

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

九年义务教育初级中学试用课本

——化 学

e-BOOK  
网络资源 免费下载

## 说 明

本套教材是受国家教委的委托，依据国家教委颁发的“九年义务教育全日制小学、初级中学各科教学大纲（试用稿）”编写的。教材编写立足于当代我国，特别是沿海改革开放的先行地区的实际，着眼于培养学生适应现代社会的基本素质，在编排体系和内容结构上力求创新。经国家教委中小学教材审定委员会审查通过，本套教材已被确认为我国九年义务教育教科书，推荐全国选用。

初中化学教材分《化学》和《化学实验》两册。此外，编有《化学课外自学训练》、《化学教学参考书》。本书初版于1995年，这次再版时，按“量和单位”的国家标准作了修订。

初中化学教材编委会由江琳才任主编，龚行三任副主编，刘立寿、吴琦、陈章盛、高永裕、曾灼先任编委。《化学》第一版的执笔人是：刘立寿、江琳才、陈章盛、龚行三；第二版修订由江琳才完成。

本教材初稿编出后，承梁英豪、梁远明、郭素文、蔡传哲等同志评审，并有许多同志提供了图片或意见，特此致谢。我们要特别感谢广大的积极使用和支持本教材的中学老师们，他们根据自己的教学实践，为本版修订提供了十分宝贵的意见。

九年义务教育教材（沿海地区）  
编写委员会

# 化 学

## 绪 言

当同学们翻开这本书，开始学习化学这门课程的时候，大家会提出各种各样的问题。譬如，化学是什么？化学有什么用？怎样学好化学？

### [ 实验 0-1 ]

(1) “喷雾显字”事先用毛笔蘸酚酞溶液在白纸上写字，待干后，用装有稀氢氧化钠溶液的喷雾器向纸上喷雾，观察发生的现象。

(2) “钠珠戏水”切取一小块金属钠    ，用滤纸揩干表面的煤油，投入盛有水的烧杯里，观察发生的现象。

以上两个有趣的实验现象，实际上都是物质发生化学变化的现象。这些变化和大家在物理课中学习过的碘的升华、酒精蒸发等变化不同。它们的区别在哪里呢？

## 物理变化和化学变化

### 1. 物理变化

#### [ 实验 0-2 ]

取冰一块，放在烧杯里，加热使冰熔化。继续加热到水沸腾，把一块干净的玻璃片放在烧杯口上方，观察发生的现象。

大家知道，冰变成水，水变成水蒸气，仍然是水，见图 0-1。铁熔化成铁水，或铸成铁锅，仍然是铁。固态石蜡熔化成液态蜡油，仍然是蜡。在这些过程中，物质的形状和状态发生了变化，但它们的本质没有变化，即没有生成其它新物质。物质发生变化时没有生成新物质，这种变化叫做物理变化。如衣服由湿变干、云层化雨、玻璃由整块碎成小块、花香四溢等。

### 2. 化学变化

#### [ 实验 0-3 ]

取一段镁条，经砂纸擦亮后，用坩锅钳夹住，点燃。观察镁条的燃烧现象（见图 0-2）

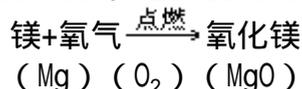
#### 观察

(1) 镁条燃烧前是    色的    。

(2) 镁条燃烧时，发出    光，并且    热。

(3) 镁条燃烧后生成的是    色的    状物质。

镁条燃烧时，发出耀眼白光，大量放热，并生成白色粉末状物质——氧化镁，这是一种不同于镁的新物质。这个变化可用文字表示如下：



式中括号里给出的是相应物质的化学符号。

物质发生变化时生成新物质，这种变化叫做化学变化，又叫化学反应。

在镁条燃烧的实验中，哪种现象最能说明镁条发生了化学变化？

- (A) 发出耀眼白光                      (B) 大量放热  
(C) 生成新物质氧化镁                  (D) 形状改变

铁器生锈、蜡烛燃烧、燃放烟花和照相底片感光等都是化学变化。一切化学变化的共同特征是：物质的本质发生根本变化，产生出性质完全不同的

新物质。

物质发生化学变化时，会伴随发生某些现象，如发光、发热、颜色变化、放出气体或生成沉淀等。这些现象可帮助我们判断有没有发生化学反应。

化学变化和物理变化是相互联系的。一方面，化学变化过程中总是伴随发生某些物理变化，如蜡烛点燃时，固态石蜡受热会熔化成液态石蜡。另一方面，物理变化虽不一定引起化学变化（如水的三态变化），然而，在一定条件下，物理变化也有可能引起化学变化，如镁条加热至一定温度时，会引起燃烧。

用“有或无”和“化学变化或物理变化”分别填写下表第三栏和第四栏的空格。

过程	变化结果	有无新物质生成	变化类型
铁生锈	光亮的金属转化为红棕色的铁锈		
水沸腾	液态水变成气态水		
汽油燃烧	汽油转化为二氧化碳、水蒸气等		
锯木	大块木料变成小木块和木屑		
木板燃烧	木板转化为二氧化碳、水蒸气和灰烬		
煤燃烧	煤炭转化为二氧化碳、煤灰等		
蜡烛燃烧	石蜡转化为二氧化碳和水蒸气		

碳、镁、汽油等在氧气中都能燃烧，这种性质必须在化学变化过程中才能表现出来。物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。不通过化学变化就能表现出来的物质性质，叫做物理性质，如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度和密度等。

表 0-1 物质的某些物理性质

物质	颜色	嗅觉	味觉	状态	熔点/	沸点/
水	无色	无臭	无味	液态	0.0	100.0
醋酸	无色	醋味	酸味	液态	16.6	118
铁	银白	无臭	无味	固态	1535	2750
氧气	无色	无臭	无味	气态	-218.4	-182.96
氮气	无色	无臭	无味	气态	-209.86	-195.8
镁	银白	无臭	无味	固态	648.8	1090

物理性质和化学性质是物质的重要属性。我们要正确有效地使用物质，就必须了解和研究物质的物理性质和化学性质。通常，物质的物理性质可用感官观察或用物理方法去测量确定，而化学性质则要通过化学实验去观察和确定。

图 0-3 中哪些是物理变化？哪些是化学变化？为什么？指出其中化学变化所伴随发生的现象。

## 什么是化学？

化学是一门极其有趣而又十分重要的学科。在日常生活中，可以提出千万个要用化学知识才能解答的问题。例如，空气由哪些物质组成？人为什么要有空气才能生存？水是什么物质？钢铁怎样炼成？为什么铁会生锈？我们吃的食物，如油、盐、米、糖、醋等含有什么成分？百货大楼中琳琅满目的商品，如各种塑料、纤维、五金制品、中西成药、化妆用品等是怎样制造的？这些问题，有的涉及物质的组成和结构，有的涉及物质的性质，有的涉及物质的变化规律，它们都是化学研究的内容。化学就是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的基础自然科学。

## 化学有什么用？

人类的文明离不开化学。化学科学和化工技术在满足人类社会生活需要方面，起着十分重要的作用。人类的食物主要靠农业生产提供，而农业需要化学工业制造的肥料和农药，才能保证高产和稳产。我们穿的衣服，越来越多地采用化学合成纤维织物去缝制。人们建造着各种式样的楼房，需要使用化学工业制造的建筑材料和装饰材料。现代交通工具，如飞机、火车、轮船、汽车、摩托车等，全都需要化学工业提供的材料和燃料。保障健康，防治疾病，保护环境，需要化学工业提供的药物和方法。国家在世界市场上的经济竞争能力，需要化学工业制造的商品。国防建设需要化学工业的参与，才能提供钢铁、炸药，制造坦克、飞机、原子弹、氢弹、导弹等。化学科学和化工技术极大地满足了衣、食、住、行、能源、通讯、国防、外贸、卫生、环保、服务等各方面的社会需要（见图 0-4）。所以说，化学是现代社会不可缺少的一门重要学科。

我们的祖国是历史悠久的伟大文明古国。我们勤劳勇敢的祖先，在化学化工技术方面有许多发明创造，如造纸、黑色火药、陶瓷、冶铜、炼铁等，对世界的文明和进步作出过重大贡献。但是，在近代，由于帝国主义和反动政府的压迫、剥削，我国的科学技术发展缓慢，乃至落后了。直到新中国成立以后，许多重要的化学工业，包括钢铁、石油化工、化学肥料、无机化工、有机合成、高能燃料等工业才逐步全面建立起来，我国才有了自己的独立而完整的化学工业体系。自国家实行改革开放政策以来，我国化学工业取得了更加辉煌的成就，许多化工原料和产品的年产量跃居世界前列。然而，由于我国人口众多，故按人均拥有量计，我国化学工业仍然落后于世界先进工业国的水平。所以，我们要艰苦奋斗、奋发图强、继续努力发展我国化学工业。

表 0-2 我国某些重要原料和化工产品的发展情况(单位:亿吨)

年份 名称	1949	1980	1990	1995
原煤	0.32	6.2	10.8	12.98
原油	0.0012	1.06	1.38	1.49
钢	0.00158	0.3712	0.6604	0.94
水泥	0.0066	0.8	2.03	
化肥	$6 \times 10^{-5}$	0.1232	0.1912	0.245

## 怎样学好化学？

学好化学，掌握必要的化学知识和技能，可以增强我们参与社会主义现代化建设事业的才干和本领。那么，怎样才能学好化学呢？

化学有自己独特的用语，如元素符号、化学式、化学方程式等。学好化学必须首先记住和会使用这些化学用语。化学中有许多化学物质的基本性质和反应现象等，学好化学需要熟悉和掌握这些化学知识，了解这些知识在生活中的应用。化学科学中有许多基本概念和基本原理，理解和掌握这些知识，有助于我们认识化学现象的本质，指导我们进行科学实验。

化学是一门以实验为基础的科学。要学好化学，必须学习实验技能，做好化学实验。做实验要规范操作，细心观察，准确记录，认真思考，全面分析，总结规律，写好报告。通过实验，可以加深对化学知识的认识和理解，并从中培养观察能力、实验能力、思维能力和自学能力等。

### 做一做

点燃一支蜡烛，仔细观察蜡烛的燃烧，画出火焰的形状和结构（参看封面图）。用一根细玻璃管伸进火焰内层，把从玻璃管中导出的气体点燃。蜡烛燃烧时，可以观察到哪些物理变化的现象？哪些现象表明蜡烛燃烧是一种化学变化？

### 习题

1. 下述说法中，哪些指的是物质的化学变化？哪些指的是物质的物理变化？

- |               |               |
|---------------|---------------|
| (1) 点燃煤气。     | (2) 云变成雨。     |
| (3) 铁锅生锈。     | (4) 晒干湿衣服。    |
| (5) 水在 0℃ 结冰。 | (6) 木炭在空气中燃烧。 |

2. 填空：

(1) 化学是研究物质的\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_以及\_\_\_\_\_的基础自然科学。

(2) 物理变化和化学变化的区别是\_\_\_\_\_。

(3) 物理性质和化学性质的区别是\_\_\_\_\_。

3. 根据表 0-2 所列数据，计算 1995 年我国原煤、原油和钢的产量为 1949 年产量的多少倍。

## 第一章 空气

### 第一节 空气的成分

#### 想一想

你知道空气在哪里存在吗？怎样证明它的存在？

我们的周围充满着空气，它是人类和动植物生存不可缺少的物质。在小学《自然》课中，大家已经学习过空气的一些性质。在这里，我们要进一步学习它的成分。

#### 空气的成分

##### [ 实验 1-1 ] 空气成分的测定

取一集气瓶，用记号把它的容积分为五等分。按照图 1-1 所示装置进行实验。燃烧匙里盛有适量红磷，在酒精灯上点燃后，立即伸入集气瓶内，塞紧，观察红磷的燃烧。待燃烧停止后，松开弹簧夹，观察现象。

##### 观察与思考>

(1) 红磷燃烧时，有\_\_\_\_\_生成。

(2) 红磷燃烧停止后，松开弹簧夹，可以看见\_\_\_\_\_，直到集气瓶容积的\_\_\_\_\_标线为止。

(3) 烧杯里的水倒流的现象，说明\_\_\_\_\_。

红磷燃烧时，发生了磷和氧气之间的化学反应。反应的结果消耗掉集气瓶里空气中的几乎全部氧气，生成易溶于水的五氧化二磷白烟。倒流的水升到集气瓶 1/5 容积的标线处停止。这一事实表明：空气里含有约 1/5 体积的氧气 ( $O_2$ )。

进一步的研究表明：空气中其余 4/5 体积的成分主要是氮气 ( $N_2$ )，还有少量稀有气体，它们是氦(音 hài)、氦(音 n i)、氩(yà)、氪(音 kè)和氙(音 xi n)。此外，空气中还含有少量二氧化碳( $CO_2$ )、水蒸气( $H_2O$ )等。

空气就是由氮气、氧气、稀有气体、二氧化碳等成分混合组成的气体。各成分所占的体积分数如图 1-2 所示。这一组成在一般情况下是比较固定的。

已知空气的总质量为  $5 \times 10^{15}$  吨，如果全世界人口以 50 亿计，则平均每人拥有多少吨空气？又知在标准状况(0℃, 1 标准气压)下，空气密度为 1.293 克/升，则空气的总体积为多少升？平均每人拥有多少升？(提示：体积  $V$ 、质量  $m$  和密度  $\rho$  之间的关系式是  $V=m/\rho$ ；1 吨= $10^6$  克。)

#### 拉瓦锡对空气成分的研究

早在 18 世纪 70 年代，许多科学家就曾研究过空气的成分。在这些研究工作的基础上，法国化学家拉瓦锡(A.L.Lavoisier, 1743~1794)完成了最

有说服力的实验，阐明了空气的主要成分（见图 1-3）。

拉瓦锡把银白色的液态汞（水银）放在密闭的玻璃容器中，连续加热 12 天后，发现部分汞变成红色粉末，而容器里的空气体积则差不多减少了  $\frac{1}{5}$ 。他研究了容器中剩余的气体，发现这部分气体不能供给呼吸以维持动物的生命，也不能支持燃烧。这部分气体就是我们现在所说的氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。

拉瓦锡还把该实验所生成的红色粉末（后来证明是氧化汞）取出来，放在另一容器中加强热。它便转变成汞和氧气，而且产生的氧气体积，恰好等于原来密闭容器中所减少的空气体积。他把这份氧气加到前一容器的剩余气体中去，结果得到跟空气的性质完全一样的气体。根据以上实验事实，拉瓦锡得出空气是由氧气和氮气组成的结论。

氮气和氧气的发现，以及据此对空气主要成分的阐明，是科学家们尊重事实、勇于创新的一次历史性的胜利。

## 氮 气

在组成空气的各种成分中，氮气是含量最大的一种气体，它有哪些主要特性和用途呢？

氮气是没有颜色、没有气味的气体。液化后得到的液氮是无色、无臭的液体。

氮气的化学性质很稳定，通常很难跟其它物质发生化学反应，且不能支持呼吸和燃烧。

氮气的用途很广。化学工业中用它来合成氨，进而生产化肥、硝酸、炸药、染料等。食品工业用它来储藏或保鲜食物。在科学研究和医疗上液氮还用作致冷剂。

## 混合物和纯净物

事实证明，空气是由多种物质混合组成的物质，这类由两种或两种以上物质混合组成的物质，叫做混合物。组成混合物的各物质，基本保持着各自原有的特性。如在硫粉和铁粉组成的混合物中，硫和铁都保持着各自原有的特性。用磁铁可把其中的铁粉吸引分离出来（见彩图 1-4）。糖水、盐水、汽水、牛奶、泥沙等都是混合物。与此相反，纯净物只含有一种物质。如氧气、氮气、蔗糖、硫、氯酸钾等。当然，绝对纯净的物质是没有的，最纯净的物质也会含有微量杂质。

