近距离探测月球；接着发射月球探测器，在月球上进行实地探测；最后送机器人上月球，建立观测站，实地实验采样并返回地球，为载人登月及月球基地选址做准备。

2007年10月24日和2010年10月1日，“嫦娥”一号、二号卫星相继成功发射，完成了对月球的环绕飞行，标志着我国探月工程的第一阶段基本完成。2013年12月2日，“嫦娥”三号探测器成功发射，并于当月14日21时11分成功落月，至2016年8月4日正式退役，创造了全世界在月工作最长纪录。中国成为继美国、苏联之后第三个实现月面软着陆的国家，探月工程转入以取样返回为主要目的的第三阶段。

破解宇宙奥秘之路

尽管人类已经跨入太空，登上月球，但是，相对于宇宙之宏大，地球和月球不过是茫茫宇宙中的两粒“尘埃”；相对于宇宙之久长，人类至今所做的事情不过是宇宙年轮上一道小小的刻痕……宇宙有没有起源和终结，它是永恒不变的还是不断演化着的，是有限的还是无限的？古往今来，这些谜一般的问题一直萦绕在人们的心头……

从“地心说”到“日心说”的转变使意大利学者布鲁诺(Giordano Bruno，1548—1600)指出这种宇宙中心的转移本身就意味着宇宙根本就没有中心，而一个没有中心的宇宙又会是怎样的呢？

1929 年，美国科学家哈勃(Edwin Powell Hubble，1889—1953)从天文观察中发现，所有河外星系正在离我们银河系而去，其退行速度与它们离我们的距离成正比。就是说，所有河外星系都在远离我们，而且离我们越远的星系逃离得越快。由于在宇宙中银河系并不处于特殊的中心位置，所以哈勃的发现对任何星系而言都是真实的。这就是说，宇宙处于普遍的膨胀之中。为了纪念哈勃，美国将一架太空望远镜命名为哈勃望远镜(图 16-19)。

如果宇宙中的星系目前正在彼此远离，那么它们过去必定要靠得近些，而且越是年代久远，就靠得越近。也就是说，较早时代的宇宙的物质密度会更高，以至于必定存在一个时刻，那时宇宙中的物质处在极其高温、高密度的状态，这就是我们宇宙的开端。

1948 年，物理学家伽莫夫(George Gamow，1904—1968)提出，宇宙起

微信公众号：电子课本大全

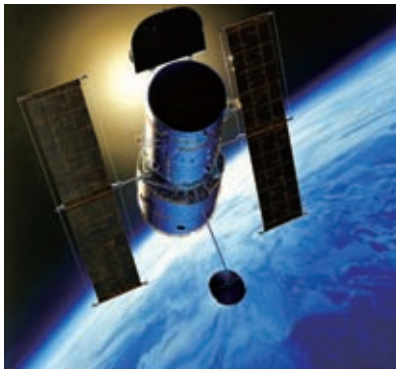


图16-19　哈勃望远镜

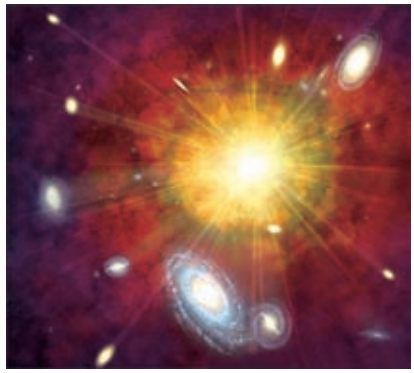


图16-20　大爆炸理论模拟图

源于一次“大爆炸”，爆炸生成的“原始火球”不断膨胀而逐渐冷却下来，形成今天的还在膨胀着的宇宙。按照他的理论计算，作为这种膨胀过程的“遗迹”，目前的宇宙中应该普遍存在着温度约为 5 K 的电磁辐射。果然，1964年，美国科学家彭齐亚斯(Arno Penzias，1933—　)和威尔逊(Robert Wilson，1936—　)真的发现了这种辐射，且证实电磁辐射的温度为 2.7 K，并因此获得了 1978 年诺贝尔物理学奖。

