



义务教育教科书

(五·四学制)

化学

九年级 全一册

义务教育教科书 (五·四学制)

责任编辑: 王 源
封面设计: 武 斌
王 璇
丽 子



绿色印刷产品

义务教育教科书 (五·四学制) 化学 九年级 全一册

价格批准文号: 鲁发改价格核(2021)607012

举报电话: 12345

义务教育教科书 (五·四学制)

化学

九年级 全一册

山东教育出版社



山东教育出版社

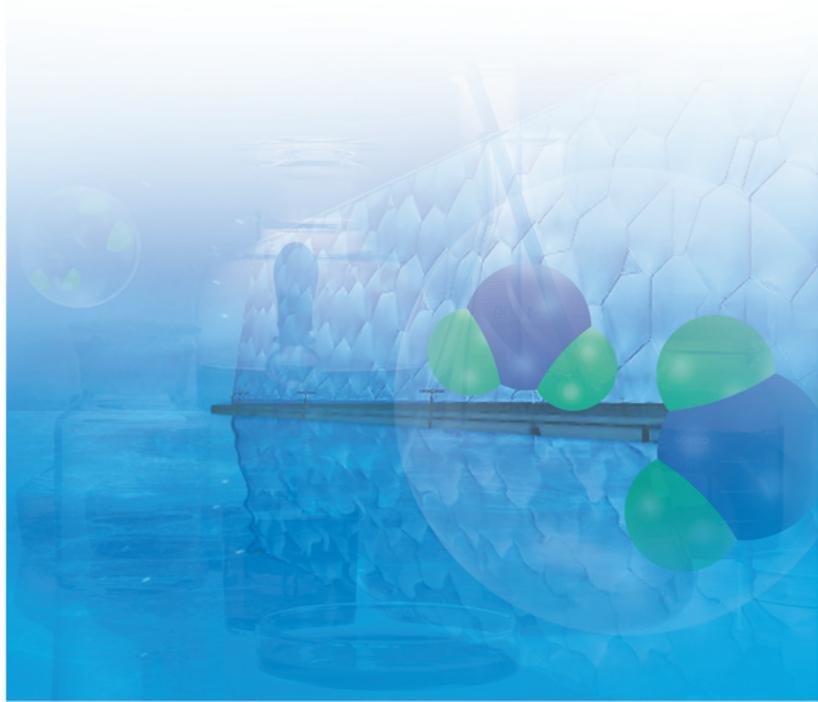


义务教育教科书

(五·四学制)

化学

九年级 全一册



山东教育出版社

主编：毕华林 卢 魏
副主编：丛祥滋 王 媛 齐玉和 姜承彬
责任编辑：王 源

YIWU JIAOYU JIAOKESHU (WU · SI XUEZHI)

HUAXUE

JIU NIANJI QUAN YI CE

义务教育教科书（五·四学制）

化学

九年级 全一册

*

山东出版传媒股份有限公司

山东教育出版社出版

（济南市市中区二环南路 2066 号 4 区 1 号）

山东新华书店集团有限公司发行

山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司印装

*

开本：787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印张：10.5 插页：2 字数：210 千

定价：10.22 元（上光）

ISBN 978-7-5328-7781-2

2013 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 3 版 2021 年 7 月第 9 次印刷

著作权所有 · 请勿擅用本书制作各类出版物 · 违者必究

山东出版传媒股份有限公司教材中心售后服务电话：0531-82098188

Contents

目录



第一单元 溶液

第一节 溶液的形成	2
第二节 溶液组成的定量表示	9
第三节 物质的溶解性	13
到实验室去：配制一定溶质质量分数的溶液	18
到图书馆去：无处不在的溶液	20

第二单元 常见的酸和碱

第一节 酸及其性质	28
第二节 碱及其性质	33
第三节 溶液的酸碱性	38
第四节 酸碱中和反应	44
到实验室去：探究酸和碱的化学性质	49
到图书馆去：分子变成离子	52



第三单元 海水中的化学

第一节 海洋化学资源	60
第二节 海水“晒盐”	66
第三节 海水“制碱”	70
到实验室去：粗盐中难溶性杂质的去除	75
到图书馆去：开创制碱工业的新纪元	77

第四单元 金 属

第一节 常见的金属材料	84
第二节 金属的化学性质	91
第三节 钢铁的锈蚀与防护	97
到实验室去：探究金属的性质	102
到图书馆去：有“锂”走遍天下	105

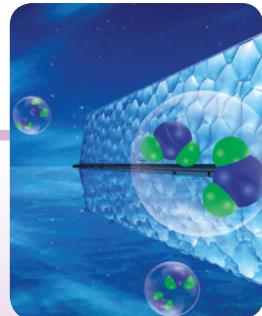


第五单元 化学与健康

第一节 食物中的有机物	112
第二节 化学元素与人体健康	117
第三节 远离有毒物质	121
到图书馆去：正确认识食品添加剂	126

第六单元 化学与社会发展

第一节 化学与能源开发	132
第二节 化学与材料研制	137
第三节 化学与农业生产	142
第四节 化学与环境保护	146
到图书馆去：合成我们的未来	152



第一单元 溶液

生活中的茶水、盐水、糖水、汽水、啤酒、白醋、消毒酒精等都是溶液。溶液对动植物的生理活动和人类的生产、科研活动具有很重要的意义。那么物质是如何溶解在水中形成溶液的呢？在一定量的水中能否无限量地溶解某种物质？溶液有什么特征？怎样表示溶液的组成？怎样配制一定溶质质量分数的溶液？

1.1 溶液的形成

- ▲ 溶解的过程
- ▲ 乳化现象
- ▲ 饱和溶液与不饱和溶液

1.2 溶液组成的定量表示

- ▲ 溶液组成的表示方法
- ▲ 溶液的配制

1.3 物质的溶解性

- ▲ 溶解度
- ▲ 溶解度曲线

到实验室去：配制一定溶质质量分数的溶液

第一节 溶液的形成

海水、河水、湖水和地下水等天然水即使非常清澈，也不是纯净的水。这是因为水中溶解了许多物质。物质是怎样溶解到水里的？

一、溶解的过程



活动天地 1-1

观察食盐的溶解

在一只盛有约50 mL水的小烧杯中，加入一小匙食盐（主要成分是氯化钠），用玻璃棒搅拌。仔细观察发生的变化，直至食盐颗粒在水中消失。触摸烧杯，感受温度是否有变化。

思考：

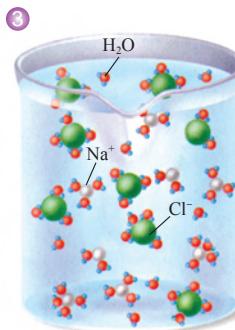
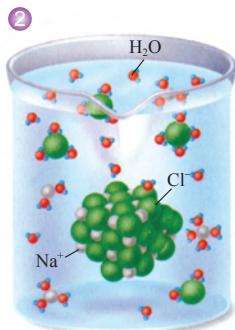
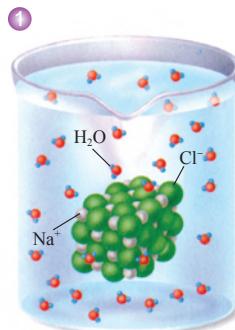
1. 食盐颗粒为什么不见了？
2. 想一想，这杯食盐水的上部、中部和下部，任一处，是否都一样咸？
3. 如果把得到的食盐水密封，保存一个月、一年、两年……你猜测会不会从中析出食盐颗粒来？

一种或几种物质分散到另一种物质里，形成的均匀、稳定的混合物，叫作溶液。像水这种起溶解作用的物质叫作溶剂，像氯化钠这种被溶解的物质叫作溶质。

当把食盐颗粒加入水中充分搅拌后，看起来食盐颗粒好像消失了。其实，那是在水分子的作用下，氯化钠解离成钠离子和氯离子，扩散到水中，形成了氯化钠溶液。

氯化钠溶液是由钠离子、氯离子和水分子组成的混合物。在此混合物中，各种粒子的体积和质量都很小（直径一般不超过 10^{-9} m），彼此之间存在着相互作用，并且都在不断运动。取出氯化钠溶液的任意一部分进行比较，会发现其组成完全相同。不论放置

多久，只要水分不蒸发，外界条件不改变，氯化钠不会从溶液中分离出来。所以氯化钠溶液是均一、稳定的。均一、稳定是所有溶液的共同特征。



氯化钠溶于水的微观过程^①

悬浊液和乳浊液

黄泥水是泥土的小颗粒悬浮在水中形成的，属于悬浊液。少量植物油倒入水中用力振荡，植物油的小液滴也会悬浮在水中，这样形成的浊液属于乳浊液。悬浊液和乳浊液都不是均一、稳定的，放置久了就会沉降或分层。

在氯化钠溶于水的实验中，用手触摸烧杯，感觉不到明显的温度变化。然而，很多物质在溶于水时，会使溶液产生比较明显的温度变化，这是因为物质的溶解过程通常会伴随着能量的变化。



实验探究 1-1

物质溶解时溶液温度的变化

实验用品：小烧杯2只、温度计、玻璃棒、药匙；氢氧化钠、硝酸铵。

实验过程：

实验操作	实验数据
1. 取两只小烧杯，分别加入约50 mL蒸馏水，用温度计测量水温(T_1)。	$T_1 = \text{_____}^{\circ}\text{C}$
2. 向一只小烧杯中加入约5 g氢氧化钠固体，搅拌，测量溶液的温度(T_2)。	$T_2 = \text{_____}^{\circ}\text{C}$
3. 向另一只小烧杯中加入约5 g硝酸铵固体，搅拌，测量溶液的温度(T_3)。	$T_3 = \text{_____}^{\circ}\text{C}$

思考：小芳认为，溶液温度变化了，说明物质在溶于水时可能从水中吸收了能量，也可能向水中释放了能量。你同意她的观点吗？

^① 此图为示意图，图中 Na^+ 、 Cl^- 与 H_2O 分子的结合方式及数量关系不代表真实情况。

第一单元 溶液



硫酸铜溶液



高锰酸钾溶液



许多药物需配成溶液使用

在物质溶解于水的过程中发生了两种变化：一是溶质的分子（或离子）向水中扩散，这一过程吸收热量；二是溶质的分子（或离子）和水分子作用，生成水合分子（或水合离子），这一过程放出热量。溶质不同，这两种过程吸收或放出的热量不同，从而使溶液的温度发生不同的变化。

水能溶解很多物质，是一种最常用的溶剂。如果不加以说明，通常所说的溶液都是指以水作溶剂的溶液。酒精、汽油等也是常用的溶剂。

溶液对于自然界中的生命活动和人类生产活动具有重要意义。土壤里的各种营养物质只有溶于水、形成溶液，才容易被植物根部吸收。动物摄取的养料，也要先变成溶液，才能被吸收利用。医疗上广泛使用的葡萄糖溶液、生理盐水、各种抗菌注射液等，都是按一定的要求配成溶液使用的。维持人体生命和健康的化学反应多数是在水溶液中发生的。人类利用化学反应创造和生产物质、开展科学实验，很多是在溶液中进行的。



交流共享

人们创造和生产物质，除了使物质发生化学变化外，还可以通过对物质进行分离、提纯、混合等手段实现。说说看，日常生活中有哪些事例分别运用了上述方法。



静置后的油水混合物

二、乳化现象

生活经验告诉我们，油类物质与水形成的混合物久置后会分层，这类混合物不具备均一性和稳定性，不属于溶液。

用什么办法可以将油和水混合得更加均匀，且放置更长的时间也不会分层呢？

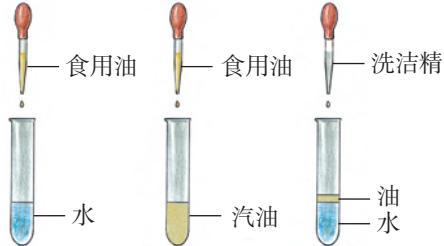


活动天地 1-2

观察乳化现象

1. 向一支试管中加入少量的水，然后向试管中滴入两滴食用油，用力振荡，观察现象。静置一段时间，再观察现象。

现象



2. 向另一支试管中加入约1/3体积的汽油，重复上述操作，观察现象。

现象

3. 在步骤1中的试管里加入几滴洗洁精，用力振荡，观察现象。

现象

食用油能溶于汽油，却不易溶于水。而洗洁精、洗衣粉和洗发液等物质可以使食用油以细小液滴的形态分散在水中，形成不易分层、比较稳定的混合物，这种现象叫作乳化现象。

乳化作用在生产生活中的应用很广泛。如利用洗涤剂的乳化作用可轻松去除衣物或餐具上的油污；在化妆品、药物、涂料等生产过程中，通过乳化的方法可将各种成分混合得更加均匀。

多识一点



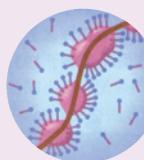
洗发液是怎样去污的



洗发液中含表面活性剂，其分子的一端亲近油分子，另一端亲近水分子。在这种表面活性剂分子的作用下，油污被慢慢地“拉”入水中，经多次揉搓、冲洗，头发上的油污就被逐渐去除了。



洗发液中的表面活性剂分子使紧紧沾在头发上的油污开始松动



表面活性剂分子将油污分成许多小块



水将被表面活性剂分子包围的油污冲洗掉



在线测试

1. 下列关于溶液的叙述中，正确的是（ ）。
A. 溶液一定是液态的 B. 溶液中一定含有水
C. 溶液是均一、稳定的混合物 D. 只有固体和液体可以作为溶质
2. 列举一些生活中的常见溶液，说出其中的溶质和溶剂。

三、饱和溶液与不饱和溶液

像氯化钠一样，硝酸钾也是易溶于水的物质。然而，如果向一杯水中不断加入硝酸钾，能无限地溶解吗？



活动天地 1-3

观察硝酸钾能否在一定量水中无限溶解

1. 在盛有20 mL水的烧杯中，加入5 g硝酸钾，充分搅拌。观察现象。

现象

2. 在上述得到的溶液中，再加入5 g硝酸钾，充分搅拌。观察现象。

现象

思考：通过上述操作和现象，你能得出什么结论？

实验证明，硝酸钾在一定量的水中不能无限地溶解。我们把在一定温度下不能继续溶解硝酸钾的溶液称为硝酸钾的饱和溶液；把还能继续溶解硝酸钾的溶液称为硝酸钾的不饱和溶液。

在上述活动中，当我们在20 mL水中第一次加入5 g硝酸钾时，得到的是硝酸钾的不饱和溶液；第二

次加入5 g硝酸钾时，得到了硝酸钾的饱和溶液，并且还有一部分硝酸钾未能继续溶解。那么，如何才能让剩余的硝酸钾继续溶解呢？饱和溶液与不饱和溶液相互转化的方法有哪些？



实验探究 1-2

探究饱和溶液与不饱和溶液相互转化的方法

实验用品：大烧杯、小烧杯、试管、酒精灯、石棉网、铁架台、玻璃棒、药匙；硝酸钾、蒸馏水。

实验过程：

实验操作	实验现象
1. 在盛有10 mL水的小烧杯中，加入5 g硝酸钾，充分搅拌。观察现象。	
2. 将上述得到的液体静置后，取少量上层清液于试管中，加入少量硝酸钾固体，充分振荡，观察现象。然后将该试管加热，观察现象。待试管冷却后观察，又有什么现象？	
3. 在步骤1的小烧杯中再加入10 mL水并充分搅拌。观察现象。	

思考：本实验中采用哪些方法实现了饱和溶液与不饱和溶液的相互转化？你还能想到其他方法吗？

上述实验证明，溶液的“饱和”与“不饱和”是有条件的，改变条件就能够使饱和溶液与不饱和溶液相互转化。





长话短说

- 溶解就是在溶剂分子的作用下，溶质分子或离子均匀分散到溶剂中的过程。物质的溶解通常伴随着能量的变化。
- 乳化是使不易溶于水的液体以细小液滴的形态分散到水中，形成不易分层、比较稳定的混合物的过程。溶解和乳化都能使物质混合得更为均匀。
- 溶液是溶质的粒子分散在溶剂中形成的均一、稳定的混合物。均一、稳定是溶液的重要特征。
- 水是最重要的溶剂，酒精、汽油等也是常见的溶剂。溶液对于生命活动、工农业生产、科学的研究和我们的日常生活都具有重要意义。
- 在一定条件下，不能再继续溶解某种溶质的溶液叫作该溶质的饱和溶液；还能继续溶解某种溶质的溶液叫作该溶质的不饱和溶液。溶液的饱和与不饱和是有条件的，改变条件可以使饱和溶液与不饱和溶液相互转化。



挑战自我

- 判断下列叙述是否正确。
 - (1) 某物质的饱和溶液就是不能再溶解该物质的溶液。 ()
 - (2) 加溶剂可以使饱和溶液变为不饱和溶液。 ()
 - (3) 稀溶液一定是不饱和溶液。 ()
 - (4) 溶液具有均一性和稳定性，是因为溶液中的各种粒子都静止不动。 ()
 - (5) 氯化钠晶体易溶于水，说明其中的钠离子和氯离子易于扩散，所以氯化钠即使在空气中也会因扩散而逐渐挥发。 ()
 - (6) 氯化钠易溶于水而不溶于植物油，是因为水分子与油分子对钠离子、氯离子作用不同。 ()
- 下列叙述正确的是 ()。
 - 与乳化相比，溶解能使物质混合得更均匀
 - 乳化后形成的乳液与溶液同样稳定
 - 饱和溶液比不饱和溶液含溶质更多
 - 在溶解时，溶质微粒的运动比溶剂微粒快
- 请说出三种把硝酸钾不饱和溶液转化为饱和溶液的方法。

第二节 溶液组成的定量表示

溶液在人类的生产、生活和科学的研究中具有广泛应用。人们在使用溶液时，常常会提及“溶液的浓度”，关注溶液中溶质的含量。因为即便是两份组成成分相同的溶液，也可能会因为某种成分含量不同而导致其性质迥异。因此，溶液通常需要清楚地标示其组成成分及含量。那么，怎样定量表示溶液的组成呢？如何才能准确知道一定量溶液里含有多少溶质？

一、溶液组成的表示方法

在同样多的两杯水中分别溶解一汤匙蔗糖和两汤匙蔗糖，你不难判断哪一杯糖水更甜。但是，你知道下面的实验中哪杯糖水更甜吗？



活动天地 1-4

1. 在一只盛有40 mL水的烧杯中加入8.0 g蔗糖，搅拌，使蔗糖溶解。
2. 在另一只盛有50 mL水的烧杯中加入10.0 g蔗糖，搅拌，使蔗糖溶解。

思考：

1. 上述所得两杯糖水，哪杯更“甜”？你的判断依据是什么？
2. 如果你的结论是通过计算获得的，你列出的算式与其他同学一样吗？

定量表示溶液组成的方法很多，化学上常用溶质质量分数来表示溶液的组成，它是溶质与溶液的质量之比。通常可用下式计算：

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

(溶液的质量 = 溶质的质量 + 溶剂的质量)

例题 将100 g 25%的硝酸钾溶液用水稀释成溶质质量分数为10%的溶液。求稀释所需水的质量。

解：设稀释后溶液的质量为x。因为溶液稀释前后溶质的质量不变，所以：

$$100 \text{ g} \times 25\% = x \times 10\%$$

$$x = \frac{100 \text{ g} \times 25\%}{10\%} = 250 \text{ g}$$

需要水的质量为： $250 \text{ g} - 100 \text{ g} = 150 \text{ g}$

答：稀释需要水的质量为150 g。



在线测试



1. 下列叙述是否正确？为什么？

(1) 在100 g水中溶解20 g氯化钠，所得氯化钠溶液的溶质质量分数为20%。

(2) 从100 g溶质质量分数为20%的碳酸钠溶液中取出10 g溶液，则取出的溶液的溶质质量分数为2%。

2. 蒸干40 g某氯化钠溶液得到8 g氯化钠。求该溶液的溶质质量分数。

3. 食醋中约含3%~5%的醋酸，计算500 g溶质质量分数为4%的食醋中，含有多少克醋酸？

多识一点



白酒的“度数”

白酒的“度数”指的是白酒中酒精的含量。这里的含量不是指质量分数，而是体积分数。例如，52度(52°)的酒表示100 mL酒中含有52 mL酒精(通常为20℃时的测量值)。体积分数也是一种表示溶液组成的方法。

二、溶液的配制

在许多情况下，我们需要使用溶质质量分数一定的溶液。例如，医疗用生理盐水是溶质质量分数约为

0.9%的氯化钠溶液，太稀或太浓会带来生命危险。如何配制一定溶质质量分数的溶液？



活动天地 1-5

配制一定溶质质量分数溶液的方法

欲配制50 g 16%的氯化钠溶液，基本步骤如下：

1. 计算配制50 g 16%的氯化钠溶液需要氯化钠和水的质量。将所需水的质量换算成体积（1 g水的体积约为1 mL）。
2. 用托盘天平或电子秤称取所需的氯化钠，再用量筒量取所需的水。
3. 将称好的氯化钠倒入干燥的烧杯中，再加入量好的水，用玻璃棒充分搅拌，直至氯化钠全部溶解。
4. 把配制好的溶液装入试剂瓶中，盖好瓶塞，贴上标签（注明药品名称和溶质质量分数），放入试剂柜中。

思考：

1. 配制一定溶质质量分数的溶液需要用到哪些仪器？
2. 如果所配溶液的溶质质量分数略大于或者略小于16%，你认为可能的原因有哪些？



在线测试

1. 配制一定溶质质量分数的溶液，正确的操作步骤是（ ）。
 A. 称量（量取）、计算、溶解 B. 计算、称量（量取）、溶解
 C. 计算、溶解、称量（量取） D. 溶解、计算、称量（量取）
2. 在配制一定溶质质量分数的蔗糖溶液时，导致溶液中蔗糖的质量分数偏小的可能原因有（ ）。
 A. 用量筒量取水时俯视读数
 B. 用来配制溶液的烧杯刚刚用少量蒸馏水润洗过
 C. 用托盘天平称取蔗糖时，将蔗糖放在右盘，且称量时使用了游码
 D. 在把量好的水倒入烧杯时，有少量水溅出烧杯



长话短说

1. 可用溶质质量分数定量表示溶液的组成。

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

2. 配制一定溶质质量分数的溶液，一般要经过计算、称量（或量取）、溶解（或稀释）、装瓶存放等步骤。



挑战自我

1. 关于100 g 5%的氯化钠溶液，下列叙述正确的是（ ）。

- A. 100 g水中溶有5 g氯化钠
- B. 将5 g氯化钠溶于95 g水中，可制得该溶液
- C. 溶液中氯化钠与水的质量比为1 : 20
- D. 溶液中氯化钠与水的质量比为19 : 1

2. 现用500 g溶质的质量分数为0.9%的生理盐水给患者输液，进入患者体内的氯化钠的质量约为多少克？

若用溶质质量分数为18%的氯化钠溶液配制500 g溶质质量分数为0.9%的生理盐水，需18%的氯化钠溶液多少克？需水多少克？

3. 现有100 g溶质质量分数为10%的氯化钠溶液，若使溶液的溶质质量分数增加一倍，应向此溶液中加入氯化钠_____g，或蒸发掉水_____g。

4. 某实验小组欲配制200 g溶质质量分数为15%的氯化钠溶液，按下述步骤操作，请填空。

(1) 计算：需氯化钠_____g，水_____mL。

(2) 称量：调节天平平衡后称量所需的氯化钠时，发现托盘天平的指针偏右，此时应_____。

- A. 增加适量氯化钠
- B. 减少适量氯化钠
- C. 调节天平平衡螺母

(3) 配制溶液：用量筒量取所需的水，倒入盛有氯化钠的烧杯中，用玻璃棒搅拌（其目的是_____）。这样得到的溶液即为200 g 15%的氯化钠溶液。

(4) 装瓶、贴标签：将配制好的溶液装入试剂瓶中，盖好瓶塞并贴上标签。

第三节 物质的溶解性

溶解性是物质的重要物理性质，不同的物质溶解性不同。如氯化钠易溶于水，氢氧化钙微溶于水，而碳酸钙难溶于水。那么，物质的溶解性受哪些因素影响呢？

一、溶解度



实验探究 1-3

影响物质溶解性的因素

实验用品：托盘天平、量筒、小烧杯、试管、药匙、胶头滴管、玻璃棒、酒精灯、试管夹；蒸馏水、酒精、氯化钠、碘、硝酸钾。

1. 探究溶剂种类对物质溶解性的影响

完成下列实验并记录现象：

	加入10 mL水并振荡	加入10 mL酒精并振荡
氯化钠		
碘		

实验结论：_____。

2. 探究温度对物质溶解性的影响

请你设计实验探究温度对硝酸钾溶解性的影响。

思路分析：在实验中需要改变的因素是_____，需要保持不变的因素是_____。

实验步骤：_____。

实验现象：_____。

实验结论：在_____保持不变的情况下，当升高温度时，硝酸钾晶体在水中的最大溶解量会_____；当降低温度时，其最大溶解量会_____。

物质的溶解性除了与物质本身的性质有关以外，还与溶剂的种类有关，也受温度的影响。化学上通常用溶解度来定量表示某种物质在某种溶剂中的溶解性。固体物质的溶解度是指在一定温度下，某固体物质在100 g溶剂（通常为水）里达到饱和状态时所溶解的质量。

气体的溶解度

多识一点



压强骤减时气体因溶解度减小而喷出

鱼能在水中生存，打开汽水瓶盖时可能会冒出大量气泡，这都证实了气体也可以溶解在水里。气体在水中的溶解度通常用一定压强、一定温度下1体积水最多溶解气体的体积数来表示。例如：25 ℃、1个标准大气压下，1 L淡水和1 L海水中最多可溶解的氧气体积分别为6.04 mL和4.95 mL。而当温度降低为5 ℃时（压强不变），上述数值分别为9.0 mL和7.2 mL。可见，温度对气体溶解度的影响很大。在一定压强下，温度越高气体的溶解度越小；温度越低气体的溶解度越大。影响气体溶解度的另一个重要因素是压强。在一定温度下，压强越大气体的溶解度越大，压强越小气体的溶解度越小。



交流共享

生活中哪些事例能说明温度和压强对物质的溶解度是有影响的？

二、溶解度曲线

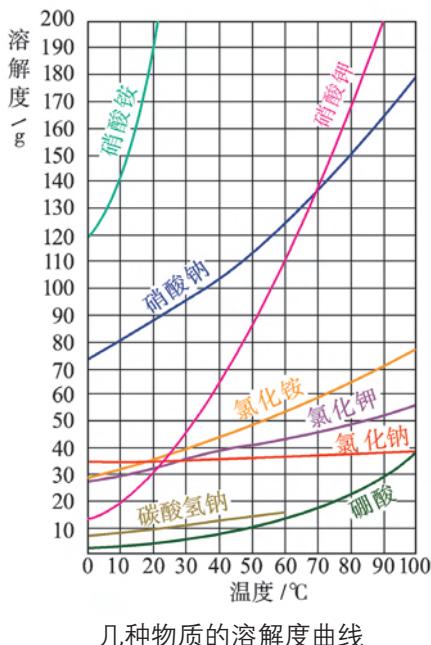
同一种物质在水中的溶解度随温度变化而变化，这种变化关系可以用物质的溶解度曲线来表示。



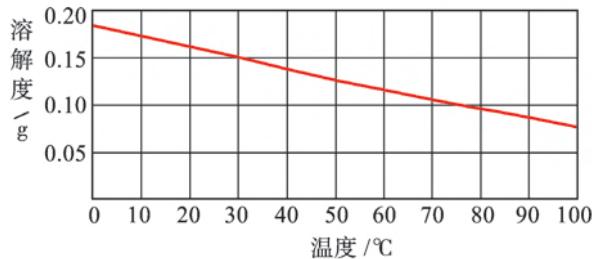
活动天地 1-6

认识溶解度曲线

下图是根据几种常见物质在不同温度下的溶解度绘制出来的曲线——溶解度曲线。请你仔细观察溶解度曲线图并回答问题：



几种物质的溶解度曲线



氢氧化钙的溶解度曲线

一般将20 ℃时溶解度大于10 g的物质称为易溶物质；溶解度为1 g ~ 10 g的物质称为可溶物质；溶解度为0.01 g ~ 1 g的物质称为微溶物质；溶解度小于0.01 g的物质称为难溶物质。部分常见物质的溶解性见附录Ⅱ。

- 氯化钠在20 ℃时的溶解度是_____；硝酸钾在20 ℃时的溶解度是_____；氢氧化钙在80 ℃时的溶解度是_____。
- 大多数固体物质的溶解度随温度变化的规律是_____。
- 从上述溶解度曲线中，你还能发现哪些规律？

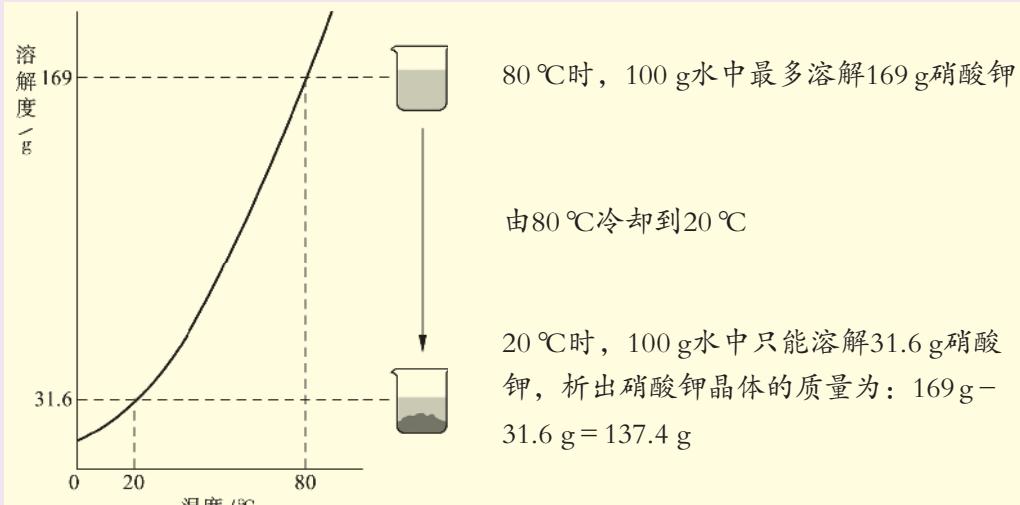
溶解度曲线可以直观地表示物质的溶解度随温度变化而变化的趋势，从溶解度曲线中我们还能查到0℃—100℃范围内任一温度下相应物质的溶解度。

多识一点



降温结晶

观察硝酸钾的溶解度曲线，可以看出硝酸钾的溶解度受温度的影响较大。对于这样的物质，可采取冷却热饱和溶液的方法，使溶质从溶液中结晶析出，这种方法称为降温结晶。工业上经常运用这种方法从溶液中提取化工原料和产品。



冷却热饱和溶液析出晶体

固体物质从它的饱和溶液中以晶体的形式析出的过程叫作结晶。结晶是分离物质的方法之一。



硫酸铜晶体



硝酸钾晶体



明矾晶体



长话短说

- 溶解度是定量表示物质溶解性的一种方法。固体物质的溶解度是指在一定温度下，某固体物质在100 g溶剂里达到饱和状态时所溶解的质量。
- 溶解度曲线能反映物质的溶解度随温度变化而变化的规律。
- 固体物质从它的饱和溶液中以晶体的形式析出的过程叫作结晶。结晶是分离物质的方法之一。

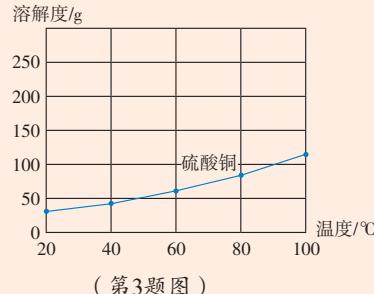


挑战自我

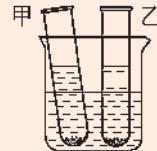
- 下列叙述是否正确？若不正确，请加以改正。
 - 氯化钠的溶解度为36 g。
 - 固体物质的溶解度都随温度的升高而增大。
 - 在一定温度下，搅拌不能改变硝酸钾的溶解度。
- 查阅溶解度曲线，在表中填写氯化钠和氢氧化钙的溶解度。

	10 ℃	50 ℃	70 ℃	100 ℃
氯化钠				
氢氧化钙				

- 下图是硫酸铜溶解度曲线的一部分，请根据此图推测0℃、10℃硫酸铜的溶解度分别大约是多少？



(第3题图)



(第4题图)

- 如上图所示，甲、乙两试管中分别盛有硝酸钾、氢氧化钙的饱和溶液，并都有少量固体存在。若向试管外盛有水的烧杯中加入少量浓硫酸（浓硫酸溶于水时放热），请分析推断可能产生的现象和原因。

到实验室去

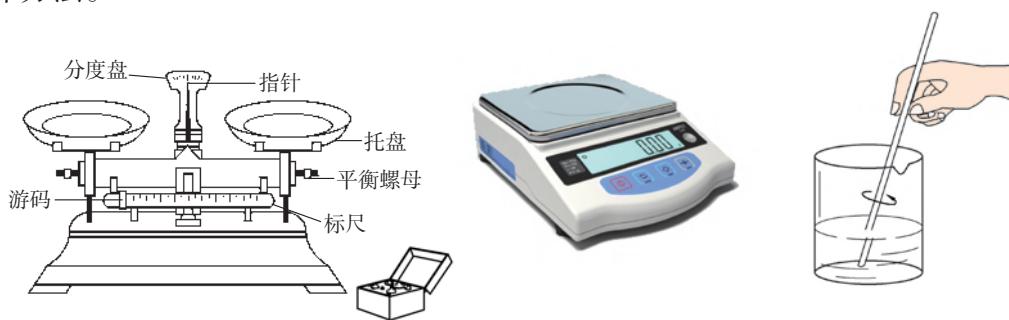
配制一定溶质质量分数的溶液

明确任务

- 与同学合作配制80 g 10%的氯化钠溶液。
- 初步学会配制一定溶质质量分数溶液的方法。

做好准备

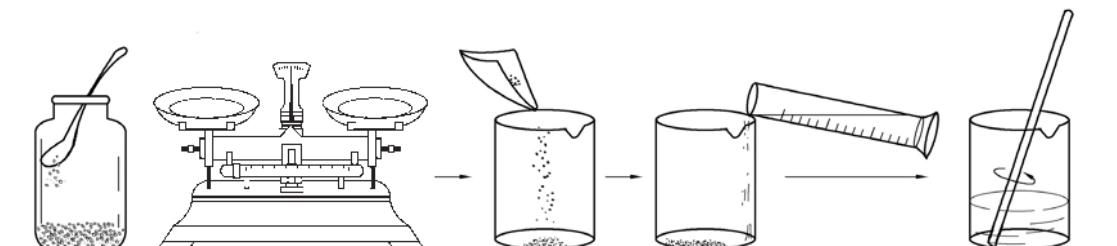
- 你需要准备以下实验用品：托盘天平、烧杯、玻璃棒、药匙、胶头滴管、量筒（10 mL、100 mL）；氯化钠、蒸馏水。
- 你需要回顾托盘天平（或电子秤）的使用方法，以及量取和搅拌液体等操作方法。



友情提示

用玻璃棒搅拌液体时，要注意尽量不要使玻璃棒碰触容器的器壁。

动手实验



按上图所示步骤完成实验并将表格中各项内容补充完整。

步骤名称	操作方法
1. 计算	
2.	
3.	
4.	