### [ 实验 1-2 ]

取少量硫粉和铁粉，观察它们的颜色和状态。用磁铁分别接近这两种物质，观察现象。把这两种粉末均匀混合，再观察它的颜色和状态。用磁铁在混合物上方缓慢移动，观察现象。

### 观察与思考

混合前，硫粉显\_\_\_\_\_色，铁粉显\_\_\_\_\_色；其中\_\_\_\_\_粉可被磁铁吸引。混合后，磁铁可从混合物中吸引\_\_\_\_\_粉，说明\_\_\_\_\_。

## 空气的液化和分离

空气是混合物，怎样将其中各种成分分离开来，得到有着重要用途的氧气、氮气和稀有气体呢？

工业上先将空气中的尘埃、水和二氧化碳除去，然后用空气液化装置，使空气的压强增大，温度降低，直到转变成液态，得到液态空气。液态空气是液态氧和液态氮的混合物。将液态空气蒸发，可把沸点不同的各种成分分离开来。由于液态氮的沸点比液态氧的沸点低，所以，氮气先从液态空气中蒸发出来，剩下的主要是液态氧。工业上采用这种方法大量制取氧气和氮气。

空气经液化和分离所得的各种气体，用涂有不同颜色的耐高压钢瓶盛装着，供应用户。例如盛氧气的钢瓶为蓝色，盛氮气的钢瓶为深绿色。

图 1-5 空气的液化和分离

(1) 空气的主要成分是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，各占空气体积的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，此外，还有少量\_\_\_\_\_等。

(2) 混合物由\_\_\_\_\_种以上物质组成，纯净物由\_\_\_\_\_种物质组成。

选学

## 稀有气体的用途

随着科学技术的发展，稀有气体的用途已经越来越广了。氦气是仅次于氢气的轻气体，不可燃，用它来充填飞艇和气球，要比使用氢气安全可靠得多。

稀有气体在通电时，会发出有色的光。五光十色的霓虹灯就是利用这种性质制成的。例如，灯管里充入氙气，通电时发出紫蓝色光；充入氖气，通电时发出粉红色光；充入氦气，通电时发出红光。

氦灯射出的红光，在空气中的透射力很强，可以穿透浓雾，用作航空、航海的指示灯等。氙灯通电时能发出比荧光灯强上万倍的强光，可用于广场、体育场、飞机场的照明。此外，在科学实验、焊接和产生激光的装置中，也广泛使用稀有气体。

## 习题 1-1

1. 填空：

(1) 空气的组成按体积分数计算，大致是\_\_\_\_\_占 21%，\_\_\_\_\_占 78%，\_\_\_\_\_占 0.94%，\_\_\_\_\_占 0.03% 以及\_\_\_\_\_占 0.03%。空气的成分以\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_为主，其中\_\_\_\_\_约占空气体积的 1/5，\_\_\_\_\_约占空气体积的 4/5。

(2) 稀有气体是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等气体的总称。

2. 指出下列物质里，哪些属于混合物，哪些属于纯净物？

- |             |           |
|-------------|-----------|
| (1) 氧化镁，    | (2) 液态氧，  |
| (3) 人呼出的气体， | (4) 二氧化碳， |
| (5) 蔗糖，     | (6) 牛奶，   |

(7) 浑浊的池塘水, (8) 液态空气。

3. 从课文中查出下列物质的化学符号, 填进空格内。

氧气\_\_\_\_\_, 氮气\_\_\_\_\_, 二氧化碳\_\_\_\_\_, 水\_\_\_\_\_, 镁\_\_\_\_\_,  
氧化镁\_\_\_\_\_。

## 第二节 空气的污染和防治

自然界清新、洁净的空气，使人心旷神怡、精神振奋。但是，由于人类活动的影响，地球上许多地区的空气，已含有人为排放的废气和烟尘，并达到有害的程度，从而使空气受到污染。

### 污染源和污染物

造成空气污染的物质来源有：生活污染源，如家庭、商业服务部门燃煤排放的烟尘和废气；交通污染源，如汽车、火车、飞机、船舶排放的废气；工业污染源，如发电厂、钢铁厂、水泥厂、氮肥厂、烧碱厂及其它各类工厂排放的废气和粉尘。沿海地区人口稠密，工业和交通事业都较发达，因而由生活、交通、工业等污染源造成的空气污染也比较严重（见图 1-6）。

会造成空气污染的物质有：

污染物	气态污染物	含硫化合物	二氧化硫、硫化氢等
		含碳化合物	一氧化碳、二氧化碳等
		含氮化合物	二氧化氮、氨等
		含氯化合物	氟里昂致冷剂（氟氯烃）等
	颗粒态污染物：烟、雾、粉尘		

### 空气污染的危害

空气污染物会损害人体健康，引发多种疾病，会影响植物生长，会损坏地面设施，破坏文物古迹，破坏臭氧层，导致地球的生态平衡失调，危害很大。

表 1-1 几种空气污染物的危害

污染物	对人的危害	对植物的危害	其它
二氧化硫	引发慢性支气管炎等	叶面出现点状或块状斑点	造成酸雨，损坏地面设施
二氧化氮	引起眼睛和呼吸系统的各种炎症	灼伤植物，使植物枯死	损坏地面设施
粉尘	引发咳嗽、喉病、“尘肺”、呕吐等	堵塞叶孔，影响植物生长	云雾增多，能见度低

历史上，曾经发生过多起因空气污染而造成重大伤亡的事故。例如，1952年12月5日至8日，英国伦敦发生过一起伦敦烟雾事件。由于工业和生活燃烧烟煤所产生的二氧化硫在空气中的积聚和变化，使伦敦上空的空气严重污

---

在离地面 10 至 50 千米高处的大气层中，分布着少量臭氧（O<sub>3</sub>），它们形成臭氧层，吸收掉太阳光中的大部分紫外线，使地球上的生命免受紫外线伤害。

染，呼吸道疾病患者死亡率迅速增加，几天内有约 4000 人丧生。事件后两个月内，还有约 8000 人死亡。

1982 年 12 月 3 日，在印度博帕尔市，美国联合碳化物公司办的一家农药厂，发生了一起泄漏剧毒原料（异氰酸甲酯）的事件，2500 人当天死亡，3000 人濒临死亡，12.5 万人受到不同程度的伤害。

[ 报刊摘读 ] 据《科技日报》1992 年 12 月报道：

世界卫生组织与联合国环境组织本月发表的一份报告说：“空气污染已成为全世界城市居民生活中一个无法逃避的现实。”

这份报告是对全世界 20 个大城市进行了 15 年调查的结果。这些城市是曼谷、北京、孟买、洛杉矶、马尼拉、墨西哥城、新德里、雅加达、卡拉奇、伦敦、开罗、布宜诺斯艾利斯、加尔各答、莫斯科、纽约、里约热内卢、汉城、圣保罗、上海和东京。

调查表明，汽车是最大的单一污染源。在 6 种主要空气污染成分中，有四种几乎完全来自汽车，即铅、一氧化碳、二氧化碳和臭氧。另外两种污染成分来自工业废气的二氧化硫和浮尘。这些污染正严重毒害城市居民的呼吸系统、心血管系统、神经系统，并影响儿童智力发育。报告指出，控制空气污染的最好方法是开发并采用“干净”的技术，以减少向大气中排放工业废气，“但这种技术的成本却远远超出许多发展中国家的承受能力”。世界卫生组织估计，到本世纪末世界人口的 47% 将居住在城市。报告指出，解决空气污染，保证世界近一半人口健康与居住环境问题已刻不容缓。

## 防治空气污染

防治空气污染，已经成为全球经济发展中的一项十分迫切而重大的课题。我国政府十分重视环境保护工作，宪法中明确规定“国家保护环境和自然资源、防治污染和其它公害”。国家制订和颁布了一系列有关防治空气污染的法规，例如《大气污染防治法》、《大气环境质量标准》等。我们一定要严格执行政府的有关法规，采取措施，防治空气污染。工厂的废气，必须经过除尘、除污处理，达到国家规定的排放标准，才能向空气中排放。实行煤炭的综合利用，减少直接以煤为燃料，改用气体燃料。要大力发展水电、核电，改变能源结构。要植树种草，增加绿化面积，大力改善周围环境，等等。

空气清新，使人心旷神怡，精神振奋，身体健康；但如图 1-8 中所示的滚滚浓烟，严重污染空气，破坏生态，危害健康。因此，我们一定要高度重视环境保护工作，采取各种有力措施，对环境污染问题加以治理。

调查本地区和学校附近有哪些造成空气污染的因素？如有条件，可组织访问环境保护部门，了解本地区空气污染及防治情况。讨论并提出治理本地区空气污染的建议。

### 第三节 分子

#### [ 实验 1-3 ]

(1) 把香水洒在一块小手巾上，在课室内绕行一周，闻闻香味。

(2) 用一支玻璃棒，蘸少量浓氨水，用另一支玻璃棒，蘸少量浓盐酸。在空中，让两支玻璃棒逐渐靠近，观察现象。

#### 观察

分别蘸有盐酸和氨水的玻璃棒互相靠近时，在空中生成\_\_\_\_\_状物质。

大家在生物课中已经学习过分子的概念。以上实验现象就可以用分子的存在来解释。香水是由酒精和香料分子构成的。当那些分子通过运动扩散出来以后，空气中便有香料分子独立存在着。所以，课室内可以闻到芳香气味。

氨水中扩散出来的氨分子和浓盐酸中扩散出来的氯化氢分子，在空气中相遇，化合生成氯化铵。氯化铵是固体微粒，因而出现“空中生烟”的奇景。



自然界的许多物质是由分子构成的。例如，氧气由氧分子构成、氮气由氮分子构成、水由水分子构成，等等。

由分子构成的物质发生物理变化时，构成物质的分子本身没有变化。例如，水发生“三态”变化时，水分子没有变化，因此，水的化学性质也没有变化。

由分子构成的物质发生化学变化时，构成物质的分子本身起了根本性变化，变成其它物质，物质的化学性质也就跟着改变。例如，氯化氢分子和氨分子化合生成氯化铵后，分子本身根本改变了，反应所生成的氯化铵的化学性质，完全不同于氯化氢或氨的化学性质。所以，分子是保持物质化学性质的一种微粒。同种物质的分子，具有相同的化学性质；不同种物质的分子，具有不同的化学性质。

构成物质的分子总是不断地运动着，永远不会静止停息，例如，香水分子在课室空间作扩散运动。分子与分子间存在空隙。因此，气体可以压缩。一般说来，气体分子之间的距离最大，液体、固体分子之间的距离要小得多（图 1-9）。

分子是\_\_\_\_\_。在化学变化中分子本身\_\_\_\_\_。在物理变化中，分子\_\_\_\_\_。同种物质的分子，具有\_\_\_\_\_化学性质；不同种物质的分子，具有\_\_\_\_\_化学性质。分子\_\_\_\_\_运动。分子间有\_\_\_\_\_。

1. 从分子的观点来看，纯净物和混合物的区别是什么？
2. 举例说明：（1）一种分子变成另外一种分子。（2）分子间的距离减小了。
3. 为什么温度计能指示出温度的变化？
4. “经过净化的不含任何尘粒的空气是纯净物。”这一说法对吗？

#### 习题 1-2

1. 用分子的观点，解释：

- (1) 衣橱里用来防虫蛀的樟脑片，经一段时间后消失了。
- (2) 气体容易压缩，固体不容易压缩。
- (3) 在空气流通的地方晾的湿衣服，比在空气不流通的地方晾的湿衣服容易干。
- (4) 汽油燃烧。
- (5) 空气的液化和分离。

2. 通常情况下，18 厘米<sup>3</sup> 水大约有  $6 \times 10^{23}$  个水分子。1 滴水约为 0.05 厘米<sup>3</sup>，那末，这一滴水中含有多少个水分子？

## 第四节 原子

### 什么是原子？

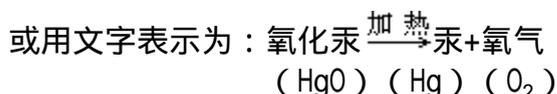
#### [ 实验 1-4 ]

把少量氧化汞放在试管中加热，仔细观察试管内有什么现象发生，再把带火星的木条伸到试管内，观察现象\_\_（见彩图 1-10 氧化汞的分解）。

#### 观察与思考

加热前，氧化汞是色\_\_\_\_\_的物质。加热后，试管内壁有\_\_\_\_\_色的物质，带火星的木条伸入后\_\_\_\_\_，这说明有氧气产生，表明氧化汞发生了\_\_\_\_\_。

氧化汞分子是由汞的微粒和氧的微粒构成的。氧化汞受热时，分子分解为汞微粒和氧微粒。许多汞微粒形成金属汞，每两个氧微粒结合成一个氧分子，许多氧分子形成氧气。以上过程可用示意图形象地表示为：



反应物分子的各种微粒在化学反应过程中进行重新组合，生成新分子。在化学变化中，分子发生根本性改变，但构成分子的各种微粒本身却没有根本改变，它们是参与化学变化的最小微粒。科学上，把化学变化中的最小微粒叫做原子。

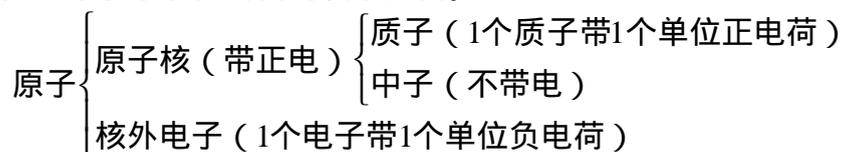
原子很小，小到在 1 厘米的长度上，可以并排约 1 亿个原子。人们用现代科学技术拍到某些原子的照片，从而证实了原子的真实存在。彩图 1-12 是中国科学院化学研究所用扫描隧道显微镜拍摄的石墨中碳原子的照片。

原子构成分子，分子构成物质。如氧原子构成氧分子、氧分子构成氧气。另外，有些物质也可由原子构成，如金属汞由汞原子构成、石墨由碳原子构成、氦气由氦原子构成。和分子一样，原子也是不断运动的。

### 原子的构成

1897 年，英国科学家汤姆森 (J.J.Thomson, 1856 ~ 1940) 发现电子，并认为一切原子中都含有电子。这一事实表明：作为化学变化中最小微粒的原子，也具有复杂的内部结构。

现代科学实验表明，原子由居于原子中心的带正电的原子核和核外带负电的电子构成。每 1 个电子带 1 个单位负电荷。由于核外所有电子的电量与原子核所带电量相等，但电性相反，因此原子不显电性。原子核也具有复杂的结构，它由质子和中子两种微粒构成。1 个质子带 1 个单位正电荷，中子不带电，因此，原子核带正电荷。原子核所带的正电荷数目叫做核电荷数，它在数值上等于原子核所含的质子数目。



$$\text{核电荷数} = \text{质子数} = \text{核外电子数}$$

例如，氢原子的原子核含 1 个质子，核外有 1 个电子。氧原子的原子核含 8 个质子和 8 个中子，核外有 8 个电子。

表 1-2 几种原子的构成

原子种类	原子核		核外电子数	原子种类	原子核		核外电子数
	质子数	中子数			质子数	中子数	
氢	1	0	1	钠	11	12	11
氦	2	2	2	硫	16	16	16
碳	6	6	6	氯	17	18	17
氧	8	8	8	铁	26	30	26
氖	10	10	10				

