

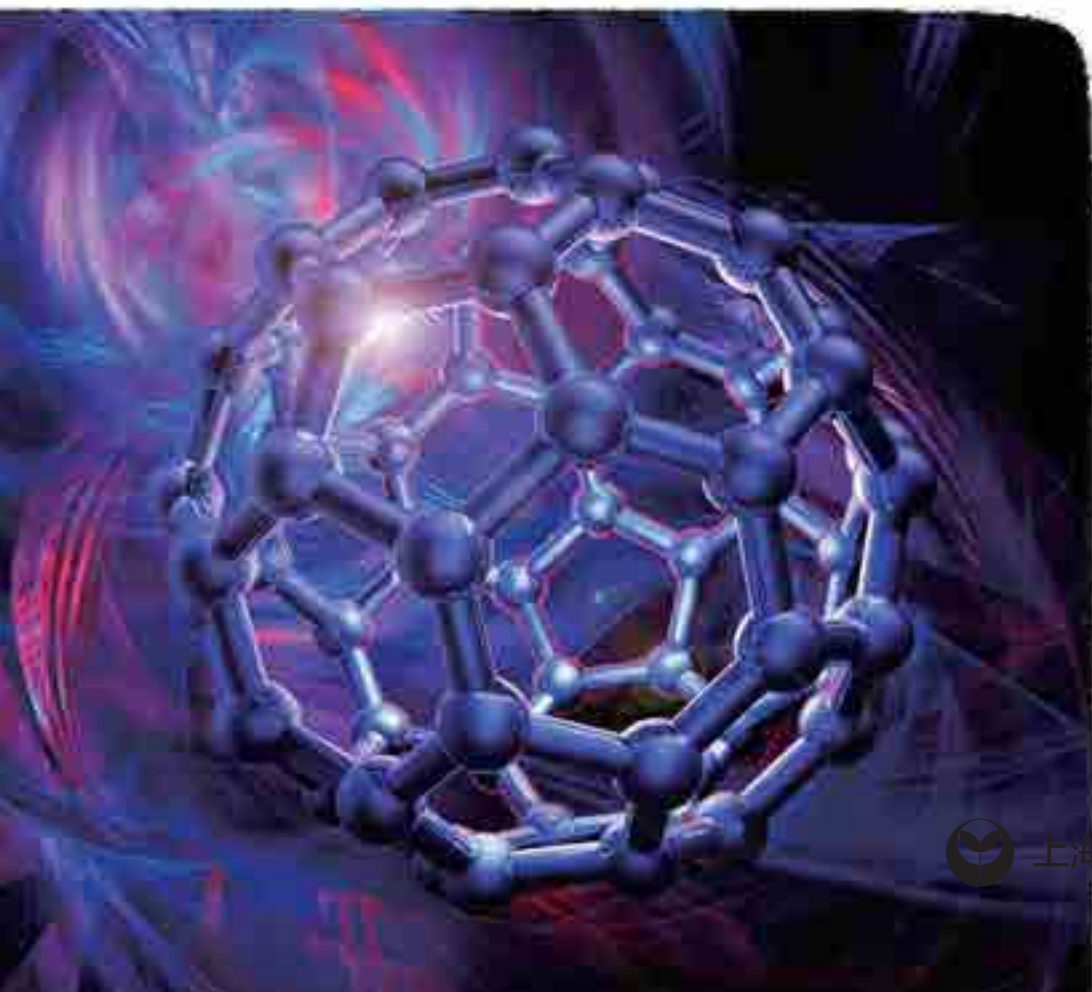


义务教育教科书

*KEXUE*

# 科学

九年级 上册



上海教育出版社

义务教育教科书

# 科学

*KEXUE*

九年级 上册

主编 赵 峥 刘洁民



上海教育出版社

主 编 赵 峥 刘洁民  
副 主 编 刘 健 胡久华 隋淑光  
本册主编 胡久华

# 目录



## 物质间的转化----- 1



第一章 矿物与金属----- 2

第二章 酸、碱、盐----- 26

第三章 物质的转化与应用----- 47

本篇小结----- 67



## 生物体内外的物质、能量交换及转化----- 69



第四章 生物体怎样获得营养----- 70

第五章 生物体怎样获得能量----- 94

第六章 物质在人体内的运输----- 111

本篇小结----- 135



## 生活中的能量及其转化----- 137



第七章 电流与家庭电路----- 138

第八章 电与磁----- 174

本篇小结----- 209





附录

本书部分名词中英文对照表 ----- 211

常见食物的成分表 ----- 212

# ● 物质间的转化



- 第一章 矿物与金属
- 第二章 酸、碱、盐
- 第三章 物质的转化与应用
- 本篇小结

# 第一章

## 矿物与金属



从我们的日常生活到各行各业乃至尖端科技，人们广泛地使用金属。生活中最常见的金属有铁、铝、铜、金、银以及液态的汞，较为常见的还有铅和锡等。

金属的用途为什么这样广泛？它们有哪些重要的性质？常见的一些金属是怎样从矿物中获得的？为什么许多金属容易被腐蚀？怎样防止金属的腐蚀？或许某个问题曾经引起你的兴趣，或许某个类似的问题曾经使你百思不得其解。现在，就让我们带着这些问题开始对金属世界的探索吧！

## 一、金属的冶炼

环顾你的周围，随处可见由金属（metal）制成的用品。你知道制备各种用品的金属是如何得到的？自然界中只有少数的金属以单质形式存在，人们如何得到大量的各种金属？用于制备金属的原料是什么？

### 矿物

我们已经知道，地壳主要由各种岩石组成。岩石通常由一种或几种矿物组成，组成岩石圈的矿物有3 000多种。矿物是由地质作用形成的，具有相对稳定的化学成分和确定的内部结构的天然单质或化合物。

矿物的种类很多，外观各异，性质更是千差万别。在形状、颜色、光泽、透明度、断口、硬度、密度等方面，不同矿物具有各自的特点，上述特征可作为识别矿物的依据。

在自然界中，绝大多数金属以化合物的形式存在于矿物中，铂、金、银、铜等极少数金属有单质（游离态）（图1-1-1）存在。工业上把能用来提炼金属的矿物的集合体叫做矿石（图1-1-2）。从矿石中加工提取金属单质的过程称为金属冶炼。



图1-1-1 天然金、天然银

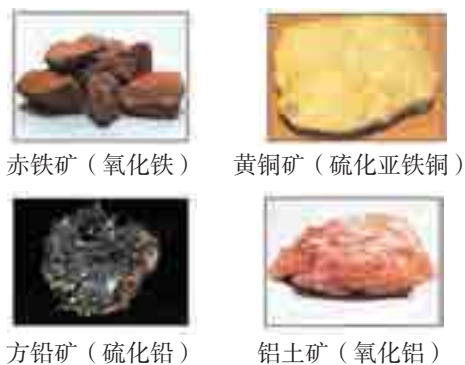


图1-1-2 几种金属矿石

我国金属矿物种类比较齐全，储量也较为丰富。其中钨、钼、钛、锡、锑等的储量居世界前列，铜、铝、锰的储量之多也闻名于世。此外，我国的稀土矿储量也很丰富，并且矿种和稀土元素<sup>①</sup>较齐全。

<sup>①</sup> 稀土元素：又称稀土金属。元素周期表中第ⅢB族的元素，是包括钪、钇及镧系元素等17种元素的总称。



### 活动·探究

通过参观地质博物馆、矿厂，或者网络查询、向他人咨询等途径，了解你所在地区的金属矿物种类、主要性质、开采形式、进一步的加工方式等。

在活动的过程中，有的同学产生了这样的疑问：绝大多数金属的密度都比较大，它们岂不是要沉到地球深处了？为什么在地壳中会形成具有开采价值的各种金属矿石？你知道原因吗？你是否也有一些非常有意思的收获或问题，请和大家一起交流分享。

矿物与人类文明的进步和我们今天的生活都有十分密切的关系，是人类不可缺少的重要资源。青铜的冶炼，铁器的使用，以及其后各种金属如锡、铅、铝、钛的冶炼，一次又一次推动了人类社会的发展，而这首先要以对相应矿物的认识为前提。当古人注意到“煤”这种黑色的“石头”能够燃烧时，人类由此获得了一种极为重要的能源。直到今天，煤在我们的生产和生活中仍是不可缺少的。

由于矿物形成的过程极为缓慢，通常将矿物看作不可再生的资源。矿物聚集是开发的必要条件，因此有开采价值的矿物储量十分有限。根据已探明的储量并结合目前消耗的速度，科学家们

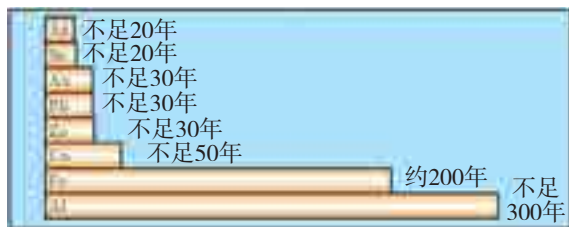


图1-1-3 一些矿物可供开采的年限

推测一些矿物可供开采的时间已经不多了（图1-1-3），需要我们格外珍惜。

## 怎样从矿物中获得金属

观察你的周围，从铅笔刀、圆规到课桌椅，从家用电器到厨房用品，从汽车、火车、轮船到工农业生产中使用的各种机械，都要用到钢铁。

铁是地壳中含量较为丰富的元素之一，约占地壳总质量的4.75%，它的矿石主要是赤铁矿（主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）、磁铁矿（主要成分是 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）和菱铁矿（主要成分是 $\text{FeCO}_3$ ）等。

原始的炼铁方法是直接还原法。现代炼铁主要采用高炉法，世界上用高炉法生产的铁占总产量的90%以上。此外还有电炉炼铁法。



## 观察·思考

### 铁冶炼的化学原理

**目的：**了解用铁矿石冶炼铁的化学原理。

**材料与用具：**硬质试管、铁架台、酒精喷灯、磁铁、氧化铁粉末、澄清石灰水、甲酸和浓硫酸（制备一氧化碳气体）。

**步骤：**如图1-1-4所示，在硬质试管里放入少量红色的氧化铁粉末，先通入一氧化碳，一段时间后加热氧化铁粉末。当红色粉末变成黑色粉末时，停止加热。待试管内的物质冷却后，停止通入一氧化碳。

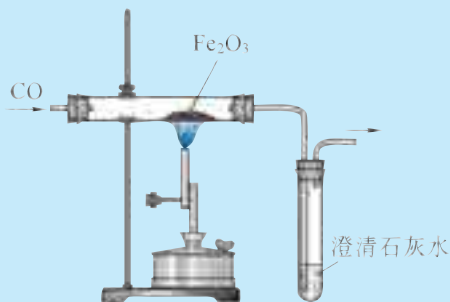


图1-1-4 铁冶炼的化学原理

**记录与思考：**

1. 澄清石灰水有什么变化，证明生成了什么物质？
2. 把黑色粉末倒在白纸上观察，并用磁铁靠近，观察黑色粉末能否被吸引。黑色粉末是什么物质？

**结论：**氧化铁 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) + 一氧化碳 ( $\text{CO}$ )  $\rightarrow$  ( ) + ( )

工业上用高炉炼铁，原料是铁矿石、石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ )、焦炭（主要成分是碳）和空气。把热空气吹入炉中，与焦炭反应生成的一氧化碳在高温下能把铁矿石中的氧夺走，使铁还原出来。

除了铁以外，锌、锡、铅等金属也可以用热还原法冶炼。



## 拓展视野

### 炼铁和炼钢

人类较早的炼铁方法，是在1200℃左右（当时能达到的最高温度）用木炭把铁矿石还原成固态铁，因其中夹杂着木炭和炼铁时产生的熔渣而呈团块状。18世纪初，使用焦炭代替木炭用于炼铁取得成功，促使铁产量迅速增长。

高炉炼铁（图1-1-5）是现代炼铁的主要方法。从高炉中炼出的铁的纯度为90%~95%，其杂质主要是碳。较高的含碳量使铁硬度较

大，但韧性不够，因而大部分铁要再炼成钢。高炉炼铁投资巨大，而且所需的焦炭要以优质煤为原料制成，因此人们一直在探索能代替高炉炼铁的方法。

钢是铁与碳的合金，含碳量为0.03%~2%，并含有某些其他元素。炼钢过程主要是在高温条件下把生铁里过多的碳和其他杂质转化成气体或炉渣而除去。在近代，钢的大规模生产是随着转炉的发明而发展起来的（图1-1-6），现代炼钢厂也广泛使用平炉和电炉炼钢。

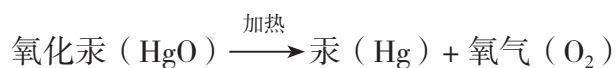


图1-1-5 高炉炼铁



图1-1-6 转炉炼钢

对一些不活泼的金属，可以直接用加热分解的方法从其化合物中还原出来。例如加热氧化汞得到单质汞，加热氧化银得到单质银。



钾、钠、镁、铝等金属的化学性质活泼，易形成稳定的化合物，一般要用电解法才能从熔融的化合物中制取金属单质。



由此可见，各种金属的冶炼方法通常取决于它们的化学性质。金的化学性质稳定，在自然界中往往以单质的形式存在。用淘金盘淘洗沉积物是获得沙金的古老方法（图1-1-7），至今仍在世界上很多地方使用。

铜的矿物主要有黄铜矿、孔雀石和斑铜矿等，一般只要将铜矿石加热就能得到粗铜，再用电解法精炼可得到纯度很高的铜（图1-1-8）。





图1-1-7 沙里淘金



图1-1-8 精炼铜

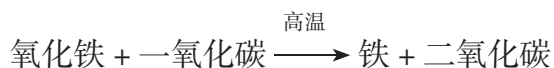


### 交流·研讨

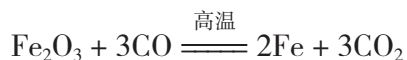
1. 请查找资料，从金属的存在、性质、冶炼方法等方面进行比较和归纳，你能否发现一些规律？
2. 在海底发现的大量多金属结核矿是人类重要的金属资源，你认为开发这些海底资源可能遇到的主要问题是什么？你能体会到保护金属资源的重要意义吗？

## 用化学符号表示矿物到金属的转化

我们以矿物到金属的转化为例来学习用化学用语表示化学变化。氧化铁与一氧化碳发生的化学变化，我们可以用不同的方式来表示。例如：氧化铁与一氧化碳发生化学反应，生成铁和二氧化碳。

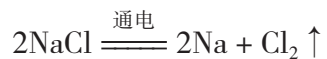


为了简便地记录和描述这个化学反应，可以把它写成下面的形式：



像这样用化学式来表示化学反应的式子叫化学方程式(chemical equation)。

电解熔融的氯化钠和氧化铝的化学方程式如下：



如何正确书写化学方程式？我们以水通电分解生成氢气与氧气的化学方程式为例进行阐述。

- (1) 用化学式表示参加化学反应的各物质，并在反应物和生成物之间画

一条短线。

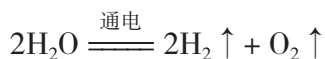
水  $\longrightarrow$  氢气+氧气



(2) 根据化学反应前后原子种类和数目不变的原则，在反应物和生成物的化学式前配上适当的化学计量数，使反应前后各种元素的原子个数相等。

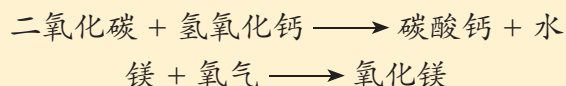


(3) 把化学反应的条件 [例如点燃、加热(常用 $\Delta$ 表示)、光照、通电等] 用文字或符号在“等号”上注明。如果生成物中有气体放出或有沉淀生成，就在气体或沉淀物化学式的右边分别用“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”标明。



### 交流·研讨

请书写下面两个化学方程式，并和同学交流。



## 从矿物转化成金属后的质量变化



### 交流·研讨

1. 在氧化铁与一氧化碳反应的实验中，氧化铁转化成了金属铁，质量增加还是减少了？你的依据是什么？
2. 生活常识告诉我们，蜡烛燃烧之后，似乎变得无影无踪了，它真的消失了吗？柴草燃烧之后，所剩灰烬的质量明显减小了，被“烧掉”的那部分物质消失了吗？
3. 在化学反应中会有新物质生成，生成物与反应物在质量上有什么关系？

在实验中进行定量分析，是近代科学的重要特征之一，也是近代化学得以建立的前提之一。借助定量实验的方法，可以研究化学反应前后反应物和生成物之间在质量上是否存在某种关系。



## 活动·探究

### 化学反应中的质量关系

**目的：**认识化学反应前后反应物和生成物的质量关系。

**材料与用具：**碳酸钙、盐酸、澄清石灰水、硫酸铜溶液、铁丝、托盘天平、砝码、烧杯、小试管、锥形瓶、单孔塞、胶头滴管。

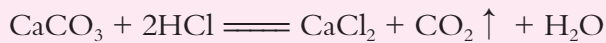
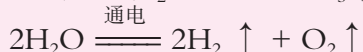
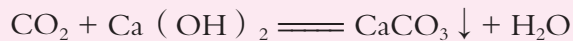
1. 提出假设：请阅读下面的资料，作出你的假设并说明依据。

假设：物质发生化学反应后总质量\_\_\_\_\_（增加/减少/不变）

依据：\_\_\_\_\_。

化学史资料：1673年，英国化学家波义耳在敞口容器中加热金属汞，发现化学反应前后物质的总质量不相等。1777年，法国化学家拉瓦锡在密闭容器中加热氧化汞，却发现化学反应前后物质的总质量相等。

2. 确定研究对象：你选择下面哪些化学反应作为研究对象？为什么？



3. 设计方案：根据选择的反应，设计实验步骤。

4. 进行实验：选择以下两个反应，按照设计的实验步骤进行实验。

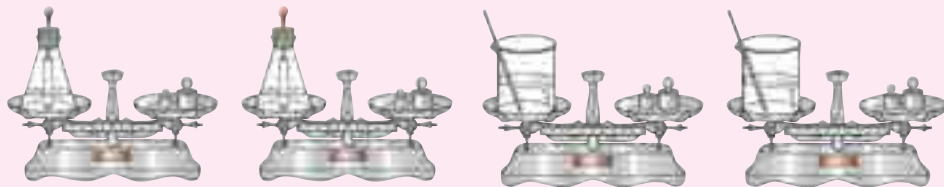


图1-1-9 碳酸钙与盐酸反应前后质量的测定 图1-1-10 铁与硫酸铜反应前后质量的测定



5. 记录实验现象和数据。

实验现象	记录数据	
	反应前	反应后

**讨论：**

- (1) 实验结果与假设是否一致？你的解释是什么？
- (2) 图1-1-9实验中的锥形瓶必须塞上橡皮塞吗？
- (3) 为了保证实验数据准确，有哪些需要注意的地方？
- (4) 波义耳为什么得出了错误的结论？问题出在哪里？

**结论：**物质发生化学反应后总质量\_\_\_\_\_（增加/减少/不变）。

科学家们通过大量实验证明：参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和。这个规律叫做质量守恒定律（law of conservation of mass）。

**拓展视野****质量守恒定律的发现**

物质在发生变化时的质量关系，自古以来就是科学家们探讨和争论的重大问题。关于这一定律的含义，1750年俄国科学家罗蒙诺索夫（Mikhail Vasilievich Lomonosov, 1711~1765）就有所表述：“自然界发生的一切变化都是这样的情况：某一物体去掉了多少东西，另一物体就会被补充上多少东西。”但是他没有严格的实验根据。在众多科学家的工作中，法国科学家拉瓦锡的工作是比较突出的。拉瓦锡在他的一系列实验、论述中都自觉地遵循和运用着质量守恒定律。1777~1778年，拉瓦锡在研究大气组成的实验中，用比较严格的定量实验证明了这一定律。这以后，人们又用先进的测量仪器做了大量精度极高的实验，确认了这一定律。

质量守恒定律是人们对物质在化学反应中的质量关系进行定量研究后得出的第一条化学基本定律。质量守恒定律成为定量地考察一切化学反应的基础。在化学反应中物质质量守恒，意味着通过化学变化，物质既不会凭空产生，也不会有所消失。这也从对化学反应的认识中，进一步说明了人们早已有的一种哲学观念：物质不灭。

化学反应为什么存在着质量守恒？这是因为化学变化的本质，就是参加反应的各物质中的原子重新组合而生成新物质的过程。在化学反应中，元素种类不变，原子数目不变，原子质量不变，所以反应前后各物质的质量总和不变。

例如，水在通电条件下生成氢气和氧气的反应，其实质是构成水分子的氢原子和氧原子进行了重新组合，形成氢分子和氧分子。化学反应前后，氢、氧原子的种类、数目、质量不变。因此，参加反应的水的质量等于生成氢气的质量与生成氧气的质量之和。

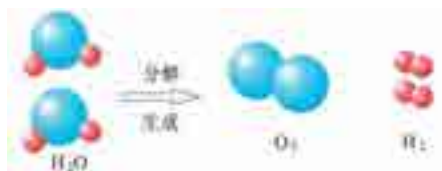


图1-1-11 电解水的微观示意图



### 交流·研讨

1. 请用质量守恒定律解释下列现象：

- (1) 木炭燃烧后生成的灰比原来木炭的质量减少了。
- (2) 铁钉生锈后质量增加了。

2. “水变汽油、柴油（含碳、氢等元素），经济收入惊人，技术转让，请有识之士加盟。”这是一则广告。你会相信这种技术吗？请做出科学、准确的判断。

根据化学方程式所表示的化学反应中各物质的质量关系，可以进行定量计算。这种计算在日常生活和生产中有重要的实际应用。例如，在冶炼金属时要知道多少矿石原料能生产出多少金属，生产化肥时要知道需要投入的各种原料的比例等，这些都要根据所发生的化学反应进行必要的计算。

**例1：**电解水可以得到氢气。若电解9 kg水，能得到多少千克氢气？

解：设得到氢气的质量为 $x$ 。

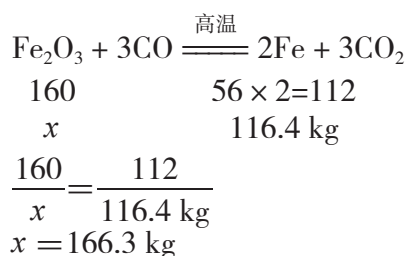
$$\begin{array}{r}
 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow \\
 18 \times 2 = 36 \quad 2 \times 2 = 4 \\
 9 \text{ kg} \quad \quad \quad x \\
 \frac{36}{9 \text{ kg}} = \frac{4}{x} \\
 x = 1 \text{ kg}
 \end{array}$$

答：可以得到氢气1 kg。

**例2：**高炉炼铁的主要化学反应是： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 。若要得到120 kg含杂质3%的生铁，需要氧化铁多少千克？

解：设需要氧化铁的质量为 $x$ 。

$$120 \text{ kg 含杂质 } 3\% \text{ 的生铁中铁为：} 120 \text{ kg} \times (1 - 3\%) = 116.4 \text{ kg}$$



答：需要氧化铁166.3 kg。

化学方程式是重要的化学用语，它能从“质”和“量”两个方面表示具体的化学反应：表示反应物在一定条件下转化成生成物；表示反应物、生成物各物质之间的质量关系。例如氧化铁与一氧化碳反应的化学方程式具有以下三个方面的含义：

(1) 氧化铁与一氧化碳发生反应生成铁和二氧化碳。

(2) 每一个氧化铁分子与三个一氧化碳分子反应生成两个铁原子和三个二氧化碳分子，微粒个数之比  $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{CO} : \text{Fe} : \text{CO}_2 = 1 : 3 : 2 : 3$ 。

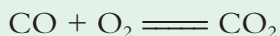
(3) 每160份质量的氧化铁与84份质量的一氧化碳完全反应生成112份质量的铁和132份质量的二氧化碳，质量之比  $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{CO} : \text{Fe} : \text{CO}_2 = 40 : 21 : 28 : 33$ 。



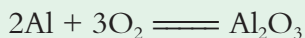
### 思考·练习

1. 搜集有关私自开矿、私自冶炼金属所造成的危害的报道。
2. 判断下列化学方程式是否正确，并将错误的加以改正。

(1) 一氧化碳在氧气中燃烧。



(2) 铝在空气中与氧气反应生成氧化铝。



(3) 碳酸氢铵 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) 加热分解生成氨 ( $\text{NH}_3$ )、二氧化碳和水。



3. 完成下列化学方程式并说明它们的含义。

(1) 天然气 (主要成分是  $\text{CH}_4$ ) 燃烧生成二氧化碳和水。

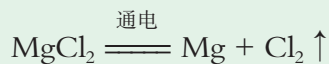
(2) 碱式碳酸铜 [ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ] 加热分解生成二氧化碳、氧化铜和水。

4. 工业上用还原法从  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量分数为80%的赤铁矿中冶炼出



200吨含铁96%的生铁，需要该种赤铁矿多少吨？

5. 工业上用电解氯化镁的方法生产金属镁。电解100 kg氯化镁最多能生产多少千克金属镁？同时可以得到多少千克氯气？



## 二、金属的性能

你知道日常生活中都有哪些金属制品吗？金属制品的用途与金属的物理性质密切相关。请你根据经验，在下面金属制品的用途与有关的物理性质之间画上连线：



图1-2-1 金属制品

为了满足生产和生活的各种需要，我们可以通过哪些途径改进金属的性能？

### 金属一般具有哪些性能

金属具有一些共同的物理性质，如良好的导电性、导热性、延展性以及较好的反光性等。

不同的金属往往还具有一些独特的性质，例如大多数金属都呈银白色，而铜呈紫红色，金呈黄色；常温下，铜、铁等绝大多数金属为固体，而汞为液体。



#### 交流·研讨

通过分析一些金属的性能，找出具有特殊物理性质的金属，依据其特殊的性能，对这些金属的特殊用途作出解释。回答下列问题。

1. 为什么一般白炽灯泡中用钨丝做灯丝？



- 为什么温度计中使用的是汞?
- 为什么厨房和洗手间的金属制品要镀铬?

#### 金属延展性由强到弱的顺序

延性 (拉成细丝): 铂 (Pt) 金 (Au) 银 (Ag) 铝 (Al)  
铜 (Cu) 铁 (Fe)

展性 (压成薄片): 金 (Au) 银 (Ag) 铝 (Al) 铜 (Cu)  
锡 (Sn) 铂 (Pt)

#### 金属硬度由大到小的顺序 (以金刚石的硬度为10作标准)

金属	铬	钨	铁	铜	银	锌	金	镁	铅	钠
硬度	9	7	4~5	3	2.7	2.5	2.5	2.1	1.5	0.4

#### 金属密度 ( $\text{g/cm}^3$ , $20^\circ\text{C}$ ) 由大到小的顺序

金属	钨	金	汞	铅	银	铜	铁	铝	镁	锂
密度	22.48	18.88	13.59	11.34	10.5	8.92	7.86	2.70	1.74	0.534

#### 金属熔点 ( $^\circ\text{C}$ ) 由高到低的顺序

金属	钨	铁	铜	金	银	铝	镁	钠	汞
熔点	3 410	1 535	1 083	1 064	961.6	660	648.8	97.81	-38.87

#### 金属沸点 ( $^\circ\text{C}$ ) 由高到低的顺序

金属	钨	金	铁	铜	铝	银	镁	钠	汞
沸点	5 660	3 080	2 750	2 567	2 467	2 212	1 107	882.9	356.6

各种金属特有的物理性质,决定了它们在生产、生活中有许多特殊的用途。例如,金属钨的熔点高达 $3\,410^\circ\text{C}$ ,而且具有良好的延展性,可以拉成细丝,人们将它制成灯丝用于照明。金属钠的熔点只有 $97.81^\circ\text{C}$ ,人们利用这一特性制成钠蒸气灯。汞(水银)在常温下呈液态,密度高,不粘附玻璃,而且在整个液态范围内体积随温度升高而均匀膨胀,气压计和温度计就是利用这些特性制成的。铜导电性好而且较为稳定,在电器工业和电子工业上被广泛用于接线柱、印刷电路,并用于电镀和半导体工业。金是延展性很好的金属,1 g金可以拉出长达4 000 m的细丝。金也可以压成厚度只有五十万分之一厘米的金箔。金箔具有极好的隔热功能,可用于人造卫星的温度控制,还被用在太空服的护目镜和消防队员的面罩上。

金属的各种用途不仅与它们的性质有关，同时还取决于其来源是否丰富、加工是否方便、成本和价格的高低，以及废料回收和对环境的影响等诸多因素。例如银的导电性最好，但通常不会用银做导线。



## 科学·技术·社会·环境

### 铜、铁与人类文明

在认识和使用金属以前，人类经历了漫长的石器时代。约在公元前5000年，人们首先认识了自然铜，它质软，延展性好，稍加敲打就可加工成工具，其缺点是不够坚固耐用。约在公元前4000年，人类学会了通过加热某些岩石提炼铜。公元前3000年前后，人们发现铜与适量的锡混合在一起，硬度会明显增强，而且可以降低熔点，便于制造各种农具和兵器，这就是青铜的由来。这一发现促进了农业、手工业的发展，人类从此进入青铜时代。



图1-2-2 早期的炼铜

人类最早使用的铁器来自陨铁。例如，在埃及金字塔中发现了目前所知世界上最早的铁器，时间是公元前2900年左右；我国商代中期的铁刃青铜钺，其中所用的铁都是陨铁。一般认为，不晚于公元前1500年，生活在西亚山地的赫梯人首先发明了炼铁的有效方法，但直到大约公元前12世纪，铁在两河流域和腓尼基才广泛使用，然后西传至地中海沿岸国家。我国在春秋时期也掌握了铁的冶炼技术，铁的应用使农具和兵器得到了发展。公元前8世纪，配备了铁制刀枪、箭头、盔甲的亚述军队在西亚、北非所向披靡，使亚述迅速成为一个幅员广阔的强大帝国。历史学家说：冶铁术造就了强大的亚述帝国。在我国古代，封建制取代奴隶制正是伴随着铁器取代青铜器的过程而逐步实现的。这两个例子生动地体现了铁的应用对人类文明的推动作用。



图1-2-3 早期的炼铁

## 怎样改进金属的性能



### 交流·研讨

制造一辆汽车所用的零件有20 000多个，其中大约6/7是金属材料，而这些金属材料中，钢铁约占4/5。由于汽车的不同部件对钢铁的性能具有不同的要求，例如用于制造车身的钢要有良好的塑性加工性能，用于制造汽缸的铁要有较强的耐磨性能。你认为用于制造飞机的金属材料应具有什么样的性能？用于建造鸟巢（北京奥运会主体育场）的金属材

料应具有什么样的性能？人们是通过怎样的方法改进金属性能的？人们在认识和使用金属的过程中，发现纯金属的性能往往不能满足生活和生产的需要。为此，人们在生产实践中制造出了许多具有特殊性能的“新型金属”——合金（alloy）。

合金是由一种金属与其他金属或非金属熔合而形成的具有金属特性的物质。通常所说的“金属材料”是各种纯金属和各种合金的总称。

几千年前人们就注意到，纯铜比较软，并在偶然中发现加入适量的锡后可以变得很坚硬，这就是青铜的由来，它是最早通过技术手段获得的合金（图1-2-4）。



图1-2-4 最早的合金青铜

生铁和钢（steel）都是铁的合金。生铁是含碳量较高的铁合金，它的硬度很高，但是较脆，容易断裂。钢的含碳量少于生铁，坚韧耐用，用途广泛，是现代工业的支柱。根据组成元素的不同，钢可分为碳素钢与合金钢。碳素钢只含有0.03%~2%的碳元素，少量的硅、锰以及某些杂质。在此基础上为改善性能或获得某些特性而加入适量的一种或多种元素（例如铬、镍、钼、硅、锰、钒、钛、铌等）而得到的钢称为合金钢。不锈钢一般是含碳0.24%、含铬12.8%的铬钢。

不同的合金钢往往有不同的用途，例如，锰含量达13%时，锰钢会变得坚硬且有韧性，是重要的工业材料，可以用来制作战士的头盔、坦克和战车的装甲、钢磨、滚珠等。钨钢



图1-2-5 常见的金属合金

做的车刀，即使温度高达1 000 ℃以上，也能保持很高的强度。高速旋转的机轴，耐高温的枪筒、炮管等通常都用钨钢制作。

## 拓展视野

### 鸟巢的钢铁材料

“鸟巢”的钢结构最大跨度达到343 m，“编织”“鸟巢”的钢铁“树枝”重达4.6万 t。让4.6万 t钢的受力点集中在24根柱子上（图1-2-6），用什么样的钢做柱子能够支撑起如此大的质量？这不仅是中国建筑科学家、设计家们的难题，更是世界建筑界的难题。



图1-2-6 鸟巢的钢铁材料

根据专家的计算，如果使用普通钢材，厚度至少要达220 mm，整个工程的钢材用量将超过8万 t。钢板太厚，不仅不便于运输，焊接也很困难。经过专家论证最终认定，“Q460”厚钢板是最好的选择。“Q460”是一种低合金高强度钢，它在受力强度达到460MPa才会发生塑性变形，这个强度比一般钢材大，但生产难度很大。这是国内在建筑结构上首次使用“Q460”规格的钢材。河南舞阳特种钢厂的科研人员经过半年多的科技攻关，前后3次试制终于获得成功。400 t“Q460”钢材成了“鸟巢”钢筋铁骨中最坚硬的一部分。“鸟巢”外部钢结构的钢材用量为4.2万 t，整个工程的总用钢量达到11万 t，没有使用1 kg国外钢铁。“鸟巢”是地地道道的“中国造”。

铝很轻，20 ℃时密度为 $2.70 \text{ g/cm}^3$ ，具有很好的导电性、导热性和延展性。纯铝相当软而且强度不大，含有少量硅和铁的铝则变得相当坚硬，因此铝合金被广泛用作飞机构件、建筑材料、耐用消费品、导体和食品加工设备等。



图1-2-7 铝合金门窗

**资料卡**

**几种常见合金性能的比较**

性能	铁合金	铝合金	镁合金	钛合金
强度	****	**	***	*****
轻便性	**	****	*****	***
耐腐蚀性	***	****	**	*****
减震性	****	**	*****	***

注：\*越多表示该性能越好。

钛的密度约为铁的一半，电导率和热导率都很低，具有强度高、密度小和耐腐蚀等优越的性能。钛能与大多数金属和某些非金属组成合金，有些钛合金的强度远远超过了铁。由于这些优点，钛及其合金成为制造飞机、宇宙飞船、导弹和舰船等的多种部件的理想材料（图1-2-8）。



图1-2-8 钛合金的应用

**拓展视野**

**为什么调节钢的组成可以改变其性能**

若把金属单质看作小球的堆积，它的微观结构中存在许多空隙，半径较小的非金属原子如硼、碳、氮、氢等可填入空隙中，形成金属间隙结构。在具有这类结构的物质中同时存在多种微粒间的相互作用，原子间结合得特别牢固，因此它们往往具有高硬度的特点。

在炼钢过程中通过改变组成，可以获得人们所需要的钢材。我国古代“打铁”工匠通过在炭火中灼烧和不断捶打铁块来调节铁中碳元素的含量，以得到性能优异的铁具，这就是成语“百炼成钢”的科学原理。



图1-2-9 打铁



随着近代科学技术的发展，合金的种类越来越多，用途也越来越广泛，它们丰富了我们的生活并推动着社会的进步。



### 思考·练习

1. 地壳中含量最高的金属元素是\_\_\_\_\_；人体中含量最高的金属元素是\_\_\_\_\_；导电、导热性最好的金属是\_\_\_\_\_；硬度最大的金属是\_\_\_\_\_；熔点最高的金属是\_\_\_\_\_，熔点最低的金属是\_\_\_\_\_；密度最大的金属是\_\_\_\_\_，密度最小的金属是\_\_\_\_\_。

2. 你熟悉哪些金属？它们各有哪些用途？你知道它们的物理性质吗？

3. 是否可以用铝丝代替白炽灯泡中的钨丝？说明理由。

4. 想一想，以下各项中分别利用了金属的什么特点？

用铝合金制造飞机      用金、银制造纪念币      用铜制作电线

5. 查阅资料，确定下列各种合金的主要成分。

制造乐器用的黄铜      应用广泛的不锈钢

用于制造飞机机身、机翼的轻质结构材料

## 三、金属与其他物质间的转化

你知道金属制品使用的注意事项吗？金属生锈的现象很常见，你知道其中的原因吗？我们该如何科学合理地使用金属？

### 金属在溶液中的反应



### 交流·研讨

阅读某些金属制品的使用说明书，了解其使用的注意事项，尝试分析原因，并和同学进行交流。

你是否见过这样的现象：家中的铝制器皿（如铝锅、铝制饭盒）中放了醋又未及时清洗，铝制器皿发生了明显的锈蚀。你知道这是为什么吗？这是因为醋里含有醋酸，正是它使铝发生了锈蚀。

酸是一类重要的物质。某种金属与酸能否反应以及反应的强弱是衡量其化学活动性的重要标志。



### 活动·探究

#### 不同金属与稀硫酸的反应

**目的：**了解金属活动性。

**材料与用具：**锌、铁、铜、稀硫酸、试管、砂纸。

**预测：**

锌、铁、铜三种金属的活动性强弱关系是\_\_\_\_\_。

你的依据是\_\_\_\_\_。

**步骤：**

1. 取三支试管，倒入等体积的稀硫酸。

**注意事项：**稀硫酸具有腐蚀性，使用时要小心。

2. 取铜、铁、锌各一小段，用砂纸打磨光亮后，分别放入盛有稀硫酸的三支试管中，观察现象并记录（图1-3-1）。



图1-3-1 铜、铁、锌与酸的反应

实验	现象	产物	化学方程式
锌与稀硫酸			
铁与稀硫酸			
铜与稀硫酸			

**讨论：**

1. 各支试管内是否均有气泡产生？气泡产生的速度是否一样？是否有其他现象发生？

2. 如果把稀硫酸换成稀盐酸，实验现象是否相同？

**结论：**

锌、铁、铜三种金属的活动性强弱关系是\_\_\_\_\_。



由于多数金属会和酸发生化学反应，因此不能用金属制品长期放置酸性溶液。此外，金属还能与某些盐溶液发生化学反应。



## 观察·思考

### 金属与盐溶液的反应

**目的：**了解金属与盐溶液的反应。

**材料与用具：**铜丝、铁丝、硝酸银溶液、硫酸铜溶液、试管。

**步骤：**

1. 在两支试管中分别加入一定量硝酸银溶液，将铜丝、铁丝分别放入硝酸银溶液中，观察现象并作记录（图1-3-2）。



图1-3-2 铜与硝酸银溶液的反应

2. 在一支试管中加入一定量硫酸铜溶液，然后将铁丝放入其中，观察现象并作记录。

实验	金属表面的变化	溶液的变化	产物	化学方程式
铜与硝酸银溶液				
铁与硝酸银溶液				
铁与硫酸铜溶液				

**讨论：**

1. 如果把银放入硫酸铜溶液中，会有变化吗？
2. 铜与硝酸银溶液、铁与硝酸银溶液反应前后，物质的种类发生了变化了吗？

实验结果表明，铜、铁都可以和硝酸银溶液发生化学反应，铜和铁的活动性强于银；铁可以和硫酸铜溶液发生反应，铁的活动性强于铜。化学家们经过科学研究，总结出了常见金属的化学活动性顺序（metal activity series）。

在金属活动性顺序表中（图1-3-3），排在氢前面的金属均能置换酸中的氢，排在氢后面的金属不能置换酸中的氢。表中金属的位置越靠前，它的活动性就越强，越容易与酸、水等发生反应。位于前面的金属（K、Ca、Na除外）能把位于后面的金属从它们的盐溶液中置换出来。

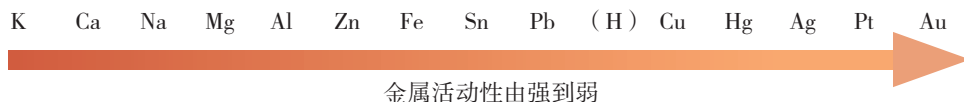
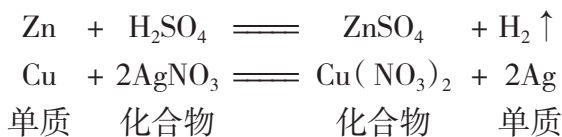


图1-3-3 金属活动性顺序

金属活动性顺序可以作为金属能否在溶液中发生置换反应以及电镀、防腐、金属冶炼等的依据。

金属与酸的反应和金属与盐溶液的反应，都是一种单质和一种化合物反应生成了另一种单质和另一种化合物，这一类反应叫做置换反应（displacement reaction）。



### 交流·研讨

1. 设想这样一个情景：你和父母急着外出，厨房中切过瓜果的菜刀、炒过菜的铁锅和铁铲没有及时清洗。几天后你们回到家中，你会看到那些厨具发生了什么变化？为什么？
2. 仔细观察校园中久置未用的自行车和同学们经常使用的自行车，它们有什么区别？在哪些部位的区别较明显？为什么？

没有及时清洗的铁制工具和餐具上容易产生红褐色的锈斑，这是铁生锈的现象。使铁发生锈蚀的因素很多，主要因素是什么？



### 活动·探究

#### 铁钉为什么会生锈？

**目的：**确定使铁发生锈蚀的主要因素。

**材料与用具：**无锈铁钉、玻璃瓶、瓷盘（普通的餐盘）、水、食用油、干燥剂。

**说明：**本实验提前在课外完成，在课堂上分别报告实验现象，并展开讨论。

**假设：**使铁发生锈蚀的主要因素是\_\_\_\_\_。

**步骤：**

1. 将四枚无锈的铁钉分别放入三个玻璃瓶和一个瓷盘中，并使铁钉分别处于下列四种情况：（1）铁钉直接放在玻璃瓶中，瓶口密封

并加入干燥剂；(2)铁钉完全浸泡在食用油中；(3)铁钉完全浸泡在水中；(4)在瓷盘中注入少许水，使铁钉部分浸泡在水中，部分暴露在空气中(图1-3-4)。在天气较为干燥的情况下，瓷盘中的水很容易蒸发，应每天加水以维持铁钉半浸泡在水中。



图1-3-4 探究使铁钉发生锈蚀的主要因素

2. 进行观察和记录。

铁钉所处环境	1	2	3	4
立即观察				
一天后				
三天后				
一周后				

讨论：铁钉在什么情况下最易生锈？还有哪些证据支持你的观点？

结论：使铁发生锈蚀的主要因素是\_\_\_\_\_。

铁在空气中锈蚀，实际上主要是铁与空气中的氧气、水等物质发生一系列复杂的反应，使铁转化为铁的化合物的过程。铁锈的主要成分是氧化铁水合物( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ )，它是一种疏松多孔的物质，空气和水能透过铁锈向内部渗透，直至铁完全被腐蚀。外界环境中存在酸(如果汁)、盐水(如菜汤)、海水、土壤等，都会加速铁的锈蚀。

菜刀、铁锅以及各种铁制品生锈后会影影响使用。在海上航行的舰船船体很容易生锈，如不加以防护和及时检修，时间久了将会产生严重的后果。据估计，全世界每年由于腐蚀造成的钢铁损失约占当年钢铁产量的10%~20%。防止金属锈蚀、回收利用废金属与增产是同样重要的。

## 金属的防护与回收利用



### 交流·研讨

1. 自行车的铁制部分一般可以采取哪些防锈措施？为什么？请查找相关资料进行了解，并和同学交流。

2. 以前的水龙头通常是铁制的，质量较好的则是铜制的，现在很多水龙头改用不锈钢制造，而且常使用瓷内芯。你能说说这是为什么吗？

为了防止或延缓金属腐蚀，可以改变金属制品使用和存放的环境，使其远离或隔绝潮湿的空气，使用后及时清洗并擦干；还可以在金属表面覆盖保护膜，例如涂油漆、油脂，喷塑，镀铬、镍、铜等金属。此外，还可以将金属制成合金，改变性能。现代大型舰船的船体通常使用各种钢材制造，海水对船体的腐蚀是一个比较复杂的问题，需要采用其他的化学防护方法。

随着社会生产的发展和水平的提高，人们使用的金属在数量和种类上也越来越多。小到易拉罐、罐头盒、废旧金属工具和各种报废的家用电器，大到废弃的汽车乃至工厂中淘汰的旧机器，现代社会每天产生巨大数量的金属废弃物（图1-3-5）。它们中的大部分（尤其是较大的金属废弃物）通常很快被分类回收，但由于各种原因，也有相当一部分金属废弃物被混同于普通生活垃圾露天堆放或填埋，有的甚至被随意丢弃。这些金属垃圾占用大量土地，更为严重的是，如果废弃金属中含有汞、镉、铅等重金属，它们会随雨水渗入土壤，进入河流、湖泊，造成严重的环境污染。



图1-3-5 废弃金属



## 拓展视野

### 重金属污染

随着工业化程度的不断提高，重金属污染已经成为令世界各国普遍感到忧虑的问题。20世纪90年代后期，人类向空气中排放的汞和铅比天然背景值高出20倍~300倍！

汞的污染源通常是汞的冶炼厂和汞制剂农药厂、温度计厂等，含汞的废电池也是不容忽视的污染源。1953年~1956年，在日本熊本县水俣镇陆续有人患了一种奇怪的病：患者患病初期口齿不清，四肢抽搐，表情呆滞，继而耳聋、失明、精神失常，最后身如弯弓，在高声叫喊中死去。调查表明，这种怪病是人食用了含有甲基汞的鱼、贝造成的。

铅的主要污染源是铅和铅合金的冶炼、含铅煤炭的燃烧以及含铅产品的使用等过程。其他的污染源还有含铅的化妆品、含铅的瓷器、含铅油漆、含铅玩具等的生产过程。铅是一种有害于人类健康的重金属元素，对神经有毒性作用，在人体内无任何生理功用，理想的血铅浓度应为零。然而由于环境中铅的普遍存在，造成人体和环境遭受铅污染。铅通过食物链进入人体，在铅作业场所和附近环境，铅及其化合物以可吸入尘形式通过空气进入肺泡。铅污染更突出的表现是导致相当大比例的儿童铅中毒。

与人类社会对各种金属迅速增长的需求相比，具有开采价值的金属矿物十分有限，所以在发展工业的同时，提高资源的利用率、提高金属废弃物的综合利用和管理水平，也已变得非常重要。在发达国家，金属废弃物已经成为工业金属与合金的重要来源之一。据测算，利用1 t废钢铁炼钢，可节约矿石2 t、焦炭1 t、石灰石0.5 t。回收废弃金属不仅具有一定的经济效益，也是一项节约资源、改善环境、造福人类的事业。



### 交流·研讨

1. 调查你所在的社区每天产生哪些废旧金属以及它们是怎样被回收的。
2. 估算一下你在一个月中扔掉了多少金属罐头盒、易拉罐或其他金属制品。
3. 你认为自己可以为保护金属资源做些什么事情？

为了保护金属资源，我们可以从多方面做起。比如防止或延缓金属制品被腐蚀，加强废旧金属的回收和利用；合理而有计划地开采金属矿物，可持续地利用金属资源；寻找金属材料的代用品，例如塑料、陶瓷等。



### 思考·练习

1. 判断下列物质间是否能发生化学反应。能反应的，分别写出化学方程式，不能反应的说明理由。  
Zn、Mg、Fe、Cu分别与稀硫酸  
Zn、Mg、Fe、Ag分别与CuSO<sub>4</sub>溶液
2. 为什么铂、金、银等金属能以单质形式存在，而其余大多数金属在自然界中只能以化合物的形式存在？
3. 家用铝锅内的脏物能用钢丝球擦洗吗？为什么？
4. 某同学发现家里的铜器表面有一层绿色物质，用小刀刮去后又见到原来红色的铜，请查找资料分析绿色物质是什么，该物质是如何生成的，怎样除去。
5. 有X、Y、Z三种金属，如果把X、Y分别放入稀硫酸中，X溶解并产生氢气，Y没有变化；如果把Y、Z分别放入硝酸银溶液中，在Y表面有银析出，而Z没有变化。根据以上事实，判断X、Y、Z的金属活动性顺序。



## 第二章

# 酸、碱、盐



对于酸、碱、盐，我们并不陌生，你知道哪些物质属于酸、碱、盐？酸、碱、盐在生活中有哪些应用，各具有怎样的性质？我们怎样才能更好地使用它们？

日常生活中我们会遇到下图所示问题，你思考过其中的原理吗？



你知道被蜜蜂蜇伤后擦些什么物质可以缓解疼痛？



千万不能用！它可能会损坏大理石的表面！

这些生活中常用的物品中都含有酸、碱、盐等非常重要的化学物质。我们了解它们的性质，就能更科学、合理地使用它们。

## 一、广泛存在的酸

在七年级下册的学习中，我们用酸碱指示剂测试了溶液的酸碱性，知道了有些溶液呈酸性，你还知道哪些呈酸性的溶液吗？在科学课和其他课程的学习以及生活中，你遇到过哪些酸？酸具有哪些性质？

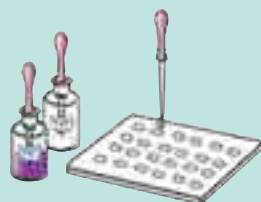


图2-1-1 测试溶液的酸性

### 生活中的酸



#### 交流·研讨

在日常生活中，我们会经常接触到“酸”这个字，例如酸雨，碳酸饮料，醋是酸的，橘子很酸等等。你认为什么是“酸”？怎样识别某种物质是不是酸？

食醋有酸味，西红柿、柠檬汁、橘子等也有酸味，酸雨具有一定的腐蚀性。科学家研究了这些物质，发现它们都含有一类特殊的化合物——酸。



汽车常用的电瓶（蓄电池）里有硫酸



食醋中含有醋酸



酸雨中含有硫酸、硝酸，会腐蚀建筑物



一些水果中含有有机酸

图2-1-2 生活中见到的不同的酸

酸在生命活动中起着重要的作用，也在生产生活中有广泛的应用。橘子和西红柿中含有抗坏血酸，又称维生素C，缺乏维生素C会引起坏血病。叶酸是细胞生长所必需的物质，广泛存在于植物类食品中。酸在人体中有非常重要的作用，同时也是细胞代谢的废弃物。人的胃液里含有盐酸（hydrochloric acid），



能帮助消化蛋白质。锻炼时，经过激烈运动的肌肉会产生乳酸。汽车常用的电瓶（蓄电池）里含有硫酸（sulfuric acid）。食醋中含有3%~5%的醋酸。酸雨中含有极少量的硫酸和硝酸。

通常情况下，含有酸的物质具有酸味。虽然在生活中我们可以品尝或接触一些含有酸的物质，但是科学家从不用品尝或者触摸的方法来确定某种物质是不是酸。科学实验表明，可以用酸碱指示剂、石蕊试纸和pH试纸等来鉴别酸。

