教育部审定
2013

义务教育教科书

科学

KEXUE

九年级　上册



华东师范大学出版社

微信公众号：电子课本大全

义务教育教科书

科学

KEXUE

九年级　上册

主　编　袁运开
副主编　刘炳昇
钱振华
王顺义

华东师范大学出版社

微信公众号：电子课本大全

义务教育教科书

科学

九年级　上册

主　　编　袁运开
责任编辑　刘万红
封面设计　卢晓红

出　　版　华东师范大学出版社
社　　址　上海市中山北路3663号　邮编 200062
网　　址　www.ecnupress.com.cn
电　　话　021-60821666　行政传真 021-62572105
客服电话　021-62865537　门市（邮购）电话　021-62869887
地　　址　上海市中山北路3663号华东师范大学校内先锋路口
网　　店　http://hdsdcbs.tmall.com

重　　印　浙江省出版总社
发　　行　浙江省新华书店
印 刷 者　浙江开源印务有限公司
开　　本　787×1092　16开
印　　张　11.25
字　　数　189千字
版　　次　2014年6月第一版
印　　次　2015年6月第二次
书　　号　ISBN 978-7-5675-0755-5/G·6504
定　　价　10.45元

出 版 人　王　焰

（如发现本版图书有印订质量问题，请与本承印公司联系，电话：0574-87638192）

微信公众号：电子课本大全

致同学们

同学们：

欢迎你们学习科学，走近科学。

什么是科学？科学神秘吗？科学要研究和解决的问题与人类认识自然、利用自然、保护自然和发展自身有怎样的关系？通过学习你们将会有所感悟。

在这套教材里将要学习的有关生命科学、物质科学和地球与空间科学领域的知识，只是一个初步的基础，你们更要重视科学知识的产生过程和科学方法的训练，逐步养成进行科学探究的习惯；注意科学态度、创新精神与实践能力的培养，了解科学知识在生产实际中的应用以及科学知识的社会价值；要关注发生在周围的自然现象和社会现象，试着用学过的科学知识去分析解释它们，提出自己的看法并以科学的态度对待。这些方面对你们今后的工作和学习将有深远的意义。

本册内容的主线是物质与能量。物质与能量是两个重要的科学概念，所以我们进入九年级之后要进一步学习这两方面的内容，先学习常见的化学反应及一些基础的化学物质，如酸、碱、盐及有机物。关于能量过去只是初步了解，现在要求比较深入的了解各种能量形式的性质及其应用，最后我们还要学习能量守恒与转化定律。

本教材的编写采用探究和叙述相结合的方式，精选大量生动形象的图片，创设探索学习的条件，开辟“活动”、“阅读”、“思考与讨论”、“视窗”、“科学 技术 社会 环境”、“小资料”、“科学家小注”、“学生实验”、“探究课题”与“练习”等栏目，提供多种主动学习活动的形式，愿你们喜欢。

爱因斯坦曾经说过：“人类的一切经验和感受中，以神秘感最为美妙；这是一切真正艺术创作及科学发明的灵感源泉。”

祝愿你们在学习中始终保持对自然的神秘感，不断追求科学真理，并取得成功。

编　者

微信公众号：电子课本大全

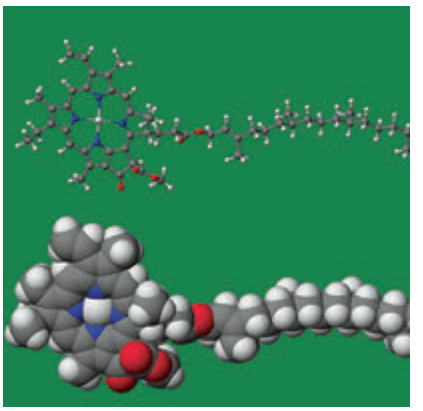
微信公众号：电子课本大全

CONTENTS

目录







第1章　化学反应

1　化学方程式 / 2
2　化合反应和分解反应 / 7
3　用分解反应制取氧气 / 10
4　根据化学方程式的简单计算 / 12

第2章　酸与碱

1　生活中的酸和碱 / 16
2　重要的酸 / 21
3　重要的碱 / 28

第3章　金属与盐

1　金属 / 36
2　金属的活动性顺序 / 45
3　常见的盐 / 51

第4章　有机物

1　身边的有机物 / 58
2　塑料、纤维和橡胶 / 69
3　煤、石油和天然气 / 78

微信公众号：电子课本大全







第5章　简单机械与功

1　杠杆 / 88
2　滑轮 / 94
3　功与机械效率 / 97
4　机械能 / 104

第6章　电能

1　电能的获得和转化 / 111
2　电能的量度 / 123

第7章　内能

1　物体的内能 / 137
2　比热容 / 145
3　热机 / 151
4　能量的转化与守恒 / 158

附录1　汉英词汇索引 / 169
附录2　部分酸碱盐的溶解性表（20℃） / 171
附录3　元素周期表 / 172

后　记　/ 173

微信公众号：电子课本大全

第1章

化学反应

人类社会在很早以前就开始利用物质的化学变化来造福人类。从火的利用、陶器的烧制到青铜器的制造，从炼铁、合成胰岛素到设计化学反应，留下了人类探索化学反应的足迹。



微信公众号：电子课本大全

1 化学方程式

化学方程式是描述物质化学变化的科学语言。

质量守恒定律

物质发生化学变化时，生成了新物质，参加反应的各物质的质量总和，与反应后生成的各物质的质量总和相比较，是增加，减少，还是相等呢？

我们将通过以下两个活动进行探究。



活动

1. 在底部铺有一薄层干燥细砂的锥形瓶中，放进一粒火柴头那样大小的白磷，用橡皮塞塞紧瓶口，把瓶子放在天平的左托盘上，在右托盘上加砝码并调节游码位置，使天平达到平衡。

2. 然后取下锥形瓶，加微热，使白磷燃烧。观察到瓶内出现了_____的现象，发生了_____变化。

3. 等锥形瓶冷却到室温后，再把它放回左托盘上，观察到天平的平衡_____（“发生变化”或“保持不变”）。这说明在化学反应前后，总质量_____（“发生变化”或“保持不变”）。

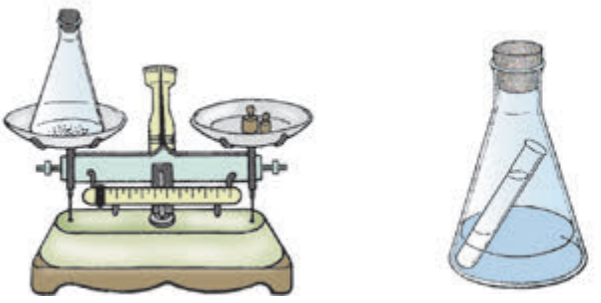


图1.1.1　验证质量守恒定律实验

微信公众号：电子课本大全



活动

1. 把盛有无色氢氧化钠溶液的短试管小心地放入盛有蓝色硫酸铜溶液的锥形瓶里，塞紧瓶塞。再把盛有短试管的锥形瓶放在天平的左托盘上，在右托盘上加砝码并调节游码位置，使天平达到平衡。

2. 然后拿起锥形瓶并使它倾斜，让短试管中的氢氧化钠溶液倒入硫酸铜溶液中，两种溶液接触后，观察到瓶内出现了_____的现象，发生了_____变化。

3. 再把锥形瓶放回左托盘上，观察到天平的平衡_____（“发生变化”或“保持不变”）。说明在化学反应前后，总质量_____（“发生变化”或“保持不变”）。

在上述活动中可以观察到，在发生化学反应后，天平两边都仍旧保持平衡，说明参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和。这个规律已被无数的实验所证实。这个规律叫做质量守恒定律（law of the conservation of mass）。



思考与讨论

1. 当白磷在锥形瓶中燃烧时，如果不用橡皮塞塞紧瓶口，天平是否仍能保持平衡？为什么？

2. 蜡烛燃烧后质量变小，是否仍然符合质量守恒定律？如何解释？



活动

为了进一步从微观角度来认识质量守恒定律，请同学们一起完成下列活动。

1. 试画出氢气分子和氧气分子反应生成水分子的示意图。

微信公众号：电子课本大全

2. 从上述示意图中，你发现在化学反应前，有_____原子和_____原子；在反应后，有_____原子和_____原子。所以说在化学反应前后，原子的种类_____（“发生变化”或“保持不变”）。

3. 从上述示意图中，你还可以发现在化学反应前后，各种原子的数目_____（“发生变化”或“保持不变”）。

人们认识到，在化学反应前后，原子的种类保持不变，各种原子的数目保持不变，原子的质量也保持不变，只是原子进行了重新组合，所以化学反应前后各物质的质量总和必然相等。

化学方程式

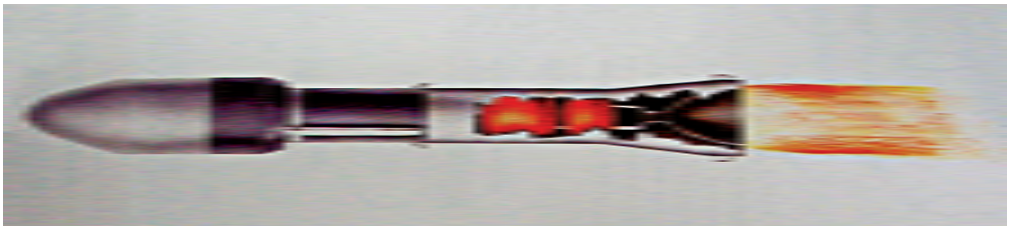


图1.1.2　火箭中氢气和氧气的反应

氢气和氧气反应，生成水，用文字可以表示为：

$$\text{氢气} + \text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{水}$$

为了更准确地表示化学反应的变化过程，用化学方程式（chemical equation）来表示化学反应（chemical reaction）。氢气和氧气反应生成水，可以表示为：

$$2H_2 + O_2 \xlongequal{\text{点燃}} 2H_2O$$



思考与讨论

试比较上面两种表示化学反应的方法。为什么说化学方程式可以更准确地表示化学反应的变化过程？

微信公众号：电子课本大全



小资料

不同国家的科学书中，关于氢气与氧气反应生成水的文字表达和化学方程式表达：

中文	氢气 + 氧气→水	$2H_2+O_2=2H_2O$
英文	hydrogen+oxygen→water	$2H_2+O_2=2H_2O$
日文	酸素 + 水素→水	$2H_2+O_2=2H_2O$

为了能正确地书写化学方程式，我们要遵循以下两条原则：

（1）化学方程式必须以客观事实为依据；

（2）遵循质量守恒定律，反应前后各种原子的数目必须相等。

下面以磷和氧气反应生成五氧化二磷为例，学习如何书写化学方程式。

1．根据实验事实，把参加反应物质（简称为反应物）的化学式写在式子的左边，把生成物质（简称为生成物）的化学式写在式子的右边，中间加一个指向生成物的箭头。如果反应物或生成物不止一种，就分别用“+”号连接起来。

$$P + O_2 \longrightarrow P_2O_5$$

2．在反应物和生成物的化学式前面配上适当的系数，使在箭头两边的每一种元素的原子的总数都相等。这个过程叫做化学方程式的配平。

观察上面式子箭头左右，发现两边磷原子的数目和氧原子的数目都不相等，先选择氧原子进行分析，左边的氧原子数是2，右边的氧原子数是5，2和5的最小公倍数是10，在P_2O_5前面配上系数2，在O_2前面配上系数5。

$$P + 5O_2 \longrightarrow 2\,P_2O_5$$

再看磷原子，左边的磷原子数是1，右边的磷原子数是4。因此，要在P前面配上系数4，使两边的磷原子数变得相等。

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2\,P_2O_5$$

经检查，式子两边每一种元素的原子总数都相等，那么化学方程式就配

微信公众号：电子课本大全

平了。

3．最后，把中间的箭头换成等号。在等号的上方或下方标明特定的反应条件，并在某些生成物化学式右边标明它们的状态。特定的反应条件包括：点燃、加热（可用“△”号表示）、催化剂等。如果生成物中有气体，一般要在气体物质的化学式右边加注“↑”号；同样，如果是在溶液里的反应，生成物中有沉淀产生，一般要在沉淀物质的化学式右边加注“↓”号。如果反应物中有气体，气体生成物不需注“↑”号；如果反应物中有固体，固体生成物也不需加注“↓”号。

磷和氧气反应生成五氧化二磷的化学方程式表示为：

$$4P + 5O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\ P_2O_5$$



1．配平下列化学方程式。

（1）$Cu + O_2 \xrightarrow{\triangle} CuO$

（2）$N_2 + H_2 \xrightarrow[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} NH_3$

（3）$KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} KCl + O_2\uparrow$

（4）$CH_4 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} H_2O + CO_2$

2．完成下列化学反应的化学方程式。

（1）氧气和氢气点燃后生成水；

（2）双氧水（H_2O_2）溶液在催化剂作用下分解成水和氧气。

微信公众号：电子课本大全

2 化合反应和分解反应

化合反应和分解反应是化学反应的最基本类型。

在生产、生活、科学研究中，人们接触和研究了许多化学反应。为了研究方便，人们将化学反应进行了分类。



思考与讨论

1. 请写出下列反应的化学方程式：

（1）铁丝在氧气中燃烧生成四氧化三铁_____

（2）木炭在空气中燃烧生成二氧化碳_____

（3）电解水产生氢气和氧气_____

（4）过氧化氢在二氧化锰催化下分解产生水和氧气_____

2. 在上述反应中，如果从反应物与生成物的数目变化来看，上述反应可以如何分类？

化合反应

在上述（1）、（2）两个反应中，两种或两种以上物质反应生成了一种物质，这样的反应称为化合反应（combination reaction）。化合反应通常伴随着放热、发光等放出能量的现象。

微信公众号：电子课本大全

活动　硫粉与铁粉混合加热

将少量硫粉与铁粉混合后堆放在坩埚里或石棉网上，小心地加热，一旦反应发生，立即停止加热。观察现象。

如何证明上述反应的产物硫化亚铁是不同于硫和铁的新物质？



图1.2.1　硫粉与铁粉反应

活动　铜与氧气的化合反应

1. 每个小组从教师处领取下列物品：酒精灯、火柴、粗铜丝、砂纸。

2. 用砂纸将粗铜丝擦亮，再将光亮的铜丝置于酒精灯外焰加热片刻，观察铜丝表面有何变化。

你所观察到的现象是：

_____

3. 在上述实验中，铜与氧气生成了氧化铜，请写出该反应的化学方程式：

_____

你认为此反应属于化合反应吗？为什么？

_____

我们在《科学》（七年级）（下）中学习了氧气的性质，知道氧气可与许多金属或非金属反应，化合成氧化物，例如：

碳在氧气中燃烧可生成二氧化碳。

$$C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$$

铁在空气中会生锈，铁锈的主要成分是氧化铁。

$$4Fe + 3O_2 \xrightarrow{\text{空气中缓慢氧化}} 2Fe_2O_3$$

由氧元素和另一种非金属元素组成的化合物称为非金属氧化物，如CO_2、H_2O等；由氧元素和一种金属元素组成的化合物称为金属氧化物，如Fe_2O_3、CuO等。

微信公众号：电子课本大全

分解反应

电解水产生氢气和氧气，过氧化氢在二氧化锰催化下生成氧气和水，像这样由一种物质生成两种或两种以上物质的反应，称为分解反应（decomposition reaction）。有些物质不稳定，容易分解；有些物质较稳定，分解反应通常需要提供一定的条件，如水分解需要耗费电能，过氧化氢分解需要催化剂等。



活动　碳酸氢钠分解反应的探究

碳酸氢钠（$NaHCO_3$）是一种食品工业中常用的物质，俗称小苏打。它受热易发生分解反应。用实验的方法证明碳酸氢钠受热易分解，并对其分解产物做出初步判断。

1. 你们的实验方案是：

2. 你们所需的实验仪器和药品是：

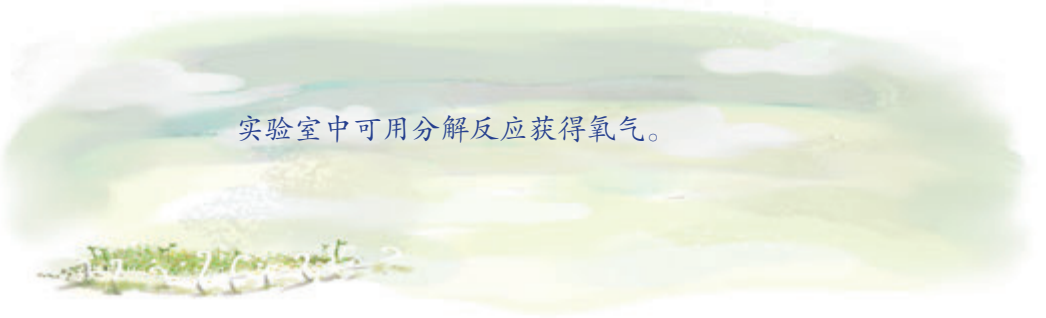
3. 设计一个在实验中做观察记录的表格。

4. 从教师那里领取所需的仪器和药品，实施实验方案，并在实验过程中完善实验方案。

5. 小结实验成功或失败的原因并谈谈你从中学到了什么。

微信公众号：电子课本大全

3 用分解反应制取氧气



在实验室中获得氧气

我们知道空气中含有氧气和氮气等物质，由于液态氧和氮的沸点是不同的，所以可以用空气冷冻分离法分离空气中的氧气和氮气。但液化空气需要很大的压强和很低的温度，这在一般实验室中是难以实现的。人们用分解某些物质如氯酸钾、高锰酸钾、过氧化氢等在实验室中制取氧气。下面的实验让我们学会用过氧化氢（俗称双氧水）制取氧气。

学生实验　实验室制取氧气

实验目的

1. 初步学会用过氧化氢制取氧气。
2. 初步学会排水集气法的操作。
3. 通过对比实验了解催化剂的作用。
4. 初步形成乐于探究的精神。

实验器材

试管、带双孔塞的锥形瓶、分液漏斗、玻璃导管、橡皮管、集气瓶、玻片、水槽、过氧化氢溶液、二氧化锰、猪肝、木条、酒精灯。

实验步骤

1. 取三支洁净的试管。

（1）向第一支试管中加入少量过氧化氢溶液，你观察到的现象是_____；

（2）向第二支试管中加入少量二氧化锰（MnO_2）粉末，再加入少量过氧化氢溶液，你观察到

微信公众号：电子课本大全

的现象是_____；

（3）向第三支试管中加入一小块猪肝，再加入少量过氧化氢溶液，你观察到的现象是_____。

2. 当上述第二和第三支试管加入有关物质后，在试管中伸入带火星的木条，可以观察到_____。

推测从第二和第三支试管中放出的气体可能是_____，二氧化锰和猪肝的作用是_____。比较上述三种方法，其中更适合于在实验室制取氧气的方法是_____。

3. 装配实验装置如图1.3.1，进行气密性检查。在锥形瓶中加入少量黑色的二氧化锰粉末，塞紧瓶塞。把集气瓶装满水，盖上玻片，倒置在水槽中，取走玻片。再将分液漏斗中的过氧化氢水溶液缓缓地滴入锥形瓶中，当导气管口有均匀连续的气泡冒出时，将导气管口伸入瓶口，用排水法收集所产生的气体。当集气瓶中水全部被气体排出后，用玻片盖住瓶口后放置在桌上。我们再用带火星的木条伸入瓶中，可以观察到_____，证明该气体是_____。

问题讨论

1. 如果在图1.3.1的装置中，不用分液漏斗，改用单孔塞和玻璃导管导出气体，是否仍可用于制取和收集氧气？但存在什么不足？

2. 如果利用固体氯酸钾分解制取氧气，使用的实验装置是否与图1.3.1相同？请你和同学、老师一起讨论，并设计分解氯酸钾的实验装置。



图1.3.1　实验室制取氧气

在上述实验中，过氧化氢分解产生了氧气和水，有关化学方程式如下所示。

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} O_2\uparrow + 2H_2O$$

反应中，二氧化锰和猪肝是催化剂（catalyst），它们都能加快（改变）过氧化氢的分解速度。

上述实验中收集氧气的方法是排水法，排水法是一种常用的集气方法，适合于收集难溶或微溶于水的气体。

我们还可以用二氧化锰作催化剂，加热分解氯酸钾制取氧气，有关化学方程式如下所示。

$$2KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{\text{催化剂}} 2KCl+3O_2\uparrow$$

微信公众号：电子课本大全

4 根据化学方程式的简单计算

研究物质的转化，不仅要知道在转化过程中原来的物质（反应物）变成了什么新的物质（生成物），还要知道由多少反应物可以产生多少生成物。

我们不仅要知道燃烧甲烷会生成水和二氧化碳，而且要进一步了解如果燃烧一定质量的甲烷会生成多少质量的二氧化碳，会对环境产生什么影响。

化学方程式是计算的基础，根据质量守恒定律配平的化学方程式，不仅表示什么物质参加反应，生成什么物质，还可以表示各反应物和生成物之间的质量比。燃烧甲烷生成水和二氧化碳的化学方程式为：

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O + CO_2$$

质量比 $12+1\times4$ $2(16\times2)$ $2(1\times2+16)$ $12+16\times2$

16 64 36 44

就是说，每16份质量的甲烷和64份质量的氧气反应后，生成36份质量的水和44份质量的二氧化碳。



思考与讨论

如何根据化学方程式得出各反应物和生成物之间的质量的比例关系？是不是等于各反应物和生成物的式量比？为什么？

微信公众号：电子课本大全

下面我们一起来用化学方程式中各物质之间的质量的比例关系，解决本节开始时提出的问题。

【例题】如果燃烧3.00×10^8 kg甲烷会生成多少千克二氧化碳？

【分析】 首先我们必须明确在反应物和生成物中，哪些是已知的，哪些是需要求得的。在本问题中，甲烷的质量是已知的，而二氧化碳的质量是需要求得的。

【解】设3.00×10^8 kg甲烷燃烧后可以产生质量为x的二氧化碳。

$$\underset{16}{CH_4} + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O + \underset{44}{CO_2}$$

$$\underset{3.00\times10^8\ \text{kg}}{} \qquad\qquad \underset{x}{}$$

得：
$$\frac{16}{3.00\times10^8\text{kg}} = \frac{44}{x}$$

$$x = \frac{3.00\times10^8\text{kg}\times44}{16} = 8.25\times10^8\ \text{kg}$$

答：3.00×10^8 kg甲烷燃烧后可以产生8.25×10^8 kg二氧化碳。



思考与讨论

根据上面的解题过程，与老师或同学一起讨论，共同小结根据化学方程式进行计算的一般步骤和方法。

根据化学方程式进行计算的步骤和方法可以归纳如下：

1．设未知量。

2．写出有关的化学方程式。

3．根据化学方程式写出有关物质的质量比和已知量、未知量。

4．列比例式，求解。

5．简明地写出答案。

课堂练习：

1．18 g10％的双氧水（H_2O_2）溶液最多能制取氧气多少克？

2．实验室制取氢气的化学方程式为：$H_2SO_4+Zn=ZnSO_4+H_2\uparrow$。如果需制取11.2 L氢气，需要含锌80％的粗锌多少克？（在该条件下，氢气的密度为0.089 3 g/L）

微信公众号：电子课本大全



思考与讨论

通过课堂练习，请你小结在运用化学方程式进行计算时，还要注意哪些方面的问题，并和老师或同学交流。



练习

1. 电解9 g水，可以获得多少克氢气和多少克氧气？
2. 若要在实验室制取3 g氢气，需要含锌80%的粗锌多少克？
3. 实验室制取二氧化碳的化学方程式为：$CaCO_3+2HCl=\!=H_2O+CO_2\uparrow+CaCl_2$。150 g碳酸钙与足量的盐酸反应，可生成二氧化碳多少升？消耗10%的盐酸多少克？（在该条件下，二氧化碳的密度为1.96 g/L）



本章学到了什么

1. 参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和，这个规律叫做质量守恒定律。
2. 正确书写简单的化学方程式。
3. 两种或两种以上物质反应生成了一种物质，这样的反应称为化合反应；一种物质反应生成两种或两种以上物质，这样的反应称为分解反应。
4. 初步学会用分解反应制取氧气。
5. 初步学会用排水法收集气体。
6. 根据化学方程式完成简单的计算。

微信公众号：电子课本大全

第2章

酸与碱

酸与碱是人们日常生活中常见的物质，也是科学研究和工农业生产中重要的化合物。学习酸与碱的有关知识可以帮助我们更好地认识周围的物质世界。



微信公众号：电子课本大全

1 生活中的酸和碱

醋是酸的，柠檬、山楂等水果也很酸；石灰水会“烧手”。原因在于它们中含有酸或碱。



图2.1.1　含碱的清洁剂

酸（acid）和碱（base）是两类与我们日常生活密切相关的化学物质。如：食醋中含有醋酸（CH_3COOH），汽水等碳酸类饮料中含有碳酸（H_2CO_3），柠檬、柑橘、橙、菠萝等水果中含有柠檬酸。用以粉刷墙壁和防治病虫害的石灰水中含有一种叫做氢氧化钙[$Ca(OH)_2$]的碱；氨水（$NH_3 \cdot H_2O$）也是一种碱，它是常用的化肥和一些碱性清洁剂的重要成分。



图2.1.2　含有酸的水果、饮料及调味品



图2.1.3　树干上涂石灰水可防治病虫害



活动　找一找生活中的酸和碱

1．去商店或超市观察各种物品，仔细阅读物品标签上的说明，找到尽可能多的含有酸或碱

微信公众号：电子课本大全

的物品，并记录其所含酸或碱的名称。

2. 回忆你所接触过的酸和碱。

3. 与同学交流你的观察和回忆结果。

测试溶液的酸碱性

酸溶于水后，会生成酸性的溶液，且有酸的味道；碱溶于水后，会生成碱性的溶液，摸上去通常有滑腻感。早期的化学家曾用品尝和触摸的方法辨别酸和碱，不过这样做很不安全，结果也不一定准确。那么，用什么方法测试溶液的酸碱性呢？用酸碱指示剂（acid-base indicator）。常用的酸碱指示剂有石蕊试液、酚酞试液、广泛pH试纸等。

酸碱指示剂由一种或多种染料制成，在不同酸碱性的溶液中呈现不同的颜色。如：紫色石蕊试液遇酸溶液显红色，遇碱溶液显蓝色；无色酚酞试液遇酸溶液不变色，遇碱溶液显红色；广泛pH试纸在pH分别为1、3、5、7、9、11、13时显示的颜色恰好是彩虹的七色：红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。pH小于7的溶液为酸性，pH等于7的为中性，pH大于7的则为碱性。

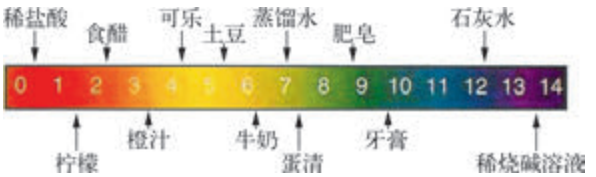
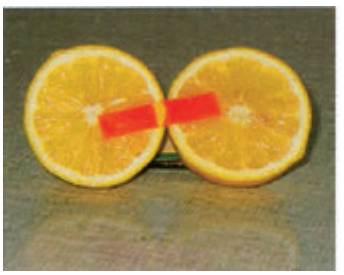


图2.1.4　pH试纸变色范围和一些物质的酸碱性

活动　不同物质水溶液的酸碱性

观察下图中pH试纸的颜色，指出哪些溶液是酸性的，哪些溶液是碱性的。



柠檬



生理盐水

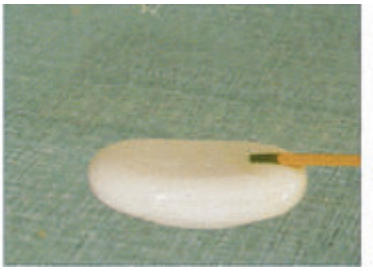


纯碱

微信公众号：电子课本大全



食醋



肥皂



食品干燥剂

图2.1.5　不同物质水溶液的酸碱性

学生实验　测试溶液的酸碱性

实验目的

1. 初步学会用石蕊试液、酚酞试液测试溶液酸碱性的方法。

2. 初步学会用广泛pH试纸测试溶液酸碱性的方法。

实验器材

广泛pH试纸，滴管，玻棒，点滴板，玻璃片，石蕊试液，酚酞试液，A、B、C三瓶无色溶液。

实验步骤

1. 两个同学组成一个小组。每个小组从教师处获得上述实验器材。

2. 用洁净的滴管分别吸取A、B、C三种溶液，滴入2~3滴在点滴板的孔穴中，向其中分别加入石蕊试液和酚酞试液1~2滴。观察并记录溶液颜色的变化。

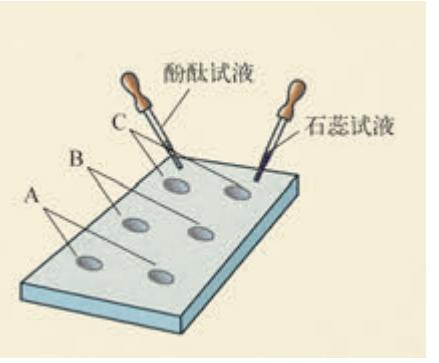


图2.1.6　测试溶液的酸碱性

	加紫色石蕊试液	加无色酚酞试液
A溶液		
B溶液		
C溶液		

3. 根据上述实验现象判断，在A、B、C三种溶液中，酸性的溶液是_____；碱性的溶液是_____。

4. 用洁净干燥的玻棒分别蘸取A、B、C三种未知溶液，点在玻璃片上的pH试纸的中间部分，把试纸显示的颜色与标准比色卡对照，确定并记录A、B、C溶液的pH。A溶液pH为_____；B溶液pH为_____；C溶液pH为_____。A、B、C三种溶液中酸性最强的是_____。

微信公众号：电子课本大全

问题讨论

通过以上实验，你知道石蕊试液、酚酞试液和广泛pH试纸在使用和功能方面有什么不同吗？

视窗　溶液酸碱性的重要意义

了解溶液的酸碱性有重要的意义。如，测定雨水的pH可以了解空气污染的情况（通常将pH小于5.6的降水称为酸雨）；测定河水或湖水的pH可以了解其是否被污染（我国规定生活饮用水pH标准为6.5~8.5）；化工生产中许多反应必须在一定pH的溶液里才能进行；人体不同器官内的液体保持不同的酸碱性，才能维持人体的健康生命活动（正常的血液pH为7.35~7.45，胃液为0.9~1.5，尿液为4.7~8.4）；农业生产中需要了解土壤的酸碱性来选择种植合适的作物（大多数作物适宜在中性土壤里生长，茶树却适宜在pH为5.0~5.5的酸性土壤里生长）。



图2.1.7　茶园

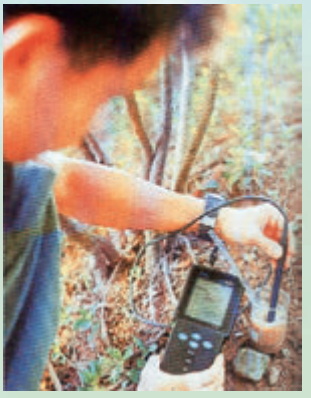


图2.1.8　测试土壤pH

为了更精确地测定溶液的酸碱性，可以使用精密pH试纸、数字pH计或酸度计。



图2.1.9　数字pH计

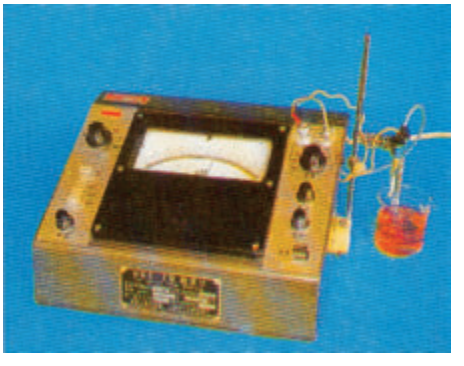


图2.1.10　酸度计

微信公众号：电子课本大全



1. 某河水样品能使酚酞试液变成红色，该河水是酸性的还是碱性的？

2. 为了比较醋和橙汁的酸性强弱，应选用的酸碱指示剂是（　　）。

A. 石蕊试液　　B. 酚酞试液　　C. 广泛pH试纸

3. 小明的尿常规化验报告显示，其尿液的pH为3，你认为（　　）。

A. 这是正常值　　B. 此值不正常，偏酸性　　C. 此值不正常，偏碱性

4. 一些植物如紫卷心菜、紫萝卜、红萝卜、紫罗兰花等含有能起酸碱指示剂作用的色素，同学们可用来自制酸碱指示剂。取这些植物的有色部分洗净捣碎后，用少量水或酒精浸泡，所得浸出液便可能是一种酸碱指示剂。

请你用上述方法自制一种酸碱指示剂，并通过实验说明它在酸性和碱性溶液中各显什么颜色。写出你的实验报告。



图2.1.11　适合做酸碱指示剂的植物

微信公众号：电子课本大全

2 重要的酸

酸不仅使食物具有特殊的风味，酸更是重要的化工原料和产品，是化学实验中常用的试剂。

盐酸和硫酸

盐酸（hydrochloric acid）与石灰石作用可以制取二氧化碳，人的胃液中也含有盐酸；汽车用的铅蓄电池中含有硫酸（sulfuric acid）；酸雨中含有极少量的硫酸和硝酸。盐酸（HCl）、硫酸（H_2SO_4）和硝酸（HNO_3）是化学实验室中最常见的三种酸，也是化学工业上人们常说的“三酸两碱”中的“三酸”。



图 2.2.1　铅蓄电池中用硫酸溶液作电解液

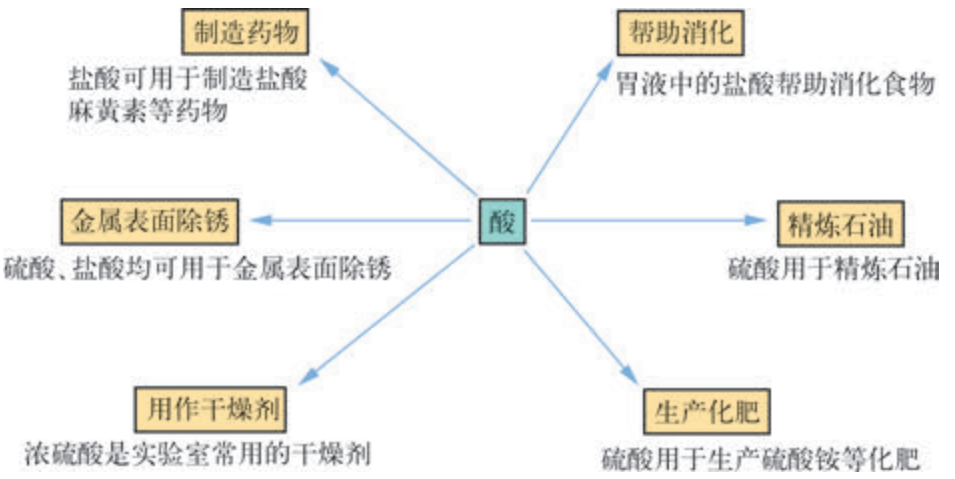


图 2.2.2　盐酸和硫酸的用途

微信公众号：电子课本大全

活动　了解盐酸和硫酸的物理性质

1. 实验台上有一瓶浓盐酸、一瓶浓硫酸和一瓶蒸馏水（浓酸有腐蚀性，实验时要特别小心，避免酸液沾在皮肤或衣物上）。

2. 想一想，哪些性质是物理性质，设计一个记录浓盐酸和浓硫酸物理性质的表格。

3. 通过观察和比较，发现浓盐酸和浓硫酸的物理性质，并记录在上述表格中。

4. 与其他小组同学交流实验结果，完善自己的实验记录。

小资料　扇气入鼻——闻气味的正确方法

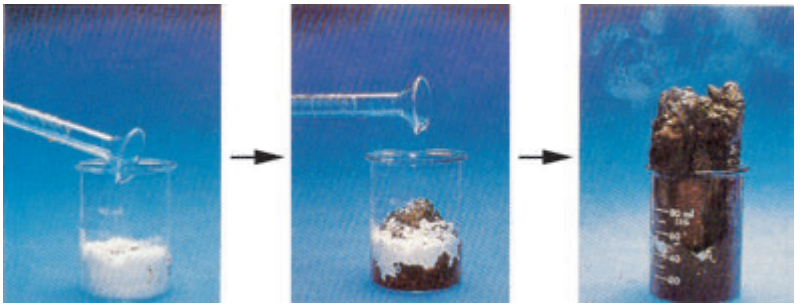
化学实验中有时需要闻一些气体的气味，为了安全，不能用力猛吸，应该用手轻轻扇动，使少量的气体进入鼻腔即可。