原子很小，原子核更小。一个半径为  $10^{-8}$  厘米的原子，它的原子核半径只有  $10^{-13}$  厘米，可见原子核的半径只有原子半径的十万分之一。假如把原子核放大到半径为 1 厘米的小球，则电子在约 1000 米远处运动。原子核的体积只占原子体积的几千万亿分之一。可见，相对于原子核的大小来说，原子里面有很大的空间，电子在那宽阔的原子天地里，进行着高速度运动。

### 对原子质量是什么意思？

虽然原子是很小的微粒，但仍具有一定的质量。各种原子的质量是不同的。例如，1 个氢原子的质量是  $1.674 \times 10^{-27}$  千克，1 个氧原子的质量是  $2.657 \times 10^{-26}$  千克。可见，如果以千克作为标准去衡量 1 个原子的质量，则它们的数值都是很小的。这样小的数字，书写、记忆和使用都很不方便。于是，科学家选用另一种标准去衡量原子的质量。国际上以一种碳原子的质量的  $1/12$  作为标准，把其它原子的质量跟它相比较所得到的比值，定为这种原子的相对原子质量（前称原子量）。这里所说的碳原子，指的是碳-12 原子（符号为  $^{12}\text{C}$ ），它的原子核中有 6 个质子和 6 个中子，原

子质量是  $1.993 \times 10^{-26}$  千克。因此，相对原子质量标准的数值等于  $\frac{1}{12}$

$\times 1.993 \times 10^{-26}$  千克，即  $1.661 \times 10^{-27}$  千克。按照这一标准，

$$\text{某原子的相对原子质量} = \frac{\text{一个该原子的质量}}{(\text{一个碳-12原子的质量}) \times (1/12)}$$

例如：

$$\text{氧原子的相对原子质量} = \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{1.661 \times 10^{-27} \text{ 千克}} = 16.00$$

$$\text{氢原子的相对原子质量} = \frac{1.674 \times 10^{-27} \text{ 千克}}{1.661 \times 10^{-27} \text{ 千克}} = 1.008$$

可见，相对原子质量只是一个比值，它的单位规定为 1，一般不写出。相对原子质量表见书末附录。

质子和中子的质量，都约等于 1 个氢原子的质量。电子的质量更小，约等于质子质量的  $1/1836$ ，可见，原子的质量主要集中在原子核上。

1. 原子是\_\_\_\_\_，在化学反应中原子本身\_\_\_\_\_。原子由\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_构成。核电荷数=\_\_\_\_\_ =\_\_\_\_\_。相对原子质量以前称为\_\_\_\_\_，它是以前以碳-12 原子质量的\_\_\_\_\_为标准，把\_\_\_\_\_所得到的\_\_\_\_\_。单位规定为\_\_\_\_\_。

2. 填写下表空格：

原子种类	1 个原子的质量/千克	相对原子质量
氢		
碳		
氧		

## 选学

### 原子-分子论是怎样提出的？

人类对于物质内部结构的认识可以追溯到古代。远在公元前 5 世纪，希腊哲学家德谟克利特 (Democritus, 公元前约 460 ~ 370) 等人，认为万物都是由大量不可分割的微粒构成的。并把这种微粒叫做原子(希腊文原意是“不可分割”)。古代原子观念是人们根据对自然的观察、想象和推测提出来的，没有经过实践的验证。到了 19 世纪前半世纪，随着科学技术的发展，积累了大量事实，证实原子和分子的存在。一种假设经过科学实验证明它是正确的，就可作为科学理论而被肯定。英国科学家道尔顿 (J. Dalton, 1766 ~ 1844) 提出近代原子学说。他认为物质是由原子构成的，这些原子是微小的、不可分割的实心球体，同种原子的性质和质量相同，等等。道尔顿的近代原子学说对化学的发展起了十分重要的作用。但他没有把原子和分子区别开来。后来，意大利科学家阿伏加德罗 (A. Avogadro, 1776 ~ 1856) 提出分子的概念，指出分子和原子的区别和联系。人们把物质由原子和分子构成的学说叫做原子-分子论。

自从用原子-分子论来研究化学反应后，化学才开始成为一门科学。现在，人们对物质结构的认识，早已远远地超过原子-分子论的水平。例如，认识到原子也是可分的，原子由原子核和核外电子构成，原子核由质子和中子构成，等等。

道尔顿出生在英国坎伯兰 (Cumberland) 的一个贫苦纺织工人家庭。由于他从小勤奋学习，成绩优异，12 岁时便当上乡村学校的教师，19 岁出任校长。1793 年，他赴曼彻斯特一所学校任教，先后教过数学、物理和化学。

道尔顿毕生过着简朴的生活，把自己的全部精力贡献给教育和科学事业。除提出原子论对化学作出重大贡献外，他对气象学也很有研究，坚持逐日记录气温、气压和降雨量。

下列关于分子和原子的叙述，哪些是错误的？把错误的叙述加以改正。

- (1) 分子是保持物质化学性质的微粒，原子是构成物质的最小微粒。
- (2) 分子和原子在物理变化中都会发生根本变化。
- (3) 分子本身在化学反应中发生根本变化，而原子本身在化学反应中不发生根本变化。
- (4) 分子是构成物质的微粒，而原子则不是。

### 习题 1-3

1. 填空：某原子的核外有 11 个电子，则它的原子核里有个\_\_\_\_\_质子，核电荷数为\_\_\_\_\_。该原子是\_\_\_\_\_。

2. 已知碳-12 原子的质量是  $1.993 \times 10^{-26}$  千克，而 1 个铁原子的质量是  $9.288 \times 10^{-26}$  千克，求铁的相对原子质量。

3. 氯原子的相对原子质量是 35.45，求 1 个氯原子的质量。

4. 填写下表空格：

原子		氯		碳					
质子数			11					14	
核电荷数	8					10	2		
核外电子数					16				18
相对原子质量									

5. 下列叙述是否正确，怎样改正？

- (1) 原子质量是一种比值，它的单位为 1。
- (2) 相对原子质量和原子质量在数量和单位方面都是相同的。
- (3) 相对原子质量约等于原子核内质子和中子的质量之和。

### 本章小结

#### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
理解	分子、原子
了解	混合物、纯净物、原子核(质子和中子)、核电荷数、相对原子质量、空气的成分

#### 知识概要

##### 1. 空气的成分

空气的成分	氮气	氧气	稀有气体、二氧化碳等
体积分数/%	78	21	1

##### 2. 分子和原子的比较

	分子	原子
定义	保持物质化学性质的一种微粒	化学变化中的最小微粒
相同点	都是构成物质的微粒，体积小，有质量，不停地运动	
不同点	由相同或不同的原子构成	由原子核和核外电子构成
	在化学反应中分子本身发生根本变化	在化学反应中原子本身不发生根本变化

3. 原子结构  $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子} \\ \text{中子} \end{array} \right. \\ \text{核外电子} \end{array} \right.$

核电荷数=质子数=核外电子数

$$4. \text{相对原子质量} = \frac{\text{一个该原子的质量}}{\frac{1}{12} (\text{一个碳-12原子的质量})} = \frac{\text{一个该原子的质量}}{1.661 \times 10^{-27} \text{ 千克}}$$

### 复习题

- 关于物理变化和化学变化的关系，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - 物理变化和化学变化一定同时发生
  - 物理变化和化学变化一定不同时发生
  - 在化学变化过程中不一定同时发生物理变化
  - 在物理变化过程中不一定发生化学变化
- 下列物质的性质中，属于化学性质的是\_\_\_\_\_。
  - 镁能在空气中燃烧生成氧化镁
  - 氧气能在-183℃时变为淡蓝色液体
  - 水在4℃时密度(1克/厘米<sup>3</sup>)最大
  - 氮气难溶于水
- 判断红磷在空气中燃烧是化学变化的主要依据是\_\_\_\_\_。
  - 反应时发光
  - 反应后生成五氧化二磷白烟
  - 反应时放出热量
  - 反应时有黄白色火焰
- 下列物质中，属于混合物的是\_\_\_\_\_。
  - 氧化镁
  - 液态氮
  - 二氧化碳
  - 矿泉水
- 纯净物和混合物的主要区别是\_\_\_\_\_。
  - 状态不同
  - 分子数量不同
  - 分子的大小不同
  - 分子种类不同
- 分子与原子的主要区别是\_\_\_\_\_。
  - 分子比原子大
  - 分子运动速度比原子运动速度慢
  - 分子不参加化学反应而原子参加化学反应
  - 在化学反应中分子可分而原子不可分
- 用托盘天平称量时，应把称量物放在天平的\_\_\_\_\_盘，砝码要用\_\_\_\_\_夹取，添加砝码的顺序是先加质量\_\_\_\_\_的砝码，再加质量\_\_\_\_\_的砝码。
- 给试管里的液体加热，液体的体积一般不要超过试管容积的\_\_\_\_\_，加热时试管要\_\_\_\_\_。先使试管\_\_\_\_\_受热，然后在试管有液体的\_\_\_\_\_加热，并且不时\_\_\_\_\_移动试管，不可使试管口\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_。

9. 已知 X 和 Y 原子的质量分别为  $2.325 \times 10^{-26}$  千克和  $5.885 \times 10^{-26}$  千克。求这两种原子的相对原子质量，写出原子名称，指明每种原子各含多少数目的核外电子。

## 第二章 氧气

### 第一节 氧气的性质和用途

氧气是维持人类生命不可缺少的物质，因此人们曾把氧气叫做“养气”。

#### 氧气的性质

##### 1. 氧气的物理性质

###### [ 实验 2-1 ]

观察一瓶氧气的颜色、状态，并闻一闻它的气味（见图 2-1）。

在通常情况下，氧气是一种没有颜色、没有气味的气体，不易溶于水，1 升水约溶解 30 毫升氧气。在标准状况下，氧气的密度为 1.429 克/升，比空气稍大（空气密度为 1.293 克/升）。

在 101 千帕压强下，氧气在 -183℃ 转变成淡蓝色液体，在 -218℃ 转变成淡蓝色的雪花状固体。

##### 2. 氧气是化学性质比较活泼的气体

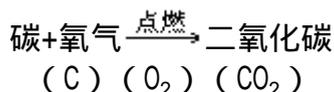
###### [ 实验 2-2 ]

把适量木炭、硫、红磷分别放在燃烧匙里，先在酒精灯上点燃，观察它们在空气中的燃烧现象。然后伸进盛有氧气的各个集气瓶里，观察它们在氧气中的燃烧现象。用手触摸反应完毕后的集气瓶外壁，有何感觉？在木炭燃烧过的集气瓶里，加进澄清石灰水，看是否变浑浊。小心闻一闻硫燃烧过的集气瓶里气体的气味。

###### 观察

物质	反应前		反应现象		生成物		
	颜色	状态	在空气中	在氧气中	颜色	状态	特性
木炭							
硫							
红磷							

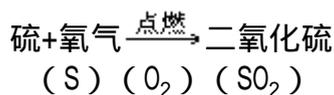
木炭在氧气里比在空气中燃烧得更加剧烈，发出白光，放热，生成二氧化碳气体（图 2-2）：



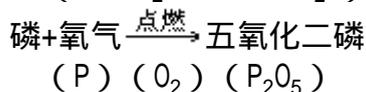
硫在氧气中比在空气中燃烧得更加剧烈，产生蓝紫色火焰，放热，生成带刺激性气味的气体二氧化硫（图 2-3）：

---

二氧化碳跟澄清石灰水作用，使石灰水变浑浊。这一现象证实二氧化碳气体的存在（参看实验 5-7）。



红磷在氧气中比在空气中燃烧得更加剧烈，发光，放热，生成五氧化二磷固体小颗粒，并形成白烟（联系 [实验 1-1]）：



### [实验 2-3]

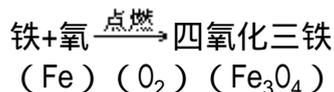
把擦亮了的细铁丝绕住一根火柴，用坩埚钳夹住，点燃火柴，待火柴临近烧完时，伸入盛满氧气的集气瓶里，观察现象。

#### 观察与思考

(1) 铁丝在氧气中燃烧时，可见\_\_\_\_\_，并\_\_\_\_\_热，生成\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_态的物质。

(2) 实验所用集气瓶的瓶底铺有一层细砂，它的作用是\_\_\_\_\_。

细铁丝在氧气中剧烈燃烧，火星四射，放热，生成黑色的四氧化三铁固体（图 2-4）：



除了碳、硫等物质外，其它像煤、木材、酒精、汽油、蜡烛等可燃物质在空气里燃烧，也是这些物质跟空气里的氧气发生化学反应。

以上事实说明：氧气是一种化学性质比较活泼的气体，能够跟许多物质发生化学反应。物质跟氧发生的化学反应叫做氧化反应。

碳、硫、磷、铁跟氧气的反应都是由两种物质反应，生成另一种物质。这类由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应，叫做化合反应。可用通式表示：



#### 练一练

氧气是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_气味的气体，\_\_\_\_\_溶于水，密度比空气\_\_\_\_\_。氧气的化学性质\_\_\_\_\_。它和碳反应生成\_\_\_\_\_，和硫反应生成\_\_\_\_\_，和磷反应生成\_\_\_\_\_，和铁反应生成\_\_\_\_\_。这些反应的共同特点是由\_\_\_\_\_种物质反应，生成\_\_\_\_\_种物质，叫做\_\_\_\_\_反应。

氧化反应是物质跟\_\_\_\_\_发生的化学反应。

### 氧气的用途

氧气的用途非常广泛，它可供呼吸，维持人类及许多生物的生命；能与许多物质发生氧化反应，参与燃料的燃烧等（见图 2-5）。据统计，全球耗氧量每年高达 160 亿吨。

#### 想一想

上述氧气的用途，来自它的什么性质？

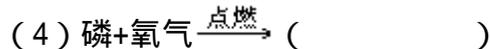
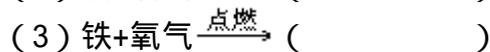
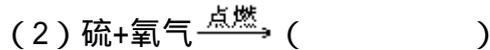
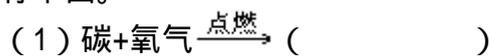
### 习题 2-1

1. 下列叙述中，哪些是错误的？如何改正？

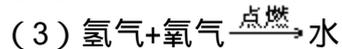
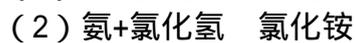
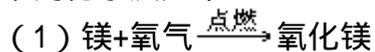
- (1) 氧气是没有颜色、没有气味的气体。
- (2) 在任何条件下，氧气都是气体。
- (3) 氧气不溶解于水。
- (4) 氧气的密度比空气小。
- (5) 氧化反应就是物质跟氧气发生的化学反应。

2. 怎样用简单的方法，证明集气瓶中所盛的气体是氧气而不是空气？

3. 用文字完成下列化学反应的表达式，并把各物质的化学符号写在该物质的名称下面。



4. 下列化学反应中



属于化合反应的有\_\_\_\_\_，属于氧化反应的有\_\_\_\_\_，所以，化合反应\_\_\_\_\_（一定/不一定）是氧化反应。

## 第二节 氧气的实验室制法

实验室常用氯酸钾或高锰酸钾等含氧物质加热分解的方法，制取氧气。

### [ 实验 2-4 ]

把少量氯酸钾放在试管里加热（所用氯酸钾不得含可燃物，否则，加热时会引起事故），待氯酸钾熔化并有气泡放出时，用带火星的木条伸入试管里，检验放出的气体，观察木条是否着火燃烧。用二氧化锰代替氯酸钾，进行类似实验，检验有没有氧气放出？

