

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

九年义务教育四年制初级中学试用课本

—— 化学

(第二册)



说 明

1983年，北京师范大学与山东省教学研究室合作编写并实验“五·四”学制教材，并在山东、湖北沙市、黑龙江、河北等地进行了实验，取得了较好的效果。1987年，国家教委又将本套教材作为全国规划教材之一。为此，成立了总编辑委员会，负责“五·四”学制全套系列教材的编写和实验工作。

本书主编是何少华，编者是顾润瑛、何少华、姚乃红、王磊、陶卫。

由山东省教学研究室主持内审的审稿人有：傅丰昌、尹鸿藻、曹心对、俞克尧、龚维新、张世忠。

1994年，本书经国家教委中小学教材审定委员会审查通过，并从1995年秋季开始在全国试用。我们恳请广大师生在使用教材的过程中提出批评建议，以便不断提高质量。

“五·四”学制教材总编辑委员会
1994年8月

本书自出版以来，参加试教的广大化学教师，特别是山东省诸城市教研室的王树强老师，根据试教的情况对本书提出了许多宝贵的意见和建议。值此本书修订之际，特向他们表示衷心的感谢！

化 学

第一章 碳

金刚石、石墨和炭

二氧化碳的性质、制法和用途

一氧化碳的性质

石灰石

含一定量杂质的反应物或生成物的计算

碳仅占地壳组成的 0.087%，但是它的分布却极为广泛。碳的化合物是组成一切生物体的基础。煤、石油、天然气以及其它一些矿物都含有大量的碳。在大气中含有二氧化碳。

§ 1—1 碳的单质

一、金刚石和石墨

你知道光彩夺目的钻石、质地坚硬的金刚石，它们与铅笔芯的主要成分有什么关系吗？

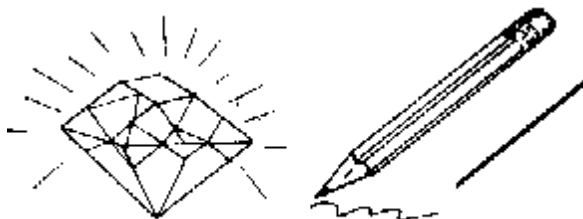


图 1—1 钻石和铅笔芯

漂亮的钻石是由天然金刚石加工琢磨制成的，而铅笔芯是由石墨与粘土混合制成的。从化学的角度看，纯净的金刚石和石墨都是由碳元素组成的，它们都是碳的单质。

纯净的金刚石是无色透明、对光折射性极强的物质。含有杂质的金刚石可呈蓝色、粉红色、红褐色等颜色。金刚石的硬度是所有天然物质中最大的，因此可用来作钻探机械的钻头和切割玻璃。金刚石的熔点高，是电的不良导体，它也不溶于任何溶剂。

1977 年，我国在山东省临沭县岌山乡常林村发现一颗特大金刚石（重 158.7860 克拉），称常林钻石。80 年代初探明，山东省是我国金刚石的重要产地之一。

石墨是深灰色、鳞片状、不透明、具有金属光泽的一种物质；它的硬度很小，用它在纸上划过，能留下深灰色的痕迹，用手捻摸，有滑腻的感觉。它是电的良导体，而且熔点极高，能经受温度的骤然升降，具有良好的传热性能。石墨有广泛的用途，可用来制作熔融金属的坩埚，耐化学腐蚀的砖和管道，干电池和高温电炉的电极，以及润滑剂和铅笔芯等。

怎样证明纯净的金刚石和石墨都是由碳元素组成的呢？

如果把金刚石或石墨放在氧气里燃烧，结果都生成同一种产物——二氧化碳。另外，石墨在 5 万到 10 万标准大气压、有催化剂存在的条件下，隔绝空气加热到 2000℃，最后可以变成人造金刚石。1975 年，我国已制出每粒质量为 1 克拉的人造金刚石。人造金刚石已用于工业上。

问题 下列哪对物质是由同一种元素组成的不同单质？

- 金刚石和石墨
- 冰和水
- 氧气和空气
- 铅笔芯和石墨电极

二、炭

生活中用到的木炭，工业生产中用到的炭黑、活性炭、焦炭等，它们都是由石墨的微小颗粒构成的，通常含有杂质，人们把它们总称为炭。

炭黑：把冷的蒸发皿放在蜡烛火焰的上方，很快就会产生一层烟炱（图 1—2），它就是炭黑。它是由某些有机物不完全燃烧而得到的最纯的炭。松

克拉是宝石的质量单位，1 克拉等于 200 毫克，即 0.2 克。

枝经过不完全燃烧制得的烟炆，叫做松烟。它是我国制墨的重要原料。炭黑可以用作油墨、油漆、鞋油的颜料，还可以用作橡胶工业的填充剂，以增加橡胶制品的耐磨性。



图 1-2 烟炆的生成

木炭：木炭是由木材在隔绝空气的条件下加强热而制得的一种灰黑色多孔性的固体，燃烧时能放出大量的热。它还可以吸附气体或水中有异味的物质和色素。

[实验 1—1]取两个小锥形瓶，一个充入二氧化氮，塞好胶塞；另一个盛滴有红墨水的水，然后分别往瓶中投入几块经过烘烤并已冷却的木炭，加以振荡，观察并记录现象。

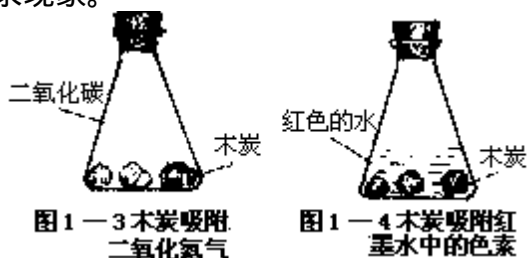


图 1-3 木炭吸附二氧化氮气

图 1-4 木炭吸附红墨水中的色素

· 锥形瓶内的二氧化氮气呈_____色，加入木炭并经振荡后，瓶内气体颜色变_____（深，浅）。

· 滴有红墨水的水遇木炭后颜色变_____（深，浅）。

上述实验两个锥形瓶内的颜色均变浅，说明二氧化氮气和红墨水中的色素均已被木炭吸附。



图 1-5 木材的结构

木炭为什么有吸附能力？那是由于它有疏松多孔的结构。如图 1—5 所示。从图上可以看到，木材上有许多细管道，烧成木炭后，这些管道仍然保留着，于是就形成了木炭的疏松多孔的结构。这种结构使得木炭的表面积变得很大，从而对与它接触的气体分子或溶液中的微粒具有吸附能力。

由于木炭具有吸附能力，可用来吸附一些食物和工业产品里的色素。除此之外，木炭还用来冶炼某些有色金属，制造黑火药，以及作燃料等。

活性炭：在隔绝空气的条件下，给木炭加强热，并不断通入水蒸气，除去沾附在木炭表面的油质，使管道畅通，来增加木炭的总表面积。经过这样

加工的木炭叫做活性炭。它有很强的吸附能力，可用来充填防毒面具的滤毒罐，作冰箱的除味剂，在制糖工业中用作脱色剂等。

焦炭：把烟煤隔绝空气加强热可制得焦炭。焦炭是一种浅灰色、多孔性、质地坚硬的固体，用于冶炼金属。

三、碳的化学性质

常温下碳的化学性质不活泼，在日光照射下或与空气、水或其它物质长期接触，都不容易发生变化。但碳在高温下却可以和多种物质起反应，例如碳在氧气和空气里充分燃烧，生成二氧化碳，同时放出大量的热。

在高温下，碳还能跟某些氧化物反应，夺取氧化物中的氧，把另一种元素还原出来。如碳在高温下可以把氧化铜中的铜还原出来。

[实验 1—2]把经过烘干的木炭与氧化铜，按约 1 :11 的质量比混合研细，然后按图 1—6 的装置做实验。观察现象并做记录。

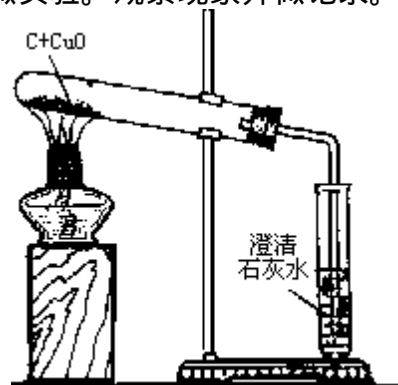


图 1-6 用木炭还原氧化剂

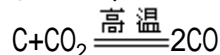
- 加热几分钟后，试管中有_____逸出，澄清的石灰水变_____。
- 反应完毕，撤去导管和酒精灯，待试管冷却后，观察反应产物呈色。

从上面的实验可以看到，试管中有气泡逸出，并使澄清的石灰水变浑浊，说明反应有二氧化碳生成。冷却后见到反应产物呈红色，说明生成了金属铜。这个反应的化学方程式如下：



问题 此反应与氢气跟氧化铜的反应比较，有没有相似的地方？这说明碳具有什么性质？

炽热的碳能夺取二氧化碳中的氧，使二氧化碳还原成一氧化碳。



碳在氧气或空气里燃烧放出热量，而上述反应却要吸收热量。一般说来，化学反应总是伴随着放热或吸热现象。人们把放出热量的化学反应叫做放热反应，吸收热量的化学反应叫做吸热反应。

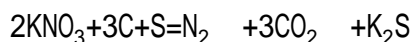
问题 我国古代用墨书写或绘制的字画，虽年深日久但仍不变色，这是为什么？

阅读材料

黑火药

黑火药是硫黄、硝石 (KNO_3) 和木炭的混合物。点燃后，它们会发生猛烈的化学反应，放出大量的热和气体，体积约增大至原有体积的 2000 倍左右，因而在密闭的容器中就会发生爆炸。火药燃烧的化学反应大致如下列化

学方程式所示：



黑火药是我国古代四大发明之一。早在唐朝初年（公元 7 世纪），一位炼丹家的著作中就有了关于火药成分的记载。宋朝初年（公元 10 世纪）已将火药用于军事。大约在公元 13 世纪，火药才由商人经印度传入阿拉伯国家，14 世纪传入欧洲。我国使用火药比欧洲人要早五、六百年。火药的发明和传播对世界文明的发展起过促进作用。

现在，黑火药主要用来制造烘托节日气氛的鞭炮和焰火。由于燃放鞭炮和焰火会造成噪音和污染空气，还经常引起火灾和伤害事故，所以应该适当加以限制。

要点

1. 金刚石和石墨是碳元素组成的单质。炭是由微小的石墨颗粒构成的，通常含有杂质。金刚石、石墨和炭都有重要的用途。

2. 常温下碳的化学性质稳定，高温下能跟氧气反应放出热量，能跟某些金属氧化物反应，把金属还原出来。

3. 化学反应常伴有放热现象和吸热现象发生。

习 题

1. 填空：

(1) 金刚石和石墨物理性质_____（相同或不同），它们在氧气中燃烧生成的唯一产物是_____。由此表明，它们是由_____元素组成的单质。

(2) 石墨的用途是由它的性质确定的，它能用来：

作润滑剂，因为_____。

制造坩埚，因为_____。

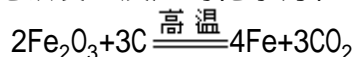
制造电极，因为_____。

制造铅笔芯，因为_____。

2. “一种单质由一种元素组成，一种元素只组成一种单质”这句话对吗？举例说明。

3. 埋木桩以前，为什么往往要把埋入地下的一段木桩表面用火微微烧焦？

4. 碳在高温时与氧化铁发生反应的化学方程式是：



要使 50 克氧化铁完全反应，至少需碳多少克？

5. 如何用实验证明下列物质中含有碳：

(1) 木材 (2) 白糖

6. 家庭小实验

(1) 把铅笔芯的细末放在锁眼里，试试开锁是否更方便。

(2) 把核桃壳烧成炭，然后砸成粉末，放入盛有少许红墨水的杯子里，搅拌、静置后观察红墨水颜色的变化。

对上述实验现象加以解释。

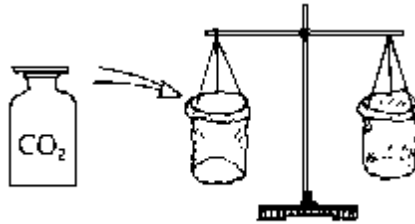
§ 1—2 二氧化碳

二氧化碳是大家所熟悉的气体，动物的呼吸，含碳物质的燃烧都产生二氧化碳。

一、二氧化碳的性质

1. 物理性质

[实验 1—3]取一瓶二氧化碳，观察它的颜色和状态。然后在自制杠杆天平的两端挂上质量相同的塑料袋。杠杆平衡后，将集气瓶里的二氧化碳像倒



水一样倒入其中的一个袋中。**图1-7 向塑料袋里倾倒二氧化碳**。二氧化碳是_____颜色_____气味的气体。

· 倾倒二氧化碳时，发现杠杆失去_____，向_____倾斜。

以上实验说明，二氧化碳是没有颜色、没有气味、比空气重的气体，密度比较大（1.977 克/升），扩散速度较慢，所以可以像水一样倾倒。

在加压和冷却的情况下，二氧化碳变成无色的液体，温度再降低还能变成雪花状的固体。经过压缩的固态二氧化碳叫做“干冰”，它在常压下一78.5

时，直接气化成二氧化碳气体。这个过程中要吸收大量的热，使环境温度降低，因此干冰可作致冷剂，用于保存食品。由于它气化后无残留物，不会弄湿和污染食品，加之气化生成的二氧化碳气体可以抑制细菌繁殖，所以它比用冰作致冷剂效果好。

干冰还可以用来制造“人工云雾”和“人工降雨”。电影、电视或舞台演出神话故事时，往往需要云雾飘渺的场景。这可以用干冰来制造，就是在摄影棚或舞台上利用干冰迅速气化吸热，使周围环境的温度大大降低，促使空气中的水蒸气凝结成小水滴，悬浮在空气中就形成了小范围的“人工云雾”。如果天空中已有较厚的云层（水蒸气凝结成的大量悬浮的小水滴），用飞机撒下干冰，促使云层即这些小水滴迅速聚积成大水滴而下降，这就是“人工降雨”。1987 年我国大兴安岭森林起火，国家就曾经派飞机用干冰进行“人工降雨”，对于扑灭这场火灾起过积极作用。

2. 化学性质

二氧化碳一般不支持燃烧，也不供给呼吸。

[实验 1—4]装置如图，向燃着蜡烛的烧杯中倾倒二氧化碳，观察现象并做记录。

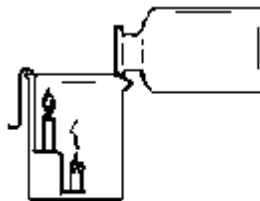


图 1—8 二氧化碳熄灭燃烧的蜡烛

· 燃着的蜡烛自_____而_____依次_____。· 你怎样解释这个实验现

象？当空气里二氧化碳过多而氧气不足的时候，人们会有窒息感。正常空气里含二氧化碳 0.03%。若含量达 1%时对人就有害处，达 4%~5%的时候，便会使人感到气喘、头痛、眩晕，达 10%时，能使人不省人事，呼吸逐渐停止，以至死亡。

问题 干涸的深井和久未开放的白菜窖，当人们下井或下窖前，必须先 用灯火试验，如果灯火熄灭或燃烧不旺就不能进去。为什么？

二氧化碳溶于水生成碳酸。

[实验 1—5]将二氧化碳通入含石蕊试液的水中，然后微微加热试管，观察现象并做记录。

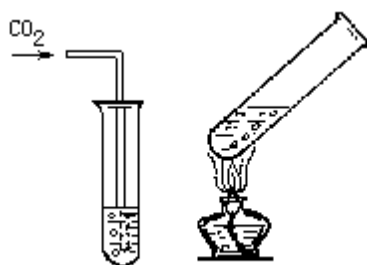
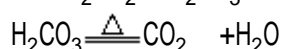
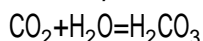


图 1—9 将二氧化碳通入含石蕊试液的水中

- 通入二氧化碳后，含石蕊的水由_____颜色变为_____颜色。
- 加热试管，水中_____颜色褪去。

二氧化碳通入水里，与水反应生成碳酸，所以石蕊试液由紫色变红色，加热后，红色褪去，说明碳酸不稳定，又分解为二氧化碳和水。



碳酸分子里“CO₃”部分是一个原子团，叫做“碳酸根”。

二氧化碳跟氢氧化钙反应，生成碳酸钙。

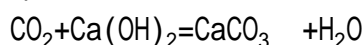
[实验 1—6]通过一根玻璃管用嘴向澄清的石灰水中吹气，观察石灰水发生的变化。



图 1—10 向澄清的石灰水吹二氧化碳

- 当吹入二氧化碳气体时，石灰水由_____逐渐变_____。

人们向澄清的石灰水[Ca(OH)₂溶液]里吹入二氧化碳时，就会发生反应，使石灰水变浑浊，这是由于生成白色的碳酸钙(CaCO₃)沉淀的缘故。这个反应的化学方程式表示如下：



化学上也常用这个反应来检验二氧化碳。

石蕊是一种紫色色素，遇酸变成红色。

问题 建筑工人常用石灰浆抹墙，过一段时间，墙就会变硬，为使新抹的墙快速变硬，常在房间里放一个炭火盆，这是什么道理？

二、二氧化碳的制法

在实验室里，常用稀盐酸跟大理石或石灰石（主要成分是 CaCO_3 ）反应来制取二氧化碳（见图 1—11）。

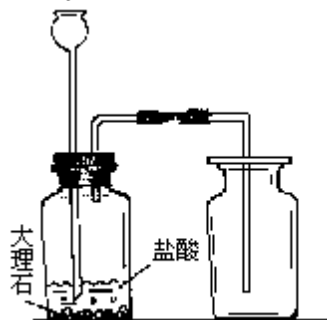


图 1—11 实验室制取二氧化碳的装置

由于二氧化碳能溶于水，所以不能用排水法收集，又由于它密度比空气大，故应用向上排空气法收集。用燃着的火柴放在集气瓶口试验，如果火焰熄灭，证明瓶里已充满了二氧化碳。

工业上可用高温煅烧石灰石来制取生石灰（ CaO ），同时产生二氧化碳副产品。



问题 实验室制氢气和二氧化碳气体的装置以及收集方法有哪些相似点和不同点？

三、二氧化碳的用途

二氧化碳不能支持燃烧，又比空气重，如果让二氧化碳覆盖在燃着的物体上，就能使物体跟空气隔绝而停止燃烧。因此二氧化碳可以用来灭火。通常的灭火器就是利用化学反应产生的二氧化碳来灭火的一种设备。

[实验 1—7]在吸滤瓶里注入碳酸钠的浓溶液，把盛有浓盐酸的小试管系住，小心地放进吸滤瓶（注意不要使浓盐酸流出），把塞子塞紧，然后把吸滤瓶倒转过来，使两种溶液混合，注意观察吸滤瓶的侧管（要注意安全，切勿让侧管对着人）有什么现象发生，为什么？

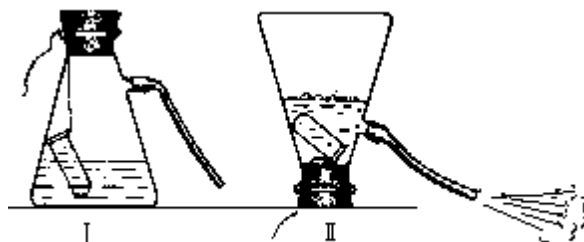


图 1—12 灭火器原理

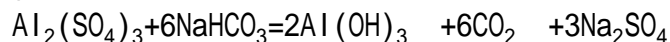
通常使用的灭火器有泡沫灭火器、干粉灭火器和液态二氧化碳灭火器等。

阅读材料

灭火器

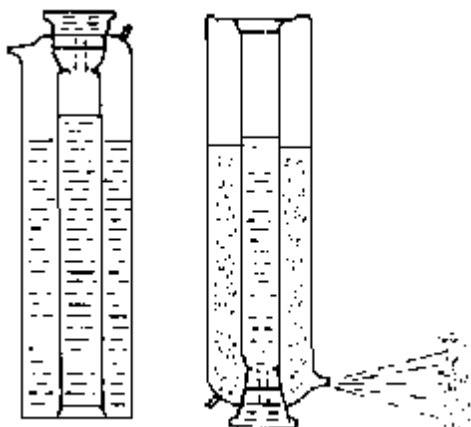
泡沫灭火器是一种常见的灭火器，它的原理跟实验 1—7 一致。它的构造

如图 1—13 所示，在不同的容器里分别盛有产生二氧化碳的药液硫酸铝、碳酸氢钠和发泡剂（由皂角或甘草等物质制取的液体）。灭火时，将灭火器倒置，药液混合，发生如下反应：



产生的二氧化碳和泡沫将空气与可燃物隔绝，从而达到灭火的目的。

泡沫灭火器可用于扑灭普通火灾。由于它的药液中含有水分和易导电的物质，所以不宜于扑救遇水发生燃烧爆炸的物质（如金属钠、电石等）及电



器火灾。 图 1—13 泡沫灭火器的构造

干粉灭火器也是一种常见的灭火器，它用压缩的二氧化碳吹干粉（主要含碳酸氢钠等物质）作灭火剂。这种灭火剂具有流动性好，喷射率高，不腐蚀容器和不易变质等优良性能。它除了可扑灭普通火灾外，还可以用来扑灭可燃性油、气燃烧形成的火灾。

在加压的情况下，将液态二氧化碳装入小钢瓶里，即制成液态二氧化碳灭火器。由于二氧化碳不导电，灭火后不留下灭火剂的痕迹，也不损坏物品，所以这种灭火器适用于电器、精密仪器、图书档案的灭火。

二氧化碳在植物的生命活动中起着重要的作用。植物进行光合作用时，将二氧化碳和水转化为糖类和淀粉，贮存在植物体内，作为它的营养物质。因此，在温室中施放二氧化碳，能提高农作物的产量。

二氧化碳还是一种重要的工业原料，例如可以利用它来制造纯碱（ Na_2CO_3 ）、尿素、碳酸氢铵和干冰。食品工业如制造汽水、啤酒也需要二氧化碳。

要点

1. 二氧化碳是一种密度比空气大的无色气体。在加压、冷却条件下可以液化、凝固成“干冰”。
2. 二氧化碳在空气中不燃烧，也不支持燃烧。二氧化碳溶于水生成碳酸，碳酸容易分解。
3. 二氧化碳通入澄清石灰水，石灰水变浑浊，生成白色的碳酸钙沉淀，这是鉴定二氧化碳的方法。
4. 二氧化碳的实验室制法是用块状的石灰石跟稀盐酸起反应来制取。二氧化碳的工业制法是在石灰窑中高温煅烧石灰石。
5. 二氧化碳有广泛的用途。

习 题

1. 选择正确的答案的序号填在括号里：

(1) 二氧化碳是 []。

无色的气体 一种有毒的气体
一种白烟 空气的主要成分

(2) 二氧化碳能够灭火，是因为 []。

它是气体
它在高压低温下能变成“干冰”
在一般情况下它不能燃烧，也不支持燃烧
它溶于水

(3) 下列物质属纯净物的是 []。

粗食盐 石灰石
碳酸钙 石灰水

(4) 二氧化碳中碳、氧元素的质量比是 []

8 3 3 8
1 2 32 12

(5) 检验无色气体为二氧化碳的最好方法是 []。

观察燃着的木条熄灭
观察使石蕊试液变红
观察使澄清的石灰水变浑浊
加压降温变成干冰

2. 填空：

(1) 二氧化碳气体能像水一样倾倒，是因为_____。

(2) 二氧化碳能灭火，是因为_____。

(3) 盛放石灰水的瓶壁有一层白色物质，是因为_____。如要洗掉这层白色物质，宜用_____，然后用水冲洗干净。

(4) 干冰能保存食品，是因为_____。

(5) 石灰浆抹墙后能在空气中变硬，是因为_____。

(6) 植物生活需要二氧化碳，是因为_____。

3. 下列反应都能生成二氧化碳气体吗？如果能，写出反应的化学方程式。

(1) 碳酸钾(K_2CO_3)跟稀硫酸反应

(2) 木炭在空气里燃烧

(3) 煅烧石灰石

(4) 大理石跟盐酸反应

4. 250 克碳酸钙跟足量的盐酸完全反应后，可以生成二氧化碳多少克？

5. 需要标准状况下多少升二氧化碳气体通入足量的石灰水，才能生成 10 克碳酸钙？

6. 家庭小实验

取少量纯碱和小苏打($NaHCO_3$)，分别放在碟子里，倒入少量醋，观察有什么现象产生。用燃着的火柴试验，火柴是否熄灭？说明原因。

§ 1—3 一氧化碳

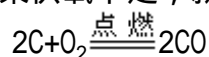
1. 物理性质

一氧化碳是一种没有颜色、没有气味的气体，难溶于水，通常状况下，1体积的水仅能溶解约0.02体积的一氧化碳。标准状况下，它的密度是1.250克/升。

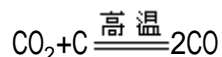
2. 一氧化碳与煤气中毒

冬季在室内生煤火炉取暖，如果没装烟囱或烟囱排气不畅，往往容易发生“煤气”中毒，这里说的“煤气”就是指一氧化碳。

煤炭在煤火炉中燃烧，如果供氧不足，就会产生一氧化碳。



另外，炉中下层煤炭燃烧生成的二氧化碳向上通过上层炽热的煤炭时，也会产生一氧化碳。



未燃烧的一氧化碳逸出煤火炉，在空气里达到一定的含量，就会引起“煤气”中毒。

“煤气”为什么会使人中毒？因为一氧化碳是有剧毒的物质。它被吸进肺里，就跟血液里的血红蛋白结合，使血红蛋白不能很好地跟氧气结合，造成人体缺氧。因此，人吸入少量一氧化碳会感到头痛，吸入较多量的一氧化碳，会因严重缺氧而死亡。由于一氧化碳没有气味和颜色，不容易被人觉察，所以要特别小心防止煤气中毒。

阅读材料

一氧化碳的有害浓度

空气中一氧化碳的浓度在0.005%以下时被认为是安全的。当浓度达到0.02%时，2~3小时就会使人头痛恶心。浓度达到0.08%时，2小时就会使人昏迷。浓度达到1%时，10分钟就会使人死亡。大城市里人口稠密，空气里一氧化碳的含量往往超过卫生标准。它主要来自燃料不充分燃烧和汽车排放的废气。因此，我们应当采取措施防止一氧化碳对空气的污染。

