



义务教育教科书

# 物理

九年级 上册



上海科学技术出版社  
广东教育出版社

# 目 录

## 第十一章 机械功与机械能

- 11.1 怎样才叫做功····· 2
- 11.2 怎样比较做功的快慢····· 7
- 11.3 如何提高机械效率····· 11
- 11.4 认识动能和势能····· 14



## 第十二章 内能与热机

- 12.1 认识内能····· 22
- 12.2 热量与热值····· 26
- 12.3 研究物质的比热容····· 31

- 12.4 热机与社会发展····· 36



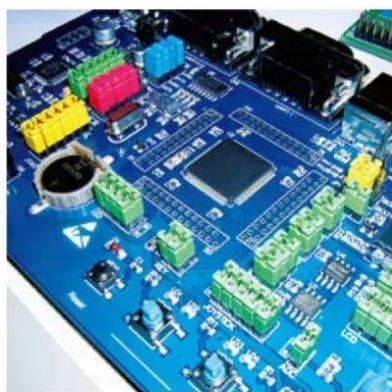
## 第十三章 探究简单电路

- 13.1 从闪电谈起····· 43
- 13.2 电路的组成和连接方式····· 48
- 13.3 怎样认识和测量电流····· 55
- 13.4 探究串、并联电路中的电流·· 60
- 13.5 怎样认识和测量电压····· 63
- 13.6 探究串、并联电路中的电压·· 68



## 第十四章 探究欧姆定律

- 14.1 怎样认识电阻 ..... 72
- 14.2 探究欧姆定律 ..... 78
- 14.3 欧姆定律的应用 ..... 84



## 第十五章 电能与电功率

- 15.1 电能与电功 ..... 88
- 15.2 认识电功率 ..... 91
- 15.3 怎样使用电器正常工作 ..... 95
- 15.4 探究焦耳定律 ..... 98



# 第十一章

## 机械功与机械能

- 11.1 怎样才叫做功
- 11.2 怎样比较做功的快慢
- 11.3 如何提高机械效率
- 11.4 认识动能和势能

在机械世界里  
不分简单、复杂  
不论粗糙、精美  
巧妙的构思  
精细的制作  
省力和省距离  
始终不可兼得

机械的金科玉律  
谁也无法违背





# 11.1

## 怎样才叫做功



(a) 用力推汽车，没有推动



(b) 用力搬石头，没有搬起

图11-1 人用了力，但没做功

物理学中的“做功”与日常生活中所说的“做工”有着不同的含义。

在如图11-1所示的实例中，推车车不动，搬石头未起。人虽竭尽全力、大汗淋漓，但从物理学的角度看，人却没有做功！

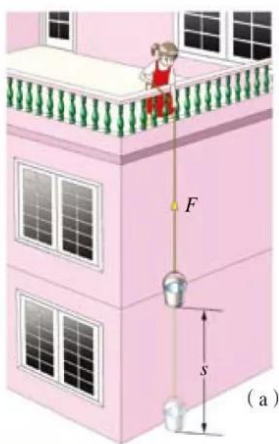
那么，究竟怎样才叫做功呢？

### 怎样才叫做功

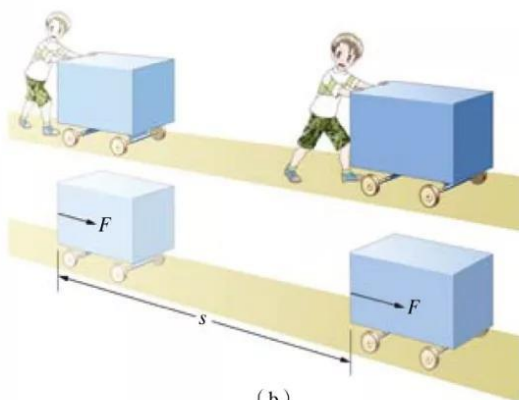


#### 活动1 找找共同点

图11-2中的两位同学正在做功。请仔细分析他们的活动，找出两者的共同点。



(a)



(b)

图11-2 物理学中做功的实例

在图11-2(a)中,小桶在拉力 $F$ 的作用下,沿力的方向上升了一段距离 $s$ ;在图11-2(b)中,小车在水平推力 $F$ 的作用下,沿力的方向水平移动了一段距离 $s$ 。这两者的共同点是,物体在作用力的方向上移动了一段距离。

物理学中规定,作用在物体上的力,使物体在力的方向上移动一段距离,就说这个力对物体做了机械功(mechanical work),简称做了功(work)。

你能说出做功包含的两个必要因素吗?

做功的两个必要因素是:作用在物体上的\_\_\_\_\_和物体在\_\_\_\_\_的方向上通过的\_\_\_\_\_。

这两个因素中,缺少任何一个都不算做功。在如图11-1所示的情况中,虽然有力作用在物体上,但物体在力的方向上没有移动,因此力对物体没有做功。



## 活动2

### 力对物体做了功吗

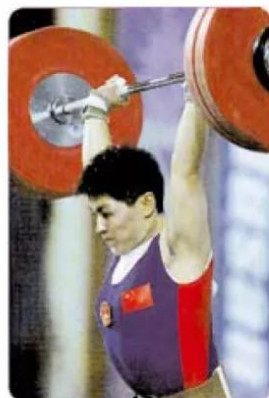
在图11-3的示例中,哪种情况力做了功?哪种情况力没有做功?为什么?



(a) 小鸟将虫子从地里叼起来



(b) 人将油桶推到仓库中



(c) 举重运动员举着杠铃不动

图11-3 做功了吗

研究力做功的问题时,还要明确谁施力、谁受力,即谁对谁做功。

## 怎样测算功

在生产和生活实际中，人们不但要判断力对物体是否做功，而且还要计算力对物体做了多少功。

物理学中规定，力对物体做的功等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积，即

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距离}$$

如果用 $W$ 表示功， $F$ 表示力， $s$ 表示物体在力的方向上移动的距离，则

$$W = \underline{\hspace{2cm}}$$

在国际单位制中，力的单位是牛(N)，距离的单位是米(m)，功的单位就是牛·米(N·m)。功的单位有一个专门的名称叫做焦耳(joule)，简称焦，符号为J。这是为了纪念英国物理学家焦耳(J. P. Joule, 1818—1889)而命名的。



图11-4 焦耳

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$



用手匀速托着两个鸡蛋升高1 m (图11-5)，手对鸡蛋做的功大约是多少焦？

图11-5 手托鸡蛋上升“做功”



### 活动3 怎样正确地计算功

人拉着重为2 000 N的车子沿水平方向前进了5 m(图11-6)。有同学认为,在这个过程中,人做的功是 $W=Fs=2\,000\text{ N}\times 5\text{ m}=10\,000\text{ J}$ 。他的算法对吗?如果不对,错在哪里?

在这个例子中,要计算出人拉车的力所做的功,还必须知道什么条件?为什么?

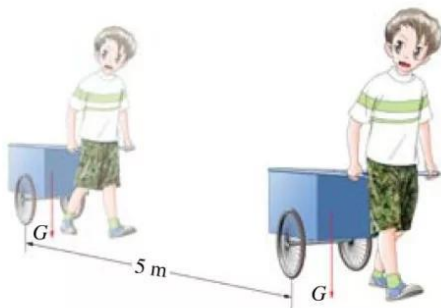


图11-6 人拉车做功

**例题** 如图11-7所示,某人用沿斜面向上的力 $F=100\text{ N}$ ,把木箱沿斜面推到2 m高处。斜面长4 m,这个人做了多少功?

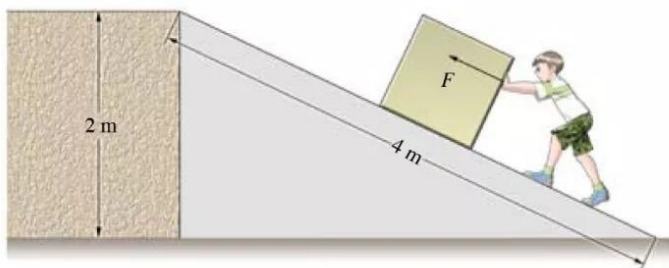


图11-7 人沿斜面推木箱做功

分析:题目中标示出了两个距离,哪一个是计算人做功需要测得的距离 $s$ 呢?根据规定,功等于力与物体沿力的方向移动的距离的乘积。这个人的推力是沿斜面向上的,因此距离应取斜面的长度。

已知:  $F=100\text{ N}$ ,  $s=4\text{ m}$ 。

求:  $W=?$

解:  $W=Fs=100\text{ N}\times 4\text{ m}=400\text{ J}$ 。

答:这个人做了400 J的功。



## 机械功原理

物理学中功的概念，最早是从人类使用和研究机械的过程中产生的。

人们使用机械工作时，有时可以省力，有时可以省距离。研究表明：省力的机械必然费距离；省距离的机械则一定费力；既省力又省距离的机械是不存在的。也就是说，使用任何机械都不能省功。这就是**机械功原理** (mechanical work theorem)。机械功原理对机械的研制和使用具有重要的指导意义，在历史上被誉为机械的金科玉律。



### 自我评价与作业



图11-8

4. 图11-9是一张出租车的发票，从中你能获得哪些信息？假如这辆出租车是在平直公路上匀速行驶，它的牵引力为 $3 \times 10^3 \text{ N}$ 。试问：该车的牵引力做了多少功？

1. 如图11-8所示，一名妇女推着童车轻松地前行；一名男士用很大的力推汽车，但汽车没有被推动。这两人谁做的功多？为什么？

2. 有一个装着矿石的矿斗，总质量是 $3.0 \times 10^3 \text{ kg}$ ，把它从井底匀速提到地面上做了 $4.41 \times 10^6 \text{ J}$ 的功。试问：该矿井有多深？

3. 一辆汽车在平直公路上匀速行驶160 m。在此过程中，汽车牵引力做功 $8.0 \times 10^4 \text{ J}$ 。这辆汽车的牵引力有多大？



图11-9



## 11.2

# 怎样比较做功的快慢

力做功时，不仅有多有少，而且有快有慢。在生产实践中，人们不仅要注意做功的多少，更要关注做功的快慢。

### 比较做功的快慢



#### 活动1 怎样比较做功的快慢

如图11-10所示，在比较使用起重机和滑轮做功的快慢时，两名同学各执一词。



(a) 用起重机吊起大件建筑材料



(b) 用滑轮吊起装修材料

图11-10 比较做功的快慢



起重机做功快，因为用起重机吊起大件建筑材料时，做的功多。



滑轮做功快，因为用滑轮吊起建筑材料时，用的时间短。

他们两人中，女生依据做功的多少来判断，男生依据时间的长短来判断。你的看法是怎样的？

## 认识功率

我们知道，在比较物体运动快慢时，不仅要看物体运动的距离，而且还要看所用的时间。同理，要比较做功的快慢，既要看做功的多少，还要看完成这些功所用的时间。

在物理学中，把做功的多少与所用时间的比叫做功率(power)，即

$$\text{功率} = \frac{\text{功}}{\text{时间}}$$

如果用 $P$ 表示功率， $W$ 表示功， $t$ 表示时间，则

$$P = \frac{(\quad)}{(\quad)}$$



图11-11 瓦特

在国际单位制中，功的单位是焦(J)，时间的单位是秒(s)，功率的单位就是焦/秒(J/s)。功率的单位有一个专门名称叫做瓦特(watt)，简称瓦，符号为W。这是为了纪念英国著名的发明家瓦特(J. Watt, 1736—1819)而命名的。

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

在工程技术上，常用千瓦(kW)作为功率的单位。

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



在图11-10中，图(a)所示的起重机吊起的建筑材料重2 000 N，高度为10 m，所用时间为40 s；图(b)所示的滑轮吊起的建筑材料重200 N，高度也为10 m，所用时间为20 s。它们做功的功率各是多少？哪个功率大？



### 活动2 比一比，谁的功率大

全班同学分成几组，每组选出男、女同学各一名，让他们以最快的速度

登上教学大楼的某一楼层（图11-12）。为了比较二人做功时的功率，你需要测量哪些物理量？怎样测量？

下表是某小组设计的记录表，请将你们小组的实验数据填写在记录表中。

姓名		
体重 $G/N$		
登楼的高度 $h/m$		
登楼的时间 $t/s$		
登楼做的功 $W/J$		
功率 $P/W$		

比一比，谁登楼的功率大？

讨论：两名同学功率不同的原因是什么？

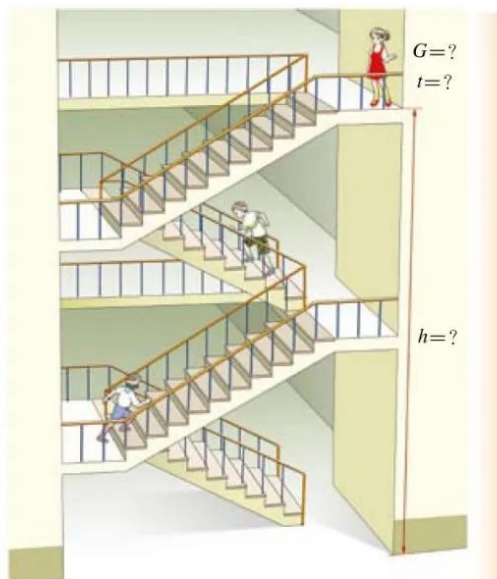


图11-12 谁的功率大



你知道吗



(a) 手扶拖拉机的功率约为15 kW



(b) 人跑步时的功率约为400 W



(c) 轿车发动机的功率约为100 kW

图11-13 你知道吗



## 自我评价与作业

1. 甲同学说：“功率大的机器做的功多。”  
乙同学说：“功率大的机器做功花的时间少。”  
他俩的说法对吗？为什么？

2. 如图11-14所示，举重运动员在0.8 s内将140 kg的杠铃从地上举到1.70 m的高度，他在这个过程中做功的平均功率是多少？

3. 小云想粗略地测算自己在单杠上做引体向上时所消耗的功率，如图11-15所示，他用尺量出握拳时手臂的长度，并测出自己连续做引体向上的次数和时间，填入下表。请在空格处补上相应的数据。



图11-14



图11-15

臂长 $l/m$	0.6
体重 $G/N$	500
做引体向上的次数	5
所做的功 $W/J$	
时间 $t/s$	12
功率 $P/W$	

4. 一台拖拉机的功率是25 kW，一头牛拉犁时的平均功率是0.3 kW。若这台拖拉机在4 h内犁田所做的功由这头牛来完成，则需要多长时间？



## 课外活动

请你在生产、生活实践中了解载重汽车、小汽车、拖拉机、起重机、推土机等机械的功率，并与同学进行交流。



## 11.3

# 如何提高机械效率

机械功原理告诉我们，使用任何机械都不能省功。不仅如此，人们还发现，使用机械时，对机械所做的功并不都是有用的，其中有一些是不得不做的额外功。

### 什么是有用功与额外功



#### 活动 1

#### 分析有用功与额外功

在如图 11-16 所示的两种机械做功的情况下，哪些功是我们需要的有用功，哪些功是不得不做的额外功？请与同学交流讨论。



图 11-16 有用功与额外功

(a) 用滑轮组提起重物

(b) 利用挖掘机挖掘、搬运泥土

在上述活动中，滑轮组和挖掘机提升重物所做的功，是我们需要的、有价值的功，叫做有用功，记作  $W_{\text{有用}}$ 。在这个过程中，动力对机械做的功叫做总功，记作  $W_{\text{总}}$ 。

任何机械本身都要受到重力的作用，而且机械在运行过程中，总存在着摩擦力。所以，当我们使用机械做功时，就必须克服机械自身部件的重力和摩擦力等做一定量的功。这部分对人们既无利用价值又不得不做的功，叫做额外功，记

作 $W_{\text{额外}}$ 。显然，在实际使用机械做功时，总功应等于有用功与额外功之和，即

$$W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$$

由于存在额外功，即 $W_{\text{额外}} > 0$ ，因此，总功必定大于有用功，即

$$W_{\text{总}} > W_{\text{有用}}$$

## 什么是机械效率

使用机械做功时，有用功在总功中占的比例越大越好，有用功占的比例大，说明机械工作的效率高。在物理学中，把有用功 $W_{\text{有用}}$ 与总功 $W_{\text{总}}$ 的比值，叫做机械效率（mechanical efficiency）。

如果用 $\eta$ 表示机械效率（常用百分率来表示），那么

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$$

机械效率是表征机械性能的重要指标。



机械效率的数值会等于或大于1吗？为什么？



### 活动2

#### 测算滑轮组的机械效率

(1) 选择器材，组装一个如图11-17所示的滑轮组，并用它来提升重物 $G$ 。

(2) 为了测算滑轮组工作时的机械效率，你需要测量哪些物理量？怎样测量？

(3) 进行实验（至少要做两次），并将测得的数据填写在后面的表格中。计算滑轮组工作时的机械效率。

(4) 改变物重 $G$ ，重复步骤(3)。

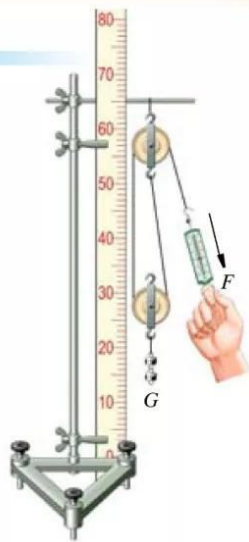


图11-17 测量滑轮组的机械效率

实验序号	物重 G/N	弹簧测力计示数 F/N	提升重物的高度 h/m	绳子自由端移动的距离 s/m	动力对滑轮组做功 $W_{\text{总}}/\text{J}$ ( $W_{\text{总}} = Fs$ )	滑轮组对重物做功 $W_{\text{有用}}/\text{J}$ ( $W_{\text{有用}} = Gh$ )	机械效率 $\eta$ ( $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$ )
1							
2							
3							
4							

想一想：用同一滑轮组提升不同重物时的机械效率相同吗？为什么？

有关资料表明，起重机的机械效率是40%~50%，滑轮组的机械效率是50%~70%，水泵的机械效率是60%~80%。

现代社会是节约型社会，要讲究提高效率，力求以尽可能少的消耗，取得尽可能多的效益。这样做不仅有巨大的经济意义，也是科学发展观的一个重要方面。

提高机械效率的主要办法是改进机械结构，使其更合理、更轻巧。此外，按照技术规程操作，定时保养，使机械始终处于良好的运转状态，对于保持和提高机械效率也有着重要作用。



### 自我评价与作业

1. 通过学习发现，使用机械不仅不能省功，而且还必须做一定量的额外功。那么，请你评述一下使用机械还有什么价值。

2. 机械效率越高的简单机械必定是（ ）。

- A. 越省力                      B. 越省功  
C. 有用功越多                D. 有用功占总功的比例越大

3. 一个人利用如图11-18所示的滑轮组提起一个重2 400 N的重物，所用的拉力是500 N，绳子自由端被拉下4 m。下列说法正确的是（ ）。

- A. 总功是9 600 J，机械效率是21%  
B. 有用功是1 200 J，机械效率是60%  
C. 有用功是2 400 J，机械效率是83%  
D. 总功是2 000 J，机械效率是50%

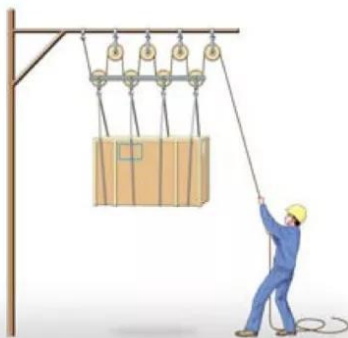


图11-18



4. 某人通过滑轮组把重720 N的货物提升10 m，此时滑轮组的机械效率为60%，求这个过程中此人所做的总功。

5. 请你利用实验室里的器材组装一个滑轮组，用它提升质量不同的重物，测算各种情况下这个滑轮组的机械效率。请根据实验结果和体会，谈谈怎样在安全、有效的前提下，提高使用机械的机械效率。



## 11.4

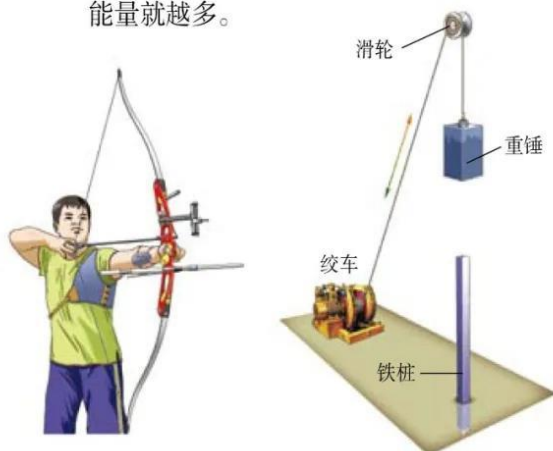
## 认识动能和势能

### 什么是能

如图11—19所示，发生形变的跳板、被拉开的弓、举高的重锤、流动的水，都能对其他物体做功。物体能够对别的物体做功，我们就说这个物体具有能量或能（energy）。物体能够做的功越多，它具有的能量就越多。