图2.2.3　闻气味的方法

安全使用浓硫酸

浓硫酸有强烈的腐蚀性。它能使纸张、木材、布料、皮肤等物质炭化、变黑。利用浓硫酸使蔗糖炭化可做有趣的“黑面包”实验，如图2.2.4所示。



在蔗糖中加少量水　　再加入一定量的浓硫酸　　蔗糖炭化、膨胀，放出大量的热

图2.2.4　“黑面包”实验

微信公众号：电子课本大全

活动　浓硫酸与一些物质的反应

1. 小心地用小木棍蘸少量浓硫酸滴到一小块棉布和一小块涤纶布上，放置一会儿后，观察并记录现象。

棉布上出现的现象是_____；

涤纶布上出现的现象是_____；

小木棍上出现的现象是_____。

2. 向试管中加入2 mL水，再小心地滴入2滴浓硫酸，轻轻振荡试管。用手触摸试管外壁，记录下你的感觉和解释。

3. 根据以上实验，讨论应如何安全使用浓硫酸。

浓硫酸与水混合，放出大量的热，所以稀释浓硫酸时，一定要用玻璃棒使浓硫酸沿器壁慢慢注入水中，并不断搅拌。切不可将水倒进浓硫酸中。

如果不慎将浓硫酸溅到了皮肤或衣服上，应立即用布吸干，再用大量水冲洗，然后涂上3%～5%的碳酸氢钠溶液。

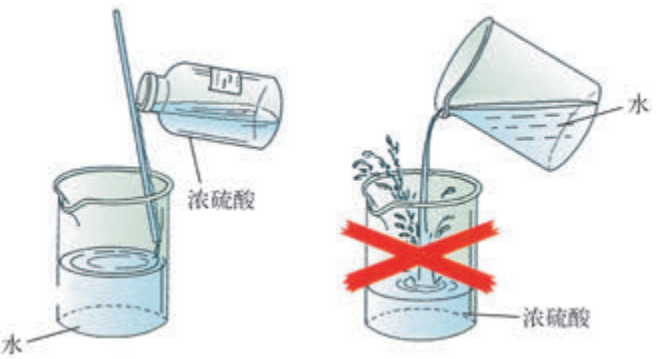


图2.2.5　稀释浓硫酸

探究酸的化学性质

学生实验　探究稀盐酸和稀硫酸的化学性质

实验目的

1. 学习用实验方法探究稀盐酸和稀硫酸的化学性质，并归纳出酸的通性。

2. 进一步提高对实验现象的观察、分析能力。

微信公众号：电子课本大全

实验器材

试管、试管夹、烧杯、酒精灯、镁条、锌粒、铜片、石灰石、碳酸钠（Na_2CO_3）、稀盐酸、稀硫酸、氢氧化钠溶液、石蕊试液、酚酞试液、锈铁钉。

实验步骤

1. 两个同学组成一个小组。每个小组领取上述实验器材。
2. 利用以上物质设计实验，探究稀盐酸和稀硫酸的化学性质。
3. 进行实验并将实验结果记录在下表中。

实验内容	现象与结论	化学方程式
稀盐酸和稀硫酸能与金属反应吗？ 在一定量的稀盐酸和稀硫酸中分别加入镁条、锌粒和铜片。	加入镁条、锌粒的稀盐酸和稀硫酸中均产生气体； 加入铜片的稀盐酸和稀硫酸中均无反应现象。 结论：稀盐酸和稀硫酸能与某些金属反应。	$Mg+2HCl=\!=MgCl_2+H_2\uparrow$ $Zn+2HCl=\!=ZnCl_2+H_2\uparrow$ $Mg+H_2SO_4=\!=MgSO_4+H_2\uparrow$ $Zn+H_2SO_4=\!=ZnSO_4+H_2\uparrow$

微信公众号：电子课本大全

问题讨论

1. 根据实验结果和你已有的化学知识，归纳稀盐酸和稀硫酸的化学性质。

_____

_____

_____

2. 如果要归纳出酸的化学性质，你认为还需要做哪些实验？

为什么稀盐酸和稀硫酸有类似的化学性质？因为它们的水溶液中都有一种阳离子：H^+。稀盐酸和稀硫酸与活泼金属、金属氧化物、盐、碱的反应，一般是H^+与上述这些物质的反应，所以稀酸溶液具有一些相似的化学性质。

稀盐酸和稀硫酸都是无色的溶液，化学性质也很相似，它们有什么不同吗？用什么方法可以区别它们？



活动　区别稀盐酸和稀硫酸

1. 在分别盛有少量稀盐酸和稀硫酸的试管中，各滴入几滴硝酸银溶液和几滴稀硝酸，观察和记录发生的现象：

稀盐酸中发生的现象是_____；

稀硫酸中发生的现象是_____。

2. 在分别盛有少量稀盐酸和稀硫酸的试管中，各滴入几滴氯化钡溶液和几滴稀硝酸，观察和记录发生的现象：

稀盐酸中发生的现象是_____；

稀硫酸中发生的现象是_____。

从上述实验中可知，稀盐酸与硝酸银溶液反应，生成不溶于稀硝酸的氯化银白色沉淀，此反应可用于检验盐酸。

$$HCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + HNO_3$$

稀硫酸跟氯化钡溶液反应，生成不溶于稀硝酸的硫酸钡白色沉淀，稀盐酸无此反应，此反应可用于检验硫酸。

$$H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$$

微信公众号：电子课本大全

小资料　生物体内的酸

有一些叮人的蚂蚁会分泌蚁酸，蚁酸又叫甲酸。很久以前，人们曾将蚂蚁放在大锅里用水煮沸后提取甲酸，现在人们已能用化学方法制造甲酸了。甲酸可用来保存青饲料，在制造纸张和纺织品时也用到甲酸。

蜜蜂蜇人很痛，因为蜜蜂蜇针放出的液体是酸性的，如果用肥皂或其他碱性的溶液涂抹被蜇处，可中和酸性，缓解疼痛。



图2.2.6　肌肉酸痛和酸奶的酸味均源于乳酸

人体内也产生酸。人在剧烈运动时，会因缺氧而不能将葡萄糖转化为水和二氧化碳，只能将葡萄糖转化为乳酸，乳酸在肌肉中积累，会使人感到肌肉酸痛甚至引起肌肉痉挛（抽筋）。另一种乳酸存在于酸奶中，是细菌分解鲜奶的产物。

人的胃壁分泌胃酸，胃酸是pH约为1的盐酸，它帮助人们消化食物。但胃酸过多也会引起不适，需服用一些药物来治疗。

练习

1. 盐酸和硫酸溶液的密度都比水大，它们都是_____（填颜色、状态）。

2. 浓盐酸具有挥发性，露置于空气中会有_____逸出；浓硫酸具有腐蚀性，使用时要特别小心。如果不小心沾在手上或衣服上，要_____。

3. 稀释浓硫酸的正确方法是_____。

4. 写出下列反应的现象和化学方程式：

（1）盐酸与锌粒反应；

（2）稀硫酸与锈铁钉反应；

微信公众号：电子课本大全

(3)石灰水中通入二氧化碳;

(4)碳酸钠与盐酸反应;

(5)向加有酚酞的氢氧化钠溶液中逐滴加入足量盐酸溶液。

5. 食醋中含有醋酸,鸡蛋壳的主要成分是碳酸钙,将鸡蛋壳放在食醋中,记下你观察到的现象,并试着解释反应原理。

6. 下表是某种胃药的有关说明。此药可用于治疗胃酸过多,写出相关化学反应方程式。

药名	氢氧化铝复方制剂
别名	胃可舒、胃可必舒
分类	西药;内科;抗酸药及胃黏膜保护药
主要成分	每100 g内含氢氧化铝40 g、碳酸钙25 g、碳酸镁15 g、碳酸氢钠20 g、颠茄流浸膏0.333 mL(或颠茄流浸膏0.25 g)、薄荷油0.289 mL
主要用途	用于治疗胃酸过多、胃痛等
剂型用法和用量	片剂;口服,一次2 g,每日3~4次,或于病发时服,如需继续服用应相隔两小时

7. 被蚊虫叮咬后,皮肤会有酸胀和痒的感觉,此时若将少量肥皂水涂抹在被叮咬处,可使酸胀的感觉缓解。请对此作出解释。

微信公众号:电子课本大全

3 重要的碱

石灰水中有氢氧化钙，碱性清洁剂中有氢氧化钠，头发冷烫剂中常含有氨水，它们都属于碱。氨水还是一种氮肥，氢氧化钙是重要的建筑材料，氢氧化钠更是使用非常广泛的工业原料。

氢氧化钠和氢氧化钙



1. 用镊子夹取几块氢氧化钠（sodium hydroxide）进行下列实验（切勿用手拿），并记录实验现象。

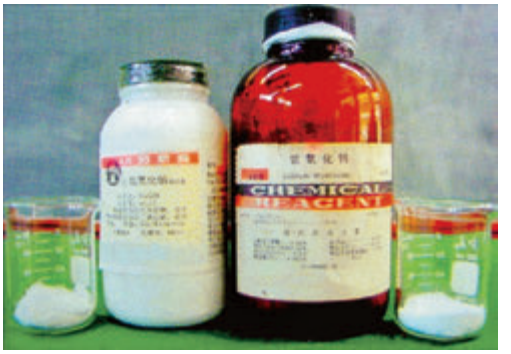


图2.3.1　氢氧化钠和氢氧化钙

实　验	现　象
观察氢氧化钠的颜色、状态	
将氢氧化钠在表面皿上放置一会儿	
将氢氧化钠放入盛少量水的试管里，振荡，并用手触摸试管外壁	
用玻棒蘸一点氢氧化钠稀溶液沾在手指上，是否有滑腻感？（立即用水将手指上的碱液冲洗干净）	

2. 取一些氢氧化钙（calcium hydroxide）粉末，放在试管中，加少量水，振荡，记录你观察到的现象*。

* 氢氧化钠易溶于水，20℃时，溶解度为75.12 g；氢氧化钙的溶解度比氢氧化钠小得多，20℃时，溶解度仅为0.165 g。故做氢氧化钙溶解实验时，只能取很少量的氢氧化钙粉末。

微信公众号：电子课本大全

3. 上述实验现象中哪些是你不能解释的？

4. 通过上述实验可归纳出氢氧化钠和氢氧化钙的物理性质有：

氢氧化钠的水溶液有滑腻感。氢氧化钠暴露在空气中时容易吸收水分，表面潮湿并形成浓溶液，这种现象叫做潮解。因此，氢氧化钠可以用作某些气体的干燥剂。



图2.3.2　氢氧化钠潮解



观察教师的演示实验：在盛有浓氢氧化钠溶液的试管中放入一些鸡毛，加热，记录你观察到的现象。



图2.3.3　浓氢氧化钠溶液溶解鸡毛

氢氧化钠浓溶液对皮肤、纸张、织物有强烈的腐蚀性，所以，它的俗名叫苛性钠、火碱或烧碱。如果不慎将碱液沾到皮肤上，要用较多水冲洗，再涂上硼酸溶液。

氢氧化钙俗称熟石灰或消石灰，它可由生石灰（CaO）与水反应得到：

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

反应中放出大量的热，可使水沸腾。氢氧化钙对皮肤、衣服等也有腐蚀作用，使用时应注意安全。

微信公众号：电子课本大全

探究碱的化学性质



探究氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质

实验目的

1. 学习用实验方法探究氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质，并归纳出碱的通性。
2. 进一步提高对实验现象的观察、分析能力。

实验器材

试管、胶头滴管、玻棒、氢氧化钠稀溶液、澄清石灰水、硫酸铜溶液、氯化铁溶液、稀盐酸、石蕊试液、酚酞试液。

实验步骤

1. 两个同学组成一个小组。每个小组领取上述实验器材。
2. 设计实验探究氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质。
3. 进行实验并将实验结果记录在下表中。

实验内容	现象与结论	化学方程式
氢氧化钠和氢氧化钙能与二氧化碳反应吗？ 向一定量的氢氧化钠溶液和澄清石灰水中分别通入二氧化碳气体。		

问题讨论

1. 根据实验结果和你已有的化学知识，归纳氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质。

2. 如果要归纳出碱的化学性质，你认为还需要做哪些实验？

微信公众号：电子课本大全

为什么氢氧化钠和氢氧化钙有类似的化学性质？因为它们的水溶液中都有一种阴离子：OH^-。氢氧化钠和氢氧化钙与非金属氧化物、酸、盐的反应，一般是OH^-与上述这些物质的反应。所以碱具有一些相似的化学性质。

碱的用途

氢氧化钠和氢氧化钙的上述化学性质在生产和生活中有广泛的应用。如：中和酸性废水，制造农药波尔多液，净化工厂废气等。

氢氧化钠是重要的化工原料，广泛应用于肥皂、石油、造纸、纺织和印染等工业。氢氧化钙是建筑材料，也用于改良酸性土壤、配制农药和制漂白粉等。

除了氢氧化钠和氢氧化钙，常用的碱还有氢氧化钾、氨水等。



图2.3.4　向酸化的湖水中施撒生石灰可降低其酸性



活动

4~6位同学组成一个小组，利用图书馆、互联网等收集有关碱的用途的资料，并在全班进行交流。



小资料　人们逐步认识酸和碱

人们很早就制得了醋，从植物中也发现了一些酸，于是认为有酸味的物质就是酸，能使石灰石等冒气泡的物质就是酸。1663年，英国化学家波义耳（R. Boyle，1627—1691）利用一些植物的汁液作为酸的指示剂，给酸作出定义：能够溶解很

微信公众号：电子课本大全



图2.3.5　阿累尼乌斯

多物质，能把植物的蓝色变成红色，与碱作用时失去它原来性质的物质就是酸。18世纪，人们开始从物质的组成上研究酸。1777年，法国化学家拉瓦锡在分析了硫酸、硝酸、磷酸等酸的成分后，提出“一切酸中都含有氧”的观点。但1811年，英国化学家戴维（H. Davy，1778—1829）用实验证明了盐酸中不含有氧，后来又发现五氧化二碘（I_2O_5）只有溶于水后才具有酸性（HIO_3），于是提出：只有氢才是酸不可缺少的元素。1887年，瑞典化学家阿累尼乌斯（S.A. Arrhenius，1859—1927）经过多年的实验与思考创立了电离学说，指出：酸是能够在水溶液中产生氢离子（H^+）的化合物，碱是能够在水溶液中产生氢氧根离子（OH^-）的化合物，酸碱中和反应的实质就是H^+和OH^-结合成水，同时生成盐的过程。

阿累尼乌斯的酸碱理论被称为近代酸碱理论，它正确地定义和说明了水溶液中的酸和碱。随着对非水溶剂的研究和电子、质子的发现，酸和碱的概念还在不断地发展。



阅读　氢氧化钠与肥皂制造

传说古埃及一位法老的厨师，一次偶尔将一勺热牛油倒进草木灰中，当他的手触及混有牛油的草木灰，再清洗时，意外地发现手洗得特别干净，于是发明了肥皂。公元1世纪罗马人将草木灰和动物脂肪一起放进水里煮沸，并不断搅拌，直到呈稠厚状，然后用其擦洗身上的污垢。



图2.3.6　肥皂

化学家研究发现，氢氧化钠与脂肪反应可产生肥皂和甘油。肥皂在浓的食盐溶液中不溶解，而甘油在食盐溶液中溶解度很大。因而，可以用加入食盐的方法把肥皂和甘油分开。工业生产中就是将油脂与烧碱放在容器中熬煮，经过一段时间后加入食盐粉末，锅中便浮出一层黏稠的膏状物，用刮板刮出，洗涤后加入适当辅料，如松香、硅酸钠等，放置于模中，冷却后就成了一块块肥皂。

如果不用氢氧化钠而用氢氧化钾与油脂反应，则可制得液体皂。

微信公众号：电子课本大全



活动　制作叶脉书签



图2.3.7　叶脉书签

氢氧化钠可腐蚀叶肉，利用此原理可制作叶脉书签。

1. 选择外形完整、大小合适、叶脉清晰的树叶。

2. 用水将叶片洗净，放在约10%的氢氧化钠溶液中煮沸6~10 min，当叶肉呈黄色后取出叶片，用水将叶片上的碱液冲洗干净。

3. 将叶片平放在玻璃板上，用旧牙刷或试管刷轻轻刷去叶肉。将剩下的叶脉放在水中漂洗干净并晾干后，夹入书中压平即可。

4. 若要叶脉书签有漂亮的颜色，可将叶脉漂洗后晾至半干，用红墨水或其他染料着色，再晾干压平。



练习

1. 某工厂排放的废液可能是碱性的，请利用你学过的知识设计两种检测碱性废液的方法。

2. 下列关于氢氧化钠的描述中错误的是(　　)。

A. 易溶于水，溶解时放出大量的热

B. 对皮肤有强烈的腐蚀作用

C. 水溶液能使石蕊试液变红

D. 能除去油污

3. 下列关于氢氧化钙用途的叙述中错误的是(　　)。

A. 可用于粉刷墙壁

B. 可用于改良酸性土壤

C. 骨折的病人要上石膏以固定骨折处，石膏就是氢氧化钙

D. 氢氧化钙与硫酸铜混合可配制农药波尔多液

4. 在某些食品的包装袋内，有一个装有白色颗粒状固体的小纸袋，纸袋上的说明如右图。

请解释为什么生石灰能做干燥剂？为什么要写明注意事项？你能利用生石灰干燥剂设计一些化学实验并演示给家人看吗？

5. 怎样鉴别氢氧化钠和氢氧化钙溶液？写出反应的化学方程式。

干燥剂　请勿食用

· 请注意 ·

- 本干燥剂主要成分为生石灰。
- 请勿食用，如果误食入口，请速以清水漱口。
- 万一误入眼睛，请以清水冲洗后，求诊于医师。
- 请慎防儿童取玩。

微信公众号：电子课本大全



本章学到了什么

1. 日常生活中有许多酸性和碱性的物质，可以用石蕊试液、酚酞试液或广泛 pH 试纸检验溶液的酸碱性。
2. 盐酸和稀硫酸有相似的化学性质，它们都能使酸碱指示剂变色，与活泼金属反应放出氢气，与金属氧化物反应，与碱反应，与一些盐反应。
3. 浓硫酸有强腐蚀性。稀释浓硫酸必须将浓硫酸沿壁慢慢地倒入水中，并不断搅拌。
4. 氢氧化钠和氢氧化钙是两种重要的碱。它们都能使酸碱指示剂变色，能与非金属氧化物反应，与酸反应，与一些盐反应。

微信公众号：电子课本大全

第3章

金属与盐

金属与盐是日常生活、科学研究和生产中重要的化学物质。



微信公众号：电子课本大全

1 金属

金、银、铜、铁、锡等金属，具有许多优良的性质，在工农业生产及日常生活中应用十分广泛。

金属的物理性质

我们知道，瓷汤匙放在热汤中不会烫手，而金属汤匙则会烫手；瓷汤匙掉在地上会摔碎，而金属汤匙则不会碎。这说明金属（metal）具有不同于其他材料的性质。



图3.1.1　水银温度计



图3.1.2　铁钉



图3.1.3　厨房中的炊具

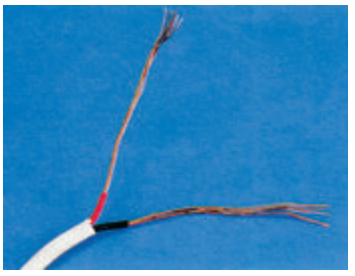


图3.1.4　铜导线



图3.1.5　铝箔



图3.1.6　金块

以上为生活中常见的各种金属制品。已经发现的金属元素有80多种，约占所有元素的80%。金属有哪些不同于其他材料的性质呢？

微信公众号：电子课本大全

活动

1. 仔细观察上述各种金属的状态和颜色，可得出金属的什么性质？

2. 将蜡分别粘在金属匙和塑料匙的一端（见图3.1.7），同时放入煮沸的水中，观察蜡的变化，并想想其中的原因。

3. 你还能说出金属的其他性质吗？



图3.1.7　金属的导热性

除汞（俗称为水银，Hg）外，所有金属在室温下都是固体。这是因为金属的熔点较高。

大多数金属的颜色为银白色或灰色，金（Au）为金黄色，铜（Cu）为紫红色。金属有特殊的光泽，可用来制成饰品。

厨房里的炊具通常是用金属制成的，这是因为金属能够导热。银（Ag）的导热性能最好，铜和铝（Al）次之。

金属具有良好的导电性，可用以制成电线和电缆。银的导电性最好，铜和铝次之。一般的电线都用铜或铝制成。

一般的金属都能抽成细丝，叫做金属的延性。延性最好的金属是铂，其次是金。1 g金可以拉成2 km长的细丝。金属也能被展成薄片，叫做金属的展性。展性最好的金属是金，金可以展成极薄的金箔，厚度可达10^{-7} m，几乎透明。

小资料　金属之最

最早被人类广泛利用的金属——铜（Cu）；
到目前为止，冶炼产量最高的金属——铁（Fe）；
地壳中含量最多的金属元素——铝（Al）；
人体内含量最多的金属元素——钙（Ca）；

微信公众号：电子课本大全

熔点最高的金属——钨（W）；
熔点最低的金属——汞（Hg）；
硬度最大的金属——铬（Cr）；
密度最大的金属——锇（Os）；
密度最小的金属——锂（Li）；
导热、导电性最好的金属——银（Ag）；
延性最好的金属——铂（Pt）；
展性最好的金属——金（Au）。



阅读　节日的焰火为什么会五彩缤纷

在节日或喜庆的日子里，当夜空中升起五彩缤纷的焰火时，你一定会觉得这奇妙的焰火不仅增添了热闹气氛，还使人们赏心悦目。

其实，焰火的“奇光异彩”来自金属元素。各种金属或金属元素的化合物灼烧时发出不同颜色的光。钠的火焰呈黄色，铅的火焰呈蓝色，钾、铷、铯的火焰呈紫色，锂的火焰呈红色，镁的火焰呈白色，钙的火焰呈橙色，锶的火焰呈洋红色，铜的火焰呈绿色。这种奇异的发光现象，化学上称作“焰色反应”。利用金属的“焰色反应”，我们就可以制成五颜六色的焰火。



图3.1.8　节日的焰火

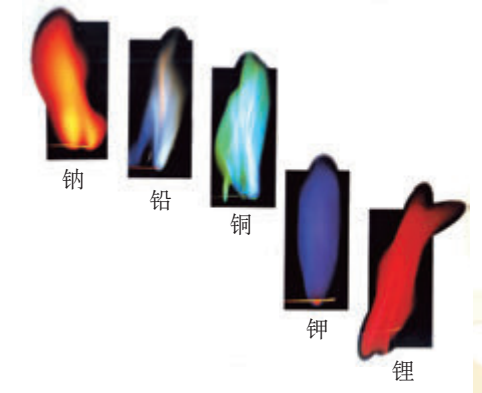


图3.1.9　各种金属的火焰

微信公众号：电子课本大全

合金



思考与讨论

为什么古代人们用青铜而不用纯铜来制造武器呢？为什么现代建筑物的门窗广泛使用铝合金而不用铁或纯铝呢？



图3.1.10　春秋时期的宝剑

金属有很多优良的性质，但是纯金属的强度和硬度不高，耐磨性较差，所以我们平时使用的大多数不是纯金属，而是它们的合金。

合金（alloy）就是两种或两种以上的金属（或金属和非金属）经高温熔合而成的具有金属特性的物质。例如，青铜是铜和锡（Sn）的合金，钢是铁和碳的合金，黄铜是铜和锌（Zn）的合金。

由于合金具有特殊而又重要的性能，因此在工农业生产、医疗设备、国防与航空技术等许多领域有着极为广泛的应用。



图3.1.11　不锈钢刀



图3.1.12　焊锡（锡和铅的合金）熔点170℃，适合于焊接金属部件



图3.1.13　钨钢钻头（碳化钨合金），碳化钨熔点高达2 900℃以上，硬度和强度极大，钨钢钻头可钻穿坚硬的物体

微信公众号：电子课本大全

几种常见金属材料



1. 请利用图书馆资料或上互联网查阅金属元素铁、铜和铝在地壳中的含量，及其在所有元素中的排名，并完成下列表格：

	铁	铜	铝
地壳中的含量			
在所有元素中的排名			

2. 调查家庭与学校中的金属物品，请说出各种物品分别是由什么金属制成的。

铁和钢

纯铁（iron）是有光泽的银白色金属，质软。通常我们所指的铁都是铁和碳或其他元素（硅、锰、磷、硫等）熔合而成的合金的总称，如生铁、钢铁、熟铁等。生铁含碳量在2%以上，比较硬，有脆性，经得起较大的压力，适宜做大机件。

钢（steel）也是一种铁碳合金，含碳量在0.03%~2%之间。生铁经过高温冶炼后，其中的碳和杂质的含量减少到一定的标准即为钢。钢坚硬，如果在钢中按一定的比例加入铬、钨、镍、硅等元素，熔化冷却后成为具有特别性质的钢，称为特种钢或合金钢。

钢是国民经济建设中最重要的材料之一，大至轮船和火车，小至各种刀具及缝衣针等，都是用钢制造的。钢是世界上产量最大的金属材料，约占金属材料总产量的90%。



图3.1.14　上海宝山钢铁厂夜景

微信公众号：电子课本大全

铜

铜（copper）是人类历史上使用最早的金属。纯铜是紫红色的金属，具有良好的延展性，是热和电的良导体。铜是电气工业中的主要金属材料，用以制造导线和电缆。

铜主要用来制造各种合金（青铜、黄铜、白铜等），在船舶、车辆、军事装备和家庭用具中广泛使用。

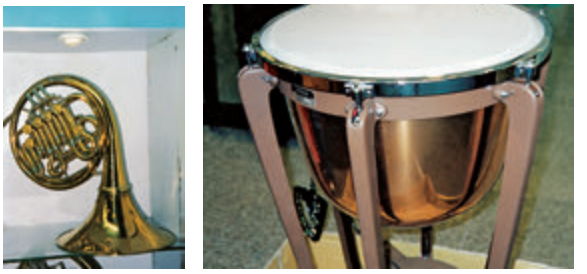


图3.1.15　铜制乐器

科学 技术 社会 环境　金属与人类社会发展

在原始社会，人们用石头作为生产工具。随着火的发明和广泛使用，人类又学会了烧制陶瓷，并把陶瓷作为工具和器具。这个时期被称为石器时代。

约在4 000年前，人们开始利用高温加工技术来烧炼矿石，逐渐炼出铜，并用其合金青铜制成军事器械和生产工具等。人类社会也从新石器时代转入青铜器时代。我国青铜冶炼的极盛时期是从殷商时代到周初（距今约3 300年）。我国各地出土的大量的青铜器表明，我国古代的冶炼技术和青铜器生产工艺已达到很高的水平。



图3.1.16　司母戊鼎

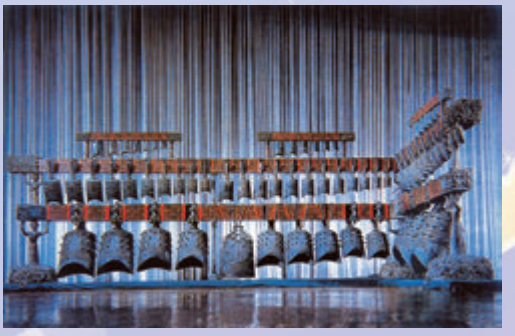


图3.1.17　曾侯乙青铜编钟（战国）



图3.1.18　宋代铁塔

微信公众号：电子课本大全

青铜器时代之后是铁器时代。公元前5世纪，我国中原地区已经普遍使用铁制的生产工具，特别是铁犁，使农业生产力得到空前的提高。

随着科学技术的发展，越来越多的金属材料被人类所利用，而且人类能够根据不同需要选用不同的金属材料。铝、钛、稀土以及各种合金材料等已成为国民经济发展最为重要的金属材料。

铝

铝（aluminium）是地壳中最丰富的金属元素。铝为银白色金属，在空气中其表面易生成致密的氧化铝薄膜，这一层氧化铝薄膜可保护内部金属不再受腐蚀。利用这一性质，铝常用来制成医疗器械、冷冻装置、液态天然气的输送管道等。



图3.1.19　喷气式飞机

铝密度小，是一种轻金属。它易形成合金，常用于飞机、船舶、汽车等制造工业，以及用于导弹、火箭、人造卫星等军事和空间技术领域。

喷气式飞机机身是用铝、镁、铜的合金制成的，机身轻，强度大，耐高温，可以经受很大的作用力和着陆时的冲击力。

铝富有延展性，极薄的镀塑铝箔用于包装药品、罐头、糖果等。

铝是热及电的良导体，常用来制成烹饪器具、热交换器、电线、电缆等。

由于具有质轻、抗腐蚀性能好等优点，铝合金在当前的建筑业中大显身手，如用于制造现代建筑物中的门窗等。目前各国正在采用强度更高的铝合金材料建造新颖建筑物。



图3.1.20　电缆

微信公众号：电子课本大全

视窗　金属纳米材料

纳米（nm）是一个长度单位，1 nm是1 m的十亿分之一（10^{-9} m），20 nm约为一根头发丝直径的三千分之一。纳米材料是指其基本颗粒的线度在1~100 nm范围内的材料。

金属纳米材料有很多通常金属材料没有的优异性能。例如金属在常温下有很好的韧性与延展性，但在低温时则有脆性。纳米铜（Cu）和纳米铬（Cr）的交替多层结构在−269℃时仍有较高的延展性；纳米金属的熔点大幅度降低，如块状金熔点高达1 064℃，而线度为2 nm的金粉327℃就熔化了，可为较低温度下形成合金提供新工艺；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）与微观粒子（原子、分子及更小的微粒），都已作了很多研究，取得了很多规律性的认识，然而上述两个领域之间1~100 nm大小的那块领地，直到20世纪80年代末才被人们重视。开发这块领地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，对于人们全面认识物质世界将会产生重大的影响。

钛

钛（Ti）是银灰色金属，外观似钢。我国是世界上钛贮藏量最丰富的国家之一，总贮量达15亿吨，其中90%集中在四川省攀枝花地区。目前科学家已在月球上发现了钛。



图3.1.21　钛关节

钛的重要用途是制作火箭发动机壳体、人造卫星外壳和导弹。火箭和飞船有时要遇到−100℃以下的低温或500℃以上的高温。这时只有金属钛才能承受这种剧烈温差的考验。

钛的表面易形成氧化物薄膜，具有抗腐蚀能力，将它浸于海水中达3年之久也不会产生明显腐蚀。1977年，当时的苏联曾用3 500吨钛建造了当时世界上航行速度最快的核潜艇，它不怕磁性水雷。

钛对人体无毒性，不与人体肌肉、骨骼发生反应，且可与人体组织长成一体，被广泛用于制作医疗器械及人工关节、人工心瓣、人造齿根等。

目前，钛已进入百姓的生活，从自行车、钟表、眼镜架、文体用品到餐具和饰

微信公众号：电子课本大全

品都有钛的成分。人们称铁为“第一金属”，铝为“第二金属”，预计钛将跃居为“第三金属”。

视窗　形状记忆合金



图3.1.22　绽放的花朵

美国“阿波罗”登月宇宙飞船上的自展天线是用镍钛合金制成的。用这种合金做成天线，在低温时揉成一团。当飞船进入太空，在阳光照射下，天线受热就会重新展开，恢复成原来呈大半球的形状，发挥天线的作用。

人们将能在某一温度下成为一种形状，而在另一温度下又恢复到原始形状的一类合金称为形状记忆合金。记忆合金已广泛用于航天、电子仪器、医疗器械等方面。

日本宫崎科技馆曾展出用形状记忆合金制成的向日葵、秋牡丹、百合花等花卉和盆景。在展览时，只要将花卉周围的气温调节到一定温度（如25~30℃），花蕾就会开放成花朵。

在医疗上记忆合金可用来制成金属动脉。在人体温度下，将镍钛合金制成比血管略小的螺旋“弹簧”，然后在低温下把它拉直，通过手术将其插入心脏病患者的动脉内。在人体正常体温下，金属恢复成原来的螺旋弹簧形状，在血管内壁形成一层衬套，防止了心脏病患者由于动脉内壁堵塞或过薄破裂而带来的险情。

练习

1. 为什么我们做饭用的锅大多数是用金属制成的，而锅柄常用塑料或木头做成？
2. 以下金属的用途主要利用了金属的什么性质？

（1）铝制成厨房的炊具；

（2）金制成装饰品；

（3）铜和铝制成电线和电缆；

（4）钨制成灯丝。

3. 现代建筑物的窗大多是用铝合金做的而不是用铁做的，为什么？

微信公众号：电子课本大全

2 金属的活动性顺序

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

金属的活动性顺序



活动　比较镁、铜、锌与酸反应

1. 将三支空试管置于试管架上。在每支试管中注入约5 mL稀盐酸。

2. 用砂纸将大小相同的锌片、铜片和镁条表面的氧化物除掉，然后分别投入三支试管中。观察三支试管中发生的现象。

3. 在试管口盖上一块玻璃片约1 min，然后移开玻璃片，迅速地把燃烧的木条放进试管口，观察现象。

4. 将观察到的现象和有关的推论填入下表：

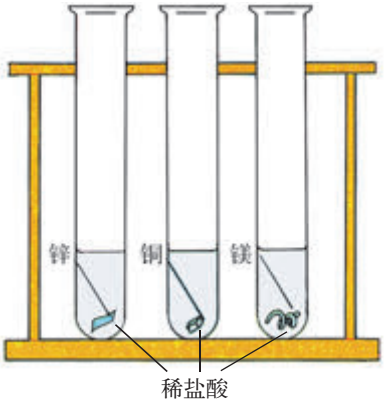


图3.2.1　金属与酸反应

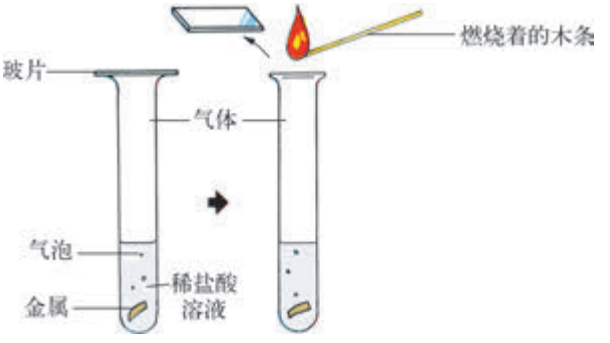


图3.2.2　氢气的检验

微信公众号：电子课本大全

	镁	铜	锌
有没有气体产生			
气体是不是H_2			

问题讨论

1. 从上述实验的结果，我们可以得出哪些结论？
2. 用稀硫酸代替稀盐酸重复上述实验，我们还将得到什么结论？

有些金属（如镁、锌）可与稀酸（如稀硫酸、稀盐酸）反应，并释放出H_2。镁、锌与稀盐酸反应，其化学方程式分别如下：

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$$
$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

有些金属（例如铜）不能和稀盐酸反应。可见，镁和锌的活动性比铜强。比较镁和锌的活动性，镁比锌强。因此镁、铜和锌三种金属的活动性顺序为：

$$Mg > Zn > Cu$$



活动　铜与硝酸银（$AgNO_3$）溶液反应

用砂纸除去一小片铜片表面的氧化物，放在玻璃片上。在铜片上滴加2滴1%的$AgNO_3$溶液，用另一块玻璃片盖上。静置一段时间，观察铜片的变化。

我们可以看到，铜片表面及四周生成了白色的银，即铜能与$AgNO_3$溶液反应，产生银。化学方程式为：

$$Cu + 2AgNO_3 = 2Ag + Cu(NO_3)_2$$

从上述实验中得出，铜能把银从硝酸银溶液中置换出来，铜和银的活动性顺序为：Cu>Ag。

可见，Mg、Cu、Zn、Ag四种金属的活动性顺序为：Mg>Zn>Cu>Ag。

在上述两个实验中，单质锌与稀酸反应产生单质氢气，单质镁与稀酸反应

微信公众号：电子课本大全

产生单质氢气，单质铜与$AgNO_3$溶液反应产生单质银，这些反应是由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，这类反应称为置换反应(displacement reaction)。



活动　比较铁和铜的活动性

现有两根铁丝、一根铜丝、一张砂纸、稀盐酸、$CuSO_4$溶液和试管若干，请设计两个实验，比较铁和铜的活动性顺序，并分别写出化学方程式。

经过许多实验，人们总结出常见金属的活动性顺序如下：

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

金属活动性由强逐渐减弱

在金属活动性顺序表中，排在氢前面的金属能与稀硫酸或稀盐酸发生置换反应，产生H_2；排在氢后面的金属不能置换出酸溶液里的氢；排在前面的金属能把排在后面的金属从它的盐溶液中置换出来。

注意：在金属活动性顺序中位于镁之前的金属化学性质非常活泼，常温下就能与水发生剧烈反应。所以一般不用K、Ca、Na等活泼金属来置换溶液中的其他金属元素。

金属的腐蚀与防护

自行车在多雨的季节易生锈，切菜刀长时间不用会生锈，钱币随着时间的推



图3.2.3　生锈的汽车



图3.2.4　铁锈



图3.2.5　锈蚀的船舶

微信公众号：电子课本大全

移而失去光泽，经常浸在海水中的钢制船身易腐蚀……这些现象都是金属的腐蚀。那么金属在什么情况下容易腐蚀呢？



活动　探索铁钉生锈的条件

1. 取三根干燥、无油、无锈的新铁钉，分别放入A、B、C三个干净的广口瓶中。
2. 在A瓶中放入少许生石灰（或干燥剂），保证瓶内没有水分，然后把瓶盖紧紧盖上。



图3.2.6　铁生锈的条件

3. 在B瓶中注满煮沸过的凉开水，然后盖上盖子。在C瓶中加入少量自来水，瓶内有湿气，让瓶口敞开。
4. 放置2~3天，仔细观察三个瓶内的铁钉各发生了什么变化。你认为铁在什么条件下更容易被腐蚀而生锈？

铁与空气中的氧气和水直接接触时，易发生化学反应，生成红褐色的新物质——铁锈（$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$）。铜长时间裸露在潮湿的空气中也会失去光泽，生成绿色的铜锈（$Cu_2(OH)_2CO_3$）。金属的化学性质越是活泼，在自然界中越容易生成氧化物或相应的盐。所以活泼金属在自然界中常以化合物形式存在。



图3.2.7　铜锈

金属腐蚀后，其导电性、强度等性能会降低，造成大量金属材料的损耗和环境污染。为此我们常采用在金属表面镀铬、镀锡、上油、涂漆等措施防止金属的腐蚀。

微信公众号：电子课本大全

思考与讨论

1. 仔细观察，自行车各部分的钢铁构件分别是用什么方法来防止生锈的？
2. 自行车被雨淋湿后，为了防止生锈，应该怎样保养？

小资料　金属的冶炼

金属在地壳中的分布很广，25％的地壳岩石中含有金属元素。只有少数几种金属（如金和铂）是以单质形式存在的，大多数金属都是以化合物形式存在于矿物中。

从金属矿物中提炼金属的过程称为冶炼。

常见的金属矿产

常见的铁矿物有磁铁矿（Fe_3O_4）、赤铁矿（Fe_2O_3）、菱铁矿（$FeCO_3$）、黄铁矿（FeS_2）等。常见的铜矿物有辉铜矿（Cu_2S）、赤铜矿（Cu_2O）、孔雀石（$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$）等。铝矿物主要有高岭石（$Al_2O_3 \cdot nH_2O$）和明矾石（$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$）等。铁、铜、铝就是从这些矿物中提炼出来的。


