



义务 教育 教科书

YIWU JIAOYU JIAOKESHU

KEXUE 科学

九年级上册



义 务 教 育 教 科 书

科学

九年级上册

KExUE

主编 朱清时

浙江教育出版社

前 言

少年时代的你，脑袋里可能时常会冒出许许多多的问题：天空为什么是蓝色的？我们脚下的地球是怎么形成的？最早的人是从哪来的？那些巨大的恐龙为什么会灭绝？……你的这些问题都是科学所关心的问题。事实上，科学就是起因于人类的好奇心和对自然界无尽的追问。学习了《科学》，你将获得很多问题的答案，同时也会萌生出更多新的问题。

学习《科学》时，我们将会接触到大量科学概念、规律和各种科学符号，由此，我们将从纷繁复杂的生活世界走进简单有序的科学世界，对周围的世界也将会有全新的认识。就拿树来说，你会认为树是由树干、树枝、树叶，以及藏在地下的树根构成。但在学习科学之后，你将惊异地发现树的构成材料居然主要是水和空气中的二氧化碳！你把树焚烧了，树就会变回原来的水和二氧化碳释放到空气中。在火焰中散发出来的，则是原先用来把水和二氧化碳转化为树并贮藏在树里的太阳的光和热。对自然奥秘的这种理性认识，将会使你获得无比的愉悦感和充实感。

科学并不是简单地对自然规律加以揭示，更重要的是找到研究自然规律的方法。例如，意大利科学家伽利略（1564～1642）正是被一盏从教堂穹顶上悬挂下来吊灯的来回摆动所吸引，通过仔细观察和反复实验，从而得出了“摆的等时性原理”。后来人们利用这一原理发明了机械摆钟。学习《科学》不能只是记住书本中的结论，学习《科学》的中心环节是学会科学的研究方法。

当你进入科学殿堂并领略科学的辉煌成果时，你就会感受到科学的美妙和神奇；当你学会了科学的研究方法时，你就得到了一把开启科学之门的金钥匙。

我们正生活在一个科学技术突飞猛进的时代。科学的未来就在你们身上。让我们站在科学巨人的肩膀上，揭开更多的科学之谜，创造更加灿烂的科技文明！

目录

第1章 物质及其变化



第1节	物质的变化	2
第2节	物质的酸碱性	5
第3节	常见的酸	11
第4节	常见的碱	15
第5节	酸和碱之间发生的反应	19
第6节	几种重要的盐	23

第2章 物质转化与材料利用



第1节	金属材料	36
第2节	金属的化学性质	41
第3节	有机物和有机合成材料	47
第4节	物质的分类	54
第5节	物质的转化	58
第6节	材料的利用与发展	65

第3章 能量的转化与守恒

第1节	能量及其形式	73
第2节	机械能	76
第3节	能量转化的量度	81
第4节	简单机械	87
第5节	物体的内能	99
第6节	电能	109

CONTENTS

- 第 7 节 核能 119
第 8 节 能量的转化与守恒 124

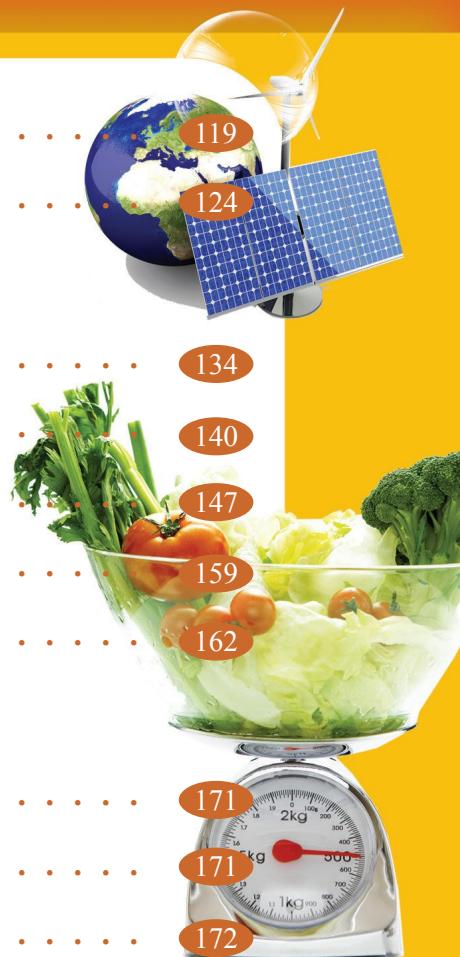
第 4 章 代谢与平衡

- 第 1 节 食物与营养 134
第 2 节 食物的消化与吸收 140
第 3 节 体内物质的运输 147
第 4 节 能量的获得 159
第 5 节 体内物质的动态平衡 162

研究性学习课题

- 一 调查当地酸雨情况及其影响 171
二 金属对社会发展的作用 171
三 寻找自行车中的杠杆 172
四 怎样防治龋齿 172

- 附录 1 常用法定计量单位 173
附录 2 部分酸、碱和盐的溶解性表（20℃） 175
附录 3 相对原子质量表 176
附录 4 元素周期表 177





第1章

物质及其变化



我们依靠吃进去的食物构建自己的身体，木炭燃烧后会生成二氧化碳……自然界的物质不但种类繁多，而且在不断地发生着变化。其中有的变化较为剧烈，如燃烧；有的变化则较为温和缓慢，如铁生锈。

我们根据什么来判断物质间发生了化学变化，又如何认识它们变化的规律呢？



第1节 物质的变化

如果你在篝火上烧烤食物，你能看到燃烧使坚硬的干柴变为松脆的木炭，甚至变为灰烬；你能听到火焰发出的嘶嘶声；你能闻到烟味；你能感受到燃烧放出的热量；你甚至还能品尝到烧烤后的熟食。这个过程中许多物质发生了变化，而你能感知到的只是这些物质发生变化时所伴随的现象。

物质是在不断变化着的

自然界的物质会发生变化：云中的水汽有时会凝结变成雨水落下；小树苗会长成参天大树……

自然界中的物质在不断地发生着变化，其中有些变化不会产生新的物质，属于物理变化；有些变化会产生新的物质，属于化学变化。



思考与讨论

自然界中的这些变化是什么变化？



图1-1 下雨



图1-2 煤矿自燃

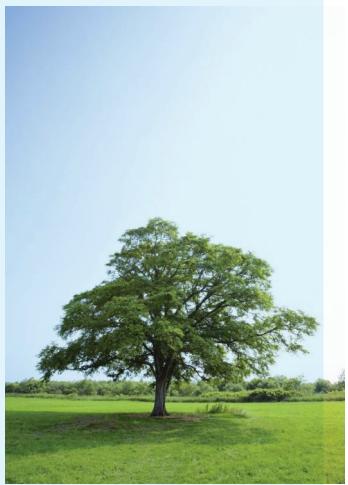


图1-3 植物进行光合作用



思考与讨论

物理变化和化学变化在本质上有哪些不同？



化学变化的实质是构成物质分子的原子重新进行组合，形成了新的分子。

探究物质变化的方法

物质发生物理变化或化学变化，尽管现象各不相同，但许多变化都伴随着以下一个或几个现象：

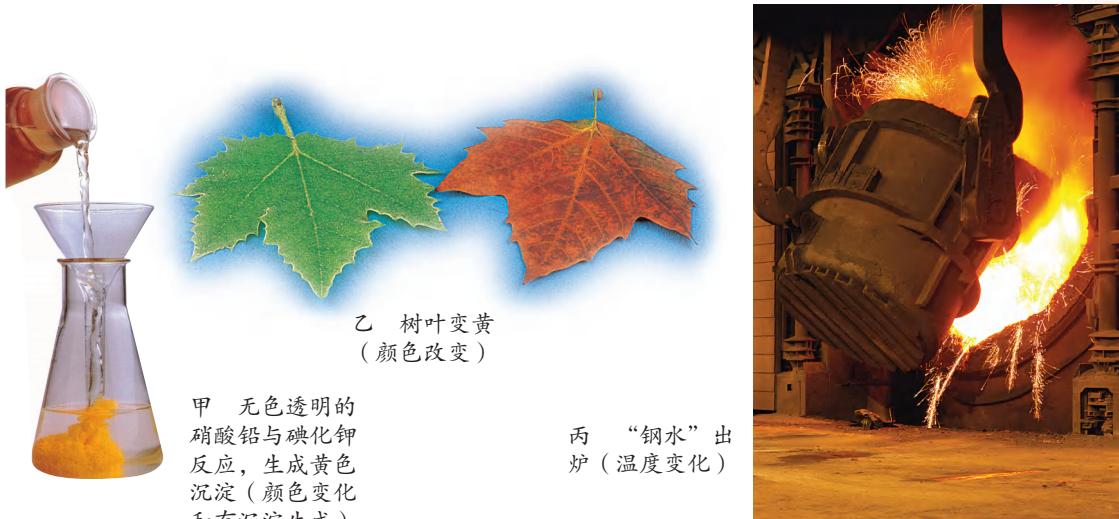


图1-4 物质变化的现象

有些物质混合时会产生沉淀，如无色透明的硝酸铅和碘化钾溶液混合时，会生成黄色的沉淀（如图1-4甲）。有些物质的变化常伴随着颜色的变化，如落叶的黄色就是叶绿素被破坏后形成的（如图1-4乙）。有些物质变化时伴有气体产生，如水电解时产生氢气和氧气。有些物质在一定条件下状态会发生变化，如在高温下钢成为“钢水”（如图1-4丙）。而有些物体发生的变化仅仅是形状的变化，如铁丝被绕成各种形状（如图1-5）。

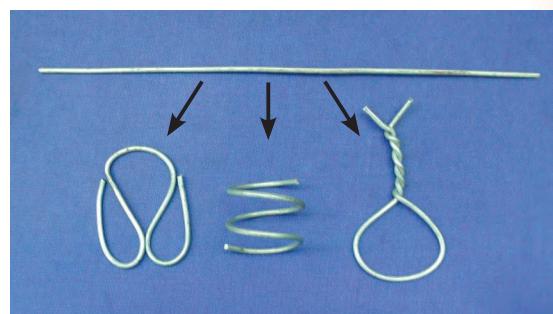


图1-5 各种形状的铁丝

思考与讨论

你是怎样判断物质发生的变化是物理变化还是化学变化，或者两者兼而有之的？



- 如图 1-6 所示，取 2 支试管，在其中 1 支中加入 5 毫升澄清石灰水，在另 1 支中加入等量的蒸馏水。
- 分别向 2 支试管中加入 5 毫升碳酸钠溶液。
- 观察 2 支试管，你认为哪支试管里可能发生了化学反应？哪些证据支持你的推断？



图1-6 化学反应



如图 1-7 所示，在盛有 10 mL 氯化铁溶液的试管中，滴入几滴硫氰化钾溶液。观察发生的现象。

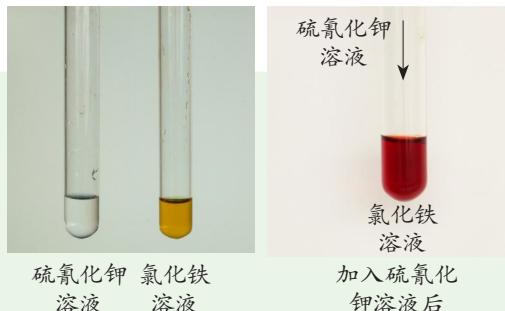


图1-7 氯化铁溶液与硫氰化钾溶液的反应

根据这个性质，我们可以用硫氰化钾溶液检验三价铁离子的存在。

思考与讨论



白色硫酸铜固体遇水会呈蓝色，这一性质有什么用途？

我们如果想知道一种物质的性质，以及它在什么状况下会发生怎样的变化，可以通过观察、实验等方法，从物质的状态、颜色、温度（吸热或放热）、有无沉淀或气体生成等方面寻找证据，对各种证据进行分析，从而认识物质的变化和变化的规律，推测它们的性质，并利用物质变化的规律造福人类。我们将用这种研究方法对一些常见的、重要的物质（如酸、碱、盐等）进行研究，初步探索物质变化的规律。



1. 怎样判断物质是否发生了化学变化?
2. 下面所列的是硫酸铜表现出来的性质, 其中哪些是物理性质? 哪些是化学性质?
 - (1) 能溶于水。
 - (2) 水溶液中滴加氢氧化钠溶液产生沉淀。
 - (3) 晶体呈蓝色。
3. 通过观察, 找出厨房里相关食物发生化学反应的证据, 举例说出有气体产生、颜色改变和沉淀生成的化学变化。

第2节 物质的酸碱性

我们经常接触的物质中, 有的具有酸性, 有的具有碱性, 如人的胃液就具有酸性, 它能杀灭细菌和帮助消化。工农业生产中, 也常要用到许多酸性或碱性的物质, 如硫酸、烧碱等。

酸性物质和碱性物质

讲到酸性的物质, 你可能会立即想到日常生活中所用的食醋。



将少量食醋倒入烧杯中, 如图 1-8 所示, 用手扇动气流, 闻一闻, 它的气味是_____的。



图1-8 闻食醋

食醋是一种酸溶液，它有酸味，具有酸性。盐酸、硫酸和硝酸等都是酸，如图 1-9 所示。还有橘子汁、番茄酱、苹果汁、柠檬汁等，如图 1-10 所示，也都含有某些酸，具有一定的酸性。



图1-9 三种常用的酸：盐酸、硫酸、硝酸



图1-10 含酸的水果

醋、胃液等是不同的物质，为什么都呈酸性？科学家研究证明，这些溶液会呈酸性是由于其中含有一类特殊的物质——酸（acid）。食醋里含有醋酸，人的胃液里含有盐酸，柠檬、柑橘等水果中含有柠檬酸。这些酸在水中电离时，生成的阳离子都是相同的一种粒子，这种粒子就是氢离子（ H^+ ）。

物质溶解于水或受热熔化而形成自由移动离子的过程，叫做电离。



图1-11 常见的酸

我们把某种酸电离产生的阴离子叫做这种酸的酸根离子，如 SO_4^{2-} 是 H_2SO_4 的酸根。



生活中我们还经常接触另一类物质——碱性物质，如石灰水、氨水等，它们都含有碱（base）。例如，石灰水中含有碱——氢氧化钙，氨水（ NH_3 的水溶液）也是碱。与酸相类似，许多碱在水中电离时，生成的阴离子都是相同的一种粒子，所不同的是这种粒子是氢氧根离子（ OH^- ）。



图1-12 呈碱性的物质

实验室和工农业生产中，常用具有碱性的物质有烧碱（氢氧化钠）、熟石灰（氢氧化钙）、氢氧化钾、氢氧化钡、氨水等。

酸碱指示剂

酸性和碱性的物质并不一定都具有特殊的气味或颜色，我们应如何判断物质的酸碱性呢？

有一类物质，在酸性和碱性溶液里能呈现出不同的颜色，因此能成为我们判断酸碱性的依据。



取4支试管，分别加入稀硫酸、稀盐酸、氢氧化钠溶液、氢氧化钙溶液。然后在4支试管内分别滴入几滴紫色石蕊（litmus）试液，如图1-13所示。观察并记录石蕊试液在4种溶液中呈现的颜色。

在稀硫酸中：_____。

在稀盐酸中：_____。

在氢氧化钠溶液中：_____。

在氢氧化钙溶液中：_____。

实验表明：酸能使紫色石蕊试液变____色，碱能使紫色石蕊试液变____色。

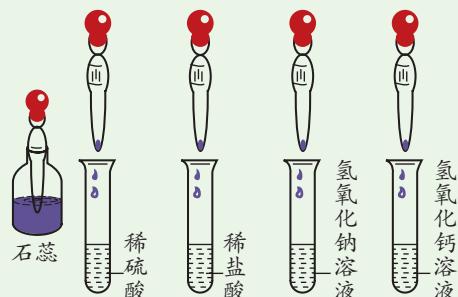


图1-13 用石蕊试液判断酸碱性

在酸性或碱性溶液里能显示出不同颜色的物质，叫做酸碱指示剂（acid-base indicator），通常简称指示剂。下面是常见的指示剂和它们在酸性或碱性溶液中的颜色。

表 1-1 常用指示剂及其在酸性、碱性溶液中的颜色

指示剂	酸性溶液	碱性溶液
石蕊试液（紫色）	红色	蓝色
酚酞试液（无色）	无色	红色
蓝色石蕊试纸	红色	不变色
红色石蕊试纸	不变色	蓝色



自制酸碱指示剂

许多植物的花、果、茎、叶中都含有某些显色的物质，它们在酸性溶液或碱性溶液里会显示不同的颜色。如果你有兴趣，可以取这些植物的花、果、茎、叶切碎捣烂，用酒精浸制，所得的浸出液可以作为酸碱指示剂，如表 1-2 所示。

表 1-2 某些花浸出液的变色情况

花名	花的颜色	变色情况	
		酸性	碱性
月季花	红色	红色	黄色
菊花	紫色	红色	黄色
丝瓜花	黄色	黄绿色	黄色
一串红	红色	红色	黄绿色

溶液酸碱性的强弱程度

石蕊试液虽然能够测定物质的酸碱性，但不能反映酸碱性的强弱，而物质酸碱性的强弱却与我们的生活密切相关。例如，土地的盐碱化使土壤碱性增强，如图 1-14 所示；一般的雨水具有微弱的酸性，但有些地方由于工业废气的过量排放，雨水酸性过强，形成酸雨，造成公害，如图 1-15 所示。为了了解和控制物质的酸碱性，我们需要测定物质酸碱性的强弱。



图1-14 盐碱地

图1-15 被酸雨伤害的树木



pH是反映物质酸碱性强弱的指标，它的范围通常在0~14之间。pH越低，酸性越强；pH越高，碱性越强；pH等于7的物质呈中性，如图1-16所示。

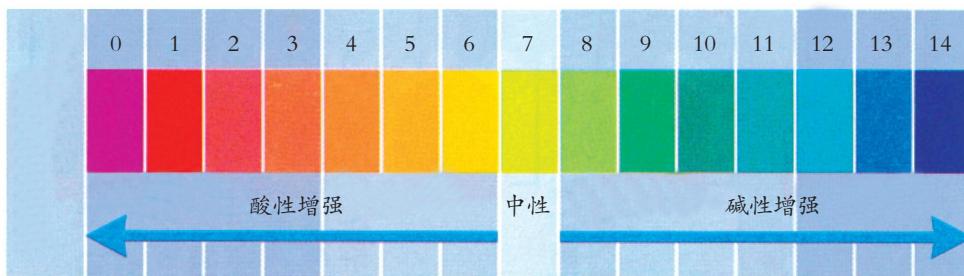


图1-16 pH和酸碱性

测定物质酸碱性强弱最常用、最简单的方法是使用pH试纸，如图1-17所示。这种试纸在酸碱性不同的溶液里会显示出不同的颜色。测定的方法是：用洁净的玻璃棒蘸取被测试的溶液，滴在pH试纸上，将试纸显示的颜色与标准比色卡对照，看与哪种颜色最接近，从而确定被测溶液的pH。根据pH便可判断溶液的酸碱性强弱。

用pH试纸测试的方法比较粗略，精确的测试可使用一种称为酸度计的仪器。



图1-17 pH试纸与标准比色卡



活动

- 用玻璃棒分别蘸取少许水、柠檬汁、白醋、盐酸、肥皂水、洗涤剂、4% 氢氧化钠溶液，滴在pH试纸中部，观察试纸的颜色变化。
- 在白色点滴板的空穴（或小试管）里分别滴入几滴上述样品，再滴加2~3滴紫色石蕊试液，观察其颜色的变化，并将上述实验结果都填入表1-3中。

表1-3 实验过程中物质的颜色变化

试液	pH试纸	紫色石蕊试液
水		
柠檬汁		
白醋		
盐酸		
肥皂水		
洗涤剂		
4% 氢氧化钠溶液		

你能得出什么结论? _____
_____。



我们身边物质的pH

pH是定量反映物质酸碱性强弱的重要指标,它与我们的生活密切相关。

人体血液的pH为7.35~7.45。当血液的pH降到7.0以下或升到7.8以上时,人就有生命危险。人处在通风不良的环境中时间过长,吸入的二氧化碳过多,血液中二氧化碳的含量增大,酸性就会增强,从而引起恶心、头晕等症状。

人的汗液的pH大约为5.5~6.6。洗衣皂、香皂、药皂的pH也有所不同。洗衣皂的pH高,碱性强,适用于洗衣物;香皂、药皂的pH低,适用于洗脸、洗澡。

牛奶的pH通常小于7,酱油的pH为4.8左右,番茄的pH≤4.5。生鲜肉的pH为7.0~7.4之间,生肉久放后,由于微生物作用产生酸性物质,pH变为5.4~5.5。食醋的pH为3左右,因为酸性环境可抑制细菌的繁殖,所以人们喜欢在一些食物中加入少许食醋,这样既能使食品不易变质,又可增加风味。

土壤的酸碱性的强弱对农作物生长有很大的影响,各种农作物对pH有一定的适应性。一般来说,中性土壤最适宜于微生物生长繁殖,有利于土壤中有机质向有效养分转化,促进农作物生长。pH为4~6的土壤会使农作物根系发黑;pH为8以上的土壤会腐蚀农作物并板结成块。盐碱地的pH多在9以上,草木难生。



1. 试举出几种呈酸性或碱性的物质。
2. 用pH试纸测试物质酸碱性的强弱,测得的pH越高, _____ 越强;pH越低, _____ 越强。当pH=7时,物质呈 _____ 性。
3. 取周围的若干种液体物质,用pH试纸测试它们的酸碱度。
4. 制作红色卷心菜汁指示剂,并用它测试下列几种家用液体,找出该指示剂在不同溶液中颜色变化的规律。

滴眼液 柠檬汁 食醋 食盐 肥皂 发酵粉 洗净剂



第3节 常见的酸

我们把各种各样的物质，按照它们的组成和性质的相似性或不同点，分成几个大类，酸就是常见的一大类物质。

人的胃液里含有一种酸——盐酸，汽车常用的电瓶（蓄电池）里含有硫酸溶液，食醋里含有3%~5%的醋酸，酸雨中含有极少量的硫酸和硝酸。盐酸、硫酸、硝酸和醋酸是几种重要的酸。

盐 酸

盐酸(hydrochloric acid)是工业上常用的酸，它的化学式是HCl。



1. 查阅盐酸试剂瓶的标签上写了哪些内容。你能看懂那些内容吗？

2. 观察试剂瓶中盐酸的颜色和状态。

3. 打开盐酸试剂瓶（脸不要正对瓶口上方），观察瓶口有什么现象发生。用手轻轻扇动，小心地闻一下盐酸的气味。盐酸具有_____气味。

4. 在盛有少量稀盐酸的试管里滴入几滴硝酸银溶液，观察发生了什么变化。_____。

反应的化学方程式为：

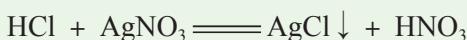


图1-18 盐酸的挥发性

浓盐酸和浓硝酸均具有挥发性，用后要及时把试剂瓶盖好。

AgCl 是不溶于水或酸的白色沉淀，所以硝酸银溶液可以用于检验盐酸或氯离子的存在。



活动

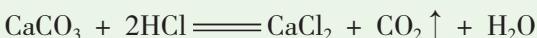


图1-19 鸡蛋壳与盐酸的反应

鸡蛋壳的主要成分是碳酸钙。

1. 把鸡蛋壳放入盛有盐酸的试管中，将燃着的火柴伸入试管口，如图 1-19 所示。你看到了什么现象？_____。

反应的化学方程式为：

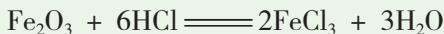


盐酸能与碳酸钙反应。反应中，碳酸钙固体溶解，并产生 CO_2 气体，这些现象都是物质变化的证据。

2. 取一枚生锈的铁钉（铁锈的主要成分是 Fe_2O_3 ），观察它的颜色。小心地让生锈的铁钉沿着试管壁滑到试管底部，向试管中滴加少量稀盐酸，振荡，如图 1-20 所示。过一会儿取出铁钉，用水冲洗干净。铁钉表面和溶液颜色发生了什么变化？_____。



铁锈与盐酸反应主要的化学方程式为：



3. 向盛有少量氧化铜粉末的试管中加入 2 毫升盐酸，微微加热。你看到了什么现象？_____。

图1-20 盐酸与铁锈的反应

反应的化学方程式为：



从上述几个实验看出：盐酸能与许多物质发生化学反应，如与酸碱指示剂反应，与某些金属氧化物反应等。



探究

在盐酸除铁锈的实验中，气体是由什么反应生成的

在盐酸除铁锈的实验中，我们可以看到铁钉表面有气泡生成，而盐酸与氧化铁反应时是没有气体生成的，这是否意味着盐酸能继续与金属铁反应生成气体呢？

1. 建立假设：

你的假设是：_____。

2. 设计实验：

应该用怎样的实验来验证你的假设？你设计的实验需要对照实验吗？



用简图表示实验设计

3. 实验结果分析：

你的实验支持你的假设吗？为什么？

4. 交流与探讨：

与同学讨论对照实验的设计思路和作用。

其他的酸是否也具有盐酸的这些性质呢？

硫 酸

硫酸 (sulfuric acid) 也是一种常见的酸，它的化学式是 H_2SO_4 。



将稀硫酸分别滴入盛有锌粒 (Zn)、 Fe_2O_3 粉末、 CuO 粉末、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 BaCl_2 溶液的试管中，如图 1-21 所示，观察到的现象是 _____

_____。
_____。
_____。
_____。

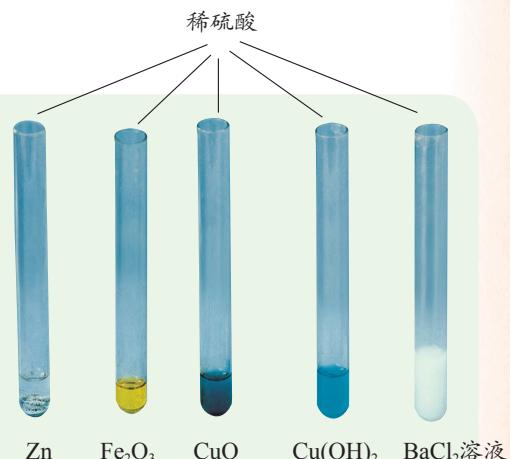


图1-21 稀硫酸酸性的实验

以上反应的化学方程式为：

- ① _____。
- ② _____。
- ③ _____。
- ④ _____。
- ⑤ _____。

以上实验说明硫酸具有 _____ 性质。

从盐酸、稀硫酸的反应实验看，它们均能与某些金属、金属氧化物发生反应，也能与一些碱发生反应。稀盐酸、稀硫酸以及其他酸溶液中都含有氢离子 (H^+)，所以它们具有相似的化学性质，这就是酸的通性。

浓硫酸有很强的腐蚀性，做实验时必须小心操作。

如果浓硫酸不慎溅到皮肤上，要先用干布拭去，然后用大量清水冲洗，最后用小苏打溶液冲洗，严重时应立即送医院。



活动

- 取一瓶浓硫酸，观察浓硫酸的黏度。_____。
- 取一只盛有50毫升水的烧杯，把约10毫升浓硫酸沿玻璃棒慢慢倒入水中，并不断地搅拌。用手触摸烧杯外壁，有何感觉？_____。
- 用玻璃棒蘸取少量浓硫酸滴在纸片上，观察有何现象发生。_____。

切不可把水倒入浓硫酸中稀释，知道这是为什么吗？

浓硫酸还具有脱水性，植物纤维（如棉花、麻、造纸的木纤维）、人的皮肤等含有碳、氢、氧3种元素，浓硫酸能把其中的氢元素和氧元素“脱出”结合成水。

浓硫酸还能直接吸收空气中的水分，具有吸水性。因此，实验室常用浓硫酸做干燥剂，用来干燥氧气、氢气、二氧化碳等气体。



通过查阅各种资料，你能列出硫酸的主要物理性质和用途吗？

盐酸和硫酸的用途很广。例如：

表 1-4 盐酸与硫酸的用途比较

酸	用 途
盐酸 (HCl)	重要化工产品，用于金属表面除锈、制造药物（如盐酸麻黄素、氯化锌）等；人体胃液中含有盐酸，可帮助消化。
硫酸 (H ₂ SO ₄)	重要化工原料，用于生产化肥、农药、火药、染料以及冶炼金属、精炼石油和金属除锈等。 浓硫酸有吸水性，在实验室中常用它做干燥剂。

硝酸（nitric acid）也是一种在工业上有着广泛用途的强酸，它的化学式是 HNO₃。

硝酸也有很强的腐蚀性。



1. 盐酸在生产和生活中的用途很广。下列各项用途是利用盐酸的哪些性质？试写出有关反应的化学方程式。
 - (1) 电镀前用盐酸清洗钢铁表面的铁锈。
 - (2) 用稀盐酸清除锅炉内表面的水垢 [主要成分为 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$]。
2. 怎样鉴别 3 瓶分别盛有水、稀盐酸、稀硫酸的无色液体？
3. 用 pH 试纸测定一下，刚刚蒸馏出来的蒸馏水的 pH 是多少？在敞开的干净容器里放置 2 天后，蒸馏水的 pH 将发生怎样的变化？你认为引起蒸馏水 pH 改变的原因是什么？如果我们的环境没有任何污染，雨水的 pH 应该是多少？
4. 铅蓄电池中含有硫酸，如果不慎将硫酸漏到大理石地面上，会发出嘶嘶声，并有气体产生。这种气体是（ ）。

A. 二氧化硫 B. 二氧化碳 C. 氢气 D. 氧气
5. 某工厂利用废铁屑与废硫酸起反应来制取硫酸亚铁。现有废硫酸 9.8 吨 (H_2SO_4 的质量分数为 20%)，与足量的废铁屑起反应，可生产 FeSO_4 多少吨？

第4节 常见的碱

在具有碱性的物质中，碱是重要的一类。碱有哪些性质呢？

碱有哪些性质



1. 在 2 支盛有氢氧化钠溶液的试管里分别滴入几滴紫色石蕊试液、无色酚酞 (phenolphthalein) 试液，观察试管里的溶液发生了什么变化。

用 pH 试纸试验，氢氧化钠溶液能使 pH 试纸呈什么颜色？

2. 用澄清石灰水溶液重复上述实验，观察产生的现象是否相同。将上述实验结果都填入表 1-5 中。

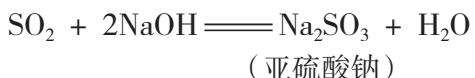
表 1-5 实验过程中物质的颜色变化

试液	酚酞试液	紫色石蕊试液	pH 试纸
氢氧化钠溶液			
澄清石灰水			

具有碱性的物质能使酸碱指示剂呈一定的颜色。

在研究了酸的性质后，我们知道认识物质有一定的方法。例如，对一类物质中的典型物质进行分析，用对比实验的方法寻找物质的特性，从物质的变化中归纳其性质，从物质的性质推测其用途……在研究碱的性质时，也可以采用类似的方法。

生产硫酸的工厂排放的废气里含有污染环境的二氧化硫，如果将废气通过氢氧化钠溶液，可大大减少二氧化硫的含量。其反应的化学方程式为：



工业上常用碱溶液来吸收酸性气体。



1. 在 2 支试管中分别注入 2~3 毫升氯化铜溶液和氯化铁溶液，它们各显什么颜色？_____。

2. 在上述 2 支试管中分别滴加 1~2 毫升氢氧化钠溶液，试管中发生了什么变化？_____。

写出反应的化学方程式：_____；
_____。

氢氧化钠和氢氧化钙

与酸一样，不同的碱由于组成不同，往往会显示出不同的性质。氢氧化钠 (sodium hydroxide) 俗称烧碱或苛性钠，化学式为 NaOH。你可能很少接触氢氧化钠，但是一些生活用品的生产却离不开它，如每生产 1 吨肥皂要消耗氢氧化钠 100 千克；纸张的生产过程中同样需要使用氢氧化钠。

氢氧化钠是强碱，有较强的腐蚀性，切不可接触皮肤，实验时需谨慎操作。



读图



查阅氢氧化钠试剂的说明及相关资料，说出氢氧化钠可能具有哪些性质？根据这些性质推测：氢氧化钠在生产和生活中主要有哪些用途？



活动

1. 用药匙取少许氢氧化钠固体，放在表面皿上，如图 1-23 所示，观察它的颜色、状态等。

几分钟以后再观察这些氢氧化钠，你发现有什么变化？_____

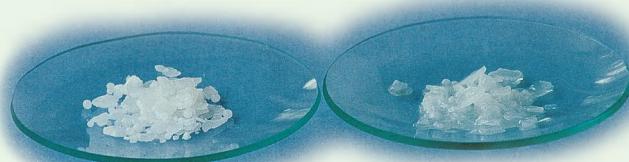


图1-23 氢氧化钠的潮解

2. 把少量氢氧化钠放入盛有 3 毫升水的试管里，振荡试管，观察有什么变化。用手摸一摸试管壁，有什么感觉？_____。

3. 把一小撮兔毛或全毛绒线放入该试管中，用玻璃棒搅拌并加热煮沸 2~3 分钟，试管中有什么变化？_____。

暴露在空气中的某些固态物质容易吸收空气里的水分，表面潮湿而逐步溶解，这种现象叫潮解（deliquescence）。

利用氢氧化钠潮解吸水的性质，可以用它做某些气体（如氧气、氢气）的干燥剂。



烧碱与蛋白质、油脂的作用

氢氧化钠能与蛋白质和油脂反应，对皮肤、纸张、织物等有强腐蚀性。在使用氢氧化钠溶液等碱性溶液时，要防止液体溅入眼睛或沾到皮肤上。我们可通过实验了解氢氧化钠的上述性质：

1. 在氢氧化钠溶液中滴加1~2滴食用油，充分振荡。
2. 将鸡蛋清放入浓氢氧化钠溶液中，振荡混匀。

氢氧化钙（calcium hydroxide）俗称熟石灰或消石灰，化学式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，水溶液是石灰水，腐蚀性与氢氧化钠相似。



1. 在2支试管中各加入3毫升氢氧化钙溶液，然后分别滴加盐酸和硫酸，如图1-24所示，观察有什么变化发生。_____。

化学方程式为：_____；

2. 在2支试管中各加入3毫升氢氧化钙溶液，然后分别滴加数滴碳酸钠溶液和氯化铁溶液，如图1-24所示，观察有什么变化发生。_____。

化学方程式为：_____；

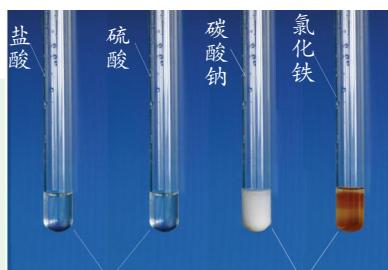


图1-24 检测氢氧化钙的性质

氢氧化钠、氢氧化钙及其他可溶性碱，因为都含有氢氧根离子（ OH^- ），所以具有相似的性质：碱的水溶液能使紫色石蕊试液变蓝、无色酚酞试液变红；某些碱能和某些非金属氧化物反应；碱能和酸反应；等等。



1. 盛石灰水的试剂瓶存放的时间久了，内壁常附有一层白膜，要洗去这层白膜最好的方法是（ ）。
 - A. 用水洗
 - B. 用氢氧化钠溶液洗
 - C. 用盐酸洗
 - D. 先用盐酸，再用水洗
2. 用一种试剂就能区分盐酸、食盐溶液、澄清石灰水，这种试剂是（ ）。
 - A. 酚酞
 - B. 石蕊试液
 - C. 氯化铁溶液
 - D. 氢氧化钠溶液
3. 氨水是一种碱，它的化学式为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (NH_4OH)，它能与二氧化碳反应生成碳酸氢铵，请写出该反应的化学方程式。有人称它为“气肥”，你知道这是为什么吗？
4. 某环保小组监测到一小型造纸厂向河中非法排放碱性废液。根据你所学的知识，试设计两种检测碱性废液的方法。

第5节 酸和碱之间发生的反应

我们已经研究了一些酸和碱的性质。你知道把酸和碱放在一起，会发什么吗？

酸 碱 反 应



1. 如图 1-25 所示，在 2 支分别盛有 3 毫升氢氧化钠稀溶液的试管里，各滴加 1 滴酚酞试液，再分别向 2 支试管里逐滴加入稀盐酸和稀硫酸，边滴边振荡，直到红色刚好褪去。

2. 用滴管吸取反应后的溶液滴在蒸发皿中，在酒精灯上烘干，蒸发皿上留下了什么？_____。

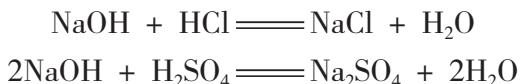


图1-25 氢氧化钠溶液与酸的反应

思考与讨论

上述活动中，滴入一定量的稀盐酸或稀硫酸以后，溶液从红色变为无色，这说明溶液的酸碱性发生了什么变化？

氢氧化钠与盐酸反应生成氯化钠和水，与硫酸反应生成硫酸钠和水。氯化钠和硫酸钠都属于盐，所以碱跟酸之间发生反应能生成盐和水。



思考与讨论

用什么办法能够知道在稀盐酸和氢氧化钠溶液的反应过程中，酸和碱没有剩余，恰好完全反应？



读图 1-26，用你自己的话，概括一下酸与碱之间反应的实质。

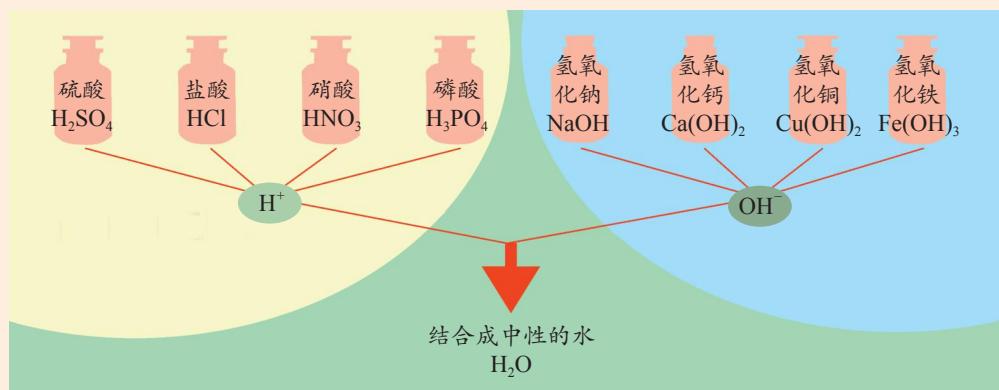


图1-26 酸与碱之间反应的实质

酸碱反应的应用

酸和碱之间的反应在工农业生产、生活和科学实验中应用很广。例如，农业上用施加熟石灰 [主要含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$] 的方法来降低土壤的酸性，或处理酸性的工业废水；精制石油时，用氢氧化钠来中和过量的酸等。



思考与讨论

举出生活中利用酸与碱之间的反应的实例。



目 标

- 初步学会土壤取样测试的方法。
- 学会用 pH 试纸测定土壤酸碱度。
- 了解保护土壤资源的重要性，提出改良土壤酸碱性的建议。

器 材

木棍，废报纸，玻璃棒，试管，蒸馏水，pH 试纸（精密 pH 试纸及比色卡），窗纱（或金属筛），布袋。

过 程

- 选取当地有代表性的地块，如山坡、农田、森林、海洋、菜地等，确定 3~4 个地块取样。
- 在取样地块上按一定间隔确定取样点位置，一般确定 5~6 个，如图 1-27 所示。注意不要在路边、沟边、堆放肥料的地点取样。

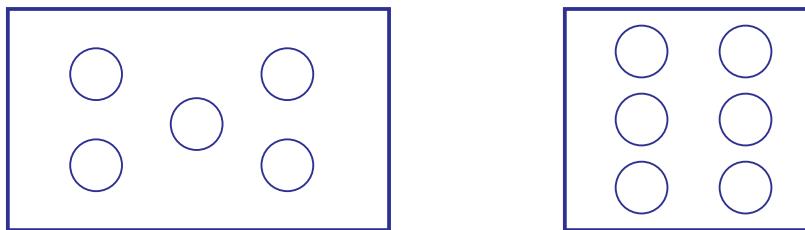


图1-27 取样图示

每个取样点要去掉表面的石块和动植物残体，取 0~20 厘米范围内的土壤各 20 克左右。同一地块上取来的土样放在同一个布袋中，进行编号，并记录下采集地点和日期。

将从不同地点采集到的土样分别摊铺在废报纸上，在阴凉通风处晾干，除去残根和杂物，用木棍压成粉状，用金属筛或窗纱筛过后待用。

- 按照编号，取 1 克左右土样放入试管中，加入 5 毫升蒸馏水，振荡

30 秒钟后静置。待土壤微粒下沉后，用玻璃棒蘸取上层清液，滴在精密 pH 试纸上，将试纸上呈现的颜色与标准比色卡比色，记录下相应的 pH，填入表 1-6 中：

表 1-6 土壤样品采集表

土样编号	采集日期	采集地点	pH	土壤酸碱性

表 1-7 土壤酸碱性的分级表

pH	<4.5	4.5~5.5	5.5~6.5	6.5~7.5	7.5~8.5	8.5~9.5	>9.5
土壤酸碱性	强酸性	酸性	弱酸性	中性	弱碱性	碱性	强碱性

讨论

1. 当地主要农作物和常见乔木生长的土壤酸碱性如何？查阅资料，了解这样的酸碱性是否适宜这类植物的生长。

2. 提出改良当地土壤酸碱性的建议。



- 实验室中有两瓶没有标签的无色溶液，已知其中一瓶是盐酸溶液，另一瓶是氢氧化钠溶液，你能用哪些方法将二者区分开？
- 将一定量的某盐酸加水充分稀释，所得溶液的 pH ()。
 - 一定等于 7
 - 一定大于 7
 - 一定小于 7
 - 一定等于 0
- 一般中和酸性土壤可以用 _____，其化学式为 _____。
- 完全中和 25 克氢氧化钠溶液，用去质量分数为 20% 的稀硫酸 24.5 克，求氢氧化钠溶液中溶质的质量分数。
- 一些国家正在试用碳酸水浇灌某些植物，其作用是 ()。
 - 调节土壤的 pH，改良酸性土壤
 - 调节土壤的 pH，改良碱性土壤
 - 促进植物的光合作用
 - 在植物上方形成温室



第6节 几种重要的盐

盐是酸跟碱反应的产物。例如：在盐酸和氢氧化钠的反应中，盐酸的组成是 HCl，氢氧化钠的组成是 NaOH，它们相互反应，在生成 H₂O 的同时，溶液里剩下酸根离子 Cl⁻ 和金属离子 Na⁺。如果蒸发溶液，这两种离子就会结合，形成食盐晶体。

