教育部审定
2013

义务教育教科书

物理

九年级 下册





江苏凤凰科学技术出版社

微信公众号：电子课本大全

义务教育教科书

物理

九年级 下册

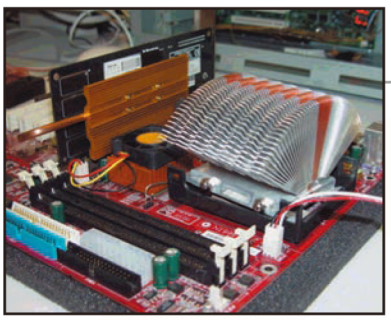


江苏凤凰科学技术出版社

微信公众号：电子课本大全

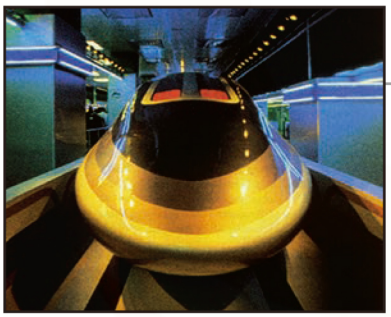
目录

致同学们



第十五章　电功和电热

一、电能表与电功　2
二、电功率　6
三、电热器　电流的热效应　12
四、家庭电路与安全用电　17
综合实践活动　25

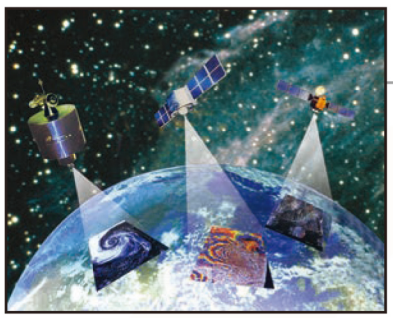


第十六章　电磁转换

一、磁体与磁场　32
二、电流的磁场　38
三、磁场对电流的作用　电动机　44
四、安装直流电动机模型　49
五、电磁感应　发电机　51

微信公众号：电子课本大全

目录



第十七章　电磁波与现代通信

一、信息与信息传播　60
二、电磁波及其传播　65
三、现代通信
——走进信息时代　71



第十八章　能源与可持续发展

一、能源利用与社会发展　82
二、核能　85
三、太阳能　90
四、能量转化的基本规律　93
五、能源与可持续发展　97

附录：

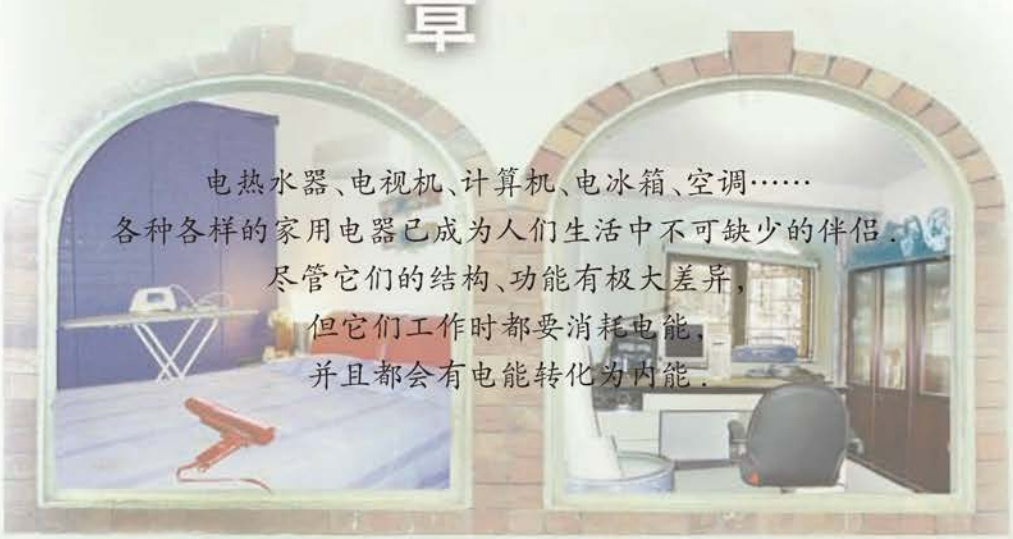
○ 常用物理量及其单位　106
○ 物理学名词中英文索引　107
○ 后记

微信公众号：电子课本大全

丰富多彩的电器世界

第十五章 电功和电热

- 电能表与电功
- 电功率
- 电热器　电流的热效应
- 家庭电路与安全用电
- 综合实践活动



电热水器、电视机、计算机、电冰箱、空调……
各种各样的家用电器已成为人们生活中不可缺少的伴侣.
尽管它们的结构、功能有极大差异,
但它们工作时都要消耗电能,
并且都会有电能转化为内能.



微信公众号：电子课本大全



一、电能表与电功



想一想：电费的多少表明什么？电费的多少与哪些因素有关？

电能表

用来测量电路消耗电能(electrical energy)多少的仪表叫作电能表．目前，常用的家用电能表有电子式和感应式两种，如图15–1所示．

■ 读一读

电子式电能表的技术参数

电压：220 V
电流规格：10(40)A
频率：50 Hz
电能表常数：3 200 imp / (kW·h)
工作环境温度范围：–10~45 ℃
相对湿度：不超过85%



(a) 电子式　　(b) 感应式

图15–1　家用电能表

微信公众号：电子课本大全



如图 15–1(a)所示的电子式电能表,其主要技术参数的含义如下:

1. “电压”表示电能表适用的额定电压(rated voltage).

2. “电流规格”中,“10 A”表示基本电流,它是确定电能表有关特性的电流值;“(40)A”是电能表能满足测量准确要求,且能长期正常运行的最大电流值.

3. “电能表常数”表示每消耗 1 kW·h 电能,电能表指示灯闪烁的次数.

信息快递

额定电压是指用电器正常工作时的电压.

电能表的示数由几位整数和一位小数(红色框内的数字)组成,如图 15–2 所示.连续用电一段时间后,电能表的示数会变化.在实际生活中,供电部门一般仅记录电能表示数的整数部分,并按前后两次记录的数据之差计算电费.



图 15–2　电能表的示数

信息快递

电能表的计量单位是千瓦时(kilowatt-hour),符号为 kW·h,俗称度.1 kW·h = 3.6×10^6 J,在数值上等于功率为 1 kW 的用电器工作 1 h 所消耗的电能.

如图 15–1(b)所示的感应式电能表,电能表常数为 1 920 r / (kW·h),它表示电路中每消耗 1 kW·h 电能,电能表的转盘转动 1 920 圈.

电　功

家里的电灯、电扇、吸尘器等工作一段时间,电能表的示数会发生变化,这说明用电器消耗了电能,即电能转化成了其他形式的能.我们知道,做功的过程总伴随着能量转化,电流做了多少功,电路中就消耗了多少电能.**电流所做的功叫作电功.**

研究表明:**电功大小与加在用电器两端的电压、通过的电流和通电时间有关.**若用电器两端的电压为 U,通过用电器的电流为 I,通电时间为 t,则电流所做的功

$$W = UIt$$

微信公众号:电子课本大全



活动　15.1　比较两个灯泡的亮暗

电流通过灯泡，灯泡会发光．在一定时间内，电流做的功越多，灯泡就越亮．

1. 如图15–3所示，将两个电阻不等的白炽灯泡串联在电路中，闭合开关，调节滑动变阻器（注意不要使灯泡两端的电压过大），比较两个灯泡的亮暗和两只电压表的示数．

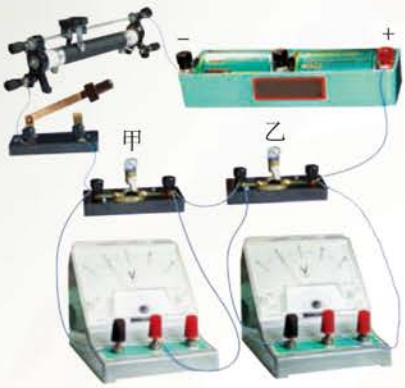


图15–3



图15–4

2. 如图15–4所示，将这两个灯泡并联在电路中，闭合开关，调节滑动变阻器，比较两个灯泡的亮暗和两只电流表的示数．

在上述实验中，两个灯泡串联时，哪一个更亮？两个灯泡并联时，哪一个更亮？你能用电功的知识解释上述现象吗？

两个灯泡串联时，通过灯泡的电流相等．因此，电压越高，电流做的功越多，灯泡就越亮．两个灯泡并联时，灯泡两端的电压相等．因此，电流越大，电流做的功越多，灯泡就越亮．

在国际单位制中，电功与电能的单位相同，都是焦耳，简称焦，符号为J．当某用电器两端的电压为1 V，通过的电流为1 A时，该用电器在1 s内消耗的电能为1 J．

电功的常用单位还有千瓦时，电能表的计量单位就是千瓦时．

微信公众号：电子课本大全



例题　将一个电暖器单独接在家庭电路中，它连续正常工作2 h后，电能表的示数由 4 3 2 1 8 变为 4 3 2 3 4 . 已知该电暖器的额定电压为220 V，求通过电暖器的电流 .

分析　根据电能表示数的变化，可算出2 h内电暖器消耗的电能，再利用电功的公式就可以求出通过电暖器的电流.

解　电暖器消耗的电能

$$\begin{aligned} W &= (4\,323.4 - 4\,321.8)\,\text{kW}\cdot\text{h} \\ &= 1.6 \times 3.6 \times 10^6\,\text{J} \\ &= 5.76 \times 10^6\,\text{J} \end{aligned}$$

由电功的公式 $W=UIt$ 可得，通过电暖器的电流

$$\begin{aligned} I &= \frac{W}{Ut} \\ &= \frac{5.76 \times 10^6\,\text{J}}{220\,\text{V} \times 7\,200\,\text{s}} \\ &\approx 3.64\,\text{A} \end{aligned}$$

答　通过电暖器的电流约为3.64 A .

1. 关于电功，有下列三种说法：① 用电器通电的时间越长，电流做的功越多；② 通过用电器的电流越大，电流做的功越多；③ 用电器两端的电压越高，电流做的功越多 . 请分析上述说法各自成立的条件 .

2. 小明家的电能表，2月底的示数为 2 1 3 8 2 ，3月底的示数为 2 1 7 8 2 . 若按每千瓦时0.52元计算，则小明家3月份应交电费多少元？他家3月份消耗的电能是多少焦？

3. 将额定电压为220 V的电暖器接入家庭电路中 . 先将电暖器的调温旋钮调到高温挡，若此时通过电暖器的电流为7.27 A，则在15 min内电流将做多少功？若将调温旋钮调到低温挡，此时通过电暖器的电流为2.73 A，则在15 min内电流将做多少功？该电暖器在这30 min内一共消耗多少电能？

微信公众号：电子课本大全



二、电 功 率

利用电能表可以测出用电器在一定时间(如1 min)内消耗的电能．通过实验可知，不同的用电器(或同一用电器处于不同挡位)在相同时间内消耗的电能一般是不相等的．



电功率

电功率(electric power)**是描述电流做功快慢的物理量**．根据功率的公式$P = \frac{W}{t}$和电功的公式$W = UIt$，可得电功率

$$P = UI$$

电功率的单位是瓦特，简称瓦，符号为W．当用电器两端的电压为1 V，通过用电器的电流为1 A时，该用电器的电功率为1 W．

电功率的单位还有千瓦(kW)和毫瓦(mW)．电功率单位的换算关系为：

$$1\ \text{kW} = 1\ 000\ \text{W}$$

$$1\ \text{W} = 1\ 000\ \text{mW}$$

例题　小明家有一个旧式电熨斗，将其接入220 V的电路中时，通过的电流为4.5 A．这个电熨斗的电功率是多大？若熨烫一件衣服电熨斗需连续工作10 min，则在这段时间内，电流做了多少功？合多少千瓦时？

微信公众号：电子课本大全



解　电熨斗的电功率

$$\begin{aligned} P &= UI \\ &= 220\ \text{V} \times 4.5\ \text{A} \\ &= 990\ \text{W} \end{aligned}$$

电熨斗工作 10 min，电流做的功

$$\begin{aligned} W &= Pt \\ &= 990\ \text{W} \times 10 \times 60\ \text{s} \\ &= 5.94 \times 10^5\ \text{J} \\ &= 0.165\ \text{kW·h} \end{aligned}$$

答　电熨斗的电功率为990 W．在这段时间内，电流做的功为5.94×10^5 J，合0.165 kW·h．

反思　这种旧式电熨斗与蒸汽电熨斗相比有哪些缺点？

用电器的额定功率

每种用电器的铭牌或说明书上都标出了它的额定电压和额定功率．

用电器在额定电压下工作时的功率叫作额定功率(rated power)．如图15-5所示是某电热水器的铭牌，它表明该电热水器的额定电压为220 V、额定功率为3 000 W．

储水式电热水器

型　号		额定电压	220 V~
额定容量	80 L	额定频率	50 Hz
额定最高温度	75 ℃	额定功率	3 000 W
防水等级	IPX4	额定内压	0.8 MPa
出厂编号	Serial Number		

图 15-5

不同种类用电器的额定功率一般不同，即使是同一类用电器，由于规格、型号不同，它们的额定功率也不相同．

由于电路的实际电压不一定恰好等于用电器的额定电压，所以用电器实际工作时的功率不一定等于额定功率．用电器实际工作时的功率叫作实际功率．

微信公众号：电子课本大全



如图15-6所示的是一些常见用电器的额定功率.



