

第1章

物质及其变化



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

我们根据什么来判断物质间发生了化学变化，又如何认识它们变化的规律呢？



第1节 物质的变化

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

物质是在不断变化着的

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

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



思考与讨论

自然界中的这些变化是什么变化？



图1-1 下雨



图1-2 煤矿自燃



图1-3 植物进行光合作用



思考与讨论

物理变化和化学变化在本质上有何不同？

化学变化的实质是构成物质分子的原子重新进行组合，形成了新的分子。

探究物质变化的方法

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

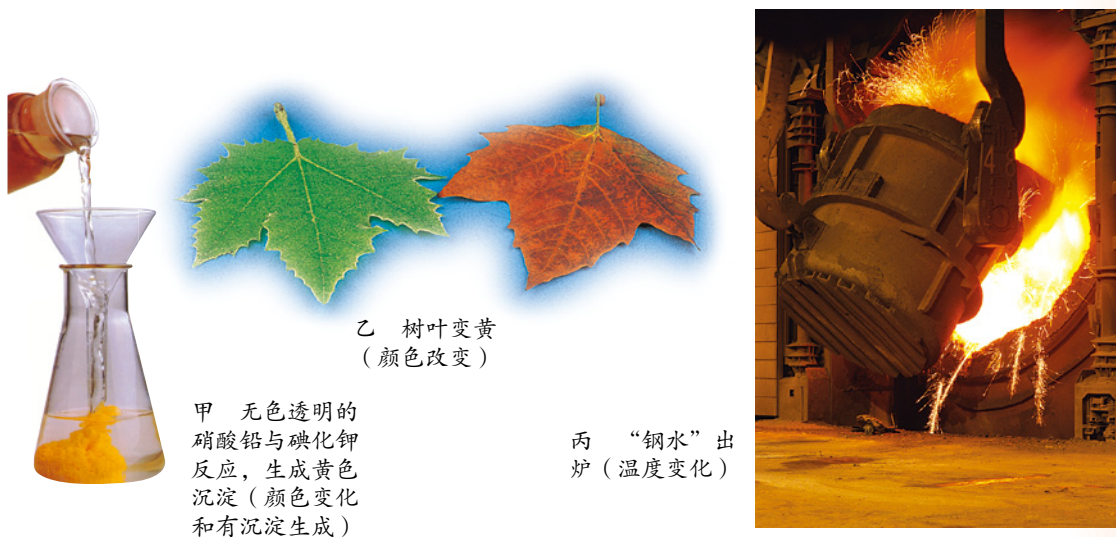


图1-4 物质变化的现象

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

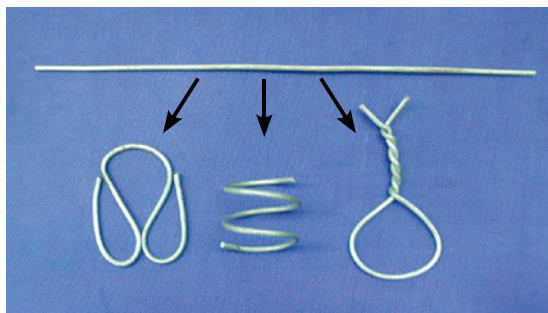


图1-5 各种形状的铁丝



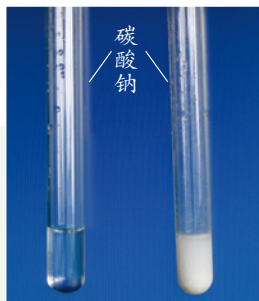
思考与讨论

你是怎样判断物质发生的变化是物理变化还是化学变化，或者两者兼而有之的？



活动

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