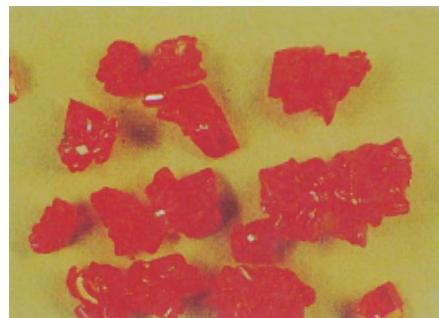
什么是盐

有人会认为盐就是指食盐。然而，科学上说的盐不仅仅指食盐，凡酸与碱反应，生成的物质（除水外）都可叫做盐，它是数量庞大的一类物质。

自然界中有很多盐是晶体，有些盐晶体非常美丽，如图 1-28 所示。



硝酸钾晶体



重铬酸钾晶体



硫酸铜晶体



硫酸亚铁晶体

图1-28 一些常见的盐晶体



思考与讨论

你还见过其他盐的晶体吗？

几种盐的性质

纯碱又称苏打，是碳酸钠（sodium carbonate）（如图1-29）的俗名。它从溶液中结晶析出时，晶体里结合了一定数量的水分子，化学式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。像这样的结晶水合物中，所含的水称为结晶水。在常温下干燥的空气里， $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 会逐渐失去结晶水而成为碳酸钠粉末。



图1-29 碳酸钠



活动

用试管取适量的碳酸钠溶液，向试管中滴加酚酞试液。观察到的现象为：_____。可见，碳酸钠的水溶液呈_____性。

碳酸钙（calcium carbonate）形成的岩石是重要的建筑材料。洁白纯净的碳酸钙岩石叫做汉白玉，可直接用来做装饰性的石柱或工艺品（如图1-31）；因含杂质而有美丽花纹的碳酸钙叫做大理石，用来做建筑物外墙和内壁的贴面或铺设地面；质地致密的碳酸钙岩石（石灰石）也可直接用于建房，但石灰石的主要用途是生产石灰和水泥。



图1-30 螺壳中含有碳酸钙



图1-31 汉白玉华表



碳酸钙是一种难溶的盐，化学式是 CaCO_3 ，它是碳酸 (H_2CO_3) 和氢氧化钙发生中和反应的产物：



思考与讨论

怎样证明一块岩石是碳酸盐？

食盐 (table salt) 的化学式是 NaCl ，有的来自海水，内陆有的地方也用井水制盐，有的地方还有含盐丰富的盐湖。我国有极为丰富的食盐资源。食盐不仅是人类不可缺少的食物佐料，而且是重要的化工原料。

我们每人每天都要摄取一定量的食盐来维持体内氯化钠的正常浓度。人体内多余的氯化钠通过汗液、尿液和粪便等排出体外。如果人体由于腹泻、呕吐或大量出汗而失盐过多，就要注射生理盐水或服用盐开水，以维持体内的盐分。摄入过多的食盐，容易引起高血压等疾病。

过去有用食盐水清洗伤口的做法，你知道这是为什么吗？因为浓的食盐溶液会使细胞内的水渗出，使蛋白质凝固，具有杀菌作用。



图1-32 明朝《天工开物》中用天然气制井盐的图



思考与讨论

为何用食盐腌过的肉类和蔬菜（如图1-33）不易腐败？



图1-33 腊肉和咸菜



活动

收集一些汗液盛放在试管中，滴入几滴硝酸银溶液，有什么现象产生？

_____。

反应的化学方程式为：_____。



思考与讨论

查阅有关材料，了解食盐在工业生产中的应用。

盐的制取

盐可分为可溶性盐和不溶性盐，各种盐的溶解性可在溶解性表（参见附录2）中查询。常见的可溶性盐有 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 等离子与酸根离子组成的盐。常见的不溶性盐有硫酸盐中的 $BaSO_4$ 、盐酸盐中的 $AgCl$ 和大部分的碳酸盐。人们常利用一些盐的溶解性来实现物质的制取、提纯和鉴别。



活动

在盛有 Na_2CO_3 溶液的试管里加入 $CaCl_2$ 溶液，可发现：_____

_____。

Na_2CO_3 溶液和 $CaCl_2$ 溶液反应，生成两种新的盐： $NaCl$ 和 $CaCO_3$ 。

在上述反应中， $CaCO_3$ 溶解度小，从溶液中析出，两种盐反应生成了两种新盐。这种由于化合物互相交换成分生成新化合物的反应称为复分解反应（double decomposition reaction）。



思考与讨论

参照酸和碱性质的推断方法，你能否推断出盐有哪些性质？

有些盐（如纯碱）是天然存在的（从内陆盐湖中通过物理方法提取），也有些盐是用化学方法制取的。我国化学家侯德榜对制碱工业有重大贡献，他发明的制碱方法被誉为“侯氏制碱法”，广泛应用于工业生产中。



侯德榜

侯德榜（1890~1974）出生在福建的一个普通农民家庭。早在青少年时期，他就有强烈的献身科学事业的愿望。1913年，他被选派到美国留学，留学期间先后获得硕士、博士学位。1921年10月，侯德榜学成回国，立志把所学的知识献给祖国的制碱工业。他改革设备与工艺，使塘沽碱厂成为当时亚洲第一大碱厂。1926年，该厂生产的“红三角”牌纯碱，在美国费城的万国博览会上荣获金质奖章。1943年，他发明的新制碱法，提高了原料的利用率，节省了设备，并使生产连续化、效益大增，被誉为“侯氏制碱法”。

侯德榜热爱社会主义新中国，1949年7月，他冲破重重阻拦，历尽艰险，从国外回到北京。他是我国现代化学工业的开拓者、著名的科学家、化工专家，他的名字将在中国化学工业史册上永远闪光。



图1-34 侯德榜



科学·技术· 社会·环境

四川自贡的盐井

地处四川省南部的自贡市，是我国著名的“千年盐都”。据《华阳国志·蜀志》记载，自贡最早开凿的盐井始于东汉时期。明代大公井所产的盐因质量高而成为贡品，该盐井也被称为“贡井”。在20世纪上半叶现代机器引入和普及以前，盐井的手工提卤、煮卤制盐技术不断成熟和完善并达到了顶点。

关于自贡的盐井，最吸引人的还是凿井、取卤、煮盐等生产技术。早在东汉时，临邛的火井已深达138米。钻井技术在北宋庆历年取得重大突破，当时发明了一种“卓筒井”，开始用顿钻凿井。此后凿井技术不断完善，形成了一整套包括定井位、开井口、下石圈、凿大口、下木柱、凿小眼等的完整工艺。19世纪30年代，自贡开凿出的燊海井成为了世界上第一口超过千米的深井。除凿井外，盐工们还要在井口搭建用成百上千条杉木捆扎、高达数十米甚至上百米的“天车”井架，用来淘井、修井和提取卤水。提取卤水使用了安装有单向阀门的竹制或金属制汲卤筒，通过竹笕输送到提卤站，最后到煮盐

作坊制盐。煮卤制盐主要用天然气，来源于卤水与天然气共生的盐井内。自贡的盐井，成为我国开采深层岩盐的标志和率先进行天然气田工业性开采的象征。

自贡盐井采卤制盐各个工序所运用的科学技术，以及各种工具、装置的发明和制造，无不体现出我国劳动人民的聪明才智。

不仅如此，自贡的采卤煮盐还形成了专业分工并带动了相关行业的发展，如锻造业、输卤输气业，乃至运输业和商业等，而自贡本身也因为产盐而发展为一座历史文化名城。



图1-35 糯海井

盐与化肥

农作物正常的生长发育和开花结果，除了需要一定的光照、水分、空气和温度条件外，还需要从外界吸收各种养料。这些养料，有些是来自于自然界的一些物质，例如土壤中的矿物质、动物的粪便、草木灰等；有些则是一些人工合成的盐，它们能为农作物的生长提供养料，被称为化学肥料。化学肥料 (chemical fertilizer) 简称化肥，是用矿物、空气、水等做原料，经过化学加工精制而成的肥料。化肥主要包括含有氮元素的氮肥、含有磷元素的磷肥、含有钾元素的钾肥、含两种或两种以上主要营养元素的复合肥料等。



分析下列化肥的组成，你认为它们各属于哪一类肥料？用线条将它们连起来。



氮肥

磷肥

钾肥

复合肥料



图1-36 盐和化肥



氮肥含有组成叶绿素的重要元素，能促使农作物的茎叶生长茂盛。工业上常用酸与氨气 (NH_3) 反应制氮肥(铵盐)：



盐的组成中，所含的阳离子不一定都是金属离子，也可以是由多种元素组成的复杂阳离子(带电原子团)，如 NH_4^+ 。

人的尿液里有从体内排出的含氮有机物，如尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$]，它们在微生物的作用下会转变为铵盐或氨气。

磷肥能促进农作物根系发达，增强吸收养分和抗寒抗旱能力，促进作物穗数增多、籽粒饱满。常见的磷肥有过磷酸钙 [CaSO_4 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 的混合物]。

钾肥能促使农作物生长旺盛，茎秆粗壮，增强抗病虫害能力，促进糖和淀粉的生成。常见的钾肥有硫酸钾 (K_2SO_4)、氯化钾 (KCl) 和草木灰 (主要成分为 K_2CO_3)。

虽然化肥有助于植物生长，但长期使用化肥往往会使土壤板结，破坏土壤结构，因此通常需要施一些农家肥料(有机肥)。农家肥料中含有大量有机物和多种营养元素(如微量元素硼、锌、铜、锰、钼等)，有利于改良土壤结构，提高土壤肥力。



图1-37 常见的农肥



收集几种化学肥料的资料，讨论它们的性质和作用。



波尔多液的配制

农药大致可分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂、灭鼠剂、植物生长调节剂等。化学农药根据它们的成分可分为无机农药(如砷制剂、氟制剂、铜制剂等)和有机农药(如有机氯剂、有机磷剂、有机硫剂等)。波尔多液是无机铜素杀菌剂，是硫酸铜、氢氧化铜和氢氧化钙的碱式复盐。由法国人 A·米亚尔代于波尔多城发现其杀菌作用，因此得名。

我们可在家中配制出波尔多液：收集少量胆矾和生石灰。在一个容器里

(不要用铁制容器)加入约1克胆矾,再加水约90毫升,制成硫酸铜溶液;在另一容器里加入约1克生石灰,再加少量水,生石灰遇水反应变成熟石灰,再加水到10毫升,配成石灰乳。将硫酸铜溶液慢慢倒入石灰乳中,同时用玻璃棒不断搅拌,即成波尔多液。



碱和盐的性质



目标

- 用已学的碱的一些共性知识,指导对氢氧化钙化学性质的探究。
- 通过实验认识常见盐的一些性质。
- 学习含 SO_4^{2-} 或含 Cl^- 化合物的检验方法。
- 巩固试管和滴管的操作方法。

器材

试管,胶头滴管,玻璃棒,多孔瓷板,澄清石灰水,石蕊试液,酚酞试液,稀硫酸,稀盐酸,稀硝酸,硫酸铜溶液,氯化铁溶液,氯化钠溶液,氯化钡溶液,硝酸银溶液,碳酸钠溶液,蒸馏水,CO₂发生装置,导管,橡皮管。

过程

- 根据已学的碱的一些共性知识,设计探究氢氧化钙化学性质的实验方案(用操作示意图表示),并进行操作,填写相应的实验报告。

- 认识盐的一些性质。

(1)取3支试管,分别倒入稀硫酸、硫酸铜溶液、碳酸钠溶液。在这3支试管中分别滴加少量氯化钡溶液,观察到的现象是_____。再往这3支试管里各滴入几滴稀硝酸,振荡后观察到的现象是_____。
_____。



(2) 取3支试管，分别倒入稀盐酸、氯化钠溶液、碳酸钠溶液，在这3支试管中分别滴加几滴硝酸银溶液，观察到的现象是_____。再往这3支试管中各滴入几滴稀硝酸，振荡后观察到的现象是_____。

讨论

- 检验一种溶液是否呈碱性，可以用哪些方法？你认为哪种方法最简便？
- 我们知道可用氯化钡溶液检验稀硫酸，可用硝酸银溶液检验稀盐酸，为什么在本实验中，还可用这两种溶液分别检验含 SO_4^{2-} 和 Cl^- 的化合物？



阅读

明 矜 石

明矾石(alunite)是重要的化工原料，可用于制取明矾、硫酸铝、硫酸钾等。明矾的化学式是 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ （含有两种阳离子的盐称为复盐），硫酸铝的化学式是 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，硫酸钾的化学式是 K_2SO_4 ，它们都属于盐类。明矾石 $[\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ 属于矿物，白色（天然的因含杂质而带浅灰、浅黄等色），有玻璃光泽，难溶于水。浙江省明矾石探明储量占全国50%以上，尤以温州市苍南县矾山为最多，明矾石储量约达1.67亿吨，含纯明矾石45.4%~47.71%，是至今探明的世界上最大的明矾石矿。



- 硝酸钾是重要的盐，化学式为 KNO_3 。硝酸钾是我国古代劳动人民发明的黑火药的重要组成成分（“一硝二硫三木炭”的硝就是指硝酸钾）。硝酸钾还是一种重要的肥料，既是钾肥，又是氮肥。你知道硝酸钾是由哪种酸与哪种碱发生反应后获得的？
- 有3瓶无色溶液：硝酸银溶液、碳酸钠溶液和氯化钙溶液，试用一种试剂把它们区别开来，设计实验方案并完成实验。
- 以下各类盐中，除钾盐、钠盐、铵盐能溶于水外，其余大都不溶于水的盐是（ ）。

①磷酸盐 ②碳酸盐 ③硝酸盐 ④硫酸盐 ⑤盐酸盐

- A. ①② B. ②④ C. ①③ D. ①⑤

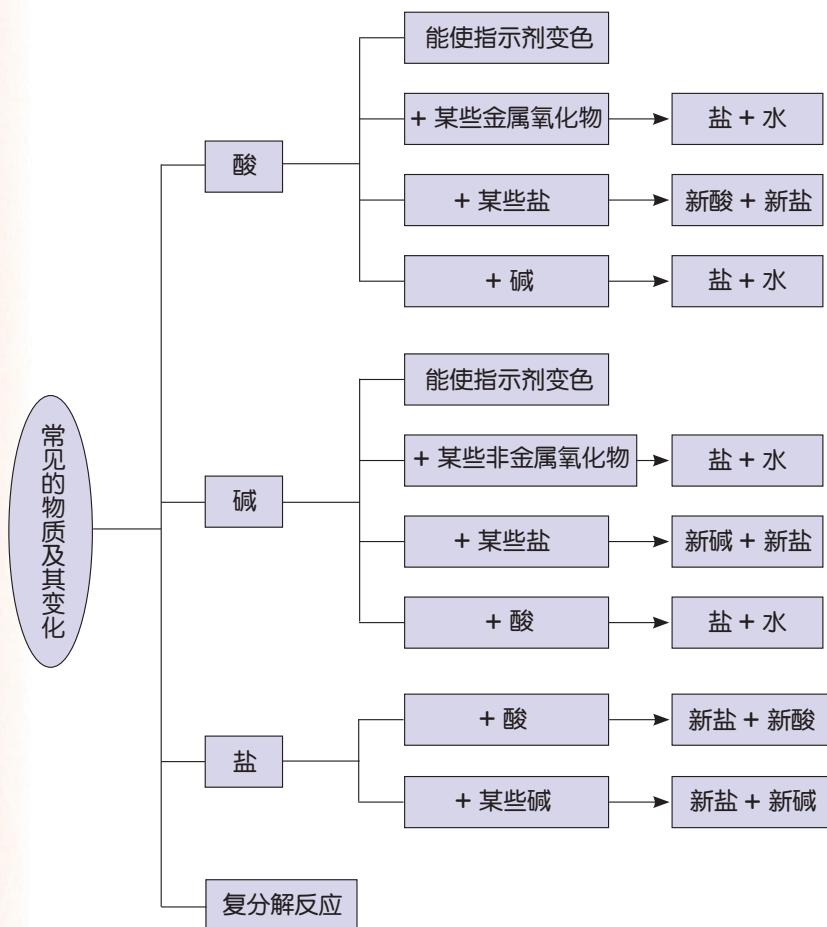
在鉴别物质时，绝对不能用嘴尝任何化学药品。

4. 因为缺乏科学知识，有人误把被称为“工业用盐”的亚硝酸钠（化学式为 NaNO_2 ）当做食盐放进食物。亚硝酸钠对人来说是剧毒的，食用后易造成严重的中毒事件。根据亚硝酸钠的化学式，你能否确定它的什么组成成分（用化学式表示）是有毒的？试设计一个实验鉴别食盐和亚硝酸钠。



1. 人们可以通过观察、实验等方法认识物质的变化和变化的规律，并利用物质变化的规律造福人类。
2. 酸碱指示剂能显示溶液的酸碱性，如紫色石蕊试液在酸性溶液中呈红色，在碱性溶液中呈蓝色。 pH 是反映物质酸碱性强弱的指标。
3. 酸有一些共性，如能使指示剂变色、能与某些金属氧化物反应、能与碱反应、能与一些盐反应、能与一些金属反应等。浓硫酸除具有酸的共性外，还有吸水、脱水等特性。浓盐酸、浓硝酸均具有挥发性。
4. 碱也有一些共性，如能使指示剂变色、能与某些非金属氧化物反应、能与酸反应、能与某些盐反应等。
5. 常用的酸和碱中，浓硫酸、浓硝酸、氢氧化钠、氢氧化钙等都具有很强的腐蚀性，使用时要注意安全。
6. 两种化合物（反应物）相互反应，分子中的阴阳离子互相交换，生成新化合物（生成物）的反应叫复分解反应。酸与碱之间发生的反应，是复分解反应的一种，通过指示剂能显示这类反应是否完全。
7. 盐是由金属阳离子（包括铵根）和酸根阴离子构成的。含有营养元素氮、磷、钾等元素的盐称为化学肥料。

8. 本章知识结构图：



第2章

物质转化与材料利用



材料是人类生产和生活的重要物质基础。

随着人们对物质及其转化规律的认识不断加深，各种物质的用途和新型材料不断被发现。金属材料、有机合成材料以及新型材料的应用和发展，极大地促进了人类文明的进步。

你知道科学家是如何研制新材料的吗？各类物质的转化规律对材料的发现和利用有什么指导作用？



第1节 金属材料

金属具有多种性质，根据这些性质，我们可以制造出各种材料。金属材料在日常生活用品、房屋建筑、交通工具以及工农业生产中都有广泛的用途。

金属与非金属

金属可以拉成细丝，做成导线用于导电；金属很容易根据外观来辨认。金属还具有哪些不同于其他物质的性质呢？



下面是一些常见的金属和非金属的样品，请仔细观察和记录这些样品的外观，想想它们之间有什么不同。



图2-1 金属和非金属

金属都有特殊的光泽。大多数金属的颜色为银白色或灰色，但金(Au)呈金黄色，铜(Cu)为紫红色。除汞(俗称水银)外，所有金属在室温下都是固体。

大多数非金属没有光泽，外表暗淡。在常温下，大多数非金属元素所组成的单质是气体，也有一些是固体，溴(Br₂)是唯一的在常温下呈液态的非金属单质。固体非金属较脆，用锤子敲击时，它们中的大多数很容易碎裂甚至变成粉末。



现有一种单质，要分辨它是金属还是非金属，你可以用到哪些方法？



金属具有良好的导电性、导热性和延展性，而非金属的导电、导热性能和延展性均较差。

金属的用途非常广泛，不同的金属有不同的用途。人们常根据金属的一般属性和每种金属的独特性质来选择使用金属。为了研究金属的性质，推测某些金属的用途，或根据应用的需要去寻找具有某种特性的金属，我们常常需要建立常见金属的性质和用途的关系。



活动

1. 根据常见金属的一些物理性质，我们可以推测出它的用途。

有金属光泽——可以用来做装饰品。

熔点高，不易熔化——_____。

比较硬——_____。

有延展性——_____。

有导电性——_____。

有导热性——_____。

2. 我们可以设计一些实验方案，或通过调查来分析金属的物理性质，证实它们有哪些用途。

举例分析常见的金属有哪些物理性质，以及分别有什么用途，将你的分析结果填入表 2-1 中。

表 2-1 记录表

金属名称	主要物理性质	用 途

3. 把分析结果与同学交流，看谁获得了更丰富的证据和更准确的结论。



思考与讨论

1. 银是最佳的导热体，为什么银不宜用来制造煮食器皿？试说出 2 种原因。

2. 为什么装食品的罐头一般用镀锡的铁制造，而不用纯锡制造？

常见金属材料

我们可以发现，日常生活中有许多物品是由金属材料制成的。



图2-2 合金钢



图2-3 金和铜的合金——18K金

把一种金属跟其他一种或几种金属（或非金属）一起熔合而成的具有金属特性的物质，就称为合金（alloy）。合金往往比纯金属具有更好的性能。

钢是一种由铁与少量碳等物质形成的合金，质地坚硬，有弹性和延展性，机械性能好，可用来制作坚硬的汽车车身及刀具、量具和模具等，是最常见、应用较广的一种合金材料。

大多数的金属材料实际上是合金，你知道这是为什么吗？

使金属材料变成很小很小（纳米级）的粒子，就会形成纳米粒子。这时，金属的性质就会发生变化，甚至与原来的性质完全不同。



- 现代建筑物的门窗广泛使用铝合金，你能说说为什么不用纯铁或纯铝吗？
- 有些同学的牙齿排列不整齐，你知道医学上是采用什么办法进行牙齿矫正的吗？



记忆合金

一些特定成分的合金（如镍钛合金），在外力作用下会发生变形，当把外力去掉后，在一定的温度条件下，能恢复原来的形状。这种合金具有百万次以上的恢复功能，人们形象地称之为“记忆合金”。

记忆合金在航空、军事、工业、农业、医疗等领域有着重要的用途，从而使得金属的应用又向前跨进了一步。例如，在做牙齿矫形时，人们就是利用记忆合金在一定温度下做成矫形弓丝，矫形弓丝为了恢复原来的形状，便对牙齿施力，于是牙齿在记忆合金的作用下变得整齐。



好看。而用记忆合金制作的眼镜架，如图 2-4 所示，则具有良好的弹性、强度和抗拉性能。



图2-4 用形状记忆合金制作的镜架

金属的污染和回收利用

你知道每年被废弃的金属有多少吗？当看到人们随意抛弃盛饮料的铝罐时，你有何感想？



图2-5 大量的工业垃圾



图2-6 从饮料罐中回收金属铝

目前，我国大多数垃圾均运到填埋区处理。像铅、镉等有毒的金属被腐蚀后会溶于水中形成金属离子，污染土壤和地下水源。在潮湿的空气中，金属的氧化和锈蚀也会污染土壤，危害生态环境。



图2-7 垃圾发电厂在处理固体垃圾的同时发电



科学·技术·
社会·环境

重金属污染

重金属污染是指由重金属或其化合物造成的环境污染，主要由采矿、废气排放、污水灌溉和使用重金属制品等人为因素所致。

重金属污染主要来源于工业污染，其次是交通污染和生活垃圾污染。工业污染大多通过废渣、废水、废气排入环境，并在人体和动植物体内富集，从而对环境和人的健康造成很大的危害。例如，当汞进入人体后，会直接沉入肝脏，对大脑、神经、视力的破坏极大；镉可在人体的肾脏中积蓄，引

起泌尿系统的功能变化；铅一旦进入人体就很难排除，能直接伤害人的脑细胞，特别是胎儿的神经系统，可造成先天智力低下……

为了有效地防治重金属污染，2011年4月初，国务院正式批复首个“十二五”专项规划——《重金属污染综合防治“十二五”规划》，力求控制汞、铬、镉、铅和类金属砷等5种重金属污染物的排放。

思考与讨论

金属污染可能引发哪些问题？我国是如何解决这些问题的？

工业越发达，金属废弃量就越大。废金属堆存，不仅浪费资源，侵占土地，而且污染环境，因此世界各国都很重视它的循环再生。基本上所有金属都可循环再生，而普遍回收的金属包括：铝、铅、铁、铜、锡、锌、银和金等。

我们可用巨型的电磁铁把废铁从垃圾中分离出来（如图2-10），也可以从工业金属废料中回收其他金属。例如，铝的循环再造技术较简单，只需把铝罐加热熔化后，便可以制成新的用品。



图2-8 分类收集垃圾

你有将生活垃圾进行分类的习惯吗？



图2-9 从废置车辆的车身回收铁



图2-10 巨型电磁铁可把铁从垃圾中分离出来

练习

- 以铜、铁、铝等常见金属为例，总结金属的物理性质。把你总结的结果与班上的同学交流，看一看你们有哪些相同或不同。
- 收集有关“弃置金属所带来的环境问题”的资料，撰写一篇约300字的简短报告。



第2节 金属的化学性质

在利用某种金属材料时，人们往往要考虑这种材料的化学性质。那么，我们常用的金属有哪些重要的化学性质？这些性质是怎样为人类所利用的？

金属与氧气的反应

在元素周期表中，除汞外，金属元素的中文名称都带有金字旁。



1. 在下列金属单质中，用红笔圈出你知道名称的金属，用蓝笔圈出你用过其制品的金属。

2. 把你所知道的金属的化学性质与同学进行交流，看看哪些是你所不了解的。

锂Li	钠Na	镁Mg	铝Al	钾K	钙Ca	钛Ti
铬Cr	锰Mn	铁Fe	镍Ni	铜Cu	锌Zn	铯Cs
钡Ba	钨W	钯Pd	银Ag	锡Sn	镭Ra	铱Ir
铂Pt	金Au	汞Hg	铊Tl	铅Pb	铋Bi	铀U

图2-11 部分金属元素

金属与其他物质发生反应时，会生成新的物质，表现出金属的化学性质。



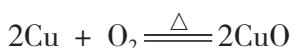
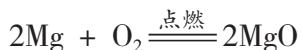
将1根镁带、1根铜丝同时在酒精灯的外焰上加热，如图2-12所示，哪根金属会在空气中燃烧？

_____。不燃烧的那根金属冷却后表面的颜色发生了什么变化？_____。



图2-12 金属与氧气反应实验

有些金属能在氧气中燃烧，有些金属不能燃烧，但能生成氧化物。



金属铁在潮湿的空气中会被氧气所氧化而生锈（铁锈的主要成分是 Fe_2O_3 ）。

金属铝的表面易生成一层致密的氧化铝保护膜，它能阻止金属铝继续被空气氧化。在我们的身边有许多的铝制品，如饮料罐、铝锅、餐具等，如图 2-13 所示。



图2-13 铝制容器

金属与酸的反应

铝制容器不能盛放酸性或碱性物质，因为酸性或碱性物质会破坏铝的氧化膜，进而腐蚀金属铝。



将铝片放入盛有稀盐酸的试管中，观察并记录现象：

_____。

洗涤铝制容器时，不能用钢丝球擦洗，以免破坏氧化膜。



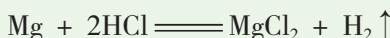
是否所有的金属都会被酸腐蚀？



活动

1. 取少量镁条、锌粒、铜片分别放入盛有稀盐酸的3支试管中，观察实验现象：_____。

反应的化学方程式为：



2. 用拇指按住盛有锌粒和稀盐酸的试管口，将燃着的火柴接近试管口，松开拇指发现 _____，此气体应是 _____。

3. 取少量镁条、锌粒、铜片分别放入盛有稀硫酸的3支试管中，观察实验现象：_____。

检验产生的气体。

反应的化学方程式为：



镁、锌、铜中，不与稀盐酸、稀硫酸发生反应的是 _____。

实验室中
常用金属锌与
稀硫酸反应来
制取氢气。



思考与讨论

上述反应与前面学过的化合、分解、复分解反应有什么不同？

像这类由一种单质跟一种化合物发生反应生成另一种单质和另一种化合物的反应叫做置换反应 (displacement reaction)。

金属的活动性顺序

有些金属化学性质稳定，而有些金属化学性质活泼，我们可以用金属的化学活动性顺序来表示。



探究

比较铁与铜、铜与银的化学活动性

我们知道，有些金属能与酸反应，有些金属不能与酸反应。如果把一种金属浸入另一种金属的盐的溶液中，相互之间能发生反应吗？让我们一起探寻它们的反应规律。

提供的实验药品：铜丝、铁丝、 FeSO_4 溶液、 CuSO_4 溶液、 AgNO_3 溶液。

1. 提出问题，建立假设：

根据研究的内容及已有的知识，我们假设：一种活动性较强的金属能把另一种活动性较弱的金属从它的盐的水溶液中置换出来。

2. 设计实验方案:

(1) 铁和铜的活动性比较: 在盛有硫酸铜溶液的试管里浸入一段洁净的(经过除油、除锈处理)铁丝, 过一会儿取出, 如图 2-14 所示。你也可以有其他的实验方案, 与同学进行交流。

(2) 铜和银的活动性比较: 根据实验室提供的药品设计可行的方案, 与同学进行交流。

3. 实验过程:

根据你设计的方案进行实验, 画出装置图, 记录观察到的现象, 写出发生反应的化学方程式。

实验现象:

(1) _____。



图 2-14 铁与硫酸铜溶液反应

相应的化学方程式: _____。

(2) _____。

相应的化学方程式: _____。

4. 得出结论并交流:

根据以上实验事实, 铁与铜、铜与银的化学活动性是 _____。



思考与讨论

1. 设计实验比较镁、锌、铜的活动性, 并从强到弱列出镁、锌、铜的活动性顺序。

2. 如果把氢也列入其中, 应如何排列?

经过许多实验, 人们总结出一些常见金属的金属活动性顺序 (metal activity series) 如下:

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

金属活动性由强逐渐减弱

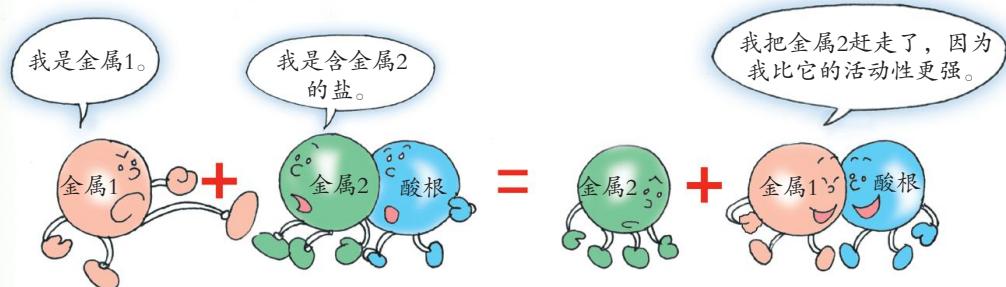


图 2-15 置换反应示意图

按金属活动性顺序，一种活动性较强的金属能把另一种活动性较弱的金属从它的盐的水溶液中置换出来，排在氢前面的金属可以把酸里的氢置换出来。这些反应都是置换反应。

思考与讨论

金属活动性顺序说明金属具有怎样的化学性质？它对置换反应的发生有何意义？

湿法炼铜技术是我国古代劳动人民发明的，我国是世界上最早使用湿法炼铜的国家。其原理是：先用硫酸将铜矿中的铜转变成可溶性的硫酸铜，再将铁放入硫酸铜溶液中把铜置换出来，如图 2-16 所示。



图2-16 湿法炼铜

思考与讨论

- 根据金属活动性顺序表判断能否用锡壶装酸性物质，并说出理由。
- 能否用铁制的容器配制浸种用的波尔多液（含硫酸铜）？为什么？

阅读

化学反应中的电子转移

把金属锌放入硫酸铜溶液中，可发现银白色的金属锌表面镀上了一层紫红色的铜。为什么铜离子会从溶液中析出变成金属铜，而金属锌则变成锌离子进入溶液？在以上化学反应中，金属锌失去电子（电子用 e^- 表示）变成锌离子进入溶液，而铜离子得到电子变成了金属铜。上述反应的过程实际上是电子转移的过程，可以表示为：



在这个实验中，金属锌失电子的能力比铜强，或者说铜离子得电子的能力比锌离子强，反应就发生了。因此，金属活动性顺序表在某种意义上也表示了金属得失电子能力的强弱。

防止金属腐蚀的常用方法

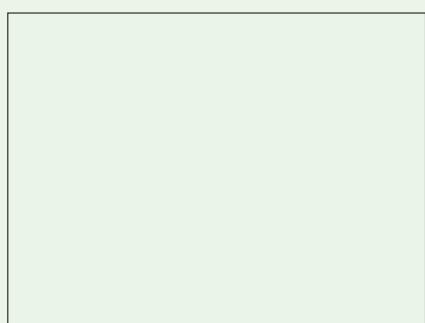
金属材料，特别是钢铁，日久之后表面往往会失去光泽，产生锈蚀现象，以致强度降低，不能继续使用。据统计，每年由于锈蚀而直接损失的钢铁材料约占年产钢铁量的四分之一。

金属为什么会锈蚀？产生锈蚀的条件有哪些？



实验室提供如下材料：带塞子的试管若干支、普通铁片（或铁钉）、蒸馏水、干燥剂（生石灰）。

1. 根据上述材料，小组里的同学一起设计实验方案：
_____。
_____。
2. 画出实验装置图。
3. 按实验方案进行实验，得出金属锈蚀的条件：
_____。
_____。
4. 取一块纯铁片，按上述锈蚀条件进行实验，它生锈了吗？为什么？
_____。



由此可见，金属的锈蚀既与周围环境里水、空气等物质的作用有关，也与金属内部的结构有关。根据金属锈蚀的条件，人们采取了一系列措施以防止金属生锈，如图 2-17 所示。

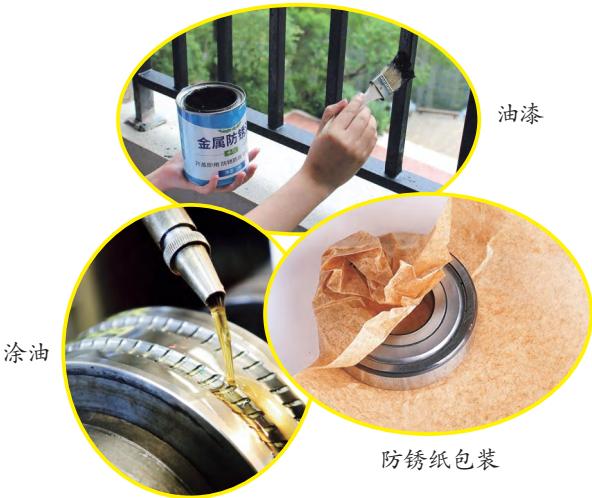


图2-17 金属防锈蚀的常用方法



思考与讨论

1. 根据金属锈蚀的条件，讨论金属防锈蚀的常用方法。
2. 调查生活中常用的金属防锈蚀的措施。你还知道哪些金属防锈蚀的措施？



- 设计实验除去杂质: ①铜粉中含有的少量铁粉; ② FeCl_2 溶液中含有的少量 CuCl_2 。
- 调查化工颜料商店出售的涂料添加剂“银粉”是什么金属, 通过实验做出初步分析和判断, 并提交调查分析报告。
- 已知排在金属活动性顺序表最前几位的活泼金属能与水反应生成碱和氢气。请写出下列反应的化学方程式, 并推测可能产生的实验现象。
 - 把 1 块绿豆大的金属钠放入 1 小杯滴有酚酞的水中。
 - 把 1 块绿豆大的金属钾放入 1 小杯硫酸铜溶液中。

该实验反应剧烈, 实验操作时要小心, 避免沾到溅起的液体。



第3节 有机物和有机合成材料

自然界中的物质有数千万种, 这些物质都是由 100 多种元素的原子以不同的方式排列组合形成的。除了我们前面研究的无机物以外, 还有一个化合物的大家族——有机物。有机物有什么特点? 常用的有机合成材料又有哪些呢?

简单的有机物

自然界中的一些无机物, 如氢气、水、二氧化碳、一氧化碳、氮气等, 在一定条件下, 经过阳光的照射和雷电作用, 会合成简单的有机物, 如甲烷 (CH_4)、甲胺 (CH_3NH_2)、尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] 等。

从物质组成看, 有机物是一类含碳化合物(碳的氧化物、碳酸、碳酸盐等除外), 大多含有 C、H、O、N 等元素。有了有机物才有生命。

我们经常看到池塘里冒出小气泡, 这些从池塘底部冒出的小气泡俗称沼气, 其主要成分就是有机物甲烷。稻草及动物粪便经过发酵也会产生大量的沼气, 农村里常用作燃料供热。一些城市家庭中使用的管道天然气, 其主要成分也是甲烷。甲烷分子是由 1 个碳原子和 4 个氢原子构成的, 如图 2-18 所示。

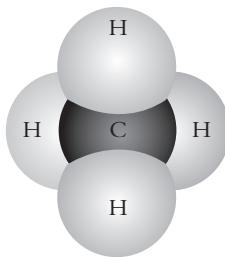


图2-18 甲烷的正四面体模型



图2-19 天然气的开采



思考与讨论

根据你所了解的沼气及它的用途，你能推测沼气的化学性质吗？



活动

点燃甲烷气体，在火焰上方罩一个内壁蘸有澄清石灰水的烧杯，如图2-20所示，观察实验现象：

_____。
反应的化学方程式为： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



由于甲烷气体与空气混合点燃时，易发生爆炸，故点燃甲烷前要检验甲烷气体的纯度。点燃时要小心操作。

图2-20 甲烷气体的燃烧实验

除了甲烷气体外，打火机内液体的主要成分丁烷也是一种简单的有机物，其化学式为 C_4H_{10} （家用液化气的主要成分是丁烷，气态的丁烷经压缩后变成液态，灌装在容器中贮存，使用时经减压，使液态丁烷汽化）。

乙炔气体 C_2H_2 也是一种简单的有机物。它在氧气中燃烧可产生 3000°C 以上的高温，生产中可利用这个反应进行金属的焊接和切割，如图2-21所示。

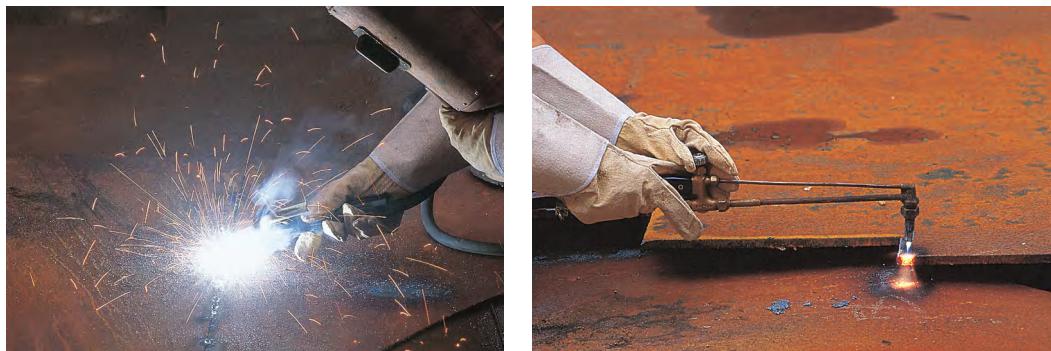


图2-21 用氧炔焰焊接和切割金属

思考与讨论

你能写出丁烷气体和乙炔气体在氧气中燃烧的化学方程式吗？

有机物有许多特性，这些特性常被人们应用到日常生活和生产之中。例如，当我们的衣服沾上了油渍时常用汽油来清洗、用高度白酒泡制各种药酒等，就是利用这些有机物（汽油和酒精）是很好的溶剂这一特性。

由于大部分有机物易挥发，易燃烧，保存时一定要密封，做实验时一定要远离明火，防止着火或爆炸。



图2-22 常见有机物的用途

生物体中的有机物

有机物是生物体各组织的主要成分。人体的生长发育和体内各组织的新陈代谢，都需要各种有机物的参与。糖类、蛋白质、脂肪等都是人体内基本的有机物。

一些食物，如面条、面包、米饭等主要含有糖类物质，这些糖类在人体内水解后会生成葡萄糖。葡萄糖是生命活动中不可缺少的重要物质，也是生命活动所需能量的主要来源。

蛋白质是构成生命体的基本物质。为什么鸡肉、大豆、鱼肉富有营养？因为它们的主要成分都是蛋白质。蛋白质是细胞结构里最复杂多变的一类大分子。



活动

1. 剪取指甲、头发或羊毛放在火焰上灼烧，能闻到 _____ 气味，同时看到 _____。
2. 点燃棉花纤维，能闻到 _____ 气味。

活动 1 中闻到的气味就是一种有机物——蛋白质燃烧的结果。

脂肪不溶于水，但可溶于有机溶剂。脂肪是生命体重要的营养物质，主要起到贮存能量的作用。

人每天摄取的食物，大部分都是有机物。这些有机物在生命活动中经过消化吸收、贮存、转化、消耗等过程不断地变化着，实现各种物质的转化和能量的转移。

自然界物质循环的基本途径是：自然界中各种无机物通过被植物吸收，从自然环境进入生物圈，变成有机物；各种有机物再通过生物之间的食物关系进行转移；生物体通过呼吸作用将有机物转化为无机物，通过生物的排泄和尸体的分解使有机物变成无机物回到自然环境中去。

自然界中的有机物和无机物就是这样通过生物的生命活动不断地变化和相互转化着的。

有机合成材料

有机合成材料的主要成分是用人工合成的方法制得的高分子化合物，通常有合成塑料、合成纤维和合成橡胶等。

最早的塑料叫赛璐珞，是在 100 多年前出现的，它是由硝化纤维、酒精、樟脑等原料制成的。随着塑料工业的发展，聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等材料相继出现，各种塑料制品也应运而生。现在，丰富多彩的塑料制品已遍布在工农业生产和日常生活的各个方面，我们的生活已离不开塑料制品。



下图中所列的塑料制品，它们各有什么特点？



图2-23 各种塑料制品

塑料具有可塑性，如果把它加热到一定的温度，就能熔化成黏稠状的液体，趁热把它注入不同的模具里，冷却后就会形成各种形状的制品。



图2-24 厨房中的物品

思考与讨论

你家厨房里除了用塑料制成的物品以外，还剩下什么？

塑料制品一般具有良好的性能，容易加工，轻便实用，有的还有特殊的功能，因此逐渐取代了其他材料（如金属、玻璃和纸等），用途非常广泛，如图 2-25 所示。



容易塑造成各种形状



不易与化学物质发生反应



柔韧度较高

图2-25 塑料的良好性能

合成纤维是以石油化工产品等为主要原料人工合成制得的。不同品种的合成纤维具有各自独特的性能，例如：聚酰胺纤维（锦纶）的耐磨性，聚酯纤维（涤纶）（如图 2-26）的挺括耐摺性，聚丙烯腈纤维（腈纶）（如图 2-27）的保暖性和良好手感。



图2-26 聚酯纤维（涤纶）



图2-27 聚丙烯腈纤维（腈纶）



合成纤维因其具有特殊性能，被广泛用于制造航天器、飞机、火箭、导弹的绝缘材料、特殊防护材料、增强材料以及人造心脏瓣膜（如图 2-28）、外科缝线等。



人造心脏瓣膜（机械瓣）与人体的结合部分由合成纤维制成，能最大限度减小对人体组织的伤害。机械瓣在人体内有较好的耐久性，寿命可达几十年。

图2-28 人造心脏瓣膜与人体的结合部由合成纤维制成

合成橡胶是以煤、石油、天然气为主要原料人工合成的高弹性聚合物，具有高弹性、绝缘性、气密性、耐油、耐高温或低温等性能，因而广泛应用于工农业、国防、交通及日常生活中，如图 2-29 和图 2-30 所示。



图2-29 橡胶止水带



图2-30 合成橡胶轮胎

有机合成材料在给人们的生产、生活带来便利的同时，也对环境造成了影响。例如，有些塑料的结构稳定，不易分解，因此这些废弃塑料制品会带来严重的环境污染问题。



“白色污染”
主要指什么?