问题 冬天室内生煤火炉取暖，应如何预防煤气中毒？有人说只要在炉火上放一壶水，就可以防止煤气中毒，你认为对不对？为什么？

3. 化学性质

(1) 跟氧气的反应

[实验1—8]在盛有一氧化碳贮气瓶的导管口点火，把杯壁附有澄清石灰水膜的烧杯罩在火焰上，观察有什么变化？

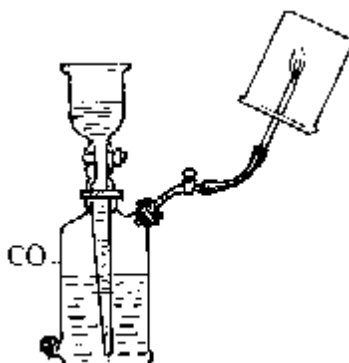
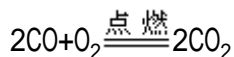


图 1—14 一氧化碳的燃烧

- 一氧化碳的火焰呈_____颜色。
 - 烧杯内壁的澄清石灰水变_____。说明产生了_____气体。
- 一氧化碳在空气里能够燃烧，发出蓝色火焰，生成物是二氧化碳，燃烧时放出大量的热。



因此，一氧化碳可作气体燃料。

(2) 跟金属氧化物的反应

[实验 1—9] 按照图 1—15 的装置，往玻璃管里放入氧化铜粉末，通入一氧化碳气体，然后加热，注意氧化铜和石灰水的变化。

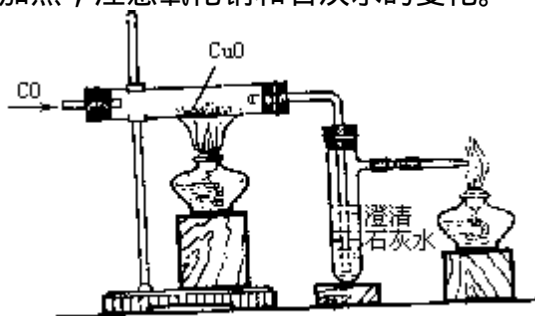


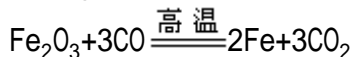
图 1—15 一氧化碳跟氧化铜的反应

- 氧化铜由_____色变为_____色。说明生成_____。
- 石灰水由_____变为_____，说明一氧化碳夺取了_____，生成了_____。

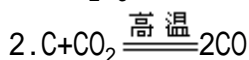
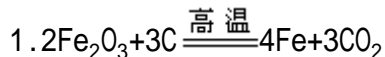
一氧化碳跟氧化铜反应的化学方程式如下：

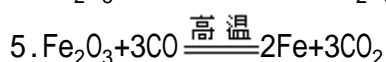
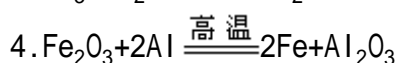
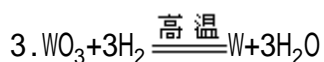


氧化铜中的铜元素被还原为金属铜，发生了还原反应。一氧化碳夺取了氧化铜中的氧，生成了二氧化碳，发生了氧化反应。在冶金工业里，一氧化碳常用来使金属氧化物发生还原反应以制取某些金属。例如高炉炼铁就是利用一氧化碳在高温下把铁矿石中的氧化铁还原成铁。



问题 在以下反应中，哪些物质发生了氧化反应？哪些物质发生了还原反应？





要点

1. 一氧化碳是没有颜色、没有气味、有毒的气体。
2. 一氧化碳在空气中燃烧生成二氧化碳，并放出大量的热。它可以作气体燃料。
3. 一氧化碳能将某些金属从它们的氧化物中还原出来，因此在冶金工业上有重要的用途。

习 题

1. 回答问题：

- (1) 比较氢气和一氧化碳有哪些相似的化学性质。
- (2) 如果一氧化碳中混有少量二氧化碳，怎样把二氧化碳除去？

2. 指出下列化合物里各元素的化合价：

- | | |
|--|--|
| (1) SO_2 , SO_3 | (2) FeO , Fe_2O_3 |
| (3) Cu_2O , CuO | (4) CO , CO_2 |

3. 写出下列反应的化学方程式，根据反应前后得失氧原子的情况来判断哪一种物质被氧化了，哪一种物质被还原了？

- (1) 碳跟氧化铜反应。
- (2) 氧化铅 (PbO) 跟氢气反应。
- (3) 四氧化三铁跟一氧化碳反应。

4. 在标准状况下，14 克的一氧化碳占有多少体积？用 5 升一氧化碳能从氧化铜里还原出多少克的铜？

5. 水蒸气通过赤热的炭时，可获得氢气和一氧化碳 ($\text{H}_2\text{O} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{H}_2 + \text{CO}$)。

若获得 0.8 吨氢气，计算：

- (1) 参加反应的水的质量。
- (2) 参加反应的碳的质量。
- (3) 所得一氧化碳的体积（标准状况）。

§ 1—4 石灰石

一、石灰石

石灰石是一种岩石，它的主要成分是碳酸钙。碳酸钙是一种不溶于水的白色固体。石灰石除含碳酸钙以外，还含有少量镁、铁、锰的化合物，所以石灰石常呈青灰色、黑色和棕色。

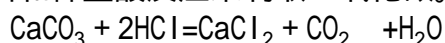
石灰石是建筑上常用的石料。粉碎后的石灰石与粘土按适当的比例混合，加强热就能制得水泥。

工业上把石灰石放入石灰窑内，经高温煅烧，便可制得生石灰（CaO）。



生石灰是白色固体，它与水化合生成氢氧化钙[Ca(OH)₂]，是重要的建筑材料。

实验室里用石灰石和稀盐酸反应来制取二氧化碳。



这一反应还可以用来鉴别一种岩石是不是石灰岩，或者鉴别一种物质是不是含有碳酸根（CO₃）原子团。

〔实验 1—10〕取下面五种白色物质，依次放入 5 支试管里，然后各加入 3 毫升稀盐酸。如有气体产物产生，通入澄清的石灰水里（装置如图 1—16 所示），观察并做记录。

物质：(1)大理石、(2)石灰石、(3)蛋壳、(4)水垢、(5)熟石灰。

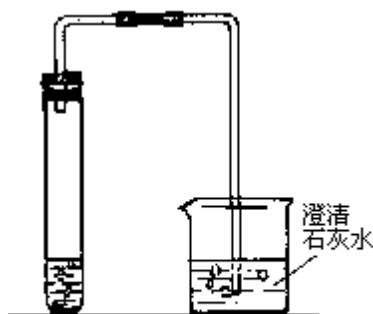
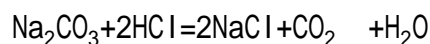


图 1—16 利用是否生成二氧化碳的性质来鉴别一些物质

- _____ 号试管产生_____。
- _____ 号试管不产生_____。
- 将产生的气体通入澄清的石灰水，可见到_____产生。

以上物质加盐酸后，石灰石、大理石、蛋壳、水垢都产生了能使石灰水变浑浊的二氧化碳，说明它们都含有能产生二氧化碳的碳酸根（CO₃）原子团。大理石、石灰石是石灰岩，蛋壳、水垢中也含有碳酸钙。人们可以利用与盐酸反应生成能使澄清石灰水变浑浊的二氧化碳的方法，来检验那些含有碳酸根原子团的物质的存在。像碳酸钠、碳酸镁等物质，均可以用这个方法来进行检验。



熟石灰加盐酸不产生气体，说明它不含“CO₃”原子团，它是氢氧化钙[Ca(OH)₂]。

问题 如何检验生石灰中含有未煅烧完全的石灰石？

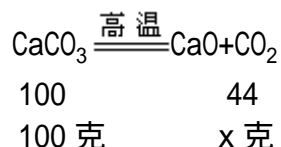
矿物里的大理石、钟乳石、白云石、白垩等主要成分都是碳酸钙。白色的大理石俗称汉白玉，它是名贵的建筑材料，天安门广场上的人民英雄纪念碑、金水桥的栏杆和华表都是用汉白玉雕刻而成的。

二、有关反应物或生成物为不纯物的计算

下面一题的解法来自两位同学的作业，现在我们一起研究他们解题中的错误。

题目：煅烧含杂质 15% 的石灰石 100 克，能得到二氧化碳多少克？

解(1)：设能制得 CO_2 x 克

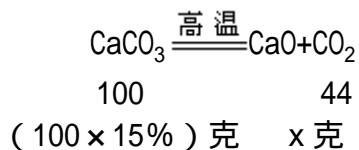


$$\frac{100}{100 \text{ 克}} = \frac{44}{x}$$

$$x = 44 \text{ (克)}$$

答：可制得二氧化碳 44 克。

解(2)：设能制得 CO_2 x 克



$$\frac{100}{100 \times 15\% \text{ 克}} = \frac{44}{x}$$

$$x = 6.6 \text{ (克)}$$

答：可制得二氧化碳 6.6 克。

这两种解法都是错误的。原因是这两位同学没有弄清题目中有关数字的含义，即解(1)将不纯的物质的量代入了比例式，解(2)将石灰石含杂质 15% 误认为含纯 CaCO_3 15%，从而造成了错误。因此，在解这类习题时要注意以下两个方面：

(1) 认真审题，弄清题目中所给数字的含义，哪些为纯物质质量，哪些为不纯物质质量。

(2) 化学方程式表示的是纯物质之间的质量关系。因此，不纯物质的质量要换算成纯物质的质量，才能进行计算。它们之间换算的公式如下：

纯净物的质量 = 不纯物质的质量 × 纯度

物质的纯度 =

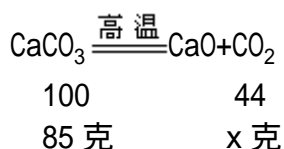
$$\frac{\text{纯物质的质量}}{\text{纯物质的质量} + \text{杂质的质量}} \times 100\%$$

根据上述分析，此题应按以下方法求解。

分析：含杂质 15% 的石灰石 100 克，就是说石灰石中含碳酸钙为 $100\% - 15\% = 85\%$ ，100 克石灰石含碳酸钙为 $100 \times 85\% = 85$ 克。

解：设能制得 CO_2 为 x 克

100 克石灰石中碳酸钙含量 85 克



$$\frac{100}{85} = \frac{44}{X}$$

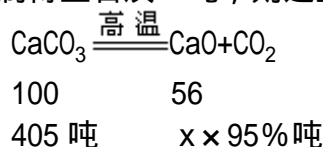
$$x = 37.4 \text{ (克)}$$

答：能制得二氧化碳 37.4 克。

[例题] 煅烧含碳酸钙 90% 的石灰石 450 吨，可得含氧化钙 95% 的生石灰多少吨？

分析：已知石灰石中含碳酸钙 90%，所以 450 吨石灰石中含碳酸钙的量应为 $450 \times 90\% = 405$ 吨。又知生成的生石灰中氧化钙的含量为 95%，现在要计算生成这样的生石灰多少吨。解这个题目可以有两种题设方式，因此也就有两种解法。

解(1)：设可制得生石灰 x 吨，则这些生石灰含氧化钙 $x \times 95\%$ 吨。

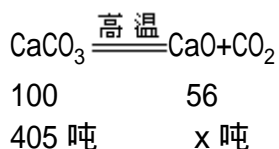


$$\frac{100}{405} = \frac{56}{X \times 95\%}$$

$$x = 238.7 \text{ (吨)}$$

答：可制得含氧化钙 95% 的生石灰 238.7 吨。

解(2)：设可制得氧化钙 x 吨，则含这些氧化钙的生石灰即为 $x \div 95\% = \frac{100X}{95}$ 吨。



$$\frac{100}{405} = \frac{56}{X}$$

$$x = 226.8 \text{ (吨)}$$

$$\frac{100 \times 226.8}{95} = 238.7 \text{ (吨)}$$

答：同解(1)。

阅读材料

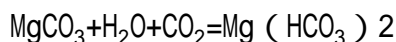
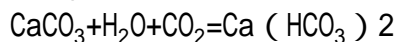
硬水、水垢和溶洞

自然界的水分为硬水和软水。所谓硬水，就是含有较多碳酸氢钙和其它杂质（如碳酸氢镁、硫酸钙、硫酸镁等）的水。所谓软水，就是不含或含这些杂质较少的水。一般说来，泉水、河水、井水、湖水、海水等都是硬水，

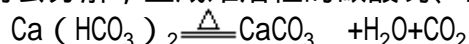
计算时应注意单位一致。为简捷起见，可以采用本例题列比例不写出单位的写法。但在列比例求解时，一定要明确有关计算的严格要求，以防产生错解。

而刚降下的雨水就是软水。

硬水是怎样形成的呢？雨水、河水里或多或少总要溶解一些二氧化碳，这样的水流经石灰岩时，溶有的二氧化碳就要跟岩石里的碳酸钙或碳酸镁等发生反应，生成易溶于水的碳酸氢钙或碳酸氢镁等物质，这样水中碳酸氢钙或碳酸氢镁等杂质就会增多，形成硬水。



硬水对于生产和生活都有不利影响。原因是硬水中溶有的碳酸氢钙、碳酸氢镁等物质受热时会分解，生成难溶性的碳酸钙、碳酸镁等物质。



这些难溶性固体在工厂的锅炉或家庭的水壶中沉积，就会逐渐形成一层厚厚的水垢。水垢不易传热，造成燃料浪费。更严重的是还会因传热不均匀而引起锅炉爆炸，酿成事故。因此，有必要将硬水“软化”，降低水中碳酸氢钙、碳酸氢镁等杂质的含量。

自然界里也不断发生着碳酸钙与碳酸氢钙的转化。溶解了二氧化碳的天然水，是很稀的碳酸水溶液。这种天然水年长日久地浸蚀着石灰石山脉，就使得不溶于水的碳酸钙变成了溶于水的碳酸氢钙。由于石灰石山脉各部分含石灰质多少不同，被浸蚀的程度不同，就逐渐被溶解分割成互不相依、千姿百态、陡峭秀丽的山峰和瑰丽奇绝的溶洞，闻名于世的云南石林、桂林溶洞，就是大自然凭借着碳酸水溶液的浸蚀作用而创造出来的杰作。

图 1—17 溶洞

溶有碳酸氢钙的水，当从溶洞顶滴到洞底时，由于水分蒸发或压强减小，都会使二氧化碳溶解的程度减小而析出碳酸钙沉淀。这些沉淀经过千百年的积聚，就形成了石笋。如果溶有碳酸氢钙的水，在洞顶它的水分和二氧化碳就挥发了，则析出的碳酸钙就积聚成钟乳石、石幔、石花。如果钟乳石与石笋连接，就形成石柱。这样的溶洞经彩色灯光照射，犹如仙境一般美丽壮观。

要点

1. 石灰石、大理石的主要成分是碳酸钙，它们可用作建筑材料。石灰石还是生产重要建筑材料水泥和生石灰的原料。

2. 碳酸钙难溶于水，高温下分解，与酸作用生成二氧化碳。后者可用来检验碳酸钙和其它含碳酸根（ CO_3 ）物质的存在。

3. 不纯物质与纯物质的质量之间有如下换算关系：

纯净物的质量 = 不纯物质的质量 × 纯度

习 题

1. 写出下列物质的化学式或主要成分的化学式：

- 干冰、冰、碳酸钙、石灰石、
- 熟石灰、石灰水、生石灰、氧化钙、
- 焦炭、碳酸镁、纯碱、小苏打、

碳酸氢铵、碳酸氢钙。

2. 完成下列化学方程式，分别指出这些反应中发生氧化反应和还原反应的物质。(1) $C + Fe_2O_3 \xrightarrow{\text{高温}}$ () + ()

(2) $CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta}$ () + ()

(3) $CO_2 + () \xrightarrow{\text{高温}}$ CO

(4) $ZnO + CO \xrightarrow{\text{高温}}$ Zn + CO_2

3. 怎样用化学方法检验一瓶食盐(主要成分为氯化钠 NaCl)里是否混进了食用碱(主要成分为碳酸钠 Na_2CO_3)。

4. 有一种钙的化合物，为白色固体，它在水中不溶解，但溶于稀盐酸，并产生没有颜色的气体。把这种气体通入澄清的石灰水时，溶液呈现白色浑浊。根据以上现象判断该固体物质可能是什么化合物，说明理由，写出有关化学方程式。

5. 实验室用碳酸钙跟足量盐酸反应制取二氧化碳，如果制取 2 升(标准状况时的体积)二氧化碳，至少需要多少克碳酸钙?(二氧化碳的密度是 1.977 克/升)

6. 解释下列问题：

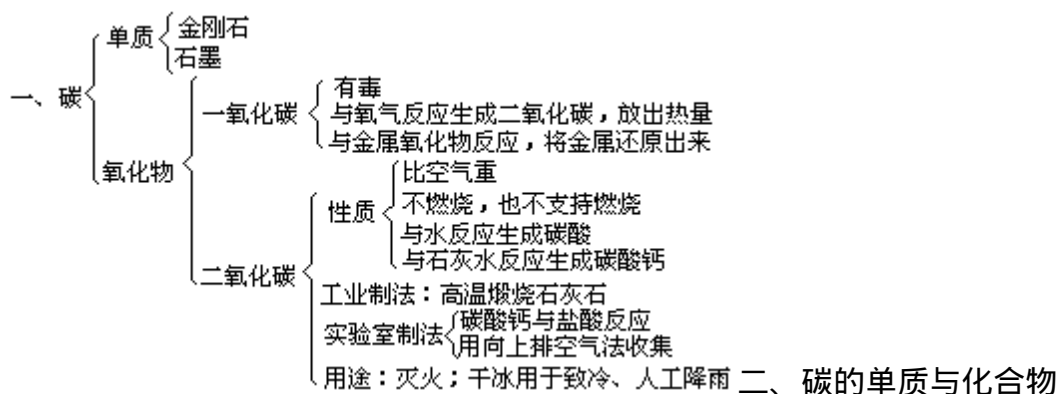
(1) 熟石灰经过长期存放会变质，为什么?

(2) 做馒头时，面团经过发酵会生成一些酸，这时如果加入一些纯碱溶液，蒸熟的馒头就会变得疏松多孔。为什么?

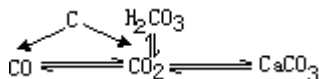
(3) 当关闭燃着的煤炉时，在煤层的上方常常看到有蓝色火焰出现，这是什么气体燃烧的现象?它是怎样产生的?

7. 煅烧含碳酸钙 90% 的石灰石 200 吨，可制得含氧化钙 95% 的生石灰多少吨?

本章知识间的关系



之间的关系：



三、含一定量杂质的反应物或生成物的计算：

纯净物的质量 = 不纯物质的质量 × 纯度

物质纯度 =

$$\frac{\text{纯物质的质量}}{\text{纯物质的质量} + \text{杂质的质量}} \times 100\%$$

复习练习题

1. 选择正确答案的序号填入括号内：

(1) 下列物质属纯净物的是 []。

大理石 石灰石 石灰水 干冰

(2) 下列混合气体点燃后不发生爆炸的是 []。

一氧化碳与氧气

氢气与氧气

二氧化碳与氧气

(3) 实验室里用下列哪组物质制取二氧化碳？ []

炭和氧气

石灰石煅烧

石灰石和盐酸

2. 判断以下说法是否正确，正确的画“ ”，错误的画“×”。

(1) 用点燃的木条伸入集气瓶中，火焰立即熄灭，肯定此瓶气体是二氧化碳。
()

(2) 在碳燃烧生成二氧化碳的反应中，碳、氧气、二氧化碳的质量比是 3
8 11。
()

(3) 3 克碳和 8 克氧气反应，能生成 11 克二氧化碳。
()

(4) 水垢形成的原因是跟金属长期作用的结果。
()

3. 怎样用化学方法除去下列物质中的少量杂质（括号中为所含杂质）？

(1) 氯化钙（碳酸钙）

(2) 食盐（碳酸钠）

4. 问答：

(1) 一氧化碳跟二氧化碳的性质有什么不同？

(2) 已知 A 元素的原子量为 12，核内有 6 个中子。B 元素的原子比氧原子多一个电子层，并且最外层与氧原子最外层的电子数相等。

问：A、B 各是什么元素？写出它们的符号、名称，画出它们的原子结构示意图。（提示：参看第一册表 5 - 1）

(3) 在通常状况下，一种能溶于水的无色气体 A，其水溶液使紫色的石蕊试液变成红色。气体 A 能被新制的石灰水吸收，生成白色沉淀物 B。B 不溶于水，但能与盐酸反应并放出气体 A。写出 A、B 的化学式和有关的化学方程式。

5. 现有 500 克含碳酸钙 90% 的石灰石，煅烧后最多能制得氧化钙多少克？同时生成二氧化碳气体多少升（在标准状况下）？

（标准状况下二氧化碳的密度为 1.977 克/升）

6. 通过计算填空：

(1) _____ 克纯度为 95% 的锌块中含纯锌 40 克。

(2) _____ 吨含杂质为 15% 的石灰石中含碳酸钙 750 吨。

(3) _____ 克纯度为 a% 的不纯物中含纯物质 b 克。

(4) _____ 克含杂质为 a% 的不纯物中含纯物质 b 克。

7. 三包白色固体粉末，分别是氯化钠、碳酸钠和碳酸钙怎样鉴别它们？

8. 有三瓶无色气体，分别是氢气、一氧化碳、二氧化碳你如何将它们一一鉴别出来？

第二章 固体物质的溶解度 结晶

饱和溶液和不饱和溶液

固体物质的溶解度溶解度曲线

结晶

溶解度和溶液的溶质质量分数的计算

在第一册里，我们已经学习过什么是溶液和溶液的浓度等知识，现在继续学习关于溶液的基础知识。

§ 2—1 饱和溶液和不饱和溶液

食盐和硝酸钾等固体物质容易溶解在水里。在室温下，取一定量的水，做下面的实验，看一看，固体溶质能无限制地溶解吗？

[实验 2—1]

1. 将食盐分几次加入试管(1)中，振荡，观察现象：一开始食盐_____，最后试管里有_____剩余。

2. 仿上操作，将硝酸钾分几次加入试管(2)中。观察现象并记录。

· 一开始硝酸钾_____，最后试管里有_____剩余。

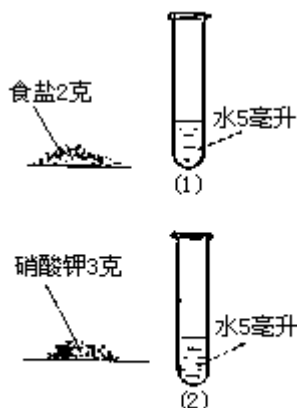


图 2—1 将食盐和硝酸钾分次加入一定量的水中

(注意：保留实验 2—1 试管里的试剂，供下面的实验用。)

从实验结果知道：在一定温度下（如在室温或其它温度下），在一定量的水里，食盐和硝酸钾溶解的量是一定的，不能无限制地溶解。

我们把在一定温度下，在一定量的溶剂里，不能再溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质的饱和溶液，如实验 2—1 所得到的食盐和硝酸钾的饱和溶液；还能继续溶解该溶质的溶液，叫做这种溶质的不饱和溶液，如在实验 2—1 中，一开始加入食盐或硝酸钾，一振荡试管，溶质就完全溶解所形成的溶液。

在这里，为什么要强调“一定温度”和“一定量的溶剂”呢？要理解这一点，让我们来观察下面的实验。

[实验 2—2]取实验 2—1 中的试管(1)和试管 # *2)，按图示做实验，观察现象，并做记录。

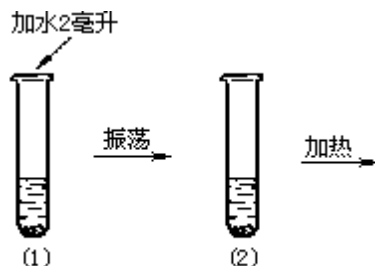


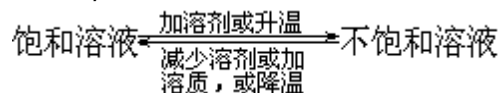
图 2—2 使饱和溶液里的溶质继续溶解

· 试管(1)里剩余的固体_____。 · 试管(2)里剩余的固体_____。

从实验 2—2 可以得出结论：往饱和食盐溶液里加水，振荡，原来不能再溶解的食盐又能继续溶解了；给饱和硝酸钾溶液加热，原来不能再溶解的硝酸钾也能继续溶解了。

由此可以知道，增加溶剂的量或升高溶液的温度，饱和溶液可以转变成不饱和溶液。相反，如果将不饱和溶液降温或除去溶剂，又可以得到饱和和溶

液。这种相互转变的关系，可以表示如下：

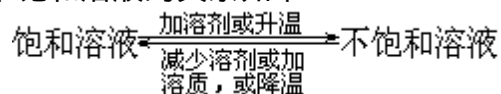


讨论 在实验 2—1 中，哪种情况下得到的是食盐或硝酸钾的不饱和溶液，哪种情况下得到的是饱和溶液？要确定某种溶液是不是饱和溶液，可以采用什么简便的方法？

要点

1. 我们把在一定温度下，在一定量的溶剂里，不能再溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质的饱和溶液；还能继续溶解该溶质的溶液，叫做这种溶质的不饱和溶液。

2. 饱和溶液与不饱和溶液的关系如下：



习题

1. 把正确答案的序号填写在横线上。

(1) 饱和溶液在_____的情况下，能转变成不饱和溶液。

- a. 降低温度
- b. 升高温度
- c. 充分搅拌
- d. 温度不变

(2) 不饱和溶液转变成饱和溶液，可以采用_____等办法。

- a. 加溶剂
- b. 加热
- c. 加溶质
- d. 降温

(3) 一杯冷开水，已溶解了一些蔗糖。一位同学想用以下方法试验这杯水是不是达到饱和。正确的方法是_____。

- a. 将大块蔗糖投入杯中，看到蔗糖未溶解
- b. 加入粉碎的蔗糖，不断搅拌，蔗糖不再溶解
- c. 加入粉碎的蔗糖，加热并搅拌，蔗糖不再溶解
- d. 除去糖水的一些水分，发现再加入粉碎的蔗糖，不再溶解

2. 默写氯化钙、硝酸钾、氯酸钾、硫酸锌的化学式。

§ 2—2 固体物质的溶解度

一、固体物质的溶解度

实验证明，各种固体物质，例如食盐、硝酸钾和硝酸铵等，在相同的温度条件下，分别在等量的溶剂里溶解，达到饱和时的溶质质量并不相同。也就是说，各种固体物质在同一溶剂里溶解的能力各不相同。

在科学上，需用准确的数值来表示各种物质在某种溶剂里溶解的能力。

在一定温度下，某物质在 100 克溶剂里达到饱和状态时所溶解的克数，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度。