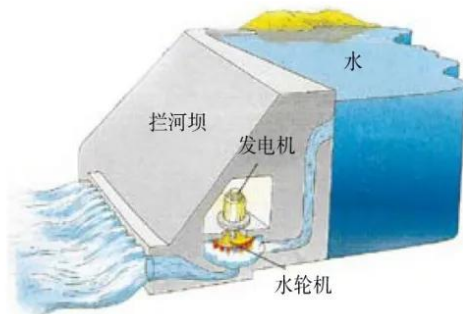


(a) 发生形变的跳板能使运动员弹起



(b) 被拉开的弓能使箭射出

(c) 升高的重锤能将桩打入土中



(d) 流动的水能推动水轮发电机发电

图11-19 认识能量

能的单位就是功的单位，在国际单位制中，功的单位是焦（J），能的单位也是焦（J）。



图11-20 利用风能发电

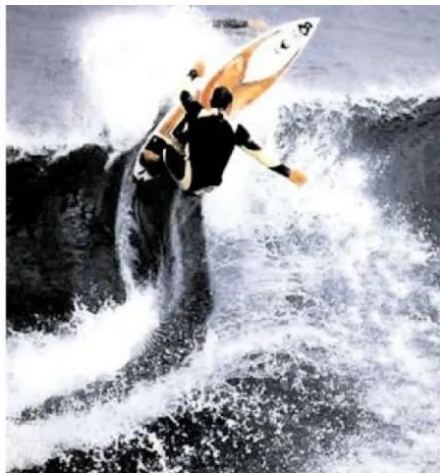


图11-21 利用海水的能做冲浪运动

## 动能的大小跟哪些因素有关

运动的球、流动的水和空气等都能对其他物体做功，说明运动着的物体具有能。

物体由于运动具有的能叫做动能（kinetic energy）。动能的大小跟哪些因素有关呢？



### 活动1 探究动能的大小跟哪些因素有关

(1) 按照图11-22所示的情况做实验，并回答有关问题。

让小球分别从斜面上A处和B处滚下 [图11-22(a)]，比较它们在平面上运动速度的大小。

然后让同一小球分别从A处和B处滚下 [图11-22(b)]，看看哪种情况下小球将纸盒推得更远。这说明了什么？由此你能得到什么结论？

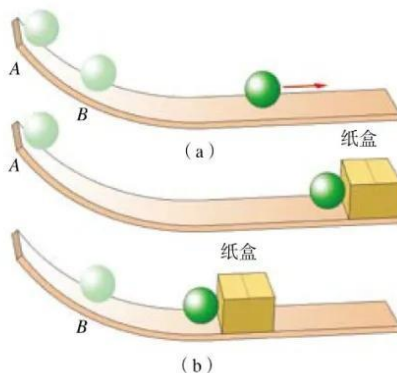


图11-22 探究物体的动能与其速度的关系

质量相同时，速度\_\_\_\_\_的物体能做的功多，表明它具有的动能\_\_\_\_\_。

(2) 按图11-23所示的情况做实验，并回答有关问题。

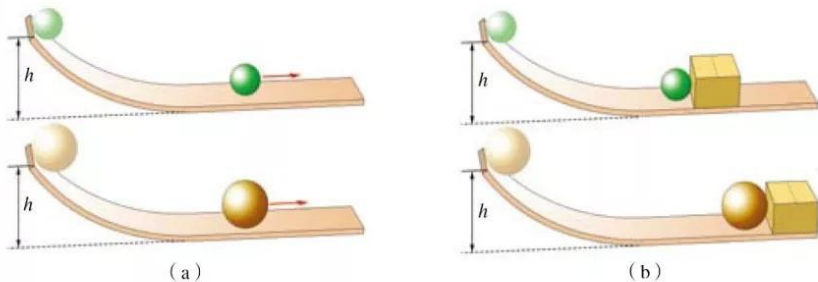


图11-23 探究物体动能与其质量的关系

让不同质量的小球先后从斜面上同一高度处滚下 [图11-23(a)]，看看它们在平面上运动速度的大小怎样。

然后让这两个小球从斜面上同一高度处滚下 [图11-23(b)]，看看哪个小球将纸盒推得更远。由此又能得到什么结论？

速度相同时，质量\_\_\_\_\_的物体能做的功多，这表明它具有的动能\_\_\_\_\_。

通过以上实验知道：物体的动能跟质量和速度有关，速度越大，质量越大，它具有的动能就越大。



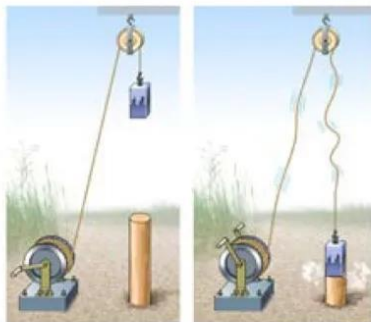
想一想



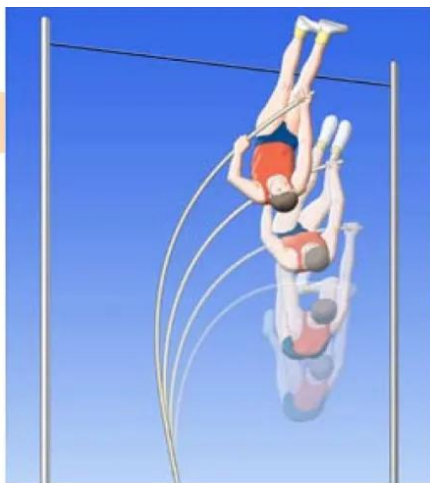
以同样速度行驶的列车和小汽车 (图11-24)，哪个动能大？假如发生交通事故，哪个导致的后果更严重？为什么？

图11-24 谁的动能大

## 势能的大小跟哪些因素有关



(a) 被升高的重锤能对木桩做功



(b) 变形的撑杆能对运动员做功

图11-25 重力势能与弹性势能

被举高的物体能对别的物体做功，这说明被举高的物体具有能。物理学中把被举高的物体具有的能叫做**重力势能** (gravitational potential energy)。

拉紧的弓、变形的撑杆也都能做功，这说明发生弹性形变的物体也具有能。物体发生弹性形变而具有的能叫做**弹性势能** (elastic potential energy)。

重力势能和弹性势能统称为**势能** (potential energy)。



### 活动2

#### 探究重力势能的大小跟哪些因素有关

如图11-26所示，让高处的重物下落，将小木桩打入沙中。

(1) 先让同一个重物从不同的高度落下，打击小木桩，观察和比较小木桩被打入沙中的深度。由此你能得到什么结论？

(2) 用质量不同的物体分别从同一高度落下，打击小木桩，观察和比较小木桩被打入沙中的深度，你又能得到什么结论？

物体被举得越\_\_\_\_\_，质量越\_\_\_\_\_，它具有的重力势能就越大。

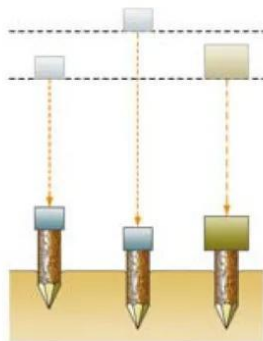


图11-26 探究重力势能

大量事实和实验研究表明：物体的位置越高，质量越大，它具有的重力势能就越大；弹性物体的弹性越强，形变越大，它具有的弹性势能就越大。

## 机械能的转化

在许多情况下，物体既具有动能，又具有势能。例如，在空中飞行的飞机既有动能，又有重力势能；又如，摆球在摆动时，同样既有动能，又有重力势能。物体的动能和势能统称为机械能（mechanical energy）。那么，动能与势能是否可以相互转化呢？



### 活动3

#### 研究动能与势能的转化

##### A. 探究摆球的动能与势能的转化

如图11-27所示，将小球拉到点A处，然后释放。仔细观察小球摆动的情況；比较小球在点A、B和中间点C的势能和动能的情况。这个实验说明：

物体具有的动能与势能是可以\_\_\_\_\_的。

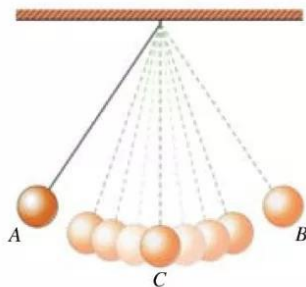
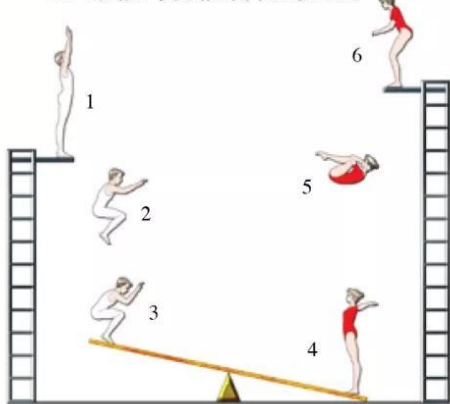


图11-27 摆球动能与势能的转化

##### B. 动能与势能转化的应用



(a) 在跳板表演中，杂技演员们的动能与势能是怎样相互转化的



(b) 在玩蹦蹦床的过程中，人的动能与势能是怎样相互转化的

(c) 游乐场中的过山车沿轨道运动时，动能与势能是怎样相互转化的



图11-28 动能与势能相互转化

你还能举出日常生活中动能与势能相互转化的事例吗？

在图11-27所示的实验中，我们看到，摆球每次上升达到的高度都比前一次要低些，这是什么原因呢？

原来，这是由于存在着空气阻力的作用，使摆球每次上升的高度和到达最低点处的速度都逐渐减小，这说明摆球的机械能减少了。

科学家通过大量的实验事实归纳出一个结论：**物体的动能与势能是可以互相转化的；有摩擦等阻力时，在动能与势能的相互转化中，机械能会减少。**

机械能与其他形式的能之间也可以相互转化。水力发电是水的机械能转化为电能；电动机工作时，是电能转化为机械能。



你还能举出机械能与其他形式能相互转化的事例吗？



### 自我评价与作业

1. 图11-29是某市轨道交通车站的示意图，站台略微高于路面，与站台连接的进站、出站的轨道均有一个小坡度。请你分析一下，这种设计对于节能降耗的好处。



图11-29



图11-30

2. 高速公路上都有限制汽车速度的标志(图11-30), 想一想这样做的原因是什么。

3. 现代化的汽车制造厂在汽车正式投产前, 都要进行碰撞试验, 以检测汽车的性能。图11-31所示的是汽车碰撞试验的过程。在撞墙后, 汽车的动能到哪里去了? 你能说说进行这项试验的技术意义吗?

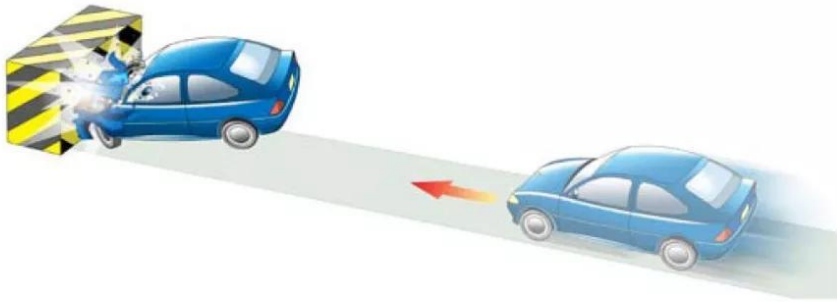
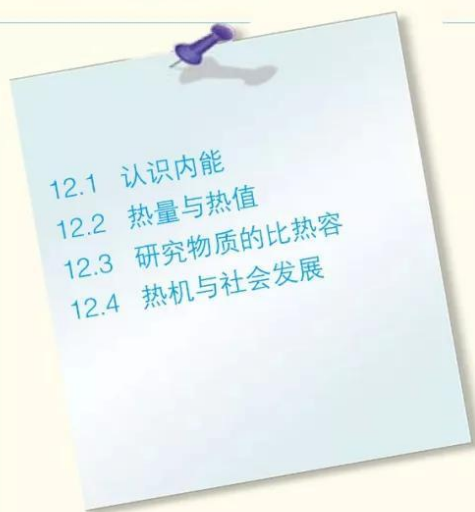


图11-31

4. 请参考图11-19(d), 分析在水力发电过程中, 能量是怎样转化的。

# 第十二章

## 内能与热机



钻木取火的闪光  
映射出热的奥秘  
蒸汽推动的浪潮  
成就了热力学的辉煌

技术—物理  
物理—技术  
两个巨大的车轮  
加速着人类文明的进程







## 12.1 认识内能

现代生活已离不开汽车、火车、轮船、飞机等交通工具。你是否想过，驱动这些交通工具做功的能量是从哪里来的呢？原来，许多交通工具的能量来自于燃料燃烧时释放出的内能。那么，什么是内能呢？

### 什么是内能

我们知道，物体是由大量分子组成的，分子在不停地做无规则的运动，分子之间存在着相互的作用力。

那么，分子有能量吗？有！这可以用图12-1所示的类比来说明。

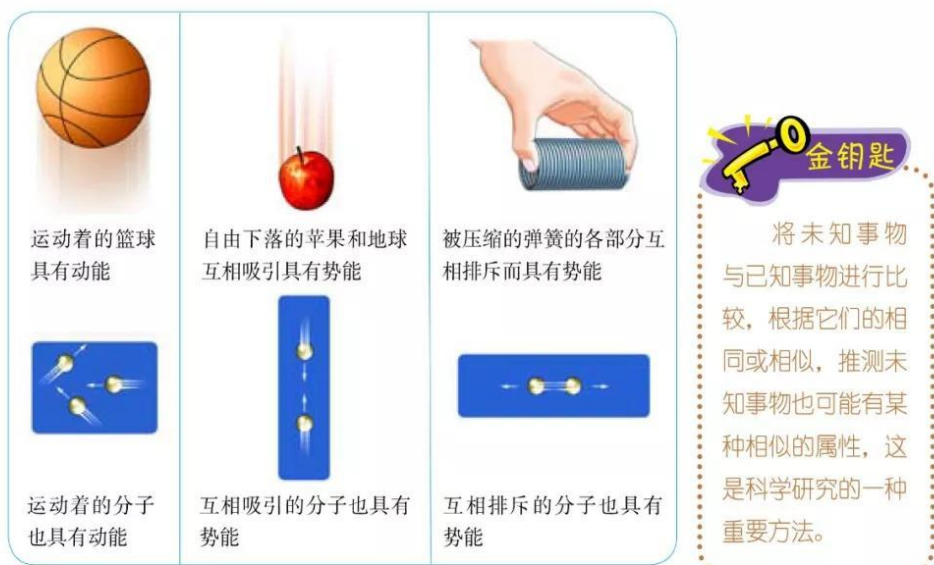


图12-1 分子具有能

在物理学中，把物体内所有的分子动能与分子势能的总和叫做物体的内能 (internal energy)。

一般来说，物体的温度越高，表明分子的无规则运动越剧烈，物体的内能

就越多；反之，物体的温度越低，内能就越少。



(a) 炽热的钨丝温度高达 $2\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，它具有的内能比常温时多



(b) 液态空气的温度为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，它具有的内能比常温时少

图12-2 温度与内能

## 怎样改变物体的内能

观察图12-3(a)、(b)，想一想：可以通过怎样的途径来改变物体的内能？



(a) 用钻头在金属块上钻孔时，钻头和金属块会发热，这是通过做功来改变物体的内能



(b) 在橙汁中放入冰块，温度会发生变化，即内能发生变化，这是通过热传递来改变物体的内能

图12-3 改变物体内能的两种方式

上述事例表明，做功和热传递都可以改变物体的内能。下面通过实验作进一步的探究。



### 活动1

#### 用做功的方式改变物体的内能

观察图12-4(a)、(b)，并讨论下面的问题。

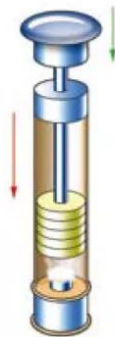
(1) 在图(a)中，把刀放在磨刀石上打磨时，刀和磨刀石的温度升高，内

能增加。这说明，通过\_\_\_\_\_的方式可以改变物体的内能。

(2) 在图 (b) 中，一个厚壁筒里放有一块浸透乙醚的棉花球，用力把活塞迅速向下压，棉花球会立即燃烧起来。你能用功和能的观点解释这个现象吗？



(a) 刀在磨刀石上摩擦后温度升高



(b) 压缩气体做功使气体温度升高

图12-4 通过做功改变物体的内能



## 活动2

### 用热传递的方式改变物体的内能

我们知道，热传递有传导、对流和辐射三种方式。请讨论下面的问题。

(1) 如图 12 - 5 所示的三种情况各是通过哪种方式改变物体 (水) 内能的？



(a) 酒精灯燃烧时，使热从金属棒的一端传至另一端，从而使水的温度升高，内能增加



(b) 烧水时，热从壶底的水传向壶内各处，从而使水的温度升高，内能增加

(c) 阳光将太阳能传至地球上，水吸收太阳能，从而温度升高，内能增加

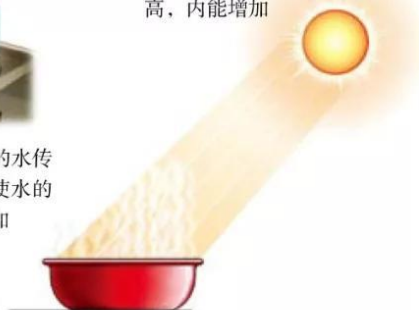


图12-5 通过热传递改变物体的内能

(2) 列举日常生活中通过热传递改变物体内能的事例。

用热传递的方式来改变物体的内能，就是一个物体的一部分内能转移到另一个物体，或者是内能从同一物体的高温部分转移到低温部分。

综上所述，改变物体内能的方式有两种：**做功和热传递**。这两种方式对于改变物体的内能是等效的。内能的单位与功的单位一样，也是焦(J)。



在一个小金属筒里盛些水，要使水的内能增加，你可以采取哪几种方式？说说你的实验方案。

如果只知道水的温度升高，而没有看到改变内能的方式和过程，你能判断出是哪一种方式使水温升高的吗？为什么？



### 自我评价与作业

1. 仔细观察图12-6中甲、乙两杯水，下列说法正确的是( )。
- A. 甲杯中水的内能多                      B. 乙杯中水的内能多
- C. 甲杯和乙杯中水的内能一样多      D. 无法判断



图12-6

2. 如图12-7所示，放在热汤中的金属勺子很快变得烫手，金属勺子的内能\_\_\_\_\_（选填“减少”、“不变”或“增加”），这是通过\_\_\_\_\_的方式改变了它的内能。

3. 太阳能热水器、电热水器和燃气热水器，它们分别是用什么方式来改变水的内能的？



图12-7



## 12.2 热量与热值

我们已经知道，热传递可以改变物体的内能。那么，怎样描述和量度热传递过程中物体内能改变的多少呢？

### 什么叫做热量

在物理学中，把物体在热传递过程中内能改变的多少叫做热量（heat）。当仅有热传递时，物体吸收热量，内能增加；放出热量，内能减少。

热量通常用符号 $Q$ 表示。在国际单位制中，热量的单位与内能的单位相同，都是焦（J）。一根火柴完全燃烧放出的热量约为 $10^3$  J。

我们从经验可知，对同一种物质来说，例如，水吸收或放出的热量跟水的质量和温度变化有关，它们之间存在怎样的关系呢？让我们通过实验来进行研究。

### 探究物体吸收或放出的热量



#### 活动1 探究水的吸热与其温度变化、质量的关系

实验器材：铁架台一个，酒精灯一盏，温度计一支，量筒一个，相同的烧杯几个，钟表一只。

##### A. 探究水的吸热与温度变化的关系

水吸收热量的多少可以根据加热时间的长短来粗略判定。根据这一思路，设计如图12-8所示的实验装置，烧杯中盛有100 mL（即100 g）的水。酒精灯对水加热后，选取一个温度作为起始温度开始计时，并将水每升高相同温度（例如 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）所用的时间记录在下表中。



图12-8 探究水的吸热与温度变化的关系

实验的起始温度为\_\_\_\_\_℃。

加热的 时间 $t/\text{min}$	升高的 温度 $\Delta t/^\circ\text{C}$	5	10	15	20	25	...
	水的质量 $m/\text{g}$	100					

实验中，当水升高的温度相同时，加热的时间基本相等，这表明，当质量一定时，水吸收的热量与升高的温度成\_\_\_\_\_。

### B. 探究水的吸热与水的质量的关系

根据活动要求，参考前面的实验，设计实验方案，画出记录表格，进行实验。

实验表明，当升高的温度相同时，水吸收的热量跟它的质量成\_\_\_\_\_。

想一想，你能用上面的实验装置，探究物体温度降低时所放出的热量与物体的质量、温度变化的关系吗？

进一步的研究表明，当物体温度升高或者降低时，它吸收或放出的热量与物体质量的大小、温度的变化多少成正比。

英国物理学家焦耳经过长期的实验研究得出：1 kg 纯水温度升高1℃时所吸收的热量是 $4.2 \times 10^3 \text{ J}$ ；1 kg 纯水温度降低1℃时所放出的热量也是 $4.2 \times 10^3 \text{ J}$ 。

## 燃料的热值

我们知道，煤、石油、天然气等燃料燃烧时，能放出热量。



木柴、煤等固体燃料



汽油、柴油等液体燃料



天然气等气体燃料

图12-9 各种燃料



### 想一想

你能列举出一些常见的燃料吗？它们分别属于上述燃料中的哪一类？

实验表明，质量相等的不同燃料，在完全燃烧时所放出的热量是不相等的。

例如，1 kg干木柴完全燃烧，能放出 $1.2 \times 10^7$  J的热量；而1 kg汽油完全燃烧，可以放出 $4.6 \times 10^7$  J的热量，几乎是干木柴的4倍。