图2-31 塑料垃圾造成的污染



练习

1. 下列哪些物质的主要成分是有机物?
木炭 酒精 氯仿 醋酸 碳酸钠 蛋白质 汽油 蛋清 橡胶 塑料袋 头发
2. 请你查一查家里的哪些物质是由有机物组成的。
3. 氯仿、水、酒精、汽油、盐水中，哪些物质能溶解脂肪？
4. 调查当地常见的塑料废弃物的种类和危害，提出合理的治理建议。
5. 将沸水直接灌入空矿泉水瓶中，其结果会如何？为什么？

第4节 物质的分类

自然界中物质的种类繁多，性质各异，为了更好地研究和识别它们，人们常要对它们分门别类。

物质分类的方法

物质分类的方法很多，但不管你采用什么方法来给物质分类，都需要仔细观察和研究，了解这些物质的基本性质。



活动

观察图 2-32 中的物质，并按它们的颜色和状态进行分类。



当我们研究某一物质的性质时，通常用的是纯净物。

按颜色分类

按状态分类

请你另外设计两种分类方法，并说明分类的依据。

物质的性质、用途与其组成有密切的联系，科学家常常根据组成来给物质分类。纯净物可分为单质和化合物，单质按照性质不同又可分为金属和非金属。



图2-33 镁带——金属



图2-34 火山喷口处的硫黄——非金属

一般把由两种元素组成，其中一种是氧元素的化合物称为氧化物（oxide）。根据组成元素的不同，氧化物又分为金属氧化物和非金属氧化物。

化合物根据组成元素的不同又可分为无机化合物和有机化合物。无机化合物（inorganic compound）一般是指由碳除外的其他元素组成的化合物，如水、食盐等，也包括少数的含碳化合物，如一氧化碳、碳酸盐等。有机化合物（organic compound）主要是指含碳的化合物（碳的氧化物、碳酸和碳酸盐除外）。有机化合物有许多种类，它们都具有相似的化学特性，如在空气中燃烧生成水和二氧化碳，不完全燃烧时会有黑色的炭产生。



如图 2-35 所示，7 只烧杯中分别装有蔗糖、食盐、冰醋酸、无水硫酸铜粉末、色拉油、高锰酸钾、碳酸钠溶液中的某一种物质，你能用实验方法区分出 7 只烧杯中所装的物质各是什么吗？你能将这些物质按照有机化合物和无机化合物进行归类吗？

未知物可能有毒、有腐蚀性，因此不要用手去抓，不要把鼻孔凑到容器口去闻气味，不得尝味道。

设计实验方案并绘制实验记录表格。

动手试一试，将实验结果记录在表格中。

现在，你知道每只烧杯中都装了什么物质了吗？请与同学们交流。



图2-35 区分7种物质

根据已知物质和未知物质的特性，如状态、颜色、气味、溶解性、可燃性等，运用实验的方法，通过对比也可以对物质分门别类。



无机化合物和有机化合物在组成上最大的不同点是什么？



常见物质的分类

根据物质的不同组成，可将常见的物质进行科学分类。

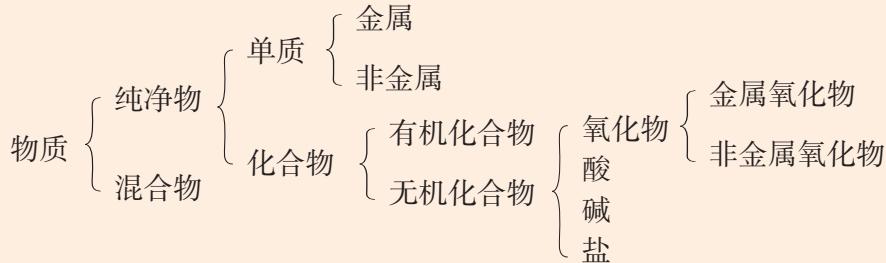


图2-36 物质分类图

根据上述物质分类图，对镁、硫、氧气、氧化镁、二氧化硫、氢氧化钙、氯化钠、高锰酸钾等8种物质进行分类，并把它们填入表2-2中。

表2-2 分类表

类别	名称	类别	名称
金属		酸	
非金属		碱	
金属氧化物		盐	
非金属氧化物			

学习物质的分类，有助于我们进一步研究不同种类的物质在一定条件下的相互转化。



1. 在横线上写出物质(主要成分)的化学式，在括号里标明物质的类别(金属、非金属、金属氧化物、非金属氧化物、酸、碱、盐)。

氯气 _____ () 生石灰 _____ ()

硫酸铝 _____ () 钡 _____ ()

干冰 _____ () 熟石灰 _____ ()

磷酸 _____ () 烧碱 _____ ()

碳酸钙 _____ () 氧化钠 _____ ()

2. 归纳总结物质分类的几种方法。

第5节 物质的转化

科学家常利用物质与物质之间的反应，制造出许多新的物质，使物质世界更加丰富多彩。那么，哪些种类的物质之间可以发生化学反应？物质之间的反应遵循怎样的规律呢？

非金属及其化合物之间的转化



活动

1. 硫黄的燃烧实验。

(1) 取一药匙硫黄，观察其外观：_____。

(2) 将硫黄放到燃烧匙中，在酒精灯上点燃硫黄，观察现象：_____。

(3) 把燃烧着的硫黄放进盛有氧气的集气瓶内，观察现象：

_____。

以上变化可用化学方程式表示为：
_____。

生成物二氧化硫是一种有毒、有刺激性气味的气体，不要直接排放到空气中。该实验最好在通风橱中进行。

2. CO_2 与碳酸的转化实验。

(1) 取 2 杯蒸馏水，向其中 1 杯蒸馏水中吹气或通入 CO_2 。然后，分别向 2 只烧杯中滴加几滴紫色石蕊试液，如图 2-37 所示，比较 2 只烧杯中出现的现象并说明原因。_____

_____。

(2) 从 2 只烧杯中分别取少量液体放入试管中，加热，有什么现象发生？_____。

你认为应该怎样解释所发生的变化？将上述变化用化学方程式表示出来：_____；_____。



图2-37 对比实验

以上实验表明：有的非金属可以转化为非金属氧化物，非金属氧化物又可以转化生成酸，不稳定的酸受热分解后又重新生成非金属氧化物。



思考与讨论

怎样用化学方程式表示下列物质间的转化？



_____。



金属及其化合物之间的转化



1. 取少量铁粉放在白纸上，再取一定量的硫黄与铁粉混合（铁与硫黄的质量比约为 7 : 5）。

2. 用磁铁接近混合物，如图 2-38 所示，你看到了什么现象？ _____。

3. 把混合物放进试管内，用酒精灯加热，如图 2-38 所示，此时，有什么现象发生？ _____。



图2-38 铁粉和硫黄的实验

4. 当反应后发出的光扩展至整支试管时，立即停止加热，静置，冷却。

5. 将生成物倒在白纸上，观察生成物的外观如何，再用磁铁靠近生成物，磁铁能否吸引生成物？为什么？ _____。

6. 以上变化的化学方程式为：
_____。

以上实验表明：有的金属与非金属可以发生反应，转化成化合物。



活动

在蒸发皿中放1小块生石灰，加少量水，搅拌，如图2-39所示，有什么现象发生？

_____。
以上变化的化学方程式为：_____。
_____。滴加几滴无色酚酞试液，发现试液变_____。



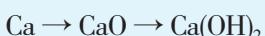
图2-39 生石灰与水反应

以上实验表明：某些金属氧化物可以与水反应生成碱。



思考与讨论

怎样用化学方程式表示下列物质间的转化？



金属的冶炼

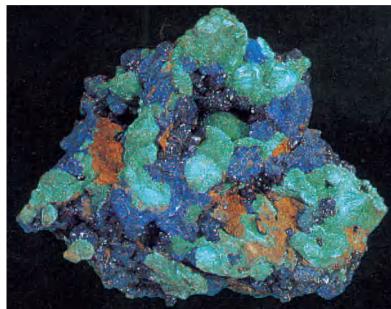
在自然界中，仅有少数金属是以游离态（即单质）的形式存在的，而大多数金属是以化合态的形式存在的。



赤铁矿



方铅矿



孔雀石

图2-40 几种矿石

金属冶炼就是要把金属从化合态变成游离态。

为了得到金属单质，常用的金属冶炼方法是让碳与金属氧化物在高温下反应，碳能夺取金属氧化物中的氧，从而得到金属单质。例如，碳与氧化铜反应后可以得到单质铜，其反应的化学方程式为：



炽热的炭能在高温条件下与二氧化碳反应，生成一氧化碳。一氧化碳也会夺取金属氧化物中的氧，产生游离态的金属单质。仍以碳与氧化铜反应为例，该过程的化学方程式为：



氢气也能将金属氧化物变成游离态金属。



活动

1. 观察氧化铜的颜色：_____。
2. 在一支试管中加入少量氧化铜，如图 2-41 所示，通入氢气，过一会儿，再给氧化铜加热，注意观察试管中的氧化铜有什么变化。
3. 反应完成后停止加热，继续通入氢气，直到试管冷却。试管中氧化铜与氢气反应的化学方程式为：
_____。

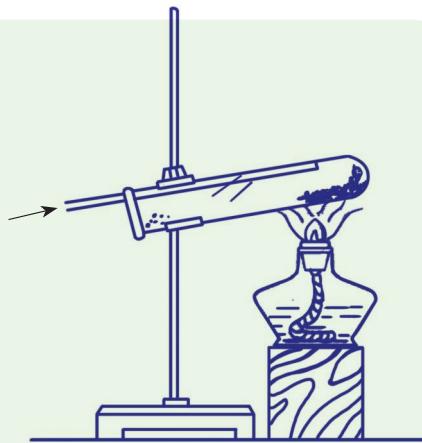


图2-41 氢气还原氧化铜



思考与讨论

1. 由氧化铜制取铜，还可用其他什么方法？
2. 为什么在氢气还原氧化铜的实验开始时，要先通氢气，后给氧化铜加热？
3. 铜在空气中加热很容易氧化变成氧化铜，在实验过程中要注意什么？

铁的使用非常广泛。由于铁的化学性质比较活泼，地壳中的铁都是以化合物（铁矿石）的形式存在的。

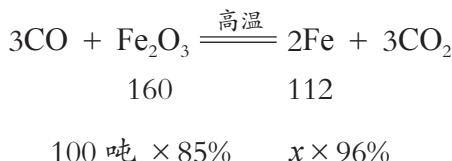
怎样从铁矿石中提炼铁呢？

在高温条件下，碳、氢等会夺取金属氧化物中的氧，使金属氧化物还原成金属单质，这种含氧化合物里的氧被夺取的反应，叫做还原反应 (reduction reaction)。碳、氢和一氧化碳等能从氧化铜、氧化铁中夺取氧的性质叫做还原性，具有还原性的物质可做还原剂。

把铁矿石冶炼成铁是一个复杂的过程，但是它的主要反应原理就是在高温下，用还原剂（主要是一氧化碳）从铁矿石里把铁还原出来。

[例题] 100 吨含 Fe_2O_3 的质量分数为 85% 的铁矿石中，可提炼出含铁的质量分数为 96% 的生铁多少吨？

解：设可提炼出含铁的质量分数为 96% 的生铁的质量为 x 。



$$160 : 112 = (100 \text{ 吨} \times 85\%) : (x \times 96\%)$$

$$x = \frac{100 \text{ 吨} \times 85\% \times 112}{160 \times 96\%} \approx 62 \text{ 吨}$$

答：提炼出的生铁质量约为 62 吨。

以上解法是根据化学方程式进行计算。本题还可以根据化学式直接求解。

解：铁矿石中含 Fe_2O_3 的质量 $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 100 \text{ 吨} \times 85\% = 85 \text{ 吨}$

因为 Fe_2O_3 中含有 Fe 的质量为 m_{Fe} ，可得

$$2\text{Fe} : \text{Fe}_2\text{O}_3 = m_{\text{Fe}} : 85 \text{ 吨}$$

$$\text{所以 } m_{\text{Fe}} = 85 \text{ 吨} \times \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 85 \text{ 吨} \times \frac{112}{160} = 59.5 \text{ 吨}$$

$$m_{\text{生铁}} = 59.5 \text{ 吨} \div 96\% \approx 62 \text{ 吨}$$

答：提炼出的生铁质量约为 62 吨。

化合物之间的相互转化

在自然界中不断发生着各种物质间的相互转化。石灰岩岩洞里的钟乳石和石笋，就是岩石中的碳酸钙经过复杂的化学反应转化而成的。这些悬挂的钟乳石（如图 2-42）、挺拔矗立的石笋（如图 2-43）和石柱（如图 2-44），争奇斗艳，景象万千。



图 2-42 钟乳石



图 2-43 石笋



图 2-44 石柱



活动

1. 将一只生鸡蛋（或螺蛳壳）放到盛有稀盐酸的容器中，如图 2-45 所示，观察实验现象：_____。

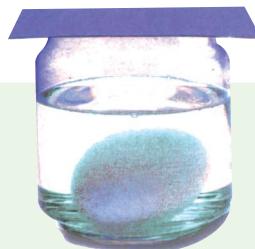


图2-45 蛋壳的变化

2. 2分钟后，将生鸡蛋从酸中取出，用水冲洗干净，蛋壳发生了什么变化？_____。

3. 将鸡蛋继续放置在稀盐酸中，10分钟后取出，用水冲洗干净，蛋壳又发生了什么变化？_____。解释上述变化的原因：_____。

研究表明：酸、碱、盐、氧化物在一定条件下能发生相互转化。



思考与讨论

- 归纳单质、氧化物、酸、碱、盐相互之间转化的规律。
- 以 Ca 为例，分析 $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ 的变化。
- 以 C 为例，分析 $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ 的变化。
- 设计制取 ZnSO_4 的 4 种方法。

通过以上分析，我们知道：制取一种盐类物质具有多种途径，我们可以选择合适的方法进行实验。



目标

物质的鉴别



- 进一步了解酸、碱、盐和氧化物的化学性质及相互间的关系。
- 能根据物质的特征反应进行物质的鉴别。
- 进一步体验科学家通过实验研究物质性质的方法。

器材

氯化钡溶液，硝酸银溶液，稀硝酸，碳酸钠溶液，紫色石蕊试液，酚酞试液，蒸馏水，试管 6 支。

过 程

1. 鉴别下表中的各对物质。

表 2-3 记录表

被检物质	所用试剂	现象与结论	有关化学方程式
稀硫酸与稀盐酸			
食盐水与稀盐酸			
烧碱溶液与石灰水			

2. 现有 4 包白色粉末，编号为 A、B、C、D，它们是硫酸铜、氯化钠、硝酸钾、氢氧化钠，请通过实验，一一加以区别。

(1) 设计实验方案：依据物质的性质特征，设计相应的实验方案，区别物质。

(2) 按实验方案进行实验，并记录实验现象。

(3) 根据实验现象，得出结论。

A 是 _____，B 是 _____，C 是 _____，D 是 _____。

(4) 写出实验过程中所发生反应的化学方程式。

讨 论

1. 以上物质的鉴别方法是否只有一种？还可以用其他方法加以鉴别吗？

2. 你的实验结果是否与其他组的同学不同？请找出原因。



1. 写出下列各步反应的化学方程式。

石灰石 → 生石灰 → 熟石灰 → 碳酸钙

2. 有 5 瓶失去标签的溶液，分别为 HCl、H₂SO₄、BaCl₂、NaOH、CuSO₄。可用任何试剂（包括酸碱试纸），请采用最简便的方法确定它们各是哪种物质，写出操作步骤、现象和结论。

3. 氢氧化镁和碳酸钙乳液可用于治疗胃酸过多症，请写出相关反应的化学方程式。

4. 说出 5 种制备氯化镁的方法。

5. 写出用空气、铜、蒸馏水、三氧化硫 4 种物质制取硫酸铜的化学方程式。

6. 用 2000 吨含 Fe₂O₃ 75% 的铁矿石，最多可以提炼出多少吨纯铁？



第6节 材料的利用与发展

新型材料的出现，大大推动了生产力的发展，促进了人类社会文明的进步。

材料与人类社会发展

人类历史上不同时代所使用的生产工具或战争中使用的武器，都记录了材料的发展过程。



图2-46 原始人打制的石器



图2-47 石斧和石箭头



图2-48 青铜制品

原始人利用石头制成了石斧、石刀、箭头、刮器（如图 2-46 和图 2-47），又用兽骨和鱼骨制成了骨针，这使他们捕获了更多的野生动物，并利用它们的毛皮保暖。随着火的使用，古代人开始创造和使用陶器，使人类文明得到了较大的发展。约四千年前，人类进入了青铜器时代，制造出了种类

繁多的青铜器（如图 2-48）和锐利无比的青铜武器。随着对炼铁技术的掌握，人们制造了犁，从而使农业生产得到了飞速的发展。人们利用黏土烧制砖瓦，又将石材用作房屋的柱子和台阶，使住宅变得富丽堂皇。大量合成材料的诞生，更使人们的生活变得越来越精彩。



图2-49 我国化合物半导体材料进入生产阶段



图2-50 光导纤维——高速公路的基础材料

随着科学技术的发展，人们有目的地改进材料的性能，使半导体材料、光纤材料（如图 2-50）、碳纤维复合材料等新型材料不断涌现，促进了通讯、计算机、航空、航天等行业迅速发展。人类社会进入了信息时代。



思考与讨论

查阅有关人类使用金属的历史资料，了解在不同时代金属使用的状况。

新 型 材 料

新型材料是指那些新出现或正在发展中的、具有优异特性和功能并能满足技术进步所需的材料。当前，最引人注目的新型材料有：光电子信息材料、先进复合材料、超级陶瓷材料、新型金属材料、新型高分子材料、超导材料等。



图2-51 以超级塑料制成的头盔
防弹、抗压、撞不破



图2-52 超级陶瓷质地坚韧，
制成的刀具削铁如泥



图2-53 超级玻璃能根据光照
的强度改变颜色

现代科技发展，促使新型材料研究日益向微观层次深入，产生了纳米材料。纳米材料是指其基本颗粒在 1~100 纳米范围内的材料。纳米材料与普通材料相比，在机械强度、磁、光、声、热等方面都有很大的不同。例如，一般的陶瓷材料脆性较大，可是用纳米陶瓷粉末烧成的陶瓷却有很好的韧性，即使被撞倒也不破裂；新型纳米油墨的色调更浓，书写的字迹色泽更好；将纳米铅粉末加入到固体燃料中，就会使火箭推进器的前进速度加快好几倍。纳米材料在各个领域有着广阔的应用前景。



思考与讨论

你还知道哪些新型材料？请上网查阅并与同学交流。



阅读

金属纳米材料

纳米 (nm) 是一个长度概念, 1 纳米是 1 米的十亿分之一 (10^{-9} 米), 20 纳米约为一根头发丝直径的三千分之一。



金属纳米材料具有很多金属材料通常没有的优异性能。例如, 金属在常温下有很好的韧性与延展性, 但在低温时则很脆, 而纳米铜 (Cu) 和纳米铬 (Cr) 的交替多层结构在零下 269°C 仍有较高的延展性。纳米金属的熔点大幅度降低, 如块状金熔点高达 1064°C, 而线度为 2 纳米的金粉 327°C 就融化了, 可为较低温度下形成合金提供新工艺。因为金属纳米微粒对环境中的光、热、湿度和温度极为敏感, 因此可将金属纳米材料(如铂、钯等)用于传感器的制造。在火箭燃料中添加 1% 的超细铝 (Al) 粉或镍 (Ni) 粉, 燃烧效率可成倍提高。

人们对于宏观物体(小至肉眼能见的物体, 大到宇宙天体)与微观物体(原子、分子及更小的微粒), 都已做了很多研究, 取得了很多规律性的认识, 然而上述两个领域之间 1~100 纳米大小的那块领地, 直到 20 世纪 80 年代末才被人们重视。探究纳米领域的意义与价值不仅在于能够获得许多具有独特性能的材料, 而且打开了微观与宏观的通道, 对于人们全面认识宏观世界将产生重大的影响。

材料制造与环境保护

人们在制造材料的过程中会产生许多污染。为了减少或消除材料制造过程中的污染, 人们需要探寻无污染或低污染的“绿色”新工艺, 需要探索污染物的防治、转化和综合利用的途径。



探究

怎样以铜为主要原料制备硫酸铜

根据物质相互转化的规律, 以金属为主要原料制备相应的盐有多种途径, 让我们一起来探究如何选择最优的途径(如: 原料利用率高, 产生的污染少), 走绿色工艺之路。

1. 提出问题: 以铜为主要原料制备硫酸铜的绿色工艺的可行性如何?
2. 设计制备方法:
 - (1) 铜能与浓硫酸在加热条件下反应, 生成硫酸铜、二氧化硫和水。

(2) _____。

(3) _____。

3. 实验原理(写出相应的化学方程式):

(1) _____。

(2) _____。

(3) _____。

4. 请对以上方法在原料的利用率及产生的污染方面进行讨论,交流并探讨绿色工艺的可行性。

化学工业给社会带来巨大财富和众多产品的同时,也向周围环境排放了大量的“三废”(废水、废渣、废气),使自然界的生态平衡遭受破坏。

思考与讨论

为了保护环境,防治污染,最终达到在保持良好环境的条件下发展工业,我国采取了哪些处理和解决“三废”的措施?

在化学工业中,除了要及时处理好“三废”,还要努力提高原料的利用率,增加产品的产量,从根本上降低生产对环境造成的污染。



科学·技术·
社会·环境

炼钢与“三废”的回收利用

炼钢过程中会产生大量的棕色烟气,其主要成分是氧化铁尘粒和高浓度的一氧化碳气体等,因此工厂安装了回收设备,将这些“放在错误地点的原料”进行回收利用。例如,从烟气中回收的氧化铁尘粒可以用来炼钢;得到的一氧化碳可以做化工原料或燃料;烟气带出的热量可以用于制造水蒸气。此外,炼钢时生成的炉渣可以用来做矿渣水泥,含磷量较多的炉渣则可加工成磷肥等。



练习

1. 某市有一家工厂处理含铜垃圾的生产流程如下：

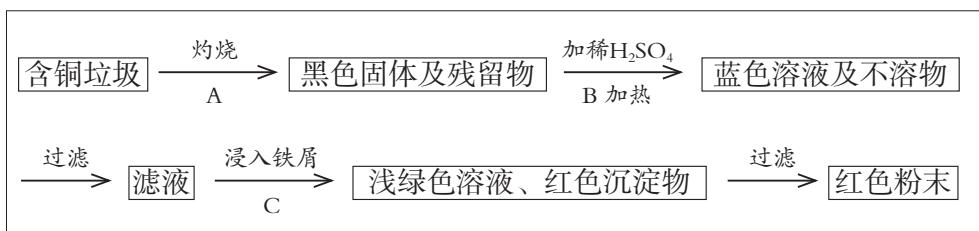


图2-54 回收金属铜的生产流程图

写出上述生产流程中与提取铜直接有关的 A、B、C 三步反应的化学方程式。

- A. _____。
- B. _____。
- C. _____。
2. 某大型高炉年产生铁 4×10^6 吨（设生铁的含铁质量分数为 96%，在冶炼过程中铁的损耗不计），则需要含铁的质量分数为 50% 的赤铁矿石多少万吨？
3. 查阅并收集有关“材料技术发展对社会进步的贡献”的资料，并在班里进行交流。



1. 金属的普遍特性：有金属光泽，是良好的导电、导热体，有延展性，密度和熔点高，具有广泛的用途。

2. 合金材料是指把一种金属跟其他一种或几种金属（或非金属）一起熔合而成的具有金属特性的物质。

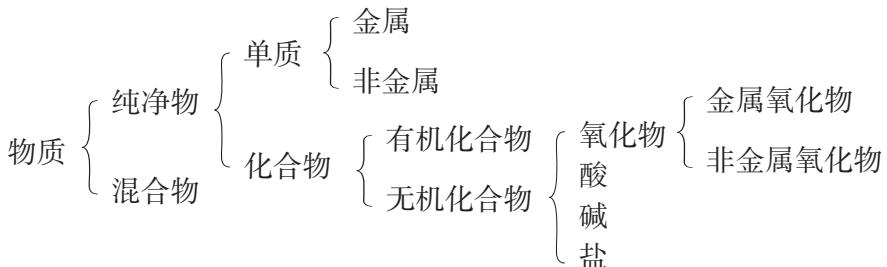
3. 一种单质与一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应称为置换反应。根据各种金属得失电子能力的强弱，可排列出金属活动性顺序表。

4. 金属的锈蚀与其在周围环境中接触的物质有关，如：金属与空气中的氧气、水蒸气接触易生锈。同时也与金属的内在结构有关，不同的金属，生锈的难易程度不同。根据金属锈蚀的条件，人们采取了一系列措施以防止金属生锈。

5. 废弃金属对环境造成严重污染，要尽可能地使金属循环再生。

6. 含碳元素的化合物（碳的氧化物、碳酸、碳酸盐等除外）称为有机物。有机物具有易挥发、易燃烧、难溶于水等特性。常见的有机合成材料有合成塑料、合成纤维、合成橡胶等。

7. 物质按其组成可以进行简单分类：



8. 金属的冶炼就是把金属从化合态变成游离态。

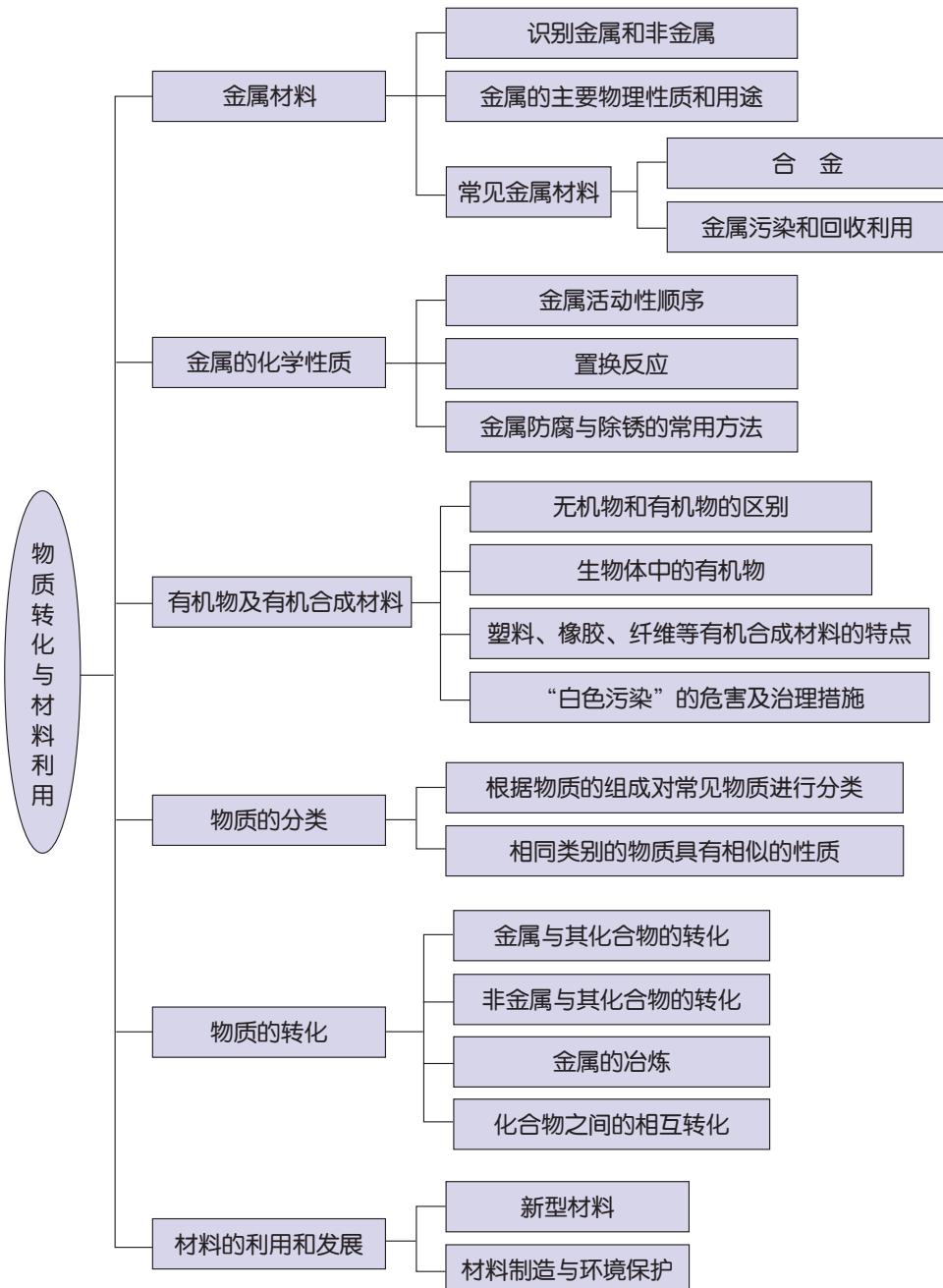
9. 单质、氧化物、酸、碱、盐等各类物质之间存在相互联系，并在一定条件下可以互相转化：金属可以转化成金属氧化物，金属氧化物可以转化成碱；非金属可以转化成非金属氧化物，非金属氧化物可以转化成酸。

10. 随着科技的发展，出现了各种新型材料：如纳米材料、碳纤维等。

11. 在材料的制造过程中，为了减少或消除对环境的污染，需要设计绿色工艺，以提高原料的利用率，增加产品的产量，同时降低生产对环境的污染。



12. 本章知识结构图：



第3章

能量的转化与守恒



宇宙

宇宙间的一切物质的运动和变化都需要能量。没有能量，我们就无法呼吸和行走，也无法思考。没有能量，一切生命将不复存在。没有能量，空气将不再流动，大海将不再有起伏的波浪，太阳也将失去灿烂的光辉。

什么是能量？不同形式的能量能否发生相互转化？能量是如何转化的？能量转化时会遵循什么规律？





第1节 能量及其形式

我们需要能量来保证日常生活和工作，即使在睡觉的时候也需要消耗能量。我们的生活离不开能量。能量无所不在，能量的形式多种多样。

认识能量



没有能量，图 3-1 中的各个情景能够实现吗？



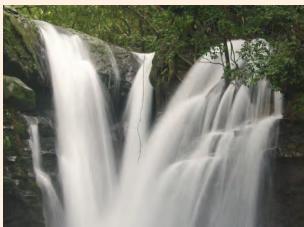
运动员的奔跑



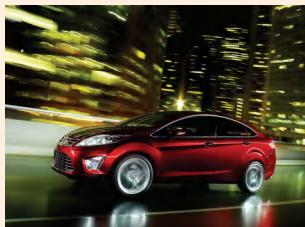
人的学习



植物的生长



瀑布飞流直下



汽车行驶



工厂流水线生产

图3-1 我们的世界充满着能量

尽管能量对我们的生活影响巨大，但要用一句话说清楚什么是能量却不容易。为此，我们先来分析伽利略的一个理想实验。如图 3-2 所示，伽利略曾经用这个理想实验证论了物体的惯性，为牛顿提出惯性定律奠定了基础。从这个简单的实验出发，我们来认识能量的概念。

在图 3-2 的实验中，小球一旦从斜面滚下，它将会继续滚上另一个斜面。在这里我们会发现一个富有启发性的事实：如果没有摩擦力，不管斜面乙、丙比斜面甲陡些还是缓些，小球总是会滚到斜面乙上的 B 处或斜面丙上的 C 处，而 B 处或 C 处离桌面的高度与小球出发点 A 处的高度相同。这样看起来，小球好像“记住”了其起始高度。事实上小球“记住”的是与

起始高度相联系的能量 (energy)。当我们把小球提高到 A 处时, 就给予了小球一种与升高高度相联系的能量。能量也简称为能。

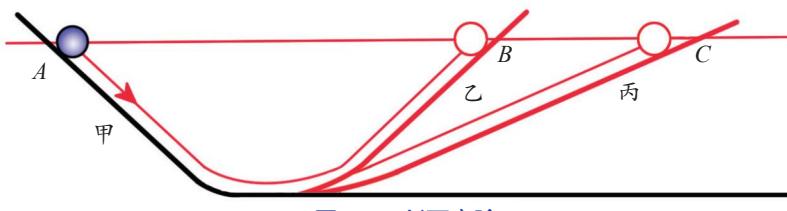


图3-2 斜面实验

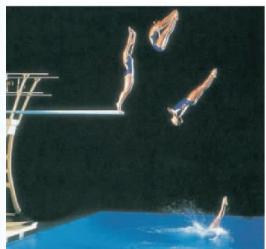


思考与讨论

我们日常生活中的每一项活动都与能量有关吗? 请举例说明。

能量的形式

物体的运动有多种多样的形式。跟物体的运动一样, 能量也有多种形式。天体的运行、河水的流淌、候鸟的飞翔、人类的行走、蒲公英种子的飞行等, 都属于机械运动。这些做机械运动的物体都具有机械能。



跳水的运动员



奔跑的豹



飞行的蒲公英种子

图3-3 做机械运动的物体

人和动物的运动要消耗能量, 人和动物消耗的能量可以从食物中得到补充。可见, 食物中储存着能量。储存在食物中的能量属于化学能 (chemical energy)。



人的食物



牛吃草



汽车加油

图3-4 食物和燃料中储存着化学能



汽车行驶时需要消耗燃料（如汽油）。燃料燃烧时，将储存在其中的能量释放出来，供给汽车运动。汽油、木材、天然气、沼气、煤炭等燃料都储存着能量，这种能量也属于化学能。

人耳能听到声音，超过一定强度的声音会使入耳产生痛感，使听力受到损伤。强度很大的声音（如爆炸声）还能将玻璃震碎。可见，声音具有能量，这种能量称为声能（sound energy），如图3-5所示。

家用电器通电后才能工作，电力机车通电后才能行驶（如图3-6），机器人通电后才能执行指令，这表明电具有能量，即电能（electric energy）。各种发电站能够提供大量的电能，各种电池也能提供方便使用的电能。电能是我们最常用的一种能量。

用遥控器遥控机器时，遥控器将发出电磁辐射，电磁辐射具有能量，这种能量叫做电磁能（electromagnetic energy）。我们每天看到的光就是一种电磁能。除了可见光外，红外线、紫外线、微波和X射线等都是电磁能的表现形式。电磁能以波的形式传播。



图3-5 声能——冲击钻发出刺耳的声音



图3-6 电力机车



图3-7 雷达天线能接收、发射电磁能



图3-8 闪电

思考与讨论

雷电交加的场面非常壮观，那么，雷电具有哪些形式的能量？

所有的自然现象都涉及能量，人类的生命活动每时每刻都离不开能量。流动的水具有机械能，现代生活离不开电能，现代交通离不开汽油燃烧释放出的化学能，原子核发生变化时释放出核能，各种植物的生长都要依赖太阳能……



1. 列举日常生活中需要能量的 5 种活动。
2. 有一种手摇手电筒，使用时只要将它来回摇晃几下，手电筒的小灯泡就能发光。来回摇晃手电筒时，手电筒具有什么形式的能量？

第2节 机 械 能

游乐园中的过山车从高处滑下时，如图 3-9 所示，它的运动速度不断增大，然后它又冲上另一个斜坡，速度就减小下来。过山车运动的速度为什么会发生这样的变化？



图3-9 过山车

动 能

在轨道上运动的过山车具有能量。物体由于运动而具有的能量叫做动能 (kinetic energy)。飞翔的小鸟、行走的人、行驶的汽车、掷出的铅球等物体，都具有动能。

流动的水、空气都能够推动发电机的叶轮转动。可见，流水、风也具有动能。

一切做机械运动的物体都具有动能。那么，物体的动能大小跟哪些因素有关呢？



图3-10 风力发电



活动

- 如图3-11所示，放在斜面上某一高度处的小钢球A滚下时，撞击水平面上的木块B，并将木块B推出一段距离。木块B被推出的距离越远，说明小钢球A的动能越大。
- 让同一个小钢球从斜面上不同的高度处分别由静止开始沿斜面滚下，比较木块被小钢球推出的距离大小。
- 让不同质量的小钢球从斜面上相同的高度处分别由静止开始沿斜面滚下，比较木块被小钢球推出的距离大小。

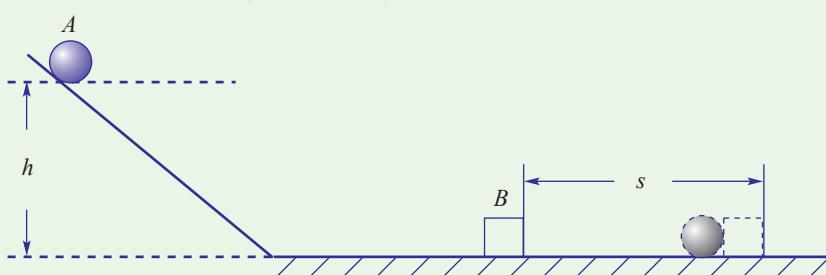


图3-11 小钢球撞木块

质量相同的物体，运动的速度越大，它的动能越大。运动速度相同的物体，质量越大，它的动能也越大。



思考与讨论

- 图3-12中的汽车和摩托车，哪一个动能大？
- 在同一条高速公路上，为什么对小型客车、大型客车的限制速度是不同的？



图3-12 行驶中的汽车和摩托车

势能

过山车能够从轨道的最高处飞驰而下，这是因为其他机械装置把过山车拉到轨道最高处的过程中，给过山车储存了能量。物体由于被举高而具有的能量叫做重力势能（gravitational potential energy）。

举高的书也储存了一定的重力势能，当它下落时会将重力势能释放出来。那么，重力势能的大小跟哪些因素有关呢？



活动

1. 在一个铝盘中放入约 2 厘米厚的细沙。
2. 取体积相同而质量不同的金属小球。
3. 将一根米尺竖直立在细沙上，把金属小球拿到某一高度自由释放，如图 3-13 所示，记录这一高度。
4. 把金属小球从沙中拿出，观察被金属小球所撞出的沙坑深度和大小，并将结果记录下来。
5. 抹平盘中的沙，从不同的高度自由释放同一个金属小球，观察被金属小球所撞出的沙坑深度和大小，并将结果记录下来。
6. 抹平盘中的沙，从相同的高度自由释放不同质量的金属小球，观察被金属小球所撞出的沙坑深度和大小，并将结果记录下来。
7. 比较观察结果，被金属小球所撞出的沙坑深度和大小跟金属小球的质量和下落的高度有什么关系？



图3-13 小球下落实验

大量事实表明，物体的质量越大，被举得越高，具有的重力势能就越大。射箭运动员把弓拉弯的过程中，给弓储存了能量，如图 3-14 所示。网球拍击打网球时，网球拍发生变形，从而储存了能量，如图 3-15 所示。当这些物体恢复原状时也会释放出能量。

物体由于发生弹性形变而具有的能量叫做弹性势能 (elastic potential energy)。



图3-14 运动员射箭

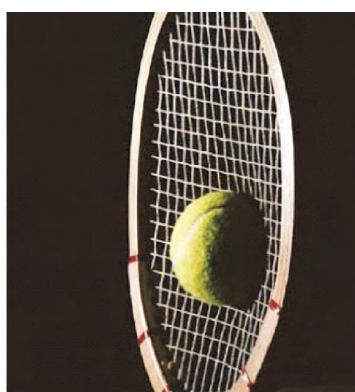


图3-15 网球拍变形

显然，射箭时手拉弓弦使弓的形变越大，箭就射得越远；球拍击打网球越用力，网球拍形变就越大，网球就会飞得越远。由此可见，弹性势能的大小跟物体形变的大小有关，物体的弹性形变越大，弹性势能就越大。



动能和势能的转化

被拉到高处的过山车具有重力势能，当它沿轨道飞驰而下时，将储存的重力势能释放出来，转化为动能，从而让人产生惊心动魄的感觉。那么，势能和动能在转化时遵循什么规律？



1. 如图 3-16 所示，用细绳把摆锤悬挂起来，将摆锤拉到某一高度后释放。在摆锤向下摆动的过程中，重力势能如何变化？动能如何变化？在摆锤摆过中点向上摆动的过程中，重力势能如何变化？动能如何变化？

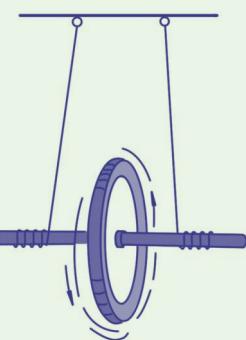


图3-17 研究滚摆的运动

2. 如图 3-17 所示，把一个滚摆悬挂起来。用手捻动滚摆，使悬线缠在轴上，将滚摆升高到最高点，然后放手。在滚摆下降的过程中，重力势能如何变化？动能如何变化？当滚摆上升的过程中，重力势能如何变化？动能如何变化？

3. 如图 3-18 所示，把金属小球放在 A 处，然后让它沿轨道滚下，观察小球的滚动过程。小球在 A、B、C、D 各点具有什么形式的能量？小球在滚动过程中能量如何转化？

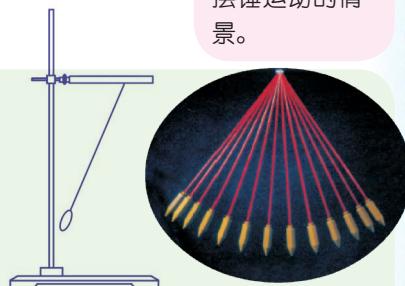


图3-16 研究摆锤的摆动

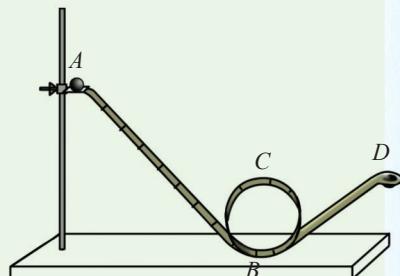


图3-18 高处滚下的小球

实验表明：物体的动能和重力势能可以相互转化。

在图 3-16 和图 3-17 所示的实验中，如果没有空气摩擦阻力，摆锤和滚摆每次都会上升到原来的高度。

物体的动能和弹性势能也可以相互转化。当拉长橡皮筋时，橡皮筋就储存了弹性势能。放手后橡皮筋就会飞出去，橡皮筋的动能就是由绷紧的橡皮筋的弹性势能转化而来的。

动能和势能之和称为机械能。大量事实表明，动能和势能可以相互转化。如果只有动能和势能的相互转化，机械能的总量就保持不变，或者说，机械能守恒。

思考与讨论

在上述活动中，摆锤和滚摆每次上升的高度都在减小，最后会停在最低点。那么，机械能为什么都会减少呢？



图3-19 撑杆跳高

动能和势能的相互转化有着广泛的应用。撑杆跳高运动员在起跳前进行一段助跑，获得大量的动能。起跳后，他的身体不断上升，撑杆剧烈弯曲，动能转化为运动员的重力势能和撑杆的弹性势能。当上升到一定高度时，动能减小到最小值。此后，弹性势能不断释放，促使运动员不断上升，同时重力势能不断增加，如图 3-19 所示。当运动员越过横杆下落的过程中，他的重力势能又被转化为动能。

在水力发电站，被大坝拦住的上游水积蓄了大量的势能。当这些水通过坝中的水管向低处流动时，势能转化为动能。而流动的水冲击水轮机的叶轮，又将动能传递给水轮机，进而带动发电机发电，再转化为电能，如图 3-20 所示。

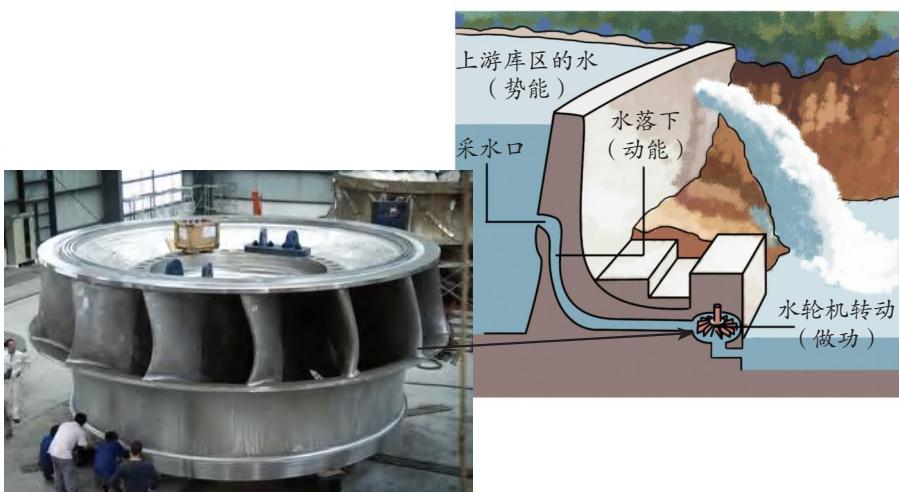


图3-20 水轮机的叶轮



如图 3-21 为人造卫星沿椭圆轨道绕地球运动的示意图。卫星离地球中心最近的点叫做近地点，离地球中心最远的点叫做远地点。卫星在近地点的速度较大，在远地点的速度较小，那么，卫星从近地点运动到远地点的过程中，它的动能和势能如何变化？

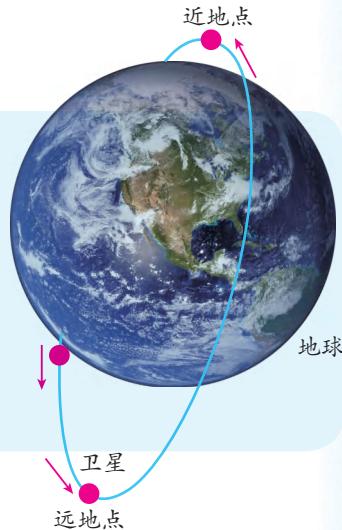


图3-21 人造地球卫星



1. 如图 3-22 是立定跳远时的动作分解图。从机械能的角度来分析，运动员起跳后仍能继续向前运动，是因为运动员 _____；运动员在空中运动过程中，能量转化过程为 _____。
2. 弹簧门在被推开以后能自动关闭，如图 3-23 所示。试从能量转化的角度来说明这一现象。
3. 自行车下坡时，不踩踏脚板，速度却越来越大，为什么？

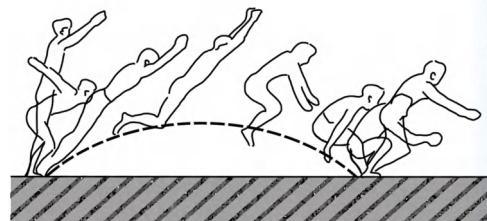


图3-22 立定跳远分解图

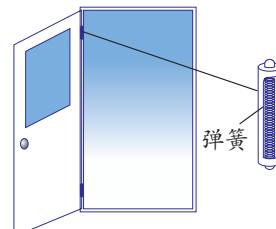


图3-23 弹簧门

第3节 能量转化的量度

举重运动员举起杠铃时，将体内储存的化学能转化为杠铃的势能；起重机提升重物时，将电能转化为重物的动能和势能。为了量度能量转化的多少，

描述能量转化的快慢，我们需要学习功和功率的相关知识。

功

从科学的角度来看，当运动员举着杠铃不动时，虽然要用很大的力，但此时运动员并没有对杠铃做功。那么，怎样理解做功的含义？



图3-24 运动员举起杠铃



1. 图 3-25 和图 3-26 是物体在力的作用下做功的实例。想一想，在这两个实例中有什么共同特点？
2. 图 3-27 和图 3-28 是物体在力的作用下没有做功的实例。想一想，在这两个实例中有什么共同特点？



图3-25 叉车把货物从地面抬升到一定高度



图3-26 人推小车在水平路面上通过一段路程



图3-27 人用力搬石头，没有搬动



图3-28 人提书包在水平路面上匀速通过一段距离

在图 3-25 和图 3-26 中，叉车提升货物和人推小车虽然是不同的现象，但有共同的特点，即货物和小车都受到了力的作用，并且都在力的方向上运动了一段距离。在科学上，如果物体受到力的作用，并且在这个力的方向上通过了一段距离，我们就说这个力对物体做了功 (work)。力做功也常说成物体做功，如人的推力对小车做功，也可以说成人对小车做功。



在图 3-27 中, 石头虽然受到人对它向上力的作用, 但没有在这个力的方向上通过一段距离, 因此这个力没有做功。在图 3-28 中, 书包受到人的提力的方向是竖直向上的, 而书包是在水平方向通过一段距离, 在提力方向上没有通过一段距离, 因此提力也没有做功。

因此, 科学上, 做功必须包含两个必要因素: 一是作用在物体上的力, 二是物体在力的方向上通过一段距离。



思考与讨论

1. 做功跟我们日常所说的“做工”或“工作”一样吗?
2. 塔式起重机下挂着重物(如图 3-29), 在重物静止不动、匀速向上运动、沿水平方向匀速移动三种情形中, 钢索的拉力是否都对重物做了功?