#### 观察与思考

(1) 氯酸钾被加热后，首先\_\_\_\_\_，然后放出\_\_\_\_\_，它\_\_\_\_\_带火星的木条\_\_\_\_\_。

(2) 二氧化锰被加热后\_\_\_\_\_，气体放出，带火星的木条伸入试管里后\_\_\_\_\_。

实验表明，氯酸钾被加热到较高温度时，发生反应，放出氧气。在同样条件下，二氧化锰被加热时，没有氧气放出。

### [ 实验 2-5 ]

把少量氯酸钾放在试管中稍加热，此时，氯酸钾尚未分解放出氧气（用带火星的木条检验，加以证实）。然后，向试管中加入少量二氧化锰粉末，再用带火星的木条检验，观察现象。

#### 观察与思考

(1) 稍稍加热氯酸钾时，\_\_\_\_\_气体放出，带火星的木条伸入后，\_\_\_\_\_。

(2) 在试管中加入二氧化锰后，\_\_\_\_\_气体放出，带火星的木条伸入后，\_\_\_\_\_。

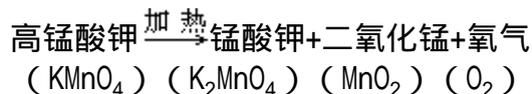
(3) 以上两个实验说明二氧化锰对氯酸钾的分解反应有\_\_\_\_\_作用。（促进还是阻碍？）

实验表明，二氧化锰加入后起了促进作用，使氯酸钾在较低温度下，便能迅速分解，放出氧气。进一步的实验表明，二氧化锰在反应前后，质量没有变化，化学性质也没有变化。在化学反应中能改变其它物质的化学反应速度，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有改变的物质，叫做催化剂。催化剂在化学反应中所起的作用叫催化作用。在化学工业中，经常采用适当的催化剂来加速反应的进行，提高生产效率。

上述变化可用文字表示为：



高锰酸钾也可用来制取氧气。这时，只要稍稍加热，用不着加入催化剂，便有氧气放出。



### [ 实验 2-6 ]

按图 2-6 所示的装置作实验。用药匙分别取氯酸钾和二氧化锰（一般按 3 : 1 质量比），混合均匀后，放进试管底部，塞紧带有导管的塞子。给试管加热，用排水集气法和向上排空气法收集氧气各 1 瓶。用带火星的木条检验

瓶内是否已充满氧气。

### 观察与思考

(1) 试管加热后，导管出口有\_\_\_\_\_放出，这是\_\_\_\_\_气，它使带火星的木条\_\_\_\_\_。

(2) 试管的底部为什么要向上倾斜？

(3) 可用排水集气法收集氧气，因为\_\_\_\_\_；也可用向上排空气法收集氧气，因为\_\_\_\_\_。

像用氯酸钾、高锰酸钾等制取氧气这一类化学反应，是一种物质生成两种或两种以上其它物质的反应，叫做分解反应。

分解反应和化合反应正好相反。用通式表示如下：

分解反应  $AB=A+B$

### 想一想

1. 工业上怎样制取氧气？

2. 为什么在氯酸钾里加入少量高锰酸钾后，加热时生成氧气的速度会大大加快？

## 习题 2-2

1. 填空：

(1) 在实验室中用氯酸钾制取氧气是\_\_\_\_\_变化；在工业上，用分离液态空气来制取氧气是\_\_\_\_\_变化。

(2) 用氯酸钾制取氧气时，需加入\_\_\_\_\_作催化剂，目的是\_\_\_\_\_。完全反应后，试管中残留的固体物质是\_\_\_\_\_。

2. 用向上排空气法收集氧气时，怎样检验集气瓶里的氧气是否已经充满？

3. 用文字完成下列化学反应表示式，把各物质的化学符号写在该物质的名称下面。并指明其中哪些反应属于分解反应，哪些反应属于化合反应？

(1) 磷+ ( )  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  五氧化二磷

(2) 氨+ ( ) 氯化铵

(3) 高锰酸钾  $\xrightarrow{\text{加热}}$  氧气+ ( ) + ( )

(4) 氯酸钾  $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{催化剂}}$  氧气+ ( )

### 第三节 元素

#### 什么是元素？

从表 1-3 可见，不同种类原子的核电荷数是不同的，而同类原子则具有相同的核电荷数。例如，氧原子的核电荷数等于 8，不论是氧分子中的氧原子，还是氧化汞分子中的氧原子，或者二氧化碳分子中的氧原子，它们的核电荷数都是 8，因而它们属于同一类原子。化学上，把这同类的所有氧原子都叫做氧元素。元素是具有相同核电荷数（即核内质子数）的一类原子的总称。物质由元素组成，目前人们已知的元素只有 112 种，而由它们组成的物质却多达一千多万种。各种元素在地壳中的含量相差很大（图 2-7）。含量最多的前 10 种元素是氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢、钛。其余 80 多种元素所占的质量分数，加起来还不到 1/100，但它们的作用却不可小看。例如，碳、氮、磷、硫是组成生物体的基本元素。

图 2-7 地壳中所含各种元素的质量分数

化学元素可以分为金属元素和非金属元素两大类。在 112 种已知元素中，金属元素占 80 多种，它们的中文名称，都写作“钅”旁。例如，金、银、铜、铁、锡、钾、钙、钠、镁、锌等。例外的只有汞（俗名叫做水银），因它在常温时是液态。非金属元素有 20 多种，中文名称的偏旁是按照它们在常温时的状态确定的。固态的写作“石”旁，如碳、硫、硅、碘等；液态的写作“氵”旁，如溴；气态的写作“气”首，如氢、氧、氮、氟、氯、氦、氖等。

#### 怎样写元素符号？

元素不但有名称，而且还常采用符号来表示。例如，用“O”表示氧元素，用“C”表示碳元素，这种表示元素的符号叫做元素符号

国际上，元素符号统一采用该元素拉丁文名称的第一个大写字母来表示。如果几种元素名称的第一个字母相同时，则加一个小写字母来区别。例如，“Cu”表示铜元素，“Ca”表示钙元素，等等。书写这些元素符号时，第二个字母必须小写，以免混淆。例如，“Co”表示钴元素，如果写成“Co”便表示一氧化碳分子了。

元素符号表示一种元素，也表示这种元素的一个原子。

下表给出 24 种常见元素的符号和名称，要求大家能正确地读写和熟记。

表 2-1 某些常见元素的名称、符号和相对原子质量（近似值）

元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称
氢	H	1	氯	Cl	35.5	钠	Na	23	铁
氦	He	4	氩	Ar	40	镁	Mg	24	铜
氮	N	14	碳	C	12	铝	Al	27	锌
氧	O	16	硅	Si	28	钾	K	39	银
氟	F	19	磷	P	31	钙	Ca	40	钡
氖	Ne	20	硫	S	32	锰	Mn	55	汞

### 练一练

- (1) 元素是具有\_\_\_\_\_的一类\_\_\_\_\_的总称。元素分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。目前已知的元素\_\_\_\_\_有种；
- (2) 地壳中含量最多的元素是\_\_\_\_\_，其次是\_\_\_\_\_等；
- (3) 元素符号表示\_\_\_\_\_，也表示\_\_\_\_\_；
- (4) 元素符号统一采用\_\_\_\_\_名称的第\_\_\_\_\_个大写字母表示。如果用两个字母表示时，第一个字母应\_\_\_\_\_写，第二个字母必须\_\_\_\_\_写。

### 核外电子是怎样排布的？

元素的性质，特别是化学性质，跟其原子的核外电子排布的关系非常密切。因此，我们要学习核外电子排布的初步知识。

氢原子核外只有一个电子，它的排布比较简单。

多数元素的原子具有多个核外电子，在这些原子中，核外电子是怎样排布的呢？由于电子离开原子核的距离不同，能量也不相同。能量较低电子通常在离核较近的区域运动，能量较高的电子通常在离核较远的区域运动。这些离核远近不同、能量高低不等的电子运动的区域，叫做电子层，因此，核外电子是分层运动的。

电子层：一 二 三 四 五 六 七  
 离核距离：近—————→远  
 电子能量：低—————→高

核外电子的分层运动，又叫核外电子的分层排布。那么，在原子里，核外电子究竟排布在哪个电子层呢？每个电子层可以容纳多少个电子？根据科学家的精心研究结果，表 2-2 中列出核电荷数从 1 到 18 的各原子的电子层排布情况。

表 2-2 某些原子的电子层排布

原子		核电荷数	核外电子		原子		核电荷数	数目
种类	符号		数目	分层排布情况	种类	符号		
				—二三四				
氢	H	1	1	1	氖	Ne	10	10
氦	He	2	2	2	钠	Na	11	11
锂	Li	3	3	2 1	镁	Mg	12	12
铍	Be	4	4	2 2	铝	Al	13	13
硼	B	5	5	2 3	硅	Si	14	14
碳	C	6	6	2 4	磷	P	15	15
氮	N	7	7	2 5	硫	S	16	16
氧	O	8	8	2 6	氯	Cl	17	17
氟	F	9	9	2 7	氩	Ar	18	18

化学上，用一种简单的图形，把核电荷数和核外电子排布情况画在一起，形象地代表原子的结构，这种图形叫做原子结构示意图（图 2-8）。

图中的小圆圈标明原子核内的质子数目，即核电荷数；弧线表示电子层，并标出该电子层所含的电子数。

### 练一练

(1) 核外电子是\_\_\_\_\_运动的。电子层指的是\_\_\_\_\_不同\_\_\_\_\_不等\_\_\_\_\_的区域。

(2) 根据表 2-2，画出氢、碳、氧、氫等原子的原子结构示意图。

### 核外电子的排布

(1) 核外电子总是先排布在能量最低的电子层里，然后再由里往外依次排布在能量较高的电子层里。

(2) 每个电子层最多容纳的电子数是一定的，它的数值是该电子层数平方的 2 倍，即  $2n^2$  个 ( $n$  为电子层的层数)：

电子层	一	二	三	四	...
电子层数	1	2	3	4	... n
最多容纳 电子数	2	8	18	32	...
	$(2 \times 1^2)$	$(2 \times 2^2)$	$(2 \times 3^2)$	$(2 \times 4^2)$	... $(2n^2)$

(3) 最外层电子数目不超过 8 个 (第一层为最外层时不超过 2 个)。也就是说，最外层达到 8 个电子便已经饱和，这是一种稳定结构。次外层电子数目不超过 18 个。倒数第三层电子数目不超过 32 个。

### 元素化学性质和原子的最外层电子数相关

原子的最外层电子数目不同，元素的化学性质便不相同。

#### 1. 稀有气体元素的原子

它们的最外层电子数是 8 个 (氦是 2 个)，例如：

这是一种稳定的最外电子层结构，不容易失去电子，也不容易得到电子。所以，稀有气体元素的化学性质很稳定，一般不跟其它物质发生化学反应，这就是过去人们叫它们为“惰性”元素的原因。

#### 2. 金属元素的原子

它们的最外层的电子数一般少于 4 个，例如：

这类金属元素的原子，在化学反应中，倾向于失去最外层电子，使次外电子层变为最外层而达到稳定结构，表现金属活泼性。如钠原子可失去最外层的 1 个电子。这时，由于核外电子数小于核电荷数，故原子带正电。这种带电荷的原子叫做离子。带正电荷的离子叫阳离子，如钠离子，符号表示为  $\text{Na}^+$ ，该离子的结构示意图为：

#### 3. 非金属元素的原子

它们的最外层电子数一般多于 4 个，例如：

这类非金属元素的原子，在化学反应中，倾向于得到电子，使最外层达到 8 个电子的稳定结构，表现非金属活泼性。如氯原子可以得到 1 个电子。这时，由于核外电子数大于核电荷数，所以原子带负电荷，成为带负电荷的离子，叫做阴离子。如氯离子，符号表示为  $\text{Cl}^-$ ，该离子的结构示意图为：

### 习题 2-3

1. 填写下表的空格：

元素名称	氮	钾		氢			碳	铁		钠		硫
元素符号			P		O	Al			Cl		Ca	
相对原子质量												

2. 下面画出五种元素的原子结构示意图：

其中，属于金属元素的是\_\_\_\_\_，属于非金属元素的是\_\_\_\_\_，属于稀有气体元素的是\_\_\_\_\_。在化学反应中，易失去电子的元素是\_\_\_\_\_，易得到电子的元素是\_\_\_\_\_，相对稳定的元素是\_\_\_\_\_。（写出编号和元素名称。）

3. 下列说法有没有错误？把错误的说法加以改正。

- (1) 二氧化碳分子里含有两个氧元素和一个碳元素
- (2) 二氧化碳是由两个氧元素和一个碳元素构成的。
- (3) 二氧化碳是由氧元素和碳元素组成的。
- (4) 二氧化碳是氧气和碳组成的混合物。

## 第四节 单质和化合物

### 什么是单质和化合物？

我们已经知道，根据物质的组成是否单一，可以把物质分成混合物和纯净物两大类。在纯净物中，组成物质的元素可以相同，也可以不同。有的纯净物由同种元素组成，如氧气由氧元素组成，硫由硫元素组成，铁由铁元素组成，等等。这类由同种元素组成的纯净物叫做单质。

单质主要有非金属单质和金属单质两大类。非金属单质是由非金属元素组成的单质，如氧气、氮气、溴、硫、磷、碳等。它们通常是气体或固体（溴是液体），一般不导电，传热性能差。金属单质由金属元素组成，如铁、铝、铜、汞等。它们通常是固体（汞是液体），有金属光泽，导电和传热性能良好，有延展性。

表 2-3 金属和非金属的物理性质比较

项目	金属	非金属
状态	通常是固态（汞为液态）	通常是固态或气态（溴是液态）
光泽	有金属光泽	一般无金属光泽
延展性	一般有延展性	一般没有延展性
导电、导热性	良	一般不良

有许多纯净物是由不同种元素组成的，如氧化汞由氧和汞两种元素组成，氯酸钾由钾、氯和氧三种元素组成，等等。这类由不同种元素组成的纯净物叫做化合物（见彩图 2-9 几种单质和化合物）。

在由两种元素组成的化合物中，如果其中一种是氧元素，则这种化合物叫做氧化物。氧化物又分为金属氧化物（由氧元素跟金属元素组成，如氧化镁、氧化汞）和非金属氧化物（由氧元素跟非金属元素组成，如二氧化碳、五氧化二磷）。此外，还有其它种类的化合物，例如，酸（如硫酸、硝酸、盐酸）、碱（如烧碱、氢氧化钙）、盐（如氯化钠、氯酸钾）、有机物（如甲烷、酒精）。

（1）单质和化合物都是\_\_\_\_\_（纯净物/混合物），它们的区别是\_\_\_\_\_。

（2）在下列物质中：空气，氧气，镁，红磷，氯酸钾，铝，二氧化硫，水，氯化钾。

属于非金属单质的有\_\_\_\_\_。

属于金属单质的有\_\_\_\_\_。

属于化合物的有\_\_\_\_\_。

属于氧化物的有\_\_\_\_\_。

属于混合物的有\_\_\_\_\_。

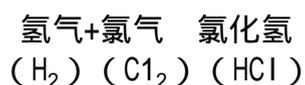
属于纯净物的有\_\_\_\_\_。

### 离子化合物和共价化合物

在化合物中，不同元素的原子的结合方式和存在状态是不一样的。

由活泼金属元素跟活泼非金属元素所形成的化合物（如氯化钠  $\text{NaCl}$ ）中，金属元素的原子失去电子而以阳离子的状态存在（如钠离子  $\text{Na}^+$ ），非金属元素的原子得到电子而以阴离子的状态存在（如氯离子  $\text{Cl}^-$ ）。这种由阴离子和阳离子相互作用而构成的化合物，叫做离子化合物。氯化钾（ $\text{KCl}$ ）、氯化镁（ $\text{MgCl}_2$ ）、氯化钙（ $\text{CaCl}_2$ ）、硫化钠（ $\text{Na}_2\text{S}$ ）等都是离子化合物。