在物理学中，把某种燃料完全燃烧时所放出的热量与燃料质量的比叫做这种燃料的热值，用符号 $q$ 表示，单位是J/kg。右表是几种燃料的热值。\*

知道了某种燃料的热值，就可以算出一定质量的这种燃料完全燃烧时所放出的热量。

如果用 $q$ 表示燃料的热值，用 $m$ 表示燃料的质量，那么燃料在完全燃烧时放出的热量 $Q$ 就可用下式进行计算

$$Q=qm$$



### 想一想

500 g汽油完全燃烧，可以放出多少热量？

燃料热值表

气 体	热值 $q / (J \cdot m^{-3})$
氢 气	$1.4 \times 10^8$
天然气	$3.3 \times 10^7 \sim 4.5 \times 10^7$
液化气	$4.9 \times 10^7$
煤 气	$1.8 \times 10^7$

液 体	热值 $q / (J \cdot kg^{-1})$
酒 精	$3.0 \times 10^7$
柴 油	$3.3 \times 10^7$
石 油	$4.4 \times 10^7$
汽 油	$4.6 \times 10^7$
煤 油	$4.6 \times 10^7$

固 体	热值 $q / (J \cdot kg^{-1})$
干木柴	$1.2 \times 10^7$
烟 煤	$2.9 \times 10^7$
焦 炭	$3.0 \times 10^7$
无烟煤	$3.4 \times 10^7$
木 炭	$3.4 \times 10^7$

在多数情况下，燃料不可能完全燃烧，因此，燃料燃烧时实际放出的热量往往少于根据热值计算出来的热量。另外，燃料燃烧放出的热量也不可能完

\*气体的热值等于气体完全燃烧时所放出的热量与气体体积的比，单位是J/m<sup>3</sup>。

全得到利用。例如，用煤炉烧水时，煤燃烧时放出的热量，一部分散失到空气中，一部分传给盛水的容器和炉子，被水吸收的只是煤燃烧放出热量中的一部分。普通的家用煤炉燃烧无烟煤，热效率只有15%；普通燃煤锅炉的热效率约为30%；现代化的锅炉，热效率可达90%左右。因此，改善燃烧条件，使燃料尽可能充分燃烧，同时尽可能减少各种热量损失，既可节约燃料，又可减少污染，保护环境。



## 活动2

### 怎样选择燃料

(1) 从燃料热值表所列出的固体、液体、气体燃料中，各找出一种热值最大的燃料，并说明它们的热值表示什么意思。

(2) 你家经常使用的是哪种燃料？估算一下，你家一个月需支付多少燃料费？采取哪些措施可以减少燃料费的支出？



## 信息浏览

### 西气东输

天然气是继煤和石油之后的第三大能源，而且是污染较少的能源。我国是世界上使用天然气最早的国家之一，也是天然气资源大国。我国的天然气主要分布在新疆等西部地区。为适应国民经济发展和改善环境的需要，国家动工建设“西气东输”工程。一线管道工程西起新疆塔里木盆地的轮南油田，东至上海，途经10个省（区、市），全长约4 000 km，于2004年建成投产。二线管道工程西起新疆霍尔果斯，南至香港特别行政区，途经14个省（区、市）和特别行政区，干线全长约5 000 km，新疆霍尔果斯至广州段于2011年建成投产，广州至香港特别行政区段于2012年12月建成。



## 自我评价与作业

1. 什么叫做热量？热量的单位是什么？



2. 下列说法中, 正确的是( )。

- A. 物体温度高时比温度低时含的热量多
- B. 温度从温度高的物体向温度低的物体传递
- C. 热量从温度高的物体向温度低的物体传递
- D. 热量从热量多的物体向热量少的物体传递

3. 15 kg的木炭完全燃烧时能放出多少热量? 200 g的酒精完全燃烧时能放出多少热量?



### 课外活动

#### 1. 炉灶和燃料

请你的长辈或社区中的老人, 介绍一下他们家里前后使用过哪几种炉灶和燃料, 它们各有什么特点。结合家用炉灶(或燃料)的变化, 试写一篇调查报告。

#### 2. 饮食与运动

请利用下表中提供的数据, 分析、讨论青少年的肥胖症与饮食、运动的关系, 为什么说过量饮食和为了“瘦身”而盲目节食, 对青少年的健康成长都不利?

青少年每天正常生活需要的热量

年 龄	男生每天正常生活所需的热量	女生每天正常生活所需的热量
13~15岁	$1.0 \times 10^7 \text{ J}$	$0.97 \times 10^7 \text{ J}$
16岁	$1.2 \times 10^7 \text{ J}$	$1.0 \times 10^7 \text{ J}$

几种食物被人体吸收后释放的热量

每克食物	热量 $Q / \text{J}$
淀 粉	$1.72 \times 10^4$
蛋 白 质	$1.76 \times 10^4$
脂 肪	$3.91 \times 10^4$

各项活动消耗 $3.8 \times 10^4 \text{ J}$ 热量所需的时间

活动项目	时间 $t / \text{min}$	活动项目	时间 $t / \text{min}$
睡眠	80	打乒乓球、排球	20
弹钢琴、打台球	35	打羽毛球、网球	15
铺床、扫地	30	长跑、爬山、打篮球、踢足球	10

有兴趣的同学可从网上查找到更详细的资料。

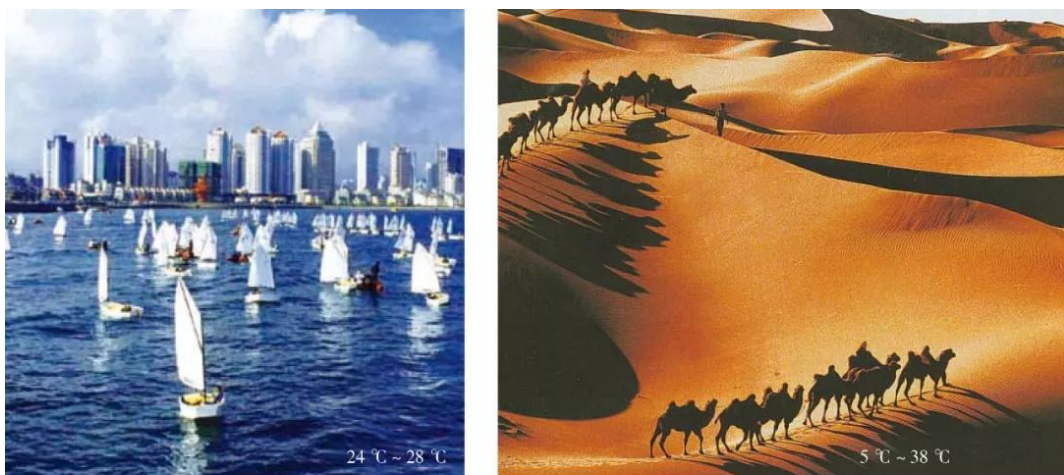


图12-10 在同一天内，同一纬度的某一沿海地区和某沙漠地区昼夜气温变化情况



## 12.3

### 研究物质的比热容

你经常看电视台的天气预报节目吗？你是否注意到，在同一天内，同一纬度的沿海地区和沙漠地区昼夜气温变化有什么不同？它们的“温差”为什么会如此悬殊？这里就涉及不同物质吸收、放出热量的性能等问题。

#### 探究物质的吸、放热性能

我们已经知道，同一种物质（如水）在质量相等、温度变化相同时，吸收或放出的热量相等。那么，不同物质（如水和砂石），在质量相等、温度变化相同时，它们吸收或放出的热量也相等吗？



#### 活动1 探究水和砂石的吸、放热性能

根据实验目的，取100 g水和100 g砂石（干燥的）作为研究对象，实验器材如图12-11所示，其中两个烧杯规格要相同，想一想，这是为什么？

用同一盏酒精灯对它们分别加热，同时搅拌砂石和水，使之受热均匀。观察在相同的加热时间(如1 min)内，它们温度升高的情况。



图12-11 探究水和砂石吸、放热性能的实验器材

请根据实验要求，拟定实验步骤，进行实验，并将实验数据填入记录表格中。

下表是供参考的实验数据记录表，你还可以根据需要自行设计表格。水和砂石的起始温度为\_\_\_\_℃。

升高的温度 $\Delta t/^\circ\text{C}$	加热的 时间 $t/\text{min}$	1	2	3	4	5	6	...
物质								
水								
砂石								

分析实验结果，想一想：质量相等的水和砂石，当它们升高的温度相同时，加热的时间长短是否相同？这个事实说明了什么？

由此可以得出：质量相等的不同物质，在升高相同的温度时，吸收的热量是\_\_\_\_\_（选填“相等”或“不相等”）的。

实验表明，物体温度升高时吸收的热量，不仅跟质量及升高的温度有关，还跟物质的种类有关。

为了比较不同物质在吸、放热性能上的差别，物理学中引入了比热容这个物理量。

## 什么是比热容

实验表明，单位质量的某种物质，温度降低 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 所放出的热量和它温度升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 所吸收的热量相等。

在物理学中，用比热容 (specific heat) 表示物质的吸、放热性能，比热容在数值上等于单位质量的某种物质，温度升高（或降低） $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 所吸收（或放出）的热量。比热容用符号 $c$ 表示，单位是 $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ，读作“焦每千克摄氏度”。

下表给出了一些常见物质的比热容。

一些物质的比热容

物 质	比热容 $c / [\text{J}\cdot(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})^{-1}]$	物 质	比热容 $c / [\text{J}\cdot(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})^{-1}]$
水	$4.2 \times 10^3$	铝	$0.88 \times 10^3$
酒 精	$2.4 \times 10^3$	干泥土	$0.84 \times 10^3$
煤 油	$2.1 \times 10^3$	铁、钢	$0.46 \times 10^3$
冰	$2.1 \times 10^3$	铜	$0.39 \times 10^3$
蓖麻油	$1.8 \times 10^3$	汞	$0.14 \times 10^3$
砂 石	$0.92 \times 10^3$	铅	$0.13 \times 10^3$

从表中数据可以看出，水的比热容比砂石的比热容大3倍多。显然，对于质量相等的水和砂石来说，在吸收相等热量的情况下，水的温度上升得少，而砂石的温度上升得多。

现在，你能解释在沿海地区昼夜气温变化不大，而在沙漠地区昼夜气温变化较大的现象了吗？

## 想一想

在日常生活中,既可以用水来取暖[图12-12(a)],也可以用水来降温[图12-12(b)],你能说明这是什么缘故吗?



(a)



(b)

图12-12 用水来取暖和降温



## 活动2

### 比较吸热相同时砂石与水的温度变化

假设有质量均为2 kg的砂石和水,都吸收了 $7.36 \times 10^4$  J的热量,那么它们升高的温度各是多少?

(1) 先从表中查出砂石的比热容,再由比热容概念可求得砂石升高的温度为:

$$\Delta t_{\text{砂}} = \frac{7.36 \times 10^4 \text{ J}}{0.92 \times 10^3 \text{ J / (kg} \cdot \text{°C)} \times 2 \text{ kg}} = 40 \text{ °C}。$$

(2) 请你用类似的方法,求出水升高的温度 $\Delta t_{\text{水}}$ 。

(3) 试比较 $\Delta t_{\text{砂}}$ 和 $\Delta t_{\text{水}}$ 。这可以说明什么问题?



## 自我评价与作业

1. 人们常用冷水来降温，例如用水作为汽车发动机及发电站发电机线圈的冷却剂等。试解释其中的道理。

2. 从“一些物质的比热容”表中找出比热容最大的物质和比热容最小的物质，它们的比热容各是多少？

3. “早穿棉袄午披纱，围着火炉吃西瓜”，这是对我国大西北沙漠地区气候特点的形象写照。试用你学过的知识作出解释。

4. 某同学根据在“探究水和砂石吸、放热性能”的活动中取得的实验数据，作出如图12-13所示的图象，请你根据此图象说明水和砂石的吸热性能有何不同。（水和砂石的质量均为100 g）

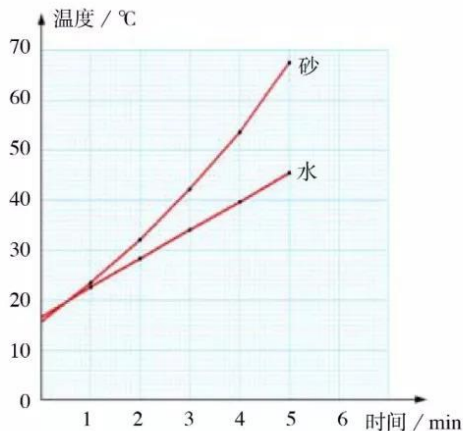


图12-13

5. 对质量为5 kg的水加热，使它的温度升高80 °C，水吸收的热量是多少？

6. 太阳能热水器深受广大用户的青睐，图12-14是常见的太阳能热水器。假如该热水器内盛有100 kg、25 °C的水，在阳光的照射下，水温升高到55 °C，那么这些水吸收了多少热量？



图12-14 太阳能热水器



## 12.4

# 热机与社会发展

热机 (heat engine) 是人类历史上最伟大的发明之一。热机的种类很多, 有蒸汽机、汽油机、柴油机、燃气轮机、喷气发动机和火箭发动机等。这些热机的共同特点, 是将燃料的化学能通过燃烧转化为内能, 然后通过做功, 把内能转化为机械能。



图12-15 热机的使用推动了人类的文明与进步

### 汽油机

汽油机 (gasoline engine) 是用汽油作燃料, 使汽油在机器内部燃烧, 从而将内能转化为机械能的一种热机。它常用在汽车、飞机、摩托车和小型农业机械上。



## 活动

## 研究汽油机的工作原理

汽油机的主要构造如图12-16所示，请对照模型与实物图，弄清汽油机主要部件的作用和工作原理。

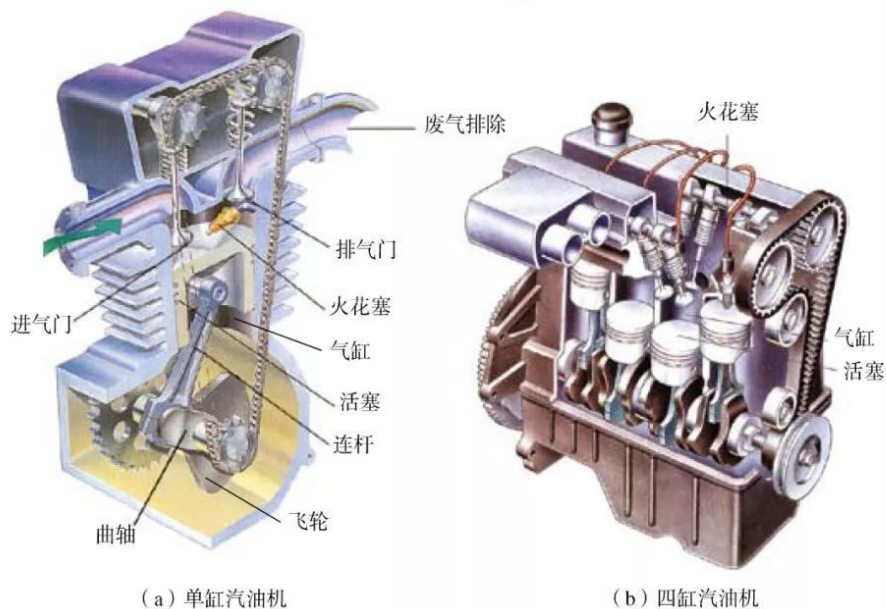


图12-16 单缸和四缸汽油机的构造

部件名称	作用
气缸	汽油在气缸的顶部燃烧从而产生高温、高压燃气
活塞	在气缸内，高温、高压燃气推动活塞做功，将燃气的内能转化为机械能
连杆和曲轴	连杆跟活塞相连，曲轴通过传动装置(图中未画出)跟工作机相连，将活塞的动力传给工作机
进气门	汽油和空气形成的燃料混合气的进口
排气门	燃料燃烧后废气的出口
火花塞	点火装置，能产生电火花使燃料混合物猛烈燃烧



汽油机工作时，活塞在气缸里做往复运动，活塞从气缸的一端运动到另一端叫做一个冲程（也叫做“行程”）。常见的汽油机要能正常工作，必须连续完成吸气、压缩、做功、排气四个冲程，且不断循环进行，如图12-17所示。

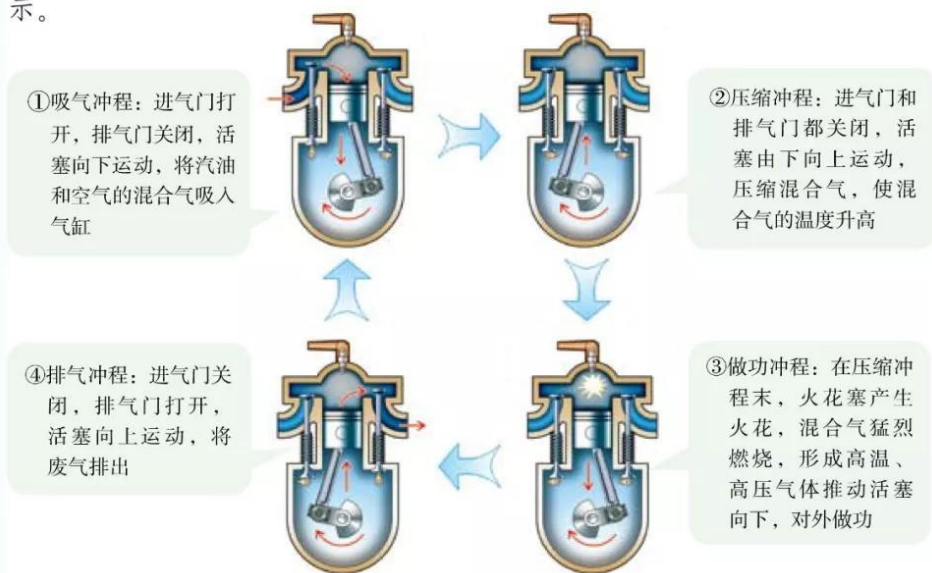


图12-17 汽油机工作的四个冲程

在四个冲程中，只有做功冲程是将内能转化为机械能，其他三个冲程均为辅助冲程，要靠安装在曲轴上的飞轮的惯性来完成动作。

热机工作时，用来做有用功的能量与燃料完全燃烧放出的能量之比，叫做热机的效率。蒸汽机的效率很低，只有6%~15%。内燃机的效率较高，如汽油机的效率为20%~30%，柴油机的效率可达45%。提高热机的效率，是人类在制造热机技术方面孜孜不倦的追求。

## 信息浏览

柴油机是以柴油为燃料的内燃机。柴油机的气缸顶部没有火花塞，而是装有喷油嘴，在高温、高压下使柴油混合气被压燃，推动活塞做功（图12-18）。柴油比汽油便宜，柴油

机在效率上也比汽油机高，但它比汽油机笨重，成本也较高，工作时噪声也较大。由于上述特点，以前柴油机主要用于载重汽车、火车、轮船、拖拉机等大型机械。随着近年来柴油机技术的进步，特别是小型高速柴油机的发展，新的技术使传统柴油机存在的缺点得到了很好的解决，它在节能和二氧化碳排放方面也优势明显，目前已经成为一些家用轿车的动力装置。

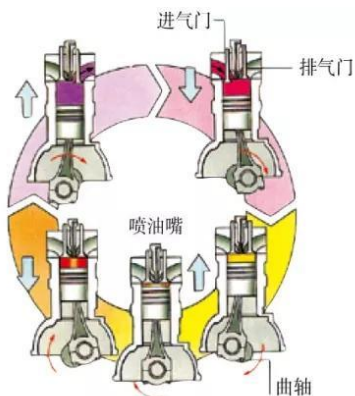


图12-18 柴油机的工作过程

## 热机与环境

现代热机的出现，极大地改进了人类的工作方式和生活条件。但是，所有热机工作时都要排放废气。热机排出的废气不仅温度高于环境温度，而且还含有一氧化碳、二氧化氮、二氧化碳、微粒等各种对人体有害的物质，对环境造成污染，影响人们的身体健康和动植物的生存。图12-19所示的是不达标的汽车尾气排放以及某城市空气被严重污染的情况。

减少热机排放出的有害物质，控制废气的排放总量，已成为热机发展与环境保护的重要举措。例如，各国不断出台严格的汽车尾气排放标准，促使汽车生产厂家改进产品以减少汽车尾气排放的有害物质及降低排放量；不断提高汽油、柴油的品质，从源头上减少热机有害物质的排放。随着科学技术的发展，

图12-19 热机与环境污染

(a) 不达标的汽车尾气排放



(b) 城市空气被严重污染



越来越多的新技术、新材料、新工艺不断涌现，如电控燃油喷射、共轨、涡轮增压等技术的应用，混合动力汽车、电动汽车、太阳能汽车等新型汽车的研发等，都有利于节能减排和环境保护，从而更好地促进生产及提高人们的生活质量。



1765—1768年，瓦特发明了一种新型蒸汽机，引发了人类历史上第一次产业革命。纺织机械、蒸汽机车等相继诞生，从此，人类开始大规模地利用化石燃料——煤。

随着汽油机（1883年）和柴油机（1892年）的问世，交通运输业得到迅速发展，从此，石油成为世界能源家庭中的重要成员。

1903年，美国的莱特两兄弟（W. Wright, 1867—1912, O. Wright, 1871—1948）制成了世界上第一架以汽油机为动力的飞机——“飞行者”号，从此掀开了人类航空史上新的一页。