收音机0.06～0.4 W



挂壁式空调约1 200 W



电吹风约600 W



电热水器约3 000 W



蒸汽电熨斗约1 000 W



电饭锅约700 W



电扇约50 W



电水壶约800 W



微波炉约1 000 W



液晶电视约150 W



洗衣机约500 W

图15-6　一些用电器的额定功率

微信公众号：电子课本大全



学生实验　测量小灯泡的功率

实验目的

测量小灯泡的额定功率和实际功率.

实验设计

1. 实验中需要测量哪些物理量?

2. 根据需要测量的物理量选用实验器材.想一想,如何改变小灯泡两端的电压?

3. 根据图15–7(a)所示的电路图,用笔画线表示导线,将图15–7(b)中的实物连接起来.



(a) 电路图　　(b) 实物图

图15–7

实验与记录

1. 按照图15–7连接电路.

2. 调节滑动变阻器,使其接入电路中的电阻最大.

3. 闭合开关,移动滑片,分别使电压表的示数小于、等于和略大于小灯泡的额定电压,观察小灯泡的亮度,读出电压表、电流表的示数并填入下表.

小灯泡的规格	电压表的示数 U / V	电流表的示数 I / A	小灯泡的亮度	小灯泡的功率 P / W
额定电压 $U_{额}$ = 2.5 V				

微信公众号：电子课本大全



结　论

通过实验，得出小灯泡的额定功率是_____.

设小灯泡的实际电压为$U_{实}$，额定电压为$U_{额}$，实际功率为$P_{实}$，额定功率为$P_{额}$，可以发现：

当$U_{实} > U_{额}$时，$P_{实}$_____$P_{额}$；

当$U_{实} = U_{额}$时，$P_{实}$_____$P_{额}$；

当$U_{实} < U_{额}$时，$P_{实}$_____$P_{额}$.

使用用电器时，加在其两端的电压一般不能超过额定电压，否则会造成用电器的实际功率超过额定功率，从而导致用电器因为过热而烧毁.

例题　LED灯具有节能、环保等特点. 图15–8是额定电压为220 V、额定功率为8.5 W的LED灯泡. 该灯泡的额定电流是多大？与普通白炽灯相比，在达到相同亮度的条件下，假设LED灯可以节约85.8%的电能，那么，这个LED灯与多大功率的白炽灯亮度相当？



图15–8　LED灯泡

分析　根据额定功率和额定电压可求出额定电流；LED灯节能85.8%，说明在达到相同亮度的条件下，它消耗的电能只相当于白炽灯的14.2%.

解　由$P_{额} = U_{额} I_{额}$可知，它的额定电流

$$I_{额} = \frac{P_{额}}{U_{额}} = \frac{8.5\ \text{W}}{220\ \text{V}} \approx 0.039\ \text{A}$$

与之亮度相当的白炽灯的功率

$$P'_{额} = \frac{P_{额}}{14.2\%} = \frac{8.5\ \text{W}}{0.142} \approx 60\ \text{W}$$

答　该LED灯的额定电流约为0.039 A，它与60 W的白炽灯亮度相当.

微信公众号：电子课本大全



1. 本章第一节的“信息快递”指出，1 kW·h=3.6 × 10^6 J．你能否用本节所学的知识推算出这个结果？

2. 图 15–9 是某电扇的铭牌．该电扇连续运转 4 h 要消耗多少电能？



图 15–9　电扇的铭牌

3. 小华发现家里电能表的示数在 40 min 内变化了 1.2 kW·h，则他家用电器的实际功率是多大？如果电能表能正常工作的最大电流为 10 A，那么电路中还能不能再接入一个额定功率为 800 W 的电饭锅？

4. 在“测量小灯泡的功率”实验中，一位同学连接好电路，闭合开关后发现小灯泡比正常工作时亮，这说明他在闭合开关前遗漏了哪一个实验步骤？另一位同学连接好电路，闭合开关后发现小灯泡不亮且电流表无示数，但电压表有示数．试分析电路中可能出现的故障．

微信公众号：电子课本大全



三、电热器　电流的热效应

电热器

导体中有电流通过时会发热，将电能转化为内能，这种现象称为电流的热效应．主要利用电流热效应工作的装置称为电热器，如图15–10所示的电热油汀、蒸汽电熨斗、电暖器、电水壶和电炉等都是电热器．



图15–10　电热器

影响电流热效应的因素

活动　15.2　探究影响电流热效应的因素

问　题　电流通过电热器产生的热量与哪些因素有关？

猜　测



微信公众号：电子课本大全



设计实验

如图 15–11 所示，将一段电阻丝浸没在一定质量的液体（如煤油）中，通电时电阻丝产生的热量被液体吸收，液体的温度就会升高．因此，我们可以通过液体温度的变化来比较电阻丝产生热量的多少．

1. 如何比较电阻丝中的电流大小对产生热量的影响？需要控制哪些物理量？如何进行控制？

2. 如何比较电阻丝的电阻大小对产生热量的影响？需要控制哪些物理量？如何进行控制？

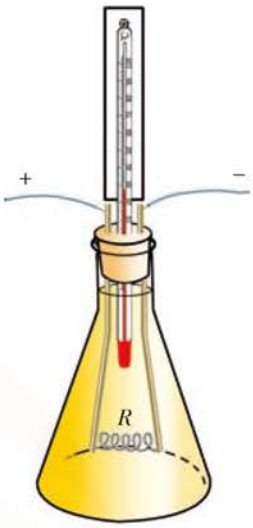


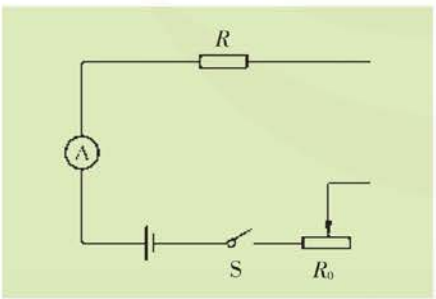
图 15–11

进行实验

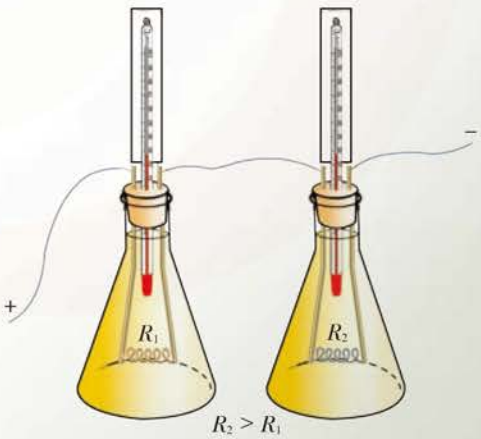
1. 将如图 15–11 所示的装置按图 15–12（a）接入电路．闭合开关，观测在一定时间内液体温度的变化．保持通电时间一定，调节滑动变阻器，改变通过电阻丝的电流，进行多次实验．

2. 保持通过电阻丝的电流不变，改变通电时间，观测液体温度的变化．

3. 如图 15–12（b）所示，将两段阻值不等的电阻丝 R_1、R_2 分别安装在两个相同装置中，然后将它们串联后接入电路．通电一段时间，观测两个装置中液体温度的变化．



（a）



（b）

图 15–12

微信公众号：电子课本大全



实验结论

由上述实验可知，影响通电导体产生热量的因素有哪些？

1840年，英国科学家焦耳►►(p.28)通过大量实验研究发现：**电流通过导体产生的热量与电流的平方成正比，与导体的电阻成正比，与通电的时间成正比**．这个规律叫作**焦耳定律**(Joule law)，用公式表示为

$$Q = I^2Rt$$

若电流的单位是安(A)，电阻的单位是欧(Ω)，时间的单位是秒(s)，则热量的单位就是焦(J)．

电流通过电炉、电烙铁、电饭锅等电热器时，电能几乎全部转化成内能，电热器产生的热量等于电流所做的功，即 $Q = W = UIt$．再根据欧姆定律 $U = IR$，可得 $Q = I^2Rt$，这与由实验得到的结论一致．

在有些情况下，电流所做的功只有一部分转化为内能．例如，电流通过电动机做功时，大部分电能转化为机械能，仅有少量的电能转化成内能．

例题　某电热器接入220 V的电路中正常工作时，其电阻丝的电阻为55 Ω，则该电热器在20 min内会产生多少热量？

分析　根据欧姆定律可求出通过电阻丝的电流，根据焦耳定律可求出电热器在20 min内产生的热量．

解　通过电阻丝的电流

$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{R} \\ &= \frac{220\ \text{V}}{55\ \Omega} \\ &= 4\ \text{A} \end{aligned}$$

电热器产生的热量

$$\begin{aligned} Q &= I^2Rt \\ &= (4\ \text{A})^2 \times 55\ \Omega \times 20 \times 60\ \text{s} \\ &= 1.056 \times 10^6\ \text{J} \end{aligned}$$

答　电热器在20 min内产生的热量为 1.056×10^6 J．

反思　可以用电功的公式 $W = UIt$ 来求解吗？

微信公众号：电子课本大全



生活·物理·社会

计算机中的散热器

电流通过计算机中的硬件如中央处理器(CPU)、显卡的图形处理芯片(GPU)时，不可避免地会产生热量．如果散热措施不当，就会影响整个系统的稳定性和硬件的使用寿命．

因此，在计算机的CPU和GPU上通常都装有散热器．它一般由电扇和散热片组成．散热片可以做成各种不同的形状，其目的都是增大与空气的接触面积．散热片通过铜片与CPU或GPU紧密接触，使产生的热量能迅速传导到散热片上．电扇叶片高速旋转向散热片吹风，达到散热的目的，从而使硬件的温度保持在允许的范围内．

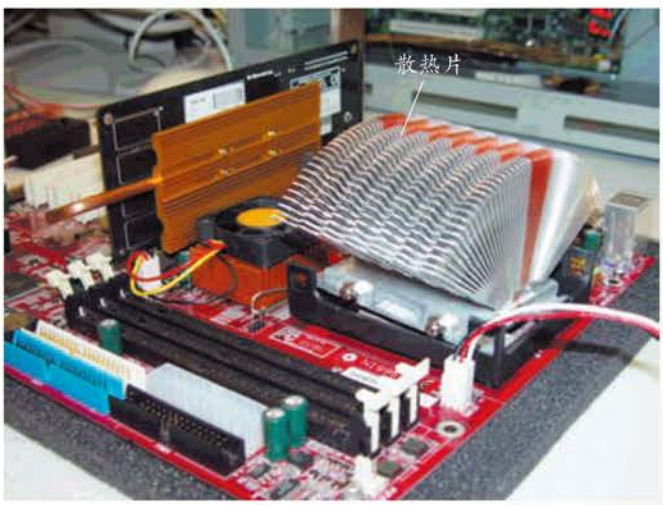


图15-13 计算机CPU上的散热器

如图15-13所示的是扇形铜质散热器，它的电扇安装在机箱上，这样不仅可以避免散热片的共振，而且散热效果也比较好．

你还能举出其他例子说明人们有时需要利用电热，而有时又要减少电热吗？

微信公众号：电子课本大全



1. 电炉中的电阻丝通电一段时间后变得很烫，而连接电炉的导线却不怎么热，这主要是因为(　　).

A. 导线的电阻远小于电阻丝的电阻，导线消耗的电能很少

B. 通过导线的电流小于通过电阻丝的电流

C. 导线散热比电阻丝快

D. 导线的绝缘皮隔热

2. 一种家用电暖器的规格为“220 V　1 000 W”. 这种电暖器正常工作时内部电热丝的电阻是多大？在额定电压下工作 10 min，产生的热量是多少焦？

3. 某型号的电饭锅有两挡，“1”挡是高温烧煮，“2”挡是焖饭、保温，其测试电路如图 15–14 所示.

(1) 若开关 S 先后置于“1”挡和“2”挡时，串联在电路中的电流表示数分别为 5 A 和 0.1 A，求电阻 R_0 和 R 的阻值.

(2) 当开关 S 置于“1”挡和“2”挡时，电饭锅的功率分别是多大？

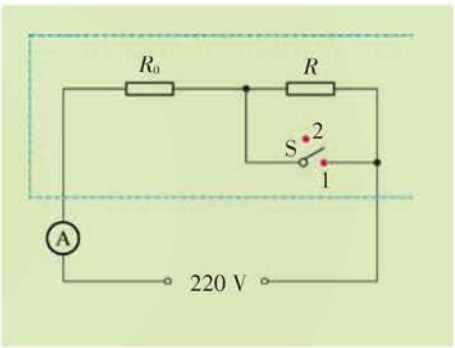


图 15–14　电饭锅的测试电路图

4. 有一台额定功率为 150 W 的电冰箱，一天消耗的电能为 1.2 kW·h. 假设电冰箱在压缩机停止工作时不消耗电能，请估算该电冰箱的压缩机在一天内工作的总时间 .