## 认识实验室中的酸

盐酸、硫酸、硝酸是实验室中最常见的三种酸（图2-1-3），它们在工业上被统称为“三酸”，是非常重要的工业原料。



图2-1-3 实验室中的酸



### 观察·思考

#### 认识几种常见的酸

**目的：**认识几种常见酸的一些性质。

**材料与用具：**浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸、石蕊溶液、酚酞溶液、水、试管、滴管、点滴板。

**步骤：**

1. 观察浓盐酸、浓硫酸和浓硝酸的颜色、状态。
2. 打开三种酸的试剂瓶，你观察到什么现象？
3. 在三支试管中各加入5 mL水，用胶头滴管分别加入浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸各1 mL，小心地用手触摸试管外壁，你感觉到了什么？
4. 在点滴板上分别加入少量稀酸（可用上一步实验中得到的稀酸），分别滴入2滴石蕊溶液和2滴酚酞溶液，观察现象。



图2-1-4 盐酸

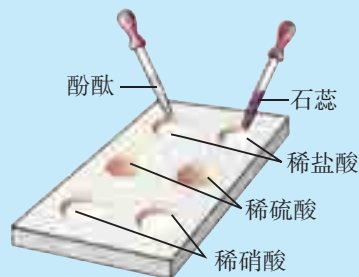


图 2-1-5 酸中滴入指示剂

记录：

内容	浓盐酸	浓硫酸	浓硝酸
溶质的化学式			
颜色			
状态			
挥发性			
水中加入浓酸后的温度变化			
滴加石蕊溶液后			
滴加酚酞溶液后			

思考：

1. 向水中分别加入浓硫酸、浓硝酸、浓盐酸，溶液温度有怎样的变化？在稀释浓硫酸的时候，应该注意些什么？
2. 稀硫酸、稀硝酸、稀盐酸在组成和性质上具有哪些相似点？

与其他酸相比，浓硫酸表现出一些特殊的性质。

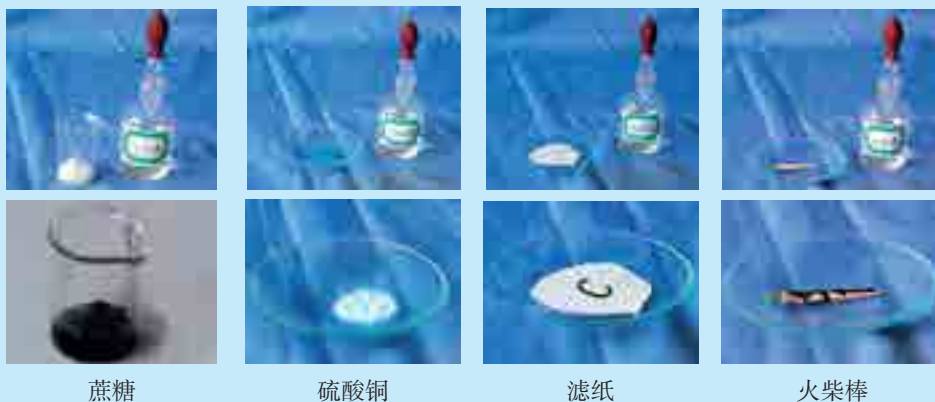


### 观察·思考

### 浓硫酸的特性

目的：了解浓硫酸的一些特性。

材料与用具：浓硫酸、蔗糖、硫酸铜晶体、滤纸、火柴棒、烧杯、表面皿。



蔗糖

硫酸铜

滤纸

火柴棒

图2-1-6 浓硫酸的特性实验

**步骤：**

向蔗糖、硫酸铜晶体、滤纸、火柴棒上分别滴加几滴浓硫酸，放置片刻，观察现象并记录。

实验内容	滴加前	滴加后
蔗糖		
硫酸铜晶体		
滤纸		
火柴棒		

**思考：**

1. 蔗糖、硫酸铜晶体、滤纸、火柴棒中都含有哪些元素？蔗糖、滤纸、火柴棒上滴加浓硫酸后，生成的黑色物质是什么？
2. 这些实验现象体现了浓硫酸具有怎样的性质？

浓硫酸具有较强的腐蚀性，能夺取蔗糖、纸张、木材等物质中的氢、氧元素，生成水和炭。使用浓硫酸时要十分小心，用浓硫酸配制稀硫酸时，操作要规范。浓硫酸在稀释过程中会放出大量的热，因此一定要沿着玻璃棒或容器壁将浓硫酸缓缓注入水中，并不断搅拌，切不可将水倒进浓硫酸中（图2-1-7）。如果不慎将浓硫酸（或其他的浓酸、稀酸）溅出，要保持镇静，按照科学方法紧急处理（图2-1-8）。



图2-1-7 稀释浓硫酸的操作

大量酸液洒在实验台上：洒上适量的碳酸氢钠溶液→用水冲洗→抹布擦干



少量酸液溅在实验台上：湿抹布擦净→用水冲洗抹布



酸液沾到皮肤或衣物上：  
用大量水冲洗



稀酸液溅入眼睛：  
立即用水冲洗（不能用手揉眼睛），  
必要时请医生治疗



浓酸液进入眼睛：  
立即送医院诊治

图2-1-8 酸液溅出后的处理方法

与浓硫酸一样，浓硝酸和稀硝酸 also 具有很强的腐蚀性，表现出一些特有的性质。

## 酸的化学性质



### 活动·探究

#### 酸的一些主要化学性质

目的：探究稀酸（稀盐酸和稀硫酸）的化学性质。

你的预测：你认为酸能与哪些物质发生反应？\_\_\_\_\_。

你的依据是\_\_\_\_\_。

材料与用具（供选用）：稀盐酸、稀硫酸、镁条、锌粒（或铁屑）、铜丝、生锈的铁钉（铁锈的主要成分是氧化铁）、氧化铜粉末、大理石、碳酸钠粉末、试管、试管架、药匙。

教师提供的其他试剂：\_\_\_\_\_。

自己选择、经教师认可的其他试剂：\_\_\_\_\_。

步骤：

1. 分别取1 mL稀盐酸和稀硫酸，加入适量的锌粒，观察现象。
2. 用同样的方法，进行其他金属与稀盐酸和稀硫酸反应的实验，观察现象。
3. 分别取1 mL稀盐酸和稀硫酸，加入适量氧化铜粉末，观察现象。
4. 用同样的方法，做其他物质与稀盐酸和稀硫酸反应的实验，观察现象。

记录：

实验内容	实验现象	结论

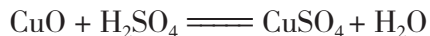
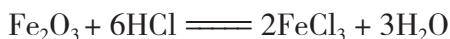
讨论：

1. 稀酸可以与哪些金属发生反应，不能与哪些金属发生反应？
2. 稀酸与氧化铁、氧化铜发生反应，有何共同点？
3. 稀酸能够与碳酸钙、碳酸钠发生反应，有何共同点？

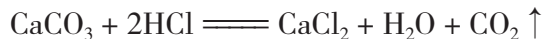
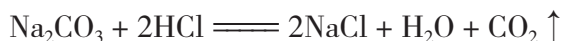
稀硫酸、盐酸都能与镁、铝、锌、铁等活动性较强的金属发生置换反应，放出氢气，同时生成一种称为盐（salt）的化合物。但是稀硫酸或盐酸不能与铜这样不活泼的金属发生反应。

稀硫酸（盐酸）+ 活动性较强的金属  $\longrightarrow$  盐 + 氢气

稀硫酸、盐酸能与氧化铁、氧化铜发生反应。氧化铁与氧化铜都是由一种金属元素与氧元素组成的化合物，我们称其为金属氧化物。稀酸大多能与金属氧化物发生反应，生成相应的盐和水。



稀酸还能与碳酸钙、碳酸钠等碳酸盐（含 $\text{CO}_3^{2-}$ 的盐）反应生成二氧化碳气体、水和相应的盐。



### 交流·研讨

1. 盐酸、硫酸在组成和性质上有许多共同之处。请你尽可能多地归纳出它们的共同点，并与同学们交流。
2. 在家中进行醋酸、柠檬酸等酸与金属反应的实验，进一步体会酸的性质。



### 思考·练习

1. 查阅资料或产品说明书，了解生活中哪些用品中含有酸。
2. 西红柿汁是酸的，请预测能观察到的西红柿汁的两个性质，并向老师要一些必要的试剂，在家中完成这些小实验。
3. 为什么酸雨会腐蚀大理石建筑和雕像？写出含有硫酸的酸雨与大理石建筑和雕像发生反应的化学方程式。
4. 人们常用生石灰（ $\text{CaO}$ ）使被酸化的湖泊恢复生机，其中的原理是什么？

## 二、实用的碱

碱是工业生产和生活中常见的一类物质。你知道哪些物质属于碱？你在科学课和其他课程的学习过程中以及生活中遇到过哪些碱？碱具有怎样的性质？



图2-2-1 一些日用品中含有碱

### 认识几种常用的碱

氢氧化钠（sodium hydroxide）、氢氧化钙和氨水是实验室中几种常用的碱。



图2-2-2 实验室中的碱



#### 活动·探究

#### 认识几种常见的碱

**目的：**认识几种常见碱的一些性质。

**材料与用具：**固体氢氧化钠、氢氧化钙、浓氨水、稀氨水、石蕊溶液、酚酞溶液、蒸馏水、小烧杯、胶头滴管、点滴板、药匙。

**步骤：**

1. 打开装有浓氨水的试剂瓶，你观察到什么现象？小心地扇闻浓氨水的气味。

2. 分别用药匙取少量固体氢氧化钠、氢氧化钙，放在干燥的小烧杯中（切勿用手拿！），观察它们的颜色、状态。放置一段时间后继续观察（图2-2-4）。



图2-2-3 氨水



3. 向盛有氢氧化钠和氢氧化钙固体的烧杯中分别加入少量水，振荡，用手触摸烧杯外壁，观察它们在水中的溶解情况。

4. 用玻璃棒分别蘸取少量稀氢氧化钠、氢氧化钙、氨水溶液，用手指捻一捻，有什么感觉？（捻过后立即用水将手指冲洗干净）

5. 分别取少量步骤3中得到的稀碱溶液，向其中滴加几滴酚酞溶液。

6. 分别取少量步骤3中得到的稀碱溶液，向其中滴加几滴石蕊溶液。



刚从试剂瓶中取出的NaOH固体 放置一段时间之后的NaOH固体

图2-2-4 氢氧化钠固体在空气中的变化

图2-2-5 碱中滴入指示剂

7. 把一段羊毛线放入试管中，向试管中加入氢氧化钠溶液，加热煮沸2 min ~ 3 min，观察羊毛线的变化。

**记录：**

实验内容	氢氧化钠	氢氧化钙	浓氨水
(溶质的)化学式			
颜色			
状态			
放置在空气中的变化			
在水中的溶解情况			
用手指捻一捻			
滴加酚酞溶液			
滴加石蕊溶液			
羊毛线在热的氢氧化钠溶液中的变化		/	/

**讨论：**

1. 碱具有哪些共同的性质？
2. 使用碱时要注意哪些问题？

氢氧化钠是白色固体，易溶于水，溶解时放出热量。暴露在空气中的氢氧化钠固体容易吸收水分，表面潮湿并逐步溶解，这种现象叫做潮解。



氢氧化钠对皮肤、纸张、织物等有强烈的腐蚀性(图2-2-6),使用时要特别小心。若不慎将碱溶液溅在皮肤上,应用大量水冲洗,再涂上硼酸溶液。要特别注意不要把碱



图2-2-6 氢氧化钠的腐蚀性

溶液溅到眼睛里。如果眼睛里不慎溅入碱液,要立即用大量水冲洗,必要时请医生治疗。

氢氧化钙俗称熟石灰或消石灰,是白色粉末,微溶于水,其水溶液俗称石灰水。氢氧化钙对皮肤和衣服等有腐蚀作用。

浓氨水具有刺激性气味,易挥发,放置在空气中有白雾生成。

碱溶液遇到紫色石蕊溶液变蓝,遇到无色酚酞溶液变红。

## 碱的化学性质



### 活动·探究

#### 碱的一些主要化学性质

目的:认识稀碱溶液的通性。

你的预测:你认为碱能与哪些物质发生反应? \_\_\_\_\_。

你的依据是: \_\_\_\_\_。

材料与用具(供选用):稀氢氧化钠溶液、稀盐酸、锌粒(或铁屑)、生锈的铁钉、硫酸钠溶液、硫酸铜溶液、硫酸镁溶液、氯化铁溶液、氯化钡溶液、碳酸钠溶液、酚酞溶液、石蕊溶液、烧杯、试管、试管夹、药匙、玻璃棒、酒精灯、火柴、二氧化碳气体发生装置。

教师提供的其他试剂: \_\_\_\_\_。

自己选择、经教师认可的其他试剂: \_\_\_\_\_。

设计与实施:

根据前面学习过程中接触到的一些反应以及提供的试剂在组成上的特点,先将这些物质分成若干组,然后分组设计实验并实施。

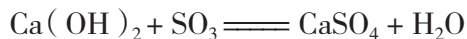
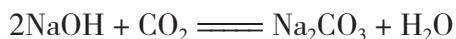
记录:

实验内容	实验现象	结论

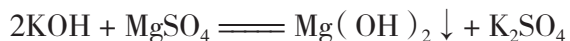
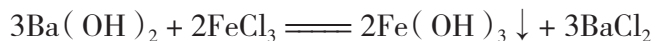
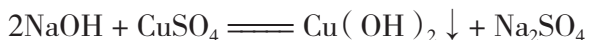
讨论:

1. 碱溶液能不能与铁等较为活泼的金属发生反应?
2. 碱溶液能不能与金属氧化物发生反应? 能不能与二氧化碳发生反应?
3. 碱溶液能与哪些盐发生反应?

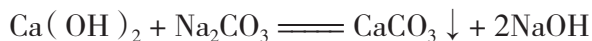
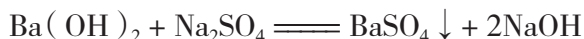
碱溶液一般不能与金属、金属氧化物发生反应,但是能与二氧化碳、二氧化硫、三氧化硫等非金属氧化物发生反应,生成相应的盐和水。



易溶于水的碱可以与一些盐溶液反应,生成难溶于水的碱和另一种盐。



此外,氢氧化钡可以与硫酸盐反应生成硫酸钡沉淀。氢氧化钡、氢氧化钙等碱可以与可溶性的碳酸盐反应,生成难溶于水的碳酸盐。



## 酸和碱之间的反应



### 活动·探究

#### 认识酸和碱之间的反应

通过前面的探究活动,你认为酸和碱能发生反应吗?把盐酸与氢

氧化钠溶液混合，好像没有什么现象发生，但是向酸化的土壤中加入少量碱性物质可以减弱土壤的酸性，这是为什么？酸和碱在混合时发生了什么变化？如何通过实验证明你的猜想？



图2-2-7 用熟石灰粉来减弱土壤的酸性

**材料与用具：**稀盐酸、稀氢氧化钠溶液、酚酞溶液、试管、胶头滴管、玻璃棒、酒精灯、火柴。

**步骤：**

1. 取少量稀盐酸加入试管中，然后滴加几滴酚酞溶液。
2. 用胶头滴管向试管中逐滴加入稀氢氧化钠溶液，并不断振荡，观察溶液的颜色变化。
3. 用玻璃棒蘸取反应后的溶液，在酒精灯上加热至蒸干，观察到什么现象？这说明了什么？

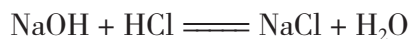
**讨论：**

1. 可以通过哪些方法证明酸和碱发生了化学反应？
2. 玻璃棒上的物质是氢氧化钠吗？如何证明你的观点？

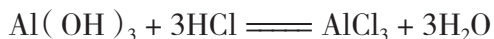
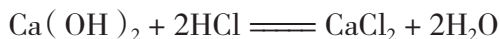
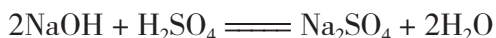
我的观点是：\_\_\_\_\_。

证明的方法是：\_\_\_\_\_。

实验结果表明，氢氧化钠和盐酸发生了反应，生成了氯化钠和水。



如果用其他酸和碱进行实验，也能发生类似的反应，如：



在这些酸和碱的反应中，生成物中除了水以外，还有氯化钠、硫酸钠、氯化钙等盐。酸和碱作用生成盐和水的反应，叫做中和反应（neutralization reaction）。

中和反应在工农业生产和日常生活中有十分重要和广泛的应用（图2-2-8）。例如改变土壤的酸碱性，即根据土壤的酸碱性和植物生长的需要，利用中和反应原理，向土壤中加入酸性或碱性物质，把土壤的pH控制在最适宜庄稼



黄蜂蜇伤人时产生碱性物质，用少量的弱酸（如醋）来中和，可以缓解疼痛

图2-2-8 中和反应在生活中的应用

生长的范围之内。中和反应还广泛应用于医药卫生。例如人的胃液呈酸性，有助于食物消化，但如果胃酸过多会使人感到不适，可以通过服用碱性药物，使碱与胃酸反应生成无毒的中性物质。



## 拓展视野

### 科学家认识酸和碱的过程

最初，人们认为凡有酸味的物质都是酸。

1663年，波义耳提出酸是有酸味的，能使石蕊溶液由蓝色变为红色，并能溶解其他物质的液体。



拉瓦锡

18世纪，人们发现酸能与碱作用生成中性物质。

1787年，拉瓦锡在分析了硝酸、硫酸、磷酸等酸的成分后，提出酸是“含氧的化合物”。



阿伦尼乌斯

1810年，戴维（Humphry Morris Davis, 1850~1934）根据盐酸是不含氧的酸，并结合其他含氧酸都含有氢，提出“氢才是酸不可缺少的元素”。

1887年，阿伦尼乌斯（Svante August Arrhenius, 1859~1927）提出凡在水溶液中电离出的阳离子全部是氢离子（ $H^+$ ）的物质就是酸，凡在水溶液中电离出的阴离子全部是氢氧根离子（ $OH^-$ ）的物质就是碱。酸碱中和反应的实质是 $H^+$ 与 $OH^-$ 结合生成水，同时生成盐。近代酸碱理论由此而诞生。



波义耳



戴维

## 酸和碱的广泛应用



### 交流·研讨

认识了常见的酸和碱的一些性质后，就能运用酸和碱的性质解释和分析生产、生活中的一些现象和事实了。请分析下面两个问题，作出解释并与同学交流。

1. 硫酸是重要的工业原料，你知道硫酸有哪些重要的应用？硫酸

在金属除锈、金属冶炼方面的应用，体现了硫酸的什么性质？请查找资料，证明你的分析。

2. 下面是关于“管道通”的说明书，请认真阅读。你认为管道通中的有效成分属于哪类物质？你的理由是什么？通过实验证实你的推测。

管道通（图2-2-9） 本品专用于疏通厨房、厕所、水池、浴缸、淋浴设备的下水管道，具有除堵、除垢、清洗等作用，特别是对油污、毛发造成的堵塞具有极佳的效果，也是居家的好帮手，对铁质、不锈钢、水泥等各种排水管不会造成损伤。使用时先将堵塞管道外的积水清除，取一袋“管道通”沿被堵塞的管道口倒入，然后冲下一杯水，30分钟后可用大量的清水冲洗下水管道。应避免皮肤接触本品，如果本品溅在皮肤上或溅入眼中，请立即用大量水冲洗。勿与洁厕灵（强酸性物质）同时使用。本品应密封保存，否则会出现“结块”（潮解）现象。开袋后尽快使用。



图2-2-9 管道通

酸和碱在日常生活和工农业生产中有广泛的应用。酸和碱是重要的化工原料，也是重要的化工产品。盐酸、硫酸、硝酸和烧碱是工业上广泛使用的酸和碱，它们的产量在一定程度上反映了一个国家的化学工业发展水平。



图2-2-10 酸和碱的用途





### 思考·练习

1. 家中烧水的水壶内壁常积有水垢，其主要成分是碳酸钙。你认为可以用厨房中的什么物质除去水垢？
2. 石灰用作建筑材料是利用它发生的什么化学反应？
3. 实验室的氢氧化钠必须密封保存，因为氢氧化钠固体暴露在空气中不仅会吸收水分，还会吸收二氧化碳。请写出该反应的化学方程式。
4. 有些胃病患者胃酸过多，医生给他们服用含有氢氧化铝的药片，你知道氢氧化铝为什么能治疗胃酸过多吗？写出发生反应的化学方程式。
5. 实验室中有两瓶没有标签的溶液，已知其中一瓶是盐酸，另一瓶为氢氧化钠溶液，你能用哪些方法将两瓶溶液区分开？

## 三、生活中的盐

对于食盐，你已经非常熟悉。你知道什么是“盐”吗？你在生活中还接触过哪些盐？它们存在于哪里？具有怎样的性质？



图2-3-1 氯化钠在生活中的用途

酸和碱的中和反应，生成物是盐和水。这里的盐并不是指日常生活中我们所熟悉的食盐，而是指一类化合物，它们是由来自碱中的金属离子（或铵根离子）和来自酸中的酸根离子组成的，像氯化钠、硫酸铜、碳酸钙、氯化铵等都属于盐。

盐的种类很多，比如，含有硫酸根盐（如 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CuSO}_4$ 等）统称硫酸盐；含有碳酸根的盐（如 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$ 等）统称碳酸盐等。也可以依据组成盐的阳离子把盐分为钠盐、钾盐、铵盐等。



## 认识几种常见的盐

我们在生产生活中经常用到各种各样的盐。食盐使食物变得有滋有味，建筑用的大理石、用于净水的明矾都属于盐，大多数化肥也是盐（如氯化铵、硝酸钾等）。

大多数盐类在常温下是晶体，具有规则的形状（图2-3-2）。

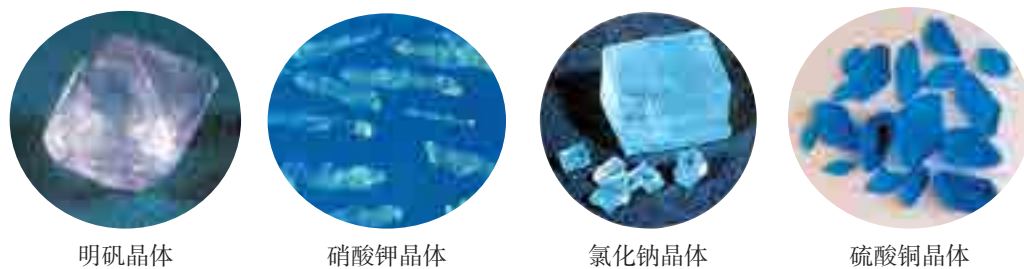


图2-3-2 几种盐的晶体

地球上的食盐主要存在于海洋和盐湖中。海水和盐湖中所含的盐，除了氯化钠外，还含有氯化镁（ $MgCl_2$ ）、硫酸镁（ $MgSO_4$ ）、氯化钙（ $CaCl_2$ ）、硫酸钠（ $Na_2SO_4$ ）等其他盐类物质。

自然界中存在最多的一类矿物是盐类矿物，如含氧酸盐类矿物，包括主要成分是碳酸钙的碳酸盐类矿物（如石灰石、大理石、方解石）、硅酸盐类矿物和硫酸盐类矿物等。

丰富的盐类矿物给人类开发和利用这些资源提供了广阔的天地。例如，石灰石就是一种有重要用途的矿物。石灰石存在于山区和丘陵地带，它的主要成分是碳酸钙。自然界中的大理石（汉白玉）、方解石、白垩、蛋壳、贝壳、珍珠等物质都含有碳酸钙。以石灰石为原料生产的产品应用十分广泛（图2-3-3）。

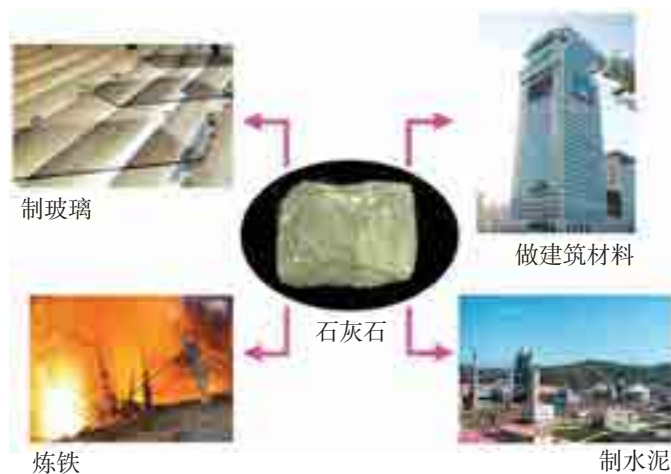


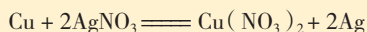
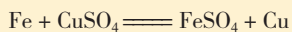
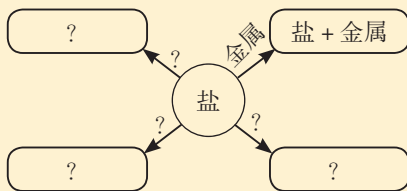
图2-3-3 石灰石的用途

## 盐溶液的主要化学性质



### 交流·研讨

通过前面的学习，你知道盐溶液可以与哪些物质发生反应？你认为盐还能与哪些物质发生反应？请分别写出相关的化学方程式，总结出盐的主要化学性质。



盐能与多种类别的物质发生反应。盐能与金属发生置换反应，生成另一种盐和另一种金属。盐能与碱反应，生成另一种碱（沉淀）和另一种盐，例如硫酸铜与氢氧化钠反应生成氢氧化铜沉淀和硫酸钠。盐还能与盐发生反应，生成沉淀，例如硝酸银与氯化钠反应，生成氯化银沉淀和硝酸钠。盐能与酸反应，例如碳酸盐和酸反应时，有能使石灰水变浑浊的气体生成，这是用来鉴别碳酸盐的简便方法。

盐与酸的反应、盐与碱的反应、盐与盐的反应，以及前面学过的酸与碱的反应，都是两种化合物之间发生反应，互相交换成分，生成两种新的化合物，这类反应叫做复分解反应（double decomposition reaction）。

在酸、碱、盐之间发生复分解反应需要满足一定的条件，即当它们互相交换成分所生成的新物质中有沉淀、气体或水时，复分解反应才能发生。而盐与碱，盐与盐之间的复分解反应，还必须满足反应物具有可溶性这一条件。



### 资料卡

#### 部分酸、碱、盐的溶解性表（20℃）

	$\text{OH}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$
$\text{H}^+$		溶、挥	溶、挥	溶	溶、挥
$\text{NH}_4^+$	溶、挥	溶	溶	溶	溶

(续表)

	$\text{OH}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$
$\text{K}^+$	溶	溶	溶	溶	溶
$\text{Na}^+$	溶	溶	溶	溶	溶
$\text{Ba}^{2+}$	溶	溶	溶	不	不
$\text{Ca}^{2+}$	微	溶	溶	微	不
$\text{Mg}^{2+}$	不	溶	溶	溶	微
$\text{Al}^{3+}$	不	溶	溶	溶	—
$\text{Zn}^{2+}$	不	溶	溶	溶	不
$\text{Fe}^{2+}$	不	溶	溶	溶	不
$\text{Fe}^{3+}$	不	溶	溶	溶	—
$\text{Cu}^{2+}$	不	溶	溶	溶	—
$\text{Ag}^+$	—	溶	不	微	不

说明：“溶”表示该物质可以溶于水；“不”表示不溶于水；“微”表示微溶于水；“挥”表示该物质有挥发性；“—”表示该物质不存在或遇到水就发生分解。

## 盐在生活中的应用



### 交流·研讨

1. 根据生活经验，谈谈你所了解的有关盐在生活中应用的例子。
2. 许多化肥的主要成分都是盐类。请说出你所知道的化肥名称和作用，并与同学们交流。

#### 1. 几种常见的盐

氯化钠 ( $\text{NaCl}$ )、碳酸钠 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、碳酸氢钠 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 和碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ ) 是我们日常生活中所熟悉的几种盐。

氯化钠是人们日常生活中必不可少的调味品，在工农业生产中也有重要应用。炒菜时放盐并不仅仅是为了调味的需要，更重要的是氯化钠在人体生理活动中是不可缺少的。氯化钠在人体体液中以离子形式存在，钠离子 ( $\text{Na}^+$ ) 对维持细胞内外正常的水分分布、促进细胞内外物质交换起着重要作用；氯离子

( $\text{Cl}^-$ ) 是胃液的主要成分，它有促进胃酸生成、帮助消化的作用。为满足人体的正常生理活动，每人每天大约需要摄入  $3\text{ g} \sim 5\text{ g}$  食盐。因此我们每天都需要通过食品摄入一些食盐来补充由于出汗、排尿等排出的氯化钠。但是，医学已经证明，长期过多食用食盐不利于人体健康，比如高血压病就与长期摄入过多食盐有关。

碳酸钠（俗称纯碱、苏打）、碳酸氢钠（俗称小苏打）是两种用途广泛的盐。碳酸钙是石灰石、大理石的主要成分，是重要的建筑材料。



图2-3-4 碳酸钠、碳酸钙和碳酸氢钠的用途



## 拓展视野

### 侯德榜和联合制碱法

侯德榜是中国化学工业先驱者之一。他于1921年获哥伦比亚大学博士学位，为创办中国的制碱工业，受爱国实业家范旭东之邀回国，担任永利制碱公司总工程师。在此之前，我国使用的纯碱不是来自内蒙古的天然“口碱”，就是国外进口的“洋碱”。永利碱厂成立后，在侯德榜和范旭东的共同努力下，终于在1926年制成了优质的纯碱。后来，为适应我国的制碱原料，侯德榜潜心研究，改进西方人发明的制碱方法，成功发明了将制碱与制氨结合起来的联合制碱法（侯氏制碱法）。侯德榜先生为我国民族制碱、制氮肥工业作出了巨大的贡献。



图2-3-5 侯德榜

## 2. 化学肥料

土壤中含有植物生长所需要的营养元素，但是随着农业生产发展的需要，必须通过施肥不断补充土壤中的这些养分。

在农作物所需的营养元素中，氮、磷、钾需要量最大，因此氮肥、磷肥、钾肥是最重要的三种化学肥料。氮是构成植物体内一些重要物质必不可少的元素，如构成植物体内细胞原生质的重要成分，合成蛋白质所必需的核酸，植物光合作用所依赖的叶绿素等都是含氮的物质。常用的氮肥有尿素  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 、碳酸氢铵  $(\text{NH}_4\text{HCO}_3)$ 、氯化铵  $(\text{NH}_4\text{Cl})$  等。



图2-3-6 氮、磷、钾是植物生长必需的营养元素

磷是构成植物体内核酸、蛋白质和酶等多种重要有机物的元素，在植物的各种重要的代谢活动中都少不了磷的参与。磷可以促进植物的生长发育，增强植物的抗寒、抗旱能力。常用的磷肥有磷矿粉  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ 、过磷酸钙  $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$  和  $\text{CaSO}_4$  的混合物]、钙镁磷肥（钙和镁的磷酸盐）等含磷物质。

钾虽然不是植物体的构成元素，但是在植物的许多器官和组织中钾存在的量较高。钾具有保证各种代谢活动顺利进行，促进植物生长，增强抗倒伏、抗病虫能力的作用。常用的钾肥有硫酸钾  $(\text{K}_2\text{SO}_4)$ 、氯化钾  $(\text{KCl})$  等。

除了这些氮、磷、钾肥以外，有些化肥同时含有两种或两种以上的营养元素，这样的化肥称为复合肥料，比如磷酸铵（磷酸二氢铵和磷酸氢二铵的混合物）、硝酸钾等。



### 活动·探究

#### 化肥的简单区分

**目的：**初步学习区分一些化肥的简单方法。

**材料与用具：**烧杯、试管、试管夹、酒精灯、火柴、研钵、蒸馏水、几种主要化肥、碱石灰。

**步骤：**

1. 观察几种化肥的颜色、状态，小心地扇闻其气味。
2. 分别试验几种化肥的溶解性。
3. 取硫酸铵、氯化铵、硫酸钾、氯化钾各少许，分别加入少量碱石灰，混合后研磨。



4. 在试管中分别加热上述几种氮肥和钾肥，观察实验现象。

记录：自己设计记录表，记录观察到的现象。

讨论与结论：依据实验现象，归纳区分化肥的一些简单方法。

施用化肥对提高农作物的产量具有重要作用，但不合理的施用会破坏土壤结构；若施用不当，还会因化肥流失而污染水体。我国是农业大国，但面临着人口多、耕地少、资源相对贫乏的实际情况。如何解决施用化肥与农业发展、改善环境的关系问题，保证农业生产的可持续发展，是我们必须重视的问题。



### 思考·练习

1. 试计算 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 几种氮肥中，哪种含氮量最高，哪种含氮量最低。

2. 厨房里有两种白色固体，分别是食盐( $\text{NaCl}$ )和碱面( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )。请你利用家中现有的条件将它们区分开来。简要叙述实验步骤、现象和结论。

3. 判断下列化学反应是否属于复分解反应，并判断反应能否进行。

(1) 氢氧化钾溶液和硫酸

(2) 硝酸钾溶液和盐酸

(3) 碳酸钠溶液和硫酸

(4) 氯化铁溶液和氢氧化钠溶液

(5) 硫酸铜溶液和氯化钡溶液

4. 了解本地农业部门使用化肥的情况，查阅有关资料，就化肥的使用对农业生产的利弊展开讨论。

5. 你已经学习了单质(金属、氢气、氧气等)、氧化物(一氧化碳、二氧化碳、氧化铜等)、酸、碱、盐等一些物质的知识。尝试总结这些物质之间所能发生的化学反应。



## 第三章

# 物质的转化与应用



我们已经认识了不少物质，了解了它们的性质。物质的化学性质决定了各种物质之间的转化关系，依据这些转化关系，人们可以应用自然界中存在的物质制备生产生活中需要的各种物质。而自然界中本身就存在着许多元素的循环及物质的转化，这些转化对人类而言具有重要的意义。

让我们一起探索自然界中的物质转化，在实验中研究物质的转化，更好地应用物质的转化制备需要的物质，利用物质转化中产生的能量，使我们的生活更加丰富多彩。

## 一、物质的转化

你知道神奇的大自然中存在着怎样的含碳物质、含氮物质的转化关系？这些转化具有怎样的重要意义？你能在实验室中实现一些物质的转化吗？你能从中感受到化学科学的创造性吗？

### 自然界中物质的转化

自然界中存在着各种元素的循环及其组成物质的转化，例如碳及其化合物、氮及其化合物的转化等。这些物质的转化使自然界绚丽多彩，对人类也具有非常重要的意义。

碳既是构成生物体的基本元素，又是构成地壳中岩石和化石燃料（煤、石油、天然气）的主要元素。碳以多种形态存在于自然界中，碳及其化合物进行着永不停息的转化。



#### 交流·研讨

1. 自然界中消耗二氧化碳的主要途径有哪些？
2. 自然界中产生二氧化碳的主要途径有哪些？
3. 大气中二氧化碳的含量是否保持恒定？

植物通过光合作用吸收空气中的二氧化碳，生成葡萄糖，并释放出氧气，葡萄糖再转化为淀粉。植物被动物采食后，淀粉被动物吸收并转化为葡萄糖，部分葡萄糖在动物体内被氧化成二氧化碳。同时，植物和动物在呼吸过程中吸入氧气，放出二氧化碳。动物的遗体经微生物分解破坏，最后变成二氧化碳、水和其他无机盐，这些物质又被植物利用。化石燃料如煤、石油、天然气等是动植物遗骸经过长期演化形成的，化石燃料燃烧时会释放出二氧化碳。

空气中的二氧化碳有很大一部分被海水吸收，溶入水中的二氧化碳逐渐转变为碳酸盐，沉积于海底形成新的岩石，或通过水生生物的贝壳和骨骼转移到陆地。这些碳酸盐又与空气中的二氧化碳和水发生反应，生成碳酸氢盐而溶于水中归入海洋。

碳的化合物在自然界中的转化创造了许多奇迹，自然界中奇妙的石笋、钟乳石和石柱的形成，都与这些转化密切相关。



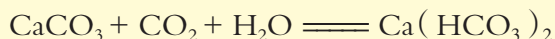
## 拓展视野

### 钟乳石和石笋是怎样形成的？

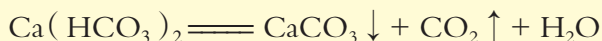
在我国各地的许多大山中，常有规模不同的溶洞。走进溶洞会看到大大小小、姿态万千的钟乳石和石笋。你是否想过，这些大自然的奇观是怎样形成的呢？

能形成溶洞的地方，那里的岩石主要是石灰岩。石灰岩的主要成分是碳酸钙。碳酸钙本身不溶于水，但能溶解在酸中。

当石灰岩遇到溶解有二氧化碳的水时，会发生下面的反应：



生成的碳酸氢钙溶于水中。溶有碳酸氢钙的水从洞顶慢慢向下渗漏时，外界条件的改变会使碳酸氢钙重新分解：



生成的碳酸钙有的沉积在洞顶，有的沉积在洞底。经过漫长的岁月，洞顶的形成钟乳石，洞底的则形成石笋、石柱。



图3-1-1 钟乳石和石笋

氮是动物、植物和原生生物的重要组成元素，也是维持高等动植物生命活动的必需元素，因此氮的循环涉及地球上生物圈的各个方面。

在自然界中，大豆、蚕豆等豆科植物根部的根瘤菌，把空气中的氮气转变为硝酸盐等含氮的化合物。植物的根从土壤中吸收的铵盐和硝酸盐，经过复杂的生物转化形成各种氨基酸，氨基酸最后转化成蛋白质。动物以植物为食而获得植物蛋白，并将其转化为动物蛋白。

动植物遗体中的蛋白质被微生物分解成铵根离子、硝酸根离子和氨，又回到土壤和水体中，被植物再次吸收利用。土壤中的硝酸盐在某些细菌的作用下，转化为游离态的氮返回大气。另外，在放电条件下，空气中少量的氮气与氧气化合生成氮的氧化物，并随降水进入土壤和水体（图3-1-2）。

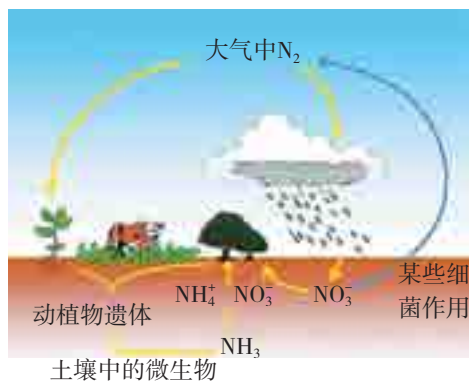


图3-1-2 自然界中氮的循环

人类活动会影响氮在自然界中的循环。人们通过化学反应把空气中的氮气转化为氨，再根据需要把氨转化成各种含氮化合物，如硝酸、氮肥等。某些含氮化合物进入土壤、大气和水体中进行转化。化石燃料燃烧、森林和农作物的枝叶燃烧所产生的氮氧化物通过大气进入陆地和海洋，参与氮的循环。

碳、氮元素的循环中都包含了一部分氧循环。由于氧在自然界中含量丰富，而且性质活泼，环境中处处有氧，所以氧在自然界中的循环很复杂。自然界中氧气会随着生物的呼吸和物质的燃烧而消耗，但又会随着植物的光合作用而产生，周而复始地循环。



### 交流·研讨

1. 你认为自然界中碳、氮、氧元素循环及其物质转化具有怎样的意义？
2. 把一定量的水、一条小鱼、一些水草密封在一透明玻璃球内制成“生态球”，球内的小鱼能够生存很长一段时间。请说说生态球的原理及其中涉及的物质循环。
3. 你认为人类活动对自然界中碳、氮、氧元素循环及其物质转化具有怎样的影响？你认为是否应该减少这些影响？怎样减少？

正是由于存在着碳、氮、氧元素的循环，其他生命必需元素的循环以及水的循环，才使地球上的生命生生不息。但是，人类活动却导致较多的含氮物质、含碳物质进入大气、水体和土壤，给全球的生态环境造成了一定压力，使与碳、氮元素循环有关的温室效应、光化学烟雾、水体污染和酸雨等环境问题进一步加剧。因此，应该减少人类活动对碳、氮元素循环和环境的影响，控制进入大气、陆地和海洋的有害物质的数量，增强生态系统对有害物质的吸收能力，保护森林，植树绿化，以促进全球碳、氮、氧元素的良性循环。

## 实验室中物质的转化

各种物质在自然界中依靠大自然的神奇作用进行着相互转化，那么在实验室里怎样实现物质间的转化？



## 活动·探究

### 单质、氧化物、酸、碱和盐之间的转化关系

**目的：**构建单质、氧化物、酸、碱和盐之间的转化关系。

单质、氧化物、酸、碱和盐之间有怎样的转化关系？请根据提供的试剂，以小组合作的方式探究单质、氧化物、酸、碱和盐之间可以发生哪些反应，这些反应实现了哪些物质类别之间的转化？

**材料与用具：**金属铁、木炭、氧气、氧化钙、氧化铜、大理石、稀盐酸、稀硫酸、氢氧化钠溶液、氢氧化钙溶液、氯化钠溶液、碳酸钠溶液、硝酸银溶液、硫酸铜溶液、蒸馏水、石蕊溶液、酚酞溶液。

**实验方案：**

**记录：**

反应物与生成物	实验现象	结论
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> 类别：_____         </div> <div style="text-align: center;">           ——  <input type="text"/> 类别：_____         </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> 类别：_____         </div> <div style="text-align: center;">           ——  <input type="text"/> 类别：_____         </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> 类别：_____         </div> <div style="text-align: center;">           ——  <input type="text"/> 类别：_____         </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> 类别：_____         </div> <div style="text-align: center;">           ——  <input type="text"/> 类别：_____         </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> 类别：_____         </div> <div style="text-align: center;">           ——  <input type="text"/> 类别：_____         </div> </div>		

**思考：**

1. 金属单质、非金属单质、金属氧化物、非金属氧化物、酸、碱、盐分别可以跟哪些类别的物质发生反应？能够得到哪些类别的物质？
2. 哪些类别的物质发生反应可以得到盐？
3. 怎样实现由木炭 $\longrightarrow$ 二氧化碳 $\longrightarrow$ 碳酸 $\longrightarrow$ 碳酸钙的转化？

单质、氧化物、酸、碱和盐之间有一定的转化关系，某一类物质与相关类别物质的反应通常体现出这一类物质所具有的通性。利用物质间的反应关系，人们可以研究物质的性质、制备物质以及鉴别和提纯物质。



### 思考·练习

1. 书写金属钙、氧化钙、氢氧化钙、碳酸钙之间的转化关系，书写相关的化学方程式，构建金属、金属氧化物、碱、盐之间的转化关系。
2. 硫酸铜 ( $\text{CuSO}_4$ ) 是用途很广的一种物质。在工业上，硫酸铜可用于精炼铜、镀铜以及制备各种铜的化合物；在农业上，硫酸铜用来配制农药波尔多液。现有一家企业想回收利用废旧物资中的金属铜生产硫酸铜，请你帮他们设计生产硫酸铜的工业流程，并写出涉及反应的化学方程式。
3. 请查找资料了解自然界中氧元素的循环及其意义，并写成小论文。

## 二、利用化学反应制造物质

自然界中存在着很多种物质，这些物质是人类生产、生活的重要资源。一方面，人们需要的许多物质并不存在于自然界中，另一方面，即使是自然界中存在的物质，也不能够完全满足人们的需要，因此人们需要通过化学方法制造物质，这也是化学反应的重要应用。资料统计表明，人工合成的物质已达几千万种，其数量仍在以每年几百万种的速度继续增长着。这些物质极大地丰富了人类赖以生存和发展的物质世界。

你知道哪些化学反应能够得到氧气和二氧化碳？怎样在实验室中应用化学反应制得氧气和二氧化碳？

### 利用化学反应制氧气

提起氧气，大家都非常熟悉。氧气对人类生存和社会生产而言都是至关重要的。你知道如何得到氧气吗？





## 交流·研讨

1. 氧气具有怎样的性质和用途？从哪些途径可以得到氧气？

2. 鱼池缺氧会造成鱼类大量死亡，你知道渔民是怎样给池塘补充氧气的吗？请阅读下面的资料，进行分析。

渔民给池塘补充氧气的某种产品主要成分为15%的过氧化氢溶液。该产品在分解过程中释放出活泼的新生态氧，用于养殖池塘的增氧，药性温和，使用方便，分解快，无残留，绿色环保。使用时，以1 000倍水稀释后直接泼洒于养殖池塘中。

3. 你知道特种部队野外生火的方法吗？特种兵随身携带高锰酸钾，利用它来生火，你知道其中的原理吗？



图3-2-1  
氧得乐

得到氧气的方法很多，如可以通过物理方法把空气中的氧气和其他物质分离开，得到纯净的氧气；还可以通过各种化学反应，例如电解水可以得到氧气。在实验室中，常用过氧化氢（ $\text{H}_2\text{O}_2$ ）或高锰酸钾（ $\text{KMnO}_4$ ）来制取氧气。



## 活动·探究

### 实验室制取氧气

**目的：**学习实验室制取氧气的方法，了解催化剂在化学反应中的作用。

**材料与用具：**高锰酸钾（ $\text{KMnO}_4$ ）、5%的过氧化氢（ $\text{H}_2\text{O}_2$ ）溶液、二氧化锰（ $\text{MnO}_2$ ）、试管、试管夹、铁架台（带铁夹）、单孔塞、导管、棉花、酒精灯、火柴、集气瓶、玻璃片、木条。

**步骤：**

1. 在试管中加入少量高锰酸钾，按图3-2-2安装好制取装置，同时准备用排空气法收集气体。加热试管，稍后用带余烬的木条移近集气瓶口，观察是否复燃。

2. 取5 mL过氧化氢溶液倒入试管中，用带余烬的木条检验，观察是否复燃（图3-2-3a）。

3. 微微加热试管中的溶液，观察现象，并再用带余烬的木条检验（图3-2-3b）。

4. 另取一支试管，加入5 mL过氧化氢溶液和少量二氧化锰，观察现象，并用带余烬的木条检验（图3-2-3c）。

5. 在实验4试管中的液体不再产生气泡后，再加入少量过氧化氢溶液，观察并用带余烬的木条检验。



图3-2-2 加热高锰酸钾制取和收集氧气的装置

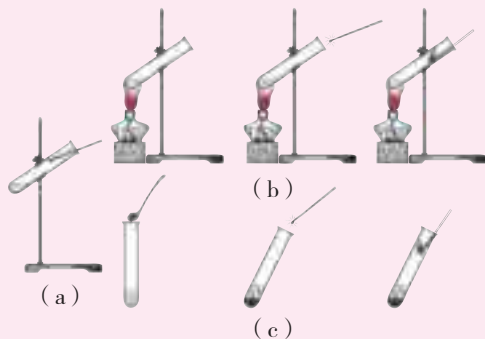
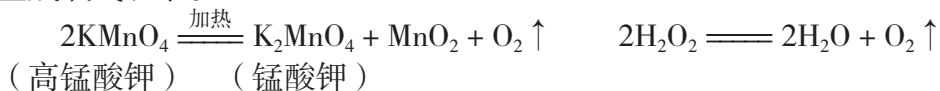


图3-2-3 二氧化锰的催化作用

### 讨论：

- 除了可以用排空气法收集氧气外，还可以用什么方法收集反应产生的氧气？
- 二氧化锰在制取氧气反应中的作用是什么？

高锰酸钾在加热条件下会分解，生成锰酸钾、二氧化锰和氧气。过氧化氢分解生成氧气和水。



利用上面的化学反应制取氧气，需要气体的发生装置和收集装置。依据气体性质的不同，应选用不同的收集装置来收集气体。由于氧气难溶于水，可以采用排水法收集，也可以采用排空气法收集。由于氧气比空气重，用排空气法收集气体时，集气瓶瓶口要朝上。

在用过氧化氢制取氧气的化学反应中，二氧化锰能显著加快过氧化氢分解放出氧气的速率。实验可以证明，在这个反应前后，二氧化锰的质量没有改变，化学性质也没有发生变化。这种在化学反应里能加快其他物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有变化的物质叫做催化剂。催化剂在化学反应中的作用叫做催化作用。催化剂在许多化学反应中有十分重要的作用，许多化工生产中都要用到催化剂。食物在口腔及肠胃中的消化吸收，也要依靠人体中许多特殊的催化剂——酶来完成。

实验室利用高锰酸钾、过氧化氢制取氧气的反应，都是由一种反应物生成两种或两种以上新物质的反应，这样的反应叫做分解反应。与分解反应对应的是化合反应，即由两种或两种以上物质生成一种新物质的反应。硫与氧气、铁与氧气的反应都属于化合反应。



## 拓展视野

### 工业上如何大量制取氧气

空气中约含21%的氧气，因此空气是工业上制取氧气的廉价、易得的原料。如何才能把氧气从空气中分离出来？将空气在低温条件下加压转变为液态空气，然后控制条件逐渐蒸发，由于液态氮气的沸点为 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，比液态氧气的沸点（ $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）低，因此氮气首先从液态空气中蒸发出来，剩下的主要就是液态氧气了。为了便于储存、运输和使用，通常把氧气加压到 $1.5 \times 10^4\text{ kPa}$ ，并储存在漆成蓝色的钢瓶中。

近年来，膜分离技术得到迅速发展。利用膜分离技术，在一定压力下，让空气通过具有富集氧气功能的薄膜，可得到含氧量较高的富氧空气。

### 利用化学反应制二氧化碳

二氧化碳在生活和生产中具有广泛的用途，例如用作气体肥料，用于灭火，生产碳酸饮料等。二氧化碳还是许多化工生产的原料（图3-2-4）。你知道如何获得二氧化碳吗？



用于生产碳酸饮料



做气体肥料



干冰做制冷剂



灭火

图3-2-4 二氧化碳的用途

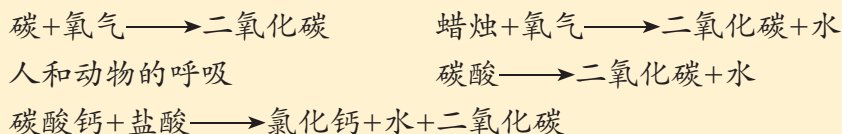


## 交流·研讨

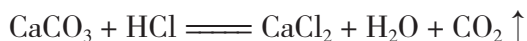
1. 你知道以下二氧化碳的用途体现了二氧化碳的哪些性质？请完成下表。

用途	性质
制碳酸饮料	
灭火	
干冰做制冷剂	
储存粮食	
气体肥料	

2. 你认为通过哪些途径能够得到二氧化碳气体？  
 3. 下列变化是否适合用于实验室制取二氧化碳？为什么？



实验室中制备气体要求产物纯度高、反应快慢适中、条件易于实现等，因此常用稀盐酸与大理石反应来制取二氧化碳。



## 活动·探究

### 实验室制取二氧化碳

**目的：**学习实验室制取二氧化碳。

**材料：**大理石、碳酸钙、稀盐酸、稀硫酸、试管、胶头滴管、集气瓶、带有导管的橡皮塞。

**步骤：**

1. 实验室制取物质，首先要确定反应原理和药品。你想选择碳酸钙、大理石、稀盐酸、稀硫酸中的哪些药品来制取二氧化碳？请按照图3-2-5进行实验，验证你的选择是否合适。