“宇宙大爆炸”学说的许多见解虽然得到了实验观测的支持，但它提出的问题实际上比它解决了的问题还要多，留给人们的思考和疑问也更加深邃而广阔。爱因斯坦(Albert Einstein，1879—1955)曾经说过：“一个人最完美和最强烈的情感来自面对不解之谜。”你愿意加入破解它的行列吗？

供学习用

作业

1.计算从太阳发出的光经多长时间到达地球。

2.科学家通过对星系光谱的研究发现，所有的星系都在远离我们而去，宇宙中星系间的距离在不断扩大，这说明(　　)。

A.宇宙处在不断的膨胀中

B.银河系是一个庞大的天体系统

C.太阳是太阳系的中心天体

D.太阳和太阳系最终也会走向“死亡”

3.试举出几种无中心的事物，并描述它们膨胀时的情景。

4.观看影片《宇宙与人》。

微信公众号：电子课本大全



齐奥尔科夫斯基的畅想

齐奥尔科夫斯基曾写过一部《在地球之外》的小说。书中写道：

21 世纪，宇宙开发事业在迅速发展。科学家在喜马拉雅山上的一座美丽城市建立了研究所，制造了一艘长 100 m、宽 40 m 的“火箭太空船”。飞船乘坐 20 人，于 2017 年发射成功。

飞船进入环绕地球的轨道后，船内一切失去重力，20 名乘员漂浮在船中。他们穿上了像潜水衣那样的宇宙服，进入真正的宇宙空间。他们使用能够喷出气体的“宇宙枪”，在宇宙空间“游泳”。然后在宇宙空间组装起一个巨大的温室，在那里种植了西瓜、草莓等水果和一些蔬菜。

几个月后，月球探险开始了。太空船上带有一艘四轮月球着陆船，两名乘员就乘着它奔往月球，并平安地降落在月球上。月球探险结束后，两人便开动着陆船上的火箭返回了飞船。太空船继续飞向远方。在经过几年的宇宙旅行生活之后，他们踏上返回地球的归途，平安地降落在印度洋上……

在这部齐奥尔科夫斯基穷 20 年之功写就的著作中的很多描写与现在宇宙航行中的实际情况相差无几，使我们不能不赞叹他惊人的科学想象力。难怪著名的诗人和文学家马克·吐温满怀激情地说：“科学真是迷人，根据零星的事实，增添一点猜想，就能赢得那么多收获！”

优学习用

微信公众号：电子课本大全

三、能源：危机与希望

能量转化与守恒定律

自然界中的物质存在着不同的运动形式，如汽车的运动、分子的运动、电荷的运动等，这些不同的运动形式对应着不同的能量。从钻木取火到用火箭发射卫星，从伏打电池的发明到三峡电站的并网发电，从蒸汽机车的使用到高速铁路的普及，从灯泡的发明到丰富多彩的家用电器，这些都离不开能量及其转化的过程。人们正是在利用不同形式的能量及其转化过程，为人类社会的生产和生活服务，不断提高人们的生活质量。

观察与思考

观察图 16-21 所示的各种情景，请你说明：各种不同的运动形式都存在着什么能量？分别有哪些不同形式的能量在发生相互转化？不同形式的能量之间的相互转化有怎样的规律？



行驶的汽车与飞行的飞机



汽车飞越黄河

图16-21甲

供学习用

微信公众号：电子课本大全



水力发电站



“天宫”一号飞行器上的太阳能电池板



大亚湾核电站



新疆的风力发电厂

图16-21乙

供学习用

大量事实表明：不同形式的能量之间可以相互转化，在一定量的某种形式的能量减少的同时，总伴随着其他形式的能量在等量地增加。也就是说：**能量既不会凭空消失，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。这就是能量转化与守恒定律**(law of energy conservation)。