微信公众号：电子课本大全



四、家庭电路与安全用电

家庭电路

图 15–15 是常见家庭电路的组成及布线情况示意图 .

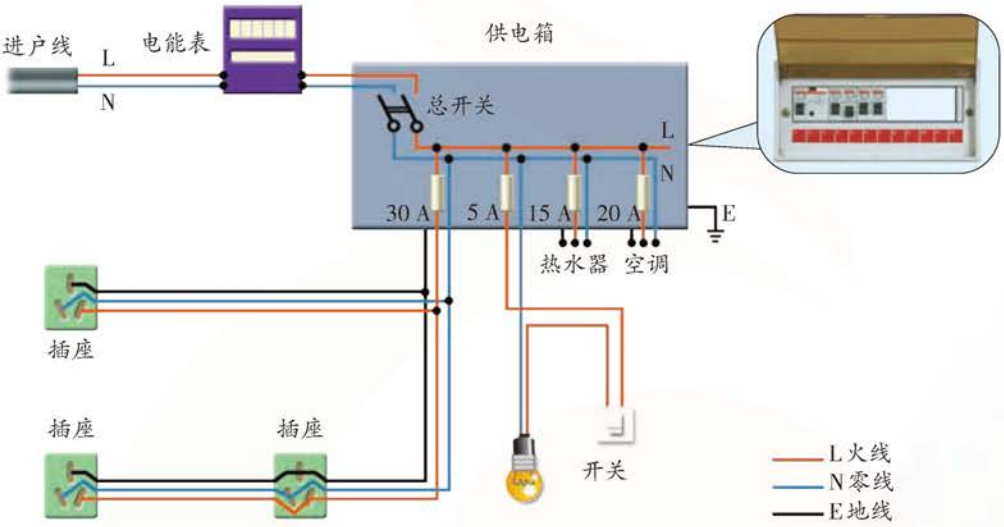


图 15–15　家庭电路布线示意图

我们对如图 15–16 所示的部分家庭电路进行分析 .

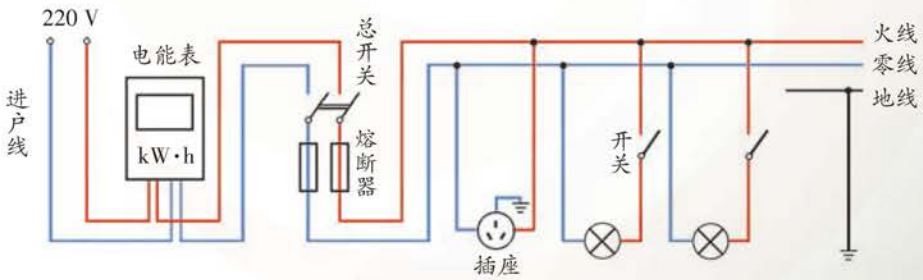


图 15–16

由图可知，家庭电路主要由进入家庭的进户线（电源线）、电能表、总开关、熔断器、开关、插座、用电器等组成 . 为用电安全考虑，家庭电路中还接有地线 . 为了保证每个用电器都能独立工作，各个用电器都是一端接在火线上，另一端接在零线上，即这些用电器是并联的 . 这样，当一个支路发生断路

微信公众号：电子课本大全



故障时，其他支路仍能工作．例如，台灯坏了并不会影响电视机等其他用电器的使用．

观察和分析家庭电路的组成情况，可以发现：在家庭电路中，除了用电器、电能表、电线和开关之外，还包括有关安全用电的装置和设施．

信息快递

家庭电路中火线和零线之间的电压为220 V．在正常情况下，零线和大地之间的电压为零，火线和大地之间的电压为220 V．

活动　15.3　观察三线插头与三线插座

一些用电器采用了三线插头．如图15–17(a)所示是三个孔眼的三线插座，它应按“左零右火中接地”的方法接入电路．地线一般与埋在地下的金属板相连．如图15–17(b)所示的插头，其电线的接法应与插座上电线的接法相对应．



(a) 三线插座　(b) 三线插头　(c) 插头的地线插脚先进入插座

图15–17

活动　15.4　练习使用测电笔

进入家庭的电线一般都是两根线，其中哪一根是火线呢？可以用测电笔来判断．

微信公众号：电子课本大全



观察

测电笔的结构如图 15–18 所示，它由两个金属电极、氖管、弹簧和一个阻值很大的电阻——高电阻等组成．

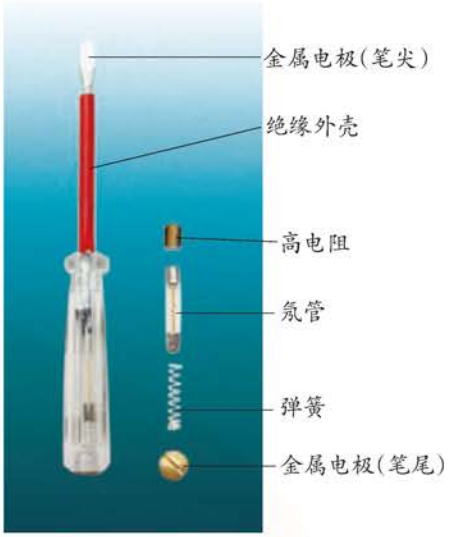


图 15–18　测电笔的结构

注意

1. 使用测电笔时，手要接触测电笔尾部的金属电极，使人体、测电笔、火线与大地构成一个回路，这时有微弱电流通过测电笔，因此氖管会发光．

2. 一般来说，当测电笔的笔尖接触电线(或与电线连通的导体)时，氖管发光，表示接触的是火线；氖管不发光，表示接触的是零线．

3. 当测电笔的笔尖接触电线时，绝不允许用手或身体的其他部位再去接触笔尖．

测试

用测电笔检测插座，判断插座中是否有“电”，是否按“左零右火”的方式连接在电路中．

安全用电

安全用电主要包括设备安全与人身安全两方面．为了保护家庭电路和设备，防止因电路过热损坏家庭电路或引发火灾，人们采取了哪些措施？为了保护人身安全，防止触电事故的发生，人们采取了哪些措施？

活动　15.5　探究熔丝熔断的原因

读一读

熔 断 器

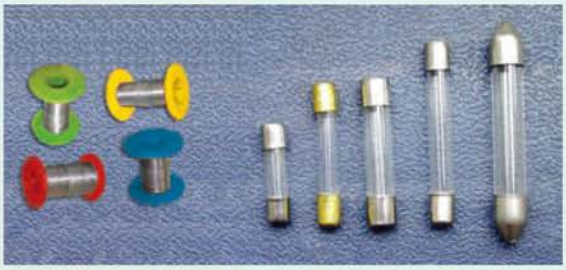
电线都有规定的额定电流，如果电流超过这个规定值，电线就会过热，有可能烧坏绝缘皮，甚至引起火灾．为了避免这种事故的发生，电路里必须安装保护电路的装置——熔断器，如图 15–19 所示．

微信公众号：电子课本大全

安装在熔断器中的熔丝(fuse),俗称“保险丝”,是由熔点较低的铅锑合金材料制成的.当电路中的电流超过一定限度,熔丝的温度达到熔点时,它便会熔断,自动切断电路,从而保证电路安全.



(a) 旧式熔断器



(b) 熔丝

图 15–19　熔断器及各种规格的熔丝

观　察

1. 如图 15–20 所示,在接线柱 C、D 间接入熔丝,在接线柱 A、B 间接入导线.接通电源(6 V),灯泡正常发光,熔丝不熔断.断开电源,在 B、D 间连上一根导线(造成短路),再次接通电源时,熔丝将会怎样?

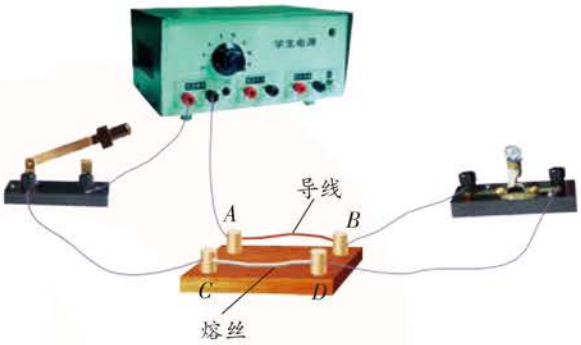


图 15–20

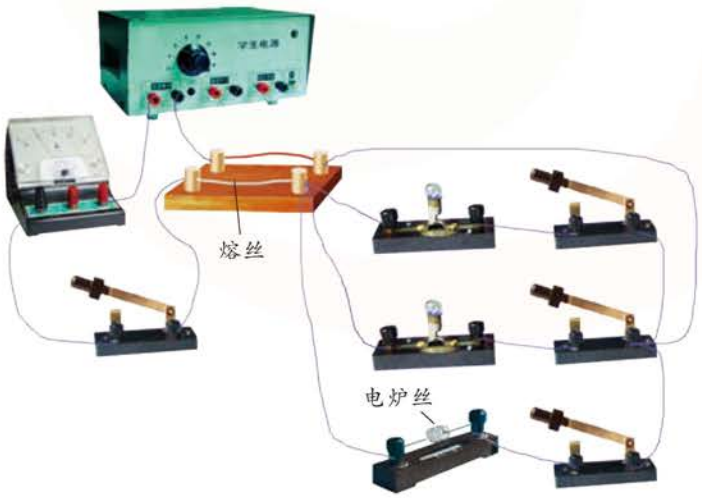


图 15–21

注意安全!

2. 如图 15–21 所示,接通电源,依次闭合各小灯泡支路的开关,可以看到电流表的示数逐渐增大.而当闭合电炉丝支路的开关时,会发现熔丝被熔断.

微信公众号:电子课本大全



由上述活动可知，导致熔丝熔断的原因一般有两个：一是电路发生短路，二是电路中用电器的实际总功率超过电路所能承受的最大功率（人们称之为“超负荷运行”）．造成电路短路的常见情况有：连接电路时，误将火线和零线直接连通；电线和用电器的绝缘皮破损或老化，导致火线和零线直接连通等．



信息快递

1. 熔丝有不同的规格．熔丝越粗，使它熔断所需的电流越大．家庭电路中一般按线路的额定电流选用规格合适的熔丝，导线中的电流一旦超过规定值，熔丝就熔断．

2. 千万不要用铁丝、铜丝代替熔丝，因为铁丝、铜丝在电流过大时不易熔断，起不到保护电路的作用．

3. 熔丝熔断后，首先应查清发生故障的原因，在排除故障后才能更换熔丝，恢复供电．

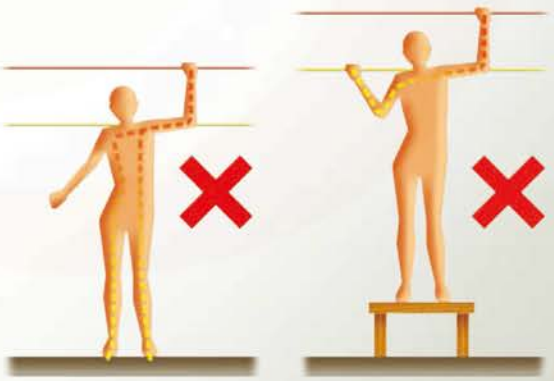
除了短路、超负荷运行会引起安全事故外，线路连接处接触不良时，该处电阻会变大，造成局部过热，也可能引起火灾．我们对此也应给予足够的重视．

请你调查一下，家庭电路中的哪些部位、在哪些情况下容易发生接触不良的故障？怎样预防这类故障的发生？

防止触电

我们知道，人体是导体，只要有电压加在人体上，就会有电流通过．通常所说的“触电”是指一定强度的电流通过人体所引起的伤害事故．

触电一般分为单线触电和双线触电，如图 15–22 所示．单线触电是人体接触火线或漏电的用电器等，使人体、大地和电网中的供电设备构成闭合回路．双线触电



(a) 单线触电　　(b) 双线触电

图 15–22　触电的两种形式

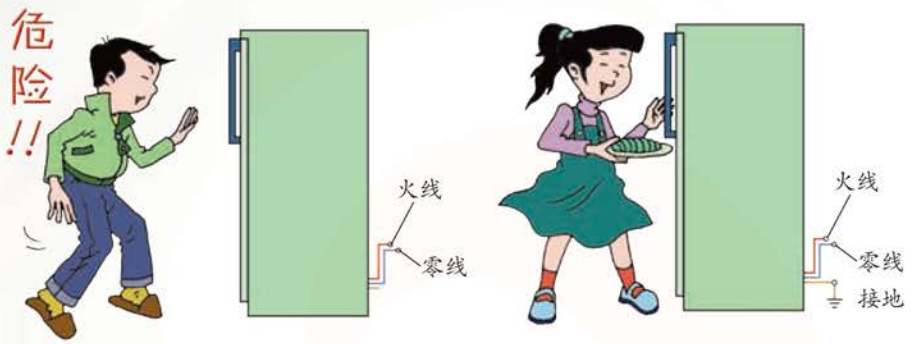
微信公众号：电子课本大全

是人体的两个部位(如两只手)分别接触火线和零线,使人体与电网中的供电设备通过导线构成闭合回路.