通常所说的溶解度，一般是指各种物质在水里的溶解度。例如，20℃ 时，100 克水最多能溶解 36 克食盐，那么，食盐在 20℃ 时的溶解度是 36 克。在相同条件下，硝酸钾的溶解度是 31.6 克；高锰酸钾的溶解度是 6.34 克；碳酸钙的溶解度是 0.0013 克。

讨论 20℃ 时，蔗糖的溶解度是 204 克。试说明这是什么意思？如果称取这种蔗糖溶液 304 克，它必定含蔗糖多少克？含水多少克？

练习 计算上述蔗糖溶液的质量百分比浓度。

在讨论溶解度时，一再强调“一定温度”，现在，让我们研究一下，当温度发生变化时，固体物质的溶解度会有什么变化呢？

[实验 2—3]取实验 2—2 中的试管(2)。发现冷却后的溶液里又有固体析出；把试管加热，析出的固体硝酸钾又溶解了。在加热后的试管里继续加入固体硝酸钾，到不能再溶解为止。将这支试管放在试管架上，冷却后，观察试管里有什么现象？

从上面的实验可以看出，随着温度的升高，硝酸钾的溶解度增大；使较高温度下形成的饱和溶液冷却，部分已溶解的硝酸钾又形成固体从溶液中析出，也就是说，随着温度的降低，硝酸钾的溶解度减小。

可以用实验测定硝酸钾在各种温度时在水里的溶解度，见表 2—1。

表 2—1 硝酸钾在不同温度时的溶解度

温度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
溶解度(克)	13.3	20.9	31.6	45.8	63.9	85.5	110	138	169	202	246

固体物质的溶解度与温度变化的关系，可以用坐标法作图表示。如图 2—3，以纵坐标表示溶解度，横坐标表示温度()，把各种固体物质在不同温度下测得的溶解度，用坐标法画出它们的曲线，这种曲线叫做溶解度曲线。

温度对各种固体物质溶解度的影响不同，这主要是由物质的本性不同所决定的。

大多数固体物质的溶解度随着温度的升高而增大，但也有少数物质的溶解度受温度的影响不大，甚至还有极少数物质的溶解度会随着温度的升高而减小。例如氢氧化钙。见图 2—4。

图 2-3 固体物质的溶解度曲线

图 2-4 氢氧化钙的溶解度曲线

练习 利用溶解度曲线，填写下面表格里的空格。

溶解度(克)	10	40	80	100
物质				
硝酸钠				
氯化铵				

练习 下列说法对吗？为什么？

(1) 20 时，把 10 克食盐溶解在 100 克水里，所以，20 时食盐的溶解度是 10 克。

(2) 20 时，100 克食盐溶液里含有 10 克食盐，所以，20 时食盐的溶解度是 10 克。

(3) 上面(1)、(2)中的食盐溶液的溶质质量分数都是 10%。

各种固体物质在水里的溶解度是不同的。通常把各种物质按它们在水中溶解的能力大小分为易溶、可溶、微溶和难溶，见表 2—2。

表 2—2 物质的溶解能力分类

	溶解度(克)	实例
	20	
易溶	> 10	硝酸铵
可溶	1 ~ 10	硼酸
微溶	0.01 ~ 1	氢氧化钙
难溶	< 0.01	碳酸钙

绝对不溶于水的物质是没有的，习惯上把“难溶”物质叫做“不溶”物质，如属于“难溶”的碳酸钙，就说它“不溶”于水。

练习 利用固体物质的溶解度曲线，为上面的表补充易溶物质的实例。

在生产和生活中，常把溶液区分为浓溶液和稀溶液。例如，农业上选种用的 20%的食盐溶液是浓溶液，医院用的生理盐水（0.9%的 NaCl 溶液）是稀溶液。这只是指溶液中溶质含量的多少。与前面学过的饱和溶液和不饱和溶液是两回事。有些易溶物质，如蔗糖，即使在水中溶解了很多，已经是浓溶液了，却还没有达到饱和；有些难溶或微溶物质，在水里即使溶解得很少，溶液很稀，但是却达到了饱和，例如，实验室常用的澄清石灰水就是这样。

二、有关溶解度的计算

学习了溶解度，根据溶解度概念可以进行有关计算。

- 根据某种物质在一定温度时的饱和溶液里所含溶质和溶剂的质量，计算这种物质的溶解度。

- 根据某种物质在一定温度时的溶解度，计算一定量的饱和溶液里所含溶质和溶剂的质量。

[例题 1] 20 时，在 150 克水里溶解 54 克食盐，溶液恰好达到饱和。求 20 时食盐的溶解度。

分析：已知 20 时在 150 克水里溶解 54 克食盐达到饱和，根据溶解度概念，求出 100 克水中溶解食盐达到饱和的克数，就是在该温度下食盐的溶

这里是指 100 毫升溶液里含医用氯化钠 0.9 克。

解度。

解：设 100 克水最多能溶解食盐 x 克。

$$\begin{aligned}150 \quad 54 &= 100 \quad x \\ x &= \frac{54 \times 100}{150} \\ &= 36 \text{ (克)}\end{aligned}$$

答：20 时食盐的溶解度是 36 克。

[例题 2] 20 时，硝酸钠的溶解度是 88 克。在该温度条件下，要将 60 克硝酸钠溶解在水里配制成饱和溶液，需要水多少克？

分析：已知 20 时硝酸钠的溶解度是 88 克，即 88 克硝酸钠溶解在 100 克水里正好达到饱和。现有 60 克硝酸钠，需要水多少克恰好形成饱和溶液。

解：设将 60 克硝酸钠在 20 配制成饱和溶液需要水 x 克。

$$\begin{aligned}88 : 100 &= 60 : x \\ x &= \frac{100 \times 60}{88}\end{aligned}$$

$$= 68.2 \text{ (克)}$$

答：20 时，将 60 克硝酸钠溶解在水里配制成饱和溶液，需要用水 68.2 克。

阅读材料

气体的溶解度

煮开水的时候，在水没有沸腾以前，从容器壁上可以看到有许多气泡出现。这些气泡就是溶解在水里的空气，温度升高，溶解度减小，已溶解的部分空气便从水里逸出。农用氨水，受到日光曝晒，氨气就大量挥发，使肥效大大降低。可见温度对气体的溶解度也有很大的影响：气体的溶解度随着温度升高而减小。

气体的溶解度还受气体的压强大小的影响。当温度不变时，随着压强的增大，气体的溶解度也增大。利用这一规律，饮料厂在制汽水时，把二氧化碳气体的压强增大，使二氧化碳气体在水里的溶解度增大。当打开汽水瓶盖时，就看到大量的气泡从汽水里冒出。

气体的溶解度，通常指的是这种气体（压强是 1.01×10^5 帕），在一定温度时溶解在 1 体积水里的体积数。例如，在 0 时，1 体积水里能够溶解 0.049 体积的氧气，氧气在 0 时的溶解度是 0.049。在 20 时，氧气的溶解度是 0.031；在 20 时，氮气的溶解度是 0.015，氨气的溶解度是 702。

总之，气体的溶解度随着温度的升高而减小，随着气体压强的增大而增大。压强的变化，对固体和液体的溶解度影响不大。

要 点

1. 在一定温度下，某物质在 100 克溶剂里达到饱和状态时所溶解的克数，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度。

2. 把各种固体物质在不同温度下测得的溶解度，用坐标法画出它们的曲线，这种曲线叫做溶解度曲线。

非标准状况时的气体体积数，要换算成标准状况时的体积数。

3. 根据溶解度概念可以进行有关计算。

习 题

1. 把正确答案的序号写在空格里。

(1) 要增大固体物质的溶解度，通常多采用_____的方法。

- a. 增加溶剂
- b. 升高温度
- c. 增大压强
- d. 增加溶质

(2) 一位同学要测定某种固体物质的溶解度，他必须严格控制_____这些条件。

- a. 一定温度
- b. 一定压强
- c. 100 克溶剂
- d. 一定温度和一定量的溶剂

2. 下列说法对不对？正确的在括号里画“ ”，错误的在括号内画“ × ”。

(1) 在某一温度时，将 A 克食盐溶解在 100 克水里形成饱和溶液，在该温度时食盐的溶解度是 A 克。 ()

(2) 在某一温度时，A 克食盐溶解在水里得到 (100 + A) 克饱和溶液，在该温度时食盐的溶解度是 A 克。 ()

(3) 计算上述饱和溶液的溶质质量分数，答案为 B%， $B < A$ 。 ()

3. 20 时氯化钾的溶解度是 34 克，现将 20 的饱和氯化钾溶液 67 克蒸干后，可以得到氯化钾多少克？蒸出水分多少克？

4. 熟悉并记忆以下各化合物的化学式。

氯化钾——KCl

氯化铵—— NH_4Cl

硝酸铵—— NH_4NO_3

硝酸钠—— NaNO_3

高锰酸钾—— KMnO_4

§ 2—3 物质的结晶

[实验 2—4]

1. 按图 2—5 所示做实验，得到约 60℃ 时的三种物质的饱和溶液。

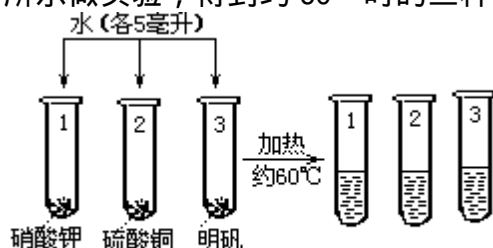


图 2—5 制取三种物质的饱和溶液（约 60℃）

2. 将盛有饱和溶液的三支试管，一起放入盛冷水的烧杯中，观察试管中发生的现象。

· 有_____析出。

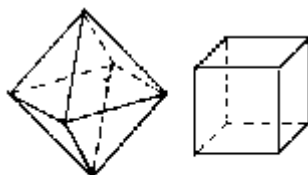
[实验 2—5] 用干洁的玻璃棒从盛硝酸钾溶液 氛怨蒂锋喝〔傅稳玆海蔚揭蒙椴 A 希 旱斡梦 鸫妮桑尸晒伤 郑 9 鄞焘笛橄室蟆*

· 有_____生成。

实验证明，降低饱和溶液的温度，溶质就从溶液里析出，让溶液里的溶剂蒸发，也可得到固体溶质。

仔细观察实验中制得的固体，可以看出它们都具有一定的几何形状（见图 2—6）。例如，食盐是立方体，明矾是八面体。我们把这种天然具有规则几何形状的固体叫做晶体。晶体从溶液里析出的过程叫做结晶。

结晶是溶质溶解的逆过程。盐场利用海水制盐，就是借助日光和风力使海水里的水分蒸发，得到食盐固体。榨糖厂、制药厂、化工厂等都要应用结晶操作。



明矾

食盐

图 2—6 晶体的形状

结晶后剩余的溶液叫做母液。可以用过滤操作将晶体跟母液分离。

过滤是用来分离混合物中不溶于水的杂质的一种方法。例如，用水来溶解粗盐，通过过滤操作，可以除去混杂在粗盐中的泥沙和草屑等不溶物质。过滤的仪器装置如图 2—7 所示，过滤的操作在实验课中将要学到。

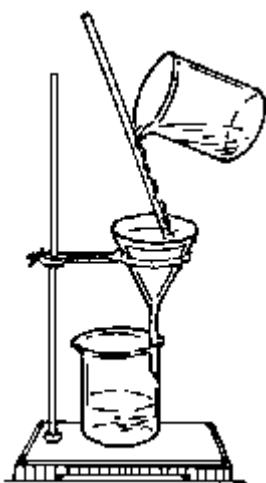


图2-7 过滤装置

为了分离混合物中的可溶的固体物质，利用混合物中各种物质的溶解度不同，可以采用结晶的方法。

[实验 2—6]按图 2—8 做实验。最后从冷却的烧杯里可以得到较纯净的硝酸钾晶体。



图2-8 用结晶法分离可溶性杂质

讨论 为什么可以从实验 2—6 中得到较纯净的硝酸钾呢？

让我们查阅一下固体物质的溶解度曲线，可以看出，硝酸钾的溶解度随温度升降变化很大，而食盐的溶解度随温度升降变化并不显著。具体地说，可作如下比较：

溶质 \ 溶解度	硝酸钾	食盐
20	31.6 克	36 克
80	169 克	38.4 克

从实验 2—6 可以得知，加热后得到的硝酸钾饱和溶液，夹杂有溶解的食盐，这种热溶液对于食盐来说，远未饱和。当将这一溶液冷却时，其中溶解了的大部分硝酸钾将从溶液中结晶析出，而溶解了的食盐还不能结晶，仍留在溶液里。经过过滤分离，就能得到较纯净的硝酸钾晶体。要得到更纯净的硝酸钾晶体，可以把结晶出来的晶体，重新溶解在蒸馏水里，加热制成硝酸钾的饱和溶液，冷却，使它再一次结晶，然后过滤，可溶性杂质留在母液里。这样的分离方法叫做重结晶或叫做再结晶。这种分离方法能除去混合物里的杂质，得到纯净的物质，因此，又叫做提纯。

从以上分析，可以归纳出从溶液里结晶分离出固体溶质有两种方法：

1. 降低温度。适用于溶解度受温度影响较大的固体溶质。
2. 蒸发溶剂。适用于溶解度受温度影响较小的固体溶质。

问题 日常生活里，可观察到食用的晶碱，在室温时放置在干燥的空气

里，会逐渐变成粉末状，这是为什么？变色湿度计或隐显墨水又为什么会变颜色？

要了解这些现象的奥秘，就要学习结晶水合物。

许多物质从水溶液里析出晶体时，常结合一定数目的水分子，这样的水分子叫做结晶水。含有结晶水的物质叫做结晶水合物。结晶水合物很多，现举几个实例：

俗名	结晶水合物的化学式
胆矾(或蓝矾)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
绿矾	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
生石膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
明矾	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

有的物质结晶时，不和水分子结合，即不生成结晶水合物，例如食盐、氯化钾、硝酸钾等的晶体里就不含结晶水。

为了证实结晶水合物里含有结晶水，让我们来做下面的实验。

[实验 2—7]按图 2—9 安装好仪器。试管里盛有少量压碎了的蓝色的胆矾晶体，慢慢加热试管底部，观察发生的现象。

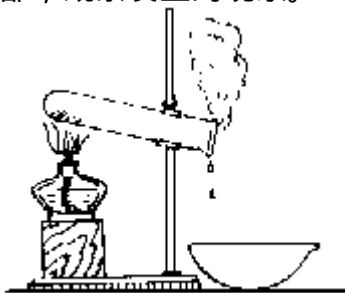
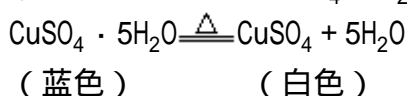


图 2-9 加热胆矾

- 蓝色晶体受热后变成_____粉末；
- 试管口部有_____生成。

从实验看到，蓝色的胆矾受热后放出水蒸气，变成了白色粉末——无水硫酸铜。通过实验测定，每份式量的 CuSO_4 跟 5 份式量的 H_2O 结合在一起，所以，胆矾晶体可以用 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 表示。实验 2—7 这个化学反应表示如下：

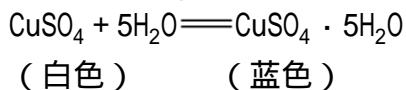


实验表明，结晶水合物受热后容易失掉结晶水。失去结晶水的化合物，还可以跟水结合。

[实验 2—8]往实验 2—7 中冷却后的试管里，滴加几滴蒸馏水，观察白色粉末颜色的变化。

- 粉末由白色变成了_____色。

从实验知道，无水硫酸铜跟水起反应，又重新生成了蓝色的硫酸铜晶体：



各种结晶水合物的稳定性很不相同。很多结晶水合物在室温时就不太稳定。例如，晶碱 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 在干燥的空气里，会逐渐失去结晶水成为粉末(碱面)。结晶水合物在室温和干燥的空气里，失去一部分或全部结晶

水的现象叫做风化。

阅读材料

隐显墨水和变色湿度计

隐显墨水是氯化钴的水溶液 ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 是粉红色晶体, 它的水溶液也显粉红色) 制成的。写出字来几乎无色。以火烘烤, 变成 CoCl_2 就变为蓝色。变色湿度计中用 CoCl_2 溶液浸过的纸条, 在潮湿天气纸条是粉红色, 大气的湿度降低, 就显示出深浅不同的蓝色。

有些晶体能吸收空气里的水蒸气, 在晶体表面逐渐形成溶液, 这种现象叫做潮解。例如, 无水氯化钙 (CaCl_2) 在空气里很容易潮解, 可以利用这一性质, 把无水氯化钙用作干燥剂。又如, 天然产出的粗食盐中, 含有氯化钙和氯化镁晶体 ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 这是粗食盐在空气中发潮、甚至溶解的原因。

要点

1. 天然形成的、具有规则几何形状的固体叫做晶体。从溶液中析出晶体的过程叫做结晶。用降低温度或蒸发溶剂的方法可促成结晶。

2. 用结晶或重结晶的方法可以去除混合物中的杂质。

3. 某些物质的晶体里结合一定数目的水分子, 这样的水分子叫做结晶水。含有结晶水的物质叫做结晶水合物。在室温和干燥的空气里, 结晶水合物失去一部分或全部结晶水的现象叫做风化。晶体吸收空气里的水蒸气, 在晶体表面形成溶液, 这种现象叫做潮解。

习 题

1. 填空:

(1) 饱和溶液析出晶体以后, 剩余的溶液是这种晶体的_____。

(2) 要从饱和食盐水里得到更多的食盐晶体, 应当采用_____的方法。

(3) 在某种溶液里, 如果含有两种或两种以上的溶质, 可以采用_____或_____的方法, 将溶质分离出来。

2. 下列说法对不对? 正确的在括号里画“ ”, 错误的画“ × ”。

(1) 饱和溶液析出晶体以后就变成不饱和溶液。 ()

(2) 不饱和溶液在条件不变的情况下, 不能结晶。 ()

(3) 结晶只适用于从溶液里分离出能生成结晶水合物的溶质。 ()

(4) 结晶水合物是具有固定组成的物质。 ()

3. 在 20 时, 硝酸钠的溶解度是 88 克。一位同学在 20 克水里溶解了 15 克硝酸钠, 能形成饱和溶液吗? 试回答。

这位同学又分别采取了以下措施, 能形成饱和溶液吗?

(1) 往溶液中再加入 5 克溶质, 搅拌;

(2) 给溶液加热, 蒸发掉 5 克溶剂, 再使溶液温度降低到 20 。

4. 家庭小实验

在两只小瓷碟里, 分别倒入等容积的凉开水和饱和食盐水。记下液体在容器里的量。敞口放置一天后, 观察各有什么现象发生? 简要说明原因。试推论: 如果将凉开水换为碘酒 (碘溶解在酒精里形成的溶液), 将会怎样?

§ 2—4 有关溶液的计算

我们已经学过有关溶液计算的一些类型，现在学习其它类型。

一、根据溶解度计算从溶液中析出晶体的质量

[例题 1] 20 时的硝酸钾饱和溶液 200 克，当温度降低到 0 时，可析出硝酸钾晶体多少克？

(20 和 0 时硝酸钾的溶解度可查表)

分析：查表可知硝酸钾的溶解度：

20 时，溶解度是 31.6 克

0 时，溶解度是 13.3 克

降低饱和溶液的温度，溶质结晶析出，根据溶解度的概念知道，每 100 克溶剂形成的饱和溶液，从 20 降低到 0，析出的晶体是 18.3 克 (31.6 克—13.3 克)，即 131.6 克饱和溶液从 20 降低到 0 时析出晶体 18.3 克。

解：根据硝酸钾的溶解度 (20 时是 31.6 克，0 时是 13.3 克)，可算出 131.6 克硝酸钾的饱和溶液从 20 降低到 0 有 18.3 克硝酸钾析出。

设 200 克硝酸钾的饱和溶液从 20 降低到 0 析出硝酸钾 x 克

$$131.6 \quad 18.3 = 200 \quad x$$

$$x = \frac{18.3 \times 200}{131.6}$$

$$= 27.8 \text{ (克)}$$

答：200 克硝酸钾的饱和溶液从 20 降低到 0，析出硝酸钾晶体 27.8 克。

二、涉及溶解度和溶液中溶质质量分数的计算

[例题 2] 硝酸钾在 10 时的溶解度是 20.9 克，计算 10 时硝酸钾饱和溶液的溶质质量分数。

解：硝酸钾在 10 时的溶解度是 20.9 克，也就是在 100 克水里达到饱和，饱和溶液的质量是 20.9+100 = 120.9 (克)

硝酸钾饱和溶液的溶质质量分数

$$= \frac{20.9}{120.9} \times 100\% = 17.3\%$$

答：10 时硝酸钾饱和溶液的溶质质量分数是 17.3%。

从这个例题的解题中，可以归纳出溶解度和溶液溶质质量分数的换算公式：

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶解度}}{100 + \text{溶解度}} \times 100\%$$

三、涉及密度和溶液溶质质量分数的计算

已知溶液的密度、体积和溶质质量，可通过下面的关系式计算溶液的溶质质量分数：

$$\begin{aligned} \text{溶质质量} &= \text{溶液质量} \times \text{溶质质量分数} \\ &= \text{密度} \times \text{体积} \times \text{溶质质量分数} \end{aligned}$$

[例题 3] 配制 20% H_2SO_4 溶液 250 克，需要 98% H_2SO_4 多少毫升？

[解] 设需要 98% H_2SO_4 的质量为 x 克。

$$250 \times 20\% = x \times 98\%$$

$$x = \frac{250 \times 20\%}{98\%}$$

$$= 51 \text{ (克)}$$

从 H_2SO_4 密度和溶质质量分数对照表 得知 98% H_2SO_4 的密度是 1.84 克/厘米³。

需要 98% H_2SO_4 的体积

$$51 \div 1.84 = 27.7 \text{ (厘米}^3\text{)}$$

$$= 27.7 \text{ (毫升)}$$

答：配制 20% H_2SO_4 溶液 250 克，需要 98% H_2SO_4 27.7 毫升。

练习 90% H_2SO_4 溶液 100 克，能稀释成 20% H_2SO_4 溶液多少克？等于多少毫升？需用水多少克？

要点

1. 溶质质量分数和溶解度的换算公式是：

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶解度}}{100 + \text{溶解度}} \times 100\%$$

2. 已知溶液的密度、体积和溶质质量，可通过下面的关系式计算溶液的溶质质量分数：

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液的密度} \times \text{体积}} \times 100\%$$

习题

1. 在 60 时，某物质 22 克在 20 克水中达到饱和。求该物质在 60 时的溶解度。

2. 在 20 时，高锰酸钾的溶解度是 6.4 克。要使 1.6 克高锰酸钾完全溶解，至少需用多少克水？如果使 50 克水达到饱和状态，需加入多少克高锰酸钾？

3. 现在有三种物质 (A、B、C)，在室温时分别溶解在水里制成饱和溶液。已知 1 克物质 A 溶解在 10 克水里；0.12 千克物质 B 溶解在 1.5 千克水里；25 克物质 C 溶解在 500 克水里，确定在室温时哪一种物质的溶解度最大？

4. 下面的说法是否正确？如不正确，应当怎样改正？

(1) 饱和溶液一定是浓溶液，不饱和溶液一定是稀溶液。

(2) 某物质在 20 时的溶解度是 a 克，这时形成的溶液必定是饱和溶液，它的溶质质量分数一定小于 a%。

(3) 20%的 H_2SO_4 溶液 250 毫升，现取出 10 毫升，溶液的溶质质量分数变小。

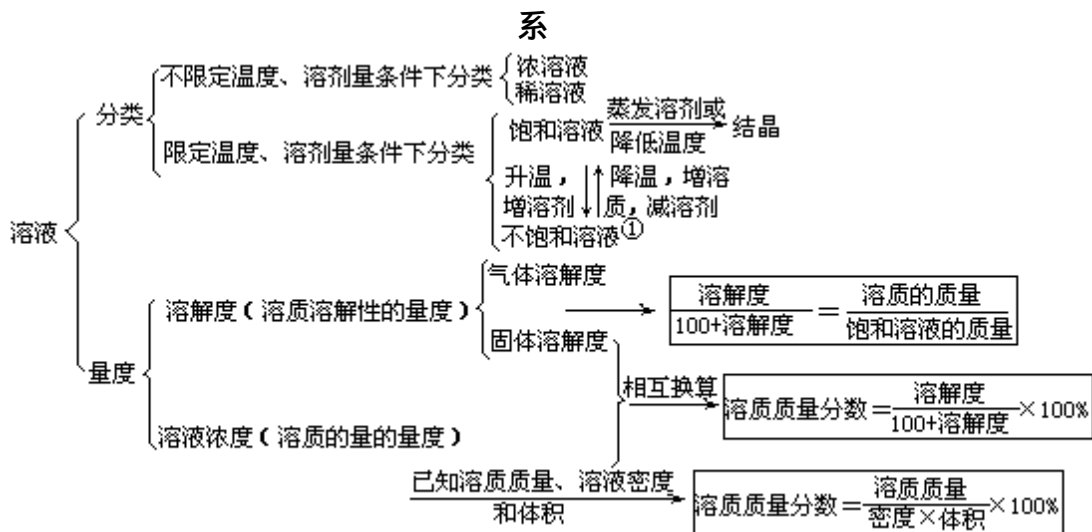
5. 在一定温度下，硝酸钾饱和溶液的质量是 21 克，把它蒸干，得硝酸钾 11 克，计算：

(1) 这一温度下硝酸钾的溶解度。

(2) 溶液的溶质质量分数。

6. 50 毫升 98% H_2SO_4 (密度值可查表) 跟 250 毫升水混合，计算溶液的溶质质量分数。

7. 在 1 升 40% H_2SO_4 溶液里 (溶液密度值可查表), 含有多少克硫酸和多少克水? 要将它稀释成 20% H_2SO_4 溶液, 需用水多少毫升? 本章知识间的关系



复习练习题

1. 以下说法是否正确? 正确的在括号里画“ ”, 错误的画“ × ”。

(1) 凡是均一、透明的液体都是溶液。 ()

(2) 溶液、悬浊液和乳浊液都是混合物。 ()

(3) 一种物质的饱和溶液, 只要升高温度就可以变成不饱和溶液。 ()

(4) 某物质的浓溶液是不是饱和溶液, 可以用加入少量该物质, 振荡或搅拌, 观察它能否继续溶解这种方法来鉴别。 ()

(5) 某种 10% 的溶液 1 升, 从中取出 100 毫升, 这 100 毫升溶液的溶质质量分数变为 1%。 ()

