



义务教育教科书

物理

九年级 全一册



上海科学技术出版社

义务教育教科书



物理

义务教育物理课程标准实验教科书编写组 编著

九年级 全一册

上海科学技术出版社

责任编辑 李林高 邵海秀 张 燕 施 成
美术编辑 房惠平

义务教育教科书
物 理
九年级 全一册
义务教育物理课程标准实验教科书编写组 编著
上海世纪出版（集团）有限公司 出版
上海科学技术出版社
(上海市钦州南路 71 号 邮政编码 200235)
新华书店发行
安徽芜湖新华印务有限责任公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 字数 230 000
2013 年 6 月第 1 版 2021 年 7 月第 65 次印刷
ISBN 978-7-5478-1773-5/G·373
定价: 13.74 元

如发现印装质量问题或对内容有意见建议, 请与本社联系
电话: 021-64848025, 邮箱: jc@sstp.cn

审批编号: 皖费核(2021年秋季)第0102号 举报电话: 12315

目录



第十二章 温度与物态变化

1

-
- | | | |
|-----|------------|----|
| 第一节 | 温度与温度计 | 2 |
| 第二节 | 熔化与凝固 | 9 |
| 第三节 | 汽化与液化 | 16 |
| 第四节 | 升华与凝华 | 22 |
| 第五节 | 全球变暖与水资源危机 | 27 |



第十三章 内能与热机

33

-
- | | | |
|-----|-------------|----|
| 第一节 | 物体的内能 | 34 |
| 第二节 | 科学探究：物质的比热容 | 39 |
| 第三节 | 内燃机 | 45 |
| 第四节 | 热机效率和环境保护 | 50 |



第十四章 了解电路

56

-
- | | | |
|-----|-------|----|
| 第一节 | 电是什么 | 57 |
| 第二节 | 让电灯发光 | 62 |

第三节	连接串联电路和并联电路	68
第四节	科学探究：串联和并联电路的电流	73
第五节	测量电压	81



第十五章 探究电路 90

第一节	电阻和变阻器	91
第二节	科学探究：欧姆定律	97
第三节	“伏安法”测电阻	104
*第四节	电阻的串联和并联	107
第五节	家庭用电	111



第十六章 电流做功与电功率 117

第一节	电流做功	118
第二节	电流做功的快慢	121
第三节	测量电功率	125
第四节	科学探究：电流的热效应	129



第十七章 从指南针到磁浮列车 137

第一节 磁是什么 138

第二节 电流的磁场 143

第三节 科学探究：电动机为什么会转动 149



第十八章 电能从哪里来 156

第一节 电能的产生 157

第二节 科学探究：怎样产生感应电流 164

第三节 电能的输送 170



第十九章 走进信息时代 176

第一节 感受信息 177

第二节 让信息“飞”起来 181

第三节 踏上信息高速公路 186



第二十章 能源、材料与社会 192

第一节 能量的转化与守恒 193

第二节 能源的开发和利用 198

第三节 材料的开发和利用 205

后 记 213

第十二章

温度与 物态变化

温度与温度计

熔化与凝固

汽化与液化

升华与凝华

全球变暖与水资源危机



第一节 温度与温度计

从水之旅谈起



图 12-1 云

水无常形，变化万千，无处不在。

雨，时而悄然无声，时而瓢泼倾盆，大家知道雨就是水。

云，形状各异，似鱼鳞，像城堡，然而，这美丽的云朵却是由水变成的（图 12-1）。

雪，从天而降，飘飘洒洒，使大地“银装素裹”，它也是由水变成的（图 12-2）。

有水才有生命，人们一直希望通过探测水来寻找地球外的生命！水带来自然界的生机，让万物生长！水的神奇使人们产生了对水的崇拜与敬畏，所以，有的民族至今仍保留着与水有关的节日（图 12-3）。

雨、云、雪……实质上都是水，只是形态各异罢了。如图 12-4 所示，太阳照射使地面



图 12-2 雪



图 12-3 傣族泼水节

附近的空气温度升高，含有水蒸气的热空气快速上升。在上升中，空气逐渐冷却，水蒸气凝成小水滴或小冰晶，形成了云。当云层中的小水滴合并成大水滴落下时，雨便产生了。假如高空的温度较低，水还能以雪或冰雹的形式降到地面。水是神奇的，它不仅可变为雨、云、雪，还可变为露、雾、霜等，水的状态是可以变化的。

那么，水的状态在什么情况下可以发生上述变化呢？让我们做做下面的小实验。

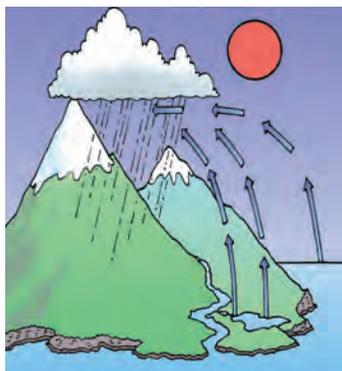


图 12-4 自然界的水循环

迷你实验室

准备加热器、水壶、钢勺、水杯以及冰等。

将冰放入水壶，然后加热，观察冰的变化。不断地加热，待水沸腾后，戴上手套，并拿着长柄勺子靠近壶嘴（图 12-5），观察其现象（注意安全）。

在加热过程中，冰变成了水，水变成了水蒸气；水蒸气遇冷又能冷凝成水；如再将水放入冰箱中，水还可以冻结为冰。水的状态是可以循环变化的。



图 12-5 人造“雨”

通过这个实验可知，水有三种状态，它们分别为固态、液态和气态，而且水的这三种状态在一定条件下可以相互转化。处于固态、液态和气态的物质分别称为固体、液体和气体。在一定条件下物质的这三种状态会互相转化。物理学中，将物质由一种状态向另一种状态的变化称为物态变化。

由于水的物态变化，使自然界有了云、雨、露、雾、霜、雪、雹等千姿百态的奇观，这些都与温度密切相关。若要了解物态变化，首先需要学习温度及温度计的使用等有关内容。

温 度



图 12-6 用“冷”无法描述凉水与冰棍冷的程度

生活中，我们常有冷和热的感觉，如喝凉水感觉冷，吃冰棍也感觉冷（图 12-6），但它们冷的程度不同；热水热，火也热，但它们热的程度不同。这说明仅仅用文字“冷”或“热”已无法准确描述冷热的程度了。

有时，人们对冷热的感觉是不可靠的。如图 12-7 所示，3 个杯子分别盛有冷水、温水和热水。若你先将左、右手分别放进冷、热水中，过会儿再将双手同时放进温水中，此时你的双手对同一杯温水的冷热感觉则是不同的。



图 12-7 有时凭感觉判断冷热是不可靠的

因此，人们引入了温度这一物理量来准确表示物体的冷热程度，温度用字母 t 来表示。越热的物体温度越高；越冷的物体则温度越低。

人们用摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 作为常用的温度单位。摄氏度是这样规定的：在 1 个标准大气压下，将纯净的冰水混合物的温度定为 0°C ，水沸腾时的温度定为 100°C 。把 $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间划分为 100 等份，那么，每一等份就是 1°C ，读作 1 摄氏度。正常情况下，人的体温约为 37°C ，读作 37 摄氏度；某地，12 月 5 日的最低气温为 -6°C ，读作零下 6 摄氏度。图 12-8 是自然界中的一些物体的温度。

熔化的固态氧	冰水混合物	人体	沸水	煤气灯火焰	通电的灯丝	太阳表面	温度 $t/^{\circ}\text{C}$
-218	0	37	100	1 500	2 500	6 000	



图 12-8 自然界中的一些物体的温度

信息窗

国际单位制中所采用的温标是热力学温标，它表示的温度是热力学温度，热力学温度的单位是开尔文，简称开，符号是“K”。冰水混合物的热力学温度是 273.15 K。热力学温度 (T) 和摄氏温度 (t) 的换算关系是

$$T = 273.15 + t$$

研究表明，无论人类如何改进低温技术，0 K 的温度都是达不到的。在科学研究中大多采用热力学温标。

温度计及其使用

人们用温度计来测量物体的温度。图 12-9 所示的是实验室和家庭中常用的液体温度计，它们是根据液体热胀冷缩的原理制成的，温度计内的液体多为汞、酒精或煤油等物质。当温度升高或降低时，温度计中的液体便膨胀或收缩，从温度计中液柱长度的变化便可知温度的变化了。图 12-10 和图 12-11 是两种固体温度计，前者是根据物体导电性与温度的关系制成的数字式温度计，后者则是用双金属片制成的温度计，它们都是根据固体的某种特性与温度的关系制成的。

怎样正确地使用液体温度计呢？下面，我们通过实验来学习。

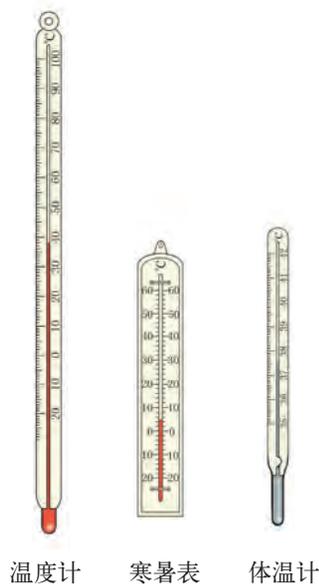


图 12-9 常用的液体温度计



图 12-10 数字式体温计



图 12-11 双金属片温度计

实验探究

用液体温度计测量温度

1. 熟悉温度计的使用规则 (图 12-12)

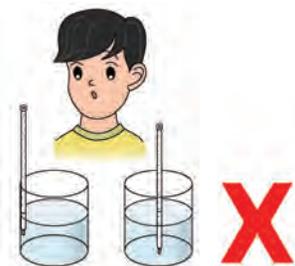
- (1) 使用前要观察温度计的量程, 估计被测物体的温度是否在量程内。
- (2) 测量时温度计的玻璃泡应被包围在被测物体内。
- (3) 测量液体温度时, 温度计的玻璃泡应浸没在液体中, 但不能接触容器壁和容器的底部。
- (4) 待温度计内液柱的液面稳定后再读数, 读数时视线要与液面相平。



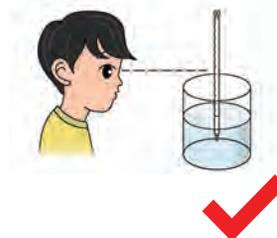
(a) 不能用温度计直接测火焰的温度



(b) 不能将温度计从被测物中拿出来读数



(c) 温度计不应靠碰杯壁, 也不应接触杯的底部



(d) 正确读数

图 12-12 温度计的使用

2. 测量

将液体温度计依次放入冷水、温水、热水中, 分别测量并记录三杯水的温度。注意, 在测量水温时, 要遵循我们刚学过的测量液体温度的方法。与同学交流, 看看大家测量的温度有何异同。

被测液体	冷水	温水	热水
温度 $t / ^\circ\text{C}$			

迷你实验室

用体温计测量体温

1. 观察体温计的结构

观察体温计玻璃泡前面的细弯管，它的作用是让玻璃泡内的汞在温度升高时能自动进入刻度直管内，但在温度降低时却不能自动回到玻璃管的玻璃泡内。因此，体温计在每次测量前都要甩动，使进入管内的汞回到玻璃泡内。

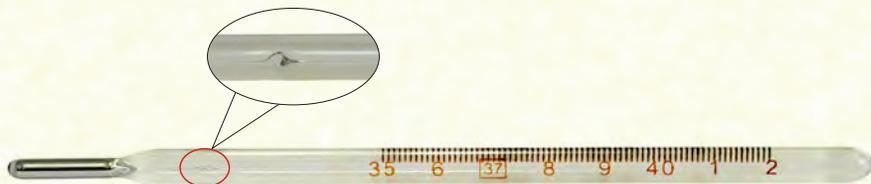


图 12-13 体温计及其细弯管

2. 观察体温计的量程及其分度值

用体温计测量自己和同学的体温。注意，使用体温计前要用用力地“甩动”几下，使管内的液体回到 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，然后将体温计放入腋下测温。

3. 读出体温值

约 5 min 后，将体温计取出，读出体温为 _____ $^{\circ}\text{C}$ 。

请思考，为什么体温计读数时可以离开人体，而使用普通温度计测温读数时不能离开被测物体呢？



作业

- 以下温度中，最接近 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的是 ()。
 - 冰水混合物的温度
 - 健康成年人的体温
 - 让人感觉温暖而舒适的室内温度
 - 1 个标准大气压下，水沸腾时的温度

2. $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的正确读法是 ()。

- A. 零下 20 度
B. 零下摄氏 20 度
C. 负摄氏 20 度
D. 零下 20 摄氏度

3. 在水的加热过程中, 若用温度计测水的温度时, 温度计的玻璃泡接触容器底, 则测量值与实际值相比 ()。

- A. 偏大
B. 偏小
C. 相等
D. 无法确定

4. 请对下面填空题作答。

(1) 家庭和物理实验室常用的液体温度计有 _____ 等, 它们是利用液体的 _____ 性质来测量温度的。

(2) 温度计玻璃泡浸入被测液体后要稍等一会儿, 待温度计的 _____ 稳定后再读数。读数时, 玻璃泡要 _____ 被测液体中, 视线与温度计中液柱的 _____ 相平。

(3) 如图 12-14 所示, 体温计的测量范围是 _____, 它的示数为 _____ $^{\circ}\text{C}$ 。若用这支未甩过的体温计去测量温度为 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的两个人的体温, 则测量结果分别为 _____ $^{\circ}\text{C}$ 和 _____ $^{\circ}\text{C}$ 。建议自己先找一支体温计试试, 然后回答问题。答过问题后, 再想一下为什么。



图 12-14

5. 如图 12-15 所示, 甲是体温计, 乙是实验室用温度计。请简要说出它们在构造和使用上的不同点。

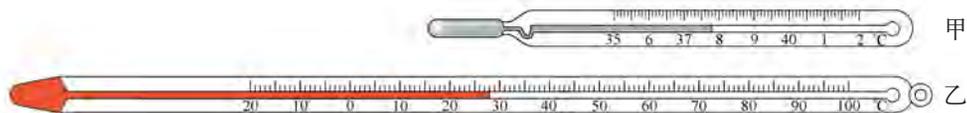


图 12-15

请提问

1. 我们如何知道高空中飞机外面的温度?

2. _____

3. _____

.....

第二节 熔化与凝固

春天到了，冰雪消融；寒冬来了，河水结冰。像冰化为水那样，物质从固态变为液态的过程称为熔化 (melting)。像水结成冰那样，物质从液态变为固态的过程称为凝固 (solidification)。那么，冰在什么情况下可以熔化为水，而水又在什么情况下能够凝固为冰呢？首先，我们通过实验来探究冰熔化的特点。



图 12-16 春天来了，冰雪融化了

熔 化

实验探究

提出问题

在探究冰的熔化特点时，我们也许会提出这样一些问题：冰在什么情况下由固体变为液体？冰在熔化过程中与其他固体（如石蜡）在熔化过程中的温度变化情况相同吗？

猜想与假设

探究这些问题时，我们可能会猜测：当给冰和石蜡加热时，它们可能都会熔化，但其熔化过程可能相同，也可能不同，它们熔化时温度可能保持不变，也可能发生变化，等等。

设计实验与制订计划

这些猜想对吗？我们需要通过实验来检验。让我们分别加热碎冰（或海波）和石蜡，多次测量其加热过程中的温度，比较其温度变化规律。

进行实验与收集证据

现在我们来进行实验并收集证据。分别将碎冰和石蜡放入两支试管中，按图 12-17 所示的装置分别加热碎冰和石蜡，观察碎冰和石蜡在熔化过程中温度及状态的变化。实验时，尽量使酒精灯的火焰等外界条件相同。每隔相同的时间将测得的温度值及对应状态填入表中，并分别在坐标纸上设温度为纵坐标，时间为横坐标，建立坐标系，并在坐标系中描出各点（碎冰和石蜡熔化时温度随时间变化）（图 12-18），然后将这些点用平滑曲线连接起来。

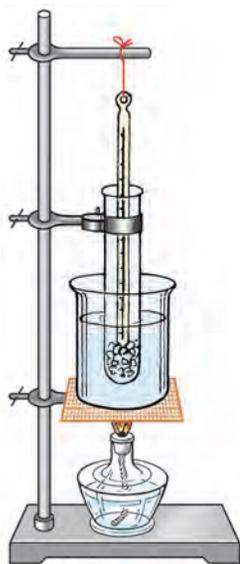


图 12-17
实验装置

熔化记录表格

时间 t/min					
冰的温度 $t/^\circ\text{C}$					
冰的状态					
石蜡的温度 $t/^\circ\text{C}$					
石蜡的状态					

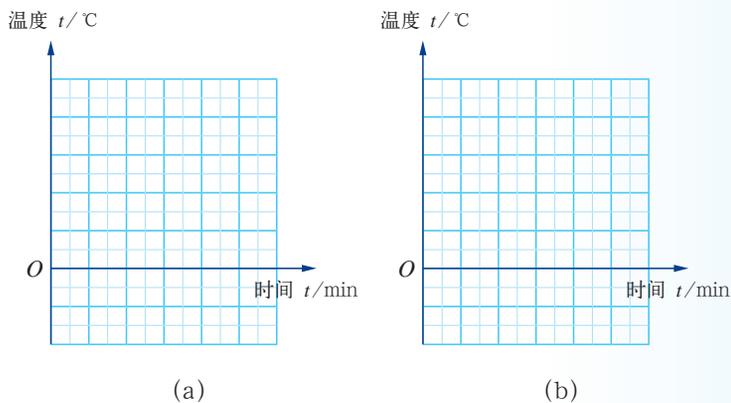


图 12-18

冰和石蜡熔化时温度随时间变化的规律

分析与论证

分析数据和图像可知：

冰在熔化过程中温度变化的规律：_____。

石蜡在熔化过程中温度变化的规律：_____。

交流与合作

看看你的假设是否与实验结论一致？想想你的研究计划是否合理？实验操作是否规范？测量得到的数据有无误差？误差的原因可能是什么？结论是否可靠？（整个探究过程都需与同学和老师交流讨论）



探究点拨

实验中，有时较难测出碎冰在零摄氏度以下的温度。若遇此情形，可尝试以下方法改进：开始时在烧杯中放盐与碎冰，然后将装有纯净碎冰的试管插入其中；随后加热，熔化烧杯中与盐混合的碎冰，随之，试管中的碎冰也开始熔化了，这样便容易得到试管中碎冰熔化前后温度的数据了。试管中的冰最好用蒸馏水冻结而成，实验过程中还需对试管中的碎冰或冰水不断搅拌，使其受热均匀。

有些物质的熔点较高，如海波的熔点为 $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右，因此，有时也可用海波替代试管中的碎冰做实验，以便更容易观测这些物质熔化前后温度的变化。

熔 点

由进一步的探究可知，在 1 个标准大气压下，冰在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时会熔化，而且在熔化过程中即使继续加热，其温度也保持不变；而石蜡则不一样了，在熔化过程中只要外界不断加热，其温度便不断升高。自然界中有些固体，像冰那样，在熔化过程中尽管外界不断加热，但其温度仍保持不变。这类固体有确定的熔化温度，称为晶体 (crystal)。有些固体没有确定的熔化温度，而是随着温

度的升高逐渐由硬变软，最后变为液体，在熔化过程中，外界不断加热，其温度会持续上升。这类固体没有确定的熔化温度，称为非晶体 (noncrystal)。物理学中将晶体熔化时的温度叫做熔点 (melting point)。所以，晶体有熔点，而非晶体则没有熔点。金属、钻石、冰、食盐、石墨等都有确定的熔点，因此，它们是晶体 (图 12-19)；而石蜡、塑料、玻璃、松香、沥青等则没有熔点，因此，它们都是非晶体 (图 12-20)。



图 12-19 皇冠上的钻石、黄金等属于晶体



图 12-20 塑料用具属于非晶体

拓展一步



通过前面探究冰的熔点可知，当晶体熔化时，温度不变；但若停止加热，熔化过程就会停止，这是为什么呢？

当晶体被加热时，分子运动更加剧烈，分子间的束缚随之减弱，以致有的分子能较自由地“游动”，呈流动性，这时，晶体便处于熔化过程。如果要使熔化过程继续，需对晶体继续加热，以便更多的分子能“游动”。所以，在熔化过程中外界所提供的热量，用于减小分子间的束缚，并不能使晶体的温度升高。这也说明熔化是吸热过程。

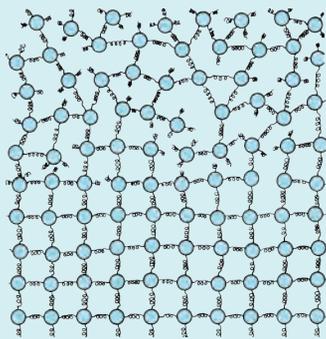


图 12-21 晶体熔化时的分子运动模型

不同晶体的熔点是不一样的。下表给出了在 1 个标准大气压下常见晶体的熔点。

常见晶体的熔点 (在 1 个标准大气压下)

晶体(固态)	熔点 $t/^\circ\text{C}$	晶体(固态)	熔点 $t/^\circ\text{C}$	晶体(固态)	熔点 $t/^\circ\text{C}$
固态氧	-218	海波	48	金	1 064
固态氮	-210	萘	80	铜	1 083
固态酒精	-117	锡	232	铁	1 525
固态汞	-39	铅	327	铂	1 769
冰	0	铝	660	钨	3 410

信息窗

晶体的熔点也会由于外界压强的变化或杂质的存在等原因而变化。例如,往装有冰块的烧杯中放些盐并搅拌,这时烧杯中冰的熔点会低于 0°C 。再如,下雪天,人们为了出行方便,常常向积雪的公路上撒盐,因为盐能尽快地融雪,而盐水在 -20°C 以下才结冰。尽管盐融雪使交通畅通了,但却会腐蚀车辆、道路,污染地下水,破坏植被,甚至危害人体等,因此,应慎用盐融雪的方法。



图 12-22 工作人员在撒盐融雪

凝 固

通常情况下,冰的熔点是 0°C 。当温度为 0°C 时,冰、水可以共存;当温度高于冰的熔点时,冰



图 12-23
公园座椅边缘凝固了的冰凌

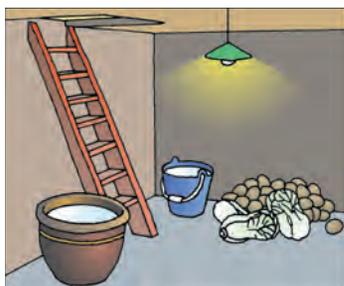


图 12-24
地窖里的水桶与蔬菜

融化成水；当温度低于冰的熔点时，水就凝固成冰（图 12-23）。晶体形成也有确定的温度，这个温度叫凝固点（solidifying point）。凝固是熔化的相反过程。同一种晶体的熔点和凝固点是相同的。非晶体既没有熔点，也没有凝固点。

晶体在熔化过程中要吸热，在凝固过程中则会放热。

人们常将物态变化过程中的放热、吸热现象应用于生产、生活实践。

例如，北方冬季贮菜，人们常在地窖放几桶水，以防止地窖的菜被冻坏（图 12-24）。你知道这是为什么吗？

因为当气温下降至 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时，桶里的水会凝固成冰，在凝固过程中，水会放出热量，该热量可使地窖的温度不至于降得太低，从而避免蔬菜被冻坏。

迷你实验室

自制玩具

先用泥土或沙做一个玩具模子，然后加热石蜡，使其熔化，并将熔化的石蜡倒入模子（图 12-25）。待冷却后，便得到了你设计的玩具。（制作玩具过程中，请注意安全）

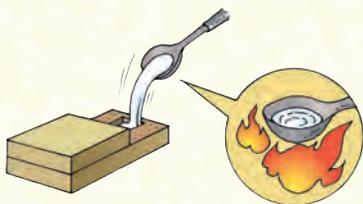


图 12-25 熔化的石蜡倒入玩具模子



作业

- 某些高山上的积雪，为什么终年不化？
- 将盛有锡块的坩埚放在电炉上加热，锡在逐渐熔化的过程中要（ ）。
 - 不断吸热，温度不断上升
 - 不断放热，温度不断上升
 - 不断吸热，温度保持不变
 - 不断放热，温度保持不变
- 用铜块浇铸铜像的过程中，发生的物态变化是（ ）。
 - 凝固
 - 熔化
 - 先熔化后凝固
 - 先凝固后熔化
- 如图 12-26 所示是某种固态物质加热变成液态时温度随时间变化的曲线，由图可知，该物质是 _____（选填“晶体”或“非晶体”），它的熔点是 _____ $^{\circ}\text{C}$ 。它在熔化过程中要 _____（选填“吸热”或“放热”）。

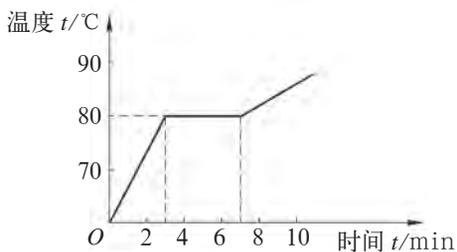


图 12-26

请提问

- 如何解释民间谚语：“下雪不冷，化雪冷”？
- _____
- _____
-

第三节 汽化与液化

像水变水蒸气那样，物质从液态变为气态的过程称为汽化 (vaporization)。像水蒸气变水那样，物质从气态变为液态的过程称为液化 (liquefaction)。

汽化

物质的汽化有两种方式：沸腾和蒸发。首先探究沸腾现象。沸腾 (boiling) 是在一定温度下液体的内部和表面同时发生的剧烈汽化现象。下面以水为例，看看水沸腾时有何特点。

实验探究

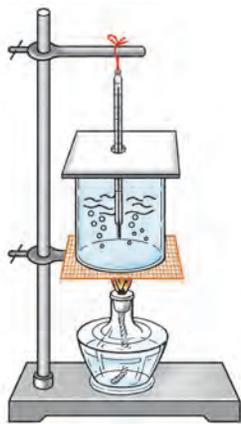


图 12-27 加热水

水的沸腾特点

水在什么情况下会沸腾？在沸腾过程中，温度如何变化呢？

按图 12-27 所示的装置加热水，观察水在沸腾时的温度变化和现象。将所测得的数据填入表中，并在坐标纸上描出各点（图 12-28），将这些点用平滑曲线连接起来。

记录表格

时间 t/min				
温度 $t/^\circ\text{C}$				

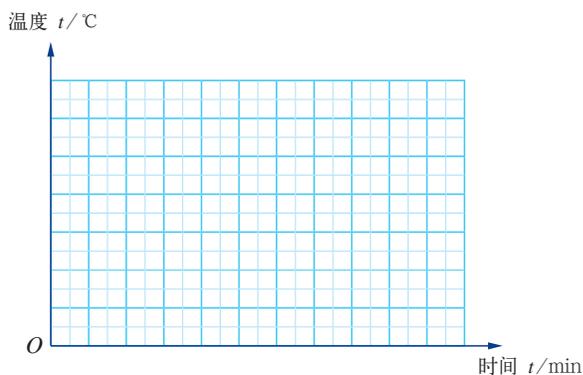


图 12-28 水沸腾时温度随时间变化的规律

分析数据和图像可知：

水在沸腾过程中温度变化的规律：_____

水在沸腾的过程中，虽然继续吸热，但它的温度却保持不变，这个温度叫**沸点**（boiling point）。不同液体沸腾时的温度是不同的，因此，其沸点也是不同的。下表给出了一些物质在 1 个标准大气压下的沸点。

一些物质的沸点（在 1 个标准大气压下）

物质(液态)	沸点 $t/^\circ\text{C}$	物质(液态)	沸点 $t/^\circ\text{C}$	物质(液态)	沸点 $t/^\circ\text{C}$
液态氢	-269	乙醚	35	萘	218
液态氢	-253	酒精	78	亚麻仁油	287
液态氮	-196	水	100	汞	357
液态氧	-183	甲苯	111	液态铅	1 740
液态氨	-33	煤油	150	液态铁	2 750

信息窗

物质的沸点在不同条件下也会发生变化。例如，在水中放些盐或糖，沸点升高，如果加入酒精，则沸点降低；又如，海拔高的地方由于气压低，水的沸点会随之变低。通常，地势每升高 1 000 m，水的沸点就降低约 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。我国的青藏高原，平均海拔在 4 000 m 以上，被称为“世界屋脊”。在这里，水的沸点常年都达不到 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，大部分地区水的沸点为 $84\sim 87\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在 8 844.43 m 的珠穆朗玛峰上，烧开水只有 $73.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这样的温度，连鸡蛋也煮不熟。高压锅则可以解决该问题，高压锅密封性能好，锅内的气压比外界大气压高，水的沸点可在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上，因此，食物能很快煮熟。



图 12-29 蒸发快的晾衣方式

在日常生活中，除了沸腾属于汽化现象，还有一种只在液体表面发生的汽化现象，这种现象叫做蒸发（evaporation）。液体的蒸发随时都在发生，液体温度越高、液体表面积越大、液体表面空气流动越快，液体蒸发就越快，反之，蒸发越慢。例如，人们晾衣服时，常常将其尽可能展开，并充分利用阳光和通风，以便尽快晾干衣服（图 12-29）。

尽管沸腾与蒸发都属汽化现象，需从周围吸热，但仍存在差异。沸腾只在特定温度时发生，而蒸发却在任何温度下都能发生；沸腾发生在液体的内部和表面，而蒸发仅发生在液体表面；沸腾时有气泡产生，而蒸发时则无气泡产生。

生活中利用蒸发吸热的例子很多。例如，人们常用酒精擦拭体表为高烧病人降温，因为酒精在蒸发过程中要吸热，病人体温便可暂时下降（图 12-30）。



图 12-30 用酒精擦拭体表为高烧病人降温

拓展一步



液体在沸腾过程中，大量分子会挣脱周围分子的引力而飞出，若要使沸腾过程继续，必须对液体继续加热，以便更多的分子飞出。在沸腾过程中，来自外界的热量为分子挣脱引力提供了能量，但无多余能量使液体温度升高（图 12-31）。

另外，为什么液体的蒸发随时都在发生呢？这是因为在任何温度下，总会有一些分子可以得到足够的能量而挣脱周围液体分子的吸引，从而脱离液面飞向空中。

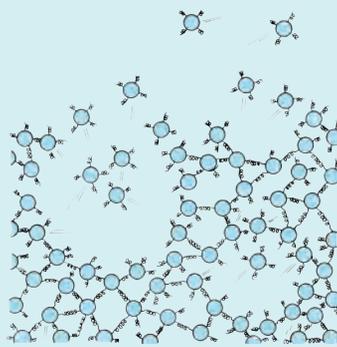


图 12-31 液体汽化时的分子运动模型

液 化

在前面“人造雨”实验中，从水壶口喷出的水蒸气遇到勺子时，其温度降低，水蒸气变成了小水珠；同理，在图 12-32 中，从水壶口冒出的水蒸气遇到冷空气后，变成了白雾（注意：白雾并不是水蒸气，而是水蒸气遇冷变成的小液滴）。这些都是物质从气态变为液态的过程，称为液化。液化是汽化的相反过程。



图 12-32
水蒸气遇冷形成白雾



图 12-33
植物上的露珠

生活中的液化现象很多，如植物上的露珠（图 12-33）、冰棍冒的“白气”、飞机的“尾气”等，都是水蒸气液化而成的。另外，我们常见的雾也是空气中的水蒸气液化的结果。雾和云含有大量的小水滴，只是云在空中，雾则接近地面（图 12-34）。

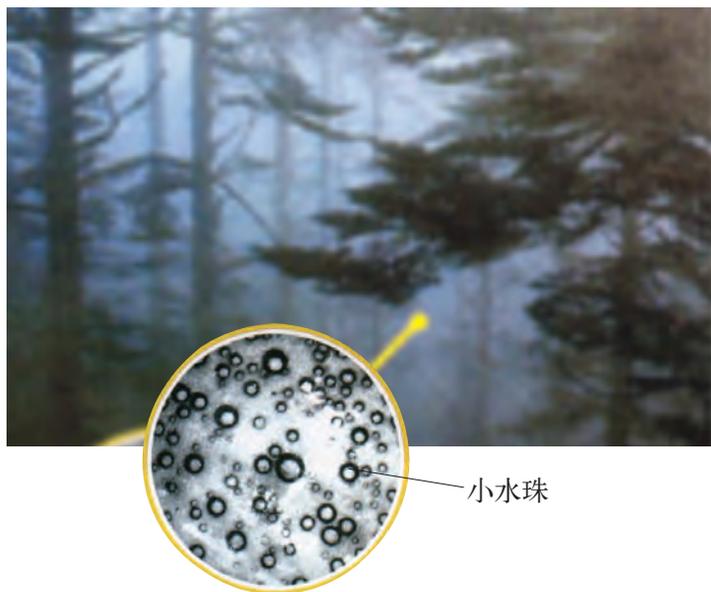


图 12-34 山林中的雾

迷你实验室

请试用实验室加热器具或厨房炊具模拟飞机“尾气”的产生（图 12-35）。想一想，在什么样的条件下这种尾气才容易制成？为什么水蒸气刚喷出时不是白色雾状？（注意安全）



图 12-35 水蒸气液化为小水滴



作业

1. 清晨，草叶上常挂有晶莹的露珠，这是由于夜间温度低，空气中的水蒸气 _____ 形成的，在阳光照射下这些露珠又会慢慢消失，是由于露珠发生了 _____ 的缘故。（均选填物态变化名称）
2. 游泳时，在水里不觉得冷，上了岸觉得冷，这是因为（ ）。
 - A. 水的温度高，空气的温度低
 - B. 空气比水容易传递热量
 - C. 人体表面的水分蒸发要吸收热量
 - D. 以上都不对
3. 在制药时为了从溶液中提取抗生素，要用加热的方法使溶液沸腾而除去水分，但抗生素不能在超过 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下提取，应采用的方法是（ ）。
 - A. 用微火加热使其沸腾
 - B. 降低容器内的气压，使水的沸点低于 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - C. 缩短加热沸腾时间
 - D. 增加容器内的气压，使水的沸点低于 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$
4. 请你用表格方式对比呈现蒸发与沸腾的相同与不同之处。

请提问

1. 为什么夏天装有冰水的杯外壁常能看见小水珠？
2. _____
3. _____
-

第四节 升华与凝华

升 华

冬天，冰冻的湿衣服也能晾干，这是因为衣服上的冰直接变成了水蒸气。物理学中将物质直接从固态变为气态的过程称为**升华** (sublimation)。下面，我们来看一个有趣的实验。

迷你实验室

如图 12-36 所示，把少量的碘放入烧瓶中，瓶口加盖玻璃片，然后微微加热，观察有什么现象发生？你能解释吗？

停止加热后，继续观察有何现象发生？你能解释吗？



图 12-36 碘的升华



图 12-37 干冰升华产生的特殊效果

生活中有不少升华现象，如樟脑球放一段时间后会消失也是升华现象。

升华也是吸热过程，人们常将升华过程中的吸热特点应用于生产和生活实践中。

例如，舞台上的缕缕青云或淡淡薄雾等特殊效果就是因干冰（固态二氧化碳）升华，使水蒸气遇冷液化所致（图 12-37）。干冰在升华过程中大量

吸热，周围的温度快速降低，使周围的水蒸气液化为小水滴，这便是我们看见的淡淡薄雾。

再如，人们利用干冰升华吸热的特点进行人工降雨（图 12-38）。将干冰“喷”入冷空气层，干冰会很快升华，在升华过程中将吸收大量的热量，使其周围冷空气层的温度急剧下降；这时，冷空气层中的水蒸气便会变成小冰晶；小冰晶逐渐变大后下落，在下落中遇到暖气流就会熔化而形成雨。



图 12-38 人工降雨

凝 华

深秋或初春，当夜间气温低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，空气中的水蒸气会在温度较低的枝叶、木头和瓦片等物体上凝成白色晶状的小冰粒，这就是霜。霜是由空气中的水蒸气直接变成的固体冰晶。

像霜的形成那样，物质从气态直接变为固态的过程，称为**凝华**（condensation）。凝华是升华的相反过程。生活中的凝华现象很多，如寒冷冬天窗玻璃上的冰花（图 12-39）、树枝上“雾凇”（图 12-40）的形成等。在前面的碘升华实验中，当停止加热后，烧瓶内壁会出现碘微粒，这是碘的凝华现象。



图 12-39 冰花



图 12-40 雾凇

信息窗

有霜（图 12-41）时节，农作物常被冻坏，这就是人们常说的遭受霜冻。实际上，农作物并非被霜害死，而是由于气温低被冻死的。当空气干燥时，即使温度降到 $-20 \sim -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，也不会出现霜，但此时农作物早被冻坏了。农民们称这种情况为“黑霜”。



图 12-41 结霜的植物

入秋后最早出现的霜叫“初霜”，开春后最后出现的霜为“终霜”。从“终霜”到“初霜”的日子为无霜期。我国北方的无霜期短，南方的无霜期长。

物态变化过程中的吸热、放热

从前面的熔化、汽化、升华实验可知，这些物态变化过程都是吸热过程，而与此对应的凝固、液化、凝华则是放热过程，如图 12-42 所示。

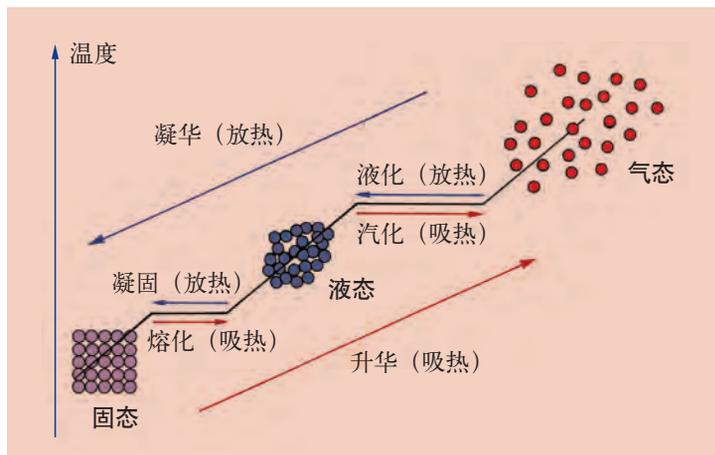


图 12-42 某晶体的物态变化过程

物质从固态变为液态、从液态变为气态以及从固态直接变为气态的过程中，需要从外界吸收热量；而物质从气态变为液态、从液态变为固态以及从气态直接变为固态的过程中，会向外界放出热量。

冰箱的制冷原理也与放热、吸热的物态变化过程有关。

如图 12-43 所示, 当电冰箱通电后, 压缩机将蒸发器内的制冷剂气体吸出, 使其变成温度较高的压缩气体; 接着, 该制冷剂气体在冰箱的冷凝器中液化, 散热装置向外界放热; 然后, 制冷剂液体经毛细管进入蒸发器, 在蒸发器中汽化而大量吸收冰箱内的热量, 这样冰箱内的温度就降低了。

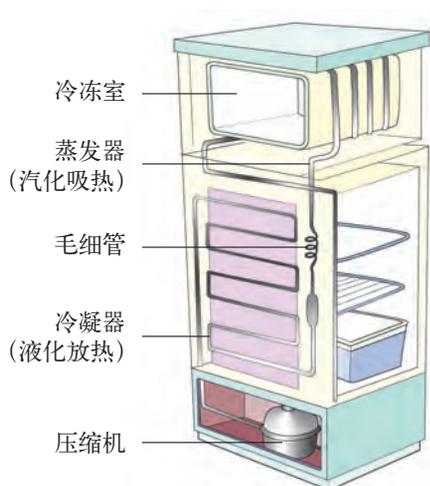


图 12-43 电冰箱的构造

信息窗

以前, 冰箱或空调常用一种被称为“氟利昂”的制冷剂, 这种制冷剂会破坏臭氧层。现在我国已经禁止生产、销售用“氟利昂”做制冷剂的冰箱和空调了。

臭氧是无色气体, 有特殊臭味, 故得名“臭氧”。距地面 15~50 km 高度的大气平流层, 集中了地球上 90% 的臭氧, 这就是“臭氧层”。

臭氧层是地球的天然屏障, 使地球生命免遭强烈紫外线伤害。然而地球的臭氧层正在遭到破坏。

20 世纪 70 年代中期以来, 人们在南极大气观测中发现南极上空的臭氧含量正在逐年减少, 到 1985 年臭氧仅为正常含量的 60%~70%, 其减少区域已相当于美国国土面积。这种现象被称为“南极臭氧洞”(图 12-44)。

学者认为大量使用氮肥和氟利昂、大型超音速飞机的空中废气、核试验及火山爆发等, 都会产生破坏臭氧层的有害气体。现在, 人们给予了高度的重视, 并采用各种方法保护臭氧层。

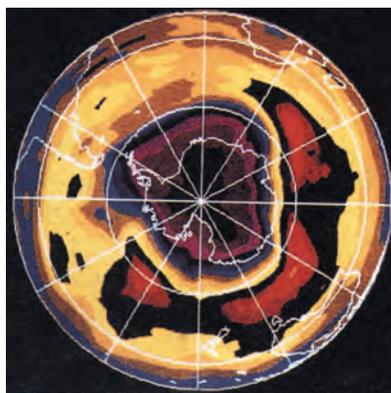


图 12-44 1987 年“云雨”10 号卫星拍摄的南极上空的臭氧洞



作业

1. 下列现象各属于什么物态变化过程?

(1) 从冰柜中取出冰棍, 常会看到冰棍冒“白气”。 _____

(2) 冬天, 能看到呼出的“白气”。 _____

(3) 冬天, 室外冰冻的衣服变干了。 _____

(4) 寒冷冬夜, 玻璃上常会结层冰花。 _____

(5) 屋顶瓦上结了一层霜。 _____

(6) 早晨有浓雾。 _____

(7) 滴在玻璃表面的水消失了。 _____

2. 人工降雨常通过飞机在空中喷洒干冰来实现。干冰在空气中迅速吸热 _____, 从固体变成气体, 使空气温度急剧下降, 空气中的水蒸气遇冷 _____ 成小冰粒, 冰粒逐渐变大而下落, 下落过程中融化成水滴, 水滴降落就形成了雨。(均选填物态变化的名称)



图 12-45

3. 夏季的清晨, 河面上飘着淡淡的白雾(图 12-45)。请从物理学的角度解释产生这种现象的原因。

请提?问

1. “雾凇”与冰的形成各对应什么物态变化过程?