图3-29 塔式起重机

功的计算

功有大小。叉车抬起的货物越重, 作用的力越大, 它做的功就越多; 叉车把货物从地面上抬升的高度越高, 它做的功也越多。

科学上规定: 功等于力跟物体在力的方向上通过的距离的乘积。即:

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

如果用 F 表示力, s 表示物体在力的方向上通过的距离, W 表示功, 则功的计算公式可表示为:

$$W = Fs$$

在国际单位制中, 功的单位是焦耳, 简称为焦, 单位符号为 J。它是为了纪念英国科学家焦耳而命名的。

$$1 \text{ 焦} = 1 \text{ 牛} \cdot \text{米}$$

把 2 只鸡蛋举高 1 米, 做的功大约是 1 焦。

[例题] 如图 3-30 所示, 有一物体重 100 牛, 把该物体从地面匀速举到高为 1 米的桌面上, 做了多少功? 如果将这个物体用 30 牛的力沿水平地面匀速拖动 10 米, 做了多少功?



图3-30 两个过程各做多少功?

解：匀速提升物体所用的向上的力：

$$F_1 = G = 100 \text{ 牛}$$

物体在力的方向上通过的距离：

$$s_1 = 1 \text{ 米}$$

所以，力 F_1 所做的功为：

$$W_1 = F_1 s_1 = 100 \text{ 牛} \times 1 \text{ 米} = 100 \text{ 焦}$$

拖动物体所用的水平拉力：

$$F_2 = 30 \text{ 牛}$$

物体在力的方向上通过的距离：

$$s_2 = 10 \text{ 米}$$

所以，力 F_2 所做的功为：

$$W_2 = F_2 s_2 = 30 \text{ 牛} \times 10 \text{ 米} = 300 \text{ 焦}$$

答：举高物体做功 100 焦；拖动物体做功 300 焦。



思考与讨论

结合举重和人推车等事例，谈谈能量的转化与做功的关系。

举重运动员具有能量才能对杠铃做功，做功时消耗的能量转化为杠铃的势能；推车的人有能量才能对车做功，做功时消耗的能量转化为车的动能以及由于摩擦而产生的热能。物体具有做功的本领，是因为它具有能量。做功的过程实质上就是能量转化的过程，力对物体做多少功，就有多少能量发生了转化。因此，可以用功来量度能量转化的多少，能量的单位与功的单位一样，也是焦耳。



焦耳

焦耳 (James Prescott Joule, 1818~1889) 是英国著名的实验物理学家。他从小就对实验着迷，在家里做起了各种实验，后来成为一名业余科学家。1840 年，焦耳通过对电流的热效应的研究，得出了著名的焦耳定律。焦耳定律给出了电能向热能转化的定量关系。(我们将在本章第 6 节中学习该定律。)

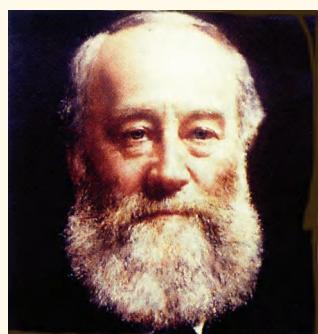


图3-31 焦耳



焦耳特别热衷于热功当量的实验测量。1847年，他完成了热功当量测量的经典实验：先是测量一桶水的温度，然后把铜制的翼轮放入水中，用下落的砝码带动翼轮转动来搅动水，使水的温度升高。焦耳测量了翼轮所做的功和水温的升高，从而计算出多少机械能产生多少热，这个值被称为“热功当量”。

焦耳从1843年开始测量热功当量，直到1878年最后一次发表实验结果，先后做实验不下四百余次，并且采用了原理不同的各种方法，测量了他能想到的各种过程所产生的热——包括机械的、电的、磁的，获得了大量的实验数据。他以极其精确的数据，为热和功的相当性提供了可靠的证据。人们为了表达对他的敬意，将功和能量的单位叫做焦耳。

功 率

在建筑工地上需要把一块水泥板搬运到某一楼层，如果用起重机来提升只需要几十秒钟，如果让工人搬运上去可能需要几十分钟。这说明做相同的功，所需要的时间是不同的，也就是说做功的快慢是不同的。

想一想，我们是怎样比较物体运动的快慢的。

无论是人做功，还是利用机械装置来做功，都存在做功快与慢之分。要比较不同物体做功的快慢，必须同时考虑两个因素：一个是物体做功的大小；另一个是物体做功所用去的时间。因此，我们可以用单位时间内所完成的功的多少来表示做功的快慢。

单位时间里完成的功叫做功率（power）。功率反映了物体做功的快慢。根据功率的定义，可以得到功率的公式为：

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

用 P 表示功率， W 表示功， t 表示时间，则功率的公式可写成：

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

国际单位制中，功率的单位是瓦特，简称瓦，单位符号是W。它是为了纪念英国发明家瓦特（James Watt）而命名的。

$$1 \text{瓦} = 1 \text{焦/秒}$$

实际应用中还常用千瓦、兆瓦作为功率的单位。1千瓦=1000瓦，1兆瓦= 1×10^6 瓦。



人步行：数十瓦
短时间快速运动：可达1千瓦



小汽车：50~100千瓦



和谐号动车组：7200千瓦



喷气式客机：约11万千瓦

图3-32 人和部分交通工具的功率

功率是机器的主要技术指标之一，要根据实际需要选择功率合适的机器。功率选择不当，会造成机器的浪费，或毁坏机器。

[例题] 起重机将质量为750千克的货物，在0.5分钟内匀速吊起6米高，起重机的功率有多大？

解：货物的重： $G = mg = 750 \text{ 千克} \times 9.8 \text{ 牛 / 千克} = 7350 \text{ 牛}$

起重机对货物做的功： $W = Gh = 7350 \text{ 牛} \times 6 \text{ 米} = 44100 \text{ 焦}$

起重机的功率： $P = \frac{W}{t} = \frac{44100 \text{ 焦}}{0.5 \times 60 \text{ 秒}} = 1470 \text{ 瓦} = 1.47 \text{ 千瓦}$

答：起重机的功率为1.47千瓦。



思考与讨论

因为功是能量转化的量度，所以做功的快慢也就是能量转化的快慢。

根据这一观点，请叙述例题中起重机的功率为1.47千瓦的意义。



练习

- 如果一个物体在光滑的水平平面上匀速滑行，那么有哪些力作用在这个物体上？每个力做的功又是多大？
- 某人用500牛的力将足球踢出，使足球在地面上运动了20米，你能否根据这些条件计算出人踢足球时对足球所做的功？为什么？
- 两个质量相同的人走上同一幢楼的三楼，第一个人上楼用时25秒，第二个人



- 上楼用时 35 秒，哪个人做功多？哪个人的功率大些？为什么？
4. 一位攀岩者背着质量为 7.5 千克的背包，用了 2 分钟登上一峭壁，此时攀岩者与起始点高度相差 10 米。试回答下列问题：
- (1) 攀岩者对背包做了多少功？
 - (2) 如果攀岩者的体重是 60 千克，则他克服自身重力做了多少功？
 - (3) 在这个过程中，攀岩者做功的功率是多大？

第4节 简单机械

我们每天都在使用机械。我们用筷子吃饭、用剪刀剪纸，都在使用简单机械。自行车、汽车、飞机等都是由许多运动部件组成的，每个部件都是一种简单机械。实际上，任何复杂的机械都是由一些简单机械组合而成的。机械的发明和使用，是人类文明进步的动力。使用机械可以使我们做功更加容易，极大地减轻人们的劳动强度，提高工作效率。

杠 杆

你有没有使用过开瓶器？利用它你只要用较小的力就可以将瓶盖打开。开瓶器就是一种被称为杠杆的简单机械。那么，杠杆有什么特征呢？



图3-33 开瓶器



尝试着使用图 3-34 中的各种工具，体验这些工具在使用过程中有什么共同的特征。

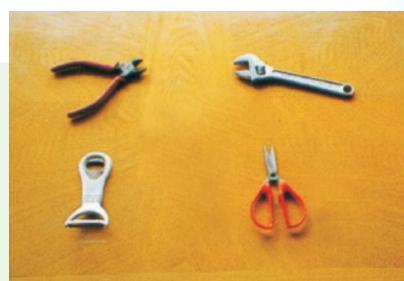


图3-34 常用工具

如果一根硬棒在力的作用下能够绕着固定点转动，这根硬棒就叫做杠杆 (lever)。杠杆是生产和生活中普遍使用的一种简单机械。杠杆形状各异，可以是直的，也可以是弯的。为了了解杠杆的作用，我们先来观察杠杆使用的两个事例。

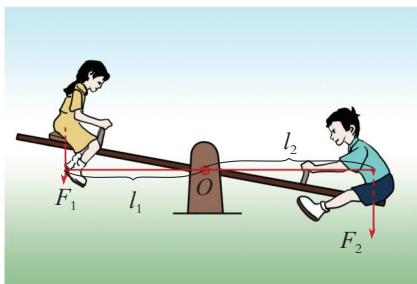


图3-35 跷跷板



图3-36 用硬棒撬动石头

如图3-35和图3-36所示，杠杆绕着转动的固定点O叫做支点；能够使杠杆转动的力 F_1 叫做动力；阻碍杠杆转动的力 F_2 叫做阻力；从支点到动力作用线的距离 l_1 叫做动力臂；从支点到阻力作用线的距离 l_2 叫做阻力臂。



思考与讨论

在生活和生产中，你还能举出杠杆的其他实例吗？请你找出它们的支点、动力和阻力、动力臂和阻力臂。

人体中有不少骨也构成了杠杆，正是这些杠杆系统给予人类完成各种动作的能力。分析人体的杠杆系统，都有四个基本组成部分：骨——一根硬棒；肌肉收缩——动力的来源；两根骨之间可以活动的关节——支点；移动肢体或物体——阻力的来源。



读图3-37，寻找手臂上的杠杆。当手拿物体抬起或放下时，找出相应的杠杆，以及支点、动力、阻力。

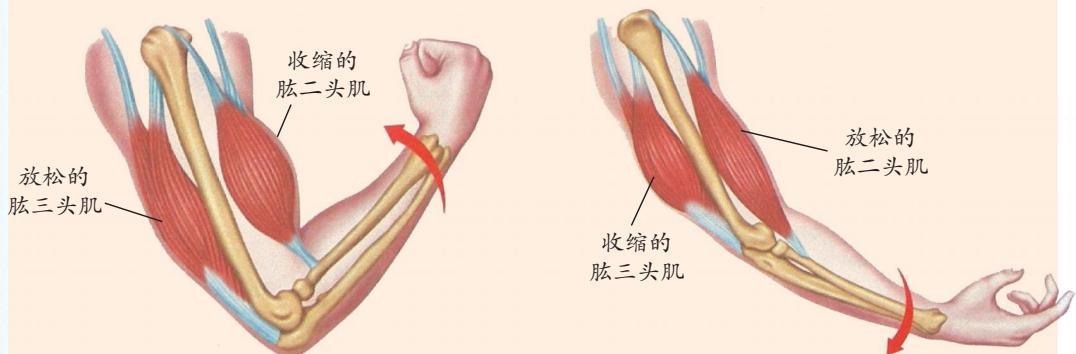


图3-37 寻找手臂上的杠杆

思考与讨论

寻找人体上的杠杆：将头部抬起、踮起脚跟，如图 3-38 所示。头部或脚板是否可以看做杠杆？

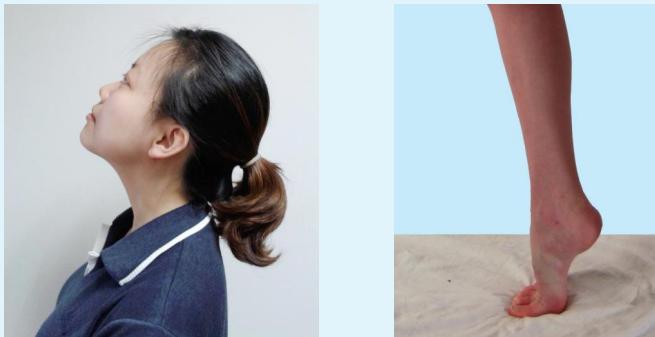


图3-38 寻找人体上的杠杆

探究

研究杠杆的平衡

杠杆在动力和阻力的作用下，保持静止状态或匀速转动状态，我们就说杠杆处于平衡。那么杠杆平衡时，应满足什么条件？

1. 提出问题：

杠杆平衡时，作用在杠杆上的动力 F_1 、阻力 F_2 和动力臂 l_1 、阻力臂 l_2 之间存在着怎样的关系呢？

2. 建立假设：

在图 3-35 中，两个同学在玩跷跷板的时候，结合自己玩跷跷板的体会，怎样才能保持跷跷板平衡？若要把自己这一端往下压，需要把自己的身体往外移动，也就是说，增大力臂。从中我们可以得到启发：杠杆的平衡跟动力、动力臂与阻力、阻力臂有关。

你还能提出什么假设？ _____

3. 设计实验：

利用小组合作的方式设计实验方案。我们可以对跷跷板进行简化，如图 3-39 所示，用一根带有刻度的均质木尺作为杠杆，用钩码的拉力来代替人的作用力，进行实验研究。

4. 进行实验：

(1) 把杠杆的中央支在支架上，调节杠杆两端的螺母，使杠杆在水平位

置处于平衡状态。

(2) 在杠杆的两端分别挂上不同数量的钩码，并左右移动钩码悬挂的位置，直到杠杆再次在水平位置处于平衡状态。这时杠杆两端受到的作用力分别等于各自钩码的重力。

将支点左边钩码对杠杆的作用力记作动力 F_1 ，右边钩码对杠杆的作用力记作阻力 F_2 。将动力和阻力填入表内。

(3) 读出动力臂 l_1 、阻力臂 l_2 ，并填入表内。

(4) 改变力和力臂的数值，重复上述实验，共做4次。把有关数据填入表内。

表 3-1 记录表

序号	动力 F_1 (牛)	动力臂 l_1 (厘米)	阻力 F_2 (牛)	阻力臂 l_2 (厘米)
1				
2				
3				
4				

5. 分析与论证：

分析实验数据，得出实验结论：_____

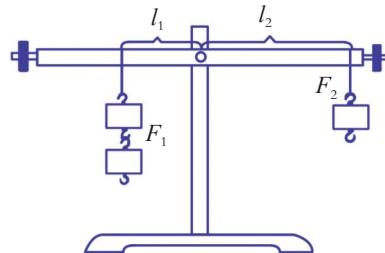


图3-39 研究杠杆平衡



思考与讨论

为什么要调节杠杆在水平位置平衡，而不使它处于倾斜状态平衡？

杠杆的应用

通过实验，我们可以得到杠杆平衡的条件为：动力乘以动力臂等于阻力乘以阻力臂。用公式表示，即：

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

这个公式可以用来解决有关杠杆平衡的问题。



读图

观察图 3-40 中所示的杠杆，比较它们的动力臂 l_1 、阻力臂 l_2 、动力 F_1 、阻力 F_2 的大小，你能得出什么结论？

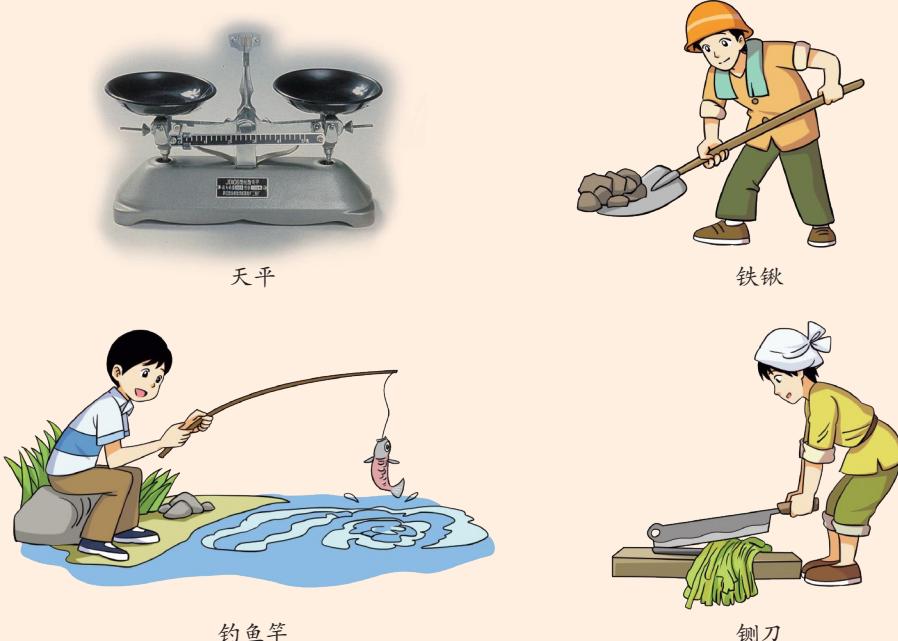


图3-40 生产和生活中的杠杆

由杠杆的平衡条件可知：

若 $l_1 > l_2$ ，则 $F_1 < F_2$ ，使用杠杆可省力；

若 $l_1 < l_2$ ，则 $F_1 > F_2$ ，使用杠杆要费力；

若 $l_1 = l_2$ ，则 $F_1 = F_2$ ，使用杠杆既不省力，也不费力。

因此，我们可以把杠杆分成三类：省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆。在生活和生产中，常可以找到这三类不同的杠杆。

思考与讨论

你还能举出一些生活和生产中省力、费力和等臂杠杆的实例吗？如图 3-41 所示，赛艇上的桨属于哪类杠杆？



图3-41 赛艇运动

通过对省力杠杆和费力杠杆的进一步分析，可以发现：使用省力杠杆虽然省力，但是动力移动的距离比阻力移动的距离大。而使用费力杠杆虽然费力，但是动力移动的距离比阻力移动的距离小。

[例题] 如图 3-42 是铁道检修工用的道钉撬，有关尺寸见图。若在 A 点竖直向下作用 200 牛的力，道钉撬对道钉会产生多大的力？如果还不能将道钉撬出，在保持手的作用力大小和作用点不变的情况下，采用什么方法可增大道钉撬对道钉的作用力？

解：据杠杆平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$ ，

$$\text{可得： } F_2 = \frac{l_1}{l_2} F_1 = \frac{120 \text{ 厘米}}{6 \text{ 厘米}} \times 200 \text{ 牛} \\ = 4000 \text{ 牛}$$

在 l_2 、 F_1 都保持不变时，要增大 F_2 ，只有增大 l_1 。具体做法是：使 F_1 的方向与撬棒垂直，这样 l_1 取值最大。

答：道钉撬对道钉能产生 4000 牛的力。使 F_1 的方向与撬棒垂直，可增大道钉撬对道钉的作用力。

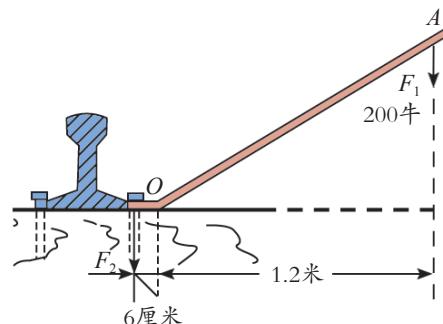


图3-42 道钉撬



阅读

我国古代人们对杠杆的应用

早在 3000 多年以前，勤劳智慧的中国人就已经开始使用杠杆。他们发明了用来捣谷的舂（如图 3-43），用来在井上汲水的桔槔（如图 3-44），以及用来精确测量质量的天平和杆秤等。

在公元前 4 世纪～公元前 3 世纪写成的《墨经》中就对天平的平衡原理作了精辟的论述：“衡木：加重于其一旁，必捶一重相若也。”意思是：天平横梁的一臂加重量物，另一臂也要加砝码，两者必须等重，才能平衡。

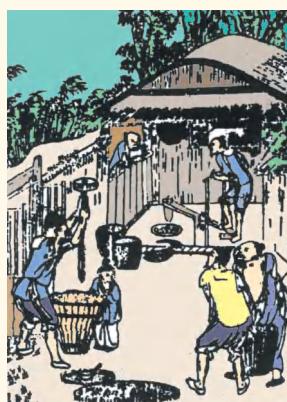


图3-43 耒



图3-44 桔槔



定滑轮和动滑轮

起重机上安装着一种叫做滑轮的简单机械。滑轮（pulley）是一种周边有槽、可以绕着中心轴转动的轮子。为了认识滑轮的作用，我们先来学习最简单的两种滑轮。



1. 观察滑轮，并指出它的结构特点。
2. 请用滑轮、细线、铁架台等设计两种方案，要求利用滑轮把钩码提升起来，在图3-45中画出实验装置示意图。
3. 利用设计的方案，组装好装置，提升钩码。

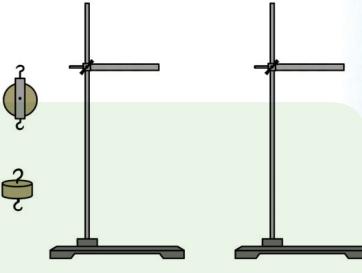


图3-45 两种滑轮

使用滑轮工作时，根据滑轮轴的位置是否移动，可将滑轮分成定滑轮（fixed pulley）和动滑轮（moving pulley）两类。定滑轮的轴固定不变，动滑轮的轴随钩码一起移动。



1. 如图3-46甲所示，用弹簧测力计测出钩码的重 G_1 。
2. 如图3-46乙所示，通过定滑轮用弹簧测力计匀速向下拉动钩码，记录弹簧测力计的读数 F_1 ，并与钩码的重相比较。改变拉力的方向，如图3-46丙所示，观察弹簧测力计的读数是否发生变化？
3. 先用弹簧测力计测出钩码和滑轮的总重 G_2 。如图3-46丁所示，通过动滑轮用弹簧测力计匀速向上拉动钩码，记录弹簧测力计的读数 F_2 ，并与钩码和滑轮的总重相比较。

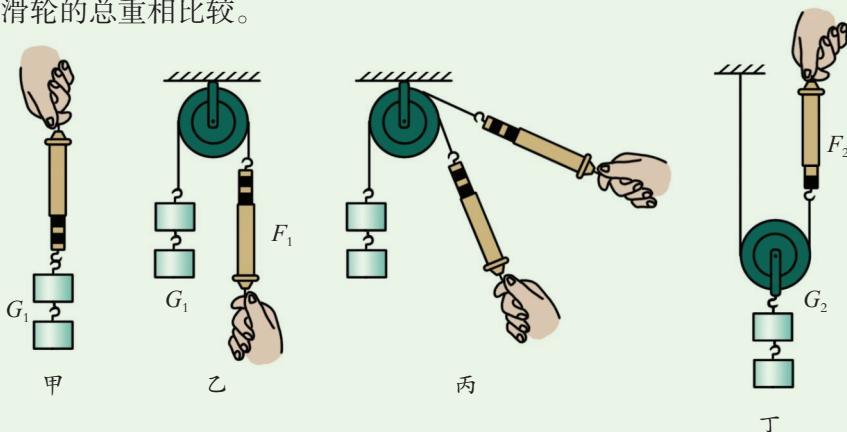


图3-46 定滑轮和动滑轮

使用定滑轮不能省力，但能够改变力的作用方向。使用动滑轮可以省一半力，但不能改变力的作用方向，而且动力移动的距离大于钩码上升的距离。

滑轮实质上是杠杆。上述实验中得出的结论，我们可以用杠杆的平衡条件来分析论证。

由于摩擦力的存在，实际所用的力要大一些。



活动

在图 3-47 乙、丁中分别作出定滑轮、动滑轮的动力臂和阻力臂，并找出动力臂和阻力臂之间的关系。分析为什么使用定滑轮不省力，而使用动滑轮可以省一半力。

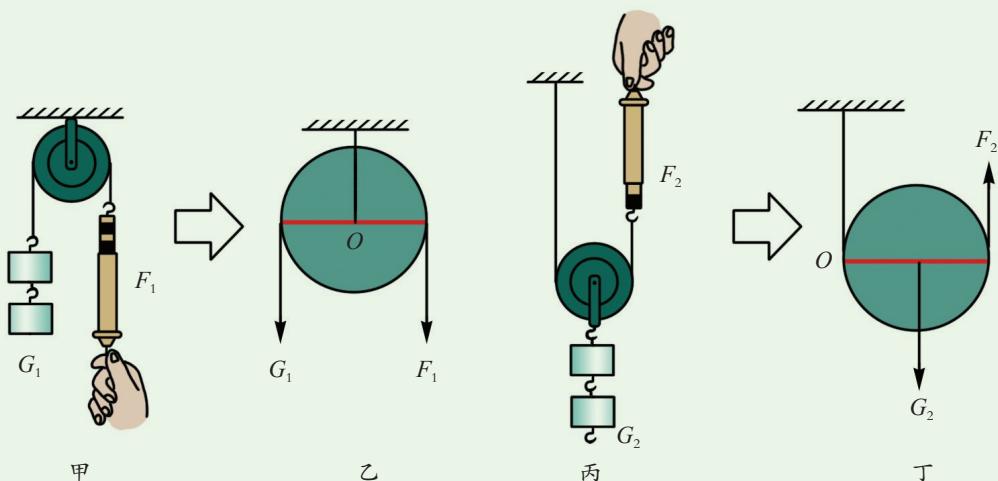


图3-47 滑轮是变形杠杆

定滑轮在使用时，相当于一个等臂杠杆，动力臂和阻力臂都等于滑轮的半径。

动滑轮在使用时， O 点为杠杆支点，滑轮的轴为阻力作用点，提升重物时，若不改变拉力的方向，则动滑轮相当于动力臂是阻力臂 2 倍的省力杠杆。

滑 轮 组

实际应用时，常常将定滑轮和动滑轮组合成滑轮组（pulley system）。滑轮组不但可以省力，而且可以改变力的方向。那么，使用滑轮组时，拉力的大小究竟跟什么因素有关呢？



活动

- 用弹簧测力计测出钩码和动滑轮的总重 G 。
- 按如图 3-48 甲所示方式匀速拉动绳子，记录此时承担重物和动滑轮总重的绳子股数和弹簧测力计的读数 F_1 。
- 按如图 3-48 乙所示方式匀速拉动绳子，记录此时承担重物和动滑轮总重的绳子股数和弹簧测力计的读数 F_2 。

表 3-2 记录表

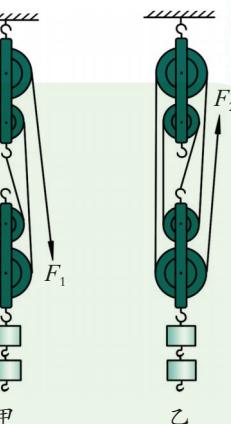


图3-48 滑轮组

实验	钩码和动滑轮的总重 (牛)	承重绳子股数	弹簧测力计的拉力 (牛)
甲			
乙			

分析实验数据可得：使用滑轮组时，重物和动滑轮的总重由几股绳子承担，提起重物所用的力就是总重的几分之一。



思考与讨论

杠杆、滑轮等简单机械，有的省力、有的不省力，使用它们时，有的可以少移动距离，有的却要多移动距离。在使用简单机械时，你认为省力或费力、省距离或费距离，它们之间有什么关系？

[例题] 缠绕滑轮的绳子能承受的最大拉力为 300 牛，用它连接成如图 3-49 所示的滑轮组，能否提升 600 牛的重物？(已知动滑轮重 20 牛，摩擦及绳的质量不计)

解：在图 3-49 所示的滑轮组中，重物和动滑轮的总重 $G = 600 \text{ 牛} + 20 \text{ 牛} = 620 \text{ 牛}$ 。因为总重是由 2 股绳子承担，所以，所用的拉力为：

$$F = \frac{G}{2} = \frac{620 \text{ 牛}}{2} = 310 \text{ 牛}$$

可见，拉力大于绳子所能承受的最大拉力，所以不能用来提升 600 牛的重物。

答：该滑轮组不能用来提升 600 牛的重物。

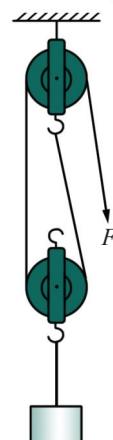


图3-49 滑轮组

机械效率

机械的使用给人们的工作带来许多方便。如果从功和能的角度进行分析，却会发现在使用机械时，我们做了一些并不希望做的功。

如图 3-50 所示，利用动滑轮把重为 G_1 的物体提升 h 高度的过程中所做的功为： $W = G_1 h$ ，这是人们提升重物过程中必须要做的功，这部分功叫做有用功。

在提升重物的过程中，由于动滑轮本身也受到重力作用，以及动滑轮的转轴上存在摩擦力，因此，必须克服动滑轮自身的重力和动滑轮上的摩擦力做一定量的功，这部分功并非我们需要但又不得不额外做的功。利用机械时，人们不得不额外做的功叫做额外功。

人的拉力 F （动力）对动滑轮（机械）所做的功，叫做总功。

在实际使用机械做功时，总功等于有用功和额外功之和，即：

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

由于存在额外功，因此，总功必定大于有用功。

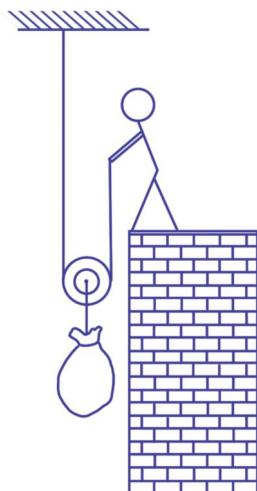
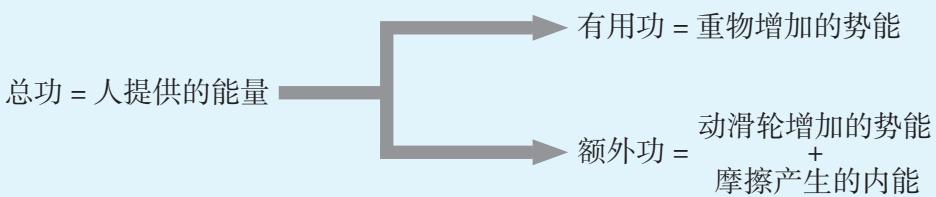


图3-50 研究做功情况



1. 在用动滑轮提升重物的过程中，除了克服动滑轮自重和摩擦力所做的额外功外，还需要做哪些额外功？你希望额外功大一些还是小一些？
2. 请从功是能量转化的量度的角度，对有用功、额外功和总功进行分析。怎样描述机械工作时能量的利用率？





使用机械做功时，有用功在总功中所占的比例越大，说明利用机械工作的效率就越高，或者说机械工作时能量的利用率越高。科学上把有用功跟总功的比值叫做机械效率（mechanical efficiency）。

若用 $W_{\text{总}}$ 表示总功， $W_{\text{有用}}$ 表示有用功， η 表示机械效率，那么：

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

η 为希腊字母，汉语拼音读做 yīta。机械效率习惯上用百分比表示。

机械效率是表示机械性能的一项重要指标。一般的滑轮组的机械效率为 50%~70%，起重机的机械效率是 40%~50%，抽水机的机械效率为 60%~80%。在使用机械时，总是尽可能减小额外功以提高机械效率。提高机械设备的机械效率有着重要的现实意义。



思考与讨论

机械功率与机械效率有什么区别？

你是否看到过如图 3-51 所示的搬运货物的情景？斜放的平板构成了一个斜面（inclined plane），斜面也是一种简单机械，利用它可以更省力地将货物从低处搬运到高处。斜面作为一种简单机械，使用时也同样存在着一个效率高低的问题。



图3-51 斜面是一种简单机械



1. 如图 3-52 所示，将 1 块长木板的一端垫高，构成一个斜面，用刻度尺测出斜面的长 s 和斜面的高度 h 。

2. 用弹簧测力计测出小车的重力。

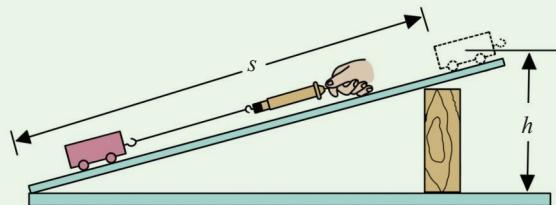


图3-52 测量斜面的机械效率

3. 用弹簧测力计沿着斜面把小车从斜面底端匀速拉到顶端，读出弹簧测力计的读数。

4. 改变斜面的倾斜程度，重复上述步骤 2 次。

5. 将测量结果记录在下面的表格中。

表 3-3 测量斜面的机械效率

斜面的倾 斜程度	小车重力 G (牛)	斜面高度 h (米)	沿斜面拉力 F (牛)	斜面长 s (米)	有用功 $W_{\text{有用}}$ (焦)	总功 $W_{\text{总}}$ (焦)	机械效率 η
较缓							
较陡							
最陡							

对光滑程度相同的斜面，斜面的倾斜程度越大，斜面的机械效率越高。



练习

1. 台风是一种破坏力很大的灾害性天气。某次台风把市民公园的一棵大树吹倒了，需要两个工人把它扶起，工人们想到了下列图示的四种方案，每个人所需拉力最小的方案是（ ）。



图 3-53 不同的扶树方案

2. 试分别在图 3-54、3-55 中画出起重臂 OB 、独轮车受到的动力和阻力（分别用 F_1 、 F_2 表示），并画出动力臂和阻力臂（分别用 l_1 、 l_2 表示）。

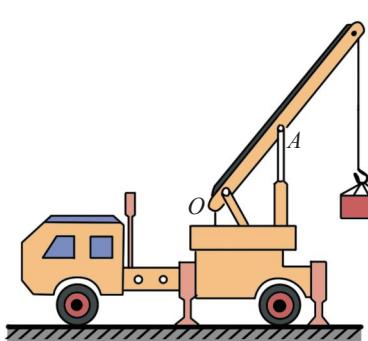


图 3-54 液压检修车



图 3-55 独轮车

3. 一位质量为 50 千克的同学在做俯卧撑时，他所受的重力可视为集中在 A 点，如图 3-56 所示。请计算地面对双手的支持力至少多大。
4. 用铁锤拔钉的情景如图 3-57 所示，由图中所提供的数据，求出钉子对铁锤的阻力。
5. 要使图 3-58 中的重物和动滑轮的总重由 3 段绳子承担，应当怎样绕制滑轮组？请画在图 3-58 上。

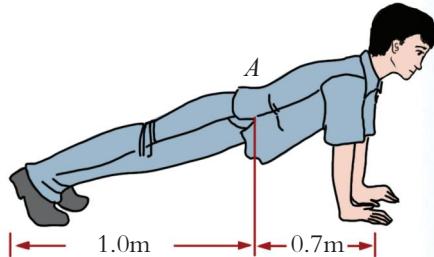


图3-56 俯卧撑

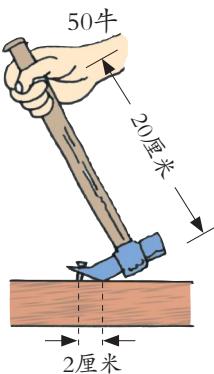


图3-57 用铁锤拔钉



图3-58 绕制滑轮组

6. 用滑轮组把 720 牛重的货物提高 10 米，若滑轮组的机械效率是 60%，求有用功、总功和额外功。

第 5 节 物体的内能

装有水的铁锅放在点燃的煤气灶上，锅中的水会被加热，这时水具有的能量——内能增加了。那么，内能究竟是怎样的一种能量呢？如何改变物体的内能？

内能

我们知道，构成物质的分子永不停息地做无规则的热运动。温度越高，分子无规则热运动就越剧烈。



图3-59 运动着的子弹具有动能

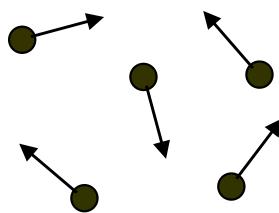


图3-60 运动着的分子也具有动能

同一切运动着的物体一样,运动着的分子也具有动能。物体的温度越高,分子运动得越快,它们具有的动能就越大。



图3-61 形变的弹簧具有势能



图3-62 相互作用的分子具有势能

由于分子之间存在相互作用力,因此分子之间也具有势能。

物体内部所有分子热运动的动能和势能的总和,叫做物体的内能(internal energy)。

一切物体,不论温度高低,都具有内能。炽热的钢水(如图3-63)具有内能,寒冷的冰雪(如图3-64)也具有内能。对同一个物体,温度升高,分子热运动加快,内能增大。物体温度降低,分子热运动减慢,内能减少。由于物体的内能与温度有关,因此内能也俗称为热能。



图3-63 炽热的钢水具有内能



图3-64 寒冷的冰雪也具有内能

思考与讨论

- 试解释:无论是高温物体还是低温物体,都具有内能。
- 为什么说内能是不同于机械能的一种形式的能?



