义务教育教科书

化学

HUAXUE

九年级 下册

北京教育科学研究院 北京出版集团公司 合编



北京出版集团公司
北 京 出 版 社

北京出版社

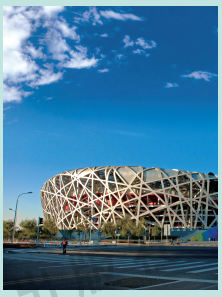
北京出版社

目录



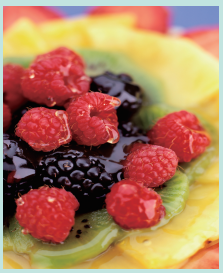
第9章 溶液 …… 1

第一节 认识溶液 …… 2
第二节 溶液组成的定量表示 …… 7
第三节 溶解度 …… 11



第10章 金属 …… 23

第一节 金属与合金 …… 24
第二节 金属的化学性质 …… 29
第三节 金属的冶炼与防护 …… 34



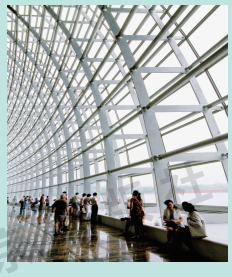
第11章 酸与碱 …… 45

第一节 对酸碱的初步认识 …… 46
第二节 几种常见的酸 …… 52
第三节 几种常见的碱 …… 59



第12章 盐 …… 71

第一节 几种常见的盐 …… 72
第二节 盐的性质 …… 77
第三节 化学肥料 …… 81



第13章 化学与社会生活 …… 89
第一节 食物中的营养物质 …… 90
第二节 化学合成材料 …… 97
第三节 化学与环境 …… 103

附录一 …… 113

附录二 …… 114

北京出版社



第9章 溶液

自然界中绝大部分物质以混合物形式存在：气态混合物，如空气；固态混合物，如岩石；液态混合物，如溶液。其中，水溶液与人类生产、生活的关系最为密切，一切生命活动都与之有关。

本章将学到

- 溶液　溶质　溶剂
- 溶解现象
- 溶质的质量分数
- 饱和溶液　不饱和溶液
- 溶解度

北京出版社

第一节　认识溶液

室温下，将一定量的氯化钠放入大量水中，可以观察到固体氯化钠逐渐“消失”……通过对这个变化过程的探究，我们将逐步深入地认识溶液。

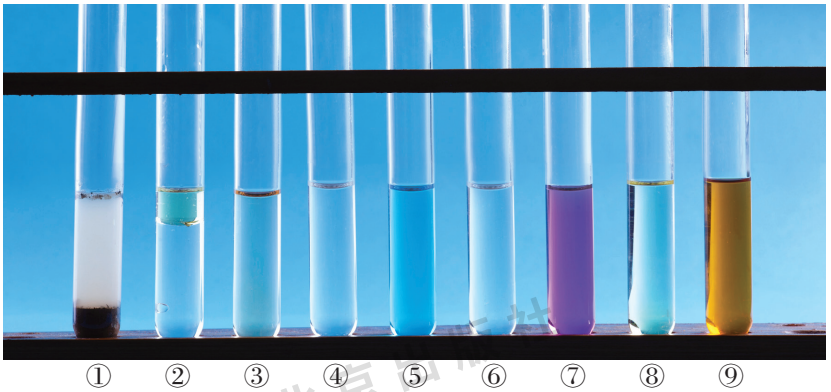
交流分享

“溶液”是一个耳熟能详的名词，请举出几个溶液的实例。你还想了解哪些有关溶液的知识？

一、溶液——均一、稳定的混合物

观察·思考

观察以下 9 支试管中的混合物，根据其振荡前和振荡后现象的对比，描述其特征（是否有分层、沉淀、颜色）。



①　②　③　④　⑤　⑥　⑦　⑧　⑨

图 9-1　观察混合物特征

混合物	振荡前	振荡后	静置后
①泥土和水			
②植物油和水			
③碘和水			
④蔗糖和水			
⑤ $CuSO_4$ 和水			
⑥ NaCl 和水			
⑦ NaCl、$KMnO_4$ 和水			
⑧汽油和植物油			
⑨碘和酒精			

思考讨论

1. 根据观察结果，将上述混合物进行分类，并说明分类的依据和特征。
2. 你还有哪些发现？

把一种物质分散到另一种物质中的混合过程，叫做分散。形成的混合物称为分散系。在上述各种混合物中，像泥土这样的物质以细小固体颗粒分散到水中，形成了悬浊液；像植物油这样的物质以小液滴分散到水中，则形成了乳浊液；[①] 而像硫酸铜、氯化钠、高锰酸钾这些物质分散在水中，则形成了均一、稳定的分散系，即溶液（solution）。

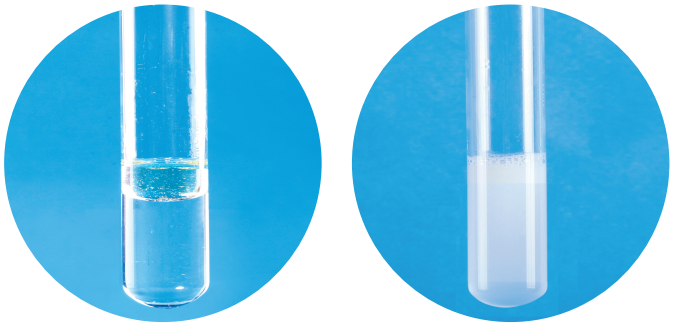
溶液具有稳定性，如蔗糖水溶液和碘的酒精溶液，只要水和酒精的量不改变、温度不变化，即使放置很长时间，蔗糖与水、碘与酒精也不会分离，混合物中的组分和性质也不会改变。溶液具有均一性，即溶液中任何部分的组成和性质完全相同。

① 悬浊液和乳浊液是不稳定的分散系（一般认为颗粒直径大于 10^{-7} m 时就会形成不稳定的悬浊液或乳浊液，放置一段时间后会发生沉降或分层）。

观察 · 思考

取出试管②（植物油和水），加入数滴洗涤剂，用橡皮塞塞住试管口，振荡，观察现象。静置几分钟后，再观察现象。

加入洗涤剂前，_____；加入洗涤剂振荡静置后，_____。



植物油和水混合　　加入洗涤剂振荡静置

图 9-2　乳化现象

思考讨论

1. 加入洗涤剂后得到混合物的形态与原油水混合物有什么不同？
2. 洗发水为什么能洗去头发上的油脂？

在植物油和水的试管中加入洗涤剂后，植物油并没有溶解在洗涤剂中，形成的仍是乳浊液，但该乳浊液静置后并不容易分层。这是因为，洗涤剂能使油分散成大量细小液滴，不易聚集成油层。洗涤剂所起的作用，叫做乳化作用。因此，常用洗涤剂、去污粉等先将衣物、餐具上的油污乳化，再用水冲洗掉。

二、物质溶解形成溶液

一种或几种物质均匀分散到另一种物质中形成均一、稳定溶液的过程，叫做物质的溶解。被溶解的物质叫溶质（solute），如上述实验中的硫酸铜、氯化钠、高锰酸钾、汽油和碘等。溶质可以是固体、液体，也可以是气体（如二氧化碳），溶质可以是一种也可以是多种（如氯化钠和高锰酸钾同时溶于水中）。用于溶解其他物质的物质叫做溶剂（solvent），如水、植物油和酒精等，如果不特别说明，溶剂一般指的是水。

联想 · 启示

将固体氯化钠加入足量水中，固体完全溶解后形成氯化钠溶液。试从微粒的角度分析固体氯化钠在水中逐渐消失的原因。

将固体氯化钠加入水中后，构成氯化钠的钠离子和氯离子在水分子的作用下进入水中，并扩散形成均一、透明的溶液。这一过程是自发完成的（搅拌或振荡等外力只是加快了溶液的形成），在外界条件不变的情况下，溶液能稳定存在。而悬浊液和乳浊液的形成必须依靠外力作用使各部分混合均匀，但不能稳定存在，静置后会出现沉淀或分层。

联想 · 启示

1. 试从溶质和溶剂组成、微粒构成的角度，描述氯化钠溶液和蔗糖溶液的组成。

2. 观察某种饮料的成分标签，分析其中的溶质和溶剂。

以上分析表明，溶液由溶质和溶剂两部分组成。同时，从微粒角度看，溶液是大量分子、离子的集合。

活动 · 探究

【探究目的】探究物质溶解过程是否伴有能量的变化。

【猜想假设】物质溶解后，可能使体系温度升高；可能会使体系温度降低；还可能_____。

【探究操作】取少量蒸馏水，测量其温度为_____。

依次操作：先将少量固体加入烧杯中，再倒入一定量的蒸馏水，充分搅拌后，将温度计插入溶液中，读数：

水中加入的物质	NaCl	NH_4NO_3	NaOH
溶解后的温度 /℃			

【探究结论】_____。

物质的溶解过程常常伴有能量的变化。物质的溶解既有放热过程，又有吸热过程，体系温度变化是二者的综合体现。氢氧化钠溶解时的温度升高和硝酸铵溶解时的温度降低是比较显著的例子。一般情况下，物质溶解时的温度变化并不明显。

本节收获

✓认识溶解现象；知道了溶液由溶质和溶剂组成，是一种均一、稳定的混合物。

✓知道水是最重要的溶剂，酒精、汽油等也是常见的溶剂。

✓知道物质在溶解过程中常伴随着能量的变化。



练习与应用

1. 如果分别将淀粉、煤油、酒精、食盐等物质放入盛有足量水的烧杯中，用玻璃棒不断搅拌，哪些物质在水中能形成溶液？

2. 判断下列说法是否正确，并说明原因。

（1）凡是均一、稳定的混合物一定是溶液。

（2）糖水中加入氯化钠后，溶液中的溶质是蔗糖和氯化钠 。

（3）白酒是纯净物，不是溶液。

（4）容器中放置的食盐溶液，其左右两部分的咸味不同。

3. 在前面的化学学习中已经接触过一些溶液，请指出以下各种溶液中的溶质和溶剂：

	盐酸	过氧化氢溶液	碘酒	石灰水
溶质				
溶剂				

4. 用汽油或加了洗涤剂的水都能除去衣服上的油污。二者所依据的原理是否相同？

5. 某同学发现很多因素都可能影响食盐（NaCl）在水中的溶解速率。

（1）根据你的经验，提出两个影响因素：_____和_____。

（2）选择以上因素之一，设计实验进行验证。你的实验方案是：_____

_____。

第二节　溶液组成的定量表示

在工农业生产、日常生活和生命活动中，经常需要准确了解溶液的定量组成。例如，用硫酸铜溶液给鱼缸消毒时，只有特定浓度范围的硫酸铜溶液才能既起到良好效果，又不会影响鱼的正常生长；正确配制的医用生理盐水每 100 g 蒸馏水溶解 0.9 g 氯化钠，才能维持人体细胞正常的生理功能。因此，本节要学习定量表示溶液组成的基本方法。

一、溶液中溶质的质量分数[①]

观察 · 思考

下表呈现的是三组溶液中各物质的质量，已知溶质都是氯化钠，溶剂都是水，请为这三个试剂瓶设计标签。

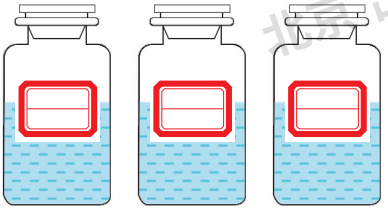


图 9-3　试剂瓶

试剂瓶	溶质质量 /g	溶剂质量 /g	溶液质量 /g	标签内容
1	10	90	100	
2	5	45	50	
3	20	180	200	

思考讨论

1. 这三种溶液的组成有什么相同？有什么不同？
2. 用哪种方法表示溶液组成的数值更准确、方便？

① 我们常说的“浓度”是指，单位溶液中所含溶质的量。溶质含量越多，浓度越大。浓度可以用溶液中溶质的质量分数表示。浓度还有其他多种表示方法。

定量表示溶液组成的方法很多，依配制方案而定，一般多采用比值的形式。其中，溶质质量与溶液质量之比叫做溶液中溶质的质量分数，常用百分数（%）表示。

$$\text{溶液质量} = \text{溶质质量} + \text{溶剂质量}$$

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

联想 · 启示

1. 说出“溶质的质量分数为 4% 的硫酸铜溶液”的含义。
2. 填写完成下表：

溶质质量 /g	溶剂质量 /g	溶液质量 /g	溶液中溶质的质量分数
10	90		
1.2		15	
	80	120	

二、有关溶液中溶质的质量分数的计算

1. 计算配制一定溶质的质量分数的溶液时所需溶质和溶剂的质量

[例 9-1] 高锰酸钾是生活中常用的杀菌剂，如配制 500 g 质量分数为 0.1% 的高锰酸钾溶液，需要高锰酸钾和水的质量各为多少？

【解】

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

$$\begin{aligned}\text{溶质质量} &= \text{溶液质量} \times \text{溶液中溶质的质量分数} \\ &= 500\ \text{g} \times 0.1\% \\ &= 0.5\ \text{g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{溶剂质量} &= \text{溶液质量} - \text{溶质质量} \\ &= 500\ \text{g} - 0.5\ \text{g} \\ &= 499.5\ \text{g}\end{aligned}$$



图 9-4 高锰酸钾杀菌剂

答：配制 500 g 溶质的质量分数为 0.1% 的高锰酸钾溶液需要 0.5 g 高锰酸钾和 499.5 g 水。

2. 溶液稀释的计算

实验室中使用的稀酸溶液常用浓酸加水稀释而成。分析可知，稀溶液的质量等于浓溶液质量与加入水的质量之和，而溶液稀释前后溶质的质量不变。据此可进行有关溶液稀释的计算：

稀释前溶液质量 × 稀释前溶液中溶质的质量分数
＝稀释后溶液质量 × 稀释后溶液中溶质的质量分数

[例 9-2] 用 50 mL[①]溶质的质量分数为 20% 的硫酸（密度 1.14 g/cm^3）配制溶质的质量分数为 10% 的硫酸，需要加水多少克？

【解】设：需要加水的质量为 x。

$$50\ \text{mL}\times 1.14\ \text{g/cm}^3\times 20\% = (50\ \text{mL}\times 1.14\ \text{g/cm}^3 + x)\times 10\%$$

$$x = 57\ \text{g}$$

答：需要加水 57 g。

联想 · 启示

有的同学认为，例 9-2 不通过计算即可推出需要加水 50 g。为什么和教材中的答案不同？

拓展阅读

浓度的其他表示方法

除用溶液中溶质的质量分数表示浓度外，还有许多其他的表示方法。下表列出的是生活中几种溶液的标签信息，从中可分析出溶液各组分的浓度及其表示方法。

实物	标签上的定量信息	表示方法	溶质		溶液
			种类	物理量	物理量
食盐水	16%	溶质 / 溶液	NaCl	质量 /g	质量 /g
消毒液	有效氯含量≥5 000 mg/L	溶质 / 溶液	氯元素	质量 /mg	体积 /L
饮用酒	酒精度：56% vol	溶质 / 溶液	乙醇	体积	体积
矿泉水	钾离子 (K^+)：1.0 ~10.0 mg / L	溶质 / 溶液	K^+	质量 /mg	体积 /L

① 1 mL 相当于 1 cm^3。

说明：（1）标签中如果不加特别说明，百分数都表示质量分数。

（2）标签中“V”或“vol”是英语“volume”的缩写，意为“体积”。

（3）“酒精度”表示 20 ℃时酒中含乙醇的体积分数。如 56% 表示 100 体积单位的酒中含有 56 体积单位的乙醇。

本节收获

✓知道了定量表示溶液组成的一种重要方法，即溶液中溶质的质量分数。

✓学会了有关溶液中溶质的质量分数（包括加水稀释）的简单计算。



练习与应用

1. 溶液在生产和科研中具有广泛应用，与人们生活息息相关。请你结合题意回答下列问题。

我们在实验室制取氧气时，曾用到过氧化氢溶液。在实际生活中，我们还常用质量分数为 3% 的过氧化氢溶液作为医用消毒剂。你能从“3% 的过氧化氢溶液”中提取到的信息有：_____。

2. 把 15 g 硝酸钾固体放入 85 g 水中，完全溶解后，溶液中溶质的质量分数为（　）。

A. 13%　　B. 15%　　C. 17.6%　　D. 85%

3. 从 100 mL 溶质的质量分数为 30% 的溶液中取出 20 mL，取出的溶液中溶质的质量分数为（　）。

A. 3%　　B. 6%　　C. 10%　　D. 30%

4. 质量相同的溶质的质量分数为 30% 的氢氧化钠溶液和溶质的质量分数为 20% 的氢氧化钠溶液混合，所得混合溶液中氢氧化钠的质量分数为（　）。

A. 大于 25 %　　B. 小于 25%　　C. 等于 25%　　D. 无法确定

5. 100g 溶质的质量分数为 10%的硫酸溶液中含溶质 H_2SO_4_____ g，溶剂水_____ g；100mL 溶质的质量分数为 10%的硫酸溶液（密度 1.07 g/cm^3）的质量是_____ g，其中含溶质 H_2SO_4_____ g。

6. 把 100 g 溶质的质量分数为 20% 的氢氧化钠溶液稀释成溶质的质量分数为 10% 的稀溶液，需要加水的质量是_____ g。

7. 实验室欲用 10 g 碳酸钙和溶质的质量分数为 10% 的盐酸制取二氧化碳，若要收集 4.4 g 二氧化碳气体，至少需要溶质的质量分数为 10% 的盐酸多少克？恰好反应后溶液溶质的质量分数是多少？

8. 上网或查阅相关书籍，了解有关无土栽培所需的无机盐营养液的相关知识，有条件时可尝试自己配制植物营养液。

第三节　溶解度

实验表明，像酒精那样和水可以任意比例互溶的例子并不多。普遍的情况是，在一定量的溶剂中，溶质不能无限制地溶解。事实上，在一定温度下，一定质量的溶剂能溶解溶质的质量往往有限度。让我们来研究这种现象并寻求表示这种限度的方法。

一、饱和溶液与不饱和溶液

活动 · 探究

【探究目的】硝酸钾在一定量的水中是否能无限制地溶解。

【探究操作】

操作	现象	分析
①在室温下，向装有 20 mL 蒸馏水的烧杯中加入 5 g 硝酸钾，充分搅拌		
②继续加入 5 g 硝酸钾，充分搅拌		
③用酒精灯加热烧杯，并搅拌		

【探究结论】_____。

一定温度下，大部分固体物质不能无限制地溶解在一定量水中。在一定温度下，一定量溶剂中所加溶质不能再继续溶解的溶液叫做这种溶质的饱和溶液[①]；如果溶质还能继续溶解，就叫做这种溶质的不饱和溶液。

大量实验表明，影响物质溶解限度的外界因素以温度为主[②]。改变温度，可以实现饱和溶液与不饱和溶液的相互转化。例如，饱和的硝酸钾溶液温度升高时，可以继续溶解硝酸钾固体，饱和溶液变成不饱和溶液；将硝酸钾不饱和溶液的温度降低，当有硝酸钾固体从溶液中析出时，不饱和溶液变成饱和溶液。

二、溶解度



观察 · 思考

下表为氯化钠溶解过程的相关数据，观察数据并进行数据分析，把分析结果填入表格中。

序号	温度/℃	溶液				数据分析	
		溶剂水质量/g	溶质氯化钠质量/g	溶液质量/g	溶液状态	质量比 溶质∶溶剂	溶质的质量分数
1	20	100	36	136	饱和		
2	20	50	18	68	饱和		
3	20	150	40	190	不饱和		
4	50	100	37	137	饱和		
5	50	50	18.5	68.5	饱和		

下表为硝酸钾溶解过程的相关数据，观察数据并进行数据分析，把分析结果填入表格中。

序号	温度/℃	溶液				数据分析	
		溶剂水质量/g	溶质硝酸钾质量/g	溶液质量/g	溶液状态	质量比 溶质∶溶剂	溶质的质量分数
1	20	100	31.6	131.6	饱和		
2	20	50	15.8	65.8	饱和		

① 溶液达到饱和时，溶质仍会继续溶解，同时会有相同质量的溶质从溶液中析出，使得剩余固体的总质量保持不变，观察到的现象是固体不再继续溶解。

② 溶质为气体时，压强也是影响溶解限度的因素。

思考讨论

1. 相同温度下，氯化钠饱和溶液与不饱和溶液中的溶质与溶剂质量比、溶质的质量分数各有什么特点？

2. 在不同温度时的氯化钠饱和溶液中，溶质与溶剂质量比、溶质的质量分数是否相同？

3. 相同温度下，氯化钠饱和溶液与硝酸钾饱和溶液中的溶质与溶剂质量比、溶质的质量分数是否相同？

研究表明，在一定温度下，某物质的饱和溶液中，溶质与溶剂的质量比及溶质的质量分数是固定值。不同物质在同一温度下的比值不同，这与不同物质在溶剂中的溶解能力差异有关。因此，可以用在一定温度下，某物质溶解在给定溶剂中达到饱和状态时的溶液组成的数据，衡量其在此溶剂中的溶解能力。

为方便测量和使用，规定在一定温度下，某固体物质在 100 g 溶剂中达到饱和状态时所溶解的质量，称为该物质的溶解度（solubility）。如果不指明溶剂，通常说的溶解度是指物质在水中的溶解度。溶解度既可以作为衡量物质溶解能力的物理量，也可以作为判断某物质的溶液是否达到饱和的定量依据。

如表 9-1 所示，根据溶解度数值的大小和范围，人们对固体溶解能力进行了定性描述。

表 9-1　溶解度与溶解性的对应关系

20 ℃时固体溶解度 /g	>10	1~10	0.01~1	<0.01
固体溶解性	易溶	可溶	微溶	难溶

表 9-2　一些物质在不同温度下的溶解度

温度 /℃		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
溶解度 /g	NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3	37.8	38.4	39.0	39.8
	KCl	27.6	31.0	34.0	37.0	40.0	42.6	45.5	48.3	51.1	54.0	56.7
	NH_4Cl	29.4	33.3	37.2	41.4	45.8	50.4	55.2	60.2	65.6	71.3	77.3
	KNO_3	13.3	20.9	31.6	45.8	63.9	85.5	110	138	169	202	246

在平面直角坐标系中横坐标表示温度，纵坐标表示溶解度，画出物质的溶解度随温度变化的曲线，这种曲线叫做溶解度曲线。

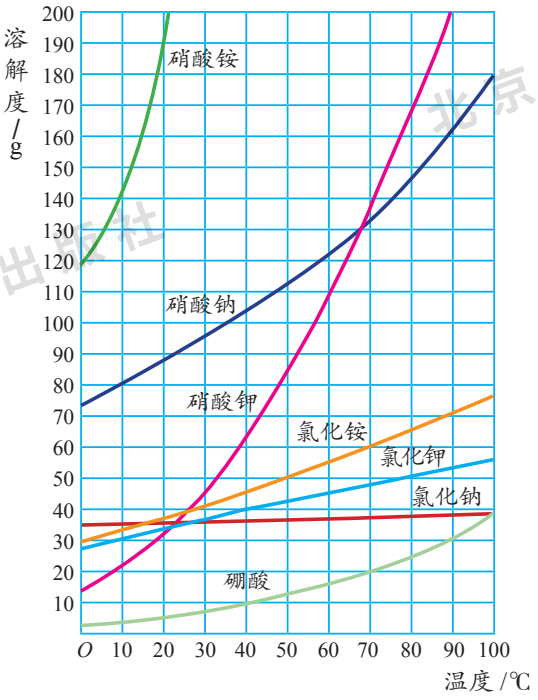


图 9-5　几种不同物质的溶解度曲线

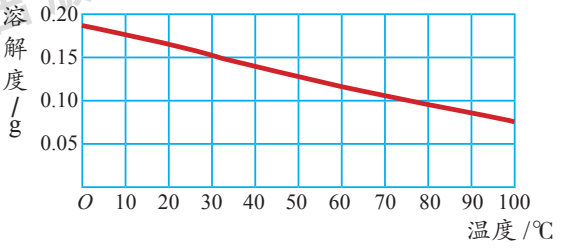


图 9-6　熟石灰的溶解度随温度升高而降低

联想 · 启示

1. 说出图 9-5 中曲线交点的含义。

2. 比较图 9-5 和图 9-6，你还有什么发现？

溶解度的大小与温度有关。大多数固体物质的溶解度随温度升高而增大，如硝酸钾、氯化铵等；有些物质的溶解度受温度影响不大，如氯化钠；也有些固体物质，其溶解度随温度升高而减小，如氢氧化钙。此外，同种物质的溶解度在不同种溶剂中也不相同。例如，10 ℃时，硝酸钾在水中的溶解度为 20.9 g，而在液氨（NH_3）中的溶解度为 45.4 g 。

三、结晶

活动 · 探究

【探究目的】依据溶解度曲线，探索从溶液中得到固体的方法。

【探究操作】

1. 蒸发食盐水。如图 9-7 所示，在蒸发皿中注入少量饱和食盐水，加热使水蒸发，并用玻璃棒不断搅拌。



图 9-7　蒸发食盐水

2. 冷却热饱和溶液。如图 9-8 所示，将热的硝酸钾饱和溶液放入冷水中。



图 9-8　冷却热饱和溶液

【探究结论】_____。

【思考讨论】

1. 为什么可用不同的方法从溶液中得到氯化钠和硝酸钾晶体，这与二者的溶解度有什么联系？

2. 试归纳从溶液中分离出固体溶质的一般思路和操作方法。

溶质以晶体形式从其饱和溶液中析出来的现象，叫做结晶。结晶主要有两种方法：一是蒸发溶剂，适合溶解度随温度变化不大的物质，如氯化钠；二是降温结晶，适合溶解度随温度变化很明显的物质，如硝酸钾。结晶是一种常用的分离提纯方法，广泛用于工业生产中。

在实际生产中，人们把海水引到盐田里，在日光和风的作用下陆续蒸发掉其中的水分后，可以得到固体食盐。这就是利用饱和溶液、溶解度等概念形成的生产工艺，体现了科学与技术的联系。