如今，人们已采用涡轮喷气发动机，作为可载客几百人的大型喷气客机的动力。

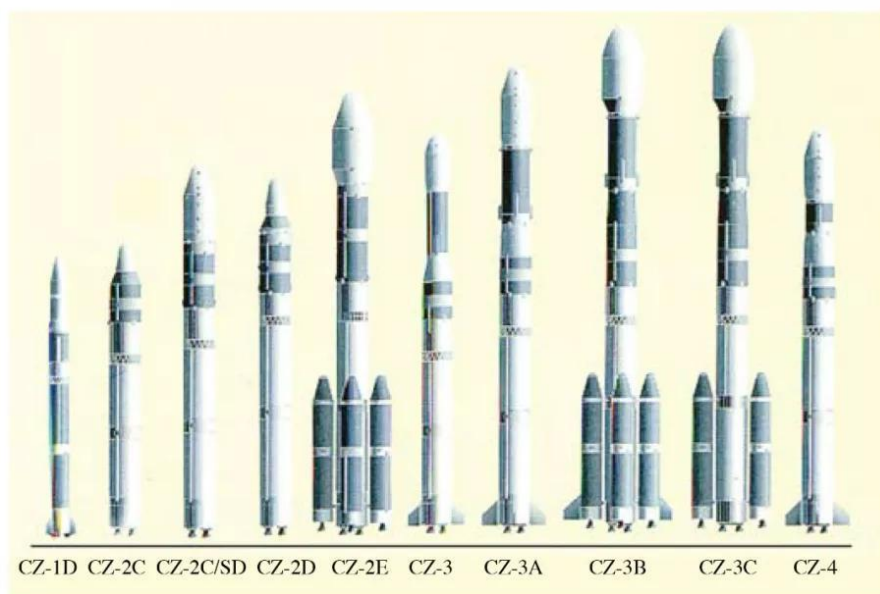


图12-20 我国的长征系列火箭

20世纪下半叶，人类开始实现漫游太空的理想。各种先进的运载火箭应运而生。我国自行研制的长征系列火箭成功地发射了一颗又一颗人造卫星。进入21世纪，中国已成功地发射了载人宇宙飞船，并发射了月球探测卫星，这标志着我国的航天事业实现了历史性的跨越。



### 自我评价与作业

1. 图12-21是汽油机工作时的四冲程示意图(已打乱顺序)，其中表示做功冲程的是图\_\_\_\_\_，压缩冲程的是图\_\_\_\_\_。

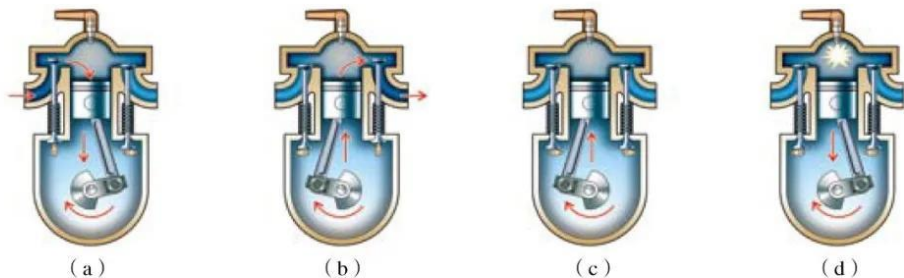


图12-21

2. 在汽油机的做功冲程中，高温、高压的燃气推动活塞向下运动做功，燃气自身的温度\_\_\_\_\_，内能\_\_\_\_\_；而在压缩冲程中，活塞向上运动，压缩混合气做功，混合气的温度\_\_\_\_\_，内能\_\_\_\_\_。(选填“升高”、“降低”或“增加”、“减少”)

3. 请你调查当地汽车尾气排放的情况，对照我国制定的汽车污染物排放标准及当地的执行标准，提出治理汽车尾气污染的建议。

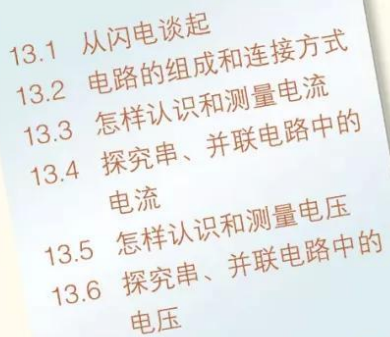


### 课外活动

靠近汽车发动机或手扶拖拉机的柴油发动机(注意安全)，仔细观察它们在工作时对周围环境有哪些影响，并向化学、生物学等学科老师请教，了解热机排放的废气中有哪些有害成分，对人体健康有什么负面影响。

# 第十三章

## 探究简单电路

- 
- 13.1 从闪电谈起
  - 13.2 电路的组成和连接方式
  - 13.3 怎样认识和测量电流
  - 13.4 探究串、并联电路中的  
电流
  - 13.5 怎样认识和测量电压
  - 13.6 探究串、并联电路中的  
电压

轻轻一擦

犹如撕裂天幕的闪电

正、负两种电荷

弥漫在宇宙万物之中

沿着串串并并的电路

电荷磕磕碰碰地前进

点亮小灯 转动电表

展示着无声无息的身影

小精灵般的电荷啊

你究竟还隐藏着多少奥秘





## 13.1 从闪电谈起



图13-1 闪电

一道闪电，像一把利剑，划破寂静的长空，催动着滚滚雷声……人类对电的认识始于闪电。那么，电是什么？闪电又是怎样产生的呢？

### 电是什么



#### 活动1 观察摩擦起电现象

将塑料梳子（或玻璃棒）在化纤衣服（或丝绸）上摩擦几下，再将梳子（或玻璃棒）的一端靠近小纸片、头发等轻小物体（图13-2），你看到了什么现象？



图13-2 摩擦起电实验

摩擦过的塑料梳子或玻璃棒能够吸引轻小物体，我们就说它们带了电，或者说有了电荷（electric charge）。用摩擦的方法使物体带电叫做摩擦起电（electrification by friction）。

研究表明，自然界中只存在两种电荷：一种与用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷相同，叫做正电荷（positive charge）；另一种与用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷相同，叫做负电荷（negative charge）（图13-3）。



(a) 用丝绸摩擦玻璃棒



(b) 用毛皮摩擦橡胶棒

图13-3 摩擦起电

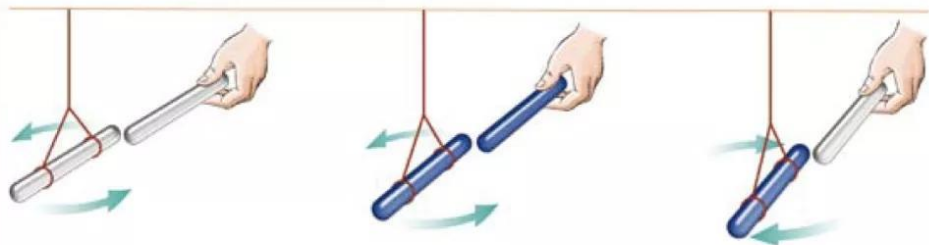
## 电荷间的相互作用



### 活动2 探究电荷间的相互作用

我们用图13-4(a)、(b)、(c)所示的实验来研究这个问题。

- (1) 两根用丝绸摩擦过的玻璃棒相互靠近时，会发生怎样的现象 [图13-4(a)]?
- (2) 两根用毛皮摩擦过的橡胶棒相互靠近时，情况怎样呢 [图13-4(b)]?
- (3) 用丝绸摩擦过的玻璃棒跟用毛皮摩擦过的橡胶棒靠近时，情况又怎样呢 [图13-4(c)]?



(a) 带电玻璃棒相互排斥

(b) 带电橡胶棒相互排斥

(c) 带电的玻璃棒跟橡胶棒相互吸引

图13-4 电荷间的相互作用

对上述实验进行分析，可得出电荷间相互作用的规律是：

同种电荷互相\_\_\_\_\_；异种电荷互相\_\_\_\_\_。



### 活动3 用起电机模拟闪电现象

图13-5是手摇起电机的示意图。

摇动起电机手柄，当起电盘转动越来越快时，你看到两个金属球之间发生了什么现象？你能解释一下吗？



图13-5 手摇起电机

上面实验中发生的是一种放电现象。当起电盘转动起来后，两个金属球就会带上异种电荷，当电荷积聚到一定程度时，两球间就会发生火花放电。

闪电是带异种电荷的云层间或带电云层和大地间的一种瞬间发生的大规模放电现象（图13-6）。

实验表明，物体带电时，它的尖端容易产生放电现象。这种现象叫做尖端放电。

你还知道哪些放电现象？请与同学们交流讨论。



图13-6 云层间、云层与大地间的放电现象



## 电从哪里来

我们知道，物体都是由原子组成的，原子由带正电的原子核和核外带负电的电子组成。原子核由带正电的质子和不带电的中子组成。

通常情况下，原子中的电子数和质子数是相等的，所以，物体呈现不带电状态。两个物体相互摩擦时，一个物体会失去一些电子，而另一个物体则能得到一些电子。失去电子的物体就带正电，得到电子的物体则带负电。

例如，丝绸跟玻璃棒摩擦，玻璃棒的一些电子转移到丝绸上，玻璃棒由于失去电子而带正电，而丝绸由于得到电子就带负电。

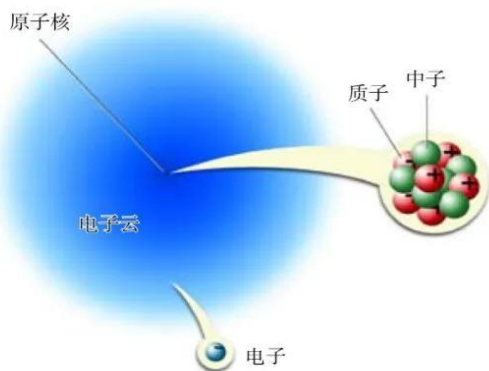


图13-7 原子的结构



## 怎样知道物体带了电

实验室里常用一种叫验电器的仪器来检验物体是否带电，它的构造如图13—8 (a)所示。当带电体接触未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（或金属指针）上，这两片金属箔由于带同种电荷互相排斥而张开，如图13—8 (b)所示。带电体所带的电越多，验电器的金属箔张开的角度就越大。

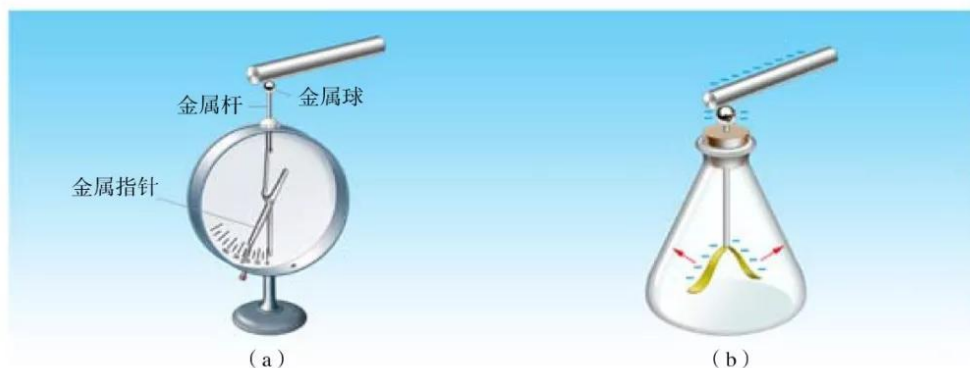


图13-8 验电器

### 做一做

将用丝绸摩擦过的玻璃棒接触验电器的金属球，观察验电器的金属指针是否会张开。再用这种方法检验一下用丝绸摩擦过的铅笔、钢笔、橡皮、三角尺等物体，哪些带电？哪些不带电？

## 静电现象的应用和防护

静电现象在生产上有着广泛的应用。如给物质微粒带上某种电荷后，这些带电微粒就能在异种电荷的吸引下定向运动。根据这一原理，给喷出的雾状油漆带上电，它们就能飞向带异种电荷的待喷涂物件，这就是“静电喷涂”；给烟囱或空气中的尘埃带上某种电，它们就能飞向带异种电荷的金属网上，这就是静电除尘。静电复印机的工作原理也是利用了静电现象。

静电也会造成危害。如雷电这种剧烈的放电现象有时会造成建筑物的损毁和人畜伤亡事故，必须设法避免。人们利用物体尖端容易放电的现象，在建筑物的高处装置避雷针（图13-9），就可以避免雷电直接袭击建筑物。

你还知道哪些静电应用和防护的实例？请与同学交流讨论。



图13-9 避雷针



### 自我评价与作业

1. 如图13-10所示，打开自来水龙头，放出一股细细的水流。用在干燥的头发上梳过的塑料梳子靠近水流，你观察到什么现象？



图13-10



图13-11

2. 如图13-11所示，将用丝绸摩擦过的玻璃棒与用丝线悬挂着的轻质小球靠近。

(1) 如果小球被吸引，那么这个小球带\_\_\_\_\_电或\_\_\_\_\_。

(2) 如果小球被排斥，那么这个小球带\_\_\_\_\_电。

3. 市场上出售一种能滚动的毛刷，当毛刷在衣物上擦刷时，可以把灰尘和微小脏物吸附到毛刷上。想一想，其物理原理是什么？

4. 如图13-12所示，油罐车的尾部总装有一根拖在地上的铁链，这是为什么？



图13-12



### 课外活动

参照图13-13，制作一个简易验电器，并用它来检验用头发或塑料袋摩擦过的刻度尺、圆珠笔杆、塑料梳子等物件的带电情况。

材料：塑料瓶一个，泡沫塑料一块（用来制作瓶塞），金属丝一段，铝箔（或锡膜）一片。



图13-13 简易验电器



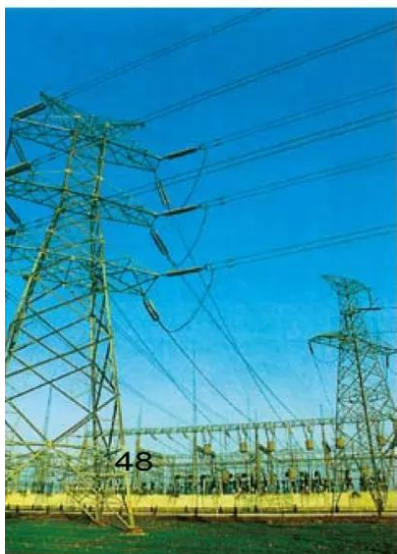
## 13.2

## 电路的组成和连接方式

人行有道，车行有路，电的流动也要有路。

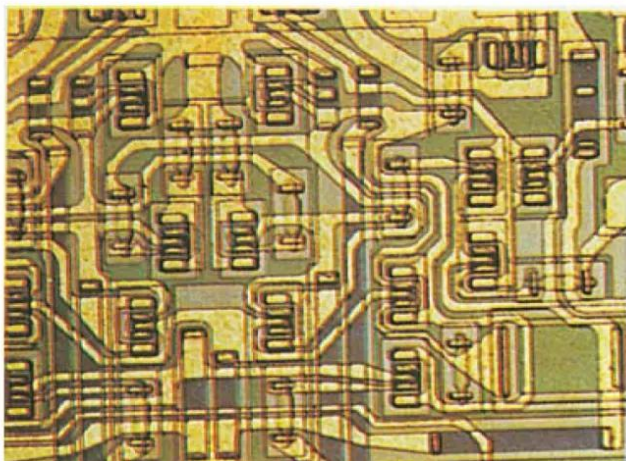
### 认识电路

输电电路、印刷电路、家庭电路等都是常见的电路。电路无论多么复杂，都是由一些简单电路组成的。下面，我们就对简单电路进行探究。



(a) 输电线路

(b) 印刷电路



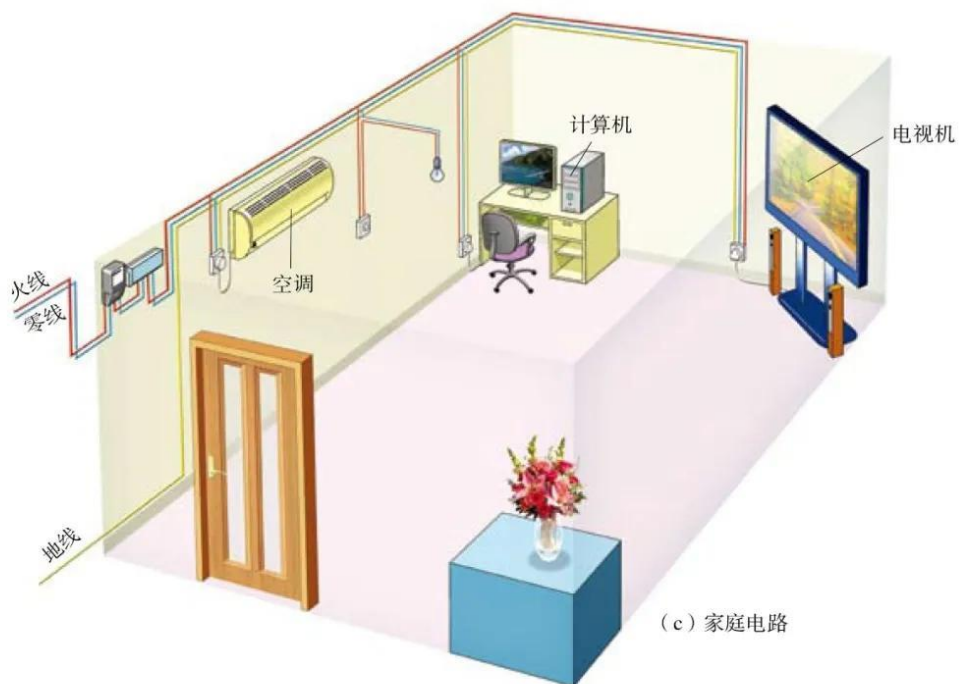


图13-14 几种电路



### 活动1 怎样使一个小灯泡发光

请用图13-15所示的器材，设法使小灯泡发光，并在图中画出你的连接方式。



图13-15 怎样连接，可以使小灯泡发光

#### 请注意!

切不可用导线直接把电池两端连在一起，否则会烧坏电池和导线。

通过实验可以知道，要使小灯泡发光，必须把小灯泡连接到电路中。在电路中，有供电的器件——**电源**（power supply），如干电池；有利用电来工作的器件——**用电器**（electric appliance），如灯泡；还有控制电路通断的器件——**开关**（switch）。电源、用电器和开关都是通过导线连接起来的（图13-16）。可见：

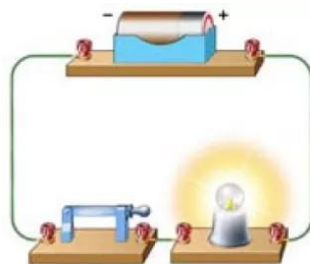


图13-16 简单电路

用导线把\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等连接起来就组成了电路。

### 通路、开路和短路

电路接好后，闭合开关，处处相通的电路叫做**通路**，如图13-17(a)所示。  
 开关未闭合，或导线断裂、接头松脱，致使电路在某处断开，叫做**开路**，也叫做**断路**，如图13-17(b)、(c)所示。  
 导线不经过用电器直接跟电源两极连接的电路，叫做**短路**，如图13-17(d)所示。用电器虽接入电路，但连接不正确，也会造成短路，如图13-17(e)所示。

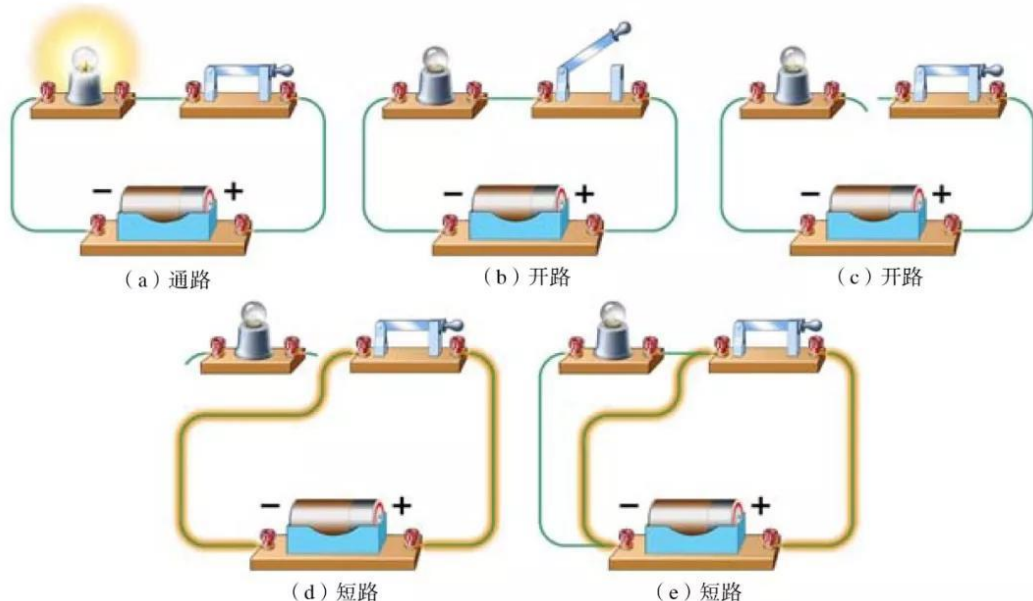


图13-17 通路、开路和短路

短路时，电路中的电流很大，电源和导线会因发热过多而被烧坏。因此，在实验中，电源的两极是不允许直接用导线连接起来的。在生产和生活中，一旦发生短路，轻则会造成电路故障，重则将烧毁用电器，甚至引起火灾。