赤铁矿


黄铁矿


孔雀石


高岭石

图3.2.8　金属矿物

炼铁与炼钢

铁矿石、石灰石、焦炭是工业炼铁的三种主要原料。高炉是炼铁的主要装置。原料按比例由高炉顶端加入，从下方的进风口鼓入热空气，使焦炭燃烧产生CO并放出大量的热量。铁矿石中的Fe_2O_3与CO反应生成铁。熔化的铁（铁水）从高炉下端的出铁口放出。主要化学方程式为：

微信公众号：电子课本大全

$$2C+O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe + 3CO_2$$



图3.2.9　宝钢一期工程铁水出炉

从高炉中冶炼得到的铁是生铁，含碳相当多，还含硅、磷、硫等杂质。生铁质脆，大部分的生铁被用来炼钢。炼钢是在高温下用空气或氧气把生铁中过多的碳以及硫、硅、磷等杂质除去。



4~6位同学组成一个小组，通过实地走访，调查金属腐蚀造成的损失，并在全班进行交流。



1. 根据金属活动性顺序，判断下列反应能否进行，并说明理由。

（1）铝与稀盐酸反应；

（2）镁与稀盐酸反应；

（3）铜与硫酸亚铁溶液反应。

2. 以下的化学反应中哪些属于置换反应？

（1）$2H_2O \xrightarrow{\text{通直流电}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

（2）$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$

（3）$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$

3. 下列哪种金属在自然界中常以单质形式存在？

（1）钠；（2）锌；（3）铝；（4）金。

微信公众号：电子课本大全

3 常见的盐

食盐是常用的调味品，食盐是盐类物质的一种，但并非所有的盐类物质都有咸味、都能吃。盐是酸和碱反应的产物。盐多种多样，它们各有其重要的用途。

各种各样的盐

生产、生活中我们用到各种各样的盐，如：NaCl、$BaSO_4$、$CaCl_2$、$CaCO_3$、NH_4NO_3等。



硝酸银有感光性，是制造胶卷的原料之一，硝酸银是一种盐



如果病人不小心骨折了，医生会给病人上石膏，以固定骨折的部位。石膏也是一种盐，叫做硫酸钙



许多常用药物的主要成分也是盐。如：硫酸镁是一种泻药的主要成分，硫酸锌则是一种收敛剂



发令枪所用的“火药纸”含有氯酸钾和磷，其中氯酸钾就是一种盐



做肠胃X射线透视时，要服用“钡餐”，“钡餐”的主要成分是硫酸钡，它不溶于水，也不溶于酸，还不容易被X射线透过，可以在透视时帮助医生观察肠胃有无病症



许多化肥和农药也是盐。如硝酸铵是氮肥，磷酸二氢钙是磷肥，碳酸钾是钾肥。硫酸铜可以灭菌杀虫



油漆和颜料的色彩也来源于加入的盐。加铬酸铅显黄色，加硫化锌显白色。马路上的黄线和白线就是用这样的油漆画上去的

图3.3.1　各种各样的盐和它们的用途

微信公众号：电子课本大全

从组成上看，盐是酸根离子和金属离子（或铵根离子）组成的化合物。根据酸根离子的不同，可将盐分为硫酸盐（如$CuSO_4$、$BaSO_4$）、盐酸盐（如NaCl、KCl）、碳酸盐（如$CaCO_3$、Na_2CO_3）等。



思考与讨论

酸和碱发生中和反应，生成盐和水，如：$NaOH+HCl=\!=\!=NaCl+H_2O$。你能说出$BaSO_4$、$CaCl_2$、$CaCO_3$、NH_4NO_3等盐各是什么酸和碱中和反应的产物吗？



活动　检验盐酸盐和硫酸盐

1. 在分别盛有少量氯化钠溶液和氯化钾溶液的试管中，各滴入几滴硝酸银溶液和几滴稀硝酸，观察和记录发生的现象。

氯化钠溶液中发生的现象是_____。

氯化钾溶液中发生的现象是_____。

2. 在分别盛有少量硫酸钠溶液和硫酸铜溶液的试管中，各滴入几滴氯化钡溶液和几滴稀硝酸，观察和记录发生的现象。

硫酸钠溶液中发生的现象是_____。

硫酸铜溶液中发生的现象是_____。

3. 在盛有少量碳酸钠溶液的两支试管中分别滴入几滴硝酸银溶液和氯化钡溶液，再分别滴入几滴稀硝酸，观察和记录发生的现象。

向碳酸钠溶液中先加入硝酸银溶液，发生的现象是_____；再加入稀硝酸，发生的现象是_____。

向碳酸钠溶液中先加入氯化钡溶液，发生的现象是_____；再加入稀硝酸，发生的现象是_____。

从上述实验中可知，盐酸盐溶液和盐酸一样都能与硝酸银溶液反应，生成不溶于稀硝酸的氯化银白色沉淀，此反应可用于检验可溶性的盐酸盐。

$$NaCl+AgNO_3=\!=\!=AgCl\downarrow+NaNO_3$$

微信公众号：电子课本大全

$$KCl+AgNO_3 = AgCl\downarrow +KNO_3$$

硫酸盐溶液和硫酸一样都能与氯化钡溶液反应，生成不溶于稀硝酸的硫酸钡白色沉淀，此反应可用于检验可溶性的硫酸盐。

$$Na_2SO_4+BaCl_2 = BaSO_4\downarrow +2NaCl$$
$$CuSO_4+BaCl_2 = BaSO_4\downarrow +CuCl_2$$

碳酸盐溶液分别与硝酸银溶液、氯化钡溶液反应都会生成沉淀，这些沉淀都能与硝酸反应，沉淀消失。

$$Na_2CO_3+2AgNO_3 = Ag_2CO_3\downarrow +2NaNO_3$$
$$Ag_2CO_3+2HNO_3 = 2AgNO_3+H_2O+CO_2\uparrow$$
$$Na_2CO_3+BaCl_2 = BaCO_3\downarrow +2NaCl$$
$$BaCO_3+2HNO_3 = Ba(NO_3)_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

视窗　岩石是生命起源中的重要角色

岩石的主要成分通常是盐、氧化物和金属或非金属单质。如石灰岩的主要成分是碳酸钙，正长石的主要成分是铝硅酸钾。最近的科学研究表明，岩石在生命起源中扮演着重要的角色。

早期的地球是个毫无生气的荒凉世界。最初的生命实体是在水、空气和岩石中产生出来的。其中，大气和海洋早就被公认是生命起源中的主角，而岩石则被认为只是配角。现在科学家意识到这样的认识可能低估了岩石在生命起源中的作用。



图3.3.2　岩石是生命起源中的重要角色

已有实验事实证明：在导致生命产生的化学反应中，岩石起着容器、脚手架、模板、催化剂和反应物等作用。岩石中的微小腔室可以保护简单分子免受紫外辐射等恶劣环境的破坏，而岩石表面则为分子的组装和生长搭起了现成的架子。某些岩石的表面能主动选择特定的分子，另一些岩石中的金属离子则能起催化

微信公众号：电子课本大全

剂的作用，引发有意义的反应，最令人感到意外的或许是，20世纪90年代末研究人员发现，有迹象表明岩石中溶解出的元素能够被结合进生物分子中。换言之，如果没有岩石的帮助，关键的化学转化过程或许是无法完成的。

石灰石、纯碱和小苏打



1．石灰石、纯碱和小苏打的化学式分别为：$CaCO_3$、Na_2CO_3、$NaHCO_3$，你能设计一个实验证明它们都是碳酸盐吗？

2．写出$CaCO_3$、Na_2CO_3、$NaHCO_3$与盐酸反应的化学方程式。



图3.3.3　食用纯碱

这三个反应有哪些共同之处？

3．预测澄清石灰水与碳酸钠溶液混合时会发生什么现象？用氢氧化钾代替澄清石灰水，又会发生什么现象？完成上述实验。

碳酸钠与盐酸的反应为：

$$Na_2CO_3+2HCl = 2NaCl+H_2CO_3$$
$$H_2CO_3 \longrightarrow H_2O+CO_2\uparrow$$

澄清石灰水与碳酸钠溶液的反应为：

$$Ca(OH)_2+Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow+2NaOH$$

发生上述反应时，两种化合物相互交换成分，分别生成两种新的化合物，这样的反应叫做复分解反应（double decomposition）。复分解反应的发生是有条件的，只有当生成物中有沉淀、气体或水生成时，复分解反应才能发生。通过查阅附录2部分酸碱盐的溶解性表可以知道哪些化合物是不溶于水的。

微信公众号：电子课本大全

石灰石是建筑材料；纯碱（即碳酸钠）广泛用于制造玻璃、纸张和洗涤剂；小苏打（即碳酸氢钠）是发酵粉的主要成分之一，用于制作糕点，同时，它还可用于治疗胃酸过多。

实验室中，常用石灰石（或大理石）与稀盐酸反应制取二氧化碳。反应的化学方程式为：

$$CaCO_3+2HCl = CaCl_2+CO_2\uparrow+H_2O$$

学生实验　实验室制取二氧化碳

实验目的

学习实验室制取二氧化碳的方法。

实验用品

大试管、单孔塞、导管、集气瓶、石灰石、稀盐酸、澄清石灰水。

阅读材料

为了顺利完成实验任务，你需要回忆二氧化碳的有关性质，并仔细阅读课本内容和思考下列问题：

（1）可以用怎样的装置制取二氧化碳？

（2）如何对实验装置的气密性进行检查？

（3）如何证明产生的气体是二氧化碳？

（4）可用什么方法收集二氧化碳？

实验步骤

1. 按照图3.3.4装配仪器，并对装置进行气密性检查。在大试管里放入小块石灰石（或大理石），注入稀盐酸，塞上单孔塞。把导管伸到瓶口向上的集气瓶的底部，用向上排气法收集一瓶二氧化碳。在大试管里可以观察到的现象是：_____，用燃着的火柴放在集气瓶口，如果火焰立即熄灭，证明_____。

2. 再把导管伸入另一盛有澄清石灰水的试管中，通入气体，澄清石灰水会_____，说明_____。

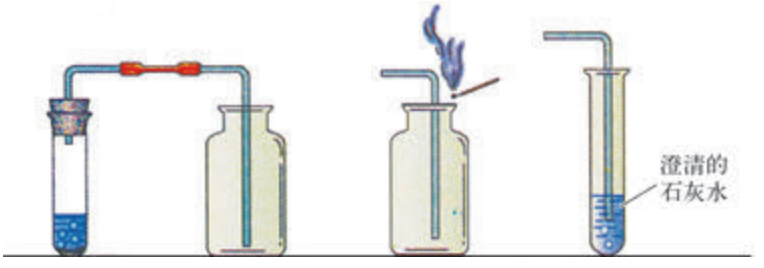


图3.3.4　实验室制取二氧化碳

微信公众号：电子课本大全



1. 厨房里有食盐和碱面（主要成分是碳酸钠）两种白色固体，你能设法区别它们吗？简要叙述实验步骤、现象和结论。

2. 通常发酵粉中含有碳酸钠、碳酸氢钠和有机酸，将发酵粉与面粉、水混合，再经烘烤或热蒸，可制得多孔的面食如馒头、面包、蛋糕等。试说明发酵粉中碳酸钠、碳酸氢钠和有机酸的作用。

3. 下列物质之间能否发生复分解反应？若能，请写出化学方程式。

（1）盐酸和硝酸钾溶液；

（2）硫酸和氯化钡溶液；

（3）氢氧化钠和盐酸；

（4）氯化钠和硝酸银溶液；

（5）碳酸钠和澄清石灰水；

（6）碳酸氢钠和稀硫酸。

4. 做一个会上下运动的鸡蛋。将白醋倒入一个比较高的玻璃杯中，放入一个鸡蛋，过一会儿，鸡蛋会浮上来，用筷子将鸡蛋捅下去，不久鸡蛋又会再浮上来。请试着做一做。你能解释观察到的现象吗？



本章学到了什么

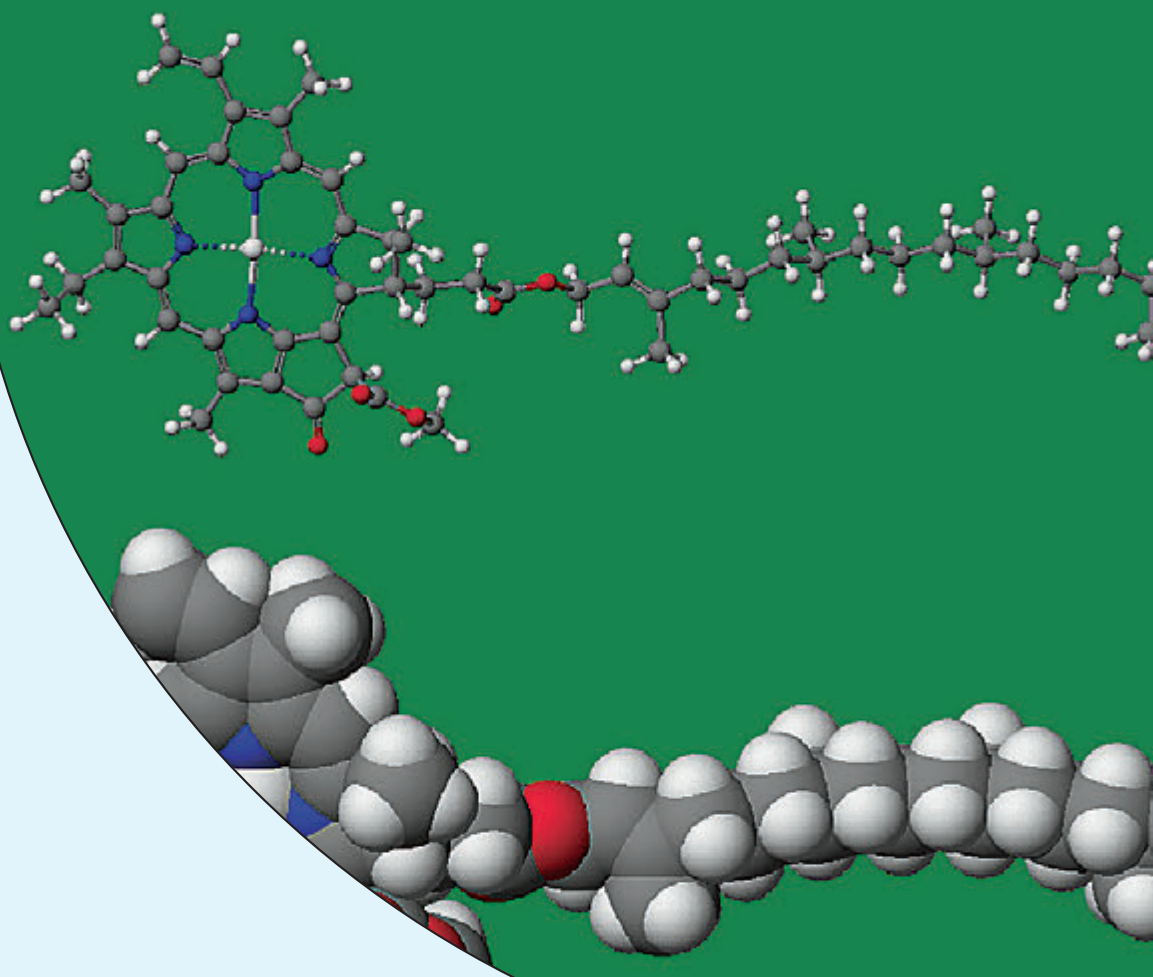
1. 一般的金属都具有金属的光泽与良好的导电性、导热性和延展性等物理性质。
2. 由两种或两种以上的金属（或金属与非金属）经高温熔合形成具有金属特性的物质叫合金。合金具有许多优良的性质。
3. 了解常见重要的金属和合金，如：铁和钢、铜、铝、钛等。
4. 常见金属的活动性由强到弱的顺序是：K、Ca、Na、Mg、Al、Zn、Fe、Sn、Pb、（H）、Cu、Hg、Ag、Pt、Au。
5. 氯化钠、碳酸钙、碳酸钠、碳酸氢钠是常见的盐，在生产生活中有广泛的用途。
6. 在实验室中用石灰石（或大理石）与盐酸反应制备二氧化碳。

微信公众号：电子课本大全

第4章

有机物

绝大多数的有机物是含碳的化合物，包括已经发现和人工合成的数千万种的化合物。有机物与人类生活密切相关，不仅人们的衣、食、住、行离不开有机物，而且人体自身除由60%~70%的水和少量的矿物质构成外，余下的全是有机物。



微信公众号：电子课本大全

1 身边的有机物

有机物是含碳的化合物。我们身边有哪些有机物？有机物与无机物有哪些区别？让我们一起学习有机物的知识吧！

家中常见的有机物



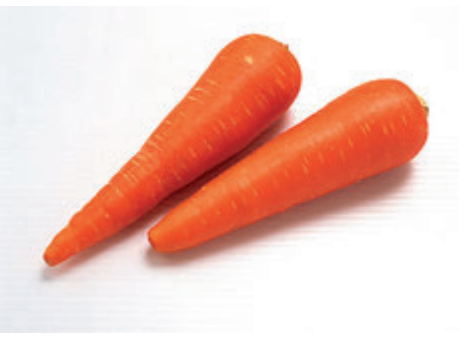
米饭中含有淀粉



瘦肉中含有蛋白质



绿叶菜中含有丰富的叶绿素和维生素



胡萝卜中含有β－胡萝卜素

微信公众号：电子课本大全



酱油中含有氨基酸
食醋中含有醋酸
酒中含有酒精
食用油中含有油脂



各种洗涤剂中含有表面活性剂(如含有月桂醇聚醚硫酸酯钠)
盛放洗涤剂的是塑料制品

图4.1.1　家中常见的有机物

无论是淀粉、蛋白质、叶绿素和维生素，还是醋酸、酒精和食用油；无论是洗涤剂，还是各种塑料制品，分析它们的主要成分的元素组成，发现它们共同的特点都含有碳元素，人们将这类含碳的化合物称为有机物。人类平均寿命的不断延长，与开发使用新药有关，很多药物的有效成分也是有机物。





图4.1.2　世界上第一个人工合成的药物——阿司匹林（$C_9H_8O_4$）是有机物
（碳、氢、氧原子分别用铁灰、白、红球表示）

微信公众号：电子课本大全

阅读　无机物与有机物

19世纪初期，化学家根据物质的来源与性质，将物质分成两大类。来源于生命物体的称为有机物（organic compounds），来源于非生命物体的称为无机物（inorganic compounds）。当时认为有机物只能在生物体内“生命力”的作用下才能产生，不能用化学方法合成。



图4.1.3　维勒

1824年，德国化学家维勒（F. Wöhler，1800—1882）首次在实验室利用无机物氰酸与氨水制得有机物尿素。1828年证实这种物质正是动物的代谢产物。维勒的工作标志了“生命力”学说的破产，说明两类化合物之间没有绝对的界限。

由于两类物质在组成、结构与性质上存在着明显的差异，因此，将物质分成无机物和有机物两类，分别进行研究还是合适的，“有机物”这个古老的名词也就沿用到现在。

几种简单的有机物

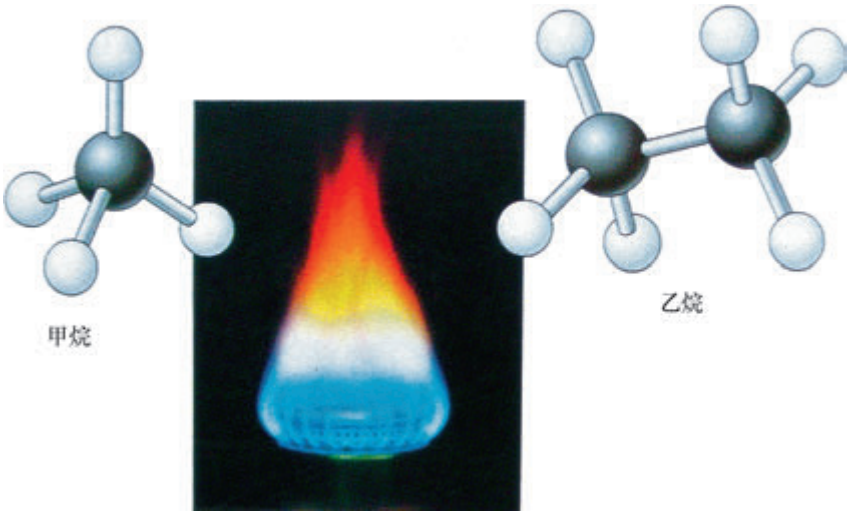


图4.1.4　甲烷和乙烷分子的结构模型

甲烷（CH_4）（methane）和乙烷（C_2H_6）（ethane）均是无色无味的可燃性气体。可作为燃料，也是重要的化工原料。甲烷也称为沼气，存在于天然气、石

微信公众号：电子课本大全

油气与沼泽地中。甲烷是温室气体，吸收红外辐射的能力约为二氧化碳的25倍。乙烷存在于天然气与焦炉煤气中。

丙烷（C_3H_8）与丁烷（C_4H_{10}）也是无色无味的可燃性气体，是液化石油气的主要成分。丁烷还是打火机中的燃料。

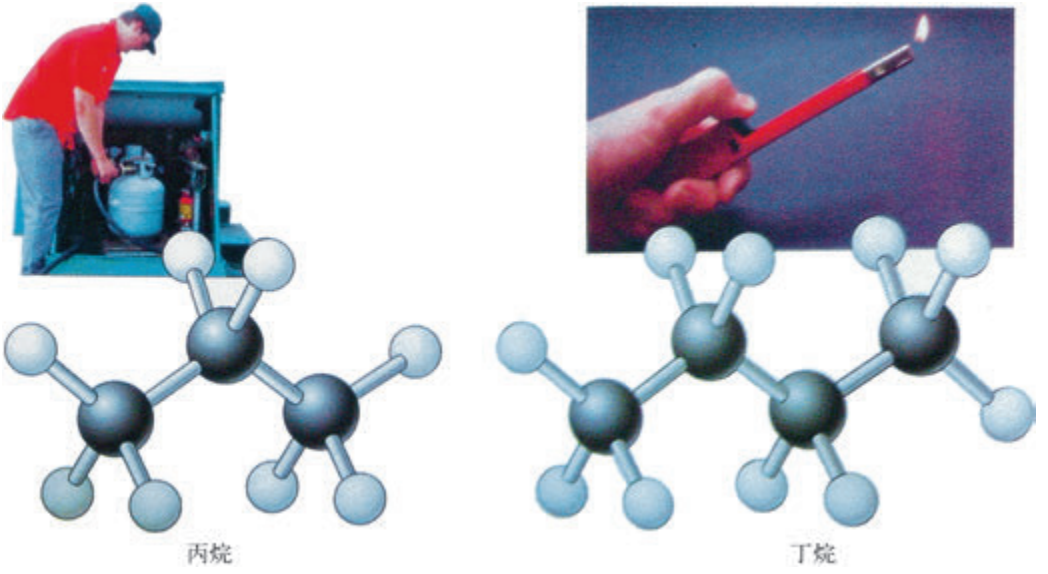


图4.1.5　丙烷与丁烷分子的结构模型

乙烯（C_2H_4）（ethylene）也是气体，乙烯分子比乙烷分子少两个氢原子，故为烯（“稀”的谐音）。乙烯是非常重要的化工原料，用于生产塑料、炸药、溶剂、涂料等，还能催熟水果。世界各国都以乙烯的产量与生产技术水平衡量一个国家石油化工的水平。



活动　探究丁烷的元素组成

1. 打火机打火，观察并纪录丁烷火焰的颜色。

2. 在火焰上方罩一个干燥的烧杯，观察烧杯内壁上出现的现象，它说明什么问题？

3. 将烧杯取下后，用澄清石灰水润湿烧杯内壁后，重新将烧杯罩在火焰上，观察并记录发生的现象。

4. 根据实验现象，推测丁烷的燃烧产物，进而探究丁烷的元素组成。

微信公众号：电子课本大全



阅读

甲醛（HCHO）是一种无色有刺激性的气体，其37%的水溶液俗称福尔马林，可作消毒剂和防腐剂。甲醛是一种重要的工业原料，大量用于塑料工业（酚醛树脂、脲醛树脂、聚甲醛）、皮革工业、药物、染料等。甲醛有毒，可经呼吸道、消化道和皮肤吸收，引起蛋白质变性与致突变作用。家庭装修和服装中甲醛超标已引起人们的重视，应予以防范。甲烷或乙烷分子中的氢原子被氟原子、氯原子取代后成为氟氯烃，商品名为氟利昂。这是一类在常温下容易液化的气体或是容易挥发的液体。曾是理想的制冷剂、泡沫塑料的发泡剂、化妆品中的气雾剂，因为破坏臭氧层而受到限制并逐渐禁用。乙烷分子中一个氢原子被原子团OH（羟基）替代，便是乙醇（C_2H_5OH），俗称酒精。各种饮用酒里都含酒精。工业酒精中含有甲醇（CH_3OH），甲醇无色，易挥发，剧毒，能致盲。用工业酒精兑水做成的假酒因含有甲醇会使人中毒。70%~75%的酒精溶液可作为消毒剂。酒精是一种良好的溶剂，能溶解多种有机物与无机物，也是无污染的燃料，还是制造药物、染料、洗涤剂等的化工原料。

食物中的有机物

我们已经学习了淀粉、脂肪、蛋白质等营养物质的代谢过程。食物中的淀粉、脂肪、蛋白质都是含碳的有机物。

谷物中含有的淀粉、蔬菜中含有的纤维素以及蔗糖、葡萄糖等物质统称为糖类。糖由C、H、O三种元素组成，H、O原子数的比例一般为2∶1，如葡萄糖（$C_6H_{12}O_6$），蔗糖（$C_{12}H_{22}O_{11}$）。因此，习惯上又称糖类为碳水化合物（carbohydrate）。





图4.1.6　糕点中富含淀粉、芹菜富含纤维素

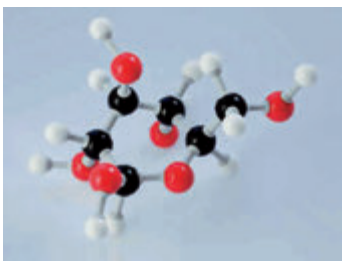


图4.1.7　葡萄糖（$C_6H_{12}O_6$）分子结构示意图（碳、氢、氧原子分别用黑、白、红球表示）

微信公众号：电子课本大全

淀粉在多种酶的作用下与水反应分解成易被人体吸收的葡萄糖，而纤维素因人体中没有相应的酶使之分解，因此不能被人体吸收，但能促进大肠蠕动，帮助排便，有益健康。

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{酶}} nC_6H_{12}O_6$$



活动　用碘溶液检验食物中的淀粉

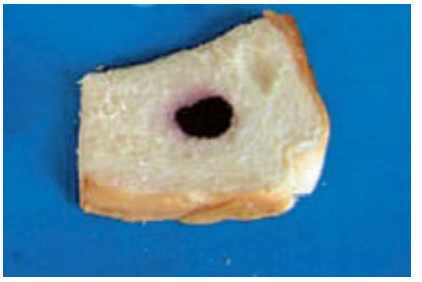
在一块刚切开的马铃薯片上加几滴棕红色的碘溶液（碘水或碘酒），碘就与淀粉发生反应生成一种蓝色的化合物。你知道还有哪些食物中含有淀粉吗？请用碘溶液检验一下。



马铃薯



芋艿



面包片

图4.1.8　淀粉的检验

人体所需能量的一半以上来自糖类的氧化。犹如木炭燃烧生成CO_2和H_2O，并且释放出热量一样，在代谢过程中产生的葡萄糖也能“燃烧”，只是在常温下缓慢氧化，逐步释放出能维持人体体温、肌肉与骨骼运动以及神经纤维传递信息等生命活动所需要的能量。糖代谢紊乱会导致低血糖症或高血糖症。

实验室中如何检验葡萄糖呢？

微信公众号：电子课本大全

活动　葡萄糖的检验

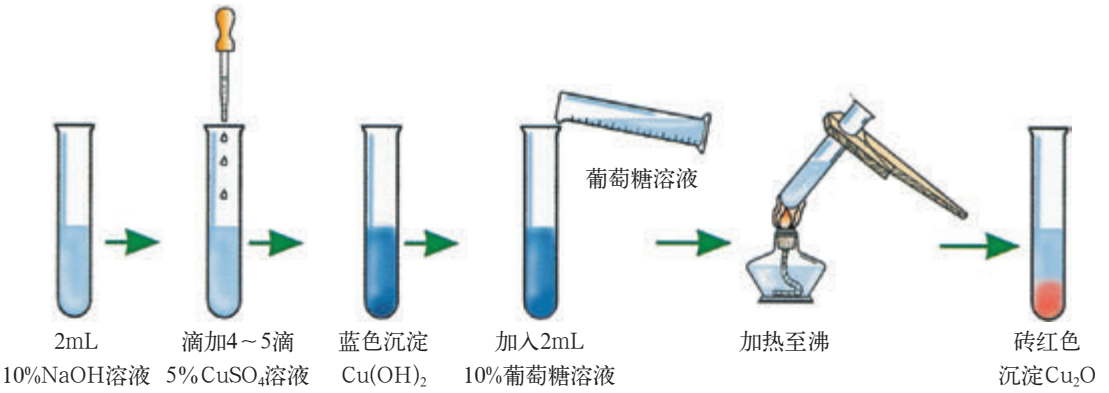


图4.1.9　葡萄糖的检验

人们食用的花生油、豆油、芝麻油、橄榄油等植物性脂肪常温下呈液态，称为油（oil），而牛油、羊油等动物性脂肪常温下呈固态，称为脂（fat），合称为油脂。组成油脂的主要元素也是C、H、O，但H、O原子数的比值远大于2。脂肪在细胞中是贮能物质，其氧化产生的能量约为等质量糖氧化产生能量的两倍。



图4.1.10　液态油和固态脂

蛋白质（protein）不仅构成人体的皮肤、肌肉、毛发、血液等，而且参与几乎所有的生命活动，例如绝大多数的酶都以蛋白质为主要成分。蛋白质分子很大，结构很复杂，都由20种基本（天然）氨基酸按一定顺序连接而成，其中8种氨基酸需从食物中摄取。氨基酸由C、H、O、N等元素组成。

食物中的蛋白质分成动物性蛋白质和植物性蛋白质。动物性蛋白质来源于瘦肉、家禽、蛋类、鱼、虾、乳类等；植物性蛋白质来源于豆类、豆制品、硬壳果等。食物中的蛋白质转化成氨基酸后，氨基酸可重新结合成人体所需的各种蛋白质，也可分解成含氮的尿素、尿酸等物质排出体外。

微信公众号：电子课本大全




图4.1.11　富含蛋白质的食物

在人类生命活动中，需要一类需求量甚微但是十分重要的物质——维生素(vitamin)。维生素分为两大类：一类是水溶性的，如维生素B、维生素C；一类是脂溶性的，如维生素A、D、E、K等。脂肪能帮助人体消化和吸收脂溶性维生素。维生素都是组成和结构较为复杂的有机物。大多数维生素人体不能合成，需从食物中摄取。维生素不是构成机体组织和细胞的组成成分，也不会产生能量，它的作用主要是参与机体代谢的调节。如果维生素摄入量不足，生长发育会出现障碍，甚至会患某些疾病。现在人们已能人工合成或从食物中提取某些维生素，做成各种维生素制剂。但维生素服用过量不仅无益，甚至有害。




图4.1.12　水果和蔬菜中含有丰富的维生素

有机物与无机物的区别

比较两类化合物的组成，发现无机物是由一百来种元素组成，例如食盐($NaCl$)、氨(NH_3)、硫酸铜($CuSO_4$)等。而有机物大多是碳的化合物，多数含

微信公众号：电子课本大全

氢，有的还含氧、氯、硫、氮、磷等元素，例如醋酸（CH_3COOH）、干洗剂四氯乙烯（CCl_2CCl_2）、青霉素G（$C_{16}H_{18}N_2O_4S$）等。一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等因性质与无机物关系密切，故归在无机物中研究。

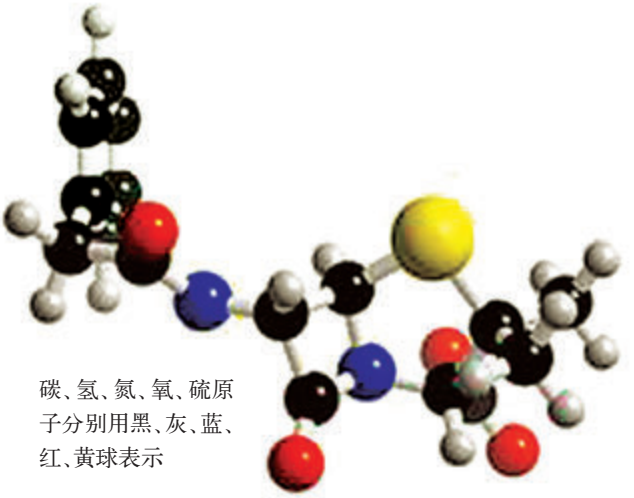


图4.1.13 青霉素G（$C_{16}H_{18}N_2O_4S$）的分子结构示意图

两类化合物虽然没有绝然的界限，但在状态、可燃性、溶解性、反应性等各方面表现出显著的差异。

1．状态：有机物的熔沸点一般比无机物低，大多呈气态或液态。例如醋酸熔点16.6℃，冬天会结冰，称为冰醋酸，而氯化钠熔点高达801℃。

2．可燃性：甲烷、酒精、油、棉花等大多数有机物易燃烧，而无机物大多不易燃烧，例如水、氯化钠、石灰石等不能燃烧。

3．溶解性：将食油滴入水中，油浮在水面，油水不相溶，但用汽油清洗油迹，很容易除去。说明有机物较易溶于有机溶剂而较难溶于水，而无机物如氯化钠易溶于水而较难溶于有机溶剂。

4．反应性：有机物之间的反应一般较慢，常需几小时甚至几天。因为反应可在有机物分子的几个部位上进行，所以有机物反应的副反应多。而无机物反应快、副反应少，例如将硝酸银（$AgNO_3$）溶液滴入自来水中，立即就有白色氯化银（AgCl）沉淀产生。

总之，相同类别的物质通常具有相似的性质。当然，两类化合物的差别并不是绝对的。例如四氯化碳（CCl_4）是有机物，但不会燃烧；酒精能与水互溶；炸药TNT加热到240℃，立刻发生爆炸。

微信公众号：电子课本大全

视窗　屠呦呦与青蒿素

疟疾是全球最严重的传染病之一，每年有2亿~3亿感染者，死亡人数高达200万~300万。从20世纪60年代初起发生的抗药性疟疾已扩散到全球，原有的抗疟疾药失去效用。20世纪70年代经我国数百名科学工作者的大力协作，从青蒿中提取了抗疟疾的有效成分——青蒿素，测定了结构。后以青蒿素为基础，开发出均被世界卫生组织列入基本药物目录的蒿甲醚、青蒿琥酯等衍生物及复方蒿甲醚等。青蒿素类抗疟疾药成为我国第一个被国际公认的独创新药。在这项举国合作的项目中，中国药理学家屠呦呦发现的乙醚提取法是发现青蒿提取物有效性的关键所在，她还是第一位青蒿提取物的“自身验毒”者与临床实验者。为表彰她“发现青蒿素，在全球挽救了数百万人的生命”，被授予2011年国际医学大奖美国拉斯克奖。在2015年10月，屠呦呦因发现了青蒿素而获得诺贝尔生理学或医学奖。

小资料　危害健康的有机物

癌症已成为危及现代人生命的凶狠“杀手”。亚硝胺、黄曲霉素、苯并(a)芘都是强致癌有机物。在陈放过久或霉变食品、烟熏及发酵食品中往往含有亚硝胺。黄曲霉素在发霉的花生、玉米、谷物、豆类中含量较高，因此霉变的食品，不仅人不能吃，也不能喂养牲口。黄曲霉素怕高温，300℃即分解，因此对食品膨化、炒、炸等加工有利于破坏黄曲霉素。但是过热烹调的油雾、反复使用的食油中含有苯并(a)芘。煤、木材、汽油、煤油、垃圾等不完全燃烧也是苯并(a)芘产生的途径。二噁英是致畸物质，焚烧垃圾会产生二噁英。

毒品，无论是从罂粟果中得到的鸦片进而提取的吗啡和海洛因，还是大麻、可卡因和冰毒都是有机物。青少年不仅自身要认识毒品的危害，拒绝毒品，还要积极宣传禁毒，成为打击毒品犯罪生力军的一员。

微信公众号：电子课本大全



1. 参观禁毒展览，开展禁毒宣传活动。

2. 根据食品、饮料、药品等包装袋或说明书寻找身边的有机物。



1. 甲烷、酒精都是清洁的燃料，请写出它们的燃烧反应方程式。

2. 下列化合物中不属于有机物的是(　　)。

A. 碳酸钙　　B. 甲烷　　C. 酒精　　D. 蔗糖

3. 1924年英国科学家从柠檬中提取得到维生素C——$C_6H_8O_6$。关于维生素C：① 是一种有机物；② 是一种氧化物；③ 由6个碳元素，8个氢元素，6个氧元素组成；④ 三种元素的质量比是9∶1∶12。你认为正确的是(　　)。

A. ①②　　B. ②③　　C. ①④　　D. ②④

关于维生素C对于人体的作用，你还了解些什么？

4. 胃动力型药吗丁啉的化学式为$C_{22}H_{24}ClN_5O_2$，它由哪几种元素组成，你能计算出它的式量吗？

微信公众号：电子课本大全

2 塑料、纤维和橡胶

塑料、纤维、橡胶、涂料和胶黏剂等常用的高分子材料与我们的生活密切相关。

水、乙醇、蔗糖等物质是一类相对分子质量较小的化合物，而聚乙烯等物质相对分子质量为几万、几十万甚至更高，这类物质称为高分子化合物或聚合物(polymer)，简称为高分子。