2. _____

3. _____

.....

第五节 全球变暖与水资源危机

全球变暖

全球变暖已是大家非常关注的一种现象。导致全球变暖的原因是多方面的，其主要原因是现代工业大量使用矿物燃料（如煤、石油、天然气等）作为能源，排放出 CO₂ 等多种温室气体（图 12-46），这些温室气体使太阳的热量聚集在地球周围，导致温室效应加剧，使全球变暖。

全球变暖会给人类带来一系列的不利影响。

1. 海面上升的影响

全球变暖会引起地球南、北两极的冰山融化（图 12-47），这将使低地被淹；海岸被冲蚀；地表水和地下水盐分增加，影响城市供水；沿海和岛国居民生活受到严重威胁。



图 12-46 工业排放大量温室气体



图 12-47 全球变暖将会使北极熊无家可归

2. 对动、植物的影响

气候是决定生物群落分布的主要因素之一，自然界的动物、植物可能因无法适应全球变暖的速度而惨遭厄运或被迫转移。

3. 对农业的影响

温度和降水是决定种植的主要因素，温度及由温度引起的降水变化将影响到粮食作物的产量和作物的分布类型。

4. 对人类健康的影响

人类健康取决于良好的生态环境，全球变暖将成为本世纪影响人类健康的主要因素之一。高温天气将严重困扰人类健康，导致人类发病率和死亡率增加，一些热带地区疾病，如疟疾、血吸虫病、霍乱、脑膜炎、黑热病、登革热等传染病也可能随着气候变暖而向更多的国家传播。

因此，人类应该尽快采取应对措施，将环境保护放在非常重要的位置。

水资源危机

威胁人类生存的另一类因素，便是水资源危机。随着人类社会的发展，环境问题越来越严重了。



图 12-48 污染严重的河流



图 12-49 赤潮



图 12-50 因缺水而荒芜的农田

土地沙化、河水污染，使山清水秀的景象逐渐消失，孕育生命的江海正在被污染（图 12-48），昔日的小溪正在干涸，海洋污染日趋严峻（图 12-49）。

缺水已是一个世界性的普遍现象。全世界有很多国家存在不同程度的缺水问题，其中有些国家被列为缺水国或严重缺水国。我国的水资源匮乏问题也很严重（图 12-50）。饮用水源污染严重，大部分地下水都受到不同程度的污染。水资源危机已向人类生存拉响了警报。

因此，保护水资源、节约用水是地球上每一个人义不容辞的责任。

珍惜每一滴水

水是生命之源！面对严峻的缺水、水污染问题，我们应该积极行动起来，从珍惜每一滴水做起，采取节水技术、防治水污染、植树造林等多项措施，合理利用和保护水资源（图 12-51）。

第 47 届联合国大会根据《21 世纪行动议程》提出的建议，决定自 1993 年起，将每年的 3 月 22 日定为世界水日。这旨在推动对水资源进行综合性统筹规划和管理，加强水资源保护，解决日益严峻



图 12-51 珍贵的水资源

的缺水问题，开展广泛的宣传教育以提高公众对开发和保护水资源的认识。



交流与讨论

我们在家庭生活中用水淘米、洗菜、洗衣、浇花、冲厕、洗澡……想想在这些用水环节中，可采取哪些节水方法？

项 目	可能的节水方法
淘米	
洗菜	
洗衣	
浇花	
冲厕	
洗澡	



作业

1. 记录自己家中每月用水量，按照家中人口计算出每月人均用水量，并用你的计算结果估算你所居住的区域每月总用水量。
2. 上网查询我国水资源的状况及利用情况，写一份调查报告，对水资源利用提出合理化建议。

请提？问

1. 什么是温室效应？
2. _____
-

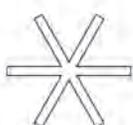


本章练习

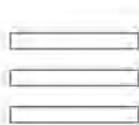
1. 生活处处有物理，留心观察皆学问。对以下现象解释正确的是（ ）。
- A. 初冬季节，在家里洗澡时发现房间里充满“白气”，这些“白气”是水蒸气
- B. 把酒精擦在手背上，手背感觉很凉爽，是因为酒精蒸发时要吸收热量
- C. 放在衣橱里的樟脑丸，时间久了会明显变小，是因为樟脑丸蒸发为气体跑掉了
- D. 剧场上淡淡薄雾是二氧化碳气体
2. 如图 12-52 所示的符号分别代表冰雹、小雪、雾和霜冻四种天气现象，其中主要通过液化形成的是（ ）。



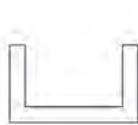
A. 冰雹



B. 小雪



C. 雾



D. 霜冻

图 12-52

3. 已知液态氢的沸点是 $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，固态氢的熔点是 $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，那么 $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的氢是 _____ 态， $-255\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的氢是 _____ 态， $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的氢是 _____ 态。
4. 水沸腾过程中水的温度 _____（选填“升高”“下降”或“不变”），该过程水 _____（选填“吸热”“放热”或“不吸热也不放热”）。
5. 下表是 1 个标准大气压下一一些物质的熔点和沸点。根据下表，在我国各个地区都能测量气温的温度计是（ ）。

物质	水	汞	酒精	乙醚
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	0	-39	-117	-114
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	100	357	78	35

- A. 水温度计
- B. 汞温度计
- C. 酒精温度计
- D. 乙醚温度计
6. 小王将一杯温水放入正常工作的冰箱的冷冻室中，经过一段较长时间后，杯中的水发生了物态变化。图 12-53 中的四个图像中能正确反映这杯水的物态变化过程的是（ ）。

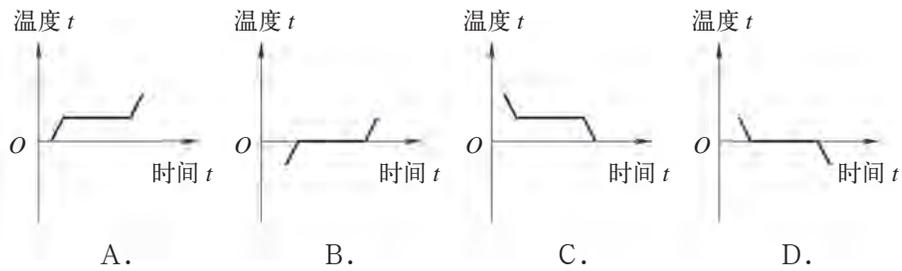


图 12-53

7. 如图 12-54 所示是某物质在熔化时温度随时间变化的图像, 下列从图像中获得的信息中不正确的是 ()。

- A. 这种物质是晶体, 其熔点为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B. 在 AB 段物质处于固液共存状态
- C. 在 AB 段物质不吸收热量, 温度不变
- D. 第 8 min 后物质处于液态

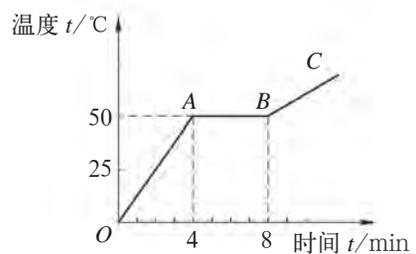


图 12-54

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

在某些干旱缺水的地区, 露水也是重要的水资源。人们用塑料布来收集露水 (图 12-55)。

请进行收集露水的活动, 看看在什么情况下露水多, 在什么情况下露水少, 并探究露水多少的原因。



图 12-55

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第十三章 内能与热机

物体的内能

科学探究：物质的比热容

内燃机

热机效率和环境保护



第一节 物体的内能

物体的内能

组成物质的分子在永不停息地做无规则运动，每个分子都具有动能。物质的分子之间存在引力和斥力，并有间隔，因此，物质的分子还具有势能。

物体内所有分子无规则运动的动能，以及分子势能的总和叫做物体的内能 (internal energy)。内能是自然界能量存在的一种形式。内能的国际单位是焦耳，符号为“J”。

分子无规则运动的剧烈程度与温度有关，物体的温度越高，分子运动越剧烈，分子的动能越大。因此，物体的内能与其温度有关。物理学中把分子的这种无规则运动又叫做分子的热运动。如果体积变化不大，同一物体的温度越高，其内能越大；温度越低，其内能越小。



图 13-1 等质量热水的内能比冷水的内能大



图 13-2 灯丝炽热时的内能比未通电时的内能大

改变物体内能的两种途径

物体的内能是会变化的。那么，通过哪些途径可以改变物体的内能呢？

因为物体的内能与温度有关，所以，可以用物体的温度变化来判断其内能是否发生了变化。

实验探究

(一) 做功可改变内能

如图 13-3 所示，在一个配有活塞的厚壁玻璃筒中放一小团硝化棉，迅速向下压活塞，硝化棉就燃烧起来了。这是为什么呢？原来，向下压活塞时，活塞压缩玻璃筒内的空气，对筒内空气做了功。硝化棉燃烧表明筒内空气的温度升高了，也就是说，筒内空气的内能增加了。实验说明做功可以改变物体的内能。

将一根铁丝快速反复弯折数十次，铁丝弯折处会发热（图 13-4），表明铁丝弯折处的温度升高，铁丝的内能增大了。铁丝内能的增大是由于人对铁丝做了功。实验再次说明做功可以改变物体的内能。

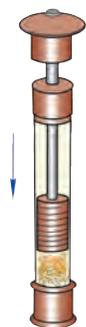


图 13-3 空气被压缩，内能增加



图 13-4 铁丝反复弯折处会发热

(二) 热传递可改变内能

在探究（一）中，我们已知做功可改变物体的内能。观察周围的生活实

例，我们还发现热传递也能改变物体的内能。例如，炉上的铁锅热得烫手（图 13-5），暖风机一开，室内温度就上升了（图 13-6），太阳下的棉被被晒得很暖和（图 13-7）。



图 13-5 铁锅热得烫手



图 13-6 暖风机开了，房间温度升高了



图 13-7 棉被被晒得热乎乎的

这些通过热传导、对流和热辐射进行的热传递，都能使物体温度升高，改变物体的内能。

在热传递的这三种形式中，热传导时，物体各部分的物质不发生移动；对流时，物体各部分物质之间会流动，对流主要发生在气体或液体中；热辐射不需要介质，如太阳的光和热就是通过热辐射的方式传到地球的。

科学研究表明：

改变物体内能的途径是做功和热传递。

热 量

在热传递过程中，物体间内能传递的多少称为热量 (quantity of heat)。热量通常用字母 Q 表示，常用单位是焦耳，符号为“J”。

实验研究表明, 1 kg 水温度升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 要吸收热量 $4.2 \times 10^3\text{ J}$, 温度降低 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 要放出热量 $4.2 \times 10^3\text{ J}$ 。

在热传递过程中, 高温物体放出热量, 温度降低, 内能减少; 低温物体吸收热量, 温度升高, 内能增加。因此, 热传递的实质就是能量从高温物体向低温物体转移的过程, 这是能量转移的一种方式。热传递转移的是能量, 而不是温度。



交流与讨论

热传递是通过热传导、对流和热辐射三种方式进行的。大家一起讨论, 说说在大自然或日常生活中, 分别有哪些热传递是通过热传导、对流或热辐射进行的。

信息窗

“冷冻”原子

不论是固体、液体还是气体, 都是由分子或原子构成的, 分子和原子在永不停息地运动着。要准确地研究原子的性质, 最理想的办法是将原子“冻结”起来, 使它处于静止状态。

1985年, 美国贝尔实验室的华裔科学家朱棣文运用强激光光束射击原子, 利用光压阻止原子的运动, 使得原子好像被胶黏起来一样(称之为“光黏胶”), 然后将温度降低到 $2.4 \times 10^{-4}\text{ K}$ 。在如此低的温度下, 原子的动能低到接近于零, 原子被“冻结”了。为此, 朱棣文教授成为 1997 年诺贝尔物理学奖的得主之一。



作业

1. 夏天, 将饮料放进冰箱一段时间后, 饮料温度降低。试分析饮料在冰箱中的内能变化, 并解释内能变化的原因。

2. 图 13-8 中两名儿童的取暖方式是 ()。

- A. 两人都是通过做功取暖
- B. 两人都是通过热传递取暖
- C. 男孩通过热传递取暖, 女孩通过做功取暖
- D. 男孩通过做功取暖, 女孩通过热传递取暖

3. 关于温度、热量和内能, 下列说法中正确的是 ()。

- A. 物体的温度越高, 所含热量越多
- B. 温度高的物体, 内能不一定大
- C. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰块, 内能一定为零
- D. 任何两物体间都会发生热传递

4. 原始的人类用“钻木取火”的方法取得火种。你能说出其中的道理吗? 现在人们用火柴点火, 从物理学的角度来看, 它们是否有相同的原理?



图 13-8

请提?问

1. 用体温计测体温, 为什么要将体温计在腋下放一段时间才行?

2. _____

3. _____

.....

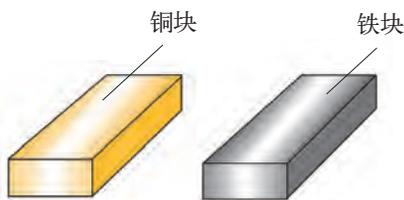
第二节 科学探究：物质的比热容

探究物质吸热或放热规律

物体吸收热量后，温度可能升高了。那么，在升高相同温度的情况下，不同物体吸收的热量都是相同的吗？从经验可知，同一种物质升高相同的温度，质量大的物体需要吸收的热量多 [图 13-9 (a)]。如果物质不相同呢 [图 13-9 (b)]？我们如何比较物体温度变化时所吸收（或放出）的热量呢？（因吸热与放热对应的规律相同，我们侧重探究吸热的规律）



(a) 煤气灶烧水



(b) 加热铜块和铁块

使一壶水与半壶水升高相同的温度，需要的热量相同吗？
使相同质量的铜和铁升高相同的温度，需要的热量相同吗？

图 13-9

下面，我们来探究相同质量的不同物质在升高相同温度时，吸收热量的多少是否相同，有什么规律。

实验探究

取相同质量的两种液体（如水和煤油）放入两个相同的容器中，用同样的热源分别对它们加热，比较它们升高相同温度时吸收热量的多少。

实验热源用酒精灯（或电加热器），调整两只酒精灯的灯芯，使两灯的火焰基本相同，这样便可近似认为它们是两个相同热源。

实验器材还有：相同的烧杯两只，质量相同的水和煤油，温度计两支，搅拌器两只，铁架台两个，钟表，火柴。

实验中需要天平（或量筒和密度表），想想看，为什么？

实验时要根据具体情况，分成若干实验小组进行实验探究。实验装置如图 13-10 所示。

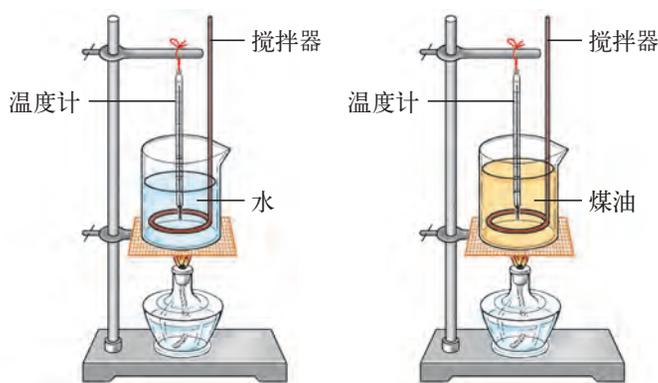


图 13-10 探究物质吸热性质的实验装置图

探究点拨

设计实验与制订计划 进行实验前，应该有所计划或安排，以便做实验时可以有条不紊地收集所需要的数据。

在探究时，主要考虑当物体温度变化时，物体的质量和物质的种类对所吸收热量的影响。用“控制变量”的方法研究物质种类的影响，即取相同质量的不同物质做实验。

实验的关键要有两个单位时间内供热能力基本相同的供热装置（热源）。用两种液体作对比，研究温度变化和吸收热量的关系。

进行实验与收集证据

1. 取相同质量的水和煤油分别倒入两只烧杯中。按图 13-10 组装实验器材。
2. 观察并记录加热前两液体的初温度 t_1 ，预先设定好液体加热的末温度 t_2 。
3. 分别给两液体加热，记下加热的开始时刻。加热时，上下反复缓慢地提拉搅拌器。

4. 当一种液体温度达到 t_2 时，记录该液体加热的最终时刻，计算该液体加热的时间 t 。对另一液体作同样的观察、操作和记录。当热源相同时，两液体升高温度相同的情况下，加热时间越长的液体从热源吸热越多。

液体名称	液体质量 m/g	液体初温 $t_1/^\circ\text{C}$	液体末温 $t_2/^\circ\text{C}$	加热时间 t/min	液体吸热情况 “多”或“少”

5. 将用过的煤油和水倒在指定的器皿内。整理好实验器材。

分析与论证

将各组的实验数据公布交流，通过对这些数据的研究和分析，我们发现：

1. 相同质量的水，升高相同的温度时，其吸收的热量几乎是相同的，用煤油做的实验也能得出相同的结论；
2. 相同质量的水和煤油，升高相同的温度时，水吸收的热量比煤油_____。
更多的实验可以使我们得出结论：

相同质量的同种物质，升高相同的温度，吸收的热量_____；

相同质量的不同种物质，升高相同的温度，吸收的热量_____。

反思评估

各组实验数据可能有较大的差异。原因之一是实验中所使用的酒精灯在相同的时间内供给的热量有差异，因此，实际上研究对象在单位时间内吸收的热量并不完全相等；原因之二是实验中有热量损失。同学们想想，还会有其他原因导致误差吗？如何改进？

物质的比热容

科学家对以上现象进行了详细研究，并由此揭示出物质的一种特性，这种特性被称为**比热容** (specific heat capacity)。物理学规定：比热容的大小等于一定质量的某种物质在温度升高（或降低）时吸收（或放出）的热量与它的质量和升高（或降低）温度的乘积之比。比热容的国际单位是 $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ，符号是“ c ”。当物体温度升高时，比热容的计算公式为

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$$

Q : 吸收的热量
 m : 物体质量
 t_1 : 物体初温度
 t_2 : 物体末温度

当物体温度降低时，上述公式仍适用，只需用放出的热量 Q 除以 $m(t_1 - t_2)$ 即可。研究表明，同种物质温度降低 1°C 所放出的热量与温度升高 1°C 所吸收的热量是相同的。

下表为几种常见物质的比热容。从表中可知：干燥的泥土的比热容是 $0.84 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ，其物理意义是：1 kg 的干泥土温度每升高（或降低） 1°C 所吸收（或放出）的热量是 840 J。看一看，表中哪种物质的比热容最大？

常见物质的比热容

物 质	比热容 $c/(\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1})$	物 质	比热容 $c/(\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1})$
水	4.2×10^3	铝	0.88×10^3
酒精	2.4×10^3	干泥土	0.84×10^3
煤油	2.1×10^3	铁、钢	0.46×10^3
冰	2.1×10^3	铜	0.39×10^3
蓖麻油	1.8×10^3	汞	0.14×10^3
砂石	0.92×10^3	铅	0.13×10^3

生产、生活中，还有不少利用水比热容大的特性的实例。如人们培育秧苗时，为了保护秧苗在夜间不被冷空气冻坏，常常在傍晚往农田中灌水，白天再将水放出。因为，在夜间温度下降时水放出的热量较多，从而达到防冻的目的。再如人们用冷水冷却发动机（图 13-11），用热水取暖（图 13-12）等。



图 13-11 用冷水冷却汽车发动机



图 13-12 用热水取暖

想一想，沙漠地区昼夜温差很大，而沿海地区昼夜温差不大。这又是什么原因呢？

根据物质比热容的定义可计算出该物体在温度变化过程中吸收（或放出）的热量

$$Q_{\text{吸}} = cm(t_2 - t_1), \quad Q_{\text{放}} = cm(t_1 - t_2)。$$

例题* 要把 2 kg 的水从 20 °C 加热到 100 °C，至少需供给多少热量？

已知： $c = 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$ ， $m = 2 \text{ kg}$ ，

$t_1 = 20 \text{ °C}$ ， $t_2 = 100 \text{ °C}$ 。

求： $Q_{\text{吸}}$ 。

$$\begin{aligned} \text{解：} Q_{\text{吸}} &= cm(t_2 - t_1) \\ &= 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C}) \times 2 \text{ kg} \times \\ &\quad (100 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) \\ &= 6.72 \times 10^5 \text{ J}。 \end{aligned}$$

答：至少需供给 $6.72 \times 10^5 \text{ J}$ 的热量。

* 本书中凡标注有*的例题与习题，教师可根据具体情况灵活处理。



作业

- 沿海地区，昼夜温差较小，而内陆沙漠地区的昼夜温差较大，这主要是因为（ ）。
 - 海水的密度小，砂石的密度大
 - 海水的比热容大，砂石的比热容小
 - 海水的内能多，砂石的内能少
 - 海水吸收热量少，砂石吸收热量多
- 水的比热容较大，人们往往利用它的这一特性为生活、生产服务，下列事例中与它的这一特性无关的是（ ）。
 - 让流动的热水流过散热器供暖
 - 汽车发动机用循环水冷却
 - 夜晚向稻田里放水以防冻坏秧苗
 - 夏天洒水降温
- 将质量和初温均相同的铝、铜、铁三个金属球 ($c_{\text{铝}} > c_{\text{铁}} > c_{\text{铜}}$)，浸没在沸水中煮较长的一段时间，则三个球的温度 _____。从沸水中吸热最多的是 _____ 球，吸热最少的是 _____ 球。
- 若将一瓶煤油倒去一半，则留下的一半（ ）。
 - 密度不变，比热容变为原来的一半
 - 密度和比热容都不变
 - 比热容不变，密度变为原来的一半
 - 密度、比热容都变为原来的一半
- * 若 100 g 水从 20 °C 升温至 90 °C，要吸收多少热量？一根铁钉的质量约 10 g，从 1 000 °C 的红热状态冷却至 25 °C，会放出多少热量？ [$c_{\text{水}} = 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$ ， $c_{\text{铁}} = 0.46 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$]

请提问

- 如何设计一个好的实验方案？
- _____
- _____
-

第三节 内燃机

汽车奔驰，列车飞驰，舰船劈波斩浪，飞机凌空穿云。人们日行千里的愿望已成现实。

车、船和飞机之所以能大展神威，就因为有了发动机。

车、船和飞机的发动机是把燃料燃烧时释放的内能转变为机械能的装置，这种装置又被称为**热机** (heat engine)。

热机的种类较多。燃料直接在发动机气缸内燃烧产生动力的热机，叫做**内燃机** (internal-combustion engine)，内燃机中最常见的是汽油机和柴油机。

汽油机与柴油机是怎样工作的呢？



图 13-13 火车



图 13-14 轮船

汽油机

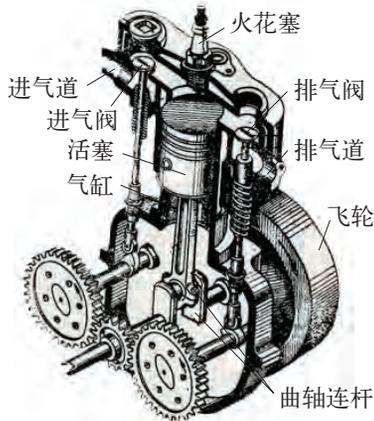


图 13-15 汽油机模型

汽油机的燃料是汽油。图 13-15 是汽油机模型图。汽油机主要由气缸、活塞、进气道、进气阀、排气道、排气阀、曲轴连杆、飞轮和火花塞组成。

图 13-16 是汽油机工作原理示意图。汽油机工作时，活塞在气缸内做一次单向运动叫做一个冲程（或行程）。

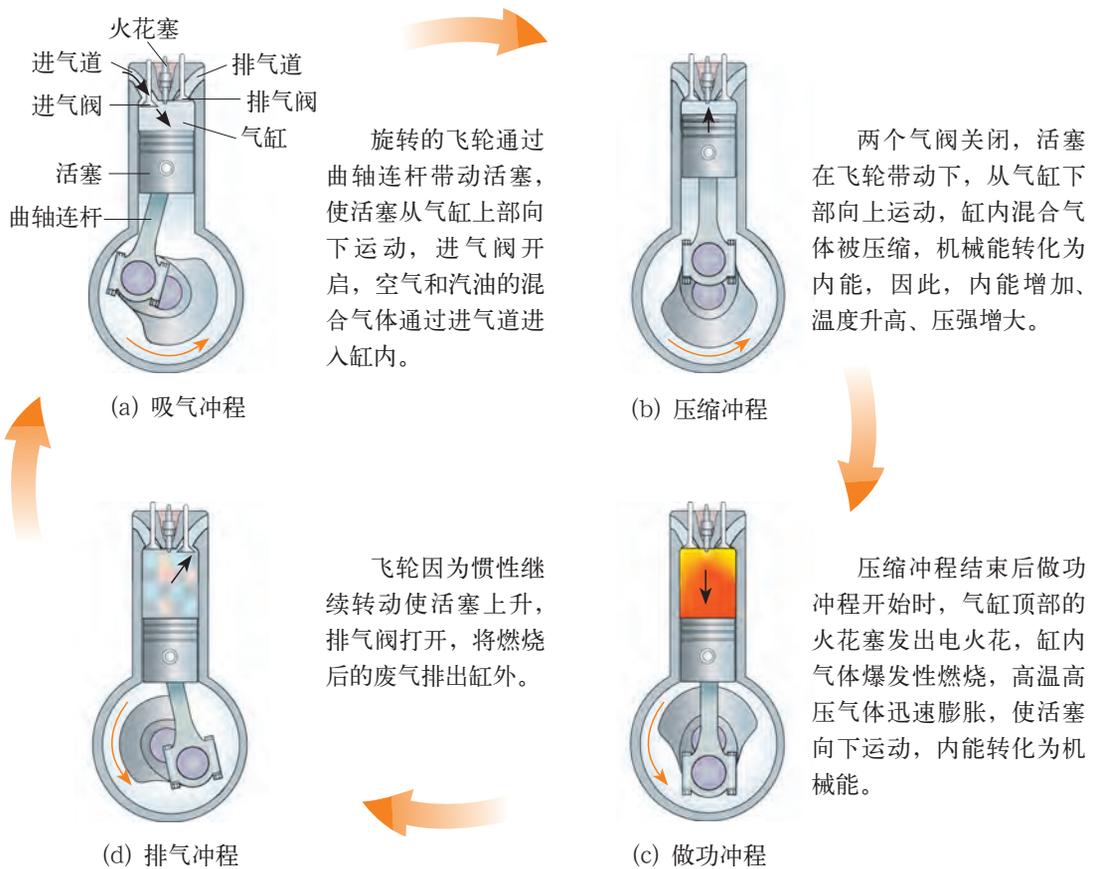


图 13-16 汽油机工作原理示意图

柴油机

柴油机的燃料是柴油，图 13-17 是柴油机的结构图，图 13-18 是柴油机工作原理示意图。它与汽油机在结构上的主要不同是气缸顶部的火花塞换成了喷油嘴。

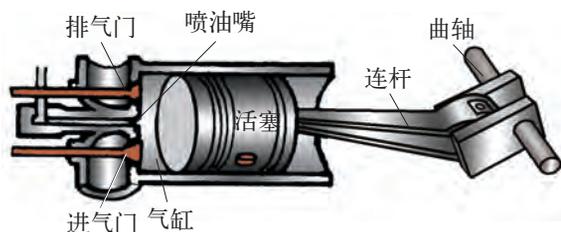


图 13-17 柴油机的结构

交流与讨论

四冲程柴油机的工作过程与汽油机的主要不同是：

- (1) 吸气冲程进入气缸中的只有空气；
- (2) 压缩冲程中，缸内气体被压缩的程度比汽油机更大，因此，缸内气体的温度更高，压强更大；
- (3) 压缩冲程末，喷油嘴喷出雾状柴油，进行压燃式点火。

在图 13-18 中，每个图各表示哪个冲程？

(a) _____；(b) _____；(c) _____；(d) _____。

描述柴油机的工作过程：_____。

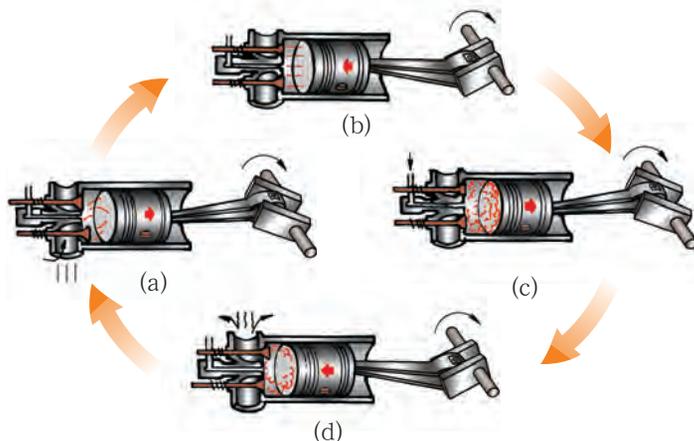


图 13-18 柴油机的工作原理示意图

汽油机和柴油机的一个工作循环都要经历四个冲程，所以被称为四冲程内燃机。

四冲程内燃机在一个循环中，活塞往复运动2次，气缸内的燃油燃烧爆发1次，对外做功1次。

汽油机作为动力装置大多用在小汽车、飞机(图13-19)以及一些轻巧的机械上；柴油机则多用于载重汽车、火车、轮船、拖拉机等。此外，一些小型发电机也用柴油机作动力装置。

内燃机具有运转速度快、质量轻、功率大的特点。自内燃机问世100多年来，经过不断地改进与发展，其应用范围越来越广，极大地改善了陆地、海洋，乃至空中的交通运输方式。

内燃机工作时要排出尾气(废气)，尾气由于具有较高的温度，并携带一些有毒、有害物质，因此，会污染环境。人们正在设法减小尾气引起的污染，如使用无铅汽油等。



(a)



(b)

图 13-19 小汽车及飞机等主要以汽油作燃料



作业

1. 内燃机的工作过程由 _____、_____、_____、_____ 四个冲程组成，其中，将机械能转化为内能的是 _____ 冲程，将内能转化为机械能的是 _____ 冲程。

2. 在内燃机工作的四个冲程中，发生内能和机械能相互转化的是（ ）。
- A. 吸气冲程和压缩冲程 B. 压缩冲程和做功冲程
C. 做功冲程和排气冲程 D. 排气冲程和吸气冲程
3. 四冲程汽油机工作时，活塞向上运动，并依靠飞轮的惯性来完成运转的冲程是（ ）。
- A. 吸气冲程和做功冲程 B. 压缩冲程和做功冲程
C. 做功冲程和排气冲程 D. 压缩冲程和排气冲程
4. 在表格中填入汽油机和柴油机的区别：

区别 \ 机种	柴油机	汽油机
构造		
吸入气体		
点火方式		
使用范围		

请提[?]问

1. 柴油机为何不用火花塞点火?
2. _____
3. _____
-

第四节 热机效率和环境保护

烧水做饭、火力发电、直入苍穹的火箭等都离不开燃料。燃料燃烧的过程是化学能转化为内能的过程。从原始人类学会用火起，至今，人们使用的能量绝大部分还是通过燃烧燃料获得的。

燃料的热值

常见的燃料有煤、石油、天然气等，部分农村地区还用木材或秸秆等作燃料。

由经验与科学研究可知，不同燃料燃烧释放热量的能力是不同的。如图 13-20 所示，在 20℃ 的室温下，为学生提供 100 kg 的开水，若选用干木柴、烟煤或液化石油气作燃料，所需的燃料的质量相同吗？



图 13-20 需要燃料的质量相同吗

为了研究燃料释放热量的能力，人们把某种燃料完全燃烧放出的热量与所用该燃料的质量之比，叫做这种燃料的**热值** (heat value)。热值用字母 q 表示，单位是“J/kg”。对于气体燃料而言，热值则是某种燃料完全燃烧放出的热量与所用该燃料的体积之比，对应单位是“J/m³”。

因此，质量为 m 的燃料完全燃烧释放的热量

$$Q = mq.$$

Q : 燃料完全燃烧释放的热量
 m : 燃料的质量
 q : 燃料的热值

常见燃料的热值

燃料	热值 $q/(J \cdot kg^{-1})$	燃料	热值 $q/(J \cdot kg^{-1})$	燃料	热值 $q/(J \cdot m^{-3})$
干木柴	1.2×10^7	酒精	3.0×10^7	氢气	1.26×10^7
烟煤	2.9×10^7	柴油	4.3×10^7	天然气	$3.3 \times 10^7 \sim 4.5 \times 10^7$
无烟煤	3.4×10^7	汽油、煤油	4.6×10^7	煤气	1.8×10^7
焦炭	3.0×10^7	原油	4.4×10^7		
木炭	3.4×10^7	液化石油气	4.9×10^7		

上表所列的是几种常见燃料的热值，试从表中查出干木柴、烟煤、液化石油气的热值，说明它们所表示的物理意义。

请估算在图 13-20 所示的情况下，所需的干木柴、烟煤和液化石油气的质量。

例题* 计算 4 kg 的柴油完全燃烧释放的热量。

已知： $q=4.3 \times 10^7 J/kg$ ， $m=4 kg$ 。

求： Q 。

$$\begin{aligned}
 \text{解：} \quad Q &= mq \\
 &= 4 \text{ kg} \times 4.3 \times 10^7 \text{ J/kg} \\
 &= 1.72 \times 10^8 \text{ J}。
 \end{aligned}$$

答：4 kg 的柴油完全燃烧释放的热量为 $1.72 \times 10^8 J$ 。

热机效率

热机工作时，并不能将燃料所蕴藏的化学能全部用来对外做有用功，有很大一部分能量在工作过程中损耗掉了。图 13-21 是热机中燃料能量的主要走向示意图。

由图可见，真正能转变为对外做有用功的能量只是燃料燃烧时所释放能量的一部分。



图 13-21 热机燃料的能量走向示意图

热机运转中，对外做的有用功与燃料完全燃烧所释放的能量的比值称为**热机效率**。

为合理利用能源，人们一直在努力提高热机效率，其主要途径是减少热机工作中的各种能量损失。首先要减少燃烧过程中的热量损失，如内燃机要掌握好火花塞点火或喷油嘴喷油的最佳时间；蒸汽类热机，常将煤研磨成粉状，用风吹入锅炉内燃烧。这些措施都可以使燃料燃烧得更充分一些。其次是要尽量简化机械传动部分，并选用优良的润滑材料减小摩擦，以减少能量损失。

各种热机的效率是不同的，如推动世界上第一次工业革命的蒸汽机，其效率只有 6%~15%，汽油机的效率为 20%~30%，柴油机的效率为 30%~40%，而喷气式飞机上的发动机的效率能达到 50%~60%。

环境保护

热机为人类的发展做出了重大贡献，但也带来了许多环境污染问题（图 13-22）。如汽车排出的

大量尾气、燃料燃烧排放的烟尘使大气十分浑浊，排放的二氧化硫和氮氧化物，会形成酸雨，危害植物，污染环境等。

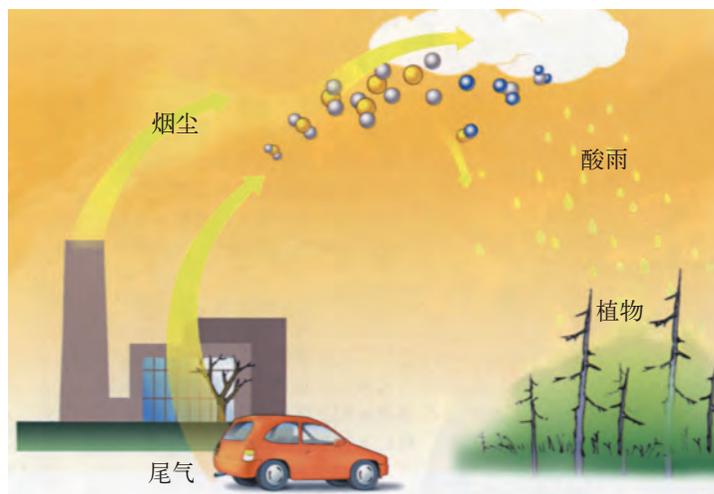


图 13-22 燃料燃烧对环境的影响

如何在保持工业发展、交通发达的同时，又能减少废气与粉尘的污染，提高空气质量，保护我们生存的家園，这已引起众多科学工作者和世界各國政府的关注。



作业

- 完全燃烧相同质量的甲、乙两种燃料时，若甲放出的热量多，则甲的热值比乙的热值_____。
- 在煤炭市场中，少数不法商贩将矸石粉碎后掺在优质煤中销售，客户为了不上当，最恰当的方法是检测下列物理量中的（ ）。

A. 热值	B. 比热容
C. 温度	D. 质量

3. 现代火箭用液态氢作燃料，是因为它具有 ()。

A. 较大的比热容

B. 较低的沸点

C. 较大的热值

D. 较高的凝固点

4. 干木柴的热值是 $1.2 \times 10^7 \text{ J/kg}$ ，它的物理意义是 _____。
完全燃烧 4 kg 的干木柴，能放出 _____ 热量。

5. 热机在能的转化过程中不可避免地要损失一部分能量，并且会对环境造成一定程度的污染。请指出热机工作过程中存在的各种形式的能量损失，同时指出可能造成哪些环境污染。

请提?问

1. 热机效率为什么不能达到 100%?

2. _____

3. _____

.....



本章练习

1. 欲使一根铁丝温度升高，你有哪些具体措施?

2. 关于热量、功、内能的概念，下列说法中正确的是 ()。

A. 热量、功、内能的国际单位都是焦，所以三者的物理意义是相同的

B. 热传递和做功是改变物体内能的两种方式

C. 克服摩擦做功可使物体的热量增加

D. 对物体做了功，物体内能一定增加

3. 下列各例中，属于内能转化为机械能的过程是 ()。

A. 用电炉加热水

B. 衣服在阳光下暴晒升温

C. 火箭升空

D. 双手摩擦生热

4. 某汽油机用来做有用功的那部分能量是燃料完全燃烧所放出能量的四分之一，则此汽油机的热机效率是 ()。

A. 20%

B. 25%

C. 50%

D. 75%

5. 曾有人做过这样的实验, 在一个薄铜管里装上适量的乙醚 (一种沸点很低的挥发性液体), 用软木塞塞紧管口, 把铜管固定在底座上 (图 13-23)。用结实的软绳在铜管上绕一圈, 再用两手很快地牵动绳子, 让绳子跟铜管摩擦。一会儿发现铜管发热了, 接着铜管内的乙醚沸腾了, 沸腾的蒸气能把软木塞冲起。你能解释这种现象吗?

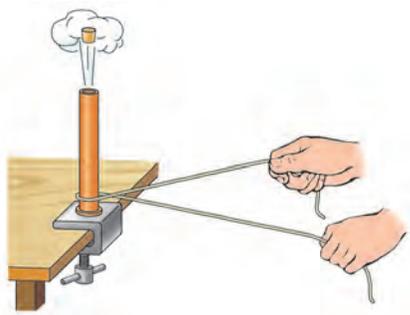


图 13-23

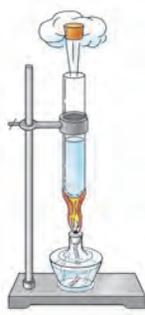


图 13-24

6. 如图 13-24 所示, 有人在试管里注入少量水, 用软木塞塞紧管口, 用酒精灯加热。一会儿试管里的水沸腾了, 水蒸气把软木塞向上冲起。请你分析该现象产生的原因。

7.* 完全燃烧 200 g 焦炭所放出的热量有 60% 被质量为 10 kg 的水吸收 [$q_{\text{焦炭}}=3.0 \times 10^7 \text{ J/kg}$, $c_{\text{水}}=4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$], 问:

- (1) 水吸收的热量是多少?
- (2) 若水的初始温度是 10 °C , 那么, 吸收了这些热量后, 温度将升高到多少?