触电时,通过人体的电流►►(p.29)与电压和人体的电阻►►(p.29)有关.电压是由电源决定的,而人体的电阻是由人体组织的导电能力和皮肤的干燥程度决定的.一般来说,人体的电阻较大,但在皮肤潮湿时,人体的电阻会大幅度减小.对人体来说,安全电压一般不高于36 V.

必须把用电器的开关装在火线上.这样,当断开开关后,用电器与火线分离,人碰到用电器就不会发生危险.

用电器的金属外壳与火线之间应该是绝缘的,人体接触外壳时并没有危险,但如果用电器内部导线的绝缘皮破损或绝缘性能变差,导致火线与外壳接通,人接触外壳时就会发生触电事故.因此,用电器的金属外壳应该接地.



(a) 用电器的金属外壳未接地　　(b) 用电器的金属外壳接地

图 15-23

生活·物理·社会

家庭安全用电常识

为防止触电和其他事故的发生,应该注意:

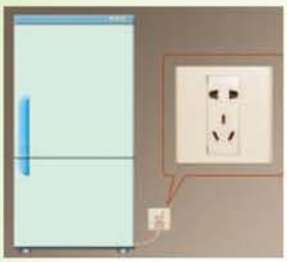
1. 安装家庭电路要符合规范.例如,开关必须接在火线上;应使用三线插座将用电器的金属外壳接地,如图 15-24(a)所示.

2. 要防止本应绝缘的物体导电,如图 15-24(b)、(c)所示.

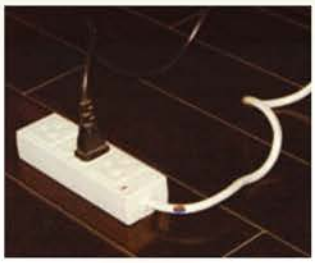
3. 发现有人触电或因电引发火灾时,要采取合理的措施,如图 15-24(d)、(e)所示.

微信公众号:电子课本大全





（a）用电器的金属外壳一定要接地



（b）要防止导线绝缘部分破损．若有破损，应及时更换



（c）不要用湿布擦拭用电器或在电线上晾晒衣物



（d）发现有人触电时，应立即切断电源．无法切断电源时，应用干木棍等绝缘体挑开电线



（e）发现用电器或电线失火时，应先切断电源，然后再灭火

图 15-24　家庭安全用电常识

现在，许多房屋尤其是新建楼房的电路中，均安装了断路器►►(p.30)．断路器的种类很多，其中最常见的有漏电保护断路器（俗称“漏电保护器”）和空气断路器（俗称“空气开关”），它们通常安装在供电箱中．



（a）漏电保护断路器



（b）空气断路器

图 15-25

漏电保护断路器由低压塑壳断路器、漏电检测装置及脱扣器三部分组成．家庭电路中某用电器漏电，或人因操作失误而触电时，漏电保护断路器能自动切断电路．

空气断路器是一种只要电路中电流超过额定电流就会自动断开的开关．当电路或电气设备发生短路、严重过载时，空气断路器会自动断开，从而保护电路．

微信公众号：电子课本大全

1. 如图 15–26 所示的家庭用电中的一些做法错在哪里？应如何纠正？请说出你的看法 .



图 15–26　家庭用电中的错误做法

2. 不同粗细的熔丝允许通过的电流是不同的 . 一座教学楼里共有教室 16 间，每间教室装有“220 V　60 W”的电灯 9 盏 . 请你判断，这座教学楼的电路中应选用额定电流至少为多少安的熔丝？

3. 小华家电热毯内的电阻丝断了，他爸爸将电阻丝的两个断头接上后继续使用，在使用中发现接头处的电热毯被烧焦了 . 请你用学过的物理知识解释这一现象 .



4. 在家庭电路中，若某用电器发生短路故障，则干路电流迅速增大，熔丝立即熔断 . 这时断开所有用电器的开关，用一个普通的白炽灯 L 作为“校验灯”，与熔断的熔丝并联，如图 15–27 所示 . 闭合总开关，然后逐个闭合各用电器的开关 . 若校验灯发出暗红色的光（发光不正常），则该用电器正常；若校验灯正常发光，则短路故障一定发生在该用电器上 . 请你说出其中的道理 .

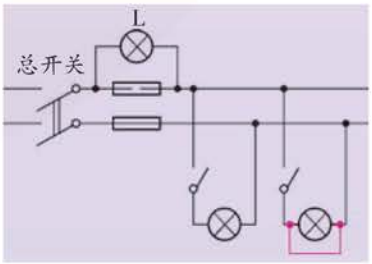


图 15–27

微信公众号：电子课本大全



综合实践活动

对家庭用电的调查研究

（一）调查家庭用电线路

观察自己家的用电线路，画出电路图并标明各个用电器以及电能表、供电箱中的开关等的名称与规格．

（二）估测各用电器的实际功率

设计实验

如图15–28所示，观察一段时间内电子式电能表指示灯闪烁的次数，根据铭牌上所标出的电能表常数就可算出这段时间内家庭电路中消耗的电能，进而计算出电路中用电器的实际功率．

这可以作为估测用电器功率的简便方法．



图15–28　观察电能表

实验步骤

1. 将你家所有用电器的名称记录在表格中．

2. 断开所有用电器的开关，直至电子式电能表的指示灯停止闪烁．

3. 闭合某个用电器的开关，让其正常工作．数出电子式电能表的指示灯在3 min内闪烁的次数，然后断开开关并将数据填入表中．

4. 按下表中记录的用电器的顺序逐个进行上述操作．

5. 计算各用电器在3 min内消耗的电能和它们的实际功率，并填入表格中．



这些活动必须在有成人在场的情况下进行！

微信公众号：电子课本大全



用　电　器			3 min内指示灯闪烁的次数	3 min内用电器消耗的电能	实际功率
序号	名称	数量			
①					
②					
③					
④					

（三）拓展研究

从下面选择你感兴趣的课题，采用上述估测方法进行研究．

1. 节能灯和白炽灯耗能情况的比较研究．

2. 电视机、空调等用电器处于待机状态时的耗能情况研究．

3. 夏天，将空调的制冷温度调高2 ℃对耗能的影响．

小结与评价

知识梳理

电 功

1. 电流所做的功叫作电功．电流做了多少功，就有多少电能通过用电器转化为其他形式的能量．

2. 电功的公式

$$W = UIt$$

3. 电功的单位：国际单位为焦耳，简称焦，用符号J表示．

常用单位是千瓦时，用符号kW·h表示，1 kW·h = 3.6×10^6 J．

4. 测量电路消耗电能多少的仪表：电能表．

电功率

1. 电功率的含义：表示电流做功快慢的物理量．

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

微信公众号：电子课本大全



2. 电功率的公式

$$P = UI$$

3. 电功率的单位：国际单位为瓦特，简称瓦，符号为W．1 W = 1 J / s．

电热与电功

1. 电流的热效应：由于导体有电阻，所以当电流通过时，导体会发热，电能转化为内能．

2. 焦耳定律：导体通电时放出的热量

$$Q = I^2Rt$$

3. 电流通过电热器放出的热量等于电功．

家庭电路与安全用电

1. 家庭电路的组成．

2. 保护电路中设备的安全．

（1）防止电流过大：防止短路，防止超负荷运行．

（2）防止电路接触不良．

3. 保护人身安全——防止触电．

你能用其他形式表示本章的知识结构吗？

反思与评价

1. 请采用列表的方法，从物理意义、计算公式、单位及其换算等方面，将本章学习的电功和电功率两个物理量进行比较．

2. 比较白炽灯和LED灯使用一年的费用．假设电价是0.52元/千瓦时，每种电灯每天正常工作5 h，一年以365天计算．

（1）一个60 W的白炽灯泡，价格为2元，寿命为1 000 h．

（2）一个8.5 W的LED灯泡，价格为18元，寿命为50 000 h．它与60 W的白炽灯亮度相当．

3. 为什么照明电路中不允许使用大功率用电器？

微信公众号：电子课本大全

4. 如图15-29所示是供电公司发给某用户的用电信息单．阅读该信息单，并与同学讨论供电公司向用户提供了哪些信息，然后查阅自己家的用电信息单，分析自己家的用电行为，指出哪些是合理的，哪些还可以进一步改进．

客户资料

户　　名　　总 户 号

用电地址　　表　　号

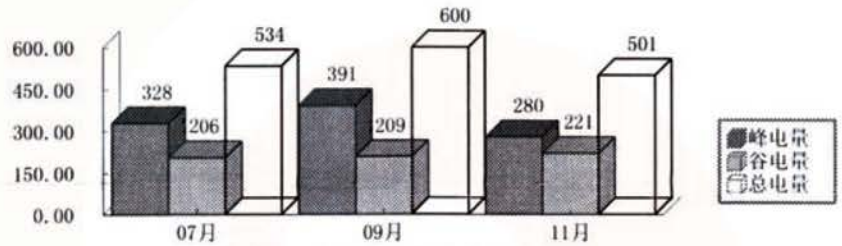
缴费周期　单月　　用电性质　城镇居民生活用电

城镇居民电价

用电明细清单

计费时间	峰电量	峰电费	谷电量	谷电费	总电量	总电费	结余	违约金	实缴金额	缴费时间
201107	328	183.17	206	73.83	534	257.00	0.00	0.00	257.00	20110709
201109	391	218.91	209	75.09	600	294.00	0.00	0.00	294.00	20110906
201111	280	155.99	221	79.01	501	235.00	0.00	0.00	235.00	20111112
合计	999	558.07	636	227.93	1635	786.00	0.00	0.00	786.00	

用电趋势图



备注：总电量=峰电量+谷电量

用电量分析

您在该时间段内总用电量为1 635 kW·h，其中峰时用电量为999 kW·h，谷时用电量为636 kW·h，峰谷用电量比例为61%∶39%，总电费支出为786元．由于您开通了峰谷分时电价，与不执行分时电价相比，少支出电费78元．希望您能继续合理安排用电时间，增加低谷时段的用电．

图15-29



►►焦耳

焦耳出生于英国的一个酿酒商家庭，自幼跟随父母酿酒，未上过正规学校．他16岁起在著名化学家道尔顿门下学习了一段时间，虽然时间不长，但是

微信公众号：电子课本大全



道尔顿对他的影响极大，使他对科学研究产生了浓厚兴趣，并认识到精确测量的重要性．

焦耳一生的大部分时间是在实验室度过的．他在研究电流的热效应时发现了后人以他的名字命名的焦耳定律，这个定律成为设计电热器的理论依据．他花了几十年时间，用各种方法进行实验，最终精确测定了产生单位热量所需做功的量值——热功当量，使人们认识了热的本质，也为能量守恒定律奠定了实验基础．威廉·汤姆生称赞道："焦耳具有从观察到的极细微的效应中作出重大结论的胆识，具有通过各种方法提高实验精度的高超技巧，充分得到人们的赏识和钦佩．"

焦耳于1850年当选为英国皇家学会会员，1872~1887年任英国科学促进协会主席，1886年被授予皇家学会柯普兰金质奖章．为了纪念他对科学的贡献，国际计量大会将能量、功和热量的单位命名为焦耳．

▶▶人体通过一定电流时的反应



千万不要去尝试！

交流电（50～60 Hz）通过人体时，人体的反应：

电流 / mA	人体的反应
0.5～1.5	开始有感觉——手轻微颤抖
2～3	手强烈颤抖
5～7	手部痉挛
8～10	手已难以摆脱带电体，手指尖部到手腕剧痛
20～22	手迅速麻痹，不能摆脱带电体，呼吸困难
50～80	呼吸系统麻痹，心室开始颤动
90～100	呼吸系统麻痹．若延续3 s或更长时间，则心脏麻痹、心室颤动
300及以上	作用0.1 s以上时，呼吸系统和心脏麻痹，机体组织受到破坏

▶▶人体的电阻

在通常情况下，人体的电阻为1 000～2 000 Ω．除皮肤厚薄外，皮肤干湿、有无损伤、有无导电性粉尘等都会影响人体电阻的大小．另外，人体的电阻还与通过人体的电流、通电时间的长短等有关．

微信公众号：电子课本大全



▶▶热动式断路器

当电路发生短路或过载时，电路中的电流就会超过额定电流，可能导致电路损坏，甚至引发火灾．触电时，几毫安的电流通过人体，就会对人体造成严重伤害．为了防止事故的发生，电路中通常要安装各种保护装置，如熔断器、空气开关、漏电保护器等．当发生短路、过载或人体触电时，电路中的保护装置会自动切断电路．