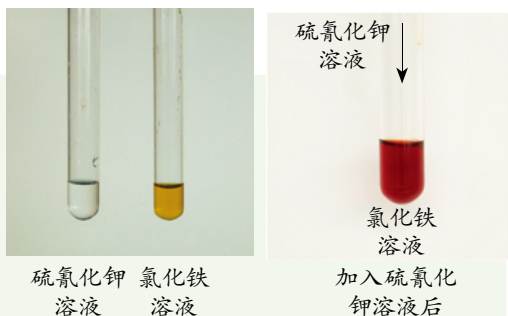
蒸馏水 澄清石灰水

图1-6 化学反应



活动

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



硫氰化钾溶液 氯化铁溶液

加入硫氰化钾溶液后

图1-7 氯化铁溶液与硫氰化钾溶液的反应

根据这个性质，我们可以用硫氰化钾溶液检验三价铁离子的存在。



思考与讨论

白色硫酸铜固体遇水会呈蓝色，这一性质有什么用途？

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



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

第2节 物质的酸碱性

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

酸性物质和碱性物质

讲到酸性的物质, 你可能会立即想到日常生活中所用的食醋。



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



图1-8 闻食醋

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



图1-9 三种常用的酸：盐酸、硫酸、硝酸



图1-10 含酸的水果

物质溶解于水或受热熔化而形成自由移动离子的过程，叫做电离。

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

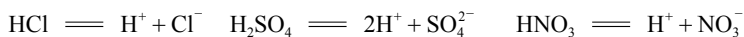
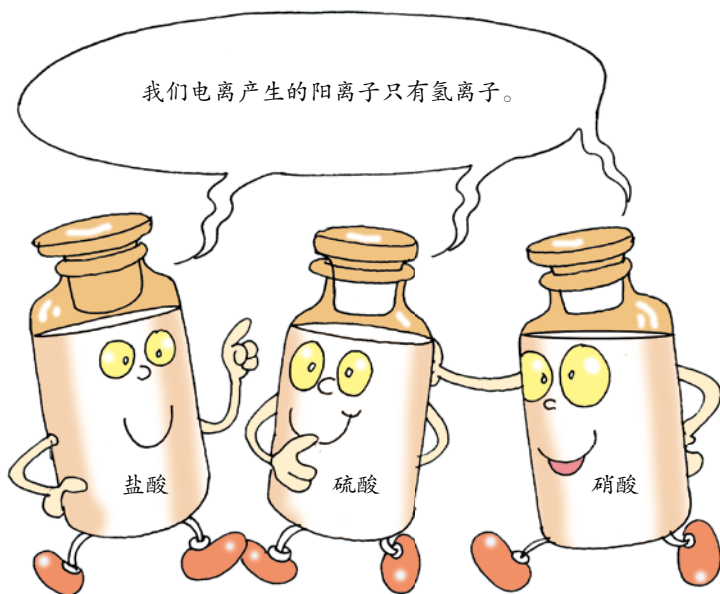