图 9-9　海水晒盐场

联想 · 启示

1. 有两种白色固体，已知其中一种是硝酸铵，一种是氯化铵，如何用物理方法进行鉴别？

2. 现有 10 g 硝酸钾和 2 g 食盐的混合物，如何将它们分离？

拓展阅读

气体溶解度

气体在水中的溶解度是指：在压强为 101 kPa 和一定温度时，气体溶解在 1 体积水中达到饱和状态时的气体体积数。例如，在压强为 101 kPa 和 20℃时，1 体积水中最多可溶解 0.031 体积的氧气（或 0.015 5 体积的氮气）。气体溶解度随温度和压强的改变而变化，温度升高气体溶解度下降。当气体的压强改变时，气体的溶解量也随之改变。但是在 1 体积水中达到饱和状态时的体积数却基本不变。例如，在 20℃而压强增大为 2×101 kPa 时，最多溶解氧气的体积数仍然为 0.031，不过后者所溶解的氧气分子数（或氧气的质量）却是前者的 2 倍。

气体溶解度的特点，不仅在生活中经常遇到，还可以关系到人体健康和环境。以下是两个比较有趣的例子。

潜水员在深水中停留时，血液内溶解的气体量会随着潜水深度和时间的延续而增加，使得血液中气体含量高于正常值。所以潜水员上浮的速度不可太快，否则血液中多余的气体就会形成小泡（就像汽水拔去瓶塞后产生大量泡沫那样），引起肌肉酸痛甚至阻碍血液循环，严重时可危及生命。这就是所谓的潜水夫病。

据报道，已有科学家根据气体溶解度的特点，提出在高压下将二氧化碳溶入海水的深处，以解决大气中二氧化碳含量增长过快问题的方案。当然，这个做法对海洋的生态系统将有何影响还有待商榷。目前，有关技术的探究仍在进行之中。



图 9-10　潜水

本节收获

- 了解了饱和溶液和不饱和溶液的含义。
- 初步了解了溶解度的含义和作用。
- 知道了从溶液中获得溶质晶体的常用方法，主要有蒸发溶剂和降温结晶两种。

练习与应用

1. 判断下列说法是否正确，并说明原因。

（1）某硝酸钾溶液在 20 ℃时是饱和溶液，当其他条件不变，温度升高至 100 ℃时，该溶液仍然是饱和溶液。

（2）稀溶液一定不是饱和溶液。

（3）在一定温度下，同一种溶质的饱和溶液的质量分数一定比不饱和溶液的大。

2. 当天气又闷又热，大气压较低时，鱼池中的鱼儿常常浮上水面呼吸，请解释原因。

3. 图 9-11 是氯化钠、碳酸钠（俗称纯碱）在水中的溶解度曲线。

（1）当温度为 10 ℃时，碳酸钠的溶解度为_____。

（2）当温度为____时，氯化钠的溶解度大于碳酸钠的溶解度。

（3）生活在盐湖附近的人们习惯“夏天晒盐，冬天捞碱”。请解释原因：

“夏天晒盐”_____；

“冬天捞碱”_____。

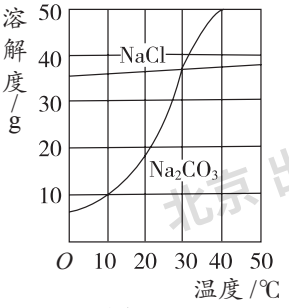


图 9-11

4. 根据下面两幅图回答问题。

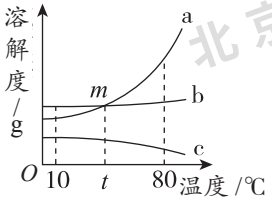


图 9-12

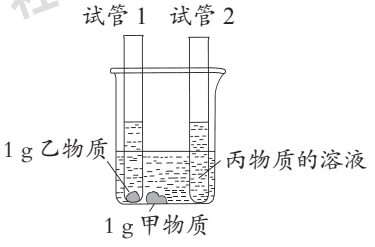


图 9-13

（1）如图 9-12，10℃时的饱和溶液中溶质的质量分数最大的是_____（填“a”、“b”或“c”）。在 t ℃时，m 点代表的含义是_____。

（2）室温时，在图 9-13 中可能为不饱和溶液的是_____（填“烧杯”、“试管 1”或“试管 2”）。

（3）把图 9-13 中室温时的甲、乙、丙三种物质的溶液升温到 80 ℃时，发现烧杯中甲物质没有明显变化，乙物质全部溶解，试管 2 中有丙物质析出。根据现象回答问题：

①在图 9-12 中能表示丙物质的溶解度曲线的是_____（填“a”、“b”或“c”）。

②若乙物质的溶液中溶有少量的甲物质，提纯乙的方法是_____。

③若把试管 1 从烧杯中取出，冷却至室温后，从溶液中析出的固体质量为_____g。（析出的物质不含结晶水）

配制一定溶质的质量分数的溶液

本实验旨在帮助学生将已学的溶质的质量分数计算应用于实际操作，并动手体验配制一定溶质的质量分数溶液的全过程。这是一个以训练使用定量类型化学常用仪器为主的实验，重在基本操作的规范性、严谨性。本实验需要使用多种定量仪器，如托盘天平、量筒等。本实验还将涉及药品取用、溶解等基本操作。

实验目标

1. 加深对物质溶解、定量表示溶液组成、饱和溶液和溶解度等溶液相关概念及其内在联系的认识和理解。

2. 初步学会配制一定溶质的质量分数溶液的基本方法。

3. 再次练习使用托盘天平和量筒。

实验用品

氯化钠固体、蒸馏水。

托盘天平、烧杯（100 mL）、量筒（10 mL、100 mL）、玻璃棒、药匙、空的细口试剂瓶。

实验步骤

1. 配制室温下含有 8 g 溶质的质量分数为 16% 的氯化钠溶液。

（1）计算溶质和溶剂的质量 (或体积)。

氯化钠的质量 =_____g；

蒸馏水的质量 =_____g；

蒸馏水的体积 =_____mL（水的密度近似看做 1 g/cm^3）。

（2）分别称量溶质、溶剂的质量或体积。

用托盘天平称量所需氯化钠的质量，倒入烧杯中；用量筒量取所需体积的蒸馏水，倒入盛有氯化钠的烧杯中。

（3）搅拌溶解。

用玻璃棒搅拌烧杯里的混合物，直至氯化钠全部溶解。

（4）装瓶、贴标签。

把配制好的溶液装入试剂瓶，盖好瓶塞并贴上标签（注意标签的规范书写）。

2. 思考讨论以下问题，并完成实验报告。

（1）请查阅室温下氯化钠的溶解度；并经过简单计算，判断溶质的质量分数为 16% 的氯化钠溶液是属于饱和溶液还是不饱和溶液？

（2）本次实验如果出现配制的溶液中溶质的质量分数小于 16%，你认为可能是哪些实验操作导致的实验误差？

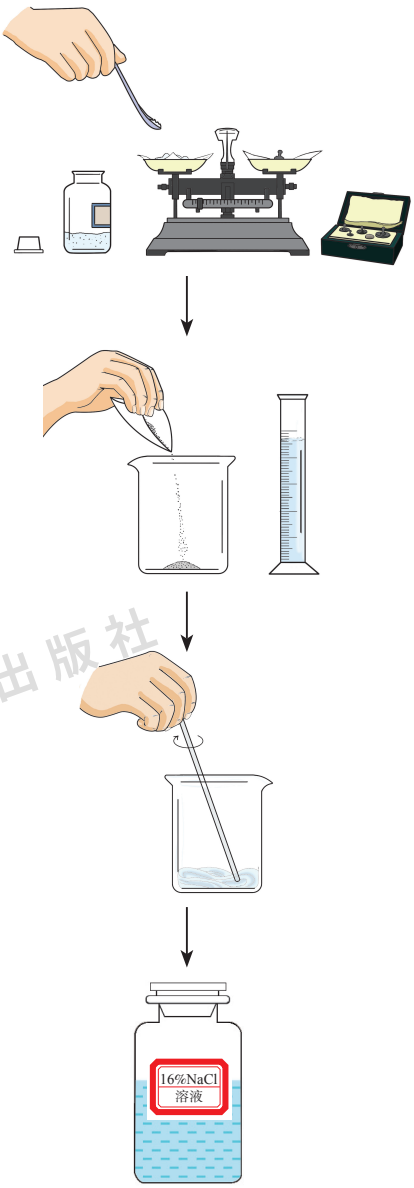
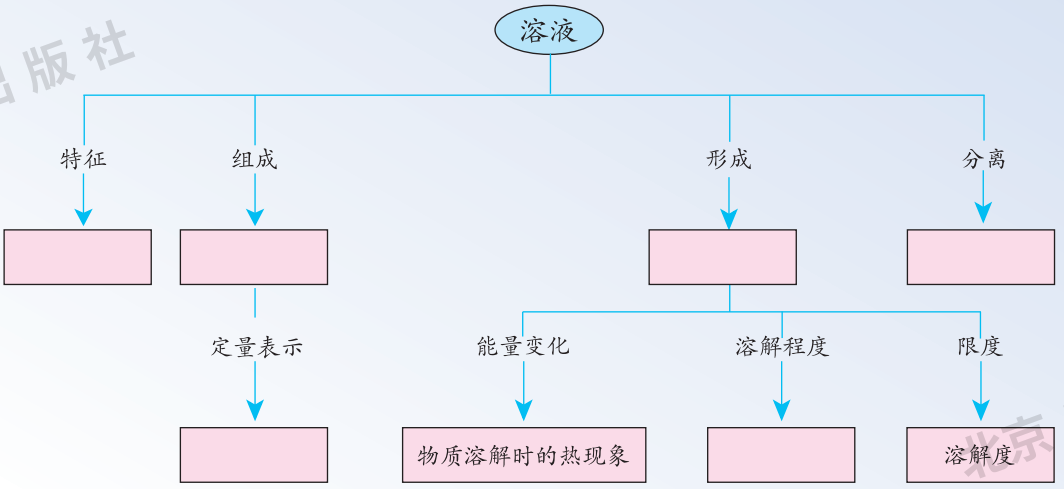


图 9-14　配制一定溶质的质量分数的溶液

北京出版社

本章收获了



1 溶液：一种物质分散在另一物质中形成的_____混合物；形成溶液的过程，叫做物质的溶解；_____叫溶质，_____叫溶剂。

2 用溶液中溶质的质量分数可以定量表示溶液的组成。

溶液质量＝_____

溶液中溶质的质量分数＝_____

3 一定温度下，大部分固体物质不能无限制地溶解在一定量水中。_____叫做这种溶质的饱和溶液；_____叫做这种溶质的不饱和溶液。

4 溶解度：_____。

5 溶质以晶体形式从其饱和溶液中析出来的过程，叫做结晶。结晶主要有两种方法：蒸发溶剂，适合_____，如_____；冷却饱和溶液，适合_____，如_____。

巩固与自测

一、选择题

1. 下列物质中，既属于溶液又不用水做溶剂的是（　）。

A．汽水　　B．冰山　　C．生理盐水　　D．碘酒

2. 下列选项中所列洗涤用品具有乳化功能的是（　）。

A．用汽油除去衣服上的油污　　B．用洗洁精清洗餐具上的油污

C．用水洗去盘子中的水果渣　　D．用醋洗去水壶中的水垢

3. 向图 9-15 试管的水中加入一些固体硝酸铵，完全溶解后，弯曲的玻璃管内液面的变化情况是（　）。

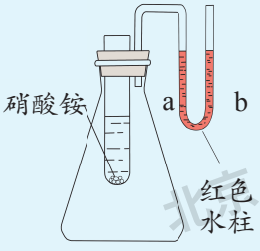


图 9-15

A．a 液面上升，b 液面下降

B．a 液面下降，b 液面上升

C．a、b 液面均无变化

D．条件不足，无法判断

4. 海水淡化可采用膜分离技术。如图 9-16 所示，对淡化膜右侧的海水加压，水分子可透过淡化膜进入左侧淡水池，而海水中各种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的变化分析正确的是（　）。

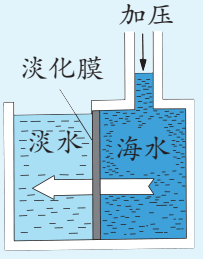


图 9-16

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

5. 向 100 g 溶质的质量分数为 5% 的氯化钠溶液中，再加入 5 g 的固体氯化钠，充分搅拌后，仍有部分固体剩余，此时溶液中氯化钠的质量分数为（　）。

A．等于 5%　　B．等于 9.5%　　C．大于 9.5%　　D．大于 5% 且小于 9.5%

二、填空题

6. 下列数据是硝酸钾固体在不同温度时的溶解度。

温度 /℃	0	20	40	60	80
溶解度 /g	13.3	31.6	63.9	110	169

（1）由上表可得到的信息是_____。

（2）20 ℃时，向 100 g 水中加入 31.6 g 硝酸钾，充分溶解后得到_____（填“饱和”或“不饱和”）溶液。

（3）20 ℃时，向 100 g 水中加入 40 g 硝酸钾，若使硝酸钾完全溶解，可以采用的

方法是_____。

（4）现有 30 ℃的不饱和硝酸钾溶液，与该溶液有关的量有：

①水的质量　②溶液中硝酸钾的质量　③硝酸钾的质量分数

④ 30 ℃时硝酸钾的溶解度　⑤溶液的质量

Ⅰ．向该不饱和溶液中加入硝酸钾至饱和，不变的量为_____（填序号，下同）。

Ⅱ．将该不饱和溶液恒温蒸发至饱和，不变的量为_____。

7. 将 75 g 溶质的质量分数为 20% 的氯化钠溶液稀释成溶质的质量分数为 15% 的氯化钠溶液，需要加水_____mL（水的密度为 1 g/cm^3）。在用量筒量取水的体积时，如采用图 9-17 所示的方法读取数据（其他操作均正确），则所得溶液中溶质的质量分数_____15%（填“＜”、“＞”或“＝”）。

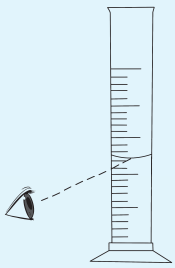


图 9-17

8. 图 9-18 是 a、b 两种物质的溶解度曲线，据图回答问题：

（1）随温度升高，a 物质的溶解度变化趋势是_____。

（2）曲线 a 和 b 的交叉点 *M* 表示的含义是_____。

（3）37℃时，a 物质的溶解度为_____。

（4）80℃时，80 g a 物质溶解在 100 g 水中形成的溶液是_____（填“饱和”或“不饱和”）溶液。

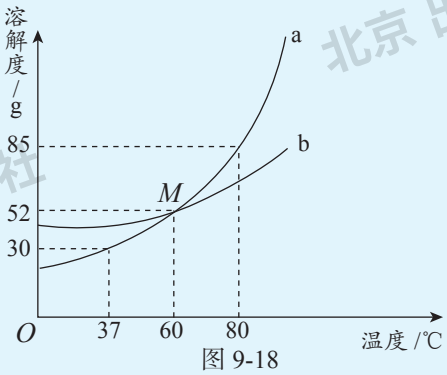


图 9-18

三、计算题

9. 一只烧杯中盛有 22.3 g 碳酸钙和氯化钙组成的固体混合物。向其中逐渐滴加溶质的质量分数为 10% 的稀盐酸，放出气体的总质量与所滴入稀盐酸的质量关系曲线如图 9-19 所示。请根据题意回答问题：

（1）当滴加了 73 g 稀盐酸时，放出气体的总质量为_____g。

（2）当滴加稀盐酸至图中 *B* 点时，烧杯中溶液里的溶质是（写化学式）_____。

（3）当滴加了 73 g 稀盐酸时（即 *A* 点时），烧杯中为不饱和溶液，试通过计算求出其中含溶质的质量。

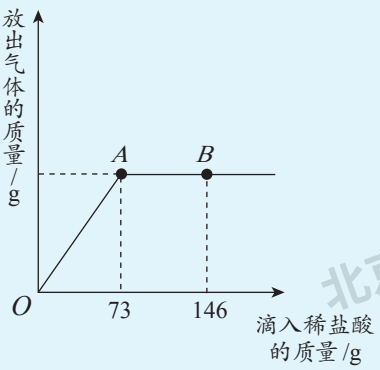
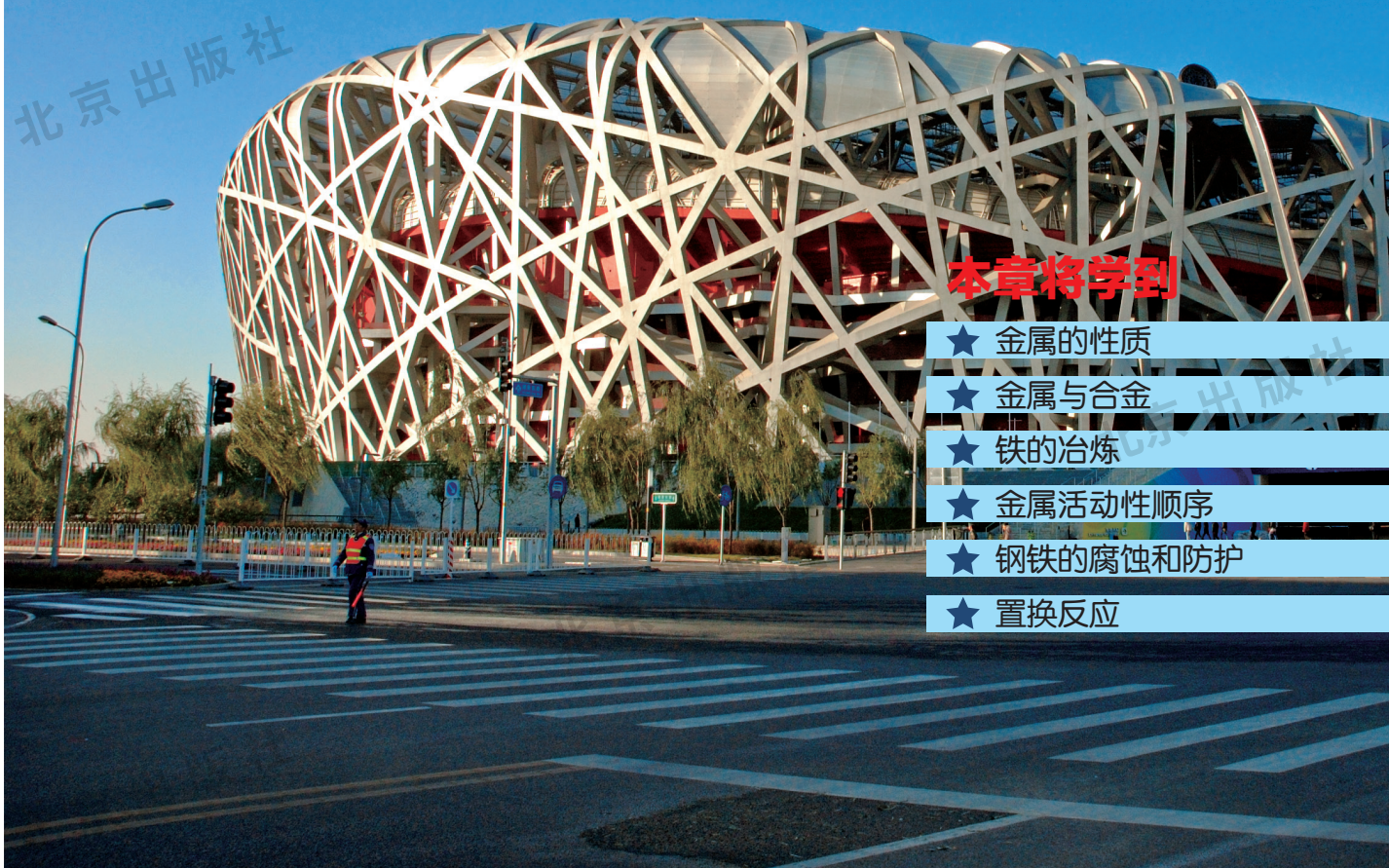


图 9-19

第10章 金属

元素周期表中，金属元素占大多数。人类文明的发展和社会的进步同金属材料关系密切。其中应用最广泛的金属材料就是有“工业的骨骼”之称的钢铁。随着科学技术的发展，有许多原来并不熟悉的金属正迅速走进我们的生活。



本章将学到

- 金属的性质
- 金属与合金
- 铁的冶炼
- 金属活动性顺序
- 钢铁的腐蚀和防护
- 置换反应

北京出版社

第一节　金属与合金

在日常生活中，金属制品无处不在，如炊具、手机、电线电缆等。此外，铁、铝、铜、锌、钛等金属还用于制造宇宙飞船、飞机、轮船、机车、桥梁和机械等，金属材料的这些用途都与金属“独特”的性质有关。

一、几种常见金属的物理性质

金属一般具有光泽，有良好的导热、导电性、延展性与弹性。通常状况下，除汞呈液态外，其他金属都呈固态。绝大多数金属都有很高的熔点。不同金属的导热导电能力、延展性、熔点以及硬度并不相同（见表 10-1），除此之外，它们还有各自独特的性质。



图 10-1　常见的金属制品

表 10-1　一些金属的物理性质比较

物理性质	金属物理性质比较						
密度 /（g/cm^3）	铝	锌	铁	铜	银	铅	金
	（小）2.70	7.14	7.86	8.92	10.5	11.3	19.3（大）
熔点 /℃	锡	铝	银	金	铜	铁	钨
	（低）232	660	962	1 064	1 083	1 535	3 410（高）
导电性（以银的导电性为 100 作标准）	铅	铁	锌	铝	金	铜	银
	（良）7.9	17	27	61	74	99	100（优）
硬度（以金刚石的硬度为 10 作标准）	铅	铝	金	铜	银	铁	铬
	（小）1.5	2~2.9	2.5~3	2.5~3	2.5~4	4~5	9（大）

交流分享

金属在生产、生活中的应用往往与其物理性质密切相关。根据生活经验及对常见金属物理性质的初步了解，利用金属具有金属光泽的实例有_____；利用延展性良好的实例有_____；利用导热性的实例有_____。

联想·启示

请从密度、颜色、光泽、导电性、导热性及延展性几个方面，比较金属与非金属。

二、合金

生活中钢铁制品随处可见，但通常所说的钢和铁并不是纯铁，是铁的两种“合金”的总称。

合金（alloy）是由一种金属和其他一种或几种金属（或非金属）熔合而成的具有金属特性的物质。

生铁和钢的主要组成元素是铁，还含有少量碳、硅、锰、硫、磷，以及其他元素。生铁和钢的主要区别在于含碳量的不同，性能与用途也不相同。表10-2列出了生铁和钢在成分和性能上的不同之处。

表10-2　生铁和钢的比较

	含碳量	其他元素	机械性能
生铁	2%~4.3%	含硅、锰及少量硫、磷	可铸造，不适宜锻造
钢	0.03%~2%	含少量硅、锰及极少量硫、磷	强度高，硬度大，韧性强，延展性好，易机械加工

生铁和钢这两种含碳量不同的铁合金，由于组成的改变，其性能比纯铁优良，用途也更广泛。依据化学成分，钢可以分为碳素钢和合金钢，它们的成分、性能和用途见表10-3。

表 10-3　常见钢的主要成分、性能和用途

钢		主要成分	主要性能	主要用途
碳素钢		铁、碳	含碳量低，则韧性好；含碳量高，则硬度大	机械零件、钢管、钢筋、刀具、模具
合金钢	锰钢	铁、锰、碳	韧性好、硬度大	钢轨、轴承、自行车架、坦克装甲
	不锈钢	铁、铬、镍	抗腐蚀性好	医疗器械、炊具、容器、反应器
	硅钢	铁、硅	导磁性强	变压器、电动机中的铁芯
	钨钢	铁、钨	硬度大、耐高温	刀具、兵器

在金属中加入其他金属（或非金属）可以使金属的性能得到改良。目前人类制得的纯金属只有 80 多种，但由这些金属制得的各种合金却不下万种，生活中大量使用的金属材料几乎都是合金。表 10-4 列出了一些常见合金的主要成分、性能和用途。

交流分享

在你的周围，常见到哪些钢铁制品？制造这些钢铁制品的材料是生铁还是钢？比较它们的性能有什么不同。

表 10-4　一些常见合金的主要成分、性能和用途

合金				
	青铜（铜、锡）	黄铜（铜、锌）	白铜（铜、镍）	硬铝（铝、铜、镁、锰）
用途	工艺品、机械零件等	机器零件、弹壳、钱币、日用品等	钱币、饰品（代替银）等	制造飞机、汽车，用做建筑材料等

考虑物质的用途时，还需要考虑资源、生产成本与价格、安全性与稳定性、废料的回收及对环境的影响等多种因素。

小知识

金饰品常注明 ××K 金。K 是金的纯度指标。24K 表示含金量达 99.9% 以上，18K 表示含金量达 75% 以上，14K 表示含金量达 58.3%。现在还有纯度达 99.99% 的被称做千足金。



图 10-2　金砖



图 10-3　后母戊鼎

后母戊鼎是我国迄今考古发现的最大青铜器，制造于商朝后期。该鼎高 1.33 m，口长 1.12 m，口宽 0.79 m，重 832.84 kg。

拓展阅读

钛和钛合金

钛具有银白色金属光泽，密度为 4.5 g/cm^3。熔、沸点很高（熔点 1 725 ℃，沸点 3 260 ℃）。钛特别抗腐蚀，在海水中长期浸泡后，仍光亮如初。

钛可形成许多有特性的合金。铌钛合金可以用做超导材料。钛及其合金可用于制造人造骨骼等。钛合金的强度大于钢，密度却小得多。目前钛年产量的 3/4 用于制造飞机部件，其余主要用于制造火箭、人造卫星、宇宙飞船、舰船及海底建筑，等等。

地壳中，钛的含量居金属元素的第七位，是铜、铅、锌、锡四种金属储量总和的 20 倍。我国的钛资源得天独厚，仅四川攀枝花的钒钛磁铁矿中，钛的储量就接近国外已探明储量的总和，有良好的发展前景。