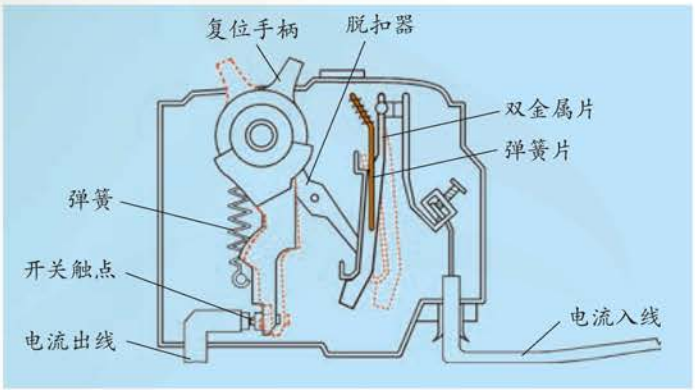


图 15–30　热动式断路器结构简图

在各种类型的电路保护装置中，热动式断路器是最简单的一种，其结构如图 15–30 所示．推动复位手柄，脱扣器将手柄锁定在合闸位置．若电路中的电流小于或等于额定电流，则断路器不会动作．当电路过载时，通过断路器的电流就会超过额定电流．此时双金属片发热并向右弯曲（如图中虚线所示），带动脱扣器动作，于是复位手柄在弹簧拉力作用下跳向断开位置，触点分开，从而切断电源．

因为双金属片发热弯曲需要时间，所以上述装置只适用于过载保护．对于需要瞬间断电的短路情况，必须采用电磁式断路器．

微信公众号：电子课本大全

探索电与磁的联系

第十六章 电磁转换

- 磁体与磁场
- 电流的磁场
- 磁场对电流的作用　电动机
- 安装直流电动机模型
- 电磁感应　发电机



琳琅满目的电动玩具散发着诱人的魅力．

逗人的小鸭扑棱着翅膀；

调皮的小狗摇动着尾巴；

可爱的熊猫晃动着脑袋；

还有那奔驰的小汽车……

你知道这些电动玩具为什么会动吗？

从玩具世界到生活空间，处处都离不开电．

那么，电是从哪里来的呢？

微信公众号：电子课本大全



一、磁体与磁场

当我还是一个四五岁的小孩时，父亲给我一个指南针．我觉得十分好奇，这个指南针不和任何物体接触，竟能始终地指向南北．我现在还记得：当时我萌发了一个深刻而持久的印象——这事情的背后一定隐藏着某种原理．

——爱因斯坦



活动　16.1　认识磁体

用磁体(magnet)靠近大头针时，发现磁体对大头针有_____作用．磁体的这种性质叫作磁性►►(p.56)．

磁体的两端对大头针的作用最_____(强/弱)，这两个部位叫作磁极．将一个磁体悬挂起来，当它静止时，指南的那个磁极叫作南(S)极，指北的那个磁极叫作北(N)极．

当两个磁体靠近时，同名磁极相_____，异名磁极相_____．

如图16-1所示，被磁体吸引的大头针_____(能/不能)吸引其他大头针，这时它们_____(能/不能)表现出磁性．

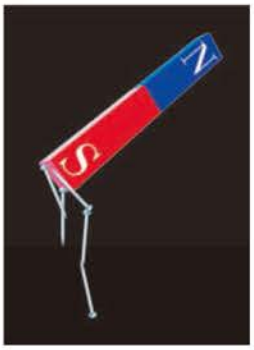


图16-1 磁体吸引大头针

微信公众号：电子课本大全

如图 16–2 所示，当磁体不与回形针接触时，磁体对回形针仍然有力的作用吗？

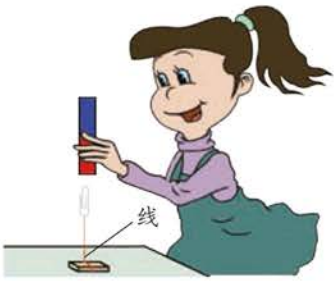


图 16–2

研究表明，磁体的周围存在着磁场（magnetic field）．磁体通过磁场使某些物质显现磁性．这种使原来不显磁性的物体在磁场中获得磁性的过程叫作磁化．

活动　16.2　用小磁针探究磁体周围的磁场

想一想

如图 16–3 所示，使小磁针靠近条形磁体，将会看到什么现象？



图 16–3

做一做

将小磁针先后放在条形磁体周围不同的地方，记录小磁针在各处静止时 N 极的指向并在图 16–4 中标出．

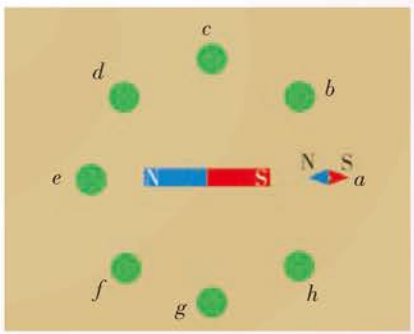


图 16–4　标出小磁针在各点静止时的指向

方法

虽然磁场看不见、摸不着，但我们可以根据它对放入其中的小磁针产生磁力的现象来认识它．

通过实验可知，磁场具有方向，磁场中各点的磁场方向一般不同．将小磁针放在磁场中的某一点，小磁针静止时，N 极所指的方向就是该点的磁场方向．

现在你知道条形磁体周围各点的磁场方向了吗？它们有什么特点？

微信公众号：电子课本大全

活动　16.3　用铁屑探究磁体周围的磁场

将玻璃板平放在磁体上，并在玻璃板上均匀地撒上一层铁屑，轻轻敲击玻璃板，铁屑将怎样分布？



图 16-5　蹄形磁体周围铁屑的分布



图 16-6　条形磁体周围铁屑的分布

如图 16-6 所示，再在玻璃板上放一些小磁针，这一组小磁针 N 极的指向有什么特点？

铁屑在磁场中被磁化成一个个小磁针，从而在磁场中有序地排列起来．从铁屑在磁场中分布的情况可以看出，铁屑好像排列成许多条曲线．如果按照铁屑在磁场中排列的情况和小磁针 N 极的指向画出一些带箭头的曲线，就可以形象地描述磁场．

物理学中把这样的曲线叫作磁感线（magnetic induction line）．



图 16-7　条形磁体和蹄形磁体的磁感线

信息快递

磁感线是用来描述磁场的一些假想曲线，实际上并不存在．

如图 16-7 所示，磁体外部的磁感线都是从磁体的 N 极出发，回到 S 极．磁场越强的地方，磁感线分布越密；磁场越弱的地方，磁感线分布越疏．磁感线上任意一点的切线方向为该点的磁场方向．

微信公众号：电子课本大全

读一读

地球的磁场

位于地球表面的一个能在水平面内自由转动的小磁针，静止时，其N极指北、S极指南，世界各地基本都是如此．这是为什么呢？原来，地球本身是一个巨大的磁体．地球周围空间存在的磁场称为地磁场(geomagnetic field)．地磁N极在地理南极附近，地磁S极在地理北极附近，地磁场的磁感线也是从N极出发，回到S极(图16–8)．

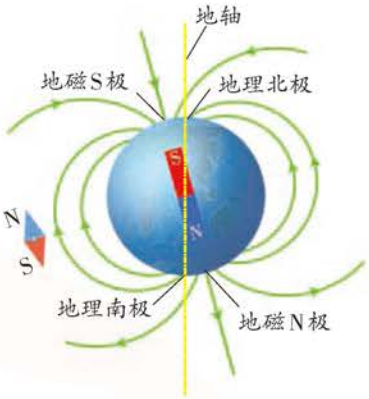


图16–8　地磁场

水平放置、能自由转动的小磁针之所以在地表附近指向南北，就是因为它受到地磁场作用的缘故．

地磁场的磁极与地理两极并不重合，所以磁针所指的方向不是地理的正南、正北方向，而是稍微有点偏离，如图16–8所示．我国宋代学者沈括(1031—1095)是世界上最早发现这一现象的人．

生活·物理·社会

指南针

中国是世界上最早有人开始研究磁现象的国家．约公元前4世纪，在《管子》一书中就有关于磁现象的记载．

我国古人很早就发现了磁石的指向性．公元4世纪的西晋时代，人们将剪成鱼形的薄铁皮加热到通红，鱼头朝南、鱼尾朝北放入水中快速冷却，经地磁场磁化后，制成了指南鱼．后来，人们又找到了用天然磁石摩擦钢针使其磁化的方法，制作了指南针．

指南针(compass)是我国古代四大发明之一．这一伟大发明使中国的航海事业在15世纪初达到世界最高水平．随后，指南针经阿拉伯传入欧洲，被广泛应用于航海中，开辟了世界性的贸易市场，为人类近代文明和科技发展作出了重大贡献．



图16–9　指南针

微信公众号：电子课本大全

1. 用磁体将一根钢针磁化．你能用实验的方法鉴定出这根钢针的哪一端是N极吗？

2. 在你的生活中，哪些地方用到了磁体或磁性材料？你是如何发现的？请把你的发现记录下来．

3. 如图16–10所示，三个磁环套在同一根圆木杆上，由于磁极间的相互作用，上面两个磁环都悬浮着．若最下面的磁环的下底面是N极，试在图中标出各个磁环的S极．

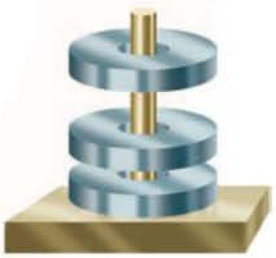
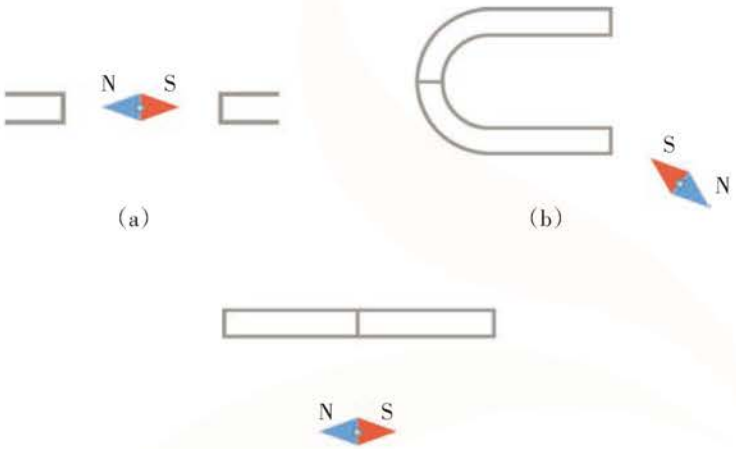


图16–10

微信公众号：电子课本大全



4. 磁体旁的小磁针静止时所指的方向如图16–11所示．试画出通过小磁针中心的一条磁感线，并标出磁体的N极和S极．



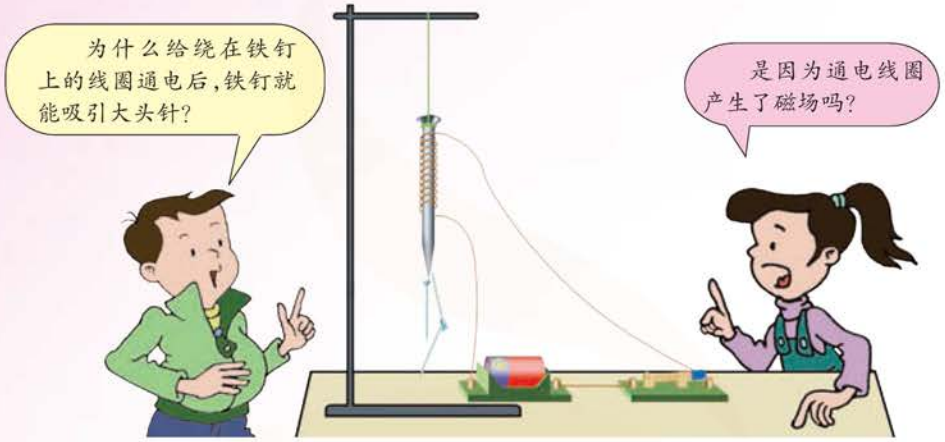
(a)　(b)　(c)

图16–11

5. 在“神舟五号”载人飞船成功巡天之后，华夏儿女的下一个目标是登上月球．关于月球上的物理现象和规律，同学们提出了很多问题和猜想．若要研究月球周围的磁场，你打算研究哪些问题？你的猜想是什么？如何进行研究？

微信公众号：电子课本大全

二、电流的磁场



通电直导线周围的磁场

活动　16.4　探究通电直导线周围的磁场

如图 16–12 所示，将一根直导线架在静止小磁针的上方，并使直导线与小磁针平行．

1. 接通电路，观察小磁针的偏转情况．

2. 改变直导线中的电流方向，观察小磁针偏转方向的变化．

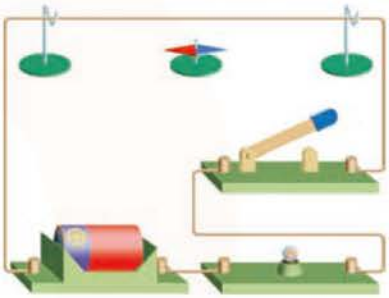


图 16–12　实验装置

上述实验表明：通电导线周围存在磁场，其方向与电流方向有关．

电流周围存在磁场的现象称为电流的磁效应，这是丹麦物理学家奥斯特在 1820 年首先发现的►►(p.57)．后来，人们把这个实验称为奥斯特实验．

研究表明，通电直导线周围的磁场分布如图 16–13 所示，在垂直于通电直导线的平面内，它的磁感线是以电流为中心的一系列同心圆．

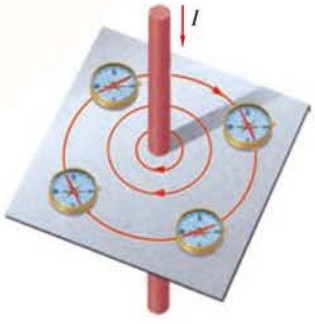


图 16–13　通电直导线周围的磁场分布

微信公众号：电子课本大全



通电螺线管周围的磁场

把导线绕在圆筒上就做成了螺线管(solenoid).