图1-11 常见的酸

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



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



图1-12 呈碱性的物质

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

酸碱指示剂

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

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



活动

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

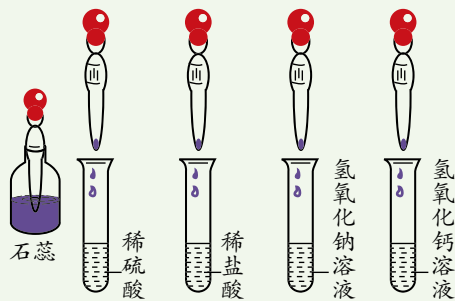


图1-13 用石蕊试液判断酸碱性

在稀硫酸中：_____。

在稀盐酸中：_____。

在氢氧化钠溶液中：_____。

在氢氧化钙溶液中：_____。

实验表明：酸能使紫色石蕊试液变 _____ 色，碱能使紫色石蕊试液变 _____ 色。

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

表 1-1 常用指示剂及其在酸性、碱性溶液中的颜色

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



阅读

自制酸碱指示剂

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

表 1-2 某些花浸出液的变色情况

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

溶液酸碱性的强弱程度

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



图1-14 盐碱地



图1-15 被酸雨伤害的树木



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

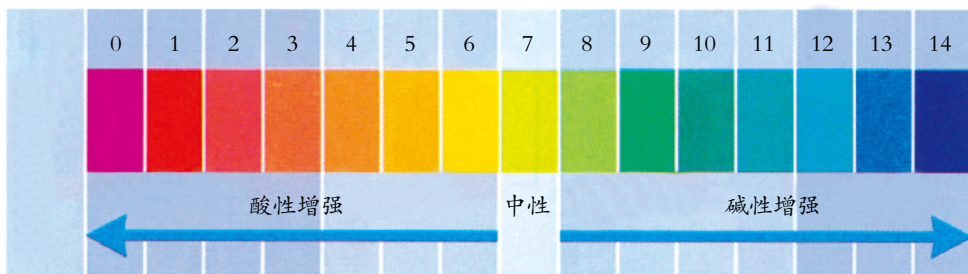


图1-16 pH和酸性碱性



图1-17 pH试纸与标准比色卡

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

用 pH 试纸测试的方法比较粗略，精确的测试可使用一种称为酸度计的仪器。



活动

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

表 1-3 实验过程中物质的颜色变化

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

你能得出什么结论? _____



阅读

我们身边物质的pH

pH 是定量反映物质酸碱性强弱的重要指标,它与我们的生活密切相关。

人体血液的 pH 为 7.39~7.45。当血液的 pH 降到 7.0 以下或升到 7.8 以上时,人就有生命危险。人处在通风不良的环境中时间过长,吸入的二氧化碳过多,血液中二氧化碳的含量增大,酸性就会增强,从而引起恶心、头晕等症状。

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

牛奶的 pH 通常小于 7,酱油的 pH 为 4.8 左右,番茄的 $\text{pH} \leq 4.5$ 。生鲜肉的 pH 为 7.0~7.4 之间,生肉久放后,由于肉中蛋白质凝固,失去一些水分, pH 变为 5.4~5.5。食用醋酸的 pH 为 3 左右,因为酸性环境可抑制细菌的繁殖,所以人们喜欢在一些食物中加入少许食用醋酸,这样既能使食品不易变质,又可增加风味。

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



练习

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



第3节 常见的酸

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

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

盐 酸

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



活动

1. 查阅盐酸试剂瓶的标签上写了哪些内容。你能看懂那些内容吗？

2. 观察试剂瓶中盐酸的颜色和状态。

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

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

反应的化学方程式为：

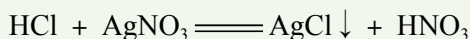


图1-18 盐酸的挥发性

浓盐酸和浓硝酸均具有挥发性，用后要及时把试剂瓶盖好。

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

活动

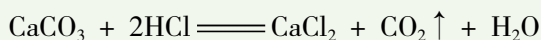


图1-19 鸡蛋壳与盐酸的反应

鸡蛋壳的主要成分是碳酸钙。

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

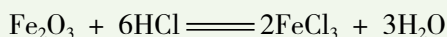
反应的化学方程式为：



盐酸能与碳酸钙反应。反应中，碳酸钙固体溶解，并产生CO₂气体，这些现象都是物质变化的证据。

2. 取一枚生锈的铁钉（铁锈的主要成分是Fe₂O₃），观察它的颜色。小心地让生锈的铁钉沿着试管壁滑到试管底部，向试管中滴加少量稀盐酸，振荡，如图 1-20 所示。过一会儿取出铁钉，用水冲洗干净。铁钉表面和溶液颜色发生了什么变化？_____。

铁锈与盐酸反应主要的化学方程式为：



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

反应的化学方程式为：

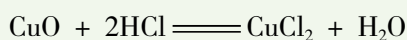


图1-20 盐酸跟铁锈的反应

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

探究

在盐酸除铁锈的实验中，气体是由什么反应生成的

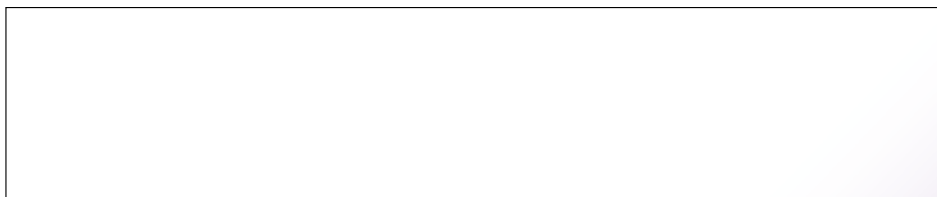
在盐酸除铁锈的实验中，我们可以看到铁钉表面有气泡生成，而盐酸与氧化铁反应时是没有气体生成的，这是否意味着盐酸能继续与金属铁反应生成气体呢？

1. 建立假设：

你的假设是：_____。

2. 设计实验：

应该用怎样的实验来验证你的假设？你设计的实验需要对照实验吗？



用简图表示实验设计

3. 实验结果分析:

你的实验支持你的假设吗? 为什么?