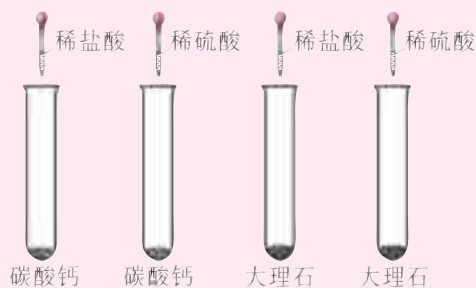


图3-2-5

2. 制取气体装置的确定。

实验室中制取气体的装置包括发生装置和收集装置两部分。确定发生装置时，要考虑反应物的状态（固体、液体、气体）和反应条件（是否需要加热等）。确定气体收集装置时，要考虑气体的性质。不易溶于水、不与水发生反应的气体可用排水法收集；不与空气反应、密度比空气大的气体可用向上排空气法收集；不与空气反应、密度比空气小的气体可用向下排空气法收集。

制取二氧化碳气体，应选择图3-2-6中哪种制取气体的装置？为什么？

收集二氧化碳气体，应选择图3-2-7中哪种气体收集装置？为什么？

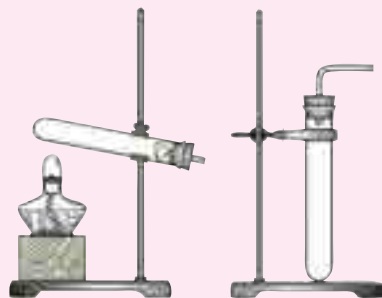


图3-2-6

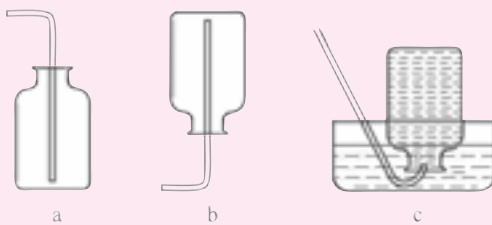


图3-2-7

3. 请参照图3-2-8装置，依照组装装置→检查装置气密性→加入药品→收集气体→检验气体是否收集满的顺序进行操作，制取一瓶二氧化碳气体。

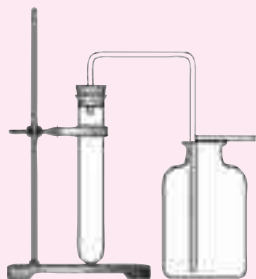


图3-2-8 制取二氧化碳的装置

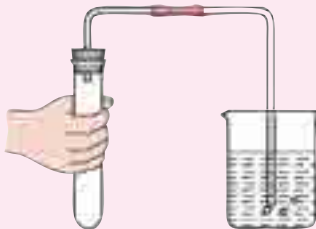


图3-2-9 检查装置的气密性

**思考：**

1. 如何检验集气瓶中的二氧化碳气体已收集满？
2. 要想制取较多的二氧化碳气体，你可以怎样改进实验装置，从而方便添加盐酸？
3. 实验室制取气体需要考虑哪些方面的问题？

实验室制取气体，首先要确定反应原理和药品，从反应物的组成、产物的纯度、反应快慢、条件等方面选择具体的化学反应。然后，依据反应物状态和反应条件确定气体发生装置，依据生成气体的性质确定收集装置。最后考虑具体的实验操作，例如装置气密性检查、加入药品、收集气体、验满、停止反应等。

其实，化学家在制备新物质的过程中所做的工作要复杂得多。例如，从瑞典化学家舍勒发现氯气到工业上应用电解饱和食盐水制备氯气，化学家们经过了100多年的努力。



## 利用化学反应合成新的物质

利用各种化学反应，既能通过对自然界中物质的结构和性质的认识，人工合成出许多自然界里原本就有的物质，如人工合成柠檬酸用作食品添加剂；又能制备出自然界里并不存在的新物质，如防止皮肤被日光灼伤的防晒霜、可使病人得到有效救治的各类药物等。所以说，化学科学中最有创造性的工作就是设计和制备新物质，为人类造福。

在人工合成的新物质中，最有代表性的就是塑料、合成纤维、合成橡胶。它们是用化学方法合成的有机高分子化合物，是人们在日常生活中用得最多的材料，统称为三大合成材料。有机合成材料的诞生，结束了人类只能依靠天然材料的历史，大大拓展了人类可利用材料的种类。

### 1. 塑料

塑料是由人工合成的有机高分子材料为成分，经过一定的工艺加工、塑造成型的高分子材料。目前使用广泛的塑料有聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）等，塑料可以制成各种薄膜、管道、日用品、包装材料等。



图3-2-10 常用的塑料制品



### 活动·探究

#### 认识聚乙烯和聚氯乙烯

**目的：**认识聚乙烯和聚氯乙烯性质的差别，了解鉴别这两种塑料的简易方法。

**材料与用具：**聚乙烯薄膜（如透明的食品包装袋）、聚氯乙烯薄膜（如一些塑料大棚用的薄膜）、酒精灯、火柴。

**步骤：**取聚乙烯塑料薄膜和聚氯乙烯塑料薄膜各一小块，分别在酒精灯上点燃，观察燃烧的现象，并比较产生的气味。

**讨论：**

1. 聚乙烯和聚氯乙烯燃烧时分别有哪些不同的现象产生？
2. 聚乙烯塑料和聚氯乙烯塑料在生活中各有哪些应用？

聚乙烯是由碳、氢元素组成的，而聚氯乙烯除了含有碳、氢元素外，还含有氯元素。聚乙烯薄膜无毒，可以用于食品包装；聚氯乙烯薄膜在使用时会分解出一些对人体有害的物质，所以不宜用于包装食品。聚乙烯薄膜在燃烧时会产生类似蜡烛燃烧的气味，而聚氯乙烯薄膜在燃烧时有刺激性气味产生，利用



塑料薄膜燃烧时的现象和产生气味的差异，可以简易地鉴别聚乙烯和聚氯乙烯两种塑料。

塑料的优点很多，如质轻、耐腐蚀、不导电、容易加工成型等，但塑料也有一些缺点。大多数塑料在自然条件下难以被降解，堆积起来会污染地下水、破坏土壤结构等；如果焚烧废弃塑料，会释放出含有二噁英等有害物质的废气。大量的废弃塑料已经引起了较为严重的环境污染问题——白色污染。



### 交流·研讨

1. 你在日常生活中使用了哪些塑料制品，它们的主要成分分别是什么？对于废旧的塑料制品，你是如何处理的？
2. 对于缓解日益加剧的废弃塑料导致的白色污染，你有哪些好的建议？
3. 2007年12月31日，《国务院办公厅关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》正式颁布。你认为“限塑令”对于减少白色污染有哪些重要意义？

为了缓解废弃塑料引起的环境问题，我们可以提倡尽可能地少用塑料制品，并对废旧塑料做好回收再利用。科学家们也正在努力研制和推广在自然条件下容易降解的新型塑料制品。

## 2. 合成纤维

人类使用纤维的历史极其悠久，很早以前，人类就能利用棉、麻等植物纤维和动物毛、蚕丝等天然纤维来纺纱织布。但天然纤维产量有限，品种和性能也无法满足人类的各种需求。随着化学科学的发展，科学家们尝试将竹、木等材料通过化学方法加工成人造纤维，取得了较为广泛的应用。而合成纤维（图3-2-11）的出现，更是拓宽了人们制造纤维的原料和途径。科学家们以石油产品、煤等为原料，通过一系列化学反应，制得了各种合成纤维，大大丰富了人们的生活。



图3-2-11 合成纤维



### 活动·探究

#### 认识一些纤维的性质

目的：认识一些常见纤维性质的差别和简易鉴别方法。

**材料与用具：**棉纱线、羊毛织物样品、合成纤维样品（如尼龙丝线、锦纶丝线等）、酒精灯、火柴。

**步骤：**取棉纱线、羊毛织物样品、合成纤维样品，分别在酒精灯上灼烧，观察燃烧的现象，辨别产生的气味有什么不同。

**讨论：**

1. 实验中的三种不同的纤维在燃烧时分别有哪些不同的现象产生？
2. 请查阅资料，了解这三种纤维在性能上各有哪些不同。

棉纱线的主要成分是植物纤维，燃烧时有烧纸的气味，残留物灰烬较少。羊毛的主要成分是动物纤维，燃烧时有烧焦羽毛的气味，残留物灰烬较多且带有光泽。合成纤维燃烧较为缓慢，燃烧过程中产生特殊气味。当然，各种不同的合成纤维灼烧时的现象也有所不同。利用灼烧时的现象，能够简易地鉴别各种不同的纤维。

合成纤维在生产、生活中有广泛的应用。尼龙是世界上第一种合成纤维。发展至今，合成纤维的品种越来越丰富，性能也各具特色，我们熟悉的涤纶、腈纶、丙纶、维纶和氯纶等都属于合成纤维。合成纤维一般都具有强度高、弹性好、耐磨、耐化学腐蚀等特性，但吸水性和透气性不如天然纤维。

### 3. 合成橡胶

橡胶也是工业生产和人们日常生活中必不可少的一种重要材料。从橡胶树（图3-2-12a）、橡胶草等植物中能够获得天然橡胶。随着工业生产的发展，人们对橡胶的需求量越来越大，同时也需要许多性能更优异的橡胶制品。合成橡胶是仿照天然橡胶的组成和结构，利用化学方法人工合成的橡胶。丁苯橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶等都是应用广泛的合成橡胶。

与天然橡胶相比，合成橡胶具有良好的弹性和绝缘性，在工农业生产、交通运输和日常生活中有广泛的应用（图3-2-12b）。

随着科学技术的不断发展，许多具有优异性能的塑料、合成纤维和合成橡胶被合成出来，为推动生产发展和丰富人们的生活起到了重要作



(a)

(b)

图3-2-12 天然橡胶与合成橡胶

用。除三大合成材料以外，具有光、电、磁等特殊功能的各种功能高分子材料被不断研制出来，进一步推动人类社会的进步。



## 拓展视野

### 新物质的合成

化学家们不断地合成新的无机化合物和有机化合物，例如化学家们从石油化工产品出发，不仅用简单的物质合成出各种天然的有机化合物，还合成出许多自然界中并不存在的有机化合物。有机合成大师——著名的美国化学家伍德沃德（Robert Burns Woodward, 1917~1979, 图3-2-13）说：“有机合成使人类在旧的自然界旁又建立起一个‘新的自然界’，大大地改变了社会上物质及其商品的面貌，使人类的生活发生了巨大的革命。”

不仅新物质制备的速度不断加快，科学家们合成新物质的方法和手段也发生了很大的变化。传统的研究主要依靠实验，通过筛选和测试来发现新的化合物及化合物的新性能，从而找到新的合成方法。随着理论化学方法和计算机技术的发展，分子设计已经从炼金术士的梦想走向实际的研究和应用。



图3-2-13 伍德沃德

分子设计的思想，就是从所需要的性能出发，设计出具有某种性能的结构，然后再设法合成得到产物。分子设计的基础除了与计算机技术密切相关的多因素优化、数据库技术、图像显示技术外，主要就是依靠化学手段探究得到物质结构与物质性能的关系。

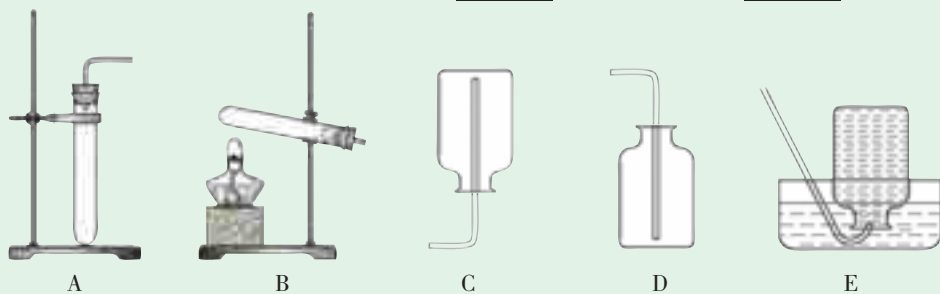
有机化学和无机化学中已经形成了许多分子设计的方法，这些方法集中表现在化合物分子设计、催化剂设计、材料设计、药物设计等方面。



## 思考·练习

1. 查找资料，了解工业、医疗用氧气的制取方法。
2. 请从反应原理、气体制取装置、气体收集装置、验满方法等方面比较实验室制取氧气和二氧化碳气体的异同。
3. 甲烷是一种无色、无气味的气体，密度比空气小，难溶于水，

实验室常用加热无水醋酸钠和碱石灰固体混合物的方法制取甲烷。实验室制备甲烷应选用的发生装置是\_\_\_\_\_，收集装置为\_\_\_\_\_。



### 三、利用化学反应实现能量转化

在进行化学实验的过程中，你是否注意到化学反应过程中的热量变化？你是否认识到化学反应中存在着能量的转化？当你用酒精灯加热试管中的溶液时，就是在利用酒精燃烧这一化学反应中能量变化释放出的热量。化学变化中存在哪些能量变化？这对于生产、生活实际有哪些重要的作用？



图3-3-1 点燃酒精灯

### 认识化学变化过程中伴随着热量变化



#### 观察·思考

#### 化学变化中的热量变化

**目的：**了解化学变化中伴随着热量变化。

**材料与用具：**块状生石灰（ $\text{CaO}$ ）、碳酸铵  $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 、乙酸（ $\text{CH}_3\text{COOH}$ ）、烧杯（1 000 mL、200 mL）、玻璃棒、三角架、石棉网、生鸡蛋。

**步骤：**

1. 在生鸡蛋一端穿一小孔（可将玻璃棒插入）。在大烧杯中加入干燥的生石灰，并把鸡蛋埋在其中（图3-3-2），插上玻璃棒后，向

烧杯中加入适量水，小心地触摸烧杯壁。一段时间后取出鸡蛋，观察发生的变化。

2. 将碳酸铵放入烧杯，边加乙酸边搅拌，观察现象并用手触摸烧杯壁。

**思考：**

1. 步骤1中为什么要用生鸡蛋？还可以用哪些物质替代生鸡蛋？

2. 写出步骤1中发生反应的化学方程式。该反应吸收热量还是放出热量？你还知道类似的化学反应吗？

3. 步骤2中发生的化学反应吸收热量还是放出热量？你还知道类似的化学反应吗？



图3-3-2 生石灰与水的化学反应放出大量的热量

生石灰与水的反应放出热量。碳酸铵中加入乙酸后，烧杯壁很凉，说明反应吸收热量。生活经验也告诉我们，酒精、汽油、天然气等燃烧时都产生热能，我们每天所吃的食物，在体内经过复杂的变化，释放出供给我们身体所需要的能量。

许许多多的事实都表明，化学变化伴随着热量的吸收或释放。化学反应伴随着热量变化是化学反应的基本特征之一。

## 利用化学反应中的能量转化

人们可以利用化学反应将物质内部的化学能转化为热能、电能等，从而使化学能成为人类生产生活所需能量的主要来源之一。



### 交流·研讨

#### 化学反应中的能量转化在生产生活中的应用

1. 请列举一些生产生活中应用化学反应中能量转化的实例。

2. 你听说过“即热饭盒”吗？图

3-3-3是一种“即热饭盒”的结构示意图。这种饭盒使用起来非常方便，撤去底部的隔板几分钟后，食物就能变热。请从能量转化的角度说明其中的道理。

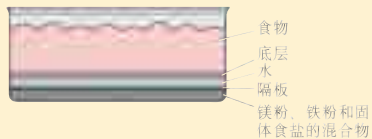
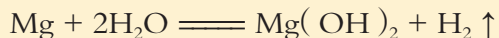


图3-3-3 “即热饭盒”结构示意图



金属镁在一定条件下可与水反应，放出热量。



3. 金属铝在高温条件下与氧化铁发生反应，放出大量的热。该反应常用于焊接钢轨，这种焊接不需消耗电能，而且焊接的速度快，设备简单，适于野外作业。你能解释其中的道理吗？



图3-3-4 金属铝与氧化铁的反应



图3-3-5 焊接钢轨

“即热饭盒”能加热食物，金属铝和氧化铁的反应能焊接钢轨，都是因为这些化学反应过程中化学能转化为热能。化学反应所产生的热能是人类生产和生活中所需能量的重要来源之一。此外，人们还利用某些化学反应把化学能转化为电能。



### 观察·思考

#### 水果电池

**目的：**知道利用某些化学反应可以将化学能转化成电能。

**材料与用具：**西红柿、苹果、柠檬、铜片电极、锌片电极、电流表、导线。

**步骤：**

1. 按照图3-3-6组装装置，观察电流表指针的变化。
2. 将西红柿换成苹果和柠檬，观察电流表指针的变化。



图3-3-6 水果电池



### 思考：

1. 电流表指针发生偏转，说明了什么？
2. 如果连接多个水果，电流表指针偏转程度会发生怎样的变化？

实验事实表明，化学能能够转化成电能，我们日常生活中所用的电池就是将化学能转化成电能的装置。人们利用该原理制成了多种电池，例如干电池、蓄电池和燃料电池等。平时用的锌锰电池属于干电池；汽车用的铅蓄电池以及手机用的镍氢电池和锂离子电池等属于蓄电池；燃料电池应用于航天和军事等领域。

化学能和光能之间也可以相互转化。许多物质在氧气中燃烧时发光就是化学能转化为光能的例证。绿色植物的光合作用则实现了光能向化学能的转化。

化学能以多种途径与其他形式的能进行着转化，并直接参与到整个自然界的能量循环之中。在能源问题备受关注的今天，化学科学在能源的开发和利用方面发挥着重要的作用。



图3-3-7 各种电池



## 拓展视野

### 生物体中的能量转化

能量转化在生物界也普遍存在。例如，植物通过光合作用使光能转化为化学能，储存在所形成的淀粉等糖类中，人通过摄取食物将淀粉等糖类物质摄入体内，并通过体内的一系列化学反应释放出热能，以维持人的正常生理活动。糖类在人体内发生的反应与燃烧反应相比，最终产物都是二氧化碳和水，但两者的反应条件和进行方式不相同。生物氧化是在体温条件和酶的催化下，经过一系列连续的化学反应逐步进行的，能量的转化率和利用率都很高。而糖类的燃烧通常需要在较高温度下才能发生，反应较为剧烈，常伴随着发光和放热，能量很难得到充分利用。因此，在能源利用上模拟有关生物化学过程的研究，是一个极具吸引力的课题。

自然界中存在着丰富的物质，这些物质之间进行着循环和转化，从而使自然界呈现出绚丽多彩、形态各异的现象和景观。

人类依据物质转化的规律和原理，应用化学反应不断制备出物质，使人们的生活更加精彩。应用化学反应中的能量转化，为人类提供各种形式的能量，解决能源问题，使我们不断感叹化学科学的创造性和魅力。

自然界中存在哪些物质及其转化？在实验室中我们依据物质的性质能够实现哪些物质间的转化？我们该如何更好地应用物质间的转化制备物质？相信通过本篇的学习，你一定能够回答这些问题了，你也一定领略到了大自然的神奇和化学科学的魅力。在今后的学习中，你将继续感受科学探究的乐趣。



### 思考·练习

1. 酸和碱的反应过程中是否放出热量？怎样通过实验证明你的猜想？
2. 请思考在家庭中哪些地方应用了化学反应中的能量转化，收集相关的实例和资料，并和同学们进行交流。
3. 查找资料了解化学科学在解决能源问题方面的作用，了解太阳能、核能及其利用。



## 本篇小结

1. 绝大多数金属都存在于矿石（含有矿物并具有提取价值的岩石）中，但也有极少数以游离状态存在。从矿石冶炼金属的常见方法有热分解法、热还原法和电解法等。

2. 金属在工农业生产和日常生活中有极为广泛的用途，是不可缺少的重要材料。金属的使用对人类文明的发展起着重要的推动作用。保护金属资源的途径有：防止和延缓金属腐蚀、回收利用废弃金属、寻找金属代用品等。

3. 金属具有一些共有的物理性质，如良好的导电性、导热性、延展性以及较好的反光性。

4. 不同金属与酸溶液发生反应的难易程度不同，说明不同金属在化学反应中的活动性是不同的。

5. 在金属活动性顺序表中：（1）排在越前面的金属越活泼，与水反应越剧烈；（2）排在氢前面的金属可与稀酸溶液发生反应，同时放出氢气，排在氢后面的金属不与稀酸溶液反应；（3）位于前面的金属（K、Ca、Na除外）能把位于后面的金属从它们的盐溶液中置换出来。

6. 金属腐蚀是金属与周围环境中的水、空气等物质发生复杂化学反应的结果。防止和延缓金属腐蚀的方法有：保持存放环境干燥、在金属表面覆盖保护膜、制成合金等。

7. 合金是由一种金属与其他金属或非金属熔合而形成的具有金属特性的物质。通常所说的“金属材料”是各种纯金属与各种合金的总称。钢是铁的合金，它坚韧耐用，用途广，用量多，是现代工业的支柱。

8. 用化学式来表示化学反应的式子叫化学方程式。化学方程式是重要的化学用语，它能从“质”和“量”两个方面表示化学反应。

9. 参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和。这个规律叫做质量守恒定律。在化学反应中，元素种类不变，原子数目不变，原子质量不变，所以反应前后各物质的质量总和不变。

10. 酸可以与金属、金属氧化物、碱和盐等物质发生反应。

11. 碱可以与非金属氧化物、酸和盐等物质发生反应。

12. 盐能够与金属、碱、酸、盐等物质发生反应。

13. 酸、碱、盐在工农业生产和日常生活中有许多重要用途。很多化学肥料都属于盐类，主要的化学肥料有氮肥、磷肥、钾肥三类。

14. 浓硫酸具有一些特殊性质，它有极强的腐蚀性。使用强酸、强碱时要注意安全。

15. 酸和碱能发生中和反应，生成盐和水。

16. 两种化合物相互交换成分，生成两种新的化合物的反应叫做复分解反应。复分解反应的发生要满足一定的条件，生成物中有沉淀、气体或者有水时，复分解反应才能发生。酸、碱、盐之间的反应大多属于复分解反应。

17. 自然界中存在着碳、氮、氧元素的循环及其构成物质的转化，碳、氮、氧的循环具有重要的意义。

18. 金属单质、金属氧化物、碱与盐，非金属单质、非金属氧化物、酸与盐之间存在着一定的转化关系，利用这些转化关系，可以研究物质的性质、制备物质以及鉴别和提纯物质。

19. 应用化学反应可以制备物质。利用双氧水的分解反应、高锰酸钾的分解反应可以制取氧气。用稀盐酸与大理石发生的反应可以制取二氧化碳。

20. 化学科学中最有创造性的工作就是设计和制备新物质。在人工合成的新物质中，最有代表性的就是塑料、合成纤维、合成橡胶。

21. 实验室制取气体，首先要确定反应原理和药品；然后依据反应物状态和反应条件确定气体发生装置，依据气体性质确定气体收集装置；最后考虑具体的实验操作。

22. 化学变化伴随着热量的吸收或释放。化学反应伴随着热量变化是化学反应的基本特征之一。化学反应所产生的热能是人类生产和生活中所需能量的重要来源之一。电池是将化学能转化为电能的装置。化学科学将在能源的开发和利用等方面发挥着重要的作用。

23. 由一种反应物生成两种或两种以上新物质，这样的反应叫做分解反应。由两种或两种以上物质生成一种新物质的反应叫做化合反应。

24. 在化学反应中能加快其他物质的化学反应速率，本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有变化的物质叫做催化剂。催化剂在化学反应中的作用叫做催化作用。催化剂在许多化学反应中有十分重要的作用。

# 生物体内外的物质、 能量交换及转化



- 第四章 生物体怎样获得营养
- 第五章 生物体怎样获得能量
- 第六章 物质在人体内的运输
- 本篇小结

## 第四章

# 生物体怎样获得营养



生物体一刻不停地与外界环境进行物质和能量的交换。以人为例，食物是我们在这种交换中从外界获得的最重要的物质之一。那么，你是否想过，食物到底为我们提供了什么？食物在我们的身体里发生了哪些变化？自己的饮食习惯科学吗？怎样吃才更有利于健康？



## 一、食物为我们提供了什么

据统计，人一生中（按照70岁计）吃进的食物（包括水）总量相当于自己体重的1000多倍！正是这些食物为我们提供了机体所需要的能量，也正是这些食物为我们提供了机体组织不断更新和生长、发育所需要的材料。多种多样的食物直接提供给我们身体的到底是一些什么物质呢？

### 食物中的营养素

图4-1-1中这些美味的食物是我们餐桌上常见的，你是否想过，这些食物中含有哪些营养素？为什么我们需要这些食物呢？



图4-1-1 日常食物



#### 交流·研讨

#### 食物中有哪些营养素

收集各种食品包装袋，查看标签中的食品成分信息。

与小组同学互相交流搜集到的信息，然后总结概括一下，尝试着回答问题：食物中含有哪几大类营养成分？哪些是我们所必需的营养？

科学研究表明，食物中营养（nutrition）成分的品种尽管很多，但人类必需的营养素主要有六种：水、无机盐、糖类（carbohydrate）、脂肪、蛋白质和维生素。每种食物中所含的各种营养素的多少和比例是不同的。比如，粮食和薯类含糖类比较多；鱼、虾、肉、蛋和乳制品含蛋白质比较多；蔬菜和水果含维生素比较多等。

六大营养素都有各自的功能，它们中的每一类都是人体所必需的。

## 糖类——主要的能源物质

糖类又称碳水化合物，是生物体主要的能量来源，生物体生命活动所需能量的约70%来自于糖类。糖类也是构成细胞的成分之一。根据化学结构，糖类可以分为单糖、双糖和多糖。

单糖有多种类型，其中最主要的一种叫葡萄糖，它是人体细胞能够吸收利用的主要糖类。大多数食物中不含葡萄糖，人体必须把其他种类的糖转化为葡萄糖才能利用。双糖是由两个单糖连接而成的，常见的双糖有蔗糖、麦芽糖等。

多糖由多个单糖分子连接组成。淀粉是存在于植物中的一种多糖，在大米、面粉、马铃薯等食物中含有较多淀粉。淀粉不能直接被人体利用，需要通过消化系统把它分解成葡萄糖才能被人体利用。

营养专家建议，选择含糖类的食物时，最好多吃一些含较多多糖的食物。单糖释放能量较快，而淀粉等多糖提供的能量多且持续时间较长。

## 脂肪——备用的能源物质

脂肪含有的能量约是同质量糖类的两倍，因而脂肪是作为备用的能源物质储存在体内的。

根据化学结构的不同，脂肪分为不饱和性脂肪和饱和性脂肪。不饱和性脂肪在室温下通常呈液态，在植物油中含量丰富。饱和性脂肪在室温下通常呈固态，如动物的脂肪（图4-1-2）。

脂肪除了储备能量，还具有多种生理功能。比如：皮下脂肪具有良好的隔热保温作用，脂肪对一些脂溶性维生素的储存和运输起着重要作用；分布在内脏器官周围的脂肪还具有缓冲和减压的作用。



图4-1-2 含脂肪较多的几种食物

## 蛋白质——生物体的基本构成物质

蛋白质 (protein) 虽然也可以分解并为人体提供能量,但在食物中糖类和脂肪供给充分时,蛋白质一般不作为人体主要的供能物质。

蛋白质是构成人体细胞的基本而必需的物质。在机体生命活动中起重要作用的许多物质,如绝大部分酶、抗体、血红蛋白等都是蛋白质。人体的生长发育和组织更新都离不开蛋白质。人体内的蛋白质需要不断地更新(正常情况下平均每天更新约3%),所以通过食物及时地为机体补充蛋白质是非常重要的。鱼、肉类、乳制品、坚果、大豆等食物中含有较多的蛋白质(图4-1-3)。



图4-1-3 含蛋白质较多的食物



### 拓展视野

#### 蛋白质——生命的物质基础

1816年,一位法国科学家发现,只给狗喂足以提供必要能量的糖和油,不久狗就死了,但是如果同时喂一些含氮的食物,狗就能够存活下去。这里所说的含氮食物就是今天我们所说的蛋白质。1838年,一位著名的荷兰科学家首先把这种含氮物命名为“protein”,这个名字来自希腊语中的“proteinos”一词,意思是“重要的东西”。由于蛋白质不能完全在体内由其他营养素转化或合成,所以必须通过食物来补充。蛋白质摄入不足是营养不良的最主要原因之一,它会引起严重的生长发育障碍和疾病。在世界的一些贫困地区有许多儿童患有蛋白质缺乏症(图4-1-4)。



图4-1-4 患蛋白质缺乏症的儿童

蛋白质是生命的物质基础。不仅我们身体里的每个细胞、每种组织都含有蛋白质,而且各种生命活动的完成也都离不开蛋白质的参与。

## 水和无机盐

通过对七年级下册《水与生命》这一章的学习，我们已经知道水是生物体内含量最多的物质。水在生命活动中的作用非常重要，它不仅是细胞的主要组成成分，是运输各种营养物质的载体，还能够参与和促进体内的代谢过程等。

人体内无机盐总量仅占体重的4%左右，但是作用十分重要。一旦体内缺乏某种无机盐元素，就会影响机体的正常生命活动，出现相应的缺乏症。各种无机盐在体内的含量差别极大，在人体内的分布也很不均匀。下面的资料卡给出了几种重要的无机盐元素在人体中的分布情况和缺乏症。



### 资料卡

#### 无机盐在人体内的分布

元素种类	在人体中的总量（均值）和主要分布	缺乏症
钙	1 300 g，99%存在于骨骼和牙齿中	儿童可出现佝偻病，并影响牙齿发育、凝血功能等；中老年人可出现骨质软化、疏松、增生及肌肉痉挛、腰腿酸痛等
磷	650 g，80%~90%与钙一起存在于骨骼和牙齿中	厌食、贫血、肌肉无力、骨痛（一般情况下很少发生缺乏症）
铁	4 g~5 g，73%存在于红细胞的血红蛋白中	缺铁性贫血，主要症状为乏力、面色苍白、头晕、心悸、食欲不振等
锌	1.4 g~2.3 g，较广泛分布	生长发育不良；食欲不振，味觉发生障碍；皮肤干燥粗糙，伤口不易愈合；严重的还会引起肝脾肿大、贫血、嗜睡等
碘	20 mg~50 mg，20%~30%存在于甲状腺中	地方性甲状腺肿；在胎儿和婴幼儿期严重缺碘可导致呆小症（克汀病），儿童的身体和智力发育出现严重障碍

与有机物营养素不同，无机盐既不能在人体内被合成，除了排泄外也不会机体的代谢过程中消失，所以主要通过食物来补充。在我国，一般人对钙和铁的摄入量普遍偏低，需要特别指出的是，缺乏钙和铁的中小学生占总人数的比例较大。缺乏钙和铁的人应注意通过饮食加以补充，并多做户外活动，加强体育锻炼，必要时应在医生指导下使用相应的补剂或药物。同时，一些微量元素如果在人体内过量存在会产生毒副作用，所以要注意掌握合理的摄入量。

## 神奇的维生素



### 拓展视野

#### 维生素的发现

几百年前，人们偶然地发现食用柑橘或柠檬可有效治疗长期航海者的坏血病；1891年，日本海军让船员从单纯吃大米改为吃多样化的食物，结果长期以来困扰日本海军的“灾难性”的脚气病竟神话般地消失了。这些事实使人们意识到某些食物中一定存在着一些当时还不知道的对人体健康非常重要的成分。科学家们对这类“神秘”成分进行了大量的研究，1912年首次从稻壳中提取出一种只需要极小的量就足以对脚气病产生显著疗效的物质硫胺素，即维生素B<sub>1</sub>。

由于一些科学家最初认为这类“神秘成分”都是胺，因此建议用拉丁文“生命”（vita）和“胺”（amine）两字拼在一起作为它们的名字，即vitamine。后来随着研究的深入，人们发现这类成分并不都是胺，于是在1920年统一命名时，就将最后一个字母“e”去掉，以表示与胺无关，称为“vitamin”，中文音译为“维他命”，后来又将中文译名改为“维生素”。

维生素是一些相对分子质量较小的有机物，既不是构成机体的原材料，又不能为人体提供能量，而且人体每天对它们的需要量很小，但是它们在体内物质和能量的代谢中起着重要的调节作用。缺乏维生素会影响生长发育，甚至引起某些疾病。

虽然人体对维生素的需要量很少，但大多数维生素不能在人体内合成，或者合成量不足，而且在人体内储存量也很小，因此必须从食物中得到及时的补充。





## 交流·研讨

下表中列出了几种维生素的缺乏症，和老师、同学一起讨论，从哪些食物中可以较多地摄取到这些维生素，然后完成下面的表格。

维生素	缺乏时的主要症状	主要食物来源
维生素A*	皮肤干燥、粗糙，夜盲症（傍晚时看不清东西）和干眼症	
维生素B <sub>1</sub>	又称脚气病，可有乏力、肌肉痛、头痛、失眠、烦躁、食欲不佳、便秘、多发性神经炎、心动过速、下肢水肿等症状	
维生素C	又称坏血病，可有以下症状：疲倦、毛囊过度角质化、皮下和牙龈出血、抵抗力下降、伤口愈合慢、骨骼变脆、关节疼痛，甚至可出现轻度贫血和抑郁等神经症状	
维生素D**	佝偻病（如：鸡胸、X形腿、O形腿和串珠肋等），骨质软化和骨质疏松症，肌肉痉挛等	

注：\* 胡萝卜素在人体内可以转化为维生素A。

\*\* 人皮肤的表皮细胞里有一种胆固醇类物质，受阳光中的紫外线照射，可转化成维生素D。

维生素分为脂溶性维生素和水溶性维生素。脂溶性维生素能溶解于脂肪，并且能够储存在脂肪中。维生素A、D、E、K都是脂溶性维生素。水溶性维生素能溶解于水但不能储存在体内（如维生素C和所有B族维生素），因此每天的饮食中包含一些水溶性维生素是很有必要的。



## 活动·探究

维生素C在人体内有抗氧化作用，这主要是因为它具有还原性。维生素C可以使紫红色的高锰酸钾溶液褪色。请你运用这一原理设计一个探究实验的方案，来验证、探究下列问题，并想一想所得结果在生产生活中有哪些用途：



1. 到底维生素C有没有还原性?
2. 不同的蔬菜和水果中的维生素C含量一样多吗?
3. 在不同温度下存放某种蔬菜(或水果),随着时间的延长,其中维生素C含量的变化情况一样吗?这说明了什么?



## 拓展视野

### 第七营养素——膳食纤维

膳食纤维指食物中的纤维素等一大类在人体内不能被消化,也不能为我们提供营养和能量的多糖。它是世界上数量最多的糖类,占整个植物界碳含量的一半以上。

由于人体缺乏分解这类物质的酶,只能将其随粪便排出体外,所以在很长时期内人们认为膳食纤维除了可预防便秘以外几乎没有营养价值。但近年医学和营养学的研究证实,膳食纤维不仅因具有很强的吸水性和膨大的体积而使人产生饱腹感,有助于使体内生成的废物和有害物质及时随大便排出,还可降血压、降血脂、调控血糖水平、减肥、抗癌、解毒,对预防糖尿病、高血压、高血脂、肥胖症、胆石症和肠癌有益。同时,它还有利于肠道有益菌的生长,在肠黏膜表面形成一层菌膜屏障,从而提高机体免疫功能。

近十几年,人们的食物越来越精细,高脂肪低纤维素的饮食结构日益蔓延,患慢性便秘和肠癌的人越来越多,膳食纤维更显示出重要作用。所以有些营养学家和生产厂家就把它称为“第七营养要素”。联合国粮农组织(FAO)和美国、加拿大、日本等国颁布的膳食指导大纲以及我国颁布的《90年代中国食物结构改革与发展纲要》等文件中均指出:膳食纤维是平衡膳食结构的必要营养素之一。

膳食纤维主要存在于植物性食品中,不同的植物所含有的种类和数量也不同。我们通过吃蔬菜、水果、豆类、粗粮和没有经过精加工的谷物(麦麸中膳食纤维的含量高达70%,而越是精加工的食品,膳食纤维的含量越低)等可以获得较多的膳食纤维。

但应当指出,膳食纤维的摄入也不能过量(每日以20g左右为宜),否则会影响某些维生素和无机盐的吸收,并有可能使胃癌和食道癌的患病危险性增大。



## 思考·练习

1. 人体所需的六大类营养素是哪些？能为人体提供能量的营养素有哪些？

2. 构成人体细胞的基本物质和供给生命活动能量的主要物质是下列哪一组（ ）

- A. 蛋白质、脂肪                      B. 蛋白质、糖类  
C. 糖类、蛋白质                      D. 维生素、脂肪

3. 有些同学只爱吃肉，不爱吃水果和蔬菜，长此以往会造成身体缺乏（ ）

- A. 蛋白质和维生素                      B. 脂肪和无机盐  
C. 维生素和无机盐                      D. 蛋白质和脂肪

4. 小林这几天刷牙时发现牙龈经常出血，你应当建议他多吃一些（ ）

- A. 米饭、馒头                          B. 鱼、肉、奶、蛋  
C. 新鲜蔬菜、水果                      D. 奶油、巧克力

5. 如果食物中长期缺乏某些营养物质，就会使人患某种疾病，适当补充相应食物则可以促进身体的恢复。请将右栏针对相应疾病需补充的食物与左栏病症用线连接起来。

- |         |     |
|---------|-----|
| 夜盲症     | 海带  |
| 坏血病     | 胡萝卜 |
| 佝偻病     | 橙子  |
| 地方性甲状腺肿 | 牛奶  |

6. 作为健康饮食的一部分，每个人都应该补充维生素，你认为这个观点对吗？

7. 为什么素食者应该吃各种各样的食物？

## 二、食物的消化

取相同大小的两块方糖，将其中一块碾碎成粉末，另一块保持完整。将两份方糖分别放入两只盛有200 mL水的烧杯中，摇晃两只烧杯，哪只烧杯里的糖先溶解消失？如果烧杯里的糖是食物的话，你推测哪一种食物更容易被人体消化吸收呢？

### 食物需要消化系统的加工

食物中的淀粉、脂肪和蛋白质都是分子大、结构复杂的有机物，不能直接进入细胞，需要经过消化系统的加工，逐步分解成简单的小分子物质才能被吸收，这个过程叫做消化（digestion）。

消化系统由消化道和消化腺两大部分组成（图4-2-1）。

消化道是食物经过的通道，从口腔开始，依次经过咽、食道、胃、小肠、大肠和肛门。消化道长约8 m~9 m，具有容纳、磨碎、搅拌和运输食物的功能，是食物消化和吸收的场所。

消化腺包括唾液腺、胃腺、肝脏、胰腺和肠腺。胃腺和肠腺是分布在胃壁和小肠壁上的小腺体。消化腺能分泌消化液，大部分消化液中含有消化酶，可帮助分解消化道中的食物。

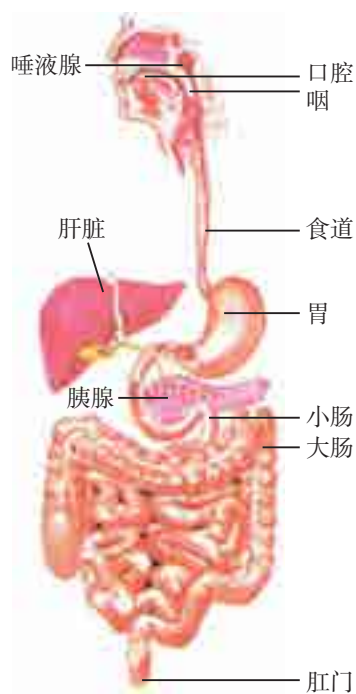


图4-2-1 消化系统示意图

### 食物的消化从口腔开始

咬下一块馒头，开始慢慢地咀嚼，仔细体会馒头口味的变化，想一想，口腔对馒头进行了哪些加工？

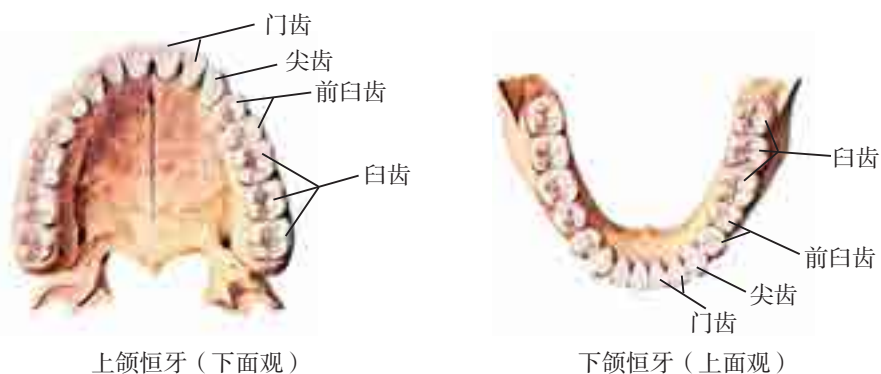


图4-2-2 牙齿的形状和功能示意图

当我们吃东西时，舌头不断翻动和搅拌食物，借助不同形状的牙齿（图4-2-2）把大块的食物切断、撕裂、磨碎成小块，并使食物与唾液充分混匀，成为容易下咽的食团，这就是人体对食物最初的消化过程——咀嚼。牙齿和舌头所进行的消化过程是把大块的食物分解成小块，我们称为机械消化。在咀嚼的过程中，我们还能感觉到馒头逐渐变得湿软和润滑，这是因为加入了越来越多的唾液。唾液是由唾液腺分泌的。口腔中有许多唾液腺，图4-2-3显示的是其中的3对大唾液腺。那么，唾液是不是仅仅起湿润作用呢？让我们通过下面的实验来看一看。

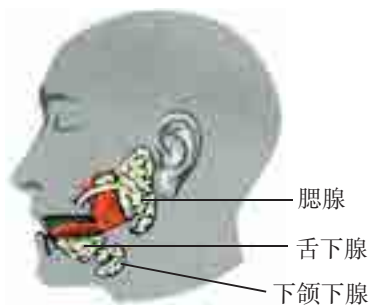


图4-2-3 口腔中最主要的三对唾液腺



## 活动·探究

### 唾液的作用

**目的：**通过模拟馒头在口腔中被咀嚼的过程，认识到唾液的作用不仅仅是使食团湿软、润滑，咀嚼的作用也不仅仅是机械切割和研磨，从而对消化酶和化学消化等概念产生初步的感性认识。

**材料与用具：**一小块馒头、刀、木板、试管、玻璃棒、大烧杯、酒精灯、铁架台、石棉网、清水、冰块、5%的盐酸、消毒脱脂棉、镊子、量筒、碘液、滴管、温度计。

#### 步骤：

1. 取6支同样大小的试管，按顺序编上1~6号。
2. 取6小块馒头，每块约2 g，用刀切碎（注意：切碎的程度要尽

量一致)，分别放入上述6支试管中。

3. 用清水漱净口，含入一块消毒脱脂棉。过1分钟~2分钟后用镊子取出脱脂棉，放在小烧杯里进行挤压，以收集其中的唾液。量取一定量的唾液，加入等量清水，混合均匀，即为唾液稀释液。

4. 取两只大烧杯，编上1号和2号，各放入一定量的水。在1号杯中放入一些冰块；同时点燃酒精灯，将2号杯中的水加热至 $37^{\circ}\text{C}$ ，并注意保持温度不变。

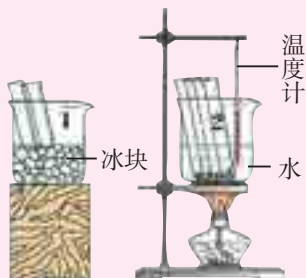


图4-2-4 实验操作示意图

5. 按照下表对各试管进行相应的操作。

试管编号	加唾液稀释液量 (mL)	加清水量 (mL)	加盐酸量 (mL)	放入的烧杯编号
1	0	3	0	2
2	0	3	0	1
3	2	1	0	2
4	2	1	0	1
5	2*	1	0	2
6	2	0	1	2

\*注：该组唾液为先煮沸5分钟后冷却至 $37^{\circ}\text{C}$ 再使用，注意冷却后的量也要保证为2 mL。

6. 对各试管中的混合物进行程度相似的间歇搅拌。用试纸测试它们的pH，记录下来。5分钟~10分钟后在各试管内加入2滴碘液，摇匀，观察颜色的变化。并把观察结果记录下来。把试管4取出放在室温下继续观察，记录下观察到的现象。

原理提示：

- 馒头中含有大量淀粉。淀粉遇碘液生成蓝色物质。
- 淀粉在一定条件下会分解成糊精、麦芽糖（或葡萄糖），它们遇碘不会生成蓝色物质。

讨论：

- 为什么要把每一块馒头都用刀切碎，并要强调切碎的程度要尽

量一致？

2. 实验结果表明试管3中没有生成蓝色物质，如果把这个结果与试管4的实验结果（有蓝色物质生成）对比分析，似乎可以推测是温度影响了馒头中淀粉的分解；但对比试管1和2的实验结果，似乎又说明馒头中淀粉的分解情况在冰水中和在近似于体温的温度（37℃）下是基本一样的。你怎样解释上面的结果？从中你又能得出什么推论？

3. 对比试管3和5、6的实验结果，并结合上面的讨论，你认为能得出什么推论？

4. 对试管4的继续实验有什么意义？如果在相当长的时间里蓝色丝毫不褪，你可能会得出什么推论？

**结论：**

实验结果表明：唾液除了湿润食物外，还具有把食物中的\_\_\_\_\_分解的作用；而分解的速度\_\_\_\_\_（基本不受/明显受到）温度的影响，\_\_\_\_\_（基本不受/明显受到）酸碱度的影响；唾液中能起这种作用的成分在高温（煮沸）条件下\_\_\_\_\_（性质稳定/会被破坏）。

在上面的实验中我们得出结论：如果只加清水，即使把馒头切得很细碎并把温度升高到与体温相同，也不能使馒头中的淀粉分解，而唾液在一定条件下则能把淀粉分解（成为糊精和麦芽糖）。唾液中所含有的这种能把淀粉分解的物质叫做唾液淀粉酶。在人体的消化道里还有许多种“酶”（enzyme），它们能分解、转化不同的食物成分，统称消化酶。它们的作用受温度和酸碱度等因素的影响。

上面的实验还说明：咀嚼过程不仅包括牙齿对食物的切割和研磨等物理变化，还包括唾液对淀粉的分解等化学变化。事实上，食物在消化道中受到的所有消化作用都可以被概括为这样两大类型，我们把前者称为物理（机械）消化，而把后者称为化学消化。

## 食物在胃肠道中进一步被消化

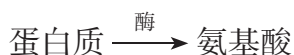
经过咀嚼的食物被咽入食道（esophagus）后，受食道收缩的挤压，被送进胃（stomach）里。在胃肠道里食物会被进一步消化，直至被拆分到能穿过小肠（small intestine）壁进入血液为止。下面我们来看看三大有机物是如何被消化的。



淀粉在口腔中经过唾液淀粉酶的作用，被部分消化成麦芽糖。麦芽糖和剩余未被消化的淀粉经食道、胃到达小肠。由于肠液、胰液中含有能消化淀粉和麦芽糖的一些酶，在它们的帮助下，最后分解为葡萄糖。



蛋白质的消化从胃里开始。胃液中含有消化蛋白质的酶，对蛋白质进行初步消化；进入小肠后，胰液和肠液中也含有能消化蛋白质的酶，蛋白质最后分解为氨基酸。



脂肪的消化只能在小肠内进行。脂肪在小肠中首先与胆汁发生作用。胆汁是肝脏分泌的一种消化液，而它却不含有任何一种消化酶。那么，胆汁的作用究竟是什么呢？



## 活动·探究

### 胆汁的作用

取鸡或猪、牛、羊的苦胆，剪破胆囊以取胆汁；取2支干净试管，编上1、2号。按下表进行操作：

试管编号	水 (mL)	植物油 (mL)	其他
1	5	1	水1 mL
2	5	1	胆汁1 mL

将各试管用橡胶塞塞紧，用力振摇片刻，直立放置在试管架上，进行观察：\_\_\_\_（1/2）号管内的油和水又分开成两层了，各自\_\_\_\_（仍然是澄清的/都变得浑浊了）；而另外1支试管\_\_\_\_（请用文字描述看到的现象）。根据以前所学过的知识，可以推测在这试管中已经形成了\_\_\_\_（溶液/悬浊液/乳浊液），这说明\_\_\_\_（振摇/胆汁）有使脂肪分散在水中的作用（即乳化作用）。

#### 分析和讨论：

根据上面的结果和前面所学过的知识，分析一下为什么胆汁不含有消化酶却仍被算做是消化液？它在脂肪的消化过程中到底起什么作用呢？

由于胆汁的乳化作用，使脂肪变成微粒，便于和胰液、肠液中的脂肪酶接触，在这些酶的作用下脂肪被分解为甘油和脂肪酸（图4-2-5）。



器官（消化腺）	分泌的消化液	所含有的消化酶	主要作用于哪些食物成分
口腔 (唾液腺)	唾液	唾液淀粉酶	淀粉（初步消化）
胃 (胃腺)	胃液	胃蛋白酶	蛋白质（初步消化）
肝 胰	胆汁 (进入十二指肠)		脂肪（起乳化作用）
	胰液 (进入十二指肠)	淀粉酶、脂酶、胰蛋白酶、核酸酶	淀粉、蛋白质、脂肪、核酸
小肠 (肠腺)	肠液	麦芽糖酶、乳糖酶、蔗糖酶、寡肽酶等	淀粉和蛋白质等（进一步消化）

图4-2-5 不同的食物成分在消化道内不同的部位被消化



### 思考·练习

1. 什么叫消化腺、消化液和消化酶？每一种食物成分在消化道的哪个部位被消化主要取决于什么因素？
2. 尝试概括食物经过消化道的过程中，经过了哪些物理性消化和化学性消化。
3. 在淀粉、蛋白质、脂肪的化学性消化过程中，消化酶起什么作用？
4. 我们躺着的时候可以吃东西，甚至倒立时仍可吞食固体食物，为什么食物可逆地心引力而进入胃？试说明其原因。
5. 胃壁细胞的主要构成物质是蛋白质，为什么胃蛋白酶没有把自己给消化了？假设在某种情况下不得不把病人的胃全部切除，病人的消化功能因而受到很大的影响，如果要设计、制造一种能尽量起到对胃的替代功能的“人造胃”，你认为这种“人造胃”应具备哪些作用和特点才是比较理想的？
6. 课外活动：参考关于胆汁的作用活动中的做法，分别用洗洁精、肥皂水、洗衣粉溶液等各种你认为可能会有乳化作用的物质代替胆汁进行实验和观察，看看它们之中哪些的确具有乳化作用，并分析它们的这种性质与用途之间有什么关系。

### 三、营养的吸收和残渣的排出

食物被消化后变成了能溶于水的小分子物质。它们和另一些不需要经过消化的小分子物质（如水、无机盐等）是怎样从肠道进入血液,被送往全身的呢? 剩余的食物残渣又是怎样被排出的? 那么多的消化液都到哪里去了?