图 10-4　金属钛用于制造飞机

本节收获

- 了解了几种常见金属的物理性质。
- 知道了纯金属与合金的联系和区别。
- 了解了金属材料在生产和生活中的用途。



练习与应用

1. 下列有关金属的说法中，不正确的是（　）。

A．纯铁质地软，不可用来制造机械　　B．钢的含碳量高于生铁的含碳量

C．锌、铝表面都有层致密的氧化物薄膜　　D．铜的导电性在金属中仅次于银

2. 下列物质中硬度最大的是（　）。

A．铜　　B．铝　　C．铁　　D．银　　E．金

3. 金属是生产与生活中的重要材料。

（1）下列铁制品的用途中，利用金属导热性的是_____（填序号）。






A．铁锤　　B．铁锅　　C．铁丝　　D．水龙头

（2）利用新技术能将不锈钢加工成柔软的金属丝，用棉纤维和不锈丝可以编织成防辐射的服装，这是利用了金属的_____（填序号）。

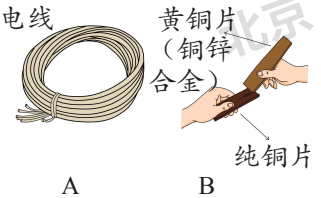
A．耐腐蚀性　　B．导电性　　C．导热性　　D．延展性

（3）铝合金材料中的铝是通过电解氧化铝得到的，请写出该反应的化学方程式_____，为使氧化铝更易离解需加入一种助熔剂——冰晶石，其化学式为 Na_3AlF_6，其中氟元素的化合价为_____。

（4）金属材料在生活、生产中应用十分广泛。

①图 10-5A 是金属的一个应用实例，请说出利用了金属的什么物理性质_____（答出一点即可）。

②已知较硬金属可在较软金属表面刻画，并留下痕迹。图 10-5B 是两块金属片相互刻画后，在纯铜片上有明显的划痕。该实验现象说明_____。



A　　B

图 10-5

第二节　金属的化学性质

金属元素的原子最外层电子数一般小于 4，容易失去电子，表现了金属间化学性质的相似性；但是由于原子结构并不完全相同，不同金属和同一物质发生反应时可以出现产物不同、价态变化不同和反应难易程度不同等现象，表现了金属间化学性质的差异性。

一、金属与氧气的反应

我们曾经学习过镁、铁与氧气的反应，那么其他金属与氧气反应的难易程度是怎样的呢？

活动 · 探究

【探究目的】铜与氧气的反应。

【探究操作】

1. 取一小块铜片观察，在天平上称量，铜片的质量为_____g。

2. 用坩埚钳夹持称量后的铜片，在酒精灯火焰上加热，实验现象为_____，该反应的化学方程式为_____。

3. 将反应后的固体冷却，称量其质量为_____g。

【思考讨论】

1. 反应前后铜片的质量有变化吗？为什么？

2. 有人说铜片表面的变化是被熏黑的，你同意吗？请设计实验证明你的观点。

在加热条件下，亮红色的铜表面变成了黑色。这是由于加热时，铜与空气中的氧气反应，生成黑色的氧化铜。

$$2Cu + O_2 \xlongequal{\triangle} 2CuO$$

钠、镁、铝在常温下就能与氧气反应，铁和铜在加热至较高温度时能与氧气反应，而金即使在高温下也不能与氧气发生反应。实验事实表明，钠、镁、铝是比较活泼的金属，铁、铜次之，金是最不活泼的金属。

二、金属与酸的反应

活动 · 探究

【探究目的】比较镁、锌、铁、铜四种金属的活动性。

【猜想假设】根据日常生活经验及化学知识的学习，你认为金属是否都能与盐酸或稀硫酸反应？_____。

【探究操作】

1. 取四支试管分别加入镁条、锌粒、铁丝和铜丝，然后各加入约 5 mL 相同浓度的稀盐酸，观察现象，分析并判断反应后生成什么气体。

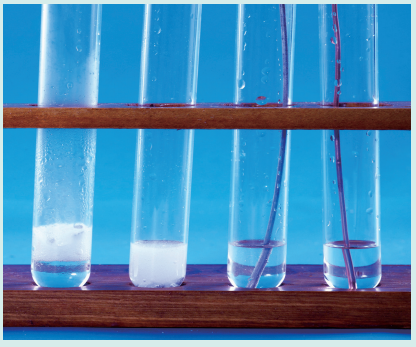


图 10-6　分别向盛有镁条、锌粒、铁丝和铜丝的四支试管中加入稀盐酸

金属	实验现象	反应的化学方程式
镁		
锌		
铁		
铜		
反应的剧烈程度 _____。		

2. 将稀盐酸换成稀硫酸，重复以上实验，并记录现象。

【思考讨论】

1. 哪些金属能与盐酸、稀硫酸发生化学反应？哪些金属不能与盐酸、稀硫酸发生化学反应？能反应的，剧烈程度有何差异？

2. 对于上述实验中能发生的反应，从反应物和生成物的类别分析，这些反应与前面学过的化合反应和分解反应有什么不同？

上述实验中，镁、锌和铁都分别能与盐酸或稀硫酸反应，生成氢气；铜与盐酸或稀硫酸均不反应。因此，根据能否与稀硫酸反应产生氢气，可将金属分为两类。

$$\begin{aligned} Mg + 2HCl &= MgCl_2 + H_2\uparrow \\ Zn + 2HCl &= ZnCl_2 + H_2\uparrow \\ Fe + 2HCl &= FeCl_2 + H_2\uparrow \end{aligned}$$

单质　化合物　　化合物　单质

$$
\begin{array}{llllll}
Mg & + & H_2SO_4 & = & MgSO_4 + H_2\uparrow \\
Zn & + & H_2SO_4 & = & ZnSO_4 + H_2\uparrow \\
Fe & + & H_2SO_4 & = & FeSO_4 + H_2\uparrow
\end{array}
$$

单质　化合物　化合物　单质

上面几个反应的特点是：一种单质与一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物。我们把这种由一种单质与一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应叫做置换反应（displacement reaction）。

由以上实验可以看出：在相同条件下，镁和盐酸或稀硫酸的反应最剧烈，锌、铁次之，而铜不发生反应。所以，金属能否与酸发生置换反应以及反应的剧烈程度如何，是由金属的化学性质决定的。这四种金属的活动性由强到弱的顺序是：镁 > 锌 > 铁 > 铜。

科学方法

归纳法

归纳论证是一种由个别到一般的论证方法。它通过许多个别的事例或分论点，归纳出它们所共有的特性，从而得出一个一般性的结论。归纳法所得结果也可以成为分类法的基础。

三、金属与金属化合物溶液的反应

活动 · 探究

【探究目的】铁、铜两种金属与硫酸锌、硫酸铜、硝酸银三种溶液之间能否反应？反应的规律是什么？

【猜想假设】

能反应的是_____。

不能反应的是_____。

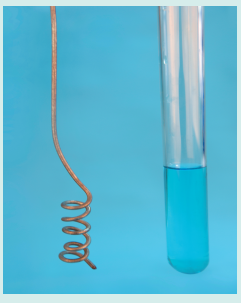




图 10-7　铁与硫酸铜溶液的反应

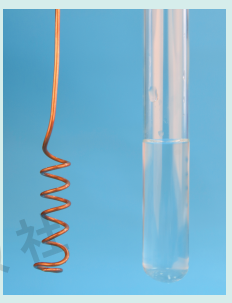




图 10-8　铜与硝酸银溶液的反应

【探究操作】

1. 将铁丝分别放入硫酸锌溶液、硫酸铜溶液、硝酸银溶液中。

2. 将铁丝换为铜丝重复上述实验。

反应物	实验现象	分析与结论
①铁丝与硫酸锌溶液		
②铁丝与硫酸铜溶液		
③铁丝与硝酸银溶液		
④铜丝与硫酸锌溶液		
⑤铜丝与硫酸铜溶液		
⑥铜丝与硝酸银溶液		

【思考讨论】

1. 上述哪些物质间能发生反应？它们反应的化学方程式的特点是什么？它们属于哪种反应类型？

2. 通过上述实验，你能得出铁、锌、铜、银的金属活动性顺序吗？

人们通过长期的、大量的实验探究过程，归纳总结出：较活泼的金属一般能把较不活泼的金属从其溶液里置换出来，并总结出了常见金属在溶液中的活动性顺序：

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



图 10-9　金属在溶液中活动性由强逐渐减弱

金属活动性顺序在工农业生产和科学研究中有重要的应用，利用金属活动性顺序表可作出如下判断：

1. 金属活动性顺序表中，金属的位置越靠前，它的活动性就越强。

2. 在金属活动性顺序表里，H 之前的金属能与盐酸、稀硫酸反应生成氢气，H 之后的金属不与盐酸、稀硫酸反应。

3. 在金属活动性顺序表里，排在前面的金属能把排在后面的金属从其化合物溶液中置换出来（K、Ca、Na 除外[①]）。

① K、Ca、Na 首先与金属化合物溶液中的水发生反应，故不能将金属从其化合物溶液中置换出来。

本节收获

✓知道很多金属具有相似的化学性质。它们能与氧气、酸、金属化合物溶液反应。

✓知道了金属活动性顺序，并初步学会应用金属活动性顺序表判断置换反应能否发生。



练习与应用

1. 下列物质不能由金属和酸反应直接制得的是（　）。

A．$FeSO_4$　　B．$ZnSO_4$　　C．$AgCl$　　D．$AlCl_3$

2. 下列属于置换反应的是（　）。

A．$Ca(OH)_2+CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$　　B．$NH_4HCO_3 \xlongequal{\triangle} NH_3\uparrow + H_2O + CO_2\uparrow$

C．$CO+CuO \xlongequal{\triangle} Cu + CO_2$　　D．$C+2CuO \xlongequal{高温} 2Cu + CO_2\uparrow$

3. X、Y、Z 三种金属，将 Y、Z 分别放入稀硫酸中，Y 溶解，Z 不溶解；将 Z 放入 X 的盐溶液中，Z 表面有 X 析出，则三种金属的活动性由强到弱的顺序是（　）。

A．X ＞ Y ＞ Z　　B．Y ＞ Z ＞ X　　C．Y ＞ X ＞ Z　　D．Z ＞ Y ＞ X

4. 有 A、B、C、D 四种金属。已知 C、D 与稀硫酸能发生置换反应，而 A、B 不能；向 B 的盐溶液中投入 A 单质，有 B 析出；在 C、D 的盐溶液中分别放入锌粒时，前者能析出 C，后者不发生反应。则 A、B、C、D 的活动性顺序是（　）。

A．A ＞ B ＞ C ＞ D　　B．D ＞ C ＞ B ＞ A

C．D ＞ C ＞ A ＞ B　　D．B ＞ A ＞ C ＞ D

5. 把锌片放入下列物质的溶液中，溶液的质量增加且无气体产生的是（　）。

A．$CuSO_4$　　B．$MgSO_4$　　C．H_2SO_4　　D．$AgNO_3$

6. 向 KNO_3、$AgNO_3$、$Cu(NO_3)_2$ 的混合溶液中：（已知 HCl 与 $AgNO_3$ 溶液反应生成 AgCl 白色沉淀），进行以下操作：

（1）若加入过量的锌，充分反应后过滤，滤纸上有_____。

（2）若加入一定量的锌，充分反应后过滤，滤液中加入盐酸，有白色沉淀，则滤纸上有_____，滤液中金属离子有_____。

（3）若加入一定量的锌，充分反应后过滤，滤液中加入盐酸，无白色沉淀生成，则滤纸上一定有_____，可能有_____。

第三节　金属的冶炼与防护

我国利用陨铁锻造兵器和各种工具的历史，可追溯至殷商时代。如我国中原地区就曾出土过殷商时期的铁制兵器；在春秋战国初期人们就已经掌握冶铁技术，开始较大规模地生产和使用铁器。在相当长的一段历史时期内，我国钢铁的生产技术处于世界领先地位。

史实在线

我国古代先进的冶金技术

中国古代铜、钢铁、金、银、锡、铅、锌、汞等金属的冶炼技术在当时均居于世界的前列。中国古代的冶金技术，特别是秦汉以后的钢铁冶炼技术及其产品，不断向外输出，对亚洲各国产生很大影响。中国生铁（铸铁）的发明，大约比欧洲早 1 000 多年。英国学者李约瑟认为，欧洲的铸铁技术是在 11 或 12 世纪由中国传去的。

据《天工开物》记载，古代把铅与含银的矿物（Ag_2S）混合加热后，铅使硫化银还原成银，并形成熔融矿团。因银的密度比较小，浮于上层，再把铅、银分离，即可得到纯银。此法称为“沉铅结银”。

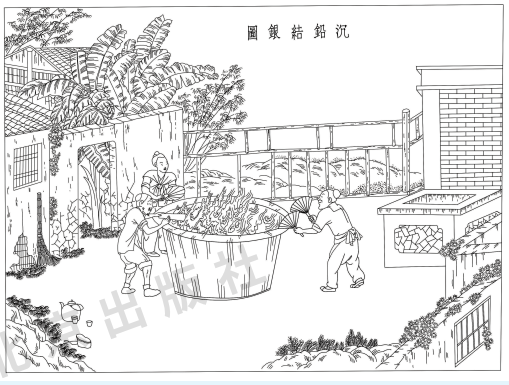


图 10-10　沉铅结银（明代宋应星《天工开物》）

使金属矿物变成金属的过程，叫做金属的冶炼。冶炼金属的方法有火法（碳还原法）及电解法。此外，还有少数金属可以通过氧化物或硫化物的直接热分解得到。如加热氧化汞可以得到金属汞；电解熔融氯化钠可以得到金属钠；在加热条件下，用碳或氢气还原氧化铜可得到金属铜。这一节我们将主要学习自然界中分布广泛，最为重要的金属铁的冶炼。

一、铁的冶炼

自然界存在多种含铁物质，铁是以化合态形式存在于地壳中。

常用来炼铁的铁矿石有赤铁矿（主要成分是 Fe_2O_3）、磁铁矿（主要成分是 Fe_3O_4）、菱铁矿（主要成分是 $FeCO_3$）等。

小知识

天安门城墙及故宫里的围墙所用的红色颜料叫“铁红”，其主要成分是 Fe_2O_3。



图 10-11　用“铁红”粉刷的天安门城墙



赤铁矿石



磁铁矿石



菱铁矿石

图 10-12　常见的铁矿石

活动 · 探究

【探究目的】认识一氧化碳还原氧化铁的原理。

【仪器药品】一氧化碳、氧化铁、澄清的石灰水、酒精喷灯①、硬质玻璃管②、铁架台、导管、单孔橡皮塞、双孔橡皮塞、试管、酒精灯。

① 酒精喷灯：能比一般酒精灯产生更高温度的实验室用加热仪器。

② 硬质玻璃管：由硬质玻璃制成的玻璃管，可以比一般玻璃管承受更高的温度，但不耐受骤冷。

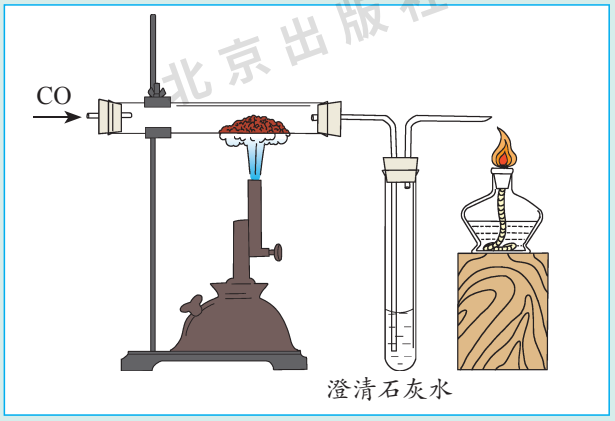


图 10-13　一氧化碳还原氧化铁的实验

【探究操作】

1. 按照图 10-13 所示连接好装置，并检验气密性。

2. 开始实验。

（1）先通入一氧化碳片刻，再点燃尾气处的酒精灯。

（2）点燃酒精喷灯，对氧化铁进行加热。

3. 停止实验。

（1）熄灭酒精喷灯，停止加热，并继续通入一氧化碳。

（2）待玻璃管冷却后，停止通入一氧化碳，熄灭尾气处的酒精灯。

【探究结论】_____。

【思考讨论】

1. 为什么开始实验时要先通入一氧化碳，实验结束时，最后一步撤掉一氧化碳？

2. 反应前后玻璃管中的固体物质颜色有什么变化？怎样检验有铁生成？

3. 为什么要对尾气进行点燃处理？

工业上炼铁的主要反应原理是：在高温下，用一氧化碳与铁的氧化物发生反应，使铁被还原出来：

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

工业炼铁是一个复杂的过程。将原料铁矿石、焦炭和石灰石[①]按一定比例分

① 炼铁时加入的石灰石起造渣作用，目的是使铁矿石中熔点很高的脉石（其主要成分是二氧化硅）形成炉渣而与铁水分离。



图 10-14　古代冶铁



图 10-15　炼铁高炉

层加入高炉（炼铁炉）中，再由高炉下部吹入热空气，使炉内产生高温和一氧化碳。一氧化碳在高温下可以把铁矿石中的铁还原出来。被还原出来的液态铁积累到一定程度后，由炉底放出。

实际生产时，高炉炼出的铁是生铁，大部分生铁用于炼钢。炼钢的原理是：高温下，用氧气把生铁中过量的碳和其他杂质，分批氧化成气体或炉渣而除去。图 10-16 左图邮票画面以《天工开物》中记载的古代冶炼过程为背景，以我国出土的最早的铁质农具为主图，说明我国冶金历史的悠久，并生产出农耕所用的铁质农具；图 10-16 右图画面以宝山钢铁公司的厂房为背景，描绘了转炉炼钢的生动场面。



图 10-16　邮电部为纪念我国钢产量突破 1 亿吨而发行的邮票（1996 年）

1949 年，我国的钢产量只有 15.8 万吨，居世界第二十六位。1996 年，我国钢产量突破 1 亿吨。2011 年，我国钢产量已达到 6.8 亿吨，居世界首位。但目前我国在特殊钢材的生产上与世界还有一定的差距，每年还需要进口大量钢材。为此，我国在“十二五”期间提出要进一步发展特殊钢材生产目标。

二、金属的腐蚀与防护

交流分享

1. 请你收集有关钢铁锈蚀造成经济损失的资料，与同学交流。

2. 找一找你身边生锈的钢铁制品，观察铁锈的颜色、状态，并调查钢铁制品在什么环境中最容易被腐蚀。

日常生产和生活中离不开金属材料，但是据有关资料报道，现在世界上每年因腐蚀而损失的金属材料和设备相当于其年产量的 1/4 左右。因此，金属抗腐蚀技术已成为科学研究的重要课题。



图 10-17　锈蚀的铁制品

活动 · 探究

【探究目的】探究铁钉生锈的条件；体验条件对物质发生化学变化的重要作用。

【猜想假设】铁钉生锈的条件是_____。

【探究操作】可参考图 10-18 的实验方案进行实验操作：

1. 在第①支试管中加入少量氯化钙[①]，放入一根铁钉，塞紧试管口。

2. 在第②支试管中放入一根铁钉，加入经煮沸并迅速冷却的蒸馏水浸没铁钉，再注入植物油，在水面上形成油层。

3. 在第③支试管中放入一根铁钉，加入少量蒸馏水使铁钉的一部分浸在水中。

4. 连续一周定时对三支试管进行观察并记录现象。



①　②　③

图 10-18　铁钉锈蚀条件的比较

【探究结论】铁钉生锈的条件是_____。

【思考讨论】

1. 第①支试管中为什么要放入氯化钙？第②、第③支试管中为什么要使用经过煮沸且迅速冷却的蒸馏水？

2. 通过上面对铁钉锈蚀条件的实验探究，你认为引起铁钉生锈的条件是什么？实验依据是什么？

3. 通过铁钉锈蚀的实验，你对防止铁制品锈蚀有什么想法？

4. 请你再设计一个实验，探究铁生锈的条件。

① 氯化钙可吸收空气中的水蒸气，起干燥作用。

钢铁制品的腐蚀过程，是一个复杂的化学反应过程。钢铁由铁、碳等元素组成，与空气中的氧气、水等反应而被腐蚀。钢铁表面生成的铁锈（主要成分是 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$）表面疏松多孔，不能阻碍内部的铁与氧气、水蒸气等接触，最终导致钢铁全部被腐蚀。

课外实践

将两团棉花分别用凉开水和食盐水浸湿，再分别包住一根铁钉。保持棉花湿润，连续观察一周铁钉的腐蚀情况。

了解了钢铁生锈的条件，只需设法使钢铁制品与水和氧气隔绝，就可以阻止锈蚀的发生。因此，不难想到，最简单的防止铁生锈的方法就是保持钢铁制品表面光洁干燥。此外，在其表面形成保护层，如涂油、喷漆、喷一层搪瓷及镀上一层耐磨、耐腐蚀的金属层（如铬）等也可以防止锈蚀。另外，还可加入合金元素制成不锈钢，增强钢铁的抗腐蚀能力。

金属制品使用过程中的新旧更替是必然的，由于金属制品的腐蚀、损坏和自然淘汰，每年都有大量的废旧金属产生。随意弃置废旧金属，可造成环境污染。如废弃电池中含有铅、镍、镉、汞等，既带来环境污染又浪费了有限的金属资源。而回收 1t 废钢铁可炼得好钢 0.9 t，与用矿石冶炼相比，可节约成本 47%，同时还可减少空气污染、水污染和固体废弃物的排放。因此，树立可持续发展的观念、加强垃圾的分类处理、回收并循环利用废旧金属有着巨大的经济效益和社会效益。

课外实践

1. 调查本地金属矿物的开采和金属利用情况，提出有关建议。

2. 收集有关钢铁锈蚀造成经济损失的资料，设计实验探究锈蚀的条件，讨论防止锈蚀的方法。

本节收获

- 知道了一些常见金属矿物。
- 知道了可用铁矿石炼铁，并了解其化学原理。
- 知道了钢铁生锈的条件及防护方法。
- 学会了利用控制实验条件对化学问题进行探究的方法。

练习与应用

1. 下列生活现象中，存在化学变化的是（　）。

A．海水晒盐　　B．铁器生锈　　C．灯泡发光　　D．冰雪融化

2. 钢铁工业是国家工业的基础。下列关于防止钢铁生锈的措施中，不正确的是（　）。

A．对铁制品表面经常用水冲洗　　B．铁制品表面涂上一层油漆

C．给铁制品表面镀上一层金属薄膜　　D．保持铁制品表面洁净干燥

3. “垃圾是放错了位置的资源”，应该分类回收。生活中废弃的铁锅、铝制易拉罐、铜导线等可以归为一类加以回收，它们属于（　）。

A．单质　　B．混合物　　C．金属或合金　　D．氧化物

4. 选择铸造硬币的材料不需要考虑的因素是（　）。

A. 金属的导电性　　B. 金属的耐腐蚀性

C. 金属的密度　　D. 金属价格与硬币面值的吻合度

5. 小华测定 Cu–Zn 合金及 Cu–Ag 合金中铜的质量分数，实验室只提供一瓶未标明质量分数的稀盐酸和必要的仪器。

（1）你认为能测出其中铜的质量分数的是_____合金。

（2）小华取该合金的粉末 65 g 与足量稀盐酸充分反应，经测定，产生了 0.4 g 气体，请求出该合金中铜的质量分数。

（3）若想测出该稀盐酸的质量分数，实验时必须提供和测出的数据是_____（填序号）。

A．参加反应的合金质量　　B．参加反应的稀盐酸的质量

C．参加反应的稀盐酸的体积和密度　　D．产生气体的质量

6. 自行车是常用的代步工具，因为长期在室外使用，容易生锈，现就这个问题进行探讨。

（1）工厂在设计和生产过程中，已经考虑到生锈的问题，做了许多特别的设计，请举出两例_____，_____。

（2）自行车链条是最易生锈的部件，工厂在生产链条时，已经在表面做了烤蓝（在表面生成一种致密的四氧化三铁氧化膜），这样处理的目的是_____。即便这样，在使用时仍然会有生锈的问题，你有什么好的办法解决（减轻）链条生锈的问题？_____。

（3）钢铁生锈后如不及时除去，锈蚀会越来越严重，主要原因是_____。

（4）随着现代科技的发展，出现了质量轻、结实耐用、不生锈的自行车，制造自行车的材料也是多种多样，如碳素纤维（由碳原子构成的纤维）、铝镁合金、钛合金等，请选择一种材料说出它的优点_____。

7. 用 2 000 吨含氧化铁 80% 的赤铁矿石，理论上可以炼出含铁 96% 的生铁多少吨？

金属的物理性质和化学性质

我们已经了解不同种金属的颜色、硬度等物理性质，以及不同金属的活动性不同的化学性质。活泼的金属能与盐酸或稀硫酸反应放出氢气，较活泼的金属能将较不活泼的金属从其化合物溶液中置换出来。

实验目标

1. 通过对不同金属的观察与实验，进一步了解金属的一些物理性质。

2. 通过不同金属与盐酸或稀硫酸能否反应以及反应的剧烈程度、金属与化合物溶液反应的情况，学习判断金属活动性强弱的方法。

3. 学习用对比的方法观察实验，分析实验现象。

实验用品

铜丝、铁丝、镁条、稀盐酸（或稀硫酸）、硫酸锌溶液、硫酸铜溶液、硝酸银溶液。试管、镊子、酒精灯、火柴、砂纸、电池、导线、灯泡。

为什么在实验开始时要用砂纸将三种金属打磨光亮？

实验步骤

1. 金属的物理性质。

（1）用砂纸分别将铜丝、铁丝和镁条打磨，观察。

（2）用双手试着弯曲铁丝。

（3）将一根铁丝插入一蜡烛中，点燃酒精灯，对铁丝的另一端加热，观察蜡烛的变化。

（4）用两根导线分别连接电池的正负两极，一端连接一个小灯泡，另一端连接一根铁丝，铁丝连接灯泡，观察。

2. 请你设计实验，探究铜、铁、锌的金属活动性顺序。

[猜想与假设]