## 怎样画电路图

在用电器的说明书或安装图纸上，电路中的各种元器件都用统一规定的符号表示。电路中常用的符号如图13—18所示。

用规定的符号表示电路连接情况的图，叫做**电路图 (circuit diagram)**。图13—19就是图13—16所示实物电路的电路图。




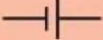




名称	实物图	符号
灯泡		
干电池		
干电池组		( 电池有正、负两极， 电池符号中的长线表示正极， 短线表示负极 )
蓄电池		
开关		

图13—18 几种电路元器件及其符号

画电路图时，应做到以下几点：

- (1) 要用统一规定的符号。
- (2) 连接线要画成横平竖直。
- (3) 电路图要简洁、整齐、美观。

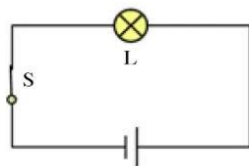


图13—19 电路图

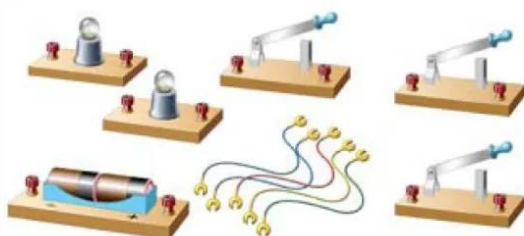
## 电路的连接方式



### 活动2 怎样使两个小灯泡同时发光

必做实验

请用图13-20所示的器材连接成电路，设法使两个小灯泡同时发光。比一比，看谁先做好，再在右边的方框中画出你连接的电路图。



(a) 实验器材



(b) 电路图

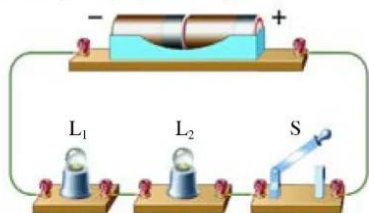
图13-20 怎样连接，可以使两个小灯泡同时发光

你的电路图跟其他同学的电路图一样吗？将跟你不同的电路图画在右边的方框中。动手做一做，并观察各种连接方式中灯泡的发光情况。

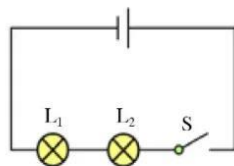


通过实验可以发现，要使两个小灯泡同时发光，只有两种连接方式：

(1) 串联 (series connection)——两个小灯泡首尾顺次相连。由用电器串联组成的电路叫做串联电路 (图13-21)。



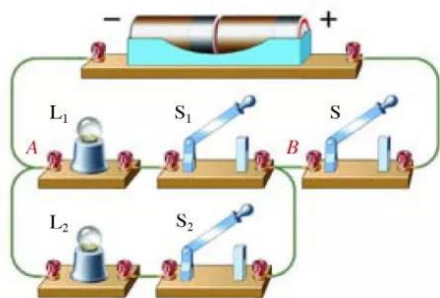
(a) 实物图



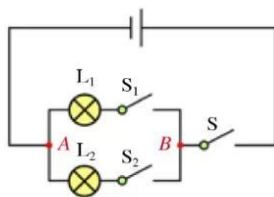
(b) 电路图

图13-21 串联电路

(2) 并联 (parallel connection)——两个小灯泡并列连接。由用电器并联组成的电路叫做并联电路 (图13-22)。



(a) 实物图



(b) 电路图

图13-22 并联电路

在并联电路中,用电器之间的连接点A和B [图13-22 (b)] 叫做电路的分支点。从电源两极到两个分支点这一部分电路叫做干路;两个分支点之间的各条电路叫做支路。

串联电路和并联电路是简单的电路,复杂的电路就是由简单电路组成的。



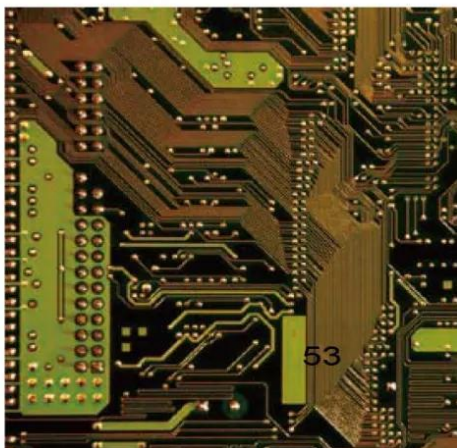
想一想

- (1) 在并联电路中,接在干路上的开关S跟接在支路上的开关 $S_1$ 、 $S_2$ 的作用有什么不同?
- (2) 在并联电路中,如果一条支路断开了,另一条支路中的用电器还会工作吗?为什么?



在电子技术中,采用印刷加化学腐蚀的方法,将电路“印刷”到绝缘板上,即可制成印刷电路板 (图13-23)。组装电路时,将电子元件插在电路板上,用焊接的方法连接电路,从而实现电路组装的自动化流水作业。

图13-23 印刷电路板







## 自我评价与作业

1. 在连接电路的实验中，有没有发生因接触不良使小灯泡不亮的情况？你是怎样排除的？
2. 按照图13-24所示的实物电路画出相应的电路图。图中灯泡 $L_1$ 和 $L_2$ 是串联的还是并联的？开关S是接在干路中还是接在支路中？

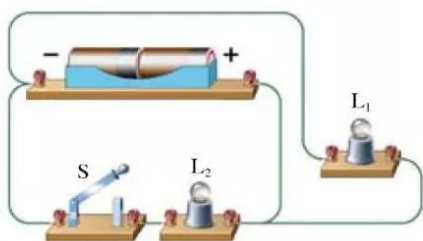


图13-24



3. 在图13-25所示的电路中，哪些是串联电路？哪些是并联电路？

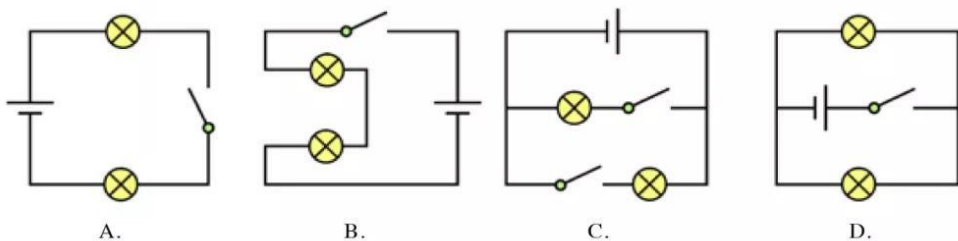


图13-25

4. 在图13-26所示的电路中，开关S闭合后，两个灯泡都发光的是( )。

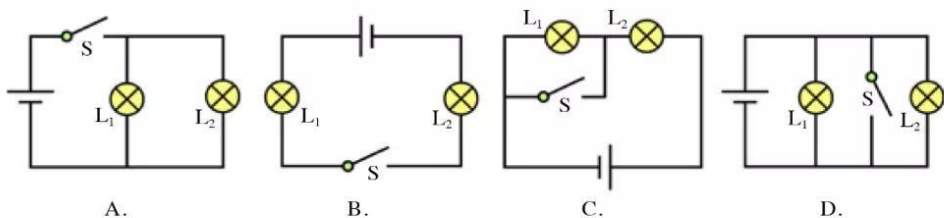


图13-26

5. 某家庭电路可简化成图13-27所示的情况，你能说出用电器中哪些采用了串联接法，哪些采用了并联接法吗？



图13-27



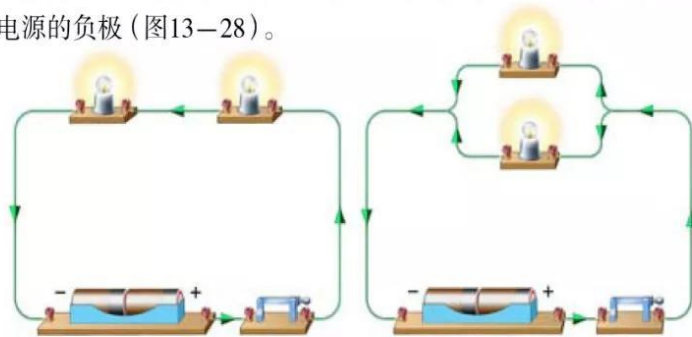
## 13.3

## 怎样认识和测量电流

### 什么是电流

马路上的行人和车辆沿一定方向运动，形成“人流”和“车流”；自来水管中的水沿一定方向流动，形成“水流”。与此类似，导体中的电荷沿一定方向移动，就会形成**电流**（electric current）。

电流是有方向的。物理学中规定，**正电荷定向移动的方向为电流的方向**。根据这个规定，在电路中，电流从电源的正极流出，经过开关、导线、用电器等流向电源的负极（图13-28）。



(a) 串联电路的电流流向

(b) 并联电路的电流流向

图13-28 串、并联电路的电流流向



## 活动1 比较电流的强弱

按图13-29(a)和(b)所示的装置做实验, 闭合开关, 观察同一个灯泡在两次实验中的亮度是否相同。

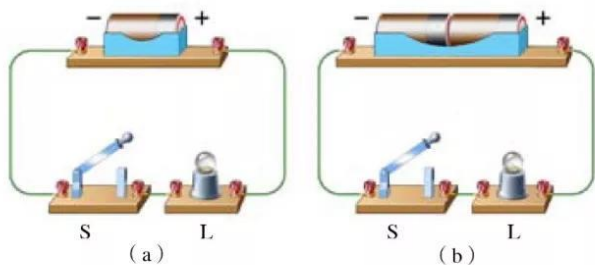


图13-29 观察灯泡的亮度

通过实验发现, 同一个灯泡在不同的电路中, 通电时的亮度不同, 说明电流是有强弱的。灯泡越亮, 表明通过它的电流越大。

电流通常用字母  $I$  表示, 在国际单位制中, 电流的单位是安培 (ampere), 简称安, 符号是 A。这是为了纪念法国物理学家安培 (A. M. Ampere, 1775—1836) 而命名的。此外, 还有比安小的单位: 毫安 (mA) 和微安 ( $\mu\text{A}$ )。它们之间的换算关系为



图13-30 安培

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}, \quad 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$



### 常见的一些电流值

计算器的电流	约 $100 \mu\text{A}$	家用电冰箱的电流	约 1 A
手电筒的电流	约 0.2 A	电饭煲的电流	约 2 A
写字台灯的电流	约 0.2 A	家用空调的电流	约 5 A
彩色电视机的电流	约 0.5 A	雷电的电流	可达 $10^5 \text{ A}$

## 怎样测量电流

电路中的电流可以用电流表 (ammeter) 测量。



### 活动2 认识电流表



(a) 实验室用电流表



(b) 工业用电流表



(c) 电流表的电路符号

图13-31 电流表

对照电流表实物，认真阅读使用说明。

#### 实验室常用电流表使用说明 (节选)

1. 使用前，应检查指针是否对准零刻度线。如果有偏差，需先“校零”。
2. 电流表必须串联在被测的那部分电路中，使电流从电流表的“+”接线柱流入，从“-”接线柱流出 [图13-32(a)]。

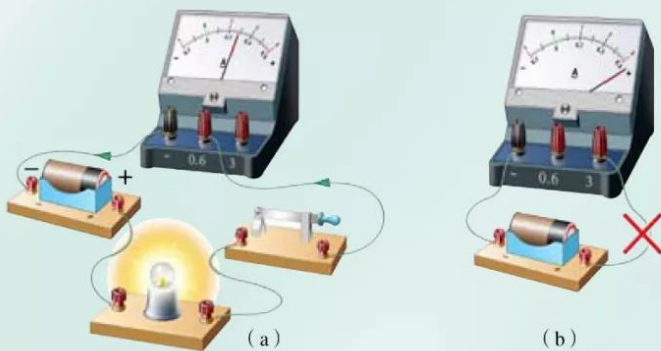


图13-32 怎样连接电流表

3. 电流表都有一定的量程(允许测量的最大电流),通过电流表的电流不能超过它的量程。图13-31(a)所示的电流表有两个量程,分别是“0~0.6 A”和“0~3 A”。两个量程共用一个“-”接线柱;电流表的刻度盘上也有两挡对应的刻度值。测量前应估计被测电流的大小,选择合适的量程。

4. 在不能估计被测电流大小的情况下,应先选用最大的量程,并用试触法判断电流的大小,然后根据情况,再选用合适的量程。

5. 注意事项:严禁将电流表与电源或用电器并联[图13-32(b)],否则会烧坏电流表。

观察实验室常用的电流表[图13-31(a)],并完成下列填空。

- (1) 电流表的符号是\_\_\_\_\_。
- (2) 这种电流表有\_\_\_\_\_个接线柱,其中标有“-”的接线柱为共用。连接电路时,应使电流从\_\_\_\_\_接线柱流出。
- (3) 这种电流表有\_\_\_\_\_个量程。对于0~3 A量程,刻度盘上每小格表示的电流是\_\_\_\_\_A;对于0~0.6 A量程,每小格表示的电流是\_\_\_\_\_A。
- (4) 电流表接入电路时应跟被测电路\_\_\_\_\_联。

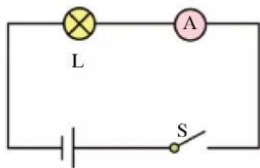
我们已经初步认识了电流表,现在用它来测量电流。



### 活动3 用电流表测量电流

按图13-33所示连接电路,用电流表测量通过小灯泡L的电流。

- (1) 先对电流表进行“校零”。
- (2) 选用0~3 A量程,将电流表串联接入电路中。闭合开关,这时,电流表的示数是\_\_\_\_\_A。
- (3) 如果电流表的指针偏转角度较小,可换用0~0.6 A量程,再闭合开关,此时,电流表的示数是\_\_\_\_\_A。



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

必做实验

通过上述实验我们知道，用电流表测量电流时，要合理选择量程。



### 自我评价与作业

1. 完成下列单位换算。

$$5 \times 10^{-5} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA} = \underline{\hspace{2cm}} \mu\text{A}.$$

2. 关于电流表的作用，下列说法中不正确的是( )。

- A. 使用电流表测量电流时，要先进行“校零”
- B. 电流表要并联在被测电路中
- C. 当电路中的电流无法估计时，先用试触的方法来选定合适的量程
- D. 绝不允许不经过用电器把电流表直接接到电源的两极上

3. 在图13-34所示的使用电流表的实物电路图中，哪些是错误的？请说明错在何处。

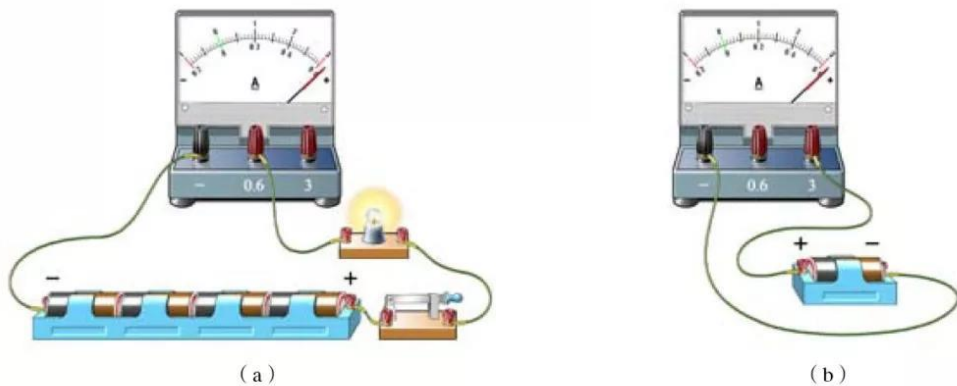


图13-34

4. 某同学选用一电流表的0~0.6 A量程，将它接入电路后，其指针如图13-35所示，这时电流表的示数是\_\_\_\_\_A。如果使用的是0~3 A的量程，这时电流表的示数是\_\_\_\_\_A。

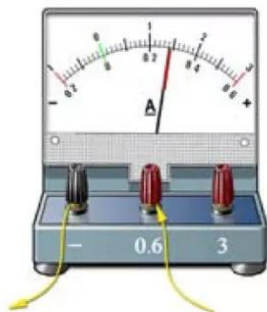


图13-35



# 13.4

## 探究串、并联电路中的电流

串联电路和并联电路中的电流遵循怎样的规律呢？下面通过实验来进行探究。

### 串联电路中的电流



#### 活动1

#### 探究串联电路中电流的规律

在如图13-36所示的串联电路中，各处（如以A、B、C为测量点）的电流相等吗？

#### 猜想与假设

有同学猜想，电流从电源正极流出，从A到C沿路消耗，电流可能会越来越小。

也有同学猜想，串联电路只有一条通路，因此，电流应该处处相等。你的猜想是什么？

#### 设计实验

某同学根据自己的猜想，设计实验，并画出测量电流的电路图（图13-37）。你是怎样设计的？请与同学交流讨论。

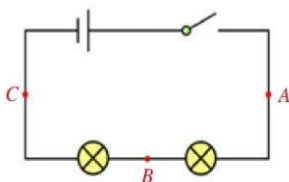
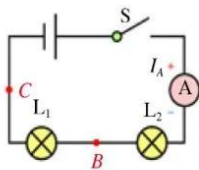
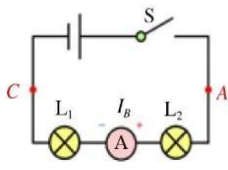


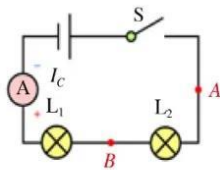
图13-36 串联电路



(a) 测量A处的电流



(b) 测量B处的电流



(c) 测量C处的电流

图13-37 测量串联电路中的电流

### 进行实验

- (1) 根据电路图连接电路，并合理选择电流表的量程。
- (2) 分别读出电流表在A、B、C三处的示数，记录在下面的表格中。

测量对象	A处的电流 $I_A/A$	B处的电流 $I_B/A$	C处的电流 $I_C/A$
测量结果	第一次		
	第二次		
	……		

- (3) 重复上述实验步骤，再测量1~2次。
- (4) 把实验过程中出现的问题记录下来，并与同学、老师讨论解决。

交流讨论测量数据，可以得出结论：

串联电路中各处的电流是\_\_\_\_\_的。

## 并联电路中的电流



### 活动2

#### 探究并联电路中电流的规律

在如图13-38所示的并联电路中，图中各处（如选择A、B、C为测量点）的电流有怎样的关系呢？

#### 猜想与假设

有同学猜想，既然各处都在同一个电路中，可能跟串联电路一样，电流处处相等。

也有同学猜想，电流由一条干路分别流到两条支路，这两条支路中的电流之和可能等于干路中的电流。

到底哪个猜想合理呢？

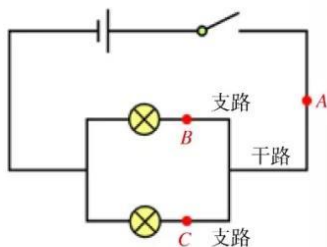


图13-38 并联电路



## 设计实验

根据猜想，某同学设计实验，并画出如图13-39所示的测量电流的电路图。你是怎样设计的？请与同学交流讨论。

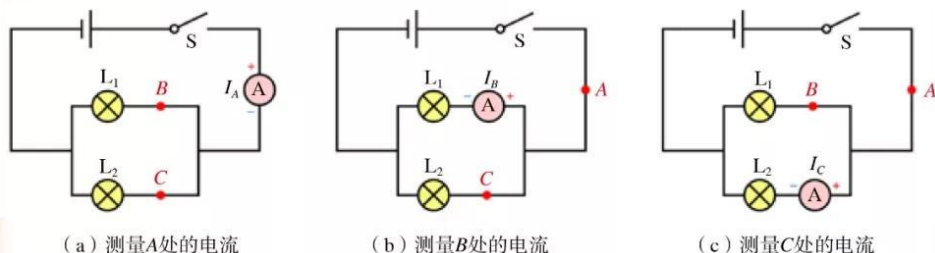


图13-39 测量并联电路中各处的电流

## 进行实验

- 按照电路图连接电路，合理选择电流表的量程。
- 分别读出电流表在A、B、C三处的示数，并记录在下面的表格中。

测量对象	A处的电流 $I_A/A$	B处的电流 $I_B/A$	C处的电流 $I_C/A$
测量结果	第一次		
	第二次		
	……		

- 重复上述实验步骤，再测量1~2次。
- 把实验过程中出现的问题记录下来，并与同学、老师讨论解决。

交流讨论测量数据，可以得出结论：

并联电路干路中的电流\_\_\_\_\_各并联支路中的电流\_\_\_\_\_。



## 自我评价与作业

- 在探究串联电路电流规律的实验中，你是怎样选择电流的测量点的？如果换选电路中的其他点，测量结果会相同吗？为什么？

2. 在如图13-40所示的电路中, 电流表 $A_1$ 的示数是0.4 A, 电流表 $A$ 的示数是1 A, 那么, 电流表 $A_2$ 的示数应是多少? 标出图中各电流表的“+”、“-”接线柱及电流方向。

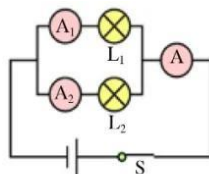


图13-40

3. 在如图13-41所示的电路中, 电流表 $A_1$ 测量的是\_\_\_\_的电流, 电流表 $A_2$ 测量的是\_\_\_\_的电流。

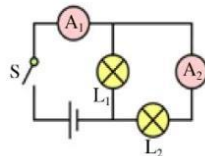


图13-41



## 13.5

## 怎样认识和测量电压

电流是由电荷的定向移动形成的, 那么, 是什么原因使得电荷定向移动的呢?