#### 营养成分的吸收主要发生在小肠中

营养成分从消化道进入血液的过程称为“吸收”。除了口腔和食道以外,消化道各部分大都有一定的吸收功能。比如,胃能吸收少量的水和酒精;大肠(large intestine)对水、无机盐和部分维生素也有吸收。但食物经过消化所产生的营养成分中的绝大部分都是由小肠的下半部分吸收的。

小肠很长,约有5 m~6 m,盘曲在腹腔中。小肠的内壁有许多环形褶皱并布满“绒毛”和微绒毛(图4-3-1),表面积大约等于同样粗细和长短的管道的600倍(据估算一个成年人的小肠内表面积约为200 m<sup>2</sup>)。较大的表面积保证了能充分和食物接触。许多动物的小肠都与人的小肠有着相似的构造特点。

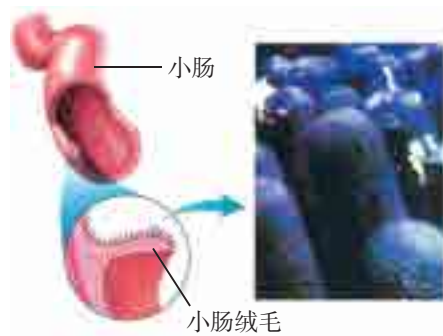


图4-3-1 小肠内壁的构造



#### 活动·探究

##### 观察小肠绒毛

步骤:

1. 用剪刀剪下一小块鸡(或猪)的小肠,用清水洗净,内表面向上放在培养皿(或其他适当的容器)中,加入适量的水。
2. 用放大镜仔细观察小肠的内表面,并把看到的情况画成简图。

**分析与讨论：**

1. 如果以十二指肠上段为材料进行上面的观察好不好？为什么？
2. 物体的构造与它们的表面积是密切相关的，而这往往可能会使它们具有某些特殊的功能，你能再举出一些事例来支持这一观点吗？

每平方毫米小肠内壁上分布有几十个小肠绒毛，它们不停地摆动，就像无数微小的“吸管”。每个小肠绒毛里都分布着毛细血管和毛细淋巴管（图4-3-2），它们的壁和小肠绒毛的壁都只由一层上皮细胞构成，非常薄。这样的结构特点使各种营养物质分子可以很容易地被吸收，进入血液循环，再由血液运送至全身。

水、无机盐以及糖类、蛋白质、脂肪分解生成的葡萄糖（或其他单糖）、氨基酸和甘油等在这里直接透过毛细血管壁进入血液循环。而脂肪分解后生成的脂肪酸则“兵分两路”，分子较小的直接进入毛细血管，分子仍较大的则进入毛细淋巴管，再经淋巴系统汇入血液。

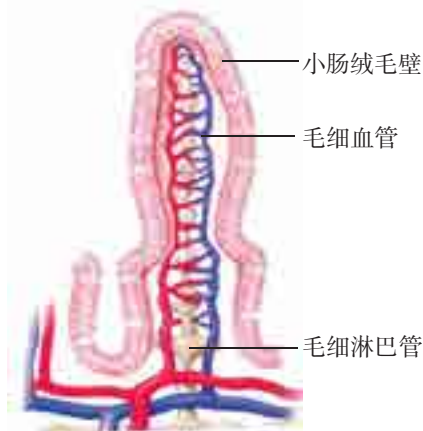


图4-3-2 小肠绒毛里有丰富的毛细血管和淋巴管

## 食物残渣的处理主要由大肠完成

食物残渣在大肠中将被进一步处理，成为粪便，排出体外。那么，大肠对这些残渣进行了怎样的加工、处理呢？与这些功能相适应，大肠的构造和运动又会具有什么样的主要特点呢？让我们先根据下面的信息，运用逻辑推理的方法来推测一下吧。



### 交流·研讨

#### 推测大肠的构造和运动特点

##### 资料：

1. 大肠与小肠相接的部分叫盲肠；大肠最长的一段是结肠，粪便在这里形成；大肠的最下面一段是直肠，开口于肛门。
2. 每天我们吃进的食物、喝进的水与消化道产生的消化液加起来

大约为9 000 mL。其中约8 500 mL水和溶解在水中的物质分子都被小肠吸收掉了，剩余的大约500 mL则进入大肠。这其中有大约350 mL（水和无机盐）将被大肠吸收，另150 mL形成粪便（其中包括约100 mL水和50 mL固形物）。

3. 大肠内壁也有一些大肠腺，能分泌大肠液。大肠内有许多细菌能利用食物残渣中的一些物质合成B族维生素和维生素K等，可被肠壁吸收。同时，会分解食物残渣产生有特殊臭味和毒性的物质。

4. 与食物在胃和小肠中经历的消化、吸收过程相比，食物残渣在大肠中滞留的时间要长得多。前者一般只需要2小时~3小时，后者则往往需要一天至几天。

**分析与讨论：**在小组内和同学展开讨论，根据已学过的知识和上面提供的信息，对下面各问题给出自己的推测。

1. 大肠似乎\_\_\_\_（应当/不应当）很短；但估计应当比小肠\_\_\_\_（长/短）。
2. 大肠内壁可能\_\_\_\_（有/没有）大量绒毛或类似结构；\_\_\_\_（有/没有）皱襞或类似袋囊的结构。
3. 大肠的蠕动可能较\_\_\_\_（慢/快），而且比较\_\_\_\_（有力/轻微）。
4. 估计大肠液\_\_\_\_（含有/不含有）消化酶；它的主要功能可能是\_\_\_\_\_（对食物残渣做进一步的消化/起润滑作用）。

与图4-3-3对比，并参考下面的材料，看看你们小组的推测是否与真实情况相一致。



## 拓展视野

### 大肠的构造

从小肠末端到肛门之间这一段肠道就是大肠。它的最上面一段是短短的盲肠，最下面一段是直接通向肛门的直肠，而中间是结肠。大肠的长度只有小肠的1/4左右，但比小肠粗3倍~4倍。

结肠壁上有三条纵向的肌肉增厚成为“结肠带”，就像用三根绳子把一个长长的袋子抽紧了一样，使结肠“皱”起来，形成许多兜囊，叫做结肠袋(图4-3-3)。这些兜囊就好像许多小房子，来自小肠的混合了大量消化液的食物残渣不得不在这些“小房子”中反反复复地

进进出出，于是大大延长了食物残渣在结肠中停留的时间。这不仅有利于把多余的水分吸收掉，形成半固体状的粪便，而且也使大肠里的许多微生物拥有了相对稳定的“家”，它们会利用食物残渣中的小分子物质“生产”出一些维生素，我们所需要的不少维生素就是由肠道菌合成，经大肠吸收的。

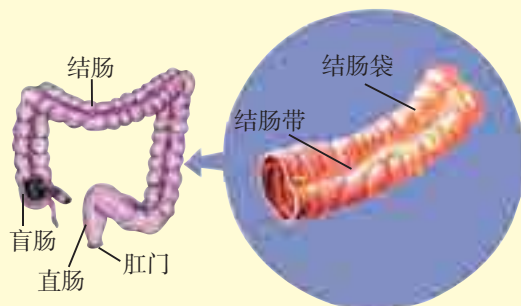


图4-3-3 人的大肠



### 思考·练习

1. 对小肠和大肠的构造特点和生理功能进行对比，从中进一步体验生物体结构与功能的一致性。
2. 通过查阅资料等方式，并结合自己已有的知识和常识，尝试着找出典型的植食性动物和肉食性动物胃肠道的区别。

## 四、健康饮食

“吃出健康”，这还不简单，尽管拣好的吃就是了。



你说的不对吧？现在好多文明病不都是吃出来的吗？



其实，“吃出健康”只是对科学膳食的重要作用的一种生动、形象的说法。它涉及很多方面，是个很值得认真研究的问题呢。



## 平衡的膳食才是健康的

我们每天从食物中获取能量和营养物质，同时又在一刻不停的生理活动和机体运动中消耗、使用体内的能量和营养物质。也就是说，在摄入和消耗之间存在着极为复杂的平衡，而这种平衡的维持正是健康的基础。

中国历来讲究合理、平衡的膳食，有着非常科学的平衡膳食思想和优良饮食文化传统。近年来，以中国膳食为代表的东方膳食结构已越来越引起全世界的瞩目。让我们大家一起来挖掘、保护和利用这些宝贵的财富，使它们不仅为滋养国人的健康出力，也为世界人民的健康做出贡献。



### 拓展视野

#### 我国古代科学膳食思想的代表性论述

《黄帝内经》中关于膳食结构的论述：“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充，气味和而服之，以补精益气。”“谷肉果菜，食养尽之，无使过之，伤其正也……”

后人对这一精辟论述做了进一步的说明：“五谷宜为养，失豆则不良；五畜适为益，过则害非浅；五菜常为充，新鲜绿黄红；五果当为助，力求少而数；气味和则服，尤当忌偏独；饮食贵有节，切切勿使过。”

我国传统医学中把食物划分为甘、酸、苦、辛、咸五味，认为五味配合得当，就能相得益彰，有益于健康，如果某一味作用过偏，就会造成平衡失调，导致疾病。《黄帝内经》中明确主张：“谨和五味，骨正筋柔，气血以流，腠理以密，如是则……长有天命。”

#### 我国有关科学膳食思想的一些民谚俗语

先饥而食，先渴而饮；饥不可太饥，饱不可太饱。

杂食者，美食也！

一方水土养一方人。

青菜豆腐保平安。

腰带长，寿命短。

物无美恶，过则为灾。

## 中国居民平衡膳食宝塔

为了更便于人们理解和在日常生活中应用，中国营养学会根据《中国居民膳食指南》中的原则转化成各类食物的量，以宝塔的形式提出了一个在营养上比较理想的膳食模式（图4-4-1）。

平衡膳食宝塔共分五层，包含我们每天应吃的主要食物种类。各层的位置和面积不同，这在一定程度上反映出各类食物在膳食中的地位 and 所占的比重。

一个人应该每天从每一层的食物中摄取一定量的食物，并注意每种食物的摄入量都有一个范围。运动量大或者处在生长发育阶段的青少年对每组食物摄入的量应该多一些。

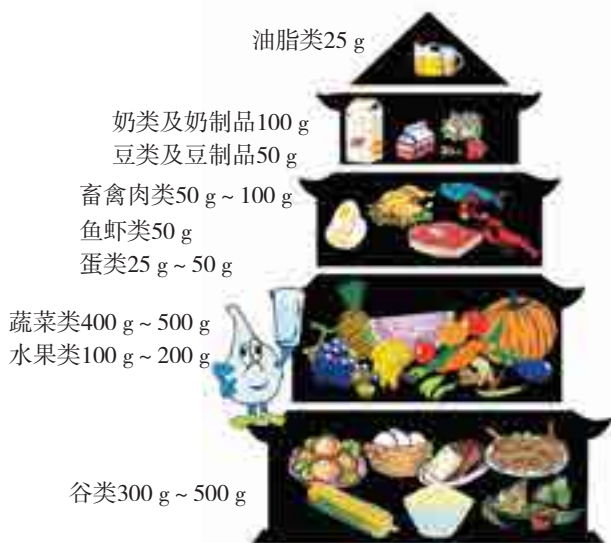


图4-4-1 中国居民平衡膳食宝塔



### 活动·探究

#### 我的膳食宝塔合理吗？

连续几天记录自己一日三餐所吃的东西（按生的原料估计一下每种食物大约的量），按照上面“宝塔”的五层分别计算出每天各层食物的平均摄入量，绘制出自己的膳食宝塔，与“中国居民平衡膳食宝塔”进行比较。

#### 讨论：

1. 你的膳食宝塔和“中国居民平衡膳食宝塔”一致吗？主要差别在哪里？你准备怎样去进行改善呢？

2. 如果你的家乡目前经济还不很发达，一般人根本不可能达到“中国居民平衡膳食宝塔”中的膳食水平，请和同学们一起讨论一下，看看能不能找出一些利用当地资源来改善营养水平的办法（比

如，利用边角的土地种植大豆，用豆浆、豆腐来补充蛋白质的摄入量)；并进一步讨论一下怎样使家乡的经济得到更快的发展。

## 学做营养师

我们已经深切地了解到饮食对健康是多么重要，又学习了许许多多有关营养的知识，应该完全可以为自己和家人的饮食健康做点儿什么了。让我们现在就行动起来吧——从制定星期天的一顿午餐食谱开始，学着去做自己的营养师，负起为家人设计健康饮食的责任！



### 活动·探究

#### 星期天午餐食谱的制定

**目的：**通过设计食谱，练习使用已经学习过的食物、能量、营养及平衡膳食等方面的知识，加深对有关知识的理解，并强化在生活中普及科学知识的责任感和对亲人的关心。

#### 步骤：

##### 提示：

1. 星期天午餐可适当丰盛。但尽管如此，仍应该遵循平衡膳食的各项基本原则。
2. 制定食谱时不仅要考虑到营养原则，还要考虑到经济可行，并尽量全面考虑到色、香、味；如果共同进餐者中有老人或儿童时，还应注意照顾到他们对饮食的特殊需要。
3. 根据营养学家的建议，一日三餐的食物量的分配应为早、晚餐各30%，午餐40%。
4. 中学生因处于生长发育期，对能量的需求多一些，应适当考虑。

##### 1. 确定所需要的食物量：

一般要确定食物的量大都是从计算进餐人所需要的能量开始，再通过食物的选择来实现能量和营养素的合理搭配，满足人体的全面需要。

参考提示中所给出的原则和自己对家人饮食爱好的了解，初步确定食谱中各类食物的量。比如：200 g鱼虾量太小，不容易烹调，而

且大家又都爱吃鱼虾，则可以把半个星期的应摄入量都集中在星期日吃，同时适当减少肉、蛋的量。又如：作为午餐可以没有奶类而有较多的豆制品，等等。

### 2. 初步确定食谱：

这一步除了要考虑到费用和家人的爱好（或特殊需求）外，还要特别注意到食物的多样性和相互搭配。比如：近2 000 g（按全家4~5人计）的蔬菜可以选三四种，并尽量保证既有叶菜又有果菜，既有绿色的又有红或黄、紫等颜色的，这样不仅营养素会更加全面，而且也更容易与豆制品或肉、蛋类搭配，做出色、香、味俱佳的菜肴来。

### 3. 修改和完善食谱：

和妈妈（或其他在做饭方面比较有经验的人）讨论上面你所初步确定的食物品种、用量和具体食谱（搭配方案），征求修改意见和建议，并进行修改。然后，最好再征求一下家中其他人，特别是老年人的意见和建议，进行必要的修改。最后，把它写下来。

### 讨论：

1. 在小组内交流、讨论每个人设计的食谱，看看各有什么特色和需要改进之处。
2. 谈谈通过这个活动自己有哪些收获、体会和感想。

## 关注食品安全

食品安全（food safety）指食品无毒、无害，符合应当有的营养要求，对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害。

随着人民生活水平的提高和各种食品加工工艺的发展，人们餐桌上的食物种类越来越丰富多样。但是在多样化的食品制作加工过程中，为了便于储存、运输或单纯为了色彩、口感，一些食品添加剂被广泛使用。更有为了谋求低投入高收益的不法商贩，在食品制作过程中弄虚作假，使食品安全受到严重威胁。

我们在选择食品时要注意观察食品包装上是否有以下标识：QS、绿色食品、保健食品（图4-4-2），留意生产日期，确保选择安全卫生的食品。



图4-4-2 食品标识



### 交流·研讨

同学自愿组合成3人~5人的小组，每个小组从下面与食品安全和饮食卫生有关的词汇（或短语）中选择1个~2个（或选同一个方面的几个词），作为本组进行调查研究或资料查阅的主题，小组成员分头采取各种方式收集有关信息。然后汇总信息，共同准备一份小型调研报告（或科学小论文等），并就此召开一次主题班会或举办一期专题板报。

备选的有关主题词或短语如下：

细菌性食物中毒、有毒动植物食物中毒、化学性食物中毒、真菌中毒、疯牛病、转基因食品、食品检疫、绿色食品、有机食品、A级和AA级、果蔬农药残留、腐败变质食物、生熟食分开、化学添加剂、重金属污染、黄曲霉毒素、食品包装、保质期……以及任何你认为与此有关的主题词或短语。



### 思考·练习

1. 在《中国居民膳食指南》中有一条是“吃清洁卫生、不变质的食物”，你认为这主要包括\_\_\_\_\_。
2. 请采用多种方式收集更多的我国有关平衡膳食的民谚俗语等，并尝试着用现代营养学知识对它们做出科学的解释。
3. 复习本章第一节有关食物中的营养素的内容，结合本节“中国居民膳食宝塔”等内容，分析、归纳在所谓“平衡的膳食”的提法中“平衡”两字应包括哪些主要方面的内容。
4. 从营养学角度分析一下为什么人们把“洋快餐”叫做“能量炸弹”和“垃圾食品”（提示：“洋快餐”中精制面粉、糖、肉类、油脂、食盐等成分的含量远高于一般饮食，而蔬菜、水果、粗粮等很少，甚至完全没有）。

## 第五章

# 生物体怎样获得能量



人体所需要的能量，绝大部分是消化后的食物分子在细胞中缓慢“燃烧”释放出来的。虽然这种“燃烧”过程和木柴在空气中的燃烧很不同，但一般说它也同样需要氧，产生二氧化碳。而为这“生命之火”供氧的则是呼吸系统。



## 一、食物为人体供应能量

食物不仅能为我们提供营养物质，还提供了生命活动所需的能量。

食物中真的含有能量吗，能量以什么形式存在，能量如何才能释放出来，不同的食物中含有的能量一样吗？

### 食物中含有能量

回忆今天和昨天你吃过哪些食物，仔细一想，你会发现它们都直接或间接地来自绿色植物。也就是说，是绿色植物生产了人类和生物圈中所有其他动物的食物。

俗语说：“大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米……”的确，在生物圈中存在着复杂多样的食物链和食物网。绿色植物通过光合作用把太阳能转化成为储存在淀粉等有机物分子里的化学能，而这些能量沿着食物链一级一级地转化和传递。因此可以说，我们的食物无论是来自食物链的哪一个环节，其中所含有的能量绝大部分最初都来自太阳能。

食物中究竟储存有多少能量？食物中的能量是怎样释放出来的呢？让我们开动脑筋来设计探究的方案，通过实验得出自己的结论。



#### 活动·探究

#### 不同食物中所含有的能量

提示：

1. 一般可以根据一定质量的某种食物在燃烧时所放出的热的量来判断该种食物中所含能量的多少。
2. 可以用给一定量的水加温的方法来反映食物燃烧所放出热的多少，在室温下使1 mL水温度升高1℃需要的能量约为4.2 J。  
选择食物样品的品种时，可以参考书后的附录二。
3. 在开始实验前先分小组做出详细的实验方案，并征得老师同意。
4. 整个实验过程都要注意防火！

**确定目的：**通过探究我们要弄清的问题是\_\_\_\_\_。

**提出假设：**我们的假设是同质量的不同食物中所含有的能量\_\_\_\_（一样多/不一样多）；所测定的三种食物中，所含能量从高到低的顺序可能为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。（我们的主要依据是\_\_\_\_\_）

**进行实验：**（参考《科学》教材中其他“活动·探究”的格式，写出所需要的材料与用具，必要时绘出装置简图；列出详细的操作步骤和注意事项）

**观察与记录：**（参考以前所进行过的“活动·探究”，自己设计一些有助于提示观察重点和便于记录观察结果的记录方式，如“填空”、“测定数据记录表”等）

**结果与分析：**（一般应包括有关实验数据的计算公式及主要计算过程、计算结果，对具体实验结果的小结，并根据实验结果对本小组提出的假设进行检验）

**思考与讨论：**（除了下面已给出的有关内容外，把你们小组认为有思考、讨论价值的题目列出来并在小组内讨论，必要时提交给老师，以便与全班同学共同讨论）

1. 你的小组选择了哪几种食物作为测量的样品？你认为选择得好吗？为什么？

2. 你的小组所测量的几个样品分别使水温上升了多少？如果能够再重新进行一次，你们会改变水和食物样品的用量吗？为什么？

3. 你的小组对每一种食物样品所含能量的测量只进行了一次吗？一般说来，这样测量所得出的结果和每种样品重复测量2次~3次再求出它们的平均值作为结果，哪个可靠性更高一些，为什么？

4. 和那些与你的小组选用了同种食物作为样品的小组对比各自测得的结果，看看是否一样。如果不一样请与对方小组共同寻找可能造成结果差异的原因。

5. 如果你的小组选择的食物样品是附录二中所列举的，请将你们的结果与附录中（食物所含热能一栏）的数据进行比较。如果两者之间存在较明显的差异，请对你组的方案设计、实验装置和操作过程等进行全面的反思，寻找可能造成这种差异的原因。

## 食物释放能量的本质是有机物的氧化分解

人体所需的能量，绝大部分是消化后的食物分子在细胞中缓慢“燃烧”释放出来的。“燃烧”时，储存在有机物中的化学能被释放出来，转化为热能和光能。人类生命活动所需能量主要来自于糖类，脂类是储备的能源物质。

虽然食物在体内的“燃烧”看上去与木柴燃烧完全不同，但它们的本质却是一样的——有机物被氧化，生成二氧化碳（和水），同时释放出能量。这个过程叫做呼吸作用，我们已经在七年级下学期学习过。下面的式子是葡萄糖氧化释放出能量的总反应式：



当然，在细胞中所发生的实际过程远比这要复杂，一般要经过20多步反应，生成许多种中间产物，而且反应的速度受到多方面因素的影响和调节控制。

不同种类的食物分子不仅所含能量的多少不同，在细胞里释放能量的方式也各不相同，但都要经过很多步复杂的生物化学反应逐步完成，分子里储存的能量都是被有控制地、一点一点地释放出来的。

## 食物分子的氧化需要多种酶的参与

我们对消化酶在消化过程中的重要作用已经有所了解。食物分子在细胞中的氧化过程，同样离不开多种多样的酶的参与。事实上，绝大多数的生命活动都要在酶的催化下进行。酶在生命活动中占有极为突出的地位。



### 拓展视野

#### 神奇的生物催化剂——酶

生物体内每时每刻都在进行着各式各样的生物化学反应。比如，食物中的淀粉变成了葡萄糖，多余的葡萄糖又合成了糖原和脂肪；葡萄糖经氧化生成了二氧化碳和水，同时放出能量……这些反应如果在实验室或化工厂中进行，往往需要高温、高压、强酸、强碱等条件，其中许多反应甚至迄今还无法在生物体外完成。而在生物体内，在37℃和接近中性的酸碱度条件下却能顺利进行，这真是很神奇！更神奇的是这为数众多的生物化学反应能同时在一个小小的细胞中发生，不仅有条不紊而且效率惊人——大肠杆菌在20分钟内就可以繁殖一

代，在这短短的时间里要按照上一代的遗传蓝图合成出几千种不同的核酸和蛋白质分子，并把它们组装成一个新的活生生的大肠杆菌！而这一切都离不开神奇的生物催化剂——酶。

酶是由活细胞产生的生物催化剂，它的催化效率极高，是一般化学催化剂的几百万至几万亿倍。一种酶只催化一种（或一类）物质，经特定的反应得到一定的产物。比如，蛋白酶只能催化蛋白质的水解，而淀粉酶只能催化淀粉的水解。

虽然大部分酶在细胞内起催化作用（比如，那些在葡萄糖等食物分子氧化分解过程中起催化作用的酶），但有的酶则由一些特殊的细胞分泌到细胞外发挥作用（比如，消化液中所含有的大量消化酶）。

绝大部分酶都是蛋白质。当遇到过度的酸、碱、高温或其他会对蛋白质造成损伤的条件时，酶的催化能力往往会随之减弱甚至完全丧失。而我们的体温（37℃左右）正是最适合人体内绝大多数酶的催化能力正常发挥和长久维持的温度。

酶在科学研究和工农业生产中也是重要的工具。比如DNA限制性内切酶和连接酶就是专门对“生命的蓝图”——DNA进行剪切和粘贴的“剪刀”和“浆糊”，是基因工程必不可少的工具；医学上常通过测定血液（或其他体液）中酶的活性来诊断疾病；酶还用于治疗某些疾病。酶在食品、饲料、制革、制酒、制药等产业中也有着极其重要的作用。利用酶的催化作用把相应的原料转化成一定产品的酶工程技术更是现代生物工程的一个重要领域。因为它不仅成本低、效率高，而且反应条件温和，可以代替许多原来需要使用高温、高压、强酸、强碱的生产工艺，大大改善生产环境，又几乎没有污染，所以得到了全世界的高度重视，被认为是“绿色工业”的代表性技术。



### 思考·练习

1. 食物分子在\_\_\_\_（消化道/组织细胞）的\_\_\_\_（线粒体/小肠）内被氧化分解，并释放出分子中所储藏的能量。人们把这个过程形象地比喻为食物分子的\_\_\_\_（拆分/燃烧）。又由于在这个过程中要消耗\_\_\_\_（氧/酶），产生\_\_\_\_（二氧化碳/氧气），所以被称作细胞呼吸。

2. 试分析食物分子在细胞内“燃烧”与木柴在空气中燃烧有哪些共同点和不同点。

3. 酶是\_\_\_\_\_（活细胞产生/化学合成）的生物催化剂，一种酶\_\_\_\_\_（只催化一种或一类/可催化多种）物质，经特定的反应得到一定的产物。与一般化学催化剂相比，它的催化效率\_\_\_\_\_（高得多/高一些）；但当遇到过度的酸、碱或高温等条件时，酶的催化能力\_\_\_\_\_（一般不会/往往会）随之减弱甚至完全丧失。

## 二、为生命之火供氧的呼吸系统

我们已经知道，人体所需要的绝大部分能量是“食物分子”在细胞中缓慢“燃烧”释放出来的。而为这“生命之火”供氧的则是呼吸系统。那么，呼吸系统具有怎样的构造，又是怎样实现这一功能的呢？

### 认识呼吸系统

图5-2-1是人体呼吸系统的简单示意图。请仔细看图，结合图中的有关内容和同学进行讨论，找出你们认为有必要进一步弄清的问题，并带着这些问题学习本节和下面一节。

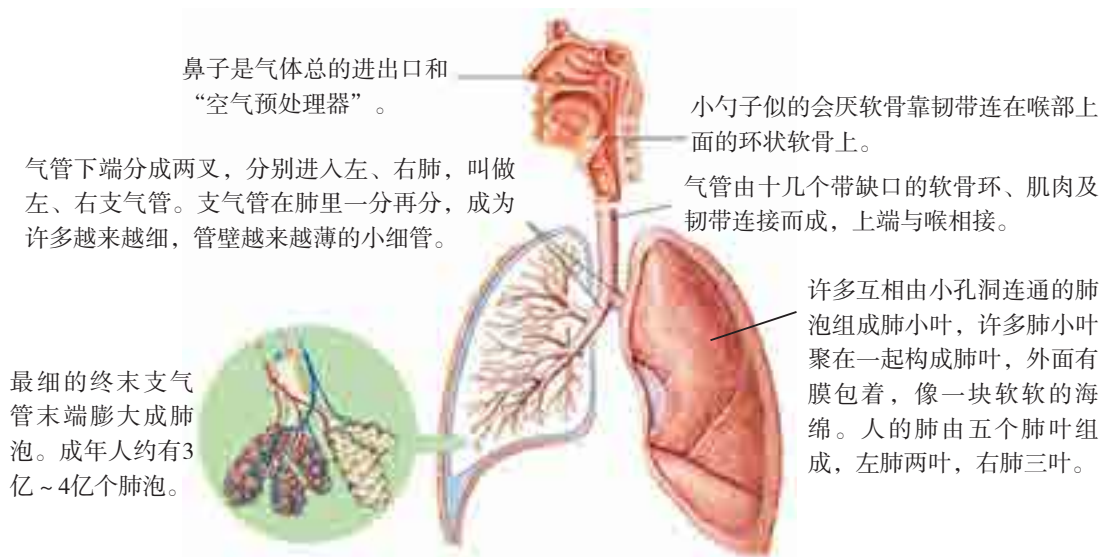


图5-2-1 人体呼吸系统



建议：如果课本中的内容不能满足你的需要，解答不了你的问题，那么，行动起来，去图书馆、书店或互联网上查找资料，和同学进一步讨论，向老师或对有关知识了解更多的人请教。相信你将获得的绝不仅是对具体问题的答案——还有学习、探究的能力和快乐。

## 高效的空气预处理系统

成人一般每分钟呼吸15次~18次，平均每秒钟都有上百毫升的空气通过呼吸道进入人体，又有上百毫升的气体从这里排出，如果测一测呼吸道里气体的流动情况，你一定会发现这些细细的通道里无时无刻不在刮着“大风”。那么，一刻也不停息的“风”会不会使我们终日口干舌燥？在严寒的冬天，“长驱直入”的冷空气会不会伤害我们的肺？空气中的大量微生物和其他悬浮颗粒会不会让我们生病？



### 拓展视野

#### 惊人的空气预处理系统

人类的鼻子有着长长的鼻梁和向下的鼻孔。鼻孔以里的空间叫鼻腔。鼻腔的前半部分长着密密的鼻毛，就像防护林阻挡风沙似地对进来的空气进行过滤，把灰尘、细菌等颗粒物挡住。整个鼻腔里都由鼻黏膜覆盖着，而鼻中隔把鼻腔分成两个孔，大大增加了鼻黏膜的面积。鼻黏膜在对空气的预处理方面有两大“法宝”。一是在鼻黏膜里分布着丰富的血管，可以和外界进行有效的热交换，使进来的冷空气迅速变暖；特别是在鼻腔里还有3对鼻甲，就像暖气片一样，大大提高了对空气加温和加湿的速度(图5-2-2)。二是黏膜里有丰富的腺体，能分泌黏液。大部分腺体的开口都集中在鼻腔的中上部最狭窄的地方，吸入的空气到这里都“挤着通过”，流速就变快了，使局部的压力减小，于是腺体分泌的液体就成为无数极其细小的雾滴喷涌而出，就像有无数个微型喷雾器在一齐工作。鼻黏膜每天分泌的黏液多达1 000 mL！其中约70%在分泌之后很快就变成了水蒸气，正是这些水蒸气使进入鼻腔的空气在短时间里变得湿润、温暖，并可以粘住“漏网”的细菌、灰尘等颗粒物。所以，当空气从鼻腔通过时，在短短的



几分之一秒的时间里就变得洁净、温暖而湿润了。

在气管和支气管的内壁中也同样长着许多细细的纤毛（图5-2-3），并不断地分泌出黏液。这不仅使气管里面保持湿润，而且黏液中含有能抑制和杀灭细菌、病毒的成分。进入气管的细菌、灰尘等被这些黏液粘住，而纤毛就像无数的小掸子一样，以每分钟1千多次的速度向咽喉方向摆动，把尘埃、细菌等和黏液一起“扫”到咽部咳出来，这就是痰。

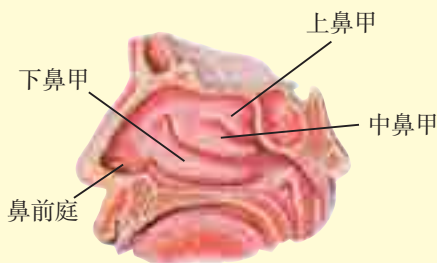


图5-2-2 鼻腔剖面图



正如上面所描述的那样，在人体的呼吸道里有着整套高效的空气预处理系统。据报道， $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷空气通过鼻腔后温度可上升到 $28\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，进入气管时就已经接近于体温了。而这一预处理的全过程是在几分之一秒内完成的！

## 呼吸运动——空气进出肺的动力

人在呼吸时，肋骨间肌肉的收缩或舒张以及膈肌的升降使胸腔内的空间发生一大一小的规律性变化，导致胸腔内的气压低于或高于外界，从而吸入或呼出气体（图5-2-4）。下面让我们来体验一下呼吸的过程。

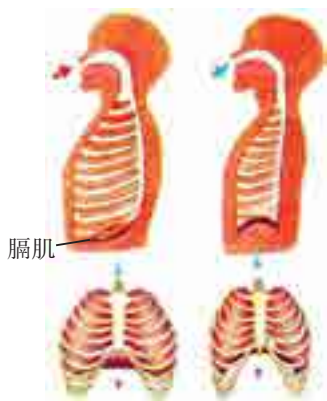


图5-2-4 呼吸运动示意图



### 活动·探究

#### 呼吸运动

目的：更直观地体会呼吸运动，并进一步理解测量的意义。

**步骤：**

1. 3人一组（男女分开），确定其中一人为被测试者。被测试者进行正常呼吸，另2人先后把双手放在被测试者的左右肋骨外侧，再把双手放在对方的前胸和后背，分别感受呼气或吸气时胸廓有什么变化；同时注意观察呼吸时肩部和腹部有什么变化。把感受和观察到的情况记录下来。然后交换角色，每人都做一次被测试者和两次测试者。

2. 同上面一样操作，感受和记录深呼吸时的情况，与正常呼吸时的情况进行比较，并据此提出自己对于深呼吸的看法。

3. 被测试者脱去外衣，自然站立，双手自然下垂；一名测试者站在他的面前，另一名站在背后，按照图5-2-5所示，用皮尺分别测量被测试者吸气和呼气时的胸围。重复测量3次，记录结果，求出平均值及胸围差（胸围差=吸气时的胸围-呼气时的胸围）。然后交换角色。



图5-2-5 测量胸围

4. 同上操作，测量、记录和计算深呼吸时的有关数值，与正常呼吸时的数值进行比较。

**讨论：**

1. 为什么每个数据都要重复测量3次并求出平均值来再进行计算呢？
2. 比较对本组3人的测量结果（如能对比分析更多组的结果更好），是不是一样呢？分析一下，各数据之间有什么共同规律，说明了什么；而数据之间的差异又说明了什么；你能从中发现一些值得进一步去探究的问题吗？它们是什么？你准备怎样去探究？
3. 通过上面对有关数据的分析，你认为自己在一开始时关于深呼吸的看法正确吗？为什么？

## 发生在肺和血液之间的气体交换

我们所吸入的空气中的氧是怎样进入血液，并随着血液循环被运送到全身的呢？同时，体内生成的二氧化碳又是怎样进入血液，并通过血液被运回肺

里，进而被排出体外的呢？一个重要的问题是在肺和血液之间气体究竟是怎样被交换的。

由口鼻吸进的空气通过气管、支气管进入肺泡。由于肺泡上面布满密密麻麻的毛细血管（图5-2-6），而它们的壁又非常薄（1 000层肺泡壁加1 000层毛细血管壁还不到1 mm厚），气体很容易扩散。

当静脉血流经肺泡外的毛细血管时，肺泡里的空气所含的氧比静脉血中的多，而二氧化碳比静脉血中的少。于是，二氧化碳穿出毛细血管进入肺泡，氧分子由肺泡进入毛细血管，从而实现了气体交换（图5-2-7），含有二氧化碳较多的静脉血就变成了富含氧的动脉血。

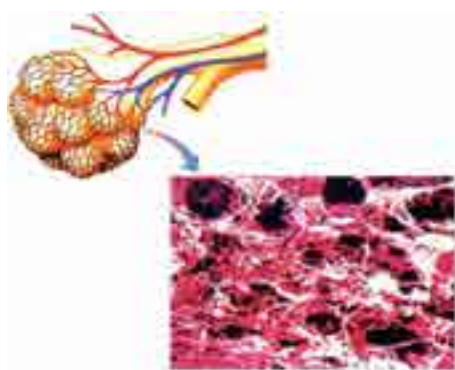


图5-2-6 肺泡外布满毛细血管

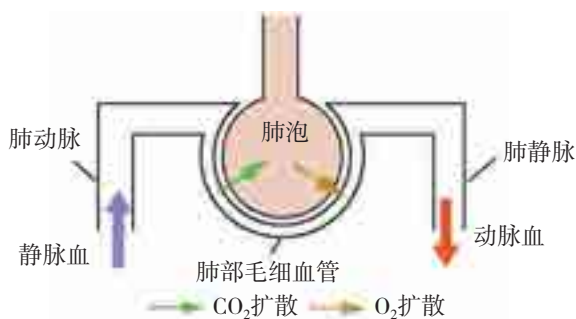


图5-2-7 肺泡和血液之间的气体交换示意图

每个肺泡非常微小，但一般成年人有3亿~4亿个肺泡，所以，总的表面积是非常巨大的。

## 发生在血液和组织细胞之间的气体交换

进入血液中的氧是怎样到组织细胞中去参与食物分子的氧化，所产生的二氧化碳又是怎样进入血液的呢？这就是平时所说的血液和组织细胞之间的气体交换，它的原理与肺和血液之间的气体交换近似。请参考上面的内容和图5-2-7，在右边的方框内绘制血液和组织细胞之间的气体交换示意图。

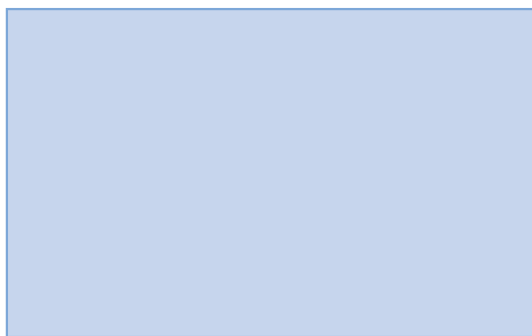


图5-2-8 血液和组织细胞之间的气体交换示意图



## 思考·练习

1. 人体与外界的气体交换可以被划分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等3个部分。除了\_\_\_\_\_外，另两种交换过程都与\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_在交换双方中的“含量”高低密切相关。

2. 请尝试使用图解方式描述人体呼吸的全过程。

3. 请仔细阅读下面的资料。然后根据已学习过的知识和资料中提供的信息进行分析并讨论后面的思考题，看看我们的气管和支气管是不是一套在进化过程中形成的相当巧妙、完美的通气管道，它们的构造特点是不是与功能相互一致。

资料：

(1) 每天通过我们呼吸道的气体多达上千立方米。

(2) 无论我们的身体处于什么姿势，都必须时刻保持气体通道的畅通。

(3) 整个呼吸道都有骨或软骨做支架。

(4) 肌肉及韧带把十几个软骨环连接起来形成气管，每一个软骨环都有缺口而不是完整的圆环。

(5) 气管下端分成左右两根支气管进入两肺（叫做左、右支气管），它们又分别分为两支和三支各自进入左右两肺的五个肺叶（叫做肺叶支气管）。

(6) 在肺叶里，它们一分再分，管腔越来越细，管壁越来越薄，据统计共有6万 multiple 根，并在终末支气管的末端膨大成肺泡，好像一棵倒生在我们胸腔里的枝繁叶茂的“大树”。

分析思考题：

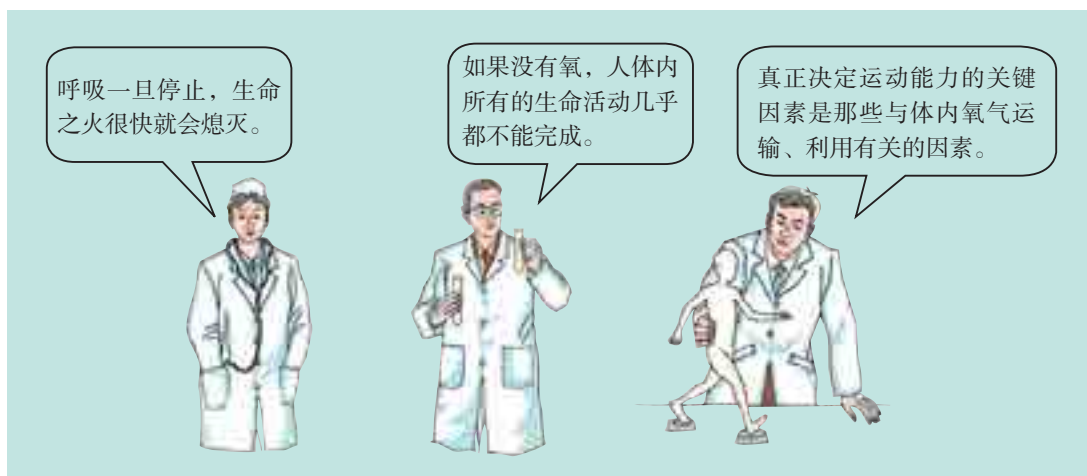
(1) 气管和支气管的这种构造使呼吸道的管道在软硬程度、伸缩性和弹性等方面具有哪些特点？

(2) 这些特点对于保证气路的通畅有什么意义？

(3) 你还能就呼吸系统的构造与功能相互适应的问题做出更多的讨论吗？和同学们进行交流，看看自己的分析是否正确。

4. 如果你是一名医学工程技术人员，你所在的小组接受了一个项目——为呼吸功能丧失的人设计一个人工呼吸系统，你认为哪些构造和技术性能对于这个系统是必不可少的？你将会为这个系统的设计提出哪些意见和建议？

### 三、使呼吸系统更健康



### 呼吸系统的清洁和自我保护

健康的呼吸系统应具有适当的自我清洁和保护功能。图5-3-1是关于人体呼吸道主要的自我清洁和自我保护功能的示意图。

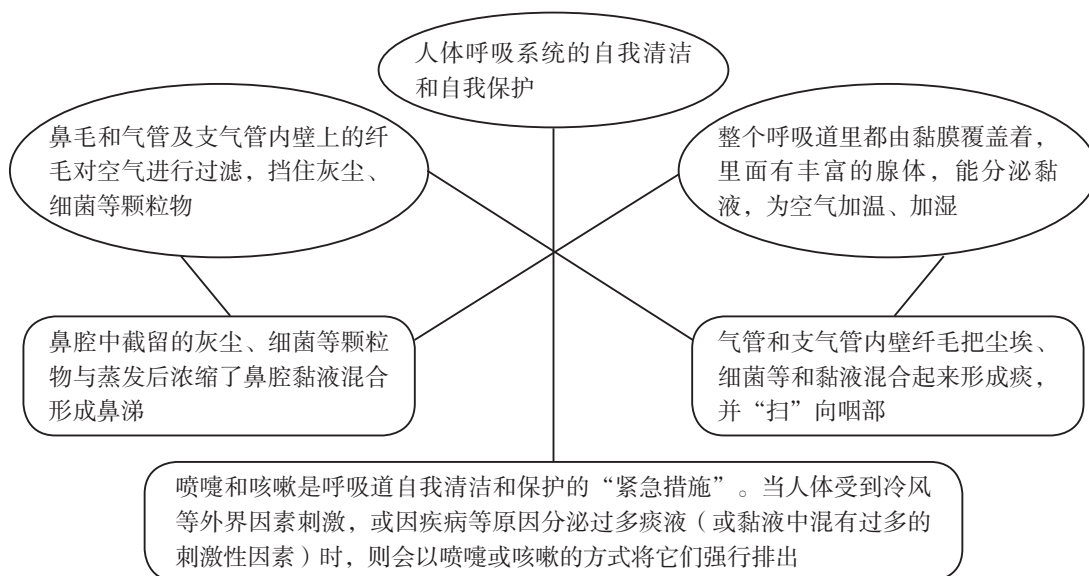


图5-3-1 人体呼吸系统的自我清洁和自我保护示意图





## 拓展视野

### 喷嚏和咳嗽——呼吸系统自我清洁和自我保护的“紧急措施”

鼻腔里有许多纤毛和黏膜分泌的黏液，当接触辣椒、花粉或冷风等刺激性因素时，通过神经反射，人就会不自觉地忽然深吸一口气，然后以一种特别急速有力的动作把呼吸道里的气体喷射出来，这就是喷嚏。气管里也有纤毛和黏膜分泌的黏液，当因疾病等原因分泌物过多或黏液中混有过多的刺激性异物时，则会刺激咽部以急促的动作把它们从咽部清除出来，这就是咳嗽。

喷嚏和咳嗽都会在向体外快速喷出气流的同时排出大量的细小液滴和细菌。有人调查表明，打喷嚏喷出的气流速度一般可达近200 km/h，比奔驰的小轿车要快多了，“射程”可达4 m~5 m，并喷出上万个小飞沫和上千万个细菌，简直就像发动了一场局部的“细菌战”。



## 交流·研讨

请参考图5-3-2和“拓展视野”，结合已学习的有关内容和你已有的知识或经验，讨论以下问题：

1. 萎缩性鼻炎患者的鼻黏膜发生萎缩，里面的腺体减少或功能下降，你推测这种疾病的患者会有哪些明显的症状，会给身体健康带来哪些问题？然后，听听其他同学的想法并查找医学书籍，看看自己的分析是否正确和全面。

2. 什么情况下鼻涕和痰的生成量会明显多于正常的量？这时如果单纯用药物减少黏液的分泌或止咳好不好？为什么？

3. 为什么不能随地吐痰？为什么打喷嚏或咳嗽应避免对着别人，并应当用手帕等遮住口鼻？

## 努力增大肺活量

肺活量指尽力吸气后再尽力呼气时所呼出的气体量。它是反映呼吸功能水平的重要指标之一。呼吸系统健康的人应具有较大的肺活量。锻炼可以增大肺活量。一般成年人的肺活量为2 500 mL~4 000 mL，运动员可达6 000 mL。





## 操作·实践

### 测量肺活量的大小

**目的：**进一步体验平静呼吸和深呼吸的差别，学习测量肺活量，初步认识体育锻炼与胸廓大小和肺活量的关系。

**材料与用具：**肺活量计（图5-3-2）、酒精棉球。

**步骤：**1. 3人一组，1人为被测试者，另2人分别为测试者和记录者。3人轮流承担不同角色。

2. 按照肺活量计使用说明所规定的方法测量肺活量。每人测2次，记录结果，并计算平均值。

3. 在吸气和呼气时体会平静呼吸和深呼吸的差别。

4. 每一人测量完，要用酒精棉球认真擦拭肺活量计与口鼻接触的部分。

5. 把测量结果与前面的“活动·探究 呼吸运动”中所测得的胸围差的结果进行对比分析。

#### 讨论：

1. 对比小组内每一位同学的肺活量和胸围差的测量结果，看看有什么规律。

2. 求出全班男同学中肺活量最大的五名同学的肺活量的平均值。同样，分别求出男同学中肺活量最小的五名，及女同学中肺活量最大和最小的五名的肺活量的平均值。结合平时这些同学运动和健康等方面的情况，看看肺活量与身体素质和体育锻炼等存在着什么关系。



图5-3-2 肺活量测量

## 加强体育锻炼

体育锻炼与肺活量有着密切的关系。那么，经常进行体育锻炼是不是真的能使呼吸系统更强健，供气更有效呢？请进一步通过对有关信息的分析，得出你自己的结论。



## 交流·研讨

### 体育锻炼与呼吸功能

#### 资料：

1. 呼吸时肋骨向上向外抬升扩张的程度直接与肋骨外肌肉的收缩能力相关。经常锻炼可以使肌肉更发达，呼吸更深长。

2. 深呼吸时不仅胸廓的运动力度加大，膈肌下降的幅度也比一般平静呼吸时要大得多。而膈肌的下降在呼吸中起的作用很大，一般来说膈肌每下降1 cm，胸廓容积大约增加270 mL，深呼吸时膈肌可下降7 cm~10 cm。

3. 一般成年人安静时只有5%的肺泡在工作；而进行体育运动时，更多的肺泡得到舒展，所以，经常体育锻炼会大大提高同时处于活跃工作状态的肺泡所占的百分比。

4. 一般成年人有3亿~4亿个肺泡，但运动员（尤其是从少年儿童时期就开始训练的运动员）的肺泡个数平均可多达7亿个。

5. 安静时运动员每分钟的肺泡气体流通量平均比一般成年人高1倍~2倍，在剧烈运动时差别则更大。

#### 分析与讨论：

1. 你认为经常进行体育锻炼对呼吸系统可能产生哪些作用？
2. 除了上述各点外，体育锻炼还可能从哪些方面对呼吸系统的健康和呼吸功能的改善发挥积极的作用？
3. 为什么在进行同样强度的运动时，不常锻炼的人很快就会气喘吁吁，而训练有素的运动员却十分从容？

相信通过分析讨论，你一定更加确信经常体育锻炼能使呼吸系统更强健；在前面测量肺活量的活动中，你对自己的肺功能也已经有所了解。那么，现在你是否准备为自己制定一个加强体育锻炼的计划，并从今天就开始付诸行动呢？

## 关注环境，养成良好的呼吸卫生习惯

环境（特别是空气）对我们呼吸系统的健康会带来多方面的影响。比如：二氧化硫等化学污染物会对呼吸道黏膜造成刺激，并对肺有直接的损伤作用；花粉等悬浮颗粒物会使一些人发生过敏反应，导致过敏性鼻炎、哮喘……近年

来，在城市里由空气污染引起的呼吸道疾病发病率有明显上升的趋势。同时，在一些农村地区，由小矿山、小化工厂等带来的空气污染也造成了当地呼吸道疾病的增加。

特别值得引起注意的是，在大多数情况下，由环境引起的呼吸系统疾病往往不像食物中毒那样发病急骤、反应剧烈，甚至在一段时间里连症状都不十分明显，常常不容易引起应有的重视。因为环境对呼吸系统的影响是缓慢的、长期的，而且许多方面的危害还是积累性的，所以，不要等到出现了明显症状时再引起注意，而要在平时就始终对这方面给予充分的关注，并养成良好的呼吸卫生习惯（图5-3-3）。



图5-3-3 养成良好的呼吸卫生习惯



## 拓展视野

### 吸烟的危害

- 吸烟是导致非意外死亡的主要原因。
- 目前世界上有11亿吸烟者，每年吸掉约6万亿支香烟。
- 每年死于吸烟导致的疾病的人数达300万。
- 香烟中除了尼古丁以外，还存在许多有毒有害物质。香烟含有4 700多种化学成分，其中有43种致癌物质。
- 85%的肺癌是由于吸烟引起的。

以上关于吸烟危害的资料摘自世界卫生组织和联合国儿童基金会联合出版的《烟草与健康》等著作。图5-3-4是患肺癌的吸烟者的肺，黑色的是滞留在肺中的香烟沉淀物。



图5-3-4 患肺癌的吸烟者的肺

面对这些事实和数据，你还会选择吸烟吗？



## 思考·练习

1. 举例说明人体呼吸系统具有自我清洁和自我保护的作用。
2. 肺活量指\_\_\_\_\_时所呼出的气体量。它是反映\_\_\_\_\_的重要指标之一。健康的呼吸系统应具有\_\_\_\_\_肺活量。
3. 为什么说体育锻炼可以加大肺活量？你对自己的肺活量满意吗？如果不满意，你准备进行哪些锻炼去进一步加大肺活量呢？
4. 通过查阅有关资料或采访医生等方式，对常见呼吸系统疾病（特别是流行性感冒、肺结核、哮喘等疾病）的发病原因、主要症状等进行必要的了解，并和同学一起讨论，制定出切实可行的预防措施。

# 第六章

## 物质在人体内的运输



生物体获得的营养物质是怎样被运送到身体的每一个细胞中去发挥作用的呢？人体在生命活动过程中产生的代谢产物如二氧化碳等又是怎样被运出体外的呢？这一切都离不开我们体内的“交通运输网”——循环系统。循环系统包括血液循环系统和淋巴循环系统，本章重点介绍血液循环系统（blood circulation system）。