通电螺线管周围磁场的分布有什么特点呢?

学生实验　探究通电螺线管外部磁场的方向

想一想

怎样判断通电螺线管周围各点的磁场方向?

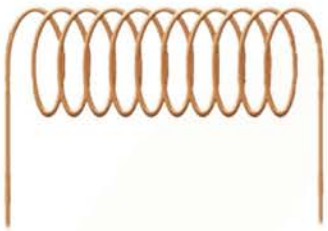


图 16-14　螺线管

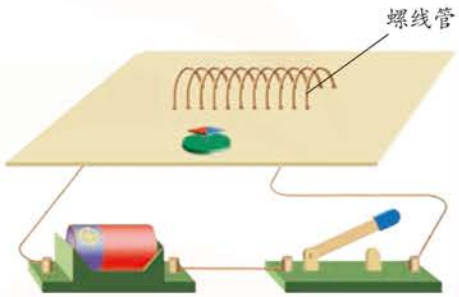
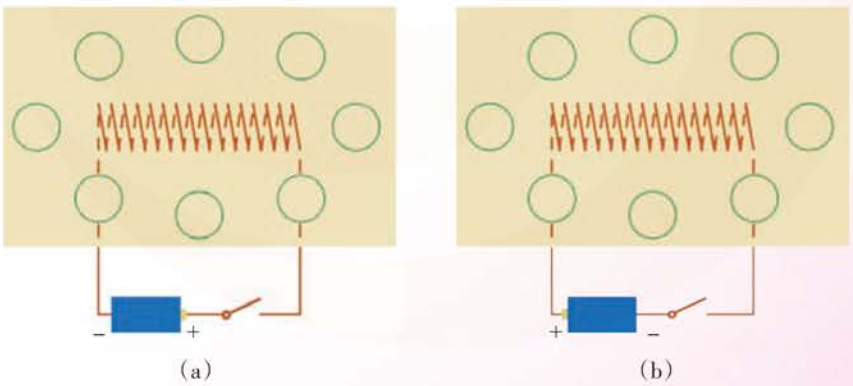


图 16-15

做一做

1. 如图 16-16(a)所示,接通电路,将小磁针放在螺线管周围的不同位置,记录通电螺线管周围各点的磁场方向,画出通电螺线管外部的磁感线.



(a)　(b)

图 16-16　标出小磁针在各点静止时的指向

2. 如图 16-16(b)所示,把电池的正负极对调,再重复上述步骤.

微信公众号:电子课本大全

议一议

1. 比较所画的两幅图，它们有哪些相同和不同之处？
2. 通电螺线管外部的磁场方向与电流方向有关吗？

通电螺线管的磁感线如图16–17所示，可以看出，通电螺线管外部的磁场与条形磁体周围的磁场相似．

通电螺线管磁极的极性可以这样来判断：用右手握住螺线管，让弯曲的四指所指的方向与螺线管中的电流方向一致，则拇指所指的那端就是通电螺线管的N极，如图16–18所示．这种判断方法称为安培定则．

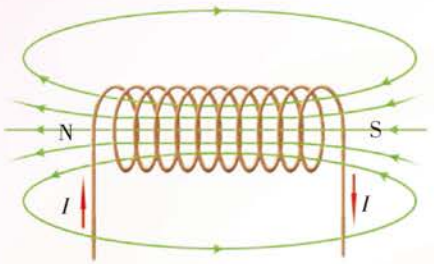


图16–17　通电螺线管的磁感线

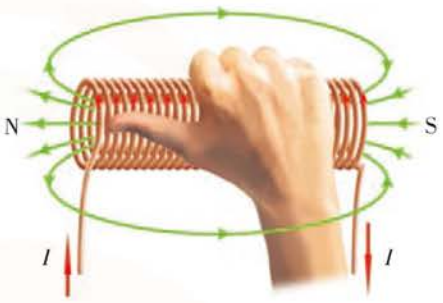


图16–18　安培定则

读一读

电磁铁及其应用

电磁铁由线圈和铁芯组成．在一根软铁芯上，用漆包线密绕成线圈就做成了一个简单的电磁铁，通电后它能产生磁性．实验表明，电磁铁的磁性强弱与线圈的匝数及线圈中的电流大小有关．线圈的匝数越多，电流越大，电磁铁的磁性就越强．

与永磁体相比，电磁铁具有以下几个优点：

1. 电磁铁磁性的有无可以由通电、断电来控制．电磁起重机、电铃以及电磁继电器都是根据这一特点工作的．

2. 电磁铁磁性的强弱可以通过调节电流的大小来控制．有些设备如电磁起重机、发电机和加速器等，需要非常强的磁场才能工作．但是由于材料的限制，人们很难制造出磁性非常强的永磁体，而通有强电流的电磁铁则能产生很强的磁性．

3. 电磁铁的N、S极是由线圈中的电流方向决定的，便于人工控制．

微信公众号：电子课本大全



活动　16.5　练习使用电磁继电器

读一读

电磁继电器

电磁继电器是用电磁铁控制电路的一种开关．它的构造及工作电路如图16–19所示．

电磁继电器的工作电路可分为控制电路和受控电路两部分．

控制电路包括电磁铁A、衔铁B、低压电源U_1、开关S．

受控电路包括高压电源U_2，电动机M，电磁继电器的触点D、E．

电磁继电器的工作原理：

闭合控制电路中的开关S，电流通过电磁铁A的线圈产生磁性，把衔铁B吸下来，使动触点D与静触点E接触，受控电路闭合，电动机工作．断开开关S，线圈中的电流消失，电磁铁的磁性消失，衔铁B在弹簧C的作用下与电磁铁A分离，使触点D、E脱开，受控电路断开，电动机停止工作．

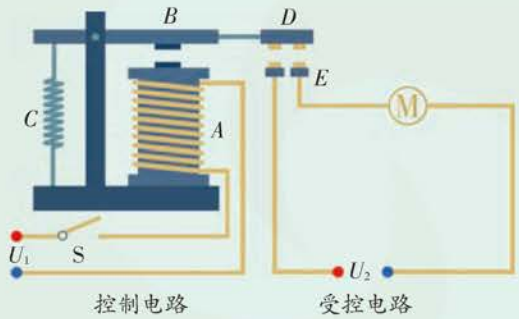


图16–19　电磁继电器的工作电路

利用电磁继电器可以用低电压、弱电流的控制电路来控制高电压、强电流的受控电路，并且能实现遥控和生产自动化．电磁继电器被广泛应用于自动控制（如电冰箱、汽车、电梯、机床里的控制电路）和通信领域．

做一做

用电源和小灯泡组成受控电路．想一想，怎样连接电路才能使电磁继电器通电时小灯泡亮，断电时小灯泡灭？

微信公众号：电子课本大全

生活·物理·社会

磁记录

在录音机、录像机、计算机磁盘或信用卡记录信息时，都会用到电磁铁．例如，当你对着录音机的话筒说话时，声音信号就被转化为电信号，随着声音变化的电流通过录音磁头的电磁铁就会产生变化的磁场．

这些信息是如何被记录在磁带中的呢？如图16–20所示，在电磁铁（录音磁头）铁芯空隙下方的是一条录音带，这种录音带的塑料片基上涂着一层薄薄的磁粉，录音磁头上的电磁铁产生的磁场可以将磁粉磁化．当录音带在录音磁头的空隙下匀速经过时，录音带上的磁粉被磁化的程度随磁场强弱的变化而变化，录音带上磁性的分布就成了声音的编码．当播放录音带时，记录的编码又转换成原来的声音．同样，电磁铁也能用于在录像带上记录图像、声音和在计算机磁盘上记录各种信息．

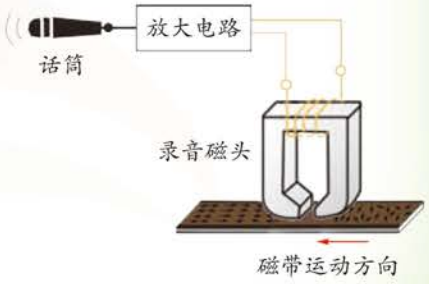


图16–20

1. 根据图16–21中小磁针的指向，标出通电螺线管中的电流方向．

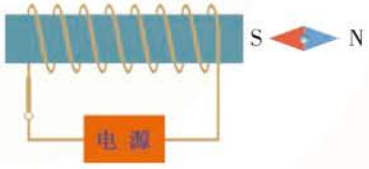


图16–21

2. 在图16–22(a)、(b)中分别标出通电螺线管的N极和S极．

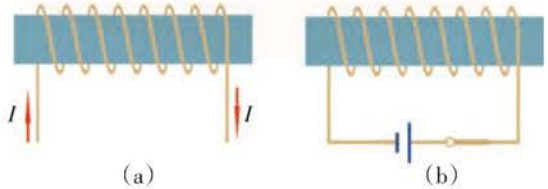


图16–22

微信公众号：电子课本大全

3. 有一个蓄电池，正负极标识已经模糊不清，怎样辨别其正负极？写出你需要的器材并说出判断的方法．

4. 图 16–23 是汽车启动原理图．汽车启动时，需将钥匙插入仪表板上的钥匙孔并旋转（相当于闭合开关）．根据电路图，你能说出人们是怎样通过汽车钥匙控制电动机 M 的吗？

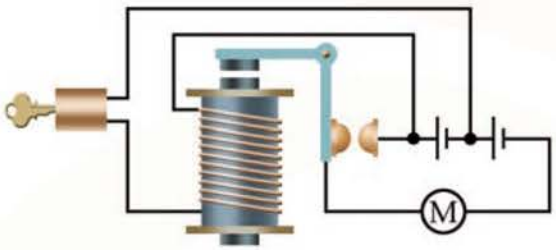


图 16–23　汽车启动原理图

5. 医生给心脏疾病的患者做手术时，往往要用一种称为“人工心脏泵”（血泵）的体外装置来代替心脏，以推动血液循环．图 16–24 是该装置的示意图，线圈 AB 固定在用软铁制成的活塞柄上（相当于一个电磁铁），通电时线圈与活塞柄组成的系统与固定在左侧的磁体相互作用，从而带动活塞运动．活塞筒通过阀门与血管相通，阀门 S_1 只能向外开启，S_2 只能向内开启．

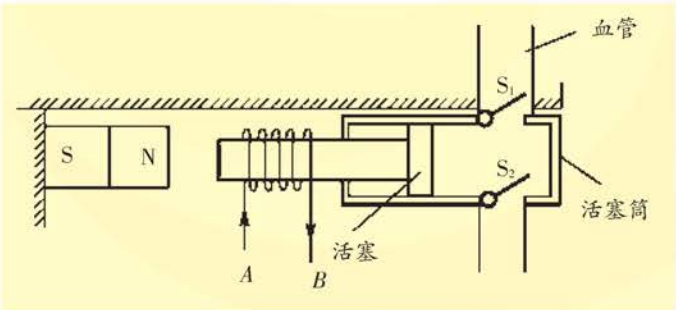


图 16–24

线圈中的电流从 A 流向 B 和从 B 流向 A 时，线圈左端分别是电磁铁的哪一极？活塞向哪个方向运动？血液如何流动？

微信公众号：电子课本大全



三、磁场对电流的作用　电动机

活动　16.6　观察玩具中的小电动机

电动玩具通常是由小电动机(motor)驱动的.

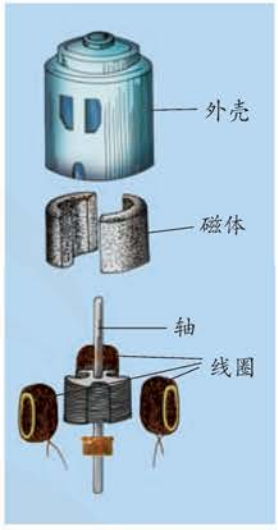
试一试,怎样使小电动机转动起来?

看一看,小电动机是由哪些部件组成的?

想一想,小电动机为什么会转动?



(a) 电动玩具



(b) 电动机的一些部件

图 16-25



微信公众号：电子课本大全

磁场对电流的作用

活动　16.7　观察磁场对通电直导线的作用

1. 按照图16–26组装实验器材.

2. 给直导线(铝棒)通电,观察它的运动情况.

3. 改变直导线中的电流方向,观察直导线的运动情况.

4. 将磁极对调,改变磁场的方向,观察直导线的运动情况.

通过实验,你看到了什么现象?从中可以发现什么规律?