反思交流

你是否顺利地完成了本次实验？有哪些经验或教训需要与同学们分享？

到图书馆去

无处不在的溶液

维持动植物和人体功能的化学反应中的绝大多数都是在溶液的环境中进行的。我们最常见的自来水也是一种溶液。因为自来水中往往溶解有含氯消毒剂、各种矿物质（例如能够将水“变硬”的钙离子和镁离子等），以及一些微量的污染物。除自来水以外，我们会在日常生活中接触到各种各样的溶液，例如：食醋、汽水、啤酒、汽油等等。

溶液是由多种成分均匀混合而成的一类混合物，所以气体、液体和固体都可以形成溶液。例如：空气是由多种气体组成的均匀混合物，可以视为溶液；黄铜是由铜和锌组成的均匀混合物，当然也可以算作溶液。



海水也是一种溶液

▶ 人们对溶液的早期认识

人类应用溶液有着悠久历史，可以说自有人类以来就有溶液的应用。为什么这样说呢？因为天然水、醋、酒等都属于溶液，就连动植物的体液也都是溶液。据记载，在公元四五世纪时，希腊炼金术士辛内索（Saint Synesios）制作了一种比重计，以测量酒、醋、蜂蜜水等水溶液的比重。到了6世纪，已经有了和我们现在所用的基本相同的比重计。11世纪初阿拉伯人比鲁尼（Al-Biruni）对当时一系列液体和金属盐溶液所测得的比重数据已经相当准确了。

到了16世纪，化学发展进入了所谓医药化学时期，由于化学家摆脱了中世纪炼金术士的一些神秘观念的束缚，化学研究越来越贴近人们的生活。例如，当时有很多人从事矿泉水的研究。由于各地的矿泉水的药理性能非常复杂，因而这些研究也就促进了有关溶液的分析研究，于是对溶液中各种定性反应的认识也逐渐加深。而之前一些研究者只是简单地把一定量水蒸干，称出残渣的重量，计算出矿泉水中溶解物质的比例。

到16世纪中叶，人们已经掌握了溶解和结晶的方法，能够使盐从溶液中结晶出来，再进一步根据盐的特征晶形加以识别。例如，德国医生李巴维（A. Libavius）在1597年曾指出：确定水中溶质的品种，可将水样蒸发浓缩，在其中悬一稻草或棉线，使溶质在它上面结晶析出，从结晶的形状可以判断它是明矾还是硝石。

关于利用化学试剂对水溶液进行定性检验，大约在公元初就开始了。古罗马的普里尼曾介绍过用五倍子浸液检验绿矾溶液中的铁。后来李巴维便利用这个反应来检验矿泉水中的铁。李巴维还发现铜盐溶液与氨作用时显现翠蓝色，因而可以用胆矾溶液检验水中的氨。17世纪，德国医生塔切尼斯（O.Tachenius）系统地研究了五倍子浸液与各种金属盐溶液的反应，并用其检验尿液中的铁，以研究铁的排泄途径。

► 波义耳的研究发现

英国化学家波义耳（R. Boyle）依靠前人的实践经验和自己的钻研，将当时的溶液检验提高到一个新的水平。他编写了一本关于矿泉水的专著《矿泉的博物学观察》，相当全面地总结了当时已知的关于水溶液的各种检验方法和化学反应。他在研究制取五倍子浸液时发现，这种浸液滴入铁盐溶液后会使溶液变黑。他认为这种变化可以检验铁的存在。又由于这种溶液可以当作墨水用，于是他研究了制备方法，确定了配方。后来人们沿用这个配方生产高质量的墨水几乎达一个世纪之久。他还研究了在硝酸银溶液里滴入盐酸后产生白色的“月牙”（氯化银）沉淀的化学反应，并观察到这种沉淀在开口的容器里会逐渐变成黑色。他认为这种方法可以确证在所检验的物质里是否有银存在。后来这个反应便成为检验氯离子的特征反应了。波义耳不同意当时化学界流行的“当两种物质在溶液里相遇，彼此之间若有‘厌恶感’便会发生沉淀反应”的观点，认为这种理论实际上是赋予物质以神秘的性质。他做了大量的研究，证明不仅碳酸钾能从酸中沉淀出某种溶解的物质，而且“中性的硝酸银可自王水中沉淀出盐酸”，“硫酸可从醋中沉淀出珊瑚粉（钙质）”。波义耳还特别注意到沉淀过程中物质量的变化，他指出更加普遍的情况是“在沉淀过程中，溶解的金属与一部分沉淀剂发生了结合，因此沉淀的重量常常超过原来溶解的金属的重量”。这种见解在当时显然是很先进的。



罗伯特·波义耳 (1627—1691)

▶ 溶液的应用

由于溶液的流动性以及溶质在溶液中分散程度较大，在溶液里进行的化学反应通常是比较快的。所以，在实验室里或化工生产中，要使两种固体反应，常常先将它们分别溶解，然后将两种溶液混合，并加以振荡或搅动，以加快反应速率。

溶液对动植物的生理活动也有重要意义。动物摄取食物里的养分，必须经过消化，变成溶液后才能吸收。在动物体内，氧气和二氧化碳也是溶解在血液中进行循环的。医疗上使用的葡萄糖溶液和生理盐水、医治细菌感染引起的各种炎症的注射液、各种眼药水等，都是按一定的要求配成溶液使用的。植物生长所需各种养料，也要成为溶液才能被吸收。土壤里含有水分，里面溶解了多种物质（包括化肥），形成植物赖以生长的土壤溶液。

▶ 溶液与绿色化学

日常生活和工业生产中使用的有机溶剂往往会成为环境污染源，绿色化学要求尽可能用水和其他环境友好型溶剂替代传统有机溶剂，例如用水性涂料替代传统的油性涂料。

现在，越来越多富有社会责任感的优秀企业在践行绿色化学理念，对二氧化碳需求的持续增长就是一个很好的证明。例如：全球五百强之一的陶氏化学公司现在已经有一些生产环节中使用二氧化碳替代氟氯烃（一种被公认为能够破坏臭氧层的物质），这些二氧化碳来自该公司其他能够产生二氧化碳废气的生产环节。

二氧化碳的另一项极具潜力的应用是用来取代传统溶剂四氯乙烯，后者现在仍占据着美国干洗剂行业80%的市场份额。长期与四氯乙烯接触可能会导致肾脏和肝脏损伤以及癌变。尽管四氯乙烯对公众来说算不上一种危险物质（经过干洗后的衣物上多多少少会附着一些四氯乙烯），但是对于干洗工人来说，这是不可接受的。我们知道，二氧化碳在高压下可以变成液态，当与适当的除垢剂配合使用时，会成为一种非常高效的溶剂，可以轻松除去那些只适于干洗的纤维织物上的污垢。当压力降低的时候，液态二氧化碳会立即变成气态，不需要特别的措施就可以将衣



干洗剂是否有损健康是干洗工人非常关注的问题

物烘干。完成任务后的二氧化碳气体经压缩成液态后再用来清洗下一批衣物。

如果将所有成本都计算在内，我们会发现绿色化学其实是非常经济划算的，是一种“便宜化学”，所有人都将从中获益。

思 考

1. 除本文中提到的溶液之外，你还能说出哪些生活中常见的溶液？
2. 医护人员在给患者扎针时，往往先用碘酒擦拭局部皮肤，后又用酒精棉球擦拭。请你结合有关溶液的知识思考以下问题：
 - (1) 医用酒精为什么用70%~75%的酒精溶液而不用纯酒精？
 - (2) 为什么用过碘酒后还要用酒精棉球擦拭？
 - (3) 不小心滴到衣服上的碘酒应如何洗去？

单元练习

知识应用

1. 厨房中有下列物质：① 食盐、② 料酒、③ 面粉、④ 豆油、⑤ 白糖、⑥ 面酱，将它们分别放入适量水中，充分搅拌，能够得到溶液的是（ ）。
 - A. ①②⑤
 - B. ①②⑥
 - C. ③⑤⑥
 - D. ③④⑥

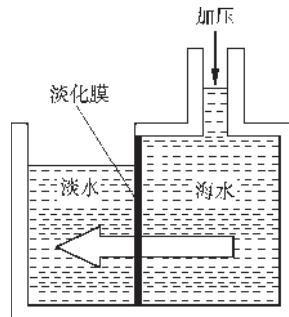
2. 下列有关溶液的叙述错误的是（ ）。
 - A. 溶液是由两种或两种以上物质组成的
 - B. 均一、稳定的液体一定是溶液
 - C. 溶液加水稀释前后溶质的质量不变
 - D. 浑浊的液体一定不是溶液

3. 将氯化钠溶于水，溶液的温度基本不变。下列叙述正确的是（ ）。
 - A. 钠离子和氯离子向水中扩散的过程不需要吸收热量
 - B. 钠离子、氯离子与水分子形成水合离子的过程不放出热量
 - C. 钠离子、氯离子向水中扩散过程中吸收的热量，与钠离子、氯离子和水分子形成水合离子过程中放出的热量基本相等
 - D. 氯化钠溶于水既不存在扩散过程，也不存在水合过程

4. 下列叙述错误的是（ ）。
 - A. 水能洗掉所有污渍
 - B. 汽油可洗去沾在衣服上的油渍
 - C. 酒精能溶解沾在试管壁上的碘
 - D. 利用洗洁精的乳化作用，可洗去餐具上的油污

5. 下列措施中，一定能把饱和溶液转变成不饱和溶液的是（ ）。
 - A. 降低温度
 - B. 增加溶剂
 - C. 充分搅拌
 - D. 增加溶质

6. 海水淡化可采用膜分离技术。如右图所示，对淡化膜右侧的海水加压，水分子可以透过淡化膜进入左侧淡水池，而海水中有些溶质离子不能通过淡化膜，从而得到淡水。对加压后右侧海水成分变化情况进行的下列分析中，正确的是（ ）。
 - A. 溶质质量增加
 - B. 溶剂质量减少
 - C. 溶液质量不变
 - D. 溶质质量分数减小



7. 一定温度下，把1 g熟石灰加入到100 g水中，充分搅拌后发现仍有少许熟石灰未溶解。对于静置后得到的上层清液，下列描述中正确的是（ ）。

A. 它是熟石灰的不饱和溶液

B. 它是浓溶液

C. 它是稀溶液

D. 它是熟石灰的饱和溶液

8. 过氧化氢（ H_2O_2 ）既是工业上重要的氧化剂，又是常用的医用消毒剂。

(1) 小明配制了600 g溶质质量分数为5%的过氧化氢溶液，该溶液中溶质为_____g，溶剂为_____g。

(2) 小明从上述溶液中取出300 g用于环境消毒，则剩余溶液的溶质质量分数为_____。

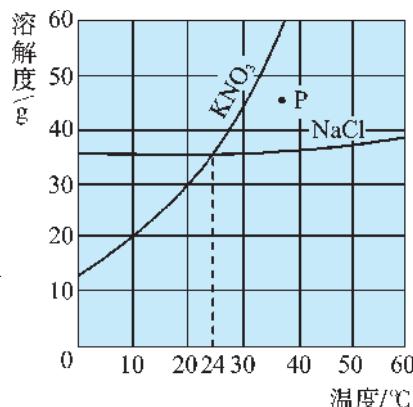
9. 右图为硝酸钾和氯化钠在水中的溶解度曲线（图中数据仅作示意用）。

(1) 当温度约为_____时，硝酸钾和氯化钠的溶解度相等。

(2) 当温度_____时，氯化钠的溶解度大于硝酸钾的溶解度。

(3) 图中P点所表示的硝酸钾溶液是_____（饱和/不饱和）的。

(4) 10 °C时，硝酸钾的溶解度是_____。



方法探究

10. 某实验小组利用图1所示仪器配制一定溶质质量分数的氯化钠溶液。

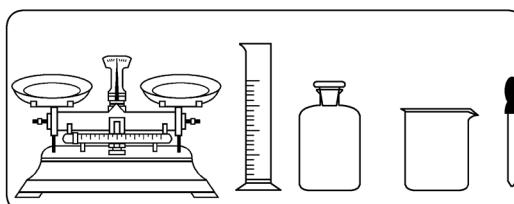


图1

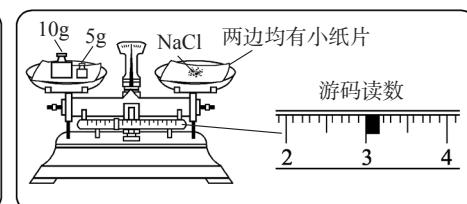


图2

(1) 图1中缺少一种必须用到的玻璃仪器，它是_____。

(2) 图2中的操作错误是_____；若按图2操作，取用的氯化钠实际质量为_____g。

(3) 量取蒸馏水的体积读数如图3所示，则该实验小组原计划配制的氯化钠溶液的溶质质量分数为(水的密度为 $1\text{ g}/\text{cm}^3$)_____。

11. 实验室里有一瓶蒸馏水和一瓶氯化钾溶液，你能用什么简单的方法将它们鉴别开？

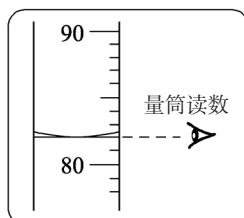


图3

反思交流

12. 分别对90 g 10%的氯化钠溶液进行如下操作，请计算出所得溶液的溶质质量分数：

- (1) 加入10 g水：_____；
- (2) 加入10 g氯化钠，完全溶解：_____；
- (3) 加入10 g 20%的氯化钠溶液：_____。

13. 完成下列实验，你会从中感受到许多乐趣。

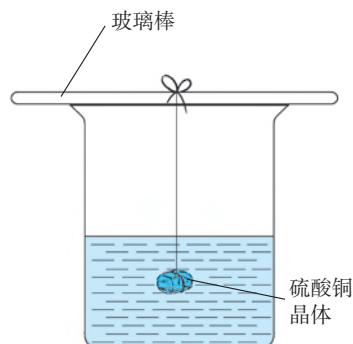
(1) 把粉末状硫酸铜晶体加入到盛有100 mL热水的烧杯中，直至不能继续溶解为止。

(2) 如图所示，将一小块形状不规则的硫酸铜晶体浸入上述硫酸铜溶液中。

(3) 在温度没有明显变化的条件下静置一段时间，观察晶体形状和大小的变化。

根据以上实验，思考并与同学讨论：

- ① 硫酸铜晶体的大小和形状发生变化了吗？
- ② 溶液中的硫酸铜发生了怎样的变化？
- ③ 该实验涉及到本单元所学的哪些内容？



第二单元 常见的酸和碱

你一定知道食醋的味道，也一定用过洗衣粉。事实上，在生活中你已经接触了许多酸和碱。无论是在化学世界里，还是在日常生活中，酸和碱都是两类广泛存在而又非常重要的物质。什么样的物质是酸？什么样的物质是碱？酸和碱对我们的身体健康和日常生活有哪些影响？酸碱中和是一种什么样的过程？……学习了本单元的内容之后，你就会找到这些问题的答案。

2.1 酸及其性质

- ▲ 常见的酸
- ▲ 酸的化学性质

2.2 碱及其性质

- ▲ 常见的碱
- ▲ 碱的化学性质

2.3 溶液的酸碱性

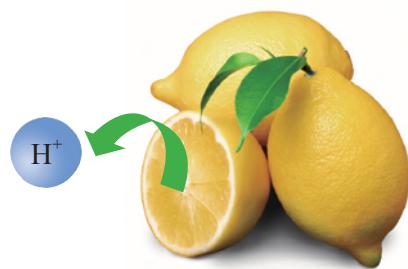
- ▲ 如何检验溶液的酸碱性
- ▲ 怎样判断溶液酸碱性的强弱
- ▲ 物质的酸碱性对生命活动的意义

2.4 酸碱中和反应

- ▲ 中和反应
- ▲ 中和反应的应用

到实验室去：探究酸和碱的化学性质

第一节 酸及其性质



在日常生活中，我们常会接触一些有酸味的物质，如食醋、西红柿和柠檬汁等。化学家研究了这些物质，发现它们都含有一类组成和性质相似的化合物，称之为酸。酸溶于水后都能解离出相同的阳离子——氢离子（H⁺）。

一、常见的酸



活动天地 2-1

认识浓盐酸和浓硫酸

阅读浓盐酸和浓硫酸试剂瓶标签上的内容，并观察浓盐酸和浓硫酸的颜色和状态。分别打开浓盐酸和浓硫酸试剂瓶瓶塞，你观察到什么现象？闻一闻它们是否有气味。

注意：1. 酸有强烈的腐蚀性，使用时一定要小心，避免沾到皮肤或衣物上。
2. 闻气味时不可凑近瓶口，要小心地打开瓶塞，用手在瓶口处轻轻扇动，仅使极少量的气体飘进鼻孔。



闻气味的方法

将观察、阅读、思考的结果填在下表中，并与同学们交流。

	颜色	状态	气味	密度	溶质质量分数	打开瓶塞时的现象	其他
浓盐酸							
浓硫酸							

浓盐酸是无色液体，有刺激性气味，易挥发，在空气中会形成白雾，这是因为浓盐酸挥发出来的氯化氢气体跟空气里的水蒸气接触，形成盐酸小液滴。工业用浓盐酸因含有少量杂质而略带黄色。浓盐酸有强烈的腐蚀性。

纯净的浓硫酸是没有颜色、黏稠、油状的液体，不容易挥发。浓硫酸具有吸水性和强烈的腐蚀性，在使用时应十分小心。如果不慎将浓硫酸沾到皮肤上，应立即用大量的水冲洗，然后涂上 $3\% \sim 5\%$ 的碳酸氢钠溶液，以防灼伤皮肤。

在化学实验中，我们往往要根据实际需要，稀释浓盐酸或浓硫酸来配制一定溶质质量分数的稀盐酸或稀硫酸。在稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸沿器壁慢慢注入水里，并不断搅拌。切不可将水倒进浓硫酸里！

除盐酸和硫酸外，常见的酸还有硝酸（ HNO_3 ）、醋酸（ CH_3COOH ）和碳酸（ H_2CO_3 ）等。



二、酸的化学性质



实验探究 2-1

盐酸能与哪些物质发生化学反应

请利用下列物质（经老师同意后可以增加其他物质），探究盐酸的化学性质：镁条、生锈铁钉、碳酸钠、氯化钡溶液、硝酸银溶液、紫色石蕊试液、酚酞试液。

1. 在2支试管中分别加入少量稀盐酸，然后分别滴入几滴紫色石蕊试液和无色酚酞试液，观察并记录现象。

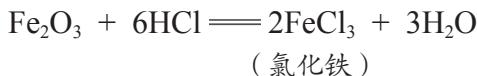
操作	取少量稀盐酸，滴入石蕊试液	取少量稀盐酸，滴入酚酞试液
现象		

2. 向分别盛有镁条、碳酸钠（ Na_2CO_3 ）粉末、生锈铁钉、硝酸银（ AgNO_3 ）溶液、氯化钡（ BaCl_2 ）溶液的5支试管中各加入少量稀盐酸，观察并记录现象。

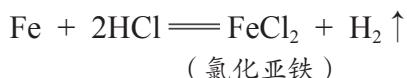
第二单元 常见的酸和碱

物质	镁条	碳酸钠粉末	生锈铁钉	硝酸银溶液	氯化钡溶液
加入稀盐酸后的现象					

实验证明：盐酸可以使石蕊试液变红；金属镁、碳酸钠、铁锈〔主要成分为氧化铁（ Fe_2O_3 ）〕、硝酸银溶液都能在常温下与盐酸发生反应，化学方程式分别为：



除锈后的铁钉能继续与盐酸反应：



盐酸不能与氯化钡溶液发生反应。

像 Na_2CO_3 、 BaCl_2 、 MgCl_2 、 NaCl 、 FeCl_3 等均是由金属阳离子和酸根阴离子构成的化合物，化学上把这类化合物称为盐。



活动天地 2-2

比较硫酸与盐酸的化学性质

若用稀硫酸代替稀盐酸与镁条、碳酸钠粉末和生锈的铁钉反应，你会观察到哪些现象？

1. 请你试着写出有关反应的化学方程式。
2. 某实验小组的同学得出了这样的结论：酸具有相似的化学性质。请你帮助他们总结一下酸有哪些相似的化学性质。

为什么酸具有相似的化学性质呢？那是因为它们在溶于水时，都解离出了共同的阳离子——氢离子，正是由于氢离子的存在，导致它们具有相似的化学性质，称作酸的通性。例如：

- (1) 能使紫色石蕊试液变红；
- (2) 能与某些金属氧化物反应，生成盐和水；
- (3) 能与某些金属反应，生成盐和氢气；
- (4) 能与部分盐反应，生成新的酸和新的盐。

当然，由于不同的酸溶于水时解离出的酸根阴离子不同，其性质也存在差异。例如：硫酸能与氯化钡(BaCl_2)反应，生成白色的硫酸钡(BaSO_4)沉淀，而盐酸不能。



酸的这些性质，在生活、生产和科学研究中有着广泛的应用。

常见酸的主要用途

名称	主要用途
浓硫酸	70%以上用于生产化肥，其余用于农药、炸药、医药、染料及冶金、石油化工、轻工、纺织等生产领域
浓盐酸	制药、作除锈剂等
浓硝酸	生产化肥、炸药、染料、医药、橡胶、塑料及冶金、化工等领域



长话短说

1. 酸溶液中都含有氢离子(H^+)，因此酸具有相似的化学性质。
2. 盐酸、硫酸等是重要的酸，具有广泛的用途。
3. 两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应，叫作复分解反应。

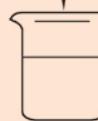
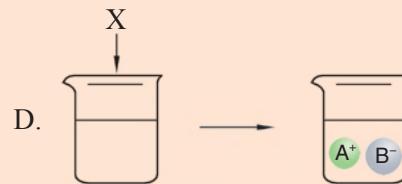
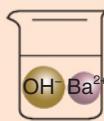
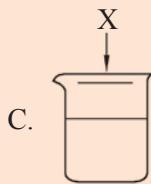
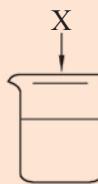
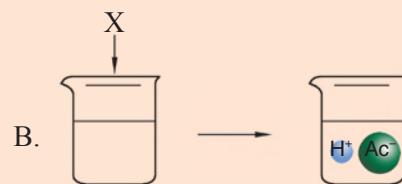
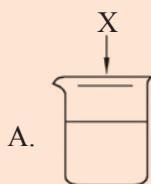


挑战自我

1. 请判断下列叙述是否正确，用“√”和“×”标示。

- a. 浓硫酸在空气中会形成白雾（ ）
- b. 酸溶液能使紫色石蕊试液变红（ ）
- c. 酸溶液中都含有氢离子（ H^+ ）（ ）

2. 下列图示是物质X溶于水发生解离的微观示意图，其中能说明X是一种酸的为（ ）。



3. 写出下列反应的化学方程式：

- (1) 碳酸钙和盐酸
- (2) 氧化铁和稀硫酸
- (3) 锌和稀硫酸
- (4) 稀硫酸和氯化钡溶液

4. 根据浓盐酸和浓硫酸的性质，推测在实验室中应如何保存浓盐酸和浓硫酸。

5. 不同的酸具有相似的化学性质，是由什么原因决定的？同属于酸，盐酸与氯化钡不发生反应，而硫酸则会与氯化钡反应产生白色沉淀，这又是为什么？

第二节 碱及其性质

与酸一样，碱也是一类重要的化合物。在前面的学习中，我们接触到的石灰水中的溶质氢氧化钙 $\text{[Ca(OH)}_2\text{]}$ 就是一种碱。这类化合物溶于水后都能产生一种共同的阴离子——氢氧根离子 (OH^-) 。



一、常见的碱



认识氢氧化钠和氢氧化钙

各取适量固体氢氧化钠 (NaOH) 和氢氧化钙，分别放入小烧杯中。完成下列实验：

- 观察它们的颜色和状态。
- 露置在空气中一段时间，再观察它们颜色和状态的变化。
- 向两只小烧杯中分别加入少量水，振荡，观察它们的溶解情况。用手触摸烧杯外壁。
- 把一根头发丝放入试管中，向试管里加入上述实验中得到的氢氧化钠溶液^①，加热煮沸2~3 min，观察头发丝的变化。

注意：为防止被腐蚀，取用碱时要特别小心，切勿用手拿！

请将你观察到的现象填在下表中：

	颜色	状态	露置在空气中的变化	在水中的溶解情况	头发丝在其中的变化	其他
氢氧化钠						
氢氧化钙						

^① 为使头发丝的变化现象明显，建议使用20%以上的氢氧化钠溶液。

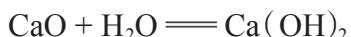
第二单元 常见的酸和碱

氢氧化钠是白色固体，易溶于水，溶解时放出热量。暴露在空气中的固体氢氧化钠容易吸收空气中的水蒸气而逐渐溶解。

氢氧化钠俗称烧碱、火碱或苛性钠，对皮肤、纸张、织物等有强烈的腐蚀性。在使用氢氧化钠时，必须十分小心！防止眼睛、皮肤、衣服等被腐蚀。如果不慎沾在皮肤上，要立即用大量的水冲洗，然后再涂上硼酸溶液。

氢氧化钙是熟石灰或消石灰的主要成分，是一种白色粉末状物质，微溶于水，其水溶液俗称石灰水。氢氧化钙对皮肤、衣服等有腐蚀作用。

熟石灰可由生石灰（主要成分是氧化钙）和水反应生成，反应过程中放出大量的热。反应的化学方程式为：



除氢氧化钠、氢氧化钙外，常用的碱还有氢氧化钾（KOH）等。

二、碱的化学性质



实验探究 2-2

氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质

请完成下列实验。当然，经老师同意，你还可以选用其他物质进行实验。

- 在2支试管中各加入少量氢氧化钠溶液，然后分别滴入几滴紫色石蕊试液和无色酚酞试液；另取2支试管，各加入少量氢氧化钙溶液，然后分别滴入几滴紫色石蕊试液和无色酚酞试液。观察并记录现象。

	滴入石蕊试液后的现象	滴入酚酞试液后的现象
氢氧化钠溶液		
氢氧化钙溶液		

2. 在3支试管中分别放入生锈铁钉、氯化铜溶液、碳酸钠溶液，然后再向试管中分别加入少量氢氧化钠溶液。观察并记录现象。

3. 另取3支试管，分别放入生锈铁钉、氯化铜溶液、碳酸钠溶液，然后再向试管中分别加入少量澄清石灰水。观察并记录现象。

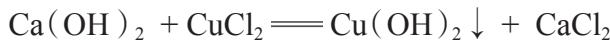
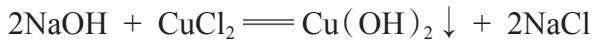
	生锈铁钉	氯化铜溶液	碳酸钠溶液
加入氢氧化钠溶液后的现象			
加入氢氧化钙溶液后的现象			

4. 向2个盛有二氧化碳气体的矿泉水瓶里分别加入少量氢氧化钠溶液和氢氧化钙溶液，立即盖紧瓶盖，振荡，观察现象。

氢氧化钠溶液	
氢氧化钙溶液	

思考：有的同学认为：“实验4中矿泉水瓶变瘪，不足以证明二氧化碳和氢氧化钠或氢氧化钙溶液发生了化学反应，因为二氧化碳溶解在水中也会产生类似的现象。”你同意这种观点吗？

实验证明：氢氧化钠溶液和氢氧化钙溶液都能使紫色石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红；都能与氯化铜溶液发生化学反应，生成蓝色氢氧化铜沉淀。



氢氧化钠溶液和氢氧化钙溶液都能与二氧化碳发生化学反应。



碱溶液中都含有氢氧根离子，正是氢氧根离子的存在导致碱具有以下相似的化学性质，称作碱的通性。例如：

- (1) 能使紫色石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红；
- (2) 能与某些非金属氧化物反应，生成盐和水；
- (3) 能与某些盐反应生成另一种盐和另一种碱。

当然，由于不同的碱溶于水时解离出的阳离子不同，其性质也存在差异。例如，氢氧化钙溶液能与碳酸钠溶液反应生成白色的碳酸钙沉淀，而氢氧化钠却不能。



碱的这些性质，在生活、生产和科学研究中有着广泛的应用。

常见碱的主要用途

名称	主要用途
烧碱	造纸、印染、炼油、制造化学纤维、生产橡胶等
熟石灰	生产农药、漂白剂，土木建筑、土壤改良等



在线测试



写出下列反应的化学方程式：

- (1) 氢氧化钾溶液与氯化铜溶液反应；
- (2) 氢氧化钾溶液与二氧化碳反应。



长话短说

1. 氢氧化钠和氢氧化钙等是重要的碱，具有广泛的用途。
2. 碱溶液中都含氢氧根离子（OH⁻），因此碱具有相似的化学性质。



挑战自我

1. 写出下列反应的化学方程式：
 - (1) 氢氧化钙与碳酸钠溶液
 - (2) 氢氧化钙溶液与二氧化碳
 - (3) 氢氧化钠溶液与氯化铜溶液
 - (4) 氢氧化钠溶液与二氧化碳
2. 实验室中有两瓶没有标签的无色溶液，已知它们分别是稀盐酸和氢氧化钙溶液，你能用哪些方法将二者区分开？写出有关反应的化学方程式。
3. 某些食品包装袋中装有干燥剂，其主要成分为氧化钙。你知道氧化钙为什么可以作干燥剂吗？请写出有关反应的化学方程式。
4. 根据氢氧化钠的性质，推测实验室中应如何保存氢氧化钠固体和氢氧化钠溶液。
5. 对比一下氧气与酸碱性质的学习，在思路和方法上有何相似与不同？

第三节 溶液的酸碱性

我们已经知道，酸溶液中都含有大量的H⁺，表现出酸性；碱溶液中都含有大量的OH⁻，表现出碱性。那么，化学上使用什么办法识别某种溶液是酸性还是碱性溶液？如何判断一种溶液的酸碱性强弱程度？

酸碱指示剂

有许多物质像石蕊试液一样，遇到酸或碱时能发生特定的颜色变化，化学上把这类物质叫作酸碱指示剂。常用的酸碱指示剂有紫色石蕊试液和无色酚酞试液等。

一、如何检验溶液的酸碱性

酸或碱的各种通性都可以作为我们判断溶液是呈酸性还是呈碱性的依据，常用的方法是：将石蕊试液或酚酞试液滴加到待检验的溶液中，根据试液的颜色变化情况来判断溶液的酸碱性。



实验探究 2-3

酸碱指示剂在不同溶液中的颜色变化

在6支试管（或点滴板）中分别加入少量白醋、柠檬汁、石灰水、肥皂水、食盐水和蔗糖水；然后向其中分别加入几滴紫色石蕊试液。观察溶液颜色的变化。

在另外6支试管（或点滴板）中分别加入少量上述6种物质；然后向其中分别加入几滴无色酚酞试液。观察溶液颜色的变化。

间接观察：借助酸碱指示剂，通过观察试液颜色的变化，能帮助人们确定溶液的酸碱性，这种方法属于间接观察法。

	白醋	柠檬汁	石灰水	肥皂水	食盐水	蔗糖水
加入石蕊试液后溶液的颜色						
加入酚酞试液后溶液的颜色						

实验表明，可以用酸碱指示剂检验溶液的酸碱性。紫色石蕊试液遇到酸性溶液变成红色，遇到碱性溶液变成蓝色；无色酚酞试液遇到酸性溶液不变色，遇到碱性溶液变成红色。紫色石蕊试液和无色酚酞试液遇到中性溶液都不变色。

酸碱指示剂的发现

多识一点



观察与实验是科学发现与发明的基础。英国化学家波义耳一生中有众多科学发现，酸碱指示剂的发现就是他敏锐观察的结果。

在一次实验中，波义耳不慎将浓盐酸溅到了紫罗兰花瓣上。爱花的波义耳急忙将紫罗兰用水冲洗了一下。过了一会儿，波义耳惊奇地发现深紫色的紫罗兰花瓣变成了红色！

波义耳没有放过这一奇怪的现象，提出了许多猜想和假设，并做了大量的实验来验证他的猜想。他发现大部分花草与酸性或碱性物质作用都能改变颜色，其中从一种叫作石蕊的地衣植物中提取的紫色浸液的变色效果最明显：遇酸性溶液变成红色，遇碱性溶液变成蓝色。利用这一特点，波义耳用石蕊浸液将纸浸透，然后烘干，制成了实验室中常用的酸碱试纸——石蕊试纸。



蓝色石蕊试纸遇酸性溶液变成红色



红色石蕊试纸遇碱性溶液变成蓝色

二、怎样判断溶液酸碱性的强弱

你一定有这样的生活经验：同样是酸酸甜甜的橘子，有的略带酸味，而有的却很酸。酸味的强弱程度跟什么因素有关呢？怎样判断溶液酸碱性的强弱？

在一定量的水溶液中， H^+ 越多酸性越强， OH^- 越多碱性越强。化学上可以用pH表示溶液酸碱性的强弱程度，pH的数值通常在0和14之间。 $\text{pH} < 7$ 的溶液呈酸性， pH 越小，溶液的酸性越强； $\text{pH}=7$ 的溶液呈中性； $\text{pH} > 7$ 的溶液呈碱性， pH 越大，溶液的碱性越强。可以用pH试纸来粗略测定溶液的pH。



实验探究 2-4

测定溶液的pH

请选择你感兴趣的物质（如白醋、柠檬汁、石灰水、肥皂水、食盐水、蔗糖水、雨水、自来水、汽水、啤酒和洗涤剂等），用pH试纸测定它们的pH。按pH由小到大的顺序将被检验试样排序：

试样					
pH					
试样					
pH					

讨论：与同学们交流你的测试结果，如果有较大差异，请找出原因。

溶液pH的测定方法

通常用pH试纸测定溶液的pH，方法为：在洁净干燥的玻璃片或白瓷板上放一片pH试纸，用洁净干燥的玻璃棒蘸取待测溶液，滴到试纸上，立即将试纸显示的颜色与pH标准比色卡对照，读出对应的pH。在科学的研究中，也常使用一种叫pH计的电子仪器来测定溶液的pH。



在线测试

- 新鲜牛奶的pH约为7，接近_____性。储存了一段时间后味道变酸，pH变_____（大/小）。
- 有一包可溶性固体粉末，如何检验它是酸性物质还是碱性物质？

三、物质的酸碱性对生命活动的意义

物质的酸碱性对人类的生命活动至关重要。人的体液的pH必须维持在一定的范围内，如果pH超出正常范围，就会导致生理机能失调或产生疾病。胃液中的胃酸（主要成分是盐酸）能帮助消化食物，但如果胃酸分泌过多，使胃液的pH降到正常水平以下，就会导致胃痛。剧烈运动时，肌肉里产生乳酸过多，会导致肌肉酸痛。不过，只要休息一段时间，待乳酸氧化分解后，酸痛感就会消失。