## 一、物质运输的通道

血液循环系统由心脏和血管以及其中的血液组成。心脏和血管构成了体内物质运输的通道。血液携带着养料和废物在这个封闭的管道中循环往复地流动。你知道吗，血液为什么能按照一定的方向不停地流动？为什么血液流动的速度有快有慢？

### 运输的中心动力站——心脏

心脏位于人体胸腔中稍偏左的位置，大小和自己的拳头差不多。而这样一个小小的心脏却能力非凡，它为奔流不息的血液提供动力。全身的血液每天都要从这里进进出出无数次。心脏的确称得上是一个繁忙而又秩序井然的“动力站”。为什么心脏会具有这样的功能？让我们先来观察心脏的结构。



#### 观察·思考

#### 心脏的形态和结构

**材料与用具：**人的心脏模型、带局部血管的新鲜猪（羊）心脏。

**步骤：**

1. 观察新鲜猪（羊）心脏的外形（图6-1-1），捏一捏心脏的上部、下部和左、右两边，比较各部分心脏壁的厚度有无差别。

2. 将人体心脏模型打开，观察其纵切面（图6-1-2），辨认左、右心房以及左、右心室。认识与左、右心房，左、右心室相连的血管，并推测血液在其中的流向。

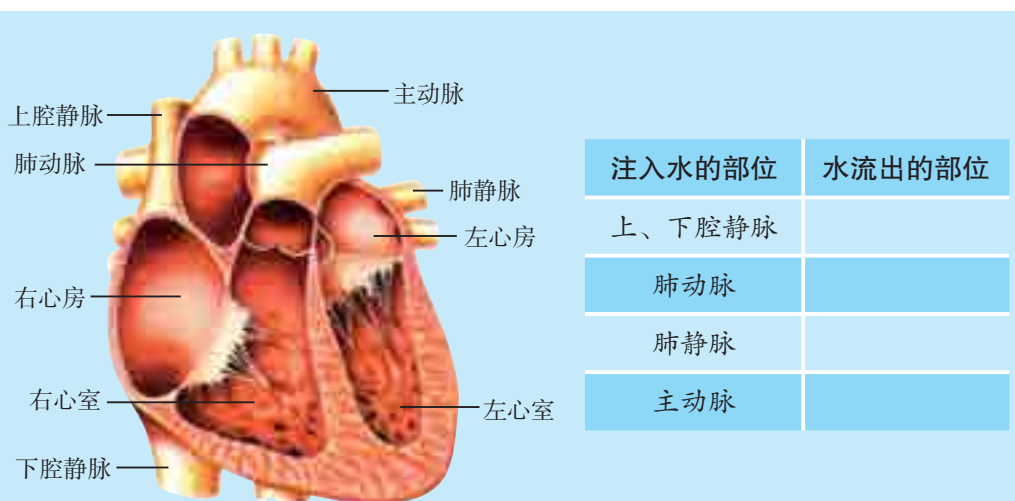
3. 观察心脏的左右两边是否相通，心房与心室之间、心室与动脉之间的瓣膜各有什么特点。

4. 对照人体心脏模型，辨认新鲜猪（羊）心脏上连接的血管。用去掉针头的注射器分别向这几条血管中注水，观察水从何处流出。



图6-1-1 心脏的外形





注入水的部位	水流出的部位
上、下腔静脉	
肺动脉	
肺静脉	
主动脉	

图6-1-2 心脏的结构示意图

**讨论：**

1. 构成心脏壁的主要组织是哪一种？它具有什么功能？
2. 心房与心室的壁哪个较厚？左心室与右心室的壁厚度有无差别？你认为各个腔壁的厚度与它们的功能有什么关系？
3. 通过分析记录结果，你认为血液在心脏中流动是否有一定的方向性？你发现规律了吗？是什么原因保证血液只能按一定的方向流动？

构成心脏的心肌能够自动、有节律地收缩，心脏就像一个强有力的“泵”，将血液压进血管，并推动血液在血管内流动、循环。

通过观察我们知道，心脏的左右两边并不相通，在心房和心室之间存在着房室瓣（图6-1-3），房室瓣只能朝向心室打开。而心室和动脉之间有动脉瓣，动脉瓣只能朝向动脉打开。因此，心脏的结构保证了血液在心脏中只能按一定的方向流动：心房→心室→动脉。



图6-1-3 右房室瓣



血液由静脉进入左、右心房 心房收缩把血液挤入心室 心室里充满血液 心室收缩把血液射入动脉

图6-1-4 心脏工作示意图

脏每跳动一次先是两个心房收缩，此时心室舒张，血液进入心室；接着是两个心房舒张，同时两个心室收缩，血液进入动脉；随后心室也舒张。



## 拓展视野

### 永不疲倦的心脏

如果按每分钟心脏跳动75次计算，你的心脏一天就要跳动108 000次。从你出生开始，直至生命的最后一刻，心脏就这样从不停息地工作着。

如果按每分钟心跳75次计算，那么完成一次心跳的时间是0.8秒。我们可以用图6-1-5更直观地表示心脏收缩与舒张的时间。

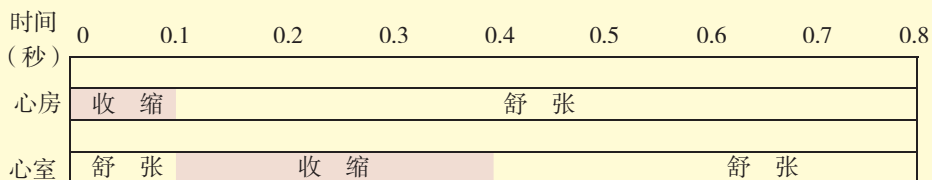


图6-1-5 一次心跳中心房和心室的状态示意图

从上图可以看出，一次心跳中，心房只收缩了0.1秒，舒张（休息）了0.7秒；心室收缩了0.3秒，一共休息了0.5秒。这样，心房和心室的肌肉都有充分的时间休息，并且让血液充分回流到心脏里。看似永不疲倦的心脏实际上是巧妙地利用了时间。

## 四通八达的运输管道——血管

人体有三种不同的血管：动脉、静脉和毛细血管，它们遍布全身。和心房相连，将血液运回心脏的血管叫静脉（vein）；和心室相连，将血液运到全身的血管叫动脉（artery）。动脉和静脉具有不同的功能，它们的结构也各具特点（图6-1-6）。

动脉的管壁厚，肌肉多，富有弹性，能够承受高压，管内血流速度快。当心脏收缩，血液射入动脉，对动脉管壁产生压力，这就是人们常说的血压。随着心脏的跳动，动脉管壁相应产生一次搏动，称为脉搏，通过测量脉搏可以知道心跳的次数。

从心脏发出的动脉不断分支，越分越细，最终成为毛细血管伸入到全身各



图6-1-6 动脉和静脉的横切面

处的组织细胞之间，这些毛细血管互相连接，形成毛细血管网（图6-1-7）。如果说动脉和静脉是人体运输网的“主干道”的话，那么毛细血管就像“乡间小道”，连通着“千家万户”（图6-1-8）。



图6-1-7 人体头部的毛细血管示意图



图6-1-8 连通于动脉和静脉之间的毛细血管

毛细血管的管壁非常薄，只由一层上皮细胞构成，管径很细，血流速度很慢。当血液流经毛细血管时，能够与组织细胞之间充分地进行物质交换。

组织细胞间的毛细血管逐渐合并汇集成较大的血管：静脉。血液流入静脉时压力较低，与此相适应，静脉管腔大、管壁较薄、弹性小、血流速度慢。对于四肢的静脉来说，将血液送回心脏是“逆行而上”，在这些静脉的内表面通常有防止血液倒流的静脉瓣（图6-1-9）。

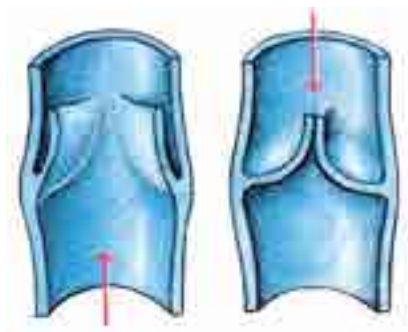


图6-1-9 静脉瓣能防止血液倒流



### 拓展视野

你相信吗，你身体里的血管，大大小小、里里外外加起来竟有96 000 km长，相当于绕地球赤道2周半的长度！仅仅是身体皮肤上的毛细血管，连接起来就有30 km长。但是全身的血管并非总是全部开放的。有些毛细血管网平时并不通行，在剧烈运动时，身体局部需要更多的血液供应，这些“交通网”才全部开放。因此，经常参加体育锻炼可保持血脉通畅。

主动脉是人体最大的动脉，管径约2.5 cm，是毛细血管直径的2 500倍。在主动脉内，血流速度很快，可达每秒200 mm。在毛细血管里血流速度约为每秒0.3 mm~0.7 mm。



### 思考·练习

1. 动脉、静脉和毛细血管各有什么功能？它们的结构特点是如何与其功能相适应的？
2. 课文中将毛细血管比喻成“乡间小道”，连接着千家万户。其中“千家万户”代表的是什么？

## 二、物质运输的载体

由心脏和血管所构成的运输管网就像是人体的“内河航运网”，血液就像在其中流淌的河水，把氧和养料源源不断地运往身体的每个细胞，同时将体内生成的二氧化碳和废物带走。

### 血液里有什么？



### 观察·思考

#### 观察血液的组成

**实验目的：**认识血液中的主要成分。

**材料与用具：**新鲜哺乳动物血20 mL、量筒、5%柠檬酸钠溶液（抗凝剂）、显微镜。

**步骤：**

1. 将新鲜动物血分装在两支量筒中，每支10 mL，并分别标记为A和B。
2. 在A量筒中加入几滴5%柠檬酸钠溶液，轻轻摇动几次，静置约12小时（或用离心机离心）后观察。
3. B量筒中血液不作任何处理，静置，并注意不断观察。
4. 取A量筒上清液和B量筒中的液体各一滴，放在显微镜下观察（对照图6-2-2）。

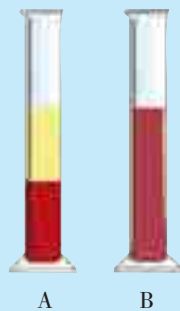


图6-2-1 实验示意图

### 实验结果：

1. A量筒中血液\_\_\_\_\_（凝固/未凝固），出现\_\_\_\_\_现象。上层特点为\_\_\_\_\_，体积百分比约为\_\_\_\_\_。下层特点为\_\_\_\_\_，体积百分比约为\_\_\_\_\_。两层之间还有\_\_\_\_\_。

2. B量筒中血液呈\_\_\_\_\_状态，血块周围有\_\_\_\_\_样液体析出，这种液体叫血清。

讨论：根据上面的观察，你认为血液中可能包含几种主要成分？

通过观察可以知道，血液是由血浆和血细胞组成的。血细胞包括下层为红色的红细胞和中间一薄层白细胞和血小板（图6-2-2）。

红细胞呈两面凹的圆饼状。红细胞中含有血红蛋白，它是一种红色、含铁的蛋白质。在氧气浓度高的地方，血红蛋白容易和氧结合，释放二氧化碳；在氧气浓度低的地方，又容易和氧分离，结合二氧化碳。血红蛋白的这种特性使红细胞成为气体交换的“使者”。

血浆呈液态，主要成分是水，血浆除了运载着血细胞外，许多物质都可以借助血浆这个载体被运送。比如小肠吸收的氨基酸、葡萄糖、水、无机盐、维生素等营养物质都是先进入血液后，再由血浆把它们送往全身的。当血液流经身体各部位时，这些部位产生的代谢产物（如尿素、尿酸等）也同时由血浆带走。

此外，在后面的学习中我们将了解到，人体能够产生一些抗体、激素、酶等，这些物质的运输也是由血浆来承担的。甚至许多治病的药物也是靠它运送到患处。



图6-2-2 血液的成分示意图

## 血液是健康的窗口

人体的各种变化会反映到血液中，所以一滴血可以是医生观察诊断人体的一个“窗口”。



血液中各种成分的含量相对稳定，医疗上的血常规化验主要是检查血细胞的数量和血红蛋白的含量等指标。



### 交流·研讨

#### 正常人血常规指标

讨论：

1. 你认为当人体出现炎症时，哪种血细胞的数量会明显增多？伤口流出的脓液主要是由什么组成的？
2. 你认为贫血病人的血常规化验中主要有哪一项指标会不正常？

项目	正常值（每升中含量）
红细胞（RBC）	成年男子： $4.0 \times 10^{12}$ 个 $\sim 5.5 \times 10^{12}$ 个
	成年女子： $3.5 \times 10^{12}$ 个 $\sim 5.0 \times 10^{12}$ 个
	儿童： $6.0 \times 10^{12}$ 个 $\sim 7.0 \times 10^{12}$ 个
白细胞（WBC）	成人： $5.0 \times 10^9$ 个 $\sim 10.0 \times 10^9$ 个
	儿童： $6.0 \times 10^9$ 个 $\sim 7.0 \times 10^9$ 个
血小板（PLT）	$1.0 \times 10^{11}$ 个 $\sim 3.0 \times 10^{11}$ 个
血红蛋白（HGB）	男子：120 g $\sim$ 160 g
	女子：110 g $\sim$ 150 g
	儿童：180 g $\sim$ 190 g

血细胞的寿命都是有限的，例如红细胞平均寿命为120天；血小板在血液中平均生存时间为7天；白细胞种类较多，差异较大，有的只存活几小时，有的长达20年。衰老死亡的血细胞将被脾脏吞噬清除掉，而新的血细胞不断产生，补充到血液中。人体产生血细胞的器官主要是骨髓，此外还有肝脏、脾脏以及淋巴结。

## 输血和血型

血液对于我们来说非常宝贵。成年人的血液大约占体重的7%~8%，如果因为意外受伤失去了大量血液，或因疾病使血液受到破坏，就会给健康带来危害，甚至有生命危险，这时就需要输血。





## 交流·研讨

1. 1667年，法国人丹尼斯把羊的血输给一个患病的男孩，导致病人死亡。
2. 1818年，英国的布伦德在伦敦盖伊斯医院实施了第一次成功的输血。他将健康人的血液直接输给患者，一位大出血病人因此得到了拯救。
3. 1870年~1871年，普法战争中曾大量采用输血的方式来拯救受伤的士兵，虽然有时会成功，但死亡事件不时发生。
4. 1901年，奥地利病理学家卡尔·兰茨泰纳（K.Landsteiner, 1868~1943）在对发热病人的血液进行研究时，观察到有些人的血液相混合后红细胞会发生凝集。据此，他发现了人的ABO血型系统。
5. 现在，人们已经知道，不同血型的人之间并不是都可以互相输血的。只有输入适当血型的血才安全。输血已成为现代医学的有效治疗手段。

讨论：读了以上资料，你对输血有什么认识？

输血时，不同血型的血液混合后可能会发生凝集反应，使红细胞凝集成团（图6-2-3右），阻塞血管，造成生命危险。因此，输血前，首先要鉴定血型。

已经发现的人的血型分类系统有上百种，其中ABO血型系统是输血时主要考虑的问题，在这一系统中，人的血型分成四种类型：A型、B型、AB型和O型。

一般情况下，输血应以输入同型血为原则，但在情况紧急又找不到同型血时，可少量、缓慢地输入患者可接受的异型血。

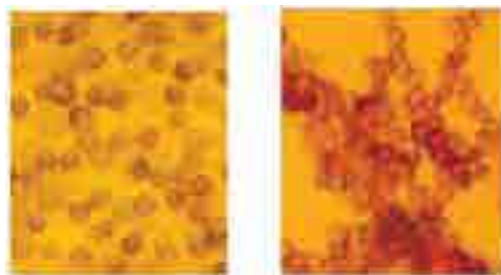


图6-2-3 同型输血血液未凝集(左)，异型输血血液发生凝集(右)

患者血型	可接受的血型	不可输入的血型
A	A、O	B、AB
B	B、O	A、AB
AB	AB、A、B、O	-----
O	O	A、B、AB

## 献血是每个公民的光荣义务

医学研究表明，对于一个健康的成年人来说，一次失血不超过血液总量的10%（约400 mL）对身体健康没有明显的影响，所丧失的血浆成分和血细胞在短时间内就可以得到补充。

每天都有大量因疾病或意外事故而需要输血的患者，滴滴鲜血可以为他们带来生的希望。1997年12月29日颁布的《中华人民共和国献血法》规定：“国家实行无偿献血。国家提倡十八周岁至五十五周岁的健康公民自愿献血。”为挽救他人的生命无偿献血是每个公民的光荣义务（图6-2-4）。



图6-2-4 无偿献血证



### 思考·练习

1. 血液中红细胞或血红蛋白含量过少会患贫血病。贫血病患者常常表现为脸色苍白、头晕乏力。为什么会有这些症状？应该采取哪些措施来缓解这些症状？
2. 生活在高原地区的人和动物，血液中红细胞的数目明显高于平原地区的对照组；一些田径队在比赛前往往要到高原地区进行一段时间的集训，你能解释其中的道理吗？
3. 输血可以挽救患者的生命，但有些患者只是缺少血液中的某些成分，并不需要输全血（含全部血液成分）。现代医学已经发展出成分输血，即有针对性地为患者补充血液中所缺少的成分。请你分析，应该给一名严重烧伤病人输入什么血液成分呢？
4. 调查你身边的亲朋好友，有没有人参加过义务献血？他们献血后的身体健康状况如何？

## 三、秩序井然的体内运输

心脏不停地跳动，推动血液在血管和心脏组成的密闭管道内按固定的方向周而复始地循环流动，这就是血液循环（blood circulation）。自17世纪英国医生哈维发现血液循环以来，人们对循环途径、过程的认识已越来越深刻。

## 血液循环分为肺循环和体循环两部分

通过观察心脏，我们已经知道，心脏有四个腔。左、右心室泵出的血液同时开始两个不同的循环途径。

**肺循环：**从右心室出来的血液沿着肺动脉流进肺。在肺这个“气体交换站”里，血液中的 $\text{CO}_2$ 释放出来， $\text{O}_2$ 结合到血红蛋白上。富含 $\text{O}_2$ 的血液变得颜色鲜红，我们叫它动脉血（arterial blood）。动脉血携带着 $\text{O}_2$ 从肺部毛细血管流出后，逐渐汇集到肺静脉，再回到左心房。这一循环途径叫做肺循环（图6-3-1）。

**体循环：**流回左心房的动脉血经左心室进入主动脉，经逐级分支的动脉，将血液送到全身各处。在组织细胞间的毛细血管网里，血液中的 $\text{O}_2$ 等养料释放出来输送给各个器官，并将细胞产生的 $\text{CO}_2$ 等废物带走。流出毛细血管的血液中 $\text{O}_2$ 含量少了，颜色变得暗红，成为静脉血（venous blood）。来自头部和上肢的血液经由上腔静脉流进右心房，来自躯干和下肢的血液经由下腔静脉进入右心房。这部分循环称为体循环，又叫大循环（图6-3-1）。

人体的两条循环途径是同时进行的。事实上，血液循环的速度比我们想象的要快很多，血液在全身循环一周还用不了1分钟。

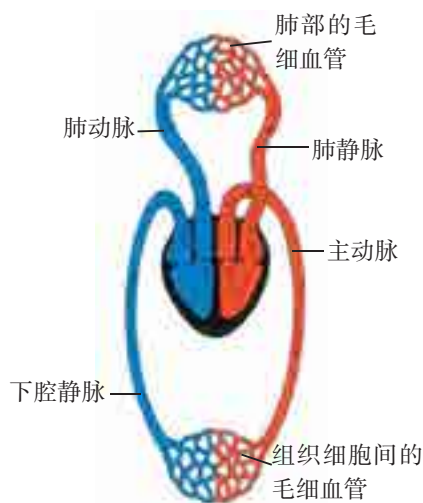
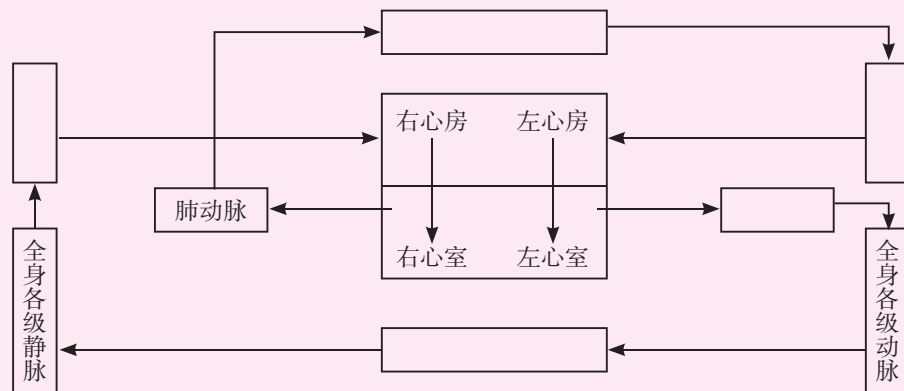


图6-3-1 血液循环途径示意简图



### 活动·探究

下图是人体血液循环路线图，请补充方框中缺失的内容，并根据情况将方框填充成红色或蓝色（用红色代表动脉血，用蓝色代表静脉血）。





## 拓展视野

### 冠脉循环和冠心病

心脏的工作效率很高，消耗的能量也很多。那么心脏本身的营养和能量从哪里来呢？

原来，在主动脉基部有左、右两条冠状动脉分支出来，然后再分成小支，盘绕在心脏外面，逐渐分成无数小支进入心肌内。营养物质和氧气就通过这密集的血管网送到心脏。心肌细胞吸取氧和营养物质后，鲜红的动脉血变成暗红的静脉血，由小静脉逐渐汇合成大的冠状静脉，直接流进右心房。由于冠状动脉的分布特殊，其中的血液没有流经体循环，且循环途径也短，所以称“冠脉循环”。

冠脉循环虽然很短，但血流量却很大。人体在安静时，通过冠脉循环的血流量，大约占心脏输出血量的 $1/20$ 。心脏的重量一般只有260 g左右，1分钟流入冠状动脉的血量几乎等于心脏本身的重量。只有这么大的血流量才能保证心肌营养和代谢的需要。心脏工作量越大，需要能量越多，冠状动脉血流量也越大。如果冠脉循环正常，即使进行剧烈运动，心脏本身也不会缺乏营养物质和氧气。但是，如果冠状动脉受到损害，如发生冠状动脉硬化、管腔狭窄、堵塞等（图6-3-2），即可造成心肌缺血、缺氧，从而发生一系列的症状（如胸闷、心绞痛等），甚至发生心肌梗死而危及生命。这种病变就是冠状动脉粥样硬化性心脏病，俗称冠心病，其实质是心肌缺血，所以也称为缺血性心脏病。



图6-3-2 冠状动脉堵塞示意图

## 运输中的物质交换



### 观察·思考

#### 小鱼尾鳍内血液的流动

材料与用具：尾鳍含色素少的活小鱼、显微镜、培养皿、棉花。

### 步骤:

1. 用浸湿的棉花将小鱼的鳃盖和躯干部包裹起来，露出尾部。
2. 将小鱼侧放在培养皿中，使尾鳍摊开平贴在培养皿底面（图6-3-3）。
3. 将培养皿置于显微镜的载物台上，用低倍镜观察尾鳍血管中的血液流动情况（图6-3-4）。



图6-3-3 实验示意图



图6-3-4 毛细血管中血液流动的情况

提示：观察结束后，别忘了及时将小鱼放回鱼缸。

### 讨论:

血液在不同血管中的流动有无差别？血液流经最小的毛细血管时，有什么特点？

毛细血管很细，壁很薄，而且血液在毛细血管中流动非常缓慢，十分有利于血液与组织细胞进行物质交换。

当血液流经小肠时，经消化后的食物中的营养成分（如葡萄糖、氨基酸、维生素、水等）将进入毛细血管，被血液循环运送到全身。

当血液流经肝脏时，营养和其他物质成分在这里被转化、分解、“深加工”后，再被运往各组织器官。

当血液流经肺，呼吸使人体源源不断地得到氧的供应。

当血液流经组织细胞，带来了氧和养料，细胞通过呼吸“燃烧”营养物质获得能量，同时产生了二氧化碳等废物。

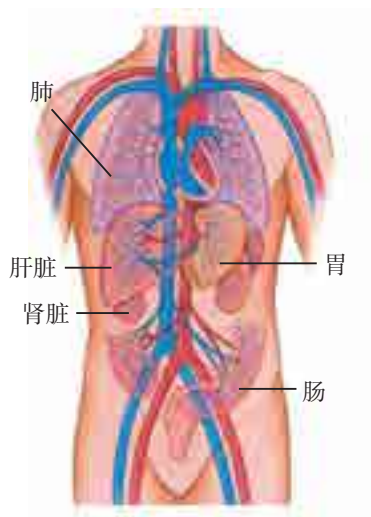


图6-3-5 血液流经各组织器官



## 淋巴循环——血液循环的辅助部分

血液流经毛细血管时，除了 $O_2$ 和 $CO_2$ 能自由进出外，血浆中的许多物质，如水、葡萄糖、无机盐等也能穿透毛细血管壁进入细胞间隙。我们把细胞间隙中的这种液体称为组织液（interstitial fluid）。事实上，全身的细胞都“浸泡”在组织液中。

大部分组织液会渗透回毛细血管，成为血浆的一部分，一小部分则进入存在于细胞间隙中的另一种毛细管——毛细淋巴管，形成淋巴（lymph）（图6-3-6）。全身各处的毛细淋巴管逐渐汇合成越来越大的淋巴管，最后汇合成两条最大的淋巴管，在肩部与左右锁骨下静脉相连。淋巴管中的淋巴又回到血液中（图6-3-7）。

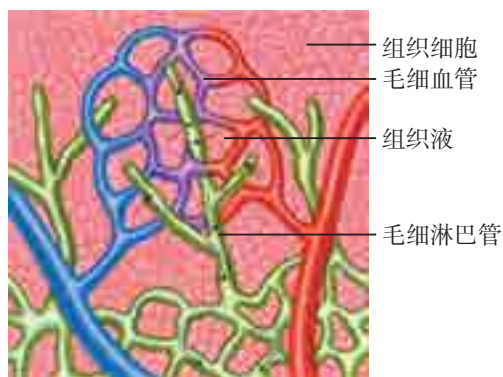


图6-3-6 血液、组织液与淋巴关系示意图



图6-3-7 淋巴循环示意图

在淋巴管道上还分布有许多淋巴结，当淋巴流经淋巴结时，淋巴结里的吞噬细胞还能起到吞噬病菌、保护人体健康的作用。

从组织液到淋巴，再回到血液，淋巴循环是一个单向运行的过程。淋巴循环使大量组织液重新流回血液，特别是能将少量由毛细血管渗出的蛋白质和小肠绒毛吸收的脂肪成分运回血液，是血液循环的辅助运输部分。

## 代谢终产物的排出

人体排出生命活动所产生的代谢终产物如 $CO_2$ 、尿素以及多余的水和无机盐等的过程叫做排泄（excrete）。 $CO_2$ 是通过呼吸系统排出的，而其他代谢终产物主要通过排尿的方式排出体外。

尿液的形成和排出依靠泌尿系统。人体的泌尿系统由肾脏、输尿管、膀胱



和尿道组成（图6-3-8）。

肾脏是形成尿液的主要器官，每个肾大约包含100万~200万个肾单位，每个肾单位包括肾小球、肾小囊和肾小管几部分（图6-3-9）。

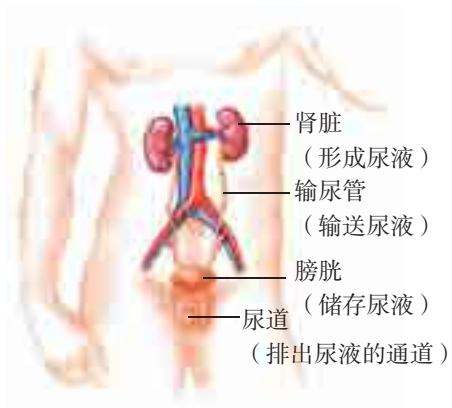


图6-3-8 男性泌尿系统示意图

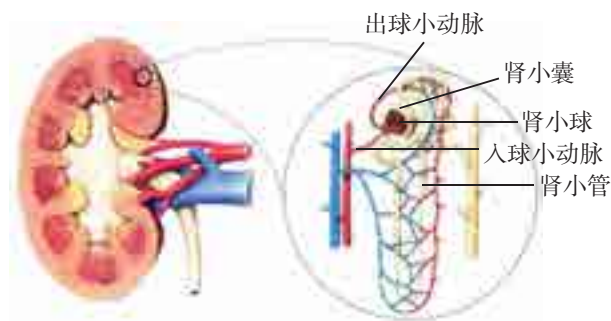


图6-3-9 肾脏纵切面以及肾单位示意图

肾小球实际上是一个由入球小动脉的分支形成的毛细血管球，末端汇合成一条出球小动脉。肾小囊则像一个双层的杯子，包在肾小球外面。内层“杯”壁很薄，紧贴肾小球，“杯子”的底部与肾小管相连通。出球小动脉在肾小管周围第二次分支形成毛细血管网。



### 交流·研讨

下表是入球小动脉中的血浆、肾小囊内液（原尿）与尿液成分分析数据：

成分	血浆 (单位: g/L)	肾小囊内液 (单位: g/L)	尿液 (单位: g/L)
水	900~930	990	950~970
蛋白质	70~90	微量	—
葡萄糖	1	1	—
无机盐	7.2	7.2	15.0
尿素	0.3	0.3	20.0

讨论：

1. 比较血浆和肾小囊内液体的成分，两者的主要差别是什么？这

说明肾小球和肾小囊内壁有什么作用？

2. 比较肾小囊内液和尿液的成分差异，你认为这种变化可能是在什么部位发生的？这有什么意义？

3. 通过比较血浆和尿液的成分可以知道，肾脏排出的物质主要是哪些？

当血液从肾动脉进入肾脏后，在肾小球部位由于血压的作用，血中的大部分物质（除血细胞和大分子蛋白质外）被过滤到肾小囊中，形成原尿。

原尿流经肾小管时，其中葡萄糖、氨基酸、大部分的水和部分无机盐会被重新吸收，进入肾小管外围绕的毛细血管，继而流回血液。原尿经重新吸收后成为尿液。

肾脏中形成的尿液经输尿管到达膀胱暂时储存起来，当尿液储存到一定量时，人就会产生尿意。在神经系统的控制下，膀胱肌收缩，尿液经尿道排出体外。

除了通过泌尿的形式之外，人体还可通过皮肤出汗的方式排出代谢终产物。当血液流经皮肤中的毛细血管时，血液中的水、无机盐、尿素、尿酸等物质可通过汗腺细胞的分泌形成汗液，汗液经汗腺导管排出体外。



### 思考·练习

1. 动脉中流动的都是动脉血，静脉中流动的都是静脉血，这种说法对吗？请你举例说明。

2. 在肺部和全身组织细胞的毛细血管网都要发生气体交换，二者有何不同？交换后的血液有什么变化？

3. 假设某人牙龈发炎，从臀部注射的青霉素要经过怎样的旅程才能到达患处？

4. 有时手掌和脚掌会磨出水泡，你知道水泡中的液体是什么吗？

5. 人体内代谢终产物排出的途径有哪些？

6. 简述肾脏是如何实现清洁血液、排出废物的功能的。

7. 尿液也是身体健康的一扇窗口。尿常规检查能直接、迅速地反映泌尿系统的情况。如果尿中出现大量蛋白质，可能是肾脏的哪一部分发生病变？如果尿中有葡萄糖，又可能是哪个环节出了问题？

## 四、变中求稳——内平衡的维持

人体与外界环境始终在进行着物质和能量的交换，应该说我们的身体每天都有改变。但是无论在冰天雪地的冬天或是烈日炎炎的夏天，我们的体温始终保持在 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右；又如在激烈的体育运动之后，我们心跳加剧、呼吸急促，但是过一会儿，我们又恢复了平静的心跳和正常的呼吸频率。

变和不变这一对矛盾，在我们的身体里竟是相互依赖，和谐共处。

### 人体处于动态的变化过程中

如图6-4-1，人体通过消化系统从外界摄取食物，食物经消化后成为可吸收的营养物质从肠壁进入循环系统，被运往身体的每一个细胞。在细胞中，这些营养物质一部分被加工成细胞的组成部分，一部分被暂时储存起来。同时，人体通过呼吸系统从外界获得 $\text{O}_2$ ，经血液循环的运输， $\text{O}_2$ 到达每个细胞。细胞中的葡萄糖等物质在 $\text{O}_2$ 的参与下被氧化分解，其分子中储存的能量被释放出来，而产生的 $\text{CO}_2$ 和水等经血液循环被运往肾脏、皮肤等处，以不同的方式排出体外，而释放的能量一部分供给生命活动的需要，一部分用以维持体温。

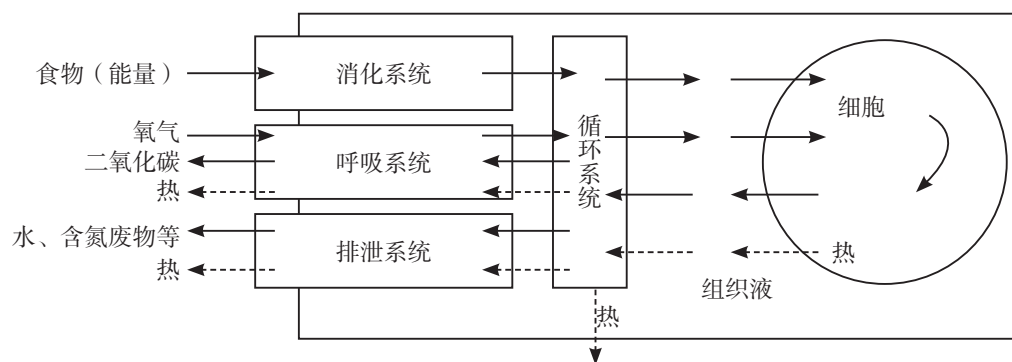


图6-4-1 新陈代谢示意图

总的来说，人体一方面从外界获得营养物质构建自己的身体，储存能量；另一方面又不断分解体内的部分物质，释放能量，排出代谢终产物。我们把这种人体与外界环境之间的物质与能量的交换，以及人体内物质和能量的转变过

程叫做新陈代谢（metabolism）。人体在新陈代谢的过程中不断进行自我更新。

事实上，不仅仅是人体，所有的生物都在与环境进行着物质和能量的交换，新陈代谢是所有生物基本的共同特征。

## 体内环境相对稳定

血液、组织液、淋巴和细胞内液体合称体液。体液是人体细胞生活的内环境，是体内各种“化学反应”进行的场所，内环境的稳定是各种生命活动正常进行的保证。那么，人体是如何在不断变化中维持内环境稳定的呢？

例如，正常人的体温始终维持在 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右，这是由人体在神经和体液的调控下，各器官系统协调统一，使身体的产热和散热处于相对平衡的状态来实现的（图6-4-2）。

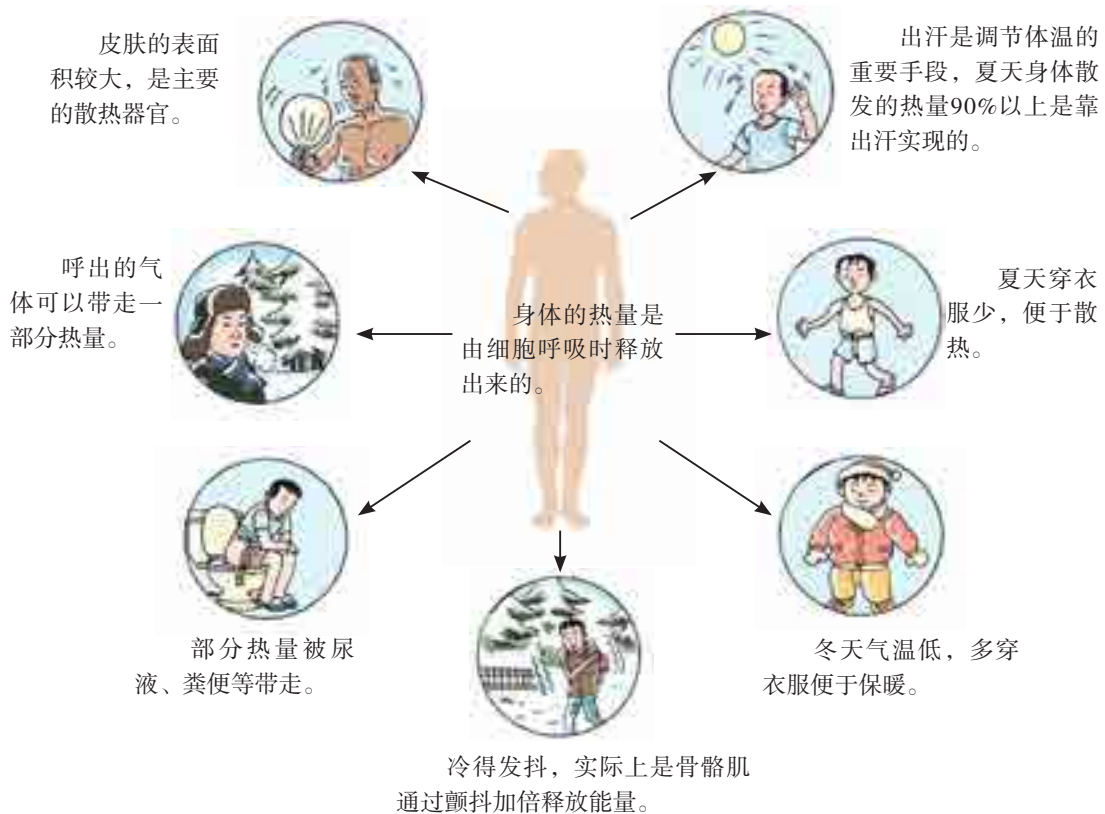


图6-4-2 体温调节示意图

此外，人体内水分、无机盐的含量， $\text{CO}_2$ 含量等都处于一个相对稳定的水平，比如，吃得太咸了会感到口渴。水喝多了，尿量也会增加。想一想，这是为什么呢？你还能举出其他的例子吗？



## 思考·练习

1. 人体进行新陈代谢的场所在哪里？
2. 从新陈代谢的角度，你怎样解释“生长”的现象？
3. 试述人体体温是如何维持相对稳定的，联系酶的有关知识，想一想，稳定的体温对生命活动有何意义？

## 五、让你的循环系统更健康

血液循环在新陈代谢的过程中起着重要的作用，生命活动中的每一过程都离不开循环系统的工作。保持健康的心脏和血管系统是让你的身体充满生机与活力的保证。

长跑后，同学们普遍会感觉心跳加快，但大多能在较短时间内恢复正常，有的同学却面色苍白、呼吸急促，觉得“心都快跳出胸膛了”，很长时间不能恢复正常。你的情况是属于哪一种呢？长跑能力虽然和腿部肌肉直接有关，但同时也反映了心脏功能的强弱。

### 心率——心脏功能最直观的表现

心率（heart rate）是心脏每分钟跳动的次数。心率随年龄、性别、健康状况而有所不同。成年人正常的变动范围一般为60次/分~100次/分，安静时多为70次/分左右。

由于心率与脉搏的次数是一致的，可通过测腕部桡动脉处脉搏的次数，得到心率（图6-5-1）。



图6-5-1 测脉搏



## 活动·探究

### 运动与心率变化的关系

#### 问题的提出：

运动前后，你的心率有没有变化？不同的人心率变化的幅度相同吗？运动员与普通人在运动前后的心率变化有区别吗？心率恢复的速度是否相同？不同运动项目对心率变化的影响有无差别？

上述提问中，有没有你们小组想探究的问题？或者你还可以提出其他的问题：\_\_\_\_\_。

选择其中的一个或几个问题确定为本次探究的目的。

**提出假设：**根据所确定的目的，提出本小组的假设。

**设计方案：**根据你们提出的假设，与小组同学共同商讨实验方案。

**提示：**

1. 测心率时，需要准备一只带秒针的表。
2. 选择被测试者时，应该注意是否有对照意义。
3. 为使测得的数据更有研究价值，你应该和同组的人认真讨论每次测心率的间隔时间以及测量的次数。
4. 严格按小组讨论的探究实验方案实施，及时记录、统计和分析数据。
5. 建议用表格的形式记录数据。
6. 在自己小组获得实验结论的基础上，最好能综合考察其他小组的探究计划和结果，看看能不能对运动与心率变化的关系有更全面的认识。

**实验结论：**\_\_\_\_\_。

**讨论：**

1. 你认为，运动时心率加快对身体有什么意义？是不是心率越快越能满足运动的需要呢？
2. 通过运动员（或经常体育锻炼的人）与普通人心率的比较，你认为长期的体育运动对心脏有什么影响？为什么？

## 心输出量——衡量心脏功能的基本指标

心脏每跳动一次，心室中的血液就被射入动脉。心室每次收缩时射出的血量，叫做每搏输出量。人体在安静状态下每搏输出量约为70 mL。心输出量



又叫每分输出量，是心脏每分钟输出的血液总量，在数值上等于每搏输出量乘以心率。

不同身体状况的人心输出量是不同的。强健有力的心脏心肌发达、搏动有力，每搏输出量大大高于常人。这样的心脏平时心率较慢，心脏工作潜力很大。而心脏功能较弱的人，每搏输出量少，一旦身体活动量增加，则靠加快心率来提高心输出量。这样的心脏容易疲劳，不能持久工作。青少年正处于生长发育的黄金时期，坚持适当的体育锻炼有助于改善心脏的供血状况，使心脏发育得更强健。



## 拓展视野

### 中医“切脉”

我国的传统医学采用“望、闻、问、切”四诊的方法来诊断疾病。其中“切”指切脉，也就是通常说的“号脉”，是最有中医特色的诊断方法。有经验的中医将食指、中指、无名指往病人的桡动脉处一搭，便可将病情知道个大概。

原来，人体的某器官有异常情况时，常会影响到心脏的搏动，使心跳发生快慢、强弱的变化，还会影响到血管和血液的情况。这些变化都会引起脉搏的变化，这就是“切脉”诊断的道理所在。

从现存文献记载来看，至少在三千多年前的周代已经有切脉诊断的应用。《史记》记载：“至今言脉者，由扁鹊也。”认为脉诊始于扁鹊。1973年从马王堆汉墓中出土的医书《阴阳脉死候》是我国现存最早的脉学专著。同时出土的《足臂十一脉灸经》中有“脉如三人舂”的记载。以三人舂米时的节律和声音来形容心律不齐的脉象，这是我国最早关于心律失常的文献记载。

历代的医学家的积累，使我国的中医诊断技术不断发展。如明代李时珍的《濒湖脉学》，言简意赅，概述了经脉的生理、脉诊的方法、各种脉的形态与所反映的疾病，以及各种疾病出现的脉象等，成为后世学习切脉方法的入门读物。新中国成立后，中医与西医、数理、工程等多学科结合，在中医脉诊现代化方面作了有益的探索。

## 良好的生活习惯是心血管系统健康的前提

随着人们物质生活水平的提高，心血管疾病患病率呈不断上升的趋势，高血压、冠心病、高血脂等疾病的发病年龄趋向于年轻化，成为全社会关注的话题。研究表明，健康的生活方式是心血管系统健康的前提。

血压（blood pressure）是血液流过大血管时产生的压力。通常说的血压是指体循环中肱动脉部位的动脉血压，可以用血压计在上臂肱动脉处测得。心脏收缩时，动脉血压所到达的最高值叫做收缩压；心脏舒张时，动脉血压降到的最低值叫舒张压。通常血压的表示方法为：收缩压/舒张压，单位是千帕（kPa）。

健康成年人的收缩压变动范围为12 kPa ~ 18.7kPa，舒张压一般为8 kPa ~ 12 kPa。如果一个人的血压经常超过18.7/12 kPa，则认为是高血压；如果血压持续低于12/6.7 kPa，则是低血压。高血压是一种常见的心血管疾病，可能引发冠心病、中风、心肌梗死等疾病，严重威胁人体健康。

预防高血压应该注意养成良好的个人生活习惯：



### 活动·探究

#### 测量血压

经常测量血压是监控你和家人的健康状况的一个重要方面。其实测量方法很简单：

1. 准备一个血压计（医院常用的是水银血压计）和一个听诊器。
2. 被测者手臂裸露伸展（一般为右上肢），与心脏保持在同一水平位置（图6-5-2）。

3. 将血压计袖带气囊的中部对着肱动脉，并紧贴皮肤缚于上臂，袖带下缘应距肘窝2 cm~3 cm，不可过松或过紧。

4. 将听诊器胸件置于肘窝处肱动脉上，轻压听诊器胸件使之与皮肤紧密接触，但不可压得太重。

5. 关闭“气球”的排气螺旋，挤压“气球”，打开表柱与水银贮球之间的开关；向袖带内充气，边充气边听诊，待肱动脉搏动消失后，再将汞柱升高20 mm~30 mm，然后旋开“气球”的排气螺旋，缓慢放去袖带内的空气。当听到第一个声音时，汞柱高度的数值为收缩压，继续缓慢放气，声音逐渐减弱，当声音消失时汞柱高度的数值为舒张压。

6. 一次测量完成后，待汞柱回复至零位，静待2分钟，在同一手臂重复测量一次，两次测量数值的平均值则为被测者的血压。

（注意：水银式血压计测得的数值应换算成国际单位：1毫米汞柱=133.322帕）

提示：使用后一定要排空袖袋内空气，汞柱降到最低点后关闭表柱与水银贮球间的开关。



图6-5-2 测量血压

科学研究表明，吸烟和酗酒者患心血管疾病的危险性远远高于其他人。烟草中的尼古丁是一种极其有害的物质，它能加快心跳，使血管收缩，造成血压升高；它还可导致血液总胆固醇的含量增加，并沉淀在血管壁上，使血管管壁变窄（图6-5-3）；尼古丁还能加速血小板凝固血液的作用，造成血管堵塞。这些严重的后果将直接导致动脉硬化或心肌梗死等心脏病的发生。吸烟时产生的CO能够竞争性地和血红蛋白结合，影响血液运输O<sub>2</sub>的能力，造成机体缺氧，为心脏带来更大的负担。

值得注意的是，被动吸烟者同样会受到毒害，有资料表明，经常被动吸烟的人患心肌梗死等疾病的几率比常人高一倍。因此，许多城市都规定禁止在公共场所吸烟。



正常的动脉血管



粥样硬化的动脉血管

图6-5-3 动脉血管横切面

适量饮酒有助于血液循环，但是酗酒对体会造成多种伤害，可诱发心绞痛、心肌梗死等疾病，还会引起脂肪肝，甚至导致肝硬化，成为肝癌的诱因。



### 拓展视野

根据世界卫生组织的一项研究显示：“大约到2015年，发达国家和发展中国家的死亡原因将大致相同，生活方式疾病将成为世界头号杀手。”世界卫生组织提醒人们在发展经济的同时一定要重视人类自身的健康。

所谓生活方式，简而言之即怎样生活。生活方式疾病主要是由不良饮食习惯、精神紧张、吸烟、酗酒及减少运动等不健康的生活方式造成的，如高血压、心脏病、中风、糖尿病、癌症和呼吸道疾病等。世界卫生组织的专家指出：因生活方式疾病而导致死亡的人数，目前在发达国家占总死亡人数的70%~80%，在不发达国家中也占40%~50%。

种种事实表明：当今威胁人类健康和生命的多种疾病中最严重的不是由细菌、病毒等致病生物感染引起的，而是由不健康、不科学的生活方式造成的，预防生活方式疾病尤为重要。世界卫生组织宣称，每个人的健康与长寿60%取决于自己，15%取决于遗传因素，10%取决于社会因素，8%取决于医疗条件，7%取决于气候（严寒与酷暑）。因此，在生活富裕了的今天，我们必须改变不良的生活习惯，建立科学的生活方式来预防疾病。



### 思考·练习

1. 你所熟悉的长辈中有没有人患高血压？他们的生活习惯如何？想一想，你能给他们提出哪些合理化的建议？
2. 你的生活方式中有没有不合理的地方吗？为了你的身体健康，请参照合理饮食、适当运动等方面为自己规划一种健康的生活方式。



## 本篇小结

1. 食物中的营养素主要有蛋白质、糖类、脂肪、水、维生素和无机盐六大类。每一类营养素对人体都是不可缺少的。不同食物含有营养素的情况不同。
2. 蛋白质、糖类、脂肪是产能营养素。由于它们在人体内还具有许多方面的重要功能，而且释放能量的特点各不相同，所以要按照一定的比例摄入。
3. 人体对维生素和无机盐所需的量虽然很有限，但是它们的作用非常重要，而且在人体中不能合成（或合成的量不足），所以必须从食物中摄入。
4. 膳食纤维虽然不能被人体消化，但它在许多方面有重要的作用。所以，饮食中应保证一定的膳食纤维含量。
5. 人体的消化系统包括消化道和消化腺；对食物的消化作用可分为物理（机械）消化和化学消化两种不同类型。
6. 消化道的不同部位分布着不同的消化腺，分泌不同的消化液，里面含有不同的消化酶，对不同的食物成分进行消化。所以不同食物成分在消化道内不是同时被消化的。
7. 食物的消化从口腔开始，在胃和小肠上半段基本完成。除了口腔、胃和小肠以外，肝、胆、胰和它们所分泌的消化液在食物消化中也发挥重要的作用。
8. 营养的吸收主要发生在小肠中，食物残渣的处理主要由大肠完成。小肠和大肠的构造都与它们的功能相适应。
9. 我国有关主管部门制定并颁布了《中国居民膳食指南》和“中国居民平衡膳食宝塔”。我们应注意坚持“合理营养，平衡膳食”的原则。
10. 关注食品安全，具备一定的安全常识才能选择安全的食品。
11. 食物在人体细胞内释放能量的本质与木柴在空气中的燃烧一样，都是有机物被氧化生成二氧化碳（和水），同时释放出能量。但是二者的过程非常不同。
12. 酶不仅在消化过程中发挥作用，绝大多数的生命活动都要在酶的催化下进行。一种酶只催化一种（或一类）物质经特定的反应得到一定的产物。
13. 酶是由活细胞产生的生物催化剂，它的催化效率极高。酶在科学研究和工农业生产中也是重要的工具。由于几乎所有的酶都是蛋白质，酶的催化能力往往会受到酸碱度、温度等因素的影响。
14. 呼吸系统就像是人体“生命之火”的“给排风系统”，通过呼吸运动



不断地为机体提供生命活动所需要的氧，并排出代谢所产生的二氧化碳。人体呼吸系统的构造有利于气体的进出和交换，与它的功能相一致。

15. 气体交换的全过程包括人体与外界的气体交换（即呼吸运动），肺泡与血液之间的气体交换和血液与组织细胞之间的气体交换。

16. 人体呼吸系统有性能良好的“空气预处理系统”以及自我清洁和自我保护作用。肺活量是反映呼吸功能水平的重要指标之一。健康的呼吸系统应具有较大的肺活量。体育锻炼可以加大肺活量。