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

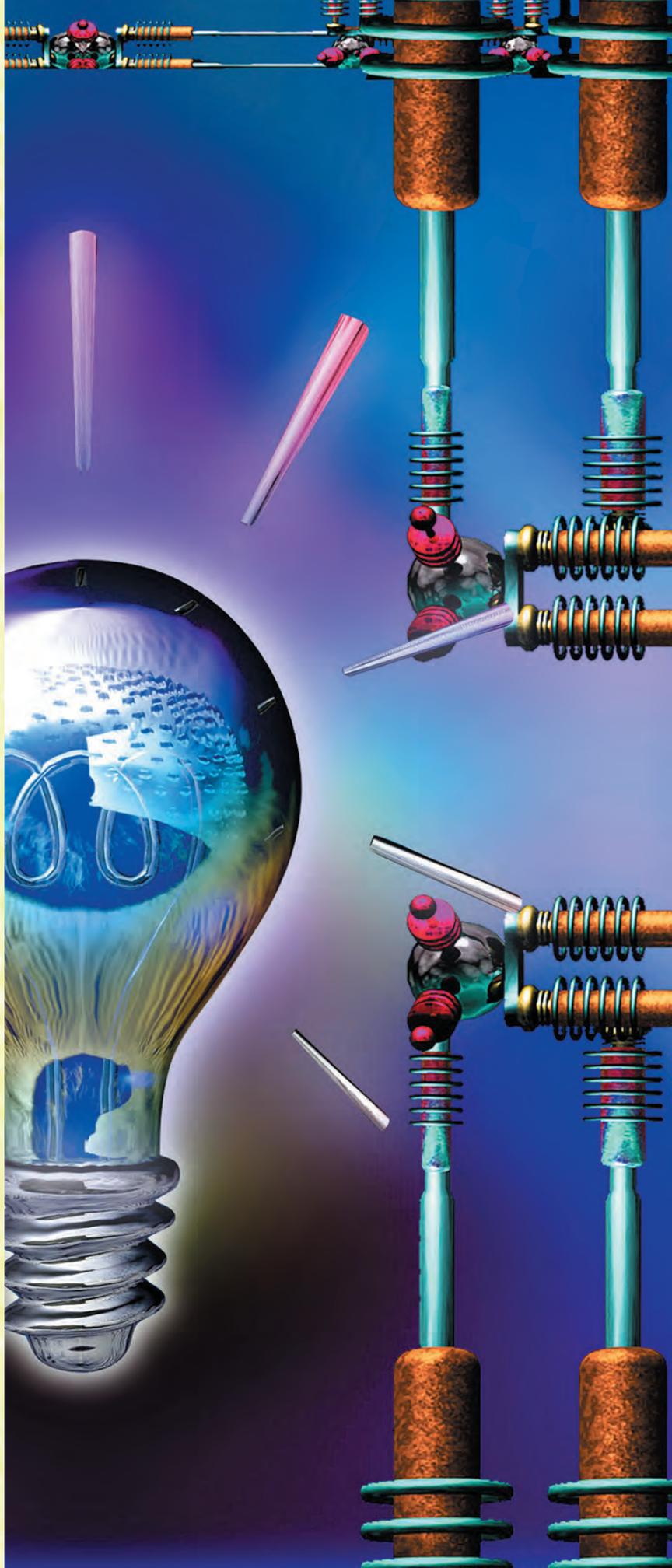
搜集图书或网上的资料, 了解本社区的情况, 写一份关于热岛效应的成因及其对环境的影响的报告, 并在报告中提出改善的措施。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第十四章 了解电路

电是什么
让电灯发光
连接串联电路和并联电路
科学探究：串联和并联电路的电流
测量电压



第一节 电是什么

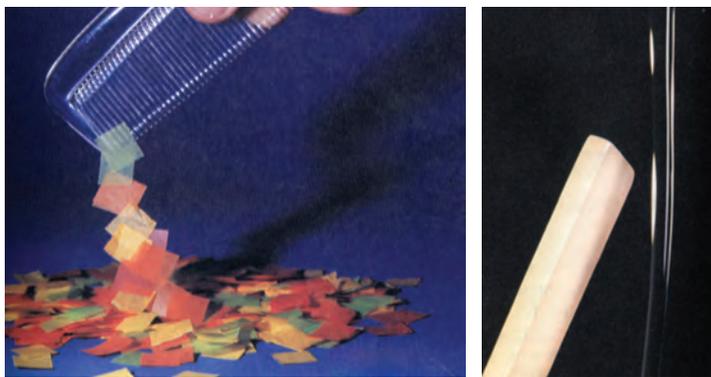
摩擦起电

电是什么？人们最初是从摩擦起电认识电现象的，让我们也从摩擦起电开始电的“探究之旅”吧。

实验探究

探究摩擦起电现象

做图 14-1 所示的实验，把观察到的现象记录在下面。



(a) 将与毛皮摩擦过的塑料梳子靠近小纸屑 (b) 将与毛皮摩擦过的塑料棒靠近细水流

图 14-1 摩擦起电现象

- (1) 与毛皮摩擦过的塑料梳子能 _____ 轻小物体。
 - (2) 将与毛皮摩擦过的塑料棒靠近细水流附近，细水流将会 _____。
- 为什么？

(3) 用文具，如塑料刻度尺、铅笔、圆珠笔、钢笔等在头发上摩擦，分别靠近小纸屑，观察现象并记录下来。

得出结论：

一些物体被摩擦后，能够吸引轻小物体。人们就说这些摩擦后的物体带了“电”，或者说带了电荷 (electric charge)。

迷你实验室

“不友好”的气球

将两个充气后的气球悬挂起来，让它们碰在一起 [图 14-2 (a)]。

用毛织品分别摩擦两个气球相接触的部分 [图 14-2 (b)]。

放开气球后，你观察到什么现象？这能给我们什么启示？

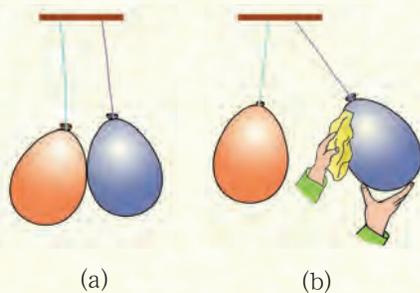


图 14-2 让气球带电

两种电荷的相互作用

从上面的“迷你实验室”可知，两气球相互排斥，这是为什么呢？下面，我们通过实验进行探究。

实验探究

探究电荷的种类和相互作用规律

参照图 14-3 所示的实验进行探究，并把观察到的现象记录在下面。

(1) 两根用丝绸摩擦过的玻璃棒相互靠近时 [图 14-3 (a)], 它们之间发生相互_____的现象。

(2) 两根用毛皮摩擦过的橡胶棒相互靠近时 [图 14-3 (b)], 它们之间发生相互_____的现象。

(3) 丝绸摩擦过的玻璃棒和毛皮摩擦过的橡胶棒相互靠近时 [图 14-3 (c)], 它们之间发生相互_____的现象。

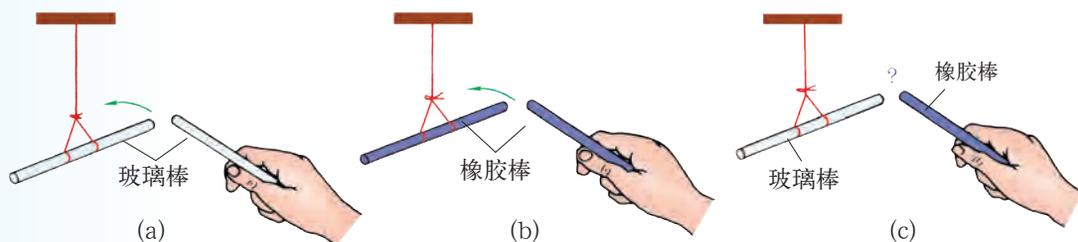


图 14-3 探究两种电荷的相互作用

得出结论：

用丝绸摩擦过的玻璃棒和用毛皮摩擦过的橡胶棒，所带电荷的性质是不一样的。

自然界存在着两种电荷，人们把丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的电荷规定为**正电荷** (positive charge)，把毛皮摩擦过的橡胶棒上所带的电荷规定为**负电荷** (negative charge)。

研究发现：

电荷间相互作用的规律是：同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。



加油站

电荷的多少叫电荷量，用符号 Q 表示。

在国际单位中，电荷量 Q 的单位是库仑，简称库，符号是“C”。



图 14-4 验电器

根据电荷间相互作用的规律，人们制成了一种检验物体是否带电的简易仪器：验电器，如图 14-4 所示。你能说出它的工作原理吗？

在八年级，我们已知原子的核式模型，原子核带正电荷，核外电子带负电荷。在通常情况下，原子核内的正电荷跟核外电子所带的负电荷的总量相等，整个原子呈中性，即不显电性。若中性原子失去电子，核外电子所带负电荷总和比原子核的正电荷少，此时，原子显示出带正电荷；若中性原子跟另外的电子结合在一起，此原子就显示出带负电荷。例如，两个物体相互摩擦时，某物体的电子可能会转移到另一物体上，得到电子的物体带负电，失去电子的物体则带正电。所以，摩擦起电实际上是电子在物体之间的转移。

当带电的物体与未带电的导体（容易导电的物体叫导体，如各种金属材料等）相互靠近时，由于电荷间的相互作用，会使导体内部的电荷重新分布；导体内与带电体电荷性质相反的电荷会被吸引到带电体附近，电荷性质相同的电荷则被排斥到远离带电体的导体的另一端。这种现象叫静电感应（图 14-5）。摩擦起电、静电感应等都是静电现象。静电现象在生活中很常见，如冬天脱毛衣时常会听到“啪啪”的声响，这就是静电现象。图 14-1 所示的塑料梳子吸小纸屑、塑料棒使水流弯曲等都是静电现象。静电现象在现代技术中有很多应用，如静电复印、静电植绒等。

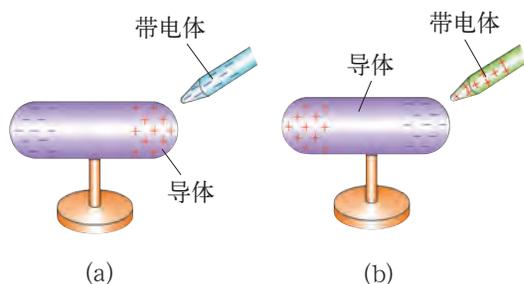


图 14-5 静电感应



作业

1. 打扫房间时，小刚用干绸布擦穿衣镜，发现擦过的镜面黏上细小绒毛。这是因为擦过的镜面因 _____ 而带了电。带电体有 _____ 的性质，所以绒毛被吸在镜面上。

2. 小明用毛皮摩擦过的橡胶棒靠近悬挂着的泡沫小球，发现泡沫小球被吸引，则泡沫小球 _____ 带电；若泡沫小球被排斥，则泡沫小球 _____ 带电。（均选填“一定”或“不一定”）

3. 一个验电器的两个金属箔片因带电而张开，则这两个金属箔片一定（ ）。

- A. 带正电
- B. 带负电
- C. 带异种电荷
- D. 带同种电荷

4. 四个悬挂着的带电泡沫小球，相互作用的情况如图 14-6 所示。那么，D 球可能（ ）。

- A. 带与 A 球相同的电荷
- B. 带与 B 球相同的电荷
- C. 带与 C 球相同的电荷
- D. 带与 A 球不同的电荷

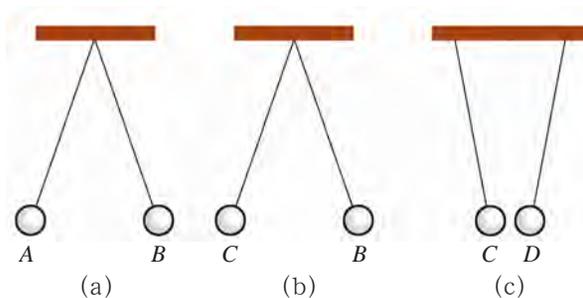


图 14-6

5. 在冬天较干燥的条件下，当你触摸门把手，或与人握手时，常有被电击的感觉。请你解释这是为什么。

请提问

1. 验电器能否检验物体带的是正电荷还是负电荷？
2. _____
3. _____
-

第二节 让电灯发光

电路的组成

电路是由哪些部分组成的呢？当你用导线将电源、用电器、开关等连接成一个电流流通的回路时，你便组成了一个电路。

图 14-7 表示的就是一个简单而完整的电路。在这个电路里，电池是电路的电源，它供给电路电能，使电路保持持续的电流。电灯是用电器，它把电能转化成人们需要的能量（如光能、内能），开关则可将电路连通或断开。

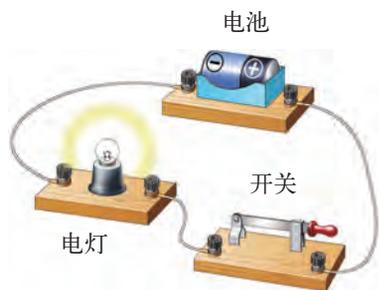


图 14-7 电路

迷你实验室

实验桌上有一节干电池、带灯座的小灯泡、开关和几根导线。请你试着把它们连接起来，并能用开关来控制小灯泡的发光和熄灭。

注意：不要将电池的两端直接连在一起！

比一比，看谁最先让小灯泡发光。

如果这个实验做成功了，你就已经连接了一个虽然简单但却是完整的电路。

图 14-8 (a) 中的电池是常见的电源，它供给电路电能。电池有正、负两极。在电路中，电池的正极用“+”表示，负极用“-”表示。开关用来控制电路的断开或连通，图 14-8 (b) 中的开关是一种最简单的开关。你还知道些什么样的开关呢？图 14-9 中的用电器可以将电能转化为内能或机械能。

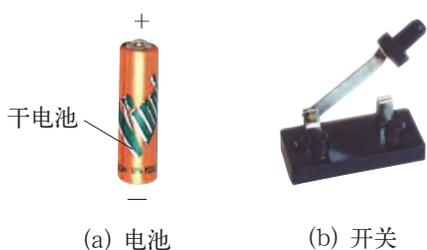


图 14-8



图 14-9 几种用电器

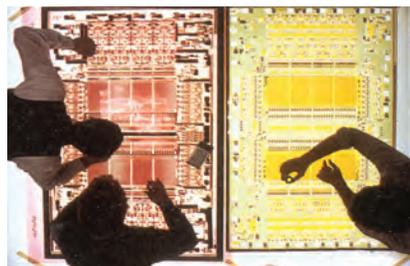
信息窗

实际电路有的简单，如图 14-7 所示的基本电路，但大多数都很复杂。一台小收音机的电路中也有几十个电路元件；计算机电路更是像一个迷宫，连接着数千万甚至数亿个电路元件。一块小小的芯片是利用高科技将许多电路元件集成在一起的集成电路（图 14-10）。

集成电路是很复杂的电路，是现代电子技术的核心部件。一块指甲盖大小的硅片上可集成数亿个电路元件。但不论集成电路如何复杂，它们仍然是由基本电路构成的。



(a) 小小芯片上集成有数千万甚至数亿个电路元件



(b) 集成电路设计图必须画得很大、很精细，然后将它微缩，再输入电脑中，当作生产时的蓝图

图 14-10 集成电路

通路、开路和短路

电流是电荷定向移动形成的，物理学上规定：正电荷定向移动的方向为电流的方向。根据这个规定，电路接通时，电流总是从电源的正极流出，经过导线、用电器等流入电源的负极。对于电路，通常有通路、开路两种状态，有时也会出现短路这种非正常（或称“特殊”）状态。

通路——处处连通的电路（图 14-11）。电路处处连通又叫做电路闭合。只有电路闭合时，电路中才有电流流通。



图 14-11 通路

开路——在某处断开的电路（图 14-12）。开路时，电路中还有电流吗？



图 14-12 开路

短路——不经过用电器而直接将电源两极用导线连通的电路（图 14-13）。短路时，电流很大，会烧坏电源和导线。在生产和生活中若发生短路，轻则用电器不工作，重则会引发火灾。所以，一般情况下短路是绝对不允许的。

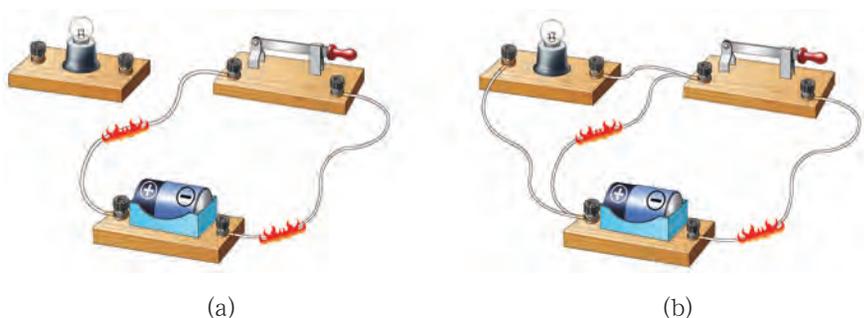


图 14-13 短路

电路图

为了形象、简单地表示实际电路的情况，我们常用规定的符号表示电源、开关、用电器等电路元件（图 14-14），用这些规定符号表示电路连接情况的图就叫电路图。

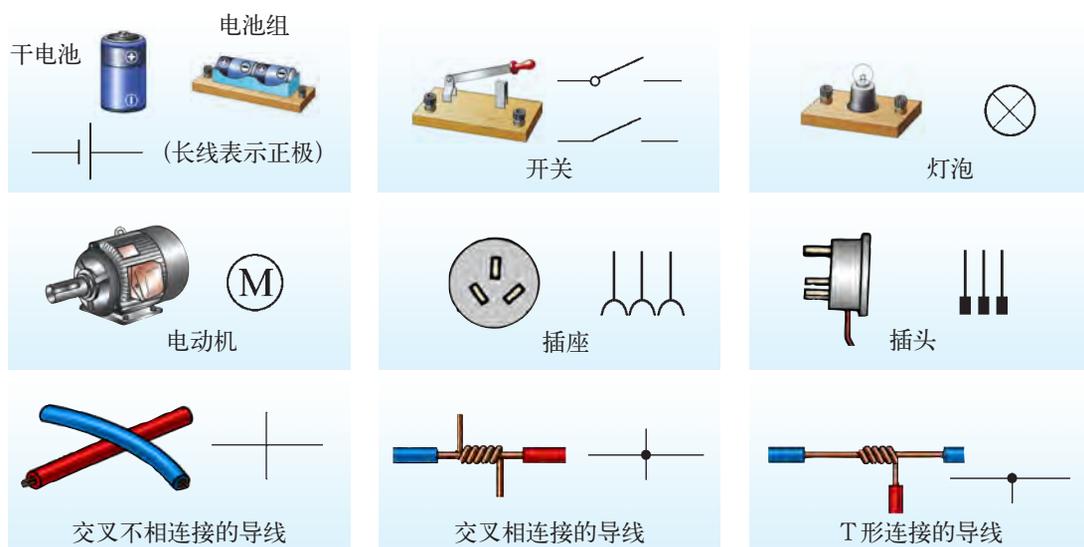


图 14-14 电路元件符号

图 14-15 是电路实物图和对应的电路图。画电路图时应注意：(1) 要用统一规定的符号；(2) 要简洁、整齐。

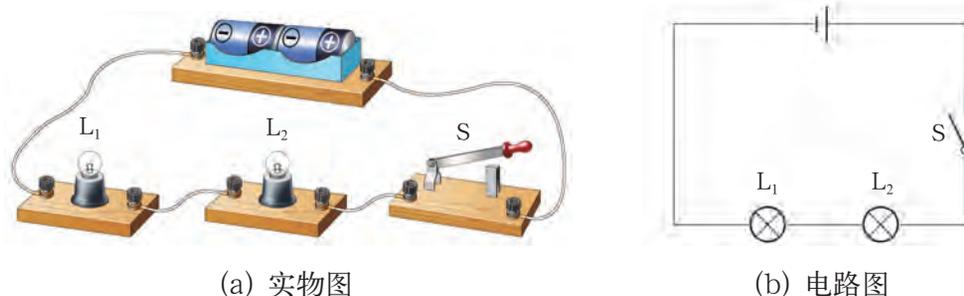


图 14-15 电路的实物连接图及其电路图



作业

- 电路中有持续电流的条件是 ()。
 - 电路中必须有电源
 - 电路是闭合的
 - 电路中有电源，且有用电器
 - 电路中有电源，且电路闭合
- 物理学上，把 _____ 移动的方向规定为电流的方向。电源接入电路，在电源外部，电流总是从电源的 _____ 极流出，经导线、用电器等流入电源的 _____ 极。
- 电路有三种状态：处处连通的电路叫 _____；某处断开的电路叫 _____；_____ 时电流很大，很可能会烧坏电源。
- 如图 14-16 所示的电路中，当开关 S_1 、 S_2 断开时，电路处于 _____ 状态；当开关 S_1 闭合、 S_2 断开时，电路处于 _____ 状态；当开关 S_1 、 S_2 都闭合时，电路处于 _____ 状态。

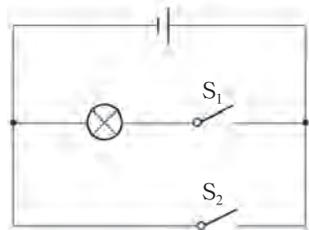
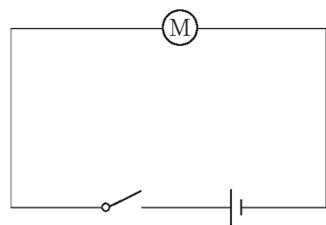
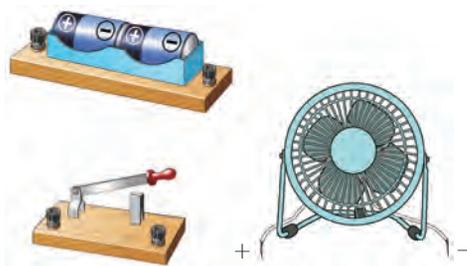


图 14-16

5. 图 14-17 (a) 是玩具电风扇的电路图，请在图 14-17 (b) 中用笔画线表示导线连接对应的实物图。



(a)



(b)

图 14-17

请提问

1. 电路短路为何危险?
2. _____
3. _____
-

第三节 连接串联电路和并联电路

串联和并联

在实际电路中，用电器常常不止一个，用电器之间的连接方式也不尽相同。图 14-18、图 14-19 是最常见的两种连接方式。仔细观察、比较一下，它们各有什么特点？请分别画出它们的电路图。

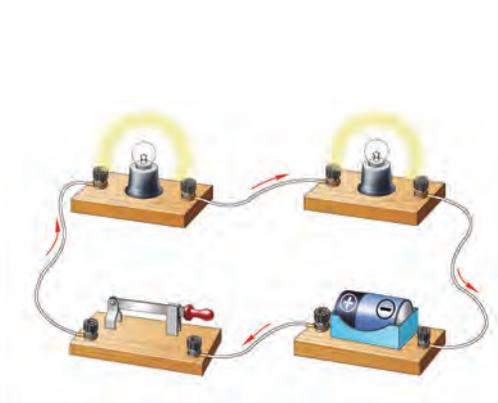


图 14-18 串联电路

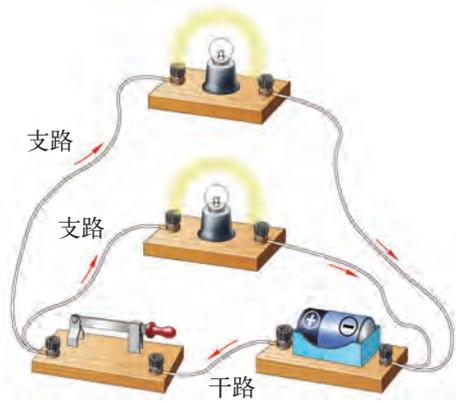


图 14-19 并联电路

两个灯泡逐个顺次串接在一起，然后再接入电路中。这两个灯泡的连接方式叫**串联** (series connection)。

两个灯泡的两端并列地连在一起，然后再接入电路中。这两个灯泡的连接方式叫**并联** (parallel connection)。在图 14-19 所示的并联电路中，分叉以后只有部分电流通过的电路为支路，而所有电流都会通过的那部分电路为干路。

观察图 14-20，想一想，家庭用的各种电器设备采取的是哪种连接方式？

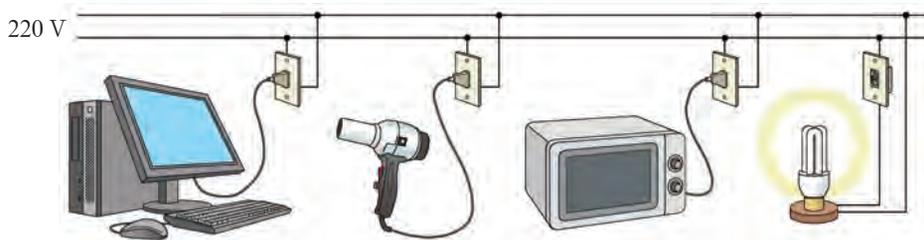


图 14-20 家用电器的连接

实验探究

连接串联电路和并联电路

在每个同学的实验桌上都有两三只带灯座的小灯泡、装有两节干电池的电池盒、几只开关和若干段导线。

请你用这些器材，用你想到的各种连接方式把小灯泡和开关接入电路，使这些小灯泡都可以发光，并且让开关可以用不同的方式控制小灯泡。如用一只开关同时控制几只小灯泡的通断，或用一只开关单独控制一只小灯泡的通断（不影响其他灯的通断），以及你想到的其他方式。注意，连接电路时不能短路。

请把你设计的电路图画在下面的方框内。



图 14-21 一只开关同时控制两只小灯泡的通断



图 14-22 电路中有两只开关，每只开关只能控制一只小灯泡的通断



图 14-23 你设计的其他电路

连接电路的步骤

- (1) 观察认识仪器、仪表，阅读说明书，了解使用方法。
- (2) 画好电路图，确认电路图无误之后，再根据电路图连接电路。
- (3) 连接电路要按一定的顺序进行。比如，可以先从电池正极开始，按照电路图依次连接开关、灯泡等，一直连接到电池负极。
- (4) 在连接电路过程中，开关应断开。经检查电路连接无误后，再闭合开关。

接通电路后，仔细观察并记录电路通、断时的工作情况。若有兴趣，还可了解电路的一些其他情况，比如，有些接法会使电灯亮些，而有些接法则使电灯暗些，对于这些情况可能你现在还解释不清楚，没关系，能发现一些新的问题就很不了不起！



交流与讨论

请你就实验中观察到的一些现象（如下面的这些问题）与同学交流和讨论。

1. 开关和用电器一般都是采用什么连接方式，为什么？若开关与用电器采用另一种连接方式，情况会怎样？（先作图分析，再请教老师）
2. 如果要使几个用电器在工作时互不影响，即任何一个用电器的通断不影响其他用电器的通断，这几个用电器必须 _____（选填“串”或“并”）联。
3. 在并联电路中，接在干路上的开关跟接在支路上的开关作用相同吗？
4. 你还能举出一些生活中用电器串联或并联的事例吗？你认为串联电路和并联电路各有什么优点？



作业

1. 用一个开关同时控制两盏电灯, 两盏灯可连成 _____ 电路, 也可连成 _____ 电路; 要用两个开关分别控制两盏电灯, 两个开关应分别与两盏灯组成 _____ 电路后, 再组成 _____ 电路, 这时电路中的电流应有 _____ 条通路, 才能互不影响。

2. 用笔画线表示导线, 将图 14-24 (a) 所示电路元件连接成串联电路, 将图 14-24 (b) 所示的两盏灯连接成并联电路, 要求开关控制两盏灯发光。

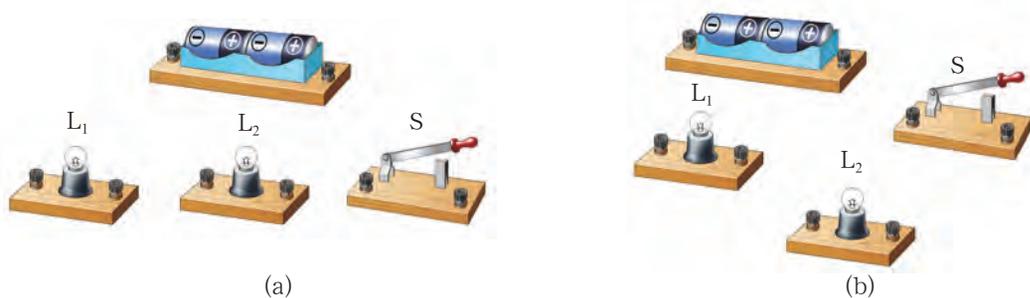


图 14-24

3. 家庭的卫生间一般都要安装照明灯和换气扇。使用时, 有时需要各自独立工作, 有时需要同时工作, 如图 14-25 所示的电路中, 符合上述要求的是 ()。

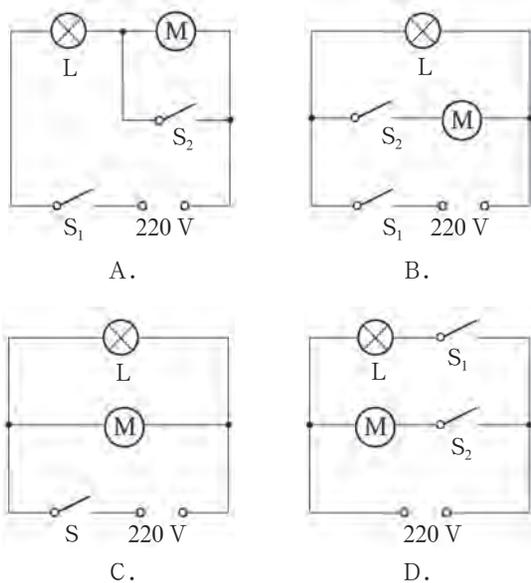


图 14-25

4. 图 14-26 所示是一把既能吹冷风又能吹热风的电吹风的简化电路, 图中 A 是电热丝, B 是吹风机。将插头插入插座, 若只闭合开关 S_1 , 电吹风吹出的是 _____ 风; 若将开关 S_1 、 S_2 都闭合, 电吹风吹出的是 _____ 风。(均选填“热”或“冷”)

5. 在家长的指导下, 观察节日时用的的小彩灯(图 14-27)。看看小彩灯是怎样连接的?

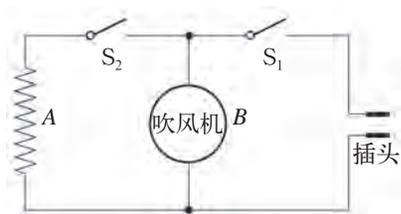


图 14-26



图 14-27

请提问

1. 为什么有些电路需要串联, 而有些电路则需要并联?
2. _____
3. _____
-

第四节 科学探究：串联和并联电路的电流

电 流

水管中的水向一定方向流动，形成“水流”。与此类似，导体中的电荷向一定方向移动，就会形成电流。“水流”有大小之分，电流也有强弱之分。电流用字母 I 表示，其国际单位是安培（ampere），简称安，符号是“A”。比安小的单位有毫安（mA）和微安（ μA ）。它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ A} = 1\,000 \text{ mA},$$

$$1 \text{ mA} = 1\,000 \mu\text{A}.$$

信息窗



(a) 液晶显示电子计算器 $130 \mu\text{A}$ 左右



(b) 70 W 家用电风扇约 320 mA



(c) 家用电冰箱 $1.1 \sim 1.7 \text{ A}$



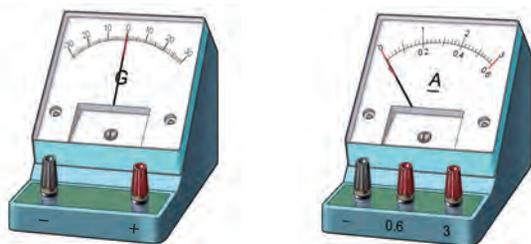
(d) 三峡电站向华东电网输出电流高达 $6\,000 \text{ A}$

图 14-28 生产生活中一些电流的数据

怎样使用电流表

我们通常用电流表来测量电流的大小，图 14-29 是在实验室里常用的电流表。

电流表在电路图中的符号是 \textcircled{A} 。



(a) 灵敏电流计

(b) 学生电流表

图 14-29 实验室常用电流表

电流表的使用说明

- (1) 电流表要与被测用电器串联，不允许将电流表与用电器并联。
- (2) 电流表接进电路时，应当使电流从其“+”接线柱流入，从“-”接线柱流出。
- (3) 注意观察电流表的量程，待测电流不能超过电流表的量程。
- (4) 不允许把电流表直接接到电源的两极上。

实验探究

(一) 电流表的使用方法

观察图 14-30 所示的电流表，和同学就下列问题进行讨论。

- (1) 表盘上示数的单位是什么？
- (2) 电流表的三个接线柱与表盘上的两排示数之间有什么关系？这个电流表有几个量程？
- (3) 你所使用的电流表表盘上每个量程的分度值分别是多少？

(4) 读取数据的正确顺序是：先确认你选用的量程，然后明确该量程相对应表盘上是哪一排示数，再根据指针在这排示数上所指示的位置读数。

图 14-30 (a)：使用的量程为_____，表盘上每一大格表示_____，每一小格表示_____，电流表的示数为_____。

图 14-30 (b)：使用的量程为_____，表盘上每一大格表示_____，每一小格表示_____，电流表的示数为_____。

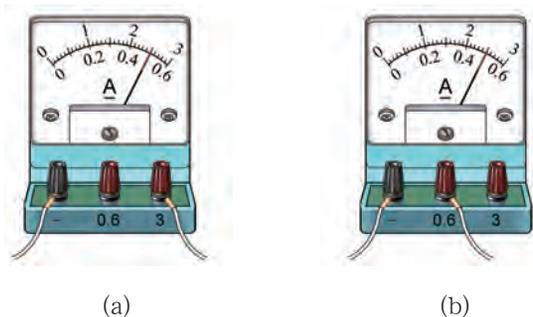


图 14-30 这两个表盘上指针所指示的电流各有多大

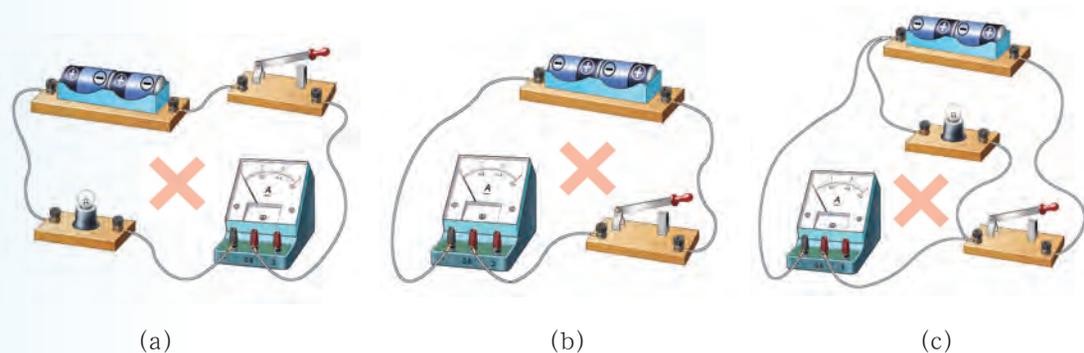


图 14-31 电流表的错误接法

(5) 图 14-31 显示了电流表的几种错误接法，它们究竟错在哪里呢？电流表在电路中的正确接法是怎样的（图 14-32）？



图 14-32 电流表的正确接法

(二) 串联电路中各处的电流有什么关系

猜想与假设

(1) 在图 14-33 中, 从电流的流向看, A 点的电流可能最大, B 点的电流小一些, C 点的电流最小。

(2) 由于串联电路的电流只有一个通道, A 、 B 、 C 三处的电流大小相同。

(3) 其他猜想: _____

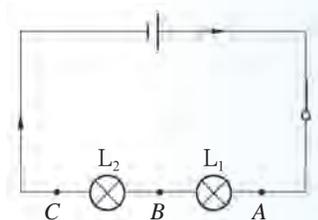


图 14-33 电路图



探究点拨

猜想与假设 当发现问题后, 应该根据已有的知识和经验进行猜想和假设, 推测可能的实验结果。

进行猜想与假设时, 应开拓思路, 敢于设想, 敢于预测, 但同时也尽量使猜想与假设有根有据。

在探究串联和并联电路电流的特点时, 最好针对电路中的一些特殊点进行探究并作出猜想。例如, 在图 14-33 中, 可以对 A 、 B 、 C 这三个有代表性的点的电流大小提出猜想。

设计实验与制订计划

分别测出 A 、 B 、 C 三点的电流, 然后进行比较, 检验我们的猜想是否正确?

进行实验与收集证据

(1) 根据如图 14-33 所示的电路图, 选择实验器材连接实验电路。将一只电流表串接在 A 处 (图 14-34),

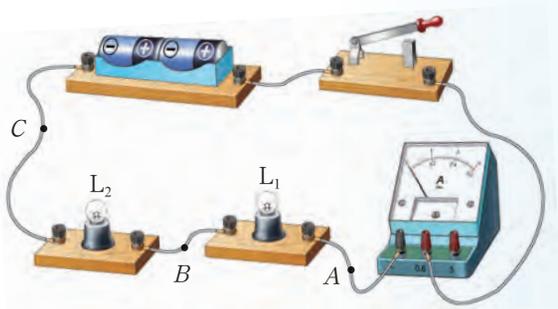


图 14-34 测量 A 处的电流

闭合开关，读取电流表的示数，并将数据填入下表。

(2) 断开开关，再将此电流表分别串接在 B 处 [图 14-35 (a)] 和 C 处 [图 14-35 (b)]，并分别读取电流表的示数。再将数据记录在下表中。

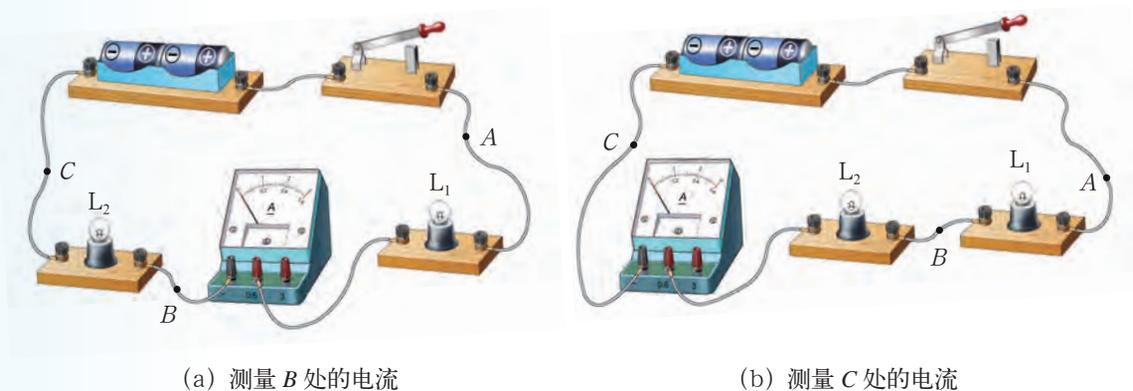


图 14-35 测量 B 、 C 处的电流

记录数据：

电流表的位置	电流表的示数 I/A
A 处	
B 处	
C 处	

得出结论：

串联电路中各处的电流都相等。

交流与合作

把你所在小组的实验数据和结论与其他小组进行比较，看看有无异常现象发生。若发现某小组实验结论与其他小组相差较大，就共同研究其原因。

(三) 并联电路的干路和支路电流间有什么关系

猜想与假设

在进行实验前，请先猜想一下：在并联电路中，干路电流和支路电流有什么关系？

你的猜想：_____

_____。

设计实验与制订计划

仿照实验探究（二），设计本实验探究的电路图，并画在下面的方框内。

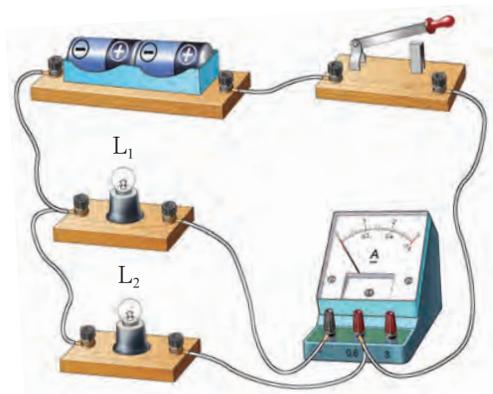
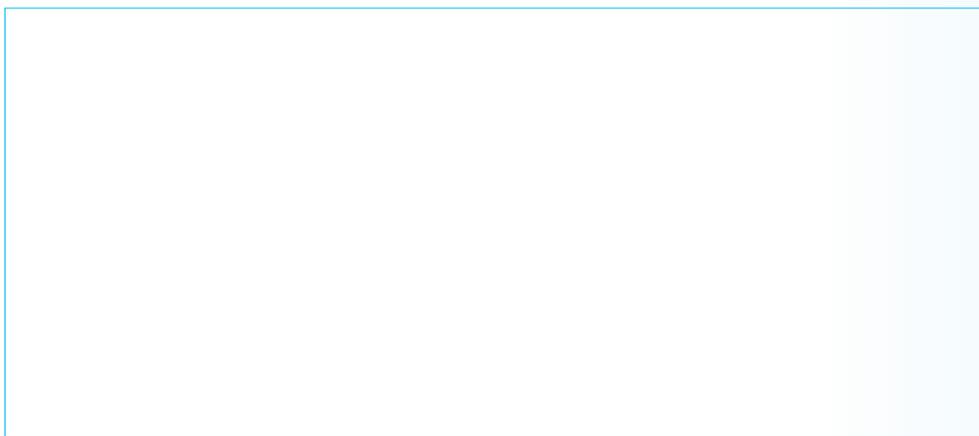
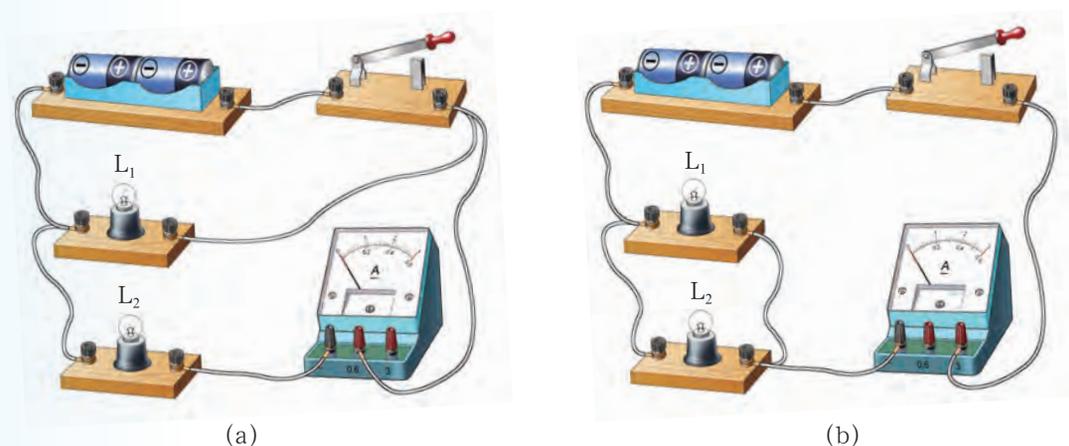


图 14-36 测量 L_1 所在支路的电流

进行实验与收集证据

根据你所设计出的电路图选择实验器材，连接电路。将电流表接入 L_1 所在支路中，观察并记录电流表的示数（图 14-36）。

再将电流表分别接入 L_2 所在支路和干路中，观察并记录电流表的示数（图 14-37）。


 图 14-37 测量并联电路 L_2 所在支路及干路的电流

记录数据：

电流表的测量对象	电流表的示数 I/A
L_1 所在支路	
L_2 所在支路	
干路	

得出结论：

并联电路中，干路中的电流等于各支路中电流的总和。

交流与合作

仿照实验探究（二）进行讨论与交流。



作业

- 图 14-38 所示是电流表的表盘，则其示数是（ ）。
 - 0.28 A
 - 1.40 A
 - 1.08 A
 - 0.28 A 或 1.40 A



图 14-38

2. 在探究并联电路电流的特点时, 小李同学测得一支路中的电流为 0.50 A。请在图 14-39 所示的电流表中标出这个电流值。

3. 如图 14-40 所示的电路, 闭合开关后, 比较 a 、 b 、 c 、 d 四处电流的大小, 其中错误的是 ()。

A. $I_a = I_d$

B. $I_a > I_d$

C. $I_a > I_b$

D. $I_d > I_c$

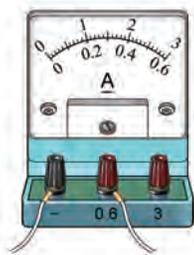


图 14-39

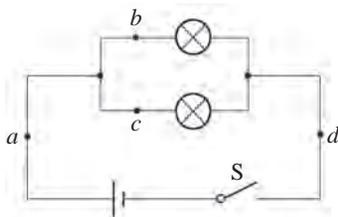


图 14-40

4. 如图 14-41 (a) 是小倩同学测量并联电路的干路电流时连接的电路。

(1) 请你在 a 、 b 导线中撤掉一根接错的导线, 使电路符合实验要求。你选择撤掉的是 _____ 导线。

(2) 撤掉多余的导线后, 闭合开关, 电流表的示数如图 14-41 (b), 其示数是 _____ A。

(3) 若通过 L_1 的电流是 0.2 A, 则通过 L_2 的电流是 _____ A。

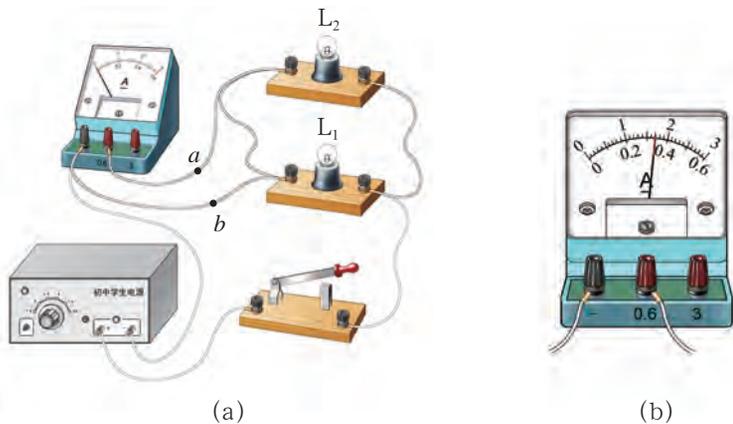


图 14-41

请提问

1. 若要楼上楼下都能控制楼下的灯, 应如何设计这个电路呢?