淀粉、纤维素、蛋白质、核酸等是天然高分子化合物，它们组成了人类赖以生存的粮食、蔬菜、肉类、棉、麻、丝、皮毛、木材、竹子以至于人体自身。人工合成高分子材料既轻又牢，可替代质量较大的金属、陶瓷、木材和其他天然材料。因此在材料领域具有特殊的地位，与人类生活密切相关。人们通常所说的高分子材料是指塑料 (plastics)、纤维 (fiber)、橡胶 (rubber)、涂料和胶黏剂等材料。



图 4.2.1　胶黏剂的力量——粘在巨大广告牌上的轿车

微信公众号：电子课本大全

塑料

塑料是一类具有可塑性的高分子材料。可塑性是指在一定温度和压力下，将材料塑造成所需的形状，冷却后可保持不变的特性。一般塑料中除主要成分高分子化合物外，还含有各种添加剂，如填充剂、增塑剂、着色剂等。

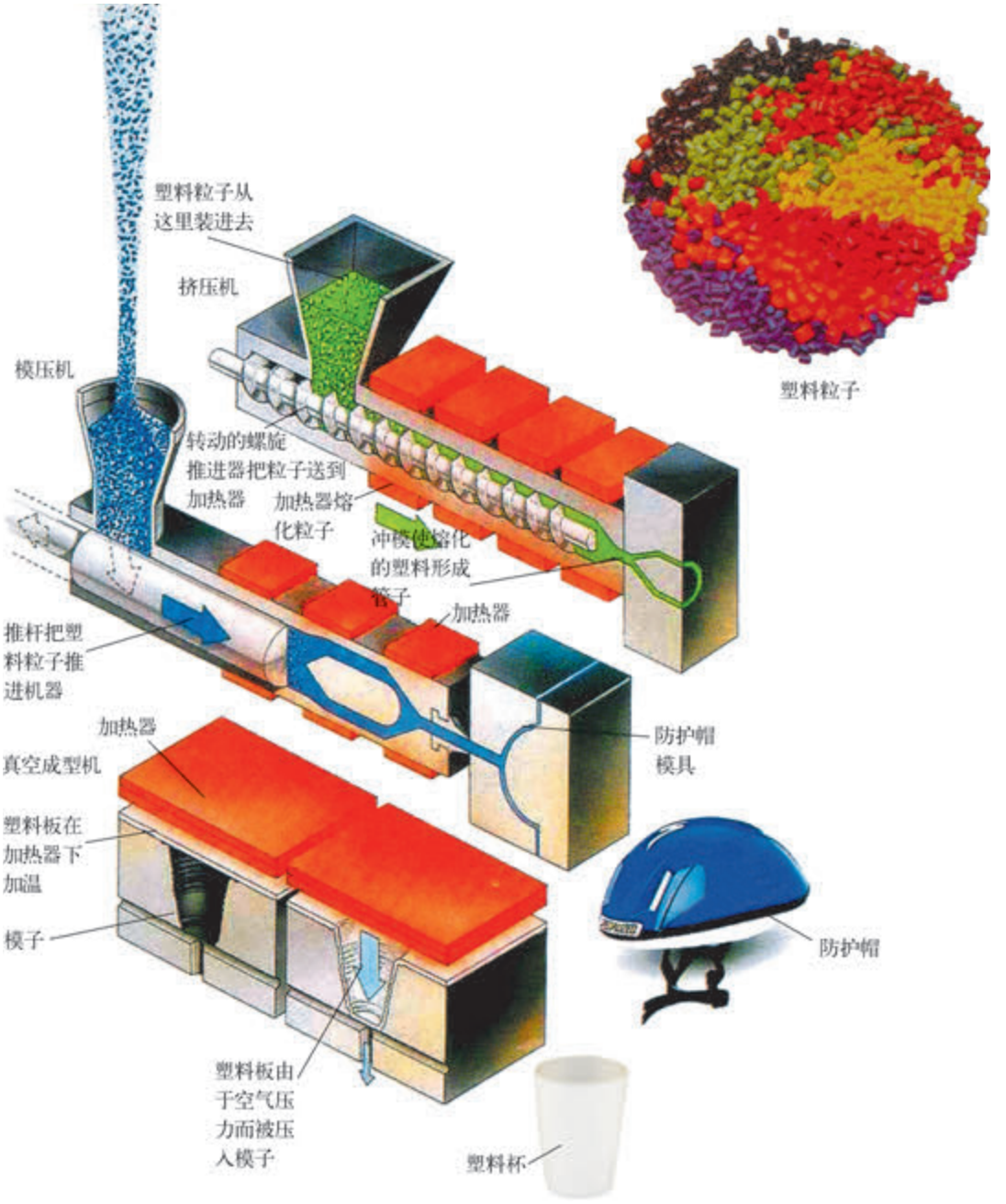


图 4.2.2　塑料头盔和杯子的塑造

微信公众号：电子课本大全

塑料的种类很多，按受热表现分为热塑性和热固性两类。前者可反复加热软化和冷却成型，此类塑料废弃后可回收再生，如聚乙烯。而后者加热成型后受热不能软化，此类塑料老化后不能再生，如酚醛塑料。按性能和用途可分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。在高分子材料总产量中塑料占80%，而在塑料中80%是通用塑料，包括聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）等。



图4.2.3　塑料薄膜



图4.2.4　以塑料为主要材料的大型组合滑梯

小资料　通用塑料

塑料名	密　度	燃烧特点	用　　途
聚乙烯	比水小	边烧边熔并有液体滴落。有蜡烛味，离火后仍能燃烧	无毒，可作保鲜膜、食品包装袋、奶瓶、脸盆、水桶、玩具、电缆、贮槽、汽车挡板等
聚丙烯	比水小	与聚乙烯相似	耐热性好，可做厨房用具、热水管；绝缘性能好，可作电视机的外壳；无毒，可做粮食包装袋与玩具

微信公众号：电子课本大全

（续表）

塑料名	密　度	燃烧特点	用　　途
聚氯乙烯	比水大	火焰底部呈绿色，可闻到刺激性气味，离火后，火焰自行熄灭	可制排水管、煤气管、农用薄膜、雨衣、汽车坐垫、墙布等。耐热性差，为防止分解，常加入金属盐。由于有毒，因此不能作保鲜膜、食品包装袋与玩具
聚苯乙烯	比水大	燃烧时有浓的黑烟	透明度高，易染色，加工方便，可做尺、量角器等学习用品与仪器外壳，大量用于制造泡沫塑料



活动　塑料的鉴别

塑料制品琳琅满目，已走进千家万户。你能根据小资料中提供的信息鉴别家中的一次性塑料杯子所含塑料的种类吗？请将实验现象和鉴别结果与你的同学进行交流。



科学 技术 社会 环境　从“白色革命”到“白色污染”

塑料制品因轻巧美观，不怕浸水，有多种优异的性能，给人类的生活带来了极大的方便，推动了人类文明和科技发展。因此，塑料的发明和使用曾被称为材料史上的“白色革命”。然而塑料制品的随意抛弃，塑料袋、农用薄膜、餐盒、饮料瓶等，丢在地上，飘挂在树上，成为随处可见的白色污染。

木材、皮革、竹子等能被环境中的微生物吞食或分解，金属会被空气中的氧气氧化，最终回归大自然，参加地球上的物质循环。但塑料耐酸耐碱、不霉不蛀。如果将其填埋，至少两百年才被分解，还会影响农作物对养料和水分的吸收，导致减产。如果将其焚烧，则会释放出多种有毒气体，例如二噁英，毒性极大，会导致鸟类和鱼类畸形或死亡，对人类也有很大的危害。因此，如何治理白色污染成了大家都很关注的问题。除了不随意抛弃废旧塑料外，其解决的方法是开发和推广使用在自然条件下可分解的新型塑料。

微信公众号：电子课本大全

纤维

纤维是指长度比直径大100倍以上有一定柔韧性的物质。可用来加工成纺织品的纤维叫做纺织纤维，其来源可分为两大类：一类是天然纤维，来源于自然界，如棉、麻、丝、毛等；另一类是化学纤维，即用化学方法制得的人造纤维和合成纤维。

在20世纪以前，天然纤维是纺织纤维的唯一来源。棉花、麻类纤维主要是由碳水化合物组成，而羊毛与蚕丝纤维的化学成分主要是蛋白质。

小资料

养蚕取丝是中国的伟大发明。一只蚕茧的丝线总长度可达2 000 m之长。而一只羊的羊毛累计长度约为8 000 km。澳洲是世界上最大的羊毛产地，每年羊毛总产量的长度是地球与太阳间距离的8 000倍。克什米尔高山羊的羊毛质地细软，织成的围巾可穿过一枚戒指。



图4.2.5　克什米尔高山羊

天然纤维的资源是有限的，随着人口的增长与对穿着要求的提高，人们必然会寻找与开辟新的纺织纤维来源。人们从蚕和蜘蛛吐丝得到启示，将自然界中不能直接纺织的棉子绒、棉秆、木材、芦苇、甘蔗渣、麦秆等经过化学处理，制成黏稠的液体，从喷丝头细孔喷出，便成了人造纤维。



图4.2.6　合成纤维

合成纤维是将合成高分子熔化或溶入适当的溶剂中制成黏稠的纺织液，然后进行纺丝而得到的纤维。主要有锦纶（尼龙）、涤纶（聚酯，又称的确良）、腈纶（奥纶，又称人造羊毛）等。尼龙-66是世界上第一个投产的

微信公众号：电子课本大全



图 4.2.7　腈纶地毯

合成纤维。

这三种合成纤维各有特点，锦纶结实耐磨，涤纶抗皱保形，腈纶蓬松柔软。共同的特点是强度高、不霉不蛀、易洗易干、保暖性好。合成纤维易起静电，易起毛结球，吸水性和透水性不如棉、麻、丝、毛，因此必须不断地开发新的品种。

活动　识别织物纤维的种类

1. 抽取纯棉布、纯羊毛织物和化学纤维织物（如尼龙）的三种纤维，观察比较其外观。

2. 用镊子取少量织物，分别在酒精灯上灼烧，观察其燃烧现象，闻一闻织物燃烧的气味，判别残渣的类型。根据表中信息，判别织物纤维的种类。

纤维的种类	燃烧的方式	燃烧的气味	残渣的类型
羊毛和丝	燃烧并烧焦	如头发燃烧	成块，可碾碎
棉	燃烧并烧焦	如纸张燃烧	灰烬
尼龙	燃烧并熔化	如化学品燃烧	成珠子，碾不碎

小资料　特种纤维与航空航天技术

纤维不但用于纺织，还用于其他领域。将纤维与其他材料复合成为纤维复合材料，例如用腈纶制成碳纤维，制成的碳纤维增强材料不但可做羽毛球拍、网球拍、高尔夫球杆、滑雪杖、滑雪板、撑杆、弓箭等，更重要的是可用于制造航天飞行器的外壳、火箭喷管、火箭的外壳、火箭发动机壳体、卫星天线等。用纤维增强陶瓷做成的陶瓷瓦片，用胶黏剂粘在航天飞机机身上，使航天飞机能安全穿越大气层，返回地球。

微信公众号：电子课本大全

视窗　两种智能高分子纤维

美国科学家开发了两种智能纤维。一种纤维是用玻璃丝和聚丙烯制成的多孔中空纤维，内有化学物质。将纤维渗入混凝土中，当混凝土过度弯曲造成裂缝时，纤维被撕破，纤维中的化学物质释放出来，自动充填并黏合混凝土中的裂缝。另一种纤维能感知腐蚀钢筋时的酸性。如把这种纤维包在钢筋周围，当酸性达到一定值时，纤维的涂层溶解，并释放出能阻止钢筋腐蚀的物质。

橡胶



图 4.2.8　橡胶的用途

橡胶具有广泛的用途，大量用于制造汽车和飞机的轮胎。在合成橡胶发明前，全靠加工自然界里橡胶树的胶乳制得天然橡胶。“橡胶”一词是印第安语“木头流泪”的意思。约在八九百年前，美洲的印第安人就已用天然橡胶树的胶乳制成橡胶皮球、水瓶、鞋子、雨衣等用品。



图 4.2.9　橡胶树

橡胶是一种天然的高分子化合物。生橡胶受热变软发黏，遇冷则会变硬。19世纪40年代，美国人发明了硫化

微信公众号：电子课本大全

技术，橡胶经硫化后不黏且富有弹性，制成的轮胎能承受挤压和拉伸而不破裂。

小资料　天然橡胶

种植1棵橡胶树，6~8年后才能割胶。生产1吨橡胶需要300棵橡胶树流出的胶乳。橡胶树生长在高温潮湿的热带和亚热带，主要产地在东南亚一带。因而，只靠天然橡胶难以满足人们对于橡胶的需求。

合成橡胶是以石油和天然气产品为原料合成的高分子化合物，按使用特性分为通用橡胶和特种橡胶两类。特种橡胶由于具有耐高温、耐低温、耐油、耐腐蚀等特殊性能而用于特殊场合。例如，硅橡胶可做人造心脏、人造气管、人造鼻、人造肌肉与人造皮肤等。

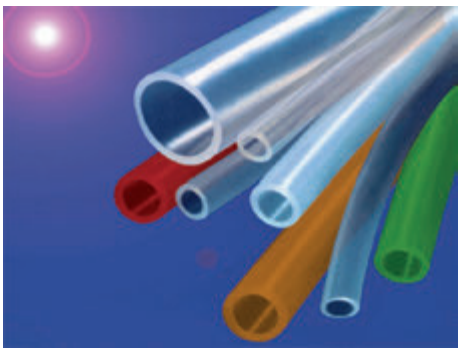


图4.2.10　医用硅橡胶制品

高分子材料的发展充分展示了人类的智慧，其发展快速，一方面是因为原料丰富，适合现代化生产，一个年产20万吨的化纤厂的产量相当于400万亩高产的棉田的产量或者4 000万头绵羊一年的产毛量；另一方面，高分子材料具有许多优异的性能。人们对于材料的追求是无止境的，高分子的种类、性能、加工、应用与绿色化在21世纪必有新的突破。

活动

调查家中塑料、纤维和橡胶的使用情况，一周中使用和丢弃了多少只塑料袋，并就“你为整治白色污染做些什么”展开讨论。

微信公众号：电子课本大全



1. 大量使用一次性塑料餐具，不仅浪费资源，而且造成白色污染。你认为下列说法中正确的是(　　)。

A. 回收塑料餐具，重新加工使用

B. 填埋塑料餐具

C. 燃烧塑料餐具

D. 开发可分解的新型塑料，制成低成本的塑料餐具

2. 判断下列说法是否正确，正确的打“√”，错误的打“×”。

A. 大量使用塑料已造成白色污染，因此以后不再发展塑料工业了。(　　)

B. 无论是用聚乙烯，还是用聚氯乙烯，都可制成食品包装袋与保鲜膜。(　　)

C. 不随意抛弃废旧塑料，人人都应做到。(　　)

D. 合成塑料、合成纤维、合成橡胶三大石油化工产品，是国防和工农业生产不可缺少的材料，也与我们的生活息息相关。(　　)

3. 冬天脱腈纶毛衣时，有时会听到“啪啪”的响声，甚至见到火花。你能解释这个现象吗？

4. 找一找家中有多少塑料、合成纤维、合成橡胶制品，列表说明其名称与用途。

微信公众号：电子课本大全

3 煤、石油和天然气

煤、石油和天然气是地球留给人类的一笔财富，它们不仅是能源，而且还为人类提供宝贵的基本化工原料。珍惜资源、合理地利用资源是我们每个人的责任。

煤

煤（coal）又称煤炭。全球化石能源中，煤的储量最为丰富。煤也是最早被人类使用的固体矿物燃料。



图 4.3.1　煤与煤炭的开采

小资料

煤炭资源分布不均衡，大多集中在温带和亚热带，其中北半球有两条分布带，一条从英国向东横贯法国、德国、波兰、俄罗斯，直到我国华北和东北；另一条横亘于北美中部。在南半球，煤层仅分布于澳大利亚和南非地区。我国煤炭资源丰富，蕴藏量列世界第三位，主要分布在山西、内蒙古、山东、安徽、江苏等省或自治区。

微信公众号：电子课本大全

把煤磨成薄片，在显微镜下可以看到植物细胞的残留痕迹。在煤层中发现了古代植物化石，这说明煤的祖先是植物。古代植物埋在地下，处在空气不足的条件下，经过漫长的岁月，逐渐转变成煤。

煤是一种复杂的混合物，既含有机物，又含灰分等无机物。组成煤的主要元素是碳，另外还有一定量的氢、氧、氮、硫、磷等。

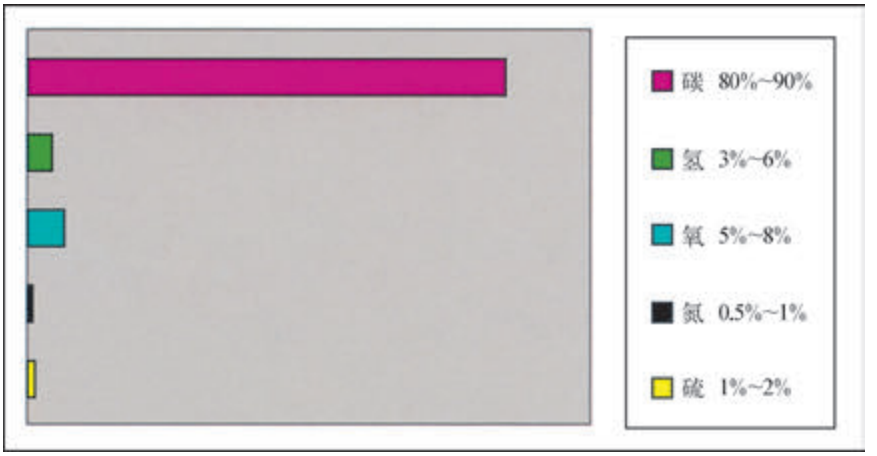


图 4.3.2　煤的组成



思考与讨论

煤可以直接燃烧，根据煤的组成你能推测煤燃烧后的产物吗？为什么直接燃烧煤会造成环境污染与资源浪费？

如何将煤转化成清洁的能源，并从煤中提取宝贵的化工原料呢？煤的转化主要有三种方式：干馏、气化与液化。

把煤置于隔绝空气的密闭炼焦炉中加强热，煤分解成固态的焦炭（占70%~80%）、液态的煤焦油（占2%~5%）和气态的焦炉煤气（占10%~20%），这就是干馏。焦炭主要用于炼铁。从煤焦油中已分离出400多种化合物，是化工、医药、农药、染料、炸药等行业的重要原料。焦炉煤气可用作燃料。

气化是指煤在高温、氧气不足的条件下转化成煤气。煤气是H_2、CO、CO_2、

微信公众号：电子课本大全

CH_4、N_2（由空气带入）的混合气体。煤气是一种清洁、方便、燃烧效率很高的燃料，也可作化工原料。

煤液化可制成人造石油。另外，煤渣可做建筑材料，甚至可从煤灰中提取钒、铝、铀等金属。



人工合成染料的偶然发现

1856年的一天，年仅18岁的英国化学家柏琴（W.H. Pertin, 1838—1907）用煤焦油作原料试图合成治疗疟疾的药物奎宁时，十分意外地发现一些从未见过的黑色沉淀物。收集这些沉淀物并用酒精溶解，溶液呈紫色。柏琴立即取下挂在衣帽架上的白色围巾，放到溶液中去，结果洁白的围巾被染成美丽的紫色，即使用肥皂水洗、热水烫，紫围巾也依然鲜艳。一次偶然的发现使人类的衣着从此鲜艳起来。柏琴不仅发明了一种理想的人工合成染料——苯胺紫，并且开办了世界上第一家染料工厂。如今人工合成染料已有数千种之多。染料不仅用于染色，而且可以制成染料激光器，用于激光技术中。

石油

石油（petroleum）是由远古的动植物遗体在地下经过漫长而复杂的变化而形成的棕黑色黏稠液体。未经处理的石油称为原油。



世界上有两大产油带，一个北起阿拉斯加和加拿大，经美国西海岸到南美委内瑞拉、阿根廷；另外一个从地中海经中东到印度尼西亚。我国大庆、胜利、大港、任丘、中原、渤海、南海等油田的发现，是著名地质学家李四光所创立的地质力学理论的应用成果。

微信公众号：电子课本大全



图 4.3.3　海上油井

石油主要含碳和氢，此外还有氧、氮、硫等。与煤相比，石油的含氢量较高，含氧量较低。

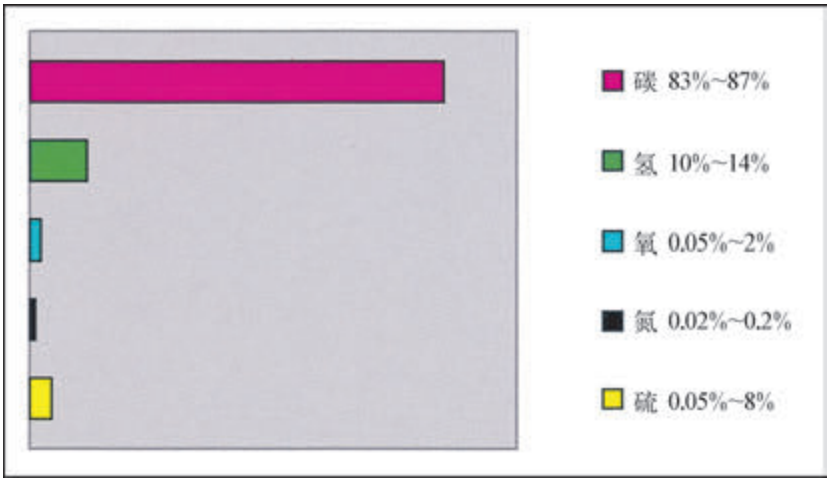


图 4.3.4　原油的组成

有人说世界上自从钻出第一口油井之后，石油就改变了人类的生活。为什么说石油与人类生活密切相关？

微信公众号：电子课本大全

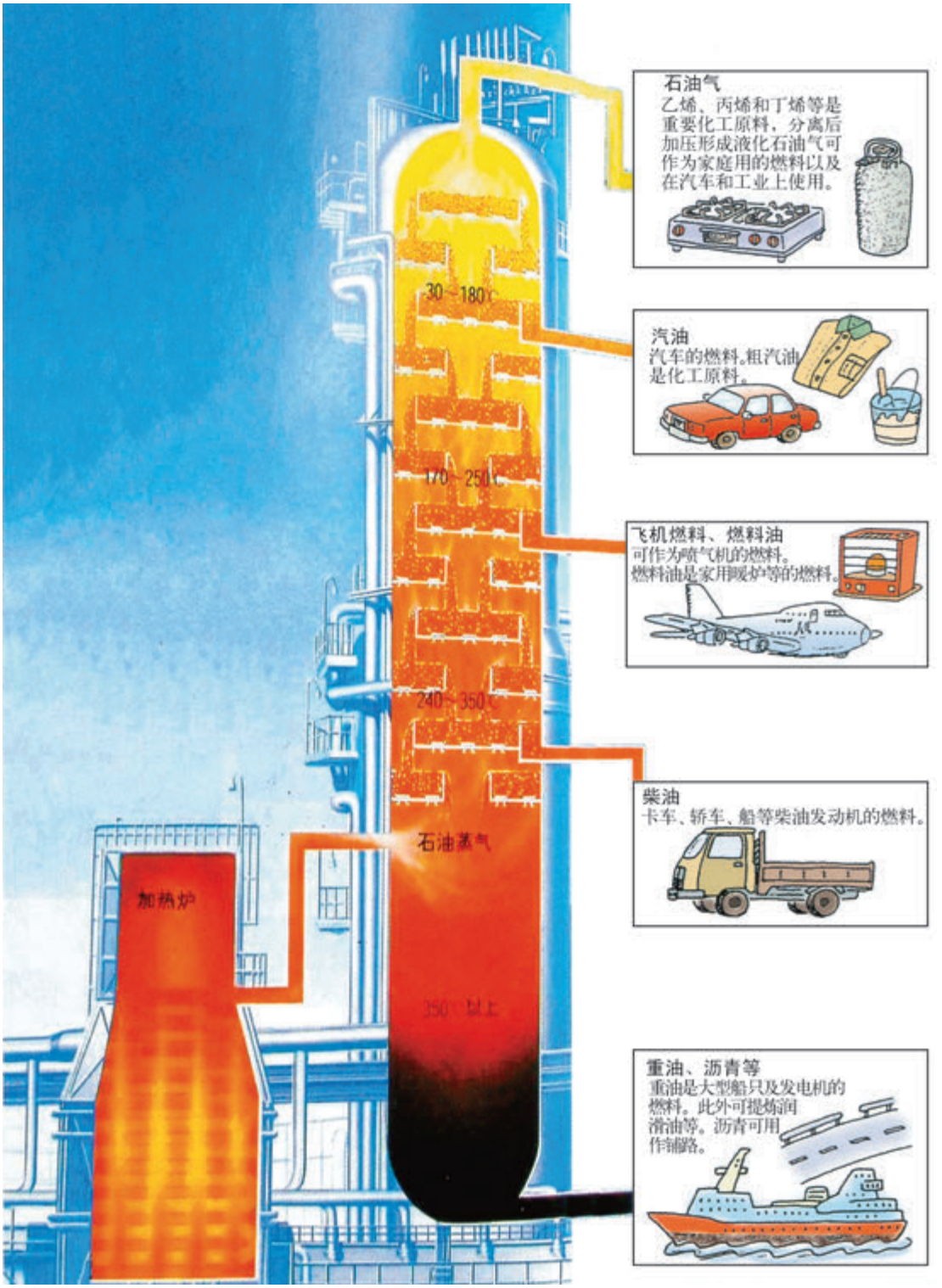


图 4.3.5　石油的分馏

微信公众号：电子课本大全

石油是由许多沸点不同的有机物组成的混合物，必须经过炼制才能使用。石油的炼制主要有分馏、裂化、重整、精制。用连续加热的方法能使这些沸点不同的有机物依次气化，再使这些气化物依次冷凝，可得到各种燃料和化工原料。这种炼制石油的方法叫做分馏。汽油、煤油、柴油是现代交通与军事设施的动力能源。石油气中乙烯（C_2H_4）、丙烯（C_3H_6）、丁烯（C_4H_8）都是宝贵的化工原料，分馏后留下的主要是丁烷（C_4H_{10}）和丙烷（C_3H_8），稍加压力即能液化，存储在高压钢瓶中，称为液化石油气，可作燃料。目前，石油用于化学工业的虽然只占7%，但从石油产品中可加工制得5 000多种化工原料。轻巧实用的塑料、色泽鲜艳的合成纤维、能与天然橡胶媲美的合成橡胶、家用的洗涤剂，还有染料、炸药、化肥等都是由石油产品加工而成的。

将炼油厂和化工厂组成石油化工联合企业可对原油有效地加工与综合利用。



小资料

石油化工是我国名副其实的支柱产业，汽车、电子、建材等行业的发展又推动了石油化工的发展。例如：每10 000辆汽车要消耗780 t塑料、280 t合成橡胶、363 t涂料与188 t胶黏剂。



视窗　上海化学工业区

上海化学工业区是中国改革开放以来第一个以石油和精细化工为主的专业开发区。位于杭州湾北岸，规划面积为29.4 km^2，最终向西与上海石化连成片后，将形成占地近60 km^2的化工产业带。

上海化学工业区的开发建设引入了世界级大型化工区的“一体化”先进理念，

微信公众号：电子课本大全

通过对区内产品项目、公用辅助、物流传输、环境保护和管理服务的整合，为开发区投资者提供最佳的投资环境。目前，英国石油化工、德国巴斯夫、德国拜耳、美国亨斯迈等跨国公司以及苏伊士集团、荷兰孚宝、法国液化空气集团、美国普莱克斯等世界著名公司已落户区内。化工区的建设目标是成为亚洲最大、最集中、水平最高的世界一流石化基地之一，到2015年力争世界第三，仅次于美国的德克萨斯—休斯敦化工区和比利时的安特卫普化工区，年加工原油能力达3 000万吨，年产乙烯超过400万吨。



图4.3.6　上海化学工业区

天然气

天然气（natural gas）是指蕴藏在地壳中的可燃性气体，主要成分是甲烷（CH_4）。天然气的成因和石油相似，但分布范围和生成温度范围比石油宽得多。天然气常与石油、煤炭伴生。钻探石油发生井喷就是因为地层中的天然气在高压下向外喷发的缘故。矿井中甲烷等可燃性气体达到一定浓度时遇明火会引起爆炸，故应注意安全生产。

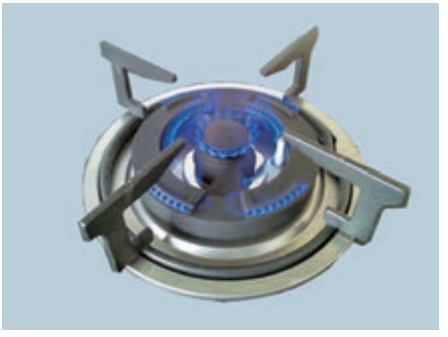


图4.3.7　天然气的燃烧

天然气是“清洁”的燃料。天然气在全球总能源结构中所占的比例正在不断上升。由于天然气可制备上百种化工产品，因而也是宝贵的化工原料。

微信公众号：电子课本大全

视窗　可燃冰

海洋深处的甲烷，在高压和低温条件下与水形成水合物。天然气水合物晶体无色透明，外形似冰，因含大量可燃的甲烷，故俗称可燃冰。1 m^3可燃冰释放出的能量相当于160~180 m^3天然气的能量。估计全球可燃冰所能提供的能量是石油、煤、天然气等所有其他化石燃料总能量的2倍。因此，可燃冰可能成为21世纪的新能源。经勘察，我国南海有巨大的可燃冰带，东海也已发现可燃冰。与石油、天然气相比，可燃冰不易开采和运输，至今还没有完美的开采方案。另外，只要海底温度或压力稍有变化，甲烷就可能呈气态逸出进入大气，成为全球气候快速变暖的可能因素。



图4.3.8　可燃冰的燃烧

思考与讨论

家用燃料有管道煤气、天然气、液化石油气，或者柴、煤等。请你从清洁、安全、方便、价廉、合理利用资源等方面对上述燃料进行调查比较。你认为发展哪一种家用燃料更好？（各种燃料的热值请参考第151页）

练习

1. 煤气（含有H_2 48%、CO 15%……）有毒的主要原因是（　　）。

A. 煤气燃烧产生CO_2

微信公众号：电子课本大全

B. 煤气有还原性
C. 煤气有气味
D. 煤气中有CO

2. 如用$C_{135}H_{96}O_9NS$代表煤的化学组成，请你根据煤的化学组成推测煤的平均质量百分组成。

3. 为什么说天然气是清洁的能源？



本章学到了什么

1. 有机物大多是含碳的化合物，多数含氢，有的还含氧、氯、硫、氮、磷等元素。
2. 有机物与无机物之间没有绝然的界限，但在状态、可燃性、溶解性与反应性等方面表现出显著的差异。
3. 塑料、纤维、橡胶是三类重要的高分子材料。
4. 煤、石油和天然气等含碳矿物是地球留给人类的一笔财富，它们不仅是能源，而且还为人类提供宝贵的化工原料。
5. 珍惜资源、合理地利用资源，是我们每个人的责任。

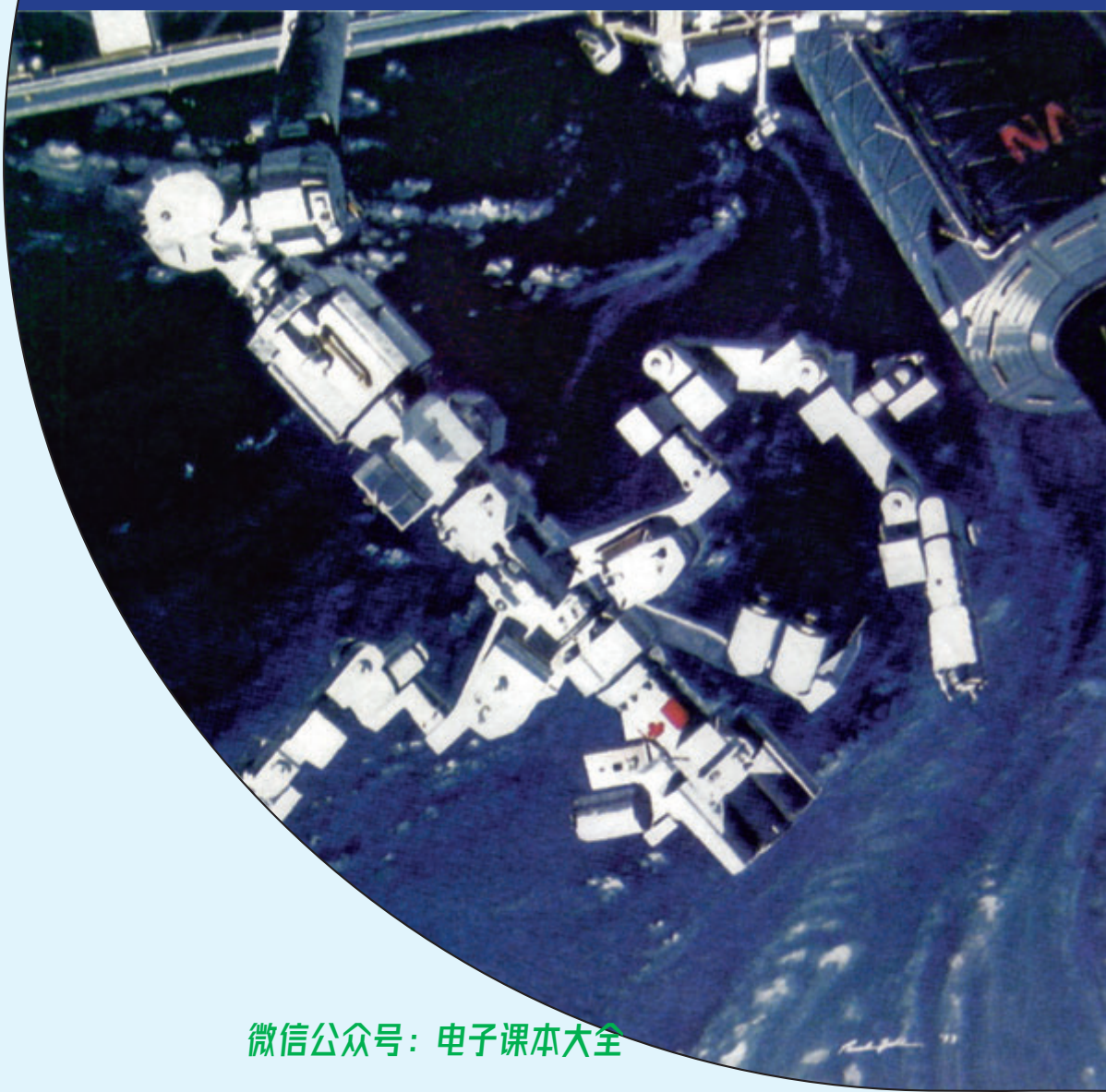
微信公众号：电子课本大全

第5章

简单机械与功

人们在生产劳动中逐步认识了简单机械的作用，在生产和生活中不断利用并改进简单机械，提高它的机械效率。

现代化生产中的复杂机械是由各种简单机械发展而成的，了解和认识简单机械是非常必要的。



微信公众号：电子课本大全

1 杠杆

杠杆是人们使用最早、最普遍的简单机械。杠杆在工作时有支点、动力、阻力和动力臂、阻力臂。在一定条件下杠杆可以达到平衡。

认识和了解各种类型杠杆的特点，可以更好地利用杠杆为人们服务。

认识杠杆

活动

1. 如图5.1.1所示，有一个食品罐头，上面有一个盖子。

试一试：用手能够比较容易地打开盖子吗？

如果给你一把起子撬这个罐头的盖子，结果又怎么样？

为什么用这两种方法打开盖子的感觉是非常不一样的呢？说一说它在撬盖子的过程中有什么特点。

2. 尝试着使用图5.1.2中的各种工具，体验一下这些生活中经常使用的工具有什么共同特点。



图5.1.1　起子撬盖子

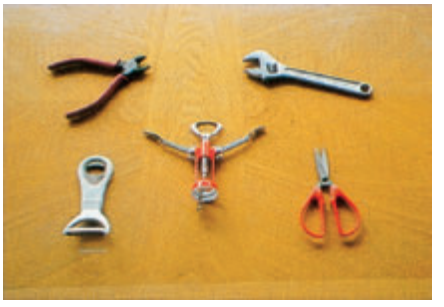


图5.1.2　生活中的各种工具

如果一根硬棒在力的作用下，能够绕固定点转动，这根棒就叫做杠杆（lever）。杠杆是生活和生产中普遍使用的一种简单机械。

如图5.1.3所示，O点是杠杆能够绕着它转动的固定点，称为支点。能够使杠杆转动的力称为动力，用F_1表示，阻碍杠杆转动的力称为阻力，用F_2表示。从支点到动力作用线的距离称

微信公众号：电子课本大全

为动力臂，用L_1表示，从支点到阻力作用线的距离称为阻力臂，用L_2表示。

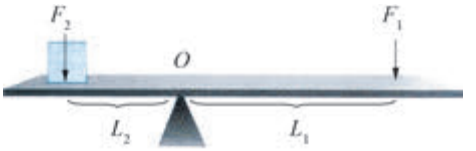


图5.1.3　杠杆的示意图



思考与讨论

分析图5.1.2中作为杠杆的各种工具，指出它的支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂。



阅读　人体杠杆

骨骼和骨骼肌组成人体的运动系统。尽管人体的运动相当复杂，但最基本的运动都是由有关骨绕关节转动产生的，其基本模型是杠杆。例如，当手握哑铃曲肘时，上臂中的肱三头肌舒展、肱二头肌收缩使前臂骨绕肘关节转动。在这里，可以把前臂骨看成是杠杆，肘关节是支点，上臂中有关肌肉对前臂骨施加的力是动力，哑铃对前臂骨施加的力是阻力。