### 电源与电压

我们知道, 当水管两端存在压力差时, 水管中的水就会流动, 形成水流。同样, 要在一段电路中形成电流, 这段电路的两端就要有一定的电压 (voltage)。电源就是给电路两端提供电压的装置。用电器工作时需要消耗电能, 因此, 也可以说电源是提供电能的装置。

如图13-42所示的干电池、蓄电池、发电机等都是生产和生活中常用的电源。



图13-42 常用电源

电压通常用字母 $U$ 表示，在国际单位制中，电压的单位是伏特（volt），简称伏，符号是V。这是为了纪念意大利科学家伏特（A. Volta, 1745—1827）而命名的。比伏大的单位有千伏（kV），比伏小的单位有毫伏（mV）。它们的换算关系为

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



图13-43 伏特



图13-44 高压输电的电压很高，用千伏作单位



图13-45 手机接收到的信号电压很低，用毫伏作单位



### 常见的一些电压值

电视天线接收的信号电压	约0.1 mV
维持人体生物电流的电压	约1 mV
一节干电池的电压	1.5 V
手机锂电池的电压	约3.6 V
对人体安全的电压	$\leq 36 \text{ V}$

(续表)

家庭生活用电的电压	220 V
工厂生产用电的电压	380 V
电视机显像管的工作电压	>10 kV
雷电的电压	可达 $10^3$ kV

## 怎样测量电压

电压的大小可用电压表 (voltmeter) 测量。



### 活动 1

### 认识电压表



(a) 实验室用电压表



(b) 工业用电压表



(c) 电压表的电路符号

图13-46 电压表

对照实验室用电压表实物，认真阅读使用说明，并完成填空。

- (1) 电压表的图形符号是\_\_\_\_\_。
- (2) 实验室常用的电压表有两个量程，分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，对应的刻度盘上每一小格表示的电压分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- (3) 测某段电路的电压时，应将电压表\_\_\_\_\_联在该电路两端。
- (4) 电压表并联在电路中时，应使电流从\_\_\_\_\_接线柱流入，从\_\_\_\_\_接线柱流出。

### 电压表使用说明(节选)

1. 测量前, 应检查指针是否对准零刻度线。如果有偏差, 需先“校零”。

2. 测电压时, 电压表必须并联在被测电路的两端, 并使电流从电压表的“+”接线柱流入, 从“-”接线柱流出(图13-47)。

3. 各种电压表都有一定的量程(允许测量的最大电压), 被测电压不能超过它的量程。图13-46(a)所示的电压表有两个量程, 分别是“0~3 V”和“0~15 V”。两个量程共用一个“-”接线柱, 因此, 电压表的刻度盘上也有两挡对应的刻度值。测量前应根据被测电压的大小, 选择合适的量程。

4. 在不能估计被测电压大小的情况下, 应选用最大的量程, 并用试触法判断电压的大小, 然后再根据判断结果, 选用合适的量程。

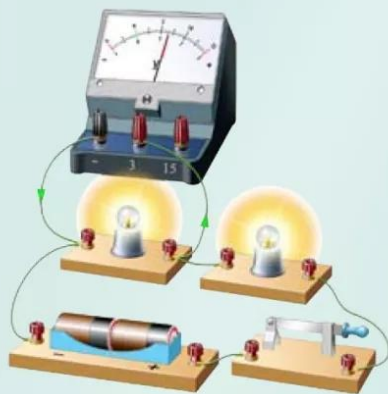


图13-47 电压表的连接

我们已经认识了电压表, 下面学习使用电压表。



### 活动2 用电压表测量电压

请用电压表分别测出一节干电池、两节干电池串联、三节干电池串联后的电压。根据测量结果说明, 它们的电压之间有怎样的关系?

测一节干电池的电压时, 有同学选用电压表“0~3 V”的量程, 也有同学选用“0~15 V”量程, 你认为选用哪种量程更合理? 请实际测一测。



图13-48 用电压表测量干电池的电压



通过上述活动，我们知道用电压表测量电压时，要合理选择量程。



### 自我评价与作业

1. 一节干电池的电压是\_\_\_\_\_V，家庭电路的电压是\_\_\_\_\_V，对人体安全的电压是不超过\_\_\_\_\_V。

2. 用图13-46(a)所示的电压表测量一节干电池的电压，应选用哪个量程？三个蓄电池串联后的电压约为6V，用电压表测量它的电压时，应选用电压表的哪个量程？

3. 某同学在做电学实验时，不慎将电压表和电流表在电路中的位置对换，造成如图13-49所示的情况。若开关闭合，其后果是( )。

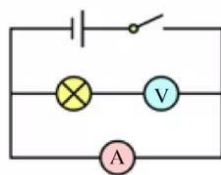


图13-49

- A. 两表都会被损坏
- B. 两表都不会被损坏
- C. 电压表不会被损坏，且示数正常
- D. 电压表不会被损坏，电流表可能被损坏

4. 在图13-50所示的电路图中，能测出灯泡 $L_1$ 两端电压的正确电路图是( )。

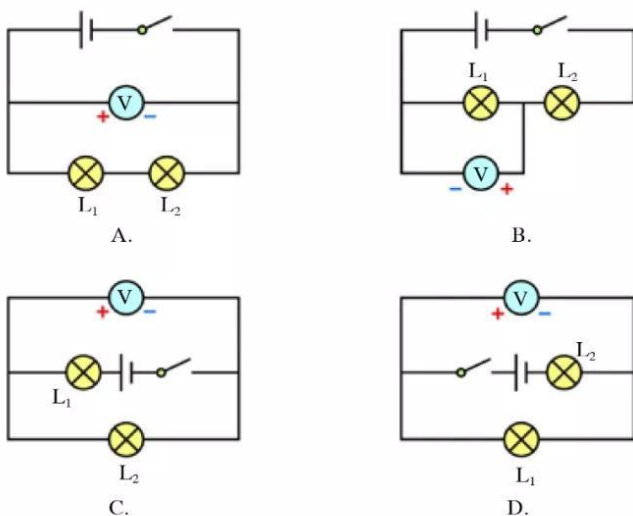


图13-50



# 13.6

## 探究串、并联电路中的电压

我们已经知道了串、并联电路中电流的规律，那么，串、并联电路中的电压又存在怎样的规律呢？

### 串联电路中的电压



#### 活动1 探究串联电路中电压的规律

在如图13-51所示的串联电路中，灯泡 $L_1$ 、 $L_2$ 两端的电压 $U_1$ 、 $U_2$ 跟它们串联后两端的总电压 $U$ 之间有怎样的关系呢？

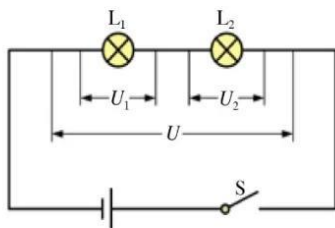
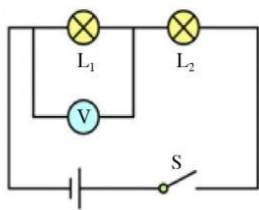


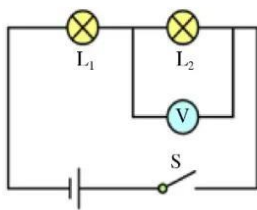
图13-51 串联电路的电压

#### 设计实验

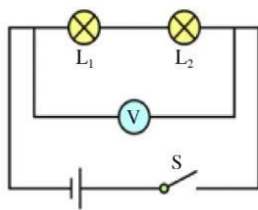
分别画出测量灯泡 $L_1$ 、 $L_2$ 两端的电压及 $L_1$ 和 $L_2$ 串联后两端的总电压的电路图(图13-52)。



(a) 测量 $L_1$ 两端的电压



(b) 测量 $L_2$ 两端的电压



(c) 测量 $L_1$ 和 $L_2$ 串联后两端的总电压

图13-52 测量串联电路的电压

#### 进行实验

分别按电路图连接电路，进行实验，将测量的结果填入下表中。

测量对象		$L_1$ 两端的电压 $U_1/V$	$L_2$ 两端的电压 $U_2/V$	$L_1$ 和 $L_2$ 串联后两端的总电压 $U/V$
测量结果	第一次			
	第二次			
	……			

交流讨论测量数据，可以得出结论：

串联电路两端的总电压\_\_\_\_\_各部分电路两端的电压\_\_\_\_\_。

## 并联电路中的电压



### 活动2 探究并联电路中电压的规律

在如图13-53所示的并联电路中，灯泡 $L_1$ 两端的电压 $U_1$ 和灯泡 $L_2$ 两端的电压 $U_2$ 是否相等？它们与并联电路两端A、B间的电压 $U$ 又有怎样的关系呢？

请与同学讨论，然后进行实验，并将实际测量的数据填入下表。

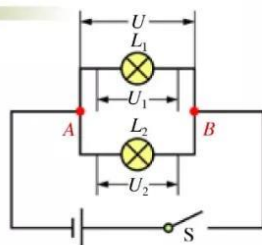


图13-53 测量并联电路的电压

测量对象		$L_1$ 两端的电压 $U_1/V$	$L_2$ 两端的电压 $U_2/V$	A、B两端的电压 $U/V$
测量结果	第一次			
	第二次			
	……			

根据实验数据，可以得出结论：

并联电路中，各支路两端的电压\_\_\_\_\_。





## 自我评价与作业

1. 如图13-54所示, 在探究串联电路中的电压关系时, 小华同学用电压表测出 $AB$ 、 $BC$ 、 $AC$ 间的电压后, 下一步应该做的是( )。

- A. 整理器材, 结束实验
- B. 分析数据, 得出结论
- C. 换用不同规格的小灯泡, 再测出几组电压值
- D. 换用电压表的另一量程, 再测出一组电压值

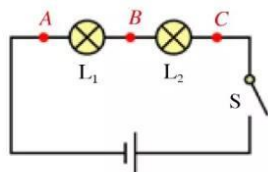


图13-54

2. 图13-55(a)是某同学为测量灯泡 $L_1$ 两端电压的电路。这个电路正确吗? 如果你认为不正确, 请给予纠正, 并在图13-55(b)中画出正确的连接方式。

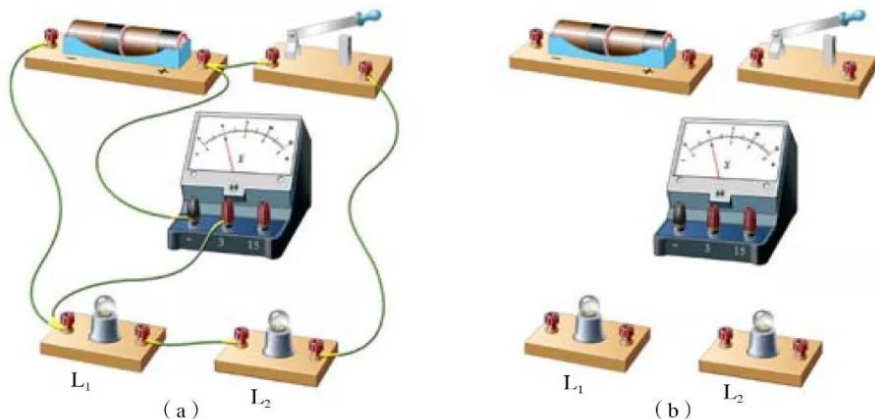


图13-55

3. 在如图13-56所示的电路中, 电压表 $V$ 的示数是 $12\text{ V}$ , 电压表 $V_2$ 的示数是 $6\text{ V}$ , 那么电压表 $V_1$ 的示数应该是多少? 标出图中各电压表的“+”、“-”接线柱及灯泡 $L_1$ 、 $L_2$ 中的电流方向。

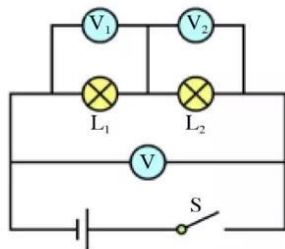


图13-56




## 课外活动

了解电池在现实生活中的作用, 以及废旧电池对环境的危害, 调查自己生活的社区中, 废旧电池的回收情况。

# 第十四章

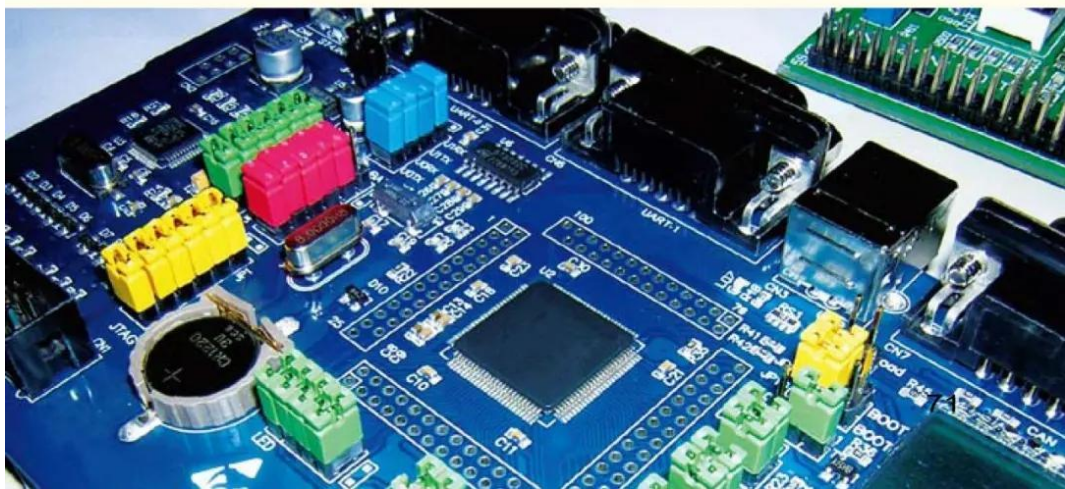
## 探究欧姆定律

- 
- 14.1 怎样认识电阻
  - 14.2 探究欧姆定律
  - 14.3 欧姆定律的应用

经历了无数次探索  
坚定着一个信念  
一个定律  
统率着  
电流 电压 电阻

星星在眨眼  
嫦娥也惊叹  
人间的夜晚  
比白天更美

我们赞美欧姆  
把世界装扮得如此灿烂辉煌





# 14.1

## 怎样认识电阻

### 什么是导体的电阻



#### 活动 1

#### 比较不同导体对电流的阻碍作用

在如图14-1所示的电路中，将不同的金属丝接在A、B之间时，观察灯泡的亮度和电流表示数的变化情况。

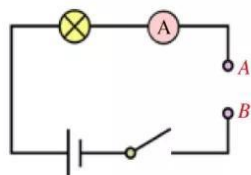


图14-1 比较导体对电流的阻碍作用

实验表明，不同的金属丝对电流的阻碍作用是不一样的。

物理学中用**电阻**（resistance）表示导体对电流阻碍作用的大小，并用符号 $R$ 来表示电阻。

在国际单位制中，电阻的单位是**欧姆**（ohm），简称**欧**，符号是 $\Omega$ 。这是为了纪念德国物理学家欧姆（G. S. Ohm, 1787—1854）而命名的。

比欧姆大的电阻单位有**千欧**（ $k\Omega$ ）和**兆欧**（ $M\Omega$ ），它们之间的换算关系为

$$1\text{ k}\Omega = 10^3\ \Omega, \quad 1\text{ M}\Omega = 10^6\ \Omega$$



图14-2 欧姆

## 电阻与哪些因素有关

研究表明，导体电阻的大小与导线的材料、长短、粗细等因素有关。下面通过实验进行探究。



### 活动2

### 探究导体的电阻跟哪些因素有关

探究导体电阻的实验装置如图14-3所示，演示板上固定着四根金属丝，其成分和直径见图（图中金属丝的直径单位为毫米）。

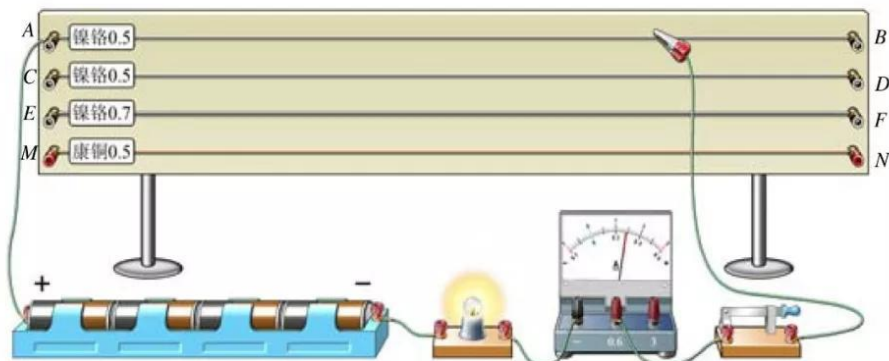


图14-3 探究影响导体电阻的因素

(1) 探究导体的长度对电阻的影响。

如图14-3所示，连接电路，闭合开关。让鳄鱼夹在A、B之间移动，观察灯泡的亮度和电流表示数的变化情况。

实验结果表明：

导体的电阻跟导体的长度有关，导体越长，电阻越\_\_\_\_\_。

利用图14-3所示的器件，按下面(2)、(3)的要求设计方案，进行实验。你能分别得出什么结论？



进行实验时，可用控制变量法。先使导体的材料和粗细不变，研究电阻跟导体长度的关系；再保持导体的长度不变，分别研究电阻跟导体的粗细和材料的关系。

(2) 探究导体的横截面积(粗细)对电阻的影响。

实验表明:导体的电阻跟导体的横截面积有关,导体横截面积越大,电阻越\_\_\_\_\_。

(3) 探究导体的材料对电阻的影响。

实验表明:导体的电阻跟导体材料有关,不同材料的导体,其电阻\_\_\_\_\_(选填“相同”或“不同”)。

由上述实验探究的结果可知,导体的电阻是导体本身的一种性质,它的大小跟导体的材料、长度、横截面积有关。

进一步的研究表明,导体的电阻还跟温度有关。例如,多数金属的电阻随温度的升高而增大,一个正常发光的灯泡,其灯丝的电阻比不发光时要大得多。

一些用电器正常工作时的电阻

名称(规格)	电阻 $R/\Omega$
白炽灯泡(25 W/220V)	1 936
白炽灯泡(40 W/220V)	1 210
白炽灯泡(100 W/220V)	484
电熨斗(750 W/220V)	64.5
实验用小灯泡(3~6 V)	5~50

几种导电材料的电阻

名称	规格(长度/横截面积/温度)	电阻 $R/\Omega$
镍铬合金	100 cm / 1 mm <sup>2</sup> / 20 ℃	0.1
铜	100 cm / 1 mm <sup>2</sup> / 20 ℃	0.017
铝	100 cm / 1 mm <sup>2</sup> / 20 ℃	0.027
汞柱	106.3 cm / 1 mm <sup>2</sup> / 0 ℃	1

## 电阻器



物理实验及电子技术中常常需要各种电阻器(图14-4)。阻值固定不变的电阻器称为定值电阻,其图形符号是;阻值可以调节变化的电阻器简称变阻器,常用的变阻器有滑动变阻器(图形符号是)、电位器等。



图14-4 各种电阻器



### 活动3 认识滑动变阻器

实验室常用的滑动变阻器如图14-5所示，A、B、C、D为接线柱。

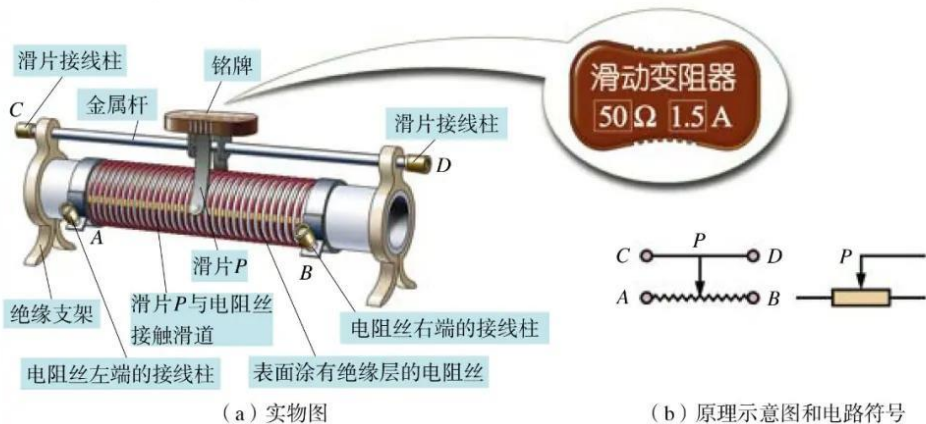


图14-5 滑动变阻器

观察滑动变阻器的结构及其铭牌，回答下列问题。

- (1) 滑动变阻器是通过改变导体的\_\_\_\_\_来改变电阻的。
- (2) 这个滑动变阻器的标示值是\_\_\_\_\_Ω，这个值指的是哪两个接线柱间的电阻？
- (3) 滑片是怎样跟电阻丝接触的？哪两个接线柱之间的电阻很小，几乎为零？
- (4) 如图14-5所示的变阻器，当滑片向右滑动时，哪两个接线柱间的电阻变大？哪两个接线柱间的电阻变小？哪两个接线柱间的电阻不变？