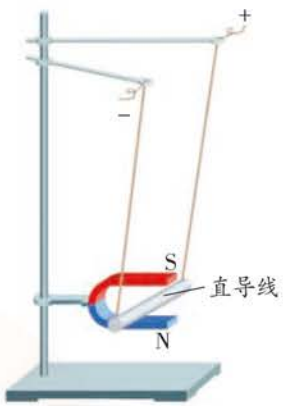


图16–26

早在19世纪初,法国物理学家安培就已经观察到上述现象,并在大量实验的基础上发现:**磁场对通电导体有力的作用,力的方向与电流方向和磁场方向有关**.

直流电动机的原理

活动　16.8　观察磁场对通电线圈的作用

观察与思考

用漆包线绕成线圈,将线圈两端的漆全部刮去后放入磁场,如图16–27所示.闭合开关,线圈将会怎样运动?

你观察到什么现象?

想一想:磁场中的通电线圈为什么会这样运动?



图16–27　通电线圈会怎样运动

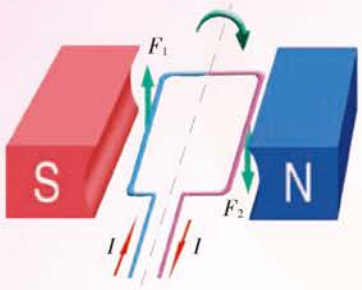
信息快递

通电线圈的平面与磁感线垂直时,线圈受到的磁场的作用力相互平衡,我们把这个位置称为平衡位置.

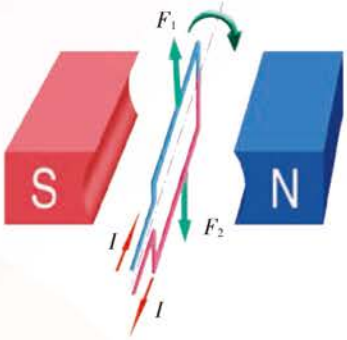
微信公众号:电子课本大全

分　析

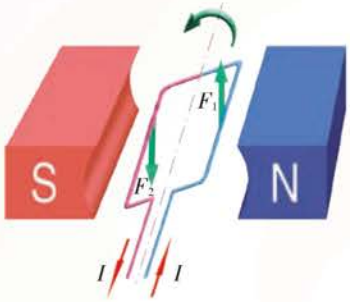
观察如图 16–28 所示的过程，说明线圈为什么不能持续转动．



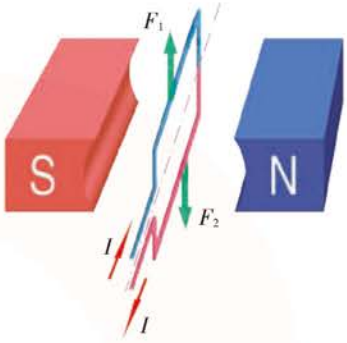
（a）通电线圈在磁场力 F_1、F_2 的作用下开始顺时针旋转



（b）当通电线圈转到平衡位置时，它受到的磁场力 F_1、F_2 相互平衡．这时由于惯性，线圈还会继续转动



（c）通电线圈越过平衡位置后，磁场力会使它逆时针旋转



（d）通电线圈最后静止在平衡位置

图 16–28　分析通电线圈在磁场中的转动情况

问　题

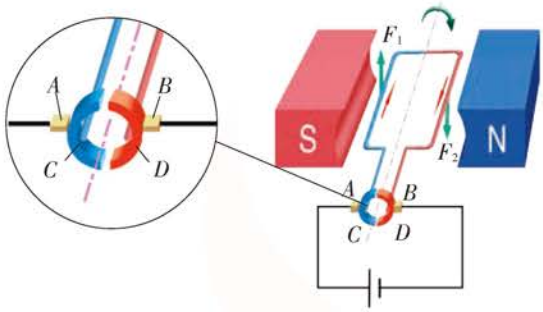
怎样才能使通电线圈在磁场中持续转动？

由上述分析可知，当线圈刚转过平衡位置时，如果立即改变其中的电流方向，那么通电线圈就能在磁场力的作用下继续转动．

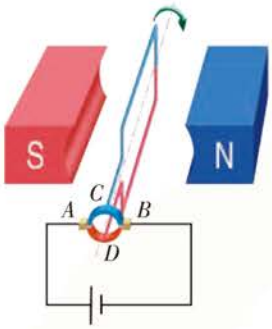
如图 16–29（a）所示，在通电线圈的两端各连有一个半圆铜环 C、D，称为换向器，它们随线圈一起转动．A、B 是电刷，分别与一个半圆铜环接触，使电源和线圈组成闭合电路．每当线圈刚转过平衡位置时，换向器就能自动改变线圈中电流的方向．

微信公众号：电子课本大全

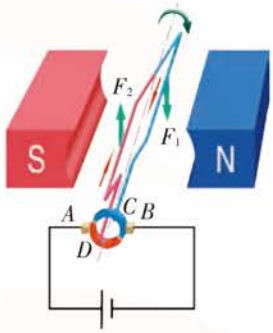




(a) 通电线圈受磁场力作用，开始顺时针旋转



(b) 线圈转到平衡位置时，无电流通过，它依靠惯性继续转动



(c) 线圈越过平衡位置后，电流方向发生改变．线圈在磁场力的作用下继续顺时针转动

图 16–29　直流电动机的工作原理

玩具中的直流电动机就是按照图 16–29 所示的原理工作的．

生活·物理·社会

磁悬浮列车

2002 年 12 月 31 日，我国第一条高速磁悬浮铁路商业运行线在上海试运行成功．磁悬浮列车是一种快速、舒适、经济、无污染、低能耗的现代化交通工具．

磁悬浮列车是利用磁极间相互作用的原理设计的．通以强大电流的电磁铁产生巨大的磁场力使列车浮起（悬浮气隙为 10～100 mm），从而大大减小了运行阻力，列车在电动机的牵引下高速运行，速度可达 500 km/h．

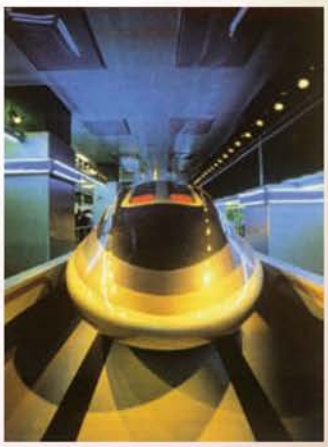
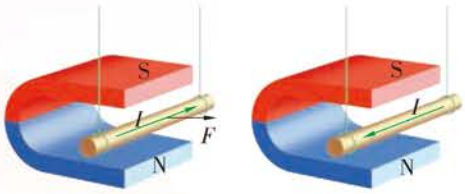


图 16–30　磁悬浮列车

微信公众号：电子课本大全

1. 列出你家中带有电动机的家用电器和电动工具的清单，并从铭牌上了解它们的技术参数．

2. 通电导线中电流的方向向右时，它在磁场中的受力情况如图16-31(a)所示．若导线中电流的方向变成向左，请在图16-31(b)中画出通电导线的受力方向．



(a)　(b)

图16-31

3. 如图16-32所示，一个不能打开的盒子外面露出一段细长的导线．试设计两种不同的实验方法，在不损坏导线的情况下，判断导线中是否有电流，并完成下表．

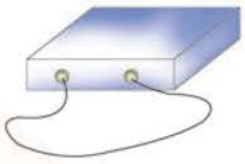


图16-32

	所用的器材	主要实验步骤及判断导线中是否有电流的方法
方法一		
方法二		

4. 如图16-33所示是最简单的直流电动机模型，怎样才能使它连续转动？

试一试，按图示的方法把线圈两端导线上的漆刮去，通电后，线圈将怎样运动？

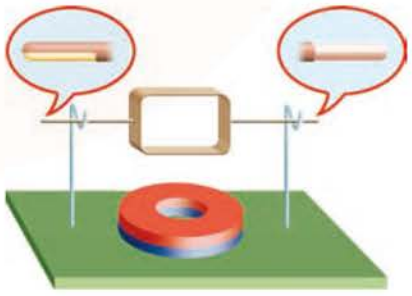


图16-33

微信公众号：电子课本大全



四、安装直流电动机模型

学生实验　安装直流电动机模型

器　材

如图16–34所示的直流电动机模型的主要部件有:①蹄形磁体,②弧形铁片,③线圈,④转轴,⑤支架,⑥换向器,⑦电刷,⑧底座.

此外还有电源、滑动变阻器、开关、导线等.

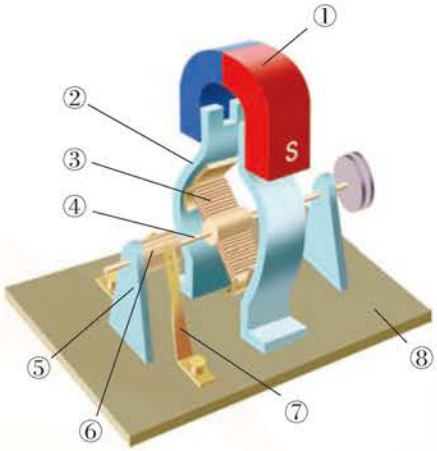


图16–34　直流电动机模型

组　装

1. 把线圈固定在转轴上.

2. 先将支架固定在底座上,然后将转轴安装在支架上,注意使线圈和转轴能较好地转动.

3. 用螺钉把电刷(铜片)固定在底座上,同时使电刷与转轴上的换向器接触(注意:电刷与换向器间的压力要适当,以保证转轴能正常转动).

4. 从固定电刷的两个螺钉上引出两根导线.

5. 分别把两个弧形铁片的一端用螺钉固定在底座上,另一端用磁体夹住.

实验与观察

1. 把电动机、滑动变阻器、电源、开关串联起来,接通电路,观察线圈的转动情况.

2. 改变通过线圈的电流方向,线圈的转动方向是否改变?

3. 将蹄形磁体的两个磁极对调,改变线圈所在处的磁场方向,线圈的转动方向是否改变?

4. 移动滑动变阻器的滑片,改变通过线圈的电流大小,线圈转动的速度是否改变?怎样改变?

交流与小结

1. 电动机的转动方向与哪些因素有关?

2. 怎样改变电动机转动的速度?

3. 在实验过程中,是否遇到了困难?你是怎样解决的?

微信公众号:电子课本大全

生活·物理·社会

使用直流电动机的交通工具

有轨电车、电动自行车、电动汽车、高速电动列车的诞生，为现代城市交通的发展作出了巨大的贡献．而这些电动交通工具的“心脏”就是直流电动机，它们都是利用直流电动机提供动力的．

电动交通工具是绿色环保型交通工具，它们的共同特征是效率高、噪声小、无废气排放、无油污．我国在研制动力型电池方面取得了重大进展，为电动交通工具的发展打下了坚实的基础．目前，电动自行车发展得较快，它不仅具有优美的造型，更重要的是具有耗电少、充电方便的优点．但电动自行车废旧电池造成的污染是一个大问题．随着科技的发展，氢燃料电池将可能成为电动自行车的动力源．



(a) 有轨电车



(b) 高速电动列车



(c) 电动自行车

图 16-35　电动交通工具



1. 试说明直流电动机的工作原理．

2. 某直流电动机模型不能正常运转，小明认为可能是磁体的磁性太弱或者是换向器与电刷接触不良造成的．试说明他应该如何排除这些故障．

微信公众号：电子课本大全



五、电磁感应　发电机



电磁感应现象

活动　16.9　观察“磁生电”现象

1. 观察微型电扇的结构，如图16–36所示．



图16–36



图16–37

2. 如图16–37所示，在微型电扇的插头处接一个发光二极管，用手旋转叶片，你发现了什么？

3. 用手指捏住插头的两个插脚，旋转叶片，你有什么感觉？

4. 上述实验现象说明了什么？

利用磁场产生电流的现象叫作电磁感应（electromagnetic induction）现象，电磁感应产生的电流叫作感应电流（induction current）．

1822年，英国物理学家法拉第（Michael Faraday，1791—1867）开始进行“磁生电”的探索，经过近10年的不懈努力，他终于在1831年发现了电磁感应定律．

微信公众号：电子课本大全

活动　16.10　探究感应电流产生的条件

装　置

将导体*AB*、开关、小量程电流表和蹄形磁体按照图16–38组装起来．

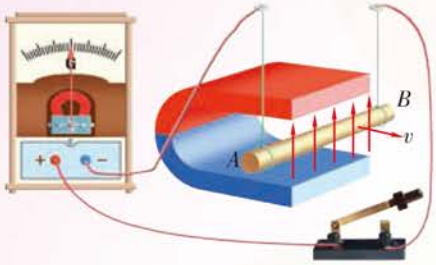


图16–38　感应电流产生的条件

信息快递

小量程电流表俗称灵敏电流计．借助小量程电流表可以检测出从几十微安到几毫安的微弱电流．

实　验

1. 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件．

（1）让导体*AB*静止在磁场中，闭合开关，观察回路中是否有感应电流产生．

（2）在电路闭合时，让导体*AB*分别沿磁场方向运动和做切割磁感线运动，观察回路中是否有感应电流产生．

把观察到的现象记录在表格中．

导体*AB*在磁场中的运动情况	是否有感应电流
静止	
沿磁场方向运动（不切割磁感线）	
切割磁感线运动	

根据观察到的现象，你能否总结出导体在磁场中运动时产生感应电流的条件？

信息快递

可将导体*AB*想象成一把刀，若它运动时与磁感线相交，则切割磁感线，否则不切割磁感线．

2. 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的方向．

（1）猜一猜，可以通过什么方法改变感应电流的方向？

微信公众号：电子课本大全



（2）试一试，磁场方向或导体AB的运动方向改变时，感应电流的方向会改变吗？

通过实验可知，**闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，电路中就会产生感应电流**．感应电流的方向与磁场方向和导体运动的方向有关．