人体中某些体液的正常pH范围

体液	血液	唾液	胃液	乳汁	尿液
pH	7.35~7.45	6.6~7.1	0.9~1.5	6.4~6.7	5.0~7.0

多识一点



pH和洁肤用品

我们在选择洗发液、沐浴露和洁面乳时，需要考虑其酸碱性。成人皮肤的pH通常为4.5~6.5（初生婴儿接近于7），呈弱酸性，其原因是汗液中含乳酸和氨基酸，皮脂中含脂肪酸。微弱的酸性能抑制皮肤表面病菌的繁殖，并能阻止天然润湿因子的流失。若所选用的洁肤品pH过高，会破坏由皮脂和汗液共同形成的皮脂膜。若洗发液、沐浴露的pH与头发或皮肤的pH相近，则能保持头发、皮肤光洁亮泽。

土壤的酸碱性强弱对植物生长具有非常重要的意义。大多数植物适宜在接近中性的土壤中生长，土壤的酸性太强（pH<4）或碱性太强（pH>8），作物就不能正常生长。

几种作物生长最适宜的pH范围

作物	pH	作物	pH
水稻、小麦、玉米	6.0~7.0	甘蔗、桑树、苹果树	6.0~8.0
西瓜	6.0~7.0	松树、烟草	5.0~6.0
棉花	6.0~6.8	柑橘	5.0~7.0
大豆	6.5~7.5	茶树	5.0~5.5

长话短说



- 利用石蕊试液、酚酞试液等酸碱指示剂能够检验溶液的酸碱性。紫色石蕊试液遇到酸性溶液变成红色，遇到碱性溶液变成蓝色；无色酚酞试液遇到酸性溶液不变色，遇到碱性溶液变成红色。
- 通常条件下，用pH试纸可以测定溶液酸碱性强弱。pH<7的溶液呈酸性，pH越小，酸性越强；pH>7的溶液呈碱性，pH越大，碱性越强；pH=7的溶液呈中性。
- 物质的酸碱性对生命活动具有重要意义。



挑战自我

1. 一些食物的pH范围如下：牛奶6.3~6.6；鸡蛋清7.6~8.0；柠檬2.2~2.4；西红柿4.0~4.4。其中酸性最强的是（ ）。

A. 牛奶 B. 鸡蛋清 C. 柠檬 D. 西红柿

2. 下列溶液的pH最小的是（ ）。

A. 使石蕊试液显蓝色的溶液 B. 使石蕊试液显红色的溶液

C. 使石蕊试液显紫色的溶液 D. 使酚酞试液显红色的溶液

3. 物质的酸碱性对生命活动具有重要意义，请上网查阅资料，了解酸性食物与碱性食物对人类生命活动的影响。

4. 家庭小实验。

(1) 取花盆中的少量土样，放在试管里，加入3~5 mL蒸馏水，振荡后静置。取上层澄清液，用pH试纸测定其酸碱性。根据测试结果，判断花盆中土壤的酸碱性是否适宜花的生长。

(2) 自制酸碱指示剂

① 取植物的花瓣或果实（如紫罗兰花、牵牛花、月季花、紫卷心菜和紫萝卜等），分别在容器中捣碎，置于瓶内，加入少量白酒（或少量水）搅拌均匀，封住瓶口，浸泡。

② 用纱布将浸泡出的汁液挤出，即得到不同颜色的酸碱指示剂。

③ 实验自制酸碱指示剂在白醋、肥皂水（或你感兴趣的其他物质）中的颜色变化情况。

第四节 酸碱中和反应

同学们可能有被蚊虫叮咬的经历，如果涂上肥皂水等碱性物质，可以减轻皮肤的痒痛，这是因为肥皂中的碱与蚊虫分泌物中的酸发生了化学反应。那么，其他的酸和碱之间是否也能发生化学反应呢？

一、 中和反应



实验探究 2-5

酸和碱能否发生化学反应

提出问题：

如图所示，用滴管向盛有约2 mL、溶质质量分数为0.4%的氢氧化钠溶液的试管中滴加0.4%的盐酸，观察现象。



你认为盐酸和氢氧化钠溶液发生化学反应了吗？

收集证据：

1. 用pH试纸分别测定水、0.4%的氢氧化钠溶液和0.4%的盐酸的pH，将测定结果记录在下表中。

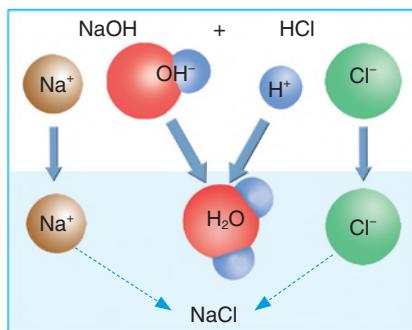
2. 分别量取2 mL水和2 mL 0.4%的氢氧化钠溶液于2支试管中，然后分别加入2 mL 0.4%的盐酸，充分振荡后，测定所得溶液的pH，将测定结果记录在下表中。

	水	0.4%的氢氧化钠溶液	0.4%的盐酸
加酸前的pH			
加酸后的pH			

解释与结论：

你认为2 mL 0.4%的氢氧化钠溶液中加入2 mL 0.4%的盐酸后，溶液pH的变化原因是什么？能否说明酸和碱之间发生了化学反应？

上述实验中：盐酸与氢氧化钠溶液混合后，溶液的pH发生了明显的变化，显然不是由于溶液混合时相互稀释造成的，而是溶液中的氢离子（ H^+ ）和氢氧根离子（ OH^- ）结合成了水分子（ H_2O ），导致溶液原有的酸碱性相互“中和”的结果。在这个过程中，钠离子（ Na^+ ）和氯离子（ Cl^- ）并没有消耗，而是留在了溶液中，如果两种溶液恰好完全中和，最终得到的是氯化钠溶液。



上述过程中发生的变化可用化学方程式表示为：



活动天地 2-4

寻找酸和碱反应的规律

其他的酸和碱之间是否都能发生类似于盐酸与氢氧化钠溶液那样的化学反应？为什么？试着写出以下反应的化学方程式：

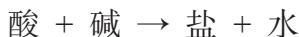
盐酸与氢氧化钾：_____

盐酸与氢氧化钡：_____

硫酸与氢氧化钠：_____

硫酸与氢氧化钡：_____

酸和碱相遇时，它们分别解离出的 H^+ 和 OH^- 结合生成水，而其他离子结合成盐。酸与碱作用生成盐和水的反应，叫作中和反应。



中和反应的实质是 H^+ 和 OH^- 结合生成 H_2O 。



在线测试

试推断盐酸和氢氧化钙反应生成什么物质，硫酸和氢氧化钾反应生成什么物质。写出反应的化学方程式。

二、中和反应的应用



活动天地 2-5

酸碱中和反应过程中溶液pH的变化

利用pH传感器实时监测在酸碱混合发生中和反应过程中溶液pH的变化情况，并借助计算机以图像的形式呈现出来，即可直接得到酸碱中和反应过程中溶液的pH变化曲线。

某同学利用图1装置，向20 mL 0.4%的氢氧化钠溶液中逐滴滴入0.4%的盐酸，连接在传感器上的计算机随即绘制出了溶液pH（纵坐标）随所加盐酸体积（横坐标）变化的曲线（图2）。



图 1

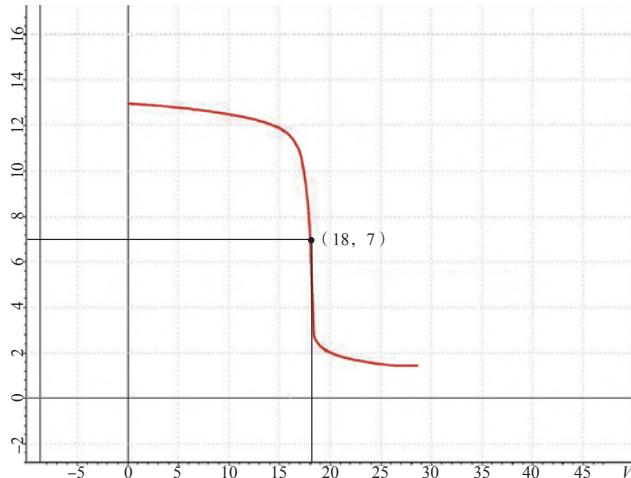


图 2

思考：在向氢氧化钠溶液中滴加稀盐酸时，溶液的pH是怎样变化的？你能说出曲线上坐标为(18, 7)的点所表示的意义吗？

当滴入盐酸量较少时，溶液中氢氧化钠有剩余，溶液呈碱性， $\text{pH} > 7$ ；

当滴入盐酸恰好与溶液中氢氧化钠完全反应时，溶液呈中性， $\text{pH} = 7$ ；

当滴入盐酸过量时，溶液中盐酸有剩余，溶液呈酸性， $\text{pH} < 7$ 。

在日常生活、工农业生产和科学实验中，我们会接触到许多酸或碱。在很多情况下，我们需要利用中和反应原理来改变溶液的酸碱性或降低环境中酸或碱的含量。

1. 应用于医药卫生

人的胃液呈酸性，当胃液的pH为0.9~1.5时，有助于消化食物。胃酸过多会导致胃部不适或疼痛，这时应该服用碱性药物，使药物与胃酸发生中和反应，以降低胃液中胃酸的含量，同时生成无毒的中性物质。

2. 改变土壤的酸碱性

根据土壤的酸碱性和植物生长的需要，可以利用中和反应原理，向土壤中加入酸性或碱性物质，将土壤的pH控制在最适宜作物生长的范围之内。



向酸性土壤里撒熟石灰



集中处理工业废水

3. 处理工业废水

工业生产过程中产生的污水，如果酸性或碱性超出环保部门的规定，必需进行处理，达标后才能排放。例如，当污水含酸量超标时，可以利用熟石灰进行中和处理。

想一想：化学实验产生的酸性或碱性废液能否直接倒入下水道中？应如何处理？

4. 调节溶液的酸碱性

在科学实验中，经常需要将溶液的pH控制在一定范围内。如果溶液的酸碱性太强或太弱，都可以用适当的碱或酸调节溶液的pH。



长话短说

- 酸和碱作用生成盐和水的反应，叫作中和反应。中和反应的实质是 H^+ 与 OH^- 结合生成 H_2O 。
- 中和反应能够改变溶液的酸碱性。
- 利用中和反应原理能够解决生活、生产和科学实验中的许多实际问题。



挑战自我

- 向滴有酚酞试液的氢氧化钠溶液中逐滴滴入稀硫酸。下列叙述正确的是（ ）。
A. 溶液由红色变为无色，pH逐渐增大
B. 溶液由无色变为红色，pH逐渐减小
C. 溶液由红色变为无色，pH逐渐减小
D. 溶液颜色不变，pH逐渐增大
- 用蓝色石蕊试纸检验第1题中得到的溶液，试纸不变色，这说明溶液中不含_____（硫酸/氢氧化钠）；用红色石蕊试纸检验该溶液，试纸不变色，这说明溶液中不含_____（硫酸/氢氧化钠）。以上实验证明：最终得到的混合物_____（是/不是）中性的。该反应的化学方程式为_____。
- 某化工厂排放的污水使当地一条河流受到严重污染。经测定，被污染河水的pH为1~4，远远超过了环保部门对地表水pH的规定。请回答下列问题：
 - 被污染的河水呈_____（酸性/碱性/中性）。
 - 如果让你测定该河水的酸碱性，你会怎么做？
 - 请你给出治理上述河水污染的措施。
- 已知大豆生长最适宜pH为6.5~7.5。某地土壤中含有少量硫酸，经测定，土壤溶液的pH为6。从化学的角度考虑，你认为应采取何种改良措施，才能使该土壤适合种植大豆？写出有关反应的化学方程式。

到实验室去

探究酸和碱的化学性质

明确任务

1. 通过实验进一步认识酸、碱的化学通性。
2. 初步学会使用酸碱指示剂和pH试纸检验溶液的酸碱性。
3. 初步学会运用间接观察法收集证据，感悟探究物质化学性质的一般思路和方法。

做好准备

1. 你需要准备以下实验用品：
 - (1) 石蕊试液、酚酞试液、pH试纸、pH计；
 - (2) 稀盐酸、稀硫酸、氢氧化钠溶液、氢氧化钙溶液（澄清石灰水）、氯化钠溶液；
 - (3) 镁条、石灰石、2%氯化铜溶液、生锈铁钉、2%碳酸钠溶液；
 - (4) 试管、烧杯、胶头滴管、点滴板、玻璃片、白瓷板、玻璃棒、镊子。
2. 你在开始实验之前需要了解：
 - (1) 用胶头滴管取用液体和向试管中滴加液体的操作方法；
 - (2) 用pH试纸测定溶液酸碱性的方法。

友情提示

即使是稀的酸、碱溶液，对皮肤或衣物也有腐蚀性，一定要注意保护眼睛（例如佩戴护目镜）。在取用酸、碱溶液时要小心，如果不慎洒落在皮肤或衣物上，应立即用水冲洗；万一溅到眼睛里，要立即用大量的水冲洗，同时报告老师。

动手实验

1. 酸、碱与指示剂作用

实验步骤：

- (1) 在洁净的点滴板上或小试管中分别滴加5~6滴稀盐酸、稀硫酸、氢氧

第二单元 常见的酸和碱

化钠溶液、氢氧化钙溶液和氯化钠溶液。

(2) 在干燥、洁净的玻璃板或白瓷板上放5片pH试纸，用玻璃棒分别蘸取上述5种溶液，点到pH试纸上。将试纸显示的颜色与标准比色卡对照，读出并记录溶液的pH。

(3) 向上述5种溶液中分别滴加1~2滴石蕊试液，观察并记录溶液颜色变化情况。

(4) 将石蕊试液换成酚酞试液，重复上述操作。

实验现象与结果：

	稀盐酸	稀硫酸	氢氧化钠溶液	氢氧化钙溶液	氯化钠溶液
pH					
石蕊试液					
酚酞试液					

实验结论：_____

2. 酸碱中和反应

实验步骤：

在一只烧杯中加入约20 mL稀盐酸，用pH计测定其pH；然后边向其中滴加氢氧化钠溶液，边测定溶液的pH，分析溶液酸碱性变化情况。

实验现象与结果：

滴加氢氧化钠溶液前的pH	滴加氢氧化钠溶液结束后的pH	溶液酸碱性变化情况

实验结论（用相应的化学方程式表示）：

3. 酸、碱的其他化学性质

实验步骤：

(1) 在4支试管中分别加入镁条、石灰石、生锈铁钉、碳酸钠溶液，然后向试管中分别滴加1~2 mL稀盐酸，观察现象。将稀盐酸换成稀硫酸，重复上述实验步骤并观察现象。

(2) 在3支试管中分别加入1~2 mL氯化铜溶液、碳酸钠溶液和生锈铁钉，然后向试管中分别滴加1~2 mL氢氧化钠溶液，观察现象。将氢氧化钠溶液换成氢氧化钙溶液，重复上述实验步骤并观察现象。

实验现象与结果：

	镁条	石灰石	生锈铁钉	碳酸钠溶液
稀盐酸				
稀硫酸				

	氯化铜溶液	碳酸钠溶液	生锈铁钉
氢氧化钠溶液			
氢氧化钙溶液			

实验结论（用相应的化学方程式表示）：

反思交流

- 实验中你使用的是试管还是点滴板？你认为使用哪种仪器更方便？在酸碱中和反应的实验中，为什么优先选用pH计而不是pH试纸来测定溶液的pH？
- 你的探究过程顺利吗？有哪些成功的经验要与同伴分享？有哪些教训值得大家引以为戒？

到图书馆去

分子变成离子

一位年轻的化学家提出了一个革命性的观点：分子可以在水中分离形成离子。其他科学家最初拒绝接受他的观点，甚至认为他是在开玩笑。但后来这一观点被广泛接受并得以向前发展，这就是科学发展的规律。

▶ 既爱动手又爱动脑的阿伦尼乌斯



斯万特·阿伦尼乌斯
(1859—1927)

瑞典化学家阿伦尼乌斯 (S. A. Arrhenius) 自幼聪慧，3岁就开始识字，并学会了算术，6岁时就能够帮助父亲进行复杂的计算，8岁进入教会学校，充分表现出在数学和物理学上的天赋。阿伦尼乌斯父母并没有专门教他学什么，他是看哥哥写作业时逐渐学会了识字和计算，他的启蒙教育可以算得上“无师自通”了。中学时期的阿伦尼乌斯各门功课都名列前茅，特别喜欢物理和化学。阿伦尼乌斯后来进入乌普萨拉大学学习，成绩总是很优秀。在大学期间，阿伦尼乌斯对于当时的物理和化学教学不满，遂于1881年进入斯德哥尔摩的瑞典科学院物理研究所，主要研究方向是电解质的导电性。

“浓溶液和稀溶液之间的差别是什么？”他反复思考着这个很简单的问题。“气态的氨不导电，溶于水就导电了，加更多的水导电性越发增强了，可见水在这里起了很大的作用。”阿伦尼乌斯顺着这个思路往下想：“纯净的水不导电，纯净的固体食盐也不导电，把食盐溶解到水里，盐水就导电了。水在这里起了什么作用？”阿伦尼乌斯决定把这个问题搞清楚。“是不是食盐（氯化钠）溶解在水里就分离成为氯离子和钠离子了呢？”——这是一个非常大胆的设想。阿伦尼乌斯还想到：氯是一种有毒的黄绿色气体，盐水里有氯，可是并没有哪个人因为喝了盐水而中毒，看来氯离子和氯原子在性质上是有区别的。要知道，在阿伦尼乌斯生活的时代，人们还不清楚原子的构造，也不清楚分子的结构。阿伦尼乌斯能有这样的想象力是很了不起的。

► 阿伦尼乌斯的电离理论

阿伦尼乌斯认为：只有假设“分子可以在水中分离形成离子”才可能为上述现象提供完美的解释。经过大量实验和理论上的思考，阿伦尼乌斯于1884年向乌普萨拉大学提交了150页的博士毕业论文，通过离子的概念解释了电解质溶液导电机理，解释为什么固体盐类不能导电，而它们的溶液却可以导电。但当时负责评审的教授，对此却不感兴趣，他只说了一句：“这个理论纯粹是空想，我无法相信。”评审委员会只给了他勉强通过的分数。

尽管阿伦尼乌斯对此非常失望，却坚持认为自己的观点和实验数据并没有错。为了从理论上阐明自己的研究成果和创见，他写成了两篇论文：《电解质的电导率研究》和《电解质的化学理论》。这两篇论文经瑞典科学院讨论后，被推荐予以发表，刊登在《皇家科学院论著》杂志上。阿伦尼乌斯的电离理论随着与其交流的科学家的增多而越来越完善。19世纪90年代，原子中带电粒子的发现为阿伦尼乌斯的观点提供了有力佐证。

► 酸碱理论的发展

阿伦尼乌斯在电离理论的基础上继续发展自己的观点，提出新的酸碱理论：酸、碱是电解质，它们在水溶液中会离解，能离解出氢离子的物质是酸，能离解出氢氧根离子的物质是碱。由于水溶液中的氢离子和氢氧根离子的浓度是可以测量的，所以这一理论使人们第一次能够从定量的角度描述酸碱的性质和它们在化学反应中的行为。依据该理论，各种酸碱的电离度可以大不相同，有的达到90%以上，有的只有1%，于是就有强酸和弱酸、强碱和弱碱之分。强酸和强碱在水溶液中完全电离；弱酸和弱碱则部分电离。阿伦尼乌斯还指出：多元酸和多元碱在水溶液中分步离解，能电离出多个氢离子的酸是多元酸，能电离出多个氢氧根离子的碱是多元碱，它们在电离时都是分几步进行的。这一理论还认为：酸碱中和反应乃是酸电离出来的氢离子和碱电离出来的氢氧根离子之间的反应，即：



阿伦尼乌斯的酸碱电离理论在大多数情况下能够解释客观事实，直到现在仍然被广泛用于理解酸碱反应的本质，但是也有许多无法解释的问题。例如：氨(NH_3)可以形成碱性溶液，但是氢氧根离子是怎样产生的呢？显然，氨不能分离出氢氧根来。又如：在没有水存在时，也能发生酸碱反应，如氯化氢气体和氨气发生反应生成氯化铵，但这些物质都未电离。再如：碳酸钠在水溶液中并不电离出氢氧根离子，但它却显碱性。要解决这些问题，必须使酸碱概念脱离溶剂（包括水和其他非水溶剂）而独



约翰努斯·布朗斯特
(1879—1947)

立存在。其次，酸碱概念不能脱离化学反应而孤立存在，酸和碱是相互依存的，而且都具有相对性。

解决这些难题的是丹麦科学家布朗斯特 (J. N. Brønsted) 和英国科学家劳里 (T. M. Lowry)。科学总是充满了奇异的巧合。1923年，这两位科学家在不同的国家同时提出相同的想法，对阿伦尼乌斯的理论做出了修正。他们将能离解出氢离子的物质定义为酸，将接受氢离子的物质定义为碱。因此，在氨溶液中存在以下过程：



这一修正更易为其他科学家接受，很快便作为“布朗斯特-劳里酸碱质子理论”而成为物理化学知识的一部分（据说阿伦尼乌斯从未接受布朗斯特和劳里对其酸碱理论的修正）。布朗斯特和劳里后来在化学科学上都取得了卓越的成就，但是都没能获得诺贝尔奖。

科学无国界，同样是在1923年，化学家路易斯 (G. N. Lewis) 指出：没有任何理由认为酸必须限定在含氢的化合物上。他的这种认识来源于氧化反应不一定非有氧参加。他更倾向于用结构的观点为酸碱下定义——路易斯酸被定义为电子接受体，而路易斯碱则是电子给予体。因此，路易斯的这一理论又被称为“路易斯酸碱电子理论”。

► 永恒的光辉

随着科学的不断进步，酸碱理论得到更深入的发展，使人们对酸碱及其相互间反应的认识不断深入。然而，人们仍一致认为科学酸碱理论的创立和发展归功于阿伦尼乌斯冲破旧思维的见识和勇气。阿伦尼乌斯在物理学、气象学、地球物理学等领域都有不凡建树。他还特别注重利用科学服务社会，为祖国的经济发展做出过重要的贡献。他一生发表了近200篇科研论文，涉及的研究领域非常广泛，并撰写了大量著作，其中包括《世界起源》《天体物理学》《免疫化学》《化学原理》《电化学原理》和《星体的密度》等。1905年以后，他一直担任瑞典诺贝尔研究所所长，直到生命的最后一刻。

1903年，阿伦尼乌斯因其在物理化学上的卓越贡献而获得诺贝尔化学奖。

阿伦尼乌斯是世界上第一位意识到大气中二氧化碳含量升高有可能导致全球变暖的科学家。

阿伦尼乌斯更为奇特的理论之一是认为活的孢子可以被射线传播到宇宙中，这是生命在星球上起源的方式。他确信地外生命的存在，而且对此毫不讳言！

思 考

1. 阿伦尼乌斯为什么坚持认为“某些物质的分子在水溶液中不需要通电就能离解成离子”（即分子可以变成离子）？面对“氨气不导电、氨的浓溶液导电能力较差、氨的稀溶液导电能力较强”这一实验事实，你会做出怎样的理论猜想？
2. 阅读本文之后，你对溶解现象有没有新的认识？请你以氯化钠溶于水为例，推测溶质在溶于水的过程中可能发生了哪些变化，水分子可能会怎样变化？
3. 请你依据氨在水中反应的化学方程式回答：（1）哪个分子和哪个离子是布朗斯特和劳里定义的碱？（2）哪个分子和哪个离子是布朗斯特和劳里定义的酸？

单元练习

知识应用

1. 盐酸能使紫色石蕊试液变红，这是因为盐酸中含有大量的（ ）。
A. 氢原子 B. 氢分子 C. 氢离子 D. 氯离子 (Cl^-)
2. 下列叙述正确的是（ ）。
A. 盐酸能使紫色石蕊试液变蓝
B. 浓硫酸露置于空气中，溶质质量分数会变大
C. 打开盛浓盐酸的试剂瓶，瓶口会产生白雾
D. 露置于空气中的固体氢氧化钠，其成分不会发生变化
3. pH能定量描述溶液酸碱性的强弱。有人对pH的含义提出了下列猜测，其中正确的是（ ）。
A. pH表示的是溶液中所含酸或碱的质量分数
B. pH大小与一定量溶液中所含 H^+ 或 OH^- 的数量多少有关
C. pH与酸的化学式有关，与溶液中水的含量无关
D. pH与溶液中所含的 H^+ 和 OH^- 没有任何关系
4. 请列举4种鉴别稀硫酸与氢氧化钠溶液的方法，并写出有关反应的化学方程式。
（1）_____；
（2）_____；
（3）_____；
（4）_____。

5. 用化学方程式表示：用石灰乳粉刷过的墙壁日久会变白变硬。
_____。

6. 某同学用石灰石、稀盐酸、浓氢氧化钠溶液等化学试剂和试管、单孔橡皮塞、玻璃导管、塑料瓶、注射器等实验仪器，做了如下实验：

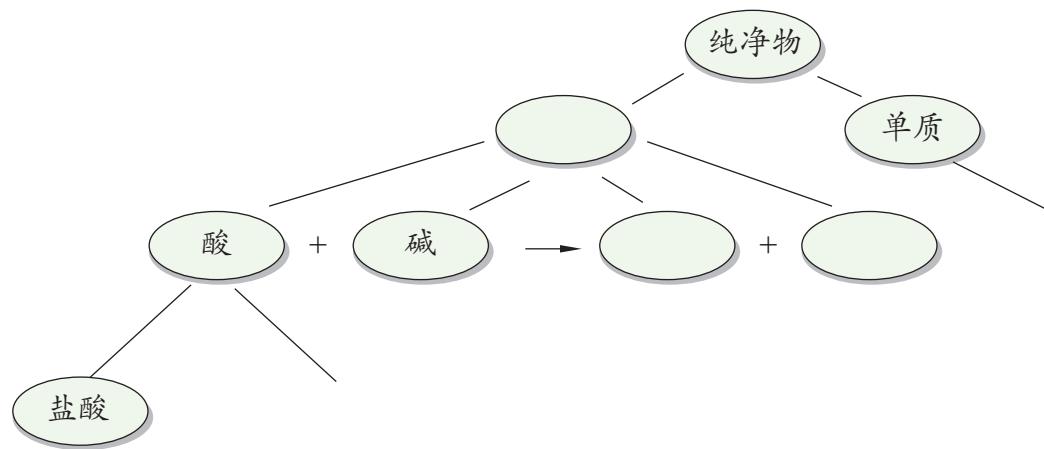
第一步：制取并用塑料瓶收集满一种气体，所用试剂为_____，
仪器为_____。

第二步：向瓶内注射一种试剂，振荡后塑料瓶变瘪了，所用试剂为_____。

第三步：再向瓶内注射一种试剂，振荡后塑料瓶又鼓起来，所用试剂为_____。
_____。

请你写出有关反应的化学方程式：
_____。

7. 概念图可以帮助我们整理所学知识。某同学绘制的概念图的部分内容如下，请你在此基础上对其进行扩充和完善。



方法探究

8. 长期使用的热水壶底部有一层水垢，主要成分是碳酸钙和氢氧化镁，用酸溶液可以清除水垢。某同学通过实验测定水垢中碳酸钙的含量：将过量的稀盐酸加入到200 g水垢中，将产生的CO₂气体通入足量的NaOH溶液中，同时测量3分钟内NaOH溶液增加的质量，结果如下表所示：

时间/s (秒)	0	30	60	90	120	150	180
增加的质量/g	0	30	50	60	66	66	66

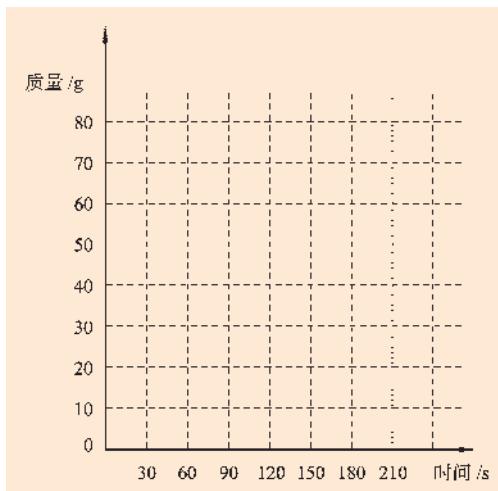
第二单元 常见的酸和碱

试回答下列问题：

(1) 请在右边的坐标纸上，以反应时间为横坐标，以产生CO₂气体的质量为纵坐标，画出产生气体的质量随反应时间变化的曲线。

(2) 从表中可以看出，200 g水垢与盐酸反应生成的CO₂最多是_____ g。

(3) 计算水垢中碳酸钙的质量分数。



9. 实验室里有3瓶标签模糊不清的无色溶液：稀硫酸、氯化钠溶液、氢氧化钠溶液。请你只用酚酞试液和适当的仪器设计一个简单的实验，将这3种溶液区别开来，写出有关的实验现象和结论。除此之外，你还能想到哪些鉴别方法？

反思交流

10. 某同学在参加学校组织的综合实践活动时，考察了一家化工厂的污水处理情况。该同学在考察过程中收集到以下资料：

I. 该化工厂排放的污水中主要污染物是盐酸，提取未经处理的污水水样，用pH试纸测得pH=3；

II. 处理污水步骤之一是：污水进入中和池进行中和处理，所用的原料是成本较低的熟石灰；

III. 提取经过处理后可排放的水样，测得pH在7.0左右。

根据上述资料，回答下列问题：

(1) 该同学的这种考察属于_____ (直接/间接) 调查。

(2) 已知污水中HCl的质量分数为0.003%。假设中和池中有 1.0×10^6 kg污水，如果污水中其他物质均不与Ca(OH)₂反应，至少需要多少千克Ca(OH)₂才能将污水中的HCl完全中和？

第三单元 海水中的化学

你见过浩瀚无际的大海吗？你知道为什么说海洋是一个巨大的资源宝库吗？人们正在从海洋中获取哪些资源？你知道海水为什么是苦涩的吗？海水中溶解了哪些物质？怎样把这些物质从海水中提取出来？

3.1 海洋化学资源

- ▲ 海水中的物质
- ▲ 海底矿物
- ▲ 海水淡化

3.2 海水“晒盐”

- ▲ 海水“晒盐”的过程
- ▲ 粗盐的提纯

3.3 海水“制碱”

- ▲ 氨碱法制纯碱
- ▲ 纯碱的性质

到实验室去：粗盐中难溶性杂质的去除

第一节 海洋化学资源

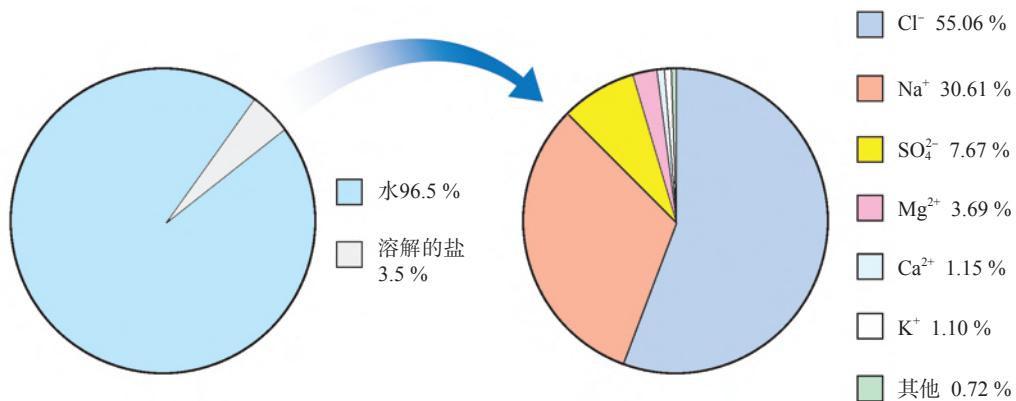


海洋中有丰富的元素资源

海洋是人类的母亲，是人类千万年来取之不尽、用之不竭的巨大资源宝库。我国海岸线长3.2万千米，拥有300万平方千米的海洋专属经济区，海洋资源开发前景十分广阔。你知道海洋中有哪些资源吗？

一、海水中的物质

海水中溶有大量的盐，如果我们把1 000 g海水加热蒸发，直到把水全部蒸发掉，就能得到约35 g盐。全球海水中含有的盐类总质量约为5亿亿吨，如果把这些盐平铺在全球陆地上，其厚度可达150 m。



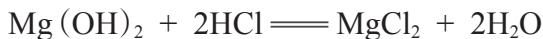
将海水或盐湖水制盐后残留在盐池内的母液蒸发冷却后析出氯化镁结晶，形成的卤块称为盐卤，亦称苦卤。其主要成分为氯化钠、氯化钾、氯化镁、氯化钙、硫酸镁和溴化镁等。盐卤溶于水称为卤水，是中国北方制豆腐常用的凝固剂。

海水中的化学资源

人类提取海水中的化学元素，来制备有多种用途的物质。例如，广泛应用于火箭、导弹和飞机制造业的金属镁，就是利用从海水中提取的镁盐制取的。通常将石灰乳加入海水或卤水中，沉淀出氢氧化镁，氢氧化镁再与盐酸反应生成氯化镁，电解熔融状态的氯化镁，就能制得金属镁。



上述转化过程中发生的化学反应主要有：



二、海底矿物

不仅海水中含有大量的化学物质，海底也是个巨大的宝藏。地壳里蕴藏着数百种矿产资源，这些矿藏均能在海底找到。

海底不仅蕴藏着大量的煤、石油、天然气等常规化石燃料，人们还在海底发现了一种新型矿产资源——天然气水合物，它是由天然气（主要成分为甲烷）和水在低温、高压的条件下形成的冰状固体，因其极易燃烧，又被称为“可燃冰”。

天然气水合物燃烧产生的热量比同等条件下的煤或石油产生的热量多得多，而且在燃烧后几乎不产生任何残渣或废气，被科学家誉为“未来能源”“21世纪能源”。



天然气水合物燃烧



渤海湾海上石油井架

海底还蕴藏着一种含有多种金属的矿物——多金属结核，也称锰结核，它含有锰、铁、镍、铜、钴和钛等20多种金属元素。多金属结核的全球总储量在30 000亿吨以上。

多金属结核

多识一点



多金属结核又称锰结核，是由包围核心的铁、锰氢氧化物壳层组成的、形如土豆的结核状软矿物体，外表呈暗褐色，直径一般为3~7厘米。锰结核中含有锰、铁、镍、钴、铜等几十种元素。



锰结核

锰结核主要分布在太平洋、大西洋和印度洋的水深2000~6000米的深海底部。据科学家们分析估计，太平洋底表层一米内锰结核中所含锰、铜、镍、钴等的储量，即相当于陆地储量的几十至几千倍。估计太平洋底的锰结核中，含有锰2000亿吨、铜50亿吨、钴30亿吨、镍90亿吨。海底锰结核由于分布范围广、金属含量多等特点，是未来的一种极为重要的矿产资源。