_____。

4. 交流与探讨:

与同学讨论对照实验的设计思路和作用。

其他的酸是否也具有盐酸的这些性质呢?

硫 酸

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



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

_____。

以上反应的化学方程式为:

① _____。 ② _____。

③ _____。 ④ _____。

⑤ _____。

以上实验说明硫酸具有 _____ 性质。

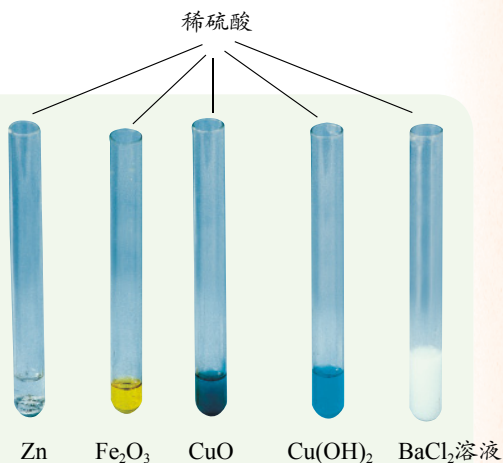


图1-21 稀硫酸酸性的实验

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

浓硫酸有很强的腐蚀性, 做实验时必须小心操作。

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



活动

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

切不可把水倒入浓硫酸中稀释，知道这是为什么吗？

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

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



思考与讨论

通过查阅各种资料，你能列出硫酸的主要物理性质和用途吗？

盐酸和硫酸的用途很广。例如：

表 1-4 盐酸与硫酸的用途比较

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

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

硝酸也有很强的腐蚀性。



练习

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

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

第 4 节 常见的碱

在具有碱性的物质中，碱是重要的一类。碱有哪些性质呢？

碱有哪些性质



活动

- 在 2 支盛有氢氧化钠溶液的试管里分别滴入几滴紫色石蕊试液、无色酚酞 (phenolphthalein) 试液，观察试管里的溶液发生了什么变化。
用 pH 试纸试验，氢氧化钠溶液能使 pH 试纸呈什么颜色？
- 用澄清石灰水溶液重复上述实验，观察产生的现象是否相同。将上述实验结果都填入表 1-5 中。

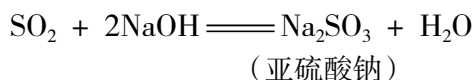
表 1-5 实验过程中物质的颜色变化

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

具有碱性的物质能使酸碱指示剂呈一定的颜色。

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

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



工业上常用碱溶液来吸收酸性气体。



活动

1. 在 2 支试管中分别注入 2~3 毫升氯化铜溶液和氯化铁溶液，它们各显什么颜色？ _____。
2. 在上述 2 支试管中分别滴加 1~2 毫升氢氧化钠溶液，试管中发生了什么变化？ _____。
写出反应的化学方程式： _____ ；
_____。