17. 体育锻炼、良好的呼吸卫生习惯和良好的环境是保持呼吸系统健康的因素。而吸烟等不良习惯会对我们的健康造成严重的危害，还会污染环境。

18. 人体内物质的运输是由循环系统完成的。血液循环系统由心脏和血管以及其中的血液组成。心脏和血管是运输的通道。血液是运输的载体。

19. 心脏提供了血液流动的动力，心脏中的瓣膜保证血液按固定方向流动。

20. 血管有三种：动脉、静脉和毛细血管。三种血管的结构和功能各有不同。

21. 血液由血浆和血细胞组成，血细胞有三种：红细胞、白细胞和血小板。红细胞中含有血红蛋白，能够运输 $O_2$ 和 $CO_2$ 。血浆是运输血细胞和多种物质的载体。

22. 通过验血可以初步检查人体的健康状况。

23. 输血前必须检验血型并进行配血试验，一般应以输入同型血为原则。

24. 献血是每个公民的光荣义务，国家提倡18岁以上的健康公民义务献血。

25. 血液循环分为肺循环和体循环两部分。通过肺循环，血液变成动脉血， $CO_2$ 被排出；体循环将 $O_2$ 和养料送往组织细胞，并带走 $CO_2$ 和废物。

26. 组织液和淋巴都来源于血液，血液与组织细胞之间的物质交换是通过组织液进行的。淋巴通过淋巴循环回到血液中。

27. 体内代谢终产物排出的过程叫排泄。泌尿是主要的排泄方式。

28. 泌尿系统包括肾脏、输尿管、膀胱和尿道，肾脏是主要的泌尿器官。

29. 肾单位是肾脏结构和功能的单位，包括肾小球、肾小囊和肾小管。

30. 血液在肾小球中被滤过形成原尿，原尿经过肾小管时被重新吸收形成尿液。尿液经输尿管、膀胱、尿道排出体外。

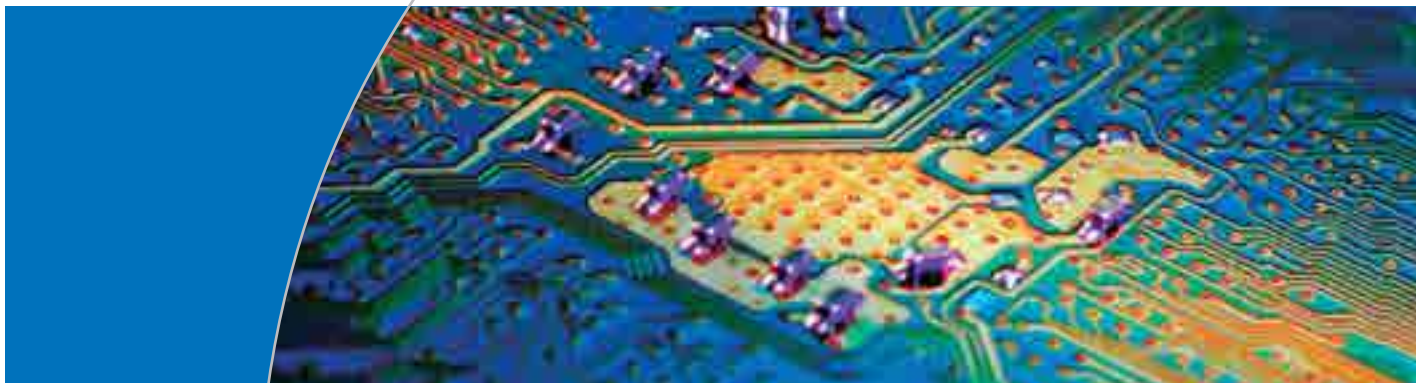
31. 在循环系统的运输过程中，人体与外界环境不断进行着物质和能量的交换，人体内也进行着物质和能量的转换，这一过程叫做新陈代谢。

32. 人体在不断的变化中保持着内环境的稳定，比如体温的恒定。

33. 适当的体育锻炼和良好的生活习惯能够使你的循环系统更健康。



# ● 生活中的能量及其转化



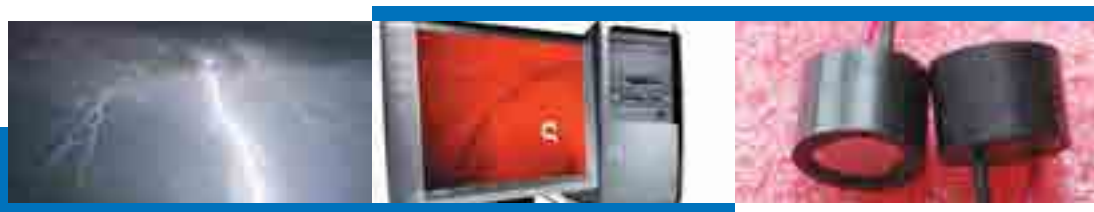
● 第七章 电流与家庭电路

● 第八章 电与磁

● 本篇小结

## 第七章

# 电流与家庭电路



早晨，电子闹钟把你叫醒，你用微波炉加热早餐，吃完后匆匆赶到学校。上课铃响了，老师捧着笔记本电脑走进教室，不一会儿在投影仪上播放视频……你放学后回到家里打开台灯做起了作业，感觉天太热便开了空调。休息的时候除了看会儿电视，还用手机给同学发个短信……

我们的身边到处都是各种各样的用电器和电子设备。在现代生活中，我们已离不开它们。然而，它们是怎么工作的呢？为了弄懂它们的工作原理，我们必须从最简单的电路知识学起。让我们走进关于电的知识海洋……



## 一、认识电路

生活中用到的用电器如手电筒、电动剃须刀、电子词典、手机、平板电脑等都需要电池来供电，它们的内部都有电路，有的比较简单，有的非常复杂。让我们先来认识最简单的电路。

### 电路



#### 活动·探究

#### 连接电路

**材料与用具：**小灯泡、电键、电源（干电池2节）、小电机、有源蜂鸣器、连接导线若干条。



图7-1-1 小电机与蜂鸣器

**步骤：**分别连接电路，先后使小灯泡发光，小电机转动起来，蜂鸣器发声。

**注意：**在闭合电键前，先让老师检查一下电路有无问题。

**讨论：**

1. 你连接的几个装置（小灯泡、小电机、蜂鸣器）有什么共同点？
2. 观察连接导线的材料，想想能否用棉线、塑料线、铁丝代替？
3. 回忆使用电键的场合，你知道还有哪些类型的电键？
4. 你熟悉的电池有哪些？

导线、小灯泡的灯丝等都是由金属构成的。金属里存在着大量可以自由移动的电子，接通干电池时，电子会受到“推力”定向移动，形成电流。干电池

是一种电源 (power supply)，小灯泡是一种用电器。电源、用电器、导线，再加上电键，构成了闭合电路。

电源是为用电器提供能量的装置，它能将各种形式的能转化为电能，使闭合电路中产生电流。如干电池将化学能转化成电能，当电流通过小灯泡时，电能又转化成光能和内能。

电源有正负极。很多用电器在接入电路时需考虑正、负极，不正确的连接会使用电器无法正常工作，甚至会损坏用电器或电源。

## 拓展视野

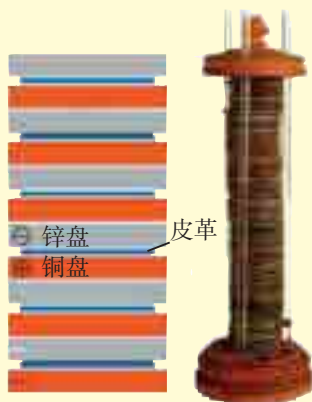
### 化学电池

电池在日常生活中的使用非常广泛。从干电池、太阳能电池、蓄电池、核电池到燃料电池等，已经形成了一个兴旺的电池大家族。在这些电池中，化学电池是最早出现的。

1800年，意大利科学家伏打制成了世界上第一个化学电池——伏打堆（图7-1-2）。这种电池由许多单元堆积而成，每个单元由一个铜盘和一个锌盘组成。用盐水浸泡的皮革被夹在两个金属盘中间。在伏打堆中，电子通过盐水从锌盘流向铜盘，就产生了伏打堆的两个电极。

干电池（图7-1-3）也是一种化学电池。传统干电池也叫碳性电池。它的外壳是一个锌筒，锌筒既是干电池的负极，也是干电池的容器，里面装有化学药品。锌筒中央的碳棒是干电池的正极。现在用得较多的是性能比碳性电池更好的碱性电池。

目前广泛应用于手机、便携式计算机、电动工具、电动车等用电器上的锂电池是锂离子电池的简称。锂离子电池由于工作电压高、体积小、质量轻、能量高、无记忆效应、无污染、自放电小、循环寿命长等优点而被广泛使用。锂电池是21世纪发展的理想电池。



伏打堆原理图 伏打堆

图7-1-2



图7-1-3 各种干电池

## 电路图

电路连接好后，闭合电键，用电器工作。这种情况下电路处处连通，称为通路（closed circuit）（图7-1-4a）。通路时电路中有电流。若电路的电键没有闭合，或者电路在某处断开，则用电器不能工作，这种情况叫做断路或者开路（open circuit）（图7-1-4b）。电路处于断路时没有电流。在图7-1-4c中，若用电器 $L_1$ 两端直接用导线连接起来，电流不再通过 $L_1$ ，这种情况叫做短路。若电流不经过用电器，相当于导线直接连接了电源的正极和负极（图7-1-4d），这种情况叫做电源短路（short circuit）。电源短路时电路中会有很大的电流，往往会烧毁电源甚至引起火灾。因此连接电路时必须避免电源短路。

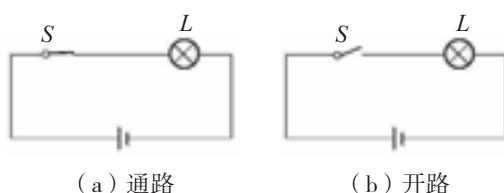


图7-1-4 通路、开路和短路

实际的电路可以画成实物图来表示，如图7-1-4。若用符号来表示电路的话，会更简洁方便。因此人们规定了一套电路元件符号来表示电路中的各种用电器或元件（图7-1-5），用它们来画电路。这样画出的图叫电路图。图7-1-6a、b是图7-1-4a、b对应的电路图。在日常生活中，用电器的电路是十分复杂的，比如图7-1-6c是某种节能灯的电路图。

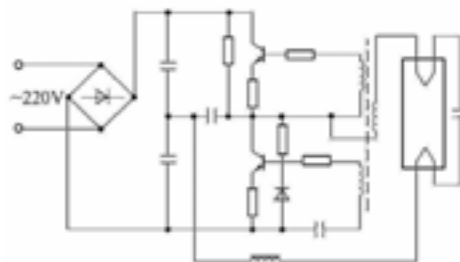


图7-1-5 常见电路元件或电路器件的符号



(a) 通路

(b) 开路



(c) 一种节能灯的电路图

图7-1-6 电路图

规范地画出电路图是设计、安装和检修电路的基本功。下面我们通过练习画手电筒的电路图，来掌握画电路图的基本要求。



### 操作·实践

#### 画电路图

**目的：**学会规范地画电路图。

**材料与用具：**铅笔、刻度尺。

请画出你前面做过的“活动·探究 连接电路”任务中的三个电路图。

**注意事项：**

1. 用刻度尺和铅笔画图。
2. 画电路图的时候，导线一般画成“横平竖直”。



### 思考·练习

1. 请画出图7-1-7所示实物电路的电路图。

2. 在教师或者有关人员的帮助下，调查学校、家庭或社区的供电设施，看看什么地方存在着发生短路的隐患，并向有关部门提出消除隐患的建议。

3. 制作迷你验钞器。主要元件：发光二极管（紫色），纽扣电池（1.5 V）三颗、电阻（ $33\ \Omega$ ）、微型按钮电键。按图7-1-8所示电路图连接电路后，即可完成迷你验钞器的制作。用做好的验钞器观察纸币上的荧光图案。

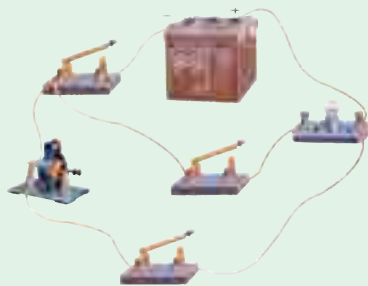


图7-1-7

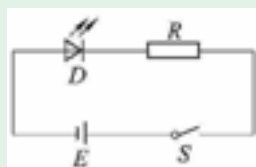


图7-1-8

## 二、电流表——电流的测量

用电器只有在连通的电路中才能工作，因为此时电路中有电流流过。但是，电流既看不见也摸不着，如何知道它的存在？电流是否有大小的区别呢？





## 观察·思考

### 灯泡发光

**目的：**探讨灯泡在同一电路中发光不同的原因。

**材料与用具：**小灯泡（型号不同）2个、电键1个、电池组1套、导线若干根。

**步骤：**

1. 按照图7-2-1连接电路。
2. 闭合电键，观察两个灯泡发光情况是否相同。

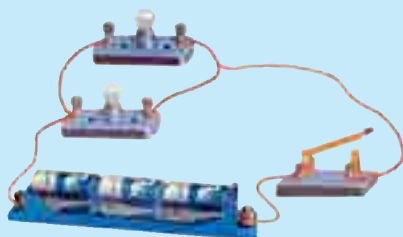


图7-2-1 电路图

**讨论：**解释两个小灯泡发光强度不同的原因。

对于灯泡来讲，通过它的电流有大小之别，在电源相同的情况下，电流越大，它的发光强度越大。我们可以通过灯泡的发光或发热等效应判断电流的存在。但在科学研究和生产实际操作中就需要用仪表来定量测量电流。

电流从电源正极通过用电器流向负极。人们规定电流的方向是正电荷定向移动的方向。但在金属导体中，可自由移动的电荷是电子，而电子带负电荷，所以电流的方向与自由电子定向移动的方向相反（图7-2-2）。

电流的大小用电流（ $I$ ）表示。电流的单位是安培（Ampere），简称安（A）。

电流的其他单位还有毫安（mA）、微安（ $\mu\text{A}$ ）等，其换算关系为：

$$1\text{毫安}=0.001\text{安} \quad (1\text{mA}=0.001\text{A})$$

$$1\text{微安}=0.000\ 001\text{安} \quad (1\mu\text{A}=0.000\ 001\text{A})$$

图7-2-3所示为几种常见的用电器正常工作时的电流。

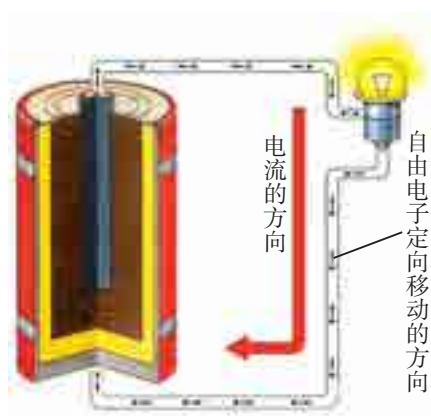


图7-2-2 电流的方向



图7-2-3 几种常见的用电器正常工作时的电流

电流表是专门测量电流大小的仪器。图7-2-4所示为实验室常用电流表及其电路符号。从外观上看，电流表主要由表面刻度、指针、接线柱和调节旋钮等组成，其实它还有精密的内部构造。电流表有上、下两排读数，对应着两个不同的量程（最大读数），每个量程都有对应的接线柱。图7-2-5所示的电流表的读数分别为0.32 A、0.56 A和1.4 A。



图7-2-4 实验室常用  
电流表及其电路符号



0.32 A                  0.56 A                  1.4 A  
图7-2-5 电流表读数

电流表的内部构造比较精密，若使用不当容易被烧坏。因此我们使用电流表时，应注意规范操作。



### 操作·实践

#### 规范使用电流表

**目的：**学会规范使用电流表。

**材料与用具：**小灯泡1只、干电池3节、电键1个、导线若干根、电流表1个。

### 步骤:

1. 按照图7-2-6a连接电路。注意电池正、负极的接法。
2. 闭合电键，读出电流值\_\_\_\_\_。
3. 用不同数目的电池首尾相接，重复步骤1和步骤2，将测量电流填入表格中。

电池数目 (节)	电流表示数 (A)
1	
2	
3	

### 注意事项:

1. 保证电流从电流表的“+”接线柱流进，从“-”接线柱流出。
2. 不允许把电流表直接连在电源的两端（图7-2-6b），这样会立即烧坏电流表。
3. 所测电流不得超过电流表的量程，否则电流表可能会被烧坏。当测未知电流时，可以先估计被测电流大小，选择适当量程，然后用电路的一个线头迅速接触电流表的接线柱（图7-2-6c），看看指针的偏转是否在量程之内，如果超出量程，则改用更大量程的电流表。

**结论:** 随着电池数目的增加，电流\_\_\_\_（变大/变小），同时灯泡变得越来越\_\_\_\_（暗/亮）。

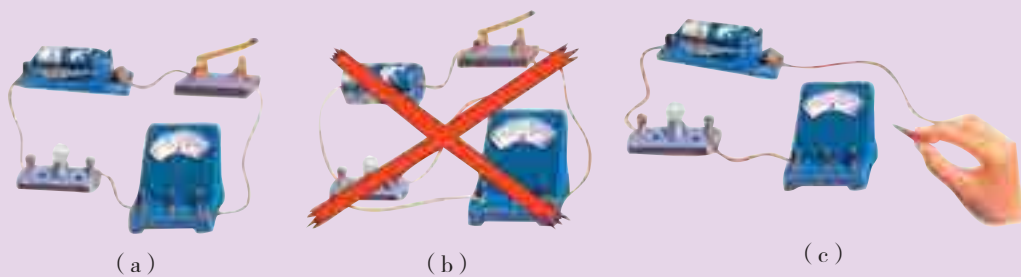


图7-2-6



### 思考·练习

1. 观察一些用电器（收音机、洗衣机、电风扇、电冰箱、空调等）的铭牌或说明书中标出的电流值，如果上面还标有电压值，就一起记录下来，留作资料。
2. 通过某手电筒小灯泡的电流大约是0.27 A，它等于多少毫安？通过某计算器的电流大约是110  $\mu\text{A}$ ，它等于多少安？

### 三、电压表——电压的测量

在冬天干燥的日子，当你触碰一些物品，如金属门把手或各种电器的金属外壳，甚至在两人接触时，有时会听到劈啪声，并有被电击的感觉，要是在夜间还会看到火花。那是因为你身上因摩擦起电带了某种电荷。当你接触别的物体时发生了电荷转移，即放电现象。然而这种放电只是瞬间的，不会持续。而在接通电源的电路中电流能长时间持续产生。这是为什么呢？

不妨让我们用水管中的水流来作一类比。如图7-3-1所示，*A*、*B*两容器的底部用一软管连通，容器中装有水。在图7-3-1a的情形，管中水没有流动。若将容器*B*稍稍提高（图7-3-1b），则管中产生水流，但很快会停止流动。如果用一小水泵将*A*中的水不断地抽向*B*（图7-3-1c），则可使水流维持。两侧水管同一高度处的水所受压强不同，便产生了水的流动。类似地，一段电路两端有电压，便会产生电流。水压靠水泵维持，而电压一般由电池提供。

电压可用电压表测量。图7-3-2所示为常见电压表及其电路符号。

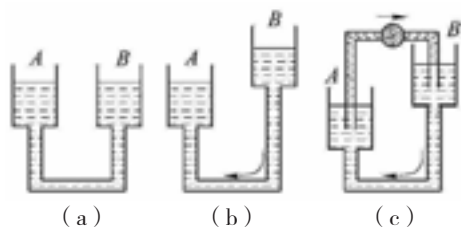


图7-3-1



图7-3-2 常见电压表及其电路符号

在国际单位制中，电压的单位是伏特（简称伏，用符号V表示），电压的常用单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）等，它们之间的换算关系是

$$1 \text{ 千伏} = 1\,000 \text{ 伏} \quad (1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V})$$

$$1 \text{ 毫伏} = 0.001 \text{ 伏} \quad (1 \text{ mV} = 0.001 \text{ V})$$

图7-3-3所示为一些现象和用电器的电压数值。



闪电约 $10^8$  V



高压输电可达1 000 kV



动力电路380 V



民用照明电路220 V



氧化银电池1.5 V, 干电池1.5 V  
蓄电池2 V, 锂电池3.7 V



脑电波约0.05 mV



人体的安全电压不高于36 V

图7-3-3 一些现象和电器的电压数值



## 操作·实践

### 规范使用电压表

目的：学会使用电压表。

材料与用具：电压表1个、干电池4节、导线若干根。

步骤：

1. 仔细观察电压表，表盘上的符号、刻度和接线柱旁边的符号各表示什么？

2. 按照图7-3-4将干电池和电压表连接起来。注意正（+）、负（-）接线柱的接法。

3. 读出电压表的读数。

4. 将不同数目的干电池首尾相接作为测量对象，重复步骤2和步骤3，然后填写下表：



图7-3-4 测量电压

干电池数目（节）	1	2	3	4
电压表读数（V）				

注意事项：

1. 必须将电压表接在被测电路的两端。
2. 电压表的“+”接线柱必须连在被测电路靠近电池正极的一端（即保证电流从电压表的“+”接线柱流入，从“-”接线柱流出）。
3. 测量时被测电压的数值不得超过电压表的量程；表盘上下两排示数的选择，应该与所选用的接线柱旁的示数相对应。



## 拓展视野

### 数字多用表

随着电子技术和数字化测量技术的发展,传统测量仪器逐渐被智能化、数字化的仪器所取代。传统的测量电流、电压的电流表、电压表被数字多用表取代。数字多用表(也叫数字万用表,图7-3-5)是一种现代化的多用途电子测量仪器,广泛应用于物理、电气、电子等测量领域。它除了具有测量电压、电阻和电流的主要功能外,还能测量电容、温度等物理量。相对于传统电学测量仪表,它具有读数方便、精度高、不易损坏、量程范围大、多用途等许多优点。



图7-3-5 数字多用表



## 思考·练习

1. 在图7-3-6所示的四个电路中,用电流表测量通过灯泡 $L_1$ 的电流,或用电压表测量加在灯泡 $L_1$ 两端的电压。电流表和电压表连接得对吗?如果不对,请用色笔改正。

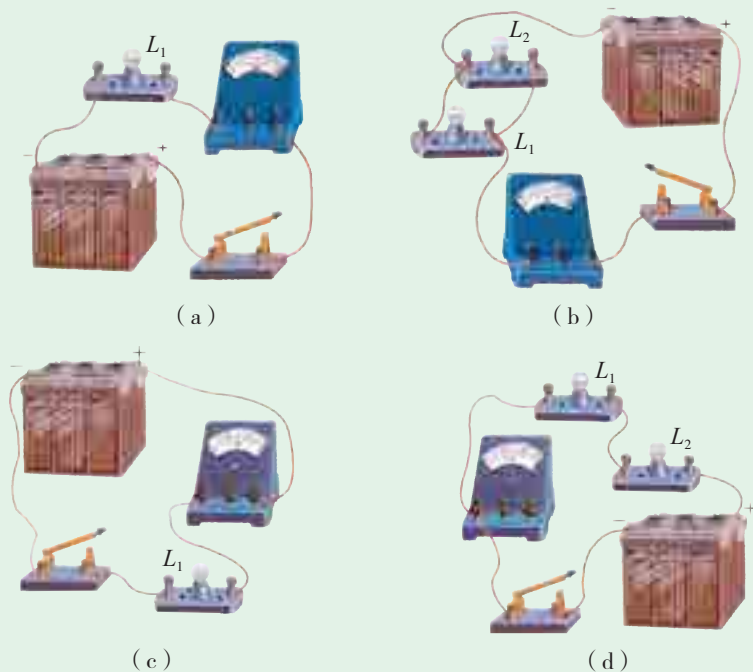


图7-3-6



2. 连接图7-3-7中的电路，分别使得其中的电压表能够测出加在小灯泡两端的电压，电流表能够测出通过小灯泡的电流。



图7-3-7

3. 图7-3-8中电压表的两个接线柱被接入了电路，请你读出电压表的示数。

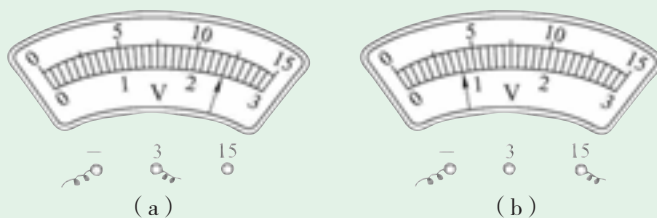


图7-3-8

4. 完成下列单位换算：

- (1)  $0.18\text{ V} = \underline{\hspace{1cm}}\text{ mV}$       (2)  $250\text{ }\mu\text{V} = \underline{\hspace{1cm}}\text{ V}$   
 (3)  $5 \times 10^5\text{ V} = \underline{\hspace{1cm}}\text{ kV}$

## 四、电阻，滑动变阻器

电路通常要用导线来连接。你注意过吗，常见的导线一般是用铜或铝做的，特别重要的设备还需用昂贵的银来做导线。铁也能导电，而且成本低，为什么不用铁来做导线呢？

### 电阻

观察导线、电键（图7-4-1）等电器材料，可以看到导线的内芯、电键的接线柱和接触片等是用金属材料做的，而导线的外皮和电键的底座、手把等是用塑料、橡胶之类的材料做的。前者能传导电流，叫



图7-4-1 导线和电键

做导体 (conductor)；后者不能导电，叫做绝缘体 (insulator)。那么导体的导电性能都相同吗？



### 观察·思考

#### 导体对电流的阻碍作用

**材料与用具：**电流表1个，2根长0.5 m、不同材料的电阻丝（合金如锰铜合金、镍铬合金）、电键1个、电池组1套、导线若干根。

**步骤：**

1. 参照图7-4-2连接电路，将一根电阻丝  $AB$  接入电路，闭合电键，观察电流表的示数。

2. 将另一根电阻丝  $CD$  接入电路，再接通电源，观察电流表的示数。比较两次实验测得的电流值。

**讨论：**步骤1与步骤2的电流值相等吗？为什么？

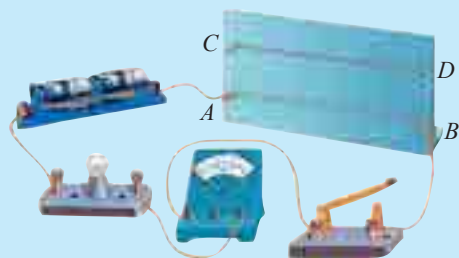


图7-4-2 导体对电流的阻碍作用

不同导体对电流的阻碍作用一般不同。在相同的电压下，阻碍作用大的导体，通过的电流较小；阻碍作用小的导体，通过的电流较大。我们用电阻 (resistance) 来反映导体对电流阻碍作用的大小。

导体电阻通常用字母  $R$  表示，电阻的电路符号如图7-4-3所示。电阻的单位是欧姆 (Ohm)，简称欧 ( $\Omega$ )。如果在导体两端加1V电压，测得通过导体的电流是1 A，那么这段导体的电阻就是1  $\Omega$ 。

常用的电阻单位还有千欧 ( $k\Omega$ )、兆欧 ( $M\Omega$ )，它们的换算关系是：

$$1 \text{兆欧 (M}\Omega) = 1\,000 \text{千欧 (k}\Omega) \quad 1 \text{千欧 (k}\Omega) = 1\,000 \text{欧 (}\Omega)$$

电子技术中经常用到固定电阻值的元件——电阻器 (图7-4-3)，电阻器也叫定值电阻。

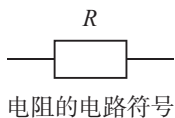


图7-4-3

## 电阻的大小

在日常生活中你见过哪些导体？这些导体除了材料不同之外，粗细、长短也会有差异。在设计、安装电路的时候，常常要考虑导体的电阻大小，那么决定导体电阻大小的因素主要有哪些呢？



### 活动·探究

#### 决定导体电阻大小的主要因素

**提出问题：**决定导体电阻大小的因素主要有哪些？

**提出假设：**\_\_\_\_\_。

**设计实验：**（提示：你提出的影响电阻大小的因素的假设可能不止一个，因此在研究上属于“多因一果”问题。研究此类问题，可以将各个因素分别研究，在研究某个因素的时候控制其他因素保持不变。）

**进行实验：**（提示：设计表格记录数据。）

**交流与讨论：**（提示：你所假设的因素都是决定导体电阻大小的因素吗？你所设计的实验方案有无不合理的地方？你在这个探究活动过程中是否巧妙地采用了某些方法？请将想法记在这里，并和其他同学交流。）

大量实验表明：导体的电阻大小跟导体的长度、横截面积和材料的种类有关。电阻是导体本身对电流的一种阻碍作用。不同导体对电流的阻碍作用一般不同。下表列出了一些长1 m、横截面积是1 mm<sup>2</sup>的材料在20 ℃时的电阻值。

导体	电阻 (Ω)	绝缘体	电阻 (Ω)
银	0.016	石板	10 <sup>12</sup>
铜	0.017	大理石	10 <sup>13</sup> ~ 10 <sup>15</sup>
铝	0.027	干燥木材	10 <sup>16</sup>
钨	0.052	钠玻璃	10 <sup>14</sup> ~ 10 <sup>21</sup>
铁	0.096	陶瓷	10 <sup>16</sup> ~ 10 <sup>19</sup>
锡	0.11	石蜡	10 <sup>20</sup> ~ 10 <sup>23</sup>
康铜	0.48	硬橡胶	10 <sup>30</sup>
水银	0.95		
镍铬合金	1.09 ~ 1.12		
碳	35		

严格地说来，上面我们探究得到的结论只是针对常温下且温度变化不大的情况而言的。实际上，温度对导体的电阻也有所影响，在极端情况下甚至能将绝缘体变为导体。



### 观察·思考

#### 温度对物质导体性能的影响

**材料与用具：**废旧灯泡一个（除去玻璃外壳）、酒精灯、电源（6V）、发光二极管、导线及电键。

**步骤：**

1. 参照图7-4-4连接电路，接通电键，观察发光二极管是否发光。
2. 用酒精灯加热废灯泡的玻璃柱，观察发光二极管是否发光。

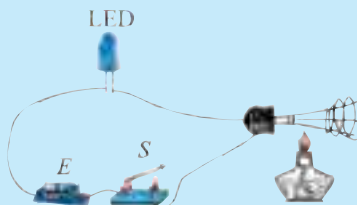


图7-4-4 实验装置图

**讨论：**以上现象说明了什么？

## 变阻器

既然导体的电阻随着长度、横截面积不同而不同，那么我们可以通过改变电阻来控制电路中的电流。



### 操作·实践

#### 利用滑动变阻器控制电流

**目的：**学会使用滑动变阻器。

**材料与用具：**小灯泡1只、铅笔芯1根、干电池2节、导线若干根、滑动变阻器1个。

**步骤：**

1. 如图7-4-5a所示， $AB$ 为铅笔芯， $C$ 为滑动端，使 $C$ 在电阻丝 $AB$ 上滑动。观察灯泡亮度的变化。
2. 将步骤1中的电阻丝换成滑动变阻器，移动滑片，观察小灯泡的亮度变化。

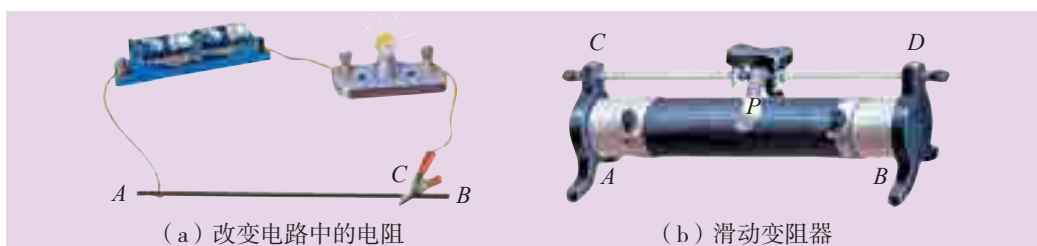


图7-4-5

### 讨论：

1. 在步骤1中，我们使用什么方法改变电路的电阻？
2. 对比步骤1和步骤2，说明滑动变阻器的构造及其工作原理。
3. 将滑动变阻器接入电路的方法可能有几种？
4. 如何使用滑动变阻器？

滑动变阻器通过改变电阻丝的长度来改变接入电路的电阻。滑动变阻器的瓷筒上紧密地绕着一个线圈，线圈由表面涂着绝缘漆的电阻丝绕成。接线柱A、B分别与电阻丝两端连接。接线柱C、D分别接在瓷筒上方的金属棒的两端，和金属滑片P相通。可滑动的金属片P紧压在线圈上。线圈与滑片接触的地方绝缘漆已经刮去，这样通过金属滑片P，线圈就与金属连通了。通过金属滑片P在线圈上滑动，可以改变滑动变阻器接入电路的电阻丝的长度，从而达到改变电阻的目的。

我们可以用滑动变阻器连续地改变接入电路的电阻，却无法直接得知它接入电路的阻值大小。电阻箱（图7-4-6a）是实验室用的另一种变阻器，这种变阻器能够弥补滑动变阻器的不足，可以直接读出接入电路的电阻值。

变阻器在电子电路中有着广泛的应用，调光台灯以及电子电路中广泛使用的电位器（图7-4-6b），就是一种变阻器。



(a) 电阻箱

(b) 电位器

图7-4-6



## 拓展视野

### 半导体、超导体

除了导体和绝缘体之外，半导体和超导体也是非常有用的材料。

#### 1. 半导体

有一些材料的导电性能介于导体和绝缘体之间：它们的导电性能

比导体差得多，但又比绝缘体好得多。这类材料称为半导体，常见的有锗、硅、砷化镓等。

半导体有很多独特的电学性质，人们利用这些性质做成了许多用途不同的元件，如晶体管、集成电路、传感元件等。电脑中的CPU及其他各种芯片都是用半导体材料制作的。半导体对光、温度等有敏感性。利用热敏特性制作的热敏电阻，可以用来测量很小范围内的温度变化。利用光敏特性制成的光敏电阻，可用于一些光控设备。

半导体还具有许多其他奇妙的性能。同学们不妨查阅相关资料加以了解。

## 2. 超导体

1911年，荷兰科学家卡末林·昂内斯（Heike Kamerlingh Onnes，1853~1926）在用液氮冷却汞的过程中发现，当温度下降到4.2K（-268.95℃）时，汞的电阻完全消失，这种现象称为超导电性，此温度称为临界温度。后来他又发现许多金属和合金都具有与汞相类似的在低温下失去电阻的特性。卡末林由于他的这一发现获得了1913年诺贝尔物理学奖。

超导材料具有抗磁性，它能悬浮在磁体上面（图7-4-7）。如果能发现一种在常温下就具有超导电性的材料，就可以大大减少电能的损失，应用前景非常诱人。为了寻找在较高的温度下具有超导电性（高温超导电性）的材料，科学家们进行了不懈的努力，并取得了显著的进展。1986年，科学家们在一些金属氧化物中发现了高温超导材料，其中有的材料在-140℃左右就出现了超导现象。



图7-4-7

高温超导材料的用途非常广阔，如用于超导发电、输电和储能、超导计算机、磁浮列车和热核聚变反应堆等。



### 思考·练习

1.  $2.5\text{ M}\Omega = \underline{\quad}\text{ k}\Omega$ ；  $0.47\text{ k}\Omega = \underline{\quad}\text{ }\Omega$ 。
2. 将一根金属丝拉长，它的电阻将       （变大/变小/不变）。



3. 图7-4-8中画了四种滑动变阻器接入电路的情况，在这四种情况中，滑片 $P$ 向左或向右移动时，连入电路的电阻怎样改变？

4. 图7-4-9是一种自动测量油箱内油面高度的装置。 $R$ 是滑动变阻器，油量表由电流表改装而成。从油量表的指针示数可以知道油箱内的油面高度。你能说明它的工作原理吗？

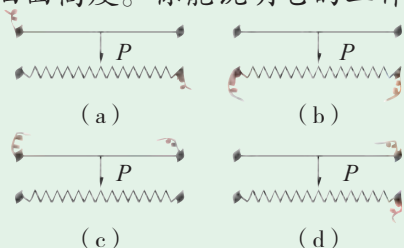


图7-4-8

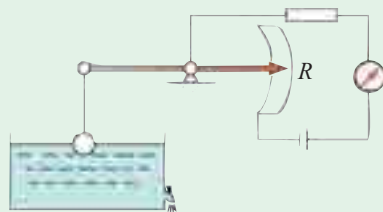


图7-4-9 自动测量油箱内油面高度的装置

## 五、欧姆定律

在处于通路状态的电路中，导体中有电流通过，那么这个电流的大小是由什么决定的呢？

### 探究决定导体中电流的因素



#### 活动·探究

#### 通过某导体的电流由什么决定？

**提出问题：**通过导体的电流与导体两端的电压或导体的电阻有什么定量关系？

**提出假设：**（提示：电压变化，电流会如何变化？电阻变化，电流又会如何变化？）

**设计实验：**（提示：这可能又是一个“多因一果”的科学问题，可以采取控制变量的方法进行研究。可以选取不同阻值的定值电阻作

为研究对象。设计出记录数据的表格。请将研究方案记在这里。)

**进行实验：**（提示：这一步进行实际操作，将测量的数据记录在事先设计好的表格中，还可将操作中的问题记录下来。）

**交流与讨论：**（提示：通过导体的电流由什么决定？在你的探究过程中，方案设计是否合理？测量结果是否可靠？研究结果有无实际应用价值？和同学们交流讨论，以便形成更加全面的认识。）

## 欧姆定律

通过实验我们知道：当导体的电阻一定时，通过导体的电流与导体两端的电压成正比；当加在导体两端的电压一定时，通过导体的电流与导体的电阻成反比。这个规律是德国物理学家欧姆通过大量实验研究得出的，因此称之为欧姆定律。

如果用 $I$ 表示导体中的电流， $U$ 表示导体两端的电压， $R$ 表示这段导体的电阻，那么欧姆定律就可以表示为：

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

式中 $I$ 、 $R$ 和 $U$ 的单位分别是安、欧和伏。

欧姆定律对于设计、安装和检修电路非常重要。利用欧姆定律，可以计算出通过导体的电流；还可以根据所给的条件，计算用电器正常工作时需要多大电压，或者计算出用电器的电阻，等等。下面通过几个具体的例子，看看欧姆定律的应用。

**例题1** 图7-5-1所示为一个正在工作的电路中的局部，现欲知道电路中通过 $20\ \Omega$ 的电阻中的电流，请问在不切断电路的情况下，该如何测量？

**分析和解答：**根据欧姆定律，如果已知电阻和电压，就可以求得电流。因此，可用电压表测出该电阻两端的电压，然后用公式 $I=U/R$ 就能够计算出通过它的电流。

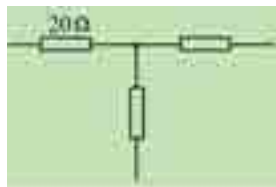


图7-5-1 某通电电路的局部电路

**例题2** 图7-5-2所示为用电压表和电流表测一个电阻阻值的电路。电压表的读数是3 V，电流表的读数是0.5 A，这个电阻的阻值是多大？如果改变电源，使电源电压增大到4.5V，这时电阻的阻值是多大？电流是多大？

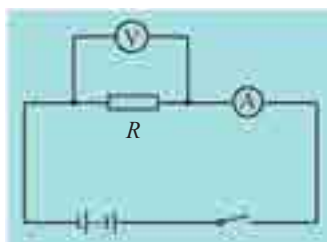


图7-5-2

解：根据欧姆定律 $I=U/R$ ，可以得到 $R=U/I$ 。在本题第一种情况下，

$$R=U_1/I_1=3\text{ V}/0.5\text{ A}=6\ \Omega。$$

由于电阻是导体本身的性质，与所加电压无关，因此在第二种情况下，它的电阻仍然是 $6\ \Omega$ ，这时电流会增大，

$$I_2=U_2/R=4.5\text{ V}/6\ \Omega=0.75\text{ A}。$$

答：这个电阻的阻值是 $6\ \Omega$ 。如果改变电源，使电压增大到4.5 V，这时电阻阻值仍然是 $6\ \Omega$ ，电流是0.75 A。



## 拓展视野

### 欧姆的故事

欧姆（Georg Simon Ohm，1787~1854）出生在德国。他从小喜欢独立思考问题，凡事总要刨根问底。他在幼年时曾因家贫而辍学，后来经过艰苦努力才完成学业。

欧姆当过多年中学教师，在教书之余，他潜心于科学研究。我们现在看到的这个简单的欧姆定律，花费了欧姆10年的心血。当时的实验条件很差，用的是伏打电池，电压很不稳定，这给实验带来了很大的困难。欧姆经过5年的探索才解决了实验中电流的稳定性。当时最大的困难是没有现成的测量电流的仪器，他想了种种办法，经历了多次失败，才自己制成了相当精密的测量电流的电流扭秤（不是我们今天用的电流表），这才使得定量研究成为可能。

欧姆的研究成果——欧姆定律被发表之后，曾遭到当时科学界的蔑视和指责。但是在实验事实面前，人们最终还是接受了欧姆定律。1841年，英国皇家学会授予欧姆当时科学家的最高荣誉——开普勒金质奖。为了纪念他，后人把他的名字作为电阻单位的名称，并把发现的定律叫做欧姆定律。



### 思考·练习

1. 电子手表的电源是一个纽扣形的氧化银电池，你能够设法探究在电子手表工作时，电池供电的整个电路相当于多大阻值的电阻吗？（提示：查阅有关数据）
2. 通过人体的安全电流不能大于10 mA，通常工厂车间使用的安全电压不超过36 V，你能据此估算人体的电阻大约有多少欧吗？
3. 在用电流表和电压表测量导体电阻的实验中，电压表的示数为4.8 V，电流表的示数为0.5 A。如果改变电源电压后，电压表的示数为12 V，前后两次实验都用量程为0.6 A的电流表行不行？如果不行，应该怎么办？

## 六、串联电路和并联电路

图7-6-1所示分别为一种护眼灯电路和家庭照明灯泡电路，你能说出它们的连接方式有什么不同吗？

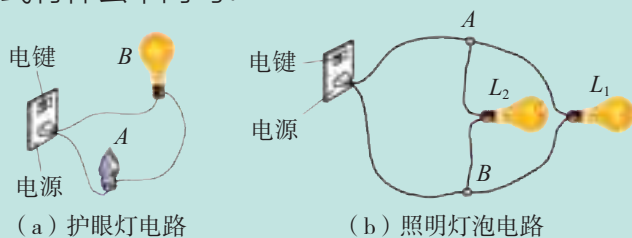


图7-6-1

### 串联电路

很多实际电路往往较复杂，但可以把它看成是较简单的基本电路的组合。串联电路（series circuit）和并联电路（parallel circuit）是两种基本电路。在串联电路中各个元件依次首尾相连，电流依次流经每个元件。图7-6-1a中的指示灯A和护眼灯B就是首尾相接，串联接到电源，构成了串联电路。

在闭合的串联电路中，通过一个元件的电流同时也通过另一个元件，断开电路某处，将会出现断路。



## 活动·探究

### 研究串联电路的接法和特点

目的：

1. 学习串联电路的接法。
2. 探究串联电路的特点。

材料与用具：小灯泡（型号不同）2只、电键1个、干电池2节、电流表3个、电压表3个、导线若干根。

步骤：

1. 按图7-6-2所示连接好电流表，然后在下面空白位置画出相应的电路图。

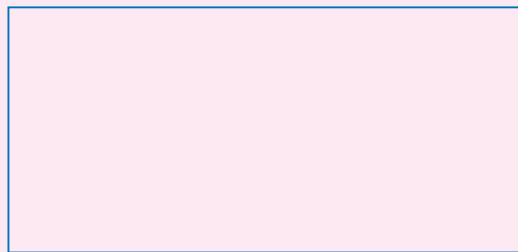
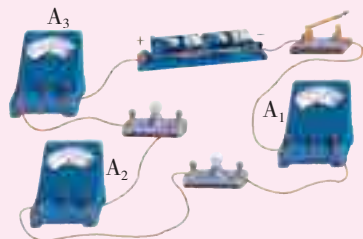


图7-6-2 研究串联电路的电流特点

2. 闭合电键，记下三个电流表的读数：

电流表	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
电流表的读数 (A)			

3. 按图7-6-3所示连接好电压表，然后在下面空白位置画出对应的电路图。

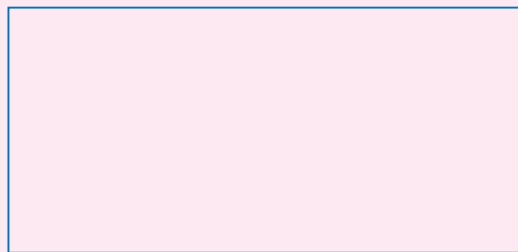
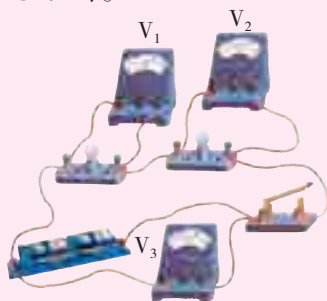


图7-6-3 研究串联电路的电压特点

4. 闭合电键，记下三个电压表的读数：

电压表	$V_1$	$V_2$	$V_3$
电压表的读数 (V)			

讨论：

1. 在串联电路中，改变电键的串接位置，它的控制作用有无改变？
2. 在串联电路中，各处电流有什么关系？
3. 串联电路两端的总电压和各元件两端的电压之和有什么关系？

## 并联电路

如果电路中多个元件并列地连接在电路的两点之间，电路中的电流分为几部分，分别流经这些元件，这种连接方式叫做并联。图7-6-1b中的两个灯就是以并联的方式连接到电源上的，构成并联电路。与电源相连的两根导线是干路，各灯所在的电路是支路。

在闭合的并联电路中，若支路中某处断开，其他支路电器仍可工作。教室里和家里的用电器通常是并联的。



### 活动·探究

#### 研究并联电路的接法和特点

目的：

1. 学习并联电路的接法。
2. 探究并联电路的特点。

材料与用具：小灯泡（型号不同）2只、电流表3个、电压表3个、电键3个、干电池2节、导线若干根。

步骤：

1. 按图7-6-4所示安排元件，连接好电路。
2. 保持 $S_1$ 、 $S_2$ 闭合，先后闭合和断开电键 $S$ ，观察干路电键 $S$ 对于两个灯泡发光控制情况。
3. 保持 $S$ 、 $S_1$ 闭合，先后闭合和断开电键 $S_2$ ，观察 $S_2$ 对于两个灯泡发光控制情况。

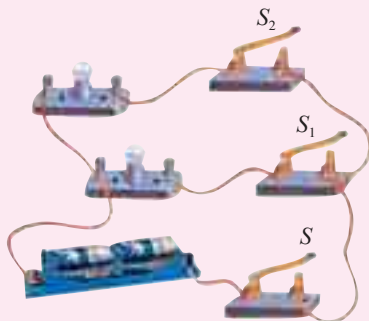


图7-6-4 研究并联电路



4. 保持 $S$ 、 $S_2$ 闭合，先后闭合和断开电键 $S_1$ ，观察 $S_1$ 控制两个灯泡发光情况。

5. 按图7-6-5所示连接好电流表，然后在下面空白位置画出对应的电路图。

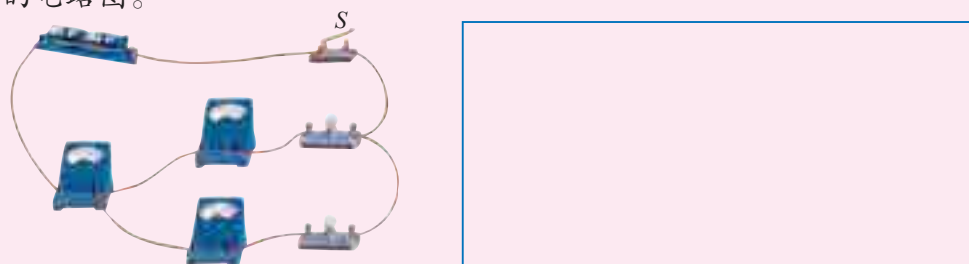


图7-6-5 研究并联电路的电流特点

6. 闭合电键，记下三只电流表的读数：

电流表	$A_1$	$A_2$	$A_3$
电流表的读数 (A)			

7. 按图7-6-6所示连接好电压表，然后在下面空白位置画出对应的电路图。

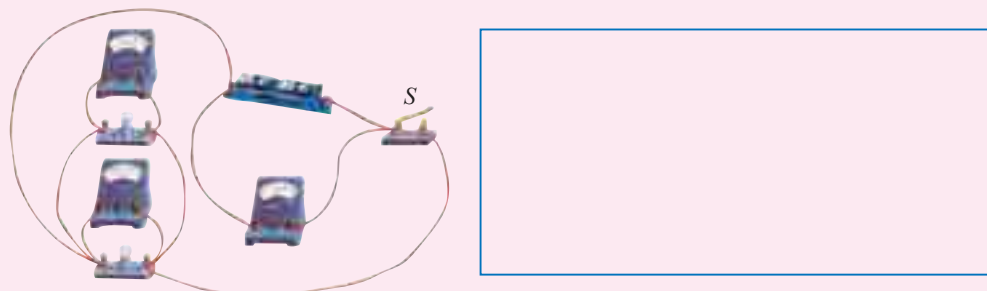


图7-6-6 研究并联电路的电压特点

8. 闭合电键，记下三只电压表的读数：

电压表	$V_1$	$V_2$	$V_3$
电压表的读数 (V)			

结论：

1. 在并联电路中，干路电键 $S$ 的作用是\_\_\_\_\_；支路电键 $S_1$ 的作用是\_\_\_\_\_；支路电键 $S_2$ 的作用是\_\_\_\_\_。
2. 在并联电路中，如果一个支路的灯坏了，其他支路的灯\_\_\_\_\_。
3. 在并联电路中，各支路的电流和干路的电流是否相同？各支路

的电流之和与干路的电流有什么关系？

4. 在并联电路中，各支路两端电压有什么关系？它们与整个并联电路两端的电压又有什么关系？

**例题** 现有一只标有300 mA/2.5 V（正常工作时的电流、电压值）的小灯泡，要将它接到6 V的电源上让它正常发光，应该怎么办？

**解：**小灯泡直接接到6 V电源上，会被烧毁，所以应采取限流措施。可以将小灯泡串联一个合适的电阻再接到电源上。如图7-6-7所示。

已知电源电压 $U=6\text{ V}$ ，小灯泡电流 $I=300\text{ mA}=0.3\text{ A}$ ，小灯泡电压 $U_L=2.5\text{ V}$ 。根据串联电路中各元件的电流、电压的关系，电阻两端的电压：

$$U_R=U-U_L=6\text{ V}-2.5\text{ V}=3.5\text{ V}$$

通过电阻的电流等于通过小灯泡的电流，所以

$$R=U_R/I=3.5\text{ V}/0.3\text{ A}\approx 12\ \Omega$$

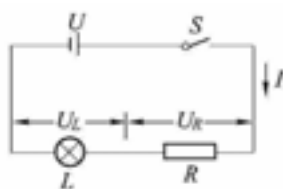


图7-6-7



### 思考·练习

1. 在图7-6-8中，闭合电键 $S$ ，电流表的示数是0.52 A，通过灯泡 $L_1$ 的电流是0.25 A，求通过灯泡 $L_2$ 的电流。
2. 在图7-6-9中，电压表的示数是5 V，灯泡 $L_1$ 和 $L_2$ 两端的电压都是1.5 V，求灯泡 $L_3$ 两端的电压。
3. 在图7-6-10的木板上装有甲、乙两只指示灯和一个电池组，木板装在校的传达室里。如果传达室的值班人员想根据甲灯亮知道前门来人，根据乙灯亮知道后门来人。请你根据所给元件设计出电路，连接图7-6-10中的各元件，并画出对应的电路图。