海洋是巨大的资源宝库，除海水中的化学资源和海底矿物资源外，还蕴含着丰富的海洋生物资源和海洋动力资源。世界各国正在积极开发、利用海洋资源，为扩大人类生存空间、增加资源储备寻求出路。现代海洋科技迅猛发展，海洋开发水平已经成为衡量各国综合国力的重要指标。但在海洋资源的开发过程中，可能会出现海洋污染现象。为保护人类共有的海洋资源，世界各国采取了多种措施，如海洋环境立法、建立海洋自然保护区、加强海洋环境监测和提高消除污染的技术水平等。

三、海水淡化

我们知道，地球上可供人类使用的淡水仅占地球总水量的0.3%，且在时间和空间上分布不均衡。淡水资源的短缺已越来越成为制约社会发展的重要因素，从浩瀚的海洋里获取淡水，对解决淡水危机具有重要意义。



实验探究 3-1

蒸馏法淡化海水

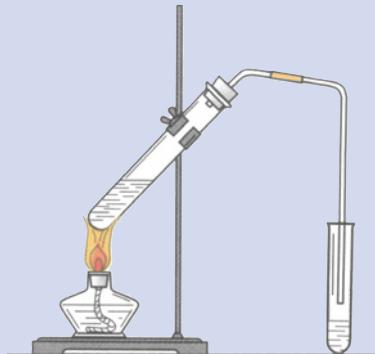
想一想：用什么方法能除去海水中的盐，得到淡水？

实验用品：酒精灯、试管、单孔橡皮塞、玻璃导管、铁架台（带铁夹）、胶头滴管；食盐水、硝酸银溶液。

实验步骤：

- (1) 按右图所示组装仪器，并检查装置的气密性。
- (2) 向大试管中加入约5~10 mL食盐水，塞好橡皮塞，用酒精灯加热。观察现象。
- (3) 向小试管里的冷凝水中滴加几滴硝酸银溶液，观察现象（已知氯化钠溶液能与硝酸银溶液反应，产生白色沉淀）。

思考：为使水蒸气的冷凝效果更好，可对实验装置做哪些改进？



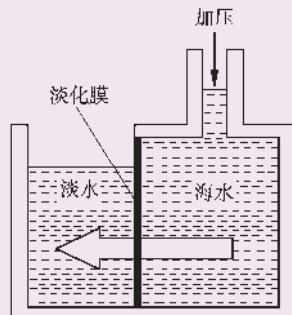
海水淡化的方法很多，在世界范围内能做到规模化和产业化的主要有膜法和热法。膜法又称为反渗透法。热法中较为常用的是多级闪急蒸馏法。各种海水淡化方法各有优点和缺点，要视具体情况选择最适合当地经济和社会发展的方法。

多识一点



膜法和多级闪急蒸馏法淡化海水

膜法(RO)淡化海水是利用了渗透压的原理。即当用渗透膜将淡水和海水(盐水)隔开时,在正常情况下,由于渗透压的作用,水分子会由淡水一侧向海水一侧渗透。而当向海水一侧施加大于渗透压的压力时(如图所示),海水一侧的水分子又可以通过渗透膜向淡水一侧渗透,而海水中体积较大的盐离子无法通过渗透膜,于是海水中的水分子不断地被分离出来,从而得到淡水。



多级闪急蒸馏法(MSF)简称“闪蒸法”,利用的是闪蒸的原理。常压下水的沸点是100℃,减压时水的沸点降低。闪蒸法设计有一套压强一个比一个低的蒸发室,将它们连通在一起。当高温海水由压强较高的蒸发室流入压强较低的蒸发室后,就会发生瞬间蒸发,变为水蒸气,水蒸气冷凝成为淡水。这种蒸发室越多,海水瞬间蒸发的次数就越多,总的蒸发效率也就越高。



沙特阿拉伯在建的多级闪急蒸馏法淡化海水装置



长话短说

1. 海洋资源包括化学资源、矿产资源、动力资源和生物资源等,它们的总量是非常巨大的。
2. 人类正在运用各种方法,开采、提取多种海洋资源。在合理开发海洋资源的同时,应重视保护海洋环境。
3. 从海洋中获取淡水是解决淡水危机的重要途径。



挑战自我

1. 下列物质中，属于天然气水合物主要成分的是（ ）。
A. 酒精 B. 干冰 C. 甲烷 D. 乙炔
2. 下列关于利用海水的叙述中，正确的是（ ）。
A. 海底蕴藏着无以计数的能源，所以我们不用担心未来能源问题
B. 利用海水提取金属镁的过程发生的反应都属于复分解反应
C. 除镁之外，还可以从海水中提取溴、碘等物质
D. 现在，通过淡化海水可以得到充足的淡水，所以“珍惜每一滴水”的理念过时了
3. 请列举至少3种海洋污染源和至少3种保护海洋环境的措施。
4. 从海水中提取MgCl₂时，经历了“MgCl₂→Mg(OH)₂→MgCl₂”的转化过程，请分析这样做的目的是什么？

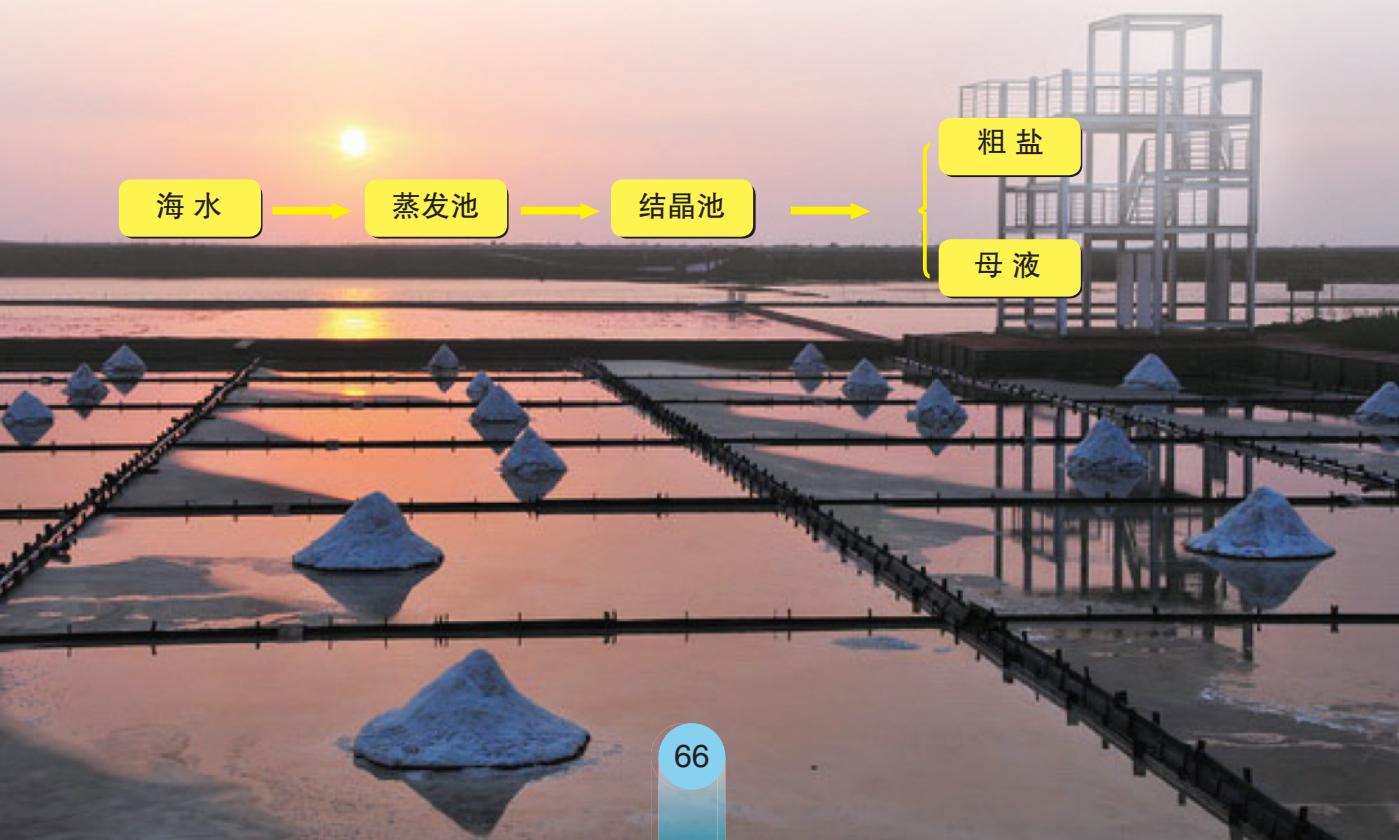
第二节 海水“晒盐”

海水中蕴藏着丰富的食盐资源，人们是如何从海水中提取食盐的呢？

一、海水“晒盐”的过程

目前，从海水中提取食盐的方法主要为“盐田法”（也称“太阳能蒸发法”），这是一种古老而至今仍广泛沿用的方法。使用该法，需要在气候温和、光照充足的地区选择大片平坦的海边滩涂，构筑盐田。

盐田通常分为两部分：蒸发池和结晶池。先将海水（或海边地下卤水）引入蒸发池，经日晒蒸发水分到一定程度时，再导入结晶池，继续日晒，海水就会成为食盐的饱和溶液，再晒就会逐渐析出食盐来。这时得到的晶体就是我们常见的“粗盐”。剩余的液体称为母液（也称“苦卤”），可从中提取多种化工原料。





活动天地 3-1

蒸发结晶

取少许不饱和氯化钠溶液，滴在洁净的玻璃片上，用电热吹风机向玻璃片上的溶液吹热风，观察现象。

思考：

- 上述过程中，氯化钠溶液从不饱和变为饱和的途径是什么？你能够从现象上判断溶液何时饱和的吗？
- 你认为哪些自然条件有利于海水“晒盐”？为什么？

像海水“晒盐”这样，经日晒、风吹等，使溶剂不断减少，溶质的质量分数逐渐增大，直至形成饱和溶液，继而析出晶体，这便是蒸发结晶。蒸发结晶也是物质结晶的途径之一。



交流共享

通过氯化钠的溶解度曲线，判断氯化钠的溶解度受温度变化的影响是大还是小？为什么要用蒸发结晶的方法从海水中得到盐，而不用降温结晶的方法？

海盐是人类最早从海洋中获取的矿物质之一。我国人民在五千年以前就已经能够从海水中提取海盐。我国海盐年产量约3000万吨，居世界第一位。较大的盐场有河北的长芦盐场、山东的莱州湾盐场等。

二、粗盐的提纯

海水“晒盐”得到的粗盐，往往含有可溶性杂质（如氯化镁、氯化钙等）和不溶性杂质（如泥沙等），必须对其进行分离和提纯，才能用于工业生产和人们的日常生活。



优质大粒盐

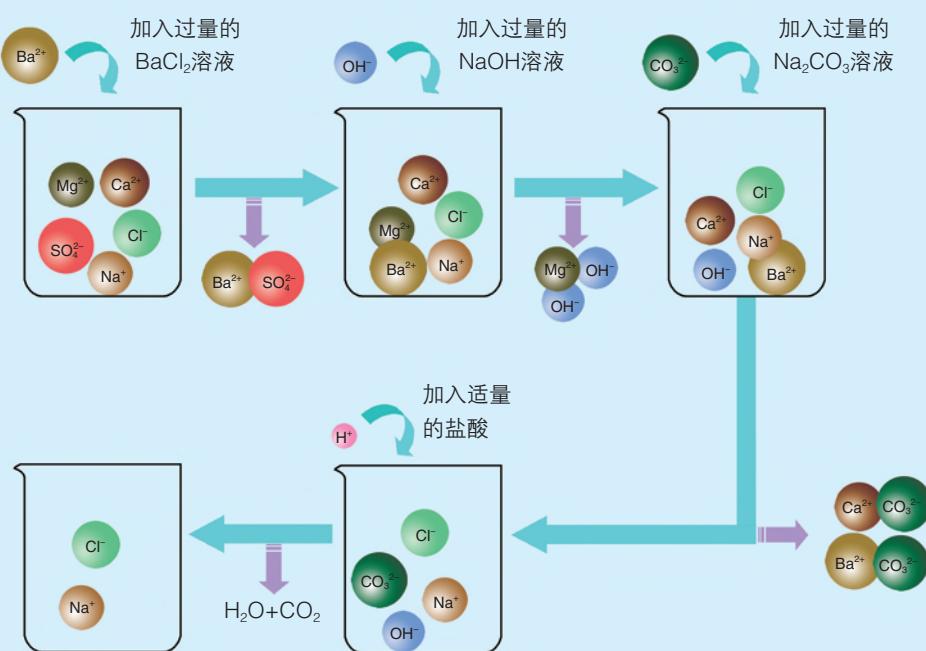
粗盐的提纯过程为：先将粗盐晶体溶解在水中，经过滤将粗盐中的难溶性杂质除去后，再通过蒸发结晶得到比较纯净的食盐晶体。这样得到的食盐晶体中仍含有较多的可溶性杂质，可利用化学方法将它们除去。

多识一点



除去食盐中可溶性杂质的方法

除去难溶性杂质后的食盐水中还含有 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 等杂质离子。为了去除这些杂质离子，应向食盐水中加入过量的氯化钡（ BaCl_2 ）、氢氧化钠（ NaOH ）和碳酸钠（ Na_2CO_3 ）等物质，将杂质离子转化为沉淀。过滤去除沉淀后，再加入适量的盐酸，将溶液的pH调为7，除去多余的 CO_3^{2-} 和 OH^- ，得到精盐水，最后经蒸发结晶即得到较为纯净的氯化钠晶体。



食盐是人体进行正常新陈代谢的必需品，是重要的调味品和食品添加剂。食盐还是制造烧碱、氯气、盐酸和纯碱等的基本原料，被广泛用于制造化学肥料、塑料、合成橡胶和染料等。



- 结晶通常有蒸发结晶和降温结晶两种途径，海水晒盐属于蒸发结晶。
- 除去粗盐中难溶性杂质的步骤有：溶解、过滤和蒸发。
- 食盐是人体进行正常新陈代谢的必需品，还是重要的化工原料。



挑战自我

- 下列叙述是否正确？若不正确，请加以改正。
 - 海水“晒盐”后剩余的母液（苦卤）一定是食盐的饱和溶液。
 - 蒸发结晶食盐时，待水分全部蒸发，才能停止加热。
 - 利用多次蒸发结晶的方法可除去粗盐中的可溶性杂质。
- 如果将咸菜放置在空气中，过一段时间后发现咸菜的表面有一层白色晶体析出。请简要解释其原因。
- 下列有关粗盐提纯过程的叙述错误的是（ ）。
 - 除去食盐水中的可溶性杂质，可以采用化学方法
 - 除去食盐水中可溶性杂质的化学原理为：使杂质离子以沉淀或气体的形式从食盐水中分离出去
 - 除去食盐中难溶性杂质的方法属于化学方法
 - 粗盐提纯过程中既有化学方法，也有物理方法

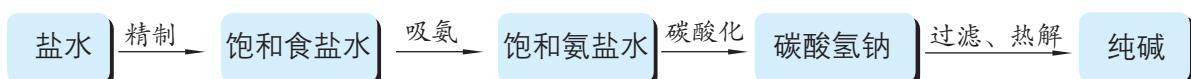
第三节 海水“制碱”

海水中含有大量的氯化钠，从海水中得到的食盐不仅是必不可少的生活用品，更是重要的化工原料。纯碱或苏打（主要成分为碳酸钠）就是以食盐、二氧化碳为原料，以氨为媒介，采用氨碱法制得的。

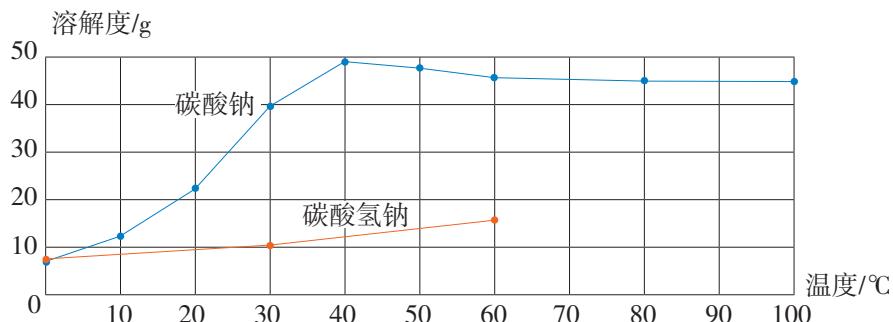
一、氨碱法制纯碱

想一想：由 NaCl 转变为 Na_2CO_3 ，物质的元素组成发生了什么变化？用 NaCl 制 Na_2CO_3 ，还需要什么原料？

工业上采用氨碱法生产纯碱，是先向饱和食盐水中通入氨气，制成饱和氨盐水，在加压并不断通入二氧化碳的条件下使碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）结晶析出，过滤后，将碳酸氢钠加热分解即得纯碱。



上述过程的化学反应原理为：





交流共享

- 请从酸碱反应的角度分析：在用氨碱法生产纯碱的过程中，为什么要先向饱和食盐水中通入氨气，制成饱和氨盐水，再向其中通入二氧化碳？
- 氨盐水吸收二氧化碳后生成的碳酸氢钠和氯化铵，哪种物质首先结晶析出？为什么？

多识一点

侯氏制碱法



1862年，比利时化学家索尔维发明了氨碱法制纯碱，并在制碱过程中向滤出 NaHCO_3 晶体后的 NH_4Cl 溶液中加熟石灰以回收氨，使之循环使用：



侯德榜(1890—1974)

氨碱法制纯碱的优点是：原料经济易得， CO_2 和 NH_3 可回收使用，能连续生产。缺点是回收氨时产生的大量 CaCl_2 用处不大，且污染环境。

我国化学家侯德榜在氨碱法的基础上，创立了更为先进的联合制碱法（侯氏制碱法），即向滤出 NaHCO_3 晶体后的 NH_4Cl 溶液中加入食盐，使其中的 NH_4Cl 单独结晶析出，用作氮肥， NaCl 溶液则可循环使用。

侯氏制碱法保留了氨碱法的优点，克服了其缺点，打破了当时西方国家对制碱技术的垄断，促进了世界制碱技术的发展。

纯碱在通常情况下为白色粉末，易溶于水，水溶液显碱性。纯碱在工业生产中用途极广，如石油精炼、粗盐精制、硬水软化、人造纤维及玻璃生产等均需大量的纯碱。纯碱还广泛应用于冶金、造纸、纺织印染和洗涤剂生产等领域。

碳酸氢钠是小苏打的主要成分，又称酸式碳酸钠，通常是白色粉末状晶体，能溶于水，受热易分解。碳酸氢钠在生产和生活中有许多重要用途。在灭火器里，它是二氧化碳发生剂；在食品工业上，它是发酵粉的主要成分；在制造饮料时，它是一种常用原料；在医疗上，它是治疗胃酸过多的药剂之一。

二、纯碱的性质



实验探究 3-2

纯碱的性质

实验用品：试管、胶头滴管、药匙、火柴；碳酸钠、稀盐酸、石灰水、氯化钡溶液、酚酞试液、蒸馏水、稀硫酸。

1. 与酸碱指示剂作用

取少量碳酸钠固体，加入试管中，加少量蒸馏水后振荡，观察其溶解情况。再滴入2~3滴酚酞试液，观察现象。

现象：_____。

结论：碳酸钠_____（难/易）溶于水，溶液显_____性。

2. 与酸反应

取少量碳酸钠固体，加入试管中，然后滴加稀盐酸，观察现象。迅速将燃着的木条伸进试管口，观察现象。

现象：_____。

思考：若用稀硫酸代替稀盐酸进行实验，现象是否相同？

3. 与氢氧化钙反应

向盛有澄清石灰水的试管中滴加碳酸钠溶液，观察现象。

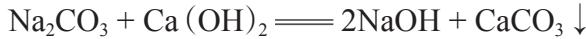
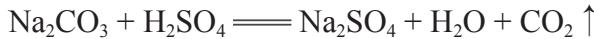
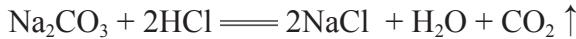
现象：_____。

4. 与氯化钡反应

向盛有少量碳酸钠溶液的试管中滴加氯化钡溶液，观察现象。

现象：_____。

实验证明，碳酸钠可与盐酸、硫酸、氢氧化钙和氯化钡发生反应，反应的化学方程式分别为：



上述反应都属于复分解反应。酸、碱、盐之间在水溶液中发生的复分解反应实质上是它们解离出的离子相互结合，生成沉淀、气体或水的过程。

复分解反应的实质

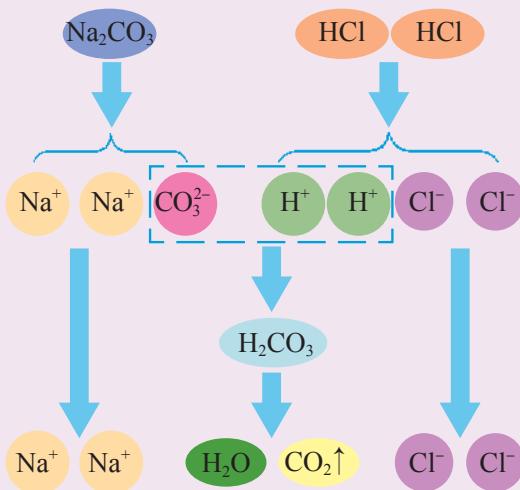
多识一点



酸、碱、盐之间发生的反应一般都属于复分解反应，但并不是任意的酸、碱、盐之间都能发生复分解反应，这是为什么呢？

酸、碱、盐在水溶液中一般都能解离出自由移动的离子，如： $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ， $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ， $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 。当酸、碱、盐中的两种物质在溶液中混合时，如果它们的离子之间不能结合成另外的物质，如某种沉淀、气体或水等，则混合液中离子的种类和数量就不会发生变化，即两种物质之间没有发生化学反应（如 NaCl 与 KNO_3 ）。相反，当 Na_2CO_3 溶液与 HCl 溶液混合时， CO_3^{2-} 会与 H^+ 结合成不稳定的 H_2CO_3 ， H_2CO_3 分解成 H_2O 和 CO_2 ， Na^+ 和 Cl^- 仍留在溶液中，形成 NaCl 溶液。所以我们说碳酸钠与盐酸反应生成了 H_2O 、 CO_2 和 NaCl 。

因此，酸、碱、盐之间发生的复分解反应，其实质是离子之间相互结合，生成难溶性的碱或盐、不稳定的酸（分解放出气体）或水。





长话短说

1. 工业上以经过精制的食盐为原料，通过氨碱法制取纯碱。
2. 碳酸钠能与大多数酸及某些碱、盐发生反应。
3. 纯碱和小苏打在生产和生活中都具有重要的用途。
4. 酸、碱、盐之间在水溶液中发生的复分解反应实质上是它们的离子相互结合的过程。



挑战自我

1. 下列物质的主要成分不属于盐的是（ ）。
A. 洗涤用的纯碱
B. 用于治疗胃酸过多的小苏打
C. 作建材用的大理石
D. 建筑用的熟石灰
2. 欲除去氯化钙溶液中含有的少量盐酸，在不用酸碱指示剂的条件下，应加入的试剂是（ ）。
A. 石灰石粉末 B. 生石灰
C. 石灰水 D. 纯碱
3. 用① NaHCO_3 、② Na_2CO_3 、③ NaCl 中的序号填空：
(1) 常用作调味品的是_____
(2) 用于生产发酵粉的是_____
(3) 用于生产洗涤剂的是_____
4. 钡餐透视检查胃肠疾病时，病人需口服硫酸钡，若误服碳酸钡 (BaCO_3) 就会中毒，原因是碳酸钡会与胃中的盐酸反应，生成对人体有害的可溶性钡盐。请写出此反应的化学方程式。
5. 工业上可用纯碱和石灰石为原料制取烧碱，请你写出制取过程中发生反应的化学方程式，指出反应所属的类型。

到实验室去

粗盐中难溶性杂质的去除

明确任务

- 学会除去少量粗盐中的难溶性杂质的方法。
- 初步学习使用过滤、蒸发的方法对混合物进行分离。

做好准备

- 你需要准备以下实验用品：蒸馏水、粗盐；托盘天平、烧杯、玻璃棒、蒸发皿、坩埚钳、酒精灯、漏斗、药匙、量筒、胶头滴管、铁架台（带铁圈）、滤纸、剪刀。
- 你需要熟悉过滤器的制作和过滤基本操作。

友情提示

加热蒸发时要小心操作，避免液体溅出后灼伤皮肤，尤其要保护好眼睛（佩戴护目镜）。加热前请将蒸发皿外壁擦干；当蒸发皿内有大量晶体析出时，即停止加热。

动手实验

1. 溶解

称取3.0 g粗盐，加入烧杯中，再用量筒量取10 mL水，倒入烧杯中。用玻璃棒不断搅拌，直至粗盐不再溶解为止（因粗盐里含有不溶性杂质，得到的液体可能呈浑浊状态）。

2. 过滤

将烧杯中的液体沿玻璃棒倒入过滤器，进行过滤（图1）。若滤液仍浑浊，应再过滤一次。



图1



图2

3. 蒸发

将蒸发皿放到铁架台的铁圈上，将滤液倒入蒸发皿中，用酒精灯加热，并用玻璃棒不断搅拌（图2）。待蒸发皿中出现较多晶体时，即停止加热。用玻璃棒将蒸发皿中的晶体转移到指定的容器内。



反思交流

1. 请说出粗盐提纯的每步操作中应注意的问题。
2. 在本次实验中你用到了哪些分离混合物的方法？
3. 你有哪些成功的经验要与同伴分享？有哪些教训值得大家引以为戒？

到图书馆去

开创制碱工业的新纪元

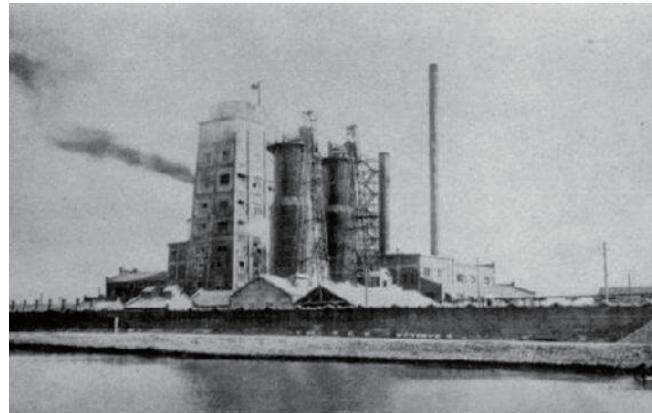
——侯德榜发明联合制碱法

在化学工业中，纯碱（碳酸钠）是一种重要的化工原料，可以用于制造玻璃、纸张、肥皂，也可以用于制造漂白剂、催化剂和填料，在石油的精炼及钢铁冶炼过程中也会用到纯碱，所以制碱在化学工业中非常重要。

20世纪初，中国工业生产所需要的纯碱只能靠进口。第一次世界大战后，中国从欧洲进口纯碱的道路被阻断，当时垄断中国纯碱市场的英国卜内门洋碱公司却囤积居奇，抬高碱价，致使以纯碱为原料的中国民族工业难以生存。1917年，爱国实业家范旭东在天津塘沽创办永利碱业公司，决心打破洋人的垄断，生产出中国制造的纯碱，并于1921年聘请正在美国留学的侯德榜出任总工程师。

► 揭秘索尔维制碱法

侯德榜，福建闽侯人，1913年被保送入美国麻省理工学院化工科学习，1921年获博士学位。侯德榜离美回国后，全身投入制碱工业中。当时要制造纯碱，只能按比利时化学家索尔维提出的制碱方法，这种方法以食盐、石灰石、氨为主要原料，称为“氨碱法”，也叫“索尔维制碱法”。此方法虽然原理很简单，但真正的工业生产可就不那么容易了。当时由于技术封锁，具体的生产工艺为外国公司所垄断，因此要掌握此法制碱，侯德榜只能靠自己不断摸索、试验。经过紧张而又辛苦的几个寒暑的奋战，终于在1924年中国第一家制碱厂正式投产了。正当大家兴高采烈地等待雪白的纯碱从烘烧干燥炉中出来时，出现在眼前的却是暗红色的纯碱。怎么回事？作为总工程师的侯德榜冷静地去寻找事故的原因，他很快就发现纯碱变成暗



永利碱厂

第三单元 海水中的化学

红色是由于铁锈污染所致。侯德榜后来改进了设备，终于制得了白色的纯碱。日产180吨纯碱的永利碱厂终于矗立在中国大地上。

1926年，永利碱厂生产的红三角牌纯碱在美国费城举办的万国博览会上荣获了金质奖章。这一袋袋的纯碱是中华民族的骄傲，它象征着中国人民的志气和智慧。

最为难能可贵的是，在范旭东赞同下，侯德榜毅然将他摸索出的制碱方法写成专著《纯碱制造》，公诸于世。该书于1933年由美国化学会以英文出版，轰动了科学界，从此揭开了索尔维制碱法的神秘面纱，为祖国争得了荣誉。

▶ 创制“侯式制碱法”

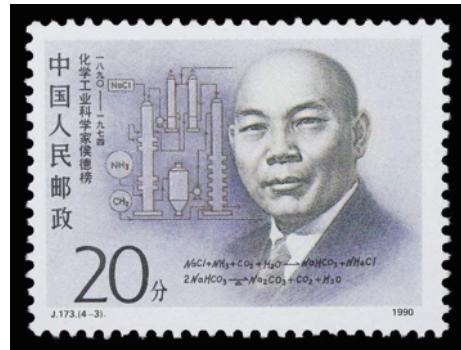
抗日战争爆发后，为了不使工厂遭受破坏，永利碱厂决定把工厂迁到四川，新建一个永利川西化工厂。制碱的主要原料是食盐，也就是氯化钠，而四川的盐都是井盐，要用竹筒从很深的井底一桶桶吊出来。由于它浓度稀，还要经过浓缩才能成为原料，这样制食盐的成本就高了。另外，索尔维制碱法的缺点是食盐利用率不高，有30%的食盐会被白白地浪费掉，侯德榜决定不用索尔维制碱法，而另辟新路。

他首先分析了索尔维制碱法的缺点，缺点主要在于原料中各有一半的成分没有被利用，即只用了食盐中的钠和石灰石中的碳酸根，二者结合生成了纯碱，食盐中的氯和石灰石中的钙结合生成了氯化钙，这个产物是个废弃物。那么怎样才能使另一半产物变废为宝？他设计了很多方案，但都被一一推翻了。后来他终于想到，把索尔维制碱法和合成氨法结合起来，从而于1942年在中国诞生了“联合制碱法”，也就是侯氏制碱法。

侯氏制碱法的最大特点是在索尔维制碱法的滤液中加入食盐固体，并于30~40℃环境下往滤液中通入氨气和二氧化碳，使它达到饱和，然后冷却至10℃以下，结晶出氯化铵，其母液又可以重新作为索尔维制碱法的原料。新的工艺不仅将食盐的利用率提高到了95%以上，而且由于把制碱和制氨的生产联合起来，节约了成本，大大提高了经济效益。此外，污染环境的废弃物氯化钙成为对农作物有用的化肥——氯化铵，所以它的优越性大大超过了索尔维制碱法，开创了世界制碱工业的新纪元。

▶ 为中国近代化学工业奠基

三酸两碱（硝酸、硫酸、盐酸、氢氧化钠、碳酸钠）是化学工业的基本原料，侯德榜认识到仅能生产纯碱显然是不够的，他设计了一个可以同时生产氨、硫酸、硝酸和硫



酸铵的工厂。为此侯德榜对整个计划作了周密的调查研究，精心设计，优选设备。1937年，硫酸厂、氨厂和硫酸铵厂相继投入生产，生产出了第一批合格的硫酸铵，开创了中国化肥生产的历史。随后，硝酸厂也顺利投产。

1957年，为发展中国的小化肥工业，侯德榜倡议用碳化法制取碳酸氢铵，他亲自带队到上海化工研究院，与技术人员一道，使碳化法氮肥生产新流程获得成功。侯德榜是首席发明人。当时的这种小氮肥厂，对我国农业生产曾做出不可磨灭的贡献。

侯德榜先生对中国近代化学工业的贡献是巨大的，可以称为中国近代化学工业的奠基人。

思 考

1. 在侯氏制碱法中，所用的原料二氧化碳和氨气是由合成氨厂提供的，所以工业生产上常常将侯氏制碱和合成氨联合在一起，称为“联合制碱法”，分析联合制碱法的优点有哪些？
2. 比较分析侯氏制碱法与索尔维制碱法的异同点。
3. 了解侯德榜的生平及对我国近代化学工业所做的贡献，从中你可以学习到什么？

单元练习

知识应用

1. 下列叙述错误的是（ ）。

- A. 海水晒盐得到食盐后的母液可用于提取多种化工原料
- B. 海水中溶有二氧化碳，可供海底绿色植物进行光合作用
- C. 海水淡化只能得到淡水，剩余物不再有利用价值
- D. 利用海水涨落，推动水轮机转动，从而可以发电

2. 下列关于海水晒盐原理的分析中，正确的是（ ）。

- A. 利用光照使海水升温，从而使食盐结晶析出
- B. 利用海风使海水降温，从而使食盐结晶析出
- C. 利用光照和风力使水分蒸发得到食盐
- D. 利用光照分解海水，从而制得食盐

3. 实验室里有一瓶标签破损的白色粉末状固体。同学们取出少量该固体，放入一洁净试管中，加水振荡后固体溶解，形成无色透明溶液；然后加入少量盐酸，有无色无味的气体产生。如果标签无误，该固体可能是（ ）。

- A. Na₂SO₄
- B. K₂CO₃
- C. NaHCO₃
- D. NaOH

4. “NaCl + CO₂ + NH₃ + H₂O = NaHCO₃ + NH₄Cl”是氨碱法制纯碱中的重要反应。下列叙述正确的是（ ）。

- A. 在加压的条件下向饱和氨盐水中通二氧化碳，能加速NaHCO₃的生成
- B. 析出晶体后的溶液为NaHCO₃的不饱和溶液
- C. 该条件下NaHCO₃的溶解度比NH₄Cl的大
- D. 析出晶体后剩余溶液中只有一种溶质

5. 我们在这一单元里学习了下列有关利用海水的方法：① 海水“晒盐”；② 海



水“制碱”；③海水淡化；④从海水中提取镁。以上过程都体现了人类改造物质的智慧，其中主要利用了化学变化的是（ ）。

- A. 全部是 B. 只有② C. 只有②④ D. ①②④

6. 部分物质在20℃时的溶解性如下表所示：

离子	OH^-	Cl^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}
H^+		溶、挥	溶、挥	溶
Na^+	溶	溶	溶	溶
Ca^{2+}	微	溶	不	微
Ba^{2+}	溶	溶	不	不

请根据上表完成下列题目：

(1) CaSO_4 的溶解性是_____；

(2) 写出表中空白处物质的化学式：_____；

(3) 利用表中给出的离子，写出一个生成不溶物且属于中和反应的化学方程式：_____；写出一个不属于中和反应的复分解反应的化学方程式：_____。

7. 现有盐酸、氢氧化钠、碳酸钠和氯化钠4种无色溶液。各取少量于4支试管中，分别向试管中滴入紫色石蕊试液。

(1) 先被鉴别出来的两种物质为_____、_____，鉴别依据为_____。

(2) 不用其他试剂，怎样将另外两种溶液鉴别开来？请写出发生反应的化学方程式。

方法探究

8. 已知氯化钠、碳酸钠在不同温度时的溶解度如下：

	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
氯化钠	35.7 g	35.8 g	36 g	36.3 g	36.6 g
碳酸钠	7 g	12.2 g	21.8 g	39.7 g	49 g

第三单元 海水中的化学

(1) 请根据表中所给数据,绘制氯化钠、碳酸钠的溶解度曲线。

(2) 生活在盐碱湖附近的人们习惯“夏天晒盐、冬天捞碱”。你能说出其中的道理吗?