氢氧化钠和氢氧化钙

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

氢氧化钠是强碱，有较强的腐蚀性，切不可接触皮肤，实验时需谨慎操作。

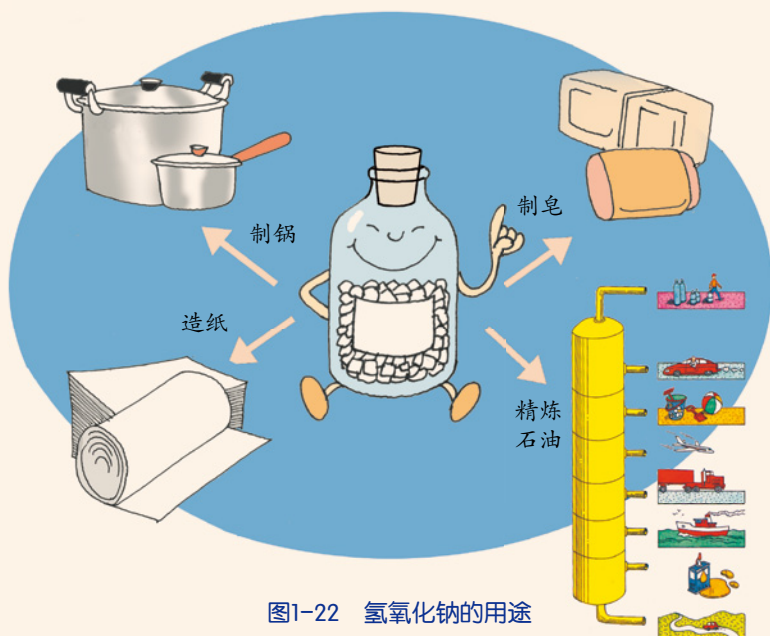


图1-22 氢氧化钠的用途

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



活动

1. 用药匙取少许氢氧化钠固体，放在表面皿上，如图 1-23 所示，观察它的颜色、状态等。几分钟以后再观察这些氢氧化钠，你发现有什么变化？_____

_____。

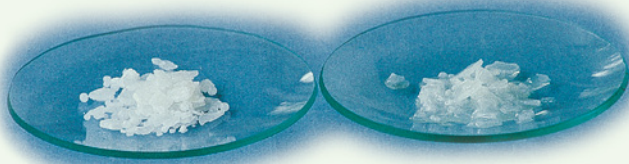


图1-23 氢氧化钠的潮解

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

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

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

利用它会潮解这个性质，氢氧化钠可以用做某些气体（如氧气、氢气）的干燥剂。



烧碱与蛋白质、油脂的作用

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

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

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



活动

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

_____。
化学方程式为：_____；

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

_____。
化学方程式为：_____；
_____。

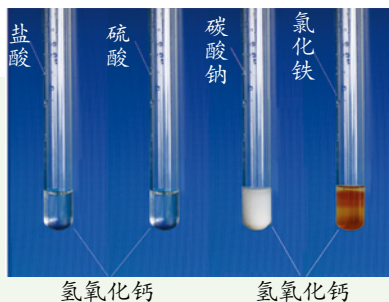


图1-24 检测氢氧化钙的性质

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



练习

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

第5节 酸和碱之间发生的反应

我们已经研究了一些酸和碱的性质。你知道把酸和碱放在一起，会发生什么吗？

酸碱反应



活动

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

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

_____。



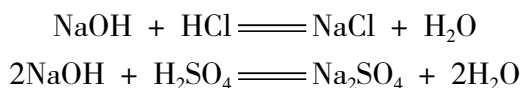
图1-25 氢氧化钠溶液与酸的反应



思考与讨论