图5.1.4　手握哑铃曲肘

当你做伸臂、抬腿、点头、踮脚尖等动作时，你就使用了你身上的各种各样的杠杆。



活动

1. 仔细观察自行车，分析一下它的哪些部件可以看成杠杆。
2. 用剪刀剪硬纸片，分别用刀尖和靠近支点的位置去剪，手的感觉有什么不同？

微信公众号：电子课本大全

杠杆的平衡条件

当杠杆在动力和阻力的作用下静止时，这个杠杆就处于平衡了。

学生实验　探究杠杆的平衡条件

实验目的

探究杠杆平衡时动力、阻力、动力臂、阻力臂之间的关系。

实验器材

杠杆、支架、钩码等。

实验步骤

1. 如图5.1.5所示，调节杠杆两端的平衡螺母使杠杆处于水平平衡位置。

2. 在杠杆左边离支点的2大格处挂上2个钩码，在杠杆右边挂1个钩码，移动悬挂点位置，使杠杆水平平衡。

3. 将杠杆左边的钩码改为3个，改变杠杆右边的钩码数或移动悬挂点位置，使杠杆水平平衡。

4. 改变杠杆左边的钩码数或悬挂点的位置，再改变杠杆右边的钩码数或移动悬挂点位置，使杠杆水平平衡。

5. 以左边的钩码对杠杆的拉力为动力（F_1），以右边的钩码对杠杆的拉力为阻力（F_2），将各次实验测得的动力、阻力、动力臂、阻力臂记录在表格中：

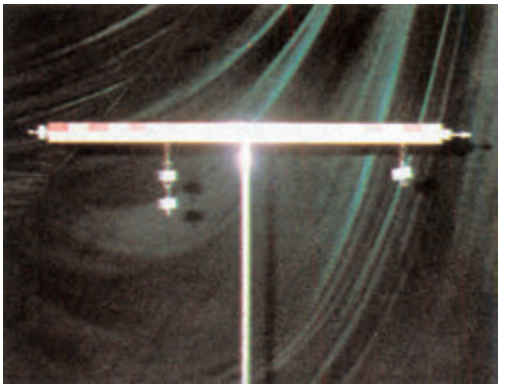


图5.1.5　杠杆的平衡

测量序号	动力F_1/N	动力臂L_1/cm	阻力F_2/N	阻力臂L_2/cm

分析、比较表格中的数据，你能得出什么结论？

通过实验可以得出杠杆的平衡条件：

$$\text{动力} \times \text{动力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$$

微信公众号：电子课本大全

可以写成

$$F_1L_1=F_2L_2$$



阅读　中国古代的杠杆

1954年在长沙左家公山15号墓，挖掘出土了一架战国时期的天平。这架外观精致的古代天平，与现在我们学生实验中使用的天平没有多少差别。它的木制横梁长27 cm，横梁中点拴着丝线提纽，距横梁两端0.7 cm处，分别用丝线系了一个直径4 cm的铜盘。这架天平共有9个砝码，最大的125 g，最小的只有0.6 g。这架天平符合杠杆原理，可以看出当时测量质量的工具已经相当精准了。

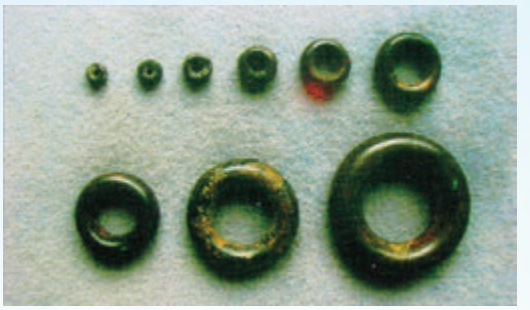


图5.1.6　出土的战国天平的砝码

对于杠杆的原理，我国古代也很注意研究。《墨经》中就对杠杆做了说明。

古代劳动人民在生活和生产中有许多巧妙运用杠杆的事例。三千年前劳动者就用舂来捣谷（图5.1.7中脚踩的那种机械），用桔槔从井中汲水。



图5.1.7　舂



图5.1.8　桔槔

微信公众号：电子课本大全

活动　蜡烛跷跷板

取生日蜡烛2支、大号缝衣针1根、纸杯2个、一小段圆珠笔芯。

1. 把缝衣针穿过一支圆珠笔芯的中间，露出针头和针尾。

2. 把2支生日蜡烛的底部各插在针的头尾。

3. 把笔芯的两端放在两只杯子的边缘上。

4. 分别点燃两边的蜡烛，就做成了一个蜡烛跷跷板。

仔细观察蜡烛跷跷板，想一想：为什么它的两端会不断地上下翘动。



图5.1.9　自制蜡烛跷跷板

杠杆的类型

思考与讨论

仔细观察下面三种常用的杠杆，比较它们的动力臂和阻力臂的大小。

为什么有的杠杆动力臂比较大，而有的杠杆阻力臂比较大？有的杠杆动力臂和阻力臂相等？







图5.1.10　各种杠杆

微信公众号：电子课本大全

常用的杠杆有三种基本类型：

省力杠杆　当动力臂大于阻力臂，根据杠杆的平衡条件，动力就小于阻力。使用这种杠杆只要用比较小的力就可以克服较大的阻力。

费力杠杆　当动力臂小于阻力臂，根据杠杆的平衡条件，动力就大于阻力。使用这种杠杆往往受到的阻力很小。而使用这种杠杆的目的是希望得到阻力端的大幅移动。

等臂杠杆　当动力臂与阻力臂相等，杠杆平衡时，动力等于阻力。测量物体质量的天平就是这类杠杆。



1. 如图5.1.11所示的杠杆处于平衡状态，O为支点，请在图上画出钩码对杠杆的作用力的力臂。如果每一个钩码重都是2 N，左边钩码的作用力的力臂是20 cm，那么右边钩码的作用力的力臂是多少？

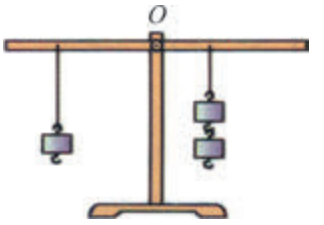


图5.1.11　第1题图

2. 如图5.1.12所示的杠杆处于平衡状态，O为交点，请画出弹簧测力计对杠杆作用力的力臂。如果已知弹簧测力计对杠杆拉力的力臂与钩码对杠杆拉力的力臂之比为7∶3，弹簧测力计的读数是4.2 N，杠杆自重忽略不计，那么钩码有多重？

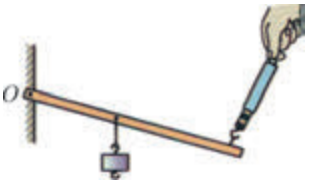


图5.1.12　第2题图

3. 试就三类杠杆各举出一个生活中常见的应用实例。

微信公众号：电子课本大全

2 滑轮

滑轮也是一种简单机械，在工农业生产和生活中经常使用。
你认识滑轮吗？知道滑轮在使用时有哪些特点吗？

认识滑轮



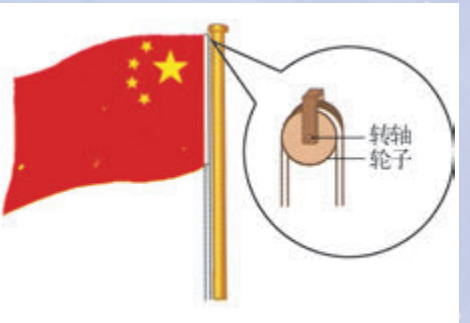
思考与讨论

1. 研究下面两幅关于“滑轮的使用”的图，观察并思考“滑轮的结构是怎样的”，“滑轮是怎样移动物体的”。

2. 同学之间交流看法，再用自己的语言描述滑轮。



船头滑轮



升国旗

图5.2.1　滑轮的使用

滑轮是一个周边有槽，能绕轴转动的小轮，利用绳索或链条绕过它的槽，可提升重物或克服其他阻力。在工作时它的轴的位置固定不变的就是定滑轮

微信公众号：电子课本大全

(fixed pulley)，它的轴随着重物一起移动的就是动滑轮（movable pulley)，两个或两个以上的滑轮可以组成滑轮组。

定滑轮与动滑轮

活动 定滑轮

1. 如图所示，安装一个定滑轮。

2. 用弹簧测力计测量一个砝码受到的重力，并记录数据。

3. 将钩住砝码的绳子跨过定滑轮，如图所示，当拉动绳端使砝码可以缓缓上移时，观察弹簧测力计的示数，记录数据。

4. 这个过程中你发现使用定滑轮有什么特点。



图5.2.2 定滑轮

活动 动滑轮

1. 首先用弹簧测力计测量一个砝码受到的重力，记录数据。

2. 然后按如图所示的方法安装一个动滑轮。

3. 当拉动绳端使砝码可以缓缓上移时，观察弹簧测力计的示数，记录数据。

4. 在桌上竖直放一纸板，衬在砝码与测力计后面。用铅笔在纸板上记下砝码和弹簧测力计原来的位置，再记下它们移动后的新的位置。



图5.2.3 动滑轮

5. 用刻度尺测量砝码移动的距离和弹簧测力计移动的距离，记录数据。

6. 设计表格，每一个量测量三次，取平均值。

7. 分析测量数据，你发现使用动滑轮有什么特点。

微信公众号：电子课本大全

活动　滑轮组

如图所示，将一个定滑轮和一个动滑轮组成一个滑轮组，重复上面活动的过程，你可以发现什么？



图5.2.4　滑轮组

使用定滑轮拉物体，不省力，但可以改变拉力的方向。

使用动滑轮拉物体，可以省力，但拉力的方向不改变；当不计滑轮的摩擦与质量时，可以省力一半。但是，拉力作用点移动的距离比重物移动的距离要长一倍。

练习

1．一个物体重500 N，如果用定滑轮提起它，需要多大的力？如果用动滑轮提起它，需要多大的力？（不计摩擦及滑轮的自重）

2．如图5.2.5所示，一根绳子绕过定滑轮，一端拴在重物G上，手执另一端，分别用沿着不同方向的拉力F_1、F_2和F_3提起重物，则（　　）。

A．F_1较大　　B．F_2较大　　C．F_3较大　　D．三个力一样大

3．如图5.2.6所示，当重物静止时弹簧测力计A的读数是5 N，则弹簧测力计B的读数是多少？

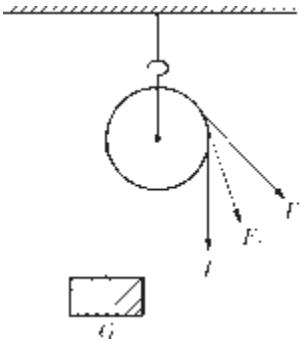


图5.2.5　第2题图

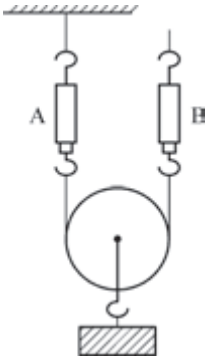


图5.2.6　第3题图

4．用生活中常见的材料制作一个滑轮，例如用胶卷盒或塑料瓶盖等。全班同学比一比，看谁做得最好。

微信公众号：电子课本大全

3 功与机械效率

功是科学中一个重要概念，它被定义为力和物体在力的方向上移动距离的乘积，在国际单位制中功的单位是焦耳。

使用任何简单机械，总功总大于有用功，有用功与总功的比值称为机械效率。

有用的斜面



思考与讨论

如图5.3.1所示，一位工人要把货物从地面放到卡车上，他为什么要在卡车和地面之间搭起一块大的斜木板？

为什么大桥中连接主桥与地面的引桥设计得长而平缓？



图5.3.1　工人沿着斜面推货物



图5.3.2　长而平缓的引桥

微信公众号：电子课本大全



活动

器材

一块木板、几本书、一个弹簧测力计、一个小木块、一小段绳子。

步骤

1. 把几本书放在木板一侧的下面，使木板成为一个斜面。
2. 用弹簧测力计拉着小木块沿斜面匀速向上运动，观察并记录弹簧测力计的读数。
3. 用弹簧测力计钩着小木块沿竖直方向匀速向上运动，观察并记录弹簧测力计的读数。
4. 改变斜面的倾角，重复步骤2。
5. 比较以上几种情况下弹簧测力计的读数，你可以发现什么？

斜面（inclined plane）是一种非常简单而且省力的机械。古埃及人在建造金字塔时就会使用斜面搬运巨大的石块。蜿蜒迂回的盘山公路就是利用斜面省力而修筑的，车辆沿着这种形状的公路行驶，比直线攀爬安全、容易。坐在轮椅上的残疾人不能上下楼梯，但是斜面可以帮助他们，现代建筑都设置残疾人专用通道。



图5.3.3　蜿蜒的山路



图5.3.4　小区中斜面轮椅通道

功

科学上规定，一个物体在力的作用下，沿着力的方向移动了一段距离，就说该力对这个物体做了机械功（mechanical work），简称功（work）。例如，物体受力沿斜面移动了一段距离，那么这个力就对斜面上的物体做了功。人在水平方向用力拉一个物体，这个物体在水平方向移动了一段距离，那么人施加的拉力对这个物体做了功。如果人在竖直方向提升一个物体，物体在竖直方向移动了一段距离，那么人施加的拉力对这个物体也做了功。

微信公众号：电子课本大全

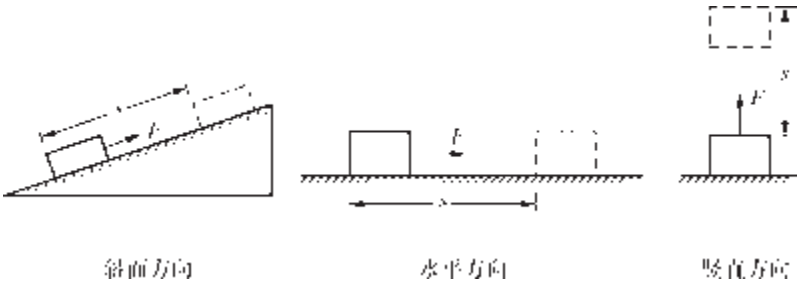


图5.3.5　力对物体做功

机械功包括两个必要的因素：一是作用在物体上的力，二是物体在力的方向上通过的距离。



思考与讨论　分析人对物体做功

1. 当举重运动员将杠铃从地上举起超过头顶的过程中，他对杠铃做功了吗？

2. 人推汽车但是汽车没有移动，人对汽车做功了吗？



图5.3.6　举重运动员

举重运动员把杠铃举起来，他对杠铃施加了一个向上的力，杠铃也向上移动了一段距离，所以他对杠铃做了功。

人推汽车但是汽车没有移动，也就是说在力的方向上汽车移动的距离为零，所以人对汽车没有做功。

科学上定义：功等于力与物体在力的方向上通过的距离的乘积。

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

如果用F表示力，s表示在力的方向上移动的距离，W表示功，上式可以写成：

微信公众号：电子课本大全

$$W = Fs$$

在国际单位制中，力的单位是N，距离的单位是m，功的单位是N · m，它有一个专门的名称叫做焦耳（这是一位英国物理学家的名字），简称焦，用符号J表示。

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

一个学生把重30 N的书包从地上提起，放在桌子上，桌子的高度是0.8 m，那么，他对书包做的功为24 J。



1. 母亲买了10 kg的大米，把它从一楼搬到四楼的家中，如果每一层楼的高度是3 m，那么她做了多少功？

2. 汽车拉着货物在水平的路面上前进了200 m，做了1×10^5 J的功，求汽车的水平拉力。

3. 一名解放军战士在进行训练时，用一只手托着两块总重为30 N的砖块站立不动，直到手酸。问：在这过程中这位战士对砖块做了多少功？

做功的快慢

建筑工地上在盖高楼，需要把一定数量的砖头从地面运到楼上，如果使用起重机只需要几分钟，但如果让一个工人搬运则可能需要几十分钟。这说明机器和人对物体做功的快慢是不同的。



图5.3.7　起重机



怎样比较做功的快慢

两位同学进行爬杆比赛。爬杆时要克服重力做功，他们的体重不同，从地面爬到杆顶所用时间也不相等，怎样比较他们做功的快慢呢？

微信公众号：电子课本大全

通过比较可以看出：做功的快慢与物体做功的多少以及做功时间的长短有关。力做功的快慢可以用所做的功与时间的比来表示，叫做功率（power）。

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

如果用W表示功，t表示时间，P表示功率，上式可以写成：

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

在国际单位制中，功的单位是焦耳（J），时间的单位是秒（s），功率的单位是焦/秒（J/s），它有一个专门的名称叫做瓦特（这是一位英国著名工程师的名字），简称瓦，用符号W表示。

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

功率还有更大的单位千瓦（kW）。

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



比一比谁的功率大

二三个同学一组，测出每一个同学上楼的功率，从而比较一下谁克服重力做功的功率大。在进行活动之前，考虑好需要测出哪些数据，需要什么测量工具，同学之间怎样分工与合作。



1. 功率是25 kW的小型拖拉机工作4 h完成的功是多少？耕牛的平均功率是0.4 kW，它要完成同样的功需要多长时间？

2. 甲同学的体重是36 kg，乙同学的体重是40 kg。在爬杆比赛中，甲同学爬杆高度是5 m，所用时间为30 s；乙同学爬杆高度是4 m，所用时间为20 s。试比较他们克服重力做功的功率大小。

微信公众号：电子课本大全

机械效率



用第2节“定滑轮”和“动滑轮”两个活动测量得到的数据，计算提升钩码0.2 m手的拉力所做的功和克服钩码重力所做的功。它们的大小相等吗？若不相等，哪一个大？能找出其中的原因吗？

在使用定滑轮和动滑轮的活动中，将钩码提升到一定的高度是我们的目的，因此，我们把克服钩码重力所做的功叫做有用功。由于滑轮轴间存在摩擦阻力，因此在提升钩码时还需要克服摩擦阻力做功；动滑轮工作时，还需要克服动滑轮的重力做功。这部分功虽然不是我们需要的，但又不得不做，我们把这部分功叫做额外功。使用其他简单机械也都存在这种情况。

人们把使用简单机械时动力（如手的拉力）所做的功叫做总功，它等于有用功与额外功之和。用符号表示：

$$W_{总}=W_{有用}+W_{额外}$$

可见，使用简单机械做功，总功大于有用功。有用功与总功的比值越大，说明机械的效率越高，因此称有用功与总功的比值为机械效率（mechanical efficiency）。

用字母 η 表示机械效率，则计算公式可以表示为：

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

通常起重机的机械效率是40%～50%，滑轮组的机械效率是50%～70%。



1．一个简单机械，人对它做的总功为10 000 J。其中额外功为2 000 J，则有用功是多少？机

微信公众号：电子课本大全

械效率是多少？

2. 下面是三个简单机械做功的情况记录，它们的机械效率分别是多少？

（1）总功是100 J，额外功是20 J。

（2）有用功是1 000 J，额外功是1 000 J。

（3）总功是1 000 J，有用功是800 J。

微信公众号：电子课本大全

4 机械能

能够对其他物体做功的物体具有能量。运动的物体具有动能，相对于地面有一定高度的物体具有重力势能，发生弹性形变的物体具有弹性势能。

动能和势能统称为机械能，动能和势能可以相互转换。

动能

如果一个物体能够对另一个物体做功，这个物体就具有能量。风能够吹动船帆使船航行，对船做功，说明风具有能量。流动的水可以推动水轮机转动，对水轮机做功，表明流水具有能量。

运动的物体具有的能量叫动能（kinetic energy），物体动能的大小可以表现为它对其他物体所能做的功的大小。物体动能越大，它能够对其他物体做的功就越大；动能越小，它能够对其他物体做的功就越小。

实验和理论研究证明，物体动能的大小与它的质量和运动速度都有关系。质量越大，速度越大，物体的动能就越大。满载货车与空载货车以相同速度行驶，满载货车的动能就大，因为它的质量大。在高速公路上的小汽车快速行驶时比慢速行驶时动能要大得多，因为快速行驶时它的速度大。



图5.4.1　高速行驶的列车具有动能

微信公众号：电子课本大全

高速行驶的列车，因其质量大速度也大，动能很大。当它停靠在站台旁时，速度等于零，动能也就等于零。

势能

一个物体放在离地面有一定高度的位置，释放后在下落过程中就能够对其他物体做功，例如打桩机举到高处的重锤，下落时能把水泥桩柱打进地里。

因被举高而能够做功的物体所具有的能量，叫做重力势能。



图5.4.2　重锤打桩

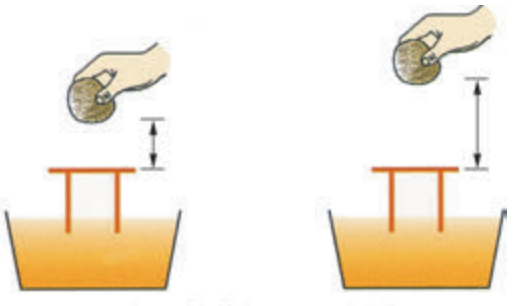
当物体被拉伸、压缩或弯曲发生弹性形变时所具有的能叫做弹性势能。弹性势能的大小与物体的弹性形变程度有关。张开的弓具有弹性势能，可以对箭做功，弓发生的形变越大，它具有的弹性势能就越大。重力势能和弹性势能都属于势能（potential energy）。

动能和势能在国际单位制中的单位都是焦耳，简称焦，用符号J表示。

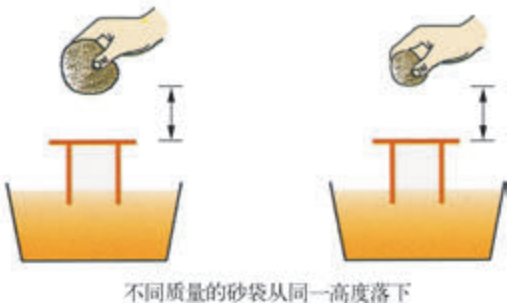
微信公众号：电子课本大全



活动　物体重力势能的大小与哪些因素有关



相同质量的砂袋从不同高度落下



不同质量的砂袋从同一高度落下

图 5.4.3

材料：小砂袋，大砂袋，用长铁钉做成四脚的小方凳，一盆细砂。

1. 把小方凳正放在细砂上，用手压凳面，压力越大，铁钉陷入细砂越深，说明手对它做的功就越大。

2. 把小方凳放在细砂上，在凳面正上方分别从不同高度释放相同质量的砂袋，观察并比较铁钉下陷的深度。你能发现什么？

3. 把小方凳放在细砂上，在它的正上方从同一高度分别释放不同质量的大、小砂袋，观察并比较铁钉下陷的深度。你能发现什么？

实验表明，物体的重力势能跟物体的质量和所处的高度有关。物体的质量越大，被举得越高，重力势能就越大。因此打桩机打桩时，常常使用很重的重锤，并且高高举起，使其获得较大的重力势能。

一个物体可以既有动能，又有势能。例如，起重机吊起重物过程中，重物因运动而具有动能，又因离地面有一定高度而又有重力势能。

动能和势能统称为机械能（mechanical energy），机械能是最常见的一种能量。

动能与势能的相互转换



活动　观察小球摆动

一小球用细绳系住，绳的另一端固定，将小球拉离平衡位置后释放。观察它的来回摆动。比较它在最低点和最高点的动能与重力势能的大小。

微信公众号：电子课本大全

在小球摆动的过程中，它的重力势能和动能可以相互转换。小球从最低点向最高点运动的过程中，高度越来越大，速度越来越小；高度增加表示重力势能增大，速度减小表示动能减小，这时动能转换为重力势能。物体从最高点向最低点运动的过程中，高度越来越小，速度越来越大；高度减少表示重力势能减小，速度增大表示动能增大，这时重力势能转换为动能。

如果没有空气阻力，那么小球在摆动的过程中，动能与重力势能之和保持不变，即总的机械能守恒。

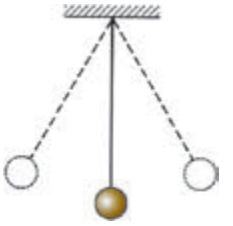


图5.4.4　小球的摆动



思考与讨论

如图5.4.5所示，游乐场中的过山车是靠它的重力势能与动能相互转换而行驶的。分析人在最高点、最低点和中部位置时，重力势能和动能的大小及其相互转换情况。



图5.4.5　过山车

微信公众号：电子课本大全



1. 在水平公路上一辆装满货物的卡车和一辆小汽车以相同的速度行驶，它们的动能相等吗？它们的势能相等吗？机械能相等吗？

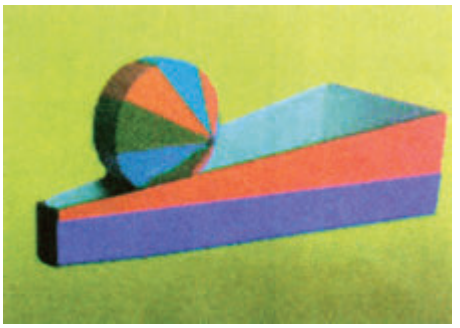


图5.4.6　滚动体的运动

2. 跳伞运动员在空中匀速降落的过程中，动能是否变化？势能是否变化？机械能是否变化？

3. 跳水运动员在离开跳台向水面下落的过程中，速度越来越快，他的动能与势能如何变化？

4. 在《科学》（七年级）（上）“走近科学”的学习中，我们观察了倾斜轨道上滚动的滚动体（图5.4.6）。你能用动能和势能可以相互转换的道理，对它的运动过程进行分析吗？



本章学到了什么

1. 复杂机械由简单机械组成，杠杆、滑轮、斜面等都是简单机械。
2. 杠杆的平衡条件是：

$$\text{动力} \times \text{动力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$$

根据动力臂与阻力臂的大小关系可分为省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆。

3. 滑轮有定滑轮、动滑轮和滑轮组。使用定滑轮提升重物不省力，但可以改变力的方向。使用动滑轮提升重物可以省一半力，但不改变力的方向。
4. 力与物体在力的方向上通过的距离的乘积叫做功，它的计算公式为：

$$W = Fs$$

在国际单位制中，功的单位是焦耳，用符号J表示。

5. 科学上用所做的功与所用时间的比表示做功的快慢，叫做功率，它的计算公式为：

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

微信公众号：电子课本大全

在国际单位制中，功的单位是瓦特，用符号W表示。

6. 机械效率定义为有用功与总功的比值，计算公式为：

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

7. 运动物体具有的能量叫做动能，它的大小与物体的质量和速度有关。物体的质量越大、速度越大，它具有的动能就越大。在国际单位制中，动能的单位是焦耳。
8. 重力势能和弹性势能是常见的两种势能。物体由于被举高而具有的能量叫做重力势能，物体的质量越大，被举得越高，重力势能就越大。发生弹性形变的物体具有的能量叫做弹性势能，弹性形变越大，弹性势能就越大。在国际单位制中，势能的单位是焦耳。
9. 动能和势能可以相互转换，动能和势能统称为机械能。

微信公众号：电子课本大全

第6章

电　能

现代社会离不开电能。电能传输方便，动力强大。电能广泛使用于工农业生产、交通运输、国防等部门以及广播、电视、互联网等通信系统乃至日常生活中。电能的广泛采用具有划时代的意义，加速了人类社会的发展，改变了人们物质生活和精神生活的面貌。



微信公众号：电子课本大全

1 电能的获得和转化

电磁感应现象的发现，为发电机的设计制造以获得持续电流奠定了理论基础。

电流通过导体时，会发生多种效应，如磁效应、热效应和化学效应等。在磁场中的通电导体还会受到力的作用，在发生这些现象的过程中通过电流做功，实现了电能与其他形式能的转化。

电能的获得



活动 观察发电机模型的工作情况

观察手摇发电机模型（图6.1.1）。不摇动手柄时，小灯泡不发光；摇动手柄时，小灯泡发光。通过小灯泡的电流是从哪里来的？

观察手摇发电机模型的主要结构。它的固定部分（定子）是一块蹄形磁铁，它的转动部分（转子）是一个线圈。你能根据电磁感应原理解释发电机转子转动时线圈中产生电流的原因吗？

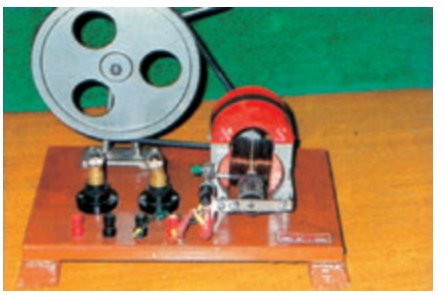


图6.1.1　手摇发电机

发电机（dynamo）是根据电磁感应原理设计制造的。在外力带动下，让发电机的转子在磁场中连续做切割磁感线运动，这样，在发电机的线圈中就能持续不断地产生感应电流。如图6.1.2所示的发电机，它在汽轮机带动下转动发电，为生活、工农业生产、科技和国防事业提供电能。



图6.1.2　汽轮发电机

微信公众号：电子课本大全



图6.1.3　轻轨列车

从能的转化观点来看，发电机是一种把机械能转化为电能的装置。

人们在生产和生活中的用电，可分为动力用电和照明用电两大类，这两类电路在工作时，都存在着电能的转化。图6.1.3是穿梭在城市高楼间的轻轨列车，它是以电力驱动的低污染列车。现在我们来研究作为轻轨列车动力的直流电动机通电后为什么会转动的道理。

安培力



活动　观察通电导体在磁场中的受力情况

1. 观察图6.1.4所示的实验装置，把矩形线圈的一条边放在蹄形磁铁的两极间的磁场中，线圈两端通过开关与电源相连接。若把开关闭合，观察线圈会发生什么现象？

2. 若改变通入线圈的电流方向，重复实验，则如何？

3. 若不改变电流方向，而使蹄形磁铁的磁极位置上下对调，即改变通电线圈所处的磁场方向，重复实验，则又如何？



图6.1.4　通电导体在磁场中受到安培力作用

以上活动中观察到的现象，早在1820年就为法国物理学家安培所关注，并进行了深入研究。在大量实验事实基础上，安培归纳出通电导体在磁场中受到的磁场力的规律，并指出这是通电导体的磁场与磁铁磁场相互作用的结果。为了纪念安培的贡献，后人就把通电导体在磁场中受到的作用力叫做安培力，安培力的方向与通电导体所在的磁场方向以及导体中的电流方向均有关。

微信公众号：电子课本大全



阅读　安培力的大小与方向

实验表明，通电导体在磁场中受到的安培力的大小与磁场强弱、电流大小以及在磁场中的导体长度都成正比，还与磁场方向和电流方向的夹角大小有关。若夹角为0° 或180° ，即通电导体平行于磁场方向放置，则安培力等于零；若磁场方向和电流方向的夹角为90° ，即通电导体垂直于磁场方向放置，则导体受到的安培力最大。

导体受到的安培力的方向与磁场方向、电流方向的关系可用左手定则表示：伸开左手，让磁感线从手心穿入，使伸直的四指所指方向与导体中的电流方向一致，则与四指垂直的大拇指所指方向就是导体受到的安培力的方向。

直流电动机



活动　观察通电线圈在磁场中的转动

1. 图6.1.5中有一个小型线圈，它能放在蹄形磁铁两极间的磁场中，若给线圈通以电流，观察将有什么现象发生。

2. 若改变通入线圈的电流方向，则又如何？

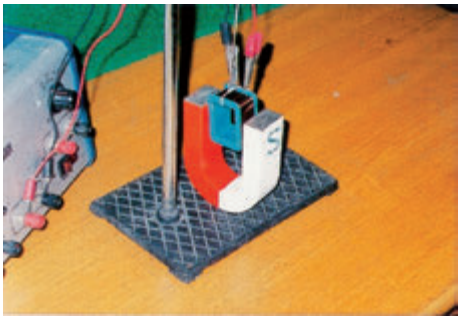


图6.1.5　放在蹄形磁铁两极间的线圈

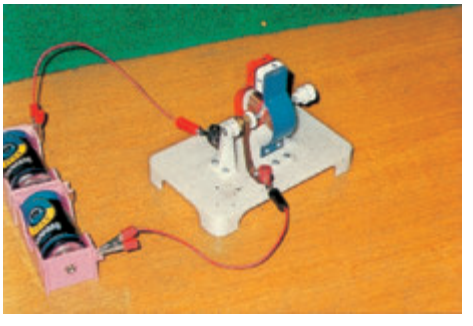


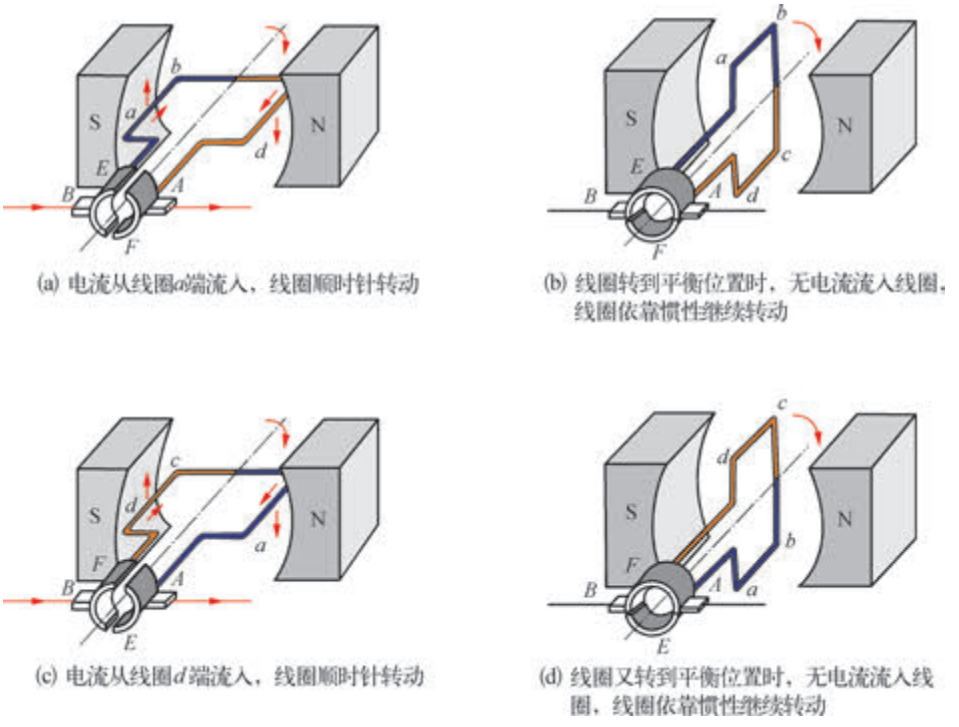
图6.1.6　直流电动机模型

3. 观察直流电动机模型（图6.1.6）。通电后，电枢线圈向什么方向转动？若改变通入电枢线圈的电流方向，其转向有什么不同？

微信公众号：电子课本大全

以上实验表明，通电线圈在磁场中会发生转动，这一现象给人以启示，利用这样的装置可以得到机械能，直流电动机就是根据这一原理设计制造的。然而作为可以实际使用的电动机，必须解决两个问题：一是这样的一个简单装置不能使线圈连续转动，线圈平面从平行于磁场方向的位置转过90° 角，到达线圈平面与磁场方向垂直的位置时，它就无法继续转动了；二是要解决如果线圈能连续转动，线圈两端的输电导线会发生缠绕的问题。科技人员想出了一个巧妙的办法，每当线圈即将转到平衡位置时，切断通入线圈的电流，让它利用惯性转过平衡位置后，立即改变通入线圈的电流方向，这样便能使线圈向一个方向连续转动了。换向器就是在这样的想法下设计出来的。它是由固定在电枢线圈转轴上的两个彼此绝缘的半圆金属环所组成，这两个半圆金属环分别与电枢线圈的两端相连接，电流通过与换向器接触的两个电刷（brush）流入电枢线圈。利用换向器与电刷的接触方式，既解决了线圈的连续转动问题，同时也解决了输电导线缠绕的问题。

图6.1.7是说明换向器作用的示意图，线圈两端分别焊接在换向器两个彼此绝缘的铜片E、F上，图中A、B为固定的两个电刷，通过电刷输入电流。



(a) 电流从线圈a端流入，线圈顺时针转动

(b) 线圈转到平衡位置时，无电流流入线圈，线圈依靠惯性继续转动

(c) 电流从线圈d端流入，线圈顺时针转动

(d) 线圈又转到平衡位置时，无电流流入线圈，线圈依靠惯性继续转动

图6.1.7　换向器的工作原理示意图

微信公众号：电子课本大全

学生实验　安装直流电动机模型

实验目的

学习安装直流电动机模型，了解直流电动机的转动原理。

实验器材

直流电动机模型配件，电池组或低压直流电源（电压3~4.5 V），滑动变阻器，开关，导线，螺丝刀。

实验步骤

1. 观察直流电动机模型的各主要部件（图6.1.8），识别电枢线圈（转子）、换向器、电刷、产生磁场的定子等。

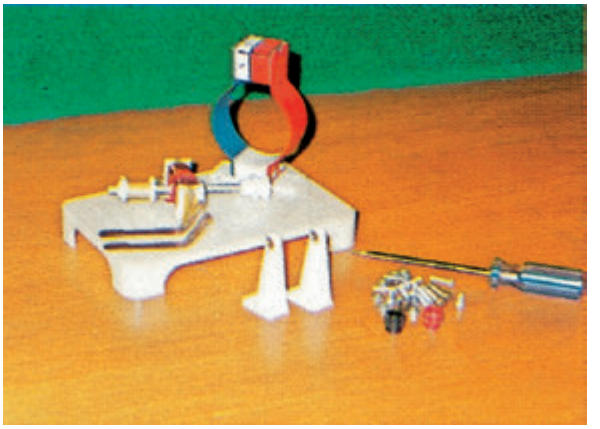


图6.1.8　直流电动机模型的各主要部件

2. 参照图6.1.6，把直流电动机模型安装起来，先安装转子，把转子两端套在两个支架的插孔中，把支架用螺丝固定在底座上。

3. 然后安装两个电刷，用螺丝把它们固定在底座上时，要使它们与换向器有良好接触，但不要压得太紧，以免造成转子转动不灵活，同时把连接导线的接线柱装好。

4. 最后安装定子，用螺丝把它固定在底座上时，要注意用手把转子转动一下，看看电枢线圈与定子间的相对位置是否恰当。

5. 检查一下电动机模型整体安装是否符合要求，是否有部件遗漏，螺丝是否都拧紧了，然后调节转子位置，使两个电刷恰好分别与换向器的两个半圆金属环相接触。

6. 按电路图（图6.1.9），把直流电动机模型、滑动变阻器、开关和电源用导线连接起来。闭合开关，用手帮助转动一下转子，观察转子是否会连续转动。若不转动，立即断开开关，检查电路连接情况以及电刷与换向器的接触是否良好，再进行试验。直到电动机模型能正常运转，记住这时转子的转向。