## 活动4

### 用滑动变阻器改变通过小灯泡的电流

提出你的设计方案，并与同学讨论。按照设计方案在图14-6(a)中选择仪器，并在图14-6(b)中画出电路图，连接电路，进行实验。请思考以下问题：

(1) 应该怎样连接电路，才能使滑动变阻器起到改变电阻的作用？



图14-6 用滑动变阻器改变电流

(2) 怎样连接滑动变阻器，滑片向哪边移动，可以使小灯泡由暗变亮？你还能通过调节滑动变阻器使小灯泡由亮变暗吗？

实验表明，使用滑动变阻器可以改变电路中的电流大小。在实验中，你还发现了哪些新问题？



### 自我评价与作业

- 关于导体的电阻，下列说法正确的是( )。
  - 粗细相同的两根导线，较长的导线电阻一定较大
  - 镍铬合金丝的电阻一定比铜丝的电阻大
  - 长短相同的两根导线，横截面积较小的那根电阻一定较大
  - 同种材料制成的长短相同的两根导线，粗导线的电阻较小

2. 实验室里某滑动变阻器的铭牌上标有“ $20\ \Omega\ 1\ \text{A}$ ”字样，它表示该变阻器的电阻变化范围是\_\_\_\_\_， $1\ \text{A}$ 表示的是该滑动变阻器的\_\_\_\_\_。

3. 图14-7是用滑动变阻器 $R$ 改变通过灯泡 $L$ 中的电流的电路图， $P$ 是滑动变阻器的滑片。要减小电流，滑片 $P$ 应该向哪边移动？要增大电流，滑片 $P$ 又应该向哪边移动？

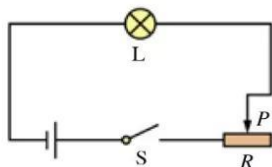


图14-7

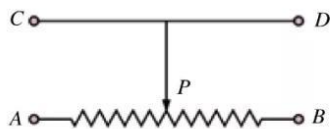


图14-8

4. 图14-8是滑动变阻器的原理示意图，其中 $AB$ 是电阻丝， $CD$ 是金属杆， $P$ 是滑片。在 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 四个接线柱中，将哪两个接线柱接入电路能起到改变电阻的作用？你能说出几种方法？接哪两个接线柱不能起到改变电阻的作用？

### 课外活动

#### 制作小台灯比赛

用两节干电池、一个手电筒灯泡和开关、导线，制作一个小台灯。看谁做得最好！同学们自己组织一个评审小组，评选出一些优秀作品，并请制作者介绍自己作品的特点。



图14-9 制作小台灯





# 14.2

## 探究欧姆定律

我们已经知道，电路中的电阻或电压发生变化时，电路中的电流就会发生变化。那么，电路中的电流跟电压、电阻之间究竟存在怎样的关系呢？让我们通过实验进行探究。



### 活动

### 探究电流与电压、电阻的关系

必做实验

#### 设计实验

研究问题，先要明确研究对象。这里的研究对象是电阻 $R$ ，研究通过这个电阻的电流、电阻两端的电压及电阻大小三者之间的关系。为了测量通过电阻 $R$ 的电流和它两端的电压，某同学设计了如图14-10(a)所示的部分电路图，并画出了如图14-10(b)所示的实验电路图。你同意他的实验方案吗？请讨论一下，在电路中接入滑动变阻器 $R'$ 的作用是什么？



#### 金钥匙

用控制变量法研究电流、电压、电阻三个物理量之间的变化关系时，可先保持电阻不变，研究电流跟电压间的变化关系；再保持电压不变，研究电流跟电阻间的变化关系，这样就可得到三个量之间的变化关系了。

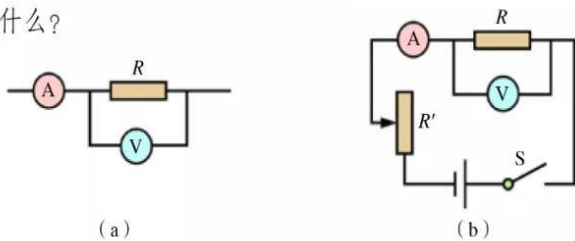


图14-10 探究欧姆定律的电路图

#### 进行实验

1. 保持电阻 $R$ 不变，研究电流 $I$ 随电压 $U$ 变化的情况。

从图14-11中选择所需器材。取一个定值电阻 $R$ ，如 $R=5\ \Omega$ ，按图14-10(b)所示的实验电路图连接电路。

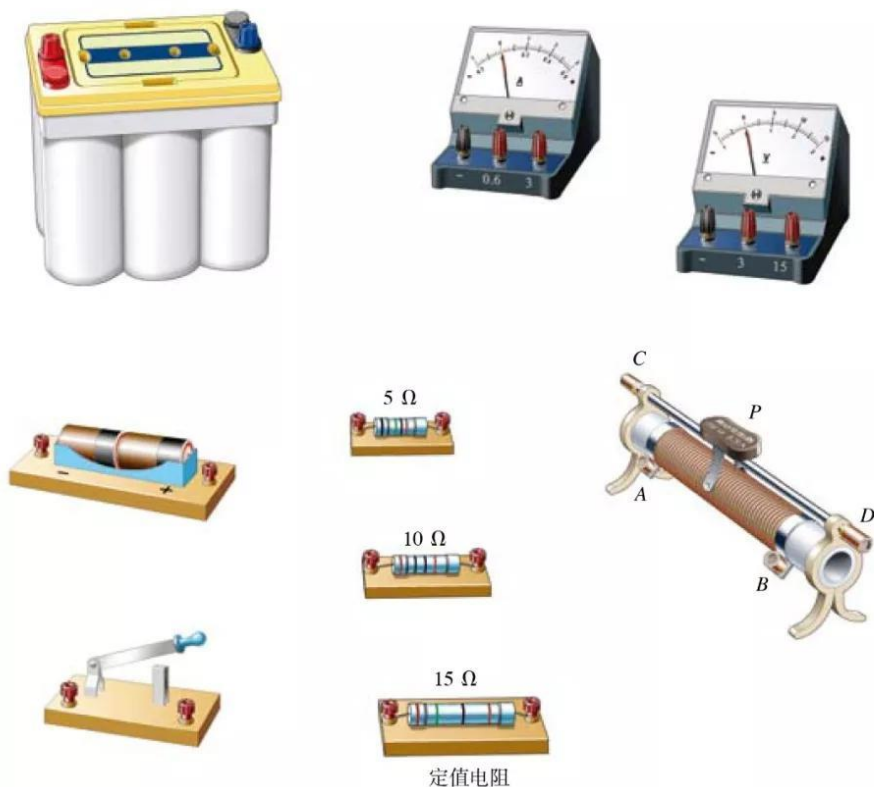


图14-11 探究欧姆定律的实验器材

闭合开关，调节滑动变阻器 $R'$ ，使电阻 $R$ 两端的电压成整数倍变化（想一想为什么），如使 $U$ 等于2 V、4 V、6 V等。

读出在各种不同电压下电流表的示数，并填入表一中。

表一 ( $R=5\ \Omega$ )

实验序号	电压 $U/V$	电流 $I/A$
1	2	
2	4	
3	6	
...		

分析上述数据，可以得出结论：

保持电阻不变时，电流跟电压成\_\_\_\_\_关系。

2. 保持电压 $U$ 不变，研究电流 $I$ 随电阻 $R$ 变化的情况。

实验时，依次把 $5\Omega$ 、 $10\Omega$ 和 $15\Omega$ 的电阻器接入电路，调节滑动变阻器 $R'$ ，使 $R$ 两端的电压保持某一定值（如 $6\text{ V}$ ），测出接入不同电阻器时的电流值，并填入表二中。

表二（ $U=6\text{ V}$ ）

实验序号	电阻 $R/\Omega$	电流 $I/\text{A}$
1	5	
2	10	
3	15	
...		

分析上述数据，可以得出结论：

保持电压不变时，电流跟电阻成\_\_\_\_\_关系。

实验中，你是怎样保持电阻 $R$ 两端的电压不变的？请与同学交流。

上述实验结果表明：

一段导体中的电流，跟这段导体两端的电压成\_\_\_\_\_关系，跟这段导体的电阻成\_\_\_\_\_关系。

这个规律叫做欧姆定律（Ohm's law）。

如果用 $U$ 表示导体两端的电压， $R$ 表示导体的电阻， $I$ 表示导体中的电流，那么欧姆定律可以用公式表示为

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

上式中， $I$ 、 $U$ 、 $R$ 的单位分别为 $\text{A}$ 、 $\text{V}$ 、 $\Omega$ 。

欧姆定律反映了一段导体中的电流跟加在这段导体两端的电压和这段导体电阻之间的定量关系，知道了其中的两个量，就可以算出第三个量。在应用欧姆定律计算电压和电阻时，常用以下变换式

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

应用欧姆定律时，公式中的  $I$ 、 $U$ 、 $R$  应是同一段导体上的电流、电压和电阻。

**例题** 某数控机床照明灯（图14-12）的电压是36 V，它正常工作时灯的电阻是54  $\Omega$ 。通过照明灯的电流是多少？



图14-12 数控机床

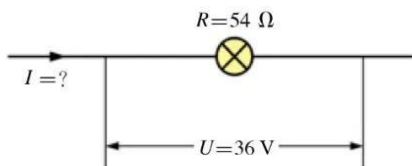


图14-13 电路图

分析：首先应根据题意画出电路图，并在图上标明已知量的符号、数值和未知量的符号（图14-13），明确已知量和所求量；然后应用欧姆定律解题。

解题步骤是：

- ①画电路图；
- ②列出已知条件和所求量；
- ③求解。

解题时应按下列格式书写。

已知： $U=36\text{ V}$ ， $R=54\ \Omega$ 。

求： $I$ 。

解：根据欧姆定律  $I=\frac{U}{R}$ ，代入数据，可得

$$I=\frac{36\text{ V}}{54\ \Omega}\approx 0.67\text{ A}。$$

答：通过照明灯的电流是0.67 A。

我们现在学习的欧姆定律公式，看上去是那么简单，可是，当年作为中学教师的欧姆，却为了总结出这个规律花费了十多年的心血。当时的实验条件很差，没有测量电流的仪器，电源的电压也很不稳定，但欧姆凭着自己不懈的努力和少年时期在作坊里练出的一双巧手，经历无数次的失败，才制成了比较精确的测量电流的仪器。经过多年的潜心研究，欧姆终于取得了成功。他的研究成果发表于1826年，但当时的物理学界并不重视。后来，随着对电的研究的深入，人们最终认识到这一成果的重要性，欧姆也被聘为大学教授，并获得英国皇家学会的奖章。



### 自我评价与作业

1. 为探究电阻 $R$ 中的电流与电压的关系，某同学将实物连接成如图14-14所示的电路。请你指出其中连接的错误之处，并加以改正。

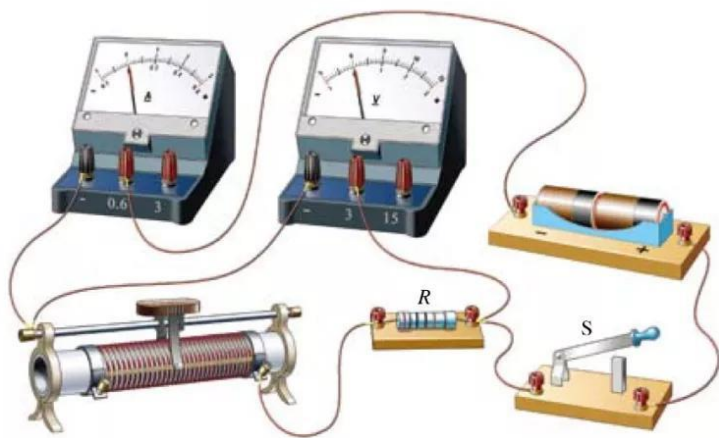


图14-14

2. 某导体两端的电压为3 V时，通过它的电流为200 mA，这个导体的电阻有多大？现将电压增加到6 V，若用有0~0.6 A、0~3 A两种量程的电流表来测量导体中的电流，应选用哪一种量程？

3. 手电筒里装有两节干电池，串接后的电压是3 V。图14-15是手电筒的结构解剖图。用手上推金属滑键，接通电路，小灯泡发光时的电阻是 $12\ \Omega$ ，求手电筒发光时通过小灯泡的电流。

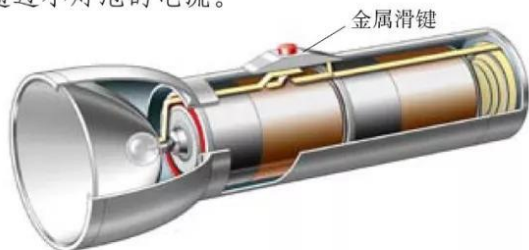


图14-15

4. 图14-16是某同学探究导体的电流与电阻的关系时所用的实验电路。在实验过程中，他将 $10\ \Omega$ 的定值电阻更换为 $15\ \Omega$ 的定值电阻，闭合开关后，为了保持定值电阻两端的电压不变，他接下来要进行的操作是( )。

- A. 减少电池的节数
- B. 将滑动变阻器滑片 $P$ 向左移动
- C. 将滑动变阻器滑片 $P$ 向右移动
- D. 记录电流表和电压表的示数

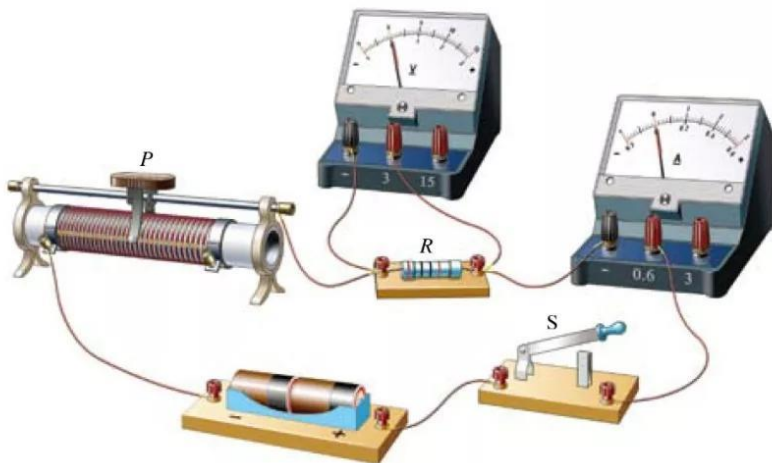


图14-16

5. 有人认为，公式 $R = \frac{U}{I}$ 跟公式 $I = \frac{U}{R}$ 在形式上相似，所以可把电阻 $R$ 说成跟电压成正比，跟电流成反比。你认为这种说法对吗？为什么？



# 14.3

## 欧姆定律的应用

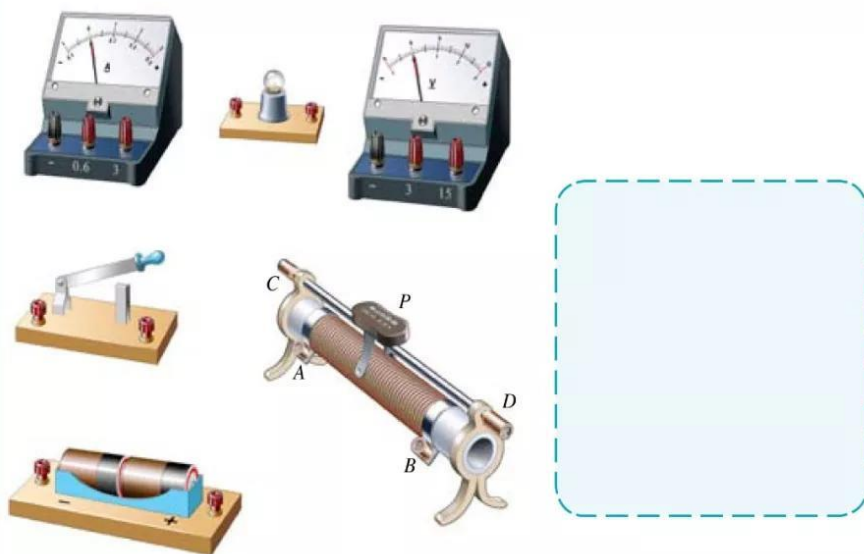
欧姆定律是电学中的重要定律，它在生产和生活实际中有着广泛的应用。



### 活动1 测量小灯泡工作时的电阻

要测量小灯泡工作时的电阻，可用电压表测出灯泡两端的电压，用电流表测出通过灯泡的电流，再用欧姆定律就能算出灯泡的电阻值了。这种测量电阻的方法叫做伏安法。

(1) 实验器材如图14-17所示。请你根据上一节做实验的经验选出实验器材，并画出实验电路图。



(a) 实验器材

(b) 电路图

图14-17 测量小灯泡的电阻

(2) 按电路图连接电路，进行实验。

(3) 实验时，用滑动变阻器调节电路中的电流，从尽可能小的电流逐步调至小灯泡正常发光。用手触摸小灯泡，感受小灯泡的温度变化。同时观察小灯泡的亮度，并读出电压表和电流表的示数，将实验数据记录在下表中。

实验序号	$U/V$	$I/A$	$R/\Omega$	灯泡亮度
1				不亮
2				灯丝暗红
3				微弱发光
4				正常发光

请你分析不同发光情况下的灯泡电阻值，并回答下列问题。

(1) 小灯泡由不亮逐渐变为正常发光，灯泡灯丝的温度是否在变化？

(2) 小灯泡灯丝的电阻跟灯丝的温度高低有什么关系？

(3) 有同学将记录表中四次测得的电阻的平均值作为小灯泡的电阻，你认为这样做正确吗？为什么？



## 活动2

### 研究短路有什么危害

(1) 用一根长1 m、横截面积为 $1\text{ mm}^2$ 的铜质导线（电阻为 $0.017\ \Omega$ ）跟220 V电源的两极直接连接起来，那么通过导线的电流有多大？如果一盏台灯的工作电流为 $0.2\text{ A}$ ，那么通过上述导线的电流相当于多少盏台灯在同时工作？

讨论一下，如果这样连接会有什么危害？

(2) 某同学误将电流表（其电阻为 $0.1\ \Omega$ ，量程为 $0\sim 3\text{ A}$ ）与一用电器并联，此用电器两端的电压为 $3\text{ V}$ ，那么通过电流表的电流有多大？这样连接会造成什么危害？





## 自我评价与作业

1. 如图14-18(a)、(b)所示, 它们分别是甲、乙两同学用伏安法测量电阻 $R$ 时所设计的电路。请你评价一下哪个设计更合理, 为什么?

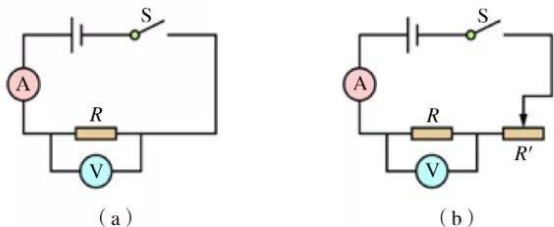


图14-18

2. 某同学用一个电流表和灯泡串联, 测得灯泡正常发光时的电流是 $0.18\text{ A}$ , 这时用电压表测得灯泡两端的电压是 $220\text{ V}$ , 试计算灯泡灯丝正常发光时的电阻值。根据题意, 画出电路图。

3. 在用伏安法测量电阻的实验中:

(1) 在连接电路时, 开关应处于何种状态?

(2) 若所用电表的接线柱和指针的位置如图14-19所示, 则电压表和电流表的示数分别是多少? 被测电阻的电阻值是多少?