(6) 在上述 100 毫升溶液中, 所含溶质的质量是该溶液 1 升中溶质质量的 1/10。 ()

(7) 在一定温度下, 某物质的溶解度是 a 克。有人想配制 a% 的该物质的溶液, 又想保持该一定温度, 这种想法不可能实现。 ()

2. 解释以下各种现象:

(1) 我国内陆 (如内蒙古自治区) 的盐碱湖, 冬季可以从湖中“捞”碱 (晶碱 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$), 夏季可以晒盐。

(2) 咳嗽糖浆或其它药水, 常在瓶签上注明“摇匀”服用。

(3) 用洗衣粉洗涤衣物, 把同量的粉剂用适量水冲成溶液使用, 比用粉剂揉搓洗涤效果好。

3. 填空:

(1) 溶液是由_____和_____组成的。

(2) 溶质的状态可以是_____、_____和_____。

(3) 物质溶解能力 (溶解性) 可以分成_____、_____、_____和_____。

(4) 加速固体物质溶解, 通常采用的方法是_____和_____。

(5) 使固体溶质从溶液中析出的方法有: _____和_____。

(6) 使接近饱和的溶液达到饱和状态, 可以采用_____、_____和_____方法。

4. 氯化钾在不同温度时的溶解度如下：

温度 ()	0	20	40	60	80	100
溶解度 (克)	27.6	34.0	40.0	45.5	51.5	56.7

(1) 绘制氯化钾的溶解度曲线。

(2) 利用溶解度曲线，推算 25 时氯化钾的溶解度是多少。

(3) 计算 40 时氯化钾饱和溶液的溶质质量分数。

5. 在 20 时，食盐饱和溶液的溶质质量分数是 26.47%。计算在该温度时食盐的溶解度。

6. 将 90 时的硝酸钾饱和溶液 302 克，分别进行以下操作，请计算（硝酸钾溶解度可查表）：

(1) 将饱和溶液降低温度到 20 ，析出硝酸钾多少克？

(2) 将饱和溶液蒸发掉 50 克水，并保持剩余的饱和溶液在 90 ，析出硝酸钾多少克？

*7. 将 38% 的盐酸（密度为 1.19 克/厘米³）50 毫升和 10% 的盐酸（密度为 1.05 克/厘米³）150 毫升混合后，得到的盐酸溶液的溶质质量分数是多少？

第三章 酸碱盐

常见的酸 酸类

常见的碱 碱类

盐

氧化物

金属活动性顺序

中和反应 pH 值

酸和碱的通性

复分解反应

化学肥料

酸、碱、盐是几类重要的化合物。学习酸、碱、盐的基础知识，对于学习化合物的组成、性质和相互关系，了解酸、碱、盐在日常生活和工农业生产上的应用有重要意义。

§ 3—1 常见的酸

盐酸、硫酸和硝酸是三种常见而且重要的酸，现在我们来学习它们的性质，了解它们的用途。

一、盐酸

盐酸是氯化氢的水溶液，浓盐酸含氯化氢 36%~38%。

1. 盐酸的物理性质

[实验 3—1] 观察纯净的浓盐酸和工业盐酸的颜色、状态。打开瓶塞，闻一闻它的气味，并观察瓶口发生的现象，做好记录。

	颜色	气味	瓶口发生的现象
纯浓盐酸			
工业盐酸			

纯净的盐酸是无色、透明的液体，工业盐酸因含杂质而带黄色。浓盐酸有刺激性气味。打开瓶塞产生的白雾，是挥发出来的氯化氢遇到空气中的水蒸气，形成盐酸小液滴聚集而成的。盐酸有酸味，能损坏衣物，灼伤皮肤，蒸气对眼睛有伤害。

2. 盐酸的化学性质

(1) 使石蕊试液变色

[实验 3—2] 照图 3—1 做实验，观察并记录。

3 滴石蕊试液

- 石蕊试液呈_____色。
- 反应后溶液变成_____色。

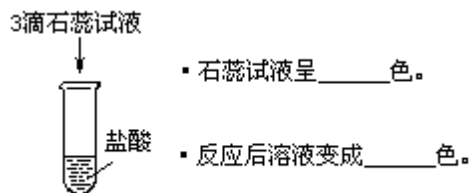


图 3—1 盐酸与石蕊试液作用

实验结果跟石蕊试液与碳酸作用一样，石蕊试液原呈紫色，反应后生成的溶液变成红色。像石蕊这样能跟某些物质溶液起作用而显示特征颜色的物质，叫做指示剂。

(2) 跟某些金属反应，放出氢气

在第一册第六章中已经学习过，锌跟盐酸或稀硫酸分别反应能制得氢气，同时生成氯化锌或硫酸锌。现在让我们试验镁、铁跟盐酸的反应。

[实验 3—3] 照图 3—2 做实验，观察并记录。

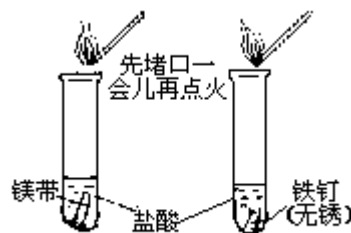
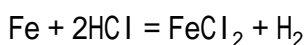
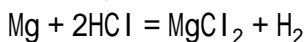


图 3—2 镁、铁跟盐酸反应

- 镁与盐酸反应_____，放出的气体点火_____。溶液呈_____色。
- 铁

与盐酸反应激烈程度比前者稍_____，放出的气体点火_____。溶液呈_____色。

盐酸与镁、铁发生置换反应，分别生成氢气、氯化镁和氯化亚铁。



氯化亚铁

(3)跟金属氧化物反应，生成氯化物和水

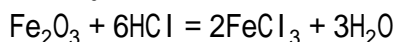
[实验 3—4]照图 3—3 做实验，观察并记录。



图 3-3 盐酸除铁锈

- 铁钉的锈呈_____色。
- 铁钉上的锈在盐酸中被_____。
- 溶液呈_____色。

铁锈的主要成分是铁的氧化物和氢氧化物（氧化物的主要成分是 Fe_2O_3 ），呈暗红色。生锈的铁钉在盐酸中浸泡，铁锈就与盐酸起反应，生成可溶性的氯化铁，溶液呈黄色。工业盐酸呈黄色就是由于含有杂质氯化铁。



氯化铁

盐酸是重要的化工产品，大量用来给金属除锈，制造氯化物、药物，食品工业上用于制造化学酱油、味精、葡萄糖等。人的胃里含有少量的盐酸，可以帮助消化，抑制和杀死细菌。

二、硫酸

1. 稀硫酸

稀硫酸与盐酸的性质相似。

下面是一组有关稀硫酸化学性质的实验，注意观察并做好记录。

[实验 3—5]按图 3—4 做实验，试管(5)稍加热，观察并记录。

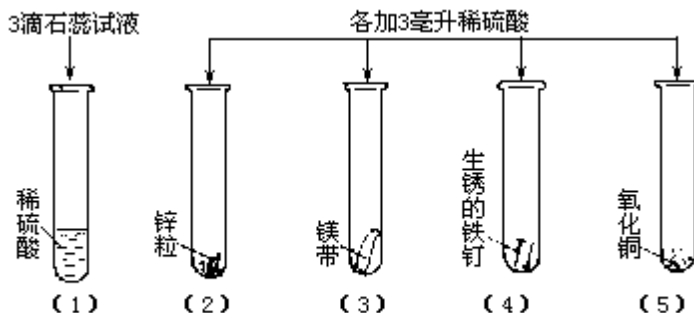


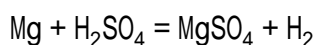
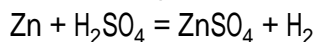
图 3—4 稀硫酸的化学性质

- 试管(1)溶液变成_____。
- 试管(2)、(3)发生反应。点火证明放出了_____气。试管(3)比(2)反应_____。
- 试管(4)铁锈_____，溶液呈_____色。
- 试管(5)氧化铜_____，溶液呈_____色。

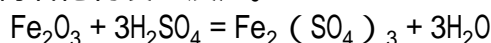
上述实验表明：

(1)稀硫酸可使石蕊试液变红。

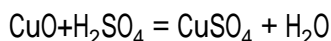
(2)稀硫酸跟某些金属发生反应，产生氢气。



(3)稀硫酸跟金属氧化物发生反应。



硫酸铁（溶液棕黄色）



硫酸铜（溶液蓝色）

2. 浓硫酸

[实验 3—6]观察纯净的浓硫酸和工业浓硫酸的颜色、状态，小心拿一下盛装浓硫酸的试剂瓶，体验它跟同样一瓶水质量的差异。

纯净的浓硫酸是没有颜色、粘稠、油状的液体，不挥发。常用浓硫酸的浓度是 98%，密度是 1.84 克/厘米³，比水几乎重一倍。工业浓硫酸因含杂质，通常呈灰黑色。

浓硫酸有不同于稀硫酸的特殊性质。

(1)吸水性

有人做过一个实验，将浓硫酸盛放在一个烧杯中，称量了它们的质量。过几天以后，再称量它们的质量，发现质量增加了。这是什么原因？这是由于浓硫酸有吸水性，吸取空气中的水蒸气，从而增加了质量。

由于浓硫酸有吸水性，所以它可以用作某些气体的干燥剂。

(2)脱水性

[实验 3—7]用玻璃棒蘸浓硫酸，在白纸上写化学式“H₂SO₄”。过一会儿，观察纸上有什么变化。用火柴梗蘸一点儿浓硫酸，放置一会儿，观察火柴梗有什么变化。

· 纸上出现_____色_____字样。

· 火柴梗变_____。

用浓硫酸在纸上写字，字迹变黑；用火柴梗蘸浓硫酸，火柴梗也变黑。这是由于纸张、木柴均是由碳、氢、氧等元素组成的，浓硫酸与这些物质接触，能将它们中的氢、氧元素按水的组成比（两个氢原子跟一个氧原子结合）夺去，留下黑色的碳，也就是使它们“碳化”。浓硫酸的这种性质，叫做脱水性。浓硫酸还有腐蚀性，它强烈腐蚀衣服、皮肤。如果衣服或皮肤上不慎沾上浓硫酸，应立即用布拭去，再用水冲洗。

浓硫酸易溶于水，溶解时放出大量的热。

[实验 3—8]把浓硫酸沿盛水的烧杯壁缓缓倒下，不断搅拌，用手摸烧杯外壁，试试溶液温度的变化。

浓硫酸溶于水放出大量的热。如果把水倒入浓硫酸里，水的密度比浓硫酸小，浮在上面，它与浓硫酸接触放出大量的热，这些热使水沸腾，造成浓硫酸四处飞溅。为了防止事故，在稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸沿着器壁慢慢地注入水里，并不断搅拌，使产生的热量迅速散失。切不可把水倒进浓硫酸里。

浓硫酸跟金属反应不放出氢气。

硫酸是一种非常重要的化工原料，广泛应用于生产化肥（过磷酸钙、硫酸铵）、农药、炸药、染料以及冶炼有色金属、精炼石油、金属去锈等方面。

三、硝酸

[实验 3—9]取一瓶纯净的浓硝酸，观察它的颜色和状态。打开试剂瓶塞，闻一闻它的气味，并观察瓶口有何现象。滴一滴硝酸在一小块布上，你看到了什么现象？

- 纯浓硝酸是_____色_____体，有_____气味。
- 打开瓶塞，浓硝酸瓶口冒_____。
- 滴在布上，布被_____。

纯净的硝酸是一种无色液体，具有刺激性气味。它是一种易挥发的酸，挥发出来的硝酸蒸气跟空气里的水蒸气结合成硝酸小液滴，形成白雾。硝酸也具有强腐蚀性，能够腐蚀皮肤和衣服，蒸气伤害眼睛，所以使用硝酸应特别小心。

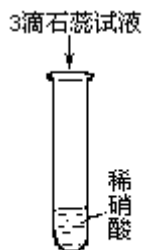


图 3-5 稀硝酸与指示剂的作用

[实验 3—10]照图 3—5 做稀硝酸与指示剂作用的实验，观察并记录。

- 稀硝酸使石蕊试液变成_____色。

稀硝酸与指示剂的反应跟盐酸和稀硫酸一样。

硝酸跟浓硫酸一样，跟金属起反应时，一般不生成氢气。

硝酸跟稀硫酸一样，也能跟金属氧化物发生反应。

练习 写出硝酸与氧化铜、氧化锌发生反应的化学方程式。

硝酸是一种重要的化工原料，主要用于生产炸药、化肥、农药和染料等。

要点

1. 盐酸、硫酸和硝酸是三种常见的酸，而且也是重要的化工原料。
2. 盐酸、硝酸容易挥发，有刺激性气味，硫酸不容易挥发，无刺激性气味。它们都具有腐蚀性。
3. 盐酸和稀硫酸化学性质相似，即都可使石蕊试液变红，与某些金属和金属氧化物起反应。硝酸跟盐酸和稀硫酸的性质有相似的地方，也有不同的地方。
4. 浓硫酸具有吸水性和脱水性。浓硫酸和浓硝酸具有腐蚀性，使用它们要特别小心。

习 题

1. 填表：

名称	化学式	颜色	状态	气味	挥发性	遇石蕊试液
盐酸						
稀硫酸						
稀硝酸						

2. 填空：

(1) 将浓硫酸长时间放在敞口容器中，浓度会变_____，这是因为浓硫酸具有_____性。浓硫酸滴在木材或纸上，木材或纸的颜色会变_____，这是因为浓硫酸具有_____性。浓硫酸溶于水时会放出_____，为防止出事故，稀释浓硫酸时必须将_____沿烧杯内壁慢慢向_____中倒，并不断_____。

(2) 因为硫酸具有_____性，使用时要防止将硫酸洒在皮肤或衣物上。如不慎将硫酸洒在皮肤或衣物上，应当立即_____，并用_____冲洗。

(3) 有两支试管分别盛有盐酸和水两种液体。为了鉴别它们，可以向这两支试管分别滴入石蕊试液，如果试液变成_____色，则此试管中的原液体是_____；如仍为紫色，则试管中的原液体是_____。

(4) 盛装浓硫酸和浓硝酸的瓶子忘记盖瓶塞，浓硫酸会_____，浓硝酸会_____。

3. 1 克锌和 1 克铁分别跟足量的稀盐酸和稀硫酸起反应，各生成多少克氢气？它们的体积各是多少升（在标准状况下，氢气的密度是 0.0899 克/升）？

4. 有一块已部分氧化的锌片 42 克，跟足量硫酸反应完全后，生成氢气 1.2 克，求锌片中单质锌的百分含量。

§ 3—2 酸类

练习 盐酸、硫酸和硝酸有什么共同的化学性质？用填写空白的方式回答。

- 它们的水溶液都能使石蕊试液变成_____色。
- 它们的水溶液（除硝酸、浓硫酸外）都能跟某些金属发生_____反应，放出_____气。
- 它们都能跟某些金属_____物发生反应。

除盐酸、硫酸和硝酸外，其它的酸如磷酸（ H_3PO_4 ）、碳酸（ H_2CO_3 ）等，也有类似的化学性质。为什么酸类有相似的化学性质呢？

一、酸的电离

酸类有相似的化学性质，有人猜想，这是不是与酸类有相似的组成有关？为了证明这一点，我们来做一个酸类水溶液的导电性实验。

[实验 3—11] 装置如图 3—6 所示。将蒸馏水、稀盐酸、稀硫酸和稀硝酸分别加入四个广口瓶中，依次插入电极，接通电源，观察灯泡是否发亮？（注意，每次试验后应将电极冲洗干净）。

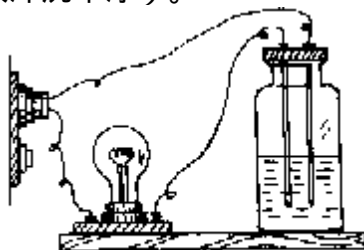


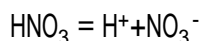
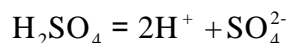
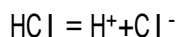
图 3-6 酸溶液的导电性实验

- 试验蒸馏水，灯泡_____。
- 试验稀盐酸、稀硫酸和稀硝酸，灯泡_____。

实验中灯泡发亮，说明有电流通过，即被试物质导电。上述实验证明，蒸馏水不导电，稀盐酸、稀硫酸和稀硝酸导电。如果用其它的酸的水溶液做实验，结果相同。

如何解释稀酸类水溶液能导电呢？

我们知道，金属导电是由于金属中有自由移动的电子，这些电子在电场作用下发生定向移动，形成了电流。酸类水溶液能够导电，必然也是存在着能够自由移动的带电的微粒。科学研究证明，这种带电微粒不是电子，而是离子。离子是怎样产生的？那是由于在水溶液中酸的分子在水分子的作用下发生离解，生成了能自由移动的带正电荷的氢离子和带负电荷的酸根离子。这个过程可以表示如下：



当通电时，这些带有正负电荷的离子在电场的作用下发生定向运动，产生电流。这就是酸类水溶液导电的原因。

酸在水溶液中，离解成能自由移动的氢离子和酸根离子的过程，叫做酸的电离。上述表示物质电离的方程式，叫做电离方程式。

从上述酸的电离方程式可以看出，它们都电离出共同的阳离子——氢离子。因此，它们有相似的化学性质。

电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。

问题 酸既然能电离出带正电荷的氢离子和带负电荷的酸根离子，为什么酸并不带电？

二、酸类

1. 分类

根据酸分子里是否含有氧原子，可以把酸分成含氧酸和无氧酸两类。

表 3—1 含氧酸和无氧酸

含氧酸		无氧酸	
硝酸	HNO_3	盐酸	HCl
硫酸	H_2SO_4	(氢氯酸)	
碳酸	H_2CO_3	氢硫酸	H_2S
磷酸	H_3PO_4		

根据酸分子电离时所能生成的氢离子的个数，又可以把酸分为一元酸、二元酸和三元酸。

问题 表 3—1 中各种酸分子均可电离，但电离出的氢离子的数目不同，思考哪些酸是一元酸，哪些酸是二元酸和三元酸？

2. 命名

从表 3—1 你能发现酸的命名规律吗？原来含氧酸是以氢氧元素以外的元素名称命名的，如 H_2SO_4 叫做硫酸， H_2CO_3 叫做碳酸。无氧酸的命名，是在氢字后面加上另一元素的名称，叫做“氢某酸”。如 H_2S 叫做氢硫酸， HCl 叫做氢氯酸（习惯上叫做盐酸）。

三、金属的活动性顺序

锌、铁等金属能跟酸溶液发生置换反应，生成盐和氢气。是不是所有金属都能跟酸溶液发生置换反应？起反应的激烈程度是否相同？

[实验 3—12] 照图 3—7 做几种金属跟等体积、等浓度稀盐酸反应的实验，观察并作记录。

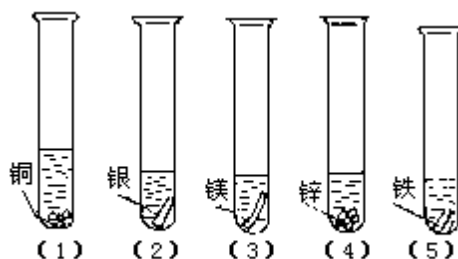
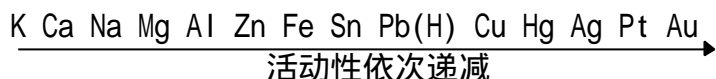


图 3—7 金属与酸反应的情况

· _____ 和 _____ 的试管内无气泡产生。
 · _____ 的试管内有气泡产生，但气泡产生的激烈程度按 _____ 顺序递减。

从上述实验可以看出，铜和银不跟盐酸起置换反应，镁、锌、铁能跟盐酸起置换反应，但在相同条件下，反应激烈程度不同，说明它们的化学活动性不同，即化学活动性是镁比锌大，锌比铁大。

化学家经过多次实验，总结出常见金属的活动性顺序。

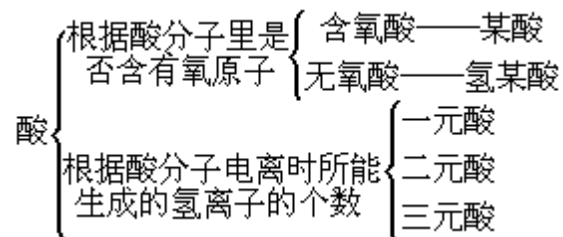


表中的(H)是指酸中的氢元素。在金属活动性顺序表中，排在氢以前的金属均能置换酸中的氢，排在氢后面的金属不能置换酸中的氢。表中金属的位置越靠前，这种金属在水溶液中就越容易失去电子变成离子，它的活动性就越强，就越容易跟酸溶液发生置换反应。

讨论 在研究常见的酸的性质时，曾提到它们都能跟“某些金属”起置换反应。你认为这里的“某些金属”是指金属活动顺序表中哪些金属？

要点

1. 酸类在水溶液里能电离，因此能导电。
2. 电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。
3. 酸的分类和命名



4. 金属活动性顺序表中氢以前的金属，能从酸中置换出氢；金属在表中位置越靠前，它的性质就越活泼。

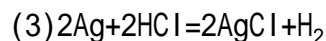
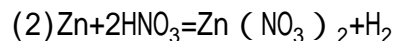
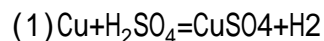
习 题

1. 什么样的化合物叫做酸？酸类为什么有一些共同的性质？2. 酸类的水溶液为什么能导电？

3. 填空：

名称	化学式	几元酸	名称	化学式	几元酸
盐酸				H ₂ CO ₃	
硫酸				H ₃ PO ₄	
硝酸				H ₂ S	

4. 下列化学方程式是否有错误？如有错误说明错误的原因。



5. 选择正确答案的序号填在括号内。

(1) 下列各组金属按化学活动性由弱到强的顺序排列的是 ()。

Hg、Ag、Zn、Mg Al、Fe、Pb、Cu

Sn、Fe、Al、Zn Cu、Pb、Zn、Al

(2) 相同质量的下列金属与足量的盐酸反应，其中产生氢气最多的是 ()，反应最激烈的是 ()。

Mg Al Zn Fe

§ 3—3 常见的碱 碱类

氢氧化钠和氢氧化钙是两种常见的碱。

一、氢氧化钠

[实验 3—13]用镊子取一块氢氧化钠放在表面皿上，观察它的颜色、状态，放置一会儿，再观察它的表面发生了什么变化。

[实验 3—14]把表面皿上的氢氧化钠用玻璃棒拨到盛有 2 毫升水的试管里，振荡，加速溶解，手摸试管壁有无放热现象发生？溶液留待下面的实验用。

- 氢氧化钠是_____色_____体，放置一会儿，表面发生_____。
- 氢氧化钠溶解时温度_____，有_____热现象发生。

氢氧化钠是白色固体物质，容易溶于水，溶解时放出热量。它的水溶液有涩味和滑腻感。暴露在空气里的氢氧化钠容易吸收水蒸气，所以氢氧化钠可以用作某些气体的干燥剂。氢氧化钠有强烈的腐蚀性，使用时应该十分小心，防止皮肤、衣服受它腐蚀。正是由于它有这种性质，人们才把它叫做“苛性钠”或“烧碱”。

氢氧化钠有如下一些化学性质。

1. 跟指示剂的反应

[实验 3—15]照图 3—8 做实验，观察并记录。

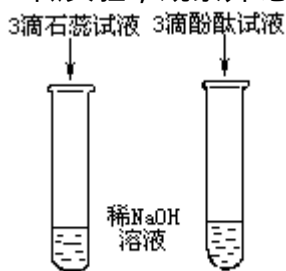


图 3—8 氢氧化钠跟指示剂反应

- 氢氧化钠使石蕊试液变成_____色。
- 酚酞试液呈_____色。
- 氢氧化钠使酚酞试液变成_____色。

氢氧化钠溶液能够使紫色的石蕊试液变成蓝色。使无色的酚酞试液变成红色。

2. 跟多数非金属氧化物反应

[实验 3—16]在充满二氧化碳的平底烧瓶里，加入少量氢氧化钠溶液，迅速塞紧带有玻璃管和气球胆的塞子，振荡烧瓶，观察现象，并做记录。

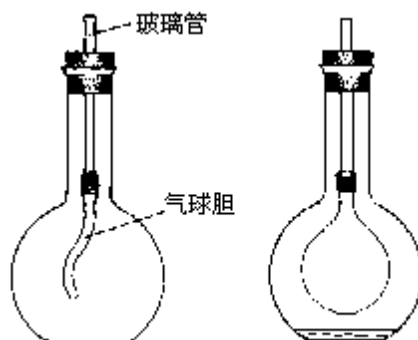
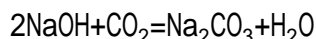


图 3—9 氢氧化钠与二氧化碳作用造成烧瓶减压

· 气球逐渐_____。

在这个实验中气球逐渐胀大。这是怎样造成的？原来是瓶中的二氧化碳跟氢氧化钠发生了反应，使得烧瓶内压强小于大气压强，空气从开口的玻璃管进入气球，将气球吹大。

这个反应的化学方程式如下：



由于氢氧化钠在空气里不仅吸收水分，而且还跟二氧化碳作用，生成碳酸钠，所以氢氧化钠必须密封保存，否则就要变质。

问题 盛氢氧化钠溶液的试剂瓶口常附着一些白色粉末状物质，它是什么物质？

氢氧化钠不仅可以跟二氧化碳反应，而且可以跟多数非金属氧化物发生反应。

练习 写出氢氧化钠跟三氧化硫起反应的化学方程式。

3. 跟酸的反应

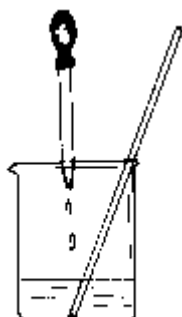
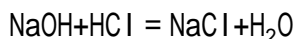