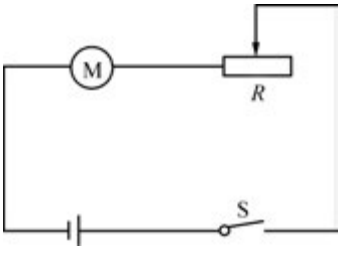


图6.1.9　实验电路图

7. 如果改变流入电枢线圈的电流方向，重复试验，观察转子的转向有什么不同。

8. 如果把定子上方磁铁的磁极位置对调，重复试验，观察转子的转向会有什么不同。

9. 在电动机模型转动的情况下，如果适当改变滑动变阻器滑片的位置，观察电动机的转速有什么变化。这一变化说明了什么？

10. 实验结束后，要将直流电动机模型的各部件小心拆卸开来，放在指定的盒中。在使用螺丝刀安装和拆卸各部件时，要留神操作，避免手指受伤。

微信公众号：电子课本大全

以上讨论和分析的以及在实验中安装的电动机，都是使用直流电源供电的，所以叫做直流电动机（DC electric motor）。实际使用的直流电动机为了使转动均匀，它的电枢线圈有许多组，结构比较复杂，但它的基本结构和工作原理与我们安装的直流电动机模型是相同的。

电动机通电后即产生机械转动，实现从电能到机械能的转化，所以从能的转化观点来看，电动机是把电能转化为机械能的装置。直流电动机具有结构简单，启动快，倒转、变速方便的特点，与内燃机比较，还具有高效率、低噪声、无尾气排放等明显优点。直流电动机广泛应用于交通运输工具，如作为电气列车、地铁等轻轨列车以及无轨电车、电动汽车、电动自行车等车辆的动力设备。





图6.1.10　使用直流电动机的交通工具



思考与讨论

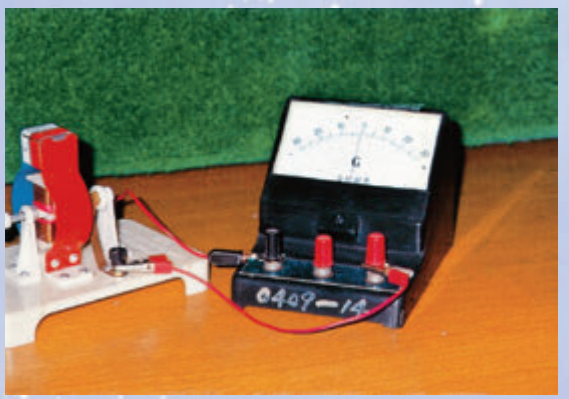


图6.1.11　直流电动机

1. 为什么说直流电动机具有启动快、倒转和变速方便的特点？

2. 若把直流电动机模型上的两个接线柱用导线连接在灵敏电流计上组成闭合电路（图6.1.11），则

（1）用手指转动电动机的电枢线圈时，猜想会有什么现象产生。

（2）这时的电动机已转换成

微信公众号：电子课本大全

什么角色？从能的转化观点来看，它实现着怎样的能量转化过程？

（3）若使电枢线圈向一个方向连续转动，灵敏电流计指针的偏转方向将发生怎样的变化？

3. 图6.1.12所示的是自行车上的“摩电灯”，依靠自行车车轮的转动带动“摩电灯”上端的转轮转动，就能使车头上的照明灯发光。你能猜想出“摩电灯”内部的结构吗？它是一个电动机还是一个发电机？



图6.1.12　摩电灯

电流热效应及其应用



活动　感受电流通过导体时的发热现象

1. 将各实验器材按电路图（图6.1.13）连接成实验电路，图中R为一线绕电阻，阻值约为10 Ω，电池组电压4.5 V，电流表采用0~0.6 A量程。

2. 闭合开关，观察电流表读数，并用滑动变阻器调节控制电流不超过0.3 A。通电20 s，断开开关，用手指触摸电阻R，你有什么感觉？

3. 断开开关，待R冷却后，再闭合开关改变滑动变阻器滑片的位置，使通过R的电流增大1倍，通电20 s，再次触摸电阻R，你的感觉有什么不同？

4. 如果不改变电流，使通电时间增加1倍，则又如何？

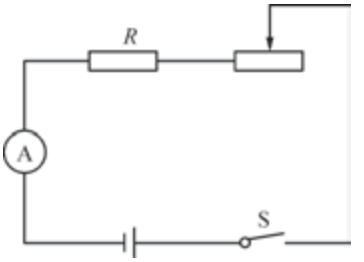


图6.1.13　电路图

电流通过导体时，导体会发热的现象叫做电流的热效应。这是电能转化为内能的过程。研究表明，电流通过导体产生的热与电流大小、导体的电阻以及通电的时间都有关。

生产和生活中广泛使用的白炽灯（图6.1.14），是利用了电流的热效应。当电流通过抽去空气的灯泡中的钨丝时，钨丝发热达到白炽状态，温度可达

微信公众号：电子课本大全



2 800℃，于是产生发光现象。

炼钢工业中的电炉炼钢，利用电弧放电时产生的1×10^4℃高温，熔化铁及其他原料以冶炼特种钢；宇航员穿着的宇航服内保持恒温的装置，家用的电熨斗、电烤箱等（图6.1.15）电热设备也都是利用了电流的热效应。

图6.1.14　白炽灯





图6.1.15　各种家用电热器

科学 技术 社会 环境　**电的应用与社会发展**

1831年8月29日，法拉第发现了电磁感应现象，同年10月28日，法拉第又制成了圆盘发电机（图6.1.16）。他将一铜盘放在电磁铁的两磁极间，从铜盘的轴心和边缘引出两根导线，当转动铜盘时，接通的两根导线上就有电流通过，这就是最原始的发电机。

19世纪中叶，涌现出大量有关电和电磁应用的发明和设计，各类设计样品层出不穷，设计者们相互受到启迪，产品性能不断得到改进。越来越体现出实用意义与价值的电磁产品，为社会各界普遍接受，推动了社会向电气化发展。

其间有两位发明家特别值得一提，一位是德国发明家

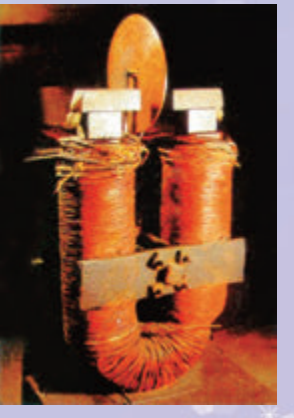


图6.1.16　圆盘发电机

微信公众号：电子课本大全

西门子(E. W. von Siemens, 1816—1892),他于1866年,提出在感应电机中用电磁铁取代永久磁铁,并发明了自激励发电机,大大提高了发电效率,这一技术开创了电机发展的新阶段。



图6.1.17 爱迪生

1873年,西门子当选为柏林科学院院士,1879年在柏林举办的贸易展览会上,展示了世界上最早的有轨电车。

另一位是美国发明家爱迪生(T. A. Edison, 1847—1931),他自幼在家接受当过教师的母亲的教育。爱迪生对物理、化学特别喜爱,他在家中的地窖里还建起一座化学实验室。后来爱迪生在列车上卖过报,他把实验室搬到列车的行李车上,空余时间就看书,做实验,利用一切条件勤奋学习,搞发明创造。

1868年,爱迪生发明了电动选举记录器;1873年他设计制造了二重发报机,能在一条线路上发两个消息,1874年他又制造出四重发报机。



图6.1.18 爱迪生制造的白炽灯泡

1877—1878年,爱迪生发明了碳精受话器,改良了电话机,使送话距离达107英里[1英里(mile)约等于1.6 km],同一时期他还发明了留声机。

为了提高白炽灯的使用寿命,爱迪生对白炽灯的灯丝材料进行了长期的实验改进,他把灯泡抽成真空,先后找了1600多种耐热材料,做了几千次试验,最后,在1879年10月,他用碳丝做成的白炽灯连续点亮了15个小时,制成了第一个可供实用的电灯(图6.1.18)。他还对并联电路、保险丝、绝缘材料、铜线导电网络等进行了系统研究,为普及电气设备的广泛使用做了大量基础工作。

1883年3月,爱迪生发现炽热灯丝发射热电子的现象,后人称之为“爱迪生效应”。1888年,他发明了电影摄影机。

爱迪生一生中取得了一千多项专利。1928年,美国政府为了表彰他在推动电气化进程方面的突出贡献,使人们的文化生活得到大大改观,授予他国会金质特别奖章。

微信公众号:电子课本大全

小资料　交流电的有效值

由于输电的方便，发电厂都以交流电（AC）作为工业和民用的电力供应。交流电是大小和方向都随时间周期性变化的电流。我国民用照明电路的电压规定为220 V，频率为50 Hz，即交流发电机的电枢线圈每分钟转动3 000次。人们平时所说家庭电路的电压为220 V是指交流电压的有效值，所谓有效值是指交流电与某一直流电相比较，在相同时间内在同一电阻上产生的热量相等；这就是说交流电的有效值是从与直流电产生相同的热效应来定义的，平时所说的某一交流电压值或交流电流值都是指交流电的有效值。

思考与讨论

1. 猜想一下：日光灯、节能灯（图6.1.19）它们是利用电流热效应发光的吗？

2. 你家里除白炽灯外还使用哪些电热设备？

3. 洗发后，用“电吹风”（图6.1.20）的热风挡吹干头发时，利用了电流的哪些效应，你能猜想出它内部的基本结构吗？它工作时电能转化成了什么形式的能量？



图6.1.19　节能灯



图6.1.20　电吹风

微信公众号：电子课本大全

科学家小汪　焦耳

英国物理学家焦耳(J. P. Joule, 1818—1889)。他的父亲是一家酿酒厂的厂主,焦耳从小因体弱不能上学,在家跟父亲学习酿酒,空闲时间自学化学、物理,他对实验特别感兴趣,焦耳是一位靠自学成才的科学家。



图6.1.21　焦耳

焦耳于1840年发表文章,介绍他用四种实验方法测定热和功转换的数量关系,其中一种方法是利用通电金属丝放出的热量使水被加热,根据水温的升高算出水所吸收的热量,从而发现通电导体产生的热量Q与通过导体的电流I的平方、导体的电阻R和通电时间t成正比,用公式表示,可写成:

$$Q=I^2Rt$$

这一实验结论后被命名为焦耳定律。

1843年,焦耳写了《水电解放热》一文,指出不论仪器如何安排,线路中所需的全部热量,等于电池化学变化所放出的能量。同年他又发表文章明确指出,自然界的能量是不能消灭的,什么地方消耗了机械能,总能得到相当的热量。这导致建立了能量守恒定律。

为纪念焦耳在热学、电学和热力学方面的贡献,国际单位制中把能、功以及热量的单位统一规定为焦耳,简称焦(J)。

电流的化学效应

电解水实验中阴极放出氢气,阳极放出氧气就是电流化学效应的一个典型例子,在电流的化学效应中存在着电能和化学能的转化。

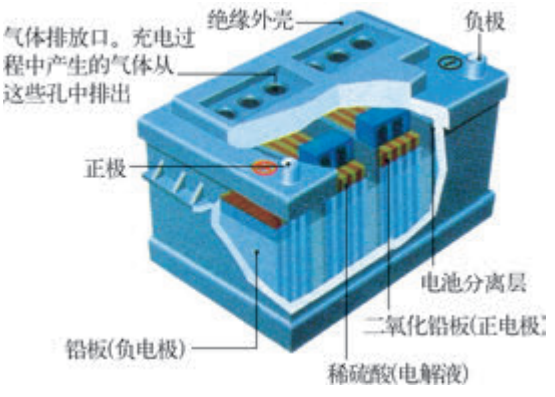


图6.1.22　铅蓄电池

实验室与我们日常生活中常用的铅蓄电池,则是电能与化学能可以双向转换的装置。蓄电池充电时,电能转化为化学能,蓄电池放电时,化学能转化为电能。还有我们平时用的干电池则是利用化学能转化为电能的电源装置。这些电池均与电流的化学效应相关。

微信公众号:电子课本大全



1. 按下手电筒开关，小灯泡立即发光，试讨论其中发生了哪些能量转化过程。

2. 将铜片和锌片插入一只柠檬或土豆中，便可组成简单电池。把一电压表接在铜片和锌片间，电压表指针会发生偏转，试讨论其中发生了哪些能量转化过程。

3. 在2012年某市第27届青少年科技创新大赛中，一名中学生发明了燃气热水器水流供电打火装置。这个装置可以让燃气热水器再也不用电池，既省钱又环保。据发明者介绍，他制作了一个“水流发电机”放在热水器的入水口，里面有一个涡轮。当自来水冲击涡轮转动时，转动的涡轮带动小型发电机发电，电压可达3 V，供给热水器点火装置完成点火。请讨论该装置点火过程中的能量转化情况。

微信公众号：电子课本大全

2 电能的量度

人们大量使用电力，电能可以转化为人们所需要的各种形式的能量，使用十分方便。生活中每个用电家庭都要向电力公司缴纳电费。电费怎样计算？消耗的电能是如何度量的呢？

电功

建造楼房时需要把建筑材料从地面搬运到高处，比如在楼房不高的情况下，砌墙面所用的砖块工人们就用人力搬运，或者用定滑轮、滑轮组把砖块搬上去。把砖块举高的过程也就是人力对砖块做功的过程，对砖块做多少功，砖块就增加多少机械能。

在建筑高楼时，人们用起重机把砖块等建筑材料举高（图6.2.1），这是利用电动机提供动力以代替人力做功。各种利用电动机做功的机械或动力设备工作时，实际上都是电流做功的过程，存在着电能的转化。



图6.2.1　起重机举高重物

电流所做的功，简称电功。通过电流做功的过程实现着电能和其他形式能的转化，电流做了多少功就是转化出多少电能的量度。

实验结果和理论研究表明：电流在某段电路上做的功等于该电路两端的电压、电路中的电流和通电时间的乘积，计算电功的公式是：

$$W = UIt$$

式中电压U用伏（V）做单位，电流I用安（A）做单位，时间t用秒（s）做单位，在国际单位制中电功W的单位就是焦（J）。

【例题】 手电筒工作时，使用两节干电池串联而成的电池组作电源，测得通

微信公众号：电子课本大全

过小灯泡灯丝的电流为0.3 A，则通电1 min有多少电能被转化？

【解】 这个例子中电流通过小灯泡灯丝时，灯丝发热发光，是电能转化为内能和光能的过程，1 min内转化的电能等于1 min内电流通过灯丝做的功。灯丝两端的电压U=2×1.5 V=3 V，通过电流I=0.3 A，通电时间t=1 min=60 s。

电流所做功 $W = UIt$

$= 3 \times 0.3 \times 60$ J=54 J

即1 min内转化的电能为54 J。

电功率



思考与讨论

1. 上例中的小灯泡在1 s内转化的电能为多大？

2. 一个家用白炽灯泡的电压为220 V，正常工作时通过的电流为0.18 A，则该灯泡在1 s内转化的电能为多大？

3. 以上两题讨论的都是电能转化为内能和光能的实例，可以看出第2题中白炽灯每秒钟转化的电能是第1题中小灯泡的44倍。这说明了什么？

电流通过不同的用电器做功时，存在着做功快慢的差别，如电流通过手电筒小灯泡灯丝时每秒内做功只有0.9 J，电流通过家用白炽灯每秒内做功约为数十焦，电流通过电车电动机每秒内做功可达上百千焦。电流做功的快慢，表示了电能转化的快慢。

为描述电流做功的快慢，引入电功率的概念。

电流在单位时间内所做的功，叫做电功率（electric power），电功率用P表示，公式为：

$$P = UI$$

电功率的单位由电压单位伏（V）和电流单位安（A）组成，在国际单位制中，电功率的单位与机械功率的单位相同，同为瓦特，简称瓦，符号是W。

常用的电功率单位还有千瓦（kW）、兆瓦（MW）等。

微信公众号：电子课本大全



1. 试写出功率单位千瓦(kW)、兆瓦(MW)、毫瓦(mW)与瓦(W)之间的换算关系。

2. 在工业生产和家庭用电中常用“千瓦时”(kW·h)作为电能的单位,试推算kW·h与J间的换算关系。

3. 有一种电冰箱,它的主要技术参数表中有一栏叫做“耗电量”(kW·h/24 h),数据是“0.66”,你能解释这是表示什么意义吗?耗电量是指什么?为什么这种电冰箱的主要技术参数中不给出功率值?

4. 若某牌号MP3正常工作时的功率为0.5 W,则连续播放60 s,消耗的电能为多少?



一些家用电器的电功率

液晶电子手表	<10 mW	红外线取暖器	400~800 W
电风扇	60~80 W	电饭煲	700~900 W
家用白炽灯泡	15~100 W	微波炉	700~800 W
电视机	80~180 W	挂壁式空调器	1.1~2.0 kW
家用洗衣机	270~300 W	电热水器	1.5~2.5 kW

用电器的额定功率



阅读家用电器说明书

任何正规工厂生产的家用电器都配有使用说明书,介绍产品的主要技术参数。其中有一项应特别引起使用者的注意,这就是用电器的额定电压值。看一下你阅读的这份说明书所介绍的

微信公众号:电子课本大全



该用电器的额定电压值是多大。你感兴趣的还有哪几项技术参数？你是否看到还有一项叫做额定功率的值？

图6.2.2　用电器上标出的额定值

用电器的额定电压表明该用电器在这一规定的电压下能够正常工作，用电器在额定电压下工作时消耗的电功率叫做额定功率（rated power）。

我国规定各生产厂家生产的家用电器的额定电压值应与我国照明电路电压一致，即等于220 V。在用电高峰时，电网负荷很大，照明电路电压将会降低，如果电压降得过低，家用电器就不能正常工作，如白炽灯变暗，日光灯不能启动，用电器的实际功率将低于其额定值。有时晚间电网负荷较小，照明电路电压会高于220 V，电压过高时家用电器也不能正常工作，实际功率将高于其额定值，这两种情况都是应该设法避免的。



瓦特

瓦特（J. Watt，1736—1819）是苏格兰发明家，他并没有受过系统教育，但他在父亲做工的工厂里学到许多有关机械制造的知识，后来瓦特又到伦敦的一家钟表店当学徒。

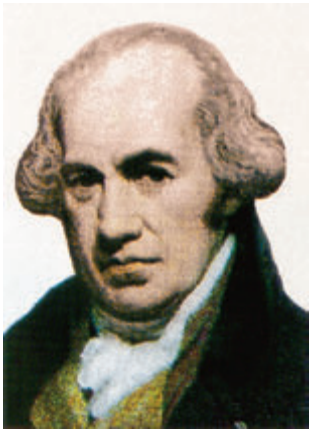


图6.2.3　瓦特

1763年，瓦特到格拉斯哥大学从事修理教学仪器的工作，在大学里他有机会经常和教授们讨论有关的理论和技术问题。有一次有一台纽可门蒸汽机损坏了，要瓦特修复，瓦特借此机会弄清了这种蒸汽机的工作原理。这是一种效率极低的蒸汽机，它利用进入气缸的蒸汽压力把活塞推向一边，接着利用冷水使进入气缸的蒸汽液化，形成局部真空，在大气压力作用下把活塞推回。1765年，瓦特设计了一个与气缸分离的冷凝器，使气缸一直保持高温，使蒸汽机效率提高。1781年，瓦特又设计制造了往复式蒸汽机，使进入气缸的蒸汽从活塞两侧轮番推动活塞运动，并采用曲柄连杆机构，使活塞沿直线的往复运动转变为飞轮的旋转

微信公众号：电子课本大全

运动，且设计了离心式节速计，利用反馈原理控制蒸汽机的转速。经过这一系列的技术改革，进一步提高了蒸汽机的效率，其实用价值很快为各工业部门认可并加以采用，为第一次工业革命铺平了道路。由于瓦特对蒸汽机的改进作出了重大贡献，1785年，他被选为英国皇家学会会员。根据瓦特的往复式蒸汽机原理设计制造的蒸汽机车，虽然效率不高，但具有结构简单、运行可靠、维护方便的优点，在全世界范围内，特别是在矿山、山区旅游等短途运输路线上一直沿用至今 。

为纪念瓦特，国际单位制中规定以“瓦特”为功率的单位。

学生实验　测定小灯泡的电功率

实验目的

测定小灯泡的额定功率以及小灯泡在工作电压低于或高于额定电压时的实际功率。

实验器材

2.5 V小灯泡（带灯座）1个，3 V电池组，电流表，电压表，滑动变阻器（25 Ω）1个，开关，导线若干。

实验步骤

1. 按电路图（图6.2.4）把各实验器材连接成实验电路，连接电路时注意开关应处于断开状态，滑动变阻器的滑片应放在使连入电路的电阻为最大的位置。

考虑一下应如何选用电压表和电流表的量程。你作出决定的根据是什么？

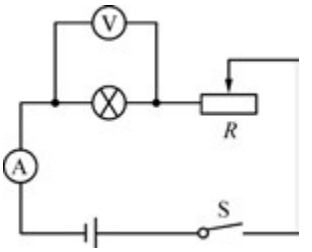


图6.2.4　实验电路图

2. 观察要测量的小灯泡的额定电压值，闭合开关，注意观察电压表的示数，然后缓慢调节变阻器的滑片位置，直到电压表读数等于小灯泡的额定电压值，记下这一数据。

3. 观察并记下这时电流表的读数，观察小灯泡正常发光的亮度。

4. 适当改变变阻器的滑片位置，使小灯泡两端的电压低于或略高于其额定电压值，分别记下这两种情况下电压表和电流表的读数，并观察小灯泡的亮度分别有怎样的变化。

5. 自己设计表格，记录有关数据，计算出小灯泡的额定功率和低于或略高于其额定值时的实际功率。

实验结论：

微信公众号：电子课本大全



1. 调查你家所有用电器的额定电压和额定功率值，由小到大列出各用电器额定功率的清单。你家里可能经常同时使用的是哪几件电器？它们的总功率约为多大？

2. 某一灯泡上标有“220 V　60 W”的字样，试计算该灯泡正常工作时，通过灯丝的电流。

3. 某小灯泡上标有“2.2 V　0.3 A”的字样，试计算其额定功率。

4. 试根据欧姆定律推导出白炽灯正常工作时它的灯丝阻值R与其额定电压U和额定功率P的关系式。

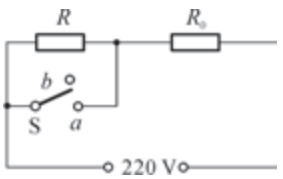


图6.2.5　第5题图

5. 小明家所用电饭煲有“a”、“b”两挡开关，其原理图如图6.2.5所示，电饭煲工作时开关能自动由“a”挡跳到“b”挡。当开关接“a”挡时，电路消耗的功率是1 100 W；当开关接“b”挡时，电路消耗的功率是22 W。小明的妈妈每天8:00离开家时连接好电饭煲开关开始煮饭，12:00回到家时断开开关，实际烧煮时间为0.5 h，其余时间为保温。问：

（1）电阻R_0的阻值是多大？

（2）小明家每天煮饭实际烧煮消耗的电能和消耗的总电能分别是多少？

（3）请你帮助小明设计一种方法测定用电高峰（电压较低）时电饭煲处于保温状态的实际功率。

6. 图6.2.4所示的电路中，如果电池组电压为4.5 V，保持不变。小灯泡额定电压为2.5 V，正常工作时的电流为0.3 A。为使小灯泡正常发光，滑动变阻器上的电压为多大？变阻器连入电路部分的电阻为多大？变阻器消耗的功率为多大？

对这组实验器材的配置你有何改进的建议？

电能表

工厂、学校和家庭等用电时，在一段时间里电流所做的功，即所消耗的电能多少用电能表（俗称火表）（图6.2.6）来量度。

电能表旧称千瓦时计，它与电压表、电流表的不同之处在于：后者表示电路在某一工作状态时的电压和电流的瞬时值。当电路的组成或负载发生改变时，电压表、电流表的示数因电路的电压、电流发生改变而随即发生相应改变。而电能表内有一计数装置，把它接入电路后，能累计记录在一段时间内该电路中电流所做的功，所用单位是千


图6.2.6　电能表

微信公众号：电子课本大全

瓦时（kW · h），俗称“度”。电能表的数字显示框最右边的数字位是0.1 kW · h。图6.2.7所示的是某家庭电路中在月初和月底电能表显示的两次读数，前后两次读数之差表示这个月内该家庭电路中电流所做的功，即所消耗的电能。这个家庭收到这个月的电费付款单的“用电量”应是50 kW · h（小数位不读，在下个月累计）。



图6.2.7　电能表示数

【例题】某家庭用户平均每天用4盏40 W的电灯5小时；看电视2小时，电视机的电功率为100 W；用功率为800 W的电饭煲煮饭40分钟。若按0.61元/kW · h计算，则每个月（30天）该家庭需支付多少电费？

【解】设该家庭每天电灯用电量为W_1，电视机用电量为W_2，电饭煲用电量为W_3。

$$W_1=P_1t_1=4\times40\times10^{-3}\times5\ \text{kW}\cdot\text{h}=0.8\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

$$W_2=P_2t_2=100\times10^{-3}\times2\ \text{kW}\cdot\text{h}=0.2\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

$$W_3=P_3t_3=800\times10^{-3}\times\frac{2}{3}\ \text{kW}\cdot\text{h}\approx0.53\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

则每月用电量为$(W_1+W_2+W_3)\times30=(0.8+0.2+0.53)\ \text{kW}\cdot\text{h}\times30=45.9\ \text{kW}\cdot\text{h}$，应付电费为$45.9\times0.61$元$\approx28$元。



1. 家用电器说明书中所介绍的产品的“耗电量”和电费付款单上所记录的“用电量”，与课本上所说的“电流做的功”或“转化的电能”指的是一回事吗？为什么会有这些不同说法？

2. 调查你家庭每天使用各类电器的功率和使用时间，列出一张表格，并估算每月的用电量约为多少。与父母商量制定出家庭节电的具体措施，并和同学们交流。

家庭电路

目前在我国使用电力已基本普及到城市、农村的每个家庭，利用电流做功给人们的工作与生活带来便捷。为了保证安全用电，我们有必要了解电是怎样进入家庭用户的。

微信公众号：电子课本大全

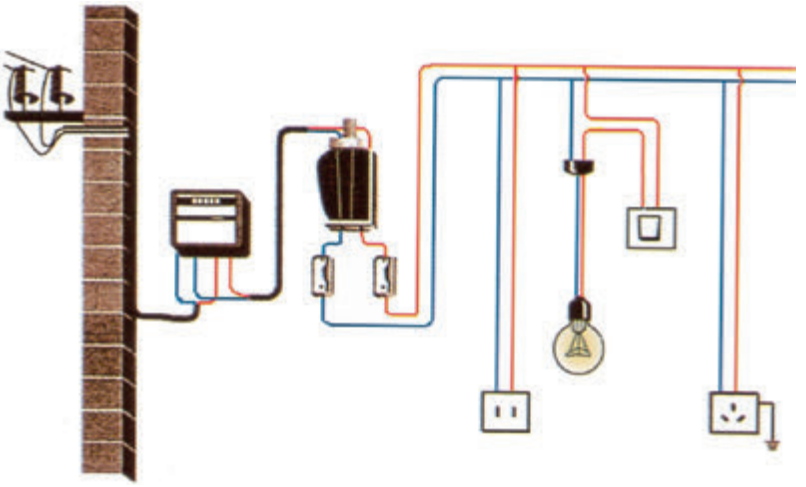


图6.2.8　家庭电路布线示意图

结合观察你家中的实际电路（注意安全！不要用手触摸）和图6.2.8的示意图，可以知道家庭电路是通过进户线与室外的入户线网（或电缆）相连接的。进户线有两根，一根是相线（俗称火线），一根是零线，它们之间的电压是220 V。零线在线网处是接地的，零线和地之间的电压为零，所以相线与地之间的电压为220 V。

进户线先接入电能表，电能表的两根出线接入闸刀开关，这是家庭电路的总开关，可以控制整个家庭电路的通断。

闸刀开关的两根出线分别连接两个熔丝盒，通过熔丝连接家庭电路的干路。家庭中使用的电灯、电扇等用电器都并联在干路上，在正常情况下电路为每个家用电器提供的电压都是220 V。



思考与讨论

观察图6.2.9所示电能表上标出的主要参数，如“220 V”、“50 Hz”。这表示什么

微信公众号：电子课本大全

意义？

表上还标有“10(20)A”的字样，表示这个电能表的额定电流为10A，而在短时间内可允许电流达到20A，因为电冰箱压缩机、洗衣机的电动机的启动电流会很大。根据以上数据心算一下，使用这个电能表的家庭用户同时使用的家用电器的总功率不应超过多少瓦。



图6.2.9　电能表、闸刀开关和熔丝盒

电流通过导体时导体发热，若电流过大，超过一定限度，温度很高的芯线会烧坏导线的绝缘外层，甚至引起火灾。为了防止由于短路、过载引起电流过大而发生事故，必须在干路上的熔丝盒里连接一段熔丝（fuse）。

熔丝（俗称保险丝），它是一种低熔点的铅、锑合金丝。当电流超过某一数值时，因熔丝的熔点低，它首先熔断、切断电路，就能起到保护电路和电能表的作用。

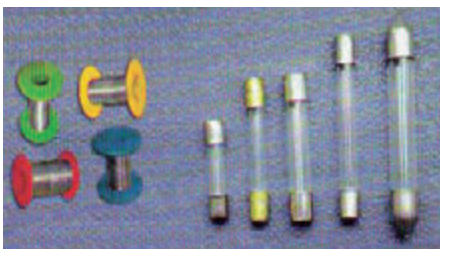


图6.2.10　熔丝

不同规格的熔丝的熔断电流值是不同的，熔丝线径越大，熔断电流值越大。一般说来，10 A的电能表应配用熔断电流为10 A的熔丝。如果在电路工作过程中熔丝熔断，首先应找出原因，若因同时使用的电器过多，即发生过载所引起，则应加以控制，减小同时使用的总瓦数；若因短路所引起，则应先找出并排除发生故障的原因，然后才换用新熔丝。在换用时切不可因怕麻烦而用更粗的熔丝，更不允许随意将铜丝或铁丝代替熔丝使用。

安全用电

相线（常用符号L表示）和零线（常用符号N表示）经电能表、闸刀开关和熔丝盒进入室内，在室内布线时，一般规定水平布线的上面一根导线是相线，下面

微信公众号：电子课本大全

一根是零线；竖直布线的右边一根导线是相线，左边一根是零线。照明灯等固定电器连接在干路上时，必须做到相线进开关，使开关断开时能切断相线与用电器的连接，以保证安全。连接在干路上的插座，则应使右边插孔的接线柱与相线相连，左边插孔的接线柱与零线相连。

插座是为移动电器（如台灯、落地扇、吸尘器等）提供电源的，为保证安全，大功率用电器（如电冰箱、洗衣机等）一般都应使用三脚插头，这就需要和干路连接的三孔插座与之配套使用，三孔插座中有三个接线柱，除右边接线柱连接相线、左边接线柱连接零线外，还有上边一个接线柱是与接地线（符号是⏚）相连的，与干路相连接的三孔插座的导线常用三芯护套线，其中一根黑色线用于连接地线。

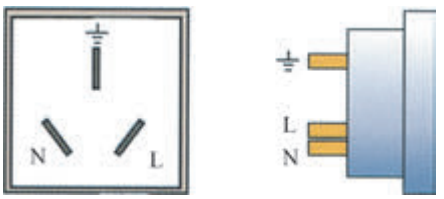


图6.2.11　三孔插座与三脚插头

三脚插头是与用电器相连接的，三脚插头也有三个相应的接线柱（图6.2.11），右边、左边两个接线柱与用电器的工作部分相连，上边的接线柱则与用电器的金属外壳相连。这样，把三脚插头插入三孔插座时，一方面用电器的工作部分将获得电压，同时把用电器的金属外壳与地相连。这样做的目的，是为了防止万一用电器进线的相线因绝缘层破损与金属外壳接通时，电将从接地线导入大地，即使人体接触用电器带电外壳，因人体电阻远大于接地线电阻，人体中的分电流几近于零，避免了触电事故的发生。

测电笔是每个家庭必备的测试工具（图6.2.12），用它可以辨别相线和零线，还可检测各用电器和插座与干路的连接是否正确，以及家庭电路是否有电等。

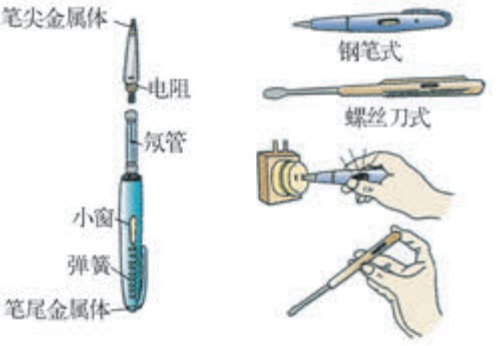


图6.2.12　测电笔的构造与使用

测电笔是由串接在一起的笔尖金属体、炭质电阻、氖管、弹簧和笔尾金属体所组成。使用时手应接触笔尾金属体，但不准与笔尖金属体相接触。把笔尖金属体插入插座的插孔中，如果氖管发出红光，则表明该插孔与相线相连接；插入另一插孔中，氖管不应发光，表示是零线。如果测电笔先后插入插座的左、右插孔，氖管都不发光，表明电路无电压，则应检查熔丝盒中的熔丝是否已熔断。

微信公众号：电子课本大全



阅读　防止人体触电事故的发生

人体触电是指当人体的一部分接触相线，人体的另一部分与地相接，人体成为电流的通路，这就是触电。

人体触电时若电流稍大，通电时间稍长，就会使心脏麻痹停跳而导致死亡，一般认为通过人体心脏的电流达到30 mA，时间达1 5 s，就会导致死亡。

若人的左手接触相线，双脚接地，这是最危险的[图6.2.13(a)]，在最不利的情况下人体电阻约为1 000 Ω，这时通过心脏部位的电流高达220 mA，立即危及生命。

若人站在绝缘凳上，但左、右手分别接触相线和零线，则电流将从两臂及胸部通过人体[图6.2.13(b)]，虽流经心脏部位的电流小于220 mA，但同样是严重危及生命的触电事故。

为防止触电事故的发生，必须避免人体直接与相线接触，需要检修电器及电路时必须切断电源，严禁带电操作。

在生活中要注意爱护输电导线，不要在输电导线上晾晒衣物，不要在输电导线附近放风筝，不要用湿布揩拭电器，不要用湿手操作电气开关。

发现有人接触相线而触电，切不可用手去拉触电者，首先应拉下闸刀开关切断电源，若在室外则应用干燥木棒或竹竿挑开与触电者接触的相线，使触电者尽快脱离电源，然后派人报警，同时立即对停止呼吸的触电者施行人工呼吸，直至救护人员抵达。

若在室外看到有高压输电导线从输电线架上断裂掉落在地下时，切不可走近，应立即报警，并守候在附近警告他人不要走近，以免因很大的跨步电压而造成触电事故。

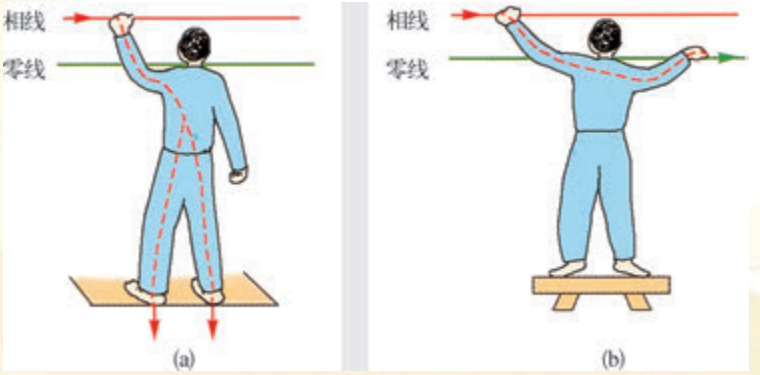


图6.2.13　人体触电

微信公众号：电子课本大全



1. 当用电器的工作电压为其额定值时，其实际功率将是它的额定功率的多少倍？

2. 有两个电阻R_1、R_2，已知R_1：R_2=1∶2，现将它们串联后接在某电路中，求R_1、R_2上消耗的电功率之比。若将R_1、R_2并联起来接入电路中，则R_1、R_2上的电功率之比为多大？

3. 小明家的电能表标有“3000 r/kW·h”，这表明每消耗1 kW·h的电能，该电能表的转盘转数为3000转。一次小明做如下实验：只让自己房间里的一只灯泡工作，测出电能表转盘3分钟内转了15转，请利用上述数据，算出小明房间里这只灯泡在这段时间内消耗的电能为多少？灯泡的功率约为多大？