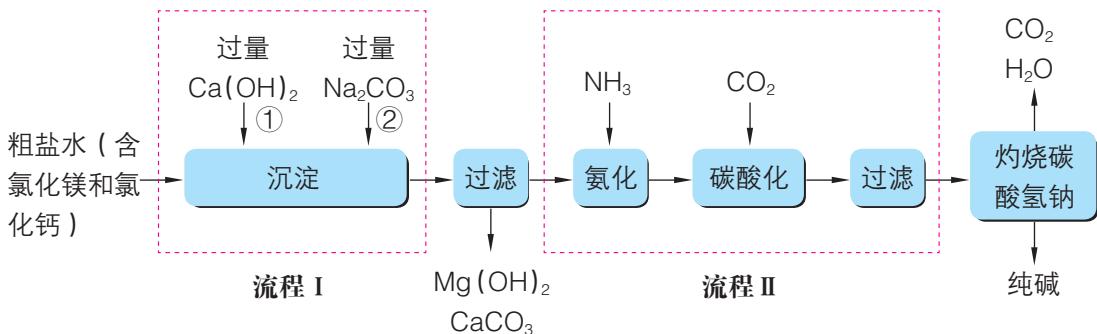
反思交流

9. 超市卖的纯碱产品中往往含有少量的氯化钠,化学兴趣小组的同学要通过实验来测定某品牌的纯碱样品中 Na_2CO_3 的质量分数。他们取了6 g纯碱样品放入烧杯中,逐滴加入稀盐酸至不再产生气泡为止,共消耗稀盐酸61.7 g,烧杯中没有残留不溶物,称得反应后溶液的质量为65.5 g。计算:

(1) 生成二氧化碳多少克?

(2) 样品中 Na_2CO_3 的质量分数是多少?

10. 某化学小组参观制碱厂后,绘制了该厂生产纯碱的工艺流程图,请根据此图回答问题。



(1) 流程I中需要依次向粗盐水里加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 Na_2CO_3 ,二者加入的顺序是否可以颠倒?为什么?

(2) 请用一个化学方程式表示出流程II中发生的总反应。

(3) 如果不将氯化铵作为目标产品(即加入氨气不是为了生产出氯化铵),那么,氨气在制碱过程中有什么作用?

(4) 在碳酸化过程中,从溶液中析出碳酸氢钠而没有析出氯化铵,这是为什么?



第四单元

金 属

当你骑自行车或乘公共汽车上学时，你是否想过它们的零件都是用什么材料制成的？这些材料具有哪些性质？为什么自行车淋雨后容易生锈，而不锈钢壶经常用来烧水却不生锈？怎样防止或减缓金属制品锈蚀？

4.1 常见的金属材料

- ▲ 金属的物理性质
- ▲ 合金
- ▲ 金属矿物及其冶炼

4.2 金属的化学性质

- ▲ 金属与氧气的反应
- ▲ 金属与酸的反应
- ▲ 金属与盐溶液的反应

4.3 钢铁的锈蚀与防护

- ▲ 导致钢铁锈蚀的因素
- ▲ 减缓钢铁锈蚀的方法
- ▲ 废旧金属的回收利用

到实验室去：探究金属的性质

第一节 常见的金属材料

人类文明进步与金属材料发展关系十分密切。继石器时代之后的青铜器时代和铁器时代，均以金属材料的广泛应用为其时代标志。现代，种类繁多的金属材料已成为社会发展的重要物质基础。你在日常生活中见到或使用过哪些金属制品？这些金属制品有什么特点？

一、金属的物理性质

金属在生活、生产中有着非常广泛的应用，这些应用有许多都是由金属的物理性质决定的。金属具有哪些物理性质呢？



活动天地 4-1

列举一些常见或常用的金属制品，想一想它们各是用什么金属制成的？分别应用了金属的哪些性质？



大多数金属都具有金属光泽，密度和硬度较大，熔点和沸点较高，具有良好的延展性和导电、导热性能。除汞外，金属在常温下都是固体。

不同的金属还具有各自的特性，例如：铂的延性好，可以抽成直径只有 $1/5\ 000\text{ mm}$ 的细丝；金的展性好，可以压成厚度只有 $1/10\ 000\text{ mm}$ 的薄片。性质的差异决定了金属的不同用途。例如：钨的熔点高，所以被用来制造灯泡中的灯丝；铜的导电性优良，故被广泛用于电子制造业（例如印刷电路板）；金的稀有象征着富有和高贵，常用于制作饰品等。



三星堆金面罩人头像



请根据表中的信息和你的经验分析下列金属各有什么用途？

性质 金属	颜色	密度 (g/cm^3)	熔点/ $^\circ\text{C}$	${}^*\text{电阻率}$ ($\text{n}\Omega \cdot \text{m}$)	莫氏硬度 (最大为10)
金 (Au)	黄色	19.3	1 064	22.14	2.5
银 (Ag)	银白色	10.5	962	15.87	2.5
铜 (Cu)	紫红色	8.92	1 084	16.78	3.0
铁 (Fe)	银白色	7.87	1 538	96.1	4
铝 (Al)	银白色	2.7	660	28.2	2.75
铬 (Cr)	银白色	7.2	1 857	25	8.5

* 20 $^\circ\text{C}$ 时测量值。

金属的分类

多识一点



在已发现的一百多种元素里，大约有五分之四是金属元素。金属的单质有很多种，在冶金工业上，人们常把金属分为黑色金属（包括铁、铬、锰）和有色金属（铁、铬、锰以外的金属）两大类。人们也常按照密度大小将金属分类，密度小于 4.5 g/cm^3 的叫作轻金属（钠、钙、镁、铝等）；密度大于 4.5 g/cm^3 的叫作重金属（汞、铜、镉、铅等）。此外，还可以将金属分为常见金属（铁、铝等）和稀有金属（锆、铌、钼等）。

二、合金



司母戊鼎

常见的金属材料大多数不是组成单一的纯金属，而是合金，即在某种金属中加热熔合其他金属或非金属后形成的、具有金属特性的物质。代表我国早期金属铸造工艺水平的商代后母戊鼎，其制作材料就是一种铜锡合金（即青铜）。青铜是人类最早使用的合金。

合金的种类很多。青铜、黄铜（铜锌合金）都属于铜合金，生铁和钢都是铁合金（两者的主要区别是含碳量不同：生铁含碳量为 $2\% \sim 4.3\%$ ，钢为 $0.03\% \sim 2\%$ ）。常见的合金还有铝合金、钛合金等。

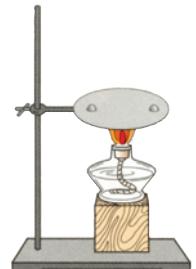


活动天地 4-2

金属与合金的性质比较

现有铝片、铝合金、铜片、黄铜片、锡片、焊锡（主要含锡、铅）等金属材料，分别进行下列实验，观察、分析实验现象，并与同学交流你得到的结论。

1. 观察铝片与铝合金、铜片与黄铜片、锡片与焊锡的颜色与光泽。
2. 将铝片与铝合金、铜片与黄铜片、锡片与焊锡两两互相刻画，比较它们的硬度。
3. 如右图所示，将锡片和焊锡放在铁片上，用酒精灯在铁片的中心部位加热，观察比较两者熔化的难易。



合金与纯金属性质差异较大，利用熔合的方法，可制得各种符合特殊需求的合金。如通过调节钢中的含碳量可得到低碳钢、中碳钢和高碳钢，在铝中熔入铜、镁、硅可得到硬铝。

合金具有极为广泛的应用，尤其是在科技迅猛发展的今天，新的合金材料不断应运而生。例如，为了满足飞机各部件对制作材料的不同要求，科学家们设计制造了多种具有特殊性能的合金。



用铝合金制造的飞机外壳强度大、质量轻、抗腐蚀；用钛合金制造的起落架更为牢固，能支撑巨大的重量。

多识一点



常见的合金

合 金	主要成分	性 能	用 途
生 铁	铁、碳	硬而脆，可铸造但不能煅轧	炉具、炊具、机床底座等
不 锈 钢	铁、铬、镍	抗腐蚀性好	医疗器械、餐具等
锰 钢	铁、锰、碳	韧性好、硬度大	钢轨、挖掘机铲斗、坦克、自行车架
青 铜	铜、锡	强度较高、可塑性好，易加工、耐腐蚀	机器零件、仪表和日用品
黄 铜	铜、锌	强度较高、可塑性好，耐磨、耐腐蚀	机器零件如轴承、齿轮等
钛合金	钛、铝、钒	耐高温、耐腐蚀、强度高	航空、航天工业及化学工业

三、金属矿物及其冶炼

地球上的金属资源广泛存在于地壳和浩瀚的海洋中，其中少数很不活泼的金属（如金、银、铂等）以单质形式存在，其余金属都以化合物的形式存在。

铝元素在自然界中的分布极广，以化合物的形式存在于各种岩石和矿物中，常见的有铝土矿、钾长石和明矾石等，它们的主要成分分别是 Al_2O_3 、 KAlSi_3O_8 和 $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ 。

铁元素在自然界中的分布也很广，大多以化合物的形式存在于各种铁矿石中。常见的铁矿石有赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿和黄铁矿等，它们的主要成分分别是 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 FeCO_3 和 FeS_2 。



铝土矿



钾长石



赤铁矿



磁铁矿

稀土金属简介

多识一点



稀土金属又称稀土元素，是元素周期表ⅢB族中钪、钇及镧系金属共17种元素的总称。我国稀土储量和产量均居世界首位，已探明的工业稀土储量占世界的80%，且具有种类全、品位高等特点。

稀土金属广泛应用于彩电荧光屏、绿色高能充电电池、汽车尾气净化催化剂、电脑驱动器、核磁共振成像仪、固体激光器、光纤通讯、磁悬浮列车及核反应堆等高科技领域。此外，导弹、飞机等军用装备都需要稀土金属来制造耐热电机与合金材料，精确制导武器的研制也依赖稀土金属。

稀土是全球民用和国防科技发展的战略性资源。随着科学技术的进一步发展，稀土的用途会越来越广泛，世界范围内对稀土资源的争夺也会越来越激烈，我们应该珍惜这种宝贵的不可再生性资源。

在众多的金属材料中，铁、铝及其合金一直在人类生产、生活中占据着主导地位，钢铁工业的发展状况是世界各国工业化水平的重要标志之一。

那么，人类是如何从铁矿石中得到铁的呢？下面让我们通过实验来探究炼铁的化学反应原理。

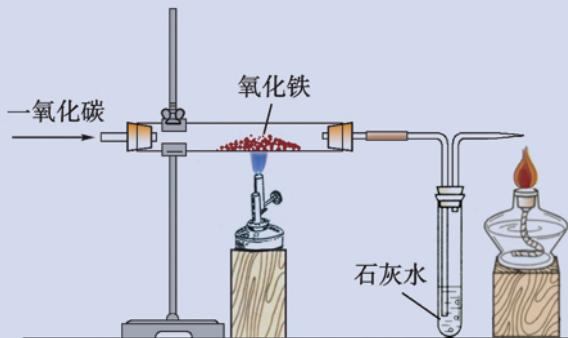


实验探究 4-1

工业炼铁的化学原理

如右图所示，在硬质玻璃管中放入少量红色氧化铁粉末，先通入一氧化碳，然后用酒精喷灯加热，观察现象。

实验现象：_____。



思考：

- 如何判断反应中生成了什么物质？
- 装置中导管末端为什么要加一点燃的酒精灯？

注意：一氧化碳气体有毒，实验时一定要注意安全，同时要进行尾气处理！

实验表明，氧化铁和一氧化碳在高温条件下发生反应，生成金属铁和二氧化碳，这也是工业炼铁的原理。该反应的化学方程式为：



在这个反应中，氧化铁中的氧被一氧化碳夺去，铁被还原出来，一氧化碳是还原剂。像这样，含氧化合物中的氧被夺去的反应属于还原反应。

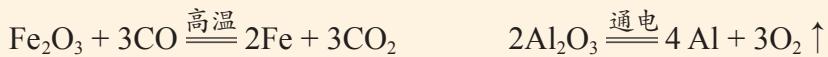
工业上采用电解法冶炼铝，反应的化学方程式为：





长话短说

1. 大多数金属具有共同的物理性质，如具有金属光泽、可以导电和导热、延展性良好等。
 2. 大多数金属性质活泼，在自然界中主要以化合物的形式存在于各种矿物中。
 3. 金属材料包括金属和合金，生活中广泛使用的是合金。
 4. 工业上冶炼铁和铝的主要化学反应原理分别是：



挑战自我

- 请说出下列金属制品分别利用了金属或合金的哪些优点?
 - (1) 不锈钢炊具
 - (2) 自行车架
 - (3) 铜质导线
 - (4) 铝合金门窗
 - 有些工艺品是用“包金”(利用物理方法将非常薄的金箔贴在被饰物体的表面)工艺制作的,你知道这是利用了金的哪些性质吗?
 - 我们的祖先很早就掌握了炼铜的工艺,他们将孔雀石[主要成分是 $Cu_2(OH)_2CO_3$]和木炭一起加热就可得到红色的金属铜。请你写出上述反应的化学方程式。(提示:孔雀石受热易分解,得到氧化铜、二氧化碳和水;加热时,用木炭作还原剂能把氧化铜中的铜还原出来。)
 - 利用1 000 t磁铁矿(含 Fe_3O_4 90%)可炼得含铁96%的生铁多少吨?

第二节 金属的化学性质

金属材料具有优良的物理性能，被广泛应用于生产、生活中。由于金属原子容易失去最外层电子，所以化学性质活泼，能与许多物质发生化学反应。那么，金属具有哪些化学性质呢？

一、金属与氧气的反应

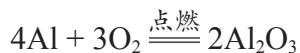
在前面的学习中，我们知道金属镁、铁、铜都能与氧气发生化学反应。实验证明，许多金属在一定条件下都能与空气中的氧气发生化学反应，生成相应的氧化物。



实验探究 4-2

取少量铝粉，均匀地铺在滤纸上，再将滤纸卷起来，用坩埚钳夹持，在酒精灯上点燃，迅速伸入盛有氧气的集气瓶中。观察现象。

铝粉能在氧气中剧烈燃烧，生成氧化铝。反应的化学方程式为：



交流共享

对比镁、铁、铝分别与氧气发生反应的实验现象，分析一下可能有哪些原因导致这三种金属与氧气反应的难易和剧烈程度不同？

多识一点



铝制品的可靠保护层

铝比铁更易与氧气或其他物质发生化学反应，但生活中我们很少见到铝被腐蚀，这是为什么呢？这是因为铝是一种比较活泼的金属，在常温下就很容易跟氧气发生反应，生成一层致密而坚固的氧化铝薄膜。这层薄膜阻止了内层的铝进一步被氧化，从而对铝制品起到保护作用。所以铝制品具有很好的抗腐蚀性能。

二、金属与酸的反应

你还记得镁与盐酸的反应吗？事实上，很多金属不仅能与氧气反应，还能与酸反应。



实验探究 4-3

金属与酸的反应

探究任务：1. 探究铁、铜、锌三种金属能否与酸反应；2. 比较不同金属与酸反应的剧烈程度。

实验用品：铁丝、铜丝、锌片、稀盐酸（10%）、稀硫酸（10%）、试管、砂纸。

问题思考：你准备按照怎样的步骤完成上述两项实验探究任务？实验过程是否需要进行变量控制？还有哪些需要注意的问题？

实验记录：

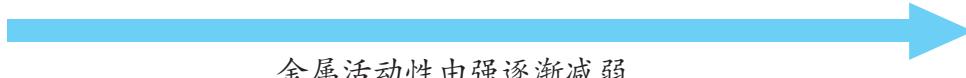
	盐酸	稀硫酸
铁		
铜		
锌		

实验结论：

- 能与盐酸、稀硫酸反应的金属有_____。
- 比较三种金属分别与盐酸、稀硫酸反应的难易和剧烈程度，由易到难的顺序是_____。

上述实验中得到的金属排序，也叫金属活动性顺序。人们经过长期的实践，总结出常见金属在溶液中的活动性顺序如下：

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

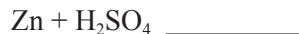
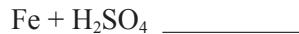
在金属活动性顺序中，金属的位置越靠前，它的活动性就越强；排在氢前面的金属能与酸反应放出氢气，而排在氢后面的金属不能与酸反应放出氢气。



活动天地 4-3

金属与酸溶液反应的特点

- 在上面的实验中，铁分别与盐酸、稀硫酸反应生成氯化亚铁 (FeCl_2)、硫酸亚铁 (FeSO_4)，并放出氢气；锌分别与盐酸、稀硫酸反应生成氯化锌 (ZnCl_2)、硫酸锌 (ZnSO_4)，并放出氢气。试写出这些反应的化学方程式。



- 观察上述反应的化学方程式，分析这些反应有什么共同特点？

上述反应中，都是一种单质与一种化合物反应，生成另一种单质与另一种化合物，我们把这类反应叫作置换反应。

三、金属与盐溶液的反应

我们知道，许多金属能与酸溶液发生化学反应，那么金属能否与盐溶液发生反应呢？



实验探究 4-4

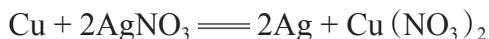
金属与盐溶液的反应

将锌片、铁丝、铜丝三种金属分别放入硫酸铜、硝酸银、氯化钠溶液中，观察并记录实验现象。

	CuSO ₄ 溶液	AgNO ₃ 溶液	NaCl溶液
Zn			
Fe			
Cu			

思考：哪些物质之间会发生反应？反应产物是什么？

实验证明，锌、铁能从CuSO₄、AgNO₃的溶液中把铜和银置换出来，铜只能置换出银，而锌、铁、铜都不能从NaCl溶液中置换出钠来。



由此可见，在金属活动性顺序中，位置靠前的金属可以把位于其后的金属从它们的盐溶液中置换出来。

金属活动性顺序在工农业生产和科学的研究中有着广泛的应用。我国古代即有湿法冶金技术，利用金属与盐溶液发生置换反应的原理来冶炼金属，并一直沿用至今。

金属的活动性

多识一点

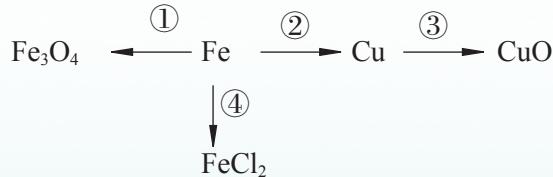


金属的活动性强弱与其原子失去电子的能力有关，当活动性较强的金属原子遇到易得电子的粒子时，该金属原子就会失去电子变为金属阳离子。例如，在金属活动性顺序中位置靠前的金属易失电子给H⁺或位于其后的金属的阳离子，从而置换出H₂或金属单质。

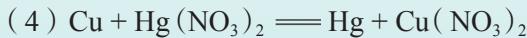
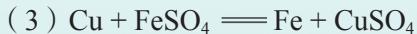
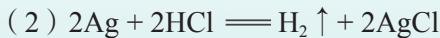
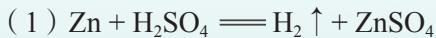


在线测试

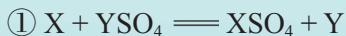
1. 写出下列物质间相互转化的化学方程式。



2. 判断下列化学方程式是否正确。



3. 请从金属活动性顺序里找到三种金属，代替下列式子中的X、Y、Z完成化学方程式，并使三种金属的活动性满足 $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$ 。



④ $\text{Z} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 不发生反应



长话短说

1. 金属元素的原子在化学反应中易失去电子。所以，大多数金属的化学性质较为活泼。
2. 大多数金属能与氧气、某些酸和盐的溶液发生化学反应。
3. 依据金属的活动性顺序，能比较常见金属的活泼性，还能判断金属和酸、金属和盐溶液之间能否发生置换反应。
4. 金属的化学性质存在差异，这种差异表现在金属单质和氧气反应的剧烈程度、金属单质与酸或盐溶液发生置换反应的难易程度等方面。
5. 化合反应、分解反应、置换反应、复分解反应是化学中的四大基本反应类型。



挑战自我

1. 生铁和足量的盐酸充分反应后，总会有一些残渣剩余，残渣的成分主要是（ ）。

- A. 铁
- B. 氯化铁
- C. 氯化亚铁
- D. 碳和一些杂质

2. 通常状况下，铁丝在氧气中燃烧的产物是（ ）。

- A. Fe_3O_4
- B. FeO
- C. Fe_2O_3
- D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$

3. 镁、锌、铁三种金属各20 g，分别与足量盐酸反应，各生成氢气多少克？

4. 当欧洲炼金术士为发现铁钉放入硫酸铜溶液中得到“金”而欣喜若狂时，我国劳动人民在早于他们1700多年时，就已掌握这种方法并用于生产了。

西汉时代的《淮南万毕术》中就有“曾青得铁则化为铜”之说，东汉的《神农本草经》、晋代的《抱朴子内篇》中也都有铁置换铜的记载。南北朝时代陶弘景又将铜盐的范围扩大到所有的可溶性铜盐〔如 CuCl_2 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 〕。到了宋代和元代，我国湿法炼铜的工艺已经相当成熟，成为当时大规模生产金属铜的主要方法之一。

请你写出用铁与氯化铜、硝酸铜为原料进行湿法炼铜的化学方程式。

第三节 钢铁的锈蚀与防护

你注意过吗?家庭使用的铁制工具,隔一段时间不用就变得锈迹斑斑,而街心广场矗立的不锈钢雕塑,几经风霜雪雨却总能保持本色。这是为什么呢?

一、导致钢铁锈蚀的因素



活动天地 4-4

影响钢铁锈蚀的因素

某化学活动小组对生活中钢铁制品锈蚀的情况和使用环境进行了调查。根据调查结果,同学们提出了以下观点,你赞成哪一种观点?你还有不同的见解吗?

(1) 铁的化学性质比较活泼,钢铁锈蚀一定是铁与空气中的氧气发生化学反应造成的。

(2) 自来水管因长期跟水接触而锈蚀,钢铁锈蚀肯定是铁与水发生化学反应造成的。

(3) 用过的菜刀用水冲洗后擦干,几天也不会生锈,钢铁的锈蚀应与氧气无关。

(4) 铁制的小船,天天浸泡在水中,多少年了也没锈穿,钢铁锈蚀绝对不会是跟水接触的缘故。

(5) 雨水浇淋过的自行车更易锈蚀,钢铁锈蚀是空气、水与铁共同作用的结果。

(6) 切过咸菜的菜刀,不及时清洗,一夜之后就锈蚀了,钢铁锈蚀还有其他的影响因素。

钢铁的锈蚀到底与哪些因素有关呢?活动小组的同学们设计了如下实验方案:

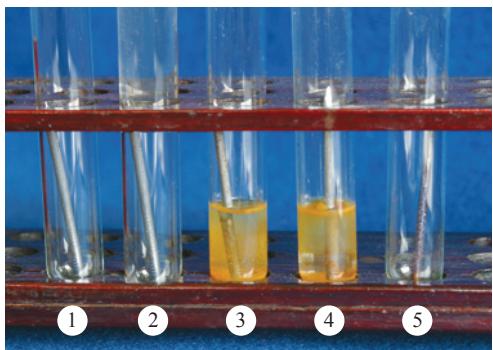
实验1: 将洁净的铁钉放在干燥的试管中,用橡皮塞密封试管口。

实验2: 将洁净的铁钉全部浸没在盛满煮沸过的蒸馏水的试管中,用橡皮塞密封试管口。

实验3: 将洁净铁钉的一半浸入试管中的蒸馏水里,将试管敞口放置。

实验4: 将洁净铁钉的一半浸入试管中的食盐水里,将试管敞口放置。

实验5: 将用食醋浸湿的铁钉放在干燥的试管中,将试管敞口放置。



思考：

1. 你能解释他们为什么这样设计实验吗？
在每个实验中他们想要探究的是哪种因素的影响？

2. 左图是四天后的实验结果（图中数字为实验序号），请你据此分析钢铁锈蚀与哪些因素有关？

3. 还有哪些因素也能造成钢铁的锈蚀？
课后查阅相关资料并自己设计实验证实。

钢铁的锈蚀主要是铁与空气中的氧气、水蒸气等物质发生化学反应的结果。钢铁的成分和环境的温度、湿度、酸碱性等都是影响钢铁锈蚀的因素。钢铁锈蚀后生成铁锈（主要成分是氧化铁，化学式为 Fe_2O_3 ）。铁锈疏松多孔，不仅不能阻止钢铁制品与空气和水的接触，还会把空气和水分保留在钢铁制品的表面，进一步加速锈蚀。因此，当钢铁制品表面生锈时，应及时除锈并做防锈处理。

二、减缓钢铁锈蚀的方法

人类为金属的锈蚀付出了巨大的代价。据不完全统计，世界各国每年因金属锈蚀所造成的经济损失约占国民生产总值的2%~4%，全世界每年因金属锈蚀造成的损失超过7 000亿美元，这是一个多么惊人的数字！我们怎样才能防止或减缓金属的锈蚀呢？



交流共享

生活中使用的钢铁制品，有没有采取相应的防锈措施？采取了什么措施？请与同学交流讨论。

钢铁是应用最普遍的金属材料，也是最容易发生锈蚀的金属材料之一，人类一直在寻找能有效减缓或防止钢铁锈蚀的方法。目前常用的方法有多种，例如：在金属表面涂覆保护层（涂刷矿物油或油漆、覆盖搪瓷或塑料等），镀上一层不易锈蚀的金属或用“烤蓝”等方法形成致密保护层，以及改变金属的组成和结构（如制成合金）等。



多识一点



“越王勾践剑”为什么没生锈



1965年，考古工作人员在湖北江陵发掘楚墓时，出土了两把寒光闪闪的宝剑。其中一把剑上有“越王勾践自作用剑”8个字，这就是著名的春秋时期的越王勾践剑。

这两把宝剑埋藏在地下已有两千多年了，出土时依然光彩夺目、锋利无比，几乎没有丝毫锈蚀。为了揭开宝剑的不锈之谜，考古工作者对宝剑的组成进行了检测，发现宝剑的主要成分是青铜，而且表面曾被进行硫化处理，形成一层致密的保护层，大大增强了宝剑的抗锈蚀能力。另外，宝剑所在的墓室深埋地下，密封好、空气少，而且地下水基本为中性，这样的环境条件非常有利于宝剑的保存。

三、废旧金属的回收利用

金属制品使用过程中的新旧更替现象是必然的，由于金属制品的锈蚀、损坏和自然淘汰，每年都有大量的废旧金属产生。如果随意弃置这些废旧金属，既造成了环境污染，又浪费了有限的金属资源。

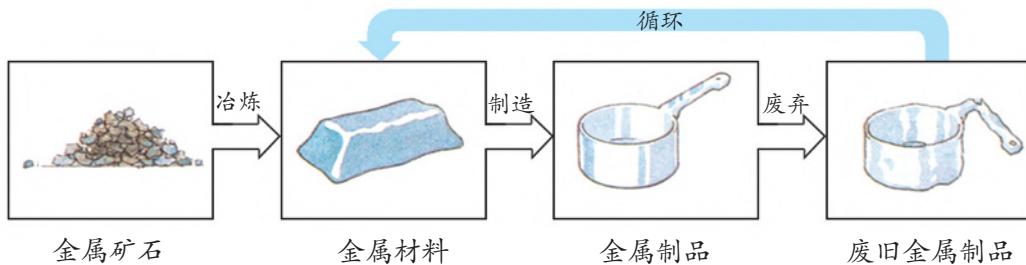


交流共享

想一想：我们身边都有哪些废弃的金属制品？从环境保护和资源再利用的角度考虑，应该怎样处理这些金属制品？

废旧金属对环境的影响非常大。例如，许多废旧电池中含有汞、镉等重金属，一粒小小的纽扣电池可污染 600 m^3 水，相当于一个人一生的饮水量。汞、锰、镉和铅等重金属污染的最大特点是它们在自然界里不能降解，只能迁移。也就是说，水体或土壤不能利用自身的净化作用将污染消除。重金属会对生物蛋白产生凝固作用，不易被代谢出体外，在生物体内积蓄至一定量之后，造成慢性中毒，最终可能导致生物体死亡。

回收利用废旧金属既可以保护环境，又能节约资源和能源。例如：回收一个废弃的铝质易拉罐要比制造一个新易拉罐节省大约20%的成本，还可节约90%~97%的能源。回收1t废钢铁可炼得好钢0.9 t，与用矿石冶炼相比，可节省大约一半的成本，还可减少空气污染、水污染和固体废弃物。





长话短说

- 钢铁锈蚀主要是铁与空气中的氧气、水蒸气发生化学反应的结果；钢铁制品在潮湿的空气中容易锈蚀。
- 在钢铁制品表面涂覆防护层或将钢铁制成合金，可有效减缓钢铁制品的锈蚀。
- 废旧金属很可能会造成水污染和土壤污染；回收废旧金属有利于金属资源的充分利用，有利于保护环境、节约能源和资源。



挑战自我

- 下列环境中，钢铁制品表面最容易产生铁锈的是（ ）。
A. 干燥的空气中 B. 稀盐酸中
C. 潮湿的空气中 D. 蒸馏水中
- 下列选项中，与“越王勾践剑”出土时保存完好的原因无关的是（ ）。
A. 剑身曾经过表面防锈处理
B. 埋藏环境中的氧气少
C. 材料（青铜）本身不容易生锈
D. 埋藏环境的压强比较恒定
- 常见的金属防锈方法有：①在表面喷漆；②在表面涂油；③在表面镀一层其他金属；④在表面覆盖搪瓷；⑤改变金属的组成和结构。请问下列常见金属制品通常采用哪种方法防锈？（填序号）
(1) 门把手_____； (2) 机器上的齿轮_____；
(3) 汽车车身_____； (4) 铁盆_____；
(5) 不锈钢医疗器械_____；
- 自行车是人们常用的代步工具，你认为应怎样保养才能延长它的使用寿命？

到实验室去

探究金属的性质

明确任务

1. 探究金属的物理性质，认识金属材料在日常生活中的用途。
2. 探究金属的化学性质，认识金属活动性顺序，了解防止金属锈蚀的简单方法。

做好准备

你需要准备以下实验用品：

1. 一些生活中常用的物品：如细铜丝、细铁丝、铁钉、铝箔、白炽灯的灯丝、订书钉、易拉罐、铝合金制品、不锈钢餐具等；电池、小灯泡、导线、磁铁；砂纸、火柴、胶水。
2. 实验室中的试剂和仪器：铝粉、镁带、锌片、铁粉、稀盐酸、稀硫酸、硫酸亚铁溶液、硫酸铜溶液、硝酸银溶液、氯化钠溶液；坩埚钳、酒精灯、药匙、试管、石棉网。

友情提示

1. 探究金属与氧气的反应时要用坩埚钳夹持金属反应物，防止烫伤。
2. 本次实验用到的液体试剂有的具有腐蚀性，应正确取用、规范操作，防止发生意外。
3. 镁带燃烧时会发出耀眼的白光，要注意保护眼睛。

动手实验

请按照下表中的实验步骤进行实验，将你观察到的现象、得到的结果记录在表中，并尝试对实验现象和结果进行分析，进而得出结论。

一、金属的物理性质

实验步骤	实验现象和结果	分析和结论
1. 用砂纸打磨细铜丝、细铁丝、铝箔、白炽灯的灯丝、订书钉等，用滤纸（或软布）擦拭后观察颜色和光泽。		
2. 选择几种金属制品，尝试一下是否容易被弯曲、折断。		
3. 选择铁丝、铝箔、铜丝，手持金属的一端，在酒精灯火焰上烘烤另一端（注意时间不要太长，以免烫伤！），试试金属的传热能力。放在石棉网上冷却。		
4. 利用电池、小灯泡试试步骤3中的三种金属的导电能力。		
5. 用磁铁分别吸引上述金属材料。		

二、金属的化学性质

1. 金属与氧气的反应

实验步骤	实验现象和结果	分析和结论
(1) 取少量铝粉，用胶水把铝粉均匀地粘在滤纸上，再将滤纸小心地卷起来，用坩埚钳夹持，在酒精灯上点燃。		
(2) 用坩埚钳夹取一段用砂纸打磨过的镁带，在酒精灯上点燃。		

第四单元 金 属

2. 设计实验探究锌、铁、铜三种金属的活动性顺序

实验步骤	实验现象和结果	分析和结论



反思交流

1. 金属有哪些共性？金属的用途与性质之间有什么关系？
2. 我国古代就发明了湿法冶金技术，其基本原理是什么？金属与盐溶液反应有什么规律？你能想到哪些化学方法来判断金属的活动性顺序？

到图书馆去

有“锂”走遍天下

或许西班牙征服者并没有弄错？或许黄金国不仅仅是个神话？或许在消逝的印加帝国腹地确实有个遍地金子的国度？假如这种金子不是黄色而是白色的，那么传说就能对上号。这是因为，在南美洲的心脏地带，一种奇特的白色金属正掀起一股名副其实的狂热。它可塑性强，能浮在水上，而且是制造电动汽车电池不可替代的原料。预计到2020年，将出现400万至600万辆此类汽车，或许最终能够取代12亿辆汽油汽车也未可知。可以说，这种“白金”以“黑金”对手的姿态出现，而其价格已经接近原油的9倍（其碳酸盐形态商品的价格为每千克4.5欧元）。这种金属就是大名鼎鼎的锂。事实上，由于众多汽车业巨头的觊觎，这股“淘白金热”已在专家们所称的“ABC三角地”（阿根廷-玻利维亚-智利）展开，那里集中了全球四分之三的锂矿资源。

► 一种非同寻常的原子

2000年，锂的全球需求量约为1.1万吨。据估算，到2020年这一数字将达到5.5万。现在，全球各大矿业公司已迫不及待地推出锂产品项目，并在股市中寻求投资者。更有人声称这块蛋糕不够所有人分，闹得汽车巨头们纷纷设法保障自身的供应量。丰田公司刚刚在阿根廷投资了一个开采项目，而法国博罗莱集团、美国通用、日本三菱及韩国LG则活跃在玻利维亚的乌尤尼（Uyuni）盐沼。如果有人发起建立“安第斯锂输出国组织”，该地区的领导人一定乐见其成，尤其是玻利维亚总统，他领导的是拉丁美洲最贫穷的国家之一。