图3-10 氢氧化钠跟盐酸反应

[实验 3—17]在盛有氢氧化钠溶液的小烧杯里，滴入几滴酚酞试液，溶液变成红色。再用胶头滴管慢慢滴入稀盐酸，同时不断搅拌，一直滴到溶液刚刚变成无色为止。

在上述实验中，酚酞试液遇到氢氧化钠溶液显红色。当滴入盐酸溶液到酚酞试液刚变成无色的时候，说明溶液中已既无氢氧化钠，也无盐酸存在，而是完全生成了氯化钠和水。



如果把溶液中的水分蒸发掉，就可以得到白色的食盐晶体。

从上述化学方程式中，我们可以看到一个很有趣的事实：氢氧化钠和盐酸相互交换了成分，生成了氯化钠和水。

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。

氢氧化钠跟盐酸、硫酸、硝酸的反应，都是复分解反应。

氢氧化钠是一种重要的化工原料，广泛用于化学工业，以及造纸、炼铝、人造纤维、石油精制和制造肥皂等工业。

二、氢氧化钙

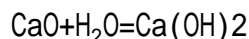
氢氧化钙又称熟石灰或消石灰，是生石灰（氧化钙）跟水反应（俗称石灰消化）的产物。

[实验 3—18]在蒸发皿中放一小块生石灰，用滴管滴少量水，观察现象。用手摸蒸发皿外壁，有什么感觉？继续加水至蒸发皿容积的 1/2，不断搅拌，

观察现象。

- 滴少量水后生石灰块变成_____，_____热。
- 继续加水搅拌形成_____。

生石灰跟水起反应，生成氢氧化钙，同时放出大量的热。氢氧化钙是白色粉末状物质。



氢氧化钙微溶于水，往氢氧化钙中加水搅拌，就形成石灰乳，澄清后上层的水溶液叫做石灰水。氢氧化钙对皮肤、衣服有腐蚀作用，手摸石灰水有滑腻感。

氢氧化钙与氢氧化钠性质相似。

石灰水能使石蕊试液变成蓝色，使酚酞试液变成红色。

氢氧化钙可以与多数非金属氧化物反应，例如往石灰水中通入二氧化碳，能生成不溶于水的碳酸钙。

氢氧化钙可以跟酸起复分解反应。

熟石灰可作建筑材料，还可用来制造氢氧化钠、漂白粉；它在农业上用来改造酸性土壤，配制农药波尔多液和石灰硫黄合剂。

除氢氧化钠和氢氧化钙外，常见的碱还有氢氧化钾、氨水（ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）等。

练习 氢氧化钠和氢氧化钙有什么共同的化学性质？用填空的方式回答。

- 它们的水溶液都能使石蕊试液变成_____色，使酚酞试液变成_____色。
- 它们都能跟_____起反应。
- 它们都能跟_____发生复分解反应。

除氢氧化钠和氢氧化钙外，其它的碱，如氢氧化钾、氨水等，也有类似的化学性质。为什么碱类有相似的化学性质呢？

三、碱的电离

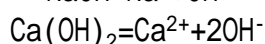
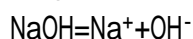
为了探究碱类有相似化学性质的原因，跟研究酸类一样，做一个碱类水溶液的导电性实验。

[实验 3—19]装置如图 3—6 所示。将电极依次插入分别盛有氢氧化钠、氢氧化钙水溶液的广口瓶中，接通电源，观察灯泡是否发亮？

- 试验氢氧化钠水溶液，灯泡_____。
- 试验氢氧化钙水溶液，灯泡_____。

实验中灯泡都发亮，说明氢氧化钠、氢氧化钙水溶液导电。用其它碱的水溶液做实验，结果相同。

如何解释碱类水溶液能导电呢？跟酸的水溶液导电的原因相似，即碱在水溶液中发生了电离，产生金属阳离子和氢氧根阴离子（ OH^- ）。



这些带正负电荷的离子在电场的作用下发生定向运动，产生电流。这就是碱的水溶液导电的原因。

由于碱电离出相同的阴离子——氢氧根离子，所以它们有相似的化学性质。

电离时所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱。

问题 碱的金属离子所带的电荷数目可根据什么判断？

四、碱的命名

碱的命名是根据氢氧根离子和金属离子的名称，叫做“氢氧化某”，如NaOH叫做氢氧化钠，Ca(OH)₂叫做氢氧化钙等。如果某种金属离子具有可变价，则把具有高价金属离子的碱叫做“氢氧化某”，具有低价金属离子的碱叫做“氢氧化亚某”，如铜元素有+2价和+1价，则应把Cu(OH)₂叫做氢氧化铜，CuOH叫做氢氧化亚铜。

练习

(1)写出下列碱的化学式

氢氧化钾、氢氧化镁、氢氧化锌

(2)给下列碱命名

Al(OH)₃_____

Ba(OH)₂_____

Fe(OH)₃_____

Fe(OH)₂_____

要点

1. 氢氧化钠和氢氧化钙是两种常见的、重要的碱。氢氧化钠是重要的化工原料，氢氧化钙是重要的建筑材料。

2. 氢氧化钠和氢氧化钙都能使石蕊试液变蓝、酚酞试液变红；都能跟酸和多数非金属氧化物发生反应。

3. 由两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应，叫做复分解反应。

4. 电离时所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱。

5. 碱根据氢氧根离子和金属离子的名称，叫做氢氧化某。如金属离子有变价，则低价的叫氢氧化亚某。

习 题

1. 为什么放在表面皿上的干燥的氢氧化钠很快会变湿润？我们如何利用这种性质？实验室应如何保存氢氧化钠固体？

2. 用化学方程式表示下列变化。

石灰石 生石灰 熟石灰 碳酸钙

3. 生石灰应如何保存？你如何证明熟石灰微溶于水？

4. 有三瓶无色溶液，已知它们分别为石灰水、氢氧化钠溶液和稀硫酸，怎样用化学方法来鉴别它们？

5. 完成下列化学方程式。

KOH + () = K₂CO₃ + ()

Ca(OH)₂ + () = CaCl₂ + ()

HNO₃ + () = NaNO₃ + ()

HCl + () = MgCl₂ + ()

6. 写出氢氧化钾、氢氧化钡的电离方程式。

7. 1 吨含 12% 杂质的石灰石最多能制得多少氧化钙？

8. 家庭小实验

(1) 自制指示剂：取红紫色的花瓣（如月季花、牵牛花等的花瓣）或果皮（如紫萝卜皮等），洗净，晾干，捣碎，用适量酒精（白酒、水也可以）浸泡几小时，除去残渣，即得。

(2) 用石灰水、白醋试验自制指示剂的显色情况。

§ 3—4 盐

一、几种常见的盐

1. 氯化钠

氯化钠俗名食盐，是我们最熟悉的一种盐类。它易溶于水，有咸味，熔点为 801 ，沸点为 1413 ，是白色呈立方体形状的晶体。

我国食盐资源极其丰富，盛产海盐，同时也生产井盐、池盐和岩盐。我国有漫长的海岸线，且大多地势平坦，适宜于建盐场晒盐。北起辽东半岛，南至海南岛，盐场星罗棋布，尤以渤海、黄海沿岸产盐最多。四川自贡市是井盐最有名的产地。宁夏、青海出产池盐，新疆、湖南、江西等地蕴藏着丰富的岩盐。

食盐的用途很广。它是基础化工原料，可用于制取氯气、盐酸、烧碱、纯碱等重要化工原料，并从它们出发，制造塑料、橡胶、合成纤维、农药、医药等一系列国计民生必需的化工产品。同时，它在日常生活中是必需的调味品，也用于腌制蔬菜、鱼、肉、蛋品等。

2. 碳酸钠

碳酸钠 (Na_2CO_3) 是一种白色粉末状物质，熔点 851 ，易溶于水。

[实验 3—20] 一试管中放入少量碳酸钠，加 3 毫升水，振荡使它溶解，摸试管底外壁，感觉温度是否升高？再往所制溶液滴 2 滴酚酞试液，观察颜色有无变化。

- 碳酸钠溶于水，温度_____。
- 碳酸钠溶液使酚酞试液变成_____色。

碳酸钠溶解过程中放出热量，它的水溶液显碱性。近代工业生产的碳酸钠比天然碱和过去用旧的工业生产方式产出的碳酸钠纯净，所以叫做纯碱。

当碳酸钠从水溶液中析出时，即形成含有结晶水的碳酸钠无色晶体 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，叫做晶碱。市售的碱块就是晶碱。

碳酸钠是重要的化工原料，用途很广。它在冶金、石油精制、玻璃、造纸、肥皂、纺织、印染等工业上都有使用，它还用于硬水的软化。

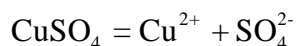
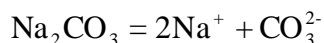
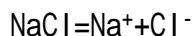
3. 硫酸铜

无水硫酸铜是白色粉末，晶体带 5 个分子结晶水 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，呈蓝色，俗称胆矾和蓝矾，易溶于水。

硫酸铜有毒，可与熟石灰一起配制农药波尔多液，它常用作杀菌剂。硫酸铜用于电镀工业，也可作纺织品的媒染剂。

二、盐的电离

盐在水溶液里跟酸碱一样，也能发生电离。盐电离生成金属阳离子和酸根阴离子。例如，氯化钠、碳酸钠和硫酸铜按如下电离方程式电离：



从盐类电离的产物可以看出盐类组成的特征：

由金属阳离子和酸根阴离子组成的化合物叫做盐

也就是说，盐是由金属阳离子和酸根阴离子组成的一类化合物的总称。

问题 有人把包装上写有“工业用盐”的亚硝酸钠 (NaNO_2 , 一种有毒的物质) 当成食盐, 用于烹调, 造成中毒, 你能说明他发生错误的原因吗?

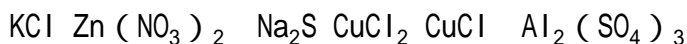
三、盐的分类和命名

盐的分类和命名的方法如表 3—2 所示。

无氧酸盐	叫“某化某”。如 NaCl , 叫氯化钠。
含氧酸盐	叫“某酸某”。如 CuSO_4 , 叫硫酸铜。如果金属元素有变价, 则含低价金属元素的盐加一个“亚”字, 含高价金属元素的盐, 仍按原法命名。例如 FeSO_4 叫硫酸亚铁, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 叫硫酸铁。

另外, 对于含有相同酸根离子或相同金属离子的盐, 习惯上也常给它们一个统称。如含 SO_4^{2-} 的盐统称硫酸盐; 含 Na^+ 的盐, 统称钠盐等等。

练习 给下列盐类命名:



四、盐的性质

盐在常温下大都是晶体。不同种类的盐在水中的溶解性不同 (见附录部分酸、碱和盐的溶解性表)。一般说来, 钾盐、钠盐、铵盐和硝酸盐易溶于水, 而碳酸盐大多不溶于水。

下面讨论盐类在水溶液中表现的化学性质。

1. 盐跟某些金属的反应

[实验 3—21] 取洁净的铁丝、铝丝各一根和铜丝二根, 按图 3—11 分别插入盐溶液中, 过一会儿取出, 观察现象并做记录。

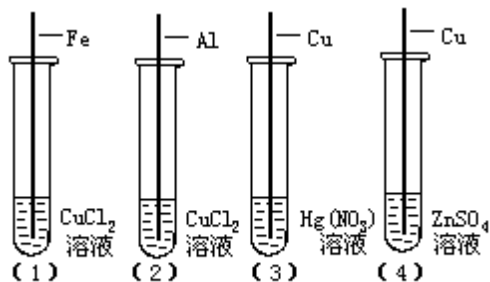
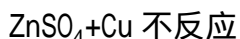
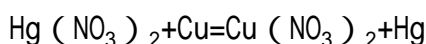
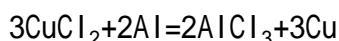
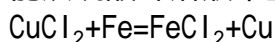


图 3—11 盐跟金属的反应

- 浸入(1)(2)中的铁丝和铝丝均覆盖一层色物质。
- 浸入(3)中的铜丝覆盖一层_____色物质。
- 浸入(4)中的铜丝表面_____变色。

上述实验表明, 铁和铝可以从氯化铜溶液中置换出铜, 铜可以从硝酸汞溶液中置换出汞, 但铜不能从硫酸锌溶液中置换出锌。



这些实验结果可以用金属活动性顺序来解释。在金属活动性顺序表中, 排在前面的金属可以把排在后面的金属从它们的盐溶液中置换出来。铝、锌、

铁均排在铜前面，即比铜活泼，而汞排在铜后面，即比铜不活泼。活泼的铝、铁可以把比它不活泼的铜从铜溶液中置换出来，铜也可以把比它不活泼的汞从汞盐溶液中置换出来，但铜不能把比它活泼的锌从锌盐溶液中置换出来。

因此，盐可以根据金属活动性顺序，跟某些金属起置换反应，生成另一种盐和另一种金属。

阅读材料

置换法炼铜为我国首创

用置换法炼铜为我国首创。早在西汉时期（公元前2世纪），即有从胆矾水溶液中置换出铜的记载。到宋初（公元10世纪）已将此反应用于生产，即把铁片或铁块浸在硫酸铜溶液中，把铜置换出来。这是现代湿法冶金的先驱。

2. 盐跟酸的反应

盐跟酸起反应，一般生成另一种盐和另一种酸。

[实验3—22]按图3—12做实验，观察现象并做记录。

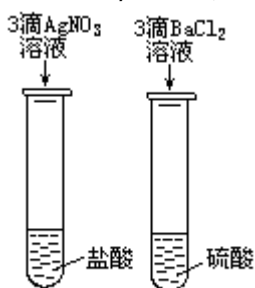
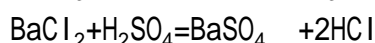
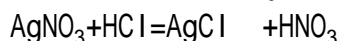


图3—12 盐跟酸的反应

· 盐酸中滴入硝酸银溶液，产生_____。

· 硫酸中滴入氯化钡溶液，产生_____。

实验表明，硝酸银溶液跟盐酸起反应，生成氯化银白色沉淀；氯化钡溶液跟硫酸起反应，生成硫酸钡白色沉淀。



上述反应可以分别用于检验盐酸和硫酸。

3. 盐跟碱的反应

盐跟碱起反应，一般生成另一种盐和另一种碱。

[实验3—23]按图3—13做实验，观察现象并做记录。

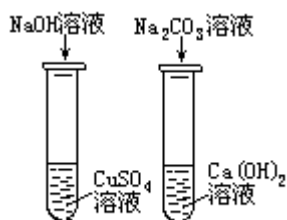


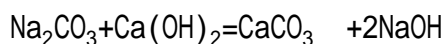
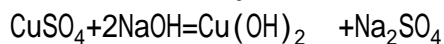
图3—13 盐跟碱的反应

· 试管(1)产生_____。

· 试管(2)产生_____。

上述实验中硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应，生成蓝色的氢氧化铜沉淀和硫酸钠；碳酸钠溶液跟氢氧化钙溶液反应，生成白色碳酸钙沉淀和氢氧化

钠。后者是制取氢氧化钠的一种方法。



4. 盐跟另一种盐的反应

两种盐起反应，一般生成另外两种盐。

[实验 3—24]按图 3—14 做实验，观察现象并做记录。

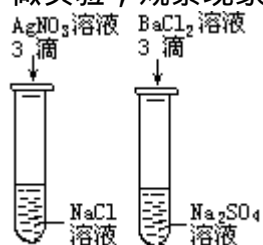
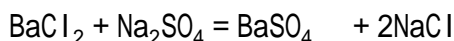
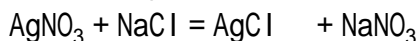


图 3—14 盐跟盐的反应

· 试管(1)产生_____。

· 试管(2)产生_____。

实验表明，氯化钠溶液跟硝酸银反应，生成了白色的氯化银沉淀；硫酸钠溶液跟氯化钡溶液反应，生成了白色的硫酸钡沉淀。



根据上述反应，人们也利用硝酸银和氯化钡来分别检验氯化物和硫酸盐的存在（为防杂质干扰，应向沉淀中注入几滴稀硝酸。如果沉淀不溶，则可确证被检物是氯化物或硫酸盐）。

要点

1. 氯化钠、碳酸钠、硫酸铜是常见的盐。氯化钠、碳酸钠是重要的化工原料。

2. 由金属阳离子和酸根阴离子组成的化合物叫做盐。

3. 盐的分类和命名

盐 $\left\{ \begin{array}{l} \text{无氧酸盐—某化某} \\ \text{含氧酸盐—某酸某} \end{array} \right.$

4. 盐跟某些金属发生置换反应，由比较活泼的金属将比较不活泼的金属从其盐溶液中置换出来。

5. 盐可以跟酸、碱或盐发生复分解反应，生成另一种酸、碱或盐。

习 题

1. 根据部分酸、碱和盐的溶解性表填空：

(1) 钾盐、钠盐、硝酸盐都_____于水。

(2) 盐酸盐中除_____外，都溶于水。

(3) 硫酸盐中除_____不溶，_____微溶外，其余均溶于水。

(4) 碳酸盐中只有_____、_____、_____能溶于水，其余均不溶于水。

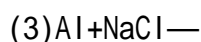
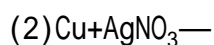
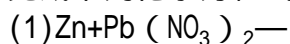
2. 用熟石灰和硫酸铜来配制农药波尔多液时，为什么不能使用铁容器？

3. 有一种蓝色硫酸盐溶液具有下列性质：

(1) 加入氢氧化钠溶液能生成蓝色沉淀；

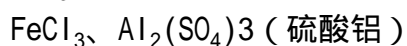
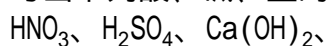
(2)加入一根铁钉，铁钉表面出现红色物质。判断这是什么物质的溶液，并写出有关的化学方程式。

4.完成下列化学方程式，不反应的说明理由。



5.有一瓶无色溶液，用试管取出一些加入少量锌粒，产生无色可点燃的气体；另用试管取出一些原溶液加入氯化钡溶液，产生不溶于稀硝酸的白色沉淀，试判断这无色溶液是什么？写出有关的化学方程式。

6.写出下列酸、碱、盐的电离方程式：



7.根据金属活动性顺序回答下列问题。

(1)金属原子在水溶液中失电子能力大小的顺序与金属活动性顺序有什么关系？

(2)金属离子在水溶液中得电子能力大小的顺序与金属活动性顺序有什么关系？

§ 3—5 中和反应 pH 值

一、中和反应

我们知道，盐酸和氢氧化钠发生复分解反应，生成氯化钠和水。现在来看其它的酸和碱发生复分解反应的情况。

[实验 3—25]按图 3—15 做实验，观察现象并做记录。

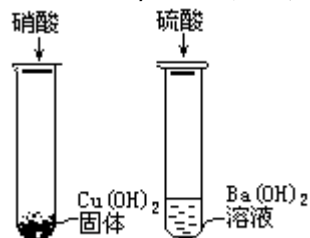
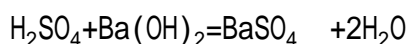
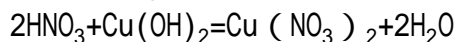


图 3—15 某些酸和碱的反应

· 氢氧化铜是_____色_____体，加硝酸后氢氧化铜_____，溶液呈_____色。

· 氢氧化钡溶液_____色，加硫酸后产生_____色_____。

蓝色氢氧化铜固体加硝酸后变成蓝色溶液；无色氢氧化钡溶液加硫酸后生成白色沉淀，足见它们都发生了化学反应，其化学方程式如下：



这些反应跟盐酸与氢氧化钠的反应一样，产物都是盐和水。

酸跟碱作用生成盐和水的
反应叫做中和反应。

中和反应是复分解反应的一种。

二、pH 值——酸碱度的表示法

在前面的学习中，我们曾用指示剂来试验溶液的酸碱性。但是在工农业生产和科学实验中，仅仅知道溶液是酸性还是碱性是不够的，必须测定和控制溶液酸碱性的强弱程度，即溶液的酸碱度。

溶液的酸碱度常用 pH 值来表示，pH 的范围通常在 0—14 之间（图 3—16）。



图 3—16 pH 值和酸碱性

pH=7 时，溶液呈中性。

pH < 7 时，溶液呈酸性。

pH > 7 时，溶液呈碱性。

测定溶液 pH 值通常使用 pH 试纸，这种试纸在不同酸碱度的溶液里显示不同的颜色。测定时，将待测溶液滴在试纸上，再与标准比色卡对照，即可测出此溶液的 pH 值。

[实验 3—26]用玻璃棒蘸待测溶液滴在试纸上，观察颜色并与比色卡对照。注意，玻璃棒每次蘸待测溶液之前，必须洗净擦干（为什么？）。

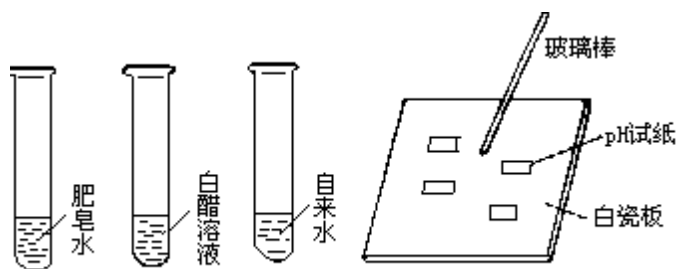


图 3-17 测定肥皂水等的 pH 值

- 肥皂水 pH 值为_____。
- 白醋溶液 pH 值为_____。
- 自来水 pH 值为_____。

[实验 3—27]取 2 克土壤样品放在小烧杯中，加入 10 毫升蒸馏水搅拌一分钟，静置澄清，用 pH 试纸测溶液的 pH 值。

- 土壤样品的 pH 值为_____。

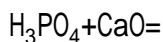
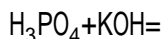
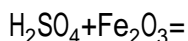
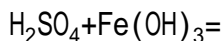
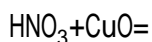
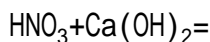
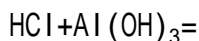
关于中和反应和溶液酸碱性的知识，在工农业生产和科学实验中有重要用途。例如，在化工生产或化学实验中，许多反应必须在一定的酸碱度的溶液中进行。如果酸碱度过大，就得加入适量的碱或酸去中和。在农业生产上，土壤酸碱度对作物的生长影响很大。一般说来，大多数作物适宜在中性或接近中性的土壤中生长，当土壤 pH 值小于 4 或大于 8.5 时，一般作物难以生长。为了改良土壤，可以施入适量的熟石灰来中和土壤中过量的酸。人的胃中含有胃酸（HCl），如果胃酸过多，就闹胃病。此时医生常让病人服用含氢氧化铝 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 或小苏打（ NaHCO_3 ）的药物，藉助它们中和掉过多的胃酸来治疗。

要点

1. 酸跟碱作用生成盐和水的反应，叫做中和反应。
2. 溶液的酸碱度可用 pH 值表示。pH 值通常在 0~14 之间。pH 值等于 7，溶液呈中性，大于 7 呈碱性，小于 7 呈酸性。

习 题

1. 完成下列化学方程式：



2. 填空：

(1) pH 值表示溶液的_____，它的范围通常在_____之间。

(2) pH=7，溶液显_____性，pH>7，溶液显_____性，pH 值越小，溶

液_____性越_____。

3. 有两瓶溶液，一瓶的 pH 值是 4.5，另一瓶的 pH 值是 9.5。从这两瓶溶液里各取出 3 毫升，分别滴入酚酞试液，有什么现象发生？如果要使前一种溶液的 pH 值升高，后一种溶液的 pH 值降低。可以采取什么措施？

4. 某工厂化验室用 15% 的氢氧化钠溶液，洗涤一定量石油产品中的残余硫酸，共消耗这种溶液 40 克，洗涤后溶液呈中性，问在这一一定量的石油产品里含硫酸多少克？

5. 在含有 4 克氢氧化钠的溶液里，如果分别加入下列溶液中的一种，再用石蕊试液试验，试液显示什么颜色？

(1) 含有 6 克硝酸的溶液。

(2) 20% 的硫酸 25 克。

(3) 含 3.65 克氯化氢的盐酸。

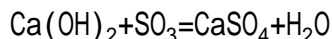
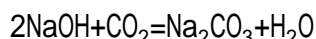
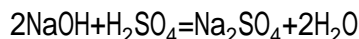
§ 3—6 氧化物

问题 什么是氧化物：回忆一下你学过哪些氧化物？

根据化学性质不同，氧化物可分为酸性氧化物和碱性氧化物两大类。

一、酸性氧化物

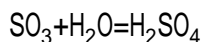
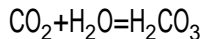
我们知道，碱跟酸反应生成盐和水，碱跟某些非金属氧化物反应，也生成盐和水。例如



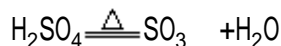
上述反应表明，二氧化碳、三氧化硫跟酸的性质相似。因此，人们把二氧化碳、三氧化硫这样能跟碱反应生成盐和水的氧化物，称为酸性氧化物。

非金属氧化物大多数是酸性氧化物，我们熟悉的非金属氧化物中，一氧化碳不是酸性氧化物。

酸性氧化物大多数能跟水直接化合生成含氧酸。



含氧酸也可以受热分解生成酸性氧化物。例如，将硫酸加热可得到三氧化硫和水：



在这里三氧化硫可以看做是硫酸脱水后的生成物，因此也把酸性氧化物叫做酸酐。

练习 填空白：

酸	HNO_3	H_2SO_4	H_2CO_3
酸酐	N_2O_5		

阅读材料

酸 雨

天上降下带有酸性的雨水叫做酸雨。它是怎样形成的呢？原来工业生产和日常生活中燃烧的燃料，如煤和石油，都含有硫元素和氮元素，燃料燃烧后产生硫和氮的氧化物，它们弥散于大气之中，溶于雨水就成为硫酸和硝酸，使雨水带有了酸性。酸雨是对环境的一种污染，它能使成片的森林或农业作物死亡，使土壤肥力下降，腐蚀建筑物、雕塑或文物古迹，甚至直接危及人体健康。为了防治酸雨，必须对燃料或燃料燃烧产生的烟气进行净化，避免或减少硫和氮的氧化物对大气的污染。

二、碱性氧化物

凡能跟酸起反应，生成盐和水的氧化物，叫做碱性氧化物。大多数金属氧化物是碱性氧化物。

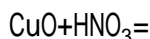
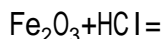
练习

严格说来，pH 值在 5.6 以下的雨水才叫酸雨。因为普通雨水中溶有二氧化碳，也略呈酸性。

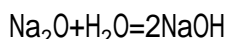
1. 写化学式：

金属氧化物	氧化钠	氧化镁	氧化钙	氧化汞	氧化铁	氧化铜	二氧化锰
化学式							

2. 完成化学方程式：



少数碱性氧化物能跟水直接化合生成碱，而碱也可以受热分解成碱性氧化物和水，如



练习 填空白：

碱性氧化物	氧化钾	氧化钡	氧化钙
对应的碱			

大多数碱性氧化物，如氧化铜、氧化铁等，不能直接跟水化合生成相应的碱。

要点

1. 能跟碱起反应生成盐和水的氧化物，叫做酸性氧化物。酸性氧化物又叫做酸酐。

2. 能跟酸起反应生成盐和水的氧化物，叫做碱性氧化物。

3. 多数酸性氧化物可以与水化合生成相应的酸；少数碱性氧化物可以与水化合生成相应的碱。

习 题

1. 填空：

(1) 能和_____反应生成_____的氧化物，叫做酸性氧化物。酸性氧化物也叫_____。

_____元素的氧化物大部分是酸性氧化物，如_____、_____、_____。

(2) 能和_____反应生成_____的氧化物，叫做碱性氧化物。_____元素的氧化物大多数是碱性氧化物。

(3) 碱性氧化物（少数）+水=_____

(4) 酸性氧化物（多数）+水=_____

(5) 将二氧化碳通入石蕊试液中，溶液由_____色变成_____色，加热，溶液由_____色变成_____色。

(6) 因为氧化铁不能直接和水化合，所以由氧化铁制氢氧化铁时，可使氧化铁先和_____反应生成_____，然后再和_____反应制出氢氧化铁。上述反应的化学方程式为_____和_____。