4. 某学校的教学楼有30间教室，每间教室装有8盏功率为40W的日光灯，如果所有教室每天少开半小时灯，则一个月（除去双休日按22天计算）能节电多少？

5. 起重机把0.4 t的建筑材料以5 m/s的速度匀速举高，为起重机提供动力的电动机的功率至少应大于多少千瓦？

6. 我们做电学实验时，一般用电池组或使用低压直流电源供电，所接触到的电压都低于24 V。为什么这一数值的电压对人体是安全的？



本章学到了什么

1. 通电导体在磁场中会受到磁场力——安培力的作用。安培力的方向与磁场方向、电流方向有关，这一事实是设计制造直流电动机的理论依据。
2. 从能的转化的观点来看，电动机是把电能转化为机械能的装置，而发电机则是把机械能转化为电能的装置。
3. 电流通过导体时，导体上产生的热与通过导体的电流、导体的电阻以及通电时间有关。
4. 电流所做的功，叫做电功，电流做多少功表示转化了多少电能，电功的计算公式是：

$$W = UIt$$

式中电压U的单位是V，电流I的单位是A，时间t的单位是s，则电功W的单位

微信公众号：电子课本大全

是J。

5. 电流在单位时间里做的功，叫做电功率。用电功率的大小可以描述电流做功的快慢，电功率的计算公式是：

$$P = UI$$

式中电压U的单位是V，电流I的单位是A，则电功率P的单位是W。

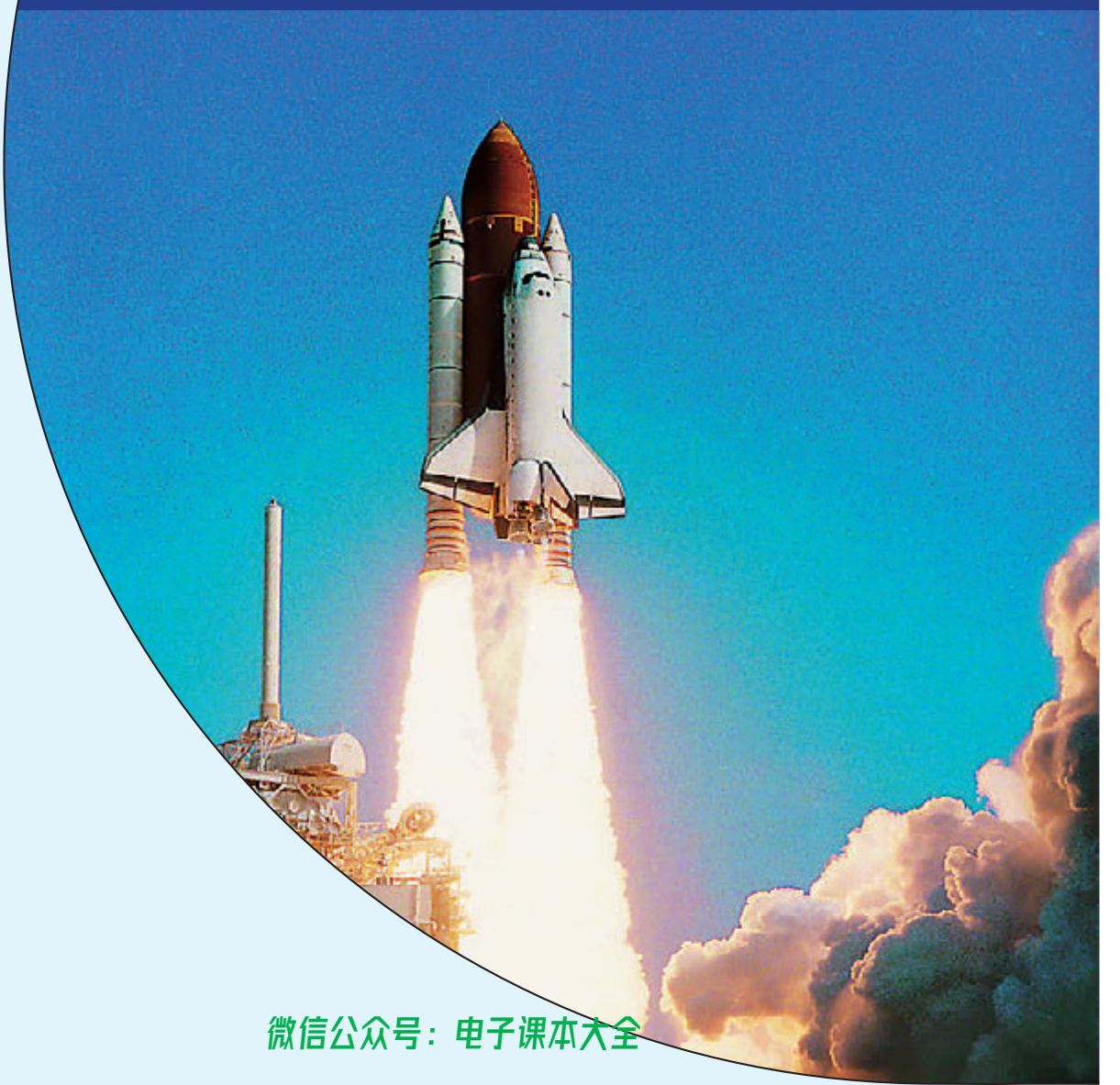
6. 用电器的额定功率是指用电器在额定电压下工作时的功率，当工作电压低于或高于其额定值时，实际功率也将低于或高于其额定功率。
7. 电能表是记录一段时间内电流做功多少的仪表，电能表累计记录的电功的单位是kW·h。某个月的月初和月底两次读数之差就表示使用这一电能表的用户在这个月内所消耗的电能。
8. 家庭电路相线和零线之间的电压是220 V，进户线的相线和零线先要接入电能表，出线经闸刀开关、熔丝盒后连接家庭电路的干线，用电器和插座都是并联在干线上的。
9. 对人体不造成危险的安全电压值是24 V以下。

微信公众号：电子课本大全

第7章

内　能

物体摩擦会发热；煤炭、石油、天然气燃烧时会放出大量的热；人必须天天进食以补充热量。热是物质运动的一种形式，也是一种能量形式，这种能量我们称它为内能。我们目前使用的能量，绝大部分是从燃料燃烧中获得的内能。



微信公众号：电子课本大全

1 物体的内能

热是什么？热是物体内部大量分子无规则运动的表现。内能就是物体内部热运动的能量。做功与热传递可以改变物体的内能。

分子的热运动

打开香水瓶的盖子，不久整个房间就会充满芳香的气味，这是香水分子不停地做无规则运动的结果。这种物质分子的扩散（diffusion）现象，不仅在气体中存在，在液体中也同样存在。



活动 观察墨水滴在清水中的扩散

用两个试管各注入清水，再用吸管吸入红墨水，分别轻轻注入两试管底部，使墨水滴在清水中形成明显的液滴界面。将其中一个试管放进盛有热水的烧杯中，然后观察和比较两个试管中墨水滴在清水中的扩散情况。

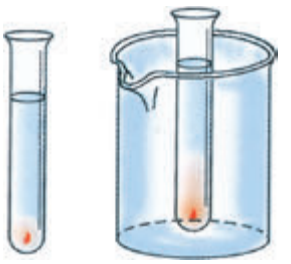


图7.1.1　墨水滴的扩散

1. 不放入热水中的试管内墨水滴_____。
2. 放入热水中的试管内墨水滴_____。
3. 半小时后再观察不放入热水中的试管内墨水滴_____。

（观察后选择填写：界面明显；无明显界面；界面模糊；完全没有界面）

这个小实验说明液体分子的扩散与温度的关系，液体温度越高，分子的运动越激烈，扩散越明显。这就告诉我们，热现象与物体内部分子的运动紧密相关。

固体与气体、液体一样，也有扩散现象，不过要经过比较长的时间，才能观察到固体分子的扩散现象。如将表面平整的铜板与铝板紧压在一起，几年后，我们在铜板表面可以找到铝的成分，而在铝板表面也可以找到铜的成分。

微信公众号：电子课本大全

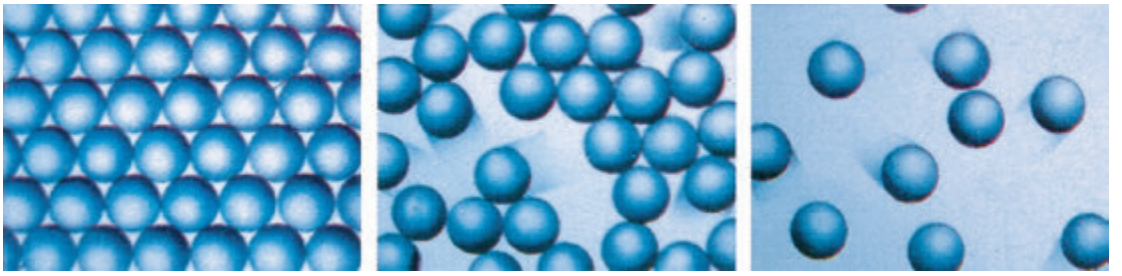


图7.1.2　固、液、气三态分子的示意图

物质分子的扩散说明，一切物体内部的分子都在永不停息地运动，分子的这种运动与温度有关，温度越高，运动越激烈。因此，人们就把构成物体的大量分子的无规则运动叫做分子的热运动（movement of heat）。

分子间的作用力



思考与讨论

我们很难把铁丝拉断，亦很难把铁块压缩。从观察到的这些现象出发，请你猜想一下，组成铁丝或铁块的微粒之间存在着什么样的作用力。

我们知道分子间有空隙，分子又在不停地做无规则运动。但是大量的分子却能聚集在一起形成固体或液体，说明分子间存在着吸引力。另一方面，固体与液体很难被压缩。这又说明分子间还存在排斥力。

分子间存在相互作用，既互相吸引，又互相排斥，这与分子间的距离有关。大量实验表明，当分子间相距几个分子大小时，主要表现为引力；当分子间距接近到大约一个分子大小时，分子之间主要表现为斥力；当分子间相距很远（超过10个分子大小的距离）时，分子间就基本没有相互作用了。

物体的内能

我们说热是物质的一种运动形式，但它不同于机械运动，它并不显示物体整

微信公众号：电子课本大全

体的运动，它是物体内部粒子的运动。热是一种能量的形式，这种能量与物体内部分子的运动相关。

如同一切运动着的物体具有动能一样，做无规则运动的分子也具有动能。分子间存在着吸引与排斥的相互作用力，所以分子又具有势能。物体内部所有分子做无规则运动的动能和分子相互作用的势能之和，称为物体的内能（internal energy）。物体的内能是描述物体内部大量分子热运动的能量，包括它们的动能与势能。

一切物体都具有内能，自然界中赤红的熔岩具有内能，冰冷的冰块也具有内能，这是因为不论物体温度高低，其内部分子的热运动永不停息。物体温度升高，分子的热运动加快，表明内能增大；物体温度降低，分子的热运动减慢，表明内能减小。由于物体的内能与温度有关，因此内能有时也称为热能（thermal energy）。

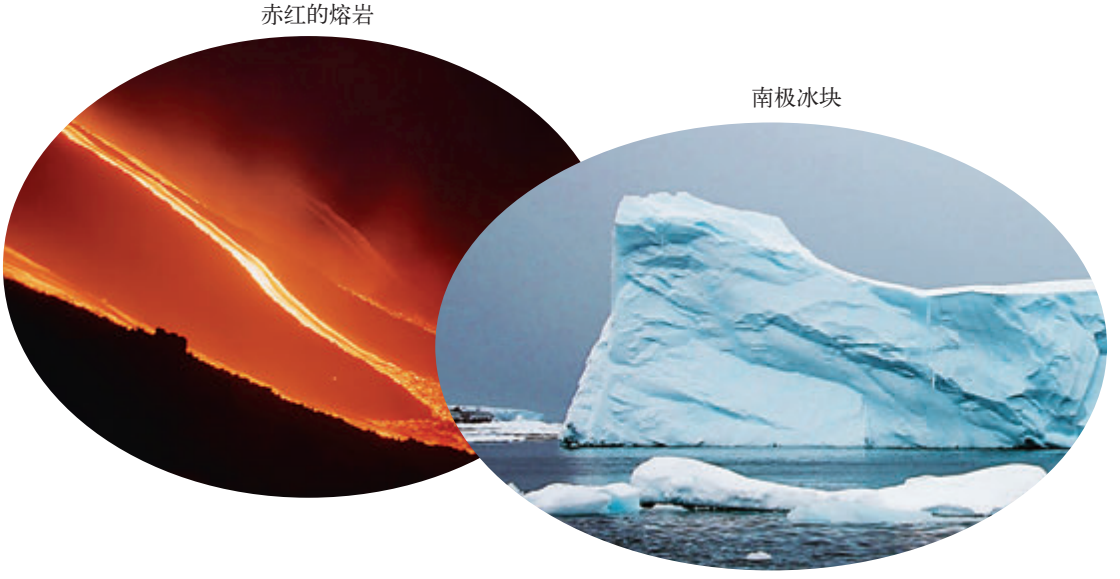


图 7.1.3　高温和低温物体都有内能

物体的内能也与物体的体积与形状有关，物体的体积与形状改变时，使物体内部分子间的相互作用力及相对位置发生变化，从而使分子势能变化，也就引起内能的变化。物体的内能还与物体内所含的分子数，即物质多少有关，所以高温物体的内能未必比低温物体的多，一根烧红的铁丝温度可达500℃以上，但它的内能比一杯热水小得多。

物体的内能与机械能是两种不同形式的能。一颗飞行的子弹，它既有动能、

微信公众号：电子课本大全

重力势能，还具有内能。物体的机械能与整个物体机械运动情况有关，物体的内能则与物体内部大量分子的无规则运动，即热运动有关。

改变物体内能的两种途径

做功改变物体的内能



压缩空气发热

如图7.1.4所示，在一个厚壁玻璃筒的底部，放一块浸过乙醚的棉花。当迅速下压玻璃筒内的活塞时，仔细观察筒中棉花发生了什么变化。



图7.1.4　压缩空气发热

在以上的实验中，迅速下压活塞，可以看到棉花燃烧起来了。这是由于活塞对筒内空气做了功，空气内能增大，温度升高，达到了乙醚的着火点，棉花就燃烧起来。以上实验表明，做功可以改变物体的内能。事实上，只要我们注意观察周围的事物，就会发现做功改变物体内能的许多事例。冬天人们常常搓手取暖；机床上刀具切割下的铁屑，温度非常高；进入大气层的星体碎块，由于速度非常大，与大气摩擦发热，可以使其燃烧，发出明亮的光芒，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。早在远古时代，我们的祖先就已学会了“钻木取火”。这是克服摩擦力做功改变物体内能的又一明证。



图7.1.5　钻木取火



蒸汽对外做功

如图7.1.6所示，在试管里装一些水，用软木塞塞住，然后用酒精灯加热，使水沸腾。注意观察软木塞出现什么现象。



图7.1.6　蒸汽对外做功

微信公众号：电子课本大全

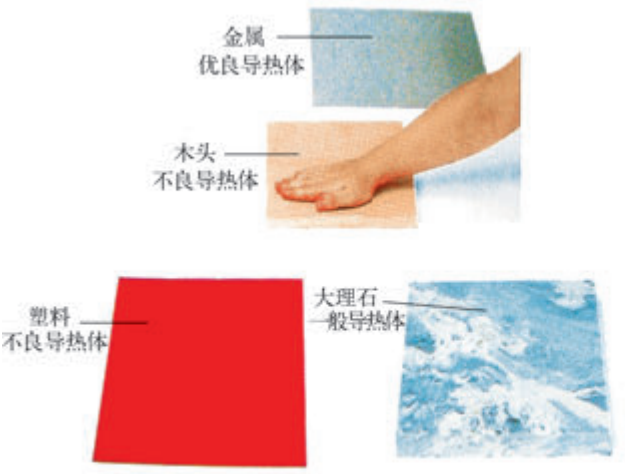
在这个实验中，我们可以观察到水蒸气把软木塞冲出试管。这是由于水加热后沸腾而变成水蒸气，高温高压的水蒸气具有很大内能。水蒸气在膨胀时对软木塞做了功，水蒸气冲出后，由于体积增大，温度降低，压强减小，而使其内能减少。在这个过程中水蒸气内能的减小转变为软木塞获得的动能。这正是蒸汽机能对外做机械功的道理。

大量实验表明，做功是改变物体内能的一种途径。外界对物体做功，物体的内能就增大，表明机械能转化成了内能；物体对外界做功，物体的内能就减少，表明内能转化为机械能。

热传递改变物体的内能

夏天我们都爱喝冷冻过的饮料，使人凉快，冬天则喜欢坐在炉火边烤火，使身体暖和；把烧红锻打过的工件放到冷水中急速冷却，工件变冷，冷水变热了，这称为“淬火”，使工件表面硬度提高。可见，热总是从温度高的物体传到温度低的物体，或者从物体的高温部分传到低温部分，这种现象叫做热传递（heat transfer）。物体在热传递过程中，高温物体放出热，内能减少，低温物体吸收热，内能增加。我们把这种在热传递过程中所传递的能量，叫做热量（quantity of heat）。

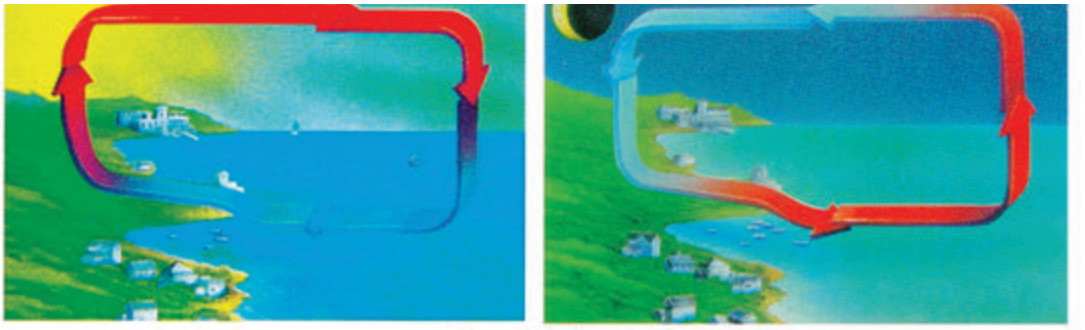
热传递有三种方式：热传导（conduction of heat）是通过导热物质对热量的传递；对流（convection）是通过气体或液体的流动对热量的传递；热辐射（heat radiation）是通过电磁辐射对热量的传递。图7.1.7显示了三种热传递方式。



热传导：各种不同的导热材料


热辐射：正在加热的热水壶的红外线照片，温度高处(呈白色)辐射最强

微信公众号：电子课本大全



对流：海边风的形成

图7.1.7　热传递的三种方式



阅读　适应沙漠气候的大耳狐

大耳狐是生活在北非沙漠中的一种动物。它的身体结构非常适应当地白天炎热、夜晚寒冷的沙漠气候。首先是它的毛皮颜色很浅，白天即使在阳光下吸收的热辐射也很少，而它又有一对非常特别的大耳朵，可以通过对流把体内热量传到体外。夜晚天气变冷时，大耳朵夹紧，减少体内热量的传出。它的毛皮不透气，可以防止热量通过传导而从体内散失。这是这种动物长期进化以适应环境的结果。



图7.1.8　大耳狐

通过大量实验与分析可见，做功和热传递都能改变物体的内能，这是改变物体内能的两种途径。做功和热传递在改变物体内能上是等效的，我们无法根据结果来判断内能改变的原因。

功、热量和内能采用相同的单位。在国际单位制中规定，内能、功和热量的单位都是焦耳。

微信公众号：电子课本大全

小资料 关于“卡”

“卡”(Calorie)是过去所用的热量单位。在历史上人们曾把热传递过程看作是一种特别流质的流动,这种“流质”叫做“热质”,当时认为“热量就是‘热质’的量”,卡就是在这种错误观点下产生的热量单位。它规定1 g纯水在1个大气压下,温度由14.5℃升高到15.5℃所吸收的热量为1卡(Cal)。历史上,英国物理学家焦耳对机械功转化为热做了大量的研究,他大约花了40年时间做了400多次实验,以后又经过许多科学家的工作,对焦耳与卡两者的换算关系得出结论为:

1卡=4.2焦耳,1焦耳=0.24卡。

卡与焦耳的换算关系称为热功当量。

由于“卡”这一单位在历史上曾长期使用,特别是在生物学和食品工业中,非常习惯用“卡”来表示食品所能放出的热量,至今仍沿用千卡(1千卡=1 000卡)作热量单位。但在国际单位制中正式规定热量单位是焦耳,不再使用“卡”这一单位。

视窗 冷冻原子

我们已经知道,组成物质的分子、原子始终处于永不停息的、杂乱无章的热运动之中。当我们加热或冷却物体时,实际上就是使物体中的分子、原子运动加快或减慢。对原子气体而言,原子的表现很像小球,不停地四处乱飞。这些原子不断地与周围的其他原子发生碰撞,所以有时飞得快,有时飞得慢。那么气体温度是否会因此而不断变化,忽高忽低呢?这是不会的。因为温度是相对一大群原子的平均速度而言,每个原子的随机运动,速度千变万化,但只要这一大群原子的平均速度不变,温度就一定。所以,温度实际上描述了一个由大量原子(或分子)组成的集体的平均速度。在科学研究中科学家常用的一种温标称为热力学温标,其单位为开(K),热力学温度1 K的大小其实与摄氏温度1度的大小是一样的,不同之处只是在零点的定义上,热力学温度的0 K,对应着摄氏温标零下273.15度(−273.15℃)。

假如不断降低一个盒子中的气体的温度,那么就意味着这些气体原子的运动速

微信公众号:电子课本大全

度将愈来愈慢，温度降到热力学温度零开（亦称绝对零度，用0K表示），那么这些原子最终将完全停止不再运动。在世界上是否存在绝对零度的地方呢？实际上是没有的，最冷的宇宙太空应该是宇宙中最冷的地方，那里的温度也有3K。而科学家在制冷方面比大自然做得好，100年前就已经制造出能够使物体的温度降低到3K的制冷系统了，不多久又把温度降低到千分之一开（10^{-3}K）。

最近20年间科学家采用一系列新技术、新方法，使原子气体的温度降得更低。20世纪80年代，美国斯坦福大学的华裔科学家朱棣文（1948— ）与其他几位科学家一起，利用激光冷却和捕捉原子的方法，即把激光束中的光子不断地从各个方面与原子碰撞，使原子的运动速度降下来。这好像把原子看作“沙粒”掉进了光子的“泥浆”里，原子给光子的“泥浆”粘住了，受到各方阻力，无法动弹。他们用这种方法使原子气体冷却到百万分之一开（10^{-6}K）。这一杰出的贡献，使他们获得了1997年的诺贝尔物理学奖。



图7.1.9　朱棣文



1. 分别指出下列几句话中“热”的含义：

（1）今天的天气真热：_____

（2）物体吸热，温度升高：_____

（3）用打气筒给自行车打气，筒壁变热了：_____

2. 以下现象能否发生？你能否解释这些现象发生的原因？

（1）从滑梯上滑下时，臀部会有灼热的感觉。

（2）把一只打足气的气球突然放气，可以感觉到气球的温度降低了。

（3）把注射器口堵住，迅速推入活塞时，注射器内空气温度会升高。

3. 冬天穿羽绒衣觉得非常暖和。有人说，这是因为羽绒内的热量特别多，有人说它的内能特别大。这些说法对不对？为什么？

4. 内能和热量这两个概念有什么不同？它们两者的单位为什么相同？

5. 物体的内能是哪两种能量的总和？它和机械能的区别是什么？

6. “温度高的物体热量多”这种说法正确吗？试说明理由。

微信公众号：电子课本大全

2 比热容

物体在热传递过程中，高温物体放出热量，低温物体吸收热量。物体吸收或放出的热量与哪些因素有关？如何计算物体吸收或放出热量的多少？

比热容

在炉火上烧开一壶水，比烧开半壶水需要的时间长，说明质量不同的水升高相同的温度，吸收的热量并不相同，水的质量越大，吸收的热量越多。同样一壶水把它烧开比把它烧成温水需要的时间长，这又说明质量相同的水，温度升得越高，吸收的热量越多。从而可见，物体在加热过程中，吸收的热量与物体的质量有关，与升高温度的多少有关。

那么质量相同的不同物质，升高相同的温度，它们吸收的热量是否一样多呢？



活动　比较水与煤油升高相同温度时吸收热量的多少

1. 如图7.2.1所示，在两只相同的烧杯中，分别装入质量相等的水和煤油，用两只温度计测出水和煤油的温度，即初温。

2. 两只相同的酒精灯，认为它们每秒钟内放出的热量是相等的。用它们分别给以上两只盛有不同液体的烧杯加热。

3. 点燃酒精灯开始计时，并不时用搅棒搅动，使两烧杯中液体受热均匀。同时观察两杯液体升高的温

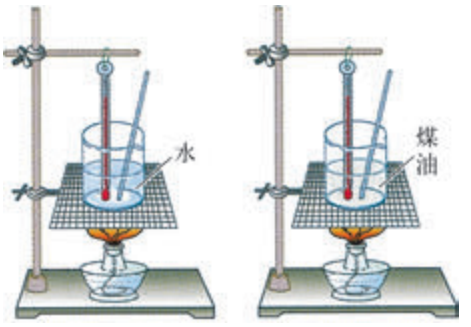


图7.2.1　对水与煤油加热

微信公众号：电子课本大全

度，其中一杯温度升得比较快，当它先升高到某一温度时，即把它从酒精灯上拿下，记下加热时间和末温。等另一杯液体的温度也升高到与前一液体的末温相同时，停止加热，记下加热时间。

液体	质量／kg	初温／℃	末温／℃	升高的温度／℃	加热时间／s	吸热情况（多／少）
水						
煤油						

以上实验结果告诉我们，质量相同的煤油和水在温度升高相同的情况下，水吸收的热量比煤油多，即加热时间要长。这个实验也可换用其他物质做，结果是类似的。由此可见，不同物质，在质量相同、升高温度相等的条件下，吸收热量的多少是不同的。在科学上，为了表述物质的这一性质，引入了比热容（specific heat capacity）这一概念。

单位质量的物质，温度每升高1℃吸收的热量叫做这种物质的比热容，比热容的符号为c。

进一步的实验证明，单位质量的某种物质温度降低1℃放出的热量，跟温度升高1℃吸收的热量相等，即等于它的比热容值。

比热容的单位是焦／（千克·℃），读作焦每千克摄氏度，符号是J／（kg·℃）。

比热容是物质的一种特性，一般来说，不同物质的比热容值是不同的。下表列出了一些物质的比热容。

一些物质的比热容［单位：J／（kg·℃）］

水	4.2×10^3	干泥土	0.84×10^3
酒精	2.4×10^3	砖	0.8×10^3
煤油	2.1×10^3	橡胶	2×10^3
蓖麻油	1.8×10^3	铝	0.9×10^3
冰	2.1×10^3	铁	0.45×10^3
花岗岩	0.8×10^3	铜	0.39×10^3
混凝土（干的）	0.92×10^3	铅	0.13×10^3
松木材	0.4×10^3	汞	0.14×10^3

从上表中可以看出，水的比热容最大，而岩石和泥土的比热容比水小很多。

微信公众号：电子课本大全

在吸收或放出的热量相同的条件下，水的温度变化比岩石与干泥土要小得多。因此，水对于气温的变化有显著的影响，在同样的太阳照射条件下，干旱的内陆地区一天之内的气温变化比较大，而湿润的沿海地区气温变化就不像内陆那样显著。我国新疆吐鲁番盆地夏天白天最高气温可达47.8℃，夜里又会降到0℃以下。历来有“早穿皮袄午穿纱，抱着火炉吃西瓜”的说法，这正是对内陆性气候的生动写照。

科学 技术 社会 环境

水的比热容比较大，对生产和人的生活都有重要意义。发电机、内燃机、工厂高温车间降温，常常用水来做冷却剂，它取用方便、降温效果好。寒冷的北方，在冬天又常用热水汀取暖。早春培育秧苗，为了保护秧苗夜间不被春寒冻坏，傍晚时向秧田灌水，使秧田温度不致降低太多，第二天早晨再把秧田里水放出一些，在阳光照射下，秧田温度升高得快一些，以利秧苗生长。在我国北方农村，农民常在菜窖里贮藏几桶水，这样当气温下降时，菜窖里水的温度也会下降，但由于水的比热容大，不致下降得太低，使贮存的蔬菜不至冻坏。植树造林、绿化荒山，利用森林涵养水分的作用，可以改善大片地区的气候，造福于人类。

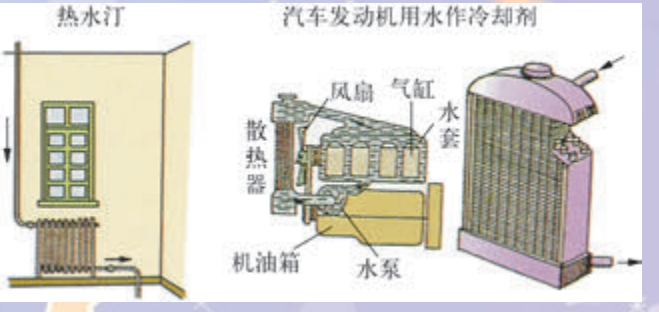


图7.2.2　利用水来取暖或降温

热量的计算

现在我们已经知道物体在吸热或放热过程中，它所吸收或放出的热量与物体的质量、比热容及其温度变化值有关。设物体的质量为m，比热容为c，原来的温度为t_0，后来的温度为t，则物体温度升高时所吸收的热量为：

$$Q_{吸} = cm(t-t_0)$$

微信公众号：电子课本大全

物体温度降低时所放出的热量为：

$$Q_{放} = cm(t_0 - t)$$

【例题1】 把质量为2.5 kg、温度为20℃的水加热到沸腾，水需要吸收多少热量？

【解】 已知水的质量m=2.5 kg，初温t_0=20℃，末温t=100℃；

查表得水的比热容c=4.2×10³J/（kg·℃）。

水吸收的热量：

$$\begin{aligned} Q_{吸} &= cm(t - t_0) \\ &= 4.2\times10^3\,\mathrm{J/(kg\cdot℃)}\times2.5\,\mathrm{kg}\times(100℃ - 20℃) \\ &= 8.4\times10^5\,\mathrm{J} \end{aligned}$$

【例题2】 质量为5 kg，温度为500℃的铁块，让它自然冷却到20℃，它放出的热量是多少？

【解】 已知铁块的质量m=5 kg，初温为t_0=500℃，末温为t=20℃；

查表得铁的比热容c=4.5×10²J/（kg·℃）。

铁块所放出的热量：

$$\begin{aligned} Q_{放} &= cm(t_0 - t) \\ &= 4.5\times10^2\,\mathrm{J/(kg\cdot℃)}\times5\,\mathrm{kg}\times(500℃ - 20℃) \\ &= 1.08\times10^6\,\mathrm{J} \end{aligned}$$

【例题3】 质量为1 kg的铝壶，内盛5 L水，壶和水的初温度均为20℃。当把这壶水煮沸，铝壶与水一共吸收了多少热量？

【解】 壶与水放在炉火上加热，当水煮沸时它们的温度是相同的。

已知铝壶的质量m_1 = 1kg，水的质量m_2 = 5L×1kg/L=5kg；初温t_0 = 20℃，末温t = 100℃。

查表得铝的比热容c_1 = 0.9×10³J/(kg·℃)，水的比热容c_2 = 4.2×10³J/（kg·℃）。

铝壶吸收的热量：

$$\begin{aligned} Q_1 &= c_1m_1(t - t_0) = 0.9\times10^3\,\mathrm{J/(kg\cdot℃)}\times1\,\mathrm{kg}\times(100℃ - 20℃) \\ &= 7.2\times10^4\,\mathrm{J} \end{aligned}$$

水吸收的热量：

微信公众号：电子课本大全

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_0) = 4.2 \times 10^3\,\mathrm{J/(kg \cdot ℃)} \times 5\,\mathrm{kg} \times (100℃ - 20℃)$$
$$= 1.68 \times 10^6\,\mathrm{J}$$

铝壶和水共吸收热量：

$$Q = Q_1 + Q_2 = 7.2 \times 10^4\,\mathrm{J} + 1.68 \times 10^6\,\mathrm{J} = 1.752 \times 10^6\,\mathrm{J}$$



阅读　对热的认识史

热是什么？自古以来就有不同看法。15世纪以后，热的本质问题又引起了许多科学家的注意。培根、胡克、波义耳等人根据摩擦生热现象，认为热并不是什么其他东西，而是作用于物体中较小粒子之上的一种运动，是物体各部分之间非常活跃与极其猛烈的运动。牛顿认为热不是一种物质，而是组成物体的微粒的机械运动。总之，18世纪以前科学家中以热是一种运动的观点占上风，这种观点虽然正确，但由于缺乏足够的实验根据，故不能成为科学理论而被普遍接受。随着古希腊原子论思想的复兴，认为热和冷都是由特殊的“热原子”和“冷原子”所引起的，这种观念把人们引向热质说。“热质”这个名词是由化学家拉瓦锡等人于1787年提出来的。拉瓦锡和拉普拉斯等人认为热是渗透到物体内部空隙中的所谓“热质”构成的。“热质”没有重量，可以在物体内部与物体之间流动，且弥漫于全宇宙。热质说简单，又易于解释某些量热学的实验结果及许多热现象。如物体温度的变化是吸收或放出热质所引起；热传导是热质的移动；对流则是热质的流动；热辐射是热质的传播。摩擦生热的解释是认为由于“物体内部潜热”被挤压出来以及物质比热容变小的结果，这种解释虽然有些牵强，但也过得去。所以，到了18世纪，热质说的观点又占了上风。

18世纪末，热质说开始受到了严重的挑战。1798年英国物理学家汤普森（B.Thompsom，即伦福德伯爵，1753—1814）在德国慕尼黑进行炮膛钻孔时，注意到锐利的钻头可以钻出的金属屑比钝钻头要多，但从金属中放出的热量并不多。相反钝钻头并不能切削下多少金属，但可以使炮膛热得使冷水沸腾，说明放出的热质比锐利钻头切削金属时要多得多。这是为什么？假如用金属屑比热容的改变来解释，结果发现钻下的金属屑的比热容并没有什么变化。汤普森从一系列的钻孔实验中得出：“这些实验中被激发出来的热，除了把它看作‘运动’以外，似乎很难把它看作为其他任何东西。”

1799年英国科学家戴维用钟表机件使放在真空中的两块冰相互摩擦，整个物理仪器都保持在-2℃以下，结果冰融化了，得到的是2℃的水。这一实验完全无法用热质说解释，因为没有什么东西可以向冰提供热质，冰的融化只能是摩擦运动形成的。由此戴维断言“热质是不存在的”。

微信公众号：电子课本大全

以后，科学家进一步研究了热和功的关系。迈尔、焦耳和亥姆霍兹等许多科学家的工作，特别是焦耳用实验定量研究了机械功与热的关系，发现做多少机械功，就能转化为多少热，说明热不是一种特殊物质，而是一种能量形式，机械能与热这种能量形式可以互相转化，从而为能量守恒定律奠定了基础。

19世纪40年代，能量守恒定律的建立彻底否定了热质说，同时为热的运动学说的发展开辟了道路。经过科学家长期的研究，关于热是一种运动形式的设想，终于成为一种普遍接受的科学理论。这种理论认为，宏观的热现象是物体内部大量分子无规则运动的表现，物体内部热运动的能量就是物体的内能。热量不是表示物质所含“热质”的多少，而是表示在热传递过程中传递能量的多少。



1. 对一个物体加热，使它温度升高，升高的温度与哪些因素有关？

2. 比热容表示物质的什么性质？铜的比热容是0.39×10^3J/(kg·℃)，用比热容的定义，请你直接说出2kg的铜块温度升高100℃所吸收的热量是多少？

3. 质量是500g的铝壶装有2kg的水，把这壶水从15℃加热到100℃，壶和水总共吸收了多少热量？

4. 1J热量能使1g水的温度升高多少度？又能使1g煤油的温度升高多少度？

5. 某品牌电热水壶的铭牌如下表所示，求：

热水壶容量	2.0L
额定电压	220V
加热时功率	800W
频率	50Hz

（1）该电热水壶的电阻；

（2）当电热水壶装满水后，从20℃加热到100℃，水吸收的热量；[不计热量损失，$c_{水}=4.2\times10^3$J/(kg·℃)]

（3）在额定电压下，要放出这些热量，电热水壶工作的时间；

（4）如果在用电高峰时间内用电热水壶烧水，电压只有200V左右，这时电热水壶发热时的功率大约是多少？(假设电阻不受温度影响)

6. 甲、乙两物体质量之比为$m_{甲}:m_{乙}=5:3$，吸收了相同的热量后，升高的温度之比是1:5，问它们的比热容之比是多少？

微信公众号：电子课本大全

3 热机

热机是一种重要的动力机械。现代各种交通工具，如汽车、火车、飞机、火箭等都是以热机作动力。火力发电设备也主要利用热机做动力。认识热机，了解热机十分重要。

燃料的热值

我们都知道地球上的绿色植物以二氧化碳和水为原料，通过光合作用生成淀粉等有机物，把能量以化学能的形式贮存起来。肉类、奶类和蛋类所含的能量是动物在生长过程中吃植物或其他动物所得来的，煤、石油和天然气等燃料都是由埋藏在地下的生物，受地层压力和热的作用长期演变而成的。所以食物和燃料都具有化学能。

燃料的种类很多，固体、液体和气体的都有，例如木柴、煤炭、汽油、酒精、天然气、人工煤气、氢气等等。燃料燃烧时，化学能以热量形式释放，转化为周围物体增加的内能。但是相同质量的不同燃料，燃烧时放出的热量是不等的。

1 kg某种燃料完全燃烧时放出的热量，叫做这种燃料的热值（heat value）。在国际单位制中热值的单位是焦/千克，符号为J/kg。

一些燃料的热值（单位：J/kg）

干木柴	1.2×10^7	柴油	4.3×10^7
烟煤	约2.9×10^7	煤油	4.6×10^7
无烟煤	约3.4×10^7	汽油	4.6×10^7
焦炭	3.0×10^7	天然气	8.4×10^7
木炭	3.4×10^7	煤气	4.2×10^7
酒精	3.0×10^7	氢气	14.3×10^7

微信公众号：电子课本大全

知道了燃料的热值，就很容易计算出完全燃烧一定质量的燃料所放出的热量。

【例题】把质量为2 kg，温度为25 ℃的水加热到100 ℃，需要完全燃烧多少酒精？

【解】由于加热2 kg水温度升高吸收的热量为：

$$\begin{aligned} Q_{吸} &= cm_1(t-t_0) \\ &= 4.2\times10^3\,\mathrm{J/(kg\cdot ℃)}\times2\,\mathrm{kg}\times(100℃-25℃) \\ &= 6.3\times10^5\,\mathrm{J} \end{aligned}$$