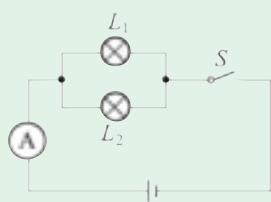


图7-6-8

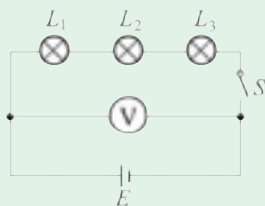


图7-6-9



图7-6-10

## 七、电能的转化，电功和电功率

每个家庭的日常生活都要使用燃气、自来水，因为消耗了这些东西，所以要给燃气公司、自来水公司付费。因此，家里的各种用电器也消耗了某种东西，也要向电力公司付电费，那么使用用电器究竟消耗了什么呢？

事实上，当你使用用电器的时候，用电器消耗了电能。或者说，使用用电器的时候，用电器将电能转化为别的能量，如内能、光能、声能、机械能、化学能等。



### 交流·研讨

#### 电能的转化

请分别举出一些电能转化为其他形式的能的例子。

电能转化为内能：\_\_\_\_\_。

电能转化为光能：\_\_\_\_\_。

电能转化为声能：\_\_\_\_\_。

电能转化为机械能：\_\_\_\_\_。

电能转化为化学能：\_\_\_\_\_。

### 电功

电能转化为其他形式的能由用电器来实现。这个能量转化过程是做功的过程。有多少电能发生了转化，我们就说电流做了多少功。电流所做的功简称电功。

与力做功一样，电功也用字母 $W$ 来表示。其单位是焦耳（J，国际单位制），也可以用千瓦时（ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ）。如果某段导体的电阻用 $R$ 表示，该导体两端的电压用 $U$ 表示，通过该导体的电流用 $I$ 表示，通电时间用 $t$ 表示，则电流所做的功可表示为：

$$W=UIt$$

家里的电灯、电视机和电冰箱、空调等用电器所使用的电是由民用电网提供的。为了度量家庭所消耗的电能，每个家庭都装有一个电能表（图7-7-1）。

我们按电能表指示的用电度数来付电费。电能表的计量单位是千瓦时,日常生活中俗称度。电能表的读数显示和水表类似,是以累计的方式指示。两次读数之差(后一次读数减去前一次读数)即为这两次之间所消耗的电能。



图7-7-1 电能表

在上一册中我们已学过,能量的转化通过做功来实现,功是能量转化的量度。在国际单位制中,能量和功的单位都是焦耳。电能表指示家庭中用电器所消耗的电能的数量。所以,上面的千瓦时(度)这个单位实际上是能量或功的单位。

## 电功率



### 观察·思考

在照明电路中接入电能表,比较在分别使用15 W灯泡和100 W灯泡时电能表“走”的速度有何不同。

电功率表示做电功的快慢,在数值上等于单位时间内所做的电功。电功率用符号 $P$ 表示,如果在时间 $t$ 内所做的电功为 $W$ ,则:

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

上式也可化为 $W = Pt$ ,此式表示的物理意义是:如果用电器的电功率是 $P$ ,使用时间为 $t$ ,则这段时间内电器消耗的电能(也即电流所做的电功)为 $Pt$ 。

国际单位制中,电功率的单位为瓦特(W),简称为瓦。在实际应用中,对较大的电功率习惯上也用千瓦(kW)作单位:

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$$

如果电功率的单位用千瓦,时间的单位用小时,则由公式 $W = Pt$ 可得电功的另一个单位千瓦时(度)。1千瓦时(度)相当于1千瓦电功率的用电器使用1小时所消耗的电能,所以

$$1 \text{ 千瓦时} = 1 \text{ 千瓦} \times 1 \text{ 小时} = 1000 \text{ 瓦} \times 3600 \text{ 秒} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦}$$

这就是千瓦时(度)与焦之间的关系。

**例题:**某班教室里装有40 W日光灯8只,如果每天使用5小时,一周按5天计。这个教室一个月(按4周计)日光灯共耗电多少?

**解:**  $P = 40 \text{ W} \times 8 = 320 \text{ W} = 0.32 \text{ kW}$

$$t=5\text{ h} \times 5 \times 4=100\text{ h}$$

$$W=Pt=0.32\text{ kW} \times 100\text{ h}=32\text{ kW} \cdot \text{h}$$

答：这个教室一个月耗电32 kW·h。



## 资料卡

### 各种家用用电器的电功率

空调约 1 000 W	电热水器 约1 000 W	微波炉约 800 W	吸尘器约 800 W	电熨斗约 500 W	电吹风约 500 W
洗衣机约 400 W	抽油烟机 约200 W	电视机约 200 W	台式计算机 约200 W	电冰箱约 100 W	电风扇约 60 W
台灯约 40 W	VCD机约 25 W	手电筒约 1 W	便携式收音 机约0.5 W	计算器约 0.5 mW	电子表约 0.01 mW



## 活动·探究

### 电学中的物理量、单位及其符号

电学中有许多物理量，前面我们学过电压、电流等，这里又学习了电功和电功率。物理量与它们的单位以及它们的符号往往容易混淆，让我们来整理、对比一下。请在下表中填入相应的名称或符号：

物理量		单位（国际单位制）	
名称	符号	名称	符号
电流	$I$	安培（简称安）	A
电压	$U$	伏特（简称伏）	
电阻	$R$		
电功	$W$		
电功率			
时间			

## 电功率的测量

电动机、电风扇、电冰箱、洗衣机等用电器上一般都有一个铭牌，其上有额定电压、额定功率等参数（图7-7-2）。额定电压是指为保证该用电器能长

期正常工作而应该使用的电压。有的用电器标有额定电流，其含意与额定电压类似。而额定功率是指用电器在额定电压（或额定电流）下工作时的电功率。如果使用时超过或小于额定值太多的话，均可能导致用电器不能正常工作甚至损坏。当然，也有的用电器允许在小于额定电压下工作，此时用电器的实际功率也就不等于额定功率了。



图7-7-2 某洗衣机的铭牌



## 交流·研讨

### 灯泡的功率

一只照明电灯泡标有“25 W、220 V”的字样。220 V是指它的额定电压，25W是指它的额定功率。

(1) 把它装在调光台灯上，当将亮度调暗后，灯泡的电功率\_\_\_\_（大于/等于/小于）25 W，为什么？

(2) 把两只“220V、25W”的灯泡串联后接到220 V电源上，每只灯泡的电功率\_\_\_\_（大于/等于/小于）25 W，为什么？

(3) 由于某种原因，照明电路上的电压只有210 V，此时灯泡的电功率\_\_\_\_（大于/等于/小于）25 W，为什么？

要注意区分用电器的额定电压（电流、电功率）和使用时实际的电压（电流、电功率）。用电器在使用时其实际功率由实际的电压、电流决定，其关系是：

$$P=IU$$

**例题：**一把“220 V、20 W”的电烙铁正常使用时，通过的电流是多少？

**解：**由 $P=IU$ 可得：

$$I=P/U=20\text{ W}/220\text{ V}\approx 0.091\text{ A}=91\text{ mA}$$



## 活动·探究

### 测量小灯泡的电功率

**材料与用具：**小灯泡、滑动变阻器、电压表、电流表、电源、导线、电键。

**步骤：**

1. 设计电路图，使实验时能方便地调节小灯泡的电功率。
2. 连接电路。



3. 使小灯泡在额定电压下（小灯泡灯口上标有该电压值）发光，测出它的电功率。

4. 使小灯泡两端的电压约为额定电压的1.2倍，观察小灯泡的亮度，测出它的电功率。

5. 使小灯泡两端的电压低于额定电压，观察小灯泡的亮度，测出它的电功率。

## 电流的热效应

不知你是否想过：为什么通电后灯泡中的灯丝会发光而电路中的其他导线却不发光呢？让我们试着从下面的实验找出答案。



### 活动·探究

#### 电流的热效应

**材料与用具：**低压电源1个（6V）、固定在小板上的镍铬线圈一个、电流表1个、滑动变阻器（ $20\Omega$ ）一个，导线若干根。

**步骤：**

1. 按照图7-7-3连接电路。

2. 将接入电路的电阻调到最大，接通电源片刻，用手指感觉一下线圈的温度。

3. 调节滑动变阻器以逐渐增大电流。用手指触碰电阻，感觉线圈的温度。注意避免烫伤手指！



图7-7-3 电流的热效应

**结论：**电流流过导体时，导体的温度上升，电能转变为\_\_\_\_能。这个现象即体现了电流的热效应。

电流通过灯丝，电流的热效应使灯丝温度升高。当灯丝温度达到一定值时，灯丝就会发光。灯泡发光时电能转化成内能和光能。

有的用电器是利用电流的热效应工作的，比如电熨斗、电烙铁和电水壶等，这类用电器的关键部位是发热体（图7-7-4a）。

另有一些用电器则利用电的其他方面作用。例如，对于洗衣机、计算机、

VCD播放机等这类用电器，电流的热效应既不利于用电器正常工作，又会造成能量浪费。因此在设计和制造这类用电器时，应该设法降低电流的热效应及其危害（图7-7-4b）。



(a) 电流热效应的应用

(b) 计算机中的散热风扇

图7-7-4

## 焦耳定律

英国物理学家焦耳做了大量的实验，于1840年最先精确地确定了电流产生的热量与电流、电阻和通电时间的关系：

电流通过导体产生的热量与电流的平方成正比，与导体的电阻成正比，与通电时间成正比。这个规律叫做焦耳定律。

焦耳定律可以用下面的公式表示：

$$Q=I^2Rt$$

公式中电流*I*的单位是安，电阻*R*的单位是欧，通电时间*t*的单位是秒，热量*Q*的单位是焦耳。



### 思考·练习

1. 一台电视机的电功率为100 W，若每天观看3小时，每天耗电多少？
2. 测得在220 V的额定工作电压下，一把电烙铁的电流是454 mA，问这把电烙铁的额定电功率是多少？
3. 请你再举一些生活中利用电流的热效应和避免热效应的例子。

## 八、家庭电路和用电安全

图7-8-1是一个家庭电路的示意图。你了解过家庭电路中各个部分的作用吗？怎样做到安全用电？

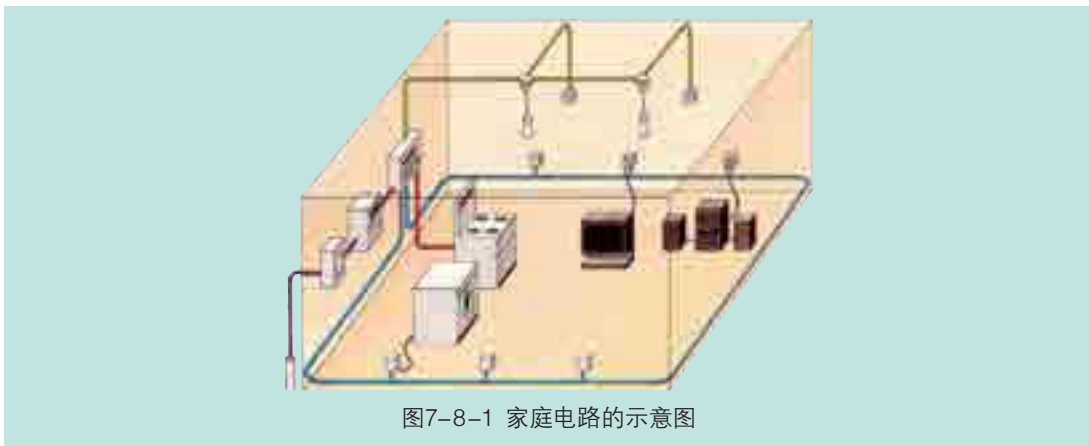


图7-8-1 家庭电路的示意图

## 家庭电路

家庭用电来自很远的发电站（火力发电站、水力发电站、核电站等）。电先是通过高压电线输送到当地，然后经多级变电站降压后输入千家万户。

在进户的两条输电线中，一条叫做火线，另一条叫做零线。在我国，火线和零线之间有220V电压（在其他国家可能不同），零线和大地之间没有电压，火线和大地之间有220V电压。因此人如果触碰到火线是很危险的。家庭电路中一般还有第三条电线——地线，关于它的作用我们将在后面介绍。电线进户后，先经过电能表，然后再经过闸刀开关或空气开关引入家中（图7-8-2）。

电能表可用来度量家庭所消耗的电能多少。电能表上有一排显示数字的窗口，数字表示所消耗的电能，单位是 $\text{kW} \cdot \text{h}$ （即千瓦时），其中最后一位一般用红色显示，是小数点后面的一位。表盘中间有一横槽，露出里边工作的一个转盘。转盘转动的速度与家庭用电的电功率相关，电功率越大，转得越快。

电能表表盘上还标有电压、电流的参数。220V表示电能表适用的电压；5（30）A表示在电流小于5A时，电能表可以稳定精确地工作，而允许短时通过的最大电流是30A。现在很多地方已改用电子式电能表（图7-8-3）。电子式电能表没有转盘，有的数字显示也改用数码管或液晶显示等较先进的方式。



图7-8-2 家庭电路的构成



图7-8-3 电子式电能表

家庭中的各种用电器，如电灯、电视机、洗衣机等都是并联接入电路的。所以使用的用电器越多，电路中的总电流就越大。电能表、导线能承受的电流都有一个最大值，超过了这个数值会发生危险，所以必须有保护措施。在电路中串联熔丝（也叫保险丝）即是传统的办法（图7-8-4）。



图7-8-4 常见的保险丝



图7-8-5 空气开关

现代家庭电路中用得更多的则是空气开关（图7-8-5），只要电路中电流超过额定电流它就会自动断开，因此可以代替闸刀开关和保险丝。

保险丝也常常用于各种电器设备中。为了使用方便，这些设备中所使用的保险丝是将金属细丝封装在玻璃管中的形式，所以也叫保险管。当电流超过金属细丝的熔断电流时便会熔断。



### 观察·思考

### 认识保险丝

目的：认识保险丝的作用。

步骤：

1. 仔细观察几种规格的保险丝。注意保险丝上的标号。
2. 如图7-8-6所示，将一个标有“0.1 A”的保险丝接入电路。
3. 移动滑动变阻器的滑片，使电路中的电流缓慢增加。
4. 仔细观察灯泡和保险丝，注意电流表上的读数：

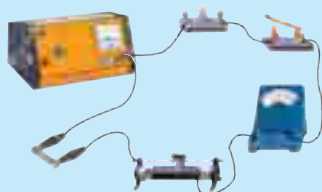


图7-8-6 保险丝的作用

(a) 保险丝熔断前，小灯泡发生什么变化？\_\_\_\_\_。

(b) 在实验过程中，从电流表上读出的最大读数是\_\_\_\_\_A。

(c) 你认为保险丝还能重复使用吗？\_\_\_\_（能/不能）。

5. 由教师将上面实验中的“0.1 A”保险丝换成“2 A”的保险丝，重复上面的实验。

结论：\_\_\_\_\_

家庭中使用用电器时，一般把用电器插头插入插座（图7-8-7）来接入供电电路。很多家用用电器的插头有三个脚，相应的插座有三个孔。其中两个脚

分别接火线和零线；还有一个脚与用电器的金属外壳相连，是连接到大地的。家用用电器的金属外壳与火线是绝缘的。但万一由于某种原因导致火线与用电器的金属外壳的绝缘被破坏而发生漏电，则会导致金属外壳带电，这就非常危险。如果外壳连接到大地，则电流会被引向大地（图7-8-8），就能避免发生触电事故。



图7-8-7 插座与插头



图7-8-8

## 安全用电

检修家庭电路时常用到试电笔。用试电笔可以判断出输电线中哪条是火线。图7-8-9所示为常见的试电笔及其构造。试电笔的氖管中充有氖气，当有电流通过氖管时，氖气会发光。试电笔中有一个阻值很大的电阻，它可以限制通过氖管的电流，从而确保对人体不会构成伤害。

使用试电笔时应该注意规范操作（图7-8-9）：手指按住笔帽处的金属部分，笔尖接触待测部分。

触电是指人不小心触到火线，使人的身体有电流通过。如果电流达到一定大小时，就会发生伤害事故甚至有生命危险。在家庭用电中，一定要确保安全用电，防止发生触电事故。以下是几种可能发生的触电现象，请想一想如何防止这类触电事故。

（1）身体接触到火线，脚下与大地不绝缘，则火线与大地之间通过人体形成电流（图7-8-10a）。

（2）一只手接触火线，另一只手接触零线，这时火线与零线之间通过人体形成电流（图7-8-10b）。

（3）有些线路和设备的电压可以高达几十千伏甚至几百千伏（如高压变压器），如果人靠它们太近，即使不接触它们也可能发生触电事故（图7-8-10c）。

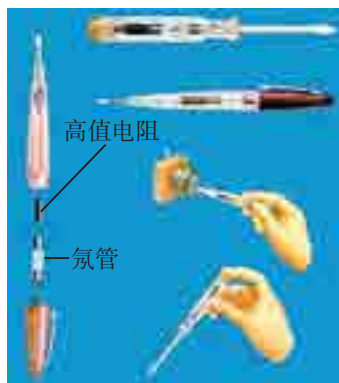


图7-8-9 两种常见的试电笔及其规范操作



(4) 如果有高压电线发生断线，掉落在地，人的两脚处于电线落地处的不同半径上，则两脚之间会有“跨步电压”，从而可在人体中形成电流，发生触电事故（图7-8-10d）。

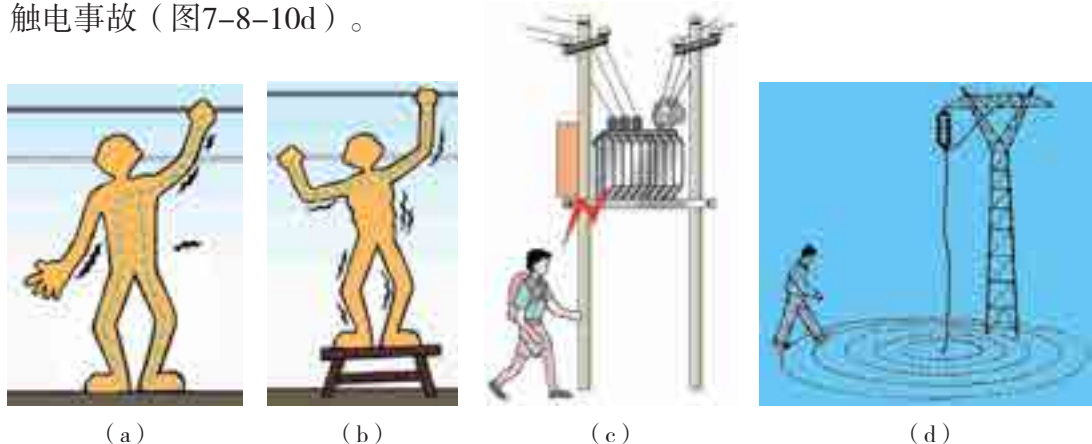


图7-8-10 触电情形

发生触电事故的时候，流过人体的电流可能烧伤人体，或者使人心跳和呼吸停止。万一发生触电事故，应立即切断电源，或用绝缘的棍棒等物品将电线挑离人体，然后对触电者进行抢救。必要时可对触电者进行人工呼吸，同时尽快求助医护人员来抢救。



### 资料卡

#### 电流对人体的作用特征

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



除了触电，使用电力的另一种潜在的危险是火灾。接线发生错误、负载过重或短路都可能造成火灾。

总之，用电的时候一定要牢记安全用电。请看下面关于安全用电的漫画（图7-8-11），同时想一想，在你的生活中，还有哪些触电事故和因用电不当而引发火灾的隐患？

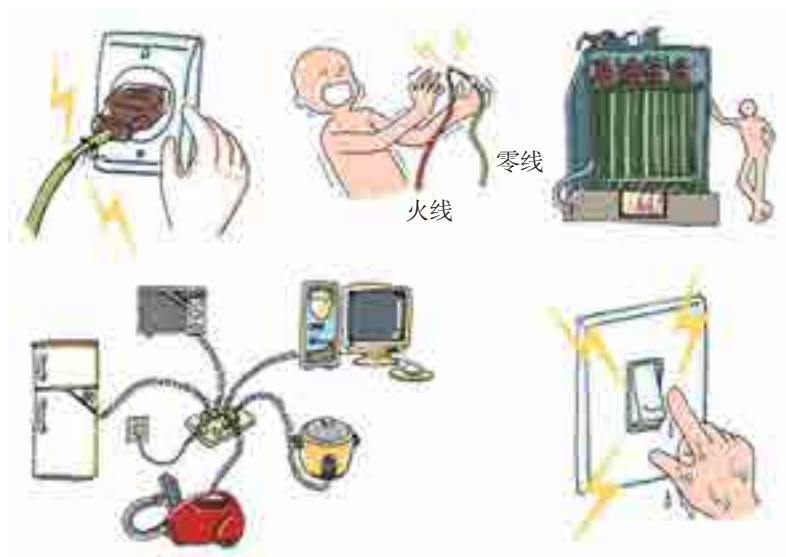


图7-8-11 触电事故的隐患



### 思考·练习

1. 每盏灯都有一个电键。这个电键和它所控制的电灯是串联还是并联？
2. 电灯的电键应该接在火线和灯泡之间，还是零线和灯泡之间？为什么？
3. 调查家中或学校的电路中是否存在用电安全隐患。如果有，请提出解决方案。

# 第八章

## 电与磁



电与磁是自然力的重要组成部分，它正以惊人的力量改变着我们的世界。生活在现代的我们每天都在与电和磁打交道。你已经知道，各种用电器诸如洗衣机、冰箱、电视机、计算机、电吹风、录音机、手机等都与电有关，其实这些还跟磁有关。甚至广播电台、电视台、卫星通信乃至现代的交通工具磁浮列车，其中都有电和磁在起作用。电和磁密切相关，而且在一定条件下，还能相互转化。下面，就让我们来认识有关磁现象及电与磁相互转化的规律，感受电与磁相互作用的威力吧。

## 一、磁体和磁场

电冰箱的门为什么一碰就关上了？航海或出门旅游用的指南针为什么能指示方向？你能不用针线就将钢珠串成一串吗？这些都是利用了磁体的性能。磁体和我们的日常生活紧密关联，电冰箱、电视机和计算机及电门铃等用电器里都有磁体。那么，磁体都有什么性质？

早在2000多年前，我们的祖先就发现一种天然矿物能吸引铁。在《吕氏春秋》上记载有“慈石招铁”。“慈石”，意即“慈爱之石”。后来慈石改称为磁石，由于它能吸引铁、钴、镍等物质（图8-1-1），也被称为吸铁石。



图8-1-1 磁石吸引回形针

### 磁体有极性



#### 观察·思考

#### 磁 极

步骤:

1. 将条形磁铁放到盛有铁屑的容器中，然后提起（图8-1-2），可观察到\_\_\_\_\_，这说明\_\_\_\_\_。
2. 按图8-1-3a所示，将两磁铁靠近，体验到\_\_\_\_\_。
3. 按图8-1-3b所示，将两磁铁靠近，体验到\_\_\_\_\_。



图8-1-2 磁铁吸引铁屑

4. 将条形磁铁用细线系着吊起（图8-1-4），待其静止后观察磁铁的指向，标着N的一端指向\_\_\_\_\_；标着S的一端指向\_\_\_\_\_。



(a)

(b)

图8-1-3 体验磁铁间的相互作用

5. 将条形磁铁的一端分别靠近另一个条形磁铁（图8-1-5），感觉一下在接近不同部位时，磁力的大小有什么不同。越靠近磁铁两端，磁力越\_\_\_\_（大/小）；越靠近中间部位，磁力越\_\_\_\_（大/小）。



图8-1-4 观察磁铁的指向



图8-1-5 磁铁的不同部位磁力大小不同

通过上面的观察和体验，我们看到，磁铁可以吸引铁屑，条形磁铁的两端吸引的铁屑多，越靠中间部位吸引的铁屑越少；两磁铁靠近，中间部位受力小，两端受力大。所以我们知道：一个磁体的各部位磁性强弱不是均匀的。

我们把磁体上磁性最强的部位叫做磁极（magnetic pole）。每个磁体有两个磁极。两个磁极性质不同，我们把悬挂的磁体静止后指南的磁极叫南极（简称S极），指北的磁极叫北极（简称N极）。

当两个磁极相互靠近时，它们之间会有力的作用，同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。磁体之间的相互作用叫做磁力，凡是能产生磁力的任何物体都可以称为磁体。我们把磁体能吸引其他物质的性质称为磁性（magnetism）。

人类最先认识的磁体是天然的铁矿石，它是天然磁体。通常我们看到的蹄形磁体、条形磁体和磁针等都是人造磁体（图8-1-6）。人造磁体是根据什么原理制造的呢？



(a) 实验室用的磁体



(b) 扬声器中的磁体



(c) 各种小磁铁

图8-1-6 人造磁体

## 物质的磁化



### 观察·思考

#### 钢棒变磁铁

如图8-1-7a所示，将磁铁的一极靠近钢棒的一端，钢棒的另一端便能吸引铁钉，钢棒变成了磁铁。将磁铁移去后，钢棒仍带有微弱的磁性（图8-1-7b）。



(a)



(b)

图8-1-7 钢棒变磁铁

我们把使原来没有磁性的物体获得磁性的过程叫做磁化。铁、钴、镍，含铁、钴、镍的合金以及铁和其他一些金属氧化物都能被磁化。

把螺丝刀在磁铁上摩擦几下（注意要沿同一个方向摩擦），它就可以吸住细小的螺丝。你会发现，有磁性的螺丝刀使用起来会更方便（图8-1-8）。



图8-1-8 磁化的利用

有些磁铁是由钢制造的。将熔化的钢水倒入模具中，然后将其放入强磁场中冷却。随着钢水冷却变硬，它就变成了磁铁。



## 拓展视野

### 磁性材料

铁棒被磁化后，磁性容易消失，称为软磁材料；而钢棒被磁化后，磁性不容易消失，称为硬磁材料。它们统称为磁性材料。磁性材料在现代生活和科学技术中有着广泛的应用，软磁材料可以制作成电磁铁，如在电磁起重机等机械上应用；硬磁材料可以做电子计算机的记忆元件和磁带、磁卡等记忆材料。如图8-1-9给出了一些磁性材料应用的例子。你还能举出更多例子吗？

所有磁体的磁性在一定条件下都可以消失。重击或敲打磁体，以及加热都可能使磁性减弱或消失。实际上，只要超过一定的温度，所有材料的磁性都会消失，这一温度称为“居里点”，它随材料的不同而有所不同。

银行卡叠在一起放或与手机放在一起，或放在电视机上都可能导致原有的磁性消损，所以要妥善放置银行卡。



图8-1-9 磁性材料的应用

## 磁场与磁感线



### 观察·思考

#### 用小磁针探测磁体周围的磁场方向

将一条形磁铁放在桌面上，将若干个小磁针逐一地放置在它周围（图8-1-10）。观察各个小磁针静止时N极的指向，你发现什么规律了吗？



图8-1-10 磁体周围的小磁针



我们注意到，在条形磁铁周围的不同地方，小磁针的指向各不相同。这说明各处的小磁针所受磁力的情况不同。条形磁铁给小磁针的磁力是如何作用在上面的？原来，在条形磁铁周围存在着一个磁场（magnetic field），磁体间的相互作用是通过磁场而发生的。尽管磁场看不见、摸不着，但我们可以通过在磁场中放入小磁针来研究它。

小磁针在磁场中有特定的指向，这显示出磁场的方向性。人们规定，在磁场中的某一点，小磁针静止时北极所指的方向就是该点的磁场方向。

英国物理学家法拉第最早用磁感线来形象地描述磁场。如图8-1-11显示了条形磁铁和蹄形磁铁周围的磁感线（magnetic field line），它形象地表示出了磁铁周围磁场的分布情况。磁体周围的磁感线都是从磁体北极出发，沿曲线回到南极。磁感线是一条闭合的曲线，磁感线之间永不相交。

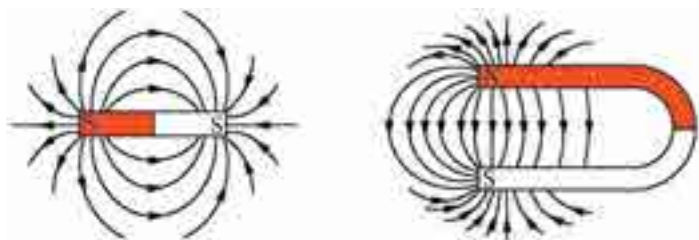


图8-1-11 条形磁铁和蹄形磁铁的磁感线



## 活动·探究

### 研究条形磁铁周围的磁场

**目的：**通过观察铁屑在磁场中磁化后排列的图案，建立对磁感线的直观印象。

**材料与用具：**条形磁铁、蹄形磁铁、铁屑、玻璃板。

**步骤：**

1. 在一块薄玻璃板（或白纸板）上均匀地撒上一些铁屑，然后将玻璃板（或白纸板）放在条形磁铁上面，轻敲并振动玻璃板，便能看到铁屑排列成图8-1-12a的图案。

2. 用蹄形磁铁重复步骤1（图8-1-12b）。

**讨论：**

1. 为什么铁屑会排列成所看到的图案？

## 2. 所观察到的铁屑图案与磁感线有什么关系？



图8-1-12 用铁屑演示磁感线

铁屑在磁铁周围的分布清楚地显示了磁感线，这是由于在磁场的作用下，这些小铁屑被磁化为一个个小磁针，磁力对小铁屑产生作用，就展现出了磁体周围磁感线的模样。

上面的磁感线仅仅反映了磁场在一个平面中的情况，而事实上磁场分布在空间中。不难想象可用分布在空间中的磁感线来描绘磁体周围的磁场（图8-1-13）。



图8-1-13 磁感线

## 地球的磁场

我们知道，指南针能指示方向。无论处在世界上的任何地方，磁针的N极总是指向北方。这是为什么呢？早在16世纪末，英国医生威廉·吉尔伯特就指出，地球是一个巨大的磁体。地球周围存在着磁场——地磁场，与条形磁体的磁场类似。而指南针实际上是一个小磁针，小磁针受地球的磁场力的作用，就会有一定的指向。

小磁针静止时，N极指北，S极指南。因此地球的南北极和地球上磁体的南北极恰好是相反的（图8-1-14）。但是，地球的两极和地磁的两极并不正好重合。我国宋代学者沈括（1031~1095）是世界上最早准确记述这一现象的科学家。这比哥伦布横渡大西洋时（1492

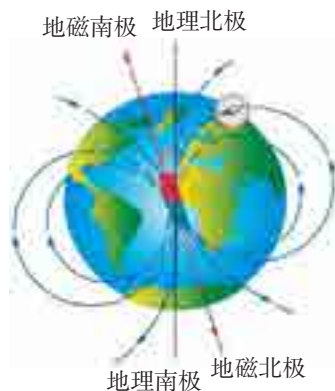


图8-1-14 地理南北极和地磁南北极

年)发现这一现象早了400多年。

地磁场是如何产生的?科学家认为,位于地核周围的地幔是由半熔融的金属及其化合物构成的,其中有大量的自由电子和离子,它们随地球绕自转轴运动形成环形电流,从而产生了磁场。科学家们发现,火山岩浆凝固时,其中的铁和镍总是按磁场方向排列。地磁场的形状还会受到太阳风的影响。太阳风是太阳活动产生的高速带电粒子流。图8-1-15显示了地磁场被拉伸的情形。地磁场的影响可延伸到50 000 km的天空,对地球上的生物形成了保护,避免生物受到来自太阳的高能辐射危害。

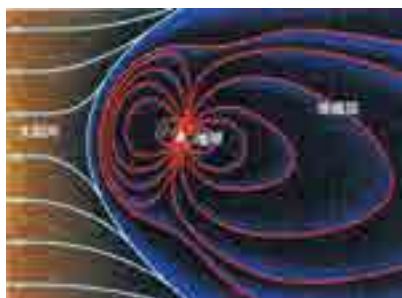


图8-1-15 太阳风对地磁场的影响



## 拓展视野

### 生物与磁场

很多动物都能把握方向,信鸽的这种本领尤其突出。把信鸽运至千里之外,它还能准确地飞回来。鸽子为什么能在茫茫黑夜中不迷失方向呢?它的本领从何而来?

原来,白天信鸽是靠对光偏振的敏感性辨别方向,而在黑夜它是在地磁场的导引下把握方向的。经解剖、分析鸟类的大脑发现,鸟类的脑组织中含铁量比其他动物多,形成了微小的磁体,这些磁体起着微型指南针的作用,能帮助信鸽等鸟类借助于地球的磁场来辨别方向。科学研究还发现,某些昆虫和鱼类也能感觉到地磁场。



## 思考·练习

1. 磁体间的相互作用是通过\_\_\_\_\_发生的。
2. 假定给你外观一样的条形磁铁和铁条(无磁性)各一个,不借助任何其他物品,你怎样用最简单快捷的办法判断出哪个是磁体?
3. 给你若干个钢珠和一个磁铁,你能不用针线就将钢珠串成一串美丽的珠链吗?
4. 给你一个蹄形磁铁和一把回形针,你能判断蹄形磁铁各部位磁

性的强弱吗？

5. 动手实践：画出条形磁铁周围的磁感线。

用具：几个小磁针、一个条形磁铁、白纸和笔。

步骤：

(1) 在一张白纸的中央放一个条形磁铁。将小磁针放在磁铁的周围，注意小磁针的中心位置及北极指向，然后用一短箭头在白纸上标示该处的磁场方向（图8-1-16）。



图8-1-16 研究条形磁铁周围的磁场

(2) 将小磁针放在磁场各处，重复上面步骤，分别用一短箭头在白纸上标示该处的磁场方向。

(3) 在纸上画一系列曲线，使曲线通过纸上每一点时的方向与该点的磁场方向一致，并在每条曲线上用箭头标明方向。（这样得到的一系列曲线就是磁感线）

6. 为什么磁化杯或磁铁等不能靠近电视机摆放？

7. 观察一下你家里电冰箱的门，想一想为什么当门轻轻一碰上就关严了？

8. 一小磁针放在条形磁铁附近时的指向如图8-1-17所示，请标出条形磁铁的N极和S极。



图8-1-17

9. 图8-1-18中画出了条形磁铁同名磁极相对放置时形成的磁场中的几条磁感线。请标出各条磁感线的方向，并标出小磁针放在A、B、C、D各点时N极的指向。

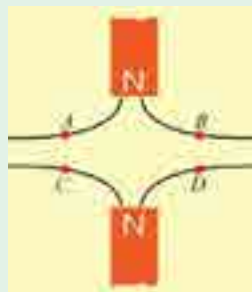


图8-1-18

10. 将酒精灯放在条形磁铁的一个磁极下加热，同时用几个回形针测试它的磁性，请观察随着磁铁温度的升高，磁极的磁性有什么变化，当温度升高到一定数值时会出现什么现象？

## 二、电生磁

通过对上一章的学习，你已经知道电的许多知识和用途，现在又了解了磁体的性质。你有没有想过，电和磁有什么关系吗？其实，有位名叫奥斯特的科学家早就想过这个问题。在他之前，人们对电和磁一直是分别研究的，直到19世纪20年代，才因为他的研究发生了转变。

### 通电直导线的磁场

丹麦物理学家奥斯特（Hans Christian Oersted, 1777 ~ 1851）一生致力于电和磁统一性的研究，他坚信自然界的力是可以相互转化的哲学思想，但经过很多次实验都没有发现电流对磁的作用。1820年4月的一个晚上，他在课堂上讲课时突发灵感，即席做了个实验：当他接通电路时，放在导线旁边的磁针轻微地晃动了一下。这说明通电导线周围产生了磁场，他发现了电流的磁效应！从此，迎来了电磁学发展的辉煌时期。

下面让我们用实验来研究一下通电直导线周围的磁场。



图8-2-1 奥斯特和他做实验用的装置



#### 操作·实践

#### 通电直导线周围的磁场

目的：研究通电直导线周围的磁场。

材料与用具：铁架台、小磁针、滑动变阻器（ $5\Omega$ ）、硬直导线、



软导线、电池及电键。

步骤：

1. 如图8-2-2所示，连接电路。
2. 接通电源，让竖直导线 $AB$ 中通入从上到下的电流。

3. 将小磁针放在直导线 $AB$ 的中段附近，观察其指向，然后慢慢地围绕直导线 $AB$ 周围移动，观察其指向的变化。

观察到：\_\_\_\_\_（根据小磁针指向描述磁场情况，并注意电流方向与磁场的关系）。

4. 使 $AB$ 中通入从下到上的电流，重复步骤3，观察到：\_\_\_\_\_（与步骤3的情况作比较）。

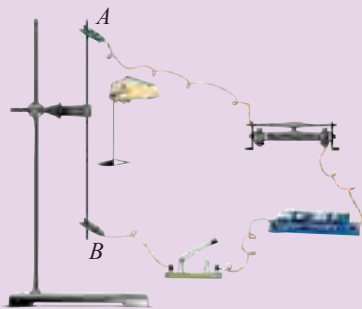


图8-2-2 探究通电直导线周围的磁场

探究实验表明：在垂直于通电直导线的平面上，导线周围的磁场如图8-2-3所示（注意电流方向与磁场方向的关系）。



图8-2-3 通电直导线的磁场



图8-2-4 用铁屑和磁针演示通电直导线的磁场

我们也可以采用用铁屑演示磁感线的办法来研究通电直导线周围的磁场。

在一块木板（或硬纸板等）的中央钻一小孔，在板上均匀地撒上一些铁屑。让一根直导线垂直地穿过小孔，并给它通上电流（图8-2-4）。轻敲木板几下，板上的铁屑便显示出磁感线的形状。

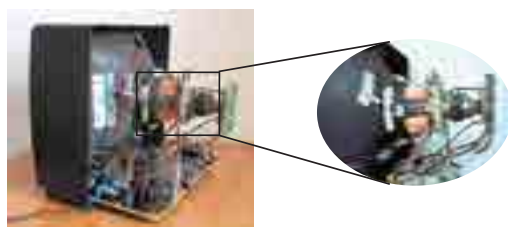
## 通电螺线管的磁场

通电直导线虽然能产生磁场，但是它产生的磁场较弱。如何获得更强的磁场呢？将导线绕成如图8-2-5所示的螺线管（多匝线圈），就能产生较强的磁场。下面，让我们来研究一下螺线管产生的磁场。





(a) 实验室中常用的螺线管



(b) 电视机显像管尾部的线圈

图8-2-5 几种螺线管(线圈)



## 活动·探究

### 用铁屑和小磁针演示通电螺线管的磁场

**目的：**研究通电螺线管周围的磁场。

**步骤：**

1. 如图8-2-6a所示，在一块硬纸板或有机玻璃板上打两排小孔。将一根硬导线穿过这些小孔形成一个螺线管。
2. 在板上均匀地撒上一些铁屑。给导线通上电流。轻敲振动纸板或有机玻璃板，板上的铁屑便显示出磁感线的形状。将小磁针放在螺线管附近，观察并记下其N极指向。
3. 改变螺线管中的电流方向，重复步骤2。

**结论：**我们观察到，改变了螺线管内的电流方向，电流产生的磁场的磁感线的形状

\_\_\_\_\_（相同/不同），而小磁针的N极指向\_\_\_\_\_（不变/相反/其他），这说明\_\_\_\_\_。



(a)



(b)

图8-2-6 通电螺线管的磁感线

通过上面实验，我们得到通电螺线管周围的磁场的磁感线分布（图8-2-6b），请注意磁场方向与电流方向的关系。



## 交流·研讨

请用准确、简洁、容易记忆的语言来描述通电螺线管周围的磁场与电流的关系，并进行交流。

## 电磁铁

通电螺线管比通电直导线的磁性加强了，但还有什么方法能进一步加强磁性呢？下面我们就通过实验进行探究。



### 操作·实践

#### 研究铁心对螺线管磁性的影响

**材料与用具：**圆珠笔芯、铁钉（粗细与圆珠笔芯接近）、漆包线、干电池、电键、滑动变阻器、小磁针、大头针。

#### 步骤：

1. 用漆包线在圆珠笔芯上绕上一定的匝数（50匝左右），做成一螺线管。

2. 按照图8-2-7所示电路图，把螺线管与电路元器件连接起来并接通电路。让螺线管吸引大头针，观察实验现象。再将螺线管靠近小磁针，观察实验现象。



图8-2-7 铁心对螺线管磁性的影响

3. 将螺线管中的圆珠笔芯取下换上铁钉，其他条件不变。重复步骤2。我们观察到与步骤2相比，螺线管吸引大头针的数目\_\_\_\_\_（较多/较少），使小磁针偏转的幅度\_\_\_\_\_（较大/较小）。

**结论：**比较两种情况，实验说明：\_\_\_\_\_的磁性大于\_\_\_\_\_的磁性。

在图8-2-8中，电磁起重机能够利用电磁铁的性能将沉重而庞大的铁块从垃圾堆中吸住并提到空中。电磁起重机为什么能产生如此强大的吸引力？

我们看到，在通电螺线管中插入铁心后其磁性大大增强，这是铁心在螺线管产生的磁场中被磁化的缘故。我们把有铁心的螺线管叫做电磁铁（electromagnet）。电磁铁的磁场是螺线管和磁化了的铁心共同产生的，这样的合磁场要比单独使用螺线管产生的磁场大上百至



图8-2-8 电磁起重机

上千倍，所以电磁铁通电能吸起上吨重的钢铁。由于铁心并非永久磁体，当电磁铁的电流消失时，其磁性也就会消失。所以电磁铁是一种可以“开关”的强磁体。

改变电磁铁磁性强弱的方法有很多，比如改变螺线管上线圈的疏密程度，改变螺线管通电的电流，还可以使用不同的铁磁性材料做铁心。

在生活和生产实践中，人们常常通过控制电流来改变电磁铁磁性的有无、强弱、极性等。电磁铁用途十分广泛，全自动洗衣机的进水、排水阀门，卫生间里感应式冲便器的阀门，都是用电磁铁控制的。电子钟表中也采用了小电磁铁（图8-2-9）。控制电路通断的电磁继电器（简称继电器），也是利用电磁铁的原理制成的，我们在课后的思考与练习中将要熟悉它的结构、原理和用法。



图8-2-9 电子钟表中的小电磁铁

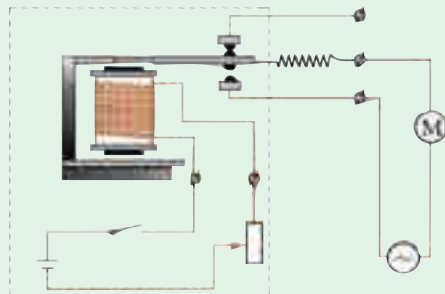


### 思考·练习

1. 电流的磁效应指\_\_\_\_\_，这是由\_\_\_\_\_最先发现的。
2. 探究决定电磁铁磁性大小的因素。
  - (1) 用实验室的螺线管、铁心、导线、干电池、电键、滑动变阻器、电流计，仿照图8-2-7设计出实验线路图，并连接好线路。
  - (2) 移动滑动变阻器的触头以改变电流的大小，观察不同电流下小磁针的偏转程度和吸引大头针数目的多少。
  - (3) 更换不同材料的铁心，再重复步骤(2)的操作和观察。
  - (4) 更换线圈疏密不同的螺线管，再重复步骤(2)的操作和观察。请得出结论:影响电磁铁磁性大小的因素有哪些?
3. 观察继电器是如何工作的。
  - (1) 仔细阅读继电器结构示意图(图8-2-10b)，并观察继电器(图8-2-10a)，加以对照，研究它的结构。
  - (2) 找出继电器中电磁铁线圈的两个接线端，将它串联一电键后接上电源(电源电压根据继电器工作电压而定)。反复接通和断开电键，观察继电器有什么反应(各触点闭合和断开的情况)。请描述你观察到的情况，并与单刀双掷开关(图8-2-11)作比较。



(a) 继电器



(b) 继电器结构示意图

图8-2-10

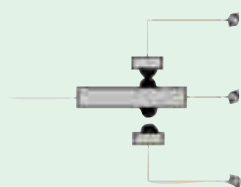


图8-2-11 单刀双掷开关

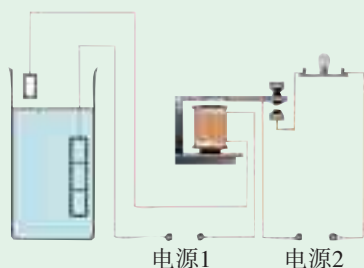


图8-2-12 自动报警器工作原理图

(3) 在线圈的电路上再串联一个电源和小灯泡，组成一个工作电路，用继电器电路中的电键控制小灯泡的点亮和熄灭。

请总结出上述控制电路的特点，并设想继电器有什么用途。

4. 图8-2-12所示为简易水塔水位自动报警器的工作原理图。请分析它的工作原理。

### 三、电、磁和运动

我们家里都有一些大大小小的用电器或者是电动玩具，通上电以后，有的能发光，有的能发出声音，还有一些可以转动。比如录音机、电动剃须刀、电风扇、洗衣机、电动玩具车等都是可以转动的。为什么同样是通电，就有了转与不转之分呢？转动的秘密在哪里呢？

## 磁场对通电导体的作用力



### 活动·探究

#### 磁场对通电导体的作用

**材料与用具：**干电池、电键、滑动变阻器、平行金属导轨、导体棒、蹄形磁铁。

**步骤：**

1. 连接图8-3-1a所示的电路，将导体棒放在导轨上，闭合电键，观察到导体棒\_\_\_\_\_（静止/运动），说明导体棒\_\_\_\_\_（受力/不受力）。
2. 断开电键，将蹄形磁铁放在图8-3-1b所示的位置，使导体棒处于磁场中，导体棒\_\_\_\_\_（静止/运动），说明导体棒\_\_\_\_\_（受力/不受力）。
3. 闭合电键，电流从导体棒的A端流向B端，导体棒\_\_\_\_\_（静止/运动），说明导体棒\_\_\_\_\_（受力/不受力），受力方向为\_\_\_\_\_（向左/向右）。移动滑动变阻器的滑片以增大电流，导体棒运动\_\_\_\_\_（变快/变慢），说明导体棒受力\_\_\_\_\_（变大/变小）。

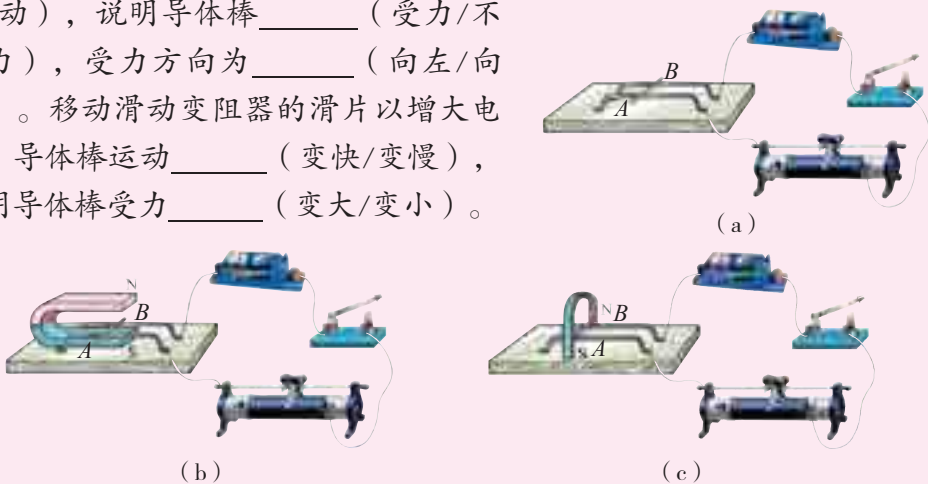


图8-3-1 磁场对通电导体的作用

4. 改变电路中电流方向，使电流从导体棒的B端流向A端，导体棒的受力方向为\_\_\_\_\_（向左/向右）。
5. 调换磁极位置，即S极在上面，N极在下面，使电流从导体棒的B端流向A端，导体棒的受力方向为\_\_\_\_\_（向左/向右）。
6. S极在上面，N极在下面，使电流从导体棒的A端流向B端，导体棒的受力方向为\_\_\_\_\_（向左/向右）。
7. 将蹄形磁铁按图8-3-1c所示放置（也可以用两根条形磁铁代替蹄形磁铁），闭合电键，观察到导体棒\_\_\_\_\_（静止/运动），说明导体棒\_\_\_\_\_（受力/不受力）。

通过以上观察，我们得出以下结论：磁场会对通电导体产生作用力，作用力的大小随电流的增大而增大，方向和磁场方向以及电流方向都有关。当导体中电流方向与磁场方向平行时，磁场不对通电导体产生力的作用。



## 拓展视野

### 绚丽的极光

在靠近地球南北极区域的夜空会出现绚丽多彩的光辉，人们称之为极光。极光五彩缤纷、多种多样，有时像一条彩带，有时像一团火焰，变幻莫测，绮丽无比。因此到北极去看极光成了很多人的梦想。如此炫目的极光是怎么产生的？为什么只出现在地球两极附近呢？

太阳经常向外抛射高速运动的高能带电粒子，大量高速运动的带电粒子形成的粒子束流就如同导体中流动的电流。根据图8-1-14中地磁场的分布可知，当这些带电粒子束流从赤道上方进入地球磁场空间时，就会受到地磁场的作用改变运动方向，因而无法到达赤道附近的区域。当它们从两极上方进入地磁场空间时，带电粒子束流流动的方向与地磁场方向接近平行，因此地磁场对带电粒子束流施加的磁力很小甚至为零，这些高能粒子就可以进入大气层，使高层大气分子或原子激发或电离而发光，就形成了极光。极光的颜色与带电粒子束流中粒子的能量有关。