发电机

发电机（electric generator）►►(p.57)是当代社会中最重要的电源，它是利用电磁感应原理发电的．

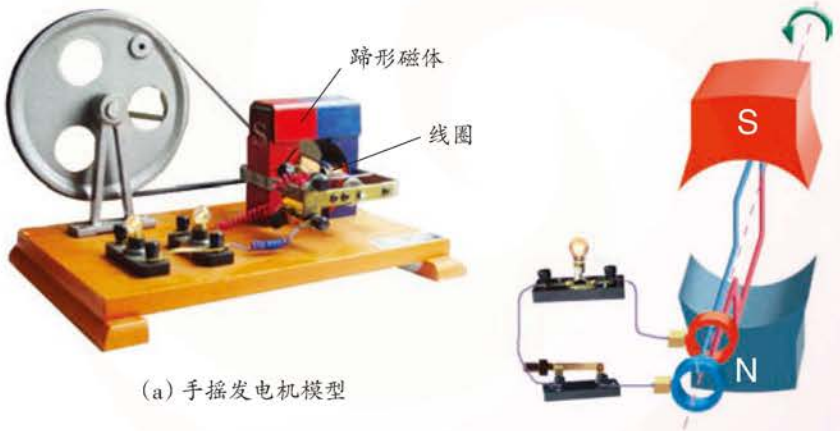


图16–39　汽轮发电机组



图16–40　水轮发电机组

活动　16.11　观察手摇发电机发电



（a）手摇发电机模型

（b）手摇发电机工作原理图

图16–41

手摇发电机主要由磁体和可以转动的线圈等组成．

1. 摇动手柄时，你观察到什么现象？这说明什么问题？

2. 将小灯泡换成小量程电流表，缓缓地摇动手柄，你发现了什么现象？说明了什么问题？

微信公众号：电子课本大全

线圈在磁场中转动时，产生的感应电流的大小和方向随时间发生周期性变化，这种电流叫作交变电流（alternating current）．我们日常生活中使用的交变电流每秒钟完成50个周期性变化．

从能量转化的角度看，发电机是一种将机械能转化为电能的装置．在发电的过程中，由于线圈存在电阻以及转动系统存在摩擦，因此还有部分能量转化为内能．

信息快递

交流发电机►►(p.58)的线圈在转动过程中，线圈中电流的大小和方向重复发生相同的变化，这种变化叫作周期性变化．

生活·物理·社会

电从发电厂到千家万户

电能在工农业生产、城市建设和人们的日常生活中占据极为重要的地位．这是因为电能具有易于产生、传输、分配、控制、计量等优点．从电能的产生到应用包含着一系列能量的转化和传输过程．

发电厂把自然界蕴藏的某种形式的能量（如燃料的化学能、水流的机械能、太阳能、原子能等）转化成电能．为了充分、合理地利用自然资源，减少燃料运输以降低发电成本，火力发电厂一般建在燃料产地或交通运输方便的地方，而水力发电站通常建在水力资源丰富的江河、水库等地方．

对于遍布各地、远离发电站的电能用户，需要远距离送电．例如，位于湖北省宜昌市境内长江干流之上的长江三峡水电站，共安装了32台7×10^5 kW的水轮发电机，年发电量约1×10^{11} kW·h，约占全国水力发电总量的20%．为了把电能输送到东部地区，必须架设很长的输电线路．

受绝缘材料的限制，大型发电机产生的电压通常为几千伏到几万伏，以这种电压输送电能，在线路上损失的电能就会很多．所以，发电厂先利用变压器►►(p.58)把电压升高到几十万伏后送到交流电网上；高压输电线把电能输送到用电地区的变电站；变电站进行若干次降压，将电压降至220 V供家庭用户使用，如图16–42所示．利用高压进行远距离输电可以大大减少电能在输送线路上的损失．

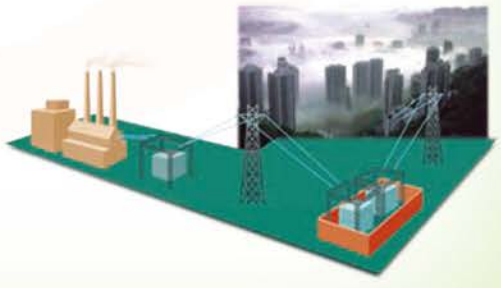


图16–42　电能传输示意图

微信公众号：电子课本大全

1. 电能的来源比较广泛，试通过具体实例说明自然界中有哪些形式的能可以转化为电能．

2. 如图 16–43 所示是一种手摇发电的手电筒，当沿图中箭头方向来回摇动时，灯泡就能发光．这个手电筒壳体透明，可以清晰地看到里面有线圈．摇动时，可以感觉到有一个物块在来回运动．这个来回运动的物块是什么？你作出猜想的依据是什么？



图 16–43

3. 自制交流发电机模型．

用漆包线绕成一个宽约 1.5 cm、长约 2 cm、匝数约 10 匝的矩形线圈，将线圈两端的导线拉直，留出约 1 cm 长，用刀片将漆刮掉，作为转动轴．将线圈放在支架上，在它下面放一块小磁体．这样，一个最简单的发电机就做成了．如图 16–44 所示，用纸做一个小风车固定在转动轴上，将小发电机与小量程电流表相连，使小风车转动，观察小量程电流表的指针是否偏转．

描述这台小发电机在发电过程中能量是如何转化的．

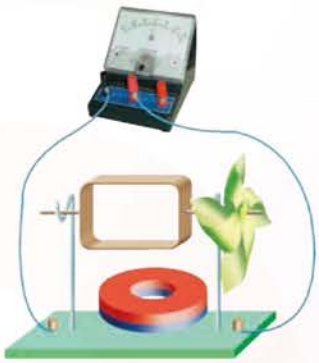


图 16–44　发电机模型

小结与评价

知识梳理

磁体与磁场

磁体周围存在磁场．磁场能使某些物质磁化．磁极间通过磁场发生相互作用．

可以用小磁针显示磁场的方向．

描述磁场的带箭头的假想曲线叫作磁感线．在磁体外部，磁感线从磁体的 N 极出发，回到 S 极．磁感线上任意一点的切线方向就是该点的磁场方向．

磁感线分布越密的地方磁场越强，磁感线分布越疏的地方磁场越弱．

微信公众号：电子课本大全

电流的磁场

通电导体周围存在磁场.

通电螺线管外部的磁场与条形磁体周围的磁场相似,它磁极的极性可以用安培定则来判定.

磁场对电流的作用　电动机

磁场对电流有力的作用,其方向与电流方向、磁场方向有关.

电动机是利用磁场对电流作用的原理工作的.

直流电动机安装换向器的目的是改变线圈中的电流方向,使线圈能持续转动.电动机工作时,把电能转化为机械能.

电磁感应　发电机

闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时,导体中就会产生感应电流.

发电机是利用电磁感应原理发电的,它将机械能转化为电能.

反思与评价

1. 电与磁之间看上去没有什么关系,我们是怎么知道电与磁是有联系的?可以从哪些方面说明电与磁有联系?

2. 我们是怎么知道通电螺线管外部的磁场与条形磁体周围的磁场相似的?可以用什么来描述磁场的特点?

3. 比较"观察磁场对通电直导线的作用"和"探究感应电流产生的条件"两个活动,它们在实验装置、实验步骤、实验结论上有什么异同?从能量转化的角度上看,它们有什么不同?试用表格列出来.

信息库

▶▶磁性

能够吸引铁、钴、镍等物质的性质称为磁性,它是物质的一种属性.安培认为:在原子、分子或分子团等物质微粒内部存在着一种环形电流,即分子电流.分子电流的磁场相当于一个小磁针的磁场,如图16-45所示.物质被磁化前,一个个小磁针杂乱无章地排列,对外不显磁性;物质被磁化后,小磁针的指向趋于一致,对外显示出磁性.

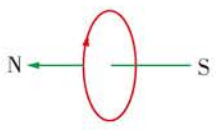


图16-45

微信公众号:电子课本大全



▶▶奥斯特的发现

1820年4月的一天，奥斯特在课堂上讲课时，突然想起过去在电流方向上寻找其磁效应都没有成功，是不是因为电流对磁体的作用可能是“横向”的而不是“纵向”的呢？于是，他把导线和磁针平行放置进行实验，接通电路后，果然发现导线附近的小磁针明显地摆向与导线垂直的方向．这正是他梦寐以求的！

为了进一步弄清电流对磁针的作用，奥斯特整整花了三个月时间，做了60多个实验：他把磁针放在导线的上方和下方，观察电流对磁针作用的方向；把磁针放在距导线远近不同处，观察电流对磁针作用的强弱；把玻璃、金属、木头、石块、松脂、水等放在磁针和导线之间，观察电流对磁针的作用是否受影响……

奥斯特的发现改变了长期以来人们把电与磁视为截然无关的现象的认识，揭示了电与磁的联系，拉开了研究电磁间本质联系的序幕．

▶▶最早的发电机

电磁感应现象的发现激励着法拉第进一步去发明能够产生持续电流的机器——发电机．法拉第认为，金属圆盘可以看成是由无数根长度等于圆盘半径的导线组成的．如果使金属盘在磁极间不断转动，每根导线都在做切割磁感线运动，便能产生持续的电流．



图16–46　法拉第

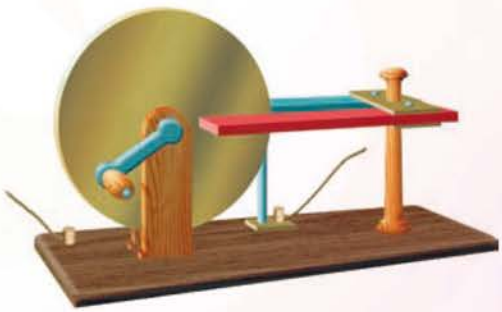
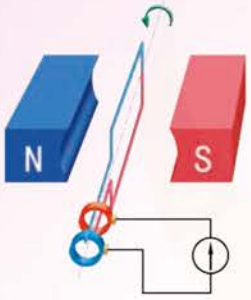


图16–47　最早的发电机模型

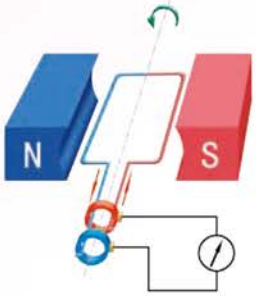
1831年10月，法拉第终于把构想变成了现实．这实际上是现代直流发电机的雏形．据说当时他展出这台发电机时，有人不以为然地问道：“这玩意儿有什么用呢？”法拉第机智地反问：“新生的婴儿又有什么用呢？”历史表明，法拉第的这一重大发明为人类步入电气化时代作出了重大贡献．

微信公众号：电子课本大全

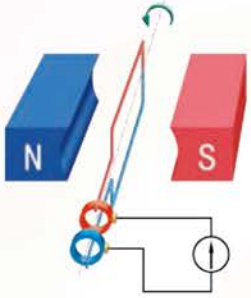
▶▶交流发电机的工作原理



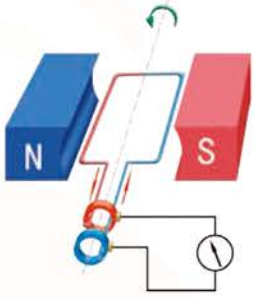
(a) 线圈平面与磁感线垂直时，线圈中的电流为零；当线圈越过此位置后，线圈中开始产生感应电流



(b) 线圈平面与磁感线平行时，线圈中的感应电流达到最大



(c) 线圈平面与磁感线再次垂直时，线圈中的电流又为零；线圈越过此位置后，线圈中开始产生方向相反的感应电流



(d) 线圈平面与磁感线再次平行时，线圈中反方向的感应电流达到最大

图 16–48　交流发电机的工作原理

▶▶变压器

我国供电系统提供的民用交流电压为 220 V，动力电路的交流电压为 380 V，而不同的用电设备需要的电压是不同的．例如，机床上的照明灯需要 24 V 的电压；交流电动机通常需要 380 V 的工作电压；电视机内部的电子电路只需要 12 V 的电压，而显像管的工作电压却需要几万伏．



图 16–49　变压器

为了使各种用电器正常工作，需用变压器来改变电压．

变压器是利用电磁感应来改变交流电电压的．它能将输入变压器的电压升高（升压变压器），也可以将输入变压器的电压降低（降压变压器）．但是，变压器不能改变直流电的电压．

微信公众号：电子课本大全

物理



微信公众号：电子课本大全