铜、铁、锌的金属活动性顺序是_____。

[实验探究]

实验步骤	实验现象	实验结论

[反思与评价]_____。

3. 记录以上实验的操作步骤、现象，整理实验用品，撰写实验报告。

本章收获了

1 金属的物理性质：金属一般具有光泽，有良好的导热性、导电性、延展性。

2 金属的化学性质：
- 与氧气反应，如_____
- 与酸反应，如_____
- 与金属化合物溶液反应，如_____

3 金属与某些其他金属或非金属加热熔合可以制得合金，生铁和钢是重要的合金。合金通常比纯金属具有更广泛的用途。

4 铁与铁的合金。

- 铁与铁的合金
  - 我国钢铁工业的发展
  - 性质
    - 物理性质
    - 化学性质
  - 铁的合金
    - 生铁
      - 成分：_____
      - 分类
      - 冶炼：_____
    - 钢
      - 成分：_____
      - 分类
      - 冶炼：除去生铁中过量的碳和其他杂质

5 金属的腐蚀与防护。

金属腐蚀的条件：_____

防护金属腐蚀的方法：_____

6 金属活动性顺序。

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

金属活动性逐渐减弱

金属活动性顺序表用于对金属间的置换关系，以及金属能否与酸发生反应进行判断。

7 合理开发和利用金属资源，注意对金属进行回收处理。

巩固与自测

一、选择题

1. 下列常见的材料中，属于金属材料的是（　）。

A．陶瓷　　B．玻璃钢　　C．青铜　　D．聚乙烯塑料

2. 金属钛有银白色金属光泽，密度为 4.5 g/cm^3，熔点为 1 725 ℃，具有良好的延展性和耐腐蚀性。下列不能用钛制作的是（　）。

A．保险丝　　B．医疗器械　　C．潜艇外壳　　D．眼镜架

3. 铝、铜、锡、铁等金属本质上的共同点是（　）。

A．都具有银白色的金属光泽

B．熔点都很高

C．密度、硬度都很大

D．都具有良好的延展性、导电性、导热性

4. 世界卫生组织确认铝元素对人体健康有害，下列用途或做法你认为合理的是（　）。

A．用铝锅长时间盛放菜肴

B．用铝合金制作飞机的机壳

C．炸油条的过程中加入明矾 [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$]

D．真空食品用铝箔长久包装

5. 铝、铁、铜、银四种金属导电性依次增强的是（　）。

A．铝、铜、银、铁　　B．银、铁、铜、铝

C．铝、铜、铁、银　　D．铁、铝、铜、银

6. 生铁和钢在组成上的主要区别在于（　）。

A．含杂质种类不同　　B．含碳量多少不同

C．机械加工性能不同　　D．耐腐蚀性不同

7. 下列说法中正确的是（　）。

A．合金一定是由几种金属一起熔合而成的

B．一种单质跟一种化合物的反应一定是置换反应

C．硫酸亚铁、氯化亚铁的溶液都是浅绿色的

D．铁锈的主要成分是四氧化三铁

8. 要使 232 g 四氧化三铁完全转变为铁需要一氧化碳（　）。

A．28 g　　B．56 g　　C．84 g　　D．112 g

9. 有等质量的下列金属：①铁、②镁、③铝、④锌，与足量的稀硫酸发生反应，按生成氢气的质量由大到小可将金属排列为（　）。

A．①②③④　　B．③②①④　　C．④①②③　　D．②④①③

二、填空题

10. 人们的日常生活离不开金属，高科技新材料的开发和应用也需要金属。

（1）地壳中含量最高的金属元素是_____。

（2）金属可用来制电线、炊具，表明金属具有的物理性质有_____。

（3）日常使用的金属材料多数属于合金。下表列出了一些常见合金的主要成分和性能。

合金	合金的主要性能	主要成分	纯金属的性能
焊锡	熔点 183 ℃	锡、铅	锡：熔点 232 ℃；铅：熔点 327 ℃
硬铝	强度和硬度好	铝、铜、镁等	硬度小，质软
不锈钢	抗腐蚀性好	铁、铬、镍等	纯铁抗锈蚀性能不如不锈钢

由上表可以推断，与组成合金的纯金属相比，合金的优点一般有（填序号）_____。

①强度更低　②硬度更高　③熔点更高　④抗腐蚀性能更好

（4）人们每年要从金属矿物资源中提取数以亿吨计的金属。根据所学化学知识，按要求写出两个生成金属的化学方程式：

①_____（置换反应）；

②_____（分解反应）。

三、实验题

11. 根据图 10-19 回答问题。

（1）写出标有序号的仪器名称：a_____；b_____。

（2）CO 和 Fe_2O_3 均属于（填序号）_____。

①单质　②氧化物　③酸　④碱　⑤盐

（3）澄清石灰水中可观察到的现象：_____。

（4）点燃酒精灯的目的是_____。

（5）高温条件下此反应的化学方程式是_____。

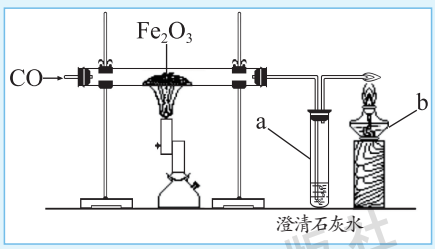


图 10-19

四、计算题

12. 冶炼 1 000 t 含杂质 2.5% 的生铁，需含 Fe_3O_4 85% 的磁铁矿多少吨？



第11章 酸与碱

提到“酸”和“碱”，相信你并不陌生。它们是化合物家族中的两类重要物质。在本章学习中，我们将选取几种常见的酸和碱，研究其组成与性质的联系，感受酸和碱多姿多彩的化学世界。

本章将学到

- ★ 溶液酸碱性的检验方法
- ★ 溶液酸碱度和 pH
- ★ 常见酸碱的性质和用途
- ★ 酸碱度对生命活动的影响

北京出版社

第一节　对酸碱的初步认识

提起“酸”，在生产、生活和以往学习中已经频繁接触到：食醋中的醋酸（CH_3COOH）、酸牛奶中的乳酸、柠檬中的柠檬酸以及实验室常用的盐酸（HCl）、硫酸（H_2SO_4），等等。你可能从物质名称中没有直接“发现”碱，其实石灰水中含有的氢氧化钙和“强力去污粉”中含有的氢氧化钠都属于碱。现在，我们就从识别方法和组成特点上来认识常见的酸和碱。

一、酸与碱的识别

最初，人们对酸、碱的认识和判断主要依靠味觉和触觉，如酸一般有酸味，碱一般有滑腻感。酸碱指示剂的发现使人们对酸或碱的识别更加客观和规范。

我们已经知道二氧化碳与水反应生成了碳酸，所以能使紫色石蕊溶液变成红色。石蕊和酚酞是常用的酸碱指示剂（简称指示剂），它们能与酸或碱的溶液起作用而显示不同的颜色。

史实在线

酸碱指示剂的发现

和科学上的许多发现一样，酸碱指示剂的发现也是一种偶然中的必然。



图 11-1　紫罗兰花

300 多年前，英国科学家波义耳（Robert Boyle，1627—1691）在倾倒盐酸时，不小心把盐酸溅到紫罗兰花上，他意外地发现紫罗兰的颜色变红了。波义耳没有放过这一偶然的发现，他认为：可能是盐酸使紫罗兰变红的。于是，他把紫罗兰的花瓣放到几种不同的稀酸中，结果现象完全相同。由此他推断，酸能使紫罗兰变红。偶然的发现，激起了科学家的求知欲望，他又用其他花瓣反复进行实验，从而发现了酸碱指示剂。这成为一种辨别物质酸碱性的定性方法，进而被运用于酸碱的定量分析中，成为指示反应终点的一种试剂。为了适应不同的反应体系，指示剂的种类与数量发展很快，而且大多数是化学合成的。

活动 · 探究

【探究目的】常见酸、碱与指示剂的作用。

【猜想假设】紫色石蕊溶液遇酸会变成_____色，例如_____；无色酚酞溶液遇碱会变成_____色，例如_____。

【探究操作】取 5 支试管，分别加入 1~2 mL 如下酸溶液和碱溶液，加入几滴紫色石蕊溶液；同样，向另 5 支试管的酸溶液和碱溶液中滴加酚酞溶液。记录实验现象。

酸碱溶液	加入紫色石蕊溶液	加入无色酚酞溶液
稀盐酸		
白醋		
稀硫酸		
石灰水		
氢氧化钠溶液		

【探究结论】_____。

紫色石蕊溶液遇到酸溶液变成红色，遇到碱溶液则变成蓝色；无色酚酞溶液遇到酸溶液仍为无色，遇到碱溶液则变成红色。

二、酸与碱的组成

观察以上常见酸、碱的化学式，可初步归纳出它们组成上的特点。盐酸（HCl）、硫酸（H_2SO_4）的组成中都含有氢和酸根，属于同一类化合物——酸（acid）。氢氧化钠（NaOH）、氢氧化钙 [$Ca(OH)_2$] 的组成中都含有金属元素和氢氧根，属于另一类化合物——碱（base）。

拓展阅读

酸与碱溶液中的微粒

酸与碱溶液中的微粒是以分子还是离子形式存在的呢？如图 11-2 进行物质的导电性实验。当接通电源时，如果灯泡亮则说明被试验物质能导电，否则说明该物质不导电或难导电。



图 11-2　检测酸和碱溶液的导电性

试验物质及现象如下表所示。

试验物质	蒸馏水	盐酸	稀硫酸	NaOH 溶液	石灰水
小灯泡	不亮	亮	亮	亮	亮

实验证明，酸、碱溶液能导电，说明存在能自由移动的带电微粒。研究表明，HCl 在水溶液中是以 H^+ 和 Cl^- 存在的（如图 11-3）；NaOH 在水溶液中是以 Na^+ 和 OH^- 存在的。事实上，盐酸、硫酸等酸的水溶液中都存在相同的 H^+ 及不同的酸根离子，如 Cl^-、SO_4^{2-}；氢氧化钠、氢氧化钙等碱的水溶液中都存在相同的 OH^- 及不同的金属离子，如 Na^+、Ca^{2+}①。

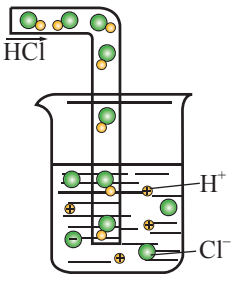


图 11-3　盐酸的微粒示意图

三、溶液酸碱度——pH

为更准确地衡量溶液酸碱性强弱程度，化学家用 pH②定量表示溶液的酸碱度。在通常条件下，pH 的范围在 0~14 之间，pH=7，溶液显中性；pH ＜ 7，溶液显酸性，pH 越小，溶液酸性越强；pH ＞ 7，溶液显碱性，pH 越大，溶液碱性越强。在常温条件下，纯水的 pH 为 7，显中性。

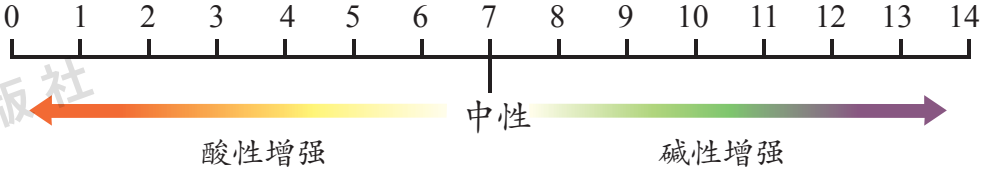


图 11-4　pH 与溶液酸碱性的关系

活动 · 探究

【探究目的】用 pH 试纸测定不同溶液的酸碱度。

【猜想假设】根据 pH 试纸显色不同，可知溶液的酸碱度。

【探究操作】取一小段 pH 试纸，用玻璃棒蘸取少许待测液，滴在 pH 试纸上，将其与标准比色板对照，读取 pH 数值。


图 11-5　pH 试纸及标准比色板

① 因为纯水是电的不良导体，在电解水实验中，加入少量酸、碱（以及可溶于水的盐类）溶液可以改变其导电性。

② pH 的数值是由溶液中 H^+ 浓度决定的。pH 越大，说明溶液中 H^+ 浓度越小；pH 越小，说明溶液中 H^+ 浓度越大。

试验物质	盐酸	石灰水	柠檬汁	茶水	自来水	食醋	肥皂水	食盐水
pH								

【探究结果】

根据以上试验物质的 pH 得出：酸性最强的物质是_____，碱性最强的是_____，接近中性的是_____。

以上实验和分析说明，不仅酸碱的水溶液有一定酸碱度，大部分溶液都有一定的酸碱度。实际上，生命活动、工业生产等都和溶液酸碱度有关。



图 11-6　常见酸碱指示仪

当土壤的酸碱度高于或低于农作物正常生长的 pH 时，农作物会停滞生长甚至枯死。所以，配制无土栽培营养液时，必须控制 pH 的范围。



马铃薯 4.8~6.0　　茄子 6.8~7.3　　蚕豆 7.0~8.0

图 11-7　适合农作物正常生长的 pH 范围

人体血液的正常 pH 是 7.35~7.45，当血液的 pH 超过或低于正常范围时，就会出现不适症状。例如，当人体的 pH 低于 7.35 时，可能会出现酸中毒。图 11-8 为人体内几种体液或代谢产物的正常 pH 范围。

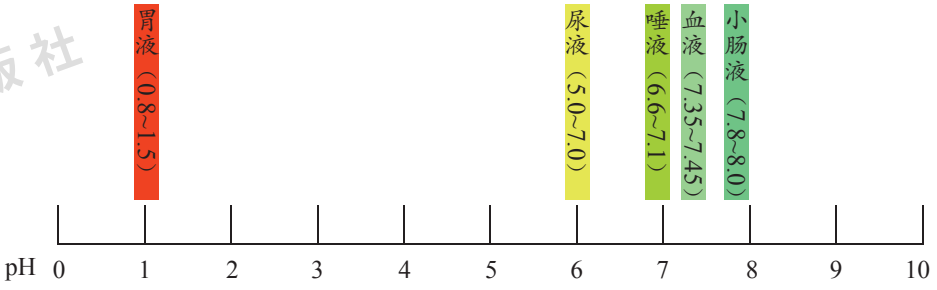


图 11-8　人体内几种体液或代谢产物的正常 pH 范围

雨水因溶解二氧化碳而略显酸性，一般 pH 在 5.6 以上。当雨水溶解了一些大气污染物致使 pH 小于 5.6 时，就称为酸雨。酸雨对环境的影响将在第 13 章中详细介绍。

日用化工产品大都有较严格的 pH 范围要求。例如，洁厕灵需要较强的酸性，否则会影响除垢效果；洗发水一般呈弱酸性，pH 在 5.5~6.5 之间较为适宜，酸性或碱性太强都会损伤发质。

课外实践

自制酸碱指示剂

植物花朵和枝叶之所以五颜六色，与其所含各种有机色素有关。提取这些有机色素，可以做成酸碱指示剂。

选择下表所列植物类材料，捣碎研磨后加入酒精，过滤得到浸出液。将其分别加入酸碱溶液中，观察浸出液颜色的变化。



图 11-9　自制紫甘蓝指示剂

植物样品	紫甘蓝	月季花	红玫瑰	牵牛花	萝卜皮
浸出液颜色					
遇酸时颜色					
遇碱时颜色					

本节收获

✓初步学会用酸碱指示剂识别酸和碱。

✓知道了酸是由氢和酸根组成的；而碱是由金属元素和氢氧根组成的。

✓知道稀溶液的酸碱度可用 pH 表示，并初步学会用 pH 试纸测量溶液酸碱度。

✓认识到溶液的酸碱度对生命活动有一定的影响。



练习与应用

1. 图 11-10 表示的是几种物质的近似 pH，对这些物质的比较和判断中，正确的是（　）。

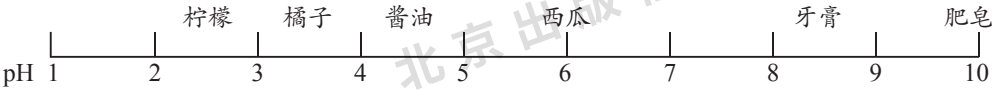


图 11-10

A．橘子的酸性比柠檬强　　B．牙膏和肥皂是碱性的

C．西瓜汁是中性的　　D．牙膏的碱性比肥皂强

2. 将石蕊溶液分别滴入下列物质中，依次呈现蓝、紫、红色的是（　）。

A．稀盐酸、水、氢氧化钠溶液　　B．水、氢氧化钙溶液、稀硫酸

C．氢氧化钠溶液、碳酸、水　　D．石灰水、食盐水、稀盐酸

3. 写出下列物质的化学式，并进行分类。

①碳酸_____；②氢氧化钠_____；③水_____；

④硫酸_____；⑤二氧化碳_____；⑥氧气_____；

⑦氢氧化钡_____。

4. 实践题。

用 pH 试纸检测自家地里或花盆中土壤的 pH，对照网上查阅的资料，确定该土壤的 pH 是否适合植物生长需求。

（操作方法：取少量土壤样品放入玻璃杯中，加入等体积的水，用小木棍充分搅拌，静置，蘸取上层清液滴加在 pH 试纸上，并与标准比色卡比较。）

第二节　几种常见的酸

早在 1663 年，波义耳对酸的性质就作了如下描述：具有酸味、能溶解许多物质、能使石蕊溶液变成红色、与碱作用后酸性消失等。本节将以最常见的盐酸和硫酸为例，通过观察与实验来探究酸的性质。

一、盐酸（HCl）

盐酸是氯化氢气体的水溶液。人的胃液里就含有少量盐酸。盐酸是工业生产的重要原料，广泛应用于食品、电镀、医药、冶金和化学工业中。


味素


电镀


洗涤用品


汽车制造

图 11-11　盐酸的用途

1. 盐酸的物理性质

观察 · 思考

取一瓶浓盐酸，先阅读标签，然后观察其颜色、状态。打开瓶塞，用手小心地扇闻气味（见图 11-12），并观察瓶口的现象。

盐酸中溶质的质量分数	颜色	状态	气味	挥发性


图 11-12　小心扇闻浓盐酸

思考讨论

1. 瓶口的白雾主要成分是什么？
2. 如果浓盐酸长期敞口放置，其溶液中溶质的质量分数可能发生什么变化？

通常状况下，盐酸是一种无色、有刺激性气味、易挥发的液体。实验室常用的浓盐酸中溶质的质量分数约为 37%，有一定的腐蚀性，使用时要注意安全。

2. 盐酸的化学性质

通过前面的学习，我们已经了解了盐酸的一些化学性质。例如，盐酸能使

酸碱指示剂变色，能与石灰石反应制取二氧化碳，能与活泼金属发生置换反应。除此之外，盐酸还有哪些化学性质呢？

活动 · 探究

【探究目的】盐酸与碱的化学反应。

【猜想假设】

向盛有少量稀盐酸的试管中滴加石灰水：

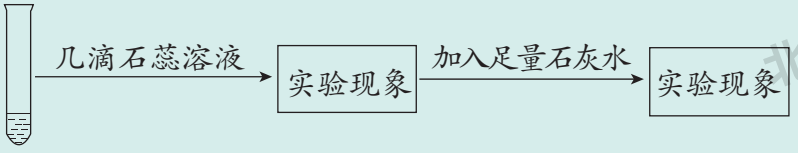
1. 盐酸与石灰水没有发生化学反应。

2. 盐酸与石灰水发生了化学反应，并生成了_____。

【探究操作】

提示：可以借助酸碱指示剂（石蕊和酚酞溶液）。

方案一：



方案二：_____。

方案三：_____。

方案四：_____。

【探究结论】_____。

【思考讨论】

1. 以上四种方案的操作中，哪个方案的实验现象最明显？

2. 除了用酸碱指示剂，还有哪些实验方法可以证明盐酸与石灰水发生了化学反应？

盐酸能与氢氧化钙溶液发生化学反应，由于生成的氯化钙溶于水，反应后溶液仍为无色，需通过其他方法进一步证明。盐酸不仅能与氢氧化钙溶液发生化学反应，还能与氢氧化钠溶液发生形式相似的化学反应。事实上，盐酸能与大部分碱发生化学反应，生成另一种金属化合物——盐[①]和水。

$$2HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O$$

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

① 盐是指由金属元素（或铵根）与非金属元素或酸根原子团组成的化合物。将在第 12 章学习。

在工业生产和生活中，盐酸常用做除锈剂。铁锈的主要成分是 Fe_2O_3。那么，盐酸除铁锈的化学反应原理是什么？



图 11-13　工业除铁锈

活动 · 探究

【探究目的】盐酸除铁锈的化学反应原理。

【猜想假设】盐酸与铁锈反应，可能生成_____。

【探究操作】取一只生锈的铁钉，观察其颜色和状态；放入试管中，倒入适量稀盐酸，过一会儿取出，观察并记录实验现象；再将这只铁钉放回盐酸中，继续观察。

步骤	铁锈的色、态	倒入盐酸后	长时间放置在盐酸中
现象			

【探究结论】_____。

【思考讨论】

1. 在以上实验的全过程中，可能发生了几个化学反应？它们有什么区别？

2. 工业除锈的操作现场明令禁止明火，你了解其中的原因吗？

将锈铁钉放入稀盐酸中，可观察到铁锈逐渐消失，溶液由无色变为黄色。这是因为铁锈与盐酸发生化学反应生成了氯化铁，氯化铁溶液呈黄色。盐酸也可与其他金属氧化物发生形式相似的化学反应，生成盐和水。

$$6HCl + Fe_2O_3 = 2FeCl_3 + 3H_2O$$

联想 · 启示

通过以上的探究，我们对盐酸的化学性质有了更全面的认识。回顾以往学习的相关知识，请归纳一下盐酸有哪些化学性质，举例说明并书写化学方程式。



二、硫酸（H_2SO_4）

硫酸是一种重要的化工原料，广泛应用于炸药、染料、化肥、农药、医药的生产和有色金属冶炼、石油精炼、金属除锈等方面。



图 11-14　硫酸的用途

1. 浓硫酸

观察 · 思考

观察一瓶浓硫酸并阅读标签，轻轻振荡，将观察结果填写于下表。

浓硫酸中溶质的质量分数	密度	颜色	状态	挥发性

常用浓硫酸中溶质的质量分数是 98%，密度为 1.84 g/cm^3。通常状况下，浓硫酸是无色、黏稠、油状的液体，难挥发。

联想 · 启示

如果浓硫酸长期敞口放置，其溶液中溶质的质量分数可能发生什么变化？

浓硫酸具有强腐蚀性（如图 11-15），所以使用时要特别注意安全，不要沾到衣服或皮肤上。浓硫酸还具有很强的吸水性，常用于干燥某些气体。

实验室常用稀释浓硫酸的方法得到稀硫酸。由于浓硫酸的密度比水大，且稀释时放出大量热，所以稀释浓硫酸时，一定要缓慢地将浓硫酸倒入水中，并不断搅拌，如图 11-16 所示。



图 11-15　在酒精灯的火焰上烘烤用浓硫酸写过字的纸张



图 11-16　浓硫酸的稀释操作

2. 稀硫酸的化学性质

稀硫酸和盐酸的组成中都含有氢元素，而且稀硫酸和盐酸一样，能与指示剂发生作用，能与活泼金属反应。依据物质组成与化学性质的对应关系，可推知稀硫酸也可以与碱溶液、金属氧化物发生化学反应。下面，我们将借鉴探究盐酸化学性质的方法来学习稀硫酸的化学性质。

活动 · 探究

【探究目的】稀硫酸与碱溶液、金属氧化物的化学反应。

【猜想假设】稀硫酸能与碱溶液、金属氧化物发生反应。

【探究操作】利用以下主要实验用品：

稀硫酸、氢氧化钠溶液、酚酞溶液、生锈的铁钉、点滴板、滴管。

请以小组为单位，进行方案设计和实验操作。

反应物	实验现象	结论
NaOH 溶液		
Fe_2O_3		

【探究结论】_____。



图 11-17　点滴板

实验证明，稀硫酸的化学性质与盐酸相似。稀硫酸能与氢氧化钠、氢氧化钙等碱溶液发生反应，也能与氧化铁等金属氧化物发生反应。

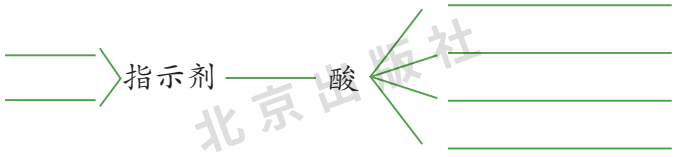
$$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2H_2O$$

$$3H_2SO_4 + Fe_2O_3 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

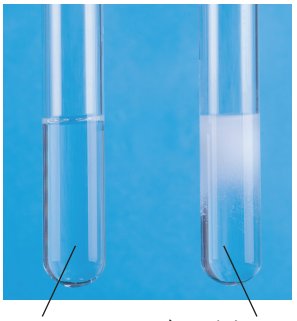
联想 · 启示

作为一类重要的无机化合物，酸的组成中都含有氢元素，这就决定了不同种酸具有相似的化学性质。请以盐酸、稀硫酸为例，总结酸的化学性质。



一方面，酸具有相似的化学性质；另一方面，不同种酸的酸根部分使其表现出差异。例如，将硝酸钡［$Ba(NO_3)_2$］溶液分别加入稀盐酸和稀硫酸中，只观察到盛放稀硫酸的试管中有白色沉淀生成，而盐酸中无明显变化。这个实验反映出两种酸化学性质的差异。

$$H_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 = BaSO_4\downarrow + 2HNO_3$$