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

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



思考与讨论

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



读图

读图 1-26，用你自己的话，概括一下酸与碱之间反应的实质。

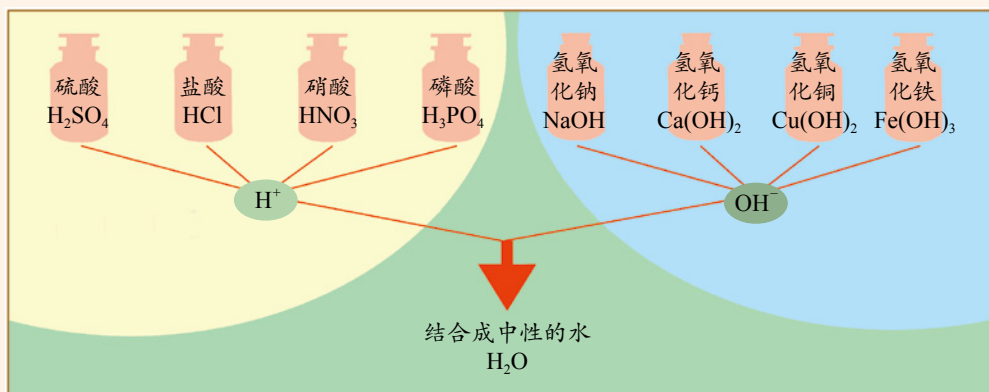


图1-26 酸与碱之间反应的实质

酸碱反应的应用

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



思考与讨论

举出生活中利用酸与碱之间的反应的实例。



实验

土壤酸碱性测定

目标

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

器材

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

过程

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

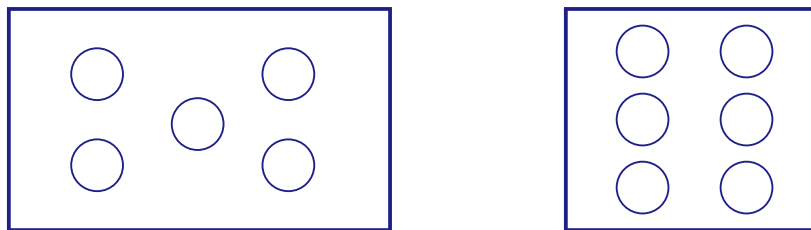


图1-27 取样图示

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

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

3. 按照编号，取 1 克左右土样放入试管中，加入 5 毫升蒸馏水，振荡



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

表 1-6 土壤样品采集表

土样编号	采集日期	采集地点	pH	土壤酸碱性

表 1-7 土壤酸碱性的分级表

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

讨论

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



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

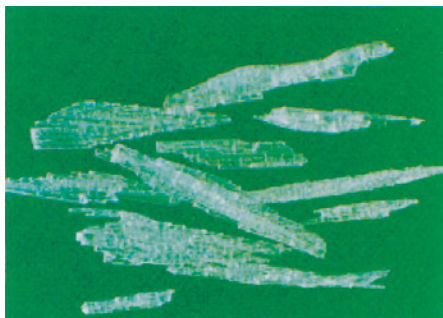


第6节 几种重要的盐

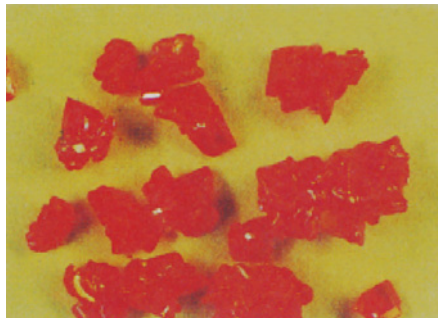
盐是酸跟碱反应的产物。例如：在盐酸和氢氧化钠的反应中，盐酸的组成是 HCl ，氢氧化钠的组成是 NaOH ，它们相互反应，在生成 H_2O 的同时，溶液里剩下酸根离子 Cl^- 和金属离子 Na^+ 。如果蒸发溶液，这两种离子就会结合，形成食盐晶体。

什么是盐

有人会认为盐就是指食盐。然而，科学上说的盐不仅仅指食盐，凡酸与碱反应，生成的物质（除水外）都可叫做盐，它是数量庞大的一类物质。自然界中有很多盐是晶体，有些盐晶体非常美丽，如图 1-28 所示。