2. _____

.....

第五节 测量电压

电 压

我们知道，水在水管中流动时，水管两端必须要有一定的压力差，简称“水压”；同样，电荷在电路中定向运动时，电路两端也需要电压（voltage）。接通电路，电路中的电源使电路两端保持一定的电压，电路中的电荷就会持续地做定向运动，电路中就有持续的电流。

电源在电路中的作用就是提供电压，不同的电源给电路两端所提供的电压是不相同的。



信息窗



(a) 石英手表所用的氧化银电池每个1.5 V



(b) 铅酸蓄电池12 V



(d) 一般交流电动机
220 V、380 V



(e) 大型发电机 6.3 kV



(f) 发生闪电的云层间电压可达 10^3 kV

图 14-42 几种常见的电压值

电压用字母 U 表示，国际单位是伏特 (volt)，简称伏，符号是“V”。比伏大的单位有千伏 (kV)，比伏小的单位有毫伏 (mV)。它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V},$$

$$1 \text{ V} = 1\,000 \text{ mV}.$$

一节干电池提供的电压一般是 1.5 V，我国提供给家庭电路的电压是 220 V。

怎样使用电压表

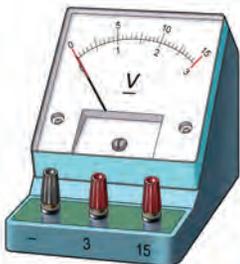


图 14-43
实验室常用电压表

电压表是测量电压的仪表，它在电路图中的符号是 \textcircled{V} 。

对照电流表的使用规则，仔细观察电压表并认真阅读电压表的使用说明，了解电压表的使用规则。要特别注意电压表的量程、读数方法和连接方法。图 14-43 是一种实验室常用的电压表。

电压表的使用说明

- (1) 要测哪部分电路的电压，电压表就和那部分电路并联。
- (2) 电压表接入电路时，应当使电流从其“+”接线柱流入，从“-”接线柱流出。
- (3) 注意观察电压表的量程，被测电压不要超过电压表的量程。

从电压表的使用说明可知，电压表的连接方法是：电压表与被测电路并联。

电压表的读数方法是：①确认电压表所选的量程；②根据量程确认刻度盘上每一大格和每一小格表示的电压值；③根据指针稳定后所指的刻度，读出被测电压的大小。

如图 14-44 (a) 所示, 电压表使用的量程为 15 V, 表盘上每一大格表示 5 V, 每一小格表示 0.5 V, 指针示数为 12.50 V。

如图 14-44 (b) 所示, 电压表使用的量程为 3 V, 表盘上每一大格表示 1 V, 每一小格表示 0.1 V, 指针示数为 2.50 V。

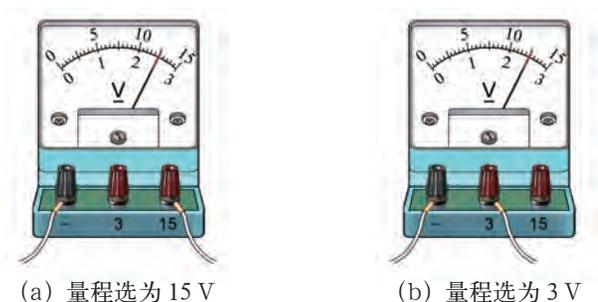


图 14-44

用电压表测电压

图 14-45 是一些可供实验选用的器材, 用它们来进行下面的实验探究。



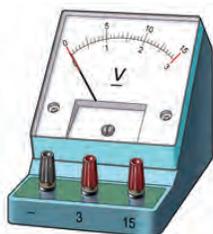
(a) 1号干电池三节



(b) 小灯泡两只



(c) 5号、7号干电池各一节



(d) 电压表



(e) 开关一只



(f) 导线若干



(g) 纽扣电池一粒

图 14-45 实验器材

实验探究

(一) 用电压表测电池的电压

电压表可以直接接在电池两端测量电池的电压(图 14-46), 而电流表不能直接连在电池两端。为什么可以这样, 同学们学完第十五章后就明白了。

请同学们测一测一节 1 号干电池、一节 5 号干电池、一节 7 号干电池和一粒纽扣电池的电压。

一节干电池的电压是_____。

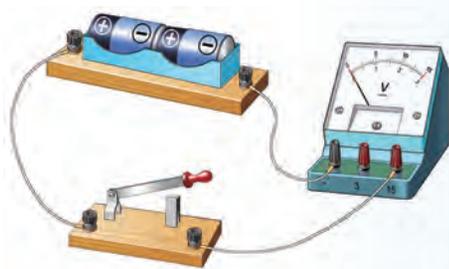


图 14-46 测两节干电池串联的电压

(二) 测串联电路的电压

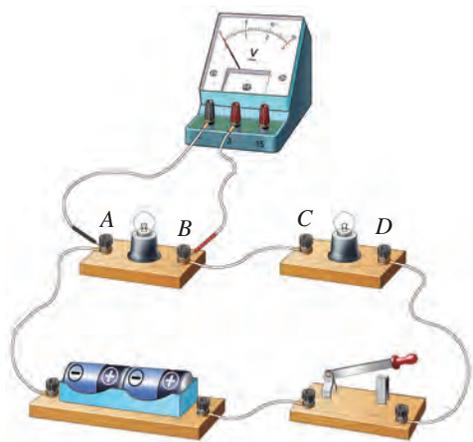


图 14-47 测串联电路的电压

用电压表分别测出 A 、 B 之间, C 、 D 之间, A 、 D 之间的电压(图 14-47), 并填入下面的表格中:

U_{AB}/V	U_{CD}/V	U_{AD}/V

通过对测量数据的比较, 可得出结论:

串联电路两端的电压等于各部分电路两端电压的总和。

(三) 测并联电路的电压

用电压表分别测出 A 、 B 之间, C 、 D 之间, A 、 D 之间以及 B 、 C 之间的电压 (图 14-48), 并填入下面的表格中。

U_{AB}/V	U_{CD}/V	U_{AD}/V	U_{BC}/V

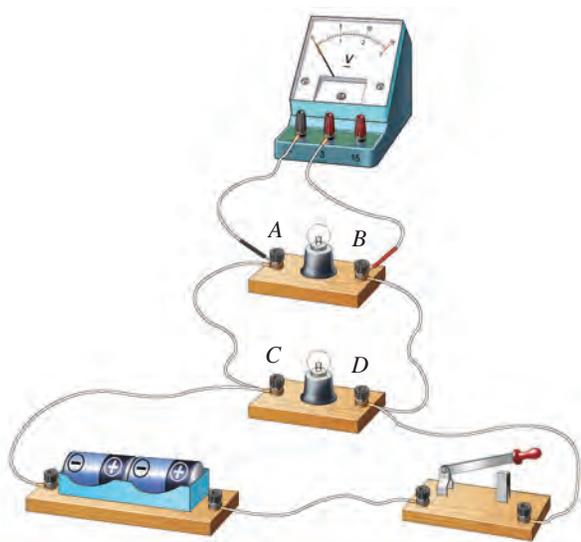


图 14-48 测并联电路的电压

通过对测量数据的比较, 可得出结论:

并联电路中各并联支路两端的电压都相等。

信息窗

世界各国生活用电电压不完全相同, 下表给出了部分国家的生活用电电压。

国 家	生活用电电压 U/V
中国	220
美国	120 / 110 / 115 (不同州生活用电电压不同)
日本	110
英国	240
德国	220



作业

1. 我国家庭电路的电压是 _____ V，一节新干电池的电压是 _____ V。

2. 如图 14-49 所示为一电压表的表盘，此时指针示数为 _____ V；若改用另一量程，指针位置不变，那么，示数是 _____ V。

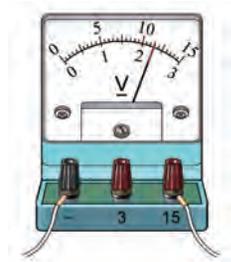


图 14-49

3. 如图 14-50 所示，要用电压表来测量灯 L 两端电压，正确的接法是 ()。

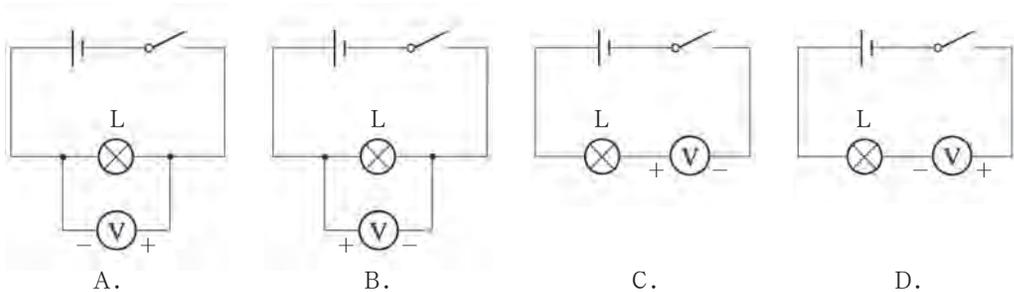


图 14-50

4. 关于电压表的使用，下列叙述中错误的是 ()。

- A. 电压表要并联在被测电路两端
- B. 被测电压不能超过电压表的量程
- C. 电流从正接线柱流入电压表，从负接线柱流出
- D. 绝对不允许不经过用电器而把电压表直接接在电源两极上

5. 在探究串联电路的电压关系时，小明同学使用的实验电路如图 14-51 所示。他先用电压表正确地测量了灯泡 L_1 两端的电压，为了测量灯泡 L_2 两端的电压，他想将电压表接 A 点的那一段导线改接到电路中的 C 点，而保持电压表接 B 点不动，你认为这种接法是 _____ (选填“正确”或“不正确”) 的，理由是 _____。

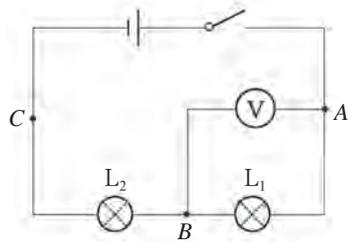


图 14-51

请提?问

1. 用电压表能否测电流?
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 某家用电器正常工作时, 测得通过的电流为 5 A, 则此用电器可能是 ()。

- A. 家用洗衣机 B. 电视机
C. 家用空调器 D. 半导体收音机

2. 图 14-52 是一个简化的电冰箱电路图, 其中 M 是压缩机用的电动机, L 是电冰箱内的照明灯泡。学习了串联和并联电路知识后, 你能看懂这个电路图吗? 电路图中的灯泡 L 与电动机 M 是串联的还是并联的?

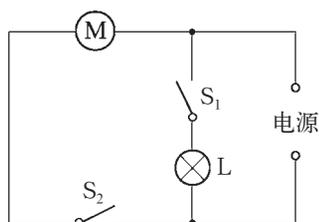


图 14-52

3. 根据图 14-53 (a) 所示的电路图, 用笔画线表示导线, 连接图 14-53 (b) 所示的实物图电路 (要求导线不能交叉)。

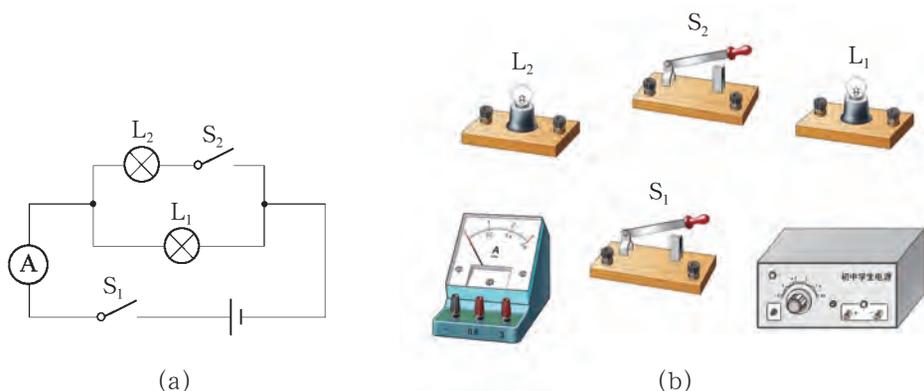


图 14-53

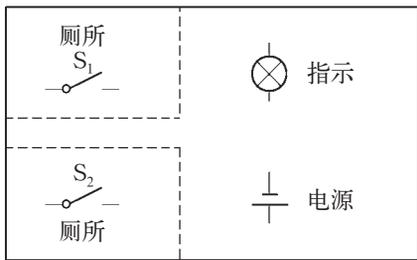


图 14-54

4. 某火车车厢后面有两间厕所, 只有当两间厕所的门都关上时, 车厢指示灯才会发光, 指示牌才会显示“厕所有人”字样, 提醒旅客两间厕所内都有人。请你把图 14-54 中所示的各元件符号连接成符合上述设计要求的电路图。

5. 居民楼的楼道里, 夜间只是偶尔有人经过, 楼道灯总是亮着将造成很大浪费。科研人员利用“光敏”材料制成“光控开关”, 它的作用是天黑时, 自动闭合, 天亮时自动断开; 利用“声敏”材料制成“声控开关”, 它的作用是当有人走动发出声音时自动闭合, 无人走动时自动断开。在如图 14-55 所示各电路中, 属于这种楼道灯电路的是 ()。

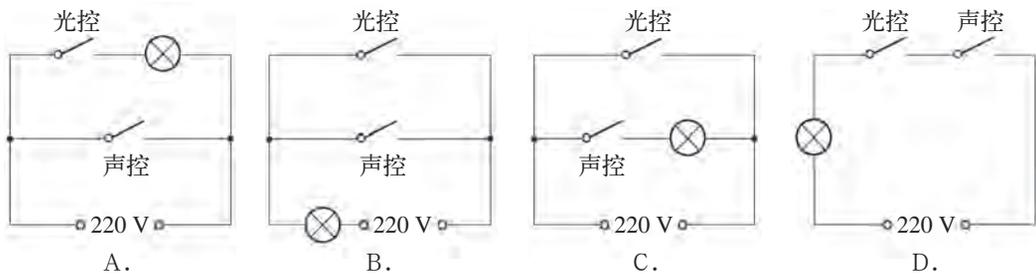


图 14-55

6. 某同学根据如图 14-56 所示的电路图, 用电流表分别测出电流 I 、 I_1 、 I_2 , 然后改变电源电压, 重复上述实验, 并将测量数据记录在下表中。

实验序号	电流	I_1/A	I_2/A	I/A
1		0.2	0.2	0.4
2		0.3	0.3	0.6
3		0.4	0.4	0.8

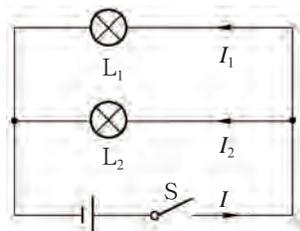


图 14-56

该实验探究的问题是_____。

_____。

7.* 如图 14-57 所示, 电路中开关闭合后, 两盏灯都不亮; 用一根导线连接 A 、 B 两点后, 灯 L_1 不亮, 灯 L_2 亮。假如故障只有一处, 那么, 电路的故障可能是 ()。

- A. 灯 L_1 开路 B. 灯 L_1 短路
C. 灯 L_2 开路 D. 灯 L_2 短路

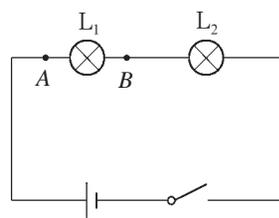


图 14-57

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

制作验电器

利用电荷间相互作用的规律, 参照图 14-4, 用一些常见材料可制作一个简易的验电器。请你用它检验物体的带电情况, 如用丝绸摩擦过的玻璃棒是否带电。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第十五章 探究电路

电阻和变阻器
科学探究：欧姆定律
“伏安法”测电阻
电阻的串联和并联
家庭用电



第一节 电阻和变阻器

电 阻

水在水管中流动会受到阻力，同样，电荷在导体中定向移动也会受到阻力。

导体对电流的阻碍作用叫**电阻**（resistance）。不同的导体，电阻一般不同。例如，分别在不同导线两端加上相同的电压，通过导线的电流大小通常不同。通过的电流较大，表明导线对电流的阻碍作用较小，即该导线的电阻较小；反之，通过的电流较小，则表明导线对电流的阻碍作用较大，即该导线的电阻较大。

电阻用字母 R 表示，其国际单位是欧姆（ohm），简称欧，符号是“ Ω ”。常用的电阻单位还有千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）。它们之间的换算关系是：

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

$$1\text{ M}\Omega=10^3\text{ k}\Omega.$$

收音机、电视机等用电器的电路中连接着许多具有一定阻值的元件——电阻器（图 15-1），用来调节电路中的电流和电压。电阻器（常简称为电阻）在电路图中的符号是 \square 。



图 15-1 各种电阻器

信息窗

我国家庭常见用电器正常工作时的电阻

常见用电器	电阻 R/Ω
白炽灯 (15 W)	3 227
白炽灯 (60 W)	807
电熨斗 (600 W)	80.7
电烤箱 (900 W)	54
电暖器 (1 000 W)	48.4

电阻的大小与哪些因素有关

电流通过不同材料制成的导体时，受到的阻碍作用是不一样的。那么，导体的电阻大小与哪些因素有关呢？

实验探究

做实验之前，同学们也许会猜想：电阻的大小可能与导体的材料有关；还可能与导体的粗细、长短有关；也许还与温度有关。

同学们还有什么猜想？

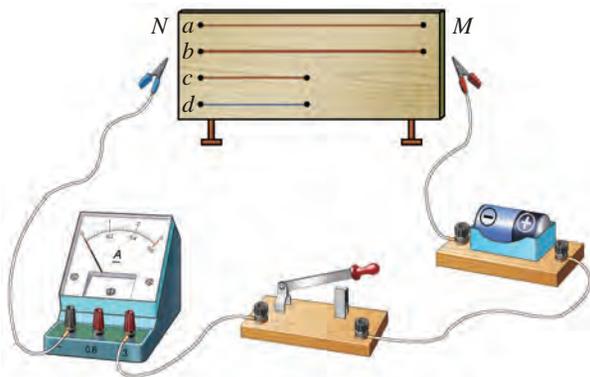


图 15-2 实验装置

这是一个多因素问题，应当运用“控制变量法”去研究每一个因素对电阻大小的影响。为此，我们在一定温度下用图 15-2 所示的实验装置进行实验。 a 、 b 、 c 是三根用同一种材料制成的导线， a 、 b 长短相同但粗细（横截面积）不同， a 、 c 粗细相同而长短不同；导线 d 与导线 c 的长短、粗细都相同，但材料不同。

怎样比较导体电阻的大小？在实验中是怎样实现变量控制的？怎样探究导体电阻大小与导体粗细（即横截面积）的关系？怎样探究导体电阻大小与导体长度的关系？怎样探究导体电阻大小与导体材料的关系？

请你制订一个实验方案，根据制订的方案进行实验，并记录和分析实验结果。

由实验可知：

导体电阻的大小与导体的横截面积 _____（选填“有关”或“无关”），在其他条件相同时，导体的横截面积越大，电阻 _____；

导体电阻的大小与导体的长度 _____（选填“有关”或“无关”），在其他条件相同时，导体的长度越大，电阻 _____；

导体电阻的大小与导体的材料 _____（选填“有关”或“无关”）。

信息窗

几种长 1 m、横截面积 1 mm^2 的导体材料在 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 时的电阻如下表所示。

材 料	电阻 R/Ω	材 料	电阻 R/Ω
银	0.016	镍铬合金	1.09~1.12
铜	0.017	电木	$10^4\sim 10^8$
铝	0.027	橡胶	$10^7\sim 10^{10}$
铁	0.096		

由上面的数据可知，长短、粗细都相同的铁丝和铜丝，铁丝的电阻大约是铜丝电阻的 5.6 倍。你现在知道为什么不用铁做电线了吗？

导体的电阻还与其温度有关。白炽灯不工作时（灯泡处于常温）的电阻为几十欧，而白炽灯发光时，其电阻就有几百、几千欧。在常温下，常见导体的电阻随温度的变化不大。因此，在初中阶段，若无特别说明均不考虑电阻随温度的变化。

变阻器

在科学实验和各种电器设备中，常用改变电阻的方法来改变电路中的电流，这就需要一种易于改变电阻的器件——变阻器。实验室中常用的变阻器，是通过改变接入电路中的电阻丝的长度来改变电阻的。

实验室常用的变阻器是滑动变阻器（图 15-3）和电阻箱（图 15-4）。滑动变阻器在电路图中的符号是 ，电阻箱在电路图中的符号是 .

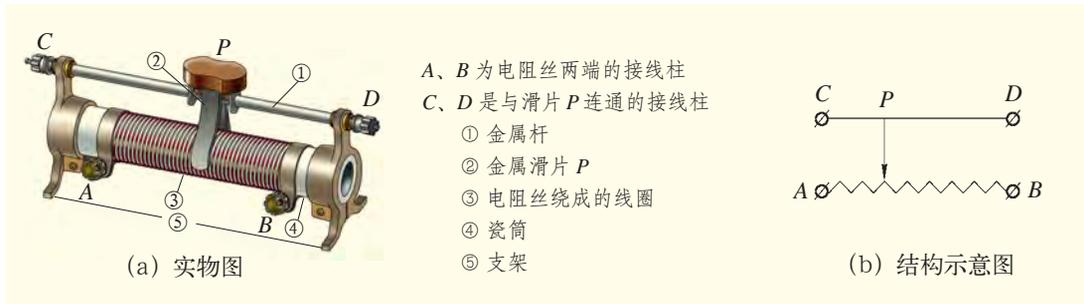


图 15-3 滑动变阻器

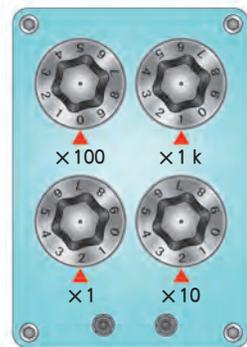


图 15-4 电阻箱

滑动变阻器的电阻丝绕在绝缘瓷筒上，电阻丝外面涂有绝缘层，将与滑片 P 接触处的电阻丝的绝缘层刮去，并将电阻丝的两端连在 A、B 两个接线柱上，滑片 P 通过金属杆与接线柱 C、D 相连。当滑片 P 移动到不同位置时，A 与 C 两个接线柱间电阻丝的长度会不一样；同样，A 与 D、B 与 C、B 与 D 两个接线柱间电阻丝的长度也会不一样。这样，当滑动变阻器接入电路后，通过滑片 P 来控制两个接线柱之间电阻丝的长度，就可以改变接入电路中电阻的大小。

电阻箱是一种可以调节电阻大小、并且能够显示电阻阻值的变阻器。请读出图 15-4 中电阻箱的阻值大小。



交流与讨论

对照图 15-3，与同学讨论以下几个问题。

- (1) 滑动变阻器有 A 、 B 、 C 、 D 4 个接线柱，而接入电路时，如果只需接 2 个，共有几种接法？
- (2) 在每种接法中滑动变阻器上哪些部分有电流通过？
- (3) 哪几种接法能起到改变电阻的作用？哪几种接法不能？



迷你实验室

自制铅笔芯变阻器

一支铅笔芯的电阻大约在 $10 \sim 15 \Omega$ 之间。把一支铅笔剖去一半，取出铅笔芯。将一根导线的裸露部分缠绕在铅笔芯的一端，将另一小段裸导线也缠绕在铅笔芯上，并将一导线夹夹在第二根导线上代替滑片，这样就做成了铅笔芯变阻器（图 15-5）。用自制的铅笔芯变阻器改变电路中的电流。比比看，谁做的铅笔芯变阻器既方便实用，又可靠美观？



图 15-5 铅笔芯变阻器



作业

1. 图 15-6 是四个接线柱的滑动变阻器的结构示意图，将接线柱 A 、 D 接入电路时，滑片 P 向右移动，接入电路的电阻丝的长度 _____，接入电路的阻值 _____。（均选填“变大”或“变小”）

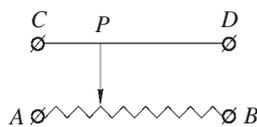


图 15-6

2. 在图 15-7 所示的电路中, R 是用镍铬合金线做成的一种变阻器。闭合开关要使灯泡暗些, 导线夹应向哪边移动? 要使灯泡亮些, 导线夹应向哪边移动? 为什么?

3. 在温度一定的条件下, 做“探究导体电阻大小与哪些因素有关”的实验, 采用了控制变量法。下表给出了实验中所用到的导体的情况。

导体代号	A	B	C	D	E	F	G
导体长度 l/m	1.0	0.5	1.5	1.0	1.2	1.5	0.5
导体横截面积 S/mm^2	3.2	0.8	1.2	0.8	1.2	1.2	1.2
导体材料	锰铜	钨	镍铬丝	锰铜	钨	锰铜	镍铬丝

选择 C 、 F 两导体进行对比, 是为了探究导体电阻大小与 _____ 是否有关; 选择 C 和 _____ (填写导体的代号) 导体进行对比, 是为了探究导体电阻与其长度的关系; 为了研究导体电阻与其横截面积的关系, 应选择的两导体是 _____ (填写导体的代号)。

4. 图 15-8 给出了几种元件, 请在图上用笔画线表示导线把电路元件连接起来, 要求 L_1 与 L_2 并联, 开关接在干路上, 且用滑动变阻器控制两只灯泡的亮度。

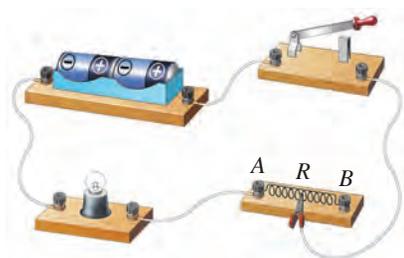


图 15-7

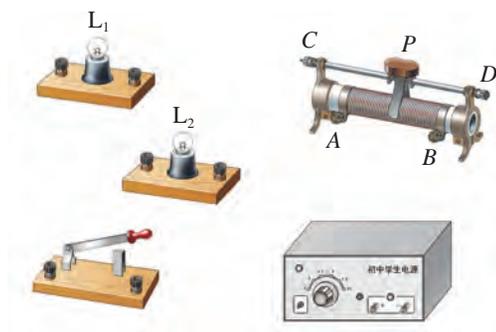


图 15-8

请提?问

1. 在电路中, 可变电阻有什么用处呢?
2. _____
3. _____
-

第二节 科学探究：欧姆定律

电流的大小与哪些因素有关

我们知道，导体有电阻，在导体的两端加上电压，就会在导体中产生电流。那么，电流的大小与哪些因素有关呢？

实验探究

电流的大小与哪些因素有关

猜想与假设

1. 电压是产生电流的原因，若升高电压，电流是否也增大？
2. 电阻对电流有阻碍作用，若增大导体的电阻，通过导体的电流是否会减小？

设计实验与制订计划

首先，我们应当设计出满足实验要求的电路。安排适当的实验步骤，明确要收集的数据。

由于电流可能受电压、电阻等多种因素的影响，所以应当采用“控制变量法”研究电流的大小分别与电压和电阻的关系。怎样做到这一点呢？

图 15-9 中提供了一些供选用的实验器材。请选用其中的一些器材，设计实验电路，并画在右边方框内。

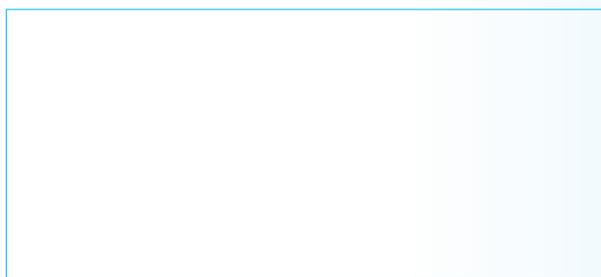


图 15-9 实验器材

进行实验与收集证据

1. 保持电路中的电阻不变，改变电阻两端的电压，探究通过电阻的电流是怎样随它两端的电压变化的。

2. 保持电阻两端的电压不变，选用不同的定值电阻接入电路，探究通过电阻的电流是怎样随阻值变化的。想一想，如何“保持电阻两端的电压不变”？

把收集到的数据整理后，填写在下面的表格中：

表一 保持电阻不变时，研究电流随电压的变化

实验序号	电压 U/V	电流 I/A
1		
2		
3		

表二 保持电压不变时，研究电流随电阻的变化

实验序号	电阻 R/Ω	电流 I/A
1		
2		
3		

分析与论证

对以上两个表格的数据进行仔细分析，并和其他实验小组进行交流，归纳出电流随电压、电阻变化的规律。

在分析实验数据时，还可采用图像法。请同学们在图 15-10 所示的坐标图上画出保持电阻不变时，电流随电压变化的图像。图像可直观地帮助我们归纳出电流随电压变化的规律。

同理，还可画出电压不变时，电流随电阻变化的图像。

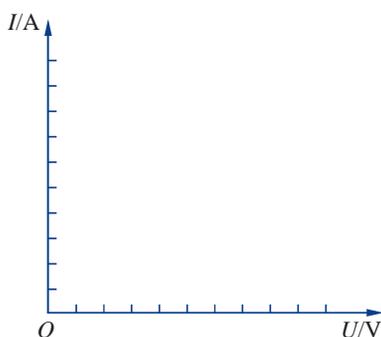


图 15-10

得出结论：

1. 保持电阻不变时，电流跟电压成_____关系；
2. 保持电压不变时，电流跟电阻成_____关系。

评估

1. 比较你所在小组得出的实验结论与其他小组的实验结论有什么差别。
2. 分析实验结论与开始的假设有什么差异。
3. 分析产生实验误差的原因。
4. 探讨改进实验的措施。



探究点拨

评估 在实验探究的整个过程中，都应该注重对实验过程、实验结果的反思与评估。分析过程是否科学合理、简便易行，分析最终结果与开始的假设有什么差异，实验设计是否合理，有什么需要吸取的教训，如何改进实验方案等。

在探究电流的大小与哪些因素有关时，应注重对实验设计和数据采集进行反思，分析数据的可靠性，并思考得出的结论是否合理。

欧姆定律

通过实验探究，我们知道：

一段导体中的电流，跟加在这段导体两端的电压成正比，跟这段导体的电阻成反比。

德国物理学家欧姆最先通过实验与理论研究发现了这个规律。人们为了纪念他，就把这个规律叫做**欧姆定律** (Ohm law)。

欧姆定律的公式是

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

I : 电流
 U : 电压
 R : 电阻

欧姆定律反映了一段导体中电流跟电压和电阻之间的定量关系，它在解决各种实际的电路问题时广泛的应用。在一段电路中，只要知道了 I 、 U 、 R 中的任意两个量，就可以根据欧姆定律算出第三个量。

信息窗

欧姆 (G.S.Ohm, 1787—1854) 是德国物理学家 (图 15-11)。他在物理学中的主要贡献是发现了后来以他的名字命名的欧姆定律。欧姆的研究, 主要是在 1817 ~ 1827 年担任中学物理教师期间进行的。现在我们看到欧姆定律的公式那么简单, 却不要忘记欧姆当时为了解决这一难题, 付出了艰辛的劳动。那时的实验条件很差, 测量电流和不同导体阻值的仪器, 都要自己设计制造。他能够完成这些精细的制作和精确的实验, 主要得益于强烈的好奇心和执著的探究精神。



图 15-11 欧姆

例题 1 某电熨斗在 220 V 电压下工作时, 其电热丝的电阻为 96.8Ω 。那么, 此时通过该熨斗电热丝的电流是多大?

已知: $U = 220 \text{ V}$, $R = 96.8 \Omega$ 。

求: I 。

解: 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$, 代入数据可得

$$I = \frac{220 \text{ V}}{96.8 \Omega} \approx 2.3 \text{ A}。$$

答: 通过该熨斗电热丝的电流约为 2.3 A。

例题 2 某电热器在 220 V 电压下工作时, 测得通过它的电流为 4.5 A, 根据这些信息, 你能算出此电热器的电阻值是多少?

已知: $U = 220 \text{ V}$, $I = 4.5 \text{ A}$ 。

求: R 。

解: 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$, 得 $R = \frac{U}{I}$,

代入数据可得

$$R = \frac{220 \text{ V}}{4.5 \text{ A}} \approx 48.9 \Omega。$$

答：此电热器的电阻约为 48.9Ω 。

如果已经测出通过一个 10Ω 的定值电阻的电流为 100 mA ，你能计算出此时该定值电阻两端的电压吗？

应当注意，欧姆定律中的 I 、 U 和 R 是指同一段电路中的电流、电压和电阻，决不能张冠李戴。



交流与讨论

电流表自身的电阻很小，电压表自身的电阻很大。前面谈到电流表不允许直接连接在电源两极，而电压表则可以，当时未说出这样规定的道理。现在学习了欧姆定律后，你能说出这样规定的原因吗？



作业

1. 德国物理学家欧姆用实验的方法研究了电流跟电压和电阻的关系，得到：导体中的电流跟导体两端的电压成 _____，跟导体的电阻成 _____。其数学表达式为 _____。
2. 根据欧姆定律，下列说法中正确的是（ ）。
 - A. 通过导体的电流越大，这段导体的电阻就越小
 - B. 导体两端的电压越大，这段导体的电阻就越大
 - C. 导体的电阻与电压成正比，与电流成反比
 - D. 导体两端的电压越大，通过这段导体的电流就越大
3. 某导体两端的电压为 5 V ，通过的电流为 0.1 A ，则该导体的电阻为 _____。若它两端的电压变为 2.5 V ，则通过它的电流变为 _____，电阻是 _____；若它两端的电压变为 0 ，则通过它的电流为 _____，电阻是 _____。

4. 某导体两端的电压是 3 V 时，通过它的电流为 200 mA，这个导体的电阻为多少？现将电压增加到 6 V，若电流表有 0 ~ 0.6 A、0 ~ 3 A 两种量程，应选用哪一种量程来测量导体中的电流？

5. 一盏电灯正常发光时的电流是 0.11 A，灯丝的电阻为 1 936 Ω ，该电灯两端的电压是多少？

6. 图 15-12 中，A、B 所表示的电阻值哪一个大？为什么？如果将这两个电阻分别接在 10 V 的电源上，在图上分别找出它们的电流大小。如果要使通过它们的电流均为 100 mA，在图上分别找出加在它们两端的电压的大小。

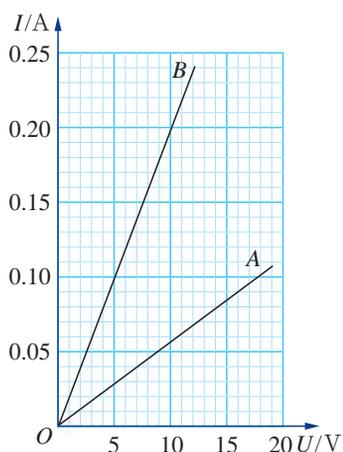


图 15-12

请提问

1. 电流表、电压表自身的电阻值约为多大？
2. _____
3. _____
-

第三节 “伏安法”测电阻

欧姆定律是一个很重要的电学定律，它不仅能帮助我们完成许多电路计算、电路设计工作，还给我们提供了一种间接测量电阻的方法——“伏安法”。

实验探究

用“伏安法”测电阻

提出问题

电流可以用电流表测量，电压可以用电压表测量，欧姆定律又确定了电流、电压、电阻的关系，那么，能不能用电流表、电压表测量一段导体的电阻呢？

设计实验与制订计划

我们设计的实验电路图如图 15-13(a) 所示，实验的实物图如图 15-13(b) 所示。

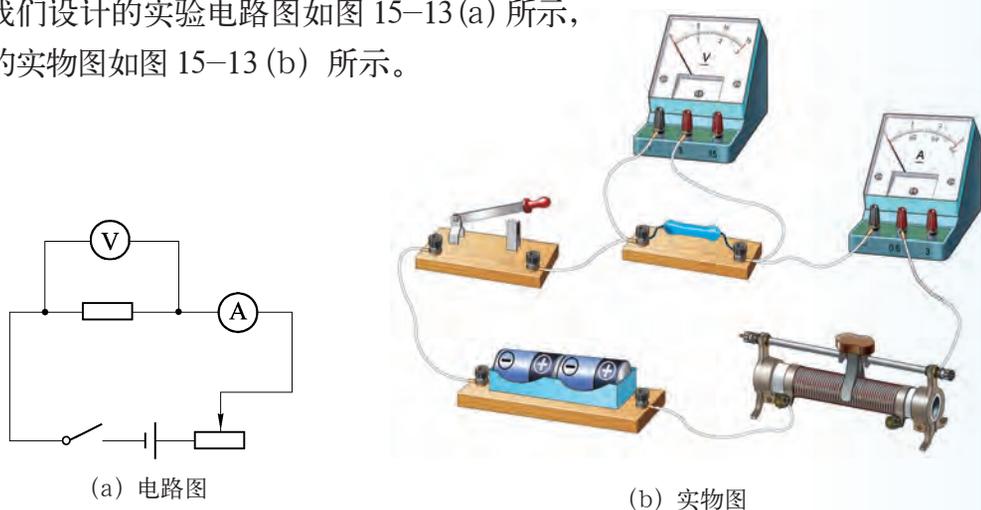


图 15-13 “伏安法”测电阻

它依据的原理就是欧姆定律的一个变形公式 $R=\frac{U}{I}$ ，我们用电压表、电流表同时测出电阻器工作时的电压值和电流值，就可计算出它的电阻，也就是间接测量出它的电阻。这种测量电阻的方法称为“伏安法”。

可设计如下表格记录实验数据。

实验序号	电压 U/V	电流 I/A	电阻 R/Ω
1			
2			
3			
4			

进行实验与收集证据

进行电学实验，首先要根据电路图正确连接好实验电路。在连接电路时，开关应处于什么状态？滑动变阻器的滑片应放在什么位置？

用滑动变阻器调节接入电路中的电阻，阻值由大变小，电路中的电流由小变大，对应每次变化各测一次电流值和相应的电压值，填入表中，再分别计算出电阻器的电阻值。

在实验中，同学们还可以多测几组不同的数据。



作业

1. 要测定某一灯泡的电阻，只要测出灯泡两端的 _____ 和通过灯泡的 _____，即可用欧姆定律的变形公式 _____ 计算出待测灯泡的电阻。这种测电阻的方法叫做 _____ 法。

2. 我们将欧姆定律的表达式变形为 $R=\frac{U}{I}$ ，并作为我们测量电阻的依据。于是，就有同学由这个表达式得出一个推论：一段导体的电阻和这段导体两端的电压成正比，与通过它的电流成反比。你认为他的这个说法正确吗？为什么？

3. 连接电路时,为什么要将开关断开?闭合开关前,为什么要将滑动变阻器的滑片置于使接入电路的电阻值最大的位置?