物体内能的改变

物体的温度发生变化，它的内能也发生变化。那么，要改变一个物体的内能，有哪些方法？

温度不同的两个物体之间会发生热传递。在热传递过程中，温度高的物体放出热，温度降低，内能就减少；温度低的物体吸收热，温度升高，内能就增加。因此，热传递可以改变物体的内能。

在热传递过程中，传递内能的多少就是物体吸收或放出的热量。因此，可以用热量来量度内能的变化。物体从外界吸收多少热量，内能就增加多少；物体向外界放出多少热量，内能就减少多少。

从能量的转移看，热传递的过程实质上是内能从高温物体传递到低温物体，或者内能从同一物体的高温部分传递到低温部分的过程。

除了热传递以外，还有什么方法可以改变物体的内能？



思考与讨论

- 人从滑梯下滑时，臀部有什么感觉？
- 火的使用使人类迈出了文明的第一步。

在远古时代，“钻木取火”是人类常用的一种取火方法，如图 3-65 所示。钻木为什么能获得火呢？



图3-65 钻木取火



活动

- 把图钉按在一次性筷子的一端，手握筷子使图钉在粗糙的硬纸板上来回摩擦，然后用手感觉图钉的温度是否发生变化？
- 如图 3-66 所示，取一个配有活塞的厚玻璃筒，筒内放一小团浸有少量乙醚的棉花。快速压下活塞，观察棉花能否燃烧起来。



图3-66 压缩气体做功

大量实验表明：外界对物体做功，可以使物体的内能增加。

双手相互摩擦，手会发热；用锯子锯木头，锯条会发烫；进入大气层的天外来物，发出明亮的光，形成流星。这些摩擦生热的事实，就是克服摩擦力做功使物体内能增加的证据。



活动

如图 3-67 所示，在吸滤瓶内装入少量的水，并滴入几滴酒精。用气筒往瓶里打气，当塞子跳出时，观察瓶内变化。

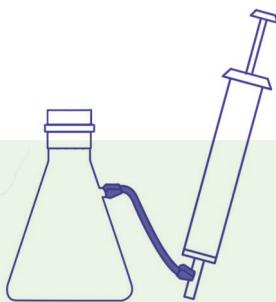


图3-67 气体对外做功实验

大量实验表明，物体对外做功，物体的内能会减少。

做功可以改变物体的内能。从能量的转化看，通过做功改变物体的内能，实质上是其他形式的能量与物体内能相互转化的过程。外界对物体做了多少功，就有多少其他形式的能量转化为内能；物体对外做了多少功，就有多少内能转化为其他形式的能量。因此，功可以用来量度内能改变的多少。



思考与讨论

有一只瓶子，里面装着一些铁屑，可以用什么方法使铁屑的内能增加？如果你没有看到内能改变的过程，单凭铁屑温度的升高，你能说出究竟采用了什么方法吗？



究竟用什么方法改变了铁屑的内能？

图3-68 能做出判断吗？

改变物体内能的方法有两种：做功和热传递。这两种方法对改变物体的内能是等效的，人们无法根据结果来判断内能是通过哪种方法改变的。

内能的单位与功、热量的单位一样，都是焦耳。

比 热 容

我们知道，不同的物质，在质量相等、升高的温度相同时，吸收的热量是不同的。

单位质量的某种物质，温度升高 1°C 所吸收的热量叫做这种物质的比热容 (specific heat capacity)。比热容用符号 c 表示，它的单位是焦 / (千克 \cdot $^{\circ}\text{C}$)，读作焦每千克摄氏度。

单位质量的某种物质，温度降低 1°C 所放出的热量，与它温度升高 1°C 所吸收的热量相等，数值上也等于它的比热容。

比热容是物质的一种特性，不同物质的比热容是不同的。下表列出了些物质的比热容。



表 3-4 一些物质的比热容

物质	比热容 $c/\text{焦}\cdot(\text{千克}\cdot\text{℃})^{-1}$	物质	比热容 $c/\text{焦}\cdot(\text{千克}\cdot\text{℃})^{-1}$
水	4.2×10^3	铝	0.88×10^3
酒精	2.4×10^3	干泥土	0.84×10^3
煤油	2.1×10^3	钢、铁	0.46×10^3
冰	2.1×10^3	铜	0.39×10^3
蓖麻油	1.8×10^3	汞	0.14×10^3
砂石	0.92×10^3	铅	0.13×10^3

从表中可见，水的比热容比砂石大得多。在质量和吸收或放出的热量相同的条件下，水的温度的变化比砂石要小得多。因此，在同样的阳光照射的条件下，一天之内内陆地区的气温变化比沿海地区大。

热量的计算

在热传递过程中，如何计算物体所吸收的热量的多少呢？我们可以利用物质的比热容来计算某种物质在热传递过程中吸收的热量。例如，已知水的比热容是 $4.2 \times 10^3 \text{ 焦}/(\text{千克}\cdot\text{℃})$ ，这表示质量为 1 千克的水温度升高 1℃ 时吸收的热量是 $4.2 \times 10^3 \text{ 焦}$ 。那么，质量为 2 千克的水温度升高 1℃ 时吸收的热量是 $8.4 \times 10^3 \text{ 焦}$ ；质量为 2 千克的水温度升高 10℃（如从 20℃ 升高到 30℃）时吸收的热量是 $8.4 \times 10^4 \text{ 焦}$ 。可见，水吸收热量的多少等于水的比热容、质量和升高的温度的乘积。

如果以 Q 表示物体吸收的热量， c 表示物质的比热容， m 表示物体质量， t_0 表示物体加热前的温度， t 表示物体加热后的温度，则我们可以得到一个由比热容来计算热量的公式：

$$Q_{\text{吸}} = cm(t - t_0)$$



思考与讨论

如果要计算物体降温时放出的热量，热量计算公式会有什么不同？

[例1] 一块质量为5千克、温度为10℃的铁块加热到200℃，铁块吸收了多少热量？

解：铁块质量 $m = 5$ 千克，铁块加热前的温度 $t_0 = 10$ ℃，铁块加热后的温度 $t = 200$ ℃，查表得铁的比热容 $c = 0.46 \times 10^3$ 焦/(千克·℃)。

铁块吸收的热量：

$$Q = cm(t - t_0) = 0.46 \times 10^3 \text{ 焦/(千克·℃)} \times 5 \text{ 千克} \times (200\text{℃} - 10\text{℃}) = 4.37 \times 10^5 \text{ 焦}$$

答：铁块吸收的热量是 4.37×10^5 焦。

[例2] 质量为2千克的砂石和水，它们都吸收了 7.36×10^4 焦的热量，升高的温度各是多少？

解：从表中查出砂石的比热容 $c_{\text{砂石}} = 0.92 \times 10^3$ 焦/(千克·℃)， $c_{\text{水}} = 4.2 \times 10^3$ 焦/(千克·℃)

$$\text{根据公式：} Q_{\text{吸}} = cm(t - t_0) = cm\Delta t, \text{ 可得：} \Delta t = \frac{Q_{\text{吸}}}{cm}$$

$$\Delta t_{\text{砂石}} = \frac{Q_{\text{吸}}}{c_{\text{砂石}} m_{\text{砂石}}} = \frac{7.36 \times 10^4 \text{ 焦}}{0.92 \times 10^3 \text{ 焦/(千克·℃)} \times 2 \text{ 千克}} = 40\text{℃}$$

$$\Delta t_{\text{水}} = \frac{Q_{\text{吸}}}{c_{\text{水}} m_{\text{水}}} = \frac{7.36 \times 10^4 \text{ 焦}}{4.2 \times 10^3 \text{ 焦/(千克·℃)} \times 2 \text{ 千克}} \approx 8.8\text{℃}$$

答：砂石升高40℃，水升高约8.8℃。

热机

热机在人类生活中发挥着重要的作用。许多现代交通工具靠它来提供动力。热机的应用和发展推动了社会的快速发展，使人类步入工业化时代。

热机有多种类型。蒸汽机、内燃机、燃气轮机、喷气发动机等都属于热机。尽管不同种类的热机有不同的结构，但热机有个共同特点：通过做功把内能转化为机械能。

汽车是我们最熟悉的交通工具之一。在汽车上用的动力装置绝大多数属于内燃机。内燃机就是燃料在机器气缸内燃烧的热机。以汽油为燃料的内燃机叫做汽油机，以柴油为燃料的内燃机叫做柴油机。

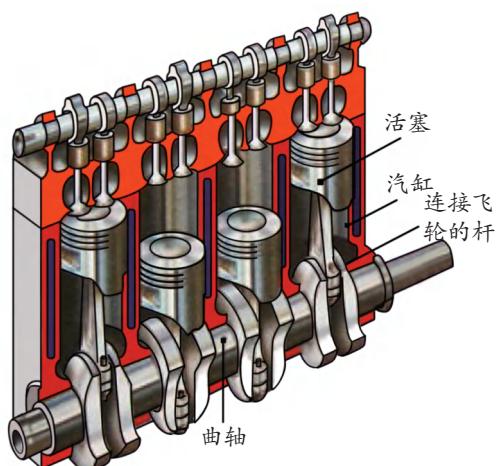


图3-69 内燃机剖面图



图3-70是汽油机的工作示意图。汽油在汽油机的汽缸内燃烧，生成高温高压的燃气，推动活塞做功，把内能转化为机械能。活塞在汽缸内往复运动，通过连杆带动曲轴转动。活塞从汽缸的一端运动到汽缸的另一端的过程，叫做一个冲程。大多数的汽油机都是由吸气、压缩、做功、排气四个冲程的循环往复来保证机器正常工作。在一辆汽车的发动机中有多只汽缸，如四只、六只或八只汽缸，每一只汽缸都循环往复地重复“四个冲程”。

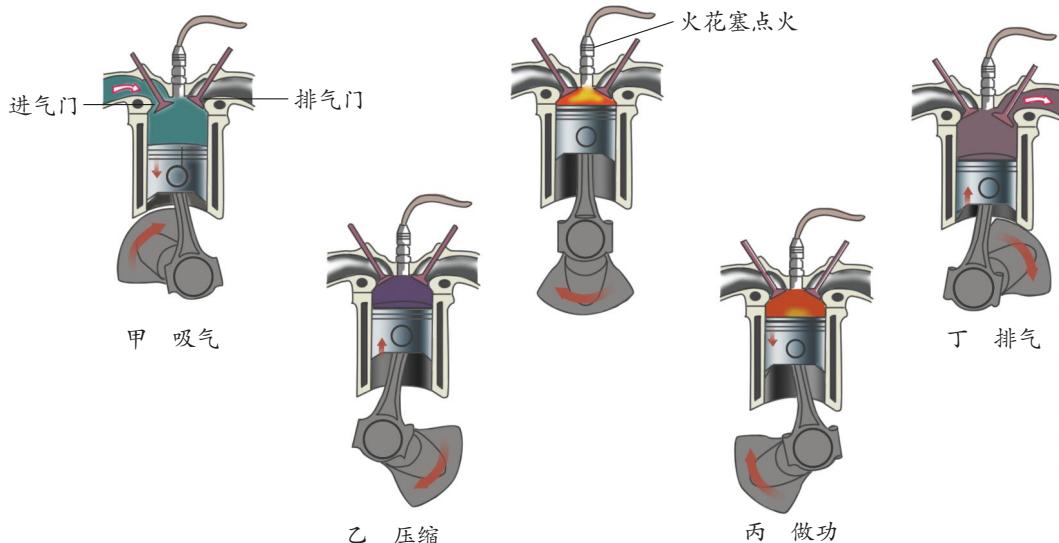


图3-70 汽油机的工作原理示意图

在图3-70甲中，进气门打开，排气门关闭，活塞从上向下运动，汽油和空气的混合物被吸入汽缸，这就是吸气冲程。

在图3-70乙中，进气门和排气门都关闭，活塞从下向上运动，压缩已吸入的燃料混合物，这就是压缩冲程。

在图3-70丙中，在压缩冲程末，火花塞产生电火花，点燃压缩后的燃料，使燃料猛烈燃烧，产生高温高压的燃气。高温高压的燃气推动活塞向下运动，通过连杆带动曲轴转动，对外做功，实现把内能转化为机械能，这就是做功冲程。

在图3-70丁中，进气门关闭，排气门打开，活塞从下向上运动，把废气排出汽缸。

思考与讨论

在汽油机的工作过程中，哪个冲程使汽车获得动力？在哪个冲程中汽车排出了尾气？

热机工作时，用来做有用功的能量与燃料完全燃烧放出的能量之比，就是热机的效率。汽油机的效率一般为20%~30%，柴油机的效率可达45%。提高热机效率，减少能源消耗，是人类不懈的追求。

热机的广泛使用，极大地改变了人类的生活和工作方式。但是，热机在使用过程中都要排出废气，这些废气中含有SO₂、NO₂、CO₂、CO等对人类有害的气体，严重污染了空气，影响着人类和动植物的生存。减少热机中有害物质的排放量，已成为人类保护环境的重要举措。



科学·技术· 社会·环境

喷气发动机

喷气发动机也是一种内燃机，燃料在燃烧室中燃烧，燃气向后高速喷出，从而获得向前的动力。喷气发动机有空气喷气发动机（如图3-71）和火箭喷气发动机（如图3-72）两种。

空气喷气发动机工作时，需要利用大气中的氧气来助燃，这种发动机常使用在飞机上。

火箭喷气发动机自带燃料和氧化剂，它工作时不需要外界的空气，既可以在大气层外的宇宙空间工作，还可以在水下工作。火箭喷气发动机常用来发射人造卫星和宇宙飞船。火箭喷气发动机的主要部分是燃烧室和喷口，燃料和氧化剂混合后在燃烧室中燃烧，燃气以极高的速度从发动机底部的喷口向后喷出，从而产生极大的

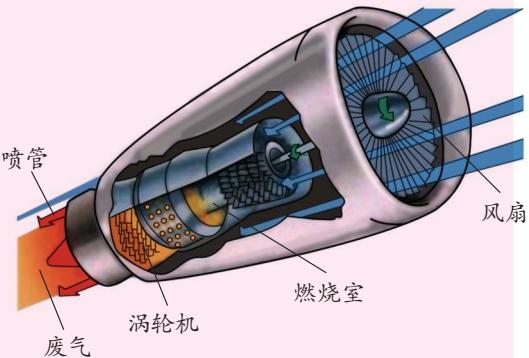


图3-71 空气喷气发动机

向前推力。火箭喷气发动机按使用的燃料不同，分为固体燃料火箭喷气发动机和液体燃料火箭喷气发动机。

在广大科技工作者的努力下，我国的航空、航天技术得到了飞速发展，火箭及卫星技术已达到世界先进水平。

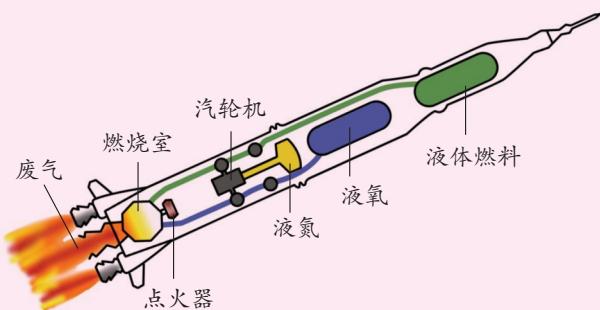


图3-72 火箭喷气发动机



燃料的热值

燃料种类很多，木柴、煤、石油、天然气、沼气等都是燃料。燃料燃烧时，能够放出热量。灶具、汽车、轮船、火力发电厂和各种火箭等，都是利用燃料燃烧所产生的热量工作的。



火箭使用液态或固态氢



灶具使用液化石油气或天然气



汽车使用柴油或汽油

图3-73 燃料的使用

燃料燃烧是物质剧烈氧化的过程。从能量转化的角度来看，燃料燃烧释放热量的过程，就是将贮存在燃料中的化学能转化为内能的过程。

由于燃料的成分不同，相同质量的不同燃料燃烧时放出的热量也不相同。我们把1千克某种燃料完全燃烧时放出的热量，叫做这种燃料的热值。热值的单位为焦/千克。

表3-5 常用燃料的热值(焦/千克)

燃料	热值	燃料	热值	燃料	热值
干木柴	(约) 1.2×10^7	木炭	3.4×10^7	汽油	4.6×10^7
烟煤	(约) 2.9×10^7	酒精	3.0×10^7	煤气(焦/米 ³)	3.9×10^7
无烟煤	(约) 3.4×10^7	柴油	3.3×10^7	天然气(焦/米 ³)	(7.1~8.8)×10 ⁷
焦炭	3.0×10^7	煤油	4.6×10^7	氢	1.4×10^8

燃料很难完全燃烧，燃料燃烧放出的热量也不可能完全得到利用。例如，用天然气烧水时，天然气燃烧放出的热量只有一部分传递给水，另一部分传递给盛水容器、炉子以及散失到空气中。因此，改善燃烧条件，使燃料尽可能完全燃烧，同时应尽可能减少各种热损失，既可以节约燃料、提高效率，又可以减少污染、保护环境。



汽车的能耗

如图 3-74 是一辆汽车行驶过程中消耗的能量分配的扇形图。从图中可见，1 千克汽油在汽缸内完全燃烧时放出的能量，大约只有 25% 用于做功，而其余的 75% 能量则是损耗掉了。损耗掉的能量包括排气管排出的废气带走的内能和传给散热器散失的内能。排出的废气主要是 CO_2 和 H_2O ， CO_2 是导致全球气候变暖的温室气体。废气中还有 CO 、 NO 、 NO_2 以及未燃烧的碳氢化合物，这些都是有毒的物质。

而用于做功的 25% 的能量中，大约有 30% 用于发动机的水箱循环和空调工作，大约有 17% 消耗在传动装置上，只有 53% 用于驱动车轮推动汽车前进。汽车前进时，需要克服地面阻力和空气阻力，空气阻力随着汽车速度的提高而增加。综合考虑上述各种因素，整辆汽车的总效率约为 13%。

2019 年，我国汽车保有量已突破 2 亿辆，年需要燃油近 3 亿吨。汽车能量消耗约占国民经济总能量消耗的 57%。汽车在给人们的出行带来便利的同时，也带来了能源消耗、尾气污染的大幅度增加。

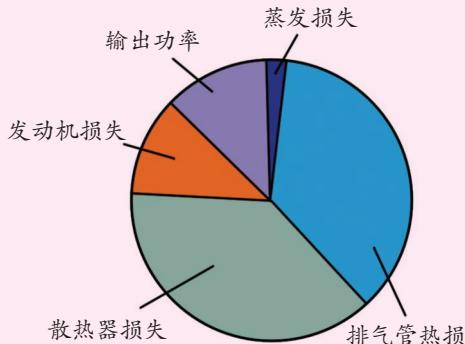


图3-74 汽车的能耗分配图



- 下列各情况物体的内能是增加还是减少？改变内能的方法是什么？
 - 用打气筒给自行车打气时，气筒壁发烫。
 - 用砂轮磨刀时，刀具发烫。
 - 贮气罐里的气体向外喷泻时，气罐壁的温度变低。



2. 太阳能热水器内盛有 100 千克、温度为 20℃ 的水，受阳光的照射水温升高到 60℃，则这些水吸收了多少热量？
3. 汽车发动机的冷却系统里装有 20 千克 20℃ 的水，若发动机工作时放出 1.26×10^6 焦的热量并被水吸收，则水的温度会升高多少？
4. 汽油的热值是 4.6×10^7 焦 / 千克，它表示 _____ 1 千克汽油，将有 _____ 焦的 _____ 能转化为 _____ 能。
5. 向父母了解你家烧饭曾经用过什么燃料，现在又用什么燃料，燃料的改善带来了什么好处。

第6节 电能

电能是现代生活和生产中最常用的一种能量。生活中每户家庭都要向电力公司缴纳电费，那么，电费是怎样计算的？怎样量度所消耗的电能？

电能与电功

电灯照明、电冰箱冷藏食物、电饭锅烧饭、电脑上网等，都在使用电能。



下列各图示中，电能分别转化为什么形式的能量？



图3-75 家用电器中的能量转化

人们广泛利用电能，不仅是因为电能容易传输，而且是因为它很容易转化为人们所需要的各种能量。

电能转化为其他形式能量的过程就是电流做功的过程。电流所做的功叫做电功 (electric work)。电能转化为其他形式能量的多少可以用电功来度量。电流通过电动机，把电能转化为机械能，说明电流对电动机做了功。电流通过电灯、电视机和电冰箱等用电器时，也会对这些用电器做功。

电能、电功的单位与机械能的单位一样，也是焦耳。电能的单位还有千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$)，俗称“度”。1 千瓦时比 1 焦耳大得多：

$$1 \text{ 千瓦时} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦耳}$$

用电器在一段时间里消耗的电能的多少，可以用电能表来测量。电能表也叫电度表。如图 3-76 所示，电能表上标有一些符号或数字，它们表示什么意思呢？



图 3-76 电能表

用电时，电能表的铝质转盘便转动起来，计数器就将电路中所消耗的电能记录下来。某段时间电能表上先后两次读数之差，就是这段时间电路消耗的电能。

思考与讨论

某家庭 8 月底、9 月底电能表上显示的数字如图 3-77 所示，这个家庭在 9 月份用了多少电能？



图 3-77 电能表的数字



图3-78 电子式多费率电能表

电器的电功率

观察用电器的铭牌，我们往往會发现铭牌上标有11W、1200W等数字，如图3-79所示，这些数字表示什么意思？

在相同的时间内，不同的用电器消耗的电能并不相同，也就是说，电流做功的快慢不同。电流做功的快慢用电功率描述。用电器铭牌上标有的11W、1200W等数字表示了电器的电功率。

电流在单位时间内做的功，叫做电功率（electric power）。如果用字母P表示电功率，W表示电功，t表示时间，那么：

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

跟机械功率一样，电功率的单位也是瓦或千瓦。

各种用电器铭牌上都标有电压、电功率的大小，它是我们选用电器的一个重要参数。

用电器铭牌上标有的电压值叫做额定电压，标有的电功率值叫做额定功率。额定电压（rated voltage）是用电器正常工作时的电压，额定功率（rated power）是用电器在额定电压下消耗的电功率。



图3-79 节能灯

表3-6 一些电器设备的功率

电器	功率(瓦)	电器	功率(瓦)	电器	功率(瓦)
电子表	0.001	普通照明灯泡	15~100	电熨斗	100~1500
半导体收音机	0.06~0.4	家用电冰箱	100~200	电饭煲	300~1500
21吋彩色电视机	90	台式电脑	100~300	家用空调	950~2300
日光灯	3~40	吸尘器	800	家用烤炉	450~1500



图3-80是某型号全自动洗衣机的铭牌，你能读懂哪些内容？

所谓输入功率，是指电器消耗的总电功率。

XX55-8560型全自动洗衣机	
家用电器有限公司	
额定电压/频率:	220V~/50Hz
额定洗涤/脱水容量:	5.5kg/5.5kg
离心洗/波轮洗	额定输入功率:500W/390W
脱水	额定输入功率:210W
防水程度:	IPX4
出厂日期	4001017802
编号:	
产品认证编号:	CH0050333-2000
原产地:	中国杭州

图3-80 洗衣机铭牌



取三只电功率不同的灯泡：220V 15W、220V 40W、220V 60W，分别接到同一盏台灯中，通电后，观察它们发光的亮度。

接在同一电路上的灯泡，消耗电功率越大，灯泡就越亮。

电功率和电功的计算

电功率是描述电流做功的快慢，但电器工作时消耗的电功率究竟跟哪些因素有关呢？



小灯泡的电功率跟哪些因素有关

把灯泡接到电路中时，不同功率的灯泡发光的亮度是不同的。灯泡越亮，灯泡的电功率就越大。那么，灯泡的电功率跟哪些因素有关？下面让我们以小灯泡为例，探究小灯泡电功率跟哪些因素有关。

1. 提出问题：

小灯泡的电功率跟哪些因素有关？

2. 建立假设：

(1) 小灯泡的电功率跟电压有关，电压越高，电功率就越大。

(2) 小灯泡的电功率跟电流有关，电流越大，电功率就越大。

你还能提出什么假设？

3. 设计实验方案：

若要研究小灯泡的电功率跟电流和电压的关系，需要运用控制变量的方法进行实验研究。

(1) 研究小灯泡的电功率跟电流的关系，就要控制小灯泡两端电压不变。为此，我们可以把2只不同的小灯泡按图3-81所示方式并联在电路上，从而控制它们两端电压相等，用电流表分别测量通过小灯泡的电流。通过观察小灯泡的亮度来判断小灯泡电功率大小，看看电功率大小跟电流有什么关系。

(2) 研究小灯泡的电功率跟电压的关系，就要控制通过小灯泡的电流不变。为此，我们可以把2只不同的小灯泡按图3-82所示方式串联在电路上，从而控制通过它们的电流相等，用电压表分别测量小灯泡两端的电压。通过观察小灯泡的亮度来判断小灯泡电功率大小，看看电功率大小跟电压有什么关系。

4. 进行实验，收集证据：

请按照上面设计的方案进行实验，并把收集到的数据和观察到的现象分别记录在表3-7和表3-8中。

表3-7 研究小灯泡的电功率跟电流的关系表

	灯L ₁	灯L ₂
条件控制（电压关系）		
亮度（亮、暗）		
电流（安）		

表3-8 研究小灯泡的电功率跟电压的关系表

	灯L ₁	灯L ₂
条件控制（电流关系）		
亮度（亮、暗）		
电压（伏）		

5. 分析与论证：

小灯泡的电功率大小跟小灯泡两端的电压、通过小灯泡的电流有关。在电压相等的情况下，通过小灯泡的电流越大，小灯泡的电功率越大；在电流相等的情况下，小灯泡两端的电压越高，小灯泡的电功率越大。

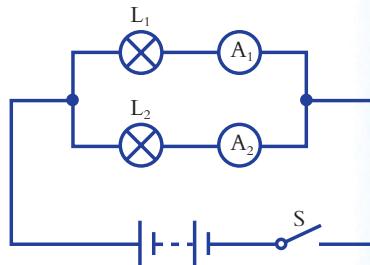


图3-81 研究电功率跟电流的关系

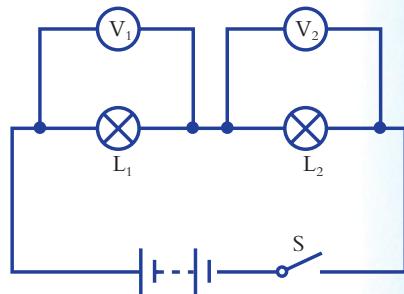


图3-82 研究电功率跟电压的关系

进一步实验表明，用电器的电功率等于用电器两端电压与通过用电器电流的乘积。

用 P 表示电功率， U 表示电压， I 表示电流，则电功率的公式可表示为：

$$P = UI$$

使用公式时，若 U 的单位为伏， I 单位为安，则 P 的单位为瓦。因此，电功率的单位瓦特也可表示为：

$$1 \text{ 瓦} = 1 \text{ 伏} \cdot \text{安}$$



思考与讨论

公式 $P = \frac{W}{t}$ 与 $P = UI$ 有什么不同？

根据功率和功的关系： $P = \frac{W}{t}$ ，可以得到电功的计算式，即：

$$W = UIt$$

这就是说，电流在某段电路上做的功，等于这段电路两端的电压与通过这段电路的电流，以及通电时间的乘积。

根据公式 $W = UIt$ ，电功单位焦耳也可表示为：

$$1 \text{ 焦} = 1 \text{ 伏} \cdot \text{安} \cdot \text{秒}$$

[例题] 将图 3-79 所示的节能灯接在 220 伏的电路中，通过灯泡的电流有多大？这只节能灯正常工作 2 小时消耗多少电能？

解：灯泡的额定电压为 220 伏，额定功率为 11 瓦。当灯泡接在 220 伏的电路中时，

$$\text{电流: } I = \frac{P}{U} = \frac{11 \text{ 瓦}}{220 \text{ 伏}} = 0.05 \text{ 安}$$

$$\text{消耗电能: } W = Pt = 11 \text{ 瓦} \times 2 \times 3600 \text{ 秒} = 79200 \text{ 焦}$$

答：当节能灯接在 220 伏的电路中时，通过灯泡的电流为 0.05 安，节能灯消耗的电能为 79200 焦。

如果电路电压与用电器的额定电压相差过多，用电器可能根本不能工作，或者被烧坏。



实验



测定小灯泡的功率

目标

- 学习使用电流表和电压表测用电器功率的方法。
- 了解用电器的功率跟用电器两端的电压有关，加深对额定电压和额定功率的理解。



器材

常用的小灯泡1只（标明额定电压，未标明额定功率），电流表、电压表各1只，滑动变阻器1只，开关1只，电池组（总电压高于灯泡的额定电压）1只，导线若干。

过程

- 在右边的方框内画出实验电路图。
- 按正确的电路图连接电路。
- 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压恰好等于灯泡的额定电压。读出此时两只电表的读数，并记录在表3-9中。
- 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压约为小灯泡额定电压的1.2倍。观察小灯泡的亮度变化（相对于额定电压下的亮度），读出两只电表的读数，并记录在表3-9中。
- 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压约为小灯泡额定电压的0.8。观察小灯泡的亮度变化（相对于额定电压下的亮度），读出两只电表的读数，并记录在表3-9中。
- 计算出三种情况下小灯泡的功率。

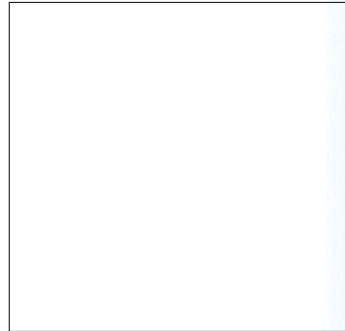


表3-9 记录表

序号	电压(伏)	电流(安)	功率(瓦)	灯泡亮度变化
1				
2				
3				

讨论

- 小灯泡在哪种情况下属于正常发光？
- 如果一再降低或一再提高小灯泡两端的电压，将会出现什么情形？



常用电热器

夏天，你使用电驱蚊器吗？冬天，你使用电取暖器吗？这些用电器工作时都会发热，你知道它们的工作原理吗？

原来，电流通过各种导体时，会使导体的温度升高，这种现象叫做电流的热效应。从能量的转化看，电流通过导体发热的过程实质上是电能转化为内能的过程。各种各样的电热器都是利用电流的热效应工作的，如图3-83所示。



图3-83 家用电热器



思考与讨论

1. 还有哪些用电器是利用电流的热效应工作的?
2. 电流的热效应有什么利和弊?

那么, 电流通过导体产生的热的多少跟哪些因素有关呢?



活动

如图 3-84 所示, 2 只烧瓶内装有煤油, 瓶塞上各插 1 根玻璃管, 瓶内各装 1 根阻值不同的电阻丝 $R_{\text{甲}}$ 和 $R_{\text{乙}}$ 。

烧瓶与玻璃管相当于液体温度计, 只要比较 2 根玻璃管内液面上升的高度, 就可以比较出液体温度上升的高低, 进而比较 2 根电阻丝放出热量的多少。

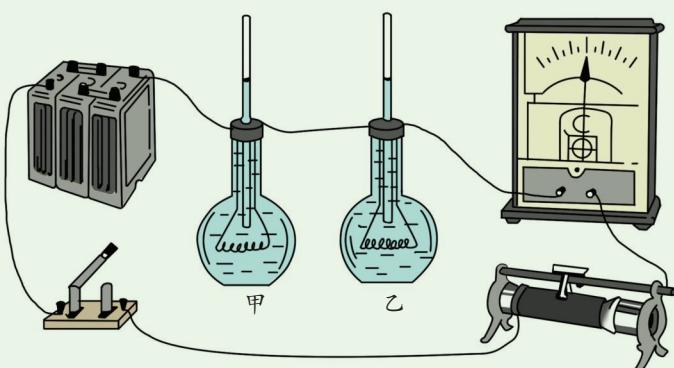


图3-84 研究电热跟哪些因素有关

1. 将 2 根电阻丝串联在电路中, 标出 2 根玻璃管内液面的位置。
2. 闭合开关, 记下电流表的读数: _____。
3. 经过一段时间后, 标出 2 根玻璃管内液面的位置。
4. 比较 2 根玻璃管内液面上升的高度, 可以推测得出: 当电流相等时, 电阻越大, 电流产生的热量越 _____。
5. 当 2 根玻璃管中的液面降到原来的高度后, 减小滑动变阻器的阻值, 闭合开关, 记下电流表的读数: _____。



6. 经过与第一次相同时间的通电后，标出甲瓶（或乙瓶）玻璃管内液面的位置。

7. 与上次该玻璃管内液面上升的高度相比，可以推测得出：当电阻相等时，电流越大，电流产生的热量就越_____。

显然，通电的时间越长，电流产生的热量就越多。

进一步的实验可以得出：电流通过导体产生的热量跟电流的二次方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比。这个规律叫做焦耳定律（Joule's laws），它是由英国科学家焦耳最先发现的。

焦耳定律可以用以下的公式表示：

$$Q = I^2 R t$$



思考与讨论

电吹风机和电熨斗通电时都会发热，哪种用电器可以认为是将电能全部转化成了内能？

电流通过导体时，如果电能全部转化为内能，而没有转化为其他形式的能，那么，电热就正好等于电功。这种情况下，焦耳定律也可以利用电功公式和欧姆定律推出。请你自己推导一下。

[例题] 如图 3-85 是电饭锅的电路图。电饭锅工作时有两种状态：当自动开关 S 接通时，电饭锅处于加热状态，将锅内的水加热直到烧开；当自动开关 S 断开时，电饭锅处于保温状态。图中 R_2 是加热用的电热丝，阻值为 55 欧； R_1 是电阻，阻值为 145 欧。试求：

(1) 在加热状态下，电饭锅正常工作 30 分钟产生多少热量？

(2) 在保温状态下，电饭锅消耗的功率多大？

解：(1) 在加热状态下，开关 S 接通，电路中只接入电热丝 R_2 ，因此通过 R_2 的电流：

$$I = \frac{U}{R_2} = \frac{220 \text{ 伏}}{55 \text{ 欧}} = 4 \text{ 安}$$

根据焦耳定律， R_2 上产生的热量：

$$Q = I^2 R_2 t = (4 \text{ 安})^2 \times 55 \text{ 欧} \times 30 \times 60 \text{ 秒} = 1.584 \times 10^6 \text{ 焦}$$

(2) 在保温状态下，开关 S 断开，电阻 R_1 与电热丝 R_2 相串联，假设此时电路中的电流为 I' ，根据串联电路的电压特点： $U = U_1 + U_2 = I' R_1 + I' R_2$

$$I' = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{220 \text{ 伏}}{145 \text{ 欧} + 55 \text{ 欧}} = 1.1 \text{ 安}$$

电饭锅消耗的功率：

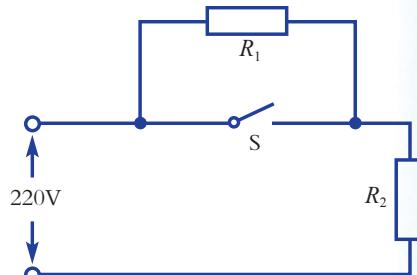


图3-85 电饭锅的电路图

$$P' = U I' = 220 \text{ 伏} \times 1.1 \text{ 安} = 242 \text{ 瓦}$$

答：(1) 电饭锅正常工作 30 分钟产生的热量为 1.584×10^6 焦。(2) 在保温状态下，电饭锅消耗的功率为 242 瓦。



思考与讨论

上面这个问题还可以用什么方法来求解？



练习

1. 图 3-86 中的各种用电器在工作时，电能分别转化为哪种形式的能？



洗衣机



电灯

图3-86 家用电器

2. “PZ220-40” 的灯泡接在 220 伏的电路中，通过灯丝的电流为 _____ 安，它在 1 小时内消耗的电能为 _____ 焦。
3. 某 LED 灯用电压为 6 伏的电源供电，正常工作电流为 300 毫安。那么，此 LED 灯正常工作时的功率为多少？
4. “风光互补发电”装置能够利用太阳能电池板和风力发电机发电。某“风光互补发电”装置的发电功率为 500 瓦，正常工作 1 小时可产生多少电能？
5. 1 千瓦时的电可供“PZ220-40”的灯泡用多少小时？
6. 某教室里安装了 8 盏 40 瓦的日光灯，若这些灯每天照明 3 小时，则这个教室每天消耗多少电能？
7. 一台“220V 1000W”的电热水器，正常工作 10 分钟消耗多少焦耳的电能？
8. 在图 3-84 所示的实验中，两个相同的烧瓶中均装入相同质量的煤油，烧瓶甲中电阻丝的阻值为 5 欧。闭合开关，电流表读数为 0.8 安，经过 200 秒的时间，烧瓶甲中的煤油温度由 20℃ 升高到 25℃，烧瓶乙中的煤油温度由 20℃ 升高到 23℃。假设电阻丝产生的热量全部被煤油吸收，电阻丝的阻值不随温度变化，电源电压保持不变，已知煤油的比热容 $c=2.1 \times 10^3$ 焦 / (千克 · ℃)。求：
 - (1) 在此过程中烧瓶甲中煤油吸收的热量。
 - (2) 烧瓶甲中煤油的质量。
 - (3) 烧瓶乙中电阻丝的阻值。



第7节 核能

人类所利用的能源绝大多数是由核能转化而来的，因为从太阳射向地球的电磁能就是由太阳内部进行着的核聚变反应而产生的。那么，核能是怎样产生的？人类是如何有效地控制和利用核能的？

裂变和聚变

原子核是可以转变的。原子核在转变过程中所释放出的能量，称为核能（nuclear energy）。核能是从原子核内部释放出来的，它比物质在化学反应中所释放出的化学能要大得多。例如，1千克铀核全部转变为氪核和钡核时释放出的核能，超过了2000吨煤完全燃烧时释放出的化学能。那么，如何使原子核发生转变而释放出核能呢？

原子核的裂变和原子核的聚变是获得核能的两条途径。

核裂变（fission）是质量较大的原子核在中子轰击下分裂成2个新原子核，并释放出巨大能量的现象。例如，用中子轰击铀-235原子核，可以使铀核裂变为氪核和钡核，同时向外释放能量，并产生2~3个新的中子。如果产生的中子继续轰击其他铀核，引起铀核裂变，就会导致越来越多的铀核不断地发生裂变，放出越来越多的能量。这种连锁式的铀核裂变反应称为链式反应（chain reaction）（如图3-88）。

如果原子核裂变的链式反应不加以控制，在短时间内形成雪崩式的裂变反应，就会放出巨大能量而产生猛烈的核爆炸，原子弹就是运用这个原理制造的。



图3-87 长崎原子弹爆炸时的情景

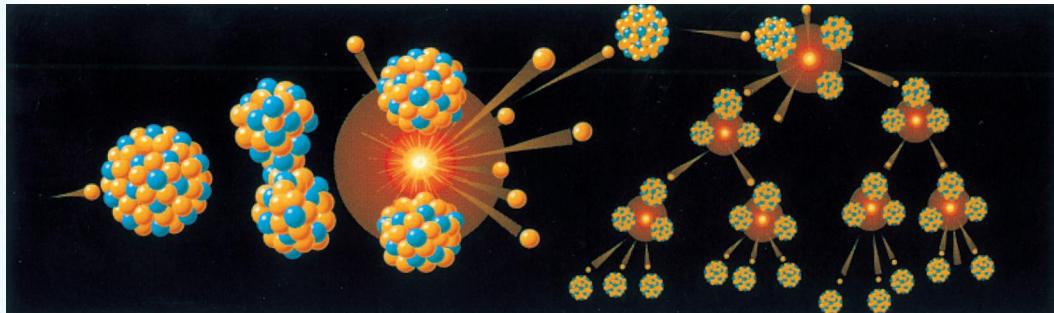


图3-88 链式裂变反应示意图，中子就像“点燃”核燃料的火柴

核聚变 (fusion) 是 2 个质量较小的原子核结合成质量较大的新原子核，同时释放出能量的现象。例如，氘核（核内有 1 个质子、1 个中子的氢核）和氚核（核内有 1 个质子、2 个中子的氢核）在超高温下聚合成氦核，并向外放出能量，如图 3-89 所示。在消耗质量相同的核材料时，核聚变比核裂变释放出更多的核能。核聚变需要极高的温度，所以也叫做热核反应。热核反应一旦发生，就不再需要外界给它能量，依靠自身产生的热就会使核反应继续下去。氢弹就是根据核聚变的原理制造的，它的威力比原子弹大得多（如图 3-90）。

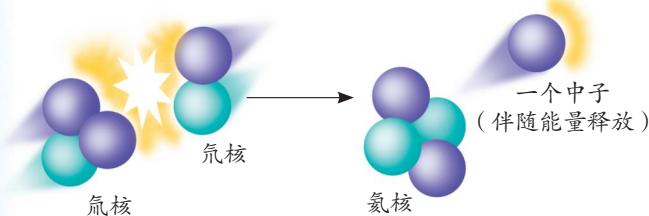


图3-89 聚变反应示意图



图3-90 氢弹爆炸时的情景



两弹一星

1960 年 11 月 5 日，我国第一枚导弹发射成功；1964 年 10 月 16 日，我国第一颗原子弹爆炸成功；1967 年 6 月 17 日，我国第一颗氢弹空爆试验成功；1970 年 4 月 24 日我国第一颗人造卫星发射成功。我国的核弹（原子弹、氢弹）、导弹和人造卫星（简称“两弹一星”）是 20 世纪下半叶中华民族创建的辉



煌伟业。

“两弹一星”的研制，是我国当时面对严峻的国际形势，为抵制帝国主义的武力威胁和核讹诈，保卫国家安全、维护世界和平而作出的战略决策。我国一大批优秀的科技工作者，以身许国，怀着对新中国的满腔热爱，响应党和国家的召唤，义无反顾地投身到这一神圣而伟大的事业中。他们在十分艰苦的条件下，自力更生，发愤图强，完全依靠自己的力量，用较少的投入和较短的时间，突破了核弹、导弹和人造卫星等尖端技术，取得了举世瞩目的辉煌成就。

“两弹一星”的精神，是爱国主义、集体主义、社会主义精神和科学精神的生动体现，是我国人民在20世纪为中华民族创造的新的宝贵精神财富。我们要继续发扬光大这一伟大精神，使之成为全国各族人民在现代化建设道路上奋勇开拓的巨大推动力量。

核能的和平利用——核电站

如果能够按需要控制链式反应的速度，使原子核的裂变反应持续而缓慢地进行，核能有控制地平稳释放，这样的核能就可以为人类和平建设服务。可控制地进行核反应的装置称为核反应堆。核电站（如图3-91）就是利用核反应堆提供的能量，使水变成蒸汽，再利用高温高压的蒸汽推动汽轮发电机发电的。