2. 写出下列氧化物跟水起反应的化学方程式：

K₂O, BaO, CO₂, SO₂

3. 判断下列各化学方程式的正误，对的画“ ”，错的画“ × ”。

(1) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2$ ()

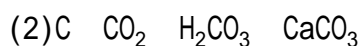
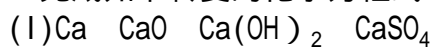


4. 写出下列反应的化学方程式：

(1) 在硫酸铜溶液里加入氢氧化钠溶液，生成蓝色沉淀，过滤，将这种沉淀收集在坩埚中加热，生成黑色粉末。

(2) 在氯化铁溶液里加入氢氧化钠溶液，生成红褐色沉淀，过滤，将这种沉淀收集在坩埚中加热，生成红棕色粉末。

5. 完成如下转变的化学方程式：



并根据上述转变归纳出由金属到盐和由非金属到盐的转变步骤。

(提示：许多金属都可以跟氧气化合，生成金属氧化物。)

§ 3—7 酸和碱的通性 复分解 反应发生的条件

一、酸的通性

本章陆续学习了酸的一些化学性质，现在来总结一下酸的通性。

1. 酸跟指示剂反应，使石蕊试液变成_____色。

举例：_____

2. 酸跟金属活动性顺序表中氢以前的金属发生反应，放出_____气。

举例：_____ + _____ = _____ + H₂

3. 酸跟碱起_____反应，生成_____和_____。

举例：_____ + _____ = _____ + _____

4. 酸跟碱性氧化物起反应，生成_____和_____。

举例：_____ + _____ = _____ + _____

5. 酸跟某些盐起反应，生成另一种_____和另一种_____。

举例：_____ + _____ = _____ + _____

酸碱中和反应和酸跟盐的反应，均属于复分解反应类型。

二、碱的通性

本章也陆续学习了碱的一些化学性质，现在来总结碱的通性。

1. 碱跟指示剂反应，使石蕊试液变成_____色，酚酞试液变成_____色。

举例：

2. 碱跟酸起_____反应，生成_____和_____。

举例：_____ + _____ = _____ + _____

3. 碱跟酸性氧化物起反应，生成_____和_____。

举例：_____ + _____ = _____ + _____

4. 碱跟某些盐起反应，生成另一种_____和另一种_____。

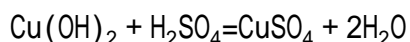
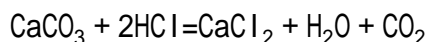
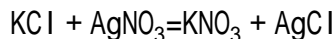
举例：_____ + _____ = _____ + _____

问题 以上哪些反应属于复分解反应？

三、复分解反应发生的条件

盐跟酸、盐跟碱、盐跟盐的反应以及酸碱中和反应，都属于复分解反应。

酸、碱、盐之间有的能发生复分解反应，有的不能。复分解反应的本质是反应物在水溶液中互相交换离子，当反应产物有沉淀产生，或者有气体放出，或者有水生成时，复分解反应才会发生。例如：



这些反应均符合上述条件，可以发生。但如将硝酸钾溶液与氯化钠溶液混合，既无沉淀或水生成，也无气体放出，则不发生复分解反应。

到目前为止，我们已经学习了化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应四种基本的化学反应类型。掌握这些反应类型的有关知识，对于学好化学是有帮助的。

要点 1. 酸的通性

严格地说，指有难电离的物质生成。

- (1)使石蕊试液变红
- (2)酸+金属(H以前) 盐+氢气
- (3)酸+碱性氧化物 盐+水
- (4)酸+碱 盐+水
- (5)酸₁+盐₁ 酸₂+盐₂

2. 碱的通性

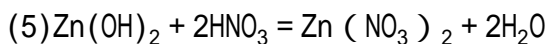
- (1)使石蕊试液变蓝, 酚酞试液变红
- (2)碱+酸 盐+水
- (3)碱+酸性氧化物 盐+水
- (4)碱₁+盐₁ 碱₂+盐₂

3. 盐跟酸、盐跟碱、盐跟盐以及酸跟碱的反应, 都属于复分解反应。这类反应的本质是反应物在水溶液中互相交换离子, 当反应产物有沉淀生成, 或者有气体放出, 或者有水生成时反应才能发生。

习 题

1. 判断下列化学方程式的正误, 并说明理由。

- (1) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 + 2\text{NaCl}$
- (2) $\text{MgCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + 2\text{KCl}$
- (3) $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (4) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3$



2. 完成下列化学方程式:

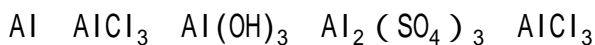
- (1) () + $\text{CaCl}_2 =$ () + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- (2) () + $\text{CuSO}_4 = \text{BaSO}_4 +$ ()
- (3) () + $\text{H}_2\text{SO}_4 =$ () + $\text{CO}_2 +$ ()
- (4) () + $\text{HCl} =$ () + ZnCl_2
- (5) () + $\text{NaOH} =$ () + Na_2CO_3
- (6) () + $\text{H}_3\text{PO}_4 =$ () + $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

3. 混有铜屑的氧化铜 8.4 克, 跟 40 克硫酸溶液恰好反应完全, 反应后过滤得到沉淀 0.4 克, 求原混合物中氧化铜的百分含量是多少? 原参加反应的硫酸溶液的溶质质量分数是多少?

4. 配制 50% H_2SO_4 溶液 490 克, 需要 98% 的 H_2SO_4 (密度 1.84 克/厘米³) 多少毫升?

5. 现有 35% 的硫酸 (密度 1.25 克/厘米³) 10 毫升, 问需要 30% 的氢氧化钠溶液多少克才能完全中和?

6. 用化学方程式表示下列化学反应:



§ 3—8 化学肥料

阅读材料

种庄稼为什么要施肥

植物与动物一样，需要不断从外界摄取营养，才能生长发育和维持生命。它们需要摄取些什么营养？一些科学家对植物体成分中含有什么元素做了分析，发现植物体内含有多种元素，它们是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、铜、锰、锌、钼等。前十种元素含量较多，叫做大量元素。后五种元素含量很少，叫做微量元素。这些元素是植物在生长发育过程中逐步从外界环境摄取进入植物体内的，它们是植物的营养元素。

营养元素中，碳、氢、氧三种元素占植物干重的 90%以上，它们是作物从空气中的二氧化碳和土壤中的水分摄取的；钙、镁、硫、铁和一些微量元素，一般说来，是从土壤中摄取的，因为这些元素在土壤中有足够的量可供植物摄取。只有氮、磷、钾三种元素，土壤中含量既有限，而植物摄取量又颇大，因此必须以施肥的方式不断加以补充。这就是种庄稼必须施肥的原因。

肥料分农家肥料和化学肥料两种，用化学加工的方法制造的含有氮、磷、钾三种元素和硼、铜、锰、锌、钼等微量元素的肥料，称为化学肥料。下面对化学肥料的主要品种作一简单介绍。

一、氮肥

氮元素是作物体内蛋白质、叶绿素的重要成分。氮肥能促使作物的茎、叶生长茂盛，叶色浓绿。因此，在作物的整个生长期，都需要施用氮肥。

目前农村常用的氮肥有铵盐，即硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 、硝酸铵 (NH_4NO_3) 、碳酸氢铵 $(\text{NH}_4\text{HCO}_3)$ 、氯化铵 (NH_4Cl) 等，有氨水 $(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ （氨的水溶液），还有尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 。

练习 通过计算比较硫酸铵、硝酸铵和尿素的肥效高低（即含氮量的多少）。

铵盐、氨水和尿素均易溶于水。铵盐易与碱起反应，释放出氨气。

[实验 3—28]在四块玻璃片上，分别放上少量硫酸铵、硝酸铵、碳酸氢铵和氯化铵，各加上一些熟石灰，用玻璃棒拌和，能闻到什么气味？

铵盐跟碱起反应，能释放出刺鼻的氨气。因此，在贮存和施用，铵盐不要跟石灰、草木灰等碱性物质混合，否则会降低肥效。

阅读材料

几种常见氮肥的性能和使用

名称	化学式	外观	含 N% (约值)	主要性能	运输、贮藏使用的注意事项
硫酸铵	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	白色或微黄色晶体	21	弱酸性，稳定，略吸潮。	长期施用土壤会增加酸性，易板结。
硝酸铵	NH_4NO_3	白色晶体	35	弱酸性，易分解，潮解结块，猛烈撞击会爆炸。	1. 不能与易燃物混存，应放在阴凉处； 2. 不能用铁锤砸； 3. 是速效肥，作追肥用。
碳酸氢铵	NH_4HCO_3	白色晶体	17	弱碱性，受潮时易分解，受热分解更快。 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1. 要密封防潮，防曝晒，不宜久存； 2. 宜沟施、盖土，及时灌溉，防跑肥。
氯化铵	NH_4Cl	白色晶体	25	弱酸性，稳定，略吸潮。	不适用于烟草等忌氯作物。
氨水	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	液体	浓度为20%的氨水含氮15%	碱性，容易分解。有刺激性和腐蚀性。	1. 密封存放阴凉处，不能用金属容器存放； 2. 宜沟施盖土或随水灌溉； 3. 施用时要稀释，以防烧死作物。
尿素	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	白色或微黄色晶体	46	中性，略吸潮，比铵盐肥效缓慢，但持久，对土壤无不良影响。	是肥效最高的氮肥，可做追肥，也可做基肥。

二、磷肥

磷肥能促进作物开花结果，提早成熟，籽粒饱满，还能促使作物根系发达，增强抗旱、抗寒能力。常用的化学磷肥的成分都是磷酸盐，如磷矿粉、过磷酸钙（简称普钙）和重过磷酸钙（简称重钙）等。

阅读材料

几种常见磷肥的性能和使用方法

名称	主要成分	主要性能	使用注意事项
磷矿粉	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	难溶于水，能溶于酸，肥效缓慢	施于酸性土壤，作基肥。
过磷酸钙	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 和 CaSO_4 的混合物	能溶于水，又能与碱起反应生成难溶的磷酸钙，还可与酸性土壤中的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 起反应生成难溶的磷酸铁和磷酸铝，引起肥效降低。	作基肥或种肥，一般做成颗粒状与农家肥混合施用，以减少与土壤接触的机会。

三、钾肥

钾肥能促使作物生长健壮，茎秆粗硬，增强对病虫害倒伏的抵抗能力，并能促进糖分和淀粉的生成。目前农村使用的钾肥主要有草木灰及硫酸钾、氯化钾等。

阅读材料

几种常见钾肥的性能和使用方法

名称	主要成分	性能	使用注意事项
草木灰	碳酸钾 (K_2CO_3) 和少量钙、镁、磷化合物	碳酸钾易溶于水, 呈碱性	1. 防止水淋, 以免流失; 2. 不得与铵盐混用。
硫酸钾	K_2SO_4	白色晶体, 易溶于水, 吸湿性小, 不结块。	可用作基肥和追肥。多施会使土壤酸性增加, 并板结, 在酸性土壤中须配合石灰和农家肥施用。
氯化钾	KCl	白色晶体, 易溶于水, 吸湿性小, 但易结块。	同上, 烟草、甜菜、马铃薯等“忌氯作物”不要施用

四、复合肥料和微量元素肥料

单独施用氮肥、磷肥或钾肥, 不能全面满足农作物生长发育的需要, 肥效不高。因此, 近年来注意发展复合肥料和微量元素肥料。常用的复合肥料有磷酸氢二铵 [$(NH_4)_2HPO_4$, 又名磷酸二铵, 它与磷酸二氢铵 $NH_4H_2PO_4$ 的混合物叫做安福粉]、磷酸二氢钾 (KH_2PO_4)、硝酸钾等。微量元素肥料是指含有硼、铜、锰、锌、钼等元素的某些化合物。由于需用量很小, 所以常跟氮、磷、钾肥按一定的比例混合施用。

我国是一个具有施用农家肥料优良传统的国家, 农业生产上除了施用化肥外, 还广泛施用农家肥料。农家肥料包括厩肥、人粪尿、绿肥、草木灰等。农家肥料跟化肥相比, 单位质量所含营养元素的量要小得多, 但品种却比较全。农家肥料比较难溶于水, 经过腐熟以后才转化为易于溶解, 可被植物吸收的物质。所以它的肥效较慢, 但有效时间较长。农家肥料的重要优点是便于就地取材, 成本低廉, 长期施用能改良土壤结构, 提高土壤肥力。因此, 化肥与农家肥料要取长补短, 合理配合施用, 才能提高经济效益, 达到增产增收的目的。

阅读材料

农药

病虫害是农业的大敌, 而农药是防治病虫害、保护农作物的有力武器。合理施用农药, 就能为夺取农业高产创造条件。

农药的种类很多, 根据用途主要可分为三类:

1. 杀虫剂, 用于防治咬食作物的害虫, 如乐果、敌百虫等。
 2. 杀菌剂, 用于防治作物的疫病, 如石灰硫黄合剂、波尔多液、代森锌等。
 3. 除草剂, 用于去除农田中的杂草, 如除草醚、敌稗等。
- 其它还有用于杀灭老鼠的杀鼠剂, 和能按照人的需要促进或抑制作物生长的植物生长调节剂等。

杀虫剂因侵入害虫机体的途径不同, 也可分为三类。

1. 胃毒剂, 农药随食物一起进入害虫胃里, 使它们中毒。
2. 触杀剂, 农药通过表皮侵入害虫机体, 使它们中毒。
3. 熏蒸剂, 农药通过呼吸系统进入害虫机体, 使它们中毒。

根据农药自身的特性和施用的方便, 常将它们制成不同的剂型, 如粉剂、可湿性粉剂、油剂、乳剂、熏蒸剂、烟熏剂等。粉剂可用喷粉器喷洒; 可湿

性粉剂、油剂、乳剂可以溶于水中，配成悬浊液和乳浊液用喷雾器喷洒。这些剂型广泛施用于大田。熏蒸剂是让农药气化为蒸气，烟熏剂是藉可燃物燃烧使农药变成烟。这两种剂型多用于仓库、船只、温室等密闭空间杀灭害虫、细菌。

施用农药要注意几个问题。

1. 农药能毒死害虫，杀灭病菌和去除杂草，也能污染环境，毒害人畜。因此，应尽可能选用高效（使用剂量小，杀菌、杀虫、除草效率高）低毒（对人畜毒害作用小）、低残留（农药施用后一定时期内应分解成无毒物质，残留的有毒物质应尽可能少，以减少对环境的污染）的农药。

2. 施用剂量要合理，以能达到预期效果，并不至于引起对作物的药害和污染环境为度。

3. 施用时间要合理。要按照疫情、虫情适时施用，才能发挥农药的威力。对于蔬菜、水果一般要在收获前一定时期内（各种农药有具体规定）停止施用农药，以免造成产品中残毒超过允许剂量，使食用者中毒。

4. 施用农药要注意安全。工作人员要佩戴眼镜、口罩、橡胶手套等防护用品，吃东西以前必须用肥皂洗手洗脸，以防中毒。

要点

1. 用化学加工的方法制造的含有氮、磷、钾三种元素和硼、铜、锰、锌、钼等微量元素的肥料，称为化学肥料。

2. 氮肥能促使作物的茎、叶生长茂盛，叶色浓绿。磷肥能促进作物开花结果，提早成熟、籽粒饱满，还能促使作物根系发达，增强抗旱抗寒能力。钾肥能促使作物生长健壮，茎秆粗硬，增强抗病虫害和抗倒伏的能力，并能促使糖分和淀粉的生成。

3. 施用化肥的品种和方法，应根据作物生长的需要、化肥本身的性能和土壤的情况来决定，不能盲目施用。一般说来，化肥与农家肥料应该配合施用。

习 题

1. 填空：

(1) 用化学加工的方法制造的含_____、_____、_____三种元素和_____、_____、_____、_____等微量元素的肥料，称为化学肥料。

(2) 为使作物茎叶茂盛，叶色浓绿，应施用_____；为促进作物根系发达，增强抗旱、抗寒能力，促进早熟，使作物多结穗粒、籽粒饱满，应施用_____；为促进茎秆粗壮，抗倒伏，并促进糖分、淀粉的形成，应施用_____。

(3) 作为氮肥的常用铵盐中，_____含氮量最高，_____受潮结块，受热容易分解，受潮结块时不能用铁锤砸，长期施用_____会使土壤酸性增加，板结硬化。所有用作氮肥的铵盐都不能跟_____、_____等碱性物质混合施用，以免发生化学反应，放出_____气、降低肥效。

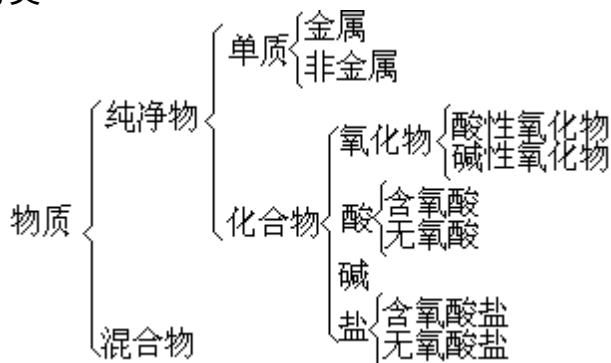
2. 有一种化学肥料是白色固体，取少量这种样品溶解于水，再加少量硝酸银溶液和稀硝酸，产生白色沉淀；另取少量样品加入浓氢氧化钠溶液，共热产生无色有刺激性臭味的气体，此气体可以使湿润的红色石蕊试液变蓝。这种白色固体是_____。主要化学反应方程式是_____。和_____。

3. 有一不纯的硫酸铵样品，经分析知道它含有 20% 的氮，求样品里含

(NH₄)₂SO₄的百分率。

本章知识间的关系

1. 物质的分类



2. 化学反应的基本类型

化合反应 $A+B=AB$

分解反应 $AB=A+B$

置换反应 $A+BC=AC+B$ (在金属活动性顺序表中, A元素在B元素之前)

复分解反应 $AB+CD=AD+CB$ (反应在溶液中进行, 本质是反应物互相交换离子, 产物中必须有沉淀, 或气体, 或水生成。)

3. 溶液的酸碱度

酸性 $pH < 7$

中性 $pH=7$

碱性 $pH > 7$

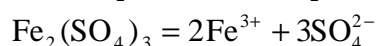
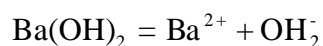
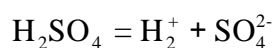
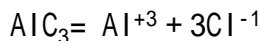
4. 化肥

目前农业上施用量最大的化肥是氮肥、磷肥和钾肥。为了促进农业生产, 今后要在增产上述化肥的同时, 发展复合肥料和微量元素肥料, 并注意跟农家肥料配合施用。

复习练习题

1. 把正确答案的序号填在括号内。

(1) 下列电离方程式正确的是 []。



(2) 在下列溶液中能使石蕊试液变蓝的是 []。

$pH < 7$ 的溶液 $pH=7$ 的溶液

使酚酞变红的溶液 蒸馏水

(3) 制取氢氧化铜的反应物是 []。

氧化铜和水

铜和氢氧化钠
 氧化铜和氢氧化钠
 氯化铜溶液和烧碱溶液

(4)不能和硝酸银溶液起反应的是 []。

食盐水 碳酸钾溶液
 氯化镁溶液 硝酸钾溶液

(5)不能用浓硫酸干燥的气体是 []。

氢气 氧气
 氯化氢气 氨气

2. 填空：

(1)填写下列酸酐相对应的酸的化学式。

酸酐	CO ₂	SO ₃	N ₂ O ₅
对应酸			

(2)填写下列物质的名称以及颜色、状态。

化学式	名称	色态	化学式	名称	色态
CuO			H ₂ SO ₄		
MnO ₂			AgCl		
Fe ₂ O ₃			HNO ₃		
Fe ₃ O ₄			CuSO ₄		
SO ₂			CuSO ₄ · 5H ₂ O		
P ₂ O ₅			KClO ₃		
CO			KMnO ₄		
NH ₃			NH ₄ HCO ₃		
NaOH			BaSO ₄		
Cu(OH) ₂			P		
Fe(OH) ₃			Cu		

(3)填写指示剂在酸性、中性、碱性溶液中的显色情况及相应的 pH 值范围。

	酸性	中性	碱性
石蕊试液			
酚酞试液			
pH 值范围			

3. 写出下列化学方程式，并指出反应类型。

- (1) 钠在氯气中燃烧。
- (2) 氯酸钾和二氧化锰混合加热。
- (3) 锌和稀硫酸反应。
- (4) 烧碱和盐酸反应。
- (5) 大理石和稀盐酸反应。
- (6) 二氧化碳和灼热的碳反应。
- (7) 二氧化碳和水反应。

(8)煅烧石灰石。

4.用化学方程式表示除去下列物质中杂质的反应。

(1)一氧化碳气体中含有少量二氧化碳；

(2)在氯化钠中含有少量碳酸钠；

(3)在氢气中含有少量二氧化碳。

5.写出下面一系列物质变化的化学方程式，并注明反应类型。

(1) KClO_3 O_2 MgO MgSO_4 Mg(OH)_2 MgCl_2

(2) CaCO_3 CaO Ca(OH)_2 CaCO_3 CO_2 CO

(3) Cu CuO CuSO_4 Cu(OH)_2 CuCl_2 Cu

6.有两片质量相等的锌片，使其中一片跟足量的稀硫酸起反应，另一片先转变成氧化锌，然后也跟足量的稀硫酸起反应。用两种方法制得的硫酸锌的质量相等吗？不用计算能回答吗？说明理由。

第四章 铁

铁的物理性质

铁的化学性质

生铁和钢

我国钢铁工业的发展

钢铁的生锈和防锈

§ 4—1 铁的性质

铁在地壳中含量比较丰富，约占地壳质量的 4.75%，在金属元素中仅次于铝。由于铁的化学性质比较活泼，所以除了陨石中有单质铁存在以外，地壳中几乎见不到单质的铁。它的矿藏是以化合物的形式存在的。

人类用铁已有几千年的历史。铁器的使用促进了人类文明的发展。由于铁有许多优良的性能，而且矿藏丰富，冶炼容易，价格低廉，所以至今它仍然是世界上用量最多的金属。

一、铁的物理性质

观察与思考

- 取一根细长的铁丝，观察它是什么颜色？弯一弯能折断吗？
- 铁壶、铁锅为什么可用来煮饭、烧水？

平时我们见到的铁制品通常是黑色的，其实纯净的铁是光亮银白色的金属。它的密度是 7.86 克/厘米³，熔点是 1535 ，沸点是 2750 。铁有延展性，能抽成细丝，压成薄片，因此，可用它制成各种形状的铁制品。铁能导热和导电，但它的导电性比铜、铝差一些。铁能被磁体吸引。在磁场作用下，铁自身也能产生磁性。

问题 制造下列制品是利用了铁的什么性质？

铁丝：利用了铁的_____。

铁锅：利用了铁的_____。

永久磁铁：利用了铁_____。

铁片：利用了铁的_____。

二、铁的化学性质

1. 铁跟氧气的反应

如果把铁放在空气里灼热，它的表面就会生成一层黑色的铁的氧化物，这就是四氧化三铁（Fe₃O₄）。

同学们可以回忆在第一册第四章中做过的铁在氧气中燃烧的实验：灼热的铁在氧气中剧烈燃烧，放出大量的热，迸射出美丽的火花，如同炼钢炉中火花四溅一样。请写出这个反应的化学方程式：

2. 铁跟酸的反应

铁跟酸发生置换反应，生成亚铁盐和氢气。

练习 回忆铁跟稀硫酸反应的现象，写出化学方程式。

3. 铁跟某些盐的反应

铁可以把金属活动性顺序表中位于它后面的金属元素从其盐溶液中置换出来。

练习 如把铁钉分别放入硫酸铜和硫酸锌溶液中，会发生什么现象？解释并写出化学方程式。

阅读材料

人体内的金属元素

大家知道目前已知的化学元素有 109 种，而人体内竟含有六十多种。人体会有的主要元素的百分含量如下：

元素	百分数	元素	百分数	元素	百分数
氧	65.0	磷	1.0	镁	0.05
碳	18.0	钾	0.35	铁	0.004
氢	10.0	硫	0.25	碘	痕迹量
氮	3.0	钠	0.15	氟	痕迹量
钙	2.0	氯	0.15	硅	痕迹量

从上表中可以看到,氧、碳、氢、氮四种非金属元素占人体总质量的 96%,而金属元素含量还不到 3%。金属元素含量虽少,但它们却是人体维持健康所不可缺少的。

铁 人体内铁的含量为 0.004%。一个体重为 50 千克的人含铁 2 克,相当于 3 枚一分硬币(每枚约重 0.68 克)的质量。人体内铁的含量的 60%~70% 存在于红血球细胞的血红蛋白内,它是哺乳动物血红蛋白中氧的携带者。成人每天约需 10 毫克铁。人体缺铁时会引起贫血,面色苍白,记忆力衰退。值得注意的是轻度缺铁的儿童,它们的注意力会明显降低,学习也会受到影响。在日常饮食中,含铁最多的食物为动物的肝脏,牛、羊、猪的瘦肉,蛋黄、芹菜、菠菜、蕃茄和红枣等。

钙 成人体内钙的含量约 1200 克。主要存在于骨骼和牙齿中,其余分布在体液中。人体内缺钙一般会得软骨病(佝偻病)。维生素 D 能促进钙的吸收。人体每天从食物中约需摄取钙 0.66 克。幼儿因处于生长发育期,每天要从食物中摄取钙 1 克以上。

钠 钠是食盐的主要成分。食盐的作用主要是钠离子的作用,正常人体内钠离子的最小需要量每人每日为 0.5 克,相当于 2~3 克食盐。正常状况下每人每日以摄入 10~12 克食盐为宜。钠、氯离子主要存在于细胞外液,而钾离子则主要存在于细胞内液。正常状态下,细胞内外的盐类是维持平衡的。若失去平衡,就会出现疲乏、头晕、食欲不振、恶心、呕吐甚至虚脱等症状。每人每天要从尿中排出 4.5 克左右的氯化钠和 1.8~4.5 克的钾盐,其它如汗液也大量排出钠离子,所以要不断地补充食盐。高温季节,为防止中暑,常给大量出汗的人喝盐开水。医院要给呕吐、腹泻病人注射生理盐水,给大面积烧伤病人补给生理盐水等,都是由于这个道理。