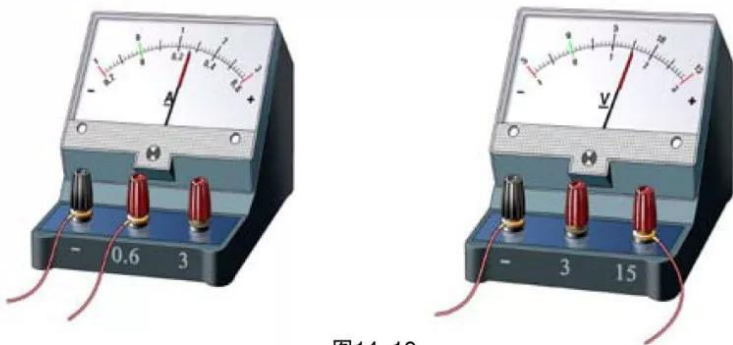


图14-19

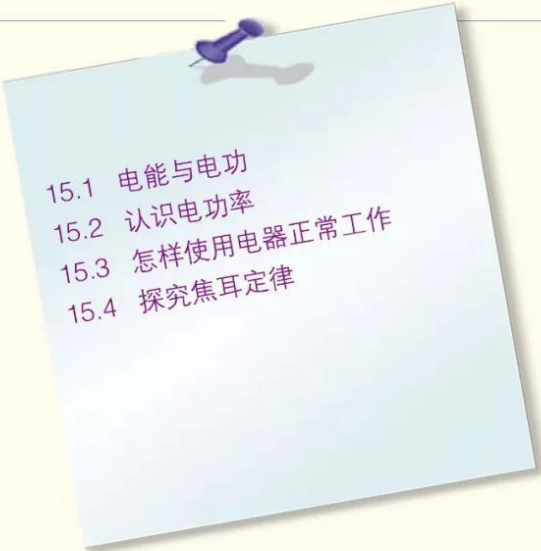


## 课外活动

根据“测量小灯泡的电阻”实验的数据, 请用计算机画出小灯泡工作时的电阻 $R$ 跟电流 $I$ 的关系图象。

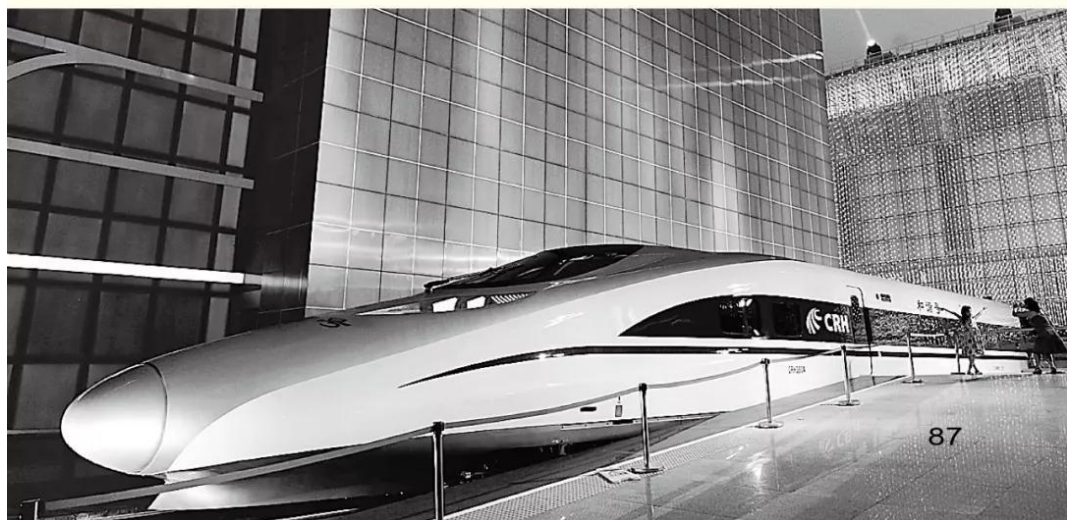
# 第十五章

## 电能与电功率

- 
- 15.1 电能与电功
  - 15.2 认识电功率
  - 15.3 怎样使用电器正常工作
  - 15.4 探究焦耳定律

一个普通的灯泡  
记录着开拓的辛劳  
千百次试验  
展开了一个光明的世界

都市的夜晚  
如此绚丽多彩  
爱迪生的精神  
永远照亮着  
探索者前进的方向





# 15.1

## 电能与电功

自从发明了发电机后，人类便由蒸汽时代步入电气时代。电能的开发与利用，是人类在认识自然、利用自然的过程中取得的具有划时代意义的光辉成就。现代社会生活和生产中几乎处处都离不开电。用电，实际上用的是电能。

### 电能与电功

电能利用，都是通过电能转化为其他形式的能量来实现的。请分析图15-1所示的事例，完成填空。



#### 活动1 了解“电功”



(a) 用电照明时，电能转化为\_\_\_\_\_能



(b) 用电取暖时，电能转化为\_\_\_\_\_能



(c) 电梯运行时，电能转化为\_\_\_\_\_能



(d) 电镀物品时，电能转化为\_\_\_\_\_能

图15-1 电能的转化与电功

物理学中，当电能转化为其他形式的能时，我们就说电流做了电功（electric work）。电能转化为其他形式的能的多少，可以用电功的大小来量度。电功用字母 $W$ 表示，电功的单位与机械功的单位一样，也是焦（J）。生活中常用千瓦时（俗称“度”）表示电功，符号是 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

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

$1 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 可以使常见家用电器正常工作的时间如下表所示：

电器名称	节能灯 (3 W)	白炽灯 (25 W)	电风扇 (40 W)	电视机 (以140 W计)
工作时间 $t/\text{h}$	333.3	40	25	7.14

## 用电能表测量电功

电功是可以直接测量的。如图15-2所示是家用电能表，俗称电度表，就是用来测量电功，即记录电路消耗电能的仪表。



### 活动2 认识电能表



图15-2 电能表

图15-2是家用电能表的实物图。用电时，表中的铝质圆盘转动，上方的数字以千瓦时（ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ）为单位显示所消耗的电能。读数时要注意，数字栏中最右边的一位是小数位。

该表基本电流为10 A，短时间内通过的电流允许大些，额定最大电流为20 A。

该表应在220 V、50 Hz的交流电路中工作。

用电器每消耗1  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 的电能，电能表上的转盘转过1 250圈。

将电能表接入家庭电路(图15-3)。当电路接通时,电灯发光,电能表里的转盘便转动起来,计数器就能将电路中所消耗的电能记录下来。某一时段电能表先后两次示数之差,就是这段时间内的用电量。

例如,某家庭3月底电能表计数器的示数是270.1 kW·h,4月底计数器的示数变为365.5 kW·h,则在这段时间内这个家庭用电量为

$$365.5 \text{ kW}\cdot\text{h} - 270.1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 95.4 \text{ kW}\cdot\text{h}.$$

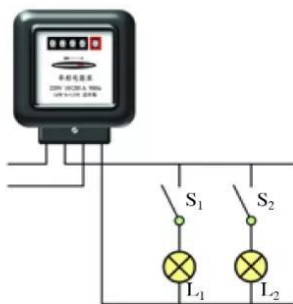


图15-3 电能表的连接



### 电子式多费率电能表

为了合理使用电能,目前许多城市都使用电子式多费率电能表实行分时段计费。这种电能表是采用电子技术,由液晶数字显示器等部件构成,其特点是可以根据不同时段用户的用电情况分别计费。供电部门利用专用设备,不用上门便可读取各用户电能表上的各种信息,并算出电费。



图15-4 电子式多费率电能表



### 自我评价与作业

1. 试说明火力发电厂、水力发电站、核电站分别是将什么能转化为电能的。

2. 某家庭8月底和9月底电能表计数器显示的数字如图15-5所示,这家9月份用了多少电能?

3. 从某周一早晨7:00开始,抄录你家的电能表的示数;到下周一的早晨7:00,再抄录该电能表的示数。看看你家一周用去了多少电能。估算一个月你家大约要消耗多少电能?要付多少电费?



图15-5



## 15.2

## 认识电功率

### 从认识用电器的铭牌开始



#### 活动1 观察用电器的铭牌

观察图15-6中的用电器铭牌，你知道节能灯铭牌上的7 W、电熨斗铭牌上的1 200 W各表示什么吗？



图15-6 认识用电器的铭牌

用电器铭牌上7 W、1 200 W等数字表示的就是用电器的电功率。那么，什么是电功率呢？

### 电功率



#### 活动2 认识电功率

将标有“220 V 15 W”和“220 V 100 W”的两个灯泡同时接入家庭电路中，观察哪一个灯泡比较亮。

想一想，在相同时间内，哪个灯泡消耗的电能比较多？

灯泡在某段时间内所消耗的电能，就是电流在这段时间内所做的功。人们在选择用电器时，关注更多的是电流做功的快慢。

在物理学中，把电流在某段时间内所做的电功跟这段时间的比叫做电功率 (electric power)。

如果用字母 $P$ 表示电功率， $W$ 表示电功， $t$ 表示时间，那么

$$P = \frac{(\quad)}{(\quad)}$$

在国际单位制中，电功率的单位与机械功率的单位一样，也是瓦，符号为W。常用的电功率的单位还有千瓦 (kW)。

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

各种用电器的铭牌上都标有电功率的大小，它是我们选择用电器的一个重要参数。



想一想

现在你知道用电器铭牌上的7 W、125 W、1 200 W……有什么意义了吗？



### 活动3

### 探究灯泡的电功率跟哪些因素有关

#### 猜想与假设



电功率可能跟电压有关，电压越高，电功率越大。

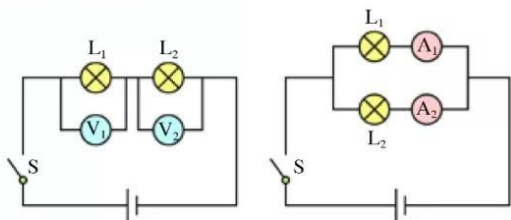


电功率可能跟电流有关，电流越大，电功率越大。

你同意他们的看法吗？你的猜想又是什么？

### ● 设计实验与制订计划

某些同学根据自己的猜想，设计了如图15-7所示的两种实验电路，来探究灯泡的电功率跟电流、电压的关系。



(a) 将两个灯泡串联，使通过它们的电流相同

(b) 将两个灯泡并联，使其两端电压相同

图15-7 实验电路图

你设计的实验电路图又是怎样的呢？

**金钥匙**

在研究电功率跟电流的关系时，应设法控制电压不变；在研究电功率跟电压的关系时，应设法控制电流不变。

### ● 进行实验与收集证据

请按照设计好的电路图进行实验，并把收集到的数据和观察到的现象填写在下表中。

当通过两个灯泡的电流相同时：

	电压 $U/V$	灯泡亮度 (选填“明”或“暗”)
灯泡 $L_1$	$U_1 =$	
灯泡 $L_2$	$U_2 =$	

当两个灯泡两端的电压相同时：

	电流 $I/A$	灯泡亮度 (选填“明”或“暗”)
灯泡 $L_1$	$I_1 =$	
灯泡 $L_2$	$I_2 =$	

### ● 分析与论证

电功率的大小跟通过用电器的电压、电流有关。在电压相等时，电流越大，电功率就\_\_\_\_\_；在电流相等时，电压越高，电功率就\_\_\_\_\_。



精确的实验表明，电功率等于电压  $U$  跟电流  $I$  的乘积，即

$$P = UI$$

使用公式  $P=UI$  时， $U$  的单位为V， $I$  的单位为A， $P$  的单位为W。



### 自我评价与作业

1. 下表所列的是一台电风扇内电动机的主要电气技术数据。该电动机正常工作时的电流是多少？

电压 $U/V$	220
功率 $P/W$	55

2. 一个家用普通照明灯泡正常工作时，通过的电流约为（ ）。

- A.  $2 \times 10^{-2} \text{ A}$                       B.  $2 \times 10^{-1} \text{ A}$   
 C. 20 A                                  D.  $2 \times 10^2 \text{ A}$

3. 某教室里安装有8盏40 W的日光灯，这8盏日光灯在2 h内消耗的电能是多少焦？合多少千瓦时？

4. 下表所示的是某种家用电冰箱的铭牌，你能看懂其中的哪些指标？从节能考虑你最关注的是哪几项指标？为什么？

防触电保护类别	I类	额定频率	50 Hz
总有效容积	258 L	输入总功率	140 W
冷冻室有效容积	67 L	额定耗电量	0.8 kW · h / 24 h
冷冻保鲜室有效容积	26 L	冷冻能力	4 kg / 24 h
额定电压	220 V~	外形尺寸深 × 宽 × 高 (mm)	600 × 600 × 1650



## 15.3

# 怎样使用电器正常工作

### 研究额定电压与额定功率



#### 活动1 观察灯泡的亮度变化

1. 观察灯泡上标示的电压值， $U = \underline{\hspace{2cm}}$  V。
2. 参照图 15-8 所示的电路图选择实验器材，并连接电路。
3. 改变电路中滑动变阻器的电阻，观察电压表示数的变化，同时观察灯泡亮度的变化情况。
4. 分别用两个不同的灯泡进行实验，并把观察到的现象填写在下表中。

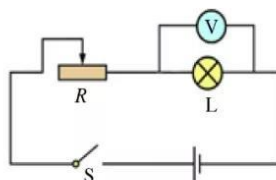


图15-8 观察灯泡亮度变化

现象 \ 条件		当电压表的示数等于灯泡上标示的电压值时	当电压表的示数略大于灯泡上标示的电压值时	当电压表的示数小于灯泡上标示的电压值时
不同的灯泡				
1	灯泡 $L_1$ 的亮度			
2	灯泡 $L_2$ 的亮度			

通过实验，可以得到结论：

当加在灯泡上的电压等于灯泡上标示的电压时，灯泡能正常发光；

若略大于标示的电压时，灯泡\_\_\_\_\_；

若小于标示的电压时，灯泡\_\_\_\_\_。

在物理学中，用电器正常工作时的电压值和电流值，分别叫做额定电压 (rated voltage) 和额定电流 (rated current)。在额定电压下工作时所消耗的功率，叫做额定功率 (rated power)。

一般来说,用电器的铭牌上均标有额定电压、额定电流或额定功率的数值(图15-6)。

在实际使用时,加在用电器上的电压,有时略高于或略低于额定电压,用电器也能工作。这时的电压就叫做实际电压。用电器在实际电压下工作所消耗的功率,叫做实际功率。

## 测量小灯泡的电功率



### 活动2 测量小灯泡的电功率

根据电功率 $P=UI$ ,你能设计一个实验方案,测算出小灯泡的电功率吗?画出实验电路图(图15-9),选择实验器材进行实验。

(1) 连接电路,将滑动变阻器的滑片置于阻值最大的位置。闭合开关,接通电路。

(2) 调节滑动变阻器,使灯泡在额定电压下发光,观察电流表的示数和灯泡的亮度,记入实验记录表。

(3) 调节滑动变阻器,使灯泡两端的电压约高出额定电压的 $\frac{1}{5}$ ,将电流表的示数与灯泡的亮度填入记录表中。

(4) 调节滑动变阻器,使灯泡两端的电压是额定电压的 $\frac{4}{5}$ ,将电流表的示数与灯泡的亮度填入记录表中。

(5) 根据实验数据,计算出不同情况下灯泡的电功率。

#### 实验记录表

小灯泡的额定电压是\_\_\_\_\_V。

实验序号	灯泡两端的电压 $U/V$	通过灯丝的电流 $I/A$	灯泡的亮度	灯泡的电功率 $P/W$
1				$P_1 =$
2				$P_2 =$
3				$P_3 =$

由此可得出小灯泡的额定功率为\_\_\_\_\_W。

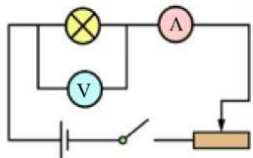


图15-9 测量小灯泡的电功率

**例题** 把标有“PZ 220-40”字样的白炽灯泡分别接入220 V和110 V的电路，灯泡实际功率各为多少？（假设灯丝的电阻不随温度的变化而变化）

解：（1）当灯泡被接入220 V的电路时，其实际功率就是它的额定功率，因此

$$P_1 = P_{\text{额}} = 40 \text{ W}。$$

（2）当灯泡被接入110 V的电路时，因为

$$P_{\text{额}} = U_{\text{额}} I_{\text{额}} = \frac{U_{\text{额}}^2}{R}，$$

所以 
$$R = \frac{U_{\text{额}}^2}{P_{\text{额}}} = \frac{(220 \text{ V})^2}{40 \text{ W}} = 1\,210 \, \Omega。$$

假设灯泡的电阻 $R$ 不变，则

$$P_2 = \frac{U_{\text{实}}^2}{R} = \frac{(110 \text{ V})^2}{1\,210 \, \Omega} = 10 \text{ W}。$$

答：把灯泡分别接入220 V和110 V的电路时，实际功率各为40 W和10 W。



### 自我评价与作业

1. 对于上面的例题，你还能用其他方法求出灯泡的实际功率吗？试一试。
2. 在用电高峰期，家中的灯泡比正常发光时要暗些，这是为什么？当实际电压为210 V时，标有“220 V 60 W”的灯泡发光的实际功率是多少？（假设灯丝的电阻不变）
3. 某次雷电的平均电流约 $2 \times 10^4 \text{ A}$ ，电压约 $1 \times 10^9 \text{ V}$ ，历时 $1 \times 10^{-3} \text{ s}$ ，那么这次雷电释放的电能是多少？平均放电功率是多少？



### 课外活动

调查你家里有哪些用电器，弄清这些用电器的额定电压和额定功率，并把调查的结果填写在下面的表格中。

用电器名称						
额定电压 $U_{\text{额}}/\text{V}$						
额定功率 $P_{\text{额}}/\text{W}$						



## 15.4

# 探究焦耳定律

我们知道，导体中有电流通过时会发热。例如，电热毯、电熨斗、电热水壶、电吹风、电暖器等用电器，它们通电后都会发热。电流通过导体，导体会发热的现象，叫做电流的热效应。那么，通电导体产生的热量跟哪些因素有关呢？

### 通电导体放出的热量跟哪些因素有关

根据生活中的经验，有同学猜想，通电导体产生的热量，跟导体的电阻和导体中的电流大小有关。你的猜想是什么？

下面让我们用实验来进行探究。



#### 活动

#### 探究通电导体放出的热量跟哪些因素有关

实验装置如图15-10所示，甲、乙两个锥形瓶中的电阻丝的电阻 $R_1$ 、 $R_2$ 分别为 $5\ \Omega$ 和 $10\ \Omega$ ，两个瓶内装有等量的煤油。

(1) 探究导体产生的热量跟电阻的关系。

某同学设计的实验电路图如图15-11所示。连接电路，进行实验。

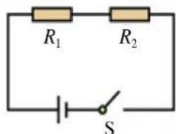


图15-11 实验电路图

通电前，先记下瓶中煤油的初始温度 $t_0$ ；通电

后，每经过相同时间（如1 min），就读出两支温度计的示数，并将数据填写在表中。

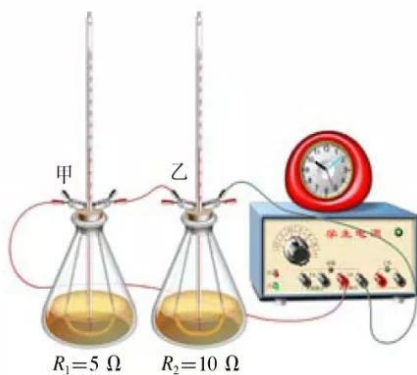


图15-10 某同学验证猜想的实验装置图

温度 $t / ^\circ\text{C}$	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$
电阻 $R / \Omega$					
$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$					
$R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$					

分析实验数据，可以得到实验结论：

当电流一定时，导体的电阻越大，产生的热量就\_\_\_\_\_。

(2) 探究导体产生的热量跟电流的关系。

该同学选用乙瓶的电阻丝作为研究对象，并设计出如图15-12所示的电路图来进行探究。

你认为他的设计合理吗？你的方案是什么？请画出来比较，并根据实验方案进行实验。

分析实验数据，可以得到结论：

当电阻一定时，通过导体的电流越大，导体产生的热量\_\_\_\_\_。

(3) 实验还表明，通电时间越长，产生的热量越多。

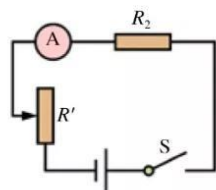


图15-12 实验电路图

综上所述，通电导体产生的热量跟导体的电阻、导体中的电流以及通电时间有关。

## 焦耳定律

英国物理学家焦耳经过多年的研究，做了大量的实验，于1840年最先精确地确定了电流产生的热量跟电流、电阻和时间的关系：电流流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，跟通电的时间成正比。这个规律叫做焦耳定律 (Joule's law)。

如果用  $Q$  表示电流流过导体时产生的热量， $I$  表示导体中的电流， $R$  表示导体的电阻， $t$  表示通电时间，那么焦耳定律可以用公式表示为

$$Q = I^2 R t$$

上式中  $I$  的单位是 A， $R$  的单位是  $\Omega$ ， $t$  的单位是 s， $Q$  的单位是 J。



### 想一想

焦耳定律是在实验的基础上总结出来的，你能由电功率公式把它推导出来吗？请试一试。

**例题** 某电热器接在220 V的电源上，其电阻是100  $\Omega$ ，则通电8 min能产生多少热量？

已知： $U=220\text{ V}$ ， $R=100\ \Omega$ ， $t=8\text{ min}=480\text{ s}$ 。

求： $Q=?$

解：根据已知条件，由欧姆定律，得

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{ V}}{100\ \Omega} = 2.2\text{ A},$$

将 $I$ 的值代入焦耳定律的公式，得

$$Q = I^2 R t = (2.2\text{ A})^2 \times 100\ \Omega \times 480\text{ s} \approx 2.3 \times 10^5\text{ J}.$$

答：这个电热器通电8 min产生的热量为 $2.3 \times 10^5\text{ J}$ 。

上面的解法是先求出电流，再用焦耳定律的公式求解。能否不通过求电流来解这个问题呢？

## 电流热效应的应用与控制

电流通过导体，导体会发热的现象，叫做电流的热效应。电流热效应的应用很广泛，如电熨斗、电热水壶、电吹风、电饭煲等都用了电流热效应的原理（图15-13）。



有些用电器为了避免因温度过高而影响正常工作，采取了散热措施。



(a) 电视机



(b) 笔记本电脑



(c) 电冰箱

图15-14 装有散热装置的用电器

你知道如图15-14所示的用电器是怎样散热的吗？你还知道哪些用电器采取了散热措施？它们分别安装了什么样的散热装置？



## 发热材料 PTC

PTC是一种半导体陶瓷材料，它是以钛酸钡为主，掺入多种物质后加工而成的。它的发热效率较高，目前家用的陶瓷暖风机、陶瓷电热水壶（图15-15）等都使用了这种材料。



(a) 陶瓷暖风机



(b) 陶瓷电热水壶

图15-15 PTC的应用

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





## 自我评价与作业

1. 调查你家里有哪些利用电流热效应的用电器，并与同学交流。
2. 某一家用电饭煲的铭牌上标有“220 V 500 W”字样，计算一下它的电阻丝的电阻是多少？假如每次煮饭要用20 min，消耗了多少电能？



## 课外活动

1. 观察电吹风，它内部的发热元件是什么？有的电吹风开关设有三挡：一挡是自然风；二挡是暖风；三挡是热风。你能说出其中的物理原理吗？试试看！
2. 找一个废旧的电热元件，细心拆开，观察其内部是由什么发热材料制成的。