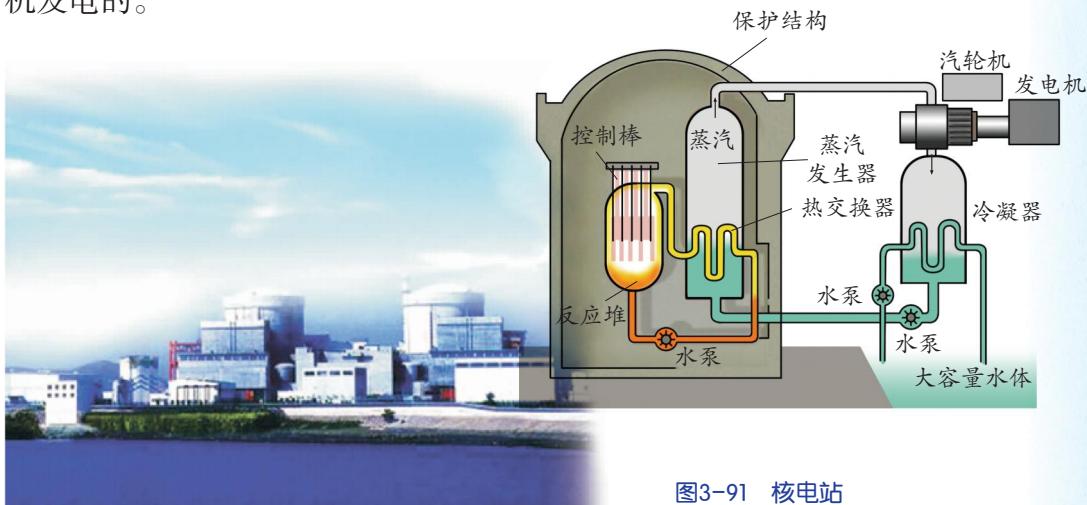


图3-91 核电站

太阳的巨大能量就是内部核聚变产生的。在太阳的内部，氢原子核在超高温下发生核聚变，释放出巨大的核能。这些能量再从太阳核心向外扩散到太阳表面，然后，大部分太阳能以热和光的形式向四周辐射出去，其

中有一部分到达地球表面，如图 3-92 所示。

人们虽然能够控制裂变反应的速度，但还没有找到实用的控制核聚变反应的方式，所以，直到现在人类还不能和平利用核聚变的能量。科学家一直致力于探索核聚变的控制途径。近几年来，我国核聚变事业取得了一系列重要成就和突破。2017 年，我国启动了中国聚变工程实验堆（CFETR）的工程设计。中国聚变工程实验堆（CFETR）按照太阳内部热核聚变的原理，设计建造可控的“人造太阳”，造福人类社会。受控核聚变能够为人类提供几乎取之不尽的理想洁净的能量，人类一旦能够稳定地获取核聚变能，将不再有“能源危机”。

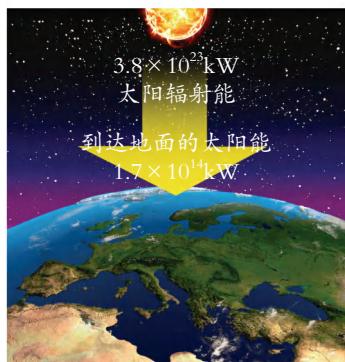


图3-92 太阳能



科学·技术· 社会·环境

核电站的安全性

发展核电站，应优先关注安全性。核电引起的安全问题主要在两个方面：一是核反应万一失控，会损坏设备，引起放射性物质泄漏；二是放射性废料处理不当，会导致环境污染。

世界上曾发生了几次较大的核电事故。1986 年，苏联切尔诺贝利核电站发生严重的核电事故，事故的原因是工作人员违反操作规定，导致反应堆过热，发生一系列的爆炸，使得放射性物质泄漏到周围环境中，造成了重大损失。2011 年，日本福岛核电站在里氏 9.0 级地震和海啸袭击后出现的核泄漏事故，引发全球有核电国家对核电站的安全检查与反思。

为了防止核电站事故的发生，核电站的反应堆都有一系列的防护措施，设置了多道安全屏障。对核电站放射性废料的处理方式为：先在核电站内专用的废物库暂存（我国规定暂存时间为 5 年），然后送到人烟稀少、地质稳定、地下水位低又远离天然水源的处置场永久存放，一般存放几百年。

每一次核泄漏事故都让人类更加重视核安全，都会让核电发展吸取经验，升级防范措施。随着科学和技术的发展，人们将会制造出更安全的核反应堆，也期待着受控核聚变技术早日走向成熟。

放射性

早在 100 多年前，科学家贝克勒尔（Antoine Henri Becquerel）、居里夫妇等发现铀、钍、镭等元素能够自发地放出穿透能力很强的射线。居里夫人



(Marie Curie) 把元素具有的这种辐射能力叫做放射性 (radioactivity)。进一步研究发现，许多天然存在的元素也具有放射性。

原子核的裂变也会产生一些放射性物质。

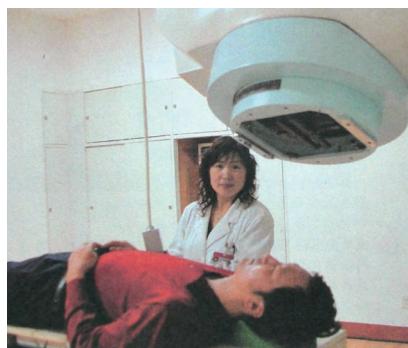


图3-94 放射疗法

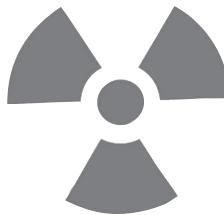


图3-93 放射性物质的标志

放射性物质既有天然放射性物质，也有人工放射性物质。

放射性物质放出的射线到底是什么呢？

科学家发现，各种放射性元素放出的射线中包括 α 、 β 和 γ 三种射线。 α 射线是带正电的高速运动的氦原子核流。 β 射线是带负电的高速运动的电子流。 γ 射线是能量很高的电磁波。这三种射线穿透物质的能力也不同， α 射线穿透能力最弱，在空气中只能前进几厘米。 β 射线穿透能力较强，能穿透几毫米厚的铝板。 γ 射线穿透能力

最强，能穿透几厘米厚的铅板和几十厘米厚的混凝土。

放射性现象在工业、农业、医疗等领域都有广泛应用。工业上利用放射线来测量物体厚度。农业上利用放射线照射种子，使种子发生变异，培育新的优良品种；利用放射线还可以杀菌。医疗上利用 γ 射线治疗癌症，因为人体组织对射线的耐受能力是不同的，细胞分裂越快的组织，它对射线的耐受能力就越弱。

人类一直生活在有放射线的环境中。我们日常生活中的一些用品含有放射性物质，周围的一些岩石中也有放射性物质，地球上的每个角落都有不断的来自宇宙的射线，等等。由于这些辐射都在安全剂量范围之内，对我们人体没有伤害。

然而，过量的辐射对人体和动物的组织都有破坏的作用。因此，在使用放射性物质时，必须注意安全，也要防止放射性物质对空气、水、生活用品等的污染。



放射线的来源

从扇形图中可以看出，人体日常接受的放射线中，有约 82% 来自于本底辐射。本底辐射是自然界中普遍存在的，它的放射源有很多，有些来自太空，

有些则来自地球上的物体，如岩石或土壤中的铀经过衰变产生的有放射性的氡。在我们的周围，可以进行少剂量放射的物质几乎随处可见：房屋中的木头、砖块，衣服的布料，日常食品，甚至我们的身体。

由生活环境、生活方式所带来的放射剂量可能比本底辐射还要多。生活在海拔高的地方或经常坐飞机，会增加宇宙射线对身体的辐射。香烟中含有的许多放射性物质，医院里产生的放射性废弃物，核反应堆产生的放射性废弃物等，都是放射线的来源。

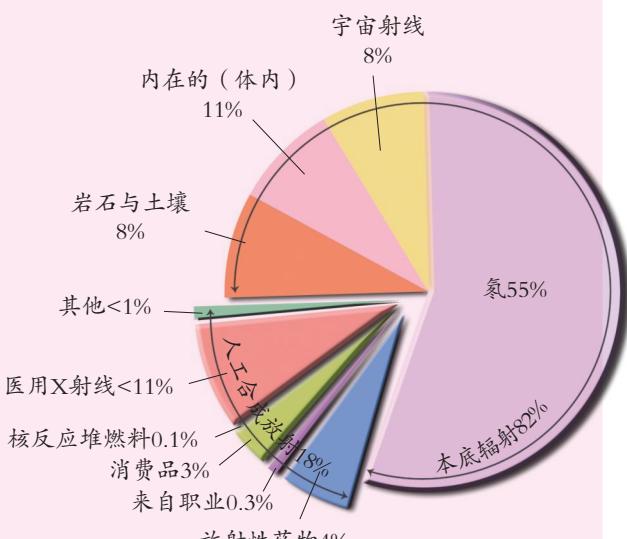


图3-95 放射线的来源



练习

- 核能是蕴藏在 _____ 的能量。获得核能的主要途径有 _____ 和 _____。
- 在核电站中，所发生的核反应（ ）。
A. 是聚变反应
B. 是裂变反应
C. 有的是聚变反应，有的是裂变反应
D. 既不是聚变反应，也不是裂变反应

第8节 能量的转化与守恒

我们知道，动能和势能之间可以相互转化。那么，其他形式的能量是否也会发生相互转化呢？能量在转化过程中遵循什么规律？



能量的相互转化

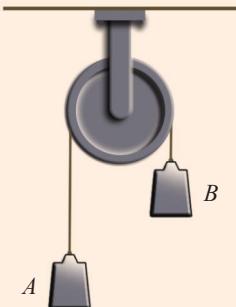
能量有机械能、内能、化学能、电能、核能等多种形式，各种形式的能量不是孤立的，而是相互联系的。



下列物体具有哪种形式的能量？物体的能量发生怎样变化？



金属勺放入热水中



A物上升，B物下降



森林火灾



特技跳伞

图3-96 能量的转移和变化

能量可以在两个物体之间转移，能量形式也可以转化。

能量转化的现象在我们周围经常发生。如图 3-97 所示，太阳光照射到绿色植物的叶片上，叶片通过光合作用把水和 CO₂ 合成为淀粉等有机物质，将电磁能（光能）转变为化学能储存在植物里；太阳光照射到大气层中，使大气产生对流，将电磁能转变为空气的动能；太阳光照射到太阳能热水器上，使水的温度升高，将电磁能转变为水的内能；太阳光照射到电池板上，将电磁能转化为电能。

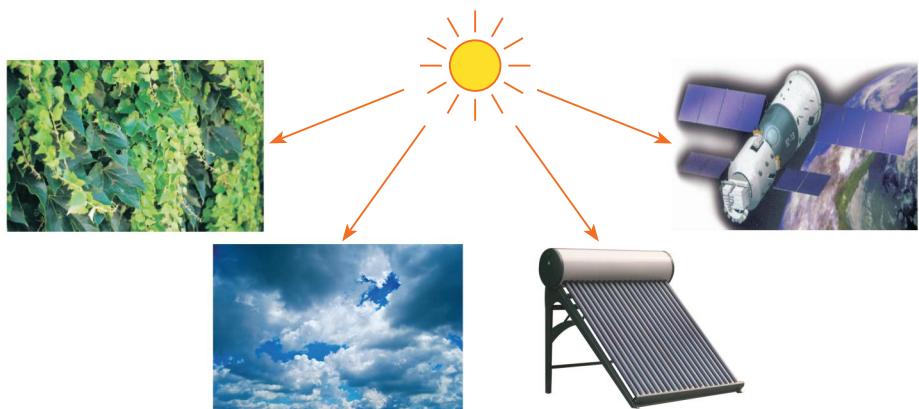


图3-97 太阳能的转化

人的生命活动和人体完成的各种动作，都需要能量。所有这些能量都来自于食物。人吃进各种食物，食物消化后被吸收的营养物质由血液输送到人体各处，食物的化学能转化为人体的内能、电能、机械能等，如图 3-98 所示。



图3-98 人体能量的来源及转化

我们每天都在使用电能，电能由发电厂提供。在火力发电厂中，燃烧煤或者天然气来加热水，水沸腾后产生的蒸汽驱动涡轮机转动，涡轮机带动发电机，发电机发出的电通过输电线传输到各地的用户，如图 3-99 所示。对于燃煤发电厂，电能是由化学能经过一系列能量转化后得到的。

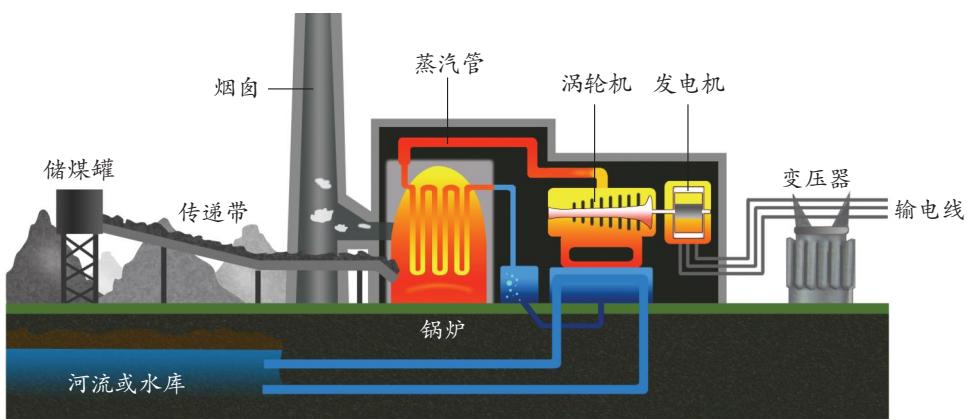


图3-99 火力发电厂



思考与讨论

如图 3-100 所示，青蛙从地上跃起捕捉害虫。在这个过程中，青蛙消耗了什么能？这些能量到哪里去了？青蛙获得了什么能？这些能量来自哪里？



图3-100 青蛙捕食

大量事实表明，自然界中各种形式的能量都不是孤立的，不同形式的能量之间会发生相互转化，能量也会在不同的物体间相互转移。各种形式的能量之间的转化是非常普遍的现象，自然界中物质运动形式的变化总伴随着能量的相互转化。平常我们所说的“消耗能量”、“利用能量”或者“获得能量”，实质上就是能量相互转化或转移的过程。



思考与讨论

氢氧化钠在水中溶解，温度会升高；硝酸铵在水中溶解，温度会降低。这两种物质在溶解过程中，能量的形式各发生了怎样的转化？



阅读

光合作用——地球上最主要的能量转化过程

光合作用是指植物利用光能，把二氧化碳和水转化成有机物，并释放出氧气的过程，如图 3-101 所示。从能量转化的角度，就是把太阳辐射到地球上的光能转化为储存在糖类中的化学能。每年全球光合作用可以产生大约 1600 亿吨糖类。光合作用不仅为生物体提供食物和能量，也是目前世界上主要动力的源泉。人类利用的煤、石油、天然气等化石能源，是古代植物进行光合作用积攒下来的。因此，光合作用是地球上最主要的能量转化过程。

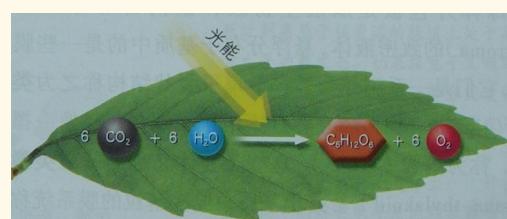


图3-101 光合作用

能量的转化与守恒定律

能量由一种形式转化为另一种形式的过程中，能量的多少是否发生变化？



思考与讨论

如图 3-102 所示，用电动机提升重物时，电动机消耗的电能，是否都转化为重物的机械能？是否还转化为其他形式的能量？如果把转化后的各种形式的能量全部加起来，是否跟电动机消耗的电能相等？



图3-102 起重机提升重物

大量事实告诉我们，在能量的形式发生相互转化的过程中，某种形式的能量减少了多少，另一种形式的能量一定会相应地增加多少。同样，某种形式的能量增加了多少，另一种形式的能量一定会相应地减少多少，而能的总量保持不变。也就是说：能量既不会消灭，也不会创生，它只会从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到另一个物体。而在转化和转移的过程中，能的总量保持不变。这就是能量转化和守恒定律。

能量转化和守恒定律是自然界最普遍、最重要的基本定律之一。无论是机械运动，还是生命运动；无论是宇宙天体，还是微观粒子，都遵循这个定律。

能量转化和守恒定律是许多科学家经过长期探索，于 19 世纪中叶建立起来的。它是科学史上最重大的发现之一，它把各种自然现象统一起来，描绘出一幅自然界普遍联系的世界图景。



思考与讨论

达·芬奇 (Leonardo da Vinci, 1452~1519) 曾设计了一个“永动机”：一只圆轮，里面装有可以自由滚动的重钢球，如图 3-103 所示。利用隔板的特殊形状，使轮子一边的钢球总是滚到另一边距离轮心远些的地方，这样，在钢球的重力作用下，轮子便会转动不息。你认为这个“永动机”能旋转不息吗？为什么？

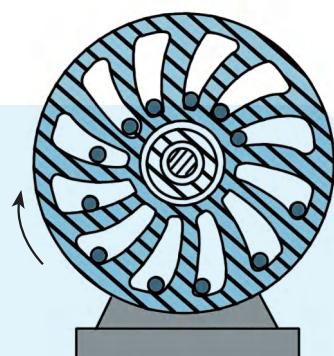


图3-103 达·芬奇的永动机模型



能量的转移和转化的方向性

“永动机”不可能成功的事实告诉我们，违反能量的转化和守恒定律的事件是不可能发生的。那么，遵循能量的转化和守恒定律的事件是否一定会发生呢？让我们看两个事例。

当一块炽热的铁块投入水中时，内能从铁块传递给水，从而使铁块的温度降低，水的温度升高，最后两者达到相同的温度。但是，相反的过程并不会自发地发生。铁块不可能自发地从同温度的水中吸收热，使自己变得炽热，尽管这一过程并不违反能量转化和守恒定律。

当杂技演员沿竹竿下滑时，演员的重力势能有一部分转化为手和竹竿的内能，使手和竹竿的温度升高。但是，相反的过程也不会自发地发生，即手和竹竿不可能自发地降低温度，而使人的位置升高，尽管这一过程也不违反能量转化和守恒定律。

大量的现象表明，能量的转移和转化有一定的方向性。我们是在能量转移或转化过程中利用能量的。



思考与讨论

请你举例加以说明，能量的转移和转化有一定的方向性有什么实际意义？



阅读

能量的转化和守恒定律的建立

1840年，德国医生迈尔（Julius Robert von Mayer）从生理学角度对能量进行了研究，他发现病人的静脉血比他预计的要红得多，因此他开始思考动物热的问题，并由此萌发了所有形式的能量都可以相互转化的想法。他还分析了多种能量的转化和守恒的现象，成为首先阐述能量守恒思想的人。

从1840~1878年的近40年时间里，英国科学家焦耳研究了电流热效应、空气压缩时温度的升高以及电、化学和机械作用之间的联系。他发现了焦耳定律，得出了电能向内能转化的定量关系。他做了400多次实验，用各种方法测定热与功之间的当量关系，精确地测定了热和机械功之间的当量关系的数值，为能量守恒定律的确立奠定了定量的实验基础。

1847年，德国科学家亥姆霍兹（Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz）发表了《论力的守恒》一文，把能量的概念推广到热学、电磁学、天文学和生理学等领域，系统、严密地阐述了能量守恒思想。他分析了机械能、化学能、电磁能等不同形式能量的转化和守恒，并把能量守恒与永动机不可能制成联系起来。他认为机器只能转化能量，而不能创造和消灭能量。他对能量守恒定律作出了清晰、具有说服力的论述，从而使能量转化和守恒定律得到人们的广泛接受。

可见，能量转化和守恒定律是众多科学家集体智慧的结晶。



1. 如图3-104所示是一种在阳光下能不断摇摆的塑料小花。花盆表面的太阳能电板在光照下，产生电流驱动电动机，使小花左右摆动。下列有关该小花摆动过程中能量转化的描述正确的是（ ）。
 - A. 叶片将光能转化为化学能
 - B. 电动机将机械能转化为电能
 - C. 太阳能电板将太阳能转化为电能
 - D. 小花将动能转化为化学能
2. 试写出在一辆汽车上所发生的能量转化的事例（至少写出3个）。

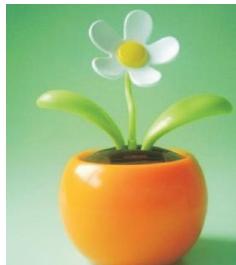
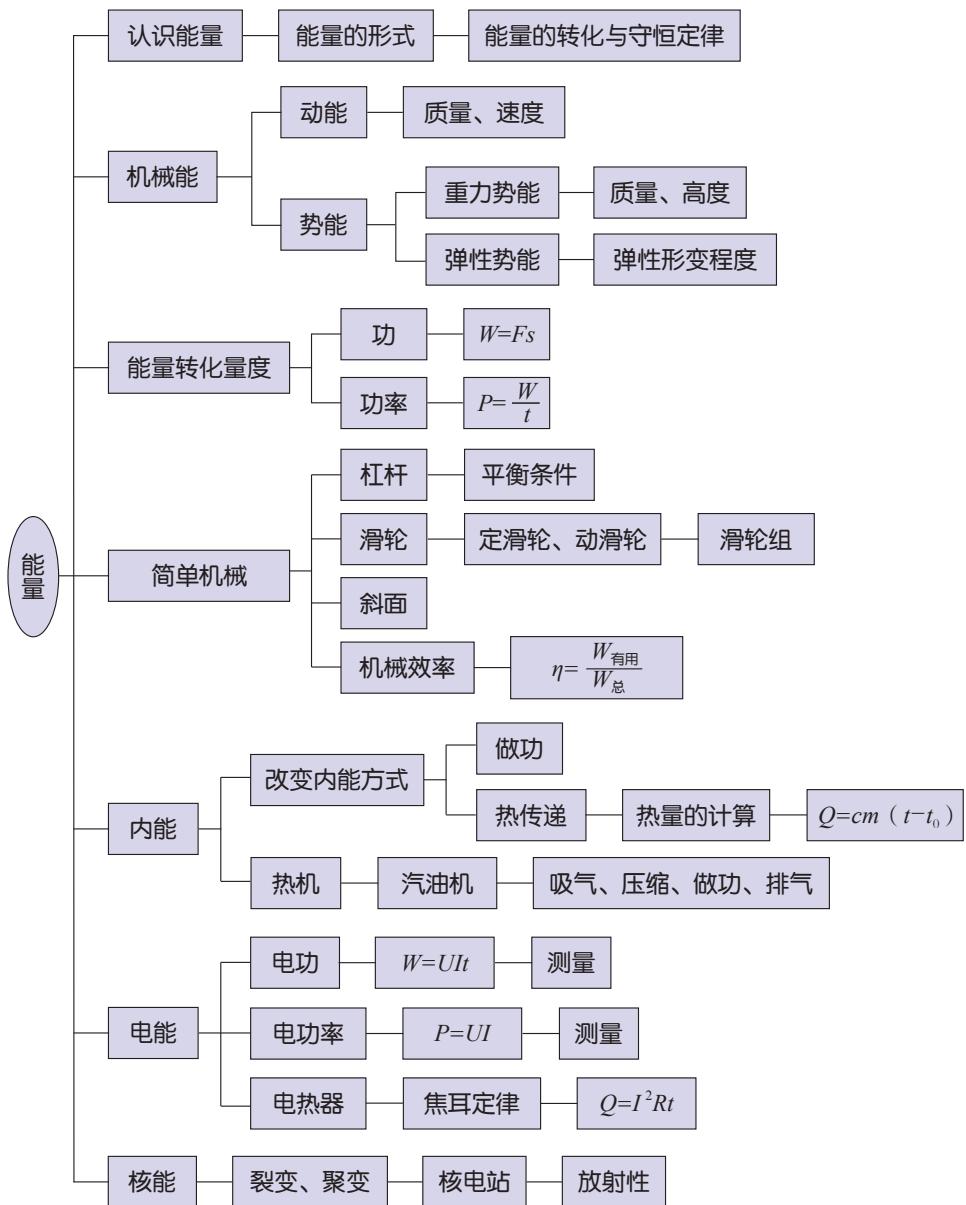


图3-104 能量转化



1. 不同形式的能量可以相互转化，功是能量转化的量度。机械功可以用 $W = Fs$ 计算。
2. 单位时间内所做的功叫做功率，功率的计算式为： $P = \frac{W}{t}$ 。功率描述做功的快慢，或能量转化的快慢。
3. 杠杆和滑轮都是简单机械，杠杆的平衡条件是： $F_1l_1 = F_2l_2$ 。定滑轮实质是等臂杠杆，而动滑轮实质是动力臂为阻力臂2倍的杠杆。使用滑轮组时，动滑轮和物体的总重由几段绳子承担，提起重物所用的力就是总重的几分之一。
4. 有用功与总功的比值叫做机械效率，计算公式为： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$ 。
5. 物体由于运动而具有的能叫做动能。物体由于被举高而具有的能叫做重力势能。物体由于发生形变而具有的能叫做弹性势能。物体的动能和势能可以相互转化，在转化的过程中，如果没有摩擦阻力，机械能的总量保持不变。
6. 物体内部大量做无规则运动的粒子所具有的能叫做内能。改变内能有做功和热传递两种方法，这两种方法对于改变物体的内能是等效的。物体吸收热量的计算公式为： $Q = cm(t - t_0)$ 。
7. 燃料燃烧会释放大量的热量，1千克某种燃料完全燃烧所释放的热量叫做这种燃料的热值。
8. 电流做功的快慢叫做电功率，其计算式为： $P = UI$ 。电流做功的过程是电能转化为其他形式能的过程，电功的计算式为： $W = UIt$ 。
9. 电流通过导体时会使导体发热，这种现象叫做电流的热效应。电热可以用焦耳定律计算，即： $Q = I^2Rt$ 。
10. 核能是原子核改变时释放的能，获得核能一般有两条途径：重核裂变和轻核聚变。目前已建成的核电站都是利用重核裂变将核能转化为电能。
11. 能量既不会消灭，也不会创生，它只会从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到另一个物体。在转化和转移的过程中，能量的总量保持不变。能量的转化和转移有一定的方向性。

12. 本章知识结构图：

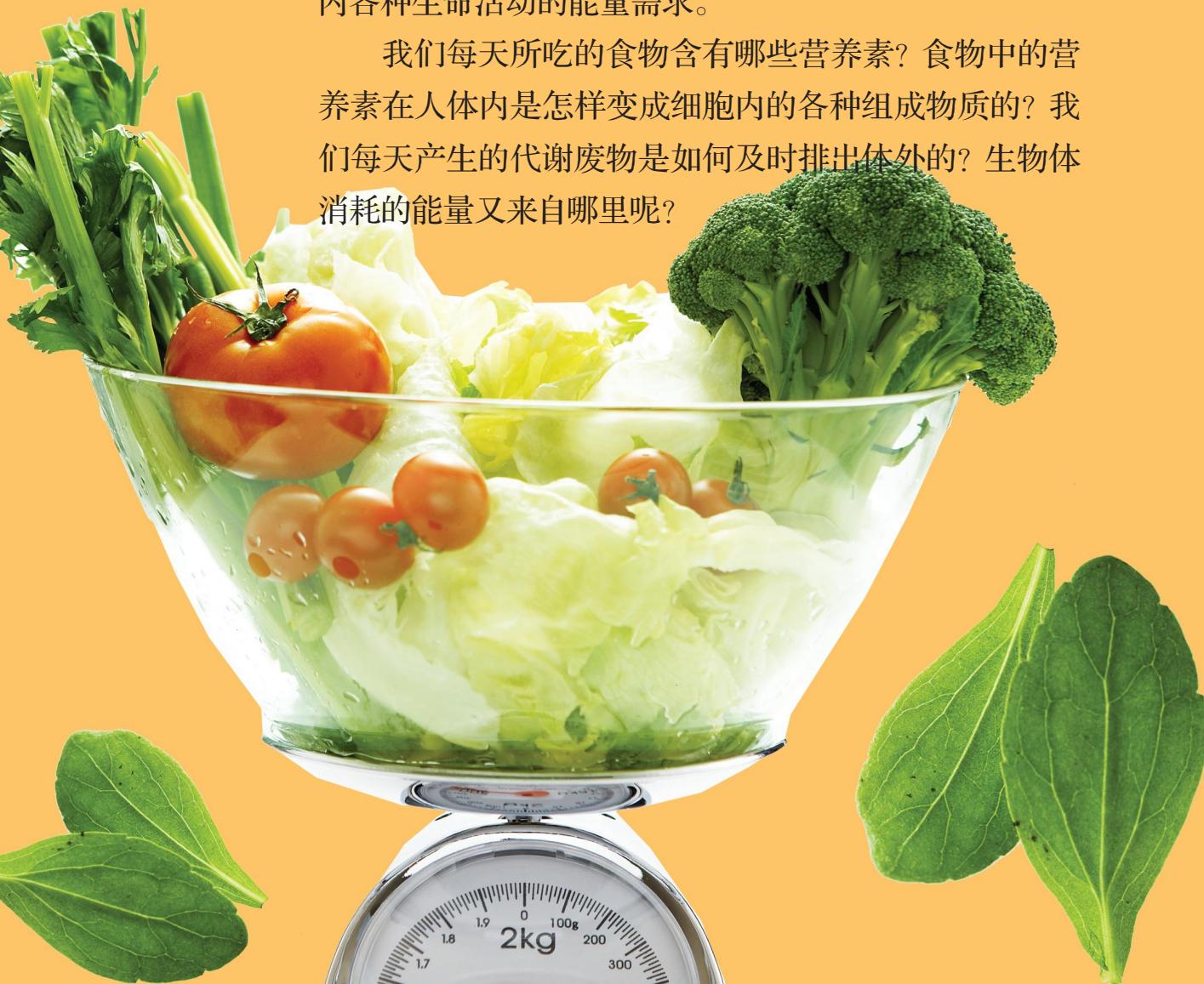


第4章

代谢与平衡

生物的生存离不开对营养物质的及时摄取，离不开对各种物质的不断合成和分解，并需要及时将产生的代谢废物排出体外，以维持体内物质的平衡。在各种物质转化的同时，往往伴随着能量的变化，从而满足体内各种生命活动的能量需求。

我们每天所吃的食物含有哪些营养素？食物中的营养素在人体内是怎样变成细胞内的各种组成物质的？我们每天产生的代谢废物是如何及时排出体外的？生物体消耗的能量又来自哪里呢？



第1节 食物与营养

人的生活离不开食物，食物能为我们跑步、学习、唱歌甚至睡眠等各项活动提供必需的能量。每天吃适量有营养的食物可以让我们的身体处于最佳状态。

食物与能量

食物中的营养素主要有水、无机盐、糖类、蛋白质、脂肪、维生素和膳食纤维等七大类，其中的糖类、脂肪和蛋白质等有机物都能为人体提供能量。它们在人体内是通过氧化释放能量的，这个过程与物质在体外的燃烧有些相似，只是体内的氧化过程更缓慢、更复杂。

相同质量的糖类、脂肪和蛋白质所含的能量往往并不相同，那么，不同食物所含的能量是否也有差异呢？我们可以通过实验大致比较一下不同食物所含能量的多少。



活动

- 用天平分别称取干燥的花生仁、大米、牛肉干各1克，并用小刀尽量切碎。
- 在试管内加入5毫升水，在带孔的橡皮塞上插入温度计，再将试管口塞紧，注意温度计不能接触试管底部。
- 将试管固定在铁架台上，如图4-1所示。
- 测量最初水温并记录在表4-1中。

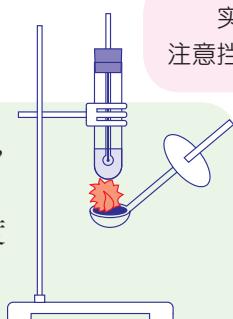


图4-1 实验装置图

表4-1 记录表

样品	水温(℃)		水温变化(℃)	比较释放出的热量
	燃烧前	燃烧后		
花生仁				
大米				
牛肉干				

- 将花生仁放在燃烧匙上，然后在酒精灯上加热，直至花生仁开始燃烧，马上放于试管下方。如果花生仁的火焰熄灭了，就再次点燃，直至花生仁燃尽。
- 观察并记录试管里水的最高温度，将结果记录在表4-1中。
- 分别用大米和牛肉干重复以上步骤，将结果记录在表4-1中。



花生仁、大米、牛肉干分别富含脂肪、糖类和蛋白质。通过实验可知，富含脂肪的花生仁所含的能量最高。

1克糖类无论是在体外完全燃烧还是在体内完全氧化，都能释放出16.8千焦的能量。同等质量的蛋白质与糖类在体内完全氧化所释放的能量相同，而同等质量的脂肪在体内完全氧化释放的能量要比蛋白质和糖类高得多。由于每种食物所含营养素的种类和数量不同，它们所含的能量往往各不相同。



图4-2 各种食物



思考与讨论

举例说说我们日常所吃的食物中，哪些所含的能量较高？为什么？

人体每天需要摄入一定量的食物来满足机体对能量的需要，维持体温和神经、循环、呼吸等系统的基本生理活动。由于人的年龄、性别、体质和日常活动的激烈程度存在差异，每天所需要的能量也有差异。当人处于婴幼儿期和青春期等快速生长的时期时，机体需要更多的能量补充。一个成年人书写时，每千克体重每小时消耗的能量约为1.7千焦；打乒乓球时，每千克体重每小时消耗的能量约为18.4千焦。

营养素的作用

食物中的营养素除了能提供能量外，还能为我们提供生长发育和修复受损组织等生理活动所必需的物质。各种营养素具有不同的作用。

水虽然不能提供能量，但它是人体不可缺少的重要物质。水是构成细胞的主要成分，各种生物化学反应只有在水溶液中才能进行，并且体内的养分和废物都必须溶解在水中才能进行运输。



图4-3 合理饮水有益健康

食物中含有多种无机盐，其中包括钙、铁、碘、钠和磷等元素。它们不能提供能量，却是人体维持正常生理活动所必需的营养物质。例如，缺锌会导致儿童味蕾功能下降，造成食欲减弱；缺碘会引起人体甲状腺肿大、儿童智力低下等。

思考与讨论

食物中含有哪些重要的有机物？它们对人体分别有哪些重要作用呢？

糖类（carbohydrate）包括淀粉、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖等，在大米、小麦、马铃薯和玉米等食物（如图 4-4）中含量较多，是人体所需能量的主要来源。



图4-4 含糖类丰富的食物

蛋白质（protein）是细胞生长及组织修复的主要原料，占人体细胞干重的 50% 以上。蛋白质是构成人体细胞的基本物质，可以说没有蛋白质就没有生命。一般成年人每千克体重每天约需摄取蛋白质 1.2 克，处在长身体时期的青少年需求量更大。此外，蛋白质也能为人体的生命活动提供能量。在肉类、禽蛋、鱼、虾、乳制品和大豆等食物（如图 4-5）中，蛋白质的含量较高。



图4-5 含蛋白质丰富的食物

脂肪（fat）是生物体内贮藏能量的主要物质。只有当人体内的糖类氧化分解不足以提供人体所必需的能量时，才会分解脂肪提供能量。在植物油、动物油、核桃和花生等食物（如图 4-6）中，脂肪的含量较高。



图4-6 含脂肪丰富的食物

维生素(vitamin)的种类很多，除维生素D外，其他维生素人体内都不能合成，必须从食物中获得。维生素不能提供能量，但它参与人体内许多重要的生理活动，对保持人的身体健康作用极大。



秋天长得肥肥的熊经过冬眠后，会消瘦很多，你知道这是为什么吗？



维生素的发现

1630年，一位荷兰医生首先发现了脚气病。按照他的解释，当时“脚气”的意思是指绵羊，因为患这种疾病的人，易发生肢体的运动和反射功能障碍，走路时的腿部动作与绵羊走路相似。19世纪末，在日本海军中发现许多士兵患脚气病。经调查，是因为长期食精白米所致，后改食糙米，脚气病就消失了。糙米中含有什么神奇的物质呢？

1906年，荷兰医生艾克曼(Christiaan Eijkman)经长期的动物实验研究后提出，米糠中含有一种可防治脚气病的因子。1929年，艾克曼因此项发现荣获诺贝尔生理学或医学奖。

1912年，波兰科学家冯克(Kazimierz Funk)从米糠中找到了这种

膳食纤维(cellulose)主要由纤维素组成，是一类不能被人体消化吸收的物质，主要来自植物性食物(如图4-7)。膳食纤维对人体有着重要的生理作用，如刺激消化腺分泌消化液，促进肠道的蠕动，有利于及时排便等。此外，适量摄取膳食纤维还可减少大肠癌的发病率，有助于减少肠道对脂肪的吸收，预防心血管疾病的发生。



图4-7 含纤维素丰富的食物

物质，他给这种物质起名叫“维他命(vitamin)”，后来改称“维生素”。冯克综合了以往的试验结果，他认定自然食物中有四种物质可以防治夜盲症、脚气病、坏血病和佝偻病等，这四种物质即是后来命名的维生素A、维生素B₁、维生素C和维生素D。

维生素的发现与深入研究，为现代营养学的形成奠定了基础。

平衡膳食

人的身体需要许多种营养素，各种营养素的需求量也不尽相同，营养过剩和不足都会影响身体健康。人体所需的各种营养素和能量，主要通过每天摄取食物得到供应和补充，可是各类食物中的营养素含量各异。因此，健康的饮食要求食物种类尽量多些、数量适当、营养物质之间的比例合理，并且与身体消耗的营养物质保持相对平衡，即所谓平衡膳食。那么，我们应该如何选择适当的食物呢？

2016年，国家卫生计生委发布了新的《中国居民平衡膳食指南》，提出了符合我国居民营养健康状况和基本需求的膳食指导建议。

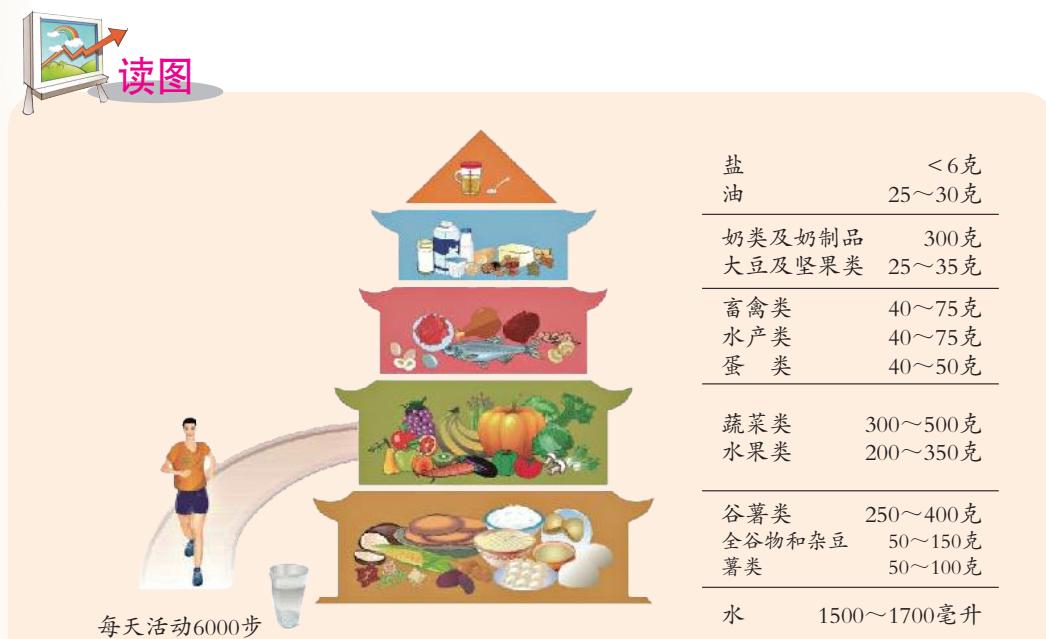


图4-8 中国居民每人每天的平衡膳食宝塔图

1. 我国居民的平衡膳食宝塔图(如图4-8)可分几层？每层有哪些食物？
2. 结合日常饮食状况，说说你的饮食组成中应改进的方面有哪些。



平衡膳食宝塔直观反映了各类食物在膳食中的地位和大致比例，特别倡导要形成“三减”（即减盐、减糖和减油）的良好饮食习惯，以减少患高血压、肥胖和心脑血管疾病的机会。应用平衡膳食宝塔时，每人每天各类食物摄入量应根据个人的情况作适当调整，三餐食量分配要合理，一般以早、晚餐各占30%，中餐占40%为宜。同时建议轻体力活动成年人每天饮水1500~1700毫升。



在下表中记录你最近3天的食谱：早餐、中餐、晚餐、零食。

表4-2 记录表

日期	早餐	中餐	晚餐	零食

1. 你的食谱中主要含有什么营养素？这些营养素有什么作用？
2. 对照“平衡膳食宝塔”，谈谈这些营养素能满足你自身生长发育的需要吗？



肥 胖

肥胖是指体内脂肪过多的一种状态。医院体检常用体重指数（即BMI值）来衡量一个人是否肥胖，BMI值是指一个人的体重（单位：千克）与其身高（单位：米）2次方的比值。在我国，一般认为一个人的 $BMI < 18.5$ ，属于偏瘦； $18.5 \leq BMI < 24$ ，属于正常体重； $24 \leq BMI < 28$ ，属于超重； $BMI \geq 28$ ，属于肥胖。

引起肥胖的主要原因有：①遗传。肥胖通常会在家族内遗传。②缺乏体育运动。肥胖的人参加的体育运动普遍偏少，但通过饮食摄取的能量并未减少，从而导致肥胖。③有害的饮食习惯。吃过多高脂肪、高热量的食物，将会导致肥胖。④心理因素。有些人会无法控制地吃东西，并以此作为应对心理问题的方式，这将会导致肥胖。

据调查，近年来我国青少年的肥胖率增长较快，平均每5年就增长一倍。身体肥胖会明显增加患糖尿病、心脑血管疾病和某些癌症的风险。平衡膳食并积极地参加体育运动，是预防肥胖的主要方法。



1. 食物中的营养素主要有水、无机盐、糖类、蛋白质、脂肪、_____和_____等七大类，其中的_____、_____和_____等有机物都能为人体提供能量。
2. 膳食纤维虽然不能被人体消化吸收，但也是人体必需的营养物质。你能说说适量摄取膳食纤维对人体有什么好处吗？
3. 根据平衡膳食宝塔，我们在日常饮食中应注意哪些方面的平衡？

第2节 食物的消化与吸收

食物进入人体后，大多数的营养素都要经历复杂的变化才能被人体吸收利用。这些变化都是怎样进行的呢？人体内都有哪些器官共同参与并完成这些复杂的功能呢？

消化系统的组成

人体要通过消化系统（digestive system）才能利用食物中的各种营养素。人体的消化系统由消化道和消化腺组成。消化道（digestive tube）是一条中通的管道，从上到下有口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠和肛门，主要功能是进行食物的消化和吸收。消化腺（digestive gland）包括分布于消化道外的唾液腺、肝脏、胰腺和消化道壁上的胃腺和肠腺，其主要功能是分泌消化液，参与食物的消化。