稀盐酸与 $Ba(NO_3)_2$ 溶液混合　　稀硫酸与 $Ba(NO_3)_2$ 溶液混合

图 11-18　不同种酸与 $Ba(NO_3)_2$ 溶液混合后的差别

课外实践

自制汽水

制作原理：小苏打是一种盐，能与柠檬酸（或酒石酸，都属于酸）发生化学反应，生成大量的二氧化碳气体，二氧化碳在压力作用下能大量溶于水中，制成汽水。

原料：小苏打（$NaHCO_3$）1.5 g，柠檬酸（或酒石酸）1.5 g，砂糖少许，果汁适量。

制作方法：准备一只干净的玻璃瓶或塑料瓶，将冷开水倒入瓶中，不要太满，加一些砂糖和一定量的果汁。然后放入 1.5 g 小苏打，最后放 1.5 g 柠檬酸（或酒石酸），立即用塞子塞紧瓶口，用细绳或铝丝把塞子扎紧，以免汽水冲出。轻轻摇动瓶子，瓶内产生大量气泡，不断上下翻滚，大约经过 20 min 便可饮用。

思考与讨论：

1. 以上化学反应与已经学过的哪些化学反应相似？
2. 喝汽水时为什么会感觉到凉爽，有时还会打嗝？

本节收获

- 认识了盐酸、硫酸等常见酸的主要性质和用途。
- 知道酸的腐蚀性。
- 初步学会浓硫酸稀释的方法。
- 通过比较、归纳等方法，了解了酸具有的共性和差异性。

练习与应用

1. 下列物质中，属于酸的是（　）。

A．Na_2CO_3　　B．CH_4　　C．H_2CO_3　　D．$Cu(OH)_2$

2. 下列金属中，不能与稀硫酸发生反应的是（　）。

A．Mg　　B．Zn　　C．Cu　　D．Fe

3. 下列有关酸的说法中，不正确的是（　）。

A．浓盐酸有刺激性气味　　B．浓硫酸具有强腐蚀性

C．盐酸能用于除铁锈　　D．人体胃液的主要成分为稀硫酸

4. 下列物质与稀盐酸反应，既不生成沉淀，又不生成气体，且所得溶液无色的是（　）。

A．$CaCO_3$　　B．Fe　　C．Fe_2O_3　　D．NaOH

5. 稀释浓硫酸时（　）。

A．没有特殊操作要求

B．迅速将浓硫酸倒入水中

C．把水缓缓地倒入浓硫酸中，并不断搅拌

D．把浓硫酸沿器壁缓慢地倒入水中，并不断搅拌

6. 浓盐酸具有_____性，所以长期敞口放置的浓盐酸溶质的质量分数会_____（填“增大”或“减小”）。浓硫酸可做干燥剂，是因为_____。

7. 胃酸过多可服用适量胃舒平 [主要成分是 $Al(OH)_3$]，理由是_____，反应的化学方程式为_____。

8. 烧水的铝壶中常结有一层水垢（主要成分是 $CaCO_3$），用适量的稀盐酸可以除去，反应的化学方程式为_____。若盐酸用量过多，会损坏铝壶，反应的化学方程式为_____。

9. 还原铁粉常用于食品保鲜，被称做“双吸剂”，原因是_____。从食品包装袋内取出一包“双吸剂”，检验它是否完全失效的方法是_____。

10. 鉴别题。

桌上放着两瓶未贴标签的浓盐酸和浓硫酸，试设计多种可以给它们分别贴上标签的方法。

第三节　几种常见的碱

氢氧化钠是一种重要的化工原料，也是一种常见的碱，广泛应用于合成洗涤剂、石油、造纸、纺织和印染等工业生产中。另一种常见的碱——氢氧化钙是重要的建筑材料，还用于生产漂白粉等。本节我们将研究几种常见碱的性质。

一、碱的物理性质

观察 · 思考

用药匙取少量氢氧化钠和氢氧化钙，分别放在表面皿上，观察。

常见碱	颜色	状态	其他
NaOH			
$Ca(OH)_2$			

通常状况下，氢氧化钠和氢氧化钙均为白色固体。氢氧化钠暴露在空气中极易吸收水分，导致表面潮湿，这种现象叫做潮解。因此，氢氧化钠可用做气体干燥剂。由于氢氧化钠具有强烈的腐蚀性，人们又常称其为火碱、烧碱、苛性钠。氢氧化钠易溶于水并放出大量的热量。使用氢氧化钠要特别小心，防止皮肤、衣服被腐蚀，更要防止溅到眼睛里。氢氧化钙是氧化钙与水反应的产物，俗称熟石灰、消石灰，微溶于水，也具有一定的腐蚀性，其强度比氢氧化钠弱。



图 11-19　实验室储存氢氧化钠

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

联想 · 启示

要想在实验室配制一定溶质的质量分数的氢氧化钠溶液，应如何操作？

二、碱的化学性质

通过前面的学习，我们已经了解了一些有关碱的化学性质。例如，碱溶液能使酸碱指示剂变色，石灰水能与二氧化碳发生化学反应。根据氢氧化钠与氢氧化钙在组成上的相似性推测，氢氧化钠溶液可能也会与二氧化碳发生类似的化学反应。

活动 · 探究

【探究目的】氢氧化钠溶液与二氧化碳的反应。

【猜想假设】

1. 氢氧化钠溶液与二氧化碳没有发生化学反应。

2. 氢氧化钠溶液与二氧化碳发生了化学反应，并生成了_____。

【探究操作】

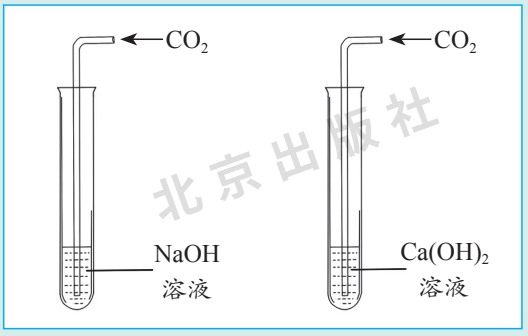


图 11-20

1. 分别向盛有氢氧化钠溶液、澄清的石灰水的试管中通入少量二氧化碳气体。

实验现象：_____。

2. 我们已经不止一次接触过没有明显现象的实验，如二氧化碳与水反应、盐酸与氢氧化钠溶液反应等。此时，需要进一步实验探究。

方案一：利用反应时消耗二氧化碳气体的特点设计实验装置。

_____。

方案二：检验是否有新物质生成。

_____。

【探究结论】_____。

实验证明，氢氧化钠溶液具有与氢氧化钙溶液相似的化学性质，也能与二氧化碳发生化学反应。事实上，碱溶液能与许多非金属氧化物发生化学反应，生成另一种盐和水。例如，工业生产中常用石灰浆吸收废气中的二氧化硫，以减少对大气的污染。

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + SO_2 = CaSO_3\downarrow + H_2O$$

上一节已经知道酸与碱能够发生化学反应生成盐和水，化学上将这类反应称为中和反应。用生石灰治理酸性土壤、控制工业废水的酸碱度，用碱性药物治疗蚊虫叮咬等，都是中和反应原理的实际应用。

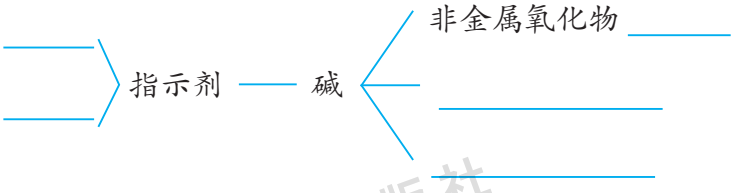
拓展阅读

酸与碱中和反应的微观实质

本章第一节的拓展阅读介绍了酸碱溶液中存在着大量自由移动的离子。例如，盐酸中存在大量的 H^+ 和 Cl^-，而氢氧化钠溶液中存在大量的 Na^+ 和 OH^-。当这两种溶液混合时，H^+ 与 OH^- 结合形成更稳定的 H_2O 分子，致使原溶液中的两种离子数量大量减少；而 Cl^- 和 Na^+ 仍以彼此独立的形式自由存在。因此，酸与碱发生中和反应的微观实质是 H^+ 与 OH^- 结合生成了水。

联想 · 启示

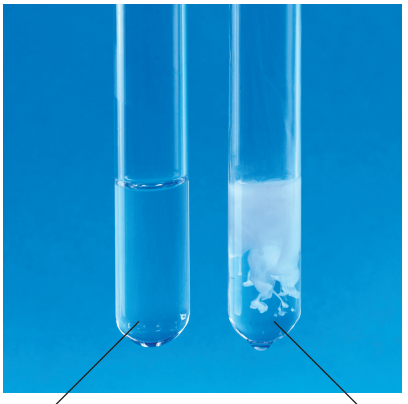
作为一类重要的无机化合物，碱的组成中都含有氢氧根，这就决定了不同种碱具有相似的化学性质。请以氢氧化钠、氢氧化钙为例，总结碱的化学性质。



一方面，碱具有相似的化学性质；另一方面，不同种碱由于金属元素不同使其表现出差异。例如，将碳酸钾溶液分别加入氢氧化钠溶液和澄清石灰水中，

只观察到盛放澄清石灰水的试管中有白色沉淀生成，而氢氧化钠溶液中无明显变化。这个实验反映出两种碱化学性质的差异。

$$Ca(OH)_2 + K_2CO_3 = 2KOH + CaCO_3 \downarrow$$



NaOH 溶液与 K_2CO_3 溶液混合　　$Ca(OH)_2$ 溶液与 K_2CO_3 溶液混合

图 11-21　K_2CO_3 溶液与不同种碱混合后的差别

课外实践

自制叶脉书签

利用碱的强腐蚀性，可以自己制作一个精美的叶脉书签。操作过程如下：

1. 选一片叶脉清晰、外形完整的树叶；
2. 将它洗净并浸泡在溶质的质量分数为 10% 的氢氧化钠溶液中，并煮沸；
3. 待叶肉变软了后取出来，将碱液冲洗干净；
4. 将树叶平铺在玻璃片上，用牙刷轻轻除去叶肉；
5. 可以用画笔，在叶脉书签上画一个美丽的图案或涂上漂亮的颜色。



图 11-22　叶脉书签

本节收获

- 认识了氢氧化钠、氢氧化钙等常见碱的主要性质和用途。
- 知道了碱的腐蚀性，初步学会了安全使用氢氧化钠。
- 通过比较、归纳等方法，了解了碱具有的共性和差异性。

练习与应用

1. 下列物质中，属于碱的是（　）。

A．Na_2CO_3　　B．$Ca(OH)_2$　　C．$CuSO_4$　　D．H_2CO_3

2. 下列有关氢氧化钠的描述中，正确的是（　）。

A．氢氧化钠在空气中放置会潮解

B．氢氧化钠溶液能使紫色石蕊溶液变红

C．氢氧化钠溶于水吸热

D．氢氧化钠俗称烧碱、火碱、纯碱

3. 下列俗称中，属于 $Ca(OH)_2$ 的是（　）。

A．石灰石　　B．生石灰　　C．熟石灰　　D．消石灰

4. 下列有关氢氧化钠用途的叙述中，不正确的是（　）。

A．氢氧化钠易潮解，可做某些气体的干燥剂

B．可用氢氧化钠浓溶液来粉刷墙壁

C．在生活中可用来去除油污

D．可用于造纸、纺织、制肥皂等工业中

5. 用石灰浆新抹过的墙壁上掉下一块白色固体，为探究其主要成分，应选用的试剂是（　）。

A．酚酞溶液、氢氧化钠溶液　　B．酚酞溶液、稀盐酸

C．石蕊溶液、氯化钠溶液　　D．稀盐酸、氢氧化钠溶液

6. 下列物质敞口放置在空气中，因发生化学变化溶液质量变大的是（　）。

A．浓硫酸　　B．浓盐酸　　C．食盐溶液　　D．苛性钠溶液

7. 下列物质能与石灰水反应，但没有明显现象的是（　）。

A．酚酞溶液　　B．二氧化碳　　C．稀硫酸　　D．碳酸钾溶液

8. 下列物质间完全反应，得到无色溶液的是（　）。

A．碳酸钙和稀盐酸　　B．氧化铁和稀硫酸

C．石灰水和二氧化碳　　D．铁和稀盐酸

9. 鸡蛋保鲜就是通过减弱其呼吸作用，使其不易变质。为此，可把鲜鸡蛋浸没在石灰水中，会观察到鸡蛋壳上出现许多小气泡，一段时间后，气泡量减少。请说出其中的原理，并写出有关的化学方程式_____。

10. 生石灰是一种白色的块状固体，可用于食品干燥，其干燥原理是（用化学方程式表示）_____。欲检验一袋含生石灰的干燥剂是否失效，方法是_____。小明同学向已经变质的这种干燥剂中滴加稀盐酸，发现有气泡产生。产生气泡的原因是_____。

11. 有两瓶无色稀溶液，一瓶是氢氧化钠溶液，一瓶是澄清的石灰水，请用两种方法加以鉴别：

方法一：_____；

方法二：_____。

12. 请分别用一种试剂除去下列各物质中的杂质（假设所选试剂与杂质恰好完全反应）。

	物质	杂质	除杂质所用试剂（填化学式）
（1）	CO	CO_2	
（2）	NaOH	Na_2CO_3	
（3）	Fe	Fe_2O_3	
（4）	NaOH	$Ca(OH)_2$	

13. 甲是初中化学中的常见物质，请根据下列叙述回答问题。

（1）若甲能与稀硫酸反应生成一种在标准状况下密度最小的气体，该气体的化学式为 _____，甲在常见的金属活动性顺序中的位置是 _____。

（2）若甲是一种红色的氧化物，能溶于稀盐酸，得到黄色溶液，则甲的化学式为 _____。

（3）若甲既能与稀盐酸反应生成 X，又能与氢氧化钙溶液反应生成 Y，且 X 与 Y 能反应，则甲的化学式可能是 _____（写出一种即可），X 与 Y 反应的化学方程式为 _____。

（4）若甲能与水反应，将少量甲加入到饱和石灰水中，溶液变浑浊，则下列说法正确的是 _____（填字母序号）。

A．甲一定是二氧化碳　　B．反应后溶质的质量一定减小

C．反应前后溶剂的质量保持不变　D．反应前后溶液中溶质的质量分数可能不变

14. 小刚同学用图 11-23 所示装置进行实验，验证二氧化碳与氢氧化钠、氢氧化钙都能发生反应。

（1）小刚关闭 K，通入二氧化碳，A、B 中均无明显变化。B 中盛放_____溶液。

（2）小刚打开 K，继续通入二氧化碳。B 中反应的化学方程式为_____。此步实验目的是 _____。

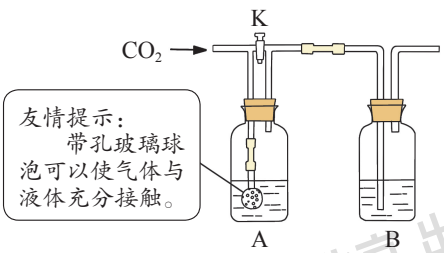


图 11-23

另一位同学认为：通常状况下，1 体积的水约能溶解 1 体积二氧化碳，因此上述实验不足以证明二氧化碳和氢氧化钠发生了反应。

（3）这位同学用洗涤干净的上述装置重新实验，分别量取 50 mL 上述溶液放入 A、B 中，关闭 K，通入约 500 mL 二氧化碳，A、B 中均无明显变化。此实验可以说明二氧化碳和氢氧化钠发生了反应，其理由是_____。

酸、碱化学性质的综合探究

我们已经通过实验探究，在认识了盐酸、稀硫酸以及氢氧化钠、氢氧化钙的化学性质的基础上，通过实验初步学会了用酸碱指示剂判断溶液的酸碱性，用 pH 试纸测定溶液的酸碱度。同时，初步了解了酸、碱使用的安全操作事项。

实验目标

1. 练习使用酸碱指示剂和 pH 试纸测量溶液的酸碱度。
2. 通过应用酸碱化学性质对常见酸碱的鉴别，学会综合运用基础知识解决实际问题。

实验用品

稀盐酸、新制的饱和石灰水、NaOH 溶液、石蕊溶液、酚酞溶液、Na_2CO_3 溶液、NaCl 溶液、蒸馏水。

试管、胶头滴管、小烧杯、pH 试纸、玻璃棒。

实验步骤

1. 识别溶液的酸碱性。

（1）用 4 支试管分别取稀盐酸、石灰水、Na_2CO_3 溶液、NaCl 溶液，然后向 4 支试管分别滴加紫色石蕊溶液，观察并记录现象。

（2）另取 4 支试管分别取稀盐酸、石灰水、Na_2CO_3 溶液、NaCl 溶液，然后向 4 支试管分别滴加无色酚酞溶液，观察并记录现象。

（3）取约 2 mL 稀盐酸于一支试管中，加入约 2 mL NaOH 溶液，振荡。选择一种酸碱指示剂鉴别反应后所得溶液的酸碱性，并解释现象。

2. 测定溶液的酸碱度。

（1）用 pH 试纸分别测定稀盐酸、石灰水、Na_2CO_3 溶液、NaCl 溶液的 pH，记录数据并分析。

（2）教师提供某种未知溶液，测定其 pH。

3. 物质的鉴别。

实验室中有 3 瓶失去标签的无色溶液，可能是 NaOH 溶液、石灰水、盐酸。请依据它们的化学性质，设计方案进行鉴别。

设计实验方案并操作：

实验步骤	实验现象	实验结论

讨论：

（1）如果只选用本实验提供药品中的一种进行鉴别，应如何选择？如何进行实验操作？

（2）如果只用酸碱指示剂，是否能将 3 种溶液一一鉴别出来？

（3）如果提供二氧化碳气体，是否能将 3 种溶液一一鉴别出来？如何进行实验操作？

4. 完成实验报告，整理实验仪器。

能将实验用过的酸、碱等溶液直接倒入水池吗？

本章收获了

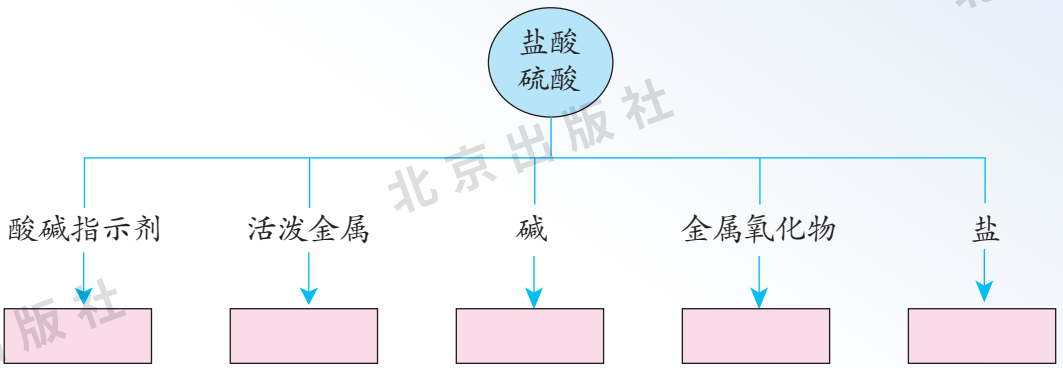
1 常见的酸。

（1）组成：_____。

（2）盐酸和硫酸的物理性质。

酸的种类	溶质的质量分数	颜色	状态	气味	挥发性
盐酸					
硫酸					

（3）盐酸和硫酸的化学性质。



	盐酸（HCl）	稀硫酸（H_2SO_4）
与酸碱指示剂反应		
与活泼金属反应		
与碱反应		
与金属氧化物反应		
与盐反应		

（在上表中填写主要反应的化学方程式）

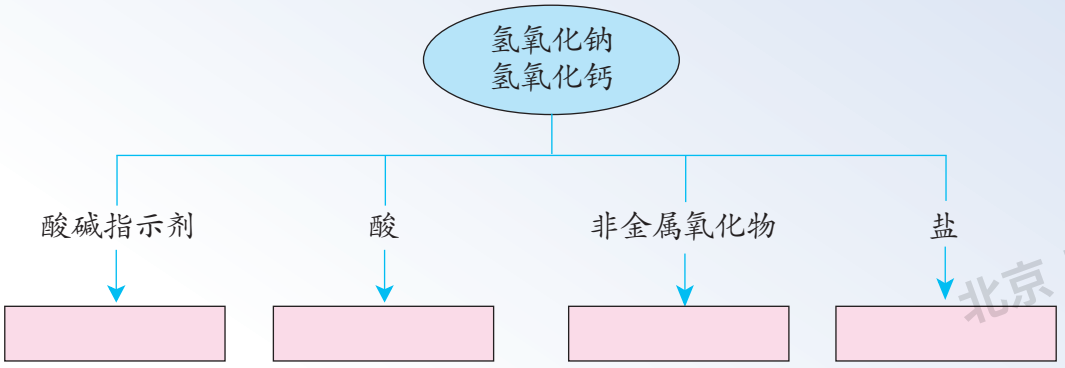
2 常见的碱。

（1）组成：_____。

（2）氢氧化钠和氢氧化钙的物理性质、俗称。

碱的种类	颜色	状态	溶解性	俗称
NaOH				
$Ca(OH)_2$				

（3）氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质。



	NaOH	$Ca(OH)_2$
与酸碱指示剂反应		
与酸反应		
与非金属氧化物反应		
与盐反应		

（在上表中填写主要反应的化学方程式）

3 酸和碱的腐蚀性。

酸和碱都具有较强的腐蚀性，使用时要注意安全。例如，在稀释浓硫酸时，要特别注意规范操作：_____。

4 溶液酸碱度——pH。

在通常条件下，pH 的范围在 0 ～ 14 之间。

pH ＝ 7，溶液显_____；

pH ＜ 7，溶液显_____，pH 越小，溶液_____越强；

pH ＞ 7，溶液显_____，pH 越大，溶液_____越强。

在常温条件下，纯水的 pH 为 7，显中性。

巩固与自测

一、选择题

1. 下列变化与空气成分无关的是（　）。

A．浓盐酸在空气中放置质量减轻　　B．生石灰在空气中变质

C．氢氧化钠在空气中放置潮解　　D．浓硫酸敞口放置质量增加

2. 人体内一些液体的近似 pH 如下，其中酸性最强的是（　）。

A．血浆：7.35~7.45　　B．唾液：6.6~7.1

C．胃液：0.8~1.5　　D．胆汁：7.1~7.3

3. 下列物质的用途，利用了中和反应原理的是（　）。

①用稀硫酸除铁锈　　②用氨水涂抹蚊虫叮咬处（含蚁酸）止痒

③用氢氧化钠做某气体的干燥剂　④ 用熟石灰改良酸性土壤

⑤用氢氧化钠溶液处理石油产品中残留的硫酸

A．②③④　　B．②④⑤　　C．②③⑤　　D．①④⑤

4. 下列物质中，能将稀盐酸、石灰水、水三种无色液体区别开的是（　）。

A．紫色石蕊溶液　　B．氢氧化钠溶液

C．二氧化碳　　D．无色酚酞

5. 下列各组物质间能发生反应，但没有明显现象的是（　）。

A．碳酸钠和稀盐酸　　B．氧化铁和稀盐酸

C．氧化钙和水　　D．氢氧化钠溶液和稀硫酸

二、填空题

6. 氢氧化钠露置在空气中表面会潮湿，是因为_____。取久置于空气中的氢氧化钠，放在试管中，滴加稀盐酸，有气泡产生，反应的化学方程式为_____，这说明氢氧化钠已经变质，变质的原因是（用化学方程式表示）_____。

7. 将生石灰和水按一定比例调成石灰乳，可用于消毒，生石灰与水反应的化学方程式为_____。石灰乳要现配现用，放置过久会失效。检验石灰乳是否失效的具体做法是_____。

8. 小明从食品包装袋内取少量放置很久的还原性铁粉，放入试管中，滴加稀盐酸观察到溶液变为黄色，且有气泡产生，反应的化学方程式为_____。

9. 用图 11-24 所示装置进行实验。试管中盛有澄清石灰水，先向试管中滴加 Na_2CO_3 溶液，观察到的现象是_____，反应的化学方程式为_____。继续向试管中滴加足

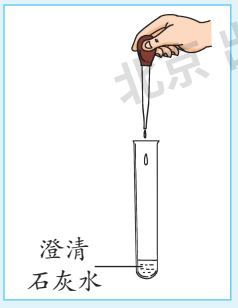


图 11-24

量稀盐酸，观察到的现象可能是_____，此时试管中一定发生的化学反应有（写化学方程式）_____。

10. 某同学做了以下两个实验：

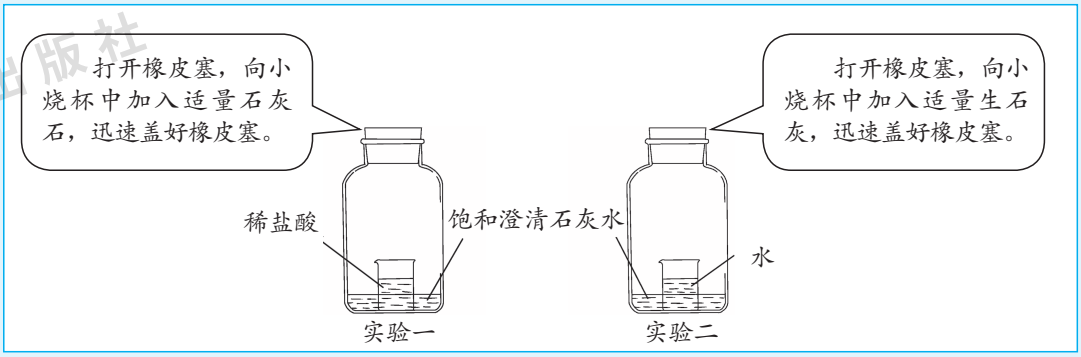


图 11-25

（1）实验一中澄清石灰水的现象是_____，产生此现象的原因是_____。

（2）实验二中澄清石灰水的现象是_____，产生此现象的原因是_____。

三、计算题

11. 我国卫生洁具清洗剂国家标准规定，卫生间专用型的清洗剂，盐酸含量不得高于12%（指溶质的质量分数），以保护瓷砖表面不被过分腐蚀。小刚同学对某种洁厕剂中盐酸含量进行测定：10 g 该洁厕剂恰好与 20 g 溶质的质量分数为 10% 的氢氧化钠溶液完全反应（假设该洁厕剂中的其他成分都不与氢氧化钠反应）。该洁厕剂是否符合国家标准？