查表得酒精热值为$q=3.0\times10^7\,\mathrm{J/kg}$，设所需酒精质量为$m_2$，则完全燃烧酒精放出的热量为：

$$\begin{aligned} Q_{放} &= m_2q \\ &= m_2\times3.0\times10^7\,\mathrm{J/kg} \end{aligned}$$

利用$Q_{吸}=Q_{放}$得：

$$m_2 = 2.1\times10^{-2}\,\mathrm{kg}$$

所以需要燃烧酒精21 g。

实际上燃料很难完全燃烧，因此放出的热量往往少于根据热值计算出的热量。另外，燃料燃烧放出的热量也不可能完全得到利用。比如，上面这个例题中，一方面酒精不可能完全燃烧，另一方面酒精燃烧时放出的热量一部分散失到空气中，一部分为铝壶所吸收。因此，实际所需酒精比以上计算出的量要大一些，有时会大很多。因此，改善燃烧条件，使燃料尽可能充分燃烧，同时根据热传递的三种方式尽可能减少各种热损失，使燃料得到有效利用，十分重要。

热机

热机（heat engine）是热力发动机的简称。凡是利用燃料燃烧时释放出热量，使工作物质的内能转化为机械能的发动机都叫做热机。蒸汽机、内燃机、汽轮机、燃气喷气发动机和火箭喷气发动机等都是热机。

微信公众号：电子课本大全

燃料直接在发动机气缸内燃烧产生动力的热机，叫做内燃机（internal combustion engine）。常用的内燃机有汽油机和柴油机，我们以汽油机为例，介绍内燃机的工作原理。



活动　汽油机模型实验

如图7.3.1所示，在厚壁有机玻璃圆筒内底装有两根放电针，放电针和静电起电机连接。将少量汽油喷入管内，用软木塞塞住管口，摇动起电机，仔细观察产生的现象。



图7.3.1　汽油机模型实验

实验结果表明，放电针产生火花、筒内汽油被点燃后，软木塞被筒内点燃的高温高压气体冲出。这个实验演示了汽油机的一个主要工作过程。

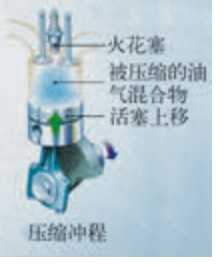
实际的汽油机结构比以上实验模型要复杂一些。有机玻璃圆筒换成金属汽缸，软木塞换成能上下移动的活塞，放电针换成火花塞，活塞与连杆曲轴相连。当活塞做连续的上下往复运动时，曲轴就能转动起来。

活塞在汽缸内向上或向下移动一次叫做内燃机的一个冲程。下面利用图7.3.2

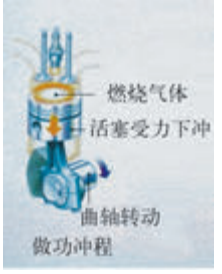
1．吸气冲程：当曲轴转动带动活塞向下移动时，汽油和空气混合物经进气阀被吸入汽缸。



2．压缩冲程：进气阀关闭，油气混合物随着活塞上移被压缩。当活塞接近汽缸顶部的瞬间，火花塞点火。



3．做功冲程：油气混合物被点燃，剧烈燃烧形成的高温高压气体再次推动活塞向下运动，带动曲轴旋转。



4．排气冲程：在此循环的第四阶段，排气阀打开，随着活塞上移，废气排出汽缸。



图7.3.2　汽油机的工作过程

微信公众号：电子课本大全

简单介绍四冲程汽油机的工作过程。

在汽油机工作时，四个冲程周而复始，循环进行，这样四个冲程就组成一个工作循环。汽油机机身轻巧，提升功率快，转速快，常用在小汽车、飞机及小型农机上。

柴油机的构造原理、工作过程与汽油机相似，主要的不同在于柴油机的压缩比要比汽油机大，即把吸入的空气压缩到$\frac{1}{12}$~$\frac{1}{20}$（汽油机为$\frac{1}{6}$~$\frac{1}{9}$）。这时压强达到35~45大气压，温度可升高到700~1500℃。所以柴油机没有点火装置，在压缩冲程末，由喷油嘴喷入雾状柴油立即点燃。柴油机可以做得比汽油机功率大、效率高。但柴油机比较笨重，震动大，转速较慢。常用在坦克、机车、拖拉机、载重汽车和海轮上。

热机做出的有用机械功的那部分能量跟燃料完全燃烧所放出的能量之比叫做热机的效率。热机效率通常用百分数表示，汽油机的效率是20%~30%，柴油机的效率是28%~40%。蒸汽机的效率只有6%~15%，所以目前蒸汽机已很少使用，逐步被内燃机替代。

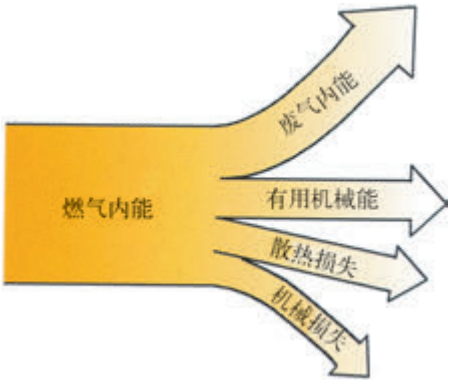


图7.3.3　热机能流图

热机的能流图如图7.3.3所示。对于内燃机来说，燃料不完全燃烧而损失的能量很小，主要是排出废气的温度很高要带走很大一部分能量，还有一些能量损耗在散热及克服摩擦做功上。热机效率是热机性能的一个重要标志。设计生产出效率高、耗油省的热机是一个大课题。随着各种高科技手段的运用，现代热机的效率已得到很大提高。

科学 技术 社会 环境　减少热机对环境的污染

热机的广泛应用极大地促进了社会发展。但是各种热机所排出的二氧化碳、多种有害气体以及产生的噪声，污染了环境，直接危害人体健康，而且还会影响植物的正常生长，改变全球气候。汽车尾气产生的污染，已成为当前一大社会公害。

保护环境，控制和消除大气污染，减少二氧化碳的过度排放，是当前要解决的重要课题。我国政府对控制污染，保护环境十分重视，制定了汽车尾气排放标准，还成立了专门机构研究和管理，以减少热机对环境的污染。

微信公众号：电子课本大全

火箭

火箭（rocket）是火箭发动机的简称。这是一种新型的热机。它是发射人造卫星和宇宙飞船的动力装置，由于要在缺氧的太空中工作，所以火箭发动机与大多数普通热机不同，必须自己携带氧化剂。火箭是利用反冲作用产生动力的发动机，燃料和氧化剂在燃烧室内燃烧，产生高温高压燃气，燃气通过喷管向后喷出，同时产生大小相等、方向相反的推力，把火箭推向前进。图7.3.5是一个空间运载火箭的结构图，图7.3.6是火箭发动机的示意图。



图7.3.4　火箭



图7.3.5　火箭结构图

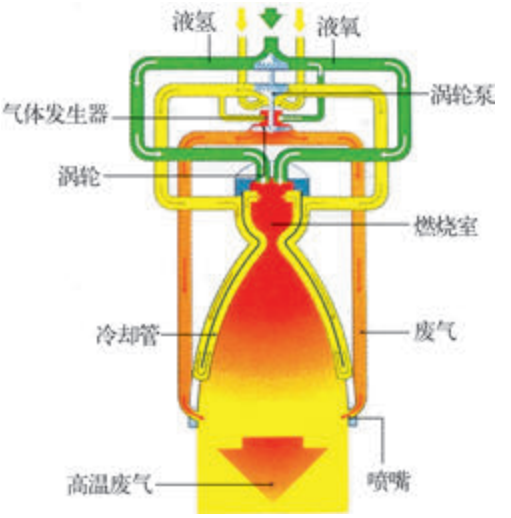


图7.3.6　火箭发动机

火箭使用的燃料、氧化剂有液体和固体两种，火箭分为液体火箭和固体火箭。目前大多数空间运载火箭都是液体火箭。一般的空间运载火箭有几十米高，其中绝大部分容积为燃料和氧化剂所占满。它的质量要占整个火箭质量的80%以上。因为空间运载火箭主要是把人造卫星或飞船送入空间轨道，所以，火箭设计时总是减小火箭结构部分的质量，携带足够的燃料与氧化剂，使有效载荷进入空间轨道。火箭结构部分在燃料与氧化剂用完后，就自动脱落，坠入大气中焚毁。

现代火箭一般采用二级或三级火箭，当一级火箭工作完成后，空壳脱落，下一级火箭继续工作，推动火箭前进，使火箭得到更高的速度。

我国是火箭的故乡。早在三国时期，就有关于火箭的记载。我国火箭技术

微信公众号：电子课本大全

在近几十年有了长足的进步，已进入世界先进行列。具有世界先进水平的“长征号”系列火箭，把许多国家的人造卫星送入太空，还先后于1999年11月20日、2001年1月10日和2002年3月26日成功发射了“神舟1号”、“神舟2号”和“神舟3号”飞船，2012年又成功实现了载人飞船与航天器的对接。火箭科学与技术，无论在历史上，还是在今天，都是中国人的骄傲！

视窗　长征火箭



图7.3.7　正在发射的长征火箭

1965年，我国在导弹技术进步的基础上，制定了空间技术发展规划，为了表达中国人民进军太空的决心，将运载火箭系列定名为“长征”。总长30 m、运载能力300 kg的“长征1号”火箭在1970年4月，于酒泉卫星发射中心成功地将我国第一颗人造卫星——“东方红1号”送上了太空，奏响了中国人民进军太空的乐章！1975年，“长征2号”火箭在酒泉发射我国第一颗返回式遥感卫星，又获成功。“长征2号”是二级火箭，接着我国又研制成功三级运载火箭“长征3号”和“长征4号”。1990年，我国用“长征3号”火箭首次成功发射第一颗外国卫星“亚洲1号”通信卫星，确立了我国独立承揽外国卫星发射业务的地位。“长征3号”火箭主要用于地球同步轨道卫星的发射，“长征4号”火箭则主要用于太阳同步轨道卫星的发射。1988年9月7日“长征4号”火箭成功地将“风云1号”气象卫星送入轨道，使我国进入发射太阳同步轨道卫星的世界先进行列。1994年，目前我国运载能力最大的“长征3号甲”新型运载火箭，成功地将“实践四号”空间探测卫星送入太空，表明我国航天发射能力又有了新的提高。“长征3号甲”火箭是具有世界一流水平的大型顶级火箭，如果以它做芯级，运用捆绑技术，可以发展为“长征3号乙”和“长征3号丙”等火箭，形成世界先进水平的运载火箭群体。截至2000年，



图7.3.8　“神舟号”返回舱

微信公众号：电子课本大全

我国“长征”系列运载火箭已进行60多次发射，成功率为90%，达到国际先进水平。

我们研制的“长征2号F”型火箭，作为发射载人飞船的运载器，已发射“神舟1号”到“神舟6号”系列飞船，发射成功率达到100%，其可靠稳定的飞行性能得到了检验。2007年，我们还利用“长征3号甲”火箭成功发射了第一颗月球探测卫星“嫦娥一号”，开始了我国月球探测工程的第一步。

2011年、2012年我们又利用长征火箭成功发射了“天宫一号”与“神舟8号”、“神舟9号”飞船，成功实现了载人飞船与航天器的对接，为创建天空实验室迈出了坚实的一步。

我国火箭事业已经成功地步入国际市场，自立于世界先进行列，在国际商业卫星发射市场中占有了一席之地。



1. 食物和燃料内部都贮存着什么形式的能？当食物为人所食用后，或燃料燃烧后，它们所贮存的这部分能量将转化成什么形式的能量？

2. 2kg酒精完全燃烧放出的热量有60%被水吸收，可使多少千克40℃水煮沸？（酒精的热值是3.0×10^7 J/kg）

3. 煤气密度为0.6 kg/m^3，热值为4.2×10^7 J/kg。某家庭一个月使用煤气20 m^3，求这些煤气完全燃烧释放出的热量。

4. 什么是热机的效率？如何提高热机的效率？

5. 甲乙两台柴油机，甲的效率低于乙的效率，其意义是（　　）。

A. 甲的功率大于乙的功率

B. 甲消耗的燃料多于乙消耗的燃料

C. 乙将燃料燃烧放出的能变成有用功的那部分能的比例比甲大

D. 工作相同时间甲消耗的燃料一定比乙少

6. 如图7.3.9是单缸四冲程内燃机的四个冲程的示意图，下列四组关于这种内燃机一个工作循环中四个冲程的顺序排列中，正确的是（　　）。

A. 丙、丁、乙、甲

B. 乙、丁、甲、丙

C. 乙、甲、丁、丙

D. 甲、乙、丙、丁

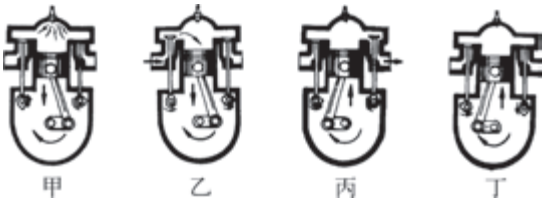


图7.3.9　单缸冲程图

微信公众号：电子课本大全

4 能量的转化与守恒

在我们周围的自然界中处处显示着能量的变化，这些能量从哪里来？又到哪里去？它们不断转换，它们遵循的规律是什么？

自然界中的能量



思考与讨论

电子表用久了必须更换电池，手机必须经常充电，小麦、水稻必须在阳光下才能生长结实，我们每天必须按时吃饭，才能正常学习和工作……这些现象说明了什么？是什么东西在支持着这些不同事物的正常运动、正常生长与正常工作？

能量无所不在，自然界中的能量多种多样。太阳、风雨、雷电、生物……所有这些事物中都有能量在起作用。没有能量，这个世界将一无所有，没有太阳，没有风雨，没有河流与海洋，也没有任何生命。能量是一切物质运动的源泉，是一切生命活动的基础。

太阳是地球的生命之源，地球上绝大部分能量来自太阳。

雷电显示出巨大的能量。一次雷电所释放的能量平均有$6\times10^{6}\,\mathrm{kW\cdot h}$电力，相当于一座中等发电厂一天内所发出的电能。

高山峡谷中不断冲落下来的水流具有巨大的能量，常利用来发电。

海边河口潮水每日的起落，蕴藏着不小的能量。

微信公众号：电子课本大全



图7.4.1　雷电



图7.4.2　瀑布



图7.4.3　潮汐（钱塘江潮）

来自地球深处的能量，触发地震及火山的喷发。一次强烈地震所释放的能量是十分巨大的。一次8级地震释放的能量超过一枚氢弹释放的能量。地热温泉是来自地球深处的内能，它给我们带来了清洁的能源。

煤、石油、天然气中蕴藏着的化学能，经燃烧大量为人类所利用。

生物体内包含着能量，马吃草、鹰吃鱼正是为了补充能量。

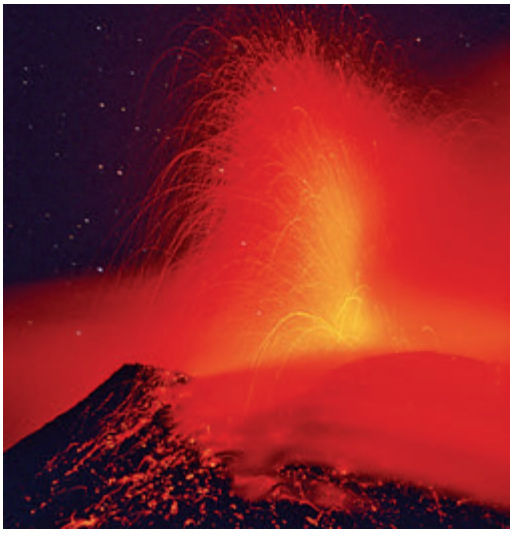


图7.4.4　火山喷发

微信公众号：电子课本大全



图7.4.5　地热温泉



图7.4.6　海上油井



食草的马



食鱼的鹰

图7.4.7　动物从食物中补充能量



阅读　捕蝇草

动物必须靠吃其他生物获得能量，大多数植物则通过光合作用，直接从太阳获得能量，以化学能的形式贮存起来。但也有某些植物如捕蝇草，除了光合作用，还可以靠捕食昆虫补充能量。它们是利用张开的叶片卷合，捕捉停留在其上的昆虫，然后把捕食到的昆虫消化后，吸收贮藏在昆虫体内的能量和化学物质。



图7.4.8　捕蝇草

微信公众号：电子课本大全

视窗　海洋能——一种尚未充分开发的能源

被生物学家断言为生命的发源地，又被海洋学家称之为世界“第八大洲”的海洋，蕴藏着无穷的资源和能源。据专家估计，海洋的能源约占世界能源总量的70%以上。海洋的能源除矿物燃料外，还有以势能、内能、动能和物理化学能等形式出现的“海洋能”。海洋能是蕴藏在海水中的可再生能源，包括潮汐能、波浪能、海流能、温差能、盐差能等。海上太阳能和风能等自然资源也可包括在其中。

潮汐能来自月球、太阳和其他天体对地球的引力，其他海洋能均来自太阳辐射。潮汐能、波浪能、海流能是海水运动所携带的动能，将其转变为推动发电机的动力能直接发电；温差能是海水温度分布不均而产生的内能；盐差能是由于江河淡水和海洋咸水含盐浓度不同，在水体接触面上产生的物理化学能。当前被积极推动的是具有大容量可能性的潮汐发电、海洋温差发电和波力发电。潮汐发电的最大问题在于当地条件，已正式运转的法国的朗斯河口建成的潮汐电站的最高水头为13 m左右，是世界上第一座大容量的现代化潮汐电站。但并不是所有濒海国家都有这样的条件，例如日本虽然是一个濒海国家，4.5 m以上的潮汐差几乎没有，故建立大型潮汐发电站的可能性也几乎没有。在海洋温差发电方面，法国、美国、日本正在积极推动着研究开发工作。美国在1985年左右就制定了10万千瓦电站的运行规划。此外，在波力发电方面，日本、英国等以大容量为目标的研究工作得到了很大的发展。今后大型化问题和降低成本的问题将是研究的主要课题。开发利用海洋能无环境污染，不占用陆地空间，具有可再生性。海洋能是一项急待开发利用的具有战略意义的新能源。许多濒海国家都在积极开发海洋能。

开发利用海洋能还可进行综合利用，获得多方面的效益。如潮汐电站的水库能兼顾水产养殖、交通运输；海洋热能发电可同时进行海水淡化和化学元素提取；大型波浪发电装置可同时起到消波防浪，保护海港、海上建筑物和水产养殖的作用。

能量的转移

能量可以从一个物体转移到另一个物体，从空间的一处转移到另一处；能量的形式亦可以从一种形式转化为另一种形式。

微信公众号：电子课本大全

铁锤敲击铁钉时，铁锤的能量就转移到了铁钉上，铁钉得到能量进入木块。

池塘中的水波将中心部分的振动向四面八方传播开去。这时中心部分水面的振动能量就不断向四周转移。

广播、电视、移动通信，是利用电磁波传播而实现的信息传递过程，同时也是电磁波能量的转移。从广播电台、电视台或移动通信基站发出的信息传播到各用户处，还是依靠电磁波能量的转移。



图7.4.9　敲击钉子

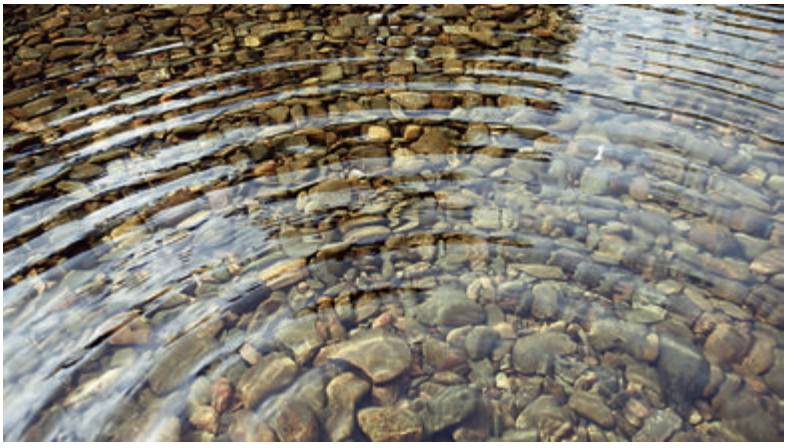


图7.4.10　水波



图7.4.11　移动电话基站

能量形式的转化



思考与讨论

在铁锤敲击铁钉时，铁钉在进入木块的同时，它还会发热，这发热的能量是哪里来的呢？

微信公众号：电子课本大全



图7.4.12　绿色植物

能量不仅会转移，更多的情况下则发生形式的转化。自然界中各种形式能量的转化是非常普遍的现象。

当阳光照射在绿色植物的叶片上时，叶片就会将水和二氧化碳通过光合作用变成淀粉等化学物质，将阳光的能量以化学能的形式贮存起来。



图7.4.13　长跑运动员

运动员消耗的能量来自他所吃进的各种食物。食物经过胃肠消化后，被吸收的营养物质由血液输送到身体各处，使运动员产生旺盛的体力，完成各种运动动作。在这个过程中食物的化学能转化为运动员的运动能量及发出大量的热。

人类的所有活动都需要能量，无论是体育锻炼，还是工作或思考，甚至在睡眠中也需要能量。所有这些需要的能量都从食物中取得。

小资料　各种食物所含的能量

100 g葡萄约含250 kJ的能量。
100 g葵花子约含1 380 kJ的能量。
100 g烤鸡肉约含1 260 kJ的能量。
100 g土豆约含380 kJ的能量。
100 g小麦约含1 260 kJ的能量。
100 g牛肉约含1 000 kJ的能量。
100 g鱼约含1 070 kJ的能量。
100 g苹果约含210 kJ的能量。
100 g扁豆约含1 480 kJ的能量。
100 g核桃约含2 950 kJ的能量。

微信公众号：电子课本大全

各种自然力的发电设备，都是利用自然界的能量转化为电能的。

火力发电厂一般是燃烧煤或油，把化学能转化成电能。火力发电的优点是投资少，建设周期短。缺点是对环境污染比较严重。

早在1700多年前，我们的祖先就懂得利用风力推动风车提水、灌溉和加工农副产品。但利用风力发电，则是新中国成立以后才开始的，目前在东南沿海和内蒙古、新疆等地已建立起许多风力发电机组。



图7.4.14　火力发电



图7.4.15　风力发电

图7.4.16是世界上目前最大的太阳能组合装置，位于美国加利福尼亚沙漠中的这一装置占地405公顷，由计算机控制的采集镜把合成油加热到390℃以上，这一装置产生的蒸汽推动涡轮发电机，装机容量达27.5万千瓦。



图7.4.16　阳光发电

我国是水力资源十分丰富的国家，水能蕴藏量为6.8亿千瓦，居世界第一位。2009年建成的长江三峡水电站，32台发电机组年最大发电量约1 000亿千瓦时，可以照亮大半个中国，成为世界上最大的水电站。

太阳上的核燃料还将燃烧50亿年，这个巨大的能源几乎取之不尽，用之不竭，它以各种途径转化为地球上多种多样的能量，地球上绝大多数的能量是由太阳能转化来的。图7.4.18就显示了各种转化途径。



图7.4.17　水力发电

微信公众号：电子课本大全



图7.4.18　太阳能的各种转化途径

视窗　光合作用——地球上最重要的能量转化过程

人们把绿色植物誉为“绿色工厂”，这是有道理的。这座奇妙“工厂”的主要原料是二氧化碳和水，而它利用的能源则是太阳能。这座“工厂”具有一整套的物理、化学“工序”，把二氧化碳和水加工成碳水化合物——一切有机体直接或间接的能源。与此同时释放出的氧气，又是地球上大气中含有大约21%的氧气的来源。这个过程就是光合作用。

如果认为光合作用主要是由陆地上的植物担任，那就错了。事实上，地球上80%的光合作用发生在海洋里。深海里的植物也有叶绿素，只是含量较少而已。它

微信公众号：电子课本大全

们除了含叶绿素外，还含有藻褐素、藻蓝素或藻红素，这些颜色盖住了为数不多的叶绿素，而使它们并不呈现出绿色。太阳光照到海面上之后，阳光含有的7种波长的光可以分别进入不同深度的海水。红光是叶绿素最易吸收的，在海面上就被绿藻吸收了。而蓝、紫光所具有的能量最大，可以透到深海中。藻红素、藻蓝素等虽然不能进行光合作用，但它们吸收光之后，再把能量传给叶绿素。加上海水中含有大量能进行光合作用的原料，海洋中光合作用创造出的有机物比陆地植物创造的还要多七八倍呢。

地球上每分钟大约有3×10^6t二氧化碳和1.1×10^6t的水被光合作用转换成2.1×10^6t氧和2×10^6t的有机物质。目前，世界上所用动力的95％以上都间接来自光合作用。光合作用不仅为生物提供了食物（能量），而且世界上工业生产的主要动力能源如石油、煤炭、天然气等也都是古代生物变成的，是古代植物进行光合作用攒积下来的。也许，人类有一天会把这种古代光合作用的“遗产”用光了，但是，我们相信人类总会找到适当的能量来代替。来自太阳的能量相当丰富，每天每2平方千米的地表从太阳接受的能量就相当于一个小型原子弹爆炸时释放的能量。人类终将学会把这种能量转化成较稳定的形式，这也是农业工程所要研究的课题之一。了解、模拟和代替光合作用，也许是解决动力问题的一个方面。目前，由于对光合作用的机理尚不完全清楚，因此要完全脱离植物，人工地将水和二氧化碳利用太阳能合成粮食和燃料，还要做很大的努力。

能量守恒定律

我们已经知道，能量有机械能、电能、内能、化学能及核能等各种不同形式，各种形式的能量可以在一定条件下相互转化。这反映了自然界中各种现象都不是孤立的，而是相互联系的。科学家们经过长期探索研究，发现用能量的概念可以从一个统一的角度反映这种联系，并在19世纪确立了自然界最普遍的规律之一——能量守恒定律（law of the conservation of energy）。

大量事实告诉我们，任何一种形式的能量在转化为其他形式的能量过程中，消耗多少某种形式的能量，就得到多少其他形式的能量，能量的总量是保持不变的。

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，能量的总量保持不变。这个规律叫做能量守恒定律。

微信公众号：电子课本大全

阅读　能量转化与转移的方向性

一杯开水在室温下可以慢慢地冷却降温，但我们决不会看到一杯水自行慢慢地变热，而周围空气因此而变冷。说明热量的转移是有方向性的，热量只能自发地从高温物体传向低温物体，而决不会反向转移。

一个高速旋转的飞轮受到摩擦制动，逐渐停止转动，而飞轮因摩擦变热了。但我们不可能让飞轮由热变冷而做功，使飞轮又重新飞快地转动起来。说明摩擦可以生热，机械能可以方便地转化为内能，但却不能反方向使热（内能）全部变成机械能。

以上这些事实均说明在自然界能量转化与转移时，存在着一定的方向性。在这些常见的自然现象中包含了一条重要的科学定律，值得我们注意与思考。假如我们的观察思考更加宽泛一些，那么我们还可以注意到，生物死亡后是不能复活的，人生长变老决不能返老还童，一个盘子打碎了不可能又自动恢复……自然界一切过程的发生不仅必须满足能量守恒定律，同时还要服从能量转化与转移的方向性。

小资料　永动机

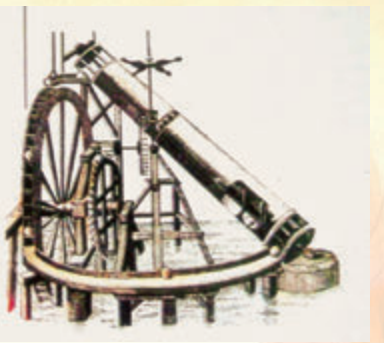


图7.4.19　永动机

没有一种机器可以发挥百分之一百的效率，因为总有部分能量以热的形式被损耗。也就是说，不可能有永恒运动而不消耗能量的所谓永动机存在。但在历史上仍有不少人不断尝试设计这种不消耗能量的永动机。图7.4.19是1747年有人设计建造的永动机。这个机器先让铁球从高处滚落到大转轮上，使大转轮转动，进而带动螺旋杆旋转。螺旋杆的旋转，把铁球带到高处，然后让铁球再次落下，使机器不断重复这些步骤，进行永恒的运动。事实上，机器建造完成后，铁球下落使大轮转动，当铁球进入螺旋杆内上举时，不多时机器就停止了。这是因为由于各个部分的摩擦损耗了能量，铁球不可能上举到原来高度。

制造永动机的失败从反面证明了能量守恒定律的正确性，因为任何机器只能把一种形式的能量转化为另一种形式的能量，要想创生能量是不可能实现的。要想建造出不消耗能量的永动机也是不可能的。

微信公众号：电子课本大全



1. 除了课本上列举的各种能量形式，请你再举出一些自然界中具有能量的事物。
2. 根据自己的生活体验，结合周围事物，举例说明能量的作用，说明什么是能量。
3. 想一想在你周围还有哪些现象中存在着能量的转移与转化，举例说明。
4. 你的家乡有哪些丰富的能源？说说如何利用这些能量。
5. 举例说明你所理解的能量守恒定律。永动机为什么不可能永远运动？为什么所有的机器都需要动力？从能量守恒定律加以说明。



本章学到了什么

1. 物体的大量分子的无规则运动称为分子的热运动。
2. 物体的分子间，既有斥力作用，又有引力作用。物体内所有分子无规则运动的动能和分子相互作用的势能之和称为物体的内能。内能的单位是焦耳。
3. 改变物体内能的途径有两种：做功和热传递。
4. 在热传递过程中传递的能量称为热量。热量与功在改变物体内能的作用上是完全等效的。热量与功的单位相同，都是焦耳。
5. 单位质量的某种物质温度升高（或降低）1℃，所吸收（或放出）的热量叫做这种物质的比热容。水的比热容最大。
6. 热机是把内能转化为机械能的热力发动机。最常见的热机是内燃机，常用的内燃机是汽油机及柴油机。
7. 能量既不能消灭，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具有一定的方向性，其总量保持不变。这就是自然界的重要规律——能量守恒定律。

微信公众号：电子课本大全

附录1　汉英词汇索引

中　文	英　文	页　码
质量守恒定律	law of the conservation of mass	3
化学方程式	chemical equation	4
化学反应	chemical reaction	4
化合反应	combination reaction	7
分解反应	decomposition reaction	9
酸	acid	16
碱	base	16
酸碱指示剂	acid-base indicator	17
盐酸	hydrochloric acid	21
硫酸	sulfuric acid	21
氢氧化钠	sodium hydroxide	28
氢氧化钙	calcium hydroxide	28
金属	metal	36
合金	alloy	39
铁	iron	40
钢	steel	40
铜	copper	41
铝	aluminium	42
置换反应	displacement reaction	47
复分解反应	double decomposition	54
有机物	organic compounds	60
无机物	inorganic compounds	60
甲烷	methane	60
乙烷	ethane	60
乙烯	ethylene	61
聚合物	polymer	69
塑料	plastics	69
纤维	fiber	69
橡胶	rubber	69
煤	coal	78
石油	petroleum	80
天然气	natural gas	84
杠杆	lever	88
定滑轮	fixed pulley	94

微信公众号：电子课本大全

中　文	英　文	页　码
动滑轮	movable pulley	95
斜面	inclined plane	98
机械功	mechanical work	98
功	work	98
功率	power	101
机械效率	mechanical efficiency	102
动能	kinetic energy	104
势能	potential energy	105
机械能	mechanical energy	106
发电机	dynamo	111
电刷	brush	114
直流电动机	DC electric motor	116
电功率	electric power	124
额定功率	rated power	126
熔丝	fuse	131
扩散	diffusion	137
热运动	movement of heat	138
内能	internal energy	139
热能	thermal energy	139
热传递	heat transfer	141
热量	quantity of heat	141
热传导	conduction of heat	141
对流	convection	141
热辐射	heat radiation	141
比热容	specific heat capacity	146
热值	heat value	151
热机	heat engine	152
内燃机	internal combustion engine	153
火箭	rocket	155
能量守恒定律	law of the conservation of energy	166

微信公众号：电子课本大全

附录2　部分酸碱盐的溶解性表（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

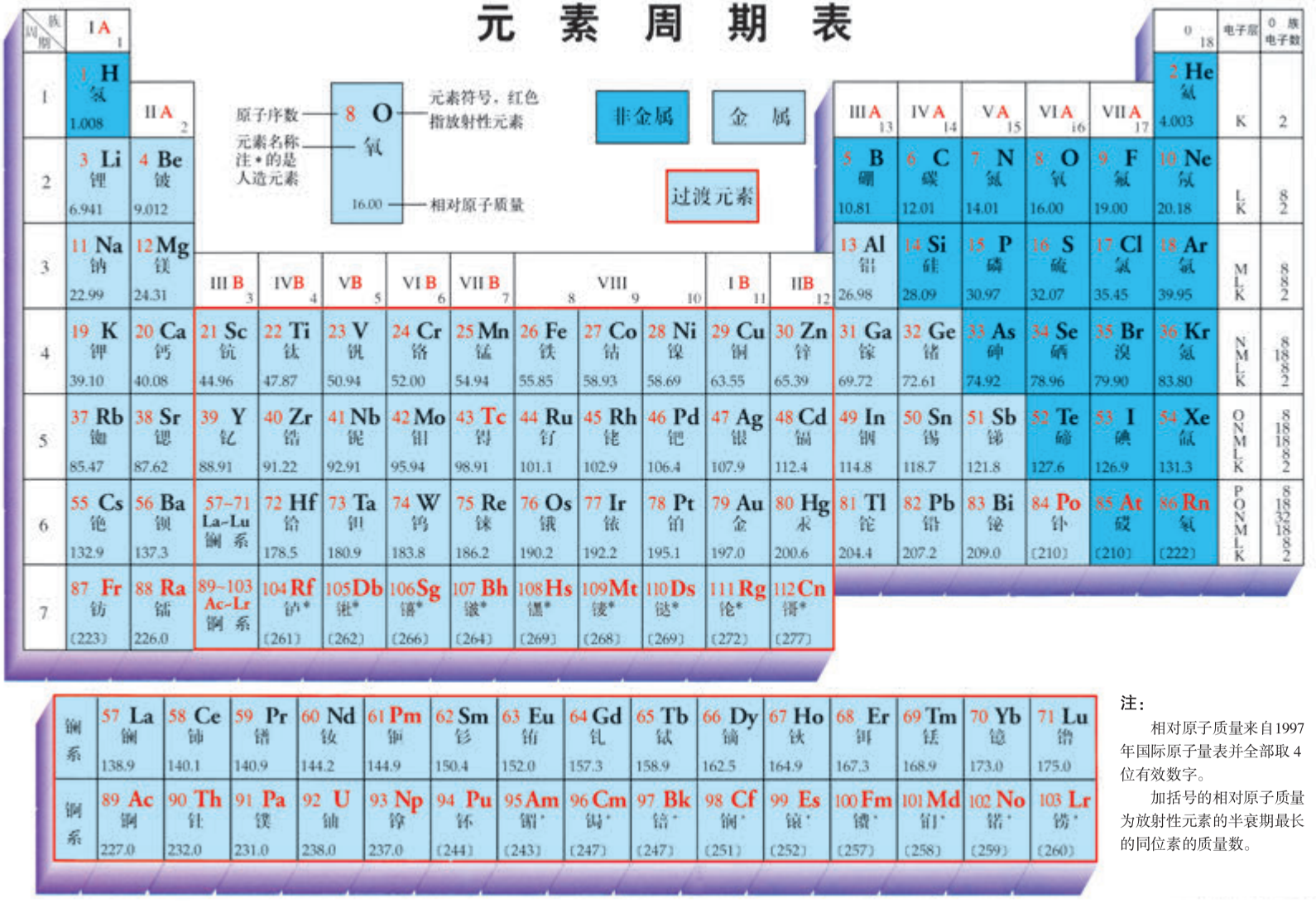
说明：“溶”表示那种物质可溶于水，“不”表示不溶于水，“微”表示微溶于水，“挥”表示挥发性，“—”表示那种物质不存在或遇到水就分解了。

微信公众号：电子课本大全

微信公众号：电子课本大全

附录3

元 素 周 期 表



注：

相对原子质量来自1997年国际原子量表并全部取4位有效数字。

加括号的相对原子质量为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。

后　记

华东师大版《初中科学》实验教材，是按照《义务教育科学课程标准（7~9年级）（实验稿）》组织编写的。2001年经教育部全国中小学教材审定委员会审查通过，先后为4个国家级实验区及浙江省宁波市试验选用。通过近十年的试验，我们获得了许多成功的经验，也在使用过程中发现了教材的一些不足与问题。十年间科学技术又有了长足的进步，教材中的一些知识与数据资料需要更新。随着《义务教育初中科学课程标准（2011年版）》的修订完成，根据教育部的统一部署，我们编写组于2011年暑期开始了对本套教材的全面修订工作。

本次教材修订严格按照新课标的要求，并邀请试验区的教研员与骨干教师与我们一起参与修订工作，认真听取了他们的意见与建议，在反复研讨论证的基础上，对教材结构进行了合理的调整，使各册教材的编排更加适合初中学生的认知规律，在内容上进行了一次全面的重新修订，更加注重基础性与时代性，为适当减轻学生课业负担，删繁就简，使教材更为精炼。

虽然我们为教材修订付出了不懈的努力，倾注了心血，今天呈现在广大师生面前的这本修订后的新版教材，一定还有缺陷与问题，希望使用本教材的师生继续为我们提出宝贵意见。

参加九年级（上册）教材修订的撰稿人如下（以编写章节的先后为序）：

王运生　吴　敏　高剑南　刘炳昇　钱振华　陈　刚

本册分主编：钱振华

微信公众号：电子课本大全