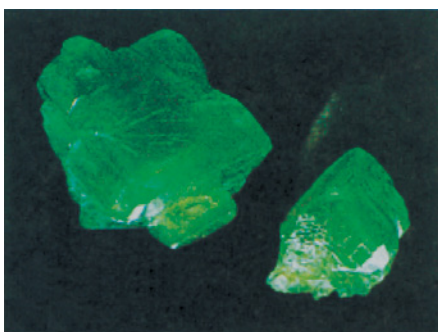
硝酸钾晶体



重铬酸钾晶体



硫酸铜晶体



硫酸亚铁晶体

图1-28 一些常见的盐晶体



思考与讨论

你还见过其他盐的晶体吗？

几种盐的性质

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



图1-29 碳酸钠



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

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



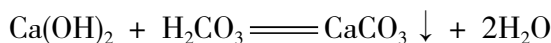
图1-30 螺壳中含有碳酸钙



图1-31 汉白玉华表



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



思考与讨论

怎样证明一块岩石是碳酸盐？

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

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

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



图1-32 明朝《天工开物》中用天然气制井盐的图



思考与讨论

为何用食盐腌过的肉类和蔬菜（如图1-33）不易腐败？



图1-33 腊肉和咸菜



活动

收集一些汗液盛放在试管中，滴入几滴硝酸银溶液，有什么现象产生？

_____。

反应的化学方程式为：_____。



思考与讨论

查阅有关材料，了解食盐在工业生产中的应用。

盐的制取

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



活动

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

_____。

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

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



思考与讨论

参照酸和碱性质的推断方法，你能否推断出盐有哪些性质？

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



阅读

侯 德 榜

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

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



图1-34 侯德榜

科学·技术·
社会·环境

四川自贡的盐井

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

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

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

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

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



图1-35 燊海井

盐与化肥

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



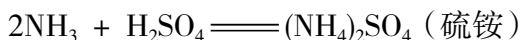
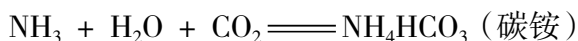
分析下列化肥的组成，你认为它们各属于哪一类肥料？用线条将它们连起来。

硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	碳酸氢铵 NH_4HCO_3	硝酸钠 NaNO_3	氯化铵 NH_4Cl	硝酸钾 KNO_3	碳酸钾 K_2CO_3
氮肥		磷肥		钾肥	
磷酸二氢钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	磷酸钾 K_3PO_4	硫酸钾 K_2SO_4	氯化钾 KCl	磷酸铵 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	硝酸铵 NH_4NO_3

图1-36 盐和化肥



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



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

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

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

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

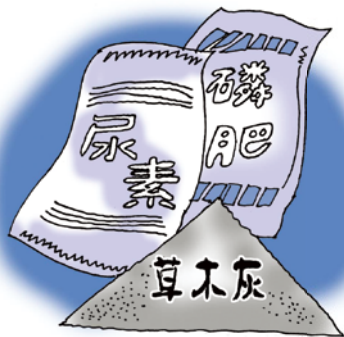


图1-37 常见的农肥



思考与讨论

收集几种化学肥料的资料，讨论它们的性质和作用。



科学·技术· 社会·环境

波尔多液的配制

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

我们可在家中配制出波尔多液：收集少量胆矾和生石灰。在一个容器里

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



碱和盐的性质

目标

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

器材

试管, 胶头滴管, 玻璃棒, 多孔瓷板, 澄清石灰水, 石蕊试液, 酚酞试液, 稀硫酸, 稀盐酸, 稀硝酸, 硫酸铜溶液, 氯化铁溶液, 氯化钠溶液, 氯化钡溶液, 硝酸银溶液, 碳酸钠溶液, 蒸馏水, CO_2 发生装置, 导管, 橡皮管。

过程

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

2. 认识盐的一些性质。

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



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

讨论

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



阅读

明矾石

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



练习

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

①磷酸盐 ②碳酸盐 ③硝酸盐 ④硫酸盐 ⑤盐酸盐

A. ①② B. ②④ C. ①③ D. ①⑤

在鉴别物质时, 绝对不能用嘴尝任何化学药品。

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



1. 人们可以通过观察、实验等方法认识物质的变化和变化的规律，并利用物质变化的规律造福人类。

2. 酸碱指示剂能显示溶液的酸碱性，如紫色石蕊试液在酸性溶液中呈红色，在碱性溶液中呈蓝色。pH 数值是反映物质酸碱性强弱的指标。

3. 酸有一些共性，如能使指示剂变色、能与某些金属氧化物反应、能与碱反应、能与一些盐反应、能与一些金属反应等。浓硫酸除具有酸的共性外，还有吸水、脱水等特性。浓盐酸、浓硝酸均具有挥发性。

4. 碱也有一些共性，如能使指示剂变色、能与某些非金属氧化物反应、能与酸反应、能与某些盐反应等。

5. 常用的酸和碱中，浓硫酸、浓硝酸、氢氧化钠、氢氧化钙等都具有很强的腐蚀性，使用时要注意安全。

6. 两种化合物（反应物）相互反应，分子中的阴阳离子互相交换，生成新化合物（生成物）的反应叫复分解反应。酸与碱之间发生的反应，是复分解反应的一种，通过指示剂能显示这类反应是否完全。

7. 盐是由金属阳离子（包括铵根）和酸根阴离子构成的。含有营养元素氮、磷、钾等元素的盐称为化学肥料。

8. 本章知识结构图：