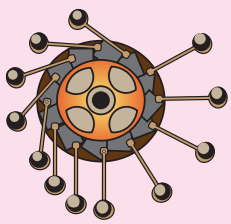
科学窗

能制造出“永动机”吗

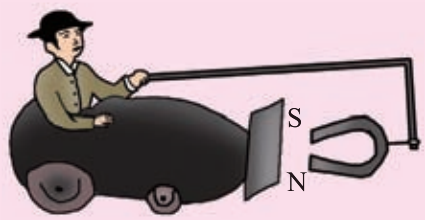
早在 17 世纪，就有人想制造出一种不需要任何能量，而永不停息地对外做功的机器，史称“第一类永动机”。如图 16-22 所示为几

微信公众号：电子课本大全

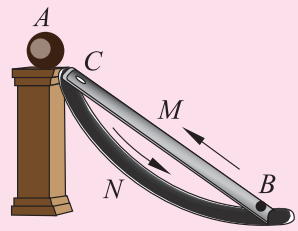
种具体的设计方案，可是它们都失败了。你认为人们能制造出“永动机”吗？相信你一定能在能量转化与守恒定律中找到答案。



利用轮右侧的重锤离轴较远，力臂较长，使轮能不断地转动



利用磁铁对车前端铁板的吸引，牵引车前进



利用磁铁 A 将沿轨道 N 滑下的铁球从小孔 B 沿轨道 M 吸上来

图16-22

能量永远不能被创生，而人类的生存和社会的发展都离不开能量，人们在生产、生活中靠各种能源提供能量，因此我们应时刻注意节约能源和科学地利用能源。

供学习用

值得一提的是，能量转化的过程可以自发地朝某个方向进行，却不能自发地向相反方向进行。如用煤火烧开水时，我们可以看到煤的化学能转化为水的内能，而看不到水的温度越来越低，而煤火却越来越旺的现象；小孩坐在冰车上被沿水平冰面推出后，我们只能看到由于存在摩擦作用，小孩及冰车在冰面上运动得越来越慢，最后停止运动，这个过程中机械能转化为内能，而看不到小孩及冰车自动地收集这些内能而转化为机械能。这些实例说明，自发的能量转化过程是有一定方向性的，即自然进行的能量转化过程是不可逆的。

能量与能源

能量是与物质及其运动相联系的。对应于不同形式的运动，有不同形式的能量，如机械能、电磁能、内能、化学能等。

自然界存在着可以为人类提供能量的自然资源。能源是人类社会活动的物质基础。历史上，人类曾经使用过和正在使用的能源有柴草、煤炭、石油、水

微信公众号：电子课本大全

能、风能等。可是，煤炭资源在许多国家即将耗尽；石油储藏，以今天的开采和耗费速度，大约也只能再用 100 年了。

人类还能在地球上继续生存下去吗？

物质与能量

1905 年，爱因斯坦以惊人简洁的公式 $E = mc^2$ 揭示了以质量 m 为标志的物质与能量 E 的关系，式中 c 为光在真空中的速度。

1938 年，物理学家用中子轰击铀，使铀这种重原子核分裂成两个中等质量的原子核。这是一种新型的原子核反应，叫作**核裂变**(nuclear fission)。人们发现，铀核裂变反应后生成物的质量有所减少。根据爱因斯坦揭示的上述关系，在核裂变过程中，必有能量 $\Delta E = \Delta mc^2$ 释放出来，式中 Δm 为核裂变反应前后的质量差。据此测算，1 kg 铀全部裂变时放出的能量就相当于 2 500 t 优质煤完全燃烧时放出的能量。人们把这种能称为原子核能。

就这样，物理学家为人类寻找到一种新能源。遗憾的是，这种新能源首先被用来制造原子弹。原子弹的使用虽对反法西斯战争的胜利起了促进作用，但原子核能首先与洒满鲜血的战场相联系，使得爱因斯坦痛悔地说道："……参加过研制这种历史上最可怕、最危险武器的物理学家……也被自己的责任感所烦恼。"

现在，原子核能已被用于和平目的，包括我国在内的几十个国家都已建成核电站(图 16-23)，正在为解决人类所面临的能源危机发挥着积极的作用。但核电站一旦发生核泄漏，就会带来核污染等问题，危及人类的生命安全。可见，我们只有和平、安全地利用核能，才能造福于人类，才能告慰前辈科学家的在天之灵。