四、简答题

12. 酸、碱、氧化物、金属单质之间存在着复杂的关系，构成了物质转化的关系网。回顾下图中列出的各物质的化学性质，用“→”表示转化，箭号上标出反应条件；用“—”表示两种物质发生反应，画出物质之间的联系，并写出有关的化学方程式。

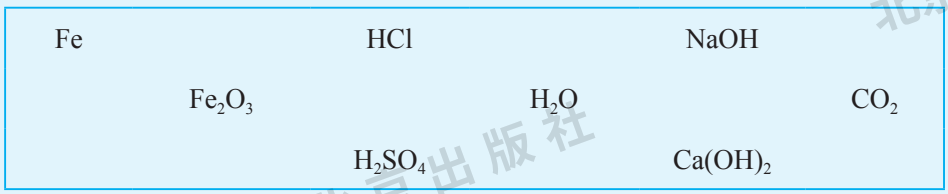


图 11-26



第12章 盐

酸和碱发生中和反应可以生成盐和水。与酸、碱相比，盐的种类更丰富，通常具有稳定性高、溶解性更好等特点，在生产生活中起着重要作用。本章我们将走进丰富多彩的盐的世界。

本章将学到

- ★ 几种常见的盐
- ★ 盐的性质
- ★ 复分解反应发生的条件
- ★ 化学肥料
- ★ 粗盐提纯

北京出版社

第一节　几种常见的盐

生活中我们常说的“盐”是指食盐，化学中的“盐”是一个专用术语，指由金属元素（或铵根）和酸根组成的一类化合物。因此，化学中提及的盐除食盐以外，还有碳酸钠、碳酸氢钠、碳酸钙等。我们在本节将学习这些常见的盐。

一、氯化钠（NaCl）

氯化钠是无色透明的晶体（如图 12-1），易溶于水，有咸味，熔点为 801 ℃，沸点为 1 413 ℃。

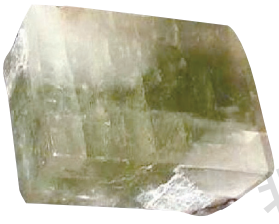


图 12-1　氯化钠晶体



图 12-2　盐湖

氯化钠是食盐的主要成分。食盐是生活中最常用的调味品和食品添加剂，是人们最熟悉的一种盐。

氯化钠在自然界里分布很广，海水、盐湖、盐井和盐矿中蕴藏着丰富的氯化钠。用海水晒盐时，风吹日晒使水分蒸发、海水浓缩，氯化钠在溶液中逐渐达到饱和，水分继续蒸发，就会析出氯化钠晶体。但这样制得的氯化钠含有较多的杂质（如氯化镁等），我们称之为粗盐。粗盐经过溶解、沉淀、过滤、蒸发等再加工，才成为精盐。

小知识

海洋是化学资源的宝库，海水中几乎含有自然界中的一切元素，许多元素的含量都远远超过陆地上的储量。海水中含有多种盐类，其中氯化钠最多，约占海水中盐类总量的 80%。

一般情况下，一个成年人每天需要氯化钠约 3 ～ 5 g。为了解决部分地区居民饮食中的“缺碘”问题，目前商店出售的食用精制盐中，部分加有少量的碘酸钾（KIO_3）。注射用的生理盐水是溶质的质量分数为 0.9% 的氯化钠溶液。

氯化钠不仅可供食用和医用，还是重要的化工原料，可用于制取氯气、盐酸、烧碱、纯碱，并可间接用于生产塑料、合成纤维、农药、医药等。

二、碳酸钠、碳酸氢钠和碳酸钙

1. 碳酸钠（Na_2CO_3）

活动 · 探究

【探究目的】探究碳酸钠溶于水的热量变化及其水溶液的化学性质。

【猜想假设】碳酸钠溶解可能是_____（填“放热”或“吸热”）过程，碳酸钠溶液可能显_____（填“酸”、“碱”或“中”）性。

【探究操作】

操作步骤	现象
（1）取一支试管放入少量碳酸钠粉末，加几滴蒸馏水，振荡试管，用手触摸试管底部。	
（2）继续向试管中加入 5 mL 蒸馏水，振荡使其溶解后，分一半到另一支试管中，滴入 2~3 滴酚酞溶液。	
（3）向分出到另一支试管的碳酸钠溶液中加入少量澄清石灰水。	

【探究结论】_____。

【思考讨论】

1. 你能列举一些溶解时明显放热或吸热的物质吗？
2. 碳酸钠不是碱类物质，但俗称纯碱，你知道为什么吗？

碳酸钠俗称纯碱或苏打，是一种白色粉末，易溶于水，其水溶液呈碱性。家庭蒸馒头或做其他面食时常用到它。

碳酸钠饱和溶液析出晶体时，晶体会结合一定数目的水分子，化学式为 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$。晶体里的水分子称为结晶水，含有结晶水的物质称为结晶水合物。类似的还有 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$（俗称蓝矾、胆矾）、

小知识

正盐是酸跟碱完全中和的产物，如碳酸钠、氯化钠、硫酸钙（$CaSO_4$）等。酸式盐是酸中部分氢被中和的产物，如碳酸氢钠、硫酸氢钾（$KHSO_4$）、磷酸二氢钙 [$Ca(H_2PO_4)_2$] 等。

$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$（俗称明矾）等。

我国很多盐湖或碱性土壤里含有大量的碳酸钠，如内蒙古自治区的某些盐湖就出产天然碱。碳酸钠是重要的化工原料，在玻璃、造纸、纺织、制药、精炼石油等方面有着重要用途。

2. 碳酸氢钠（$NaHCO_3$）

碳酸氢钠俗名小苏打，是一种细小的白色晶体，可溶于水，与碳酸钠类似，碳酸氢钠的水溶液也显碱性，但碱性较碳酸钠溶液弱。

碳酸氢钠是焙制糕点所用的发酵粉的主要成分。在医学上，碳酸氢钠是治疗胃酸过多的一种药剂。碳酸氢钠也应用于灭火，是干粉灭火器和泡沫灭火器中灭火剂的主要成分。

史实在线

侯德榜与“侯氏制碱法”



图 12-3　侯德榜

侯德榜（1890—1974）出生在福州一个普通的农民家庭里，青少年时期就有强烈的献身科学事业的愿望。1913 年，他赴美国留学，攻读化学工程，历时 8 年，先后获得硕士、博士学位。1917 年，爱国实业家范旭东先生在天津塘沽创办永利碱厂。1921 年，侯德榜学成回国应邀担任碱厂总工程师。1926 年，该厂生产的“红三角”牌纯碱在美国费城的万国博览会上荣获金质奖章。1937年，永利碱厂遭日本敌机轰炸，侯德榜率全体技术人员和工人迁往四川。

侯德榜先生来到四川后，克服重重困难，成功地改革了传统的制碱技术和方法，把制碱和制氨结合起来，这种联合制碱法提高了原料的利用率，缩短了工艺流程，降低了生产成本，这就是著名的“侯氏制碱法”。侯德榜为纯碱和氮肥工业技术的发展作出了杰出贡献，也为振兴民族化学工业立下了不朽的功绩。

活动 · 探究

【探究目的】探究含碳酸根或碳酸氢根的盐与盐酸的反应。

【猜想假设】根据实验室制取 CO_2 的反应，推测含碳酸根或碳酸氢根的盐与盐酸反应时可能均有_____产生。

【探究操作】如图 12-4 所示，向 4 支试管中分别加入少量 Na_2CO_3、$NaHCO_3$、$CaCO_3$、$MgCO_3$ 固体粉末中的一种，再各加入适量稀盐酸，迅速用带导管的橡皮塞塞住试管口，将导管的另一端通入盛有澄清石灰水的试管中。

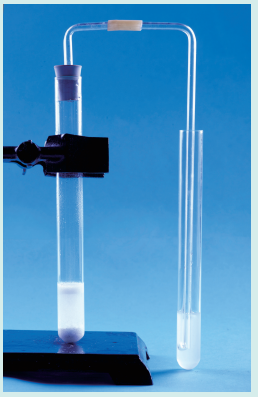


图 12-4　含有碳酸根（或碳酸氢根）的盐与盐酸反应

固体粉末	现象	化学方程式
Na_2CO_3		
$NaHCO_3$		
$CaCO_3$		
$MgCO_3$		

组成里含有碳酸根或碳酸氢根的盐跟盐酸起反应都能生成 CO_2。

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

$$HCl + NaHCO_3 = NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

利用这一性质可以检验盐中是否含有碳酸根或碳酸氢根。

3. 碳酸钙（$CaCO_3$）

碳酸钙是难溶于水的白色固体，是大理石、石灰石的主要成分。大理石是重要的建筑和工艺品材料，石灰石是生产生石灰、水泥的原料。炼铁中常用石灰石做造渣剂。保健食品中，碳酸钙还可以做补钙剂。

高温条件下，碳酸钙可以发生分解反应：

$$CaCO_3 \xlongequal{\text{高温}} CaO + CO_2\uparrow$$

根据这个反应，工业上常用高温煅烧石灰石的方法生产生石灰。

联想 · 启示

你能否用一些简单的方法鉴别厨房里某种失去标签的白色粉末是食盐还是碳酸钠？

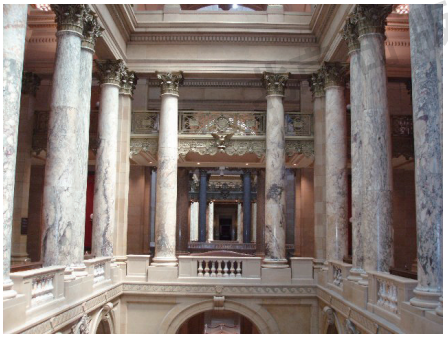


图 12-5　大理石建筑

本节收获

✓知道了盐类物质应用广泛，以及氯化钠、碳酸钠、碳酸氢钠、碳酸钙等几种常见的盐的性质及用途。

✓知道了含有碳酸根或碳酸氢根的盐跟盐酸起反应能生成二氧化碳。



练习与应用

1. 今有失去标签的盐酸、碳酸钠和氯化钠三种无色溶液。

（1）只用一种试剂，一次操作就可以鉴别它们，这种试剂是（　）。

A．锌粒　　B．稀硫酸　　C．石蕊溶液　　D．澄清石灰水

（2）不用其他任何试剂，如何通过一定的操作鉴别三种溶液？

2. 判断下列说法是否正确。

（1）食盐属于盐，纯碱属于碱，硫酸属于酸。

（2）医院用碳酸钠来治疗胃酸过多。

（3）$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 的相对分子质量为 286。

3. 钠元素在人体内可起到调节体液平衡、维持肌肉正常兴奋和改变细胞的通透性等作用。钠元素若缺乏，将导致肌肉痉挛、头痛等；若过量，将导致水肿、高血压、贫血等。假设钠元素全部来源于 NaCl。

（1）每位成年人每天正常摄入 NaCl 的质量约为_____g。

（2）某病人因为急性腹泻，需静脉输入一定量的生理盐水（NaCl 的质量分数为 0.9%，密度约为 1 g/cm^3）来补充食盐。医生确定应给他补充的 NaCl 约 2.7 g，则每天需输入生理盐水约_____mL。

4. 家用热水器、保温瓶使用一段时间后，内壁会形成一层水垢（主要成分是 $CaCO_3$），你有什么办法除去水垢吗？

（提示：食醋中含有具有酸性的醋酸成分。白醋中醋酸的浓度比较大。）

第二节　盐的性质

在学习常见的酸和碱时，我们发现同类物质具有一些相似的性质。上一节我们又对几种常见的盐有了进一步的认识，你是否认为它们的性质也存在很多共同点呢？

一、盐的性质

盐可以看成是酸碱中和的产物，但盐的种类比酸和碱要多得多，同时，盐也具有很多不同于酸碱的重要性质。

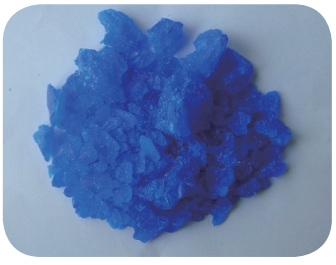
常温下大多数盐都是晶体，熔点较高。盐的性质一般比相应的酸和碱稳定。所以，盐易于从混合物中分离提纯，也更便于储存、运输和计量。

交流分享

1. 如果有 m 种酸和 n 种碱，理论上至少能得到 $m \times n$ 种盐，为什么？

2. 阅读附录二，能否归纳出一些物质溶解性的特点？

很多盐易溶于水，通常情况下，钾盐（含有钾元素的盐，下同）、钠盐、铵盐和硝酸盐都易溶于水。大多数盐的水溶性比较好，可以根据需要配制不同浓度的溶液。由于盐类物质具有以上优点，使盐成为化学实验室和生产生活中最广泛使用的一类化学物质。许多药物都做成水溶性好的盐，利于人体吸收。例如，阿司匹林是一种具有解热镇痛作用的药物，其化学成分是难溶于水的乙酰水杨酸。将阿司匹林与氢氧化钠中和，可制得易溶于水的盐——乙酰水杨酸钠，它能更好地被人体吸收。但也有许多盐难溶于水，如大多数碳酸盐。



胆矾晶体



重晶石晶体



氯化镁

图 12-6　几种盐的图片

在前面的学习中，我们了解了某些盐与酸、碱以及金属之间的化学反应，盐类还能与哪些物质反应呢？

活动 · 探究

【探究目的】探究盐溶液之间的反应及难溶于水的盐是否可以溶于酸。

【猜想假设】盐溶液之间反应会有_____现象；难溶于水的盐_____（填“能”、“不能”或“不一定”）溶于酸。

【探究操作】

1. 取 3 支试管分别加入 3 mL NaCl 溶液、Na_2SO_4 溶液、Na_2CO_3 溶液。向第①支试管中滴入几滴 $AgNO_3$ 溶液，向第②、第③支试管里各滴入几滴 $BaCl_2$ 溶液。

盐的溶液	现象	化学方程式
① NaCl 与 $AgNO_3$		
② Na_2SO_4 与 $BaCl_2$		
③ Na_2CO_3 与 $BaCl_2$		

2. 向上述反应后的 3 支试管中分别滴加稀 HNO_3。

反应物	现象	化学方程式
①试管中加稀 HNO_3		
②试管中加稀 HNO_3		
③试管中加稀 HNO_3		

【思考讨论】

1. 盐溶液之间发生反应的产物一般有什么特点？
2. 难溶于水的盐是否可以溶于酸？

两种盐溶液之间发生反应，生成另外两种盐，一般其中至少有一种是难溶盐。例如：

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

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

我们还发现，有些盐（如 $BaCO_3$）虽然难溶于水但却可以溶于酸并与酸发生反应。

$$BaCO_3 + 2HNO_3 = Ba(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

而有些盐如 AgCl、$BaSO_4$ 等既难溶于水，也难溶于酸。

二、复分解反应及其发生的条件

我们已经学习了很多可以生成盐的反应，例如：

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

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

$$2NaOH + CuSO_4 = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$$

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

仔细分析上述反应中反应物和生成物的类别不难看出，它们均有两种化合物参加反应，并生成两种新的化合物。像这样由两种化合物相互交换成分生成另外两种化合物的反应叫做复分解反应（double decomposition reaction）。显然中和反应是复分解反应中的一种。

交流分享

酸、碱、盐之间的反应大多为复分解反应，那么发生复分解反应的条件是什么？

我们发现，一般情况下，若酸、碱、盐之间在溶液中互相交换成分，有沉淀析出、有气体放出，或有水生成，那么复分解反应就可以发生，否则就不能发生。例如，把 NaCl 溶液和 KNO_3 溶液混合在一起，既没有沉淀析出也没有气体放出，也不生成水，实际上就没有发生复分解反应。

联想 · 启示

在有单质、氧化物、酸、碱、盐参加并生成盐的化学反应中，常见的反应类型有以下几种，请将表格填写完整。

反应类型	实例
复分解反应	
置换反应	
化合反应	
氧化物与酸或碱的反应	

本节收获

- 知道了盐稳定性较好，熔点较高，很多盐易溶于水。
- 知道了两种盐溶液之间发生复分解反应，生成另外两种盐。
- 知道了复分解反应的概念及发生的一般条件。



练习与应用

1. 选择题

（1）下列物质属于盐类的是（　　）。

A．FeO　　B．NaOH　　C．$AgNO_3$　　D．H_2CO_3

（2）下列物质难溶于水，但可溶于硝酸的是（　　）。

A．$CuSO_4$　　B．$BaSO_4$　　C．AgCl　　D．$CaCO_3$

2. 下列试剂可以与 Na_2CO_3 溶液发生复分解反应的是（　　）。

A．盐酸　　B．稀硫酸　　C．$CaCl_2$ 溶液

D．$AgNO_3$ 溶液　　E．KOH 溶液　　F．$Ba(OH)_2$ 溶液

3. 判断下列物质能否发生化学反应。如能发生反应，写出化学方程式；如不能发生反应，请简述理由。

（1）Cu 和 $Hg(NO_3)_2$ 溶液。

（2）Ag 和 $CuSO_4$ 溶液。

（3）$BaCO_3$ 和稀盐酸。

（4）石灰水与 Na_2CO_3 溶液。

（5）KOH 溶液和 Na_2SO_4 溶液。

（6）$BaCl_2$ 溶液和 $AgNO_3$ 溶液。

4. 填写适当的化学式，完成下列化学方程式并配平：

（1）_____ + Zn —— _____ + Cu

（2）_____ + Na_2CO_3 —— _____ + NaOH

（3）_____ + $CaCO_3$ —— _____ + _____ + $CO_2\uparrow$

（4）_____ + $CaCl_2$ —— _____ + $CaCO_3\downarrow$

（5）_____ + KOH —— _____ + H_2O

第三节　化学肥料

农作物生长需要营养成分，土壤能够提供的养分是有限的，要提高农作物的产量，通常采用施肥的方法给土壤补充养分。能够给农作物提供养分的化学物质，我们称之为化学肥料（简称“化肥”）。在人口日益增长的今天，粮食仍能满足地球上人口的需求，化学肥料功不可没。

农作物的生长需要较多的 C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、Fe 等元素，而土壤里最缺乏的是 N、P、K 元素，因此把肥料提供的元素划分为氮肥、磷肥、钾肥和复合肥料。

一、氮肥

氮是作物体内蛋白质、核酸和叶绿素的重要组成元素。氮肥能使作物的叶茎生长茂盛，叶色浓绿。农业上施用的氮肥主要是尿素 [$CO(NH_2)_2$] 和铵态氮肥（含有 NH_4^+ 的盐），如碳酸氢铵（NH_4HCO_3）、硫酸铵 [$(NH_4)_2SO_4$]、氯化铵（NH_4Cl）、硝酸铵（NH_4NO_3）等，这些氮肥都是白色晶体，且易溶于水。

活动 · 探究

【探究目的】探究铵态氮肥的检验方法。

【探究操作】取 3 支试管，分别加入少量 NH_4Cl、NH_4HCO_3、$(NH_4)_2SO_4$ 三种固体粉末，再分别加入约 3 mL NaOH 溶液后，稍稍加热。用镊子夹取湿润的红色石蕊试纸靠近试管口，如图 12-7 所示。观察试纸颜色变化。



图 12-7　检验铵态氮肥

固体粉末	现象	化学方程式
NH_4Cl		$NH_4Cl+NaOH \xlongequal{\triangle} NaCl + H_2O + NH_3\uparrow$

续表

固体粉末	现象	化学方程式
NH_4HCO_3		
$(NH_4)_2SO_4$		

【探究结论】

检验铵态氮肥可采用_____。

试管口湿润的红色石蕊试纸变蓝，这是因为在加热条件下，铵盐与氢氧化钠溶液反应产生的氨气溶于水生成氨水，氨水呈碱性。

在贮存和施用铵态氮肥时，不要与石灰、草木灰（主要成分是 K_2CO_3）等碱性物质混合，以免产生氨气而损失肥效。

二、磷肥

磷肥能促进作物根系发达，增强作物的抗寒抗旱能力，还能促进作物提早成熟，穗粒增多，谷粒饱满。常用磷肥的成分都是磷酸盐，如磷矿粉（主要成分是磷酸钙）、钙镁磷肥（主要成分是磷酸钙和磷酸镁）、过磷酸钙（主要成分是磷酸二氢钙和硫酸钙）、重过磷酸钙（主要成分是磷酸二氢钙），等等。

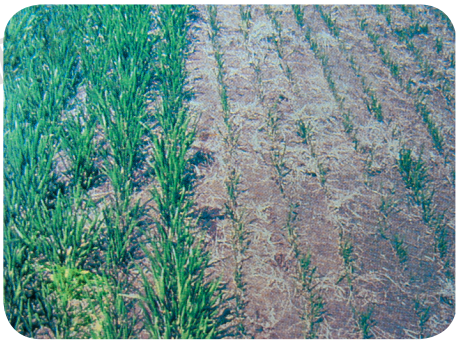


图 12-8　正常小麦（左）与缺磷小麦（右）对比



图 12-9　由于缺钾导致某植物的叶片干枯卷曲

三、钾肥

钾肥能增强作物的光合作用，促进植物生长，使茎秆粗壮，增强抵御病虫害和抗倒伏的能力，并促进糖分和淀粉的生成。常用的钾肥有 K_2SO_4、KCl。草木灰中含有钾元素，也可用做钾肥。

四、复合肥料

施用一种肥料，就能够提供两种或两种以上作物所需的营养元素，这样的肥料我们称之为复合肥料，如磷酸二氢铵（$NH_4H_2PO_4$）、磷酸氢二铵［$(NH_4)_2HPO_4$］、硝酸钾（KNO_3）、磷酸二氢钾（KH_2PO_4）等就是这种可以“身兼数职”的肥料。复合肥料能均匀地给农作物提供多种养分，发挥营养元素间的相互作用，提高有效成分。

拓展阅读

微量元素肥料

农作物的生长还需要硼、锰、铜、锌、钼等微量元素。植物缺乏这些微量元素，就会影响生长发育，减弱抗病能力。因此，为保证作物的正常生长，应该施用少量微量元素肥料，如硼砂（$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$）、绿矾（$FeSO_4 \cdot 7H_2O$）、皓矾（$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$）等。



图 12-10　微量元素肥料——绿矾

化肥虽然有利于提高农作物产量，但若施用不合理，一方面造成经济浪费，另一方面可带来环境问题，例如，土壤污染（化肥中常含有重金属元素、有毒有机物）、土壤酸化、有害气体的排放、水质富营养化等。因此，施用化肥时一定要切合农作物需求，同时适当施用绿色环保的农家肥。

经常与化肥相提并论的是化学农药，它对农业增产同样有直接贡献。农药包括杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂等。由于农药大多是生物毒剂，对包括人在内的高等动物也有毒性，在杀灭杂草和病虫害的同时，极易对自然环境造成污染，对人畜的健康构成威胁。因此，施用农药时，要注意对症下药，合理控制施用的剂量、深度、次数，并尽量施用低残留、对人畜和自然危害小的农药。研制高效、低残留、对人畜毒害小的农药也是农业科研人员的努力方向。

课外实践

调查本地农村常用化肥、农药的化学成分，结合使用的注意事项分析利弊。

在此基础上进行辩论：使用农药、化肥对人类是利多还是弊多？

本节收获

- 知道了氮肥、磷肥、钾肥是最常用的化学肥料。
- 了解了铵态氮肥的检验方法。
- 知道了铵态氮肥贮存、施用的注意事项。



练习与应用

1. 下列化肥中，能促进作物根系发达的是（　）。

A．NH_4NO_3　　B．$Ca_3(PO_4)_2$　　C．K_2SO_4　　D．KNO_3

2. 下列属于复合肥料的是（　）。

A．NH_4HCO_3　　B．KNO_3　　C．$(NH_4)_2HPO_4$　　D．$CO(NH_2)_2$

3. 下列氮肥中，含氮的质量分数最高的是（　）。

A．NH_4HCO_3　　B．$(NH_4)_2SO_4$　　C．NH_4NO_3　　D．$CO(NH_2)_2$

4. 20 世纪末，我国很多地区的江河水体富营养化，原因之一是附近居民使用的洗衣粉中含有一种元素，它可造成水生植物过度繁殖，水质被污染，该元素是（　）。

A．Na　　B．S　　C．P　　D．O

5. 现有 $(NH_4)_2SO_4$ 和 $(NH_4)_2HPO_4$ 的混合物 13.2 g，其中氮元素的质量分数为_____。

6. 某样品由两种氮肥组成，已知其中一种氮肥是硫酸铵，另一种是硝酸铵或碳酸氢铵。经测定样品中氮元素的质量分数为 28%，则该样品中另一种氮肥是_____（写化学式）。

7. 从报纸、杂志、网络等媒体查阅化肥、农药的资料，了解我国化肥、农药的发展和使用状况。

粗盐提纯

本实验依据氯化钠与杂质在水中溶解度的差别，分离获得纯净的氯化钠晶体。采用两次分离操作：难溶性杂质的分离采用简单的过滤分离法；易溶性杂质（如钙、镁、钾、铁等的氯化物、硫酸盐及硝酸盐等）的分离则采用结晶分离法来完成。实验前认真复习纯净物、混合物的定义。通过实验巩固溶解、过滤、蒸发结晶的基本操作。了解巩固氯化钠的性质。