元素各有特性,对人体有利有弊,就是同一种元素,往往也是既能营养人体,又能损害人体,关键在于是否适量。人们研究化学元素尤其是金属元素在人体中的功能和作用,对于探索生命的奥秘和防止疾病、延年益寿都具有深远的意义。

要点

1. 铁在地壳中含量比较丰富,而且它的用量在金属中也是最大的。
2. 铁是银白色的金属,具有延展性、导电性和导热性。
3. 铁在高温下跟氧气剧烈反应,生成氧化物,放出大量的热。
4. 铁可以跟酸发生置换反应,生成亚铁盐和氢气。
5. 铁可以把比它不活泼的金属元素从其盐溶液中置换出来。

习 题

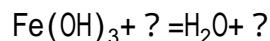
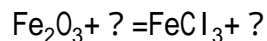
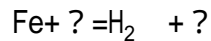
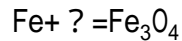
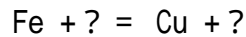
1. 写出下列化学式所代表的物质名称，并标出铁元素的化合价。

Fe FeO Fe₂O₃ FeCl₂ FeSO₄ FeCl₃

2. 写出下列物质的化学式。

硫酸铁、氢氧化铁、四氧化三铁

3. 完成下列化学方程式，并标明反应类型。



4. 调查一下你家中使用了哪些铁制的用具？它们利用了铁的哪些性质？

5. 在铜粉中混有少量铁粉，你用物理方法如何将铁粉除去？若用化学方法又如何将铁粉除去？

6. 一块生锈的铁片重 36 克，放入足量的稀盐酸中，反应完毕，生成 1 克氢气。计算这块铁片含铁和铁锈各多少克。

7. 某工厂利用废铁屑跟废硫酸反应，制取硫酸亚铁。现有废硫酸 9.8 吨（含纯硫酸 20%）跟足量的废铁屑起反应，可生成 FeSO₄ · 7H₂O 多少吨？

8. 有 X、Y、Z 三种金属，将 Z 和 Y 浸入稀硫酸中，Y 溶解，Z 不溶解。将 Z 浸入 X 的硝酸盐溶液中，其表面析出 X。你能判断这三种金属的活动性顺序吗？

§ 4—2 生铁和钢

一、铁的合金

工农业生产和日常生活中使用了大量钢铁制品，它们都不是用纯铁制造的，而是用铁的合金制造的。合金是由一种金属跟其它一种或几种金属（或非金属）熔合而成的具有金属特性的物质。由于合金常常具有比组成金属更优良的物理、化学和机械的性能，所以在生产和生活中得到广泛的使用。

生铁和钢都是铁跟碳等元素的合金，生铁除含碳外，还含有硅、锰、硫、磷等元素。钢含碳量较低，基本上不含硫和磷。它们之间的区别如下：

	含碳量	含杂质	机械性能	加工性能
生铁	2% ~ 4.3%	多	硬而脆	可铸不可锻
钢	0.03% ~ 2%	少	硬而韧，有弹性	可铸可锻

生铁根据碳存在的形态不同，可分为炼钢生铁（断口呈白色，又叫白口铁）、铸造生铁（断口呈灰色，又叫灰口铁）和球墨铸铁几种。炼钢生铁机械性能差，一般用于炼钢。铸造生铁有良好的切削、耐磨和铸造性能，可用于铸造管道、机座等。球墨铸铁机械性能接近于钢，且价钱便宜，可代替钢用于制造曲轴、齿轮等机器零部件。

钢根据化学成分不同，可分为碳素钢（普通钢）和合金钢（特种钢）两类。

碳素钢根据含碳量的不同，又可分为低碳钢、中碳钢和高碳钢三类，它们之间的区别如下：

	含碳量	机械性能	主要用途
低碳钢	0.3%以下	韧性强	制造各类钢管及钢板
中碳钢	0.3% ~ 0.6%	韧性和硬度适中	制造机器零部件
高碳钢	0.6%以上	硬度大	制造刀具、冲压模具

合金钢是在碳素钢中加入一种或几种其它元素冶炼成的钢。由于这些钢具有高强度、高硬度、耐高温、耐磨损、耐腐蚀等优良性能，它们在国民经济各部门和国防工业上具有重要的用途。

二、炼铁的原理

炼铁就是把铁从铁矿石中还原出来。重要的铁矿石有以下几种：

种类	主要成分
磁铁矿	Fe_3O_4
赤铁矿	Fe_2O_3
褐铁矿	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
菱铁矿	FeCO_3

铁矿石中还含有脉石（主要成分是 SiO_2 ）和硫、磷等杂质。

阅读材料

一些合金和合金钢简介

名称	主要化学成分	性能	用途
黄铜	铜、锌	机械强度高，耐腐蚀	制造机器零件、管道
青铜	铜、锡	机械强度高，耐腐蚀	制造机器零件、管道、艺术品
硬铝	铝、铜、锰、镁	比重小，强度高	制造飞机结构材料
印刷合金	铅、锑、锡	熔点低，熔化时流动性好，凝固时收缩小，有足够机械强度	作印刷铅字
易熔合金	铅、锡、铋、镉	熔点低	作电器设备的保险丝
焊锡	铅、锡	熔点低，易与其它金属熔合	焊接金属
不锈钢	铁、铬、镍	耐腐蚀	制造化工设备、医疗器械、餐具
合金结构钢	铁、铬、锰、钼、硼	强度高	制造机器的轴、齿轮等零部件
高速钢	铁、钨、铬、钼、钴	高温下有很大的硬度	制造车刀、钻头的高速切削工具
热强钢	铁、铬、镍、钨、钼、钒、铌	高温下有足够的强度、耐氧化和腐蚀	制造内燃机、汽轮机、燃气轮机的耐热部件

炼铁的主要反应原理可以用以下实验来说明。

[实验 4—1]按图 4—1 的装置，用一氧化碳还原氧化铁，观察现象并作记录。

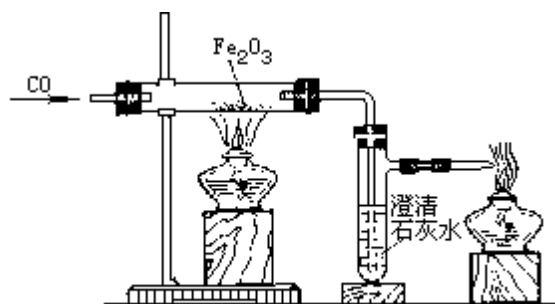
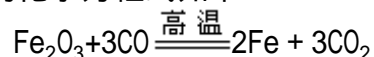


图 4—1 一氧化碳还原氧化铁

- 氧化铁是_____色_____状物质。
- 反应前，用磁铁吸引氧化铁，它_____（能，不能）被吸引。
- 反应过程中，氧化铁逐渐变成_____色。
- 反应产物用磁铁去吸引，发现_____。
- 澄清的石灰水变_____。

氧化铁是红棕色粉末状物质，它没有磁性，不能被磁铁吸引。反应过程中反应物由红棕色逐渐变成黑色，这种黑色物质就是还原出来的铁，它可以被磁铁从未反应完的氧化铁中吸引出来。试管里澄清的石灰水变浑浊，说明有二氧化碳生成。反应的化学方程式如下：



工业上炼铁是在高炉中利用焦炭等物质在高温下跟铁矿石发生一系列复杂的化学反应，把铁从矿石中还原出来。

阅读材料

高炉炼铁

炼铁一般是在高炉（见图 4—2）里连续进行的。炼铁的主要原料是铁矿

石、焦炭、石灰石和空气。炼铁的时候，把铁矿石、焦炭、石灰石按一定的比例配成炉料，从炉顶进料口分批加入炉内。同时把预热过的空气从炉腹底部的进风口鼓入炉内，产生热的气体由下而上，炉料由上而下，它们在炉内充分接触，便发生了以下几步反应：

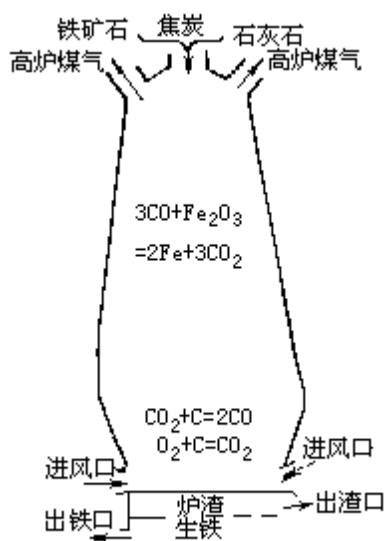
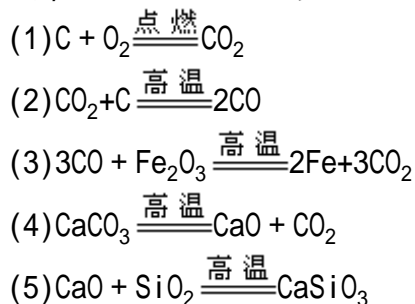


图 4-2 高炉炼铁示意图

难熔的杂质如二氧化硅形成硅酸钙 ($CaSiO_3$)，它是炉渣的主要成分，从出渣口排出。其它杂质如锰、硅、磷等元素也会被一氧化碳从它们的化合物中还原出来，在高温下熔合在铁里成为生铁。

从高炉中冶炼出来的铁水可以直接用来炼钢或铸成铁锭。炉渣可作为制造水泥和渣砖等的原料。从炉顶放出的一氧化碳、二氧化碳、氮气等混合气体叫做高炉煤气。高炉煤气中因含有一氧化碳，可作为气体燃料。

三、我国钢铁工业的发展

钢铁是发展工农业生产和现代科学技术，制造各种机器设备、建设现代建筑的重要材料，也是巩固国防，制造各种武器的重要材料。为了实现四个现代化，必须大力发展钢铁工业。

1949 年我国钢产量仅有 15.8 万吨，居世界第 26 位。经过短短的 40 年，1993 年我国钢产量已达 8800 万吨，跃居世界前列。这样高的发展速度，证明了我国社会主义制度的优越性。

我国的钢铁工业已经形成了一个布局比较合理，大、中、小相结合的比较完整的体系。目前我国最大的钢铁企业是鞍钢。正在建设的上海宝山钢铁厂，不仅规模很大，而且现代化程度也很高，它的设备和技术已经达到世界先进水平。我国的钢铁工业，在党和政府的领导下，贯彻改革开放的方针政策，吸收国外的先进技术和经验，正在一日千里地前进。

要点

1. 合金是由一种金属跟其它一种或几种金属（或非金属）一起熔合而成的具有金属特性的物质。

2. 含碳量在 2% ~ 4.3% 的铁合金叫做生铁，含碳量在 0.03% ~ 2% 的铁合金叫做钢。

3. 生铁的冶炼就是在高炉中利用焦炭等原料在高温下发生一系列复杂的化学反应，把铁从铁矿石中还原出来。

4. 我国的钢铁工业建国以来得到了巨大的发展，现在钢产量已由 1949 年居世界第 26 位跃居世界前列。

习 题

1. 填空：

(1) 铁以_____的形式存在于自然界，地壳里铁的质量约占地壳质量的_____%。

(2) 含碳量为_____%的铁碳合金为生铁，含碳量为_____%的铁碳合金为钢。

2. 将铁矿石和对应成分的化学式之间划一连线。

磁铁矿 FeCO_3

赤铁矿 Fe_3O_4

菱铁矿 Fe_2O_3

3. 写出下面三个能产生铁单质的化学方程式，它们反应的原理是否相同？

(1) 氢气与氧化铁反应

(2) 焦炭与氧化铁反应

(3) 一氧化碳与氧化铁反应

4. 100 吨含 Fe_3O_4 69.6% 的磁铁矿石中含铁多少吨？多少吨含 Fe_2O_3 80% 的赤铁矿石中含铁 560 吨？

5. 要得到含杂质 2.5% 的生铁 500 吨，需要多少吨含 Fe_2O_3 80% 的赤铁矿石？

§ 4—3 钢铁的生锈和防锈

生锈是钢铁的大敌。据估计世界一年生产的钢铁约有 1/4 被锈蚀掉了。不仅如此，还会因设备锈蚀损坏而引起停工停产，产品质量下降，这将对社会财富造成多么大的损失！因此，研究钢铁生锈的原因和防止生锈的方法具有重要意义。

钢铁在什么情况下容易生锈？

观察与思考 你在平时生活中注意过以下的情况吗？思考一下为什么？

- 厨房里切过咸菜的刀，没有洗净的锅，都很容易生锈。
- 铁器在夏天比冬天容易生锈。
- 锄过地的铁锄等农具，农民总要及时擦拭干净。
- 沾过水的铁钉比干燥的铁钉容易生锈。

生活经验告诉我们，铁的生锈与接触空气中的氧气、水分以及各种酸类、碱类和盐类物质有关。而且温度越高，生锈的速度越快。

铁生锈是很复杂的过程，就其实质来说是铁的单质在接触有关气体或液体时发生了化学反应，结果使铁的单质从外向里逐步转化成各种铁的化合物。铁锈的主要成分就是铁的氧化物和氢氧化物，可用 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 表示，它是暗红色疏松的物质，容易剥落，使铁受损。

常用的防锈方法有以下几种。

1. 在钢铁制品表面覆盖保护层，使钢铁制品与环境中的气体、液体物质隔离开，达到防锈目的。

- 在汽车外壳、油罐上喷漆。
- 在日用器皿上涂搪瓷。
- 在枪炮和大型机器上涂抹矿物油脂。
- 在器物外层覆盖一层塑料。

2. 在钢铁制品表面电镀、热镀或喷镀一层耐腐蚀金属。

- 在自行车的钢圈和车把外面镀上耐磨、耐腐蚀的铬。
- 在制罐头用的马口铁上热镀一层无毒耐锈的锡。

3. 在枪炮的表面上用化学方法生成一层致密稳定、不易被腐蚀的氧化膜。

4. 改变钢铁内部的结构，增加它对腐蚀的抵抗能力。例如，炼钢时加入镍、铬等金属，改变钢铁内部结构，制成不锈钢，以增强抗蚀能力。

阅读材料

常见金属的应用

除铁以外，铜和铝是现代工业和日常生活中最为常见的两种金属。

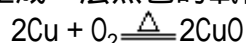
一、铜

纯净的铜具有红色的金属光泽，熔点是 1083 ，密度是 8.92 克/厘米³。铜的延展性好，容易轧成铜片，抽成铜丝。

铜是热和电的良导体，导电能力比银稍差，在金属里占第二位。因此它广泛应用于电器工业制作电线、电缆和各种电器设备。全世界每年消耗于电器工业的铜占其总产量的一半。

铜有较好的耐腐蚀性，在干燥的空气里不与氧气、水和稀酸反应。因此常用它做锅炉导管上的阀门。但铜可以和硝酸、浓硫酸反应。如果在高温下

加热，铜的表面就会氧化，生成一层黑色的氧化铜。



在潮湿的空气里，铜的表面上能生成一层绿色的“铜锈”（俗称铜绿），它的主要成分是碱式碳酸铜（ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ）。

所有的铜盐和它们的溶液都有毒。某些铜盐在农业上可用作杀菌剂和杀虫剂，如用硫酸铜配制的波尔多液就是良好的杀菌剂。

铜与其它金属可以组成许多合金，如青铜就是铜锡合金。早在 3000 多年前的殷商时代，我国劳动人民就能制造青铜合金了。现在青铜用来铸造纪念物品、艺术品和各种机器零件。

二、铝

铝是现代工业不可缺少的金属，因为它具有许多宝贵的性质。

铝是一种银白色的金属，对光有很强的反射能力，涂在聚光灯、探照灯、太阳能灶的反射面上，能增强对光的反射能力。

铝的密度小（ 2.70 克/厘米^3 ），质地柔软，延展性仅次于金、银和铂，可拉成细丝，辗压成铝箔。后者可用来包装糖果、胶卷等。

铝的传热性能好，可用来制作各种炊具，如锅、壶等。常温下，铝的表面常被氧化成一层致密的氧化铝（ Al_2O_3 ）薄膜，覆盖在铝制品的表面上，使深层的铝不再被氧化，因此铝不生锈。基于铝有这样优良的性能，常用来制造各种餐具或家庭用具。为了不致破坏表面的氧化膜，不宜用砂纸或炉灰来擦拭铝制品。用铝粉和油漆调制成的“假银粉”是一种防锈涂料，将它刷在水管和暖气片上，防止生锈。

铝具有良好的导电性。铝单位面积的导电能力虽仅为铜的 60%，但等质量、等长度的铝线导电能力却是铜的 2 倍。因此电力工业上大量用铝作电线。

铝粉在燃烧时会产生大量的热和发出耀眼的光。因此用它配制火箭燃料，烈性炸药，铝焊接剂和节日焰火。

铝的合金——硬铝（含铝、铜、镁、锰等元素），它的硬度不亚于钢，且质轻，所以广泛应用于飞机制造业上。

要点

1. 铁锈的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，铁器在有空气及水的地方最容易生锈。

2. 钢铁制品防锈的方法有：

(1) 以油漆、搪瓷、矿物油、塑料等覆盖制品的表面，或镀上镍、铬等金属，以隔绝空气和水蒸气。

(2) 改变钢铁的结构制成不锈钢，以增强抗蚀能力。

习 题

1. 钢铁在什么情况下容易生锈？

2. 举例说明防止钢铁生锈的方法。

本章知识间的关系

一、铁的性质

1. 物理性质 { 银白色
熔点比较高(1535℃)
有延展性
能传热导电
2. 化学性质 { 高温下易氧化
能跟酸和某些盐溶液起置换反应
在潮湿的空气中或与酸、碱、盐
溶液接触容易锈蚀
- 二、钢铁防锈的方法

1. 隔绝空气、水蒸气和酸、碱、盐溶液。
2. 改变钢铁自身的结构。

三、铁的存在和冶炼

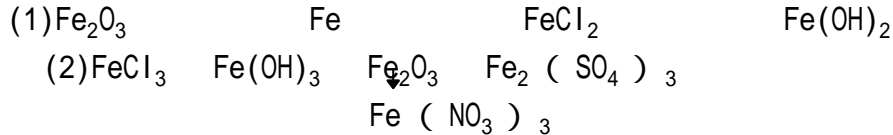
1. 铁在自然界以化合物的形式存在。
2. 炼铁就是在高炉中利用焦炭等物质把铁从铁矿石里还原出来。

复习练习题

1. 铁为什么会生锈？如果不用机械方法，怎样除去铁锈？
2. 如何把硫酸亚铁溶液中混有的硫酸铜除去？写出化学方程式。
3. 在氯化亚铁溶液中分别加入下列物质后，有什么现象发生？生成什么物质？写出化学方程式。

Zn, Cu, AgNO₃ 溶液

4. 用化学方程式表示下列各步反应：



FeSO₄

5. 含杂质为 30%的磁铁矿和含杂质为 20%的赤铁矿里，哪种矿石含铁的百分率高？
6. 还原 64 吨氧化铁能生成多少吨铁？需要一氧化碳多少吨？
7. 用 200 吨含 Fe₂O₃ 48%的烧结矿，可炼出含铁 96%的生铁多少吨？
8. 用含 70%氧化铁的赤铁矿 120 万吨作原料，可生产出生铁 50 万吨，求生铁的产率。（产品产率 = $\frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$ ）

第五章 有机化合物

有机化合物

甲烷、酒精

石油和煤

§ 5—1 有机化合物

一、什么是有机化合物

你如果把白糖放在锅里加热，它将慢慢熔化，最后变成黑色的炭。而棉花、稻草、木材、石油等物质，如果燃烧不完全，最后也都会有黑色的炭生成。这说明它们都含有碳元素。

化学上把含有碳元素的化合物（碳的氧化物、碳酸及其盐类等除外）叫做有机化合物，简称有机物。像糖、棉花、稻草、木材、石油、蛋白质等，都属于有机物。研究有机物的科学叫做有机化学。

有机物的种类繁多，截止到 1990 年，已知的有机物约有 1000 万种，比无机物多得多。有机物与人类的衣、食、住、行都有密切的关系。例如：糖、脂肪、蛋白质、维生素等，是维持生命活动不可缺少的营养物质；煤、石油和天然气是工农业生产和人民生活不可缺少的能量来源；近代人工合成的有机物，如塑料、合成纤维、合成橡胶等，更是现代化生产和生活用品的材料来源。

二、有机物的共性

有机物种类虽多，但还是有一些共同的性质。在研究它们的共性时，以下几个问题可能对你有启发。

- 为什么衣服上的油污用水洗不掉，用汽油却容易擦掉？
- 为什么塑料制品怕火而不怕水？
- 为什么电工在操作时常带橡胶手套、穿胶底鞋或脚踩在木凳上？

下面就来研究有机物的共性。

1. 易溶于有机溶剂，难溶于水

[实验 5—1] 将切成绿豆大小的油脂分别放入下列试管中，用力振荡，观察并记录现象。

- 油脂易溶于_____、_____。

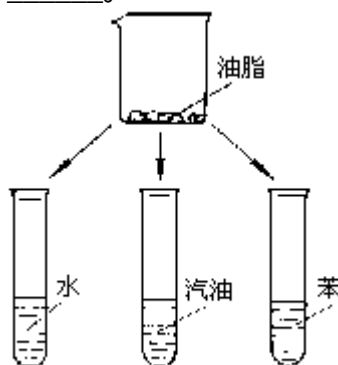


图 5-1 试验油脂的溶解性

- 油脂难溶于_____。

实际上，不仅是油脂，许多有机物都是易溶于汽油、苯等有机溶剂，而难溶于水。

2. 容易燃烧

[实验 5—2] 用镊子分别夹住一粒卫生球（萘）和一段玻璃管，在酒精灯火焰上去点燃，观察并做记录。

- 燃烧的是_____。
- 不燃烧的是_____。

一般说来，有机物熔点低，对热的稳定性差，受热易分解或燃烧。

3. 一般不导电

有机物一般都不导电，例如橡胶、木材等都是电绝缘材料。

要点

1. 含碳的化合物（除碳的氧化物、碳酸及其盐类等外）叫做有机物。研究有机物的化学叫有机化学。

2. 大多数有机物易溶于有机溶剂，难溶于水，易燃烧，熔点低，不导电。

3. 有机物与人类的生活有着密切的关系。

习 题

1. 什么叫有机物？举出生活中常见有机物的名称。

2. 某物质燃烧后产生水和二氧化碳，因此该物质组成中一定含有碳和氢两种元素，它属于有机物。

(1) 你认为关于该物质组成的分析和结论正确吗？为什么？

(2) 如何用实验证明该物质燃烧产物有水和二氧化碳？

3. 用生活中的实例来说明有机物所具有的特点。

§ 5—2 几种常见的有机物

一、甲烷 (CH₄)

用棍子搅动池沼底部，可以看到有气泡产生。这种气体，叫做沼气，它的主要成分是甲烷。煤矿井中逸出的矿坑气（瓦斯），以及蕴藏在地壳中的可燃性气体——天然气，它们的主要成分也是甲烷。甲烷是最简单的有机化合物。上述这些地方产生的甲烷是埋藏在地下的生物残体在隔绝空气的条件下分解产生的。

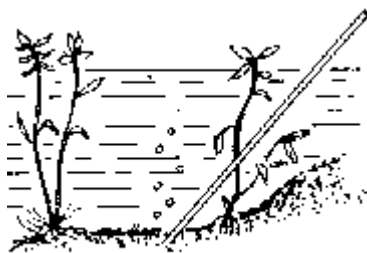


图5-2 池沼里产生沼气

[实验 5—3] 取一个盛有甲烷的贮气瓶，观察甲烷的颜色、状态和水溶性，从导气管放出一点甲烷，闻它的气味。经过试纯（操作跟氢气试纯相同）后在导管口点燃，观察火焰颜色。在火焰上方倒扣一个干而冷的烧杯（见图 5—3），观察杯壁上有什么物质生成。迅速把烧杯倒过来，向其中注入少量澄清石灰水，振荡，观察有什么现象发生。

- 甲烷是_____颜色_____气味的气体。
- 它_____（难、易）溶于水。
- 甲烷燃烧时火焰呈_____色，烧杯壁有_____产生。向烧杯内注入少

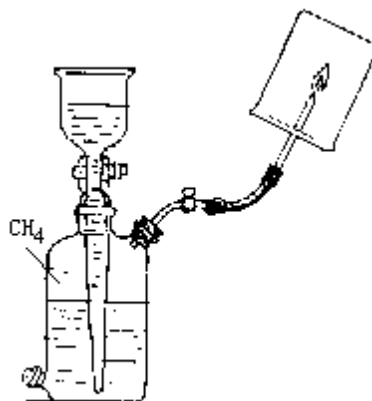


图5-3 甲烷的燃烧

量石灰水，振荡，石灰水由_____变_____。

甲烷是一种没有颜色、没有气味的气体。它的密度（在标准状况下）是 0.717 克/升，大约是空气密度的一半。它难溶于水，很容易燃烧，火焰为蓝色，燃烧时放出大量的热。



由于甲烷是可燃性气体，跟空气混合后点燃容易发生爆炸，所以在煤矿矿井要注意通风、严禁烟火。

天然气是重要的气体燃料，也是化工原料。我国是世界上最早使用天然气的国家。早在 1800 年前，四川省自贡地区就已经使用天然气熬制井盐。

农村可以利用作物的秸秆、人畜粪便等传统作为肥料的有机物质发酵，

产生沼气当燃料做饭、发电。经过发酵的肥料可以杀灭寄生虫卵，提高肥效。因此，在农村中推广沼气，对于解决燃料问题，改善环境卫生提高肥料质量都有重要意义。



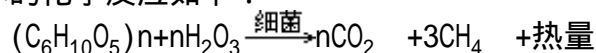
图5-4 我国古代利用天然气熬制井盐

阅读材料

沼气

沼气是秸秆、杂草、树叶、人畜粪便等废弃的有机物，在一定的温度、湿度、pH值和隔绝空气的条件下，经过发酵而产生的。它是一种混合物，其中含60%~70%的甲烷，此外还含有二氧化碳、硫化氢、氮气、一氧化碳等气体。由于含有少量的硫化氢，所以沼气略带臭味。