由非金属元素之间形成化合物的情况有所不同。例如氢气跟氯气化合生成氯化氢气体：



由于氢原子和氟原子都容易获得 1 个电子形成稳定的最外电子层结构，而且两种原子获得电子的难易程度相近，故它们都不能将对方的电子完全夺取过来。在这种情况下，氢原子和氯原子便各以最外层的一个电子形成共用电子对。这种共用电子对在两个原子核外的空间运动，从而使双方最外电子层都达到稳定结构，并使两个原子相互结合成氯化氢分子。像氯化氢这种以共用电子对形成分子的化合物，叫做共价化合物。水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）、二氧化硫（ $\text{SO}_2$ ）、二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）和氨（ $\text{NH}_3$ ）等都是共价化合物。

## 第五节 燃烧和缓慢氧化

### 想一想

(1) 为什么在通常情况下，蜡烛不会自行燃烧，而点火后却能燃烧？

(2) 图 2-11 中，两只烧杯里的蜡烛，一支蜡烛正常燃烧，另一支却奄奄一息，为什么？

### [实验 2-7]

取一个大烧杯，装满开水，投入一小块白磷。在烧杯上放一块薄铜片，把另一小块白磷和一小堆红磷分开放在铜片上。观察现象（图 2-12）。

### 观察与思考

投入开水中的白磷\_\_\_\_\_燃烧，放在铜片上的白磷\_\_\_\_\_燃烧，而红磷\_\_\_\_\_燃烧。为什么？

要使可燃物燃烧，必须同时具备下列两个条件，缺一不可：

(1) 跟空气（或氧气）密切接触；

(2) 温度达到可燃物的着火点。

所谓着火点是指使物质着火燃烧所需要的最低温度。各种物质的着火点是不同的。如白磷的着火点是 40℃，红磷是 200℃，木炭是 320-370℃，木材是 250-330℃，无烟煤是 700-750℃。

可见，燃烧现象的本质是可燃物跟空气中的氧气发生氧化反应，而且反应进行得很剧烈，伴随着发光和发热的现象。燃烧是剧烈的发光、发热的氧化反应。

如果可燃物是在有限的空间里急速燃烧，则在短时间内产生大量的气体和热，这会引起爆炸。棉纺厂、面粉厂、汽油仓库等地方容易发生燃烧爆炸事故，因为那里的空气常常混有可燃物质的小颗粒或蒸气，它们接触到火星，就会发生急速燃烧而爆炸。因此，这些地方要严禁烟火，防止爆炸，保证安全。

像燃烧这类氧化反应，进行时都有热放出，化学上把放出热的化学反应叫做放热反应。另外，有些化学反应进行时是吸收热的，吸收热的化学反应叫做吸热反应。例如，氯酸钾分解的反应，就是吸热反应。

有些氧化反应进行时不像燃烧那样剧烈，如金属生锈、呼吸作用、食物腐败、堆肥腐熟等，它们进行的速度缓慢，这种缓慢进行的氧化反应叫做缓慢氧化。物质发生缓慢氧化时也会放热，如果散热不良，缓慢氧化放出的热逐渐积累，使可燃物的温度升高，并有可能达到物质的着火点，从而引起自发燃烧现象。这种由缓慢氧化而引起的自发燃烧叫做自燃。

### [实验 2-8]

把少量白磷溶解在二硫化碳液体中，吸适量这种液体滴在一小块滤纸上，用镊子夹住滤纸，观察现象。

### <观察>

湿滤纸变干后，出现\_\_\_\_\_，滤纸颜色由白变\_\_\_\_\_，进而发生\_\_\_\_\_。

滤纸的燃烧是因白磷的自燃而引起的。溶解在二硫化碳中的白磷，在二硫化碳挥发后，成为极小的粒子附在滤纸上，起初它们跟空气中的氧气发生缓慢氧化，进而变为剧烈氧化引起自燃，并导致滤纸着火燃烧。煤炭、稻草、

麦秆、落叶、有油污的废布或棉纱等，如果在空气不流通的地方堆放日久，有可能由于缓慢氧化而引起自燃，发生火灾。有些人把它叫做“天火”，这是不懂科学的迷信说法。

为了防止因自燃而造成火灾，不要把可燃物堆放得太密、太久、太集中，并要加强保管，注意通风，或经常翻动。白磷、红磷、汽油等易燃物更应严格管理，安全存放。

### 想一想

(1) 用扇子扇火炉时，越扇火炉越旺；而用扇子扇燃着的蜡烛时，却一扇就灭，为什么？

(2) 生煤炉时为什么要用木柴引火，而不能直接用火柴点燃？

(3) 根据燃烧条件推想灭火的基本原理，举例说明。

(4) 实验室的少量白磷，为什么要保存在水里？(1) 可燃物燃烧必备的两个条件是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。燃烧是\_\_\_\_\_的发\_\_\_\_\_和发\_\_\_\_\_的反应；

(2) 燃烧和缓慢氧化的本质都是\_\_\_\_\_，不同的是\_\_\_\_\_；

(3) 如果可燃物在\_\_\_\_\_空间里急速燃烧，有可能引起\_\_\_\_\_；

(4) 缓慢氧化可能进而变为\_\_\_\_\_并引起\_\_\_\_\_。

### 选学

## 黑火药、烟花

黑火药、造纸、指南针、活字印刷术，被世界公认为我国古代四大发明。

据考证，大约在公元7世纪初，我国古代炼丹家在制药试验中，发明了原始的黑火药。

黑火药是硝石（硝酸钾）、硫粉和炭粉的混合物，三者的质量比例一般是：7.5 1.5 1。

黑火药在军事上的应用，促进了火药生产技术和火器的发展，我国北宋时期就有了火炮、火箭、火球等火器。

把黑火药用在娱乐上，出现了爆竹、烟花等。早在宋朝，我国已发明制造烟花的技术。而今，我国制造的各种烟花，畅销世界各地，享有盛誉。

烟花燃放时，产生色彩斑斓的焰火，五光十色，瑰丽无比。

烟花是用火药和发色剂混合制成的。烟花所用的发色剂大都是金属化合物。用硝酸锶可发出红光；用硝酸钡可发绿光；用硝酸钠可发黄光；用碱式碳酸铜可发蓝光；把硝酸锶和碳酸铜混合使用，可发出紫光；硝酸钠和硝酸锶一起，可发出桔红色的光。

在烟花中，加入铝镁合金，燃烧时会发出耀眼的白光。

爆竹、烟花等燃放后会产生有害气体，污染空气，还会发出噪声，甚至引起火灾和伤害人身等事故，因此，不宜提倡。我国有的城镇已经禁止燃放烟花爆竹。

## 本章小结

### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	氧气的化学性质及实验室制法
理解	化合反应、分解反应、单质、化合物、氧化物
了解	氧化反应、放热反应、吸热反应、催化剂、催化作用、元素、元素符号、离子、核外电子排布、燃烧、缓慢氧化、自燃、爆炸、氧气的工业制法、氧气的物理性质及用途

## 知识概要

### 1. 氧气

物理性质	无色、无气味、不易溶于水，密度比空气稍大
化学性质	比较活泼，可与许多物质发生氧化反应。例如： <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">碳</div> <div style="margin-bottom: 5px;">硫</div> <div style="margin-bottom: 5px;">磷</div> <div style="margin-bottom: 5px;">铁</div> <div style="margin-bottom: 5px;">镁</div> </div> <div style="margin: 0 10px;">+ 氧气</div> <div style="margin: 0 10px;">二氧化碳</div> <div style="margin: 0 10px;">→</div> <div style="margin: 0 10px;">点燃</div> <div style="margin: 0 10px;">→</div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">二氧化碳</div> <div style="margin-bottom: 5px;">二氧化硫</div> <div style="margin-bottom: 5px;">五氧化二磷</div> <div style="margin-bottom: 5px;">四氧化三铁</div> <div style="margin-bottom: 5px;">氧化镁</div> </div> </div>
制法	原理 $\text{氯酸钾} \xrightarrow[\text{加热}]{\text{二氧化锰}} \text{氯化钾} + \text{氧气}$ 收集方法 排水集气法或向上排空气法
用途	炼钢、供氧呼吸、气焊、气割、参与燃烧等

### 2. 氧化反应（物质跟氧发生的化学反应）

氧化反应	缓慢氧化	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属生锈、食物腐败、呼吸作用等</li> <li>自燃：由缓慢氧化引起的自发燃烧</li> </ul>
	剧烈氧化	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃烧               <ul style="list-style-type: none"> <li>定义：剧烈的发光发热的氧化反应</li> <li>条件：可燃物跟氧气密切接触；温度达到着火点</li> </ul> </li> <li>爆炸：可燃物在有限空间里急速燃烧，短时间内产生大量气体和热</li> </ul>

### 3. 物质的简单分类（见图 2-10）

### 4. 元素化学性质和原子最外层电子数相关

元 素	原子最外层 电子数	化学性质
稀有气体元素	8 ( He 为 2 )	很稳定
金属元素	一般 < 4	在化学反应中易失去电子， 表现金属活泼性
非金属元素	一般 > 4	在化学反应中易得到电子， 表现非金属活泼性

### 复习题

1. 要除去密闭容器内空气中的氧气，但不混入其它气体，在其中的可燃物应选\_\_\_\_\_。

- (A) 硫 (B) 木炭  
(C) 磷 (D) 铁丝

2. 一种元素跟另一种元素最根本区别是\_\_\_\_\_。

- (A) 中子数 (B) 相对原子质量  
(C) 核电荷数 (D) 最外层电子数

3. 下列关于物质组成的各种说法中，哪些是不正确的？为什么？

- (1) 一切纯净物都是由同种元素组成的。  
(2) 单质是由同种元素组成的。  
(3) 由不同种元素组成的物质叫化合物。  
(4) 一切纯净物都是由同种原子组成的。  
(5) 氧化物是由氧气和另一种元素组成的化合物。

4. 完成下列反应的文字表达式，并把化学符号写在各物质名称或括号下面，然后判断它们各属什么反应类型

- (1) 镁+氧气  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  ( )  
(2) 氧化汞  $\xrightarrow{\text{加热}}$  ( ) + ( )  
(3) 高锰酸钾  $\xrightarrow{\text{加热}}$  锰酸钾 + ( ) + ( )  
(4) ( ) + 氯化氢 氯化铵

这些反应中，属于化合反应的有\_\_\_\_\_；属于分解反应的有\_\_\_\_\_；属于氧化反应的有\_\_\_\_\_；既属于氧化反应又属于化合反应的有\_\_\_\_\_；既不属于化合反应又不属于氧化反应的有\_\_\_\_\_。

5. 元素是具有相同\_\_\_\_\_的总称。在地壳中含量最丰富的元素是\_\_\_\_\_元素。在氧化镁中含有\_\_\_\_\_元素和\_\_\_\_\_元素。

6. 现有下列物质：

钠， 氮气， 氖气， 硫磺， 氯化氢， 氯化镁， 水， 硫化钠。

其中，属于金属元素单质的有\_\_\_\_\_；属于非金属元素单质的有\_\_\_\_\_；属于离子化合物的有\_\_\_\_\_；属于共价化合物的有\_\_\_\_\_。

7. 下列物质中哪些含有氧分子？哪些含有氧元素？哪种物质是混合物？哪种是纯净物？哪种是化合物？哪种是氧化物？哪种是单质？

CO<sub>2</sub>， H<sub>2</sub>O， KClO<sub>3</sub>， MnO<sub>2</sub>， O<sub>2</sub>， 空气， 氨气。

8. 比较在空气中发生的燃烧、缓慢氧化和自燃的相同和不同点。

## 第三章水

### 第一节 水

#### 水的重要性

水和空气一样，是人类社会不可缺少的物质，也是一切生物赖以生存的物质基础。

#### 1. 水与生命的关系

地球表面积的 70.8% 被水覆盖着，这就是地表的江、河、湖、海。据研究，原始的生命现象起源于水中。各种生物体内都含有大量的水，人体里含水占体重的  $\frac{2}{3}$ ，鱼体里含水达  $\frac{3}{4}$ ，某些蔬菜含水高达  $\frac{9}{10}$ 。这说明：水是维持生命存在的要素。哪里有水，哪里就有生命。生命离不开水。

#### 2. 水与生产及生活的关系

水是国民经济的命脉。工业要用水洗涤、溶解、加热或冷却物质。例如，采 1 吨煤需水 1~1.5 吨，生产 1 吨钢需水 20~40 吨，造 1 吨纸需水 200~250 吨，生产 1 吨化肥需水 500~600 吨，制造 1 吨人造纤维需水 2000~3000 吨。农业要用大量的水灌溉农田，它的用量占人类消耗淡水总量的  $\frac{2}{3}$  强。

生活更是离不开水，人们用水洗涤、烹饪、解渴和美化庭园。没有水，将没有人类的社会生活和家庭生活。

### 水资源

据统计，地球的水资源总储量为 136 万亿米<sup>3</sup>，但其中 97.4% 是咸水，淡水只占 2.6%（图 3-1），而淡水中又有约 78% 为冰川淡水，目前还难以利用。因此，人类所能利用的淡水仅为水总储量的 0.7%，主要是河水、淡水湖泊水和浅层地下水。

本世纪以来，人类消耗的水量急剧增加，从本世纪初到 70 年代中期，农业用水增长 7 倍，工业用水增长 20 倍。目前，已有 60 多个国家和地区，面临缺水危机。

我国淡水资源总量约为 2.8 万亿米<sup>3</sup>，居世界第 6 位，但人均占有量仅为世界人均占有量的  $\frac{1}{4}$ ，居第 84 位，且分布很不均匀。

目前我国年均总用水量约为 0.5 万亿米<sup>3</sup>，人均年用量约为 450 米<sup>3</sup>，已有不少地区出现用水紧张现象。随着经济发展和人民生活水平的提高，水资源短缺的问题将会进一步突出。我国政府对此十分重视，颁布了有关节约用水法。大家一定要十分珍惜宝贵的水资源，节约用水。

### 水的组成

纯净的水是没有颜色、没有气味、没有味道的透明液体。在压强为 101 千帕时，水的凝固点是 0℃，沸点是 100℃。温度为 4℃ 时，水的密度（1 克/厘米<sup>3</sup>）最大。水结冰时，体积膨胀，所以冰的密度比水小，冰浮于水面上。在北方的冬天，当湖水或海水结冰时，表层的冰保护着下层的水，使它不会冻结，有利于水中生物的越冬生存。

水是由哪些元素组成的呢？让我们来做一个水在直流电作用下分解的实验，即水的电解实验。

[实验 3-1]

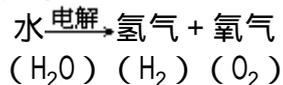
图 3-2 是实验室电解水的装置。往水电解器里注满水（其中加有少量烧碱或硫酸，以增加导电性），然后通直流电，让水电解，观察电极上和刻度管内有什么现象发生。经过一段时间后，停止电解。用带火星的木条检验连接电源正极的刻度管内的气体，用点燃的木条检验连接电源负极的刻度管内的气体。