图16-23 秦山核电站

在核裂变实现之后，物理学家又发现了比氦核($^4_2\mathrm{He}$)轻的氘核($^2_1\mathrm{H}$)、氚核($^3_1\mathrm{H}$)在极高的温度下能够聚合成氦核，同

供学习用

微信公众号：电子课本大全

时释放出更巨大的能量。这种把轻核聚合成质量较大的核的反应称为**核聚变**(nuclear fusion)。

人们从太阳的光谱中发现，在太阳中存在着能够发生聚变反应的氢元素，灼热的太阳内部原子之间的热碰撞使聚变反应激烈地进行，从而辐射出巨大的光和热。氢弹就是利用原子弹爆炸产生的高温，使氘核和氚核极其迅速地聚变成氦核而产生强烈爆炸的，可以说它就是人造的太阳。

核聚变的优越性不仅在于同样质量的核聚变释放的能量要比核裂变多 4 倍以上，更为可喜的是，直接和间接发生核聚变的材料都是氘核，而氘核在海水中有 10^{14} t 之多。计算表明，如果把海水中的氘全部提炼出来加以利用，所提供的能量足够用上 1 000 亿年以上。可见，一旦实现了核聚变能的和平、可控地开发利用，就是找到了“取之不尽，用之不竭”的能源。

如果要使核聚变得到和平利用，就要使核聚变反应平稳受控进行，这就是受控热核反应。中国、美国、俄罗斯等国和欧洲的可控核聚变实验装置(图 16-24)都在运行和改进之中，人们翘望着和平利用核聚变能的日子早日来临。



图16-24　中国“环流器”装置

科学与人类

物理学的研究表明，有些能源，如太阳能、风能、潮汐能、水力和地热能等可以认为是无限的，所以也把它们叫作可再生能源。

当代的科学技术不断发展，已经使人类具有了认识和利用自然环境的能力，推动着人类社会的进步，提高了人类生活的质量。但随着新技术的应用，也引发了环境污染、能源短缺、全球变暖、臭氧枯竭、物种灭绝等一系列问题。如果人类继续在技术上目空一切，大自然就会“勃然大怒”。

因此，我们应该树立科学发展观，在利用科学技术改善生活的同时，也要注意避免因滥用技术而导致的社会问题，促使人类社会全面、协调、可持续地发展。

微信公众号：电子课本大全

作业

1.下列说法正确的是(　　)。

A.核能是指原子核发生变化时所释放的能量

B.煤炭、石油、天然气、太阳能都是不可再生能源

C.原子弹和氢弹都是利用核裂变产生爆炸的

D.目前核电站获得核能的途径是核聚变

2.如图 16-25 所示，用酒精灯加热试管中的水，水沸腾后管口的塞子被推出去。试分析在此过程中，都有哪些能量之间发生了转化，这些能量转化过程可逆吗？

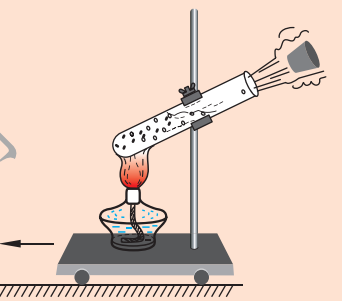


图16-25

3.从书籍、互联网上更多地了解核能及其应用。

4.调查当地使用的各种能源，比较它们的优缺点。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

附　录

一、本册书中用到的物理量及其单位

物理量		单　位		备　注
名　称	符　号	中文名称	符号	
功	W	焦	J	1 J = 1 N·m
功　率	P	瓦	W	1 W=1 J/s
电　流	I	安	A	1 A = 1 V/Ω 1 A = 10^3 mA = 10^6 μA
电　压	U	伏	V	1 V = 10^3 mV=10^6 μV 1 kV = 10^3 V
电　阻	R	欧	Ω	1 Ω = 1 V/A 1 MΩ = 10^3 kΩ = 10^6 Ω
电　功	W	焦 千瓦时	J kW·h	1 J = 1 V·A·s = 1 N·m 1 kW·h = 3.6×10^6 J
电功率	P	瓦	W	1 W = 1 J/s = 1 V·A 1 MW = 10^3 kW = 10^6 W