4. 用“伏安法”测量一只小灯泡的电阻。

(1) 如图 15-14 所示是实验电路图,图上的圆圈表示电表,请在圆圈内填入相应的字母。

(2) 某实验小组通过改变小灯泡两端的电压,进行了三次测量,部分记录见下表。若电压表的示数为 2.50 V 时,电流表的示数如图 15-15 所示,请你填写表格中的两个空格。

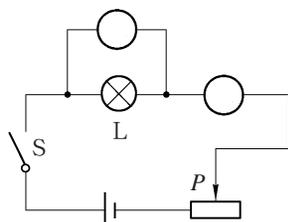


图 15-14

实验序号	电压 U/V	电流 I/A	电阻 R/Ω
1	1.00	0.14	7.1
2	1.70	0.22	7.7
3	2.50		

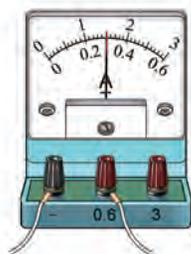


图 15-15

(3)* 老师看了该小组的记录,提示说:“你们注意到三次测量的电阻值相差较大这个现象吗?”同学们通过交流,发现其他小组也都有类似现象:小灯泡的电阻随电压增大、亮度增强而增大。经过讨论,同学们认识到:实验有误差是肯定的,但这个现象不能单纯用误差来解释。后来,同学们注意到小灯泡发热发光的特殊性,认为小灯泡的电阻可能与_____有关,并通过查阅资料得到了证实。

请提?问

- 怎样减小“伏安法”测电阻的实验误差?
- _____
- _____
- ……

* 第四节 电阻的串联和并联

通过上一章的学习，我们已经知道串联或并联电路中的总电压和各部分电压的关系，以及总电流和各支路电流的关系。那么，串联或并联电路的总电阻和各部分电阻之间又有什么关系呢？学习欧姆定律后，这个问题就不难解决了。

电阻的串联

实验探究

提出问题

电阻串联后，其总电阻会增大还是减小？
两个（或几个）电阻串联之后的总电阻比参与串联的各个电阻（分电阻）大些还是小些？

猜想与假设

由于导体的电阻与导体的长度有关，导体越长电阻越大。几个电阻串联后相当于增加了导体的长度，总电阻应当比各个分电阻大些。这些猜想对吗？



加油站

如果用一个电阻 R 代替两个串联着的电阻 R_1 、 R_2 接入电路后，电路的状态不变，即 R 两端的电压和通过它的电流都与原来的相同， R 就叫做这两个串联电阻 R_1 、 R_2 的总电阻。

并联电路的总电阻和它的分电阻也存在这种“等效替代”关系。

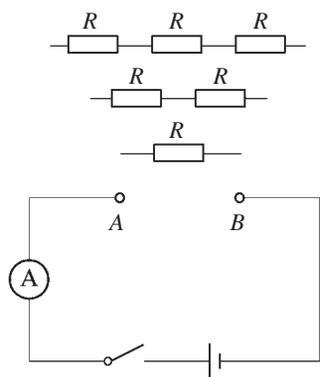


图 15-16

进行实验与收集证据

1. 将一个定值电阻 R 接在图 15-16 的 A 、 B 之间，闭合开关，观察电流表的示数。
2. 将两个同样阻值的电阻 R 串联起来，接在 A 、 B 之间，闭合开关，再观察电流表的示数。
3. 在 A 、 B 之间换上三个串联着的同样阻值的电阻 R ，闭合开关前先预计一下电流表的示数会发生什么变化，再闭合开关。实验证实了你的预测吗？

分析与论证

分析实验现象，可得出结论：

串联电路的总电阻的阻值比任何一个分电阻的阻值都大。

其实，我们还可以利用欧姆定律推导出以上结论。

如图 15-17 所示，两个电阻 R_1 、 R_2 串联。设总电压为 U ， R_1 、 R_2 两端的电压分别为 U_1 、 U_2 ；依据串联电路的特点， R_1 、 R_2 通过的电流相等，电流为 I ；串联电路总电阻为 R 。

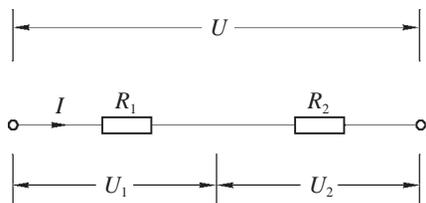


图 15-17

由欧姆定律可知

$$U_1 = IR_1, \quad U_2 = IR_2, \quad U = IR。$$

由 $U = U_1 + U_2$ ，可得

$$\begin{aligned} IR &= IR_1 + IR_2, \\ R &= R_1 + R_2。 \end{aligned}$$

结论：

两个串联电阻的总电阻等于各分电阻之和。

上述结论还适用于 3 个、4 个或多个电阻串联的情况吗？同学们可以自己推导。

电阻的并联

参照探究串联电阻的思路和步骤，先设计实验探究：几个电阻并联后的总电阻与各分电阻相比较，是大了还是小了？然后根据欧姆定律，从理论上推导出总电阻和分电阻大小之间的定量关系。

你希望探究的问题是：_____

_____。

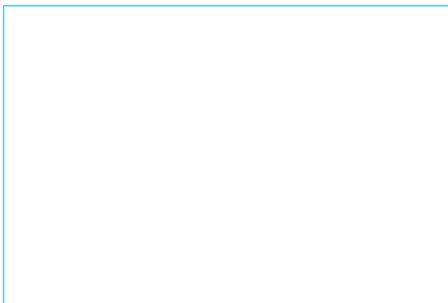
实验探究

猜想与假设

两段导体并联在一起，相当于导体的横截面积变 _____，因此，其电阻值可能会 _____。

设计实验

请将设计的实验探究电路图，画在右面的方框内，并进行实验。



实验结论

实验现象表明：

电阻并联后总电阻的阻值比任何一个分电阻的阻值小。

同样，也可以利用欧姆定律推导出以上结论。

如图 15-18 所示，电阻 R_1 、 R_2 并联后接入电路，设并联电路两端的电压为 U ，通过 R_1 、 R_2 的电流（支路电流）分别为 I_1 、 I_2 ，而干路上的电流为 I ，并联电路总电阻为 R 。

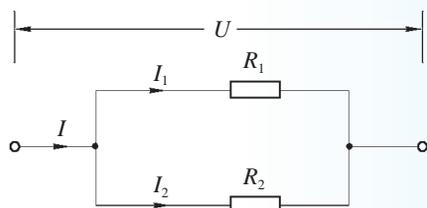


图 15-18

由欧姆定律可得： $I = \frac{U}{R}$ ， $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ， $I_2 = \frac{U}{R_2}$ 。

由于 $I = I_1 + I_2$ ，所以，

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

即

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

结论：

两个并联电阻的总电阻的倒数，等于两个分电阻的倒数之和。

在电路中，把一段导线（其电阻几乎为 0）并联在一个电路元件的两端，导致没有电流通过这个电路元件，这就叫做这个电路元件被短路了。想想看，用电器短路会导致什么？

第五节 家庭用电

观察家庭电路

图 15-19 (a) 是一个典型的家庭电路实物布线图，图 15-19 (b) 是它对应的电路图。

进户线：连接户外的供电电路的电线，通常有两根，一根是火线，一根是零线。火线和零线之间的电压是 220 V。

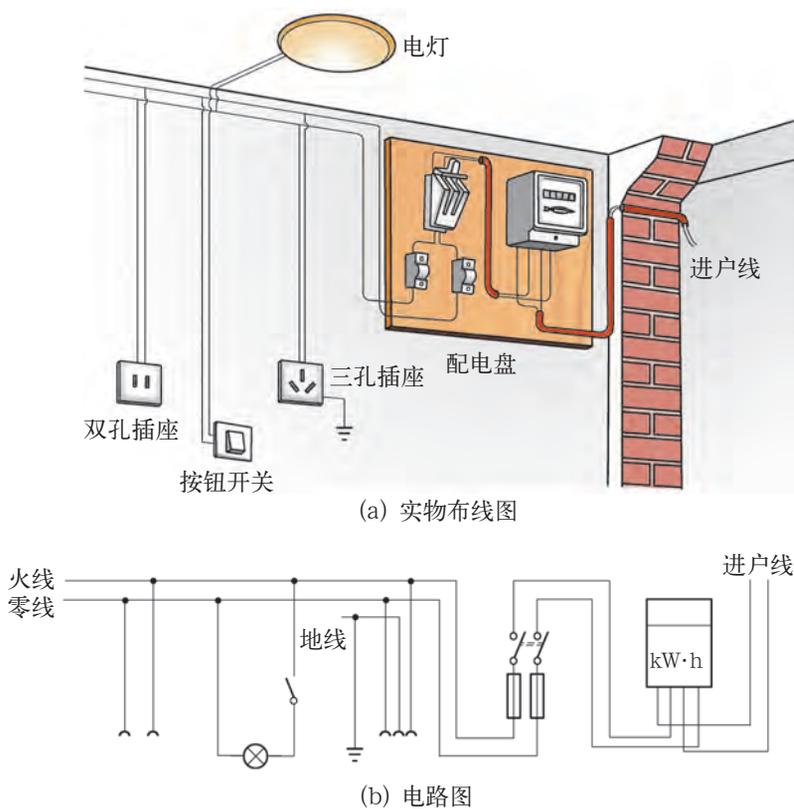


图 15-19 家庭电路

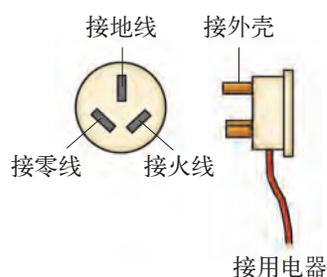


图 15-20
三孔插座和三脚插头



图 15-21 测电笔为什么要串联一个高阻值电阻

通常，住宅应该还有一条地线，地线不与室外的进户线相接，而是连接在住宅楼埋入大地的接地导体上。

家庭电路中的三孔插座中的一个孔就是连接在地线上的（图 15-20）。国家标准规定：带有金属外壳的家用电器，其金属外壳必须接地。你知道为什么要做出这样的规定吗？

在电路检测中，常用到测电笔。测电笔中的电阻器是一个阻值在 $1\text{ M}\Omega$ 以上的高阻值电阻。为什么要串联这个高阻值电阻（图 15-21）？请你估算一下，用测电笔测试 220 V 的电路时，通过人体的电流是多大？正是由于测电笔内接入了高阻值电阻，才使通过人体的电流很小。

图 15-22、图 15-23、图 15-24 展示了测电笔及其使用方法，注意手指要与测电笔的金属体笔尾接触。在学习使用测电笔中，请与同学交流讨论下列问题：测电笔接触零线时，氖管为什么不会发光？在用测电笔判别火线、零线时，为什么不能让手碰到笔尖的金属体？

实验探究

用测电笔辨别火线与零线



图 15-22 测电笔



图 15-23 测电笔的握笔方法



氖管发光，这是火线 氖管不亮，这是零线

图 15-24 用测电笔辨别火线与零线

注意用电安全

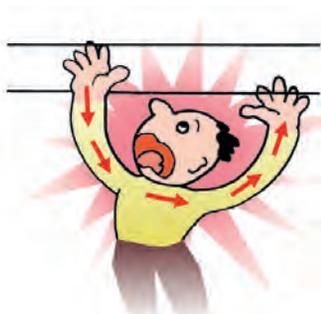
电是人们的好帮手，但若摸不准它的脾气，不注意用电安全，也可能会发生触电事故。轻者被电击，重者还会危及生命。触电是怎么回事呢？

通常所说的触电，是指一定大小的电流通过人体所引起的伤害事故（图 15-25）。实验表明，当 1 mA 左右的电流通过人体时，会使人产生麻的感觉；超过 10 mA 的电流就能使人感到剧痛，甚至神经麻痹，呼吸困难，有生命危险；电流达到 100 mA 时，3 s 就可使人窒息，心脏停止跳动。触电对人的生命是一种严重威胁。大量事实表明：不高于 36 V 的电压才是安全电压。

通常，家庭电路（220 V）和动力电路（380 V）的电压都超过了安全电压值。

家庭电路中的触电事故，都是人体直接或间接接触火线引起的。

怎样才能防止触电，保证安全用电呢？首先，家庭电路的安装应当符合安全用电的要求（图 15-26）；



(a) 人的双手分别同时触到火线和零线，电流直接流过心脏，非常危险



(b) 人触到了破损用电器中的火线，电流流过人体入地，很危险



(c) 人摆弄用电器触到接火线的金属触头，电流经人体入地，很危险



(d) 无安全措施的插座安装过低，小孩玩耍时将手指塞进插座，造成触电事故

图 15-25 家庭电路中常见的触电事例

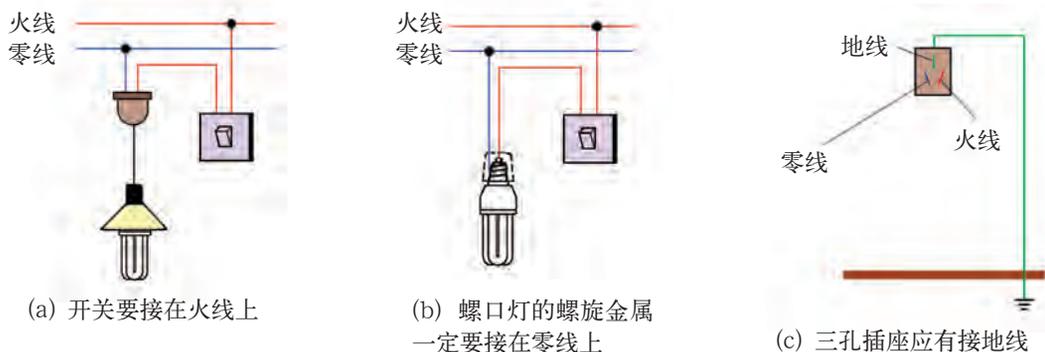


图 15-26 电路安装要规范

同时，要注意不弄湿用电器；保护好用电器的绝缘体，不使它的火线裸露；对于有金属外壳的家用电器，其外壳要接地；在户外，不要靠近高压带电体（图 15-27）。



图 15-27 一些与电有关的不安全现象

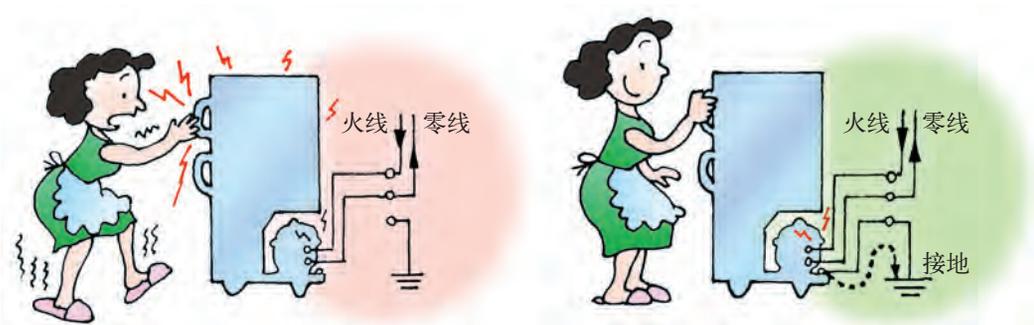
当发现有人触了电，你应该怎么办？

首先，不能直接去碰触电的人，否则施救者也会触电（为什么）。应当赶快切断电源，或者用干燥的木棍、竹竿将电线挑开，使触电的人迅速脱离电源。发生火灾时，要首先切断电源，绝不能带电泼水救火。



作业

1. 观察你家的电路或者你所在教室的照明电路，总共有几盏电灯、几个开关、几个插座，了解电路是怎样连接的，并画出电路图。
2. 请根据图 15-28，分析家用电器的金属外壳为什么一定要接地。



- (a) 当家用电器漏电或因火线破损与外壳接通时，会使外壳带电，人接触外壳会触电
- (b) 外壳接地后，即使外壳带电，外壳所带的电也会经接地导线流走，人接触外壳不会触电

图 15-28

3. 家庭里的电灯突然熄灭，用测电笔分别测火线和零线，氖管都发光。据此，你推断电路的故障可能出现在哪里？说出你的理由。

请提问

1. 家庭电路电压为什么不降低到 36 V?
2. _____
-



本章练习

1. 如图 15-29 所示，要使滑动变阻器的滑片 P 向右移动时，电阻变大，应选择的接线柱是 ()。

- A. A、D B. B、C
- C. A、B D. C、D

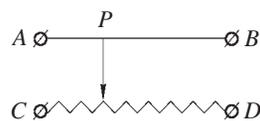


图 15-29

2. 在日常家庭用电中如果使用不当会给人们带来危害。下列做法中可能给人们带来危害的是 ()。

- A. 更换灯泡或维修电路时要先断开电源
- B. 开关要接在零线上
- C. 三孔插座接地线要保证良好接地
- D. 家用电器的金属外壳接地



图 15-30

3. 将图 15-30 中各元件正确接入电路, 其中开关只控制电灯, 三孔插座带保险盒。

4. 图 15-31 是“探究电流跟电压关系”的实物图, 请你指出其中的错误或不妥之处。

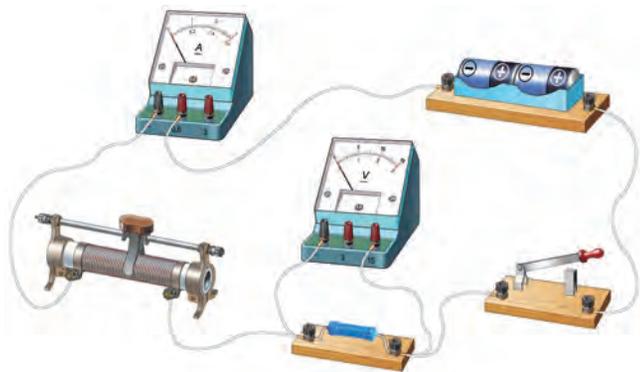


图 15-31

实践与总结

1. 实践活动:

根据本章所学的知识, 查看家中用电器的使用情况和线路的连接是否存在安全隐患。若存在, 试着与家人一起想办法将其排除。同时, 将你的探究过程整理成一份报告。注意, 在探究过程中要遵守安全原则。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第十六章

电流做功 与电功率

.....

电流做功

电流做功的快慢

测量电功率

科学探究：电流的热效应



第一节 电流做功

认识电流做功



图 16-1 美丽的夜景

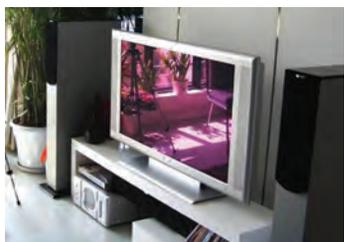


图 16-2 电视丰富了我们的生活

现代社会，人们的生活越来越离不开电（图 16-1）。电灯、电话、电视（图 16-2）、电扇、冰箱、空调……越来越多的用电器走进了我们的生活。

用电器工作的过程就是利用电流做功，将电能转化为其他形式的能量的过程。例如，当我们闭合开关，电流通过电灯，电流做功使灯丝发热发光，电能转换为内能和光能。电流做了多少功，就要消耗多少电能。

电流做功的多少与什么因素有关？科学家通过大量的研究发现：

电流所做的功与电流、电压和通电时间成正比。

当电路两端的电压为 U ，电路中的电流为 I ，通电时间为 t ，计算电流做功（即电功）的公式为

$$W=UIt。$$

W : 电功 I : 电流
 U : 电压 t : 时间

若公式中 U 的单位为 V， I 的单位为 A， t 的单位为 s，那么 W 的单位为 J，J 这个单位很小。在生活中，人们还用千瓦·时 ($\text{kW}\cdot\text{h}$) 作为电功的单位，千瓦·时也被称为“度”，相当于功率为 1 kW 的用电器工作 1 h 所消耗的电能。

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

例题 一电熨斗的电热丝的阻值为 $85\ \Omega$ 。接在电压是 $220\ \text{V}$ 的家庭电路中。求：

- (1) 通过该熨斗电热丝的电流是多大？
- (2) 工作 $90\ \text{min}$ ，该电熨斗消耗的电能为多少？

已知： $U=220\ \text{V}$ ， $R=85\ \Omega$ ， $t=90\times 60\ \text{s}=5\ 400\ \text{s}$ 。

求： I ， W 。

解：(1) 由欧姆定律，得

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\ \text{V}}{85\ \Omega} \approx 2.59\ \text{A}。$$

(2) 由电功的计算公式，得

$$\begin{aligned} W &= UIt \\ &= 220\ \text{V} \times 2.59\ \text{A} \times 5\ 400\ \text{s} \\ &\approx 3.08 \times 10^6\ \text{J}。 \end{aligned}$$

答：(1) 通过该熨斗电热丝的电流约为 $2.59\ \text{A}$ ；
(2) 工作 $90\ \text{min}$ ，该电熨斗消耗的电能为 $3.08 \times 10^6\ \text{J}$ 。

测算电费

电能表（又称电度表）是测量电功的仪表。图 16-3 是一种常见的家用电能表。电能表盘面的数字都有特定的含义。其中，方框内的数字记录的是所消耗的电能总数，红色框内的数字为小数位，单位是 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

电能表在一段时间内前后两次示数的差值，就是这段时间内所消耗电能的多少。



图 16-3 电能表



作业

1. 家庭用能表的单位是千瓦·时，符号为“ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ”， $1\ \text{kW}\cdot\text{h}=\underline{\hspace{2cm}}\ \text{J}$ ，相当

于功率为 1 kW 的用电器工作 _____ 所消耗的电能。

2. 电能表是测消耗电能的仪表。小兰同学家上月末记录的电能表示数是 $811.6 \text{ kW}\cdot\text{h}$ ，本月末示数如图 16-4 所示，这个月她家用电 _____ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

3. 电路中有一用电器，其两端电压是 6 V，通过它的电流是 200 mA，5 min 内电流做的功是 ()。

- A. 6 J B. 360 J
C. 6 000 J D. $3.6 \times 10^5 \text{ J}$

4. 一个额定电压为 220 V 的灯泡，其电阻为 484Ω ，接到照明电路中正常工作。求：

- (1) 通过这个灯泡的电流是多少？
(2) 通电 1 h，这个灯泡消耗的电能是多少？



图 16-4

请提？问

1. 一个用电器消耗电能的多少与哪些因素有关？
2. _____
3. _____
-

第二节 电流做功的快慢

电功率

到商店买灯泡，售货员会问你需多少瓦的灯泡。家里的用电器，都会标有多少瓦（图 16-5）。这里“瓦”的含义是什么呢？

物理学中把电流所做的功与所用时间之比叫做电功率（electric power）。电功率的定义式为

$$P = \frac{W}{t}。$$

P : 电功率
 W : 电功
 t : 时间

电功率的国际单位是瓦特，简称瓦，符号是“W”。常用的电功率单位还有千瓦（kW），它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}。$$

电功率还可以通过电流和电压来计算，即

$$P = IU。$$

P : 电功率
 I : 电流
 U : 电压

由此公式可知，若加在用电器上的电压为 1 V，通过的电流为 1 A，那么，该用电器消耗的电功率为 1 W。



图 16-5 灯泡



(a) 灯泡

800~1 000 W 220 V



(b) 微波炉

图 16-6
电器的额定功率与额定电压

额定功率

在电器设备的铭牌和使用说明上,均标有该电器设备正常工作的电压值或电流值,它们分别叫做**额定电压** (rated voltage) 或**额定电流** (rated current)。与额定电压或额定电流对应的功率叫做**额定功率** (rated power)。图 16-6 所示的是灯泡和微波炉上所标的额定功率和额定电压。

当用电器两端的电压增大时,通过它的电流就随着增大,用电器的功率也跟着增大。当电压超过一定数值时,就会损坏用电器。例如,加在电灯两端的电压过高,导致通过灯丝的电流过大,灯丝就会因温度过高而熔断。

实际功率

当用电器的工作电压明显低于或高于它的额定电压时,用电器就不能正常工作。我们把用电器在实际电压下工作时所对应的功率叫做用电器的**实际功率**。

例题 将“220 V 60 W”的灯泡分别接入 220 V 和 200 V 的电路中,求灯泡的电阻以及对应电压下的实际功率。

已知: $U_{\text{额}}=220\text{ V}$, $P_{\text{额}}=60\text{ W}$, $U_{\text{实}}=200\text{ V}$ 。

求: R , $P_{\text{实}}$ 。

解: 由 $P_{\text{额}}=I_{\text{额}}U_{\text{额}}=\frac{U_{\text{额}}^2}{R}$, 得

$$R=\frac{U_{\text{额}}^2}{P_{\text{额}}}=\frac{(220\text{ V})^2}{60\text{ W}}\approx 807\Omega。$$

当灯泡接在 220 V 电路中时，灯泡的实际功率就是它的额定功率，即

$$P_{\text{额}} = 60 \text{ W}。$$

当灯泡接在 200 V 电路中时，灯泡的实际功率

$$P_{\text{实}} = \frac{U_{\text{实}}^2}{R} = \frac{(200 \text{ V})^2}{807 \Omega} \approx 50 \text{ W}。$$

答：灯泡的电阻约为 807Ω ，它在 220 V 电压下工作时的实际功率为 60 W，在 200 V 电压下工作时的实际功率约为 50 W。



作业

1. 某同学把一个标有“10 V 3 W”的小灯泡接入电路，小灯泡正常工作，则通过小灯泡的电流为多少？
2. 在如图 16-7 所示的电路中， R 为一个 50Ω 的电阻，闭合开关后，电流表的示数为 2.5 A。求该电阻消耗的电功率。

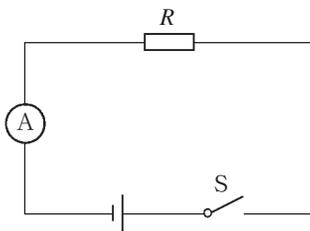


图 16-7

3. 在一个“220 V 15 W”的灯泡两端分别加上 220 V 和 110 V 的电压，其实际电功率各是多少？
- 4.* 把标有“220 V 40 W”和“220 V 25 W”字样的甲、乙两盏灯串联接在 220 V 的电源上，则下列分析中正确的是（ ）。
 - A. 两盏灯的总功率等于 65 W
 - B. 甲灯两端的电压大于乙灯两端的电压
 - C. 两盏灯的总功率小于 25 W
 - D. 乙灯消耗的功率小于甲灯消耗的功率

5. 请你做一次家用电器设备额定功率的调查, 并将调查的结果填写在下表中。

电器名称	额定功率 P/W	电器名称	额定功率 P/W

请提[?]问

1. 额定功率和实际功率有什么区别?
2. _____
3. _____
-

第三节 测量电功率

怎样测量电功率

在生活和生产实践中，经常需要知道用电器的电功率，有时还需要通过实验来测量。你能测量用电器的电功率吗？请做做看。

实验探究

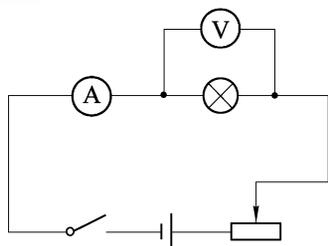
测量小灯泡的电功率

如果给你额定电压分别为 2.5 V 和 3.8 V 的小灯泡各一只，你能测出它们的电功率吗？

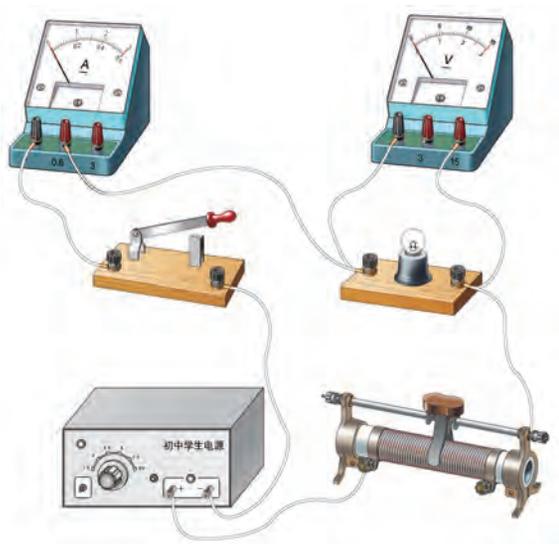
设计实验

根据电功率公式 $P=IU$ ，要测量小灯泡的电功率，可以用电压表测出小灯泡两端的电压 U ，用电流表测出通过小灯泡的电流 I 。

图 16-8 是某同学设计的实验



(a) 电路图



(b) 实物图

图 16-8

电路图及其对应的实物图，想一想，采用这个电路，如何测定小灯泡的额定功率？如果你有不同的设计方案，请说出你的实验设计并画出电路图。

为了探究小灯泡在额定电压下工作的功率，以及当电压略高于（或略低于）额定电压时的实际功率，同学们决定将每个小灯泡的实验进行3次。

进行实验与收集证据

1. 根据设计的电路图连接电路，先将滑动变阻器的滑片置于电阻值最大处。

2. 闭合开关，调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压达到小灯泡的额定电压，即小灯泡正常发光，记下电压表、电流表的示数。

3. 继续调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压略低于或略高于其额定电压，观察小灯泡的亮度，并记下电压表、电流表的示数。

测量值 小灯泡规格	物理量 小灯泡两端的 电压 U/V	通过灯丝的 电流 I/A	小灯泡的电 功率 P/W	小灯泡的 发光情况
2.5 V	2.5			
3.8 V	3.8			

交流与合作

通过与同学们的交流与合作，你能回答下面的问题吗？

1. 小灯泡正常发光时的功率是什么功率？
2. 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压略高于或略低于其额定电压时，小灯泡的功率是什么功率？能否说这是小灯泡的额定功率？为什么？

迷你实验室

利用家用电能表测算家用电器的电功率

如要测一只电吹风的电功率，首先要关闭家里所有的电器，只启动电吹风，利用钟表测量电吹风工作时电能表铝盘转 n 转所用的时间 t 。假定这个电能表的盘面上标着“3 000 r/(kW·h)”，它表示每消耗 1 kW·h 的电能，表盘要转 3 000 转。那么表盘每转 1 转，电流做的功为多少呢？你能由此测出电吹风在 t (s) 时间内所做的功及电吹风的电功率吗？

作业

1. 图 16-9 是灯 L_1 、 L_2 的 $U-I$ 图像。由这两条曲线可知，当电压为 100 V 时，灯 L_1 的实际功率为 _____ W，灯 L_1 的电阻 _____ (选填“大于”“小于”或“等于”) 灯 L_2 的电阻。

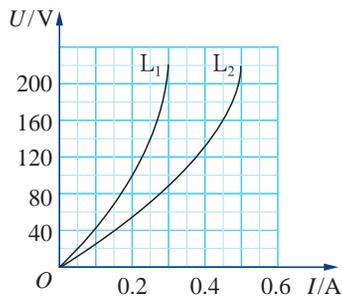


图 16-9

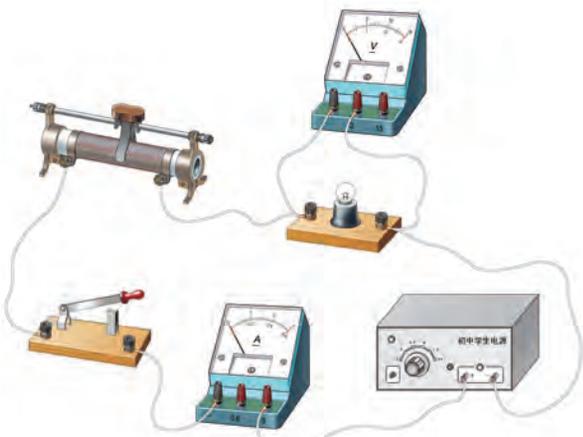


图 16-10

2. 某同学用如图 16-10 所示的实物图测定额定电压为 2.5 V、额定功率不大于 1 W 的小灯泡的功率。在该同学连接好的电路中，存在三处错误。请找出：

① _____ ；

② _____;

③ _____。

3. 在“测定额定电压为 2.5 V 的小灯泡的电功率”的实验中:

(1) 在连接电路时, 开关应该是_____的;

(2) 在图 16-11 (a) 中, 请你用笔画线表示导线, 把图中的电路连接好 (请勿更改原有导线, 导线不得交叉);

(3) 正确连接好电路后, 闭合开关, 调节滑动变阻器, 使电压表的示数为 _____ V 时, 小灯泡正常发光。此时, 若电流表的示数如图 16-11 (b) 所示, 其示数为 _____ A, 小灯泡的额定功率是 _____ W。

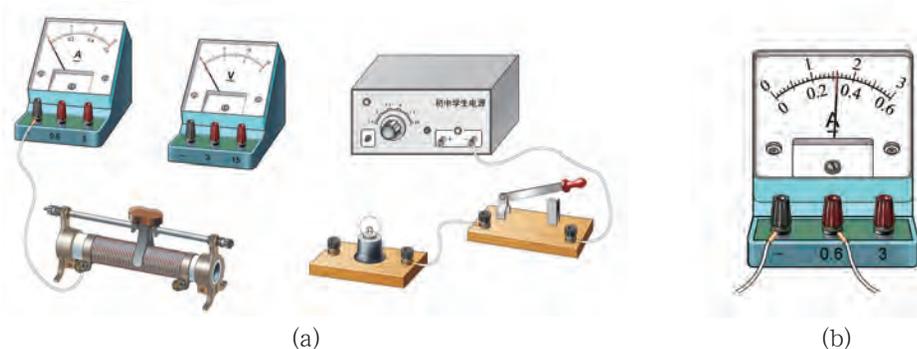


图 16-11

请提问

1. 当电压大于灯泡的额定电压时, 灯泡会被烧坏吗?

2. _____

3. _____

.....

第四节 科学探究：电流的热效应

电流的热效应

在生产、生活实践中，常常需要用电产生热来为我们服务。例如，工厂利用电热炼钢，家庭利用电热来烧水、做饭、取暖等。

图 16-12 所示的是一种常见的电炉，通电后可以看到电炉内金属电阻丝的颜色会变红，靠近电炉会感觉到电阻丝发热。这种电流通过导体时电能转化为内能的现象叫做电流的热效应。那么，电流产生的热量的多少与哪些因素有关呢？

我们先来做一个实验。



图 16-12 电炉

实验探究

电流产生的热量与哪些因素有关

(一) 探究电流产生的热量与通电时间是否有关

图 16-13 和图 16-14 分别是实验电路图和实物图。进行实验时，按图 16-13 连接好电路，检查无误后接通电源，按下计时器并同时记录温度计的示数。保持电流的大小不变，每间隔一定时间记录一次温度计的示数，并填写到设计好的表格中。

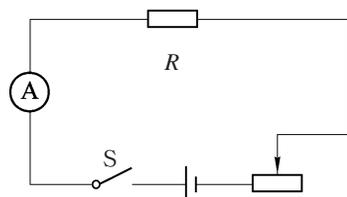


图 16-13

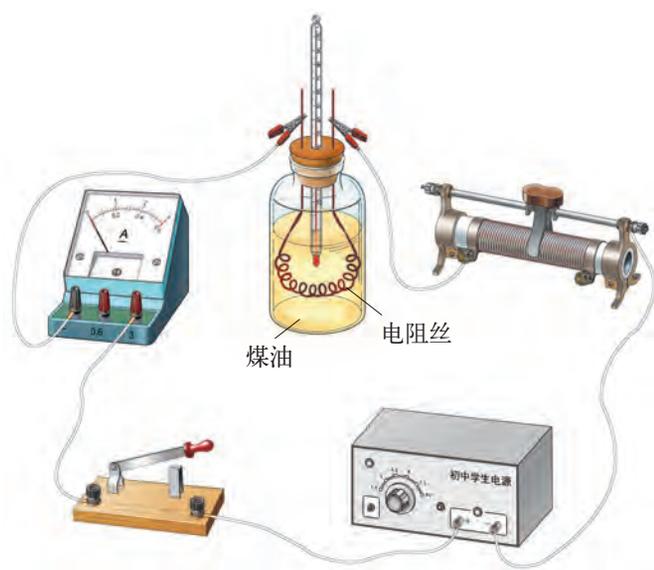


图 16-14

探究点拨

进行实验与收集证据

据 实验是一个探索的过程。许多实验条件，如本实验中采用多大阻值的电阻丝、电流的大小、测量间隔时间等，都需要通过多次探索才能调整得比较好。每次进行实验，在实验前要反复论证、精心准备，实验中要细致观察、准确记录，实验后要认真分析、反复推敲。

时间 t/min							
温度 $t/^\circ\text{C}$							

实验结果显示：

对同一电阻丝，在电流大小不变的情况下，通电时间越长，煤油的温度越 _____，表明电流产生的热量越 _____。

(二) 探究电流产生的热量与电流大小是否有关

取质量、温度均与上述实验初始状态相同的煤油，仍按图 16-14 连接电路。闭合开关，调节滑动变阻器，增大通过电阻丝的电流，通电时间与前次相同，记录玻璃瓶内煤油的温度。

时间 t/min							
温度 $t/^\circ\text{C}$							

将此次测量的温度与上次温度对比，可知：

对同一电阻丝，在通电时间相同的情况下，通电电流越大，煤油的温度越____，表明电流越大，电流产生的热量越_____。

(三) 探究电流产生的热量与电阻大小是否有关

选取两根阻值不一样的电阻丝，两个装有初始温度相同（记为 t_0 ）、等质量（记为 m_0 ）煤油的玻璃瓶，按图 16-15 所示的电路图将实验器材连接起来，实物图如图 16-16 所示。检查无误后接通电源，通电一定时间后，记录两个玻璃瓶内煤油的温度。

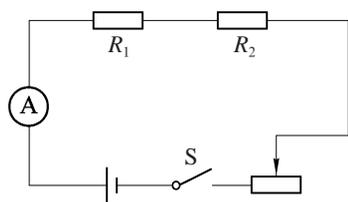


图 16-15

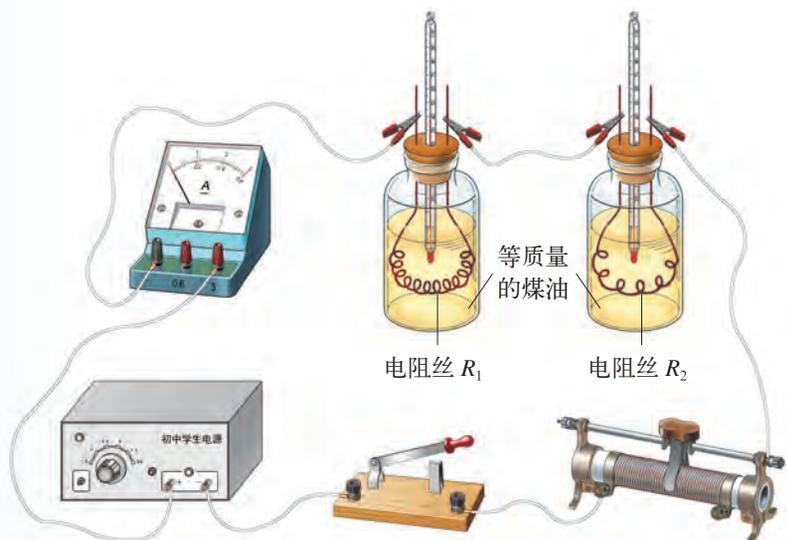


图 16-16

时间 t/min							
温度 $t_{R1}/^{\circ}\text{C}$							
温度 $t_{R2}/^{\circ}\text{C}$							

实验结果显示：

在通电电流大小不变，通电时间相同的情况下，电阻越大，煤油的温度越 _____，表明电阻越大，电流产生的热量越 _____。

焦耳定律

历史上，英国物理学家焦耳做了大量的实验，探究电流产生的热量跟电流大小、导体的电阻以及通电时间的关系，他于 1840 年最终发现：

电流通过导体产生的热量跟电流的二次方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比。

因此，为了纪念焦耳，这一规律又被称为焦耳定律 (Joule law)。焦耳定律可以用公式表示为

$$Q = I^2 R t。$$

公式中，电流 I 的单位是安 (A)，电阻 R 的单位是欧 (Ω)，时间 t 的单位是秒 (s)，这样，热量 Q 的单位是焦 (J)。

信息窗

焦耳

英国物理学家焦耳 (J. P. Joule, 1818—1889, 图 16-17) 年轻时就从事电和磁的研究。他极力想通过实验证明自然界中的能量守恒规律。为此, 他做了许多实验研究热和功之间的联系, 以及电流的热效应。焦耳的研究为能量守恒定律的建立奠定了坚实的实验基础。为了纪念焦耳对科学的贡献, 除了将上述定律命名为“焦耳定律”外, 物理学中能量和功的单位也被命名为“焦耳”。



图 16-17 焦耳

作业

- 一电热器电阻丝的电阻为 $120\ \Omega$, 接在 $220\ \text{V}$ 的电路中, 通电 $15\ \text{min}$ 产生 _____ J 的热量。
- 在相等的时间内, 电热丝甲比电热丝乙放出的热量多, 则 ()。
 - 甲的电阻一定比乙的电阻大
 - 甲两端的电压一定比乙两端的电压大
 - 甲消耗的电功率一定比乙消耗的电功率大
 - 通过甲的电流一定比通过乙的电流大
- 一台电动机的额定电压是 $220\ \text{V}$, 其电阻是 $1\ \Omega$ 。正常工作时, 通过的电流为 $5\ \text{A}$, 则电动机因发热损失的功率为 ()。

A. $48\ 400\ \text{W}$	B. $25\ \text{W}$
C. $1\ 100\ \text{W}$	D. $1\ 075\ \text{W}$
- 某导体电阻为 $20\ \Omega$, 通电 $1\ \text{min}$ 产生的热量是 $4\ 800\ \text{J}$ 。求:
 - 通过它的电流为多少?
 - 当通过它的电流增大 1 倍时, 在相同的时间内产生的热量是多少?

请提?问

1. 电线通电后会发热是什么原因?
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 直接测量消耗电能的多少可以用 ()。
 - A. 电流表
 - B. 电压表
 - C. 电能表
 - D. 滑动变阻器
2. 把“220 V 60 W”和“220 V 40 W”的两盏灯串联在 220 V 的电路中，两盏灯都比正常发光时暗，这是因为每盏灯的 ()。
 - A. 额定电压都变小
 - B. 额定电压都小于它的实际电压
 - C. 额定功率都变小
 - D. 实际功率都小于额定功率
3. 通电后，电炉丝热得发红，而跟电炉丝连接的铜导线却不太热，这是因为 ()。
 - A. 电炉丝中有电流的热效应，而铜导线中没有电流的热效应
 - B. 通过电炉丝的电流大，而通过铜导线的电流小
 - C. 电炉丝的电阻比铜导线的电阻大得多
 - D. 上述三种原因都起作用
4. 一个标有“220 V 100 W”的电热器，当通过它的电流为 0.5 A 时，它的实际功率 ()。
 - A. 大于额定功率
 - B. 等于额定功率
 - C. 小于额定功率
 - D. 条件不足，无法判断
5. 下列说法中符合事实的是 ()。
 - A. 一盏 100 W 的白炽灯正常发光 1 h，消耗 1 kW·h 的电能

B. 常用的测电笔就是用来测量家庭电路电压大小的工具

C. 在一只灯泡两端加 2 V 电压时, 通过灯泡的电流是 0.2 A, 则灯泡的电阻是 10 Ω

D. 为了安全用电, 洗衣机等家用电器的金属外壳必须与大地保持绝缘

6. 根据图 16-18 所示, 四种家用电器铭牌上所提供的信息, 可知正常工作时电流为 6 A 的用电器是 ()。

××型电风扇 额定电压 220 V 工作频率 50 Hz 额定功率 65 W	××型空调机 额定电压 220 V 工作频率 50 Hz 额定功率 1 320 W	××型电热水器 额定电压 220 V 工作频率 50 Hz 额定功率 880 W	××型电视机 额定电压 220 V 工作频率 50 Hz 额定功率 70 W
A.	B.	C.	D.