实验目标

1．加深对混合物分离、提纯等知识的认识。

2．初步学会利用过滤法和结晶法从混合物中分离出某纯净物的方法，初步体会通过观察以及一些物理或化学方法区别混合物和纯净物。

3．巩固溶解、过滤等基本操作，学习蒸发、浓缩、结晶。

实验用品

粗盐（混有少量泥沙和易溶性杂质）、蒸馏水。

烧杯、玻璃棒、量筒（20 mL）、漏斗、铁架台（带铁圈）、蒸发皿、酒精灯、托盘天平、砝码、药匙、坩埚钳。

实验步骤

1. 溶解。

用量筒量取 20 mL 水倒入烧杯里。用托盘天平称量 5 g 粗盐加到水中，用玻璃棒搅拌至食盐全部溶解为止，观察此时食盐水是否浑浊。

2. 过滤除去不溶性杂质。

（1）按照化学实验基本操作内容所介绍的方法，将食盐水进行过滤。注意观察滤液是否澄清。

为什么要洗涤留在滤纸上的杂质？

（2）用少量蒸馏水淋洗（洗涤）留在滤纸上的固体杂质 2~3 次。

3. 蒸发浓缩结晶。

把滤液倒入洁净的蒸发皿里，如图 12-11 所示。把蒸发皿放在铁架台的铁圈上，用酒精灯给蒸发皿加热，边加热边用玻璃棒搅拌。当蒸发皿中溶液浓缩至出现少量固体时，停止加热。

为什么不蒸发掉全部水分？

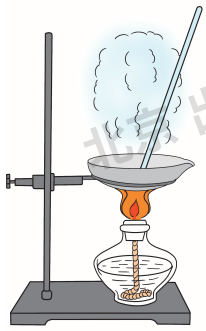


图 12-11　蒸发结晶

4. 过滤回收食盐。

（1）待蒸发皿冷却后，将蒸发皿中的固液混合物过滤分离。

（2）用少量蒸馏水淋洗滤纸上的白色晶体 2~3 次。

（3）将滤纸上的白色晶体转移到干燥的滤纸上吸水晾晒使其干燥，或转移到洁净的蒸发皿里加热使其干燥。

（4）仔细观察食盐晶体的颜色和状态（有条件的同学可用放大镜观察食盐晶体的形状）。

（5）称量得到的食盐晶体，计算粗盐提纯成精盐的产率。

第二次过滤的目的是什么？

问题与讨论

1．本实验想要除去的杂质具有什么特点？实验中建议采用的方法依据什么原理？

2．在实验过程中，要经过两次过滤，且完成两次过滤时，都要对滤纸上的滤出物用少量蒸馏水淋洗。这是为什么？它们的目的相同吗？

3．去除粗盐中所含不溶性杂质的方法，除了这个实验用的过滤法外，还有其他方法可用吗？上网或到图书馆查阅一下吧。

4．你能利用自己学过的化学知识检验一下上述的粗盐提纯方法对除去可溶性杂质（如硫酸根离子）是否有效吗？

5．所得氯化钠晶体中会有水存在吗？如何证明你的结论？

6．假如粗盐中含有可溶性有色物质，现在用的方法也一定有效吗？

7．残液是否一定是废弃物？

8．如果粗盐中只含不溶性杂质，提纯步骤能否简化？

本章收获了

1 盐。

（1）盐是由金属离子（或 NH_4^+）和酸根离子组成的一类化合物。

（2）生活中常用到 NaCl、Na_2CO_3、$NaHCO_3$、$CaCO_3$ 等盐。

（3）盐通常能与金属、酸、碱、盐发生反应。如：

$CuSO_4 + Fe =$ _____

$Na_2CO_3 + 2HCl =$ _____

$CuSO_4 + 2NaOH =$ _____

$BaCl_2 + Na_2SO_4 =$ _____

2 复分解反应。

（1）_____叫做复分解反应。

（2）_____或_____或_____，是复分解反应发生的条件。

3 检验盐中是否存在 CO_3^{2-}（HCO_3^-）和 NH_4^+ 的方法。

4 化学肥料。

（1）对农作物增长有突出贡献。_____、_____、_____以及复合肥料都是重要的化学肥料，各种化肥对农作物有不同作用。

（2）化肥和农药都要科学合理地使用，否则会对自然环境造成污染，对人畜的健康构成威胁。

巩固与自测

一、选择题

1. 下列物质不可用做化肥的是（　）。

A. Na_2SO_4　　B. K_2CO_3　　C. NH_4NO_3　　D. $CO(NH_2)_2$

2. 下列说法正确的是（　）。

A. 铁和稀盐酸反应，生成氯化铁和氢气

B. 可以在铁桶里配制硫酸铜溶液

C. 酸一定含有氧元素

D. 碱一定含有氢元素

3. 向 $Cu(NO_3)_2$ 和 $AgNO_3$ 的混合溶液中加入一定质量的铁粉，经充分反应后有少量金属析出，过滤后向滤液中滴加稀盐酸，有白色沉淀生成，由此推断析出的金属是（　）。

A．Cu　　B．Ag　　C．Fe 和 Cu　　D．Cu 和 Ag

4. 将硝酸铵与氯化铵的混合物 3.74 g 用蒸馏水完全溶解后，滴入 $AgNO_3$ 溶液至刚好不再产生沉淀为止，过滤后得到干燥的固体沉淀物 2.87 g，则滤液中含有硝酸铵（　）。

A．1.07 g　　B．1.6 g　　C．2.67 g　　D．4.27 g

二、填空题

5. 两种失去标签的化肥 A 和 B，可能是 NH_4HCO_3、NH_4Cl、KNO_3、K_2CO_3 中的某两种。某同学做了如下实验：

①各取 A、B 少许，将其配成溶液备用。

②各取两溶液少许，向其中分别加入 NaOH 溶液加热，A 中有能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体产生，B 中没有明显现象。

③各取两溶液少许，向其中分别加入稀盐酸，A、B 中均有能使澄清石灰水变浑浊的气体产生。

（1）则 A 为_____，B 为_____。

（2）A、B_____（填“能”或“不能”）混合使用。

（3）写出上述实验过程中所涉及的化学方程式。

6. 鉴别失去标签的氯化钡、碳酸钠和稀盐酸三种无色溶液。

（1）学生甲根据氯化钡溶液显中性，选用了一种酸碱指示剂；学生乙选用了一种酸溶液；学生丙选用了一种盐溶液，该盐由碳、氧、钾三种元素组成。三位同学都一次鉴别成功。请推断他们选用的试剂（写名称）：甲_____，乙_____，丙_____。

（2）学生丁认为不用其他任何试剂也可以鉴别，他的鉴别方法是_____。

三、计算题

7. 取碳酸钠和氯化钠的固体混合物 13.6 g，与一定质量的稀盐酸恰好完全反应，得到 10% 的氯化钠溶液 147 g。计算：

（1）固体混合物中碳酸钠的质量分数；

（2）生成二氧化碳的质量；

（3）该盐酸中溶质的质量分数。



第13章 化学与社会生活

随着生产力的发展、科学技术的进步，化学在人类的生产和生活中的作用越来越显著。同时，也会由于处理不当而造成环境污染等问题。化学对社会生活的利与弊，完全掌握在我们人类手中。我们要学好化学，用好化学，趋利避害。

本章将学到

- ★ 食物中的营养物质
- ★ 化学合成材料
- ★ 化学与环境

第一节　食物中的营养物质

食物是人类赖以生存的物质基础。为了满足人类对食物的需求，人们生产出了各种各样的食品，随着生活水平的提高，人们在重视食品质量的同时，也越来越重视营养均衡。本节将从饮食的角度，介绍基本的营养知识。

交流分享

日常生活中，人们每天都要吃粮食、蔬菜、肉、蛋、奶以及水果等，这些食物中都含有哪些营养成分？它们对人体健康有什么重要作用？



图 13-1　常见的食物

食物中具有营养的物质统称营养素，包括糖类、油脂、蛋白质、维生素、矿物质（又称无机盐）和水六大类。不同的营养素有不同的生理作用：糖类和油脂提供人体所需的大部分能量，蛋白质主要用来组成人体组织，而维生素等微量营养素在整个新陈代谢过程中发挥着重要作用。在日常生活中，我们应合理搭配膳食，使各种营养素的配比符合人体健康的需要。

一、糖类——人体的主要能源物质

我们每天食用的食物中含有丰富的糖类物质。糖是自然界中存在较多、分布较广的一类有机化合物，也是人体内能量的主要来源，我们每天都应该摄取一定量的糖类物质。



图 13-2　富含糖类的物质

糖是由碳、氢、氧三种元素组成的一类化合物的总称。

生活中常见的糖类有葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉和纤维素等。

葡萄糖广泛存在于葡萄和其他水果中。葡萄糖是一种无色晶体，有甜味，易溶于水。它是最容易被人体吸收的一种糖。医疗上常用葡萄糖溶液给病人补充营养。

蔗糖广泛存在于甘蔗、甜菜等植物体内。它也是无色、有甜味、易溶于水的晶体。

淀粉是绿色植物光合作用的产物，广泛存在于植物种子或块根和果实里。例如：大米约含淀粉 80%，小麦约含淀粉 70%，马铃薯约含淀粉 20%。淀粉本身没有甜味，它在人体内通过酶的作用，分解为葡萄糖供人体吸收。

各类食物都有保质期，在高温、潮湿的环境中很容易发生霉变，滋生含有黄曲霉素的毒菌。一旦误食含有这类毒菌的食物，会损害人的肝脏，容易诱发肝癌等疾病。

二、油脂——人体的高能营养素



图 13-3　油和脂肪

油脂是维持人体正常的生命活动不可缺少的一类重要的营养物质。油脂含有碳、氢、氧等元素，某些油脂还含有氮元素和磷元素。常见的油脂有花生油、菜籽油、猪油、牛油等。常温下，植物油脂呈液态，称为油；动物油脂呈固态，称为脂肪。油脂在人体内氧化放出的能量，约是相同质量的糖类或蛋白质所放出能量的 2 倍。它供给人体每天所需能量的 15%~25%，是人体内另一重要的能源物质。人体摄入过多的油脂容易导致肥胖和心脑血管等疾病。

拓展阅读

不同食物中含有油脂的数量和种类不同。猪、牛、羊等家畜的肉类和大豆、花生等油料作物的种子中油脂含量较高，而家禽和水产品中油脂含量较低。

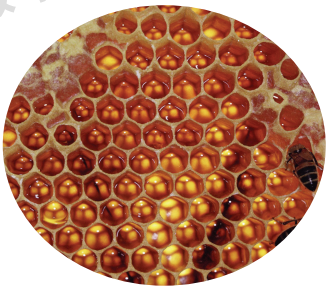


图 13-4　蜂巢

蜜蜂利用腺体分泌油脂，用于筑造蜂巢。蜂巢里的无数个大小相同的房孔是由油脂的混合物筑成的，这种混合物就是我们熟知的蜂蜡。

三、蛋白质——生命的物质基础

为什么鸡肉、大豆和鱼肉富有营养呢？这是因为它们的主要成分是蛋白质。蛋白质是构成生命的基础物质，是日常膳食的重要组成部分。蛋白质可以说是自然界中结构最复杂的有机物。组成蛋白质的主要元素是碳、氢、氧、氮和硫等。其基本组成单位是氨基酸。



图 13-5　富含蛋白质的食物

蛋白质是构成细胞的基本物质，是机体生长及修补受损组织的主要原料。人体肌肉组织、皮肤、毛发、指甲、激素、血清、酶的主要成分都是蛋白质。为了维持机体的正常生长发育和组织更新，人们必须从食物中获得足够的蛋白质。

表 13-1　常见食物中的蛋白质含量（100 g 食物中）

食物	蛋白质含量 /g	食物	蛋白质含量 /g
瘦猪肉	15.7	大豆	36.3
牛肉	20.3	绿豆	23.8
羊肉	17.3	红小豆	21.7
猪肝	21.3	花生仁	26.2
鸡肉	21.5	面粉	9.9
鸭肉	16.5	小米	9.7
带鱼	18.1	大米	8.5
鸡蛋	14.7	玉米	8.6
牛奶	3.3	马铃薯	2.3

食物中的蛋白质，如动物蛋白主要来源于鱼、瘦肉、奶等，植物蛋白主要来源于粮食、豆类或坚果类。鸡蛋和牛奶中的蛋白质在人体内利用率最高，营养价值也最高。

有一些物质，如甲醛等会和蛋白质发生反应，破坏蛋白质的结构使其变性。食用含有变性蛋白质的食物会造成人体中毒。

小知识

13~15 岁的青少年每天对糖类、油脂和蛋白质的需求量分别为：每千克体重需要糖类 10 g，油脂 3.10 g，蛋白质 1~1.51 g。

四、维生素——人体必需的微量营养素

你如果留意过牛奶包装的标签，就会看到上面往往会标明牛奶中的维生素含量。这是因为细胞正常的生命活动还需要有一种有机分子才行，它就是维生素。维生素是分子组成和结构都较为复杂的有机物。人体每日对维生素的需求量极少，通常以毫克（mg）甚至微克（μg）计，但是这极少的量对人体正常的新陈代谢和健康却极为重要。

维生素不直接参与提供能量，也不作为构建身体的结构材料，其主要功能是调节机体代谢。人体中某类维生素的缺乏达到一定程度，会引起代谢障碍。例如，维生素 D 可以促进肠道对钙和磷的吸收，如果儿童没有摄取足量的维生素 D，容易患上软骨病。但各种维生素的摄入量应适量，维生素摄入过多可能会引起中毒症状。

人体需要的维生素绝大多数不能在体内合成，必须从食物中摄取。

表 13-2　几种重要的维生素

名称	维生素缺乏的主要症状	主要食物来源
维生素 A	夜盲症、干眼病、皮肤病变、生殖失调、阻碍生长发育，甚至导致肿瘤的发生	鱼肝油、动物肝脏、蛋类、奶制品、水产品、胡萝卜、西红柿等
维生素 B_{12}	恶性贫血	动物的肝、肾、脑等
维生素 C	坏血病、精神异常、肌肉和心肌衰退等	刺梨、猕猴桃、酸枣、柑橘、小白菜、苦瓜、韭菜等
维生素 D	软骨病（佝偻病）和骨软化症	鱼的肝脏（鱼肝油）和内脏等
维生素 E	症状多样化，如新生儿溶血性贫血、儿童和成人组织发生退行性病变及不育症等	植物油、牛奶、鸡蛋等

五、无机盐——人体内不可或缺的营养素

目前已知的 100 多种化学元素，在人体内已经发现 60 多种，已确认的人体中必需元素有 27 种。其中 11 种元素（氧、碳、氢、氮、钙、磷、钾、硫、钠、氯和镁）的含量高于 0.01%，被称为常量元素。另外 16 种元素的含量均低于 0.01%，它们被称为微量元素，人体中微量元素约占体重的 0.05%。除氧、碳、氢、氮外，其他元素都以无机盐的形式存在。铁是最早发现的人体必需微量元素，后来又发现碘、钒、氟、硅、镍等，至今已确认 16 种微量元素为动物和人体所必需的，其中 11 种为微量金属元素。

无机盐在细胞中的含量虽然不多，但是是生命活动所必需的，在维持生物体和细胞的生命活动中起到重要作用。由于新陈代谢，每天都有一定数量的无机盐以各种途径排出体外，因而必须通过膳食予以补充。微量元素通过激活酶的活性，在人体内许多生化过程中起调控作用。表 13-3 列出了一些无机盐对人体的作用。

表 13-3　一些人体必需的常量元素和微量元素的作用

元素	生理功能	主要食物来源
钙	骨骼不可缺少的元素，还与肌肉的收缩有密切关系，它参与人体的许多酶反应、血液凝固，维持心肌的正常收缩，调节神经和肌肉的兴奋，巩固和保持细胞膜的完整性，缺钙会造成软骨病	动物骨、鸡蛋、鱼虾和豆类等
锌	缺锌会引起营养不良，生殖系统失调	豆类、瘦肉、米、面等
铁	构成血红素的主要成分，主要功能是把氧气输送到全身各个细胞并把 CO_2 排出体外。缺铁会引起贫血	动物肝脏、蛋黄、海带、紫菜、菠菜等
碘	甲状腺素的组成成分。缺碘会引起大脖子病（地方性甲状腺肿）	海带、紫菜、海参等

本节收获

✓了解了对人类非常重要的六类营养物质：糖类、油脂、蛋白质、维生素、无机盐和水。

✓知道了化学元素与人体健康的关系，了解化学元素对人体的利与弊。

✓认识了糖类、油脂、蛋白质、维生素、无机盐等营养素对人体健康的意义及合理安排饮食的重要性。

练习与应用

1. 糖类物质贮存在很多食物中，下列食物中不含糖类物质的是（　）。

A．马铃薯　　B．面粉　　C．大米　　D．醋

2. 某软骨病患者的病因是缺少下列元素中的（　）。

A．钙元素　　B．锌元素　　C．铁元素　　D．碘元素

3. 下列各类食物中蛋白质含量最丰富的是（　）。

A．草莓　　B．西红柿　　C．米饭　　D．鸡蛋

4. 微量元素与人体健康密切相关，若饮食不合理，摄入某种微量元素不足，就会引起疾病。下列疾病中，与缺少铁元素有关的是（　）。

A．坏血病　　B．侏儒症　　C．佝偻病　　D．贫血

5. 日常生活中的下列食品富含维生素的是（　）。

A．蔬菜　　B．淀粉、红糖　　C．肉、蛋、奶　　D．油、奶油

6. 我们在日常生活中要注意营养均衡，合理膳食。下图是维持人类生命活动不可缺少的六种营养素及其功能，请在图中填写 A、B 两种营养素的名称。

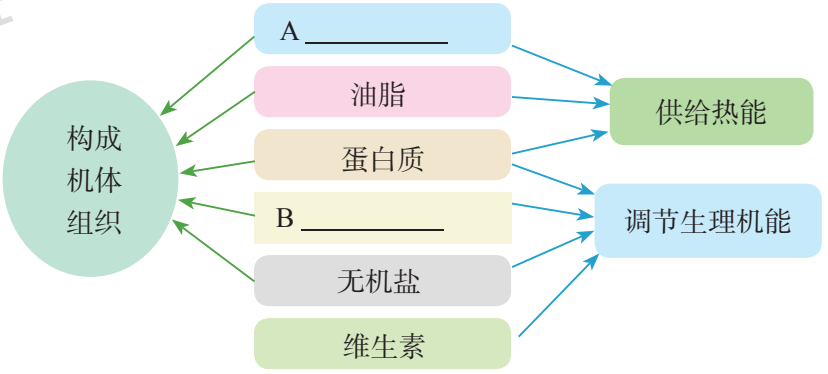


图 13-6

7. 请给自己或家人制订合理的饮食计划。

第二节　化学合成材料

材料常常是一个时代的标志，如陶器时代、青铜器时代等。现代社会中化学合成材料迅猛发展，并得到广泛应用。在材料的大家庭里，按照材料的成分和特性分类，可分为金属材料、无机非金属材料（包括陶瓷、玻璃、水泥等硅酸盐材料）、高分子材料和复合材料四大类。

高分子材料可分为天然材料和合成材料两大类。棉花、羊毛、天然橡胶等属于天然高分子材料。合成材料无论是在人们的衣、食、住、行，还是在现代工农业生产、尖端科学技术领域都发挥着越来越重要的作用。传统的合成材料主要包括合成纤维、塑料和合成橡胶三大类。

一、合成纤维

纤维是一类线性高分子材料，它的长度一般大于本身直径的 100 倍。

纤维可以细分为多种，合成纤维（synthetic fiber）是其中的一大类。一般以石油、煤、天然气或农副产品等为基本原料，经过一系列化学反应，先制得小分子化合物，再由小分子化合物经化学反应得到高分子化合物，最后加工即得到合成纤维。

活动 · 探究

【探究目的】区分棉纤维、羊毛纤维和合成纤维。

【猜想假设】用燃烧法是否能区分棉纤维、羊毛纤维和合成纤维？

【探究操作】

1. 用坩埚钳依次夹取一小段棉线、纯羊毛毛线和腈纶线，分别放在酒精灯火焰上点燃。

2. 闻三者燃烧时的气味，并观察燃烧过程和燃烧后的灰烬。

3. 记录观察到的现象：_____。

【探究结论】

可根据棉纤维、羊毛纤维和合成纤维在燃烧时的不同现象，区分棉纤维、羊毛纤维和合成纤维。

人们很难将黑乎乎的石油与绚丽多彩、质地各异的合成纤维联系起来。然而，正是这些原料经过一系列化学转化和加工之后，创造了一个多姿多彩的服装世界。

合成纤维不仅可用做各类服装、鞋袜、箱包、床上用品等的面料，还可用于制作运输带、轮胎帘子线、缆绳、渔网、降落伞、宇航服及纤维增强复合材料等。



图 13-7　宇航服



图 13-8　降落伞

小知识

纤维分为天然纤维和化学纤维两大类。天然纤维是自然界天然存在的，根据其来源分成植物纤维、动物纤维两类。而化学纤维则可分为人造纤维和合成纤维。

常见的植物纤维如棉、麻等的化学成分为纤维素，常见的动物纤维如羊毛、蚕丝等的化学成分为蛋白质。

人造纤维是以天然纤维为原料经过化学处理得到的。

用涤纶和有机导电丝混纺而成的防静电面料所制成的防静电服，具有防静电、防尘、防燃爆等功能，可用于电子、军工、航天等特殊部门。

二、塑料

塑料（plastics）是在一定的温度和压力下可塑造成型的合成高分子材料。合成塑料的原料主要来自石油化工产品。

塑料有许多优点，如质轻、价廉、容易加工、耐腐蚀、不生锈、耐磨、绝缘性能良好、导热性低、不易腐烂、不怕潮湿，等等。

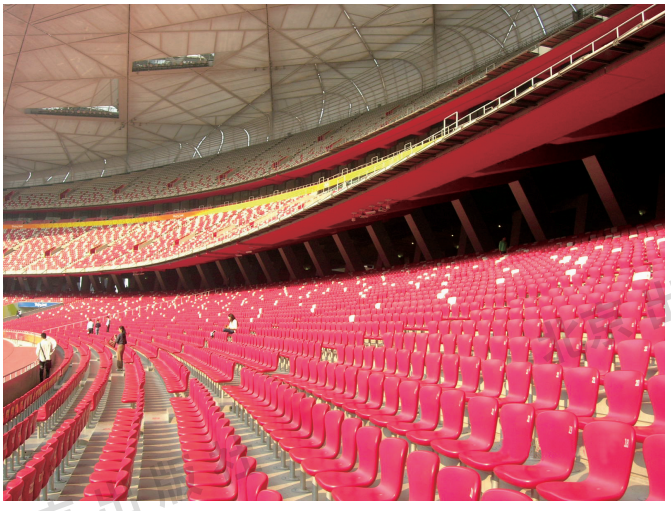


图 13-9　鸟巢采用的新型环保塑料座椅具有高强度、高韧性、高阻燃性和抗光老化的优点

塑料的品种很多，产量很大，用途很广。例如，人们常用聚乙烯塑料袋包装食品，用聚丙烯塑料做编织袋，用聚氯乙烯塑料做电线的包皮，用聚苯乙烯泡沫塑料包装电器，而几乎所有家用电器的外壳都是用塑料制成的。

交流分享

塑料与我们的生活息息相关，塑料产品几乎无所不在。你能结合日常生活中常用的一些塑料制品，说出它们各有什么优点和不足吗？

拓展阅读

导电塑料

导电塑料是经特殊方式加工制成的功能型高分子材料。主要应用于电子、集成电路包装、电磁波屏蔽等领域。

导电塑料在抗静电添加剂、计算机抗电磁屏幕和智能窗等方面的应用已得到快速的发展，而且在发光二极管、太阳能电池、移动电话、微型电视屏幕乃至生命科学研究等领域也有广泛的应用前景。



图 13-10　导电塑料角度传感器

塑料制品在人们生活中的应用日益广泛，塑料垃圾随之产生。由于废旧塑料难以自然降解，进入江河和海洋的塑料垃圾，会破坏生物的生存环境，造成鱼类等水生生物的死亡。塑料垃圾分散于土壤中后，会影响土壤的透气性，不利于作物生长。因此被视为“白色污染”。

废旧塑料的处理通常采用填埋、焚烧等方法。为减

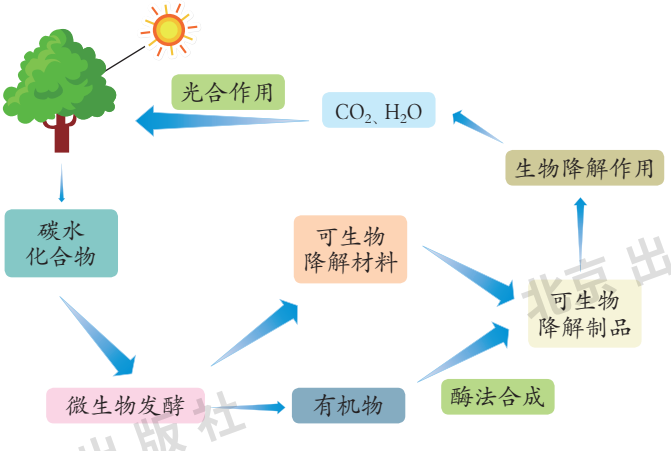


图 13-11　可降解塑料的生物降解过程

少资源浪费，人们利用物理和化学的方法改变塑料性能，开发废旧塑料再生利用新技术。此外，人们还开发了与同类普通塑料具有相当或相近性能的可降解塑料。使用后，能在自然环境条件下较快地降解成为碎片或碎末，并随时间的推移进一步降解成为二氧化碳和水，最终回归自然。目前可降解塑料主要有光降解塑料、生物降解塑料和同时具有可控光降解与生物降解双重降解功能的塑料。

塑料制品在人们生活中的应用越来越广泛，且消费量巨大，它对环境的影响却是人类长期面临的课题。要彻底治理“白色污染”，必须加强监管和加快研发新型材料，做好塑料制品的回收和再利用。在发展塑料工业的同时，不忘保护自然环境，达到和自然环境的和谐共处，造福子孙后代。

三、合成橡胶

橡胶（rubber）是一类具有显著高弹性能的高分子化合物。橡胶最重要、最突出的性能特征就是它的高弹性，即在外力作用下很容易发生形变，当外力解除后，形变能够较快得到恢复。