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、物理名词汉英对照表

能	energy
动　能	kinetic energy
重力势能	gravitational potential energy
弹性势能	elastic potential energy
机械能	mechanical energy
内　能	inner energy
热　量	heat
比热容	specific heat capacity
导热性	thermal conductivity
热　机	heat engine
火　箭	rocket
热　值	combustion value
电　源	power supply
串　联	series connection
并　联	parallel connection
电　荷	electric charge
自由电子	free electron
电　流	electric current
安　培	ampere
电　压	voltage
伏　特	volt
导　体	conductor
绝缘体	insulator
半导体	semiconductor

佳学习用

微信公众号：电子课本大全

续　表

电　阻	resistance
欧　姆	ohm
超导体	superconductor
欧姆定律	Ohm’s law
电功率	electric power
焦耳定律	Joule’s law
磁　体	magnet
N 极	north pole
S 极	south pole
磁　场	magnetic field
磁感线	magnetic induction line
右手螺旋定则	right-handed screw rule
电磁铁	electromagnet
左手定则	left-hand rule
电磁感应	electromagnetic induction
感应电流	induction current
发电机	generator
交流电	alternating current
电磁波	electromagnetic wave
模拟信号	analog signal
数字信号	digital signal
互联网	internet
激　光	laser
光导纤维	optical fiber

供学习用

微信公众号：电子课本大全

续 表

电　子	electron
原子核	atomic nucleus
质　子	proton
中　子	neutron
基础粒子	elementary particle
夸克模型	quark model
纳　米	nanometer
行　星	planet
太阳系	solar system
恒　星	star
银　河	Milky Way
银河系	Galaxy
能量守恒定律	law of energy conservation
核裂变	nuclear fission
核聚变	nuclear fusion

学习用

微信公众号：电子课本大全

后　记

《北师大版义务教育教科书》由众多国家基础教育课程标准研制组负责人和核心成员、学科专家、教育专家、心理学专家和特级教师参加编写，研究基础深厚、教育理念先进、编写质量上乘、服务水平专业。教材力求反映国家基础教育课程标准精神，重视多种信息资源手段的利用，适当体现最新的学科进展，强调知识、技能与思想方法在实际生活中的应用，贴近学生生活，关注学生的学习过程，满足学生多样化的学习需求，促进每一位学生的全面发展。

《北师大版义务教育教科书·物理》(8～9年级)充分体现物理课程标准的基本理念，以提高学生的科学素养为宗旨。教材编写的指导思想是：注重学生的发展，面向全体学生，培养学生对科学探究的兴趣和热爱，养成科学的学习习惯、求实的科学精神；贴近生活、社会，密切联系实际，突出科学·技术·社会的精神；体现学习方式和师生关系的转变，突出学生主动参与，发展学生的探究乐趣；加强实验操作、实验探究和实践活动，培养学生的实践能力和创新意识。

供学习用

《北师大版义务教育教科书·物理》(8～9年级)编写组成员如下。

主编：闫金铎。执行主编：苏明义。副主编：王杏村、邓丽平。编写人员有：苏明义、胡祖康、王邦平、刘彬生、张维善、赵薇、李桂福、梁志国、邓丽平、刘丹杰。

参与讨论和修改的人员有：杨帆、毛桂芬、孟卫东、马朝华、郑玲、何艳阳、李天印、张长磊、刘建国。还有很多实验区的教研员和一线教师为教材的修改提供了宝贵的意见，在此一并表示感谢！

本册设计制作：北京瑞得金文化有限公司。

由于时间仓促，教材中的错误在所难免，恳请使用者批评指正。欢迎来电来函与我们联系：北京师范大学出版社基础教育分社(100875)，(010)58802787。

北京师范大学出版社

微信公众号：电子课本大全

供学习用

谨向为本书提供照片的李桂福、李春密、李碧海、李淑芬、黄灿、高霞、朱磊、王京涛、梁志国、邓丽平、郭晨跃、何艳阳致谢！

微信公众号：电子课本大全