图 16-18

7. 如图 16-19 所示是某家庭用的电能表及上月末和本月末的两次示数。若按 1 kW·h 的电费为 0.5 元来计算, 他家本月应缴纳电费 _____ 元。



图 16-19

8. 一个额定电压为 220 V 的电热水器, 当给它通电 10 min 时, 电能表的示数增加了 0.2 kW·h。求:

(1) 它的功率是多少?

(2) 它的电阻是多少?

9. 小华家买了一个家用电吹风, 其简化电路如图 16-20 所示, 主要技术参数如下表。请解答如下问题:

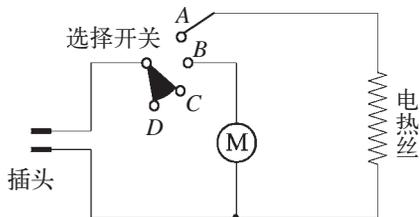


图 16-20

热风温度	50~75 $^{\circ}\text{C}$
额定功率	热风时: 1 000 W
	冷风时: 120 W
额定电压	220 V
质量	0.5 kg

- (1) 当电吹风吹冷风时，正常工作 5 min 消耗的电能是多少？
- (2) 当选择开关旋至何处时，电吹风正常工作的功率最大？此时通过电路的总电流是多大？

实 践 与 总 结

1. 实践活动：

- (1) 请在家长指导下，调查家中主要用电器（如电灯、空调、微波炉、洗衣机等）的电功率的大小，并记录相应数据；
- (2) 根据以上调查结果、使用情况及电价，估算家中一个月的用电费用。

2. 本章总结：

本章的要点有 _____

第十七章 从指南针到 磁浮列车

磁是什么

电流的磁场

科学探究：电动机为什么会转动



第一节 磁是什么

认识磁现象

在我们的日常生活、工业生产乃至高科技领域里，用到磁的地方真是不胜枚举。图 17-1 所示的



(a) 指南针



(b) 磁浮列车

图 17-1 磁的妙用

就是关于磁的应用的一些例子，从我国古代四大发明之一的指南针到今天现代化的磁浮列车，磁现象及磁的应用几乎随处可见。

通过小学科学课程的学习，我们已经知道，任何磁体都有两个磁极，它们分别叫做磁北极（N 极）和磁南极（S 极）。同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。

参照图 17-2，将条形磁铁接触或靠近大头针，发现被吸引的大头针又能吸引其他的大头针。我们把原来不显磁性的物质通过靠近或接触磁体等方式使其显出磁性的过程叫磁化，能被磁化的物质叫铁



图 17-2 大头针被磁化的现象

磁性物质，如铁、钴、镍等。

参照图 17-3，将一块磁体分成若干块小磁体，发现不论分成多少块，每一块小磁体均有两个磁极。

磁体的周围有什么

磁体周围有什么呢？下面，我们就来探究一下吧！

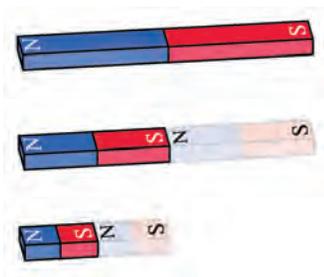


图 17-3 每块小磁体都有两个磁极

实验探究

如图 17-4 所示，用细绳将一块条形磁体悬挂起来，再用另一块条形磁体靠近它。你观察到什么现象？为什么两磁体间没有接触，却能产生相互作用呢？

再做一个小实验，让我们更形象地了解磁体周围有什么。

将铁屑均匀撒在玻璃板上，再将玻璃板放置在条形磁体上方，然后轻轻敲打玻璃板，观察铁屑的分布，看看是否与如图 17-5 所示的铁屑分布类似。

再用两条形磁体试试，看看当两磁体的磁极相对时，如 N 极与 S 极相对，磁体周围的铁屑会呈现怎样的分布。

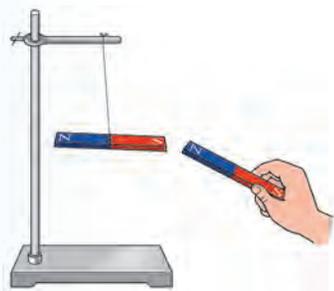


图 17-4 磁体之间没有接触，却存在力的作用

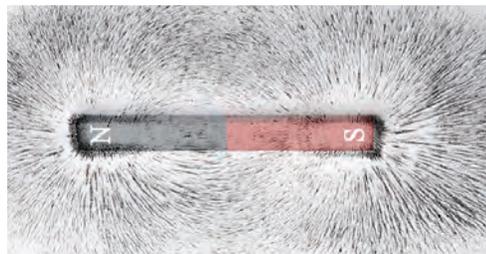
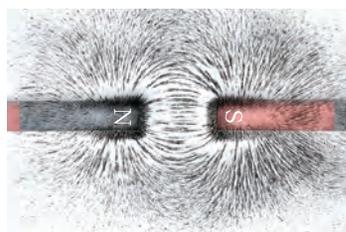
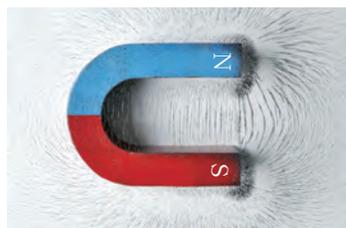


图 17-5 条形磁体周围的铁屑分布

从以上实验可知，磁体周围一定存在着什么。原来，磁体的周围存在着一种看不见、摸不着的物质，人们将其称为**磁场** (magnetic field)。磁体之间的相互作用正是通过磁场发生的。



(a)



(b)

图 17-6 两条形磁体
异名磁极和蹄形磁体
周围的铁屑分布

实验中的铁屑在不同磁体周围有不同的分布图像，这是因为不同磁体周围的磁场不同。铁屑在磁场中被磁化，一个铁屑相当于一个小磁针，它们在磁场作用下形成了不同的分布图像，这些铁屑的分布图像显示了磁体周围的磁场分布状况。图 17-6 为两条形磁体异名磁极和蹄形磁体周围的铁屑分布图像。

磁感线——一种描述磁场的方法

为了形象直观地描述磁场，物理学中人为地引入了磁感应线（简称磁感线），即用带箭头的曲线来描述磁场的某些特征和性质，图 17-7 为条形磁体的磁感线分布。

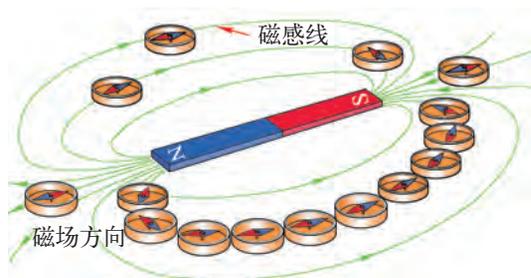
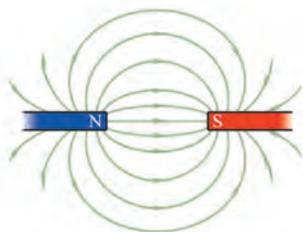
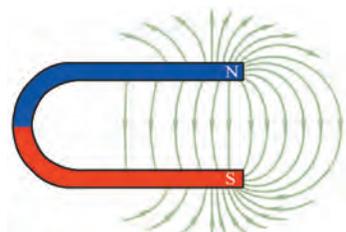


图 17-7 磁感线的分布



(a)



(b)

图 17-8 两条形磁体
异名磁极和蹄形磁体
磁极附近的磁感线分布

在磁体的外部，磁感线总是从磁体的 N 极发出，最后回到 S 极。

磁感线上的箭头方向是由 N 极指向 S 极。磁感线上任何一点的切线方向，也是放在该点小磁针的 N 极指向，就是该点的磁场方向。

磁感线分布越密的地方，其磁场越强；磁感线分布越疏的地方，其磁场越弱。

图 17-8 (a) 为两条形磁体异名磁极附近的磁感线分布，图 17-8 (b) 为蹄形磁体磁极附近的磁感线分布，图中磁感线的疏密反映了磁场的强弱。

地磁场

我们生活的地球本身就是一个大磁体（图 17-9），这个大磁体的 N 极不在地球的南极（地理南极），而是在其附近；同样，大磁体的 S 极也是位于地理北极附近。

我们就处在地球这个大磁体所产生的磁场中。地磁场对人类的生产和生活都有重要意义。例如，行军、航海需要利用地磁场对指南针的作用来定向。再者，海龟的洄游、信鸽的飞翔也是依靠地磁场来定向。

地磁场被称为地球生命的“保护伞”。因为，假如没有地磁场，来自宇宙空间的高速带电粒子流将直射地球，威胁生命。另外，在高速粒子的轰击下，地球周围的大气成分也可能发生改变，使得生命无法生存。所以，地磁场这顶“保护伞”对我们来说至关重要。

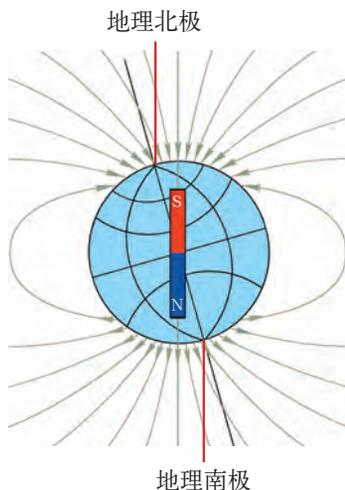


图 17-9 地球是一个天然大磁体

信息窗

指南针是我国古代的四大发明之一。我国古代就利用司南（图 17-10）来辨别方向，司南是现代所用的指南针的始祖。指南针这一伟大发明，在航海、探险、军事方面都具有重要的实用价值。



图 17-10 司南

作业

1. 图 17-11 中绘出了磁体旁小磁针静止时所指方向的图示 (小磁针蓝色端表示 N 极), 错误的是 ()。

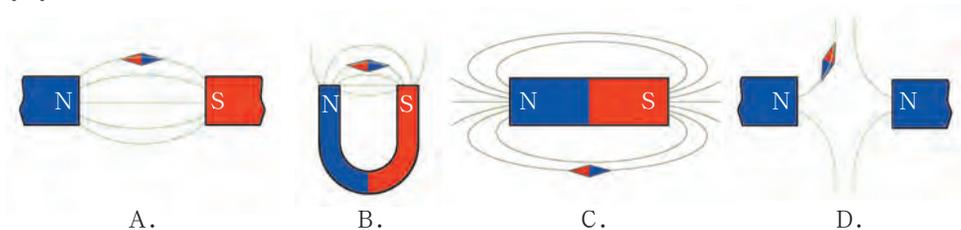


图 17-11

2. 关于磁感线的概念, 下面说法中错误的是 ()。

- A. 磁感线上某点的切线方向就是此点的磁场方向
- B. 磁体周围越接近磁极的地方磁感线越密
- C. 磁感线是一种假想的曲线, 在磁体外部是从北极到南极
- D. 磁感线是磁场中确实存在的线

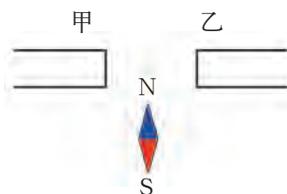


图 17-12

3. 如图 17-12 所示, 小磁针处于静止状态。请在图中甲、乙处标出磁极极性 (用 N 或 S 表示), 并画出磁感线 (每个磁极画两条)。

4. 学习磁场知识后, 某同学在一个圆纸盒里放一个条形磁体, 盒外放了一些小磁针, 磁针 N 极的指向如图 17-13 所示。请你画出圆纸盒里磁体的合理位置并标出 N、S 极。

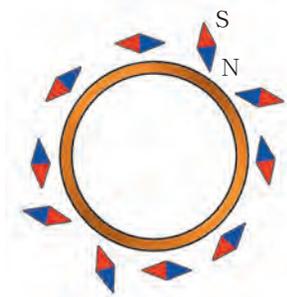


图 17-13

5. 请你收集关于指南针的资料 (上网或进图书馆查找), 简述指南针发明的意义和价值。

请提问

1. 为什么将磁体分割后, 每块小磁体又有两个磁极呢?
2. _____
3. _____
-

第二节 电流的磁场

奥斯特实验

在图 17-14 所示的电器设备中，它们均利用了磁性。磁跟电有什么关系呢？电会产生磁吗？首先揭开这个奥秘的是丹麦物理学家奥斯特。

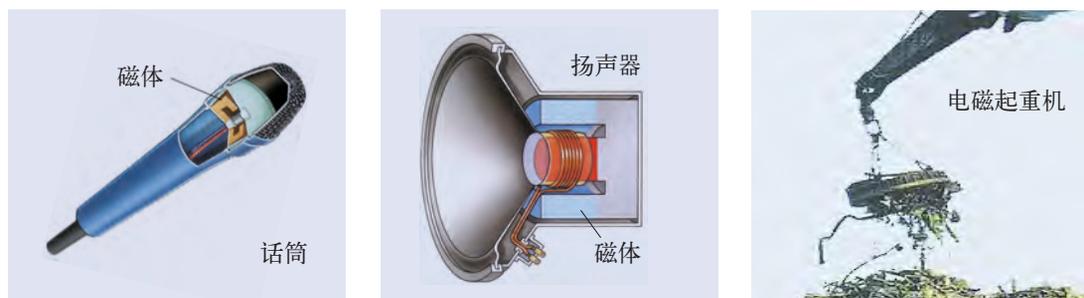


图 17-14 电与磁的应用

下面，让我们来重复奥斯特所做的实验吧。如图 17-15 所示，在小磁针上方平行架一根导线，当

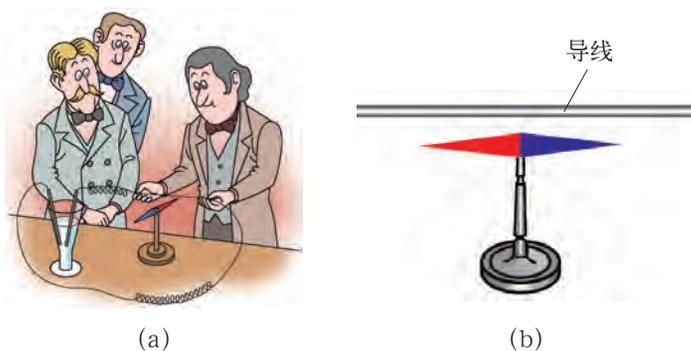


图 17-15 奥斯特实验

导线通电和断电时，你观察到了什么现象？

接通电路，导线中有电流通过，小磁针发生偏转；断开电路，导线中无电流通过，小磁针恢复到原来的指向，不再发生偏转。这个现象表明，通电导体周围存在着磁场。

改变导线中电流的方向，小磁针偏转方向改变。这说明通电导体周围磁场的方向与电流方向有关。

通电螺线管的磁场

将导线绕在圆筒上，可做成一个螺线管（也叫线圈）。下面，我们探究一下通电螺线管的磁场是什么样的？

实验探究

通电螺线管的磁场特点

参照图 17-16，在一块有机玻璃板上安装一个用导线绕成的螺线管，板面上均匀地撒满铁屑，再给螺线管通以电流并轻轻敲击玻璃板面，观察玻璃板面上铁屑的分布情况。

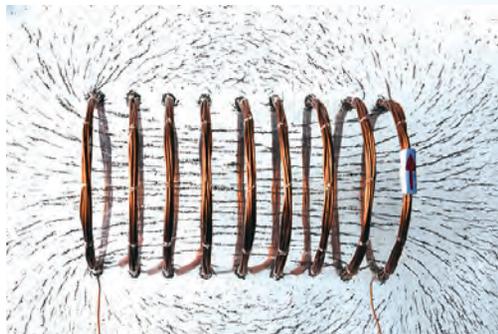


图 17-16 通电螺线管周围的铁屑分布

由玻璃板面的铁屑分布情况可知：

通电螺线管周围的铁屑分布情况与条形磁体周围的铁屑分布情况相似，因此，其周围的磁场与条形磁体的磁场相似。

将匝数更多的螺线管接入如图 17-17 所示的电路中，再将小磁针放置在螺线管附近，闭合开关，观察小磁针的偏转情况，并把观察到的现象和分析的结论记录下来。

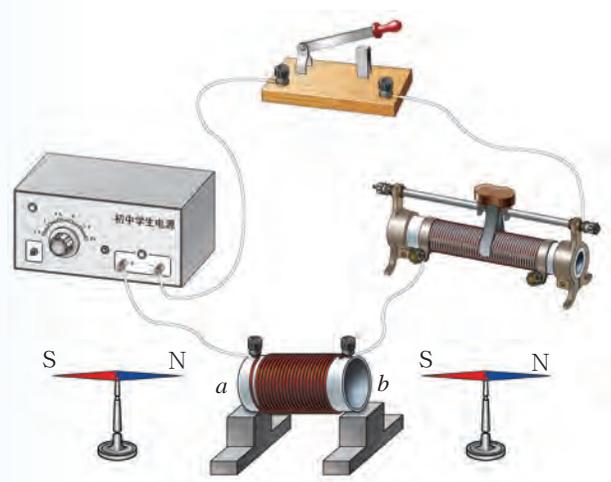


图 17-17

从实验可知：

螺线管的 a 端和小磁针的 N 极 _____ (选填“相吸”或“排斥”)；
螺线管的 b 端和小磁针的 S 极 _____ (选填“相吸”或“排斥”)；
这说明通电螺线管周围存在着 _____， a 端为 _____ 极， b 端为 _____ 极。

分析与论证

如果改变通电螺线管的电流方向，那么，其周围的磁场分布情况和磁场方向是否改变？若给你一个小磁针，你怎样利用它来判断通电螺线管的磁极？

人们在发现和表述物理规律的同时，常常采用一些科学、巧妙的方法来帮助我们方便地记忆和运用这些物理规律。例如，判断通电螺线管的磁极可用右手

螺旋定则来判定：如图 17-18 所示，用右手握住螺线管，让四指弯曲的方向跟螺线管中的电流方向一致，则大拇指所指的那端就是通电螺线管的 N 极。

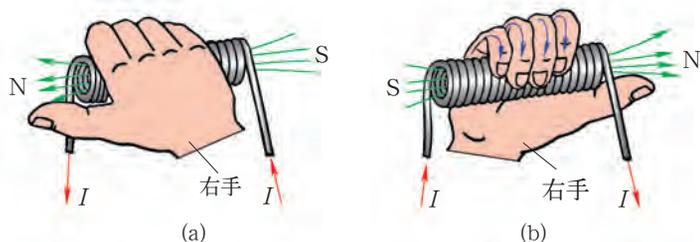


图 17-18 判断通电螺线管的磁极

在通电螺线管内插入一个铁芯，就构成了一个电磁铁。电磁铁在生产生活中有很多应用，如在电磁继电器、电磁起重机和磁浮列车中都用到了电磁铁。

信息窗

电磁继电器

电磁继电器是一种电子控制器件，是用较小的电流、较低的电压去控制较大电流、较高电压的一种“自动开关”。电磁继电器通常应用于自动控制电路中，可以实现远距离控制和自动化控制。

如图 17-19 所示，电磁继电器一般由电磁铁、衔铁、弹簧片、触点等组成，其工作电路包括低压控制电路和高压工作电路两个部分。当在电磁铁 A 两端加上一定的电压时，电磁铁 A 工作，衔铁 B 被吸下，从而将带动衔铁的动触点 D 与静触点 E （常开触点）吸合，高压电路接通。当电磁铁 A 断电后，其磁力消失，衔铁 B 则在弹簧 C 的作用下返回原位，动触点 D 离开静触点 E ，高压电路断开。这样，通过电磁继电器低压控制电路的接通、断开，就达到被控电路的导通、切断的目的。

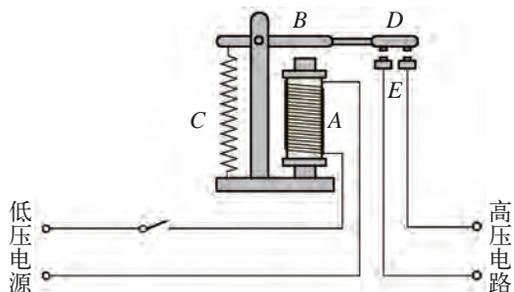


图 17-19

迷你实验室

自制一个电磁铁

将 2 m 长的带有薄绝缘皮的导线按图 17-20 (a) 所示绕在一个铁钉上，再按图 17-20 (b) 所示连接电路，接通电路，一个电磁铁就制成了，看看它能否吸起大头针？

若将铁钉换成木芯或纸芯，再做上述实验，看有什么变化？

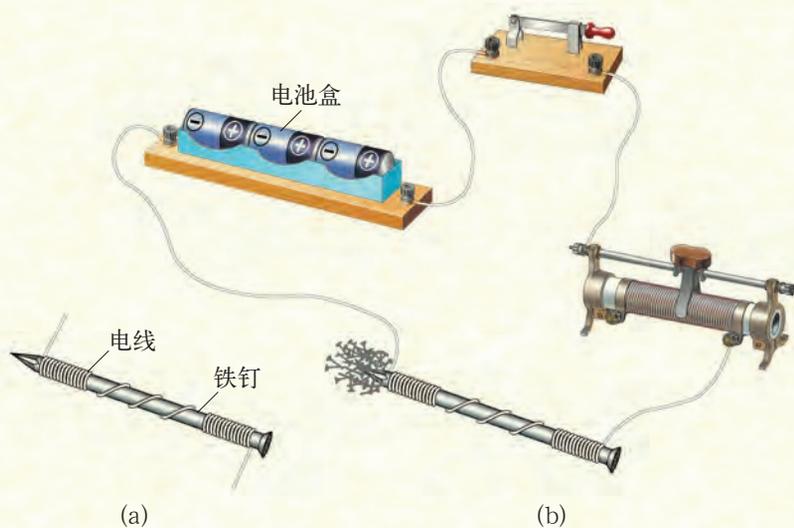


图 17-20 自制电磁铁

作业

- 下列说法中能使通电螺线管的 N、S 极位置互相交换的办法是 ()。
 - 把线圈的匝数增加一倍
 - 改变电流的方向
 - 把电流大小减小一半
 - 开关重新断开

2. 在图 17-21 中根据小磁针指向标出通电螺线管中的电流方向。

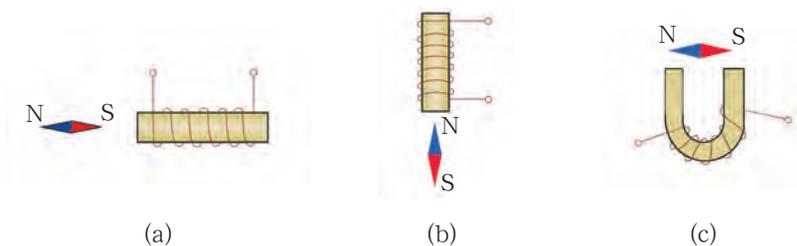


图 17-21

3. 有一蓄电池，上面标有的“+”“-”极看不清了。如果有漆包线、纸筒、开关、小磁针等器材，你能判断蓄电池的正、负极吗？说说你的具体做法。

4. 观察图 17-22，和同学讨论电铃的工作原理。

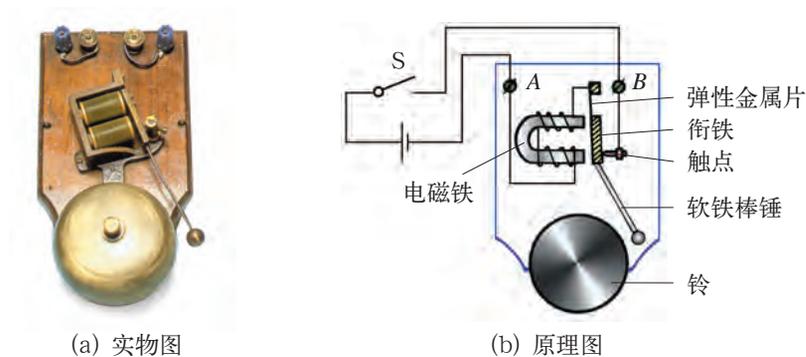


图 17-22 电铃

请提问

1. 通电螺线管内部的磁场是如何分布的？
2. _____
3. _____
-

第三节 科学探究：电动机为什么会转动

电动机为什么会转动

在如图 17-23 所示的用电器中，它们内部都有一个重要的部件——电动机。你知道电动机为什么会转动吗？



图 17-23 电动机

实验探究

(一) 观察并研究电动机的结构

提出问题

电动机内部结构怎样？它由哪些部件组成，它们各起什么作用？电动机是怎样转起来的？

探究点拨

提出问题 围绕探究活动提出有意义的问题，将有助于探究活动有目的地进行。这里提出的一系列问题都是与电动机转动有关的，探究活动过程就是一个不断提出问题、分析问题和解决问题的过程。

进行实验与收集证据

- (1) 将学生实验用的电动机（图 17-24）接入电路，闭合开关，观察电动机的转动。
- (2) 拆开这台直流电动机，观察它由哪几部分组成。



图 17-24 电动机

(二) 转动的原理

为了探究以上问题，我们来观察下面的实验（图 17-25）。

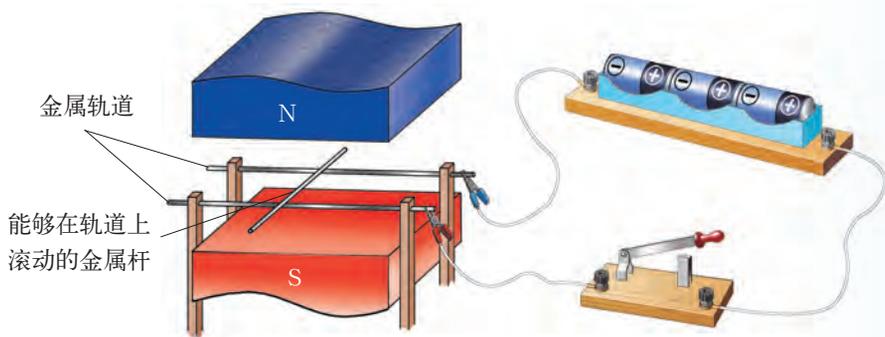


图 17-25 实验装置

进行实验与收集证据

当接通电源时，我们看到金属杆运动起来，这说明了什么？

当保持磁场方向不变，改变电流方向时，金属杆_____。

当保持电流方向不变，改变磁场方向时，金属杆_____。

以上实验现象又说明了什么？请你把通过观察比较及分析得出的结论填写在下面：

磁场对通电导体具有_____的作用，其作用的方向与_____、_____有关。

你是否有办法让金属杆在轨道上持续往复运动？

(三) 电动机怎样转动

图 17-26 是用直流电源供电的电动机工作原理示意图。电动机线圈的两端各连着一个铜制的半环（图中 1、2），它们之间有一窄缝，彼此绝缘。这两个相互绝缘的半环称为换向器，它们随线圈一起转动。直流电源的正、负极分别通过电刷（图中 3、4）与换向器接触，使电源和线圈形成闭合电路。

通过阅读图 17-26，你便能弄清电动机的工作原理。请将你的体会与同学们交流讨论。

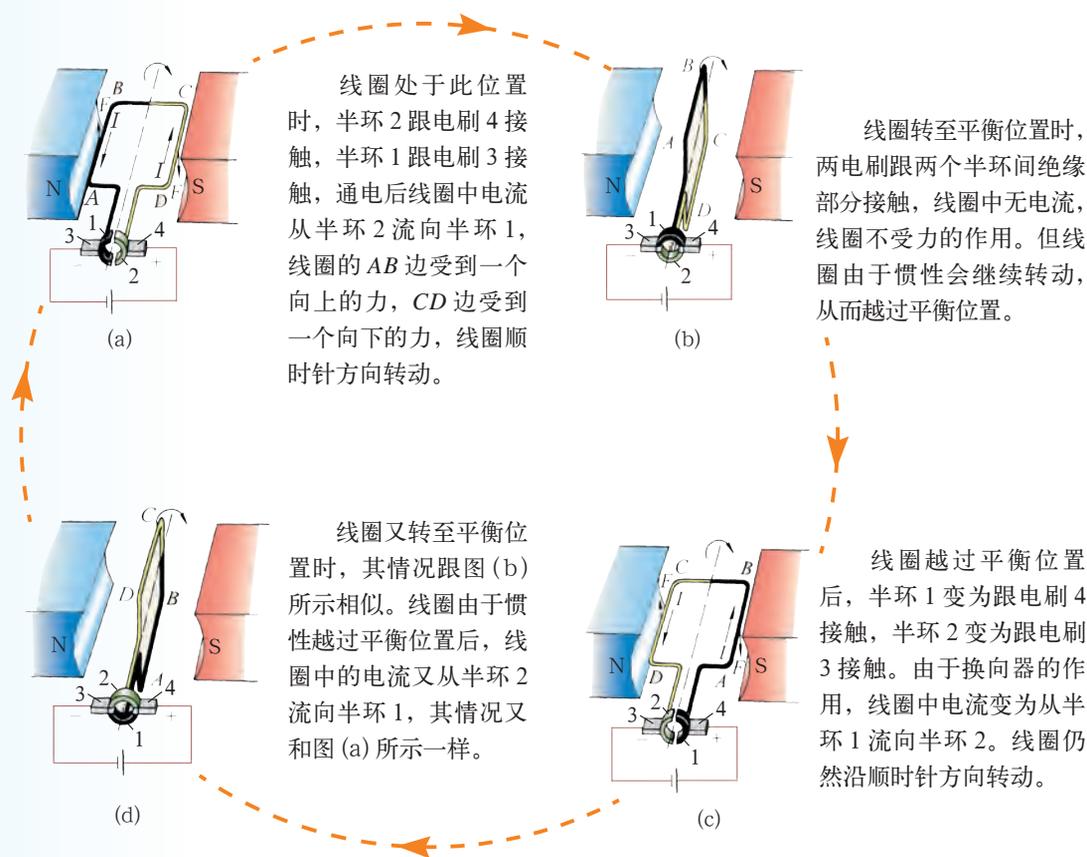


图 17-26 电动机的工作原理

请你把拆卸的直流电动机重新组装起来，并接入电路中试一试，看电动机是否能转动？

迷你实验室

制作简易电动机

把1 m长的漆包线(或细导线)绕成小线圈,将两端线头的漆(或绝缘皮)刮去半边,注意两端刮去的漆应在同侧[图 17-27(a)];把两个回形针折成图 17-27(b)所示的形状,用胶带固定在纸板上[图 17-27(c)];把线圈搁在回形针上,使其可以转动;按图 17-27(d)所示连接电路,拿一块条形磁体放在线圈上方,接通电源,线圈就会转动。想一下,线圈为什么会转动呢?如果它不转动,推一下,或检查一下,确保刮去半边漆后露出的铜线接触到了金属回形针。

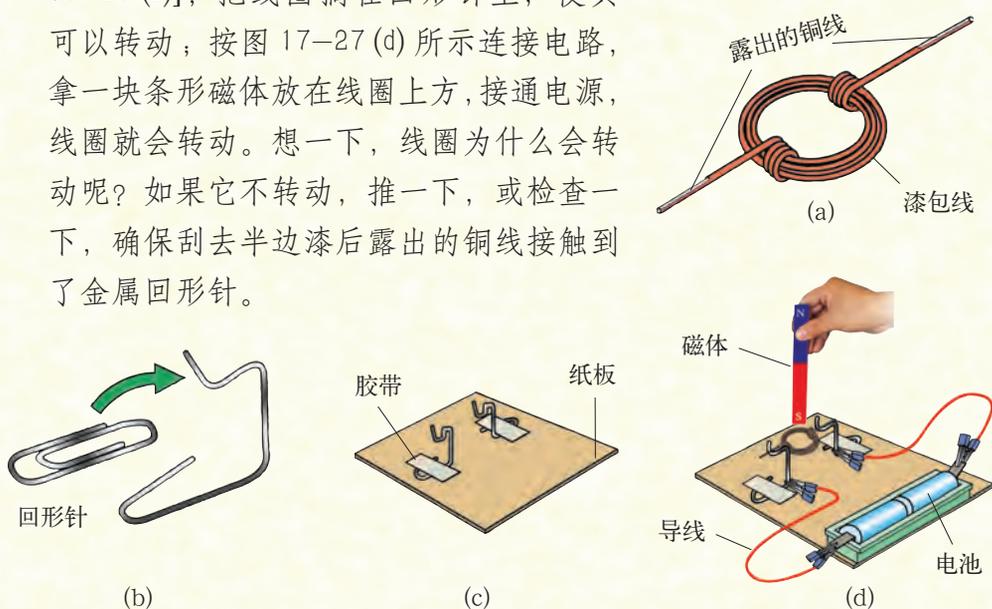


图 17-27 制作简易电动机



作业

- 下列家用电器中,均使用了电动机的是()。
 - 电熨斗和日光灯
 - 电风扇和洗衣机
 - 电饭锅和微波炉
 - 电热毯和电热水器

2. 关于直流电动机，下列说法中正确的是（ ）。

- A. 直流电动机原理是电流的磁效应
- B. 直流电动机正常工作时，是将电能转化为内能
- C. 直流电动机换向器是由两个彼此绝缘的半铜环组成的
- D. 电源的正、负极和磁场的方向都改变，直流电动机的转动方向也改变

3. 如图 17-28 所示是某小组制作的一个简易电动机。用硬金属丝做两个支架，分别与电池的两极相连，用漆包线绕成一个矩形线圈，以线圈引线为轴。用小刀刮去轴的一端的全部漆皮，另一端刮去半周漆皮，将线圈放在支架上，磁体放在线圈下。接通电源并用手轻推一下线圈，线圈就会不停地转动起来。请回答下面的问题。

(1) 推一下线圈的原因是：_____。

(2) 线圈不停转动的原因是：_____。

(3) 要使线圈的转动方向发生改变，请提出两个方案。

① _____。

② _____。

4. 调查一下，你家中有哪些用电器用到了电动机？

5. 动圈式扬声器（喇叭）结构如图 17-29 所示。如果把它引出线的一端接在电池正极，另一端不断摩擦电池负极，你将听到“咔嚓、咔嚓”的声音。请先试一试，再分析为什么。如果有废旧的喇叭，还可把它拆开，观察其内部结构。

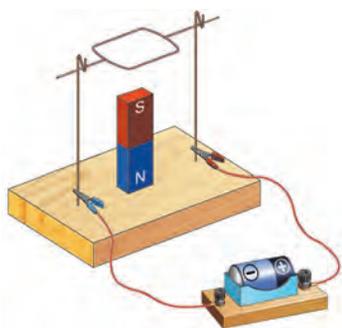


图 17-28

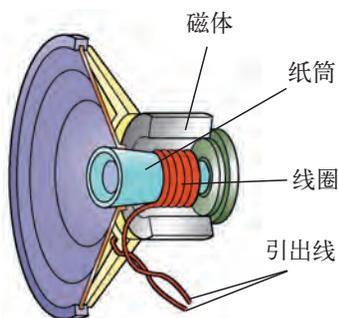


图 17-29 动圈式扬声器结构图

请提？问

1. 在制作简易电动机时（图 17-27），可以将两端线头的漆全刮去吗？

2. _____

……



本章练习

1. 没有互相接触的两个磁体间也会相互吸引或排斥, 这是因为磁体的周围存在着_____。

2. 磁体具有吸引铁、钴、镍等物质的特点。磁体吸引铁块时, 铁块_____ (选填“会”或“不会”) 吸引磁体。因为力的作用总是_____。

3. 中国古代四大发明之一的_____是利用磁极具有指南北的特点。因为地球本身就是一个大_____, 地磁北极在地理_____附近, 地磁南极在地理_____附近。

4. 小磁针静止时的指向如图 17-30 所示, 由此可知 ()。

- A. a 端是通电螺线管的 N 极, c 端是电源正极
- B. a 端是通电螺线管的 N 极, c 端是电源负极
- C. b 端是通电螺线管的 N 极, d 端是电源正极
- D. b 端是通电螺线管的 N 极, d 端是电源负极

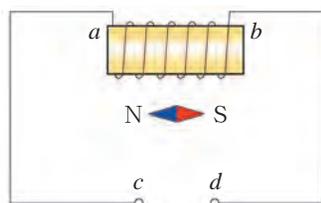


图 17-30

5. 如图 17-31 所示, 给电磁铁通电, 铁块及弹簧在图中位置静止。当滑动变阻器的滑片向 b 端滑动时, 关于电流表示数和弹簧长度的变化情况, 下列说法中正确的是 ()。

- A. 电流表的示数增大, 弹簧的长度增加
- B. 电流表的示数增大, 弹簧的长度减小
- C. 电流表的示数减小, 弹簧的长度增加
- D. 电流表的示数减小, 弹簧的长度减小

6. 图 17-32 是一种水位报警器的原理图, 当水位到达金属块 A 时 (一般的水能导电), 电路中 ()。

- A. 绿灯亮
- B. 红灯亮
- C. 两灯同时亮
- D. 两灯都不亮

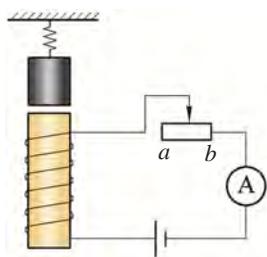


图 17-31

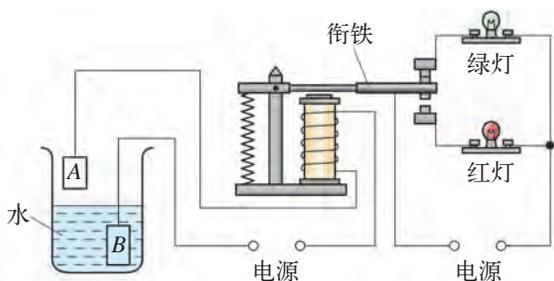


图 17-32

7. 如图 17-33 所示为电磁选矿机的示意图, A 为电磁铁。下列选项正确的是 ()。

- A. M 内是铁矿物质 B. N 内是铁矿物质
C. M 、 N 内都是非铁矿物质 D. N 内是非铁矿物质

8. 磁性水雷是一种非触发水雷, 它利用可绕轴转动的小磁针来控制引爆电路。当军舰被地磁场磁化变成一个浮动的磁体, 接近磁性水雷时, 会触发磁性水雷引爆电路, 引起水雷爆炸。磁性水雷引爆电路的依据是 ()。

- A. 磁体具有指南北的作用 B. 磁极间的相互作用规律
C. 电荷间的相互作用规律 D. 磁场对电流的作用原理

9. 某蔬菜大棚使用一种温度自动报警器, 如图 17-34 所示, 在汞温度计里封入一段金属丝。当温度达到金属丝下端所指的温度时, 电铃就响起来, 发出报警信号。请说明它的工作原理。



图 17-33

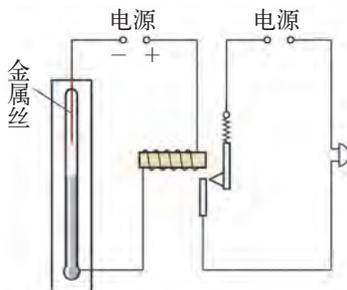


图 17-34

实践与总结

1. 实践活动:

可用磁体和某金属硬币制作一座如图 17-35 所示的磁体桥。请你试试, 看看在什么条件下才能做成, 请写出你的制作报告。

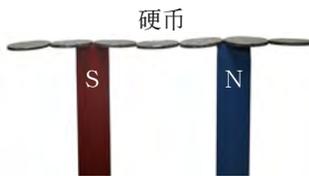


图 17-35

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

第十八章 电能从哪里来

电能的产生
科学探究：怎样产生感应电流
电能的输送



第一节 电能的生产

电灯发出明亮的灯光、电视机屏幕上展现的绚丽画面、收音机中播放出悠扬的音乐、电饭锅煮出香喷喷的米饭，这些都与电能有关。电能是从哪里来的呢？

电 池

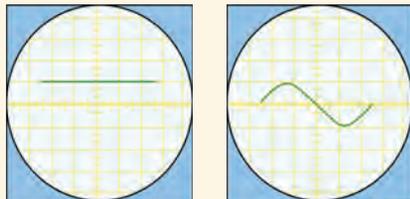
电池是一种把其他形式的能转化成电能的装置，电池提供的是直流电。由于制作材料、工作原理和用途的不同，电池有很多种类。

加油站



电池提供的是直流电，直流电的大小和方向不随时间变化。供电系统给家庭电路提供的是交流电。交流电的大小和方向随时间做周期性变化，它周期性变化的次数与时间之比称为交流电的频率（单位是Hz）。我国交流电的频率是50Hz。

图18-1(a)是直流电在示波器（一种观察电信号变化信息的电子仪器）上显示的图像，水平直线表示电流不变化；图18-1(b)是交流电在示波器上显示的图像，电流呈正弦曲线变化。



(a) 直流电

(b) 交流电

图 18-1 示波器上显示的直流电和交流电

化学电池

化学电池是把化学能转化为电能的装置，是生



图 18-2 部分化学电池

活中最常用的电池。化学电池的种类和型号有很多，图 18-2 所示的是部分常见的化学电池。化学电池常见的形状有圆柱体，也有长方体，还有其他形状，小的如纽扣，大的超过一本精装书。

根据所用的材料不同，化学电池分为锌锰干电池、铅酸蓄电池、镍镉电池、锂电池、银锌电池等。

大多数电池的使用是一次性的，我们称之为原电池；但有的电池，如铅酸蓄电池、锂电池等则可反复充电使用，我们称之为蓄电池或二次电池。

图 18-3 是锌锰干电池的构造示意图，锌锰干电池由碳棒（正极）、锌筒（负极）及二氧化锰和电解质等组成，它属于一次性使用的原电池。我国常用的 1 号、2 号、5 号、7 号干电池都是原电池，它们的电压都是 1.5 V。