有机物发酵产生沼气是一个复杂的生物化学过程，有许多细菌参与，其基本的化学反应如下：



有机物

有机物发酵是在沼气池中进行的，沼气池的构造如图55所示。

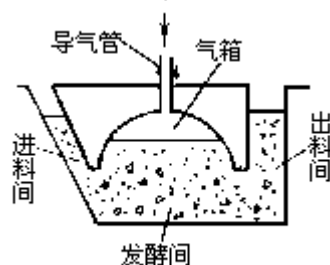


图5-5 沼气池构造示意图

为了能正常地产生沼气，必须给细菌创造良好的繁殖条件，这些条件是：

1. 密闭。有机物发酵产生沼气是多种嫌气细菌活动的结果，氧气不利于细菌的繁殖，所以沼气池必须密封，隔绝空气。

2. 适宜的温度，一般是20~40℃。

3. 原料中有充足的养分。

4. 有充足的水分，一般要求发酵原料含水占总质量的80%左右。

5. 适合的酸、碱度，一般控制在pH值7~8.5左右。

二、乙醇（俗名酒精， C_2H_5OH ）

乙醇是“酒”的主要成分，例如白酒含乙醇 40%~70%，葡萄酒含乙醇 6%~20%，啤酒含乙醇 3%~5%。

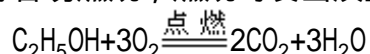
[实验 5—4]观察一瓶纯净的酒精，并记录它的物理性质。

- 它是_____颜色、透明的_____体。
- 它具有_____气味，稍远一点距离也能闻到这种气味，说明它具有性。

乙醇是一种没有颜色、透明、具有酒香味的液体，比水轻，20℃时密度为 0.79 克/厘米³，沸点是 78.5℃，易挥发，能以任意比与水混溶。

它是一种很好的溶剂，能溶解多种物质，如碘和树脂（碘酒就是碘的酒精溶液）。另外它也是一种重要的化工原料，可用于制造多种化工产品。

乙醇容易燃烧，燃烧时发出淡蓝色火焰，并放出大量的热。



实验室酒精灯用的燃料就是乙醇。

过量饮酒对健康有不良的影响。

阅读材料

过量饮酒对健康的危害

酒精对细胞的原生质有毒害作用。由于酒精在体内氧化为二氧化碳和水的过程是缓慢的，所以大量饮酒会发生因乙醇蓄积体内而中毒。毒性表现为抑制中枢神经系统（一般是先兴奋后抑制），它也可以使末梢血管扩张。患有心、肺、肝、肾病的患者是不宜饮酒的。有学者认为，长期饮酒可以使智力明显减退。由于酒是直接入口的饮料，又是很好的溶剂，所以，稍不谨慎就可能通过它将一些有害物质带入人体。因此，对饮酒要加以节制。青少年处在身体发育阶段，更不应该饮酒。

三、甲醇（俗名木醇， CH_3OH ）

甲醇跟乙醇相似，是一种无色透明、易燃、具有酒香气味的液体，沸点 64.7℃。甲醇与水、乙醇及其它有机溶剂可以互相溶解。甲醇有毒，误饮甲醇可使眼睛失明，甚至死亡。工业酒精中含有甲醇，因此严禁用工业酒精配酒出售。

甲醇最早来自木材干馏，故又名木醇。现用合成方法制取。

甲醇主要用作化工原料、溶剂和汽车、飞机的燃料。

四、醋酸（学名乙酸， CH_3COOH ）

醋酸是一种无色、有刺激性气味的液体，在 16.6℃以下就凝结成冰状固体，因此不含水的纯醋酸又叫做冰醋酸。

醋酸是食醋的主要成分，普通食醋约含有 3%~5%的醋酸，由于食醋有酸味，能除腥解腻，促进食物中的钙质分解，因此日常烹调中常用食醋做调味剂。

醋酸是重要的化工原料，可用于制造电影胶片、油漆溶剂、染料、香料和药物等。

要点

1. 甲烷是无色、难溶于水的可燃性气体，它是天然气和沼气的主要成分，是最简单的有机物。

2. 乙醇俗名酒精，是一种无色、透明、具有酒香气味的液体，容易燃烧。

它是一种好的溶剂，也是重要的化工原料。

3. 甲醇是一种无色透明、具有酒香气味的液体，容易燃烧，有毒，是重要的化工原料和燃料。

4. 醋酸是一种无色、有刺激性气味的液体，是食醋的主要成分，也是重要的化工原料。

习 题

1. 甲烷、氢气和一氧化碳燃烧后，它们的生成物有什么不同？能不能以此来鉴别这三种气体？

2. 80 克甲烷充分燃烧，最少需要氧气多少升？空气多少升？（在标准状况下）

3. 酒精洒在桌上起火，应当怎样去扑灭？

4. 利用已学过的知识，如何证明酒精里含有少量的水分？

§ 5—3 石油和煤

一、石油

石油是古代动植物遗体经过非常复杂的变化而形成的一种粘稠状液体，它通常显黑色或深棕色，常有绿色或蓝色荧光，有特殊的气味。它不溶于水，比水稍轻，没有固定的熔点和沸点。

石油中碳元素和氢元素的含量占总量的 97%~98%，同时还含有少量的硫、氧、氮等元素。石油是多种有机物组成的混合物，它的化学成分随产地不同而不同。

从油田里开采出来的没有经过加工的石油叫原油。原油经炼制可以得到汽油、煤油和柴油，它们是汽车、飞机和船舰等的燃料；还可以得到沥青，它是建筑材料。

阅读材料

石油炼制的产品和用途

产品	用途	
溶剂 油	在橡胶、油漆工业中做溶剂	
汽 油	飞机、汽车以及各种汽油机燃料	
航空 煤油	喷气式飞机的燃料	
煤 油	拖拉机用燃料，工业洗涤剂	
柴 油	重型汽车、军舰、轮船、坦克以及各种柴油机燃料	
重 油	润滑油	润滑剂、防锈剂
	凡士林	润滑剂、制药膏
	石蜡	蜡制品、绝缘材料
	沥青	铺路、建筑材料
	石油焦	制电极

利用石油作原料，还可制造出合成纤维、塑料、合成橡胶等产品。所以石油是一种极其重要的资源，是发展国民经济和国防建设的重要物资。因此，人们把石油誉为“工业的血液”。中华人民共和国成立以后，党和政府十分重视石油的开发，先后开发和兴建了大庆、胜利、克拉玛依、中原、华北、松辽等十几个大油田，近年来又在南海、渤海、东海的海域发现了石油和天然气的贮藏，前景广阔。中国贫油的时代已经一去不复返了。随着油田的开发和建设，石油的产量也迅速增长。解放初期，原油年产量只有 12 万吨，居世界第 27 位，到了 1991 年，产量已上升为 1.39 亿吨，进入世界产油大国的行列。

二、煤

煤是大家所熟悉的物质，人们常称它为“黑色的金子”，或“工业的粮食”，说明煤在国民经济中占有极为重要的地位。

煤是埋在地下的古代植物遗体，在高温高压的作用下，经过复杂的变化后形成的。由于受原来植物种类和埋藏时间不同等因素的影响，就形成了不同种类的煤，如褐煤、烟煤、无烟煤等。

煤也是主要含有碳、氢元素的化合物的混合物，它经过隔绝空气加强热

处理，可以得到焦炭、煤焦油和焦炉气等产品。焦炭是冶金工业的原料，煤焦油经过分离处理，可以得到一系列重要的化工原料，焦炉气可用作气体燃料和化工原料。由于煤加工后能够得到多种产品，这些产品又有广泛的用途，因此，煤应予以综合利用。

阅读材料

煤加工的产品和用途

产品		用途
焦炉气（含氢气、一氧化碳、甲烷等）		气体燃料，化工原料
粗氨水（含氨、铵盐）		化肥
煤 焦 油	苯、甲苯、二甲苯	制炸药、染料、医药、农药、合成材料
	酚、萘	制染料、农药、医药、合成材料
	沥青	建筑材料
焦炭		冶金、燃料、制电石

我国是世界上煤的蕴藏量最丰富的国家之一，探明储量为 6 千多亿吨，居世界第三位。在党和政府的正确领导下，我国煤的产量迅速增长。建国初期，煤年产量仅为 0.32 亿吨，居世界第 9 位，到了 1991 年，煤年产量已跃升到 10.9 亿吨，居世界第一位。

在煤炭的加工以及使用煤作燃料的过程中，对于产生的煤灰、煤渣、废气和废液，都应加以合理的处理和利用，藉以消除污染、保护环境。这在发展煤炭工业的过程中是一个很重要的问题，必须予以高度重视。

三、能源

煤、石油、天然气、沼气、水力、风力、地热、海洋能、太阳能、核能等，都是能源。能源是实现我国社会主义的四个现代化的物质基础，因此要十分注意能源建设。

目前，我国的能源消费是以煤为主的（见表 5—1）。以煤作能源跟石油天然气比较，有一定的缺点，即运输不便，污染比较严重。由于我国煤的蕴藏量比石油、天然气丰富，所以在大力开采、使用石油和天然气的同时，还要发展煤炭生产，而且在今后若干年内也不可能改变能源消费以煤为主的局面。因此，今后要在改进煤的使用技术上下功夫（如建坑口电站，以高压输电代替运煤，城市实现煤气化，等等）。

表 5—1 我国能源消费组成与发达国家的比较

	石油%	天然气%	煤%	水电%	核能%
中国	22	3	71	4	很小
日本	75	3	15	5	2
美国	43	29	21	5	2
世界平均	44	18	30	6	2

我国的水力资源蕴藏量居世界前列，应当大力开发。但因建设水电站的投资大，建设周期长，短时期内尚不能获得很大的发展。至于风力、地热、海洋能、太阳能，有的受地区分布限制，有的技术不成熟，经济不合算，一时也难以成为重要的实用能源。

核能开发技术已比较成熟，核能发电在发达国家中已获得一定的发展。我国的核电站建设尚处于起步阶段。鉴于我国能源蕴藏分布不平衡，煤炭资

源 60%分布在华北，水力资源 70%分布在西南，东南沿海经济发达、高耗能地区能源蕴藏十分贫乏，因此，今后在这些地区可以适当地发展核电站。

以现在的开采速度计算，石油、天然气资源下个世纪就会枯竭。煤的蕴藏量虽大一些，也终有一天会开采完。为了避免出现能源危机，许多科学家现在就在努力寻求新的能源。由于太阳能“取之不尽、用之不竭”，所以，不少科学家把注意力集中到寻求充分、有效地利用太阳能的技术上。在第一册中我们已经学到，如能在技术上有所突破，能用太阳能分解水，从而廉价地获得氢气，它将是一个理想的能源。

要点

1. 石油和煤都是混合物，它们主要由碳元素和氢元素组成。
2. 天然气、石油和煤在国民经济中占有极重要的地位，是重要的能源和化工原料。
3. 能源是实现社会主义四个现代化的物质基础，要十分注意能源建设。

习 题

1. 石油的主要组成元素是什么？你根据什么理由说它是混合物？
2. 你知道我国有哪些主要的油田？
3. 煤的主要组成元素是什么？
4. 请从报纸上摘记两条关于石油和煤产量提高的新闻（全国的或地区的）。

阅读材料

一、糖 油脂 蛋白质

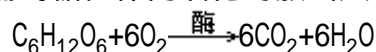
糖、油脂和蛋白质是食物的主要成分，是维持人的生命活动所必需的营养和能量的主要来源。

1. 糖

葡萄糖、蔗糖和淀粉等总称为糖类。糖类也叫做碳水化合物。在人类食物所供给的总热量中，有 60%~70%来自糖类。

葡萄糖是白色晶体，化学式是 $C_6H_{12}O_6$ 。蔗糖是白色晶体或粉末状物质，化学式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，主要存在于甘蔗和甜菜中。葡萄糖和蔗糖都具有甜味。蔗糖是食糖的主要来源。

在人体组织里，葡萄糖被缓慢氧化而逐渐放出热量，供机体活动和维持恒定体温的需要。每克葡萄糖在体内氧化时放出大约 15.6 千焦的热量。

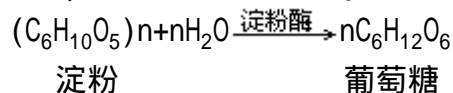


人的血液中含有葡萄糖，叫做血糖。当血液中血糖浓度低于 45 毫克/100 毫升时，人就会因能量供给不足而休克。急救时常给病人注射含 50%葡萄糖的溶液，以补充病人的营养。

淀粉是白色粉末状物质，主要存在于植物的种子或块茎之中。谷物中含淀粉比较多，例如大米中约含 80%，小麦中约含 70%。

淀粉的化学式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，它是由很多葡萄糖分子“联合”而成的（“联合”时每个葡萄糖分子去掉一个水分子）。淀粉在人体内经淀粉酶（一种催化剂）的作用，发生一系列水解，最终变成葡萄糖，再

经过肠壁吸收，进入血液，成为人体组的营养。



人的唾液中也含有淀粉酶，当人咀嚼含淀粉的食物时，它促成淀粉水解成葡萄糖，因此能感觉到甜味。

淀粉除供食用外，还可以用来制造酒精和葡萄糖。

淀粉溶液与碘接触，会产生一种蓝色物质，这是检验淀粉的特征反应，我们在第一册第三章中已经学到。

2. 油脂

人们常见的食用油脂有花生油、豆油、菜籽油、猪油、牛油等。在常温下，植物油脂通常呈液态，动物油脂通常呈固态。前者叫做油，后者叫做脂肪，统称为油脂。油脂难溶于水，易溶于有机溶剂。

油脂是重要的食物，它在完全氧化时放出的热量比碳水化合物多一倍多。油脂在消化过程中，一部分经过氧化为机体提供热量，另一部分被人体吸收又合成为脂肪，贮存于皮下，随时供代谢的需要。如果一个人油脂摄入过多，会因贮存于皮下的脂肪量过大而引起肥胖，影响健康。

3. 蛋白质

蛋白质是构成细胞的主要物质，因此它是有机体和生命的物质基础。动物的肌肉、皮肤、血液、乳汁以及毛发、角、蹄的主要成分都是蛋白质。植物体中也含有蛋白质，例如小麦的种子中含有18%的蛋白质。

蛋白质是由各种氨基酸构成的极为复杂的化合物。它是人体重要的营养素。成人每天需要摄取60~70克蛋白质，处于生长发育期间的青少年需要量更大。人体通过食物获得蛋白质，但它不能直接转化为人体的蛋白质，必须经过消化吸收。这里说的消化，就是在人体胃液中胃蛋白酶和胰液中胰蛋白酶的作用下，经过水解反应，生成氨基酸。氨基酸被人体吸收后，再重新组合成人体所需要的各种蛋白质。

二、合成高分子化合物

高分子化合物是指化学式量很大（通常达数万、数十万甚至上百万）的大分子化合物。前面介绍的淀粉、蛋白质是天然高分子化合物。人工合成的高分子化合物有塑料、合成橡胶和合成纤维三大类。

合成高分子化合物具有许多优良的性能，如密度较小，强度高，可塑性好，有良好的电绝缘性和耐腐蚀性等。又因它们大多是以石油、天然气、煤和农副产品为原料合成的，原料丰富，价格低廉，因此，它们在生产 and 生活中得到了广泛的应用。

1. 塑料

塑料是指以合成树脂（高分子化合物）为基本成分，在一定条件下可以塑制成型，并在常温下保持一定形状的材料。根据它受热时表现出的特性，可分为热塑性塑料和热固性塑料两类。热塑性塑料受热时软化，冷却时固化成型，可以反复塑制。如聚氯乙烯、聚乙烯等塑料就属于这一类。热固性塑料在受热软化冷却成型后，再加热就不能软化了，即不能反复加工塑制。电木（酚醛塑料）就属于这一类。现将常见塑料的性能和用途介绍如下。

名称	性能	用途
聚氯乙烯	耐腐蚀，电绝缘性好，使用温度范围-15~55，耐热性差，韧性差，有毒。	化工设备，电器工业，农用薄膜。生活用品，如凉鞋、雨衣等，不能作食品袋。
聚乙烯	具有良好的化学稳定性、机械强度、耐寒性和电绝缘性，具有很低的透气性和吸水性，密度小，无毒性。	生活用品，如食品袋、奶瓶、水壶。电器绝缘材料，化工设备。
聚丙烯	密度小，机械强度比聚乙烯高，耐热性好，耐低温性能差(低温使用温度-20~15)，易老化。	农用薄膜，耐热和耐化学腐蚀装置，电器绝缘材料。
酚醛塑料(电木)	具有较高的机械强度，良好的电绝缘性能，耐热、耐磨、耐腐蚀。	电器绝缘材料，化工设备。
有机玻璃	透明度高，机械强度大，密度小，耐老化，易于加工成型。	飞机、汽车玻璃，仪器设备防护罩，光学镜片，日用装饰品。
聚胺酯(泡沫塑料)	有弹性，电绝缘性好，耐油，不霉不蛀，保暖性强。	电器绝缘材料，包装材料，绝热、隔音、防震材料，床垫、座垫、地毯、服装衬里。

有的塑料有毒，有的塑料无毒，有毒塑料的制品不能盛放食品。日常生活中可以根据下表所列的几个方面来大致判断塑料是否有毒。

塑料	燃烧时的现象	颜色	透明度	用途举例
有毒塑料	燃烧时冒烟，有臭味	一般有色	较差	服装袋
无毒塑料	易燃，不冒烟，无臭味	一般无色	半透明	食品袋

2. 合成橡胶

橡胶是一种具有弹性的高分子材料，天然橡胶是从橡胶树、橡胶草的汁液经加工制得的，但它的产量和性能均不能满足生产和生活的需要，于是发展了合成橡胶。

合成橡胶有顺丁橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶等许多品种，它们各有突出的性能，如有的耐磨，有的耐油，有的耐高温，有的耐低温，它们广泛应用于制造轮胎、胶管、运输带、电绝缘材料及生活用橡胶制品。

3. 合成纤维

纤维是纤细状的材料，它主要分天然纤维和合成纤维两大类。天然纤维有棉、麻、丝、毛等，化学纤维有人造纤维与合成纤维两类。人造纤维是以自然界里不能直接用于纺织的含纤维的物质(如稻草、木材、芦苇等)为原料，经过化学加工制成的，如人造棉、人造丝等。合成纤维是以石油、天然气或煤为原料，经过化学合成制得的。合成纤维的研制成功，大大地扩大了纺织纤维的来源，更好地满足了工业和生活的不同需要。现将一些常见的合成纤维的性能和用途简介于下。

名称	性能	用途
涤纶 (聚酯纤维)	抗皱性和保型性好,耐热、耐磨、耐晒性较好,不霉不蛀,电绝缘性良好;不易染色,吸湿性、透气性差,易产生静电聚积。	服装
耐纶(又名尼龙,聚酰胺纤维)	强度高,坚实而耐磨,弹性好,不霉不蛀;耐热性、保型性较差,耐碱,不耐酸	绳索,渔网,降落伞,轮胎、帘子布,袜子。
腈纶 (聚丙烯腈纤维)	弹性好,比羊毛轻而且更保暖,耐晒,不霉不蛀;耐磨性、吸湿性、染色性较差。	毛织品,人造毛皮,毛线。

人造纤维种类甚多,各有优缺点。为了用其所长,避其所短,常将它们与天然纤维混纺,这样既保证了织物挺括抗皱,又提高了它们的染色、吸湿透气性能,达到美观舒适的目的。

三、肥皂和洗涤剂

洗涤用品主要包括肥皂和合成洗涤剂两大类,它们是千家万户日常的必需品,对于保护人体健康、清洁衣物用品起着十分重要的作用。

1. 肥皂

肥皂是人们早已熟悉的洗涤用品,常用来洗衣、沐浴和洁净用具。为什么肥皂能去污呢?

肥皂的主要成分是高级脂肪酸的钠盐(如硬脂酸钠 $C_{17}H_{35}COONa$),这类物质的分子由两部分构成,一部分是亲水性原子团,另一部分是亲油性原子团,如图 5—6 所示。

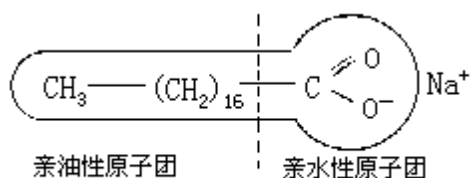


图 5-6 硬脂酸钠分子结构示意图

当用肥皂洗涤衣物时,肥皂分子与衣物接触(见图 5—7a),它的亲油性原子团插入油污中,亲水性原子团插入水中,并将油污包围(见图 5—7b),经过搓洗振动,大片油污被分散成小油滴,最后脱离衣物(见图 5—7c),被水冲去,这样衣物就洗净了。

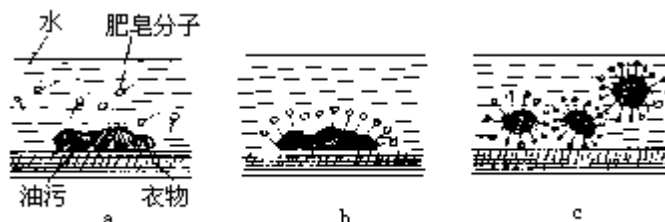


图 5-7 肥皂去污原理

2. 合成洗涤剂

合成洗涤剂是根据肥皂去污原理合成的分子中具有亲水性和亲油性原子团的物质。它分固态的洗衣粉和液态的洗涤剂两类,主要成分是烷基苯磺酸钠或烷基磺酸钠。跟肥皂相较,合成洗涤剂有显著优点:

(1)肥皂不适合在硬水中使用，合成洗涤剂的使用不受水的限制。肥皂在硬水中使用时，硬水中的钙、镁离子会跟肥皂生成不溶于水的硬脂酸钙、硬脂酸镁盐类，它们沉积在织物表面，使织物逐渐丧失光泽，质地变硬。而合成洗涤剂在硬水中生成的钙、镁盐类能够溶于水，不会造成上述影响。

(2)合成洗涤剂比肥皂更适合洗衣机的使用，而现代化的生活中广泛使用洗衣机。

(3)合成洗涤剂比肥皂的去污力强。

(4)合成洗涤剂的原料便宜。制造合成洗涤剂的主要原料是石油，而制造肥皂的主要原料是油脂，石油比油脂更廉价易得。

由于合成洗涤剂有上述优点，因此它的产量与日俱增。

四、元素周期表简介

元素周期表是学习和研究化学元素的工具，它反映了一百多种元素之间的内在联系和规律。

我们知道，元素的性质是由原子结构决定的。科学家将元素按原子核电荷数——又称原子序数递增的顺序排队，同时考察它们的核外电子排布情况，结果发现，随着元素原子序数的递增，原子核外电子的排布呈周期性的变化，元素的性质也呈周期性的变化。例如从第一册第五章表 5—1 可以看出：

原子序数	电子层数	最外层电子数	元素性质的变化		
			金属	非金属	稀有气体
1—2	1	1—2		H	He
3—10	2	1—8	Li Be	B C N O F	Ne
11—18	3	1—8	Na Mg Al	Si P S Cl	Ar

于是科学家根据这个规律，把具有相同电子层数的元素按原子序数递增的顺序排成了 7 个横列，每个横列叫做一个周期；把最外层电子数相同的元素按核外电子层数递增的顺序排成纵行，每个纵行叫做一个族。这样，就得到了元素周期表。周期表上一种元素占一格（B 族镧系和锕系虽都有 15 种元素，但因它们性质相近，均各只占一格。为了清楚起见，就又把它们各种元素按原子序数递增的顺序分别排成两列，放在周期表的下方），每格内各种符号和数据的含义，图例上已有说明。

元素周期表为我们学习和研究化学带来了很大方便。

1. 利用周期表可以判断元素大体的性质。因为同族元素最外层电子数相同，所以它们的化学性质相似。我们只要知道了一种元素的性质，就可以大致了解与它同族的其它元素的性质。例如知道氦是 0 族元素，它呈化学惰性，就可以推及 0 族的其它元素氖、氩、氪、氙、氡均呈化学惰性。

2. 利用周期表可以了解各种元素金属性和非金属性变化的情况。在周期表里，同周期元素从左到右金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强。例如第 3 周期元素，钠是很活泼的金属，镁的金属性比钠差一些，铝就更差一些，硅、磷、硫已是非金属元素，氯是很活泼的非金属。同族元素从上到下金属性逐

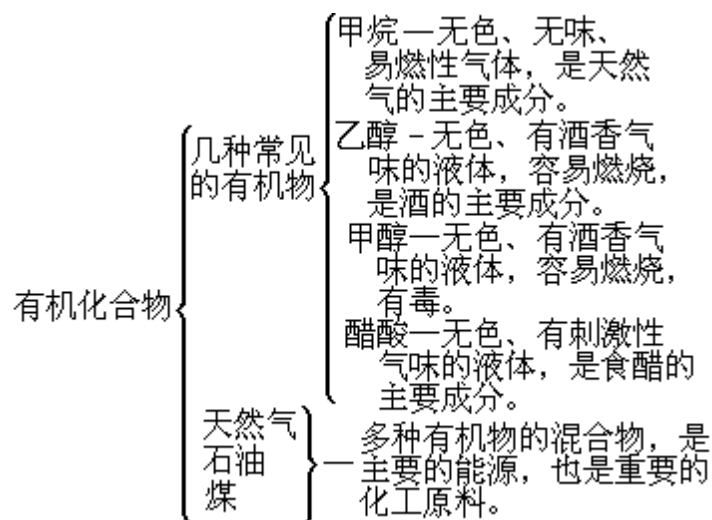
渐增强，非金属性逐渐减弱。例如 A 族，最上方的氧是很活泼的非金属元素，硫、硒、碲的非金属性逐渐减弱，到了最下方的钋已是一种金属元素了。为了便于区分，周期表上沿硼、硅、砷、碲、砹几种元素画了一条粗折线，折线的左边是金属元素，右边是非金属元素。这样，根据某元素在周期表里的位置，就可以判断它是金属元素还是非金属元素，以及它的金属性或非金属性是强还是弱。

问题 哪种元素金属性最强、哪种元素非金属性最强？

3. 利用周期表可以查出元素原子的核电荷数和原子量。

元素周期表还有许多用途，今后可以陆续学到。

本章知识间的关系



复习练习题

1. 举出生活中常见的三种天然有机物和三种合成有机物的名称。
2. 有机物有哪些共同的特性？
3. 试分别用物理方法和化学方法来鉴别酒精和水。
4. 为什么酒精着火一般不用水去扑灭？
5. 怎样用实验证明石油和煤中含有碳元素和氢元素？
6. 我国当前主要采用哪些能源？今后要发展哪些能源？为什么？

严格说来，只有族序数右边标有 A 的元素族才是这样。