锂之所以能催生这些希望，是因为组成锂的是一种非同寻常的原子。锂是元素周期表中的第3号元素（原子核中仅有3个质子），是除氢和氦之外最“轻”的元素，锂的密



给锂电池电动汽车充电



电动汽车中的锂电池

度只有铅的 $1/21$ 。除了这一特征之外，作为一种金属元素，锂还有一种对于产生电流至关重要的性质——锂原子很容易失去一个电子。要知道，电池的原理正是储备一定量的电子，然后在放电时通过电路释放电子。概括地说，锂提供了理想的折中方案，能以较轻的重量储备单位能量。

1976年，埃克森公司实验室的美国

化学家惠廷厄姆（M. S. Whittingham）克服重重困难，发明了锂电池，其中部分挑战来自锂对湿度的敏感。1991年，索尼公司在市场上首次推出锂电池，一炮打响。这并不奇怪：每千克锂能储存 $150\sim200\text{ Wh}$ （瓦时）电能，是铅的3.5倍，是其主要竞争对手镍金属氢化物的1.5倍。

▶ 我们有足够的锂吗

锂电池技术虽然已经比较成熟，但其性能提高空间仍然相当广阔。与其他竞争技术不同的是，锂电池为电池材料的选择留出了很大的余地，从而能为各种用途和成本的需求提供折中方案。比如，锂离子手机电池中使用的钴昂贵稀有，那么在汽车电池中就可以换用一些更为廉价的材料，如磷酸铁或氟磺酸，甚至氧化钒、碳及塑料的混合物。虽然这些电池储存的能量较少（仍达到每千克锂 110 Wh 左右），但其成本较低、充电也更快，而且不像使用钴的电池那样在损坏时有燃烧爆炸的危险。这些优势使锂成为人们的必然之选，何况它的竞争对手也不多（锌空气电池的缺陷是老化快，钠电池则太重）。但是地球上是否有足够的锂来满足我们不断增长的需求吗？

锂在宇宙中相当稀少。根据元素合成模型，宇宙大爆炸后形成的锂原子数量只有氢原子的九点三亿分之一，碳原子的五十万分之一。锂在地球上也十分稀有，在储量上仅排第25位，在地壳中平均含量为每千克 20 mg 。不过，地球物理机制可不信什么平均值。在伟晶岩等类似于花岗岩的岩石中，存在一种叫锂辉石的矿物，其氧化锂含量达 $6\%\sim7\%$ 。根据权威估算，在这种广泛分布于全球的矿石中，锂储量共计可达765万吨。如果加上其他岩石，如水辉石和近期在塞尔维亚发现的贾达尔石，固体锂资源总量将超过1000万吨，是2020年需求量的近200倍。而岩石还不是全部。鉴于锂辉石的开采需要耗费大量能源，所以从上世纪80年代起，它已被开采成本仅为其一半乃至三分之一的来源所取代，那就是盐湖。盐湖成就了安第斯的希望，也成就了中国的希望，因为西藏也有很多盐湖。大型盐沼的集中分布使“安第斯三角地”和中国西藏成为锂生产的两个战略

要地。而固体矿虽然开发成本较高，却分布较广，韩国等一些储量贫乏的国家甚至考虑从海水中提取锂。

► 资源与储备的争论

盐湖是熔结凝灰岩的浸析产物。熔结凝灰岩是一种富含锂的火山岩，因水流的冲刷而蚀化。在这一过程中，水流被困在封闭盆地的底部，逐渐形成湖泊。这里的蒸发量大于降水量，极为干旱，因此数千年来积累了大量盐分。盐沼的表壳厚10~15 cm，坚硬而多孔，其下则有深达数十米的含锂盐卤。以乌尤尼盐沼为例，盐卤的平均含锂量为每升500 mg。这些盐沼面积辽阔（乌尤尼盐沼面积超过1万平方千米）。据估算，盐湖锂的资源量与储量共计可达1760万吨。

倘若再加上从地热资源（100万吨）和油田（75万吨）中提取的含锂盐卤，锂的总储量将超过3000万吨。如果上述储量的一半可以进行有效开采，可支配储量就超过了1500万吨，是2020年预计需求量的272倍。那还有什么好担心的呢？然而，在一些科学家看来，上述数据混淆了“资源”和“储备”这两个概念。资源即土地里的东西，储备是能够以现实、经济的手段开采出来的东西。所以实际情况远没有看上去那么乐观。此外，锂矿的品质不一，这也成为将资源转变为储备的一大障碍。例如：乌尤尼盐沼的含镁量尤其高，这将严重影响锂的开采效率，而且与世隔绝的地理环境也大大增加了开采难度。所以有人认为真正可供开采的锂可能只有400万吨左右。而且，有科学家认为汽车电池每千瓦时电力储存所需的锂用量被低估了4倍。如果石油价格飞涨，电动汽车的产量将超过预期。再者，其他工业也会来争抢这种金属，特别是蓬勃发展的电子业。这一切的结论就是：锂之路并不能持久。

不过这一悲观论调远未引起共鸣。持相反观点的人认为不应该将资源与储备割裂开来，因为这些概念会随着时间而变化，一次涨价、一种新的开采技术就会令一切改观。汽车市场的勃兴推动了新一轮勘探活动的展开，锂的探明储量已在两年内翻了一翻，而且仍在增加。乐观派认为，锂的储量足以满足所有需求，何况还有循环利用的途径。至于低估汽车电池中的用锂量问题，根据汽车工业巨头们经过数年测试后公布的数据，也不值一驳。



玻利维亚乌尤尼盐沼（盐卤通常先被泵到一锥形装置上方，沿该装置流淌，以增大蒸发面积）

► 未来充满变数

不过，有了资源还必须将其开采出来，才能满足需求。然而，锂矿的开采难度很大，需要相当强的技术支持，耗时也很长：一座锂矿通常需要10年才能进入生产阶段。与此同时，锂的需求量却在连年增长。例如：中国前瞻产业研究院发布的分析报告显示，1998年至2003年，全球锂电池需求量年平均增长率高达63%，2004年以来增长有所放缓，但年均增长率仍保持在两位数以上。

如此看来，全球范围内锂供应紧张的局面在所难免？事实未必如此，因为目前全球锂产量足以满足需求，甚至会出现产能过剩的情况。虽然锂电池产业发展迅猛，锂的绝对市场需求其实并不大，主要集中在玻璃、合金、电池和药物生产领域。新能源汽车的推广有望提高锂的需求量，然而目前除中、日、美之外的其他国家在混合动力汽车上并无具体规划。

现实的情况很可能是：甚至轮不到玻利维亚，智利、阿根廷、中国这三个世界上最大的锂资源国中的几个大项目就能轻而易举地满足全球锂需求。那么，玻利维亚总统只能放弃他的梦想咯？也不尽然，如果电动汽车市场井喷，开采乌尤尼盐沼特大锂矿的迫切性将超出预期。到2018年，位于法国卡达拉什的国际热核聚变实验堆计划将尝试通过核聚变获取巨大能量。在这一计划中，锂的消耗量将不再以千克计算，而是以吨计。但若因此便将玻利维亚视作第二个沙特阿拉伯，未免有点操之过急，因为一切充满变数。

“白金国”与“黑金国”或许有着共同点，但可能并不是财富，而只是幻影……

[本文改编自《新发现》2010年9月号；撰文：Pierre Grumberg，编译：萧舟]

思 考

1. 锂有哪些特殊性而使其成为电动汽车用电池制作材料的最佳选择？
2. 除锂之外，玻利维亚乌尤尼盐沼中还可能有哪些含量较大的金属元素？请你根据此文提供的信息猜测从盐沼中提取锂的主要方法和步骤，并与同学们讨论。

单元练习

知识应用

1. 将一根洁净的铁钉放入稀硫酸中，下列对铁钉发生变化的预测可能不正确的是（ ）。
 - A. 铁钉表面将产生气泡
 - B. 铁钉表面将很快出现铁锈
 - C. 铁钉几乎不会发生任何变化
 - D. 铁钉质量将减少
2. 下列各种情况中，埋在地下的铸铁管道腐蚀最慢的是（ ）。
 - A. 在潮湿、疏松、透气的中性土壤中
 - B. 在潮湿、疏松、透气的酸性土壤中
 - C. 在干燥、致密、不透气的中性土壤中
 - D. 在沿海潮湿的土壤中
3. 认真观察分析你在实验室里使用的石棉网，从其材料组成和结构角度解释：为什么隔着石棉网给容器加热，可达到均匀受热的目的？（石棉是一种不易导电和传热的物质）
4. 把表面生锈的铁片浸入过量的盐酸中，首先观察到_____，过一会儿又观察到_____。有关反应的化学方程式为_____。
5. 某炼铁厂以焦炭、赤铁矿、空气等为主要原料炼铁，反应过程如下：
 - (1) 在框图中写出相应物质的化学式；

焦炭 $\xrightarrow[\text{(1)}]{\text{过量空气、高温}}$ [] $\xrightarrow[\text{(2)}]{\text{焦炭、高温}}$ [] $\xrightarrow[\text{(3)}]{\text{赤铁矿、高温}}$ []

 - (2) 写出②、③两步反应的化学方程式。
 6. 写出镁、铜、氧气、盐酸两两间能发生的反应的化学方程式，并注明反应类型。

方法探究

7. 某学习小组设计实验证明Fe、Cu、Ag三种金属的活动性强弱。他们提出了许多设计方案，其中有这样两种方案：

(1) 将三种金属分别放入稀盐酸中，观察有无气泡产生，再将铜丝放入硝酸银溶液中，观察现象。

(2) 将铁丝放入硫酸铜溶液中，将铜丝放入硝酸银溶液中，观察现象。

你认为利用这两种方案能否得到正确的结论？操作是否简便、快捷？你还有更好的方案吗？

8. 某同学发现家里用的铜质水龙头表面出现了一层绿色的锈渍。经查阅有关资料，他了解到这层锈渍的化学成分是碱式碳酸铜 $[Cu_2(OH)_2CO_3]$ 。仔细观察了水龙头的使用环境后，他依照钢铁锈蚀的探究方法进行如下实验：① 将铜片放在干燥的空气中；② 将铜片完全浸入水中；③ 将铜片部分浸入水中。

根据对实验的观察、分析，得出了如下结论：金属铜在潮湿的环境中容易锈蚀；铜的锈蚀是与水、空气中的氧气共同作用的结果。请回答以下问题：

(1) 你赞同他的结论吗？请说明理由。

(2) 要弄清金属铜锈蚀的影响因素，你认为还应该补充哪些实验？为什么？

(3) 通过解决上述问题，你有哪些收获？

反思交流

9. 某学校准备用金属材料制作一个自行车防雨棚，要求价格适中、美观耐用。可供选用的材料有铝合金、钢、不锈钢等。请你在调查这些材料的市场价格并比较它们的优缺点后，设计一个防雨棚制作方案，并与同学们交流讨论。

第五单元 化学与健康

或许你没有意识到，我们体内也在一刻不停地发生着化学变化。我们摄入的空气、水和各种食物在体内的化学变化源源不断地为我们的生命活动提供物质基础和能量。

食物中含有哪些成分？各种成分与我们的健康有什么关系？怎样才能避免有毒物质危害我们的身体健康？

5.1 食物中的有机物

- ▲ 糖类
- ▲ 油脂
- ▲ 蛋白质
- ▲ 维生素

5.2 化学元素与人体健康

- ▲ 人体中的化学元素
- ▲ 元素在人体内的平衡
- ▲ 均衡膳食

5.3 远离有毒物质

- ▲ 预防重金属盐中毒
- ▲ 不吃变质食物
- ▲ 限量摄入食品添加剂
- ▲ 远离烟草
- ▲ 拒绝毒品



第一节 食物中的有机物

少数含碳元素的化合物，如CO、CO₂和Na₂CO₃等，具有无机化合物的特点，通常把它们看作无机化合物。

做饭时，如果把米饭、馒头烧焦了，会产生黑色的残余物。这些黑色残余物质的主要成分是碳单质，说明这些物质中含有碳元素。汽油、蜡烛和塑料等许多物质中也含有碳元素。通常人们将含有碳元素的化合物叫作有机化合物，简称有机物，将除有机物以外的其他化合物统称为无机化合物，简称无机物。

地球上的一切生命体中都含有有机物，“有机”一词的含义最早就是“与生命体有关”的意思。有机物种类繁多，在已经发现的数千万种物质中，90%以上是有机物。最简单的有机物是甲烷，食醋中含有的醋酸（CH₃COOH）、酒中的乙醇（CH₃CH₂OH）等也属于有机物。有机物中除含有碳元素外，还可能含有氢、氧、氮、氯、磷和硫等元素。

在人体所摄入的物质中，除空气、水、食盐等以外，其余主要是糖类、油脂、蛋白质和维生素等有机物。



活动天地 5-1

认识食品成分

仔细阅读课前收集的食品包装袋上关于食品成分的说明，将获得的有关信息填入下表中。

食品名称	主要成分及含量

思考：你所收集的食品包装说明中列出了哪些主要成分？其中哪些属于有机物？

一、糖类

我们熟悉的白糖，化学名称为蔗糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)，它是由C、H、O三种元素组成的。蔗糖只是糖类中的一种，葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)、淀粉[($C_6H_{10}O_5$)_n]等都属于糖类，又叫作碳水化合物。人体摄入的糖类物质主要是淀粉。



实验探究 5-1

检验食物中的淀粉

分别向面包片、米饭、土豆片和苹果片上滴加几滴碘水，观察现象。由此你能得出什么结论？

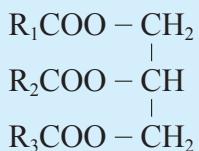
上述实验中的几种食物虽味道各不相同，但在与碘水作用时，都呈现蓝色，说明它们均含有一种相同的物质，这种物质就是淀粉。淀粉分子是一种长链分子，相对分子质量从几万到几十万不等，属于高分子化合物。

食物中的淀粉在人体内不能直接被吸收利用，而是在淀粉酶和水的作用下，转变成葡萄糖并溶解在血液中。葡萄糖在体内经缓慢氧化转变成二氧化碳和水，同时放出热量，供肌体活动和维持体温。人体所需热量的60%~70%来自糖类。每克糖完全氧化时，可产生大约17 kJ的热量。



当有水存在时，酶就像一把剪刀，把长链的淀粉分子剪成小的葡萄糖分子

二、油脂

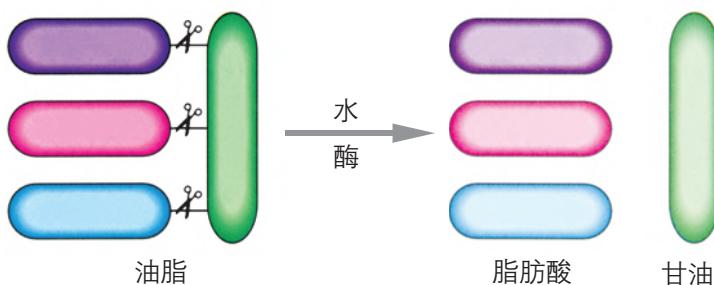


油脂的主要成分

R_1 、 R_2 、 R_3 代表由碳、氢两种原子构成的原子团。三者可以相同，也可以不同。

油脂是油和脂肪的统称。通常情况下呈液态的油脂称为油，如花生油、豆油和橄榄油等各种植物油；呈固态的油脂称为脂肪，如各种动物油和奶油等。油和脂肪均为混合物。

油脂是一类重要的营养物质，其组成元素与糖类相同（即C、H、O），只是它们的分子组成和结构不同。在脂肪酶和水的作用下，油脂在小肠中分解为脂肪酸和甘油。



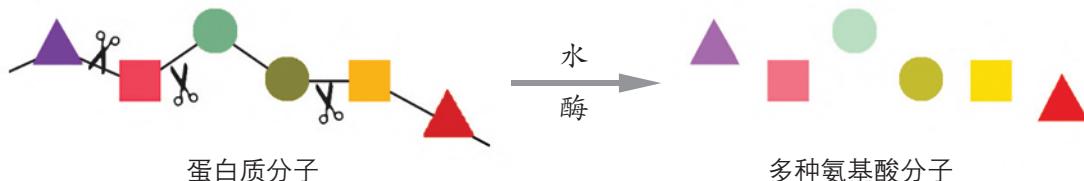
油脂也是人体重要的供能物质，每克油脂完全氧化时，可产生大约38 kJ的热量，超过相同质量糖类所释放热量的两倍。成人每天需要摄入50~60 g油脂，消耗不完的油脂就在人体内以脂肪的形式储存起来，一旦体内缺少糖类食物，这些脂肪就会分解释放出热能。

三、蛋白质

蛋白质是构成人体细胞的基础物质，是人体生长和修补破损组织所需要的主要营养物质。

食物中的蛋白质进入人体后，在蛋白酶和水的作用下，逐步分解成可被人体吸收的另一类重要有机物——氨基酸。其中一部分氨基酸在体内重新组合成肌肉、皮肤、毛发、血液和激素等。多余的氨基酸被氧化生成二氧化碳、尿素和水等排出体外。

成人每天需摄入60~90 g 蛋白质，处于生长发育时期的青少年需要的会更多些。另外，万一人体缺乏糖类和油脂，蛋白质也是备用能量的来源。



蛋白质与生命健康

蛋白质是一类在组成和结构上比糖类和油脂更加复杂的有机物，主要含碳、氢、氧、氮元素，还可能含有少量的硫、磷、锌、铁和铜等元素，其相对分子质量从几万到几百万不等。蛋白质是生命的基础物质，没有蛋白质就没有生命，生物机体中的每一个细胞都含有蛋白质，所有重要生理活动都有蛋白质参与。1965年，我国在世界上第一次用人工方法合成的结晶牛胰岛素，就是一种有生命活性的蛋白质。

人类的生命活动需要20余种氨基酸，其中近一半在人体内不能合成，只能通过摄入动植物的蛋白质间接获得。所以，食物中蛋白质的质和量、各种氨基酸的比例，关系到人体中各种蛋白质合成的量。尤其是婴幼儿及青少年的生长发育、孕产妇的优生优育、老年人的健康长寿，都与膳食中蛋白质的量有着密切关系。例如，世界各国对婴幼儿配方奶粉中蛋白质的最低含量都有严格的规定。

多识一点



营养成分	单位	每100 g 奶粉含量
蛋白质	g	16.0
碳水化合物	g	61.2
脂肪	g	16.2
钙	mg	550
磷	mg	410
钾	mg	750
氯	mg	350~850
铜	μg	160~640

某品牌婴儿配方奶粉
部分营养成分含量

四、维生素

维生素是一类组成和结构都较为复杂的有机物，其主要作用是调节肌体内进行的各种化学反应，以保

持健康。正常情况下，人体只需非常少量的维生素，可以从含有维生素的蔬菜、水果等食物中获得。维生素分为许多种，每种都有独特的功能，例如：

维生素A有助于保护视力，缺乏维生素A，会引起夜盲症。

维生素C（也称抗坏血酸）对人体皮肤和牙龈的健康有重要作用，缺乏维生素C，会引起坏血病。

维生素D有助于骨骼和牙齿的生长发育。

除上述四类有机营养物质以外，食物纤维也是人体生命活动必不可少的有机物。蔬菜和水果中都含有食物纤维。但食物纤维不能被人体吸收，人体摄入的食物纤维具有促进肠蠕动、帮助消化等功能。



可提供维生素A的食物



可提供维生素C的食物



可提供维生素D的食物



长话短说

糖类、油脂、蛋白质和维生素等有机化合物是食物中的主要营养物质，它们为人体生命活动提供能量和物质基础，对维持人体正常生理功能至关重要。



挑战自我

1. 你的日常食品中哪些富含以下营养物质？各列举两例。

淀粉 蛋白质 油脂 纤维素 维生素C

2. 怎样用简单的实验方法区别奶粉和淀粉？

3. 当体力消耗过大或体弱多病时，都需要补充能量。请与同学讨论，在上述两种情况下应分别通过什么方式来补充能量？

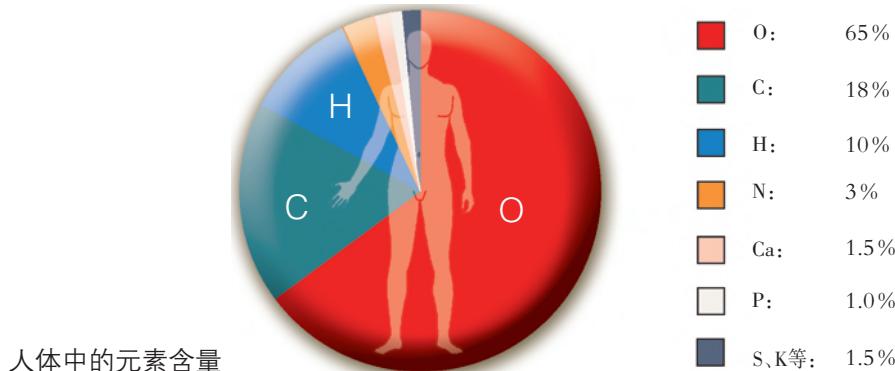
第二节 化学元素与人体健康

我们的身体是由多种元素组成的，正是这些元素组成的各种物质维持着我们正常的生命活动。

一、人体中的化学元素

在人体中，有20多种元素是必需的。其中含量超过0.01%的元素有11种，称为常量元素，它们约占人体总质量的99.95%。在这11种元素中：氧、碳、氢和氮4种元素含量较高，人体通过摄入水、糖类、蛋白质、油脂和维生素等物质来获取这些元素，并通过复杂的化学变化将其转化为人体的各个组成部分；钙、磷、钾、硫、钠、氯和镁7种元素含量较少。

除这11种元素以外的其他元素，如铁、锌、碘和硒等，其含量在0.01%以下，称为微量元素。



人体中的这些元素，随着人体的生理活动被消耗和流失，同时也从营养物质中得到补充，从而在人体内形成一个“收支平衡”。这个平衡一旦被打破，就会影响人体健康，甚至引发疾病。例如：如果人体内缺乏碘、钙或铁元素，就会分别导致甲状腺肿大、骨质疏松症或贫血症。

多识一点



某些元素对人体的作用

元素名称	元素符号	成人体内含量	对人体的主要作用举例	成人每天摄入量	含量过高或过低时对对人体健康的影响
钙	Ca	1 000 g ~ 1 250 g	帮助构造骨骼和牙齿；对凝血、神经及肌肉功能有重要作用	700 mg ~ 1 200 mg	缺钙能导致儿童发育不良或佝偻病，老年人缺钙会导致骨质疏松
铁	Fe	2 g ~ 4 g	血红素的重要成分	12 mg ~ 20 mg	长期缺乏会引发缺铁性贫血。过量摄入会导致中毒
碘	I	25 mg ~ 50 mg	甲状腺素的重要成分	100 μg ~ 200 μg	缺碘可引起甲状腺肿大、甲状腺功能低下；碘过量也能引起甲状腺肿大。母亲妊娠期缺碘可引起儿童呆小症、智力低下
锌	Zn	2.0 g ~ 2.5 g	促进人体发育；大脑神经递质重要成分	10 mg ~ 15 mg	缺锌能引起食欲不振、生长迟缓、发育不良
硒	Se	14 mg ~ 21 mg	有防癌和抗癌作用	20 μg ~ 350 μg	缺硒可能引起表皮角质化和癌症。过量摄入会导致中毒
氟	F	约2.6 g	帮助形成骨骼和牙齿	1.5 mg ~ 3.4 mg	缺氟易产生龋齿。过量摄入会产生氟斑牙和氟骨症
铜	Cu	70 mg ~ 80 mg	形成血红蛋白的关键元素之一；帮助保持和恢复结缔组织；参与葡萄糖和胆固醇的代谢过程	2.0 mg ~ 3.0 mg	缺铜会引起婴幼儿发育不良，增加冠心病发病率，引发大脑功能障碍。过量摄入会导致中毒

二、元素在人体内的平衡

正常情况下，人体中的元素主要来自各种食物，这既有利于人体的代谢活动，也有利于维持各元素之间的相对平衡。只要按时进餐，有着合理的膳食结构，不偏食、不挑食，尽可能远离不健康的食品，人体的生命活动就能够正常进行。

人体中必需的元素长期摄入过量或不足，都不利于身体健康。目前，我国民众膳食结构中钙、铁和锌的缺乏较常见，部分人群中也出现碘、氟等元素缺乏情况。因此，恰当地调整膳食结构，有针对性地通过保健品等来补充一些体内缺乏的元素，也是有益的。



交流共享

你经常食用保健品吗？调查市场销售的补钙、补铁和补锌的保健品的成分及销售情况。谈谈你对保健品的看法。

多识一点



几种重要元素的食物来源

元素	食物来源
钙	乳制品、豆制品、蛋黄、骨汤、水产品、绿叶蔬菜等
铁	肝脏、瘦肉、蛋黄、黑木耳、绿叶蔬菜、坚果等
锌	海产品、瘦肉、肝脏、豆类、谷类、茶叶、坚果等
碘	海产品、加碘盐、天然饮用水等
氟	茶叶、鱼类、软体动物（贝类、乌贼、海蜇）、天然饮用水等

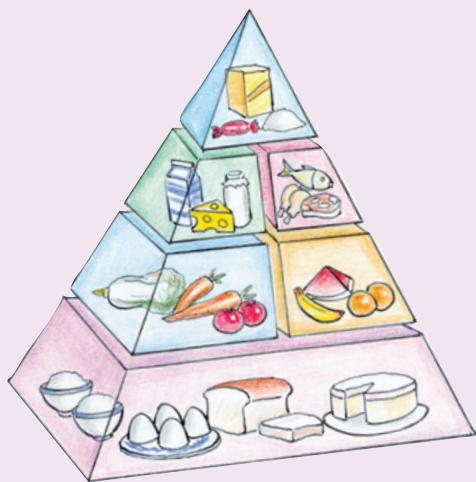
三、均衡膳食

如果你负责制订下个星期全家人的食品采购计划，你打算购买哪些食品？你准备如何安排一家人的膳食？

食物为我们的生命活动提供能量，也是我们身体中各种元素的来源。为了身体健康，我们必须均衡膳食，使摄入的各种营养成分保持适当比例。

健康饮食金字塔

多识一点



营养学家将食物分为六类，按照健康饮食标准排列成金字塔形状，并建议亚洲人的健康饮食结构为(日摄入量)：五谷类约600 g，蔬菜约200 g，2~3个网球大的水果，奶类约240 mL，肉类、鱼类、豆类、蛋类共约150 g。

为给我国民众提供最基本、准确的健康膳食信息，指导民众合理营养、保持健康，我国卫生部门和营养学会编写并修订了《中国居民膳食指南》，向公众推荐使用。



长话短说

- 人体中必需的化学元素包括11种常量元素和十几种微量元素，其中氧、碳、氢、氮四种元素在人体中的含量较高。
- 微量元素对人体健康有着不可或缺的作用。



挑战自我

- 人体缺少必需的微量元素会影响健康，因此有人认为应尽可能多吃含有这些元素的营养补剂，你认为这种想法对吗？为什么？
- 下列元素中，因摄入量不足而容易导致骨质疏松症的是（ ）。
A. 铁 B. 碘 C. 钙 D. 锌
- 我国《食用盐碘含量标准》中建议加碘盐中碘元素的含量为每千克食盐含碘20~30 mg，生产中可通过加入碘元素的稳定化合物碘酸钾(KIO3)来实现。现有10 t食盐，大约应加入多少碘酸钾才能使这些食盐中的碘含量符合标准？

第三节 远离有毒物质

世界上的物质丰富多彩，有的能为我们提供充足的营养，因此可以作为我们的食物，也有一些物质会危害我们的健康甚至生命。我们应当尽可能避免让那些有毒有害物质进入我们的身体！

一、预防重金属盐中毒

除有毒气体、放射性物质和部分有机物外，对人体造成危害的物质还有某些重金属盐（含汞、镉、铅、铬、锰和铜等重金属元素的无机盐）及砷化物等。这些物质可以通过饮用水和不健康食品直接进入人体，也可能被动植物摄入或吸收后通过食物链间接进入人体，还可以通过空气中的可吸入颗粒物进入人体。



实验探究 5-2

蛋白质的变性

实验用品：鸡蛋清、蒸馏水、醋酸铅溶液、硫酸铜溶液、浓硝酸、甲醛溶液（市售福尔马林）；试管、试管夹、试管架、胶头滴管、玻璃棒、量筒、烧杯、酒精灯。

实验步骤：

1. 鸡蛋清的主要成分是蛋白质。将3 mL鸡蛋清倒入烧杯中，再加入15 mL蒸馏水，用玻璃棒轻轻搅拌均匀，再将所得液体均分到4支试管中。
2. 将其中一支试管在酒精灯上加热，观察现象。
3. 向其余的试管中分别滴入几滴醋酸铅溶液、硫酸铜溶液和浓硝酸，观察现象。
4. 另取一支试管，加入约2 mL鸡蛋清，再加入约2 mL甲醛溶液，观察现象。
5. 用玻璃棒蘸取少量凝结了的鸡蛋清，放在酒精灯火焰上灼烧，观察现象。

实验现象：

	现 象
加热鸡蛋清	
向鸡蛋清中滴加醋酸铅溶液	
向鸡蛋清中滴加硫酸铜溶液	
向鸡蛋清中滴加浓硝酸	
向鸡蛋清中加入甲醛溶液	
灼烧鸡蛋清	

实验结论：_____。

灼烧含有蛋白质的物质时，会产生烧焦羽毛的特殊气味。可用这种方法检验蛋白质的存在。

蛋白质受热或遇到浓硝酸、重金属盐、甲醛等化学物质时，结构会被破坏，生理活性也随之消失。因此，摄入重金属盐（如铜盐、钡盐等）会导致中毒。

各种细菌和病毒的成分也是蛋白质，根据蛋白质的上述性质，我们可以利用酒精、碘酒或高温等来杀菌消毒。

不知不觉的铅中毒

多识一点



人体中如果摄入过量的重金属离子就会引起中毒。铅中毒就是比较常见的重金属中毒，分为急性铅中毒和慢性铅中毒两种情况。急性铅中毒多因误服含铅化合物所致，会引发严重的肝、肾、生殖系统和中枢神经系统等机能障碍，甚至导致死亡。慢性铅中毒远比急性铅中毒更为常见。慢性铅中毒包括职业性接触、长期使用含铅餐具及环境污染。

慢性铅中毒往往是在不知不觉中发生的。人体从环境或饮食中摄入的铅会在组织（主要为骨骼）中蓄积并进入血液。当血液中的铅含量过高时（即出现所谓的“血铅”），人体的神经、造血、心血管、消化、泌尿生殖、免疫和内分泌等几乎所有系统都会受到影响，出现腹痛、呕吐、头晕、心悸、贫血、乏力和烦躁等症状。

我国铅污染主要是由于使用含铅的汽油、油漆、涂料、防腐剂、杀虫剂等造成的。此外，如今的电子产品（如计算机等）更新换代很快，若废弃电子产品处理不当，也会带来铅污染。

二、不吃变质食物

很多食物在加工和贮存的过程中会受到菌类的污染，特别是在温暖和潮湿的环境中，食物很容易变质，不仅失去了原有的风味和营养价值，还会对人体造成多种危害。

霉菌在食物中生长繁殖时能产生一种有毒的物质——霉菌毒素，它们是一类相对分子质量较小的天然有机化合物，化学性质比较稳定，只有在高温下才能被完全破坏。在已发现的霉菌毒素中，黄曲霉素被认为是毒性最强的一种，广泛存在于变质的花生、玉米、麦类和谷物等农产品中。

霉变食物的表面常有灰黄色的霉斑，内部常变为浅棕色，误食后会引起恶心、呕吐或头晕、昏迷等症状，长期食用可致神经和内分泌紊乱、致癌致畸、肝肾损伤等。因此，我们应当妥善保存食物，不吃霉变或超过保质期的食物。

三、限量摄入食品添加剂

食品添加剂是指为改善食品品质和色、香、味以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或者天然物质。含有添加剂的食品未必对人体有害，而不含添加剂的食品未必更安全。所有食品添加剂都必须按照规定限量使用，长期过量摄入会危害健康。

目前我国允许使用的食品添加剂有2300多种，按照功能分为23大类。

防腐剂和抗氧化剂 防腐剂具有杀灭微生物或抑制其增殖的作用，是使用最广泛的食品添加剂，其中山梨酸及其钠盐被国际上公认为最安全的防腐剂。抗氧化剂主要用于延迟或阻碍食物中油脂的氧化变性，



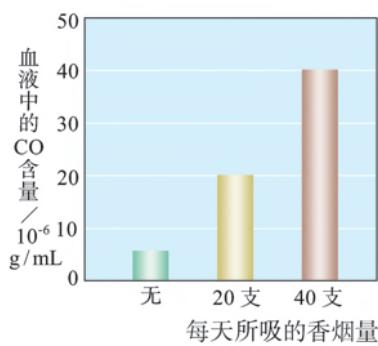
添加了食用色素的糖果

其中维生素C、维生素E和 β -胡萝卜素等属于对人体有益的抗氧化剂。

着色剂和护色剂 食品着色剂又称食用色素，人工合成色素大多对人体有害，例如常见的柠檬黄、日落黄、胭脂红、苋菜红等。护色剂又称助色剂、发色剂，主要用于维持肉制品鲜红色泽。硝酸盐和亚硝酸盐作为护色剂使用已有数百年历史，目前因为安全原因已在绿色食品中禁用。

甜味剂和食用香精 甜味剂是用量最多的食品添加剂，常见的人工合成甜味剂有安赛蜜、甜蜜素、阿斯巴甜、三氯蔗糖等，应严格限量摄入。食用香精由于用量少且易挥发，一般不会对人体造成危害。食用香精还具有“自我设限”特性，当超过一定量时，其香味令人难以接受。

四、远离烟草



香烟的烟雾中含有4 000多种化学物质，其中大多数是有害物质（如公认的致癌物就超过50种），而其中最为有害的物质包括一氧化碳、苯、甲醛、尼古丁、焦油和重金属盐等。

吸烟还会污染家庭环境和公共环境，使周围的人受害。研究表明，被动吸烟同样危害身体健康。全世界每年由于吸烟和被动吸烟引起疾患而死亡的人数要以千万计。吸烟是一种不良习惯，“吸烟有害健康”这样的警示语是每个人都应该牢记于心的。

一氧化碳 香烟燃烧时，会产生一种无色无味的气体，这种气体就是一氧化碳(CO)。一氧化碳可与人体血液中的血红蛋白结合，使红细胞输氧能力降低，导致氧气的供给不能满足身体各器官的需要，严重时会使人缺氧窒息死亡。

尼古丁和焦油 尼古丁是一种有剧毒的兴奋剂，会进入血液循环系统，刺激交感神经，使吸烟者对香

烟产生依赖性。焦油可黏附于咽部和支气管内壁，诱发细胞病变；还可在肺泡里堆积，影响呼吸功能，甚至导致肺部病变。尼古丁和焦油共同作用的结果是会降低肌体的免疫能力，诱发多种疾病甚至癌变。