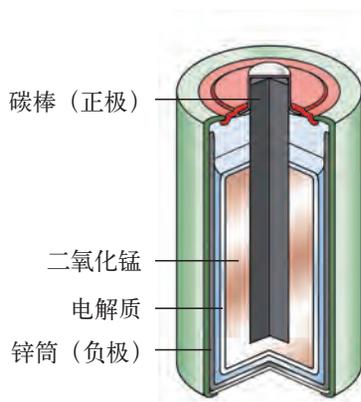


图 18-3 锌锰干电池

蓄电池常作为汽车或电动自行车等使用的电源，它需预先充电，把电能转化成化学能储存在电池内；使用时再把化学能转化为电能。蓄电池能多次充电并可供较大的电流，电压也比较稳定。

常见的铅酸蓄电池的极板是铅制的，电解质溶液是硫酸。使用时常将若干个蓄电池串联使用，如汽车上的蓄电池组是用 6 个蓄电池串联的，电动自行车的蓄电池组是由 3 或 4 个蓄电池串联而成的。

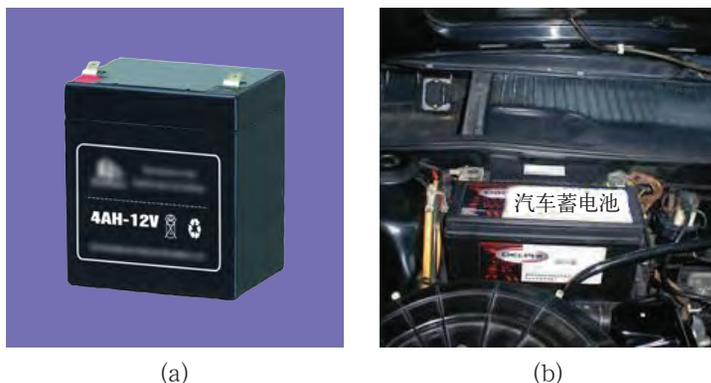


图 18-4 生活中的蓄电池

化学电池在生活、通信、生产以及科学研究方面都有广泛的应用。

化学电池虽然使用方便，但现在多数化学电池内含有汞、镉、锂等金属元素，铅酸蓄电池中更有铅电极板和电解液，随意丢弃会污染环境，破坏生态，所以废弃的化学电池要集中分类处理。

迷你实验室

制作西红柿电池

准备一只西红柿、一块铜片、一块锌片、一副耳机和两小段导线。如图 18-5 所示，先将铜片和锌片插入西红柿中，再将两根导线分别与耳机的两个接线脚相连。并将与耳机相连的一根导线连在铜片上，用另一根导线刮擦锌片，你听到了什么？想想为什么？这个电池能使小灯泡发光吗？

用苹果代替西红柿行吗？请试一试。

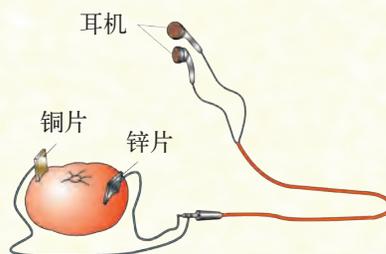


图 18-5 西红柿电池



图 18-6 太阳能电池板

太阳能电池

太阳能电池（又称光伏电池）是将太阳能转化成电能的装置。太阳能电池用半导体硅和金属导体制成，当太阳光照射到电池上时，在正、负两极之间形成电压。

太阳能电池可以做得比较小巧，能用在计算器、玩具等上面。大量的太阳能电池联成阵列，可以建成太阳能发电站（图 18-6），巨大的太阳能帆板是人工卫星上的主要电源之一。

由于太阳能属于可再生能源，污染少，故太阳能的利用越来越受到人们的重视。

发电机

电池提供的电能是有限的，更充足、更强大的电能要通过发电机获取。发电机也是一种把其他形式的能转化成电能的装置。目前常用的发电方式有火力发电、水力发电和核能发电等。

火力发电

火力发电是通过煤、石油等燃料的燃烧来加热锅炉中的水，产生高温、高压水蒸气，推动汽轮机叶轮（图 18-7）高速旋转，从而带动发电机转子转动发电。火力发电的能量转化过程是：



图 18-7 巨大的汽轮机叶轮

燃料的化学能 \Rightarrow 水和水蒸气的内能 \Rightarrow 发电机转子的机械能 \Rightarrow 电能

火力发电要燃烧大量的煤、石油等燃料，这些都是一次性能源，是不可再生的；燃料燃烧还会产生大量的二氧化碳、含硫的气体和粉尘等，污染环境，降低了空气质量，对生态环境产生不利的影响。

水力发电

水力发电是在江河上筑坝建水库，让水库中的水从可控制的闸门中奔泻而出，冲击水轮机，水轮机带动发电机转子转动发电。水力发电的能量传递和转化过程是：

水的机械能 \Rightarrow 水轮机的机械能 \Rightarrow 发电机转子的机械能 \Rightarrow 电能

举世瞩目的三峡大坝（图 18-8），距下游葛洲坝水利枢纽工程 38 km。三峡大坝工程包括主体建筑物工程及导流工程两部分，安装了 32 台单机容量为 7×10^5 kW 的水轮发电机组，外加 2 台 5×10^4 kW 水轮发电机组，总装机容量为 2.25×10^7 kW，堪称世界第一大水电工程。



图 18-8 三峡大坝

水力发电是对自然资源的综合利用，但其发展受到资源的地理位置和自然条件变化的制约，并且对生态也有相当大的影响。

核能发电

核能发电是利用铀原子核裂变时释放出的核能

来加热水，用水产生的高温、高压蒸汽作为动力，推动蒸汽轮机转动，从而带动发电机转子发电。核能发电的能量传递和转化过程是：

核能 \Rightarrow 水和蒸汽的内能 \Rightarrow 发电机转子的机械能 \Rightarrow 电能

核能发电不仅节省了大量的煤、石油等能源，而且用料省，运输方便。秦山核电站（图 18-9）是由我国自己设计、建造、调试和运营的中国第一座核电站。目前，我国已建成多座核电站。



图 18-9 我国秦山核电站

但核能发电后遗留下来的核废料仍有很强的放射性，需要装入特别的容器，深埋地下，否则会对环境产生极大的污染。人类在发展核能的同时，一定要注意安全使用核能。

人们还在研究更多种利用资源发电的方法，如海浪发电、地热发电、风力发电等，除了在地面建立太阳能电站外，还拟建立太空发电站。



作业

1. 下列关于化学电池的说法中, 正确的是 ()。
 - A. 有的化学电池提供直流电, 有的提供交流电
 - B. 化学电池是把电能转化为化学能的装置
 - C. 常用的 1 号、2 号、5 号、7 号干电池的电压依次增大
 - D. 多数化学电池中含有汞、镉等重金属元素, 随意丢弃会污染环境
2. 铅酸蓄电池对外供电时, 是把 _____ 能转化为 _____ 能; 对铅酸蓄电池充电时, 是把 _____ 能转化为 _____ 能。
3. 常见的发电方式中有火力发电、水力发电和核能发电。请进一步查询资料, 将你总结的上述三种发电方式的优缺点填入下列空格中。

火力发电: _____。

水力发电: _____。

核能发电: _____。

请提问

1. 风能发电有哪些优点和不足?
2. _____
3. _____
-

第二节 科学探究：怎样产生感应电流

电磁感应现象

如图 18-10 所示是发电机的模型，它有一个可以产生磁场的磁体，一个可以在磁场中旋转的线圈。摇动把手，使线圈快速转动，小灯泡就亮了。这表明发电机发出了电。

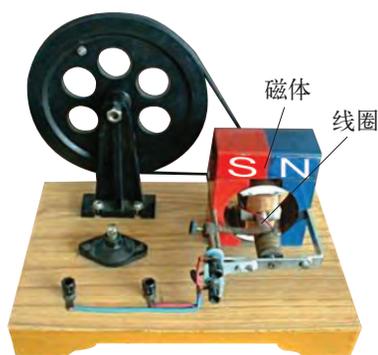


图 18-10 发电机模型

发电机为什么能发电呢？

实验探究

猜想与假设

实验表明：发电机的线圈只有在转动时才能发出电来，由此可以猜想：发电机发电，可能与线圈在磁场中的运动有关。

设计实验与制订计划

将一根导体的两端用细导线悬挂起来，并与灵敏电流计、开关串联组成闭

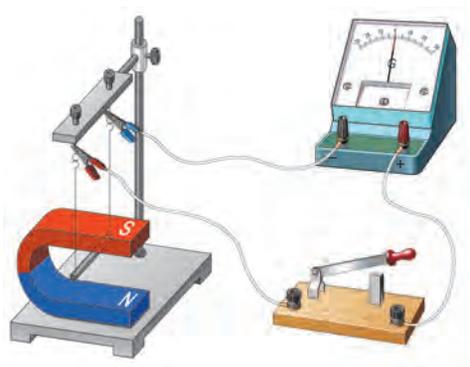


图 18-11 实验装置图

合电路。将导体放在蹄形磁体的磁场中，如图 18-11 所示。探究导体在磁场中怎样运动时，才能在电路中产生电流；并探究影响电流方向的因素。

进行实验与收集证据

按下面的要求完成相应的实验。

1. 闭合开关，让导体在蹄形磁体的磁场中运动，观察在什么情况下电路中能产生电流（灵敏电流计指针发生偏转）。在图 18-12 的示意图中标出电路中产生电流时磁体的磁极，画出磁极间的磁感线；用箭头标出导体的运动方向；并记下灵敏电流计指针的偏转方向。

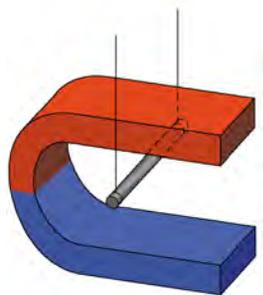


图 18-12 实验示意图

2. 设法改变上一实验步骤中产生的电流方向。仿照图 18-12 画出你的实验示意图，在图上标记出磁体的磁极、磁极间的磁感线、导体的运动方向。尝试你能用多少种方法改变电流的方向。

3. 断开开关，重复步骤 1 或步骤 2，观察灵敏电流计的指针偏转情况。

请写出你观察到的实验结果：

交流与合作

完成实验探究后，请将实验记录在班级中互相交流，并就实验探究中发现的问题进行讨论。建议本实验从以下几个方面进行交流和讨论。

1. 如果导体的运动方向与磁感线方向不垂直，导体中能产生电流吗？
2. 如果导体不动，移动蹄形磁体，导体中能产生电流吗？用学过的知识讨论原因。
3. 在上述实验过程中能量是如何转化的？



探究点拨

交流与合作 在实验中进行交流与合作是非常必要的。个人的假设、实验设计、收集的信息、分析所得的结论都可能存在片面性，因此，在实验中应注意与大家交流讨论，虚心听取他人的意见，同时也将你的想法告诉大家，以便使实验结果更准确。

闭合电路的部分导体在磁场中做切割磁感线运动时产生电流的现象是一种**电磁感应** (electromagnetic induction) 现象，电磁感应现象中产生的电流称为**感应电流** (induced current)。

科学研究证明：

闭合电路的部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，电路中产生感应电流；感应电流的方向与磁场的方向和导体运动的方向都有关系。



图 18-13 动圈式话筒

除发电机以外，电磁感应现象在生活、生产中还有大量的应用。例如，有一种动圈式话筒(麦克风)就是应用电磁感应原理制成的(图 18-13)。

信息窗

法拉第 (M. Faraday, 1791—1867) 是英国科学家 (图 18-14)。他原是书店的一名学徒, 从小热爱科学, 发奋自学, 终成科学巨匠。他经过 10 年的不懈探索, 终于在 1831 年发现了电磁感应现象。



图 18-14 法拉第

发电机原理

发电机、变压器等许许多多电器设备都是根据电磁感应原理制造的。图 18-15 是交流发电机的发电原理示意图。

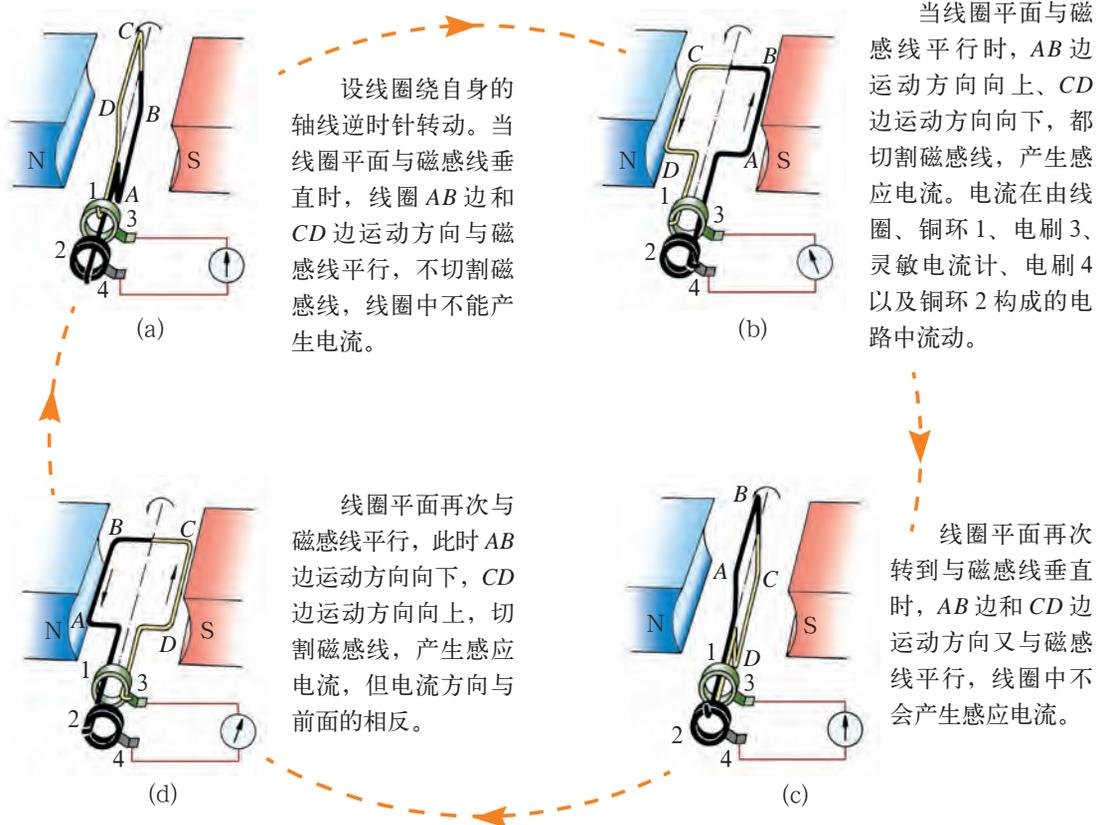


图 18-15 交流发电机发电原理示意图

实际上，交流发电机的结构要比图 18-15 所示的基本结构复杂得多，不过主要还是由转动部分（转子）、不动部分（定子）和其他部件组成，而与图 18-15 所示不同的是，在大型发电机中，转子实际上是产生磁场的电磁铁，而产生感应电流的线圈却是不动的（定子），这种结构便于产生高电压和强电流。

发电机工作时，把转子转动的机械能转变为电能。



作业

- 下列说法中正确的是（ ）。
 - 只要导体在磁场中运动，就会产生感应电流
 - 电动机是利用电磁感应现象制成的
 - 电磁感应现象是电能转化为机械能的过程
 - 产生感应电流的电路必须是闭合的

2. 如图 18-16 所示， a 表示垂直于纸面的一根导体，它是闭合电路的一部分，它在各图中按所示方向运动时，不会产生感应电流的是（ ）。

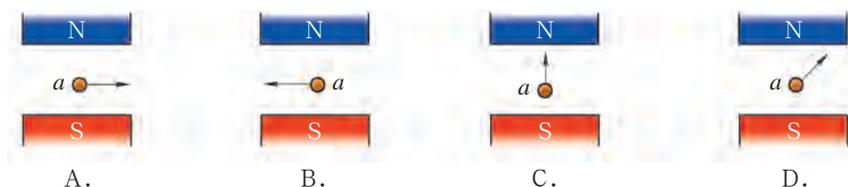


图 18-16

- 发电机的工作原理是（ ）。
 - 磁场对电流的作用
 - 磁极间的相互作用
 - 电磁感应现象
 - 电流周围存在磁场
- 图 18-17 表示的是闭合电路的一部分导体在两磁极间的运动情形。图中小圆圈代表导体的横截面， a 、 b 、 c 、 d 表示运动中四个不同位置。图中的箭头表示导体在那个位

置上的运动方向。请说出，导体在哪些位置会产生感应电流？

5. 如图 18-18 所示是“探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件”的实验装置。闭合开关后，导体棒、灵敏电流计、开关、导线组成闭合电路。

(1) 要使灵敏电流计的指针发生偏转，可行的操作是 _____。

(2) 要使灵敏电流计的指针偏转方向发生改变，可以采取的两种方法是：

方法一：_____；

方法二：_____。

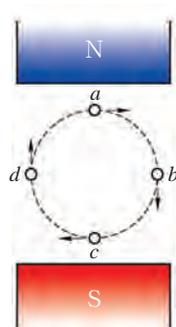


图 18-17

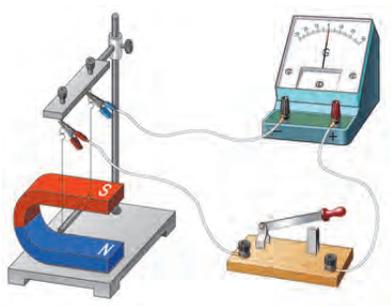


图 18-18

请提问

1. 在交流与合作中，为什么有时需要放弃自己的观点呢？
2. _____
3. _____
-

第三节 电能的输送

高压输电

从发电站到用电地区，通常都有相当长的一段距离。例如，三峡水电站发出的电要送到我国上海等东部地区使用，发电厂与用电处相距上千千米，因此，要用图 18-19 所示的那些跨山越水的巍峨铁塔上的电缆来输送电能。



加油站

变压器的工作原理是电磁感应，它能将输入变压器的交流电压升高（升压变压器）或降低（降压变压器）（图 18-20）。变压器不能改变直流电的电压。



图 18-20 变压器



图 18-19 高压输电线把强大的电能送到远方

家庭用电的电压是 220 V，然而高压输电线上的电压通常都有几百千伏。

为什么要用这么高的电压输送电能呢？

这是因为采用高压输电，可以减少电能在输送线路上的损失。根据已学的知识，想一想，为什么高压输电能减少电能的损失？

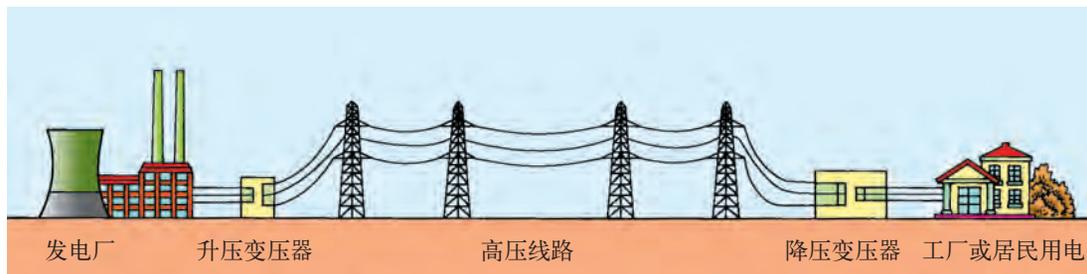


图 18-21 远距离输电示意图

发电厂发出的交流电需先用升压变压器把电压升高到数百千伏后再送到交流电网上，升压后的高压电流通过架空高压输电线送到用电地区的变电站进行一至两次降压，电压降至 10 kV 后送到工矿、科研和生活区等目的地，再用变压器降至 220 V 供家庭用户使用，如图 18-21 所示。

目前我国远距离送电采用的电压有 110 kV、220 kV 和 330 kV，少数地区采用 500 kV 的超高压送电。

高压触电及其防护

用电器为什么不直接使用高电压呢？

高电压的绝缘防护要求很高，直接供给家用电器是十分不安全的。

当高压带电体与人、动物和建筑物等物体距离较近时会产生放电现象，使人和动物触电，称电弧触电（图 18-22）。所以，高压输电线都架得很高。



图 18-22 要防止高压电弧触电



图 18-23 警惕跨步电压的伤害

若高压输电线不慎发生断裂，一端落到地上，在地面上以落地点为中心的区域会形成很高的电压，这通常称为跨步电压。人和动物若走到此区域内会发生触电事故，如图 18-23 所示。

为了防止高压触电造成人身伤害，必须远离高压带电体。如发现有高压输电线断落地面时，不可走近，应立即设立警示标志，并通知有关电力部门进行抢修。



作业

- 在输送电能过程中，为了减少电能在线路中的损耗，通常采取的方法是（ ）。
 - 加大输送电流
 - 用高压输电
 - 采用电阻极小的导体输电
 - 减少输电功率
- 小鸟停在高压输电线上并不会触电，这是因为（ ）。
 - 小鸟是绝缘体，所以不会触电
 - 小鸟两爪间电压低，不会使小鸟触电
 - 电线上有一层绝缘的保护材料
 - 线路上电流太弱，小鸟不会触电
- 举世瞩目的三峡工程于 2003 年 8 月开始发电。在庞大而复杂的水电枢纽中，将水的机械能转化为电能的主要设备是（ ）。
 - 电动机
 - 发电机
 - 船闸
 - 升压变压器
- 高压触电常见的两种类型是 _____ 和 _____，对于高压带电体，我们应当采取的防护措施是 _____。

5. 高压输电线都架得很高, 原因是 ()。
- A. 防止高压电弧触电 B. 防止跨步电压触电
- C. 防止阻碍交通 D. 减小电能损失

请提?问

1. 能否有一种装置, 使得当高压输电线一端断落地面时电路自动断电?
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 以法拉第为代表的科学家们的发现使人类从蒸汽时代步入了电气时代。下面的设备中根据法拉第电磁感应原理制成的是 ()。

A. 电动机 B. 电磁铁

C. 发电机 D. 电水壶
2. 风能是正在开发利用的能源, 它有利于生态环境的保护。风力发电的能量转换是: 风车转动将 _____ 能转化为 _____ 能, 发电机将 _____ 能转化为 _____ 能。
3. 电动车越来越受到人们的青睐, 下列关于电动车的“电瓶”能量转化的说法中正确的是 ()。

A. 充电时, 电能转化为化学能, 放电时, 化学能转化为电能

B. 充电时, 化学能转化为电能, 放电时, 电能转化为化学能

C. 充电时, 电能转化为内能, 放电时, 内能转化为电能

D. 充电时, 内能转化为电能, 放电时, 电能转化为内能
4. 下列关于电磁现象的说法中, 正确的是 ()。

A. 通电导体在磁场中的受力方向只与电流方向有关

B. 玩具电动车的电动机是利用电磁感应原理工作的

C. 闭合电路的部分导体在磁场中运动时, 就会产生感应电流

D. 发电机工作时, 将机械能转化为电能

5. 如图 18-24 所示, 可能使灵敏电流计指针发生偏转的情况是 ()。

- A. 开关 S 断开, 导体 *ab* 竖直向下运动
- B. 开关 S 闭合, 导体 *ab* 竖直向上运动
- C. 开关 S 断开, 导体 *ab* 从纸里向纸外运动
- D. 开关 S 闭合, 导体 *ab* 从纸外向纸里运动

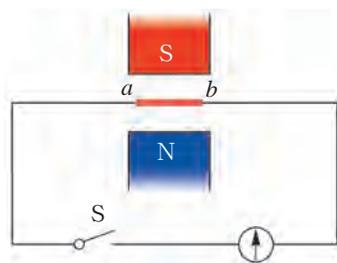


图 18-24

6. 图 18-25 是发电机的工作原理图。放在水平方向磁场中的矩形线圈沿逆时针方向转动, 当线圈转到图 (a)、(c) 位置时, 由于线圈 *ab* 边和 *cd* 边 _____ (选填“切割”或“不切割”) 磁感线, 因而电路中 _____ (选填“有”或“无”) 电流; 当转到 (b)、(d) 两图的位置时, 由于 *ab* 边和 *cd* 边 _____ (选填“切割”或“不切割”) 磁感线, 因而电路中 _____ (选填“有”或“无”) 电流。

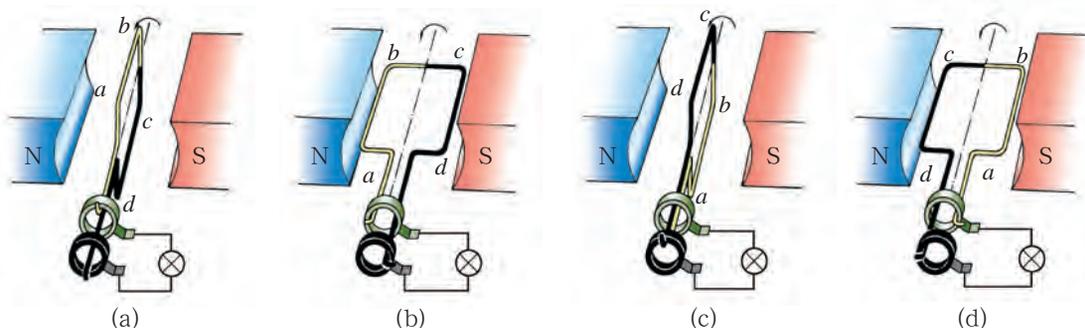


图 18-25

7. 一种动圈式扬声器可以代替话筒使用。如图 18-26 所示, 人对着扬声器的锥形纸盆说话, 声音使纸盆振动, 与纸盆相连的线圈也会随着振动 (线圈是放置在一个永久磁体的磁场中的), 这时线圈中就会产生随着声音变化的电流。以这种方式产生电流的现象在物理学上叫做 _____。它产生的原因是因为扬声器线圈与扩音机组成了闭合电路, 当线圈在磁场中振动时, 线圈的导线 _____, 线圈中产生感应电流。

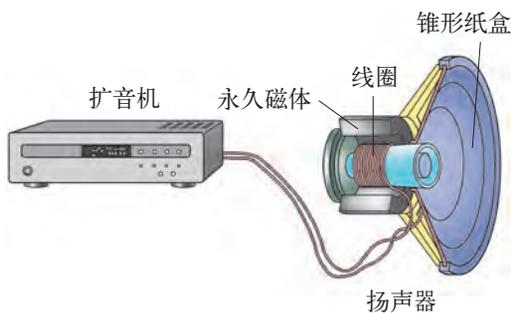


图 18-26

第十九章 走进信息时代

感受信息
让信息“飞”起来
踏上信息高速公路



第一节 感受信息

生活中人们每天都会接收或传递大量信息。比如，“全班同学课后到学校操场集合”这句话，含有要求“谁”“何时”“到何处”和“做什么”的信息。我们这本物理教科书中，就含有大量的信息。生活中，一些信息需要记录并存储起来，一些信息需要传播出去。你知道人们是如何记录、存储和传播信息的吗？

信息的记录和存储

记录信息的形式是多种多样的，它随着人类文明进程的深入而发展。

首先，大脑就是天然的信息存储器。大脑的记忆力到底有多强？能不能测试出来？这仍是一个谜。

但是，仅凭大脑记忆是不够的，人类寻找其他办法来帮助记录和存储信息。文字的出现使人类的信息记录方式产生了根本性的变革（图 19-1）。

早期人们将文字记录在牛骨（图 19-2）和竹简等物品上。缓慢、吃力的手工劳作，笨重且体积庞大的记录材料，限制了信息的传播。

中华民族的祖先发明了造纸和印刷术。由此，加速了知识和思想的传播，加快了文明的进程，也为我们保存了历史的信息。



图 19-1 我国西周初期的文字



图 19-2 商代牛骨刻辞

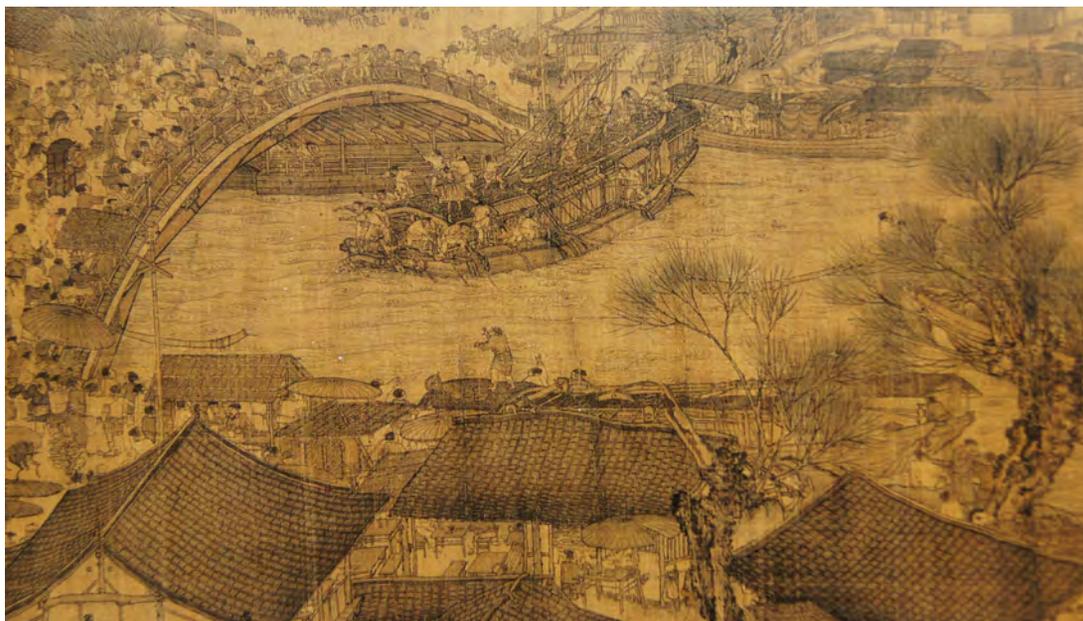


图 19-3 清明上河图

例如，我国的传世名画——清明上河图（图 19-3），描绘了北宋时期繁荣的城市面貌和当时各阶层人民的生活，图中包含的信息量相当大。

随着技术的进步，有了磁记录、光记录等大信息量的记录方式。利用光盘（图 19-4），人们可记录声音、图像等各种信息；一张光盘能容下几十卷图书记录的信息。



图 19-4 一张光盘能容下几十卷图书记录的信息



图 19-5 计算机硬盘

通过计算机移动储存设备、硬盘（图 19-5）和 U 盘等，人们可方便地保存或传送计算机中的信息。

信息的传播

在交通和通信很不发达的年代，人们主要靠人与人之间面对面的交流，以及驿马、烽火（图 19-6）、信鸽等方式传递信息。

早期的信息，传播速度慢、距离近、信息量少。

由于电的使用，使有线电报和有线电话的发明成为可能，使信息的传输方式发生了根本的变化。



图 19-6 烽火传信



图 19-7 贝尔在测试电话

19 世纪 30 年代，莫尔斯 (S. F. B. Morse, 1791-1872) 用短、长脉冲（点和划）代表字母，使信息以电码的形式沿电线传送出去，为人类打开了电信世界的大门。

1876 年，贝尔 (A. G. Bell, 1847-1922) 发明了电话（图 19-7）。这是人类历史上最伟大的发明之一。

电话是利用电信号将人们的语言从一个地方传到另一个地方的装置。电话机通常由话筒（图 19-8）、键盘和听筒（图 19-9）组成。

电话机键盘是用来输入电话号码的装置。当人们按数字键时，信号就被输送出去，自动化设备会根据这些信号接通电话。

话筒中有能振动的膜片和随话音跳动的碳粒。人们对着话筒说话时，膜片便随着声音的高低强弱

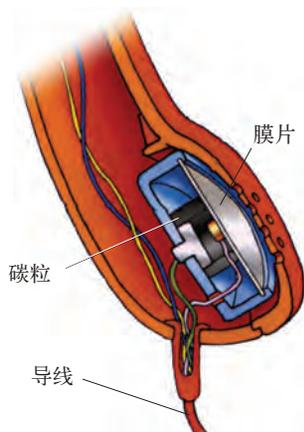


图 19-8 话筒

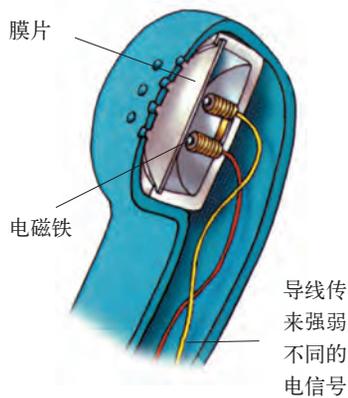


图 19-9 听筒

而发生振动，从而压缩碳粒一紧一松，这样就把强度不同的声波变成了相应大小的电信号。

听筒里有电磁铁和膜片。当强弱不同的电信号传到听筒后，电磁铁便将电信号变成膜片的强弱振动，把传输的声音还原出来。

随着科学技术的发展，人类的信息传播进入了新的时代。



作业

- 人类互相传递信息的方式多种多样，请你举出两例。
 - _____。
 - _____。
 各自的优点是_____。
- 电话的听筒主要利用了电流的（ ）。

A. 热效应 B. 化学效应 C. 磁效应 D. 三种效应都有
- 下列信息存储介质中，保存信息的容量密度最大的是（ ）。

A. 竹筒 B. 纸 C. 录音磁带 D. 光盘
- 数字通信是一种既现代又古老的通信方式。现代电话已全部采用数字信号进行处理。若用“0”和“1”代表“开”和“关”这两个动作，组成一组数字信号，可以表达一句话。例如：

开关动作	开	关	开、关	开、开	关、开
表示数字	0	1	0、1	0、0	1、0
中文意义	我	他	和	同学	是

那么，“我和他是同学”的数字信号为“0, 01, 1, 10, 00”，请参照此代码用另一组信号表达你想说的一句话：_____。

请提问

- 信鸽是如何识别方位，传送信息的呢？

.....

第二节 让信息“飞”起来

使用电线传递信息，必须在信息的收、发者之间敷设电线，这样的结果——世界将布满了电线！

能让信息不受任何阻挡地传递吗？能，那就是电磁波！无论是高山，还是海洋都很难阻挡了！电磁波能让信息“飞”起来。

电磁波

你可能不知道什么是电磁波，但是，你可能听说过 X 光片、红外遥控、紫外杀菌、微波通信、无线电收音机……

γ 射线、X 射线、紫外线、可见光、红外线、微波和无线电波等都是电磁波（图 19-10）！

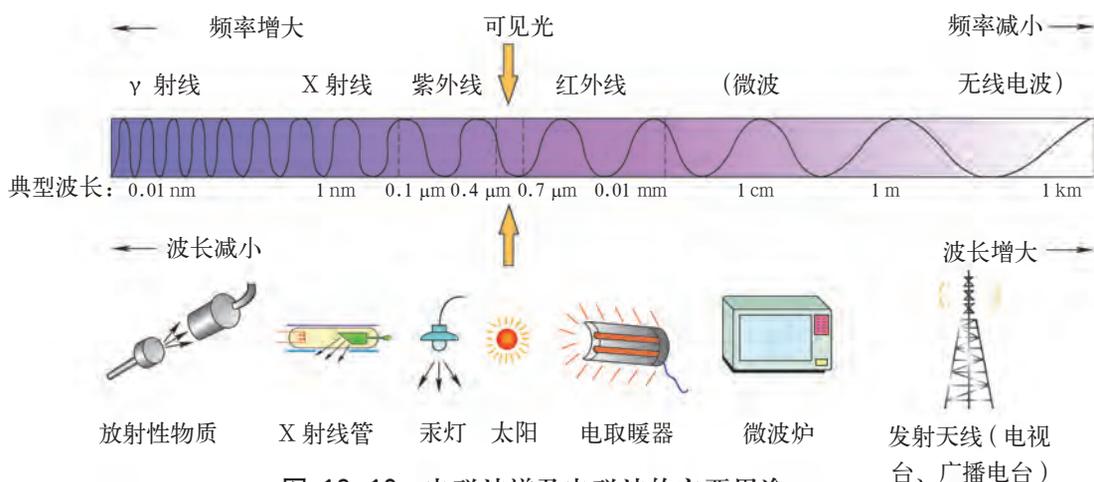


图 19-10 电磁波谱及电磁波的主要用途



图 19-11 在沙漠中通过卫星给家里打电话

电磁波的用途非常广泛：医生用 γ 射线做脑手术；用 X 光片判断是否骨折；电视机、空调等设备的遥控器都是红外遥控；微波在通信领域、日常生活中大显身手；至于无线电波，收音机、电视机、飞机和舰船上的雷达可都少不了它。

为什么我们能收看电视、收听广播、接收到手机的信号呢？为什么在沙漠中（图 19-11）、汪洋大海中、太空中，我们都能建立联系呢？因为我们生活在电磁波的海洋里，电磁波将我们联结在一起（图 19-12）。

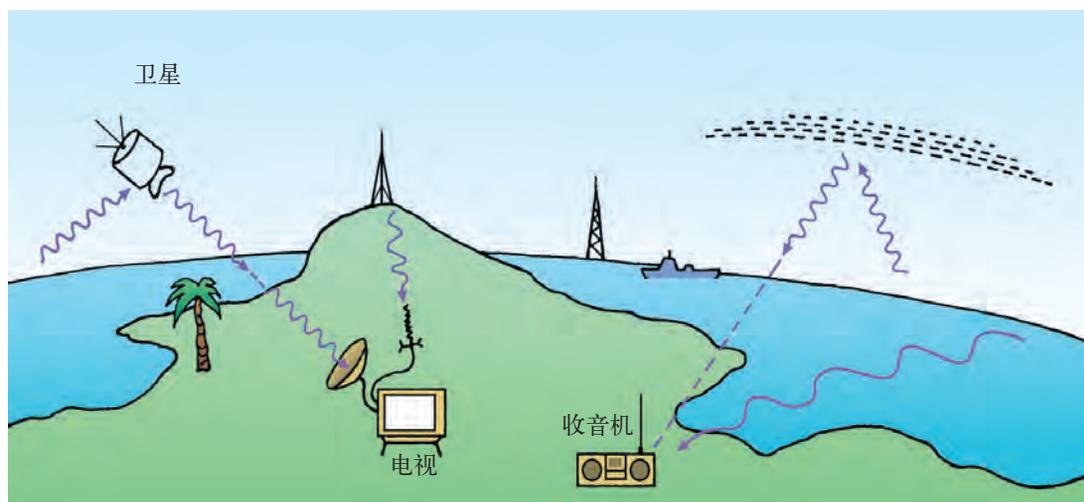


图 19-12 电磁波将我们联结在一起

波的特征

电磁波是一种波。在物理学中，常用波速、波长和频率来描述波的特征。

波传播的快慢用**波速** (wave velocity) 描述。电磁波传播的速度等于光速。前面已经讲过真空中的光速 $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，空气中的光速接近于真空中的光速。运用电磁波，信息的传播速度可以得到极大的提高。

波长 (wavelength) 是相邻两个波峰 (或波谷) 间的距离, 用字母 λ 表示 (图 19-13)。在国际单位制中, 波长的单位是米 (m)。

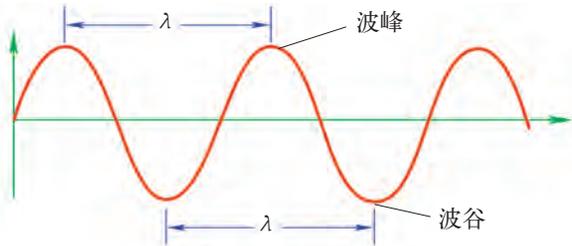


图 19-13 波长

频率 (frequency) 为波周期性变化的次数与时间之比, 用字母 ν 表示。频率的单位不仅有赫 (Hz), 还有千赫 (kHz) 和兆赫 (MHz) 等。它们之间的换算关系是:

$$1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz},$$

$$1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}.$$



图 19-14 示波器

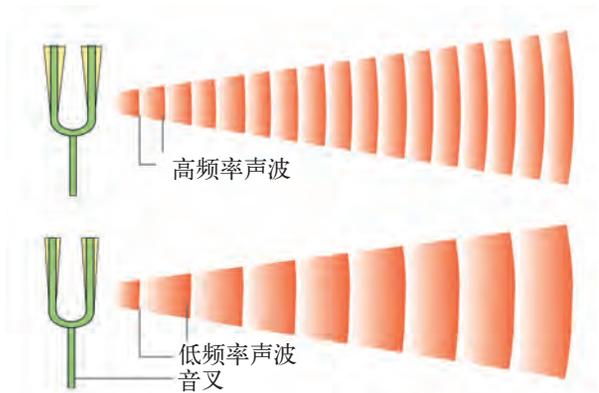


图 19-15 频率越高, 每秒振动的次数越多

波速、波长与频率的关系* 为

$$c = \lambda \nu.$$

c : 波速
 λ : 波长
 ν : 频率

在真空中, 电磁波的波速一定, 所以电磁波的波长和频率互成反比关系。频率越低, 波长越长; 反之, 频率越高, 波长越短。

用于通信的电磁波的主要范围及用途

电磁波谱	频率范围 ν /Hz	波长范围 λ /m	用途
长波	$10^4 \sim 10^5$	30 000~3 000	越洋长距离通信和导航
中波	$10^5 \sim 1.5 \times 10^6$	3 000~200	无线电广播
中短波	$1.5 \times 10^6 \sim 6 \times 10^6$	200~50	电报通信
短波	$6 \times 10^6 \sim 3 \times 10^7$	50~10	无线电广播、电报通信
米波	$3 \times 10^7 \sim 3 \times 10^8$	10~1	调频无线电广播
微波	$3 \times 10^8 \sim 3 \times 10^{11}$	1~0.001	电视、雷达、无线电导航及其他专门用途

信息窗

电磁污染

电磁污染，已被认为是继大气污染、水质污染、噪声污染后的第四大公害。它是指天然的和人为的各种电磁波干扰和有害的电磁辐射。在充分享受电磁波带来方便的同时，人们也日渐感受到它的负面效应：当电磁辐射达到一定强度时，会导致控制系统和信息传输系统的失控，也会引起头疼、失眠、记忆衰退等不适症状。

作业

1. 所有波都具有波速、波长、频率三个特征，电磁波也一样。常将波传播的快慢用_____描述，相邻两波峰（或波谷）间的距离称为_____，波周期性变化的次数与时间之比称为_____。电磁波在真空中传播的速度是一定的，是_____m/s。

2. 长波、中波、短波在真空中传播速度一样大，其中频率最高的是_____。

3. 举出以下四种电磁波在人们生活、生产中应用的事例（每种电磁波各举一例）。

示例：

红外线：电视机遥控器利用红外线进行遥控。

(1) 无线电波：_____。

(2) 微波：_____。

(3) γ 射线：_____。

(4) X射线：_____。

4. 我们在充分享受电磁波给我们带来的各种方便的同时，不要忘记电磁波也会给我们带来负面效应，请你试举出一事例加以说明。

5. 下列家用电器中利用电磁波工作的是（ ）。

A. 电熨斗 B. 电风扇 C. 微波炉 D. 洗衣机

6. 通过各种信息渠道，了解电磁波的存在和应用。

请提？问

1. 电磁波是怎样传递信息的呢？

2. _____

3. _____

.....