图 13-12　天然橡胶



图 13-13　用合成橡胶铺的跑道



图 13-14　橡胶用于制造轮胎

根据来源不同，橡胶可分为天然橡胶和合成橡胶两大类。由于天然橡胶的来源有限，所以对橡胶产品的巨大需求迫切要求人们能够以小分子化合物为原料，用化学方法人工合成橡胶。合成橡胶的生产就是在了解天然橡胶分子的组成和结构的基础上，从仿制开始发展起来的。现代的合成橡胶主要是以石油炼制产品和天然气为原料制成的。

由于合成橡胶具有高弹性、耐磨性、气密性、电绝缘性以及耐水、耐腐蚀等优点，所以大量用于制造轮胎、胶鞋、胶管、运输带、密封圈以及人造器官等。

拓展阅读

纳米材料

纳米材料又称为超微颗粒材料，由纳米微粒组成。纳米微粒一般是指直径在 1～100 纳米间的微粒（1 微米 =1 000 纳米，1 纳米 =10 埃）。

当人们将宏观物体细分成超微颗粒（纳米级）后，它将显示出许多奇异的特性，即它的光学、热学、电学、磁学、力学以及化学方面的性质和大块固体相比发生显著的变化。纳米材料广泛应用于医药、家电、电子计算机和电子工业、环境保护、纺织工业和机械工业等方面。

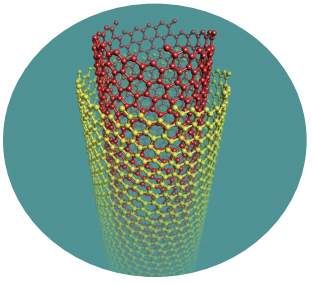


图 13-15　碳纳米管的示意图

功能陶瓷

功能陶瓷材料在性能上有其独特的优越性。在热性能和机械性能方面，有耐高温、隔热、高硬度、耐磨耗等特点；在电性能方面有绝缘性、半导体性、磁性等特点；在化学方面有催化、耐腐蚀、吸附等功能；在生物方面，具有一定生物相容性能，可作为生物结构材料等。



图 13-16　新型陶瓷铸造的牙齿

本节收获

- 了解了化学合成材料的特点。
- 知道了塑料、合成纤维和合成橡胶的性能和用途。
- 知道了在大力利用合成材料的同时要节约资源，保护环境。

练习与应用

1. 下列生活用品所使用的主要材料，属于天然纤维的是（　）。






A．橡胶鞋底　　B．尼龙背包　　C．纯棉 T 恤　　D．塑料滑板

2. 下列物质中，属于高分子合成材料的是（　）。

A．农用塑料薄膜　　B．棉花　　C．生铁和钢　　D．天然橡胶

3. 下列所示物品中，不是利用高分子合成材料制成的是（　）。






A．轮胎　　B．布匹　　C．塑料薄膜　　D．陶瓷制品

4. 灼烧衣线闻到烧焦羽毛的气味，由此可判断这件衣服的面料是（　）。

A．棉　　B．麻　　C．羊毛　　D．化学纤维

5. 下列常见物品所用的材料中，属于金属材料的是（　）。

A．羊毛衫　　B．塑料盆　　C．不锈钢餐具　　D．玻璃杯

6. “水立方”是2008年北京奥运场馆——国家游泳中心，它的外层是只有 0.08~0.25 mm 厚的膜结构气枕，其所用材料是新型塑料 ETFE［聚氟乙烯 $(C_2H_2F_2)_n$］。这种新型材料透明美观、防火防水、耐用，易于清理和维护。



图 13-17　“水立方”表面结构

（1）塑料 ETFE 含_____种元素，属于_____（填序号）①金属材料、②氧化物、③天然纤维、④高分子合成材料；ETFE 中 C、H、F 元素的质量比为_____，ETFE 中 C 元素的质量分数为_____。

（2）ETFE 气枕可以透进更多的阳光和空气，让泳池保持恒温，能节电 30%。现代社会对能量的需求量越来越大，我们一方面要利用和开发 _____（写一种）和风能等新能源，另一方面还要节约能源。

7. 调查家里的塑料制品，完成小报告：《我家里的合成材料制品》。

第三节　化学与环境

随着社会的进步和人们生活水平的提高，人类越发离不开化学。化学一方面提高了人们的生活水平，另一方面由于化学物质被不当使用，在一定程度上对环境造成破坏。人类应当与环境保持和谐关系，积极利用化学治理环境污染。

环境污染包括空气污染、水污染、土壤污染和噪音污染等。本节主要介绍空气污染及其防治方法。

交流分享

在日常生活中，你发现有哪些污染空气的现象？要防止这些现象的发生，应采取哪些措施？

随着社会的工业化发展，地球上的空气受到了一定程度的污染。室外空气污染，主要来源于汽车、飞机等交通运输工具排放的尾气，其中含有碳和氮的氧化物等有害气体，还可引起光化学污染和粉尘污染；室内空气污染，包括厨房中燃料燃烧的产物，以及一些装饰材料中挥发出来的苯、甲醛等有害气体，过量吸入苯和甲醛可引发癌症。

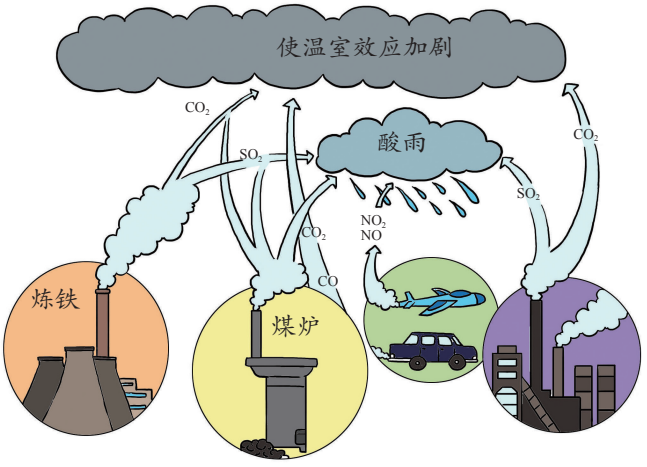


图 13-18　煤的燃烧、工业废气及运输工具排放的尾气均可造成空气污染

除此之外，自然原因也可造成环境污染。比如，火山喷发也会排放大量的浓烟、火山灰、硫和氮的氧化物等。


图 13-19　汽车排放的尾气

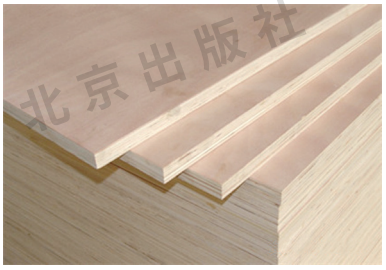


图 13-20　使用酚醛树脂胶的板材


图 13-21　火山喷发

一、酸雨

由于燃烧煤炭和燃油的电厂和工厂在生产过程中，产生大量氮和硫的氧化物，排放到空气中跟空气中的水蒸气反应形成硝酸和硫酸，随着降水回落到地面上，就形成了酸雨。酸雨的 pH 小于 5.6，酸雨会以雪、雨夹雪、雾或雨水的形式出现。


图 13-22　石雕像被酸雨毁坏

酸雨不仅影响生物，也会跟建筑物和雕塑上的石头、金属起反应。在酸雨严重的地区，汽车锈蚀得特别快，这些影响是无法修复的。

控制酸雨的根本措施是减少二氧化硫和氮氧化物的排放。利用化学方法，通过烟气大面积地与含石灰石的吸收液接触，使烟气中的二氧化硫溶解于水并与吸收剂及氧气反应生成石膏，从而降低二氧化硫的浓度。

但是，由于种种原因，在我国和世界各地，向大气排放二氧化硫的现象依然大量存在，酸雨仍是世界性的严重问题。

课外实践

测雨水的 pH

用干净的塑料杯收集一些雨水，用玻璃棒蘸取少量雨水，然后涂在 pH 试纸上。将试纸的颜色与标准比色卡对比一下，读出相应的 pH。

二、温室效应

在空气中，水蒸气、二氧化碳和一些气体允许太阳光到达地面，但阻止热量从地球表面逃逸回到太空。这种保持地球表面热能的方式，称为温室效应。没有温室效应，地球就会变得很冷，平均温度也会下降很多。

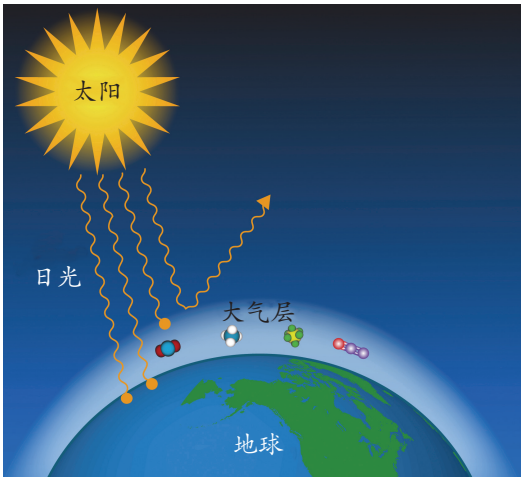


图 13-23　温室效应

交流分享

在大气与海洋之间也进行着二氧化碳循环。如果海水温度发生变化，那么溶解在海水中的二氧化碳浓度怎么变化？

19 世纪以来，煤、石油和其他化石燃料逐渐成为世界上大部分地区的主要燃料，这些燃料燃烧排放的二氧化碳，大大增加了自然界的二氧化碳水平。二氧化碳浓度上升导致温室效应加剧，全球气候变暖，使南极覆盖的冰雪融化、海平面上升，这将会影响产粮地区的粮食生产，也可能会带来更严重的暴风雨。

化学家们正试图研究把二氧化碳转化为其他物质的技术，设法减少二氧化碳的排放，防止甲烷、氟氯烃等气体的外逸，从而减小温室效应的影响。

面对日益严重的空气污染问题，各个国家和政府已采取多项措施，如改造燃料使用方式、提高机动车尾气排放标准并加大检测力度、加强对工业污染的防治等，均已取得明显成效。

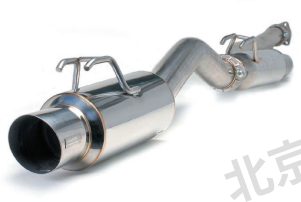


图 13-24　汽车尾气处理装置

拓展阅读

行动起来，应对温室效应

全球变暖的直接诱因是温室气体排放量居高不下，而资源浪费制造了大量不必要的温室气体。目前各国都在研究如何应对全球变暖，如何节能减排。2007 年 9 月在亚太经济合作组织（APEC）领导人非正式会议上，21 个成员方通过了《悉尼宣言》，一致同意为温室气体排放工作设定“宏伟的长远目标”——到 2030 年 APEC 地区的单位产值能耗比 2005 年至少减少 25%，到 2020 年至少增加森林面积 2 000 万公顷。中国政府郑重承诺，到 2020 年，温室气体排放比 2005 年下降 40%~45%。

三、保护环境

粉尘也是一种空气污染物，它直接威胁着人们的生命。身处粉尘污染的环境，人们容易患心血管、呼吸道等疾病。粉尘污染对老人、儿童的影响最大。过多的粉尘容易滋生病菌、病毒，对人身体健康极为不利。因此，必须采取有效措施防治粉尘污染。



图 13-25　沙尘暴、雾霾对空气造成重度污染





图 13-26　防止扬尘

拓展阅读

我国的空气质量的检测和空气质量指数

自 2013 年 1 月 1 日起，我国共有 74 个城市开始执行新的《环境空气质量标准》，并按《环境空气质量指数（AQI）技术规定（试行）》发布环境空气质量指数（AQI）。

空气质量指数[①]（Air Quality Index），简称 AQI，是根据细颗粒物（$PM_{2.5}$）、可吸入颗粒物（PM_{10}）、二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、臭氧（O_3）、

① 选摘自《环境空气质量指数（AQI）技术规定（试行）》（HJ 633-2012）。

一氧化碳（CO）等各项污染物的实测浓度值（其中 $PM_{2.5}$、PM_{10} 为 24 小时平均浓度），分别计算得出空气质量分指数（简称 IAQI），各项污染物的 IAQI 中的最大值即为 AQI。当 AQI 大于 50 时，将 IAQI 中最大的污染物确定为首要污染物。若 IAQI 最大的污染物为两项或两项以上时，并列为首要污染物。

PM_{10} 与 $PM_{2.5}$

PM_{10} 是指大气中直径小于或等于 10 微米的颗粒物，又称为可吸入颗粒物。可吸入颗粒物的浓度以每立方米空气中可吸入颗粒物的质量（以毫克为单位）表示。

$PM_{2.5}$ 是指大气中直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物，也称为细颗粒物。与较粗的大气颗粒物相比，$PM_{2.5}$ 粒径小，在大气中的停留时间长、输送距离远，当其中富含有毒成分时，对人体健康和大气环境质量的影响更为严重。

空气质量指数及相关信息[①]

空气质量指数	空气质量指数级别	空气质量指数类别及表示颜色		对健康影响情况	建议采取的措施
0~50	一级	优		空气质量令人满意，基本无空气污染	各类人群可正常活动
51~100	二级	良		空气质量可接受，但某些污染物可能对极少数异常敏感人群健康有较弱影响	极少数异常敏感人群应减少户外活动
101~150	三级	轻度污染		易感人群症状有轻度加剧，健康人群出现刺激症状	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者应减少长时间、高强度的户外锻炼
151~200	四级	中度污染		进一步加剧易感人群症状，可能对健康人群心脏、呼吸系统有影响	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者避免长时间、高强度的户外锻炼，一般人群适量减少户外运动
201~300	五级	重度污染		心脏病和肺病患者症状显著加剧，运动耐受力降低，健康人群普遍出现症状	儿童、老年人和心脏病、肺病患者应停留在室内，停止户外运动，一般人群减少户外运动
>300	六级	严重污染		健康人群运动耐受力降低，有明显强烈症状，提前出现某些疾病	儿童、老年人和病人应当停留在室内，避免体力消耗，一般人群应避免户外活动

联想 · 启示

有人认为，空气污染是社会生产力发展的必然产物，也有人认为，防治空气污染必须依靠科学技术。你是怎样看待这个问题的呢？

① 选摘自《环境空气质量指数（AQI）技术规定（试行）》（HJ 633-2012）。

我们需要一个健康的环境，但我们每天都会制造垃圾，而这些垃圾又会对环境产生危害。垃圾处理的单一性（仅采用填埋或焚烧）容易造成对环境的污染。例如，有机化合物垃圾的不完全燃烧会产生二噁英，对人体健康十分有害。

生活垃圾的成分多种多样，有的可直接回收利用，有的可用于堆肥，有的必须加以焚烧。对于生活垃圾应提倡分类处理。

可回收垃圾包括金属、纸类、塑料、玻璃等。通过综合处理，回收利用（图 13-27，图 13-28），可以减少污染，节约资源。

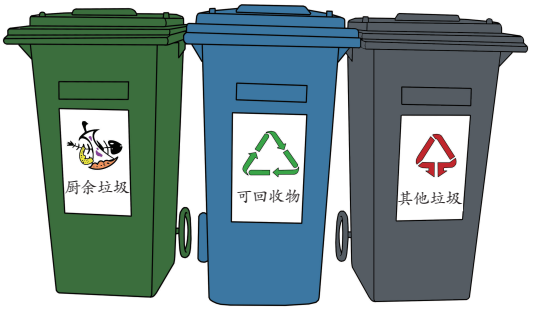


图 13-27　垃圾分类回收箱

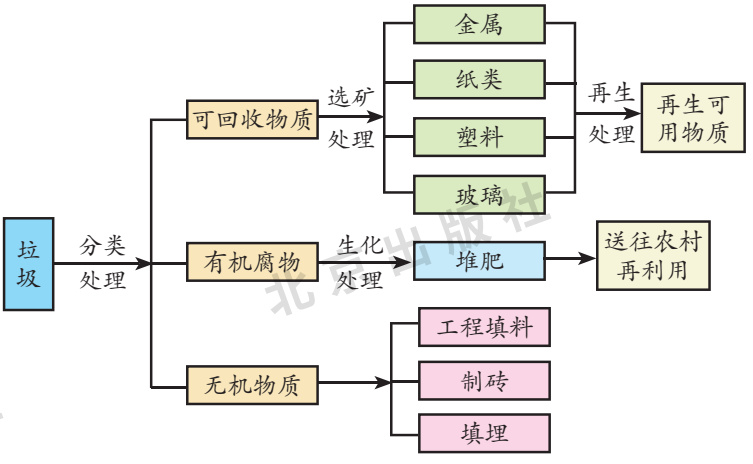


图 13-28　垃圾处理的一般流程

随着经济发展和生活水平的日益提高，人们的环境意识逐渐加强，对洁净环境的要求也越来越高。从化工生产上看，“绿色化学”得到了世界广泛的响应。其核心是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，把反应物的原子全部转化为期望的最终产物。要改善环境，一方面每个人都应从自身做起，不任意排放有害于环境的化学物质；另一方面还需要在科学设计和论证的基础上，运用化学方法对环境中的污染物加以处理。相信化学在改善环境方面将作出越来越多、越来越重要的贡献。

课外实践

从环保部门（或环保网站）了解当地环境污染情况，参与有关的环境监测活动，提出减少污染的建议。

本节收获

- 了解了典型的大气污染物的来源及危害。
- 认识了化学在环境监测与环境保护中的重要作用。

练习与应用

1. 下图为国家颁布的“城市生活垃圾分类标志”，易拉罐和废弃的塑料瓶属于（　）。



A



B



C



D

2. 室内空气污染的主要来源之一，是人们在现代生活中所使用的化工产品，如绝缘板制的办公桌、某些化纤地毯、装饰用的复合板和黏合剂等，都会不同程度地释放出（　）。

A．甲烷　　B．甲醛　　C．二氧化碳　　D．氮气

3. 当今世界面临的三大环境问题是酸雨、臭氧层空洞和温室效应，其中形成酸雨的主要原因是人们向空气中排放大量的（　）。

A．CO_2　　B．CO　　C．SO_2、NO_2　　D．CH_4

4. 联合国气候变化大会倡导的“环保”“低碳生活”，警示世人缓解温室效应已迫在眉睫。造成温室效应的主要气体是（　）。

A．O_2　　B．N_2　　C．H_2　　D．CO_2

5. 在我们每天扔掉的垃圾中，有很多是宝贵的可再生资源，因此，生活中的垃圾要分类回收。下列物质中，属于可回收物的是①纸类　②塑料　③玻璃　④金属（　）。

A．①②③　　B．①③④　　C．②③④　　D．①②③④

6. 为减少温室气体排放，人们积极寻找不含碳元素的燃料。经研究发现 NH_3 燃烧的产物没有污染，且释放大量能量，有一定应用前景。

① NH_3 中氮元素和氢元素的质量比为_____。

② 将 NH_3 燃烧反应的化学方程式补充完整：$4NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 6H_2O +$_____。

本章收获了

1 人体所需营养素。

- 人体所需营养素
  - _____
  - _____
  - _____
  - _____
  - _____
  - 水

2 人体中所需元素——____、____、____ 等元素。

3 合理使用合成材料——合成纤维、塑料、合成橡胶，知道它们的用途。

4 空气质量
- 空气质量检测
  - 空气污染物
  - 空气质量指数
- 减少大气污染物（硫、氮的氧化物，可吸入颗粒物、细颗粒物等）的途径
- 避免室内空气污染物（甲醛等）对人体的毒害
- 造成全球气候变暖的主要因素——_____

5 保护我们的环境，自觉进行垃圾的分类与处理。

- 垃圾的处理
  - 生活垃圾的分类收集
  - 垃圾的无害化处理
  - 垃圾的资源化处理

巩固与自测

一、选择题

1. 能调节新陈代谢，但一般在人体内不能合成，可从水果、蔬菜中摄取的营养素是（　）。

A．蛋白质　　B．糖类　　C．油脂　　D．维生素

2. 下列物质中，不属于高分子合成材料的是（　）。

A．合金　　B．塑料　　C．合成橡胶　　D．合成纤维

3. 高分子合成材料的出现是材料发展史上的一次重大突破。下列物质中，属于高分子合成材料的是（　）。

A．汽车轮胎　　B．钢　　C．棉花　　D．羊毛

4. 以农作物秸秆为原料的一次性餐盒，废弃后在自然条件下两个月就可以分解。下列关于此餐盒的说法不正确的是（　）。

A. 用它替代塑料餐盒可减少“白色污染”

B. 其原料秸秆属于高分子合成材料

C. 这种餐盒是环保产品

D. 可有效利用秸秆，减少燃烧而引发的空气污染

5. 下列各种食物中，富含蛋白质的是（　）。


A．鱼


B. 香蕉


C. 白菜


D. 玉米

二、填空题

6. 制作豆腐是中国古代的一项重要发明。目前豆腐在全球已成为颇受欢迎的食品，其制作的主要工艺流程如下：

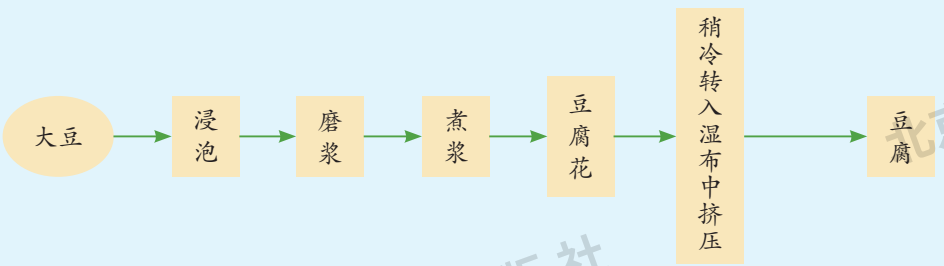


图 13-29

【资料】下表是豆腐中主要成分的平均质量分数：

成分	水	蛋白质	油脂	糖类	钙	磷	铁	维生素 B_1	维生素 B_2
质量分数 / %	89.3	4.7	1.3	2.8	0.24	0.064	1.4	0.000 06	0.000 03

（1）上述工艺流程中，由豆腐花制豆腐的过程就是将豆腐与水分离，该步骤的设计利用的操作是_____。

（2）除水、无机盐和维生素外，豆腐中含有的平均质量分数最大的营养素是____，下列也能提供该营养素的食物有_____（填序号）。

A．鱼　　B. 大米　　C. 花生油

（3）豆腐中含人体所需的微量元素是_____，缺少该元素容易患_____病。

三、计算题

7. 青少年正处于生长发育时期，每天需要摄取足量的蛋白质，蛋白质的代谢产物主要是尿素 [$CO(NH_2)_2$]。若从食物中摄取的蛋白质经体内新陈代谢后完全转化为尿素排出体外，每人每天相当于排出尿素 30 g。

（1）30 g 尿素中含氮元素多少克？

（2）已知蛋白质中氮元素的平均质量分数为 16%，则每人每天至少应从食物里摄取的蛋白质为多少克？

（3）请你根据下表中几种常见食物的蛋白质含量，计算出每天至少应摄入多少克下列食物才能满足你对蛋白质的需求（可以只摄取一种食物，也可同时摄取几种食物）。

食物	白面	鸡蛋	瘦肉	牛奶
蛋白质含量 /%	10	14	20	3

附录一

相对原子质量表

（按照元素符号的字母次序排列）

元素		相对原子质量	元素		相对原子质量	元素		相对原子质量
符号	名称		符号	名称		符号	名称	
Ac	锕	[227]	Ge	锗	72.64(1)	Pu	钚	[244]
Ag	银	107.868 2(2)	H	氢	1.007 94(7)	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	𬬭	[267]
As	砷	74.921 60(2)	Ho	钬	164.930 32(2)	Rg	𬬩	[280]
At	砹	[210]	Hs	𨨏	[270]	Rh	铑	102.905 50(2)
Au	金	196.966 569(4)	I	碘	126.904 47(3)	Rn	氡	[222]
B	硼	10.811(7)	In	铟	114.818(3)	Ru	钌	101.07(2)
Ba	钡	137.327(7)	Ir	铱	192.217(3)	S	硫	32.065(5)
Be	铍	9.012 18(3)	K	钾	39.098 3(1)	Sb	锑	121.760(1)
Bh	𨨨	[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	6.941(2)	Sg	𨭆	[271]
Br	溴	79.904(1)	Lr	铹	[262]	Si	硅	28.085 5(3)
C	碳	12.010 7(8)	Lu	镥	174.966 8(1)	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(9)	Ta	钽	180.947 88(2)
Cf	锎	[251]	Mo	钼	95.96(2)	Tb	铽	158.925 35(2)
Cl	氯	35.453(2)	Mt	鿏	[276]	Tc	锝	[98]
Cm	锔	[247]	N	氮	14.006 7(2)	Te	碲	127.60(3)
Cn	鿔	[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	204.383 3(2)
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	𨧀	[268]	No	锘	[259]	V	钒	50.941 5(1)
Ds	𫟼	[281]	Np	镎	[237]	W	钨	183.84(1)
Dy	镝	162.500(1)	O	氧	15.999 4(3)	Xe	氙	131.293(6)
Er	铒	167.259(3)	Os	锇	190.23(3)	Y	钇	88.905 85(2)
Es	锿	[252]	P	磷	30.973 762(2)	Yb	镱	173.054(5)
Eu	铕	151.964(1)	Pa	镤	231.035 88(2)	Zn	锌	65.38(2)
F	氟	18.998 403 2(5)	Pb	铅	207.2(1)	Zr	锆	91.224(2)
Fe	铁	55.845(2)	Pd	钯	106.42(1)			
Fm	镄	[257]	Pm	钷	[145]			
Fr	钫	[223]	Po	钋	[209]			
Ga	镓	69.723(1)	Pr	镨	140.907 65(2)			
Gd	钆	157.25(3)	Pt	铂	195.084(9)			

注：1. 相对原子质量录自 2007 年国际相对原子质量表，以 $^{12}C=12$ 为基准。

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准确度加注在其后的括号内。

附录二

部分酸、碱和盐的溶解性表（20 ℃）

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

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

北京出版社