<观察与思考>

- (1) 通电后，两个电极的表面都有\_\_\_\_\_放出；
- (2) 电解后，连接电源负极刻度管内的气体体积是\_\_\_\_\_毫升，连接电源正极刻度管内的气体体积是\_\_\_\_\_毫升，它们的比例是\_\_\_\_\_；
- (3) 连接电源负极刻度管内的气体\_\_\_\_\_燃烧，产生\_\_\_\_\_色火焰，它是\_\_\_\_\_；
- (4) 连接电源正极刻度管内的气体\_\_\_\_\_使\_\_\_\_\_带火星的木条\_\_\_\_\_，它是\_\_\_\_\_。

以上现象说明：在直流电作用下，水被电解，并生成氢气和氧气。由此可见：水是由氢和氧两种元素组成的。

根据精确的实验测定，每个水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成的。电解水的反应可以表示如下：



也可以用图形象地表示如下：

1. 电解水的产物是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
2. 每个水分子是由\_\_\_\_\_个\_\_\_\_\_原子和\_\_\_\_\_个\_\_\_\_\_原子构成的。

习题 3-1

1. 选择填空：

- (1) 纯净的水是\_\_\_\_\_。  
(A) 单质 (B) 混合物  
(C) 化合物 (D) 氧化物
- (2) 纯水\_\_\_\_\_。  
(A) 是没有颜色、没有气味、没有味道的透明液体  
(B) 是由氢气和氧气组成的化合物  
(C) 结冰时，生成了新物质，因为冰的密度比水小  
(D) 在地球的任何地方，沸点都是 100 ，凝固点是 0
- (3) 水是由\_\_\_\_\_组成的。  
(A) 氢分子和氧原子  
(B) 2 个氢原子和 1 个氧原子

---

氢气可以燃烧，燃烧时产生淡蓝色的火焰。如果电解所得氢气量较少，则点燃时只能听到轻轻的噗声。

(C) 氢元素和氧元素

(D) 2 个氢元素和 1 个氧元素

(4) 水分子中氢原子和氧原子的个数比是\_\_\_\_\_。

据此可知水中氢元素和氧元素的质量比是\_\_\_\_\_ (已知氢的相对原子质量为 1, 氧为 16)。

(A) 1 2

(B) 2 1

(C) 1 8

(D) 8 1

2. 实验证明, 电解水得到的氢气和氧气的体积比是 2 1。试根据它们的体积比计算水中氢元素和氧元素的质量比 (已知在标准状况下, 氢气的密度是 0.0899 克/升, 氧气的密度是 1.429 克/升)。

## 第二节 水的污染和防治

随着工农业生产发展和人口的日益增长，在世界不少地区有愈来愈多的水遭受污染。工业生产的废渣、废液、废气和生活污水的任意排放，城镇垃圾的随处堆积，船舶的航行，农药、化肥的过量施用等，都会使水受到污染。被污染的水，含有毒物，如氰、砷、汞、铬、镉、铅、氟、石棉、酚、细菌、病毒等，饮用后会使人直接中毒。食用污染水域中养殖的生物，也会使人中毒或致病，严重时会使人死亡。

据统计，全世界每年有 4200 多亿吨的污水排入江、河、湖、海，使 55000 多亿吨的水被污染，约占全球循环水量的 14% 以上。在我国，目前每年约有 300 多亿吨未经处理的工业污水和城市生活污水排入江河中。这使许多河流或河段的水质恶化，有的河段污黑发臭，鱼虾绝迹。沿海地区的城市河段污染尤为严重，沿海海域的海水也受到不同程度的污染。

污染的水，不能饮用、不能灌溉和养殖，严重影响人类的生态环境。我国政府极其重视水污染的问题，制订和颁布了“水法”、“水污染防治法”等，成立专门机构，开展多项工作，防治水污染。我们要自觉遵守国家法令，爱护水资源，保护水资源。周围环境，碧水绿树，才会造福万代；臭水污泥，满目疮痍，则罪过千秋。工厂废水必须经过净化处理，达到排污标准，才准排放。严禁向江河湖海排污。

### 查一查

(1) 调查学校周围有哪些污染水的因素，以及水受污染的情况。讨论并提出治理污染的建议。

(2) 查阅近期报纸或杂志，阅读并摘录一篇关于水或空气污染和防治的报道。

### 选学

#### 饮用水

自然水含有泥沙、腐殖质、藻类、细菌、浮萍，甚至可能有某些对人体有害的污染物质，一般不宜直接饮用，需要经过净化处理，才能饮用，或作其它用途。

在农村，如果河水浑浊，可采取沉淀法，即加入明矾，使泥沙沉淀，达到净水目的。也可以采用过滤法，最方便的是挖井，让水经土层或沙层过滤净化，经检验合格后，取井水饮用。

在城市，水的净化是在自来水厂进行的。净化过程一般包括胶凝（使悬浮物质凝结沉淀）、过滤，再将过滤所得清水加入氯气（或臭氧、或漂白粉）灭菌，最后用活性炭吸除臭气。经过这样处理所得的水，可以泵出使用，即自来水（图 3-5）。

[报刊摘读] 据《报刊文摘》1996 年 7 月 11 日报道：

全国六百多个城市中，大气环境质量符合国家一级标准的不到 1%，为此，我国政府将

向环境污染发动总攻

## 再也不允许以牺牲上千万人的利益使少数人获益

一份来自国家环保局的报告说，1995年全国城市大气中总悬浮微粒年均浓度，已远远超过世界卫生组织规定的标准；全国六百多个城市中，大气环境质量符合国家一级标准的城市不到1%。

另据一位权威人士透露说，在淮河下游，近些年征兵体检没有几个人身体合格。这以独特的方式告诉政府：在经济高速发展的同时，如果不下大决心对环境污染进行综合整治，经济高速发展的成效会被污染所带来的后果所抵消。

据《瞭望》第28期载文透露，为了保护环境，中国政府将采取两个重大举措：一是对污染排放实行总量控制，力争2000年将废水、废气、固体废物、噪音污染控制在1995年的水平；二是将要出台的《中国跨世纪绿色工程计划》，其核心内容是使各部门、各地方和企业，对一些重点地区、重点流域和重大环境问题以及履行国际公约的要求，集中财力、物力打几个大战役，向环境污染和生态破坏宣战！据国家环保局介绍，此计划分三期实施，第一期从1996~2000年，由1591个项目组成，投资总额为1888亿元。这是一个目标明确、项目落实、资金有保障的环境计划，是以解决特定的环境问题而制定的威力强大的政策。

据悉，国家在环境保护的问题上将采取全国“一刀切”的作法，再也不允许以牺牲上千万人的利益使少数人获益的状况继续下去。

### 做一做

#### 明矾净水

取一杯浑浊的泥水，加入明矾溶液，搅拌，静置。另取一杯同样浑浊的泥水搅拌静置，对照观察。

### 第三节 化学式

大家已经知道，元素可以用元素符号表示，由元素组成的物质也可以用元素符号表示。这种用元素符号来表示物质组成的式子叫做化学式。纯净物都有一定的组成，所以，一种物质只用一个化学式表示。例如，氧气的化学式是  $O_2$ ，水的化学式是  $H_2O$ ，氯酸钾的化学式是  $KClO_3$ ，等等。

要写出物质的化学式，首先要通过实验确定物质的组成，然后，再按国际通用规则书写。

#### 单质的化学式

由单原子构成的单质的化学式，用相应的元素符号表示。例如：

氦气 氖气 氩气  
He Ne Ar

由双原子分子构成的单质的化学式，要在相应的元素符号右下角写一个“2”字。例如：

氧气 氢气 氮气  
 $O_2$   $H_2$   $N_2$

由于这类化学式能如实地表示出物质分子的组成，所以，这种用元素符号和数字组合表示物质分子组成的化学式，叫做分子式。例如，氢气的化学式  $H_2$  也是氢气的分子式，表示 1 个氢分子里有 2 个氢原子。金属单质和固态非金属单质（碘除外），结构复杂，但习惯上也用元素符号表示它们的化学式。例如：

铜 铁 汞 硫 磷 碳  
Cu Fe Hg S P C

#### 化合物的化学式

写化合物化学式时，先要知道化合物由哪几种元素组成，以及这种化合物中各种元素的原子个数比，然后按一定的书写顺序，写出各相应的元素符号，并在每种元素符号的右下角写个数字，以标明这种化合物的各种元素的原子个数比。例如，已知在水分子中，氢原子数 氧原子数=2 1，则水分子的化学式可写成  $H_2O$ 。已知在硫酸分子中氢原子数 硫原子数 氧原子数=2 1 4，则硫酸的化学式可写成  $H_2SO_4$ （图 3-6），这也是硫酸的分子式，它表明 1 个硫酸分子中有 2 个氢原子、1 个硫原子和 4 个氧原子。

在化合物的化学式中，各元素符号的书写顺序，统一规定如下：

在氧化物的化学式中，把氧的元素符号写在右方，如二氧化碳  $CO_2$ ，五氧化二磷  $P_2O_5$ 。

在氢元素和另一元素组成的化合物的化学式中，一般把氢元素符号写在左边如氯化氢  $HCl$ ，水  $H_2O$ ，硫化氢  $H_2S$ 。但是氮和氢的化合物，如氨，写作  $NH_3$ ；碳和氢的化合物，如甲烷，写作  $CH_4$ 。

在金属和非金属元素组成的化合物的化学式中，一般把金属元素符号写

在左方,非金属元素符号写在右方。如氯化钠、硫化锌的化学式分别写成 NaCl 和 ZnS。

由两种元素组成的化合物名称的读法,通常规定为从右向左读作“某化某”。如 NaCl 读作氯化钠, KCl 读作氯化钾, ZnS 读作硫化锌。有时还要读出化学式里各元素的原子个数,例如, SO<sub>2</sub> 读作二氧化硫, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 读作四氧化三铁。

分子的化学式表示物质的一个分子,要表示 2 个以上的分子数时,可在化学式前面加上化学计量数。例如 2O<sub>2</sub> 表示 2 个氧分子,共含 4 个氧原子。4H<sub>2</sub>O 表示 4 个水分子,共含 8 个氢原子和 4 个氧原子。

## 有关化学式的计算

### 1. 计算相对式量

化学式中各个原子的相对原子质量总和叫做相对式量(前称式量)跟相对原子质量一样,相对式量也是比值,是相对质量,它的单位也规定为 1,一般不写出。例如:

氧化镁的化学式为 MgO, 相对式量=24+16=40;  
水的化学式为 H<sub>2</sub>O, 相对式量=1×2+16=18。

### 2. 计算组成化合物的各元素的质量比

化学式明确地表示出物质的元素组成,以及组成化合物的各元素的原子个数比,因而可以通过化学式去计算组成化合物的各元素的质量比。

例 已知水的化学式是 H<sub>2</sub>O, 计算氢、氧元素的质量比。

解:根据水的化学式可知,在水的组成中,  
氢元素的质量 氧元素的质量=1×2 16=1 8

### 3. 计算化合物中某一元素的质量分数

根据化学式,可通过相对式量和某组成元素的相对原子质量及其原子个数,去计算化合物中该元素的质量分数。

例 计算水(H<sub>2</sub>O)中氧元素的质量分数。

解:设水中氧元素的质量分数为 x, 则:

$$x = \frac{\text{氧原子的个数} \times \text{氧的相对原子质量}}{\text{H}_2\text{O 的相对式量}} \times 100\% = \frac{1 \times 16}{18} \times 100\% = 89\%$$

答:水中氧元素的质量分数为 89%。

由此可见,化合物中某元素的质量分数就是该元素占有的质量与相对式量之比,计算公式为:

$$\text{某元素的质量分数} = \frac{\text{该原子的个数} \times \text{该原子的相对原子质量}}{\text{化合物的相对式量}} \times 100\%$$

化学式是用\_\_\_\_\_来表示\_\_\_\_\_的式子,它表明物质的\_\_\_\_\_组成,以及组成\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_个数比。相对式量是\_\_\_\_\_中各个\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_总和,单位规定为\_\_\_\_\_。

根据化学式可以计算\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

---

按国标规定,应叫做相对分子质量,它是指物质的分子或特定单元的平均质量与 12C 原子质量的 1/12 之比,符号为 Mr。作为过渡,本书暂时仍采用相对式量这一名称。

### 习题 3-2

1. 说明下列符号表示的意义。其中含多少个分子或原子？

(1)  $H_2$ \_\_\_\_\_ (2)  $2H_2$ \_\_\_\_\_

(3)  $2H$ \_\_\_\_\_ (4)  $5O_2$ \_\_\_\_\_

2. 用化学式表示：

(1) 2 个氮分子\_\_\_\_\_

(2) 4 个二氧化碳分子\_\_\_\_\_

(3) 5 个五氧化二磷分子\_\_\_\_\_

(4) 2 个氨分子\_\_\_\_\_

3. 写出下列化学式所表示的物质的名称：

(1)  $AgCl$ \_\_\_\_\_ (2)  $SO_2$ \_\_\_\_\_

(3)  $HgO$ \_\_\_\_\_ (4)  $CuO$ \_\_\_\_\_

(5)  $Fe_3O_4$ \_\_\_\_\_ (6)  $CO_2$ \_\_\_\_\_

4. 写出下列物质的化学式：

(1) 氖气\_\_\_\_\_ (2) 高锰酸钾\_\_\_\_\_

(3) 五氧化二磷\_\_\_\_\_ (4) 氯酸钾\_\_\_\_\_

(5) 氯化钾\_\_\_\_\_ (6) 二氧化锰\_\_\_\_\_

5. 已知氨、二氧化碳、三氧化硫的化学式分别是  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $SO_3$ 。求它们的相对式量。

6. 相同数目的氧气分子和氢气分子的质量比是\_\_\_\_\_。

7. 计算硫酸中各元素的质量比。

8. 计算尿素  $[CO(NH_2)_2]$  和硫酸铵  $[(NH_4)_2SO_4]$  中氮元素的质量分数，多少吨硫酸铵的含氮量跟 1 吨尿素的含氮量相当？

## 第四节 化学方程式

要学习化学方程式，必须先理解质量守恒定律。

### 质量守恒定律

#### [实验 3-2]

按图 3-7 的装置在锥形瓶里盛入适量硫酸铜溶液。小心地把装有氢氧化钠溶液的小试管斜放在锥形瓶内，塞紧瓶塞，在天平上称量，记下质量。

将锥形瓶倒转，使硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液混合。观察现象，并称取质量。比较反应前后的质量变化。

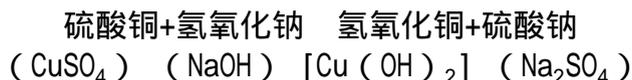
#### <观察与思考>

(1) 混合前，试管里液体颜色是\_\_\_\_\_，锥形瓶里液体颜色是\_\_\_\_\_，总质量是\_\_\_\_\_克。

(2) 混合后，锥形瓶里出现\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，总质量共\_\_\_\_\_克。

(3) 实验表明：锥形瓶里两种液体混合后\_\_\_\_\_，但总质量\_\_\_\_\_变化。

上述实验中发生的化学反应是：



实验表明：反应前后的物质起了变化，但物质的质量总和却没有变化。用更精确的仪器和方法进行的许多类似实验，也证实这个结论是正确的。

在化学反应中，参加反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和，这个规律叫做质量守恒定律。它是化学中的一条基本规律。

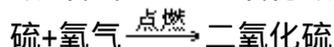
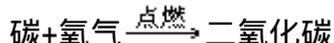
物质发生化学反应时，只是反应物的原子重新组合，生成新物质，反应前后原子的种类和数量都没有改变，所以，化学反应前后各物质的质量总和必定相等。