第三节 踏上信息高速公路

信息高速公路是指可以交流各种信息的大容量、高速度的通信网络，电话、电视、广播等的信号以及数据文件都可以在光纤构成的“信息高速公路”上传播，并且互不干扰。

光 纤

光导纤维(optical fiber)简称光纤，是传输光信号的器件。

运用光纤传送信息的容量，比运用电线传送信息的容量要大很多。目前，一根光纤能同时传输相当于10 000根电线的信息量。随着科学技术的发展，光纤能传送的信息容量还会更大。

迷你实验室

材料：手电筒一只，彩色透明纸若干，光纤一束。

内容：用不同的方式，将彩色透明纸蒙在手电筒的玻璃上，再将光纤的一端垂直放置其上。

1. 观察不同颜色的光在光纤中传播的现象。
2. 观察光纤弯曲成不同的角度、甚至成环状时，光在光纤中的传播。

光纤很细（图 19-16），有内外两层，由于内外层的折射本领不一样，光在光纤中传播时，就不会跑到外层了（图 19-17）。光纤的抗干扰能力强，能减少信号衰减，适用于远距离、大容量传输信息（图 19-18）。

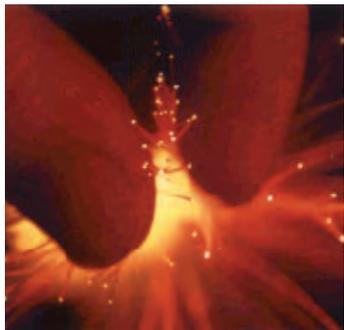


图 19-16
细如发丝的光纤

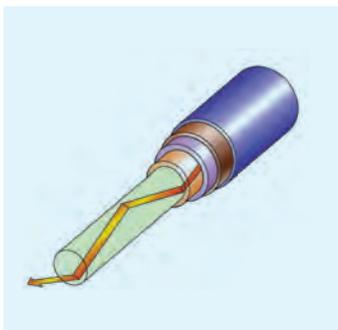


图 19-17
光在光纤中的传播



图 19-18 在光纤组成的“信息高速公路”上，
可以同时传送 500 个电视频道信号

现代电信网络

人们每天都在打电话，其实，要打通一个电话，可不简单了！电话系统是由许多有线、无线网络构成的（图 19-19）。

卫星通信：卫星把地面站送来的信号接收下来，

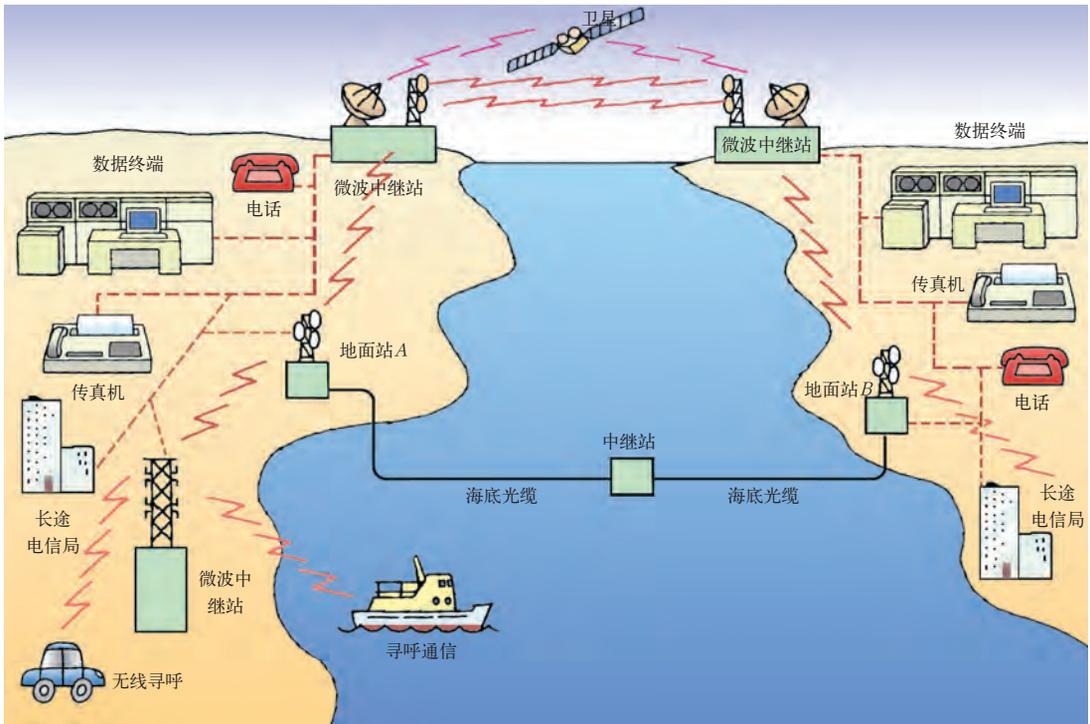


图 19-19 电话网络

进行放大，然后转发给另外的地面站。

微波通信：微波通信像接力赛，每隔几十千米修建一座接力站，接收并放大信号，继续传送。

移动通信：移动电话用微波信号与电话网络联系。移动通信的基地台是按蜂窝（图 19-20）的构造布局的（图 19-21），这样，大大增加了无线电覆盖的有效面积，减少了转接信息的基地台数量。因而移动电话也被称为“蜂窝电话”。



图 19-20 蜂窝



图 19-21 移动通信的基地台

互联网

互联网（如因特网 internet）将分布于世界各地的计算机网络连接起来，用来传送计算机信号。

人们通过计算机，进入因特网这个信息高速公路，足不出户就可以获得世界各地的各种信息。网络让我们即使远隔千山万水，却仿佛近在咫尺。

因特网为我们提供了崭新的学习方式——网络学校。随时随地打开计算机，你就可以开始学习，图书馆和实验室都能进入你的家里，即便你足不出户也能了解天下大事（图 19-22）。

网上医院使异地的病人得到国内外高水平名医的诊治，它能及时传递信息，挽救病人的生命。

因特网使信息在全球范围内得到了高速共享。

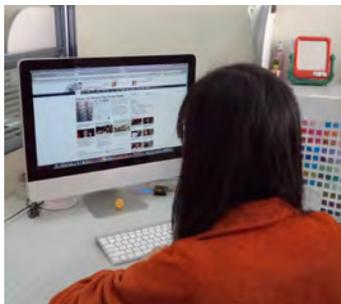


图 19-22
足不出户知天下事

信息窗

再也不会走失了

卫星定位系统是一个能够快速提供精确的位置和时间等信息的系统（图 19-23）。

卫星定位系统由三部分组成。空间段：在距地球 20 000 km 以上的轨道上，均匀分布着若干颗带有原子钟的卫星；地面段：保证空间原子钟的计时准确，并完成导航数据的计算；用户段：卫星定位接收机等。

卫星定位系统全球通用、全天候服务。你带着卫星定位接收机去探险，就再也不会走失了。



图 19-23 卫星定位系统



作业

1. 光纤是传播光的器件，其优点是 _____ 强，能减少信号 _____，适用于 _____ 传输信息。
2. 手机是现在人们最常用的通信工具之一，手机间通话和收发信息是利用（ ）。
A. 微波传送 B. 超声波传送 C. 光纤传送 D. 空气传送
3. 利用互联网可以方便地进行一些信息的传递，下列各种方式中，目前还不能通过互联网做到的是（ ）。
A. 远程教育 B. 做饭 C. 远程医疗会诊 D. 打网络电话
4. 查询资料，说说你对卫星通信、微波通信和移动通信的看法。

请提问

1. 光波是怎样传递信息的呢？
2. _____
3. _____
-



本章练习

1. 关于电磁波和现代通信，请判断下列各表述是否正确。
 - (1) 电磁波的频率越高，在空气中传播的速度就越大。 ()
 - (2) 微波不具有能量。 ()
 - (3) 电磁波可以在真空中传播。 ()
 - (4) 光纤通信具有传输信息量大、信号衰减小等特点。 ()
 - (5) 固定电话的听筒把声音变成变化的电流。 ()
 - (6) 移动电话是靠电磁波传递信息的。 ()
 - (7) 微波传输时要靠微波中继站才能传输较大的距离。 ()
 - (8) 卫星只能作为传送电视信号的中继站。 ()

2.* 图 19-24 是收音机的调台面板，“FM”和“AM”为两个波段，_____波段的波长较长；在图中 AM 波段“750”字样代表接收电磁波的波长为_____。

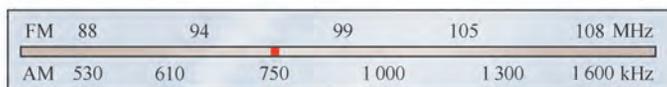


图 19-24

3. (1) 如图 19-25 所示是地球上的人造卫星进行通信的示意图。结合示意图，简要说明卫星通信的原理。

(2) 现在许多长途电话是以地球同步卫星做中继站的。打这种长途电话时，会感到对方的反应有些延迟。造成这种延迟的原因之一是无线电波在射向卫星和从卫星返回时需要一定的时间。假设某人造卫星与地面的距离是 36 000 km，请你估算延迟的时间。

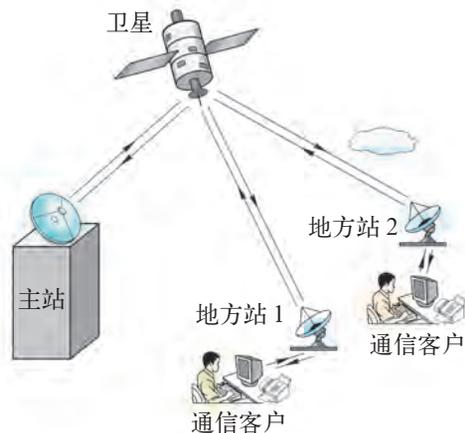


图 19-25

实 践 与 总 结

1. 实践活动：

自己制作一台小收音机，并用它收听一个频率的广播节目。自己查找资料或向老师请教，看看需要哪些材料？

2. 本章总结：

本章的要点有 _____

第二十章 能源、材料 与社会

能量的转化与守恒
能源的开发和利用
材料的开发和利用



第一节 能量的转化与守恒

多种形式的能量

电闪雷鸣，波涛汹涌……在自然界和生活中，能量以多种形式展现着（图 20-1）。

自然界中能量展现的形式是形形色色、多种多样的。我们已学过机械能、电能和内能等，下面，我们还将学习化学能和核能。

化学能（chemical energy）是由于化学反应而产生的能量。

木材的燃烧是一种化学反应，燃烧时产生的光和热就来源于木材里储存的化学能（图 20-2）。食



(a) 电闪雷鸣



(b) 波涛汹涌



图 20-2 木材燃烧

图 20-1 自然界中的能量



图 20-3 我国第一颗原子弹爆炸

物也具有化学能，人们的生活、工作所消耗的能量就来源于食物里储存的化学能。

核能 (nuclear energy) 则是由于核反应，物质的原子核结构发生变化而释放的能量。

原子弹、氢弹爆炸时释放的能量就来源于核能 (图 20-3)。

交流与讨论

在日常生活和生产活动中处处都离不开能量。你能说出图 20-4 中各种物体所具有的能量吗？



(a) 山顶上的石块



(b) 滚动的足球



(c) 加热后的物体



(d) 牛奶、面包和水果



(e) 导线中的电流

图 20-4 日常生活中常见的能量

能量的转移与转化

自然界中，能量不但可以从一个物体转移到其他物体，而且可以从一种形式转化为其他形式。物体碰撞时，动能从一个物体转移到其他物体 (图 20-5)。

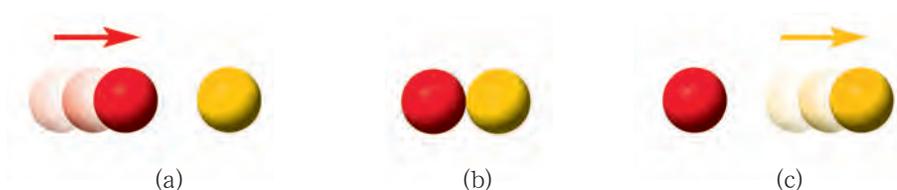


图 20-5 碰撞时物体之间会发生能量的转移

电灯发光时，电能转化为光能和内能（图 20-6）。

地球上的能量主要来源于太阳。太阳的内部每时每刻都发生着剧烈的核反应，释放出巨大的能量。太阳能给大地带来光明和温暖，带来云、雨、风、浪和滔滔的江河（图 20-7）。



图 20-6 电灯发光时发生能量的转化



图 20-7 地球上的能量主要来自太阳

生命活动离不开太阳能。植物通过光合作用将太阳能转化为化学能储存在其体内。食草动物从植物获取其生命活动所需要的能量，其中一部分转化为内能，另一部分则转化为化学能而变成了机体的一部分。食肉动物则通过捕食食草动物来获取能量。

煤、石油和天然气中的能量则来源于亿万年前植物、动物体内的化学能。

能量守恒定律

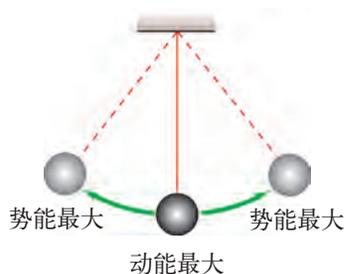


图 20-8 小球在运动时
能量守恒

能量的转移和转化一直是人们研究的一个重要问题。长期以来，为了提高机械的工作效率，人们总是希望将一种形式的能量尽可能多地转化为另一种形式的能量。甚至希望找到一种机械，能无损耗地将一种形式的能量转化为另一种形式的能量，或产出多于输入的能量。但大量的研究表明，自然界的能量是守恒的，科学家们将研究的结果概括为**能量守恒定律** (law of conservation of energy)，即：

能量既不会消灭，也不会创生，它只会从一种形式转化为其他形式，或者从一个物体转移到其他物体，而能的总量保持不变。



交流与讨论

你知道如图 20-9 所示的玩具小丑在跳动过程中，能量是如何转化的吗？

能量守恒吗？

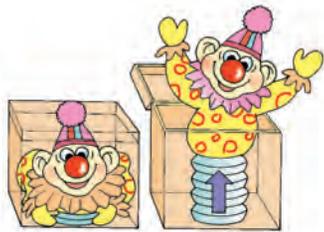


图 20-9
跳动的小丑

例如，小球摆动时，势能与动能不断地相互转化。当小球到达最高处时势能最大；随着小球的下降，势能逐渐减小，动能逐渐增大，势能转化为动能；当小球下降到最低点时，势能最小，动能则最大（图 20-8）。

小球在摆动过程中能量应该守恒，似乎小球应该永远摆动下去。可事实上，小球的机械能是不断减小的，最终小球会停下来。这是为什么呢？原来，小球在运动过程中与空气摩擦还要产生热，则小球的一部分机械能转化为内能，如果将此内能一并计算进去，总的能量还是守恒的。

想一想，能不能制造出这样一种装置，它既不消耗能量，又能永远不停地运动着？

能量转移与转化的方向性

从能量守恒定律看，我们无法制造出既不消耗能量又能对外做功的装置。那么，我们能否制造出一种装置，既满足能量守恒定律，还能永远不停地运动呢？例如，图 20-8 中的小球在摆动过程中有一部分机械能转化为内能，假设这部分内能可自动地转化为机械能，那么，小球的机械能没有损失，并且小球还能永远不停地运动。这种设想可行吗？

物理学的研究表明，能量的转化与转移具有方向性。小球在摆动过程中，由于摩擦的存在，一部分机械能会转化为内能，这部分内能不可能自动地再转化为机械能，如果没有能量的补充，小球最终会停止运动，所以，上面的设想是不可行的。

图 20-10 是有人设想的一种能永远运动的装置——“永动机”。想一想，它真的能一直不停地运动下去吗？



图 20-10
一种“永动机”的设想



作业

1. 说出下列过程中能量转化或转移的情况。

- (1) 启动汽车的发动机，汽车向前开。 _____
- (2) 滑滑梯时，臀部发烫。 _____
- (3) 利用电饭锅烧饭。 _____
- (4) 用太阳能电池板给十字路口的红绿灯供电。 _____

2. 雷电是大气中的放电现象，你能说出其中能量转化的方式吗？

请提问

1. 地球会永远绕太阳运动吗？

.....

第二节 能源的开发和利用

能源与社会

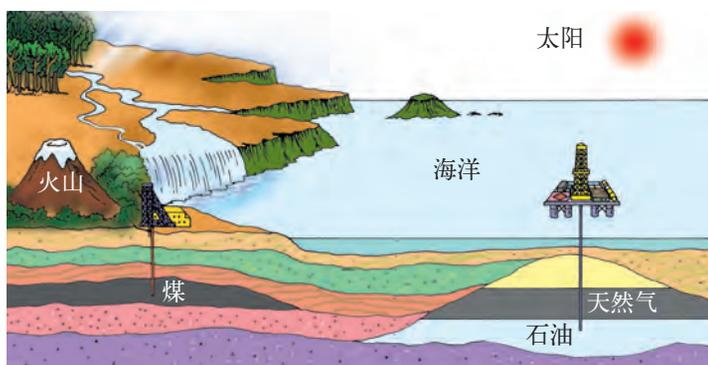


图 20-11 自然界中的部分能源

自然界存在多种能为人类提供生活、生产所需能量的能源（图 20-11）。像太阳能、风能、水能以及动、植物等这类可以长期提供或可以再生的能源属于**可再生能源**（renewable energy source）；而像煤、石油、天然气和铀矿这类化石或矿物能源，一旦消耗就很难再生的能源属于**不可再生能源**（nonrenewable energy source）。

纵观几千年的文明史可知，人类发现、开发、利用能源的历史，就是其认识自然、理解自然的历史。

人类对木材、水力（图 20-12）、风力、畜力等自然能源的利用促进了人类文明的发展。

文明和技术的发展造成能源的消耗日益增多。人们的目光开始从如何利用身边的自然能源转移到

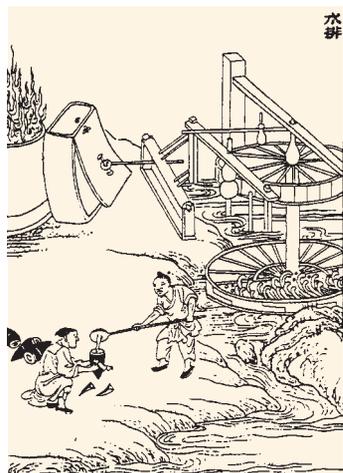


图 20-12 我国古代对水能的利用

如何获取更多的能源。于是，大约在 200 多年前，由于煤的大量开采，人类利用能源的历史进入了一个崭新的时期。

用煤作燃料的蒸汽机（图 20-13）的发明，带来了人类历史上的第一次工业革命。各种机械以及交通工具的相继发明大大提高了社会生产力。随后，石油、天然气先后成为人类生产、生活广泛使用的能源。

通过对电和磁的研究，人类找到了开发和利用能源的新途径。电能的利用为人类带来了一个光明、灿烂的新世界（图 20-14）。各种电气设备的发明，使人们的生活水平和生活质量得到了极大的改善，但人类对能源的需求和依赖也越来越大。开发和利用核能成为人类获取能量的一个新途径。



图 20-13
蒸汽机车在人类历史上起着重要的作用，现在已经很难见到它的踪迹



图 20-14 灯火辉煌的城市夜景

能源与环境

能源的大量开发和使用，会造成环境污染与生态破坏。如何在开发和使用能源的同时保护好我们赖以生存的地球，这已经成为一个全球性的重大课题。

煤的燃烧会产生大量的二氧化碳气体和烟尘，造成空气污染。

大气中的二氧化碳的浓度增大，导致温室效应增强，全球变暖，危害生态平衡。

火力发电厂发电时所产生的“余热”会引起热污染。

泄漏的石油污染海洋（图 20-15）；汽车排放的尾气和各种工业废气笼罩在城市的上空（图 20-16）……

人类将如何才能解决好利用能源与保护环境这一问题呢？



图 20-15 人们正在清理海上漂浮的石油



图 20-16 烟雾笼罩的城市

开发新能源

太阳能 (solar energy)

太阳能是一种既相对清洁，又取之不尽的能源。目前，人们主要采用光转化为电、光转化为热的方式来开发、利用太阳能。前面我们已经介绍过采用光转化为电的一种方式——太阳能电池。这里介绍如何采用光转换为热的方式利用太阳能。

采用光转化为热的方式可以发电，也可以供家庭用来取暖、加热生活用水。

图 20-17 是一种常见的太阳能热水器。它工作

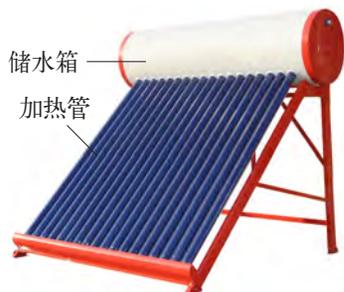


图 20-17 一种家庭常用的太阳能热水器

的原理是：太阳光的照射使加热管内水的温度上升，由于热水的密度比冷水的小，管内热水不断上升并储存在储水箱上部；同时，储水箱内温度较低的水下降到加热管，通过水的不断对流，最终使得储水箱内水的温度升高。

核能

核能的开发和利用采用两种方式：一种是利用核裂变释放能量；另一种是利用核聚变释放能量。

核裂变 (nuclear fission) 是较重的原子核裂变为较轻的原子核的一种核反应。研究发现，铀原子核在中子的轰击下将会产生裂变反应（图 20-18）。每一个铀原子核的裂变除了要产生大量的热量以外，还要产生 2 到 3 个以上的中子。

科学家研究发现：如果放在一起的铀超过了一定质量，就会发生剧烈的核反应。一个铀原子核分裂出 2 至 3 个中子，这 2 至 3 个中子又要去轰击 2 至 3 个铀原子核，使这些铀原子核也发生裂变，如此下去就会产生系列化的越来越剧烈的反应。这种核反应被称为链式反应。如果这种核反应不加以控制将快速地进行下去，并在极短的时间内释放出巨大的能量，发生强烈的爆炸。原子弹就是根据这个原理制成的。

核聚变 (nuclear fusion) 是较轻的原子核结合成为较重的原子核的一种核反应。它是产生核能的另一种方式。

如图 20-19 所示是氘核和氚核结合成为氦核的聚变过程。这种核反应会释放巨大的能量。

利用核聚变也能制造核武器。氢弹就是利用核聚变原理制造的一种威力比原子弹还要大得多的核武器（图 20-20）。

怎样才能利用核能造福于人类呢？

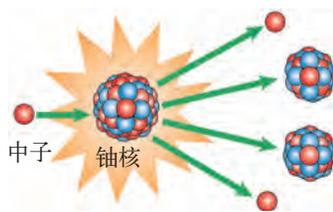


图 20-18 核裂变

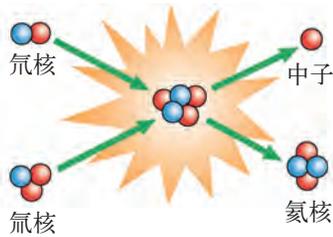


图 20-19 核聚变会释放巨大的能量



图 20-20 利用核聚变原理制造的氢弹爆炸时产生的巨大的蘑菇云

利用核能发电是人们和平利用核能的一个重要方面。目前，世界上已经利用核裂变原理建成了许多核能发电站。

地热能 (geothermal energy)

地球内部蕴藏着大量的热。在有地热资源的地方可以开发和利用地热来发电 (图 20-21)。



图 20-21 地热能发电厂

潮汐能 (tidal energy)

月球、太阳对地球的引力作用产生了潮汐。每天，涨潮与落潮蕴藏着巨大的能量，这种能量可以用来发电。

图 20-22 所示为一种利用潮汐能发电的示意图。

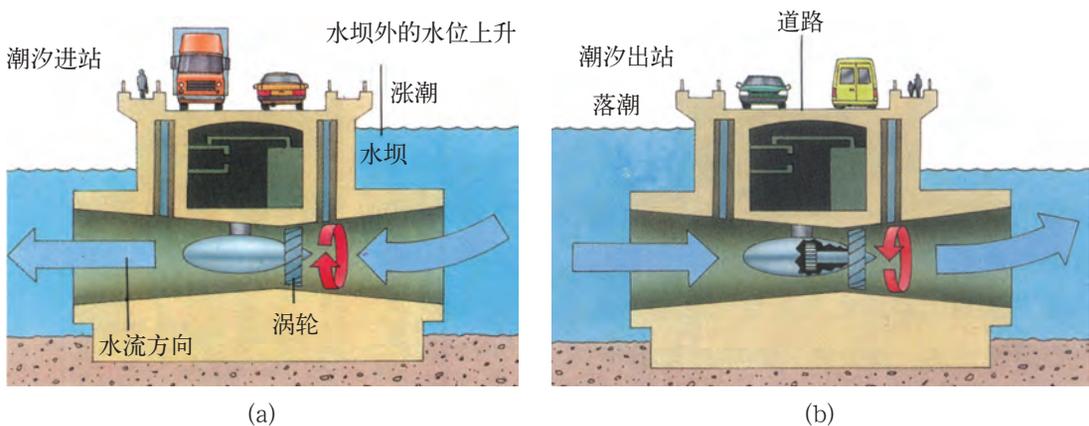


图 20-22 潮汐能发电

涨潮时，海水汹涌而来，潮水从导流孔流入水库的同时推动水轮机转动，水轮机带动发电机发电。随着潮水的不断涌入，水库水位逐渐上涨，储存着能量。

落潮时，海水奔腾而去，水位陆续下降，水库的水流从导流孔流向大海，推动水轮机再次转动，水轮机又一次带动发电机发电。

潮汐发电成本低，污染少，是一种很有发展潜力的新能源。

风能 (wind energy)

风具有很大的能量。这种能量可以给人类带来极大的破坏，拔起大树，吹倒房屋……但我们也可以利用风能为人类服务。

人们很早就学会了利用风能行船、抽水、磨谷……

风能还可以用来发电（图 20-23）。



图 20-23 新疆达坂城的风力发电场



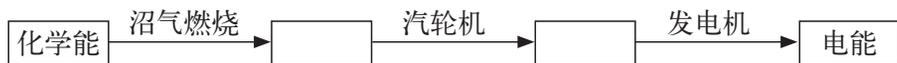
作业

1. 请你在下表的空格中至少填上 3 个能量转化的实例（每个空格限填 1 例），形式如示例。

实例 由 \ 转化为	机械能	电能	化学能	光能	内能
机械能					
电能				日光灯发光	
化学能		蓄电池放电			
光能					
内能					

2. 随着世界性能源危机的日益加剧,一向为人们所唾弃的垃圾也身价倍增,变成了能源再生的“宝库”。利用垃圾的一种方式就是将垃圾填埋后,通过厌氧发酵产生沼气,这些沼气燃烧,产生高温燃气,推动汽轮机转动,汽轮机驱动发电机来发电。

(1) 根据上面的短文,请你将垃圾发电过程中的能量转化填写完整。



(2) 垃圾填埋后产生的沼气是一种 _____ (选填“可再生”或“不可再生”) 能源。利用垃圾发电与传统的垃圾填埋处理方法相比有哪些优点: _____。

3. 请调查一下,你的家乡是否有正在开发的新能源。如果有,看看这些能源是怎样被开发利用的。

4. 请设计一个利用太阳能的装置。

请提?问

1. 能研制出既能食用又能作为电池的“水果”吗?

2. _____

3. _____

.....

第三节 材料的开发和利用

材料与社会

书本、课桌、黑板，道路、高楼、桥梁，手机、彩电、冰箱……我们周围大大小小的物品都是由各种材料制成的。

正如人类开发和利用能源那样，人类社会的发展与人们对材料的认识、开发和利用密切相关。

100 万年以前，原始人就学会利用不同性能的天然材料了，如把木料、石头、动物的皮、骨等制成工具或用作生活用品。这是原始人智力发展中迈出的重要一步。随着制造技能的不断提高，人类经历了旧石器和新石器时代（图 20-24）。

大约在 5 000 年前，人类学会了冶炼金属铜并用其来制造工具。后来通过在冶炼铜时加入少量的锡，获得了比纯铜更坚硬、密度更小、强度更高的青铜。青铜的利用提高了社会生产力，人类从此进入了青铜器时代（图 20-25）。

铁の利用为人类大规模制造机器提供了材料基础，开创了人类历史的又一个新纪元。以铁为主发展出的高性能钢铁材料，如今已经成为材料家族的主体。

材料的发展也为科学技术的发展提供了物质基础。



图 20-24 原始人类用石材制造的工具



图 20-25 铸钟——我国是世界上最早掌握青铜冶炼技术的国家之一

材料的导电性

材料的导电性是物理学研究的一个重要方面。

根据材料的导电性能，材料可分为导体、半导体及绝缘体三大类。

材料的导电性能是由材料内部电子的运动状况决定的。金、银、铜、铁等金属材料是导电性能较好的良导体。绝缘体的电阻很大，电流几乎不能通过，因此，绝缘体常常被用来隔离带电物体（图 20-26）。半导体材料的导电性能介于导体与绝缘体之间，具有一些特殊的物理性质。

铜、铝是最常用的电的良导体，通常被用来制成传导电流的导线。

一般情况下，玻璃和橡胶等材料都是绝缘体。

半导体材料有硅（图 20-27）、锗和砷化镓等。

你知道怎样判别导体和绝缘体吗？

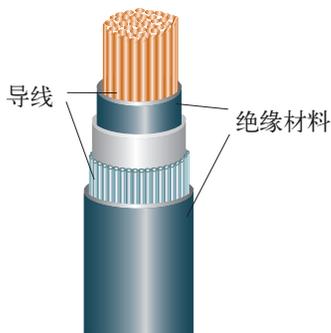


图 20-26 电缆内部的导线用来传导电流，外部的绝缘材料则用来绝缘



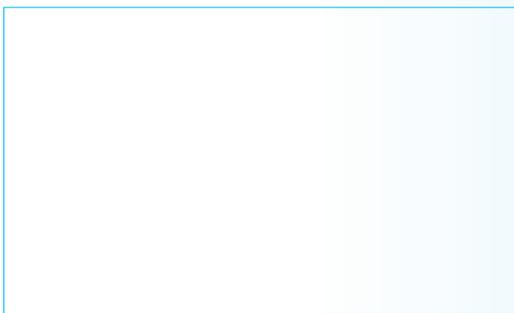
图 20-27 硅材料常用于制造半导体元件

实验探究

导体与绝缘体

实验材料：电源、灯泡、导线、接线柱、开关、待测材料。

实验设计：在右边的方框中，自己设计一个实验电路，进行实验，判定待测材料是导体还是绝缘体。



半导体材料可以制成二极管、三极管等半导体元件（图 20-28）和集成电路。

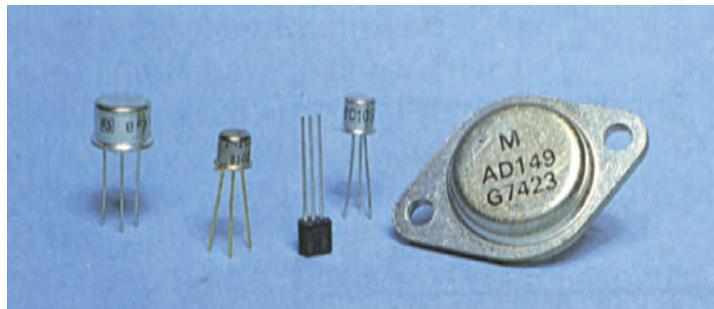


图 20-28 半导体元件

从常用的电器，如收音机、录音机、电视机、电脑等中，都可以找到大量的半导体元件。

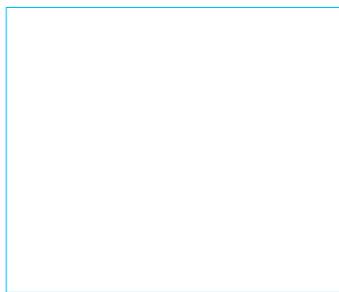
半导体元件具有许多独特的功能。例如，半导体二极管具有单向导电性，即仅允许电流由一个方向通过元件。半导体三极管可以用来放大电信号。

实验探究

半导体二极管单向导电特性

实验材料：电源、灯泡、开关、导线、接线板、接线柱、半导体二极管（符号： $\begin{array}{c} \text{—} \\ | \\ \text{—} \end{array}$ ）。

实验设计：自己设计实验电路，探究半导体二极管的单向导电特性，并将设计的电路画在右边的方框中。



开发新材料

为了制造物美价廉、性能更好的物品，人们正不断地研究性能更好、更有价值的新材料，如超导材料、纳米材料等。

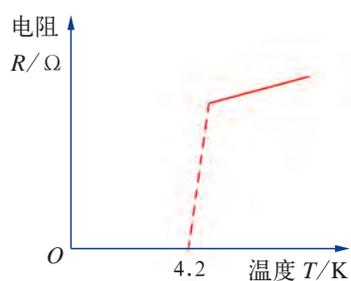


图 20-29 汞电阻随温度变化的图线

超导材料

1911 年，昂内斯 (H. K. Onnes) 在研究汞电阻随温度的变化时，观察到在温度降低到 4.2 K 时汞的电阻值突然降低到几乎为零，从而发现超导现象 (图 20-29)。发生超导现象的材料叫超导材料。

超导材料不仅电阻为零，而且还存在其他引人注目的特性。

1933 年，迈斯纳 (W. Meissner) 和奥森菲尔德 (R. Ochsenfeld) 发现了超导磁浮现象 (图 20-30)。

超导材料特有的性能，强烈地吸引着人们。



图 20-30 超导磁浮现象

超导材料出现以后，人们首先想到的就是利用超导体的零电阻特性实现远距离大功率输电，因为超导输电线可以无损耗地输送极大的电流。这意味着用细电线就可以输送强电流。

超导磁浮现象使人们想到可以用超导体来实现交通工具的无摩擦运行，这将会大大提高交通工具的运行速度。

20 世纪末，人们分别对超导列车、超导船进行了可行性实验。可以预期，在不久的将来，超导材料的应用将对世界产生巨大的影响。

纳米材料

纳米材料统指合成材料的基本单元大小限制在

1~100 nm 范围内的材料,这大约相当于 10~1 000 个原子紧密排列在一起的尺度。

纳米材料除了其基本单元的尺度小以外,在力、热、声、光、电、磁等方面还表现出许多特殊的性能,如它可以大大提高材料的强度和硬度,降低烧结温度,提高材料的磁性等。

人们正在研制纳米尺度的微小机器(图 20-31)。

由纳米材料制成的导线将大大提高计算机的性能,并缩小计算机芯片的体积(图 20-32)。

用纳米技术做成的所谓量子磁盘,每平方厘米面积内可以贮存 3 万部《红楼梦》。



图 20-31
一种纳米尺度机器的局部



图 20-32 计算机芯片中一种直径为纳米级的导线(蓝色)



作业

1. 收集有关超导材料、纳米材料的一些资料。
2. 写一篇小论文,谈谈你对利用某些材料的性能来改进人们生活的设想与建议。

请提?问

1. 可以用纳米材料制造进入人体内,吃掉病毒的机器人吗?
.....



本章练习

- 下列选项中，属于可再生能源的是（ ）。

A. 风能	B. 地热能	C. 天然气
D. 核能	E. 煤炭	F. 石油
G. 潮汐能	H. 太阳能	I. 水能
- 修建水电站，要选择合适地方筑坝蓄水，水从高处向下泄落，冲击水轮机的叶轮，带动发电机发电。在这个过程中，能量的转化顺序为（ ）。

A. 势能 — 电能 — 动能
B. 势能 — 动能 — 电能
C. 电能 — 动能 — 势能
D. 动能 — 势能 — 电能
- 关于能源的开发和利用，下列说法中错误的是（ ）。

A. 煤是可再生能源，以煤为主要燃料的火力发电容易造成环境污染
B. 核能是不可再生能源，开发和利用核能是人类获取能源的一个新途径
C. 太阳能是取之不尽的能源，可直接利用且对环境的污染小，开发前景广阔
D. 人类的生存离不开能源，社会的进步和美好的生活是以消耗大量能源为代价的，我们要珍惜能源
- 在下列空格处填上能量转化的过程。

(1) 电动机带动水泵把水抽到高处：_____ 能转化为 _____ 能。
(2) 太阳光促使植物生长：_____ 能转化为 _____ 能。
(3) 地热发电：_____ 能转化 _____ 能。
(4) 卫星板状的两翼是太阳能电池板，它的作用是把 _____ 能转化为 _____ 能，供卫星使用。
- “轻轨电车”是近年来又一新兴的交通工具，具有速度大、运载量大、污染小的优点。当轻轨电车运行时，由于高速摩擦，在轻轨电车跟架空电线的接触点上，会产生高温。因此，接触点上的材料应该具有耐高温、不易氧化、易导电的性质。最适合制作该触点的材料是（ ）。

A. 金刚石	B. 石墨
C. 铝	D. 铜

6. 如图 20-33 所示, 是一种门铃按钮开关构造的截面图: A 、 B 为金属片, 并各有接线柱与电路连接, C 为按钮, D 为外壳。 A 、 B 、 C 、 D 各部件的材料中, _____ 是导体; _____ 是绝缘体。

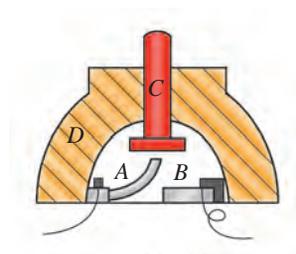


图 20-33

实 践 与 总 结

1. 实践活动:

调查你周围是否存在由于能源和材料的生产和使用造成环境污染的问题, 写一份有关能源和材料的利用与环境保护的建议报告。

2. 本章总结:

本章的要点有 _____

后 记

本世纪初我国启动的基础教育课程改革，迄今十余年了，我们编写的义务教育物理课程标准实验教科书在实验区也使用了十余年。随着基础教育课程改革的深入，《义务教育物理课程标准（2011年版）》（以下简称《标准》）已由教育部正式颁布。为了落实《标准》的各项要求，我们于2012年针对《标准》对义务教育物理课程标准实验教科书进行了全面改写。当年主要从以下几方面对教科书进行了全面改写：

(1) 以《标准》为依据对相关内容进行改写；(2) 调整教科书结构，使其更符合教学规律；(3) 增加文字量，使其有利于学生预习、自学和巩固；(4) 增加章末总结和部分习题，使其更有利于教学评价与反思；(5) 增加章末实践活动，以便激发学生探索兴趣，培养其动手能力；(6) 提炼、整合核心内容，适当照应学生学习的需求差异；(7) 调整版式，使教科书更美观、合理，可读性强。

本教科书编写组主要成员及分工如下：

主 编：廖伯琴

核心成员：赵保钢、唐果南、王继珩、邓磊、朱霞、李太华、李富强

统稿定稿：廖伯琴

编务联系：李富强

本教科书于2001年首次出版，当年编写的依据主要是《义务教育物理课程标准（实验稿）》，参加讨论或参加编写的人员有廖伯琴、何润伟、赵保钢、汪延茂、唐果南、王继珩、胡炳元、刘兵、李跃红、路文艳、杨思锋、梅小景、邓磊、汪勃、李太华、张金山、赵谊伶、宋世骏、高家柱、褚慧玲。另外，张书迪女士为教材编写组设计了图标，并在版式设计方面提出了有益建议。随着课改的深入，编写人员也进行了适当的调整集中，本教科书及配套资源的逐年修订及全面改写等由编写组主要成员完成。

今年我们又对本教科书及其配套资源《物理教学参考书》《物理学生用书》等进行了完善性修改。在修改中得到了多方专家、学者、教师、教研员、学生以及家长的热诚帮助，得到了上海科学技术出版社的鼎力支持。在此，我们特向提供帮助的各方人士表示由衷感谢！

挑战与发展共存！我们期待支持，也期待斧正，我们恳请各方人士不吝赐教。谢谢！

主编 廖伯琴

义务教育物理课程标准实验教科书编写组

2014年4月于西南大学荟文楼

说 明

本书下列图片由东方 IC 提供：图 12-20 (photononstop)，图 12-22 (lugang)，图 12-39 (丁冬)，图 12-45 (amana)，图 12-50 (成都商报 - 东方 IC)，图 12-51 (苏卫忠)，图 13-14 (monkeybusinessimages)，图 13-19 (b)，图 16-1 (严大明)，图 17-1 (a) (ingram)，图 18-6 (radius)，图 18-8 (刘君凤)，图 18-19 (小春)，图 19-20 (look)，第十二章章首图 (corbis)，第十三章章首图 (ingram)，第十六章章首图 (严大明)，第十七章章首图 (高育文)，第十八章章首图 (慧眼)。

下列图片由张斌提供：图 16-5，图 16-6 (a)。

物理

九年级 全一册



绿色印刷产品

审批编号：皖费核（2021年秋季）第0102号

举报电话：12315

ISBN 978-7-5478-1773-5



9 787547 817735 >

定价：13.74元