五、拒绝毒品

鸦片、吗啡、可卡因、杜冷丁、氯胺酮（“K粉”）及部分苯丙胺类物质等，能作用于人的中枢神经系统，具有镇静、止痛和兴奋作用，是一类依法控制使用的制药原料或药物。如果这些麻醉品或精神药物被非法使用，即会成为毒品。常见的毒品还包括海洛因、大麻、“冰毒”及“摇头丸”等，它们不具有任何药用价值。

吸毒可使人产生抗药性和对毒品的依赖性，即通常所说的“毒瘾”。更为可怕的是，这种对毒品的依赖性难以消除。吸毒对社会、家庭和个人都有极大的危害。

拒绝毒品的最佳办法就是一定要抵挡住好奇心的诱惑，千万不要尝试吸食毒品。请牢记：“毒品万万试不得！”拒绝毒品就是在保护你和你的家人！



长话短说

1. 含有重金属的无机盐会对人体健康造成严重危害。
2. 霉变食物中可能含有剧毒物质。
3. 随意、过量使用食品添加剂危害人体健康；限量摄入食品添加剂。
4. 香烟中含有几千种有害物质，吸烟不仅会危害自身健康，也会使周围的人受害。
5. 毒品万万试不得！

到图书馆去

正确认识食品添加剂

生活中，当我们遇到跟食品添加剂有关的话题时，似乎有些难以言喻，比如“‘吉董’月饼十年不坏，疑防腐剂超量添加”“一块面包里近40种添加剂，你还敢吃吗？”……看到这样的报道，人们往往谈之色变，生怕食品添加剂威胁到自己的生命安全。但与此同时，又不断有科普文章为食品添加剂“平反昭雪”，例如“适量的食品添加剂不会危害健康”“并不是‘纯天然、零添加’的食品才安全”……那么对于食品添加剂，我们究竟应该如何看待呢？

▶ 我国食品添加剂古已有之

虽然食品添加剂作为一个现代食品科技创造的名词在我国提出并规定其使用标准只有几十年的时间，但咱们的祖先有着“食不厌精，脍不厌细”的传统，中国人使用食品添加剂的历史，可以追溯到遥远的古代。2100多年前，热衷炼丹的淮南王刘安在用豆浆培育丹苗时碰巧加入了石膏，无意间成为了豆腐的发明人。当时制作豆腐时点卤所用的盐卤或石膏的主要成分是氯化镁和硫酸钙，站在今天的视角，盐卤和石膏就是古代的食品添加剂。

6000多年前的大汶口文化中，考古学家研究发现当时人们已经开始使用转化酶（蔗糖酶）酿酒；史书记载，周朝时中国人已经开始使用肉桂增香，这跟我们现在用的香精、香料其实是一个原理；按《食经》记载，魏晋时古人就已经将发酵技术运用到馒头蒸制上，并且使用碱面来中和酸味，控制馒头的口感；公元6世纪，农业家贾思勰在《齐民要术》中，记载了天然色素用于食品的方法；从南宋开始，“一矾二碱三盐”的配方比例就广泛应用于油条的炸制之中，而使用亚硝酸盐作为食品添加剂制作腊肉的方法，也是在那时候产生的，其作用是防腐和护色。这个技术在13世纪传入欧洲，并在欧洲社会广泛应用，深受当地人民的喜爱。



贾思勰

► 食品添加剂的告白

食品添加剂是为改善食品色、香、味等品质，以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要，而加入食品中的人工合成或者天然物质。随着食品工业在世界范围内的飞速发展和化学合成技术的进步，食品工业的繁荣带动着食品添加剂的发展，近几年食品添加剂品种不断增加，产量持续上升。目前全球开发的食品添加剂种类已达到25000多种，我国食品添加剂有23个类别，2000多个品种，包括酸度调节剂、抗结剂、消泡剂、抗氧化剂、漂白剂、膨松剂、着色剂、护色剂、酶制剂、增味剂、营养强化剂、防腐剂、甜味剂、增稠剂、香料等。食品添加剂已经成为继医药、农用化学品、饲料添加剂之后的第四类倍受人们关注的精细化工行业。可以说，没有食品添加剂，就没有现代食品工业。

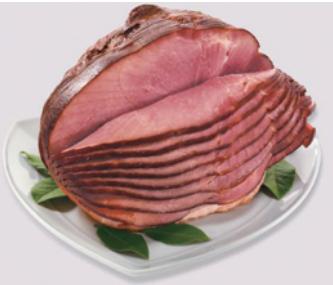
理论上来说，一切不属于食物原材料的物质都是食品添加剂，我们每天都在和食品添加剂打交道。食品添加剂分为天然的和人工合成的，由于天然的食品添加剂远远无法满足今天人类对食品从口味到数量的需求，因此人工合成的食品添加剂得到快速的发展。但是，人们对人工合成的食品添加剂往往存在理解上的误区，甚至认为只要是人工合成的，都是“有毒”的。在毒理学中有这样一句箴言：“万物皆有毒，只要剂量足。”关于食品添加剂的使用，最重要的就是确定它的安全剂量，每一种食品添加剂都要经过严谨科学的计量标准实验才能得到安全的应用指导值，才被允许进入现代食品生产线。

公众谈食品添加剂色变，更多的原因是混淆了非法添加物和食品添加剂的概念。新闻媒体频频爆出的食品安全问题，其罪魁祸首并不是食品添加剂，而是“苏丹红”“塑化剂”“瘦肉精”“三聚氰胺”等非法添加物。事实上，非法添加物一直是各国重点打击的目标，我国已列出了可能存在的非法添加物黑名单，并加以严格控制。厘清非法添加物所混淆的视听，适量地使用食品添加剂，才能丰富我们的饮食，捍卫我们的健康。



► 正确对待食品添加剂

现代食品工业已离不开食品添加剂，人们的生活也离不开食品添加剂，从西汉发明的豆腐到今天我们餐桌上松软的面包、鲜香的火腿、细嫩的豆腐……其中所含的食品



添加剂，只要是按规定剂量使用的都是安全的。食品添加剂不会降低食品的安全性，有的甚至是保证食品安全所必需的。食品添加剂本身并无“罪过”，有罪的是某些企业滥用、乱用食品添加剂，甚至非法添加危害极大的非法添加物。例如，用硫黄为荔枝保鲜、用吊白块使面筋变白、用甲醛为海产品防腐……这些都是违法的。对于我们来说，去分清楚各类的食品添加剂及剂量并不现实，因此，我们应尽量选择正规、优质、信誉好的厂家生产的产品，不要选购黑作坊加工生产的“三无”产品。

另外，从健康的角度出发，应多选择天然食品或加工程序较少的食品，比如新鲜蔬菜、水果、鲜肉，这些相比加入各种防腐剂、着色剂、抗氧化剂的熟食和罐头来说健康很多。此外，儿童应尽量避免食用添加剂，尽量不要挑选颜色鲜艳、味道重的食品。

食品添加剂是现代食品加工业的灵魂，现代食品加工业正在改变着人类的饮食文明。有位专家说过这样一句话：“使用食品添加剂是人类与动物的主要区别之一，如果没有它，我们就像回到了原始社会，食品的外观和味道都会大打折扣，而且难以保存”。所以，为了让食物更好吃、更好看、更安全，就需要我们共同创造一个良好的食品安全环境，这样，食品添加剂才能使我们的生活变得更加有滋有味，它才能一直伴随着现代食品工业的发展更好地服务人类。

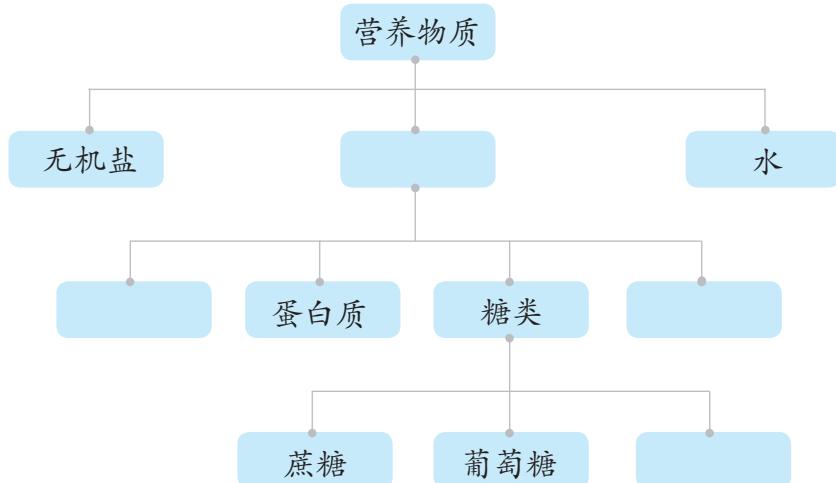
思 考

1. 你是否同意“天然的食品添加剂是对健康无害的，而人工合成的食品添加剂是对健康有害的”这一观点，为什么？
2. 食品添加剂已经成为我们生活中必不可少的部分，请你谈一谈如何才能消除人们对食品添加剂的误解，让人们健康安全地使用食品添加剂。

单元练习

▶ 知识应用 ◀

1. 完图填空



2. 下列叙述是否正确？请说明你的理由。

- (1) 处于生长发育时期的青少年的食谱中，蛋白质的含量要比成年人的多些。
- (2) 人体无法消化吸收纤维素，所以食物中的纤维素对人体毫无意义。
- (3) 绿色植物通过光合作用把无机物转化成有机物。
- (4) 只要在菜肴中加入少量食盐，即可满足人体对无机盐的需要。
- (5) 作为健康饮食的一部分，每个人都应当通过保健品补充各种维生素。
- (6) 人体中缺乏钙、铁、碘元素会引发多种疾病，所以饮食中摄入得越多越好。

3. 选择下列物质名称填空。

蛋白质 淀粉 油脂 维生素C 无机盐 纤维素 碘 毒品

- (1) 人体不能直接吸收利用_____，要在酶的作用下，最终变为葡萄糖。
- (2) 食物中的_____在消化道内会逐渐被分解成可被人体吸收的多种氨基酸。

(3) _____是人体重要的供能物质，并能在人体内储存起来，成为维持生命活动的备用能源物质。

(4) _____又叫抗坏血酸，对人体皮肤和牙龈的健康有重要意义。

(5) 人体摄入_____不足能引起甲状腺肿大。

(6) “远离_____”已成为世界各国政府及公众的共同心声。

4. 右表是某食品包装说明中的部分内容，请从配料中分别选择一种物质，填在相应的横线上。

富含蛋白质的是_____，
富含糖类的是_____，富含维
生素的是_____。

品名	x x x
配料	鲜鸡蛋、精面粉、白砂糖、精炼植物油、奶油、食盐、柠檬汁、食品添加剂。
保质期	240天
生产日期：见封口处	

方法探究

5. 如何检验土豆中是否含有淀粉？如何识别霉变食品或超过保质期的食品？应如何处理这些食品？

6. 亚硝酸钠(NaNO_2)常用作食品的发色剂和防腐剂，但食品中的亚硝酸钠含量超标会危害人体健康。亚硝酸钠具有咸味，外形和食盐很相似，建筑行业常用亚硝酸钠作水泥添加剂。近年来，在建筑工地多次发生误将亚硝酸钠当作食盐食用导致中毒的事件。亚硝酸钠的水溶液呈碱性，食盐的水溶液呈中性，你能设计出几种鉴别亚硝酸钠和食盐的方案？

反思交流

7. 你在选择食品或营养保健品时，是否会受商品广告的影响？收集几种你感兴趣的食品或保健品的广告，看看广告中有哪些有关营养成分的内容。

选择一则广告，对其进行改进，以正确反映所宣传食品或保健品的实际营养价值。与同学交流。

第六单元 化学与社会发展

火车靠电力推动，飞机靠燃油推动，火箭靠哪种能源推动？隐形飞机靠什么“遁形”？谁来解决传统农业向高效现代农业转变过程中的肥料和环境问题？谁会帮助我们最终解除对环境恶化的担忧？

上述问题的解决都要依靠化学！化学通过帮助我们认识和改造物质世界，为我们解决能源、材料、粮食和环境等重大问题，从而促进社会和谐发展。

6.1 化学与能源开发

- ▲ 清洁高效的氢能
- ▲ 应用广泛的化学电池

6.2 化学与材料研制

- ▲ 用途广泛的无机非金属材料
- ▲ 来自石油的有机高分子材料
- ▲ 性能优良的复合材料

6.3 化学与农业生产

- ▲ 化肥——农作物的重要食粮
- ▲ 农药——作物生长的卫士

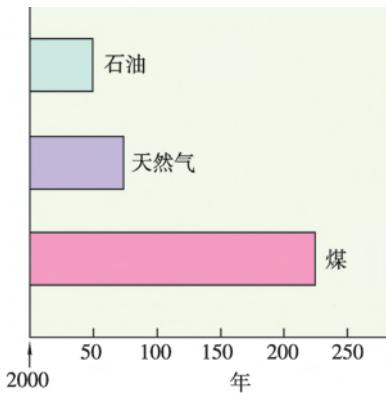
6.4 化学与环境保护

- ▲ 保护生命之源
- ▲ 还人类洁净的空气
- ▲ 与自然和谐相处

第一节 化学与能源开发

人类社会的发展离不开能源。目前人类利用最多的能源是煤、石油、天然气等不可再生的化石燃料，而化石燃料正面临着日益枯竭的危机。开发和利用清洁而又高效的新能源，是21世纪人类面临的重要课题。

随着科学技术的发展，新能源及相关技术的开发利用不断取得突破，太阳能、核能、风能、地热能和潮汐能等逐步走进我们的生活，为人类社会对能源的开发利用开辟了新的天地。



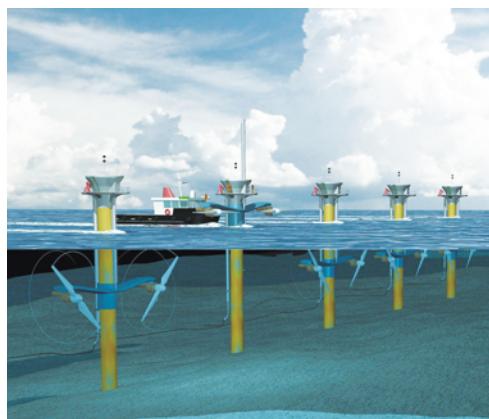
地球上化石燃料可使用的年限



太阳能的利用



风能的利用



潮汐能的利用

一、清洁高效的氢能

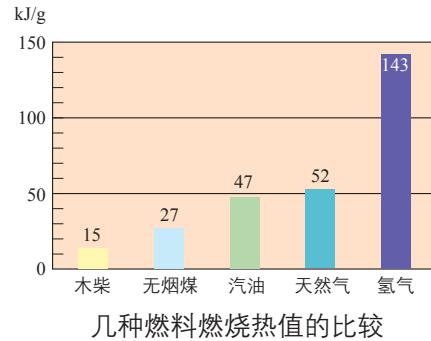


活动天地 6-1

认识氢气燃料

根据你所知道的有关氢气的知识，就氢气用作燃料的优点与同学进行讨论、交流：

1. 氢气燃烧产生的热量
2. 氢气燃烧的产物
3. 制取氢气的原料
4.

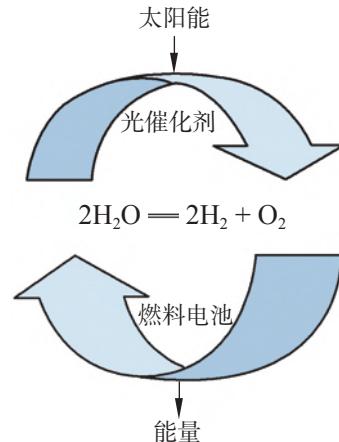


氢气燃烧的热值比化石燃料高很多，而且氢气可以由水制得，燃烧后又生成水，不污染环境。因此，氢能是未来最理想的能源，具有广阔的开发前景。

用电解水的方法制取氢气消耗电能太多，成本太高。目前化学家正在研究如何以低廉的成本制取大量的氢气。其中，寻找合适的光分解催化剂，使水在太阳光的照射下分解产生氢气，是最理想的制氢方法。



中国首款氢能源汽车



理想的氢能源循环体系

氢气的贮存

多识一点



由于氢气是一种易燃、易爆的气体，难液化，贮存和运输既不方便也不安全，如何安全贮存氢气是氢能开发研究的又一关键问题。目前，人们发现某些金属合金如Ti-Fe、Ti-Mn、La-Ni等都具有贮氢功能，其中La-Ni贮氢合金在常温、0.152 MPa下就可释放出氢，已用于氢能汽车和燃料电池中氢的贮存。新型贮氢合金材料的研制和应用对氢能开发具有重要意义。

二、应用广泛的化学电池

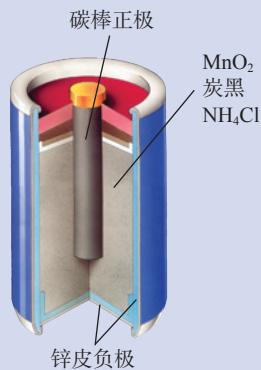
电池以体积小、电容量大和移动方便等特点，在现代社会的生产和生活中得到广泛应用。你知道电池里的电能是怎样产生的吗？



实验探究 6-1

化学反应能否产生电能

- 小心地剥开一节1号干电池，看看里面都有什么物质？
- 把一块锌片和一根碳棒平行插入盛有稀硫酸的烧杯里。观察现象，并加以解释。
- 用导线将上述实验中的锌片和碳棒连接起来，并在导线中间连接一只灵敏电流计，观察现象。与步骤2中的现象对比，有何异同？由此你能得出什么结论？



上述实验表明，化学反应产生的能量可以转化为电能。化学电池就是将化学能直接转化为电能的装置。

化学能是怎样转化为电能的

多识一点



在上述实验探究活动中，同学们看到连接在导线上的电流计指针发生了偏转，这是因为导线中有电流流过。电流是电子在导线中定向移动形成的，为什么导线中会有电子定向移动呢？这要从锌和稀硫酸反应的实质谈起。我们不

妨写出该反应的化学方程式：



这个反应是在溶液中进行的。 H_2SO_4 和 ZnSO_4 在溶液中都能够发生解离，如果把它们改写成离子，则上述化学方程式变为：



显然， SO_4^{2-} 在反应中未发生变化。我们把它从式子中删除，得到下式：



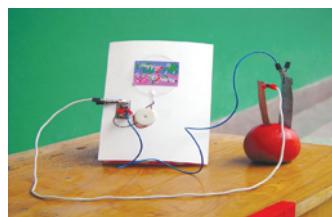
该式子更加直观地告诉我们：在锌和稀硫酸的反应过程中，Zn原子变成了 Zn^{2+} 离子， H^+ 离子变成了 H_2 分子。而Zn原子变成 Zn^{2+} 是失去电子的， H^+ 变成H原子进而再结合成 H_2 分子是得到电子的，这个反应的实质就是Zn原子把电子转移给了 H^+ 离子！当这个转移过程通过导线来进行时，我们就能在导线中测出电流的存在，也能观察到生成的 H_2 气泡从导线另一端所连接的碳棒上冒出。化学能就这样转化成了电能！



活动天地 6-2

自制果蔬电池

把一块锌片和一块铜片平行地插入一个成熟的西红柿（其汁液呈酸性）中，用导线把锌片和铜片连接起来，并在导线中间接入音乐贺卡上的小喇叭，听一听是否会发出声音。



交流共享

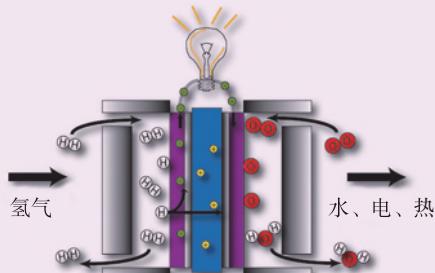
物质的化学能通常可以转化为哪些形式的能量？试举例说明。

氢氧燃料电池

多识一点



氢氧燃料电池是一种将氢和氧的化学能转换成电能的装置。在这种电池中，氢和氧通过电化学反应生成水，并释放出电能。其中参与反应的化学物质——氢和氧，不是装在电池内部，而是分别由燃料电池外部的独立存储系统提供。因此，只要能保证氢、氧反应物的供给，燃料电池就可以持续不断地产生电能。氢氧燃料电池的最大特点是反应过程中不涉及燃烧，化学能转化为电能的转化率高，同时还具有排气干净、噪音低和对环境污染小等优点。



氢氧燃料电池工作原理示意图



长话短说

1. 化学能通过化学反应可以转化成热能、光能和电能等，利用化学反应中的能量转化，人们可以开发新的能源。
2. 氢能是未来最理想的能源。
3. 电池是一种将化学能转化成电能的装置。



挑战自我

1. 列举你所知道的能源。你认为还有哪些能源值得开发和利用？
2. 氢气是一种理想的新能源，目前只在火箭发射等少数情况下使用。其主要原因是（ ）。
 - A. 氢气燃烧条件难以满足
 - B. 制备氢气消耗电能大、成本高
 - C. 用来制取氢气的水必须非常洁净，所以制备氢气的原料匮乏
 - D. 氢气燃烧过程难以控制
3. 已知1 g氢气完全燃烧生成液态水时放出143 kJ的热量，电解72 g水生成的氢气完全燃烧后能放出多少热量？

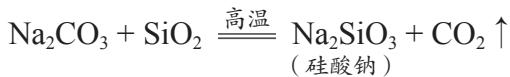
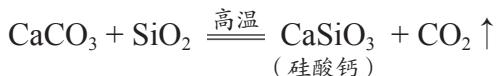
第二节 化学与材料研制

材料是人类社会物质文明进步的重要标志之一。从古至今，人类社会开发利用的材料很多，如金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料，另外还有复合材料等。材料研制与化学科学的发展密切相关。

一、用途广泛的无机非金属材料

玻璃被誉为改变世界面貌的伟大发明之一，是一种在现代社会中广泛使用的无机非金属材料。你了解玻璃吗？你知道玻璃是如何制成的吗？

普通玻璃是一种硅酸盐材料。在工业生产中，通常是用石英砂（主要成分是 SiO_2 ）、纯碱、石灰石按一定的质量比混合，经高温烧制而成。反应的化学方程式为：

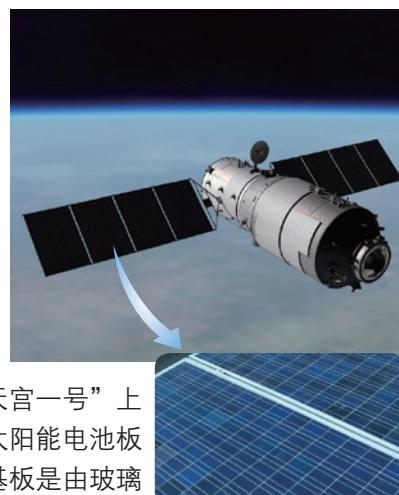


普通玻璃经过各种物理或化学方法加工处理，可制成多种具有特殊用途的玻璃。例如：将普通玻璃加热到一定温度后迅速冷却，可制成强度高、耐高温的钢化玻璃；将多层玻璃和胶片叠合在一起，可制成防弹玻璃。

玻璃在高温熔融状态下抽成丝可制成绝缘性和耐热性好、抗腐蚀性强的玻璃纤维，用作绝热保温材料



使用特殊绝热层材料的航天器





光导纤维

和电绝缘材料等。用特种光学玻璃拉制成的玻璃纤维可作为光导纤维，广泛应用于光纤通讯。

像玻璃这样的重要无机非金属材料还有陶瓷、水泥等，它们在我们的生产生活中都有非常广泛的应用。

多识一点



从石英砂到芯片

芯片是电脑、“智能家电”等的核心部件，是用纯度极高的单质硅制成的。然而，自然界里并没有这种高纯硅，人们可以利用石英砂（主要成分是二氧化硅）制得纯度为99.999999%的高纯硅，为计算机等新技术产品的开发奠定了物质基础。目前，制备高纯硅最广泛采用的方法为三氯硅烷还原法，其化学反应原理为：



二、来自石油的有机高分子材料

与棉花、羊毛等天然材料不同，合成材料是人们利用化学方法创造出来的。常见的有机合成材料包括塑料、合成纤维和合成橡胶等，它们几乎全部是以石油产品为原料合成的，都属于有机高分子材料。这些材料的开发利用，大大改善了天然材料供应不足或难以满足使用要求的状况。



交流共享

- 列举你所知道的塑料制品，说说塑料有哪些独特的性能。
- 怎样用简单的方法区分棉纤维、羊毛纤维和合成纤维（如尼龙、腈纶）？

塑料一般情况下具有质轻、易加工成型、不导电、不传热、抗腐蚀性强等特点。例如，我们日常生活中使用的食品袋、包装袋等，大部分是用聚乙烯塑料制成的。聚乙烯是由许多乙烯分子连在一起、聚合成大分子后得到的。



聚乙烯塑料



不同的塑料就是由不同的小分子聚合成大分子形成的。例如，被誉为“塑料王”的聚四氟乙烯（商品名称为“特氟隆”），就是由四氟乙烯小分子聚合而成的一种具有特殊性能的塑料。它最大的特点是耐腐蚀、摩擦系数非常小，常用来制造容器、管道和阀门等，也常用作器具的不粘涂层。

塑料的化学性质非常稳定，生产和使用后很难自然分解。因此，塑料在为我们的生活创造便利的同时，也对环境造成不利影响。人们把塑料给环境带来的危害称为“白色污染”。

三、性能优良的复合材料

我们知道，玻璃易碎、塑料质软。如果在塑料中加入玻璃纤维，就得到一种既有玻璃般的透明或半透明性，又有钢铁般的强度的材料——玻璃钢。



玻璃钢可用于制作滑雪板



用玻璃钢制造的快艇

像玻璃钢这样由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学方法复合在一起制成的新材料称为复合材料。复合材料可以发挥各组成材料的优点、克服单一材料的缺陷，从而使其应用范围大为拓展。由于复合材料具有强度高、密度低、加工成型方便、弹性优良、耐化学腐蚀和耐高（低）温性好等特点，已逐步取代木材及部分合金，广泛应用于航空航天、电子电气、汽车工业和建筑等领域。

吸波材料

多识一点



现代战争中，为了使飞机、军舰和导弹等逃过敌方的追踪，常给它们的外壳涂上吸波材料，把它们“隐藏”起来。当然，它们并非真能隐身，而是因为吸波材料能吸收雷达的电磁波，使敌方的雷达无法捕捉到它们的踪迹，从而达到逃避追踪的目的。

吸波材料主要用导电或磁性材料与黏合剂制成。导电材料一般为碳粉、导电纤维等，它们能将电磁波转化成热能；磁性材料一般为陶瓷铁氧体、磁

化粒子等，也能将电磁波变成热能，从而使雷达的电磁波大部分被吸收掉。另外，还有用铁氧体和绝缘体烧结成的吸波材料，由于材料的粒径很小，电磁波碰触之后，在小颗粒之间经过多次不规则的反射，也可以转化成热能被吸收。而黏合剂既起着使吸波材料附着于壳体表面的作用，同时又能减弱电磁波的反射。



长话短说

1. 玻璃是一种硅酸盐材料，属于无机非金属材料，在日常生活和生产中具有重要作用。
2. 塑料是由许多小分子聚合成大分子后得到的一类有机高分子材料。
3. 复合材料是由两种或两种以上不同材料按一定方式复合在一起制成的性能优越的新材料，具有广阔的开发和应用前景。



挑战自我

1. 材料为生活服务。比如微晶玻璃可用于制造导弹头部的防护罩；形状记忆合金可用于制造人造卫星的天线；PP聚丙烯塑料广泛用于汽车零部件；玻璃钢可用于制造雷达罩。微晶玻璃、形状记忆合金、PP聚丙烯塑料、玻璃钢四种物质中属于金属材料的是_____，属于无机非金属材料的是_____，属于有机合成材料的是_____，属于复合材料的是_____。
2. 复合材料与它的组成材料相比，有什么优点？
3. 随着经济的快速发展，汽车已经走入寻常百姓家。请说出汽车的制作材料有哪些，并对其进行分类。

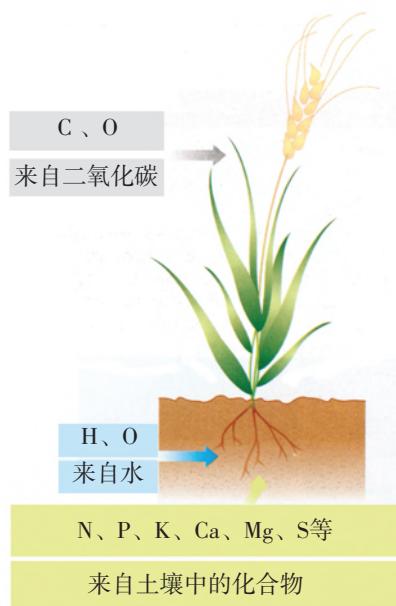
在互联网搜索引擎中输入“新材料”或“复合新材料”，进入相关网站浏览，感悟化学对新材料研制的重要意义。



信息冲浪

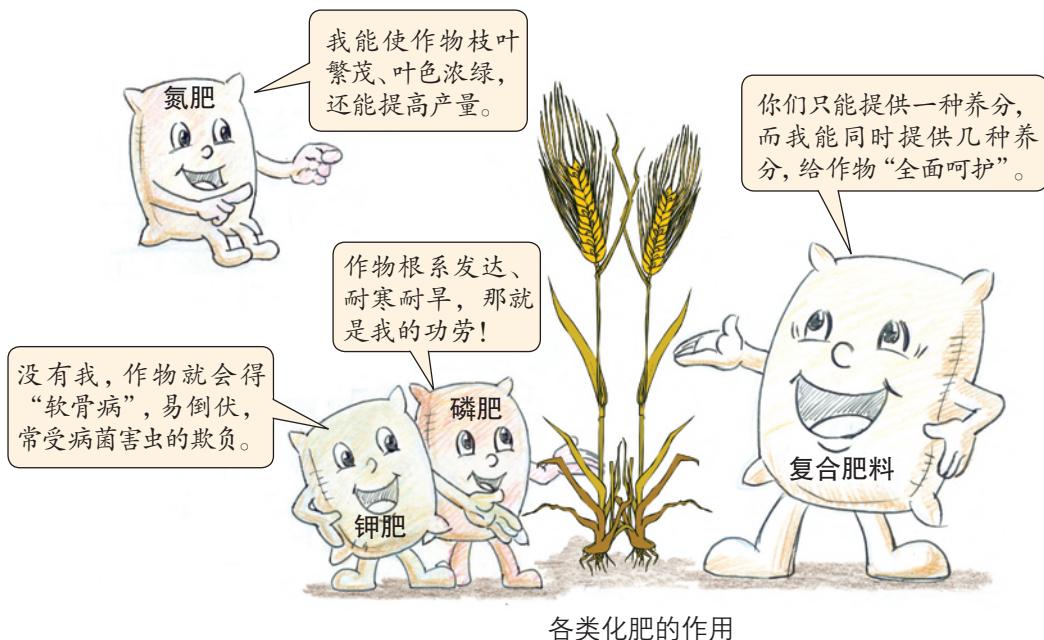
第三节 化学与农业生产

化肥和农药的使用，使人类实现了由传统农业到现代农业的跨越。化肥和农药对粮食增产有着非常重要的作用：在世界范围内，化肥对粮食增产的贡献率已超过40%；如不使用农药，世界粮食产量将减少1/3。而化肥、农药的研制、生产和使用都与化学有着密切的关系。



一、化肥——农作物的重要食粮

农作物中的营养物质是植物体从外界吸收养分，通过化学反应转化而来的。农作物生长需要多种营养元素，其中一部分来自空气、水和土壤，还有一部分靠化学肥料来补充。根据植物所需的主要营养元素的不同，化肥可分为氮肥、磷肥、钾肥和复合肥料等。不同的化肥对农作物生长的作用是不同的。





在线测试

请说出下列常见化肥中的营养元素，并指出它们各属于上述四类化肥中的哪一类。

氨水 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 硝酸铵 (NH_4NO_3) 硫酸钾 (K_2SO_4) 尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$]

磷酸二氢铵 ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) 硝酸钾 (KNO_3)

化肥中各种营养元素的含量是决定其肥效高低的重要因素。



活动天地 6-3

- 计算纯净的尿素中氮元素的质量分数。
- 右图为某尿素包装袋上的说明，试计算此尿素肥料的纯度至少是多少。

国标	GB2440-2001
含氮量	$\geq 46.3\%$
净重	50±0.5千克
粒径	0.85-2.80mm

硝酸铵 (NH_4NO_3)、碳酸氢铵 (NH_4HCO_3)、硫酸铵 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 和氯化铵 (NH_4Cl) 的成分里都含有铵根离子 (NH_4^+)，统称铵态氮肥。铵态氮肥不能与碱性物质混用，也不能在烈日下施用，你知道这是为什么吗？

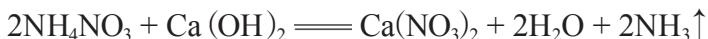


实验探究 6-2

铵态氮肥的性质

- 取少量的硫酸铵、硝酸铵，分别放在两个研钵中，闻一闻它们的气味。
- 向上述两个研钵中分别加入少量熟石灰，用研杵研磨，再闻一闻混合物的气味。
现象：_____。
结论：_____。
- 在试管中加入少量碳酸氢铵，在酒精灯上加热，观察现象。
现象：_____。
结论：_____。

铵态氮肥遇到碱，都能发生化学反应，释放出具有刺激性气味的氨气（NH₃），因而使肥效降低。我们还可以利用这一反应来检验某化肥是否为铵态氮肥。



铵态氮肥不稳定，受热易分解放出氨气。



二、农药——作物生长的卫士

常用的农药绝大多数都是用化学方法配制或合成的，例如波尔多液就是用胆矾（CuSO₄·5H₂O）、生石灰和水混合制得的，它是人类较早使用并且一直沿用至今的一种农用杀菌剂。

农药对提高作物产量具有非常重要的作用，但许多农药因毒性强、药效持久和残留时间长，在消灭病虫害的同时往往会造成环境污染、危害人类健康。化学家正积极研制和开发新型高效、低毒和低残留农药，如拟除虫菊酯、昆虫激素等。

神奇的波尔多液

多识一点



“波尔多液”是一种广泛使用的杀菌剂，具有防治果树、棉花等多种植物病菌的神奇功效。说起波尔多液的发明，还有一段有趣的故事呢！

法国的波尔多市是一个盛产葡萄的好地方，那里的农民世代以种植葡萄为生，但是他们种植的葡萄经常受到一种由真菌引起的霜霉病的侵害。一次，波尔多大学的植物学教授米拉德（P. M. A. Millardet）对波尔多地区的葡萄霜霉病疫情展开研究。他注意到当地几乎所有葡萄树都受到病菌的侵害，只有紧靠公路的葡萄树依然果实累累，丝毫没有受到病菌危害。他对此感到很惊奇。