#### 想一想

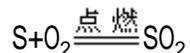
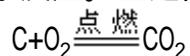
铁器生锈后，质量增加；木材燃烧后，质量减少。这些现象跟质量守恒定律有矛盾吗？

### 什么是化学方程式？

在前面，我们用文字去表示化学反应，例如：

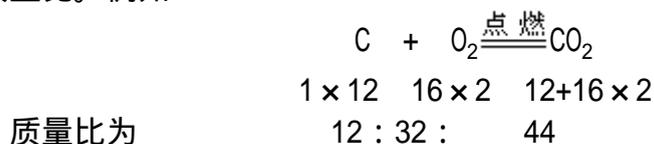


这种式子只能表示哪些物质发生反应，生成了什么物质，但不能表示反应过程的质量关系，而且不简明，不利于国际交流。因此，化学家采用反应物和生成物的化学式来表示化学反应。上述两个化学反应可表示为：

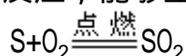


这种用化学式表示化学反应的式子，叫做化学方程式，又叫反应方程

式，简称反应式。其中，参加反应的物质，叫做反应物；化学反应后产生的物质，叫做生成物。化学方程式既表明反应物和生成物的种类，也表明反应物的质量总和等于生成物的质量总和，据此可以算出各反应物和生成物之间的质量比。例如：



这个化学方程式可读做“碳和氧气在点燃的条件下发生化学反应，生成二氧化碳”。如果需要读出各物质之间的质量关系，则读做“每 12 份质量的碳跟 32 份质量的氧气发生化学反应，能够生成 44 份质量的二氧化碳”。



这个化学方程式的正确读法是什么？如果要读出各物质之间的质量关系，又应该如何读？

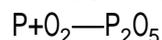
想一想

### 怎样书写化学方程式

书写化学方程式，必须以科学事实为基础，决不能随意臆造事实上不存在的化学反应或物质；必须遵循质量守恒定律，等号两边各种原子的种类和数目必须相同。书写化学方程式的步骤如下：

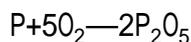
#### 1. 写出反应物和生成物的化学式

根据事实确定反应物和生成物并写出它们的化学式，反应物的化学式写在左边，生成物的化学式写在右边。如果反应物或生成物不止一种，则用加号把它们连接起来，并在式子左、右两边之间划一条线。例如：

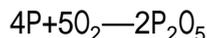


#### 2. 配平化学方程式

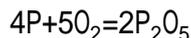
在反应物和生成物的化学式前面配上适当的化学计量数，使式子左、右两边每一种元素的原子总数相等，这个过程叫做化学方程式的配平。配平化学方程式的方法有很多种，最常用的是求最小公倍数法。在上面的式子里，左边的氧原子数是 2，右边的氧原子数是 5，两数的最小公倍数是 10。因此，在  $\text{O}_2$  的前面配上化学计量数 5，在  $\text{P}_2\text{O}_5$  前面配上化学计量数 2，即



这样，式子两边氧原子的总数相等了，但磷原子的总数不等，必须在 P 的前面配上化学计量数 4，即



式子两边各元素的原子数配平后，把线改为等号，即



#### 3. 标明反应条件和生成物的状态

在特定条件下进行的化学反应，必须把外界条件，如点燃、加热（用“ $\Delta$ ”号表示）、催化剂等，写在等号的上方（如果有两种以上的条件，一般把加热符号写在下方）。如果反应物中没有气体物质，而生成物有气体，则在气体物质的化学式右方用“ $\uparrow$ ”号标明；如果反应物中没有难溶物质，而在生成物中有沉淀，则在沉淀的化学式右方用“ $\downarrow$ ”号标明。例如：

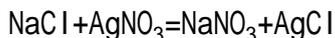
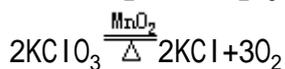
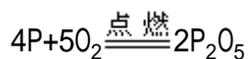


表 3-1 化学方程式所用符号

符号	+	=			
意义	与、和或跟	反应生成	加热	该生成物是气体	该生成物是沉淀

化学方程式是\_\_\_\_\_，它既表明\_\_\_\_\_，又表明\_\_\_\_\_。

书写化学方程式必须以\_\_\_\_\_，必须遵循\_\_\_\_\_。

书写化学方程式的步骤是 \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_。

按步骤写出铁丝在氧气中燃烧的化学方程式。

### 习题 3-3

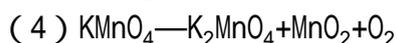
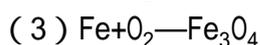
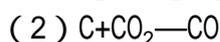
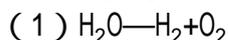
1. 用质量守恒定律解释下述现象：

(1) 镁条在空气中燃烧后，所生成氧化镁的质量比镁条的质量增加了。

(2) 把氯酸钾和二氧化锰的混合物充分加热后，试管里所剩物质的质量小于原混合物的质量。

(3) 将 70 克红磷跟 80 克氧气反应，结果得到 142 克五氧化二磷。

2. 配平下列反应的化学方程式，并指出它们各属于哪种反应类型。



3. 写出下列反应的化学方程式：

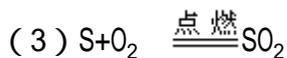
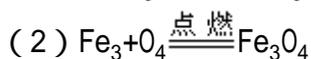
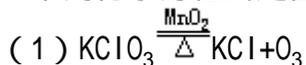
(1) 镁在氧气中燃烧生成氧化镁；

(2) 氢气在氧气中燃烧生成水；

(3) 乙炔 ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) 在氧气中燃烧生成二氧化碳和水；

(4) 氢气和氮气在一定条件 (高温、高压、催化剂) 下反应生成氨气 ( $\text{NH}_3$ )。

4. 下列化学方程式是否正确？有错误的加以改正。



5. 写出氧化汞受热分解的化学方程式，并指出反应物和生成物各物质之间的质量比，计算氧化汞中氧元素的质量分数。每 100 克氧化汞受热完全分

解后，最多可生成氧气多少克？

## 本章小结

### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	化学式的计算（相对式量、元素质量比、各元素的质量分数）
理解	化学式、化学方程式及其配平、反应物、生成物、质量守恒定律
了解	相对式量、水的物理性质、水的组成

### 知识概要

#### 1. 水 (H<sub>2</sub>O)

物理性质	无色、无臭、无味的液体
组成	水电解后生成氢气和氧气，由此证明水由氢元素和氧元素组成

#### 2. 化学式

定义	用元素符号来表示物质组成的式子
有关计算	计算相对式量；计算化合物组成中各元素的质量比和质量分数
意义	表示一种物质，表明该物质的元素组成，表明组成元素的原子个数比

#### 3. 化学方程式

定义	用化学式表示化学反应的式子
书写根据	符合事实和质量守恒定律
书写步骤	(1) 左边写反应物化学式，右边写生成物化学式
	(2) 配平
	(3) 标明反应条件和生成物状态

### 复习题

- 对“H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>”的意义表述不正确的是\_\_\_\_\_。
  - 用氢、硫、氧元素符号表示硫酸组成的化学式
  - 表示1个硫酸分子
  - 表示1个硫酸分子中有一个氢分子、一个硫原子和四个氧原子
  - 表示一个硫酸分子有两个氢原子、一个硫原子、四个氧原子
- 计算硝酸铵中氮元素质量分数的算式正确的是\_\_\_\_\_。（式中M<sub>r</sub>代表相对式量，A<sub>r</sub>代表相对原子质量。）

$$(A) \frac{M_r(N_2)}{M_r(NH_4NO_3)} \times 100\%$$

$$(B) \frac{A_r(N)}{M_r(NH_4NO_3)} \times 100\%$$

$$(C) \frac{M_r(NH_4)}{M_r(NH_4NO_3)} \times 100\%$$

$$(D) \frac{2 \times A_r(N)}{M_r(NH_4NO_3)} \times 100\%$$

3. 根据质量守恒定律,  $2XY_2 + Y_2 = 2Z$ , 则 Z 的化学式应是\_\_\_\_\_。

(A) XY (B)  $XY_2$

(C)  $X_2Y$  (D)  $XY_3$

4. “ $HNO_3$ ”表示的意义是:

(1) 表示\_\_\_\_\_物质;

(2) 表示该物质 1 个\_\_\_\_\_;

(3) 表示该物质由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_元素组成;

(4) 表示该物质的每个分子中含有\_\_\_\_\_个\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_个\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_个\_\_\_\_\_;

(5) 表示该物质的相对式量\_\_\_\_\_;

(6) 表示该物质中\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_元素的质量比为\_\_\_\_\_;

(7) 该物质中几种元素的质量分数分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

5. 已知某化肥含  $NH_4HCO_3$  (碳酸氢铵) 80%, 求 500 千克这种化肥的含氮量是多少?

6. 某物质的化学式为  $CaR$ , 其中 Ca 的质量分数为 71.43%, 则 R 的相对原子质量是多少? R 是什么元素?

## 第四章 氢气

我们先来做一个有关氢气性质的有趣实验。

### [实验 4-1]

**用氢气流吹肥皂泡** 取 1 克肥皂或洗衣粉，加水 35 毫升、甘油 2 毫升，搅匀。将装有无水氯化钙的干燥管与制氢气装置相连（见图 4-1），调节好氢气流量，然后用导管口蘸上肥皂液吹气泡。当氢气泡升到适当高度后，用燃着的木条燃点氢气泡，观察现象。

改用嘴吹气代替氢气，进行类似实验。

### <观察与思考>

- (1) 用氢气流吹的气泡，在空中会向\_\_\_\_\_，说明该\_\_\_\_\_比空气\_\_\_\_\_。
- (2) 用嘴吹气吹的气泡，在空中会向\_\_\_\_\_，说明该气泡比空气\_\_\_\_\_。
- (3) 用氢气流吹的气泡被燃点后，发生\_\_\_\_\_；而用嘴吹气吹的气泡则\_\_\_\_\_。

这个实验表明：氢气是一种很轻而又能燃烧的气体。这一章，我们就要学习氢气。

## 第一节 氢气的实验室制法

在实验室中，通常用锌粒与稀硫酸或稀盐酸的反应制备氢气。

### [实验 4-2]

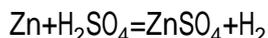
在试管中放入少量锌粒，加入适量稀硫酸，观察现象。反应一会儿后，用燃着的木条靠近试管口，检验产生的气体。等反应完毕后，吸取试管上层清液数滴到蒸发皿上，小心烘干，观察残留物质。

#### <观察与思考>

(1) 锌跟稀硫酸\_\_\_\_\_反应，并有\_\_\_\_\_放出，它\_\_\_\_\_燃烧，火焰呈\_\_\_\_\_，表明它是\_\_\_\_\_气。

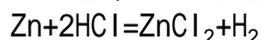
(2) 反应所得液体蒸干后，蒸发皿上有\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_态物质残留(这是硫酸锌)。

锌跟稀硫酸反应的化学方程式是：



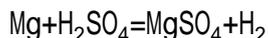
锌 硫酸 硫酸锌 氢气

锌跟盐酸也可发生类似的反应，化学方程式是：

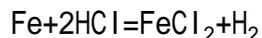


锌 盐酸 氯化锌 氢气

用镁或铁代替锌，分别跟稀硫酸或稀盐酸反应，也可以产生氢气。例如：



镁 硫酸 硫酸镁 氢气

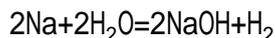


铁 盐酸 氯化亚铁 氢气

像上述这类反应，都是由一种单质跟一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物，这类反应叫做置换反应。可用以下通式表示：



在实验 0-1 中，钠跟水的反应也是置换反应。



钠 水 氢氧化钠 氢气

在锌跟稀硫酸的反应中，硫酸分子里的  $\text{SO}_4$  部分好像一个集团一样，作为整体参加反应，在反应前后并没有发生变化。在化学反应中，常以整体参加反应的原子集团叫做原子团，又叫“根”。原子团一般是带有电荷的，带电的原子团也叫离子，如每个  $\text{SO}_4$  原子团带有 2 个单位负电荷，表示为  $\text{SO}_4^{2-}$ ，叫做硫酸根离子。硝酸铵  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  中的  $\text{NH}_4^+$  叫铵根离子， $\text{NO}_3^-$  叫做硝酸根离子，氯酸钾  $\text{KClO}_3$  中的  $\text{ClO}_3^-$  叫氯酸根离子，氢氧化钠  $\text{NaOH}$  中的  $\text{OH}^-$  叫氢氧根离子。

### [实验 4-3]

图 4-3 是实验室制取氢气的简易装置。需用氢气时，打开橡皮导管上的弹簧夹，稀硫酸从长颈漏斗流下，接触锌粒后，发生反应，产生氢气。不需要氢气时，夹紧橡皮管，试管内氢气压强增大，把硫酸压回漏斗上部，液面

---

目的是使试管内的空气排除，否则点火时会发生爆鸣现象

下降，硫酸和锌粒不再接触，反应停止。按图装好后，制取和收集氢气。

(1) 实验室一般用\_\_\_\_\_跟\_\_\_\_\_反应制备氢气。氢气可用\_\_\_\_\_法收集，也可用\_\_\_\_\_法收集。

(2) 置换反应是\_\_\_\_\_。通式表示为\_\_\_\_\_。

(3) 原子团，又叫\_\_\_\_\_，它是\_\_\_\_\_。

## 选学

### 启普发生器

实验室制取氢气通常在启普发生器里进行。启普发生器是由一位叫做启普(Kipp, 1808~1864)的荷兰人发明的。这种气体发生器，可以随时使制备气体的反应发生或停止，使用十分方便。启普发生器由三部分组成，即球形漏斗 a、双球形容器 b 和带活塞的玻璃导管 c，如图 4-5 所示。

现以制氢气为例，介绍启普发生器的使用和原理(图 4-6)。先拔去连接导气管的胶塞，小心地把锌粒装入中球。然后塞紧胶塞，把活塞 c 打开，将稀硫酸或盐酸从球形漏斗 a 倒入。注入酸后，酸先充满 b 的下半球，继而上升到中球，并跟锌粒接触(使之刚浸没锌粒为度)，发生反应，产生氢气，经导管并通过活塞放出。不用时，关闭活塞，氢气不能放出。中球内的氢气压强增大，把酸压入下半球，再沿长颈上升到球形漏斗 a 里，使锌粒跟酸脱离接触，反应停止。

### 想一想

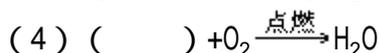
(1) 为什么图 4-3 中长颈漏斗的管口要插到液面下，而不能位于液面以上？

(2) 用排空气法收集氢气时，为什么集气瓶口要向下？

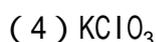
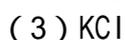
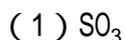
(3) 某同学绘出如图 4-7 的制取氢气的装置，图中有哪些错误？怎样改正？

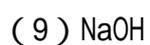
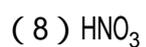
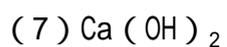
### 习题 4-1

1. 完成下列化学方程式，并注明反应类型。

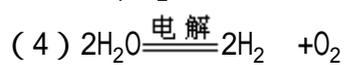
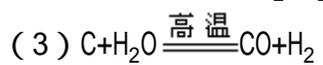
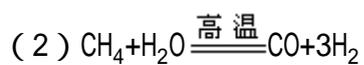