牙（teeth）是人体口腔内取食和消化的重要器官，可咬切和磨碎食物。人在一生中共有两组牙。幼儿时长出的一组牙称为乳牙，共有20颗。约6岁起，乳牙逐渐脱落，换上恒牙，共32颗，一般恒牙脱落就不会再长出来。如图4-9所示，从结构上看，牙本质组成了牙的主体结构，牙本质内部有一腔隙，内含牙髓，牙髓由小血管和神经组成。牙本质的外侧被牙釉质包绕，牙釉质是人体最坚硬的结构。

龋齿俗称蛀牙，是青少年中发生率很高的牙病。牙的健康状况直接影响

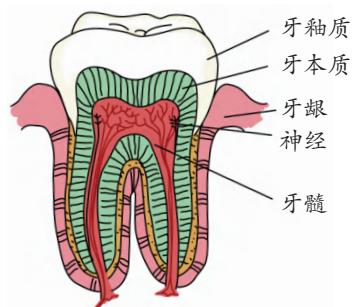


图4-9 牙的结构



人的消化和吸收，我们要人人重视牙的保健，有口腔问题要及时发现、及时治疗，成年人每年至少进行一次口腔检查。儿童易患龋齿且进展较快，每半年要进行一次口腔检查。



图4-10 龋齿的形成过程

微生物分解食物中的糖类，产生酸性物质，从而引起龋齿。

思考与讨论



龋齿有哪些危害？根据其成因，谈谈日常预防龋齿的方法。



阅读

科学的刷牙方法

我们每天都在刷牙，但是很多人并没有掌握科学的刷牙方法。不正确的刷牙方法不但起不到保健作用，反而还会损伤牙齿和牙龈，如有些人像拉锯一样地横着刷牙，这种刷牙方法有害无益，严重时会造成牙髓炎。

目前，最受推崇的科学刷牙方法是改良巴斯法。其步骤如下（如图4-11）：



图4-11 正确的刷牙方法

(1) 使牙刷保持水平。

(2) 将刷毛置于牙齿和牙龈交界处，使刷毛与牙长轴呈45度，轻压刷毛进入牙龈沟。

(3) 来回拉动牙刷，幅度不超过一个牙位。刷毛尖部几乎不动或是小幅度的转圈转动。颤动或转圈20下左右，以保证有足够的空间清除牙斑。动作一定要轻柔。

(4) 从牙龈向咬合面方向（刷下排牙时向上，刷上排牙时向下）滚动或弹动刷毛，将牙斑从牙龈线中清扫出来。

(5) 2~3颗牙为一组，刷完后定位到下一组。重复以上动作，直到牙面和牙龈线清洁干净。对于内侧牙齿，可改为竖直方向刷，并以同

样的方式颤动，完成后再从牙龈向咬合面滚动或弹动刷毛。

(6) 清洁咬合面。将刷毛面向下，采用前后或转圈的方法，一组一组地清洁。

(7) 用清水将口洗漱干净。

刷牙的注意事项：

(1) 每次刷牙时间应控制在3分钟左右。太短太长都不合适。

(2) 一天刷牙2~3次，尽可能在餐后。你可以选择每天固定的时间。

(3) 至少3个月更换一次牙刷。

消化腺分泌的消化液都要通过相应的管道进入消化道，胃和小肠是重要的消化器官，它们具有怎样的结构特点与其功能相适应呢？



读图

1. 各种消化腺分泌的消化液流入的部位在哪里？请记录在表4-3中。

2. 胃是消化道中最膨大的部分，请描述胃壁的结构特点。你认为胃能完成哪些功能？

3. 小肠壁的最内层由大量小肠绒毛组成，小肠绒毛具有哪些结构特点？

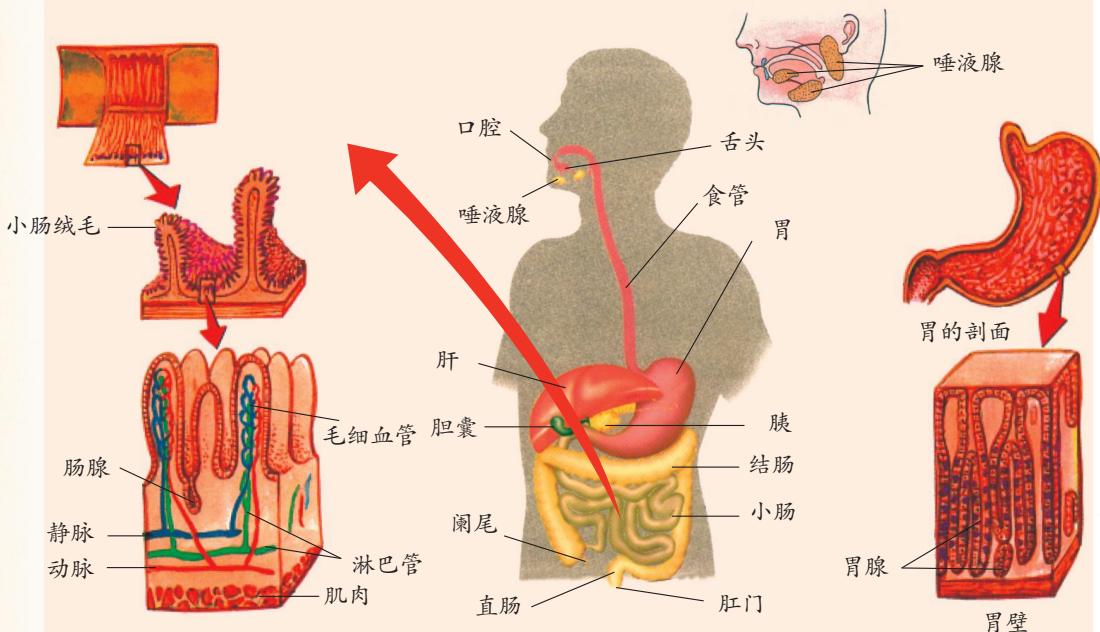


图4-12 人的消化系统

表4-3 消化腺及相应消化液的流入部位

消化腺	唾液腺				
消化液的流入部位	口腔				



胃是消化道中最膨大的部分，位于上腹部。胃的内表面有许多皱襞，其中有许多胃腺，能够分泌胃液。胃液具有杀菌、消化和保护胃壁的作用。胃壁中有发达的平滑肌层，能够不断蠕动以促进食物与胃液的混合。

小肠盘曲在腹腔中，长约5~6米，是消化系统中最长的一段。小肠起始的一段是十二指肠，其长度约有十二个手指宽度那么长，因此被叫做十二指肠，它的内侧壁有胆总管和胰管的开口。小肠内表面有许多皱襞，皱襞上有许多微小的指状突起，叫做小肠绒毛。小肠绒毛的存在使得小肠内表面积增加了约600倍，可达到200米²，从而使小肠大幅度地增加了消化和吸收的面积。小肠绒毛只由一层上皮细胞构成，绒毛内分布着丰富的毛细血管和淋巴管，有利于营养物质的吸收和运输。小肠壁上还有丰富的肠腺，能分泌多种消化液。肠壁含有平滑肌层，能使小肠蠕动。

肝脏是人体最大的消化腺，分泌的胆汁流入胆囊浓缩和贮存。成年人每天分泌的胆汁约有1升。胰腺分泌胰液。进食后，胆汁和胰液经胆总管和胰管流入十二指肠帮助消化，如图4-13所示。

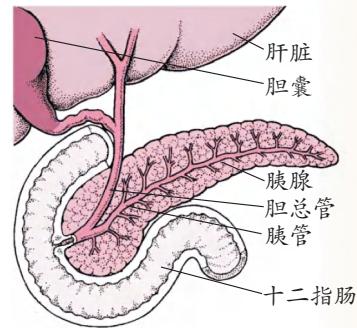


图4-13 肝脏、胆囊和胰腺

食物的消化与吸收

人体将食物中的大分子物质分解成能被身体利用的小分子物质的过程叫做消化(digestion)。消化有两种类型，即物理消化和化学消化。在物理消化过程中，食物会逐渐被软化和细化，如食物在口腔中被牙切割、研磨成小碎块，胃肠的蠕动等；在化学消化过程中，食物中的大分子物质经各种消化液的作用被分解成能被机体利用的小分子物质，即营养物质。

经消化后的营养物质和一些不需消化的营养物质(如水、无机盐和维生素等)通过消化道管壁进入循环系统的过程叫做吸收(absorption)。

淀粉、蛋白质和脂肪是食物中常见的三大类大分子物质，它们在消化系统中是如何被消化和吸收的呢？



1. 食物中的淀粉、蛋白质和脂肪消化后的最终产物是什么？它们被初步消化的场所分别是什么？
2. 胃壁中，与食物消化有关的消化腺及分泌的消化液有哪些？主要消化的营养物质是什么？

3. 除肠壁上肠腺分泌的消化液进入小肠外，还有哪些消化腺分泌的消化液流入小肠？这些消化液与哪些营养物质的消化有关？

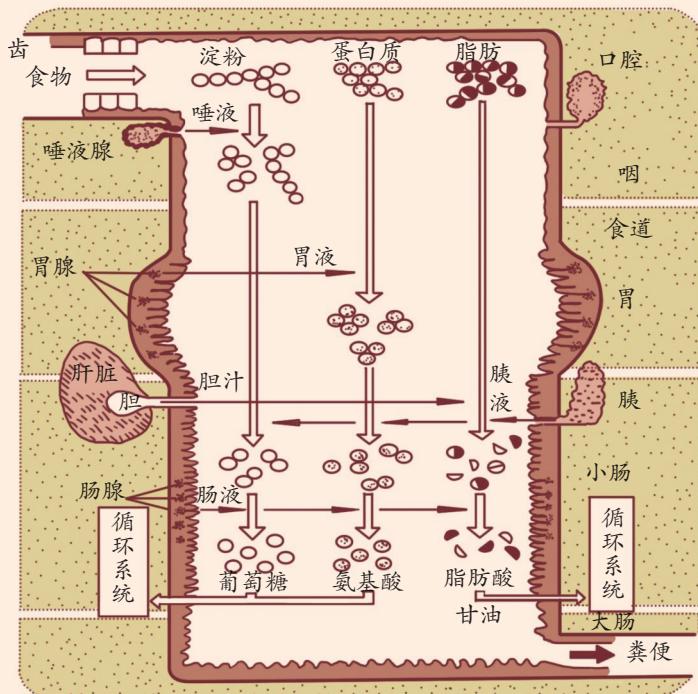


图4-14 营养物质的消化与吸收

食物中的水、无机盐和维生素无须消化就可被小肠直接吸收。

食物在口腔内经牙的咀嚼、舌的搅拌，并与唾液腺分泌的唾液混合形成食团，可进行对淀粉的初步分解。食团经咽、食管的蠕动进入胃。平时吃饭要做到细嚼慢咽，可减轻胃、肠的消化负担。

当食物由食管进入胃，可在胃里进行暂时贮藏。胃壁可进行有节律地收缩，并使食物与胃液充分混合，形成食糜。胃腺分泌的胃液能初步消化蛋白质。胃对营养物质的吸收很少，只吸收少量水分、酒精和无机盐。

食糜进入小肠后进行更充分的消化和吸收。小肠的长度长，用于消化和吸收的内表面积大，流入小肠的消化液种类多，淀粉、蛋白质和脂肪等大分子物质可在小肠内得到充分的消化，分别形成葡萄糖、氨基酸及甘油和脂肪酸等小分子营养物质。人体可吸收的大多数营养物质也是通过小肠壁被吸收的。小肠是食物消化和吸收的主要场所。

未被小肠消化和吸收的食物残渣最后进入大肠，人类的大肠没有重要的消化功能，主要是吸收少量的水分、无机盐和维生素，最后形成粪便经肛门排出体外。



人的消化系统主要具有三大功能：将食物中的大分子物质分解成能被机体利用的小分子物质；将这些小分子物质吸收到血液中；将消化后产生的食物残渣排出体外。

酶的催化作用

食物的化学消化离不开各种消化液的作用，那么消化液中真正起作用的物质是什么呢？科学家通过长期的研究发现这种物质就是酶（enzyme）。酶不仅是食物化学消化的“功臣”，生物体内的大多数化学反应都要依赖酶的作用。酶在参与化学反应前后，其化学性质不变，因此，酶被称为生物催化剂。

酶是由生物的体细胞合成的，大多数的酶是蛋白质。消化液中含有的酶叫做消化酶，消化酶的种类很多，一般根据其来源和所催化的物质进行命名，如唾液中含有能将淀粉分解成麦芽糖的酶，这种酶就叫做唾液淀粉酶。同理，胰液中存在的能分解淀粉、脂肪和蛋白质的消化酶分别称为胰淀粉酶、胰脂肪酶和胰蛋白酶。

酶不同于一般的化学催化剂，那么，酶的催化作用具有哪些特点呢？



活动

- 收集唾液。用清水漱口，然后用舌尖抵住上颌或下颌齿根后，微低头，将试管口紧靠下嘴唇，让唾液流入试管中，收集2毫升左右，用蒸馏水按1:1的体积比，稀释唾液。
- 制备淀粉溶液。称取可溶性淀粉1克，放入烧杯中，加入99毫升蒸馏水，搅拌，缓慢加热，溶解，制成1%淀粉溶液。
- 将3支试管分别编为A、B、C，在3支试管中分别加入1%淀粉溶液2毫升。
- 向A试管内加入2毫升唾液溶液，轻轻振荡；向B试管内加入2毫升蒸馏水，轻轻振荡；向C试管内先加入1毫升5%盐酸溶液，再加入2毫升唾液，轻轻振荡。
- 同时将3支试管放入盛有37℃水的烧杯里，进行水浴，如图4-15所示。用酒精灯加热以保持温度在37℃左右。
- 约经5~10分钟左右，取出试管，分别往3支试管滴加1滴体积分数为0.4%的碘酒溶液，观察溶液颜色的变化。A试管_____；B试管_____；C试管_____。

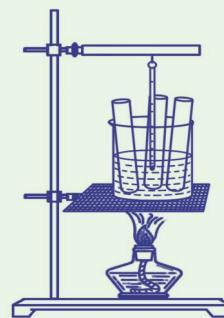


图4-15 水浴加热

人体中有很多种酶，不同的酶催化体内不同的化学反应。酶具有高效性，它可以使人体细胞内的各种反应迅速进行，保证各项生命活动的正常进行。酶又具有专一性，一种酶只能催化某一种或某一类化学反应。人体细胞中如果缺乏某种酶或酶不足时，就会发生代谢紊乱，并可能出现疾病。例如，白化病（如图 4-16）就是体内缺乏一种促使黑色素形成的酶引起的一种先天性疾病，表现为全身皮肤、眉毛、头发等都呈白色，眼睛怕光等症状。

酶的催化作用易受到温度、酸碱度等外界因素的影响，而且不同的酶所需的最适外界条件往往有所不同。



图4-16 白化病人



探究

影响酶催化作用的因素

酶是生物催化剂，能催化体内不同的化学反应。那么，酶的催化作用会受到哪些因素的影响呢？

1. 提出问题：

温度会影响酶的催化作用吗？

2. 建立假设：

每种酶的催化作用有其最适宜的温度，温度过高或过低都会影响其催化作用。

3. 设计实验方案：

本实验的原理是唾液淀粉酶能催化淀粉分解和碘液能使淀粉变蓝。为了达到实验目的，你认为实验方案中应至少设计 _____ 个组的温度变化值；各组要保证唾液淀粉酶和淀粉先达到相应的设计温度值后再进行 _____；各组的实验结果要通过观察 _____ 变化来进行。

4. 进行实验：

(1) 取 3 支洁净的试管，编为 1~3 号，分别加入 2 毫升 1% 淀粉溶液。另取 3 支洁净的试管，编为 4~6 号，分别加入 1 毫升新鲜的唾液淀粉酶溶液。

(2) 将 6 支试管的 1 号和 4 号，2 号和 5 号，3 号和 6 号编为 3 组，分别放入 0℃、37℃ 和 70℃ 左右的水中，水浴 5 分钟。

(3) 将各组试管中的唾液淀粉酶倒入同组的 1% 淀粉溶液中，充分摇匀后，再分别放回原温度的水中，水浴 5 分钟。

(4) 待溶液冷却后，往 3 组试管中分别滴入 1 滴碘液，然后摇匀。

(5) 观察并记录 3 组试管中溶液颜色的变化情况。



5. 记录结果，得出结论：

观察3支试管的变化有什么不同？_____

_____。

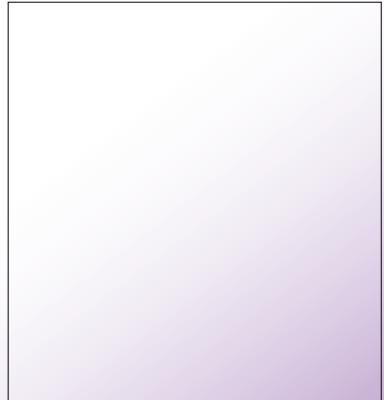
你能得出什么结论？_____

_____。

6. 表达与交流：

(1) 针对本实验的结果，绘制一个坐标图，大致表示出酶的催化作用与温度之间的关系。

(2) 除了温度以外，你认为影响酶催化作用的因素还有什么？能否再设计一个实验方案加以研究？尝试与同学交流并完善你的设计方案。



1. 人体的消化系统主要由哪两部分组成？其主要功能有哪些？请你设计一个表格，在表格中依次列出人体消化道的各个部分和各种消化腺，并写出这些结构的主要功能。
2. 为什么说小肠是人体重要的消化和吸收场所？请列举理由。
3. 当你饮食过度、肠胃消化不良时，医生为什么建议你服用多酶片？
4. 查阅资料，结合实验结果，写一篇短文，说明酶催化作用的条件。

第3节 体内物质的运输

人体消化和吸收得到的营养物质、呼吸得到的氧气及体内细胞的一些代谢产物，主要通过血液循环系统实现其在各器官组织间的运输，从而保证体内细胞的正常生命活动。

血 液

经消化系统吸收的营养物质是通过血液(blood)和淋巴的循环流向全身的。成年人的血液总量约为体重的7%~8%。一个体重50千克的人，他

体内的血量约为3.5~4.0升。如果在装有新鲜血液的试管中加入抗凝血剂，并静置一段时间，血液就会分成上下两层：上层是透明、淡黄色的液体，叫做血浆(blood plasma)；下层则是呈暗红色的血细胞(如图4-17)。血液就是由血浆和各种血细胞组成的。血浆是血细胞生活的液体环境，主要具有运载血细胞、运输营养物质和代谢产物等的作用。

新鲜的血液为什么是红色的呢？

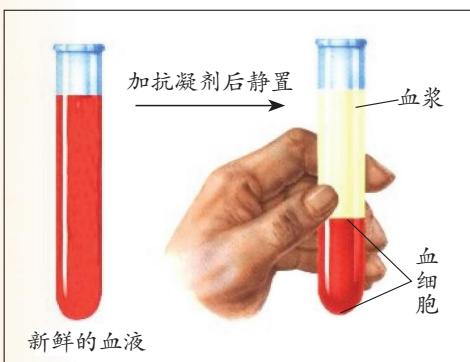


图4-17 血液的分层现象



1. 实验室准备少量新鲜的猪血，存放在试管或小烧杯中。

2. 用吸管吸1滴猪血滴在清洁的载玻片略偏右一侧。

3. 用另一块载玻片把血滴推成一层均匀的薄膜，即制作成了一张血涂片(如图4-18)，将其放在显微镜下观察。

4. 你观察到了几种血细胞？请在右边方框内画出红细胞和白细胞的结构简图。

5. 描述视野中各种血细胞数量的多少。

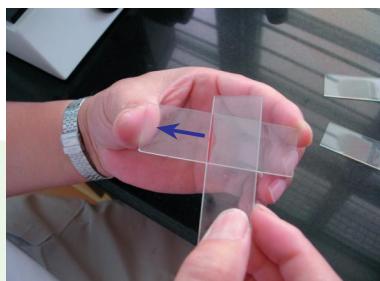


图4-18 血滴推成血薄膜

红细胞(red cell)是数量最多的血细胞，呈两面凹的圆饼状，成熟后没有细胞核，如图4-19所示。红细胞里有一种红色含铁的蛋白质，叫血红蛋白，它使血液呈现红色。血红蛋白在氧浓度高的地方容易与氧结合，在氧浓度低的地方又容易跟氧分离。所以，血红蛋白能



图4-19 红细胞

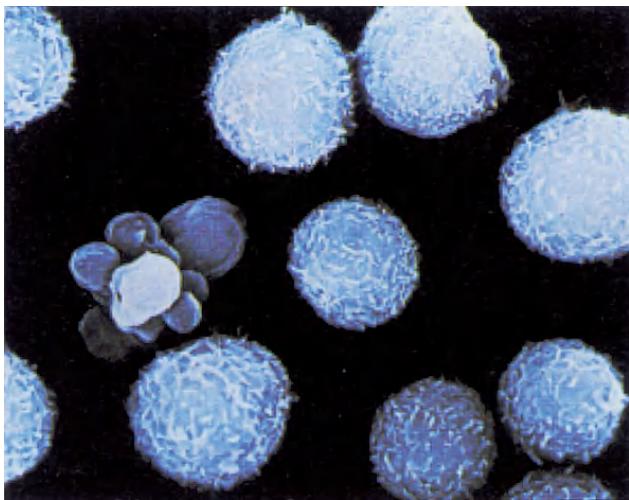


图4-20 人体血液中的白细胞

帮助红细胞运输氧，也能运输一部分二氧化碳。

白细胞 (white cell) 有细胞核，比红细胞大且数量少，如图 4-20 所示。人体内有多种白细胞，能抵抗病菌的侵入，如中性粒细胞和淋巴细胞能吞噬侵入人体内的病菌；淋巴细胞还与机体的抗传染功能有关。

假如我们的血不会凝结，那它就会从伤口处不停

地流出来。血细胞中的血小板 (platelet) 有加速血液凝固和防止伤口大量出血及阻止细菌入侵的作用，如图 4-21 所示。血小板是最小的血细胞，没有细胞核。

人体内的血细胞每时每刻都在经历着衰老、死亡和再生。如血液中的红细胞，每秒要更新 200 多万个，大约 60 天左右全身的红细胞会更换一半。人体内具有造血功能的红骨髓担负着血细胞的再生任务。

正常成年人在健康状况下，血液中的血细胞含量基本稳定。当人的年龄、生活条件等发生改变或患病时，各种血细胞的含量会发生变化。如果病人身体某部位有炎症，那么，他的白细胞计数包括中性粒细胞计数就会超过正常值，而其他细胞的变化不大。如果病人患有贫血，那么，病人红细胞计数及血红蛋白的数值都会下降。医生常会参考病人血液常规检查情况进行诊断。

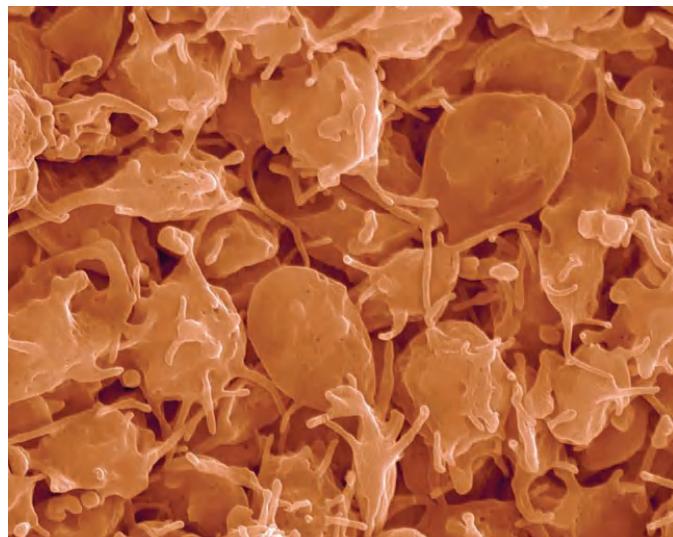


图4-21 血液凝固



表 4-4 是某病人的一张血液常规检查的报告单。

表 4-4 血液常规检查报告单

No	项目	结果	正常范围参考值	单位	No	项目	结果	正常范围参考值	单位
1	白细胞计数	11.8	3.5~10	$\times 10^9/\text{升}$	5	血小板计数	210.0	100~300	$\times 10^9/\text{升}$
2	中性粒细胞计数	85.0	50~70	%	6	淋巴细胞计数	2.1	0.7~4	$\times 10^9/\text{升}$
3	红细胞计数	3.0	3.5~5	$\times 10^{12}/\text{升}$	7	血型	AB 型		
4	血红蛋白	90	110~150	克/升					

阅读这张报告单，该病人的血液指标中有哪些不正常？你认为该病人可能患有哪些疾病？

血液具有输送氧气、二氧化碳、各种营养物质及代谢产物的功能，还能起到防御保护和调节体温等作用。

心脏和血管

把你的手放在自己胸部的中部偏左下方，你有什么感觉？心脏（heart）位于胸腔内，在两肺之间，外形像桃子，大小与本人的拳头相似。心脏主要由心肌构成，工作起来就像一台水泵，通过不停地搏动，推动血液在心脏和血管中沿着一定的方向不间断地流动。



1. 心脏被心肌隔成左右不相通的两部分。左右两部分又被能够控制血液定向流动的、只能向一个方向开的 _____ 分别隔成上下两个腔。心房壁的厚度要比心室壁 _____。

2. 整个心脏可分为四个腔，每个腔都分别与相应的血管相连。

(1) 左心室与 _____ (血管) 相连。

(2) 右心室与 _____ (血管) 相连。



- (3) 左心房与 _____(血管)相连。
- (4) 右心房与 _____(血管)相连。

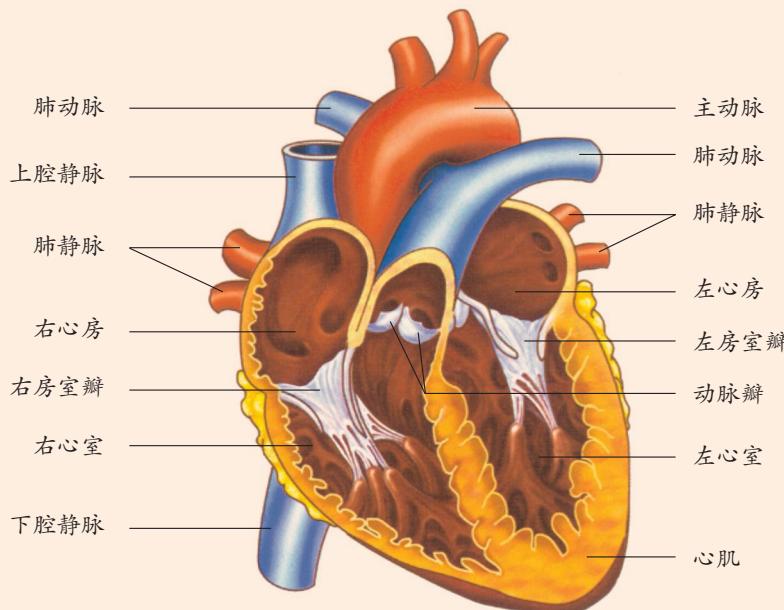


图4-22 心脏结构

当左、右心房收缩，左、右心室舒张时，会将心房的血液压入心室，而心房和心室间的瓣膜（房室瓣）会防止血液倒流回心房，如图 4-23 所示。当左、右心室收缩，左、右心房舒张时，左心室便会把血液压入主动脉输送到身体各部分，右心室则将血液压入肺动脉送往肺部，如图 4-24 所示。心室与动脉间的瓣膜（动脉瓣）会防止血液倒流回心室。

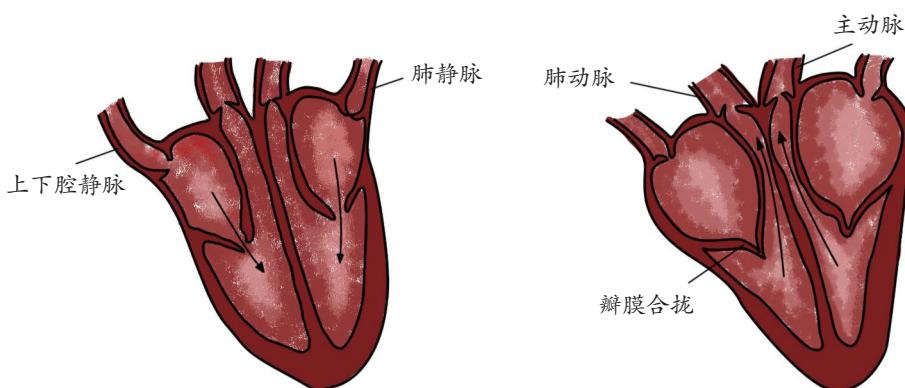


图4-23 心房收缩，血液流入左、右心室

图4-24 心室收缩，血液离开心脏

心脏每收缩和舒张 1 次所需的时间是不同的。如图 4-25 所示，成年人心房收缩 1 次一般约需 0.1 秒，舒张 1 次约需 0.7 秒。在心房开始舒张的同时，心室开始收缩。心室收缩 1 次约需 0.3 秒，舒张 1 次约需 0.5 秒。心脏收缩后能得到充分时间的舒张，有利于血液流回心脏，也有利于心脏持久地工作。

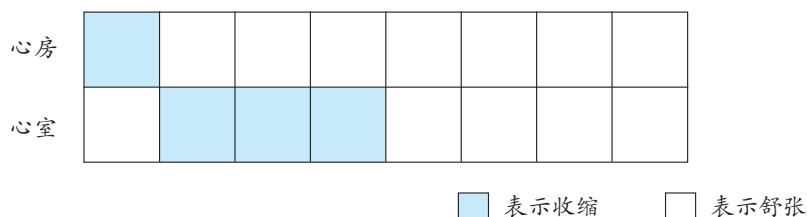


图 4-25 心房、心室舒缩时间的关系（每一方格表示 0.1 秒）

人体的血管分为动脉、静脉和毛细血管 3 种，如图 4-26 所示。

动脉 (artery) 是从心脏运送血液到全身各器官的血管，它的管壁较厚，弹性大。静脉 (vein) 是从全身各器官运送到心脏的血管，它的管壁较薄，弹性小，大静脉管腔内有静脉瓣，可防止血液倒流。毛细血管 (capillary vessel) 则是连接小动脉和小静脉的血管，它的管壁极薄，管径较细，一般只允许红细胞排成单行通过，如图 4-27 所示。

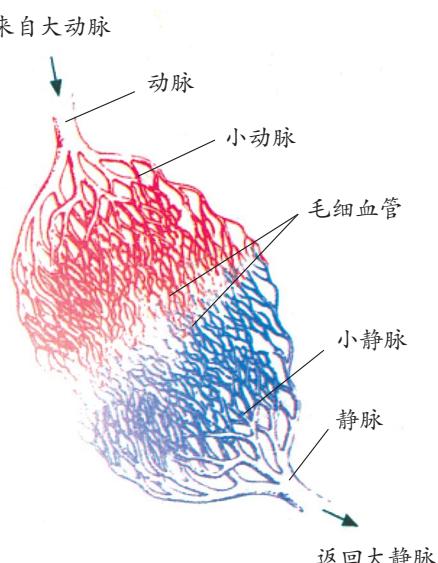


图 4-26 动脉、静脉和毛细血管

当血液流经毛细血管时，便会与细胞进行物质交换。

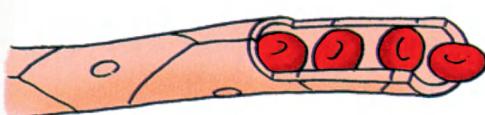


图 4-27 红细胞在毛细血管内的流动

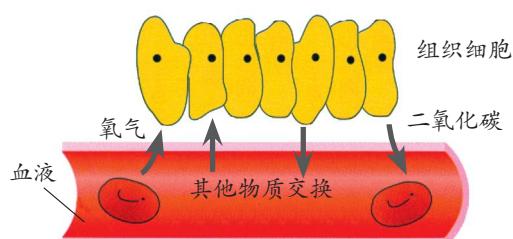


图 4-28 血液与组织细胞间的物质交换



思考与讨论

- 针对心脏和三种血管，讨论与这些器官的功能相适应的结构特点主要有哪些，并以列表的形式加以比较。
- 有人受伤出血需要止血，应先判断破裂的血管类型，若是毛细血管出血，一般可采用压迫受伤血管部位止血；若是静脉或动脉出血，应分别压迫住破裂血管的近心端还是远心端？说出这样做的原因。



活动

- 观察小金鱼尾鳍内的血液流动。
 - 用湿纱布包裹小金鱼的鱼头和鱼身，只露出鱼尾，放在培养皿上，用载玻片盖住鱼尾，如图 4-29 所示。

观察完后
迅速将小金鱼
放回水中。

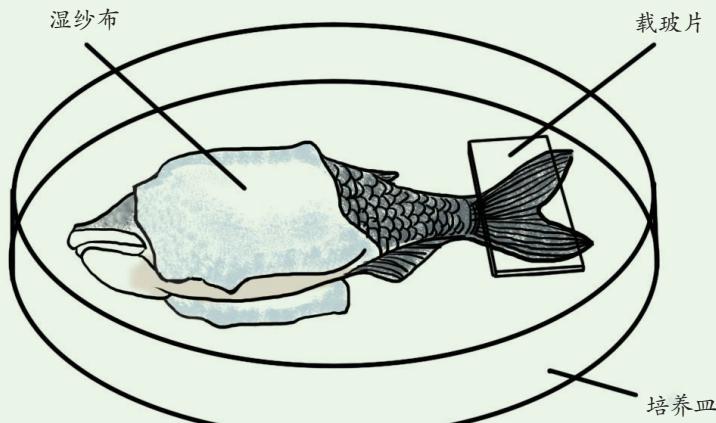


图4-29 观察小鱼尾鳍内的血液流动

- 用低倍显微镜观察鱼尾毛细血管内血液流动的情况。
- 你看到了哪些血管？你能区别动脉、静脉和毛细血管吗？
- 感受静脉瓣的作用。
 - 在你左手的手腕，找一条显现的静脉（我们俗称“青筋”）。
 - 用右手中指紧压住这条静脉。
 - 右手食指沿静脉用力向心脏方向推压一段距离，然后移开食指，中指仍紧压，别放松，观察静脉。此时的静脉状态说明了什么？你能解释这种现象吗？
 - 移开中指，你再观察静脉，此时的静脉状态又说明了什么？



目标

解剖牛的心脏



器材

牛的心脏（或方便得到的其他哺乳动物心脏），蜡盘，解剖刀，镊子，剪刀。

过程

- 根据图 4-30 所示位置，辨认牛心的各个部分。
- 比较主动脉和肺静脉，哪一条血管的管壁较厚？
- 沿图上虚线把心脏剖开，然后用镊子将心脏内血块取出。
- 比较左心室和右心室，哪一个心室的肌肉较厚？
- 用剪刀把主动脉和肺动脉的管壁剪开，观察管壁内的瓣膜。请你试着将瓣膜的外形画出来。
- 找到心房与心室之间的房室瓣，观察其瓣膜结构。

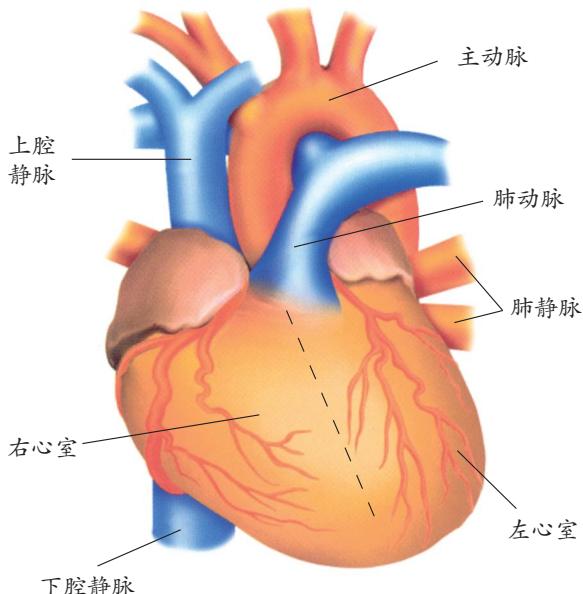


图4-30 心脏

讨论

- 若向肺静脉里灌水，水最终会从哪里出来？如果换成肺动脉，又将如何？
- 房室瓣和动脉瓣等瓣膜的主要作用是什么？



血液循环

血液在由心脏和全部血管组成的封闭管道中，按一定方向周而复始地流动，叫做血液循环（blood circulation）。血液在一次完整的循环过程中要流经心脏两次，可分为体循环和肺循环两部分。

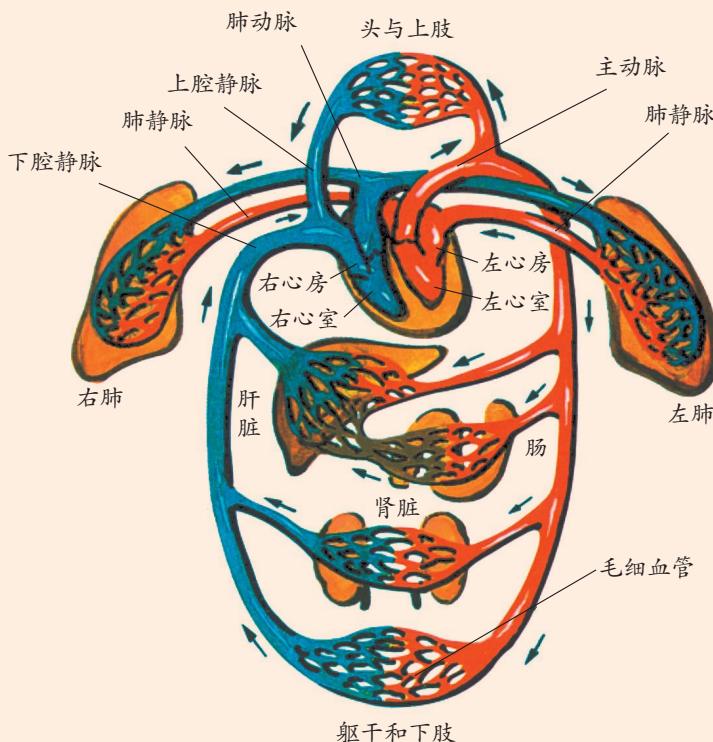


图4-31 血液循环模式图

1. 体循环的过程是: 左心室 → _____ → 右心房。
2. 肺循环的过程是: 右心室 → _____ → 左心房。

含氧量高的血呈鲜红色, 称为动脉血; 含氧量较低的血呈暗红色, 称为静脉血。



1. 流入左心室、左心房的血和流入右心室、右心房的血有什么区别? 为什么会有这样的区别?
2. 假如血液离开肺后直接流向身体的其他部分, 而不流回心脏, 会有什么后果?