经调查发现，原来是人们为了防止葡萄被路人采摘，把白色的石灰水和蓝色的硫酸铜溶液分别撒到了路旁的葡萄树上。经反复试验研究，他终于发明了这种几乎对所有植物病菌均有效力的杀菌剂，并于1885年将其公诸于世。为了纪念在波尔多地区获得的这一重大发现，米拉德把这种由硫酸铜、生石灰和水按质量比依次为1:1:100配制成的杀菌剂叫作“波尔多液”。

波尔多液是一种天蓝色、黏稠的悬浊液。它之所以能够杀菌、防病虫害，主要是利用了Cu²⁺能破坏病原体细胞膜从而影响其生物活性的原理。



长话短说

- 使用化肥和农药是作物增产的重要途径。氮肥、磷肥、钾肥和复合肥料是四类常用的化肥。
- 科学、合理使用化肥和农药，开发研制与推广使用新型高效、低毒、低残留肥料和农药，是实现农业良性发展的需要。



挑战自我

- 下列化学肥料中属于复合肥料的是（ ）。

A. 硝酸铵	B. 磷酸二氢铵
C. 尿素	D. 氯化铵
- 配好的波尔多液装在铁桶内，为什么会降低药效？
- 草木灰是农家肥料，它的主要成分是一种含钾的盐。取一些草木灰，用水浸泡，将上层浸出液进行过滤。取少量滤液，向其中滴加几滴紫色石蕊试液，溶液变蓝色，说明草木灰是一种_____（酸/碱/中）性肥料；向滤液中加入盐酸，生成可使澄清石灰水变浑浊的气体，由此可推断草木灰的主要成分可能是_____。它不能与_____肥混合使用。

第四节 化学与环境保护

在工农业生产和日常生活中，人们向大自然排放或倾倒的有害物质，对生态环境造成了严重的污染与破坏。防治环境污染已成为保证人类健康生存、保障社会持续发展的全球性大事。

一、保护生命之源

水是生命之源，但大自然赐予我们的水资源却十分有限。同时由于人类的生产、生活可能对水质造成破坏，又进一步加剧了水资源危机。水污染主要缘于工业废水、农业废水和生活污水的排放。水污染不仅会破坏水生态系统、影响工农业和渔业生产，还会直接威胁人体健康及生命安全。



交流共享

列举你所知道的水污染现象和事例，指出污染源主要有哪些。



水污染导致鱼类死亡



石油泄漏使海洋受到污染

利用化学方法（如中和法、氧化法等）处理废水是治理水污染的常用方法。



活动天地 6-4

某工厂近期排出的废液含有大量的盐酸，现要将该废液调至中性，你能设计出几种方案？哪一种方案最合理？

目前世界各国对水污染普遍采用综合防治措施：

依据不同的水质标准对水资源进行分类管理，加强水质监测，禁止污水排放；加强对新技术、新工艺的研究与应用，力争实现无污染生产。



污水处理厂

赤潮和水华

多识一点



某些工业废水、农业废水及生活污水中含有较多的氮、磷等植物营养成分，大量排入水体后，在水中富集，导致浮游植物和浮游动物过量繁殖，水中溶解氧的含量显著减少，致使鱼类等水生生物大量死亡。这种现象就是水体的富营养化。赤潮和水华就是分别发生在海洋和淡水中的富营养化污染现象。

近几年来，随着国民经济的迅速发展，我国赤潮与水华频发，对环境和水产养殖业的发展构成严重威胁。

二、还人类洁净的空气

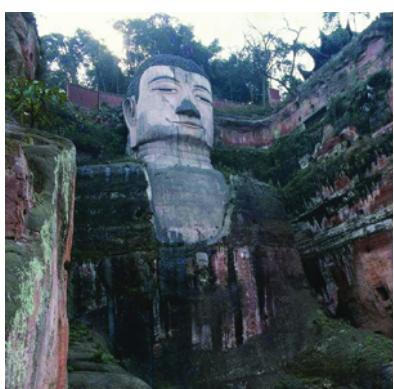
随着工业的迅速发展和化石燃料的大量使用，排放到空气中的有害气体和烟尘大大增加，导致空气质量下降，影响了生态环境和人类健康。

煤燃烧产生的二氧化硫和汽车发动机产生的氮氧化物气体排放到空气中，与大气中的水发生化学反应，生成酸，随雨水降落到地面，便形成酸雨（ $\text{pH}<5.6$ 的降水就称为酸雨）。



酸雨能酸化土壤、污染水体、腐蚀建筑及文物古迹、加速金属制品的锈蚀，已成为全球性灾害。

我国是世界燃煤发电第一大国和机动车产销第一大国。随着经济的发展，我国酸雨区的面积逐年增加，现已成为世界三大酸雨区之一。



酸雨侵蚀文物古迹



严重的酸雨使树木枯死



实验探究 6-3

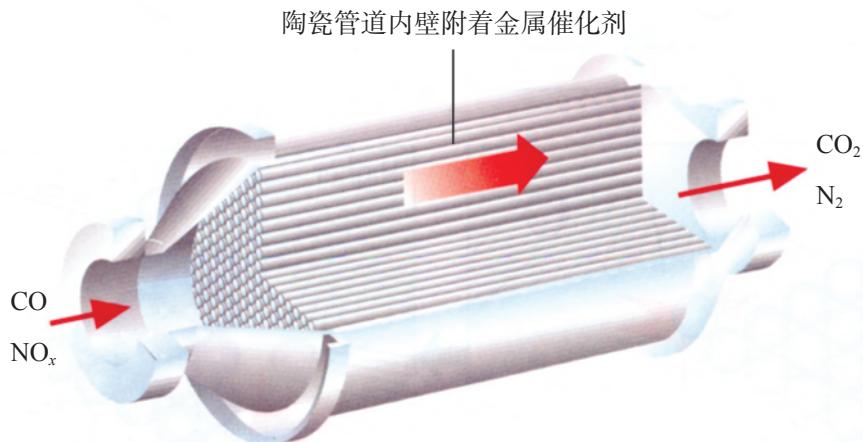
模拟酸雨对植物种子发芽率的影响

1. 取3只培养皿，底部各铺一层吸水纸。
2. 各取50粒绿豆，分别摊放在3只培养皿内，并用吸水纸覆盖。在培养皿上分别贴上写有“pH=1”“pH=4”“pH=7”（作为对照）的标签。
3. 每天分别以pH为1、4的硫酸溶液和清水浇淋对应培养皿，保持吸水纸总是湿润即可，持续时间为一周。
4. 计算各培养皿中绿豆的发芽率。

	pH=1	pH=4	pH=7
绿豆发芽率			

人类需要洁净的空气。为减少或消除煤炭燃烧产生的二氧化硫，人们向煤炭中加入石灰石或生石灰作为固硫剂制成型煤。型煤燃烧后，产生的SO₂以硫酸盐形式留在灰渣中，从而达到减少污染的目的。

汽车尾气也是导致酸雨的重要原因。为减少有害气体的排放，人们在汽车排气管上安装“催化转化器”，使尾气中的一氧化碳和氮氧化物（NO_x）转化为氮气和二氧化碳。



汽车尾气净化装置示意图

三、与自然和谐相处

化学产品极大地丰富了人类的物质生活，提高了人们的生活质量，但这些化学产品在生产和使用过程中也产生了大量的废物，污染了环境。从根本上解决污染问题已成为21世纪人类所面临的重大挑战。



环境污染分为两个过程：一是由污染源产生污染物；二是污染物经过各种转化或转移，有害物质进入环境，产生危害。

污染的防治应从三方面考虑：一是消除污染源；二是禁止向环境中排放污染物；三是等污染物进入环境、产生危害后，再治理。哪一种方法更好呢？



绿色化学的核心是要利用化学原理从源头上减少和消除工业生产对环境的污染。按照绿色化学的原则，最理想的化工生产方式就是反应物的原子全部转化为期望的最终产物。因此，寻找可以充分利用的、无毒害的原材料和能源，且在各个环节都能实现洁净、无污染的反应途径和工艺，是现代化学工业追求的目标。



用可降解塑料制成的塑料袋和餐盒

生活中人们用可降解塑料、纸制品或其他易分解的物质取代聚乙烯等塑料制品，解决“白色污染”问题。



太阳能电池板

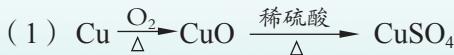
为消除电池造成的污染，人们研制出了各种绿色环保电池，如太阳能电池、燃料电池等。

只有树立绿色化学观念，大力发展绿色化学工艺，才能使人类与自然和谐相处，才能让化学为人类做出更大的贡献。



在线测 试

某化学课外兴趣小组的同学利用废铜制取硫酸铜，设计了如下两个方案：



从绿色化学的视角考虑，你认为哪一个方案更合理？



长 话 短 说

1. 绿色化学有助于人类解决环境污染问题，实现人与自然的和谐相处。
2. 绿色化学的核心是要利用化学原理从源头上减少和消除工业生产对环境的污染。



挑 战 自 我

1. 减少含硫煤燃烧对大气的污染，适宜在煤中加入的物质是（ ）。
 - 石灰石
 - 沙子
 - 生石灰
 - 烧碱
2. 目前我国西北地区空气主要污染情况为可吸入颗粒物严重超标，造成这种现象的主要原因可能是（ ）。

① 采矿产生大量粉尘	② 沙尘暴	③ 风力发电
④ 机动车尾气的大量排放	⑤ 燃烧煤气	⑥ 燃煤采暖、发电

 - ①③⑤⑥
 - ①②④⑥
 - ②④⑤⑥
 - ③④⑤⑥
3. 可降解塑料是指在自然条件下能够自行分解的塑料。研制、生产可降解塑料的主要目的是（ ）。

A. 节省制造塑料的原料	B. 便于加工
C. 扩大塑料的使用范围	D. 解决“白色污染”问题

到图书馆去

合成我们的未来

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的科学；是一门与材料、生命、信息、环境、能源、地球、空间、核科学等密切交叉和相互渗透的中心科学；是发现和创造新物质的主要手段。化学作为一门核心、实用和富有创造性的科学，在人类认识自然和改造自然、提高人类的生活质量和健康水平、促进其他学科发展、推动社会进步等方面，已经并仍然发挥着巨大的、不可替代的作用。2001年度诺贝尔化学奖获得者日本名古屋大学有机化学家野依良治（R. Noyori）教授指出：化学是现代科学的中心，而合成化学则是化学的中心。

合成化学不仅可以仿制自然界少量存在的物质，而且更重要的是能创造更多自然界中不存在的物质，从我们的衣食住行到航空航天，无不需要合成化学所创造的物质与材料。目前已知结构的无机和有机化合物高达5 000多万种，反映出合成化学在创造新物质方面的强大生命力和无限创造力。从早期的染料、医药、农药，到石油利用，以及近期的芯片制造、高性能材料等，无不与合成化学有关。

▶ 合成化学与人类健康



格哈德·杜马克
(1895—1964)

合成化学是新药发现的主要动力和药物制造工业技术进步的源头。20世纪是人类社会发生深刻变化的世纪，特别是20世纪50年代以后，人类的平均寿命和健康水平得到了空前的提高。这一巨大进步很大程度上归功于合成药物的发展，其中最为重要的当属抗菌剂和抗生素的开发。

上世纪初，由病原微生物引起的炎症和传染病是人类健康的巨大威胁，当时医生对于流行脑膜炎、肺炎、败血症等这些现在已经十分普通的症状束手无策，甚至人们可能仅仅因一次感染而死亡。1932年，德国I.G.染料工业研究所病理学主任杜马克（G. J. P. Domagk）在实验过程中发现，一种被称为“百浪多息”的红色的偶氮类染料对于感染溶血性链球菌的小白鼠以及兔、狗等都具有很好的疗效，并以此染料挽救了身患链球

菌败血病的女儿。一个人工合成抗感染疾病化学治疗药物的新纪元由此开启。科学家通过进一步研究发现，百浪多息的杀菌作用实际上是由于其在生物体内发生降解所生成的产物氨基苯磺酰胺（也就是我们熟知的磺胺）产生的，从而诞生了磺胺类药物并挽救了无数人的生命，杜马克也因此获得了1939年的诺贝尔生理学或医学奖。

磺胺药物只是现在全世界正在使用中的成千上万种化学合成药物中的一员。但是仅从磺胺的发展历程中便可以窥见化学合成所起的巨大作用：不论是最早合成的、与抗菌似乎关系不大的染料，还是基于磺胺改造获得的更为强效的磺胺类药物都依赖于合成化学所赐。

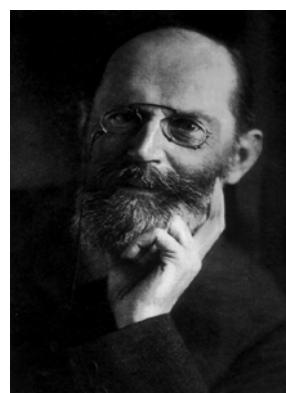
除磺胺类抗菌剂以外，类似青霉素这样的抗生素药物，曾经挽救了无数的生命，但目前的问题是：随着微生物耐药性的增加，抗生素的使用寿命已愈来愈短。而且，由于细菌抗药性的发展，现在青霉素的给药剂量已经比60年前增加了数十万倍。然而，从天然来源发现新结构类型、效果更好的抗生素越来越困难。但合成化学家运用化学合成方法，在青霉素的基础上，通过结构修饰创造出了更多的、效果更好的抗生素系列，比如我们熟知的阿莫西林这样一类“西林”类的抗生素，有效地解决了这一问题。

2009年，全球前200个销售额最大的药物中，至少有140种是化学合成药物，这还不包括那些半合成的化学药物。

► 合成化学与生命科学

合成化学为探索生命科学规律提供了重要方法和物质基础。生命的过程归根到底是生物体内一系列的化学变化过程。人们对生命现象尚未认清的时候，一度认为有机物只能由生命体产生，人工无法合成，这也是“有机物”这一名词的早期含义。但自尿素这一有机物首次由无机物成功合成以来，人们的观念彻底改变。

蛋白质（肽）、核酸和碳水化合物（多糖）是构成生命过程的基础物质。化学在这些物质的发现和合成上贡献卓越。20世纪初，德国化学家、1902年度诺贝尔化学奖得主费歇尔（H. E. Fischer）提出多肽是由氨基酸通过酰胺键连接而成，并于1903年首次报道了一种合成肽的方法。肽合成技术的不断发展，使得人们在当时就能够合成人体内的许多微量活性肽（如胰岛素、催产素），促进了生命科学在人体激素调控方面的研究。而肽合成技术的突破性进展来自1963年美国科学家梅里菲尔德（R. B. Merrifield）提出的固相多肽合成技术（SPPS）（他因此获得了1984年度诺贝尔化学奖）。这一突破性合成方法不仅使得大多数肽的合成变成了可以通过自动合成仪器实现的“按部就班”的工作，多肽合



赫尔曼·费歇尔
(1852—1919)

成的速度和质量也大为提高。

上世纪50年代以来，生命科学的研究尺度进入分子水平，这为合成化学拓展了一个巨大的发展空间。随着人类基因组草图的绘制完成而引发的后基因组时代的到来，蛋白质组的研究成为生命科学的一个重要方向。科学家们不仅希望了解这样一些体内生物过程的机制，更需要具备调控这样一种过程的能力，从而最终有能力控制、治愈疾病甚至延长寿命。

虽然现在已经有一些能够通过调控基因达到这一目的的方法，但是遗传信息并不直接参与生命活动，而是通过控制蛋白质的形成间接地指导有机体的新陈代谢。因此我们可以而且更容易从蛋白质水平去进行调控，通过合成一系列的有机小分子或者小肽进行筛选，以调控某些生物过程。这一方法已经成为现代药物发现的主要途径之一。

人类在未来很可能能够按照需要创造合成基因组，产生“人造生命”，用以制造生物燃料、药物或其他化学品。这一“人造生命”的诞生正是合成化学、分子生物学和其他一系列学科共同作用的结果。

▶ 合成化学与现代农业

合成化学为人类的生存发挥了不可替代的作用。19世纪以前，农业上所需氮肥的来源主要是有机物的副产品，如粪类、种子饼及绿肥等，这显然不能满足当时农业的需求。由于大气中 $4/5$ 都是氮气，因此如何将大气中极其稳定的氮气转化成可以被植物利用的物质形式（即所谓的“固氮”），一直是科学家关注的重大课题。



弗里茨·哈伯

(1868—1934)

利用氮、氢为原料合成氨的工业化生产曾是一个挑战性课题，从第一次实验室研制到工业化投产，经历了150多年的时间。1909年，德国化学家哈伯（F. Haber）在 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、200个大气压下，用金属锇作催化剂，以6%的产率成功地在实验室中获得合成氨，开启了合成氨的新纪元。后来博施（C. Bosch）进一步改进了这一技术（以铁为催化剂），成为著名的“哈伯-博施法”合成氨过程。合成氨的工业技术结束了人类完全依靠天然氮肥的历史，由于这项革命性的合成技术，哈伯和博施分别获得1918年度和1931年度诺贝尔化学奖。合成氨技术作为20世纪最重要的发明，显然是当之无愧的。

合成氨和合成尿素的发展为农作物的生长提供了充足的养料，而合成化学对农业的贡献远不止于此。大量事实表明，合成材料（如农用薄膜、滴灌管材）、合成农药等同样为现代农业做出了巨大贡献。如果不施用农药，世界粮食产量将因受病虫害的影响而损失 $1/3$ ；如果不用除草剂，人工除草不仅会大大增加农产品的

生产成本，土壤流失的风险也将急剧增加；如果不用杀菌剂，不仅花生的产量将下降60%多，由病菌产生的天然毒素（毒性可能强于某些农药）的量也可能会急剧增加，对人类的健康产生威胁。我国粮食作物由于使用化学农药，每年挽回的粮食损失达5 800万吨。对于我国这样一个人口众多、耕地紧张的大国，农药在缓解人口与粮食的矛盾中发挥了极其重要的作用。

但不可否认的是，农药的长期大量使用，对环境、生物安全和人体健康都可能产生较大的不利影响。上世纪曾一度广泛使用的农药滴滴涕（DDT）就是一个典型的例子，这给科学家们提出了一个不容回避的现实问题：在充分肯定农药的有利作用的同时，如何充分认识农药对生态环境和人体健康产生的危害以及如何防治农药对环境的污染危害。这既是一个挑战，但同时也为合成化学提供了一个更为重要的舞台。

► 合成化学与材料科学

人类历史上第一种完全人工合成的塑料是1909年由贝克兰（L. Baekeland）用苯酚和甲醛制造的酚醛树脂，又称贝克兰塑料。1935年，以茧丝结构为基础，卡罗瑟斯（W. H. Carothers）首次成功地合成了尼龙66，这一发明促进了有机高分子合成化学的发展。20世纪40年代，乙烯类单体的自由基引发聚合迅速发展，实现了包括聚氯乙烯、聚苯乙烯和有机玻璃等的工业化生产。

在第一次世界大战期间，迫于天然橡胶缺乏，德国人首先实现了人工合成甲基橡胶。1930年德国和苏联以丁二烯为单体合成了丁钠橡胶。而丁二烯与苯乙烯共聚则可以得到性质与天然橡胶相似的丁苯橡胶。在第二次世界大战期间，德国军队就是因为有丁苯橡胶，橡胶供应才没有出现严重短缺，苏联也是这样。美国在战后大力研究合成橡胶，首先合成了氯丁橡胶，氯原子使氯丁橡胶具有天然橡胶所不具备的一些抗腐蚀性能。

20世纪50年代，德国人齐格勒（K. Ziegler）与意大利人纳塔（G. Natta）分别发明了用金属络合催化剂合成低压聚乙烯与聚丙烯的方法，两者分别于1952年和1957年实现工业化生产。这是高分子合成化学的历史性突破，齐格勒和纳塔因此分享了1963年度诺贝尔化学奖。60年代，由于登月工程的需求驱动，导致了可作为太空服原材料、航天飞机高温黏合剂以及超音速飞机的复合材料等耐高温合成材料的诞生。

除塑料、合成橡胶、合成纤维外，科学家还合成了很多其他有机高分子材料，如涂料、黏结剂、离子交换树脂等。例如，在离子交换树脂基础上发展起来的离子交换膜，



农药的大量使用利弊兼存

在淡化海水、人造肾、药物的定时释放等方面都发挥着很重要的作用。

无机合成化学为广泛应用的新型无机材料，如耐高温、耐高压、耐低温、光学、电子、磁性、超导、储能与能量转换以及纳米材料等的发展开辟了广阔的天地。近几十年来，一系列重量轻、强度高、耐热性能好的无机纤维，如硼纤维、碳纤维等，以及氮化硅陶瓷、氮化硼陶瓷等耐高温材料的成功合成，为航空、航天技术的发展起到了重要推动作用。例如：在波音787梦幻飞机上，由于大面积使用了碳纤维复合材料而大大减轻了飞机重量。同样，在空客A380的制造中，也大量使用了合成材料，使得每乘客百公里油耗不到3 L，相当于一辆经济型家用汽车的油耗。

▶ 合成化学将创造更美好的未来世界

在过去的100多年里，合成化学家不断创造出的新合成方法、对于化学机理的不断明晰使人类可以“驰骋”在整个元素周期系中，不断创造出新的物质，这一过程大大增加了人类在认识自然和改造自然界中的能动性，并创造出了新的生产生活方式。

如今，人们在享受化学为社会带来的物质财富和丰富多彩的生活时，很少会想到化学所发挥的作用，甚至在公众的心目中，化学反而似乎站在了“绿色”“环保”的对立面。这就要求我们重视科学发展的“双刃剑”效应，将“绿色化学”作为未来合成化学发展的核心理念，从根本和源头上最大限度地减少危害。

我们必须认识到化学在未来世界中的重要作用，重视化学这一基础学科。要创造一个洁净的世界、一个可持续发展的社会，在很大程度上要靠全社会共同努力来实现。相信合成化学一定能够为我们明天更美好的生活发挥其无限的创造力，做出新的、更大的贡献！

[本文改编自《中国科学院院刊》(中文版)2011年第1期；作者：丁奎岭、黄少胥]

思 考

1. 为什么说化学是现代科学的中心？
2. 为什么化学会在公众心目中留下诸多负面印象？怎样解决这一问题？
3. 如果你在大学期间主修的是化学或相关专业（如化学工程），毕业后会有哪些行业领域可以为你提供合适的工作机会？其中，你最喜欢的工作是什么？

单元练习

知识应用

1. 倡导“绿色化学”理念是保护环境的有效措施。下列措施中属于“绿色化学”范畴的是（ ）。

A. 处理废弃物	B. 治理污染点
C. 深埋有毒物	D. 杜绝污染源
2. 下列物质排放到空气中，不会造成大气污染的是（ ）。

A. 二氧化硫	B. 氮气
C. 一氧化碳	D. 氮氧化物
3. 近年来，我国许多城市禁止汽车使用含铅汽油，其主要目的是（ ）。

A. 提高汽油燃烧效率	B. 降低汽油成本
C. 避免铅污染大气	D. 缓解铅资源短缺
4. 为了防止水污染，下列各项措施中可以采用的是（ ）。

① 严格禁止水产养殖	② 对水源地和自然保护区的水体进行严格保护
③ 严格监管化肥和农药的使用	④ 不随意弃置废旧电池

A. ①②④ B. ①③④ C. ②③④ D. ①②③
5. 燃放烟花爆竹能产生一种具有刺激性气味的气体，会污染空气。该气体由两种元素组成，其质量比为1:1。这种气体是（ ）。

A. H ₂ S	B. NO ₂
C. CO	D. SO ₂
6. 某同学为给自家的蔬菜大棚补给二氧化碳，设计了如下方案：将稀释后的工业硫酸装入大塑料桶内，悬挂在高处，然后每天向其中加入一定量的碳酸氢铵，反应后可生成硫酸铵、水和二氧化碳。
 - (1) 塑料桶为什么要挂在高处？
 - (2) 写出塑料桶内所发生反应的化学方程式。
 - (3) 当稀硫酸反应完后，塑料桶内剩余的物质主要有何用途？
 - (4) 你能否设计出适合向蔬菜大棚补给二氧化碳的其他方案？

方法探究

7. 右图所示是1976年和1996年英国某城市的一个公路监测点在一天中各个时间观测到的空气中二氧化硫含量情况。

(1) 二氧化硫污染的主要来源是什么？这些二氧化硫是怎样影响环境的？

(2) 为什么冬天空气中二氧化硫的含量比夏天高？

(3) 1976年的曲线显示大约8点和20点时空气中二氧化硫含量较高，试解释其原因。

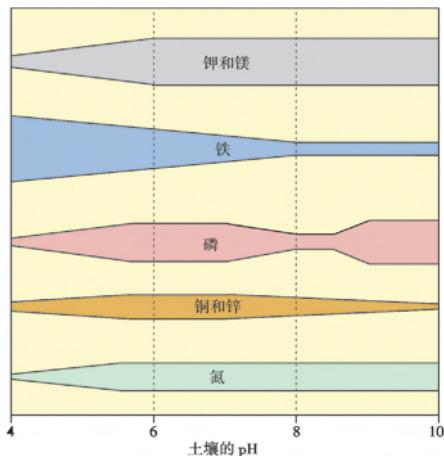
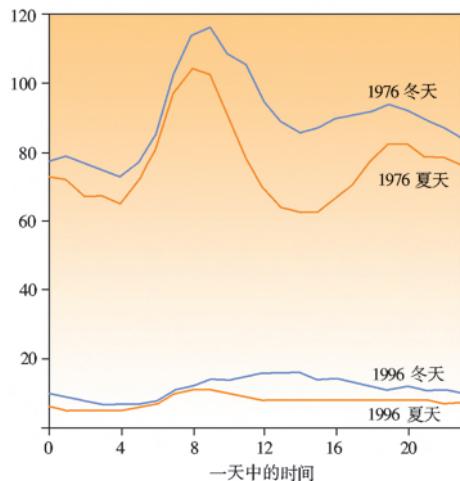
(4) 解释空气中二氧化硫含量在1976至1996年期间明显降低的可能原因。

8. 植物生长需要多种营养元素，右图表示土壤pH和植物吸收这些营养元素的关系。栅栏越宽，表示营养元素的吸收率越高。

(1) 在可吸收的营养元素中，哪两种受土壤pH的影响最小？

(2) 在酸性土壤中，哪种营养元素能被最大限度地吸收？

(3) 图中所示的所有营养元素在什么pH范围内，能最大限度地被植物吸收？



反思交流

9. 长江流域某地湖水被严重污染，为治理湖水污染，人们提出了以下三种方案：

(1) 建立拦河坝，对入湖污水预先进行治理。

(2) 将长江水引入湖中，对湖水进行冲洗，使死水变活。

(3) 在湖中种植河藕、菱角、水葫芦等，充分利用植物的净水作用。同时，还可以将植物的茎叶回收，在沼气池中发酵产生沼气。

从长远看，你同意哪一种方案？不同意其他方案的理由是什么？

10. 有的废旧塑料可以回收后制成其他物品，从而循环使用。例如：现在很多饮料瓶是由PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）制成的，回收处理后可成为地毯、船帆、滑雪衫等许多其他产品的原材料，5个PET饮料瓶就可以做一件T恤衫！

我们经常会在一些塑料制品上看到如下标识，它们除表示能够循环使用外，还能告诉我们该产品是由哪种塑料制成的。

上网查阅各种塑料的用途及使用注意事项，填写在下表中。

标识						
英文缩写	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS
塑料名称						
主要用途						
使用注意事项						

附录 I 相对原子质量表

附录 I

相对原子质量表

元素		相对原子质量	元素		相对原子质量	元素		相对原子质量
符号	名称		符号	名称		符号	名称	
Ac	锕	[227]	Ge	锗	72.63 (1)	Pu	钚	[244]
Ag	银	107.868 2 (2)	H	氢	[1.007 84; 1.008 11]	Ra	镭	[226]
Al	铝	26.981 538 6 (8)	He	氦	4.002 602 (2)	Rb	铷	85.467 8 (3)
Am	镅	[243]	Hf	铪	178.49 (2)	Re	铼	186.207 (1)
Ar	氩	39.948 (1)	Hg	汞	200.59 (2)	Rf	𬬻	[265]
As	砷	74.921 60 (2)	Ho	钬	164.930 32 (2)	Rg	𬬭	[280]
At	砹	[210]	Hs	𬭶	[270]	Rh	铑	102.905 50 (2)
Au	金	196.966 569 (4)	I	碘	126.904 47 (3)	Rn	氡	[222]
B	硼	[10.806; 10.821]	In	铟	114.818 (3)	Ru	钌	101.07 (2)
Ba	钡	137.327 (7)	Ir	铱	192.217 (3)	S	硫	[32.059; 32.076]
Be	铍	9.012 182 (3)	K	钾	39.098 3 (1)	Sb	锑	121.760 (1)
Bh	𬭛	[272]	Kr	氪	83.798 (2)	Sc	钪	44.955 912 (6)
Bi	铋	208.980 40 (1)	La	镧	138.905 47 (7)	Se	硒	78.96 (3)
Bk	锫	[247]	Li	锂	[6.938; 6.997]	Sg	𬭳	[271]
Br	溴	79.904 (1)	Lu	镥	174.966 8 (1)	Si	硅	[28.084; 28.086]
C	碳	[12.009 6; 12.011 6]	Lr	铹	[262]	Sm	钐	150.36 (2)
Ca	钙	40.078 (4)	Md	钔	[258]	Sn	锡	118.710 (7)
Cd	镉	112.411 (8)	Mg	镁	24.305 0 (6)	Sr	锶	87.62 (1)
Ce	铈	140.116 (1)	Mn	锰	54.938 045 (5)	Ta	钽	180.947 88 (2)
Cf	锎	[251]	Mo	钼	95.96 (2)	Tb	铽	158.925 35 (2)
Cl	氯	[35.446; 35.457]	Mt	鿏	[276]	Tc	锝	[98]
Cm	锔	[247]	N	氮	[14.006 43; 14.007 28]	Te	碲	127.60 (3)
Cn	钁	[285]	Na	钠	22.989 769 28 (2)	Th	钍	232.038 06 (2)
Co	钴	58.933 195 (5)	Nb	铌	92.906 38 (2)	Ti	钛	47.867 (1)
Cr	铬	51.996 1 (6)	Nd	钕	144.242 (3)	Tl	铊	[204.382; 204.385]
Cs	铯	132.905 451 9 (2)	Ne	氖	20.179 7 (6)	Tm	铥	168.934 21 (2)
Cu	铜	63.546 (3)	Ni	镍	58.693 4 (4)	U	铀	238.028 91 (3)
Db	𬭊	[268]	No	锘	[259]	Lv		[293]
Ds	𫟼	[281]	Np	镎	[237]	Uuo		[294]
Dy	镝	162.500 (1)	O	氧	[15.999 03; 15.999 77]	Uup		[288]
Er	铒	167.259 (3)	Os	锇	190.23 (3)	Fl		[289]
Es	锿	[252]	P	磷	30.973 762 (2)	Uut		[284]
Eu	铕	151.964 (1)	Pa	镤	231.035 88 (2)	V	钒	50.941 5 (1)
F	氟	18.998 403 2 (5)	Pb	铅	207.2 (1)	W	钨	183.84 (1)
Fe	铁	55.845 (2)	Pd	钯	106.42 (1)	Xe	氙	131.293 (6)
Fm	镄	[257]	Pm	钷	[145]	Y	钇	88.905 85 (2)
Fr	钫	[223]	Po	钋	[209]	Yb	镱	173.054 (5)
Ga	镓	69.723 (1)	Pr	镨	140.907 65 (2)	Zn	锌	65.38 (2)
Gd	钆	157.25 (3)	Pt	铂	195.084 (9)	Zr	锆	91.224 (2)

注：① 此表按照元素符号的字母顺序排列；② 相对原子质量加方括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数；③ 相对原子质量末尾数的不确定度加注在其后的括号内；④ [a; b] 表示该元素的相对原子质量依据其同位素丰度变化而界于 a 和 b 之间；⑤ 数据来源：国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）公布的“标准相对原子质量”（截至2009年）。

附录 II

部分常见物质的溶解性表

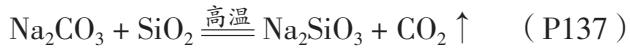
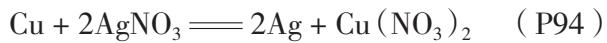
阴离子 阳离子\	OH^-	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}
H^+		溶、挥	溶、挥	溶	溶、挥
NH_4^+	溶、挥	溶	溶	溶	溶
K^+	溶	溶	溶	溶	溶
Na^+	溶	溶	溶	溶	溶
Ba^{2+}	溶	溶	溶	不	不
Ca^{2+}	微	溶	溶	微	不
Mg^{2+}	不	溶	溶	溶	微
Al^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Mn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Zn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Cu^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Ag^+	—	溶	不	微	不

说明：① 指20℃时在水中的溶解性；②“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”表示那种物质具有挥发性，“—”表示那种物质不存在或遇到水就分解了。

附录 III

化学方程式索引

- $\text{Mg} + 2\text{HCl} \equiv \text{MgCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (P30)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \equiv 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (P30 P73)
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \equiv 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (P30)
- $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \equiv \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$ (P30)
- $\text{Fe} + 2\text{HCl} \equiv \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (P30)
- $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \equiv \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ (P31)
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \equiv \text{Ca(OH)}_2$ (P34)
- $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ (P34)
- $2\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 \equiv \text{Cu(OH)}_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$ (P35)
- $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CuCl}_2 \equiv \text{Cu(OH)}_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$ (P35)
- $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \equiv \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (P35)
- $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \equiv \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (P35)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \equiv 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3 \downarrow$ (P36 P73)
- $\text{NaOH} + \text{HCl} \equiv \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (P45)
- $\text{MgCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \equiv \text{Mg(OH)}_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$ (P61)
- $\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{HCl} \equiv \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (P61)
- $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (P61)
- $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \equiv \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ (P70)
- $2\text{NaHCO}_3 \xrightleftharpoons{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (P70)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \equiv \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (P73)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \equiv 2\text{NaCl} + \text{BaCO}_3 \downarrow$ (P73)
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (P89)
- $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ (P89)
- $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (P91)
- $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \equiv \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ (P94)



附录 IV

化学名词索引

(按照化学名词汉语拼音字母顺序排列)

饱和溶液 (saturated solution) P6

不饱和溶液 (unsaturated solution) P6

复分解反应 (double decomposition reaction) P30

复合材料 (composite material) P140

高分子化合物 (polymer) P113

合金 (alloy) P86

碱 (base) P33

结晶 (crystallization) P16

溶剂 (solvent) P2

溶解度 (solubility) P14

溶液 (solution) P2

溶质 (solute) P2

溶质质量分数 (mass percent) P9

乳化现象 (emulsification) P5

酸 (acid) P28

碳水化合物 (carbohydrate) P113

无机化合物 (inorganic compound) P112

盐 (salt) P30

有机化合物 (organic compound) P112

置换反应 (displacement reaction) P93

中和反应 (neutralization reaction) P45