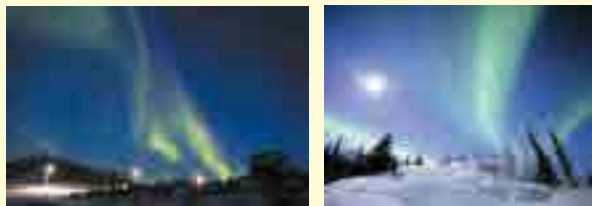


图8-3-2 绚丽的极光

## 制作小小“电动机”



### 操作·实践

#### 自制直流电动机模型

**材料与用具：**小木块1块（6 cm × 10 cm，作底板用）、漆包线1段（直径0.6 mm左右）、裸铜线（或铝线）1段（直径1.5 mm左右）、图钉2个、长方形或圆形薄磁铁1块、干电池1节、尖嘴钳和小刀等工具。如图8-3-3所示。



### 步骤：

1. 做支架。用裸铜线弯一对支架，然后用图钉固定在底板上，用导线将电池夹的正、负极分别与两支架下端接通，如图8-3-4所示。
2. 制作线圈。将漆包线绕成一个约10匝的矩形线圈，使线圈两端沿线圈的中轴线方向引出。用小刀将线圈的其中一根引线刮去半个柱面上的漆，将另一根引线的漆全部刮去。
3. 将磁铁放在底板上两支架中间的位置，并用透明胶条固定。
4. 将干电池放入电池夹中，将线圈放在支架上，使其中刮去半面漆的引线没漆的面朝下接触支架，然后放手，线圈便会转起来。这样，一个电动机模型就制成了。
5. 将磁铁翻个面，观察线圈转动方向如何改变。
6. 将电池正负极颠倒后接入电路，观察线圈转动方向如何改变。



图8-3-3 做电动机的材料



图8-3-4 电动机模型

现在你知道用电器能转动的原因了吧，原来这些用电器中都有电动机。电动机的线圈通上电流以后，就会在磁场的作用下转起来。通过电动机的转动，就可以带动机械装置运动了。

我们已经学会使用电流表测量电路中的电流，可是你知道吗，这里面也有磁场力的应用。如图8-3-5是电流表的结构图，当电流表中的线圈有电流流过时，线圈就会在磁场力的作用下带动电流表指针一起产生偏转。线圈中通过的电流越大，所受的磁场力就越大，指针偏转的角度就越大，因此根据指针偏转角度就可以知道电流的大小。

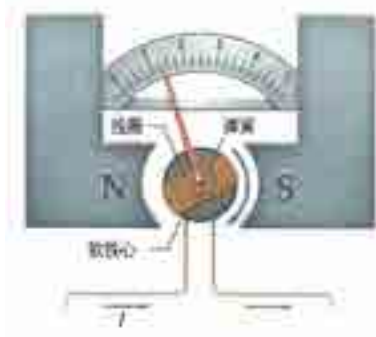


图8-3-5 电流表结构图



## 拓展视野

### 磁流体推进技术

传统的船舶大多靠螺旋桨在水中转动，从水中获得反作用力推动前进。磁流体推进则是用磁力产生推动船舶前进的动力，其原理是在船舶内部设有一个和海水贯通的通道，通过超导磁体在通道内部的海水里产生一个强大磁场，再通过一对电极在通道内的海水中产生电流，这样磁场就会对通电的海水施加磁场力，将海水向船尾推去，船舶就会获得反作用力向前航行。改变电极电流的方向和大小就可以改变船舶的运动方向和运动速度的大小。

由于磁流体推进器无须配备螺旋桨桨叶、齿轮传动机构和轴泵等，是一种完全没有机械噪音的安静推进器。推进器的磁体、电极等都是固定装置，不受旋转机械极限功率的限制，可用于制造超大功率的高速舰船。目前一些国家都在研究将磁流体推进器用在潜艇上，提高潜艇的性能和安全性，具有重要的军事意义。



图8-3-6 核潜艇

## 扬声器是怎样发声的？

在现代生活中，音乐与我们时时相伴。那你知道优美动听的音乐是怎样从扬声器中传出来的吗？

图8-3-7是扬声器的结构图。输送音乐信息的是音频电流，它随着音乐的起伏而变化。当音频电流流过扬声器的线圈时，磁场就对线圈产生磁力的作用，这个力随着音频电流的变化而变化，使线圈在磁场中振动，进而带动扬声器的纸盆随着音频信号的节奏振动起来。这样就发出美妙的音乐了。



图8-3-7 扬声器结构图



## 思考·练习

1. 制作电动机模型时为什么要把线圈一端刮去半个柱面漆？如果把两端的漆面都刮去，会是什么样？动手试试，看看结果和你想的是否一样。如果要提高该电动机的转速，可采取哪些措施？实际做做，看看能否实现。

2. 将废旧电动剃须刀或玩具中的电动机拆开，观察其结构。

3. 回到家里看看洗衣机的工作过程。为了避免洗衣时衣服缠绕在一起，洗衣机的波轮都是朝两个方向交替转动，你认为可以怎样实现洗衣机的电动机朝两个方向转动？再查查资料，看看实际是采用了哪种方法。

4. 仿照图8-3-7，用硬纸片做纸盆，固定在一个硬纸板上，用漆包线在纸筒上缠绕线圈，再从废旧玩具上拆个磁铁，从淘汰的耳机上拆个插头，自己做个简易扬声器，接到MP3或者手机上，看看能否出声？

5. 通电线圈在磁场里转动，在这个过程中\_\_\_\_\_能转化为\_\_\_\_\_能。

## 四、磁生电

奥斯特发现电流能够产生磁场之后，人们开始探索能否实现相反的过程：利用磁场来产生电流。

英国物理学家法拉第（Michael Faraday，1791~1867）为了实现这个想法，坚持不懈地研究了10年。据说他平时衣兜里总带有一些线圈、磁铁之类的东西，一有空就拿出来摆弄一番。功夫不负有心人，他终于在1831年成功地实现了“磁生电”。

## 电磁感应现象



### 活动·探究

#### 什么情况下磁可以生电

**材料与用具：**导体棒1根、电流计1个（带放大电路，高灵敏度）、蹄形磁铁1个、铁架台1个、导线2根、细线1根。

#### 步骤：

1. 如图8-4-1a，将导体棒用细线吊起，同时使它处于蹄形磁铁的磁场中，并接通电路。让导体棒AB左右摆动，注意观察电流计的指针。

我们看到，导体棒运动时，电流计指针偏转。这说明导体棒与电流计构成的回路中有电流产生，产生的电流称为感应电流。那么，产生感应电流的条件是什么呢？

2. 保持导体棒不动，使磁铁左右运动。观察电流计的指针是否偏转。

3. 将磁铁按图8-4-1b放置并保持不动，让导体棒左右运动。观察电流计的指针是否偏转。



图8-4-1 磁生电实验示意图

根据大量类似的实验，我们得出磁生电的条件：闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线的运动时，导体中就会产生电流。这个现象也叫电磁感应（electromagnetic induction），所产生的电流叫做感应电流（induction current），感应电流的方向和磁场方向以及导体运动方向有关。



### 交流·研讨

#### 线圈静止也能实现磁生电

法拉第最初发现电磁感应的实验装置并不是我们上面实验中所采用的装置。他设计的实验装置如图8-4-2所示。左边的圆环是用软铁

棒弯成的，环上绕有两个线圈A和B，线圈A接电池和电键；线圈B两端连上线圈C，并在线圈C中放一小磁针作为检流计。法拉第发现，当线圈A接通电流时，小磁针指针动了一下；断开A中电流时，小磁针指针又动了一下。如果一直接通电键保持线圈A中电流不变，小磁针反而不动了。这说明线圈A中电流变化，致使其磁场变化，才在线圈B中产生电流。

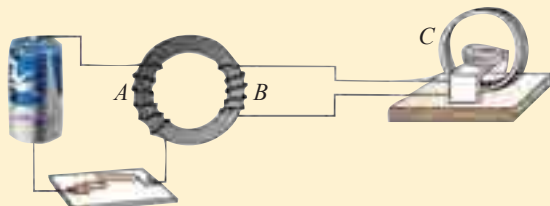


图8-4-2 法拉第最初发现电磁感应的实验装置示意图

**讨论：**在上述实验中给你一个滑动变阻器，你能不通过改变电键观察到磁生电吗？

这个实验说明静止于磁场中的线圈会因为磁场的变化而产生电流，法拉第因此发现了电磁感应现象，实现了磁生电。

法拉第的伟大发现，犹如找到了一把开启电能宝库的金钥匙，让我们有了发电机，有了变压器，有了交流电的利用，有了现今靠电才能使用的各类先进技术和装置，有了我们现在充满光、影、声的多彩世界。

在法拉第研究磁生电时，世界上许多科学家也在进行同一内容的研究。其中一位瑞士科学家克拉顿曾经做过类似的实验，离成功只差一点点。他的实验装置如图8-4-3所示。他把一个线圈接在电流计上，为了使电流计指针不受磁铁影响，他把电流计放在另一个房间。他将磁铁向线圈中插入、拔出，然后再跑到另一个房间去观察电流计，结果看不到电流计的偏转。你觉得怎样做能看到电流计指针的偏转？有条件的话自己动手做一做（电流计可以用实验室中所用的电流计或用万用表的 $\mu\text{A}$ 挡）。

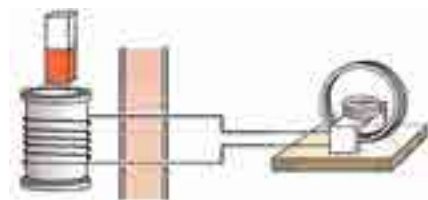


图8-4-3 克拉顿研究电磁感应的实验装置

克拉顿“跑”失良机，和他相比，法拉第是幸运的，但这一份幸运的降临，让他花费了十年的心血。





## 非接触式IC卡

在现代社会，很多人手里都有一叠花花绿绿的IC卡片，刷卡已经成了人们生活中司空见惯的常事：早上出门乘公交车要刷卡，手持校园一卡通在刷卡机前晃一晃，我们就可以在校园里打水、买饭、购物、打电话、借阅图书等等。这些带给我们便利的IC卡是怎样工作的？

如图8-4-5所示，在IC卡里面有一个小小的芯片和一个线圈相连。IC卡使用时离不开IC卡读写器，即所谓的刷卡机，如图8-4-6所示。IC卡读写器里面也有一个线圈。刷卡时，IC卡读写器通过发射射频电磁波（高频电磁波），在IC卡的线圈里产生一个变化磁场，线圈就会产生感应电流，为芯片工作提供能量，芯片就可以响应读写器发出的指令。读写器通过自身的线圈感应IC卡发出的数据，比如卡内余额等信息，并通过发射磁场的断、续编码在芯片中写入数据，比如交易后的余额，实现信息通讯。



图8-4-4 各种各样的IC卡

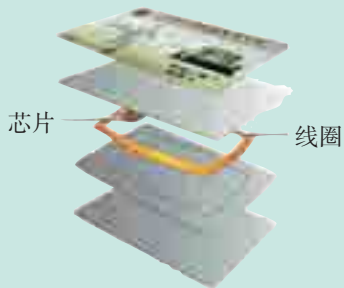


图8-4-5 IC卡的结构



图8-4-6 刷卡实现信息通讯

你知道吗？我们的身份证也是一个IC卡，只不过一般情况下只能读出卡内存储的身份信息，而不能改写信息。



## 拓展视野

### 伟大的物理学家法拉第

法拉第是著名的英国物理学家和化学家。他发现了电磁感应现象，奠定了场的概念，发现了电解定律等。

法拉第出身于一个贫苦的铁匠家庭。他曾由于家境贫寒和发音不标准而受到老师的嘲笑，13岁就被迫退学开始当报童，后来到一家装



订社当学徒。装订工作使他接触到许多书籍，他利用这一机会勤奋地阅读，在业余时间自学化学和电学，并动手做实验验证书上的内容。他在装订不列颠百科全书时，偶然看到了“电学”这个条目，更加激发了他对科学的热情，于是在自己家里搞了一个小实验室。后来他写信给著名科学家戴维，毛遂自荐到英国皇家研究所工作，担任了戴维的助手。由于法拉第勤奋好学，他很快就能独立做实验，以后担任了这个实验室的主任。他的导师戴维一生中有许多重大的科学发现，但是戴维认为，自己一生中最大的发现就是发现了法拉第。法拉第是一个伟大的实验物理学家，他的许多重要发现都是通过实验获得的。他又是一个伟大的科学思想家，他具有丰富的直觉想象力和深刻的洞察力。他提出了“力线”的概念（实际上就是场的概念）。后来麦克斯韦把这一概念发展成完整的电磁场理论，对现代物理学的发展起了重大作用。



图8-4-7 法拉第

法拉第为人质朴，乐于助人，不善交际，不图名利。他谢绝了滚滚而来的金钱和荣誉，谢绝担任英国皇家学会会长、皇家学院院长，放弃了国王加封的贵族爵位。晚年的法拉第只领取普通市民的养老金，并且拒绝了给予他的任何额外津贴。按照他的遗嘱，除去几位家人外没有邀请任何人参加他的葬礼。墓碑上简单地刻着：迈克尔·法拉第生于1791年9月22日，卒于1867年8月25日。法拉第的高尚品德同他的科学成就一样受到人们的称颂。

## 交流发电机

既然在磁场中沿适当方向运动的导体能在回路中产生电流，我们便可以利用这个原理来发电。在图8-4-1a的实验装置中，要想使电路中不断有电流流过，导体棒就必须来回运动。更方便和实用的办法是将导体做成线圈在磁场中转动，图8-4-8所示的实验室演示用手摇发电机就是用这个办法做成的。



图8-4-8 手摇发电机



## 操作·实践

### 手摇发电机发电

将手摇发电机输出端接上电流表，组成闭合电路。慢慢摇转大轮，带动线圈在磁场中转动。观察电流表的指针。发电机线圈不停地转动时，电流表指针\_\_\_\_\_。

将发电机输出端接上小灯泡，组成闭合电路。慢慢摇转大轮并逐渐加大转速，观察小灯泡。发电机线圈转动得越快，小灯泡\_\_\_\_\_。

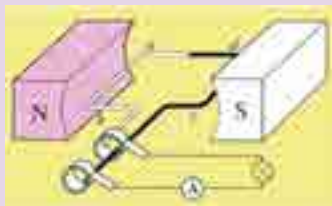


图8-4-9 发电机简化原理图

图8-4-9是手摇发电机的简化原理图。当线圈转动时，发电机输出端所接的电流表指针左右摆动，说明电流方向在不断改变，这样的电流叫交流电（alternative current，简写为AC）。因此，这样的发电机也就被称为交流发电机。

交流电跟我们从干电池或蓄电池所得到的电流有所不同，干电池或蓄电池输出的电流方向不变，通常叫直流电（direct current，简写为DC）。在交变电流中，电流在每秒钟内周期性变化的次数叫频率。频率的单位是赫兹（Hz）。我国电网的频率为50 Hz。

上面介绍的是交流发电机的模型。实际应用的交流发电机结构比较复杂，主要由转子（转动部分）和定子（固定部分）两部分组成。大型发电机发出很高的电压和很强的电流，采用线圈不动、磁极旋转的方式发电，这种发电机叫做旋转磁极式发电机。为了得到较强的磁场，还可把线圈嵌在定子铁心槽里，用电磁铁作转子。图8-4-10为风力发电机结构模型图，当风轮叶片受到风的推力旋转起来，就能够带动转子磁极转动发电。大型旋转磁极式发电机能提供强大的电力，功率可达几十万千瓦，甚至超过百万千瓦。图8-4-11为发电厂中的发电机组。

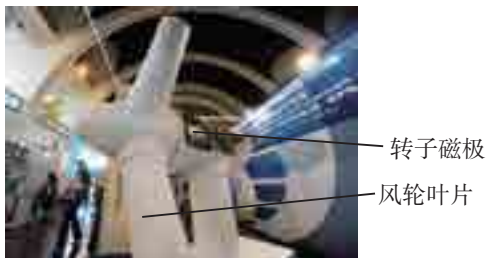


图8-4-10 风力发电机模型图



图8-4-11 发电厂中的发电机组

发电机发电的过程实质上是一个能量转化的过程。发电机发电时必须由机械带动，如内燃机、汽轮机、水轮机、风车等。发电过程中，把燃料的化学能、水能、风能等转化为电能。



### 思考·练习

1. 你能通过几种方法产生感应电流？
2. 火锅店大多用电磁炉加热火锅，在家里也可用电磁炉烹饪食品。电磁炉的工作原理不同于电水壶、电饭锅，它是靠感应电流产生热量的。查看有关的资料，不懂的地方和老师及同学共同讨论，弄清楚它的原理之后讲给父母听。
3. 发电机是一个能量转换装置，可以把其他能量转换成电能。你知道有几种发电机？它们各把什么形式的能量转换成电能？
4. 实际的发电机主要由\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两部分构成。

## 五、电磁波和现代通信技术

随着现代科技的发展，手机、电视机、互联网已经普遍应用于人们的生活、学习和工作中，成了人与人之间相互交往的工具，打开了人们了解外界的窗口，缩短了人与人之间的距离。你在充分享用这些先进技术的同时，有没有想过这些信息是靠什么传递的？答案就是电磁波（electromagnetic wave）。

### 电磁波



### 观察·思考

#### 电磁波是怎样产生的

如图8-5-1所示，打开收音机，选择中波频段，调到没有电台处，把音量放大些。将旧干电池的两端分别连接导线的一端和一个铁

片，将导线的另一端在铁片上滑动，听到\_\_\_\_\_。

在上面实验中，导线在铁片上滑动时，导线与铁片接触时好时坏，断断续续，使电路中的电流相应地发生变化。电路中的电流发生迅速变化时，会向周围空间发射电磁波。收音机收到了这些电磁波，发出“嚓嚓”声。



图8-5-1 发射电磁波的简单装置

当导体上通过高频电流时，就会在其周围激发变化的磁场，变化的磁场再激发变化的电场，这样反反复复，电场、磁场交替激发，在空间越传越远，就形成了电磁波。



### 操作·实践

#### 手机辐射电磁波

拿起固定电话的听筒，之后在固定电话附近用手机拨打电话，只要按下拨出确认键，固定电话的听筒中就会发出吱吱啦啦的声音。这说明拨打手机时，手机会强烈辐射电磁波，固定电话通过自身内部的线圈感应到了电磁波。反过来，往手机上拨打电话，在固定电话听筒中同样能收听到吱吱啦啦的声音。再试试收发短信，也能感受到同样的现象。

根据现象比较以下过程中手机辐射的强弱：手机拨号确认以后到对方电话铃响之前与对方电话铃响之后的比较；手机被叫时，从对方拨号完成到手机铃响之前与手机铃响之后的比较。



图8-5-2 手机辐射电磁波

跟水波和声波类似，电磁波也有频率和波长。由方向迅速变化的电流（振荡电流）产生的电磁波，它的频率等于振荡电流的频率，即每秒内电流振荡的次数。频率的单位是赫兹，简称赫。常用的频率单位还有千赫（kHz）、兆赫（MHz）、吉赫和太赫。

$$\begin{aligned} 1 \text{ kHz} &= 10^3 \text{ Hz} & 1 \text{ MHz} &= 10^6 \text{ Hz} \\ 1 \text{ GHz} &= 10^9 \text{ Hz} & 1 \text{ THz} &= 10^{12} \text{ Hz} \end{aligned}$$

图8-5-3描述了不同种类的电磁波（从左到右频率增加）。

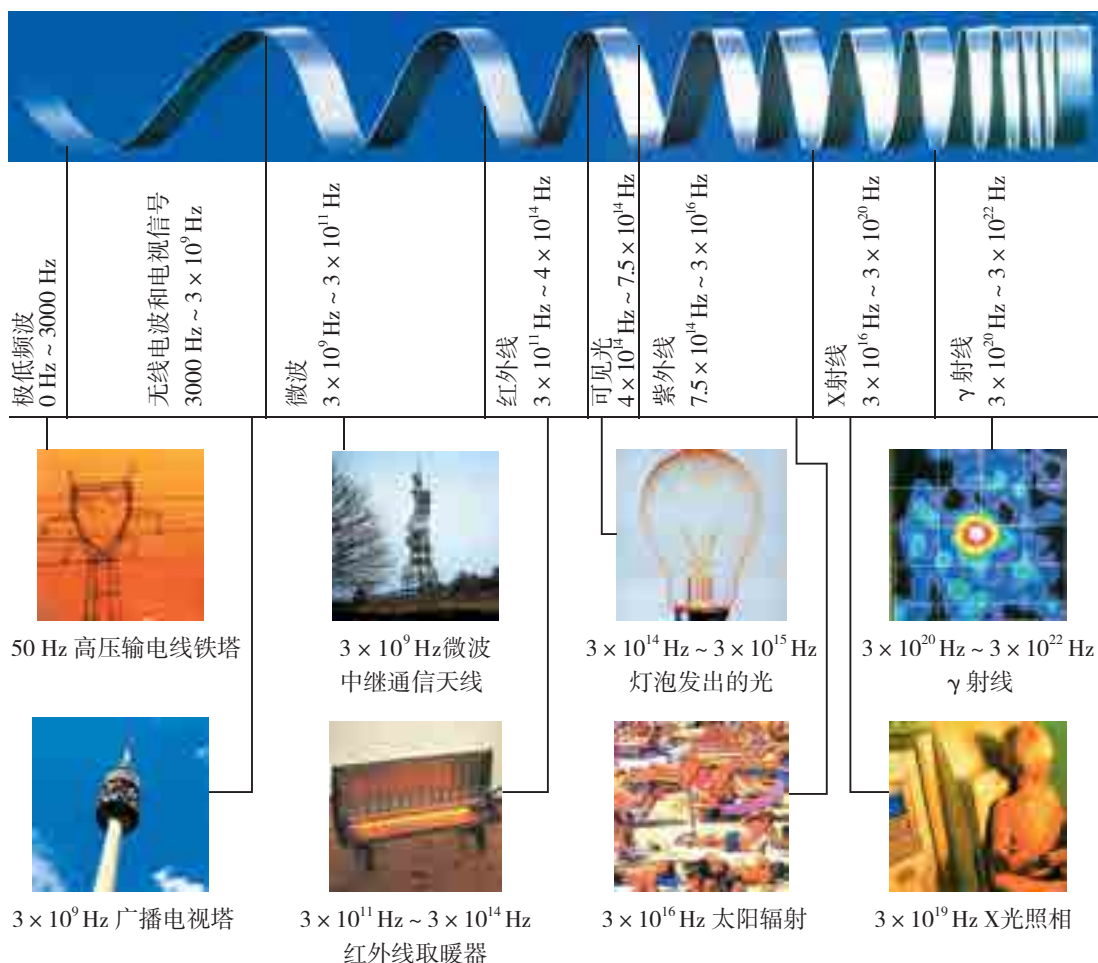


图8-5-3 不同频率的电磁波

和水波、声波不同，电磁波可以在真空中传播。光是电磁波，电磁波在真空中的传播速度就是真空中的光速 $c$ 。真空中的光速是能量、信号的最大传播速度，也是物体运动的极限速度。

$$c = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

电磁波的波速 $c$ 与它的波长 $\lambda$ 和频率 $f$ 之间有如下关系：

波速 = 波长 × 频率，即

$$c = \lambda \times f$$



### 拓展视野

#### 电磁辐射与人类健康

人类自古以来就生活在电磁场中。例如，地球本身就有地磁场，



它是抵御来自太空的高能粒子、保护生物圈的天然屏障；太阳发射的可见光、红外线和紫外线也是一种电磁波，它给地球上的生命带来能量；另外，还有来自宇宙空间的各种高能射线（如X射线、 $\gamma$ 射线）到达地面。然而，人类对电的利用大大增加了我们周围的各种电磁波。尤其是近年



图8-5-4 检测手机的辐射

来，各种用途的电器设备在数量和种类上都出现了空前的增长。无论是在家中、办公室还是在户外，电视机、计算机、移动电话、微波炉、雷达和应用于工业、医学及商业的电子设备都在产生不同强度的电磁辐射。可以说我们每天都置身于电磁波的海洋中，人们因此产生了电磁辐射危害健康的担忧。那么，电磁辐射对人体的危害程度究竟如何呢？

电磁波（即电磁辐射）是电磁场在空间以波的形式传播而形成的。它跟我们熟悉的水波、声波一样携带能量。其频率越高，能量就越大。高频率的电磁辐射，如X射线、 $\gamma$ 射线的能量很大，可以破坏分子内部的化学键。这些辐射甚至会损伤生物体内的DNA并引起肿瘤和白血病。科学研究表明，家用电器和高压电缆发射的电磁波频率非常低，不足以破坏化学键，只能引起分子振荡使生物组织发热。在正常情况下，这类电磁波对人体的影响微不足道。科学家仍在不断地深入研究电磁波对生物体的影响。一项研究表明，将小白鼠暴露在类似于手机发射的电磁波中，可对其记忆力造成长期的损害，但是否对人也会有类似的影响还有待确定。

鉴于电磁波可能对人造成的危害，许多国家制定了关于电磁辐射的标准。中国环境保护部于1997年1月颁布了《电磁辐射环境保护管理办法》，欧盟理事会于1999年确定了居民暴露在电磁场中的允许限度。使用严格按照这些标准生产的用电器是安全的。

## 无线电广播和电视

我们从电视上所看到的画面，从喇叭中听到的声音是如何产生的？又是如何传播和接收的？

话筒将声音转变成电信号，该信号的频率与声音的频率相同，一般在



20 Hz ~ 20 kHz之间，称为音频（audio frequency）信号；摄像机将图像转化为电信号，电信号的频率在几赫兹到几兆赫兹之间，这样的信号称为视频信号（video signal）。由于音频信号和视频信号的频率比较低，导致信号发射效率低。因此广播电台和电视台并不直接发射音频信号和视频信号，而是将它们加载到一个更高频率的振荡电流上成为射频（radio frequency）信号，实现通常所说的信号调制，再经过放大之后由天线发射出去。图8-5-5就是无线电广播的信号发射过程。

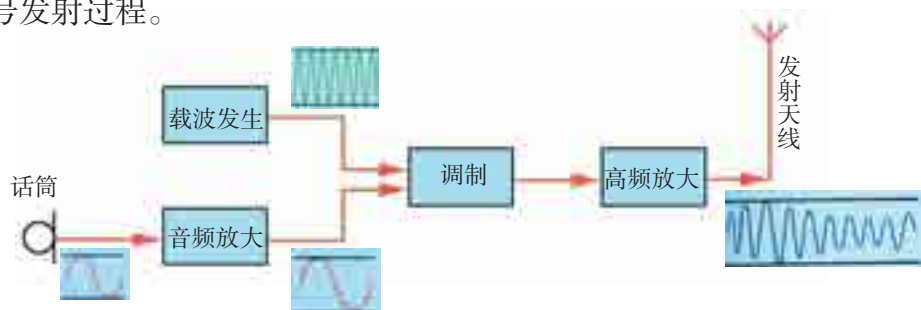


图8-5-5 无线电广播信号发射过程

收音机接收无线电广播信号的过程如图8-5-6所示。由天线接收到的信号经高频放大之后送入调谐器。转动收音机的调台旋钮（调谐）可以选择某一电台（即选出某一频率的信号）。从调谐器得到的是我们需要的带有声音信号的高频信号。再经检波器解调将音频信号从高频信号中分离出来，音频信号经放大后送入耳机或扬声器，便可还原出声音。



图8-5-6 无线电广播信号接收过程

电视信号发射和接收原理与收音机的发射接收原理相同，只不过要将音频信号和视频信号同时加载到高频信号上进行调制。接收时将解调到的两个信号分别送入到扬声器和显像管上，这样就可以在观看电视画面的同时还能听到声音。



## 拓展视野

### 电视信号的发射和传播

图8-5-7为坐落在上海黄浦江畔的上海东方明珠电视塔。目前我

国最高的电视塔是广州电视塔，塔高600 m。为什么电视塔要建得如此之高？电视塔的作用是什么？

电视塔的作用就是通过天线发射电磁波信号。电视机通过天线接收电视塔发射的电磁波信号，播放电视节目。为了使信号传输范围广，提高信号传输质量，电视塔的高度就要高于城市中的建筑物。正因为如此，高高耸立、千姿百态的电视塔也成为城市中的一道景观。

现在有线电视中接收到的卫星电视节目是通过发射天线，将电磁波发射到卫星上，再由卫星发射到地面，地面的接收站将信号接收后再传入有线电视网，送入千家万户。相比之下，卫星传递的信号覆盖面更广、质量更高。



图8-5-7 东方明珠电视塔

## 其他现代通信技术

### 1. 微波和卫星通信

收听收音机，大家都有体会，调频FM波段广播音质明显比中波广播好。其主要原因是调频广播的频率（88 MHz ~ 108 MHz）远远高于中波广播频率（530 kHz ~ 1600 kHz）。载波频率越高，相同时间内能传送的信息越多，所以调频广播比中波失真小、音质好。现代社会的发展对通信速度和质量要求越来越高，所以无线电通信、无线电广播等所用的载波频率也越来越高。

微波（microwave）是无线电波的一种，其波长短、频率高，所以可以用微波作为载波信号。一条微波线路能同时传输几千至几万部电话，信息通路很“宽”。由于微波的波长较短，大致沿直线传播，不能沿地球表面绕射，所以用微波进行远距离通信时，必须每隔50 km左右设立一个微波中继站。中继站像接力赛跑一样，一站接一站地把微波传送出去，如图8-5-8。



图8-5-8 微波中继站示意图

除了地面中继站，还可以利用同步通信卫星作中继站来进行微波通信。同步通信卫星被定位在赤道的上空，绕地心转动的周期和地球自转的周期一样，所以叫做同步卫星。用同步卫星作中继站，可以使从它转发的微波到达地

球上很广的范围。只要用三颗同步卫星，就可使通信范围几乎覆盖整个地球，如图8-5-9。



(a) 通信卫星

(b) 地面接收天线

(c) 三颗同步卫星可以覆盖整个地球

图8-5-9 卫星通讯

## 2. 激光和光纤通信

激光(laser)是一种频率单一、方向性高度集中、能达到很高亮度的光。激光器产生的狭小光束能量强大，可用于机械加工(如打孔、切割等)，也可用于医疗中的精细外科手术。强大的激光束可用作武器，能在瞬间摧毁敌方的飞机、导弹等。激光还被广泛用于通信、精密测量等方面。

最早的激光器是红宝石激光器，后来人们又发明了气体激光器，如图8-5-10。现在大量使用的是半导体激光器，如图8-5-11，其特点是体积小、质量轻、效率高。DVD机、电脑光驱中都有一只半导体激光二极管，它产生的激光束可以用来读取存储在光盘上的信息。



图8-5-10 氦氖激光器



图8-5-11 半导体激光器

激光通信与无线电通信类似，即先将声音和图像信号调制到激光束上，然后把载有声音和图像信号的激光发送出去，最后用接收装置把声音和图像信号检出来。

在较好的气候条件下，可以在直线距离为几十千米甚至上百千米的两点之间直接进行激光通信。但是大气中的云、雨、雾、烟尘等因素，会使通信距离和通信质量受到限制，而光纤通信克服了上述缺陷。



### 观察·思考

### 激光在水“光纤”中传播

如图8-5-12所示，透明塑料瓶的一侧贴有一块不透明的胶带，其上开有一直径为5 mm左右的小孔。将塑料瓶盛满水，水从小孔流出。用一激光手电从塑料瓶的另一侧将激光束射到小孔上。我们看到\_\_\_\_\_。



图8-5-12 激光在水“光纤”中传播

光纤 (optical fiber) 是一种非常细的玻璃丝，比人的头发丝还要细。光纤由内芯和包层两部分组成，内芯由折射率较大的物质做成，包层由折射率较小的物质做成。光在内芯中传播时，不断被包层反射回来，曲折前进，如图8-5-13a，正像我们上面演示的实验那样。通常把若干根光纤合在一起制成光缆以增大通信容量，如图8-5-13b。



(a) 光在光纤中传播



(b) 光纤光缆



(c) 光导纤维传光

图8-5-13 光纤

光纤通信具有传输信息容量大、抗干扰能力强等优点。近年来，光纤通信发展迅速，光缆已经成为世界通信网的骨干。有线电视信号、网络传输的信息，通常都是靠光纤传输的。

我国光纤通信的发展十分迅速，目前光缆几乎可以通达所有地区，光纤通信已成为我国长途通信的主要力量。



### 资料卡

### “光纤之父”高锟

高锟 (1933年11月4日~，图8-5-14)，世界著名华人物理学家，出生于中国上海，曾任香港中文大学第三任校长。1966年发表了



题为《适合于光频率的绝缘介质纤维表面波导》的论文，为光波的有线传播提供了理论依据，并找到了适合光波传输的最佳有线信道——光纤，他也因此被誉为“光纤之父”。2009年10月，他因为“在光学通信领域中光的传输的开创性成就”而获得诺贝尔物理学奖。



图8-5-14 高锟

### 3. 蜂窝移动电话

在大街上或电影中我们经常能看到警察用对讲机进行通话联系。每一部对讲机都是一个小型移动电台，通过发射和接收无线电波传递信息。由于对讲机之间是直接进行联系的，且受对讲机功率的限制，通话距离有限。

移动电话（手机）也是通过发射和接收电磁波来进行通信的。但与对讲机不同的是，无论你的朋友近在身边，还是远在异国，都可以方便地通话。这是如何实现的呢？这是靠一种称为蜂窝移动电话系统的网络实现的。这种系统将地面区域划分为边长为几千米到十几千米的六边形小区，形如蜂窝，因此称为蜂窝移动电话系统。每个小区设一个无线基地台，如图8-5-15。当手机处于某一小区时，就与该小区的基地台联系，使手机在该小区内可随时进行通信。当手机进入另一小区时，系统会自动将此手机转接到所处区域的基地台。而各基地台跟电话交换机相连，这样不仅手机之间可以相互通话，还能与固定电话通话。



图8-5-15 基地台天线

### 4. 国际互联网

国际互联网（Internet）是国际上联接国家最多、使用最方便的计算机网络系统。它把150多个国家几万个网络上千万台计算机连接在一起。该网及联网的计算机组成一个信息社会的“大家庭”，其中每一成员——用户均可共享该网中所有数据库的信息，收发电子邮件。利用它，能迅速交流科技信息，查阅资料，进行网上教学和学习，查询各地的气象消息、经济行情，进行电子商务活动、网上购物，进行远距离医疗诊断，观赏文艺、体育节目，参观博物馆等等。

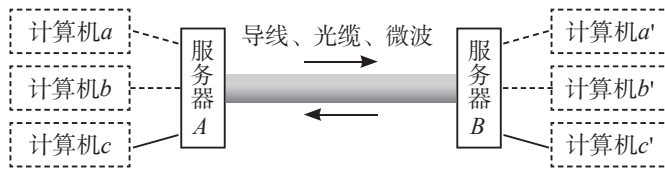


图8-5-16 国际互联网信息传递方式示意图



### 思考·练习

1. 从古至今，人类都采用过哪些方式传递信息？
2. 畅想一下人类未来的通信技术将会帮助我们实现哪些愿望和梦想？





## 本篇小结

1. 电路的基本组成部分有：导线、电源、用电器和电键等。
2. 在电源的外部，电流的方向总是从电源正极流向电源负极。
3. 电路中有三种状态：通路、断路（开路）和短路。
4. 串联和并联是电路元件的两种基本连接方式。
5. 电压（用符号 $U$ 表示）是电路中产生电流的原因。
6. 在国际单位制中，电压的单位是伏特，简称伏（V），电压的常用单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）等。
7. 电流是导体中自由电荷的定向移动。在一定时间内，通过导体某一横截面的电荷越多，电流就越大。
8. 电流的大小用电流表示，电流的符号是 $I$ 。国际单位制中电流的单位是安培，简称安（A）。电流的其他单位还有毫安（mA）、微安（ $\mu\text{A}$ ）等。
9. 实验表明：导体电阻大小跟导体的长度、横截面积和材料种类有关。电阻是导体本身的一种性质。
10. 导体电阻通常用字母 $R$ 来表示，电阻的单位是欧姆，简称欧（ $\Omega$ ）。
11. 当导体的电阻一定时，通过导体的电流与导体两端的电压成正比；当加在导体两端的电压一定时，通过导体的电流与导体的电阻成反比，即 $I=U/R$ 。
12. 串联电路中： $I=I_1=I_2$ ； $U=U_1+U_2$ 。
13. 并联电路中： $I=I_1+I_2$ ； $U=U_1=U_2$ 。
14. 电流所做的功简称电功。如果某段导体的电阻用 $R$ 表示，加在该段导体两端的电压用 $U$ 表示，通过该段导体的电流用 $I$ 表示，通电时间用 $t$ 表示，电流所做的功可表示为 $W=IUt$ 。
15. 电功率表示做电功的快慢，在数值上等于单位时间内所做的电功。如果在时间 $t$ 内所做的电功为 $W$ ，则电功率 $P=W/t$ 。
16. 额定电压是指为保证该用电器能长期正常工作而应该使用的电压。额定功率是指用电器在额定电压（或额定电流）下工作时的电功率。
17. 电流通过导体产生的热量与电流的平方成正比，与导体的电阻成正比，与通电时间成正比，即 $Q=I^2Rt$ 。这个规律叫做焦耳定律。
18. 一些物体具有吸引铁、钴、镍等物质的性质，这种性质叫磁性。具有磁性的物体叫磁体。

19. 每个磁体有两个磁极，分别叫做北极（简称N极）和南极（简称S极）。磁极间存在相互作用，同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。

20. 使原来没有磁性的物体获得磁性的过程叫做磁化。铁、钴、镍，含铁、钴、镍的合金及铁和其他一些金属的氧化物都能被磁化。

21. 磁体周围存在着磁场；在磁场中的某一点，小磁针静止时北极所指的方向就是该点的磁场方向。磁场可以用磁感线来形象地描述。

22. 地球周围存在的磁场叫地磁场。指南针是通过地磁场的作用来指示方向的。

23. 通电导线能产生磁场。通电螺线管在其外部产生的磁场和条形磁铁的磁场一样，通电螺线管的两端相当于条形磁铁的南北极。通电螺线管两端的极性与螺线管中的电流方向有关。

24. 电磁铁由螺线管和铁心构成，铁心能够增强螺线管的磁性。由于电磁铁磁性的有无、强弱、极性等都可以通过对电流的控制来改变，因此用途十分广泛。

25. 电磁继电器是利用电磁铁的原理制成的，被广泛应用于各种控制电路中。

26. 通电导线在磁场中会受到力的作用。力的方向跟磁感线方向、电流方向有关。

27. 通电线圈在磁场里会发生转动，人们利用这一现象发明了电动机，实现了电能向机械能的转化。

28. 闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线的运动，或者穿过闭合回路的磁场发生变化时，回路中就会产生感应电流，这种现象叫电磁感应现象。感应电流的方向和导线运动的方向、磁感线的方向以及磁场的变化有关。

29. 人们利用电磁感应现象发明了发电机，实现了机械能向电能的转化，使电能的大规模生产成为现实，从而开辟了电的时代。

30. 当导体中有振荡电流时，在它的周围空间就会产生电磁波。

31. 电磁波每秒振荡的次数叫做它的频率，频率的单位是赫兹，简称赫。电磁波的传播速度与光速一样。波速=波长×频率，或写成 $c = \lambda \times f$ 。

32. 无线电通信是利用电磁波来传递声音信号和图像信号的。广播电台和电视台把载有声音信号和图像信号的电磁波发射出去，收音机和电视机接收载有信号的电磁波，并把信号检出，还原成声音和图像。

33. 激光具有很好的方向性、单色性和高亮度等特性。激光通信的原理与无线电通信相类似。光纤通信具有传输信息的容量大、抗干扰能力强等优点。

# 附录一

## 本书部分名词中英文对照表

metal 金属	excrete 排泄
law of conservation of mass 质量守恒定律	metabolism 新陈代谢
steel 钢	heart rate 心率
metal activity series 金属活动性顺序	blood pressure 血压
displacement reaction 置换反应	power supply 电源
hydrochloric acid 盐酸	closed circuit 通路
sulfuric acid 硫酸	open circuit 开路
salt 盐	short circuit 短路
sodium hydroxide 氢氧化钠	conductor 导体
neutralization reaction 中和反应	insulator 绝缘体
double decomposition reaction 复分解反应	resistance 电阻
nutrition 营养	series circuit 串联电路
protein 蛋白质	parallel circuit 并联电路
carbohydrate 糖类	magnetic pole 磁极
digestion 消化	magnetism 磁性
enzyme 酶	magnetic field line 磁感线
esophagus 食道	magnetic field 磁场
stomach 胃	electromagnet 电磁铁
small intestine 小肠	electromagnetic induction 电磁感应
large intestine 大肠	induction current 感应电流
food safety 食品安全	alternative current 交流电
lung 肺	direct current 直流电
heart 心脏	electromagnetic wave 电磁波
vein 静脉	audio frequency 音频
artery 动脉	video signal 视频信号
blood circulation 血液循环	radio frequency 射频
arterial blood 动脉血	microwave 微波
venous blood 静脉血	laser 激光
interstitial fluid 组织液	optical fiber 光纤
lymph 淋巴	

附录二 常见食物的成分表

食物名称	食部 %	能量 (千焦)	水分 (克)	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	糖类 (克)	胡萝卜素 (微克)	维生素A (微克)	维生素B <sub>1</sub> (毫克)	维生素B <sub>2</sub> (毫克)	维生素C (毫克)	维生素E (毫克)	钙 (毫克)	铁 (毫克)	锌 (毫克)	磷 (毫克)	硒 (毫克)	
谷类																		
稻米(粳)	100	1 435	13.7	7.7	0.6	76.8	—		0.16	0.08		1.01	11	1.1	1.45	121	2.50	
小麦粉(标准粉)	100	1 439	12.7	11.2	1.5	71.5	—		0.28	0.08		1.80	31	3.5	1.64	188	5.36	
玉米面(黄)	100	1 423	12.1	8.1	3.3	69.6	40		0.26	0.09		3.80	22	3.2	1.42	196	2.49	
豆类																		
豆腐	100	339	82.8	8.1	3.7	3.8	—		0.04	0.03		2.71	164	1.9	1.11	119	2.30	
黄豆	100	1 502	10.2	35.1	16.0	18.6	220		0.41	0.20		18.90	191	8.2	3.34	465	6.16	
绿豆	100	1 322	12.3	21.6	0.8	55.6	130		0.25	0.11		10.95	81	6.5	2.18	337	4.28	
蔬菜类																		
胡萝卜(黄)	97	180	87.4	1.4	0.2	8.9	4010		0.04	0.04	16	—	32	0.5	0.14	16	2.80	
马铃薯[土豆、洋芋]	94	318	79.8	2.0	0.2	16.5	30		0.08	0.04	27	0.34	8	0.8	0.37	40	0.78	
菠菜[赤菠菜]	89	100	91.2	2.6	0.3	2.8	2920		0.04	0.11	32	1.74	66	2.9	0.85	47	0.97	
大白菜(青白口)	83	63	95.1	1.4	0.1	2.1	80		0.03	0.04	28	0.36	35	0.6	0.61	28	0.39	
韭菜	90	109	91.8	2.4	0.4	3.2	1410		0.02	0.09	24	0.96	42	1.6	0.43	38	1.38	
芹菜(叶柄)	67	84	93.1	1.2	0.2	3.3	340		0.02	0.06	8	1.32	80	1.2	0.24	38	0.57	
冬瓜	80	46	96.6	0.4	0.2	1.9	80		0.01	0.01	18	0.08	19	0.2	0.07	12	0.22	
黄瓜	92	63	95.8	0.8	0.2	2.4	90		0.02	0.03	9	0.46	24	0.5	0.18	24	0.38	
番茄	97	79	94.4	0.9	0.2	3.5	550		0.03	0.03	19	0.57	10	0.4	0.13	2	0.15	
辣椒(尖,青)	84	96	91.9	1.4	0.3	3.7	340		0.03	0.04	62	0.88	15	0.7	0.22	3	0.62	
茄子	93	88	93.4	1.1	0.2	3.6	50		0.02	0.04	5	1.13	24	0.5	0.23	2	0.48	
水果类																		
梨	75	134	90.0	0.4	0.1	7.3	—		0.01	0.04	1	—	11	—	...	12	0.07	
苹果	76	218	85.9	0.2	0.2	12.3	20		0.06	0.02	4	2.12	4	0.6	0.19	12	0.12	
葡萄	86	180	88.7	0.5	0.2	9.9	50		0.04	0.02	25	0.70	5	0.4	0.18	13	0.20	

(续表)

食物名称	食部 %	能量 (千焦)	水分 (克)	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	糖类 (克)	胡萝卜素 (微克)	维生素A (微克)	维生素B <sub>1</sub> (毫克)	维生素B <sub>2</sub> (毫克)	维生素C (毫克)	维生素E (毫克)	钙 (毫克)	铁 (毫克)	锌 (毫克)	磷 (毫克)	硒 (毫克)	
桃	86	201	86.4	0.9	0.1	10.9	20		0.01	0.03	7	1.54	6	0.8	0.34	20	0.24	
香蕉	59	381	75.8	1.4	0.2	20.8	60		0.02	0.04	8	0.24	7	0.4	0.18	28	0.87	
干果类																		
花生(生)	53	1 247	48.3	12.1	25.4	5.2	10		...	0.04	14	2.93	8	3.4	1.79	250	4.50	
核桃(鲜)	43	1 368	49.8	12.8	29.9	1.8	—		0.07	0.14	10	41.17	—	—	—	—	—	
肉类																		
牛肉(肥,瘦)	100	795	68.1	18.1	13.4	0		9	0.03	0.11		0.22	8	3.2	3.67	143	19.81	
羊肉(肥,瘦)	90	828	66.9	19.0	14.1	0		22	0.05	0.14		0.26	6	2.3	3.22	146	32.20	
猪肝	99	540	70.7	19.3	3.5	5.0		4 972	0.21	2.08	20	0.86	6	22.6	5.78	310	19.21	
猪肉(肥,瘦)	100	1 654	46.8	13.2	37.0	2.4		114	0.22	0.16		0.49	6	1.6	2.06	162	11.97	
鸡	66	699	69.0	19.3	9.4	1.3		48	0.05	0.09		0.67	9	1.4	1.09	156	11.75	
鸭	68	1 004	63.9	15.5	19.7	0.2		52	0.08	0.22		0.27	6	2.2	1.33	122	12.25	
带鱼	76	531	73.3	17.7	4.9	3.1		29	0.02	0.06		0.82	28	1.2	0.70	191	36.57	
鲫鱼	54	452	75.4	17.1	2.7	3.8		17	0.04	0.09		0.68	79	1.3	1.94	193	14.31	
鲤鱼	54	456	76.7	17.6	4.1	0.5		25	0.03	0.09		1.27	50	1.0	2.08	204	15.38	
乳类																		
牛乳	100	226	89.8	3.0	3.2	3.4		24	0.03	0.14	1	0.21	104	0.3	0.42	73	1.94	
牛乳粉(全脂)	100	2 000	2.3	20.1	21.2	51.7		141	0.11	0.73	4	0.48	676	1.2	3.14	469	11.80	
蛋类																		
鸡蛋(红皮)	88	653	73.8	12.8	11.1	1.3		194	0.13	0.32		2.29	44	2.3	1.01	182	14.98	
鸡蛋(白皮)	87	577	75.8	12.7	9.0	1.5		310	0.09	0.31		1.23	48	2.0	1.00	176	16.55	
鸭蛋	87	753	70.3	12.6	13.0	3.1		261	0.17	0.35		4.98	62	2.9	1.67	226	15.68	
油脂类																		
豆油	100	3 761	0.1	...	99.9	0			...	微		93.08	13	2.0	1.09	7	3.32	
花生油	100	3 761	0.1	...	99.9	0			...	微		42.06	12	2.9	8.48	15	2.29	

说明: 1. 本表选自中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所编著, 人民卫生出版社1991年8月出版的《食物成分表》(全国代表值)。

2. “食部”是指分析工作者按照当地的烹调饮食习惯, 把从市场上购来的样品(简称市品)去掉不可食的部分之后, 所剩下的可食部分, 简称“食部”。表中食部为每100克含量。

3. 表中符号: “...”为未检出; “—”为未测定; “微”为痕迹量, 不等于零; “0”为不在此成分; “[ ]”为别名。

# 后 记

《科学（九年级上册）》是根据教育部《义务教育初中科学课程标准（2011年版）》编写的课程标准实验教科书，适于课程改革实验区九年级第一学期使用。

《科学》以全面提高学生的科学素养为根本目的，以学生终生学习和发展的需求为基本着眼点。教材体现了自然科学不同领域之间的内在联系，按照学生的认识发展过程编排和组织内容，设计主题或专题，涵盖了生物、物理、化学、自然地理和天文等学科领域，力图实现整体优化。编者期望在本套教材基础上开设的科学课程能够使学生在在学习科学知识的同时，激发对自然、对科学的热情，激发对学习科学、探究未知事物的兴趣，提高实践能力和创新意识，培养科学的情感、态度和价值观。本套教材于2001年起在国内部分实验区使用，本次根据《义务教育初中科学课程标准（2011年版）》作了全面修订。

本册教材的主题是“事物间的转化”。第一篇从化学角度论述物质间的转化，第二篇论述生物体内外的物质、能量交换及转化，第三篇以电流、电路、电与磁为载体论述生活中的能量及其转化。第二、三篇中的相关内容充分回应了第四册中能量转化与守恒的重要科学思想。

在科学方法上，本册以前四册为基础，进一步深化学生对观察、分类、模型等基本科学方法的理解，培养学生进行控制条件的实验、资料分析、图表分析以及更一般的信息的选择、分析、归纳能力，引导学生更深入地经历和体验科学探究，使学生在在学习科学知识的同时，提高实践能力和创新意识；通过介绍科学知识产生的历史背景引导学生认识和理解其科学本质和创造过程，揭示其中的科学思想方法，又尽可能将它们与社会发展以及学生的现实生活密切联系，增进对科学、技术与社会之间关系的理解，培养科学的情感、态度和价值观。本册教材中包括了一些基本而重要的物理、化学实验，加强了对定量方法的学习和运用。

本套教材由赵峥、刘洁民主编，刘健、胡久华、隋淑光任副主编。参与本套教材前两版编写的主要作者有：赵峥、何立千、刘洁民、宋海泉、王能智、郭玉英、朱宏、刘健、项华、吴月江、胡久华等。本次修订由胡久华担任本册主编，各章作者分别是：第一章矿物与金属，胡久华；第二章酸、碱、盐，胡久华；第三章物质的转化与应用，胡久华；第四章生物体怎样获得营养，刘健；第五章生物体怎样获得能量，刘健；第六章物质在人体内的运输，刘健；第七章电流与家庭电路，吴月江；第八章电与磁，刘宇星、邱菊。最后由刘洁民、隋淑光统稿。何立千、郭玉英对整套教材的框架设计提供了主要意见。

上海教育出版社的同志为本书的出版付出了极为艰辛的劳动，在此谨致谢忱。

欢迎广大师生来电来函指出教材的差错和不足，提出宝贵意见。电话：021-64319241。电子邮箱：jcjy@seph.com.cn。通讯地址：上海市永福路123号。

《科学》编写组  
2013年5月



义务教育教科书

科 学

九年级上册

上海世纪出版股份有限公司出版  
上海教育出版社

(上海永福路123号 邮政编码:200031)

各地新华书店发行 上海中华印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13.75

2016年4月第1版 2019年7月第2次印刷

ISBN 978-7-5444-6911-1/G·5690

定价:12.61元

此书如有印、装质量问题,请向工厂调换



责任编辑 隋淑光

美术编辑 郑 艺 顾云明

封面设计 陆 弦