血液循环的主要功能是不断地将氧气、营养物质和激素等运送到全身各个组织器官, 并将各个组织器官产生的二氧化碳和其他代谢废物运送到肾脏等排泄器官并排出体外, 以保证机体各项生理活动的正常进行。



血液循环和心脏功能的发现

早在 2000 多年前，我国的医学名著《黄帝内经》中就有“诸血皆归于心”，“经脉流行不止，环周不休”等记载，说明我国古代人民对血液循环已有一定的认识。

公元 2 世纪，希腊著名医生盖伦 (Claudius Galen) 认为血液是像潮汐一样的在心脏和血管中一进一出地流动。左右两心室间的隔膜上有小孔，血液可互相流通。直到 17 世纪，英国伟大的生理学家和胚胎学家哈维 (William Harvey)，在观察了约 40 种不同的动物，并做了许多离体心脏的研究后，提出血液在体内是单行线循环的；血液从心脏流入动脉，再经静脉流回心脏，这一循环活动的力量来自心脏。由于受当时科技发展水平的限制，哈维未能证明毛细血管的存在，但他预言了连通动静脉的血管的存在。1661 年，即哈维逝世后的第 4 年，意大利科学家马尔比基 (Marcello Malpighi) 在显微镜下观察到了毛细血管的存在。正是这些微小血管将动脉和静脉连接成一个“可循环的管道”，进一步证实了哈维循环理论的正确性。

心脏每分钟跳动的次数称为心率。一个健康成年人安静时的心率约为每分钟 75 次。心脏每次收缩都会产生很大的压力，这个压力会沿动脉向前推动血液，随着心脏节律性地收缩和舒张，动脉管壁出现相应的扩张和回缩，形成脉搏。同一个人的脉搏次数与其心率是相同的。中医在诊断疾病时常把手指按放在病人腕部的桡动脉处触摸脉搏，根据“脉相”来诊断疾病（如图 4-32）。

血液在血管内向前流动时对血管壁产生的压强叫血压 (blood pressure)，可用血压计测定。人的血压是在不断变化的，当心脏收缩时，动脉血压达到的最高值叫做收缩压。心脏舒张时，动脉血压下降到的最低值叫做舒张压。一般用分式表示人体的血压，如 $16 / 10.7$ 千帕，表示收缩压 16 千帕，舒张压 10.7 千帕。健康成年人的收缩压变动范围为 $12\sim18.7$ 千帕，舒张压为 $8\sim12$ 千帕。若一个人的收缩压经常超过 18.7 千帕（约 140 mmHg ）或舒张压经常超过 12 千帕（约 90 mmHg ），则可能是高血压。若一个人的收缩压经常低于 12 千帕，则认为是低血压。低血压和高血压对人体都是有害的。



图4-32 切脉



表 4-5 7~18 岁学生的血压平均值(千帕)

年龄	收缩压		舒张压	
	男生	女生	男生	女生
7~12	13.0~14.0	12.9~14.2	8.2~9.1	8.3~9.3
13~15	14.2~15.1	14.2~14.9	9.1~9.6	9.2~9.7
16~18	15.4~15.9	14.6~15.0	9.8~10.1	9.5~9.8

活动

- 用一只手的食指和中指在另一只手手腕的内侧寻找你的脉搏，轻轻按住，这时中指指腹能感觉到脉搏的跳动。
- 测量平静状态下的脉搏。让同学用手表限定 1 分钟时间，自己数一数脉搏跳动的次数，记录在表 4-6 中。
- 一位同学计时，你在一个地方慢步走 1 分钟停下后，立即测 1 分钟的脉搏并记录。
- 同步骤 3 操作，但改为跑 1 分钟停下后立即测量脉搏并记录。
- 再分别在跑 1 分钟后休息 1 分钟、3 分钟后测量脉搏并记录。

表 4-6 记录表

状态	脉搏(次/分钟)
平静	
走路	
跑步	
跑步后休息 1 分钟	
跑步后休息 3 分钟	

- 将表格中的数据，转换为表示不同情况下脉搏次数的柱形图。
- 要使获得的数据更加准确，应怎样做才能提高测量的精确度？
- 分析所获得的数据，总结人体的运动与脉搏之间有什么关系？当运动停止后，脉搏又会发生什么变化？为什么会发生这样的变化？

血型与输血

人的血量必须保持相对稳定，才能保证机体生理活动的正常进行。当一个人大量失血时，就需要通过输血来补充血量。但输血前必须先要检查受血者和献血者的血型。如果他们血型不相符，红细胞可能会凝集在一起。因为在人的红细胞膜上存在着叫凝集原的蛋白质类物质，而血清中含有与

之相应的特异性蛋白质类物质，称为凝集素。当含有某种凝集原的红细胞和抗该凝集原的凝集素相遇，就会发生凝集反应，从而引起红细胞大量凝集，如 A 凝集原与抗 A 凝集素、B 凝集原与抗 B 凝集素。血型是由凝集原的种类决定的，常见的有 ABO 血型系统。

血清是指血液凝固后，在血浆中除去纤维蛋白后分离出的淡黄色透明液体。

表 4-7 ABO 血型系统中的凝集原和凝集素

血型	红细胞上的凝集原	血清中的凝集素
A 型	A	抗 B
B 型	B	抗 A
AB 型	A 和 B	无
O 型	无	抗 A 和抗 B

输血时，原则上应输同型血。若无同型血，不得已要进行异型血输血时，必须先进行交叉配血试验。交叉配血试验主要考虑供血者的红细胞上凝集原是否会和受血者血清中的凝集素发生凝集作用。根据上述原则，O 型血可输给 A 型、B 型和 AB 型等不同血型的人。输血时还应做到少而慢。

当含有 A 凝集原的红细胞与含抗 A 凝集素的血清相遇时，就会发生凝集反应。这些红细胞凝集成团，导致血管堵塞。

我国实行无偿献血制度，提倡 18~55 周岁的健康公民自愿献血。健康成年人每次献血 200~400 毫升是不会影响健康的。作为一个健康公民，应当积极参加无偿献血，为挽救他人的生命奉献爱心。



1. 你认为献血会影响健康吗？当你成年后，你愿不愿意参与无偿献血呢？
2. 通过走访当地血站或查阅资料，调查一下当地义务献血的情况，形成一个调查报告进行班内交流。



1. 血液循环系统是由哪些器官组成的？其主要功能是什么？
2. 观察血涂片时，在显微镜视野中最容易看到的血细胞是 _____；比较难找到的血细胞是 _____；最小的血细胞是 _____。
3. 人只要活着，心脏就不断地跳动。因此有人说：在人的一生中，心脏是从不休息的。你认为这个说法对吗？为什么？



4. 在血液循环中，静脉血经过什么途径，以什么方式变成动脉血？动脉血又是怎样变成静脉血的？
5. “动脉血管里流的是动脉血，静脉血管里流的是静脉血”这句话对吗？
6. 小王的血型是B型。如果只考虑ABO血型系统，当他需要大量输血时，应给他输入的血型为（ ）。
A. A型 B. B型 C. O型 D. AB型

第4节 能量的获得

食物中的营养物质经消化吸收、空气中的氧气经呼吸，通过循环系统到达体细胞。这些物质最终要在体细胞内经历复杂的呼吸作用，才能实现为人体各项生命活动提供能量。

有氧呼吸

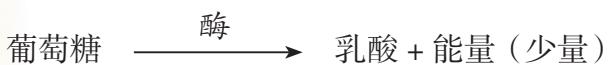
糖类、脂肪等物质在人体细胞内彻底氧化分解所释放出的能量，与在体外燃烧所释放的能量是大致相同的，只是体内细胞内的氧化过程进行得更缓慢。呼吸作用是指在细胞内氧化分解糖类、蛋白质和脂肪等有机物，并释放出能量的过程。在氧气的参与下，有机物的分解较为彻底，并释放出较多的能量，这种呼吸作用方式叫做有氧呼吸（aerobic respiration）。

在一般情况下，人体每天进行各种生理活动所需的能量大多来源于糖类，也有一部分来源于脂肪，极少数来源于蛋白质。这些有机物的氧化分解是主要通过细胞的有氧呼吸进行的，同时产生二氧化碳、水等产物。大多数生物均以有氧呼吸作为呼吸作用的主要方式。

无氧呼吸

当你全速奔跑几百米后，你的两条腿会有什么感觉？为什么会有这样的感觉？

人在剧烈运动时，肌肉细胞急需大量能量的供应，这时，虽然呼吸运动和血液循环都大大增加了，但仍不能满足肌肉组织对氧的需求，以致肌肉处于暂时相对缺氧的状态，于是细胞就会进行无氧呼吸(anaerobic respiration)产生乳酸，并产生少量的能量。



无氧呼吸是机体对能量需求的一种暂时补充。不仅人的肌肉在暂时缺氧的情况下会进行无氧呼吸，释放出一些能量，其他生物也能进行无氧呼吸。如高等植物在被水淹的情况下，也可进行短时间的无氧呼吸，产生酒精和二氧化碳，并产生少量的能量。但酒精在植物细胞内的过多积累会对细胞产生毒害作用。



思考与讨论

- 水稻等植物长期淹水后，容易出现“烂根”现象，你能解释这一现象吗？
- 大多数动、植物都将有氧呼吸作为呼吸作用的主要方式，为什么？

微生物也是通过呼吸作用来获取能量的。有些微生物能长期进行无氧呼吸，微生物的无氧呼吸被称为发酵，如人们可利用乳酸菌的发酵作用生产泡菜、酸奶等食品。有些微生物在有氧情况下进行有氧呼吸，在无氧情况下则能进行无氧呼吸，如酵母菌。人们将酵母菌的这一特点，分别应用于制作面包和酿酒等。



- 葡萄为什么会变成酒？酒桶为什么要密封？酿酒过程发生的主要变化是什么？
- 你还知道哪些人类利用微生物发酵进行生产的例子？



图4-33 运动后肌肉为什么会酸？

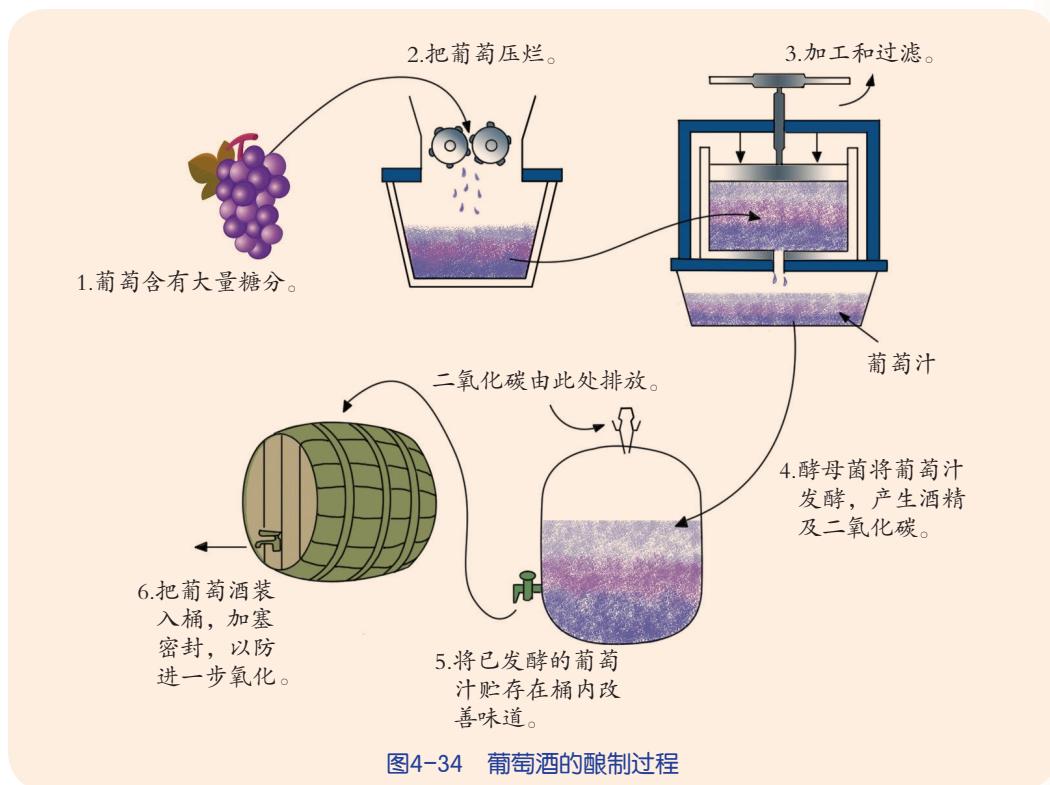


图4-34 葡萄酒的酿制过程

多样的呼吸器官

动物要依靠食物和氧气维持生命。在不同环境中生活的动物，获取氧气的方式也不同。

低等无脊椎动物，如草履虫、变形虫等，大多数都没有专门的呼吸器官，它们只靠体表与外界环境进行气体交换。从较高等的无脊椎动物开始，已经出现了专门具有呼吸功能的器官，如对虾用鳃呼吸、蝗虫用气管呼吸等。

鱼类在水中是用鳃(gill)进行呼吸的。鱼的鳃位于咽的两侧，鳃盖关闭时，水从张开的口流入咽，接着口关闭，口腔收缩，压迫水流通过鳃并从立即张开的鳃盖后缘流出。虽

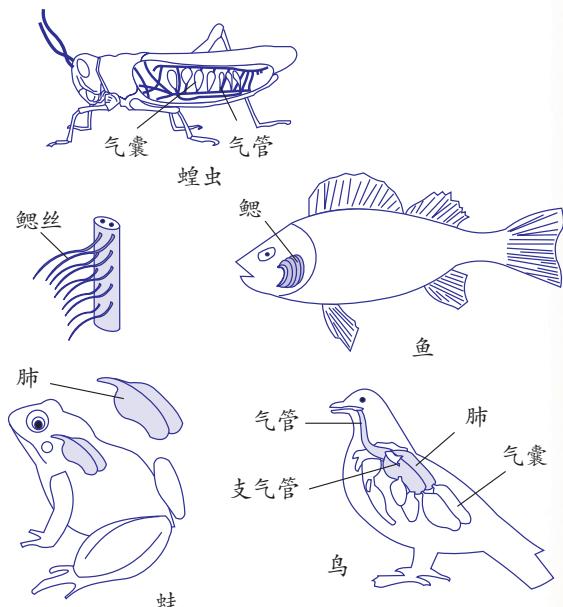


图4-35 各类动物的呼吸系统

然水中的氧气含量很低，但由于水流不断通过布满血管的鳃，鱼类还是能获得足够的氧气的。

陆生脊椎动物的体内已经有专门的呼吸器官——肺。两栖动物的肺较简单，如青蛙的肺仅是一层薄壁的囊，呼吸功能较差，还需要通过皮肤的辅助才能获得足够的氧气。爬行类、鸟类和哺乳类动物在适应陆地生活的同时，肺的结构里出现了肺泡，这在很大程度上增加了气体交换的面积。由于鸟的肺结构十分致密并与特殊的气囊相通，使得它可以为鸟类的飞行提供充足的氧气。



1. 有氧呼吸与无氧呼吸有哪些相同点和不同点？
2. 从事重体力劳动的人为什么食量要大一些？
3. 动物在长期的进化过程中形成了多种不同的呼吸方式和呼吸器官，如蝗虫的呼吸器官是 _____，鱼的呼吸器官是 _____，青蛙的呼吸器官是 _____，鸟类的肺与特殊的 _____ 相通。
4. 为什么蒸熟的馒头、烤制的面包里面有很多小孔？

第5节 体内物质的动态平衡

营养物质和氧气不断地通过循环系统运输到体细胞，而体细胞通过呼吸作用等不断地产生的二氧化碳和尿素等代谢废物，需要排出体外。人体是怎样通过相应调节来实现体内各种物质的动态平衡，从而为体细胞的正常生理活动提供保障的呢？

营养物质的利用

各种营养物质进入体内后，会通过各种途径而被利用。从食物中获得的营养物质除用来氧化供能外，还用来构成我们的身体。



糖元是由多个葡萄糖分子结合在一起形成的多糖化合物。

吸收到体内的葡萄糖，一部分直接被组织细胞用以氧化供能，多余的部分会在肝脏或肌肉等组织细胞中合成糖元或在体内转变为脂肪，作为能源物质储备着。



思考与讨论

葡萄糖作为人体细胞的重要能源物质，除来自食物的消化、吸收外，还可以来自哪里？

脂肪消化吸收后可被组织细胞利用，也可由血液运输到脂肪组织贮存起来。当需要时，贮存的脂肪也可进行分解，释放出能量供细胞利用。

蛋白质被消化吸收后，在各种组织细胞中又会重新合成人体所特有的蛋白质，或氧化分解供能，也可以合成糖类和脂肪。蛋白质分解后，会产生二氧化碳、水和含氮废物，如尿素等。

糖类、脂肪和蛋白质在人体组织细胞中不断地进行着合成与分解，新旧物质不断更替。与此同时，人体每天都需要大量的氧气来氧化分解各种营养物质，以产生足够的能量，维持生命活动。

$$\text{获得的能量} = \text{消耗的能量} + \text{贮存的能量}$$

当一个人的能量获得大于消耗时，能量就会被贮存起来，使体内有机物积累增加；反之，当能量获得小于消耗时，则会分解体内原有的有机物，使体内有机物贮存减少。



思考与讨论

如果一个人过度节食，会带来什么后果？

泌尿系统

在我们利用营养物质的氧化分解获得能量、合成身体新的组成物质的同时，会产生一些废物，这些废物通过一定途径排出体外的过程，称为排泄（excretion）。大部分废物是通过泌尿系统以尿的形式排出的，其他废物可通过皮肤、呼吸系统等排出体外。



泌尿系统（如图 4-36）由哪些器官组成？它们各有什么功能？

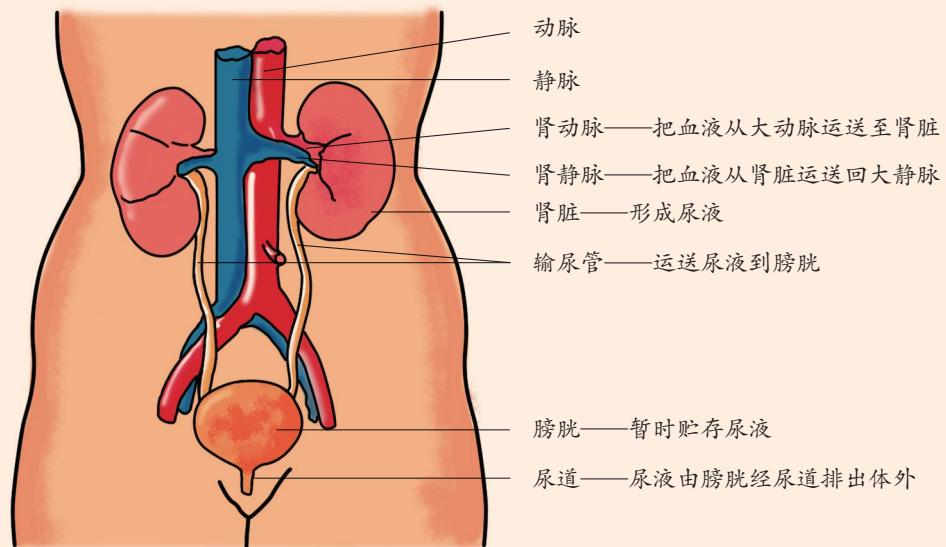


图4-36 泌尿系统

肾脏 (kidney) 是人体最主要的排泄器官，位于人腰后部脊柱两侧，左右各一个。每个肾脏由肾实质和肾盂组成，从纵切面可看出，肾实质由外到内分为皮质和髓质（如图 4-37）。肾脏的基本结构和功能单位是肾单位（如图 4-38），每个肾脏含有 100 多万个肾单位。

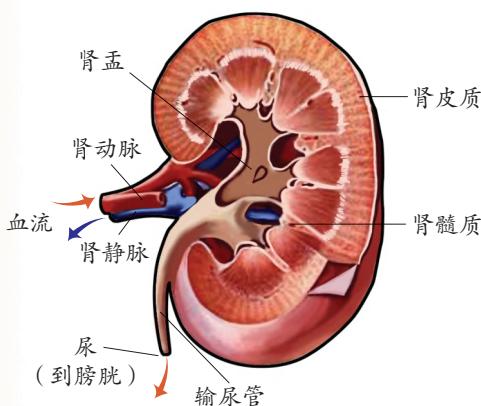


图4-37 肾的切面图

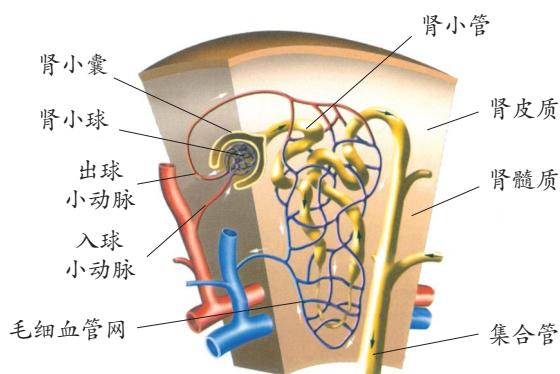


图4-38 肾单位



肾脏就像一部过滤机，当血液流经肾脏时，通过一个个微小的“过滤器”——肾单位进行工作。肾单位主要由肾小体和肾小管组成，其中肾小体是由肾小球和肾小囊组成，肾小球是由入球小动脉分支形成的毛细血管网组成的。血液流经肾小球时，除血细胞和大分子蛋白质外的其他物质均可通过滤过作用进入肾小囊形成原尿。原尿经过肾小管时，其中对人体有用的物质，如大部分水、部分无机盐、全部葡萄糖和氨基酸等，经肾小管的重吸收作用进入肾小管外的毛细血管重新回到血液中，而原尿中的其余成分如水、无机盐、尿素和尿酸等最终形成尿液。尿液先进入肾盂汇集，再经输尿管、膀胱和尿道排出体外，如图 4-39 所示。

当人的肾功能发生某些障碍，不能及时将溶于水中的尿素等代谢废物排出时，人体就会中毒，甚至死亡。对于严重肾功能障碍者，现代医学大多采用人工肾和肾移植手段来维持生命。

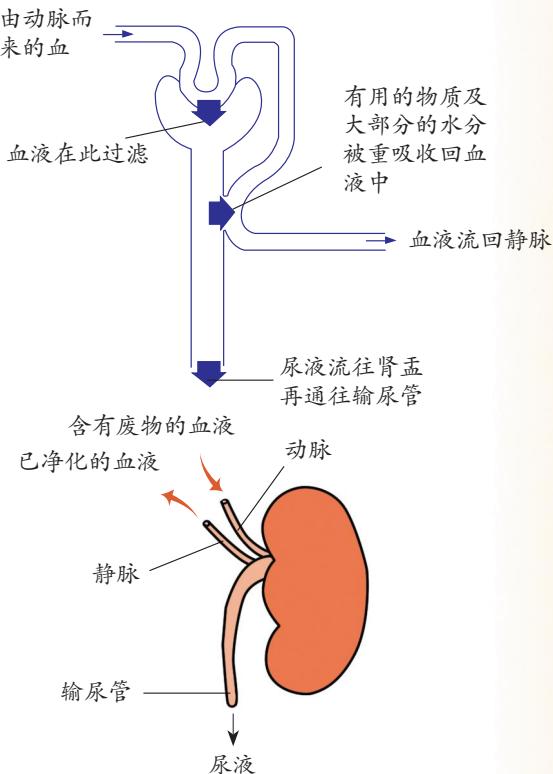


图4-39 肾的滤过作用



人工肾

当肾功能衰竭时，体内的代谢废物不能及时排出，人就会因中毒而死亡。人工肾是一种替代肾脏功能的机器，其主体结构是一个透析器。血液透析时，用插管将病人的血液引入透析器，经透析后，再将净化的血液送回病人的静脉中，达到帮助人体排出尿素等废物的目的，如图 4-40 所示。

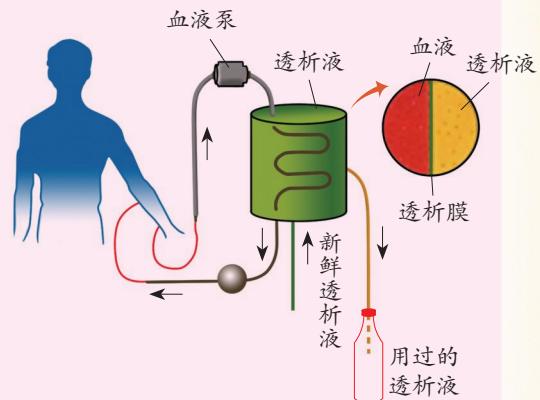


图4-40 人工肾透析过程

透析器的关键技术是透析膜。早在19世纪中叶，就有人设法用透析法除去血液中的尿素，因未找到合适的透析膜未获成功。1943年，库尔夫(Kolff)等人首次将转鼓型人工肾应用于临床并获得成功，开创了用人工肾治疗肾衰竭患者的历史。1966年，斯图尔德(Steward)成功研制出空心纤维人工肾，并获得临床应用成功。空心纤维型透析器是目前临床使用最多、效果最好的一类透析器。它具有高通量、高效、生物相容性好等优点，将是今后透析膜研究的主要方向。

人工肾是目前临幊上应用广泛、疗效较显著的一种人工器官，就慢性肾炎和晚期尿毒症的治疗效果而言，其五年生存率已达70%~80%。未来的人工肾将逐渐走向微型化和便携化，其治疗范围将从医院逐步走进患者家庭。

水盐平衡

人体通过自身调节来实现生命活动的正常进行，其中水盐平衡是人体生命活动调节的重要方面，对于维持人体的健康有着重要的意义。

当体内水分过剩时，肾脏会产生很多的尿，将多余水分排出；相反，如果体内水分不足，肾脏就只产生少量的尿。肾就是这样来平衡体内的水分的。

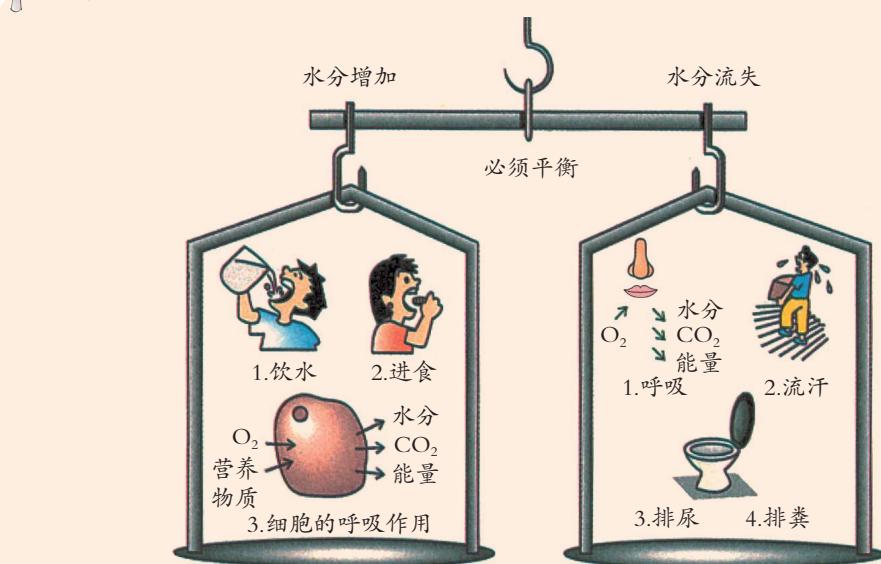


图4-41 体内水分平衡

1. 人体通过哪些途径获得水分？食物中的水分到达体内细胞一般要经历哪些途径？
2. 人体内的水分可以通过哪些途径排出体外？



人体细胞周围的液体——细胞外液，含有一定量的无机盐，而且它们的含量必须保持相对稳定，细胞才能正常生活。如果我们喝很多水，又不增加盐分，肾脏会产生盐含量较低的尿。如果我们摄入的盐较多，又不多喝水，肾脏会产生盐含量较高的尿液，把多余的盐分排出。除了肾脏对水盐平衡起到的重要作用外，皮肤、呼吸系统也承担了部分功能。

肾脏虽然对体内的水和盐的浓度具有一定的调节能力，但这种调节能力是有一定限度的。人不能饮用海水，就是因为海水中含有较多的盐分，超出了肾脏的调节能力，结果人体会因为积累过多的盐而死亡。



思考与讨论

当人严重腹泻、剧烈呕吐时，常要通过输液治疗的主要原因是什么？

代谢的多样性

生物体内时时刻刻都在进行着物质和能量的转换，即进行着代谢。代谢是生物的主要特征之一。一旦代谢停止，生命也就结束了。代谢是生物生存的基本条件，是生命的基本特征。

生物的代谢活动包括同化作用和异化作用两个方面。同化作用是指生物体会不断地从外界吸收营养物质，合成新的自身组成物质，并贮存能量的过程。如绿色植物的光合作用、人体对食物的消化和吸收过程等都是同化作用。异化作用是指生物体不断地氧化分解自身组成物质，释放能量，并不断排出代谢废物的过程。如呼吸作用是生物异化作用的主要过程。



思考与讨论

1. 从体内自身组成物质的角度看，昨天的你和今天的你一样吗？
2. 在人的不同生长发育时期（幼年、成年和老年），同化作用和异化作用之间的相对强度变化有什么特点？

按同化作用的方式不同，可将生物的营养方式分为自养和异养。各种植物能通过光合作用，将无机物直接制造成有机物并贮存能量，这种营养方式叫自养。人和动物等需通过摄取现成的有机物来获得营养，不能直接把无机物合成有机物，这种营养方式叫异养。

进行自养生活的生物有植物和光合细菌等。进行异养生活的生物中，

人和多数动物以捕食方式摄取营养；而多数真菌和细菌等都可以从已死的、腐烂的生物体中获得营养，这类生物为腐生生物；还有如蛔虫、病毒和结核杆菌等生活于另一种生物体内或体表并从其体内获得营养，这类生物为寄生生物。



1. 人体的泌尿系统由 _____、_____、_____ 和 _____ 等器官组成，尿液的形成主要通过肾单位的 _____ 和 _____ 的作用。
2. 人一般夏天尿少，这是因为（ ）。
A. 体内废物少 B. 体内水分需要量大
C. 汗液分泌多 D. 体内的代谢废物主要由皮肤排出
3. 生物的代谢包括 _____ 和 _____ 两个方面。按 _____ 方式的不同，可将生物的营养方式分为 _____ 和 _____ 两种类型。
4. 下列属于自养生物的是（ ）。
A. 紫菜 B. 蝗虫 C. 青霉 D. 酵母菌
5. 当一个人长期发烧生病以后，会逐渐消瘦。这是为什么？



1. 食物中主要有水、无机盐、糖类、蛋白质、脂肪、维生素和膳食纤维等七种营养素，它们对人体各有不同的作用。在日常饮食中，要注意平衡膳食。三大供能物质在体内氧化分解释放的能量各不相同。

2. 消化系统由消化道和消化腺组成。食物中的水、无机盐和维生素可以被人体直接吸收，蛋白质、脂肪和糖类必须经消化后才能被吸收。食物是在消化道中，在多种消化腺分泌的消化酶的作用下被消化的。酶是生物催化剂，在适宜的条件下，表现出高效性和专一性。小肠是食物消化和营养物质吸收的主要场所。牙是重要的消化器官，要注意保护好牙。

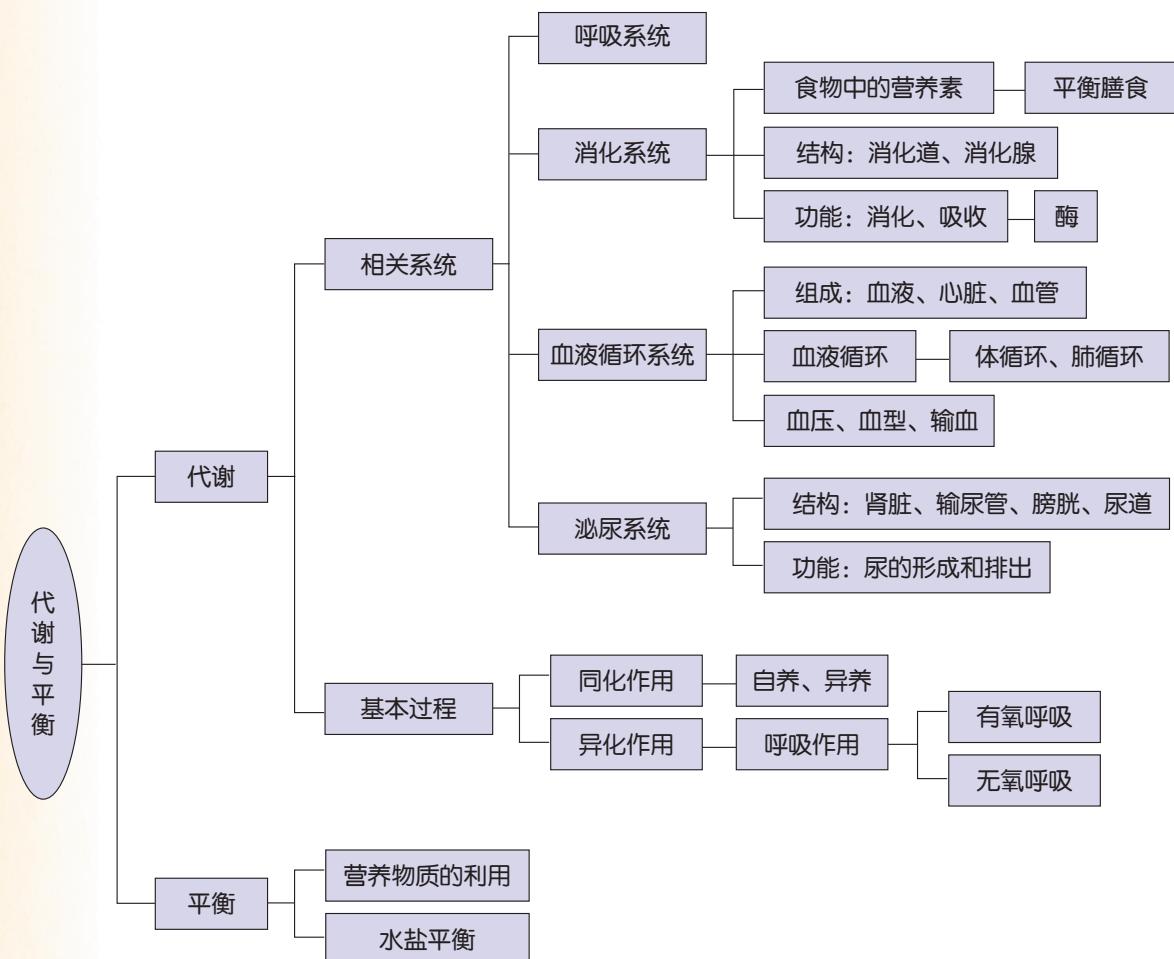
3. 人体内的营养物质运输主要是由血液循环系统完成的。血液、血管和心脏组成血液循环系统。血液循环有两条途径，即肺循环和体循环。正常情况下脉搏的次数与心跳的次数一致。心脏的跳动使血液对血管壁形成压强，称血压，可用血压计测定。人体血型（ABO血型）有4种，即A型、B型、AB型和O型。输血最好输同型血，异型输血一定要考虑双方的血型是否相配。

4. 人体将从外界摄取的营养物质供给体细胞，通过呼吸作用分解物质和释放能量，供生命活动的需要。呼吸作用可分有氧呼吸和无氧呼吸两种，一般以有氧呼吸为主。微生物的无氧呼吸称为发酵。

5. 代谢最终产物的排泄途径主要有呼吸系统、泌尿系统和皮肤等。肾脏、输尿管、膀胱和尿道组成的泌尿系统是最主要的排泄途径。肾脏是形成尿液的器官。

6. 代谢是生物的基本特征，包括生物体内各种物质和能量的转换过程，可分为同化作用和异化作用两大基本过程。不同生物按同化作用的方式，可分为自养和异养两种营养方式。

7. 本章知识结构图：



研究性学习课题

一 调查当地酸雨情况及其影响

目 标

1. 了解当地酸雨的分布及危害。
2. 学习调查方法、实验方法和数据处理方法。
3. 提高保护环境的自觉性。

内 容

1. 选定采集酸雨样品的时间和地点，分组采集酸雨样品；同时调查该地农作物或建筑物受酸雨侵蚀的情况。
 2. 用实验方法测定酸雨的 pH，并进行数据分析和交流。
 3. 进一步调查分析该地酸雨的主要成因。
 4. 为防治酸雨、保护环境提出有效建议。
-

二 金属对社会发展的作用

目 标

1. 理解金属对社会发展所起的重要作用。
2. 培养查找资料、归纳数据、分析及解决问题的能力。
3. 培养合理使用金属、保护周围环境的思想。

内 容

1. 到图书馆或上网查找不同时代金属的使用情况。
2. 讨论金属材料的使用与人类社会发展的关系。
3. 调查家庭和附近工厂中金属的使用及防腐、金属回收及再生的情况。

三 寻找自行车中的杠杆

目 标

1. 通过观察自行车的各个部件，培养观察的能力。
2. 培养将复杂事物进行分解的能力。
3. 学会正确表达观察结果的方法。

内 容

1. 观察自行车的各个部件，看看哪些部件可以看做杠杆。
 2. 将自行车中的杠杆用简图画出来。
 3. 分析各个杠杆在自行车中的作用。
-

四 怎样防治龋齿

目 标

1. 了解在校学生的龋齿患病率以及促使龋齿产生的不良生活习惯。
2. 提出防治龋齿的对策，自觉养成良好的口腔卫生习惯。
3. 学会调查、归因分析的方法，培养综合归纳的能力。

内 容

1. 调查一定范围内的同学中龋齿发生的情况以及不良的生活习惯。
2. 通过调查统计、查找资料，对龋齿产生的原因进行分析归纳。
3. 针对龋齿的成因，提出有效的对策。
4. 写出调查报告，班内讨论交流。

附录 1

常用法定计量单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	说 明
长度(路程)	$l(s)$	米	m	$1\text{千米} = 10^3\text{米}$ $1\text{米} = 10^2\text{厘米} = 10^3\text{毫米}$
面积	S	平方米	m^2	$1\text{米}^2 = 10^4\text{厘米}^2 = 10^6\text{毫米}^2$
体积	V	立方米 升	m^3 L	$1\text{米}^3 = 10^6\text{厘米}^3 = 10^9\text{毫米}^3$ $1\text{升} = 1\text{分米}^3 = 10^3\text{厘米}^3 = 10^3\text{毫升}$
时间	t	秒	s	$1\text{小时} = 60\text{分} = 3600\text{秒}$
质量	m	千克	kg	$1\text{吨} = 10^3\text{千克}$ $1\text{千克} = 10^3\text{克}$ $1\text{克} = 10^3\text{毫克}$
摄氏温度	t	摄氏度	°C	$t = T - 273.15\text{K}$ *
速度	v	米 / 秒	m/s	$v = \frac{s}{t}$ ($1\text{千米} / \text{时} = \frac{1}{3.6}\text{米} / \text{秒}$)
密度	ρ	千克 / 米 ³	kg/m^3	$\rho = \frac{m}{V}$ ($1\text{克} / \text{厘米}^3 = 10^3\text{千克} / \text{米}^3$)
力(重力)	$F(G)$	牛 [顿]	N	
压强	p	帕 [斯卡]	Pa	$p = \frac{F}{S}$ ($1\text{帕} = 1\text{牛} / \text{米}^2$) (用到的还有百帕和千帕)
电流	I	安 [培]	A	$I = \frac{U}{R}$ ($1\text{安} = 1\text{伏} / \text{欧}$) (用到的还有毫安和微安)
电压	U	伏 [特]	V	(用到的还有千伏、毫伏和微伏)
电阻	R	欧 [姆]	Ω	$1\text{欧} = 1\text{伏} / \text{安}$ (用到的还有千欧和兆欧)

* T 是热力学温度，它的单位是开尔文，符号为 K。

量的名称	量的 符号	单位名称	单位 符号	说 明
功	W	焦 [耳]	J	$W=Fs$ (1 焦=1 牛·米)
功率	P	瓦 [特]	W	$P=\frac{W}{t}$ (1 瓦=1 焦/秒)
热量	Q	焦 [耳]	J	
比热	c	焦 [耳] 每千克摄氏度 [焦/(千克·℃)]	J/(kg·℃)	$c=\frac{Q}{m(t-t_0)}$
热值	q	焦 [耳] 每千克 (焦/千克)	J/kg	
能量	E	焦 [耳]	J	各种形式能量单位都是焦, 能量单位与功、热量单位相同
电功	W	焦 [耳] 千瓦时	J kW·h	$W=UIt$ (1 焦=1 伏·安·秒=1 牛·米) $W=Pt$ (1 千瓦时= 3.6×10^6 焦)
电功率	P	瓦 [特]	W	$P=\frac{W}{t}=UI$ (1 瓦=1 焦/秒=1 伏·安)

注: ①量的符号一律为斜体, 单位符号一律为正体。

②方括号〔 〕内的字可以省略。

③℃可作为中文符号使用。

附录 2

部分酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)

阴离子 阳离子\	OH^-	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}
H^+		溶、挥	溶、挥	溶	溶、挥
NH_4^+	溶、挥	溶	溶	溶	溶
K^+	溶	溶	溶	溶	溶
Na^+	溶	溶	溶	溶	溶
Ba^{2+}	溶	溶	溶	不	不
Ca^{2+}	微	溶	溶	微	不
Mg^{2+}	不	溶	溶	溶	微
Al^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Mn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Zn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Cu^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Ag^+	—	溶	不	微	不

说明：“溶”表示这种物质可溶于水，“不”表示不溶于水，“微”表示微溶于水，“挥”表示挥发性，“—”表示这种物质不存在或遇到水就分解了。

附录 3

相对原子质量表

(按照元素符号的字母次序排列)

元素		相对原子质量	元素		相对原子质量	元素		相对原子质量
符号	名称		符号	名称		符号	名称	
Ac	锕	227.0278	Ge	锗	72.16(2)	Pr	镨	140.90765(3)
Ag	银	107.8682(2)	H	氢	1.00794(7)	Pt	铂	195.08(1)*
Al	铝	26.981539(5)	He	氦	4.002602(2)	Pu	钚	[244]
Am	镅	[243]	Hf	铪	178.49(2)	Ra	镭	226.0254
Ar	氩	39.948(1)	Hg	汞	200.59(2)	Rb	铷	85.4678(3)
As	砷	74.92159(2)	Ho	钬	164.93032(3)	Re	铼	186.207(1)
At	砹	[210]	I	碘	126.90447(3)	Rh	铑	102.90550(3)
Au	金	196.96654(3)	In	铟	114.819	Rn	氡	[222]
B	硼	10.811(7)	Ir	铱	192.217(3)	Ru	钌	101.07(2)
Ba	钡	137.327(7)	K	钾	39.0983(1)	S	硫	32.066(6)
Be	铍	9.012182(3)	Kr	氪	83.80(1)	Sb	锑	121.760(1)
Bi	铋	208.98037(3)	La	镧	138.9055(2)	Sc	钪	44.955910(9)
Bk	锫	[247]	Li	锂	6.941(2)	Se	硒	78.96(3)
Br	溴	79.904(1)	Lu	镥	174.967(1)	Si	硅	28.0855(3)
C	碳	12.0107(8)	Lr	铹	[260]	Sm	钐	150.36(3)
Ca	钙	40.078(4)	Md	钔	[258]	Sn	锡	118.710(7)
Cd	镉	112.411(8)	Mg	镁	24.3050(6)	Sr	锶	87.62(1)
Ce	铈	140.116(1)	Mn	锰	54.93805(1)	Ta	钽	180.9479(1)
Cf	锎	[251]	Mo	钼	95.94(1)	Tb	铽	158.92534(3)
Cl	氯	35.4527(9)	N	氮	14.00674(7)	Tc	锝	[99]
Cm	锔	[247]	Na	钠	22.989768(6)	Te	碲	127.60(3)
Co	钴	58.93320(1)	Nb	铌	92.90638(2)	Th	钍	232.0381(1)
Cr	铬	51.9961(6)	Nd	钕	144.24(3)	Ti	钛	47.867(1)
Cs	铯	132.90543(5)	Ne	氖	20.1797(6)	Tl	铊	204.3833(2)
Cu	铜	63.546(3)	Ni	镍	58.6934(2)	Tm	铥	168.93421(3)
Dy	镝	162.50(3)	No	锘	[259]	U	铀	238.0289(1)
Er	铒	167.26(3)	Np	镎	237.0482	V	钒	50.9415(1)
Es	锿	[252]	O	氧	15.9994(3)	W	钨	183.84(3)
Eu	铕	151.964(1)	Os	锇	190.23(3)	Xe	氙	131.29(2)
F	氟	18.9984032(9)	P	磷	30.973762(4)	Y	钇	88.90585(2)
Fe	铁	55.845(2)	Pa	镤	231.03588(2)	Yb	镱	173.04(3)
Fm	镄	[257]	Pb	铅	207.2(1)	Zn	锌	65.39(2)
Fr	钫	[223]	Pd	钯	106.42(1)	Zr	锆	91.224(2)
Ga	镓	69.723(1)	Pm	钷	[147]			
Gd	钆	157.25(3)	Po	钋	[209]			

- 注：1. 相对原子质量录自 1995 年国际原子量表，以 $^{12}\text{C}=12$ 为基准。
 2. 相对原子质量加括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。
 3. 相对原子质量末尾数的准确度加注在其后的括号内。
 4. * 表示该数据需复核。

**义务教育课程标准
实验教科书（2001～2011）**
主 编 朱清时
执行主编 沈复初
教材设计 方红峰
本册编者 陈才琦 汪建红 李永培
郑青岳 李齐扬 方红峰
韩 颖 王耀村

义务教育教科书
主 编 朱清时
执行主编 华 明
执行副主编 韩 颖 曹宝龙
修订设计 王耀村
本册编者 韩 颖 汪建红
王耀村 金松涛

责任编辑 张静雅 美术编辑 韩 波 责任校对 郑德文

**义务教育教科书
科学
九年级上册**

- ▶ 出 版 浙江教育出版社
(杭州市天目山路 40 号 电话 : 0571-85170300-80928)
- ▶ 发 行 浙江省新华书店集团有限公司
- ▶ 制 作 杭州万方图书有限公司
- ▶ 印 刷 浙江新华数码印务有限公司
- ▶ 开 本 787mm × 1092mm 1/16
- ▶ 印 张 11.5
- ▶ 插 页 1
- ▶ 字 数 230 000
- ▶ 版 次 2014 年 7 月第 1 版
- ▶ 印 次 2023 年 7 月第 10 次印刷
- ▶ 标准书号 ISBN 978-7-5536-1869-2
- ▶ 定 价 11.79 元

如发现印、装质量问题,请与本厂联系。电话: 0571-85155604
定价批准文号: 浙发改价格〔2019〕319号、〔2020〕331号
举报电话: 12345、12315



义务 教育 教科书

YIWU JIAOYU JIAOKESHU

KEXUE 科学

九年级上册



绿色印刷产品

定价批准文号：浙发改价格〔2019〕319号、〔2020〕331号
举报电话：12345、12315

ISBN 978-7-5536-1869-2

9 787553 618692

02 >

定 价：11.79元