2. 下列物质中，有的含有原子团，写出原子团的名称，并在相应化学式的有关部分下划一横线。例：KClO<sub>3</sub> 氯酸根。





3. 下面是实验室或工业生产中制氢气反应的化学方程式，其中不属于置换反应的是（ ）。



## 第二节 氢气的性质和用途

### 氢气的性质

#### 1. 氢气的物理性质

氢气是一种没有颜色、没有气味的气体，难溶于水，在 101 千帕压强下，温度为 -252.87 时，可转变成无色液体；-259.1 时，变成雪状固体。在各种气体中，氢气的密度最小。标准状况下，1 升氢气的质量是 0.0899 克，比空气轻得多（只有同体积空气重的 1/14.38）。

#### 2. 氢气的化学性质

常温下，氢气的性质很稳定，不容易跟其它物质发生化学反应。但当条件改变时（如点燃、加热、使用催化剂等），情况就不同了。

##### (1) 可燃性

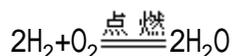
##### [实验 4-4]

在带尖嘴的金属导管口点燃纯净的氢气，观察火焰的颜色。把一个冷而干燥的烧杯置于火焰上方，观察烧杯壁上出现的现象。用手触烧杯，有何感觉？

##### <观察>

氢气在空气里燃烧，火焰为\_\_\_\_\_色。罩在火焰上方的烧杯壁上有\_\_\_\_\_。手触烧杯，感觉\_\_\_\_\_。

氢气在空气里燃烧，实际上是与空气里的氧气发生反应（见图 4-8），生成物是水。



这一反应过程中有大量热放出，在一般条件下（25℃，101 千帕），每千克氢气燃烧时，放热 143000 千焦。这一热值约为汽油的三倍。因此氢气可作高能燃料，在火箭上使用。我国长征 3 号火箭上就有用液氢燃料。

如果先把氢气和空气（或氧气）混合，然后再点燃，会发生什么现象呢？

##### [实验 4-5]

取一个一端开口，另一端有小孔的纸筒（或塑料瓶），用纸团（或手指）堵住小孔，开口一端朝下，通入一会儿氢气，使纸筒里的气体为氢气跟空气的混合气体。把纸筒拿到安全的地方，拔掉堵孔纸团（或移开手指），用燃着的木条在小孔处点火（为安全起见，点火时，人要离得远一些），小心观察发生的现象（图 4-9）。

在纸筒中点燃氢气和空气的混合气体后，反应迅速进行，在极短的时间内放出大量的热，使纸筒内的气体急剧膨胀，结果发生爆炸。经实验测定，当空气中所含氢气的体积占混合体积的 4% ~ 74.2% 时，点燃都会产生爆炸，这个体积分数范围叫爆炸极限。因此，使用氢气，要特别注意安全。点燃氢气前，一定要先检验氢气的纯度。千万不可粗心大意，否则，容易造成爆炸事故。

怎样检验氢气的纯度呢？

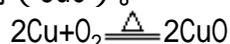
##### [实验 4-6]

用排水法收集一小试管氢气，待试管中的水全部排出后，用拇指堵住管口，从水槽中拿出试管，并使管口稍向下倾斜，接近酒精灯火焰，再移开拇指点火。如果听到轻微的“噗”声，表明氢气是纯净的。如果听到尖锐的爆鸣声，表明氢气不纯。这时需要重新收集和检验。如用排气法收集，则要用拇指堵住试管口一会儿，使试管内可能尚未熄灭的火焰熄灭，然后才能再收集氢气（或另取一支试管收集氢气）。继续检验它的纯度，直到试验表明氢气纯净为止（图 4-10）。

## （2）还原性

### [实验 4-7]

取一小块光亮的薄紫铜片，放在酒精灯的火焰上加热，观察发生的变化。加热时，铜片由暗红色逐渐变成黑色。这是因为加热时，铜跟空气中的氧气反应，生成黑色的氧化铜（CuO）。



在这个反应中，铜得到氧变成氧化铜，铜被氧化了，即铜发生了氧化反应。化学上，把得到氧的反应叫做氧化反应。能供给氧，使别的物质发生氧化反应的物质，叫做氧化剂。氧化剂具有氧化性。例如，在上述反应中，氧气具有氧化性，是氧化剂。

### [实验 4-8]

将上一实验得到的表面为黑色氧化铜覆盖的铜片（或另用氧化铜粉）放入干燥试管的底部，并按图 4-11 装配好。通入一会儿氢气后，再开始加热，观察现象。实验结束时，先移开酒精灯，并继续通入氢气直至冷却为止。

### <观察与思考>

反应前，氧化铜是\_\_\_\_\_色的。通入氢气并加热后，氧化铜逐渐转变为\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，试管口有\_\_\_\_\_生成。实验结束时，为什么要先移开酒精灯，并继续通氢气至冷却？把实验步骤改变成先加热，再通入氢气，行不行？为什么？

以上反应的实质是氢夺取氧化铜中的氧生成水，并使氧化铜变为红色的金属铜。



在这个反应中，氧化铜失去氧变成铜，氧化铜被还原了，即氧化铜发生了还原反应。这种含氧化合物失去氧的反应，叫做还原反应。能夺取含氧化合物里的氧，使它发生还原反应的物质，叫做还原剂。还原剂具有还原性。在上述反应中，氢气夺取氧化铜里的氧，使氧化铜发生还原反应，氢气具有还原性，氢气是还原剂。据此氢气可用来冶炼某些金属。如电灯泡里用的钨丝，就是用氢气还原三氧化钨而制得的，反应的化学方程式是：



三氧化钨 氢气 钨 水

### 练一练

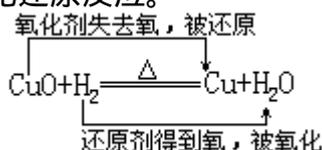
氢气是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_气味的气体，\_\_\_\_\_溶于水，氢气在空气中可以\_\_\_\_\_，产物是\_\_\_\_\_。氢气和氧气的混合物点燃时可能发生\_\_\_\_\_，点燃氢气前必须检验它的\_\_\_\_\_。氢气可使某些氧化物\_\_\_\_\_，具有\_\_\_\_\_。氧

化剂能供给\_\_\_\_\_，有\_\_\_\_\_性；还原剂能得到\_\_\_\_\_，有\_\_\_\_\_性。还原反应是\_\_\_\_\_，氧化反应是\_\_\_\_\_。

选学

### 氧化还原反应

在氧化铜跟氢气的反应中，对氧化铜来说，它在反应中失去氧，因而被还原成铜，发生的是还原反应。但是，对氢气来说，它在反应中得到氧，因而被氧化成水，发生的是氧化反应。可见，在这类反应中，有一种物质（氧化剂）失去氧，从而在反应中被还原，必然同时有另一种物质（还原剂）得到氧，从而在反应中被氧化。像这类有一种物质被还原的同时，有另一种物质被氧化的反应，叫做氧化还原反应。



氧化还原反应是自然界常见的一类反应，它与生产、生活和生命活动等都有密切关系。

想一想

氢气的用途有哪些？指出图中所举氢气的各种用途来自它的哪些性质？

选学

### 氢能源

在氢气的多种用途中，把氢用作能源是最值得重视的。

氢能源有许多优点：氢气燃烧时，放出的热量大；燃烧后生成的产物是水，无污染；氢来源于水，资源丰富，氢气可以管道输送；通过燃料电池，氢气燃烧反应的能量容易转换为电能，等等。

作为理想高能燃烧的液氢，目前已在宇宙火箭、航天飞机、导弹、燃氢汽车等方面应用。

此外，氢元素中的重氢（又称氘）是制造氢弹的主要原料。它们的原子核聚合到一块所释放的聚变能很大，1 千克氘通过聚变反应释放的能量与燃烧 1.2 万吨标准煤相当，比核电站反应堆里发生的裂变反应的能量大 4 倍！海水里含有几十万亿吨氘，按世界上目前的能量消耗水平计算，海水中的氘可供人类使用几百亿年。

目前，氢能源尚未得到广泛应用，这是因为在制造、贮存、运输氢气等方面都还有许多技术问题没有解决，世界上许多科学家正在这些领域进行研究。

现代社会的能源主要依靠石油、天然气和煤。使用这些燃料，尤其是燃煤，会造成空气污染。而且，在地球上这些资源是有一定限度的，按现在的产量开采下去，终有一天这些资源会趋于枯竭。因此，开发新能源，尤其是开发氢能源，对人类社会的发展是很有意义的。

1. 填空：

- (1) 用氢气还原氧化铜时，盛氧化铜的试管口要稍向下倾斜，目的是\_\_\_\_\_。
- (2) 点燃氢气前必须先\_\_\_\_\_，因为\_\_\_\_\_。
- (3) 氢气在氧气中燃烧时火焰呈\_\_\_\_\_色，反应的化学方程式是\_\_\_\_\_，硫在氧气中燃烧时火焰呈\_\_\_\_\_色，反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) 用排空气法收集比空气重的气体，集气瓶口应向\_\_\_\_\_，这叫做向\_\_\_\_\_排空气法；收集比空气轻的气体，集气瓶口应向\_\_\_\_\_，这叫做向\_\_\_\_\_排空气法。

2. 比较氢气和氧气的性质和检验法，填入下表。

气体		氢气	氧气
物理性质	颜色、气味、状态		
	密度		
	水中的溶解性		
化学性质	可燃性		
	还原性		
	氧化性		
检验法			

3. 用氢气还原氧化铜的实验操作有六步：在试管中装入氧化铜；在铁架台上夹住试管，并让管口稍微向下倾斜；加热氧化铜；通入氢气；停止通入氢气；移走酒精灯，停止加热。正确的操作顺序是（ ）。

- (A) (B)  
(C) (D)

4. 完成下列反应，并写出有关化学方程式。



### 第三节 化合价

#### 什么是化合价？

从前面的学习中可以看到：当不同的元素化合生成化合物时，各元素的原子个数比都有确定的数值。例如：

化合反应	各元素的原子个数比
$2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$	1 1
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$	1 1
$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$	2 1
$\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$	1 2
$4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$	2 5

化学上把一种元素以一定数目的原子跟其它元素一定数目的原子互相化合的性质，叫做这种元素的化合价。化合价是元素的一种重要性质。不同元素的化合价，可能是不同的。例如氯元素跟氢元素化合成氯化氢时，氯元素跟氢元素的原子个数比是 1 1；但氧元素跟氢元素化合生成水时，它们的原子个数比则是 1 2。可见，氯元素和氧元素的化合价是不同的。下表列出常见元素的化合价。

表 4-1 常见元素的化合价

元素名称	元素符号	常见化合价	元素名称	元素符号	常见化合价
氢	H	+1	铝	Al	+3
钠	Na	+1	锰	Mn	+2 , +4 , +6 , +7
钾	K	+1	氟	F	-1
银	Ag	+1	氯	Cl	-1 , +1 , +5 , +7
镁	Mg	+2	氧	O	-2
钙	Ca	+2	硫	S	-2 , +4 , +6
钡	Ba	+2	氮	N	-3 , +2 , +4 , +5
铁	Fe	+2 , +3	磷	P	-3 , -3 , +5
锌	Zn	+2	碳	C	+2 , +4
铜	Cu	+1 , +2	硅	Si	+4

#### 怎样确定化合价？

化合价有正价和负价。不同元素的化合价的数值可能相同，也可能不同。下述几条规律有助于我们确定元素的化合价。

(1) 氢元素跟其它非金属元素化合时，常显+1价。例如，在 HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> 等化合物中，氢元素都是+1价。

(2) 氧元素在化合物中, 常显-2 价。例如, 在  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  等化合物中, 氧元素都显-2 价。

(3) 金属元素跟非金属元素化合时, 金属元素通常显正价, 非金属元素通常显负价。例如, 在  $\text{NaCl}$  中, 钠元素显+1 价, 氯元素显-1 价。

(4) 在化合物中, 各种元素的正负化合价的代数和等于零。例如在  $\text{CaO}$  中,  $\text{Ca}$  为+2 价,  $\text{O}$  为-2 价, 所以  $+2+(-2)=0$ 。

(5) 化合价是元素形成化合物时表现出来的一种性质, 因此, 在单质分子中, 元素的化合价为零。例如, 在  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  等分子中, 氢、氯、氧和氮元素的化合价都为 0。

(6) 带电的原子团也表现出一定的化合价, 它的数值等于所带电荷数。例如, 铵根离子  $\text{NH}_4^+$ , 带 1 个单位正电荷, 化合价为+1 价; 氢氧根离子  $\text{OH}^-$ , 带 1 个单位负电荷, 化合价为-1 价。同理,  $\text{SO}_4^{2-}$  为-2 价,  $\text{PO}_4^{3-}$  为-3 价。

### 化合价和化学式的关系

化合价和化学式密切相关。根据物质的化学式, 可以求出元素的化合价; 或者, 根据元素的化合价, 可以写出物质的化学式。下面举例说明。

例 1 标出下列物质中各元素的化合价。

氢气 氯化氢 金属锌 氧化锌 氢氧化钠

解: (1) 先写出各物质的化学式。

$\text{H}_2$   $\text{HCl}$   $\text{Zn}$   $\text{ZnO}$   $\text{NaOH}$

(2) 在各化学式元素符号的上方标出相应的化合价:

$\overset{0}{\text{H}_2}$      $\overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{Cl}}$      $\overset{0}{\text{Zn}}$      $\overset{+2}{\text{Zn}}\overset{-2}{\text{O}}$      $\overset{+1}{\text{Na}}\overset{-2}{\text{O}}\overset{+1}{\text{H}}$

(3) 检查: 核实各化学式中, 各元素正、负化合价的代数和是否等于零。

例 2 试求  $\text{NH}_4\text{Cl}$  中氮元素的化合价。

解: 查表 4-1 可知氢元素为+1 价, 氯元素为-1 价, 而氮元素可有-3, +2, +4, +5 等化合价。为确定  $\text{NH}_4\text{Cl}$  中氮元素的化合价, 可根据化合物中正负化合价代数和为 0 的原则, 列式求得。

设氮的化合价为  $x$ , 则有:  $\overset{x}{\text{N}}\overset{+1}{\text{H}_4}\overset{-1}{\text{Cl}}$

列式:  $x \times 1 + 1 \times 4 + (-1) \times 1 = 0$

故  $x = 1 - 4 = -3$

答: 在  $\text{NH}_4\text{Cl}$  中, 氮元素的化合价为-3。

例 3 已知铁有两种氧化物, 其中铁的化合价分别为+2, +3。写出这两种氧化物的化学式。

解: (1) 写出铁为+2 价的氧化物的化学式。

已知铁为+2 价, 而氧为-2 价, 按规定写出化学式  $\text{FeO}$ , 这一氧化物叫做氧化亚铁。

(2) 写出铁为+3 价的氧化物的化学式。

排好元素符号顺序 (正价在左, 负价在右):  $\text{FeO}$

标出各元素的化合价:  $\overset{+3}{\text{Fe}}\overset{-2}{\text{O}}$

把两种元素化合价的绝对值交叉写在元素符号的右下方，可约简的则约简： $\overset{+3}{\text{Fe}}_2\overset{-2}{\text{O}}_3$ 。由此得化学式 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，这一氧化物叫做氧化铁。

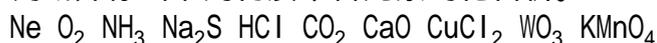
检查各元素正负化合价的代数和是否为零，如为零所得化学式正确。

$$(+3) \times 2 + (-2) \times 3 = 6 - 6 = 0$$

- (1) 化合价是\_\_\_\_\_的性质，它是跟\_\_\_\_\_互相\_\_\_\_\_的性质。
- (2) 氢元素的化合价常等于\_\_\_\_\_，氧元素的化合价常等于\_\_\_\_\_。
- (3) 在化合物中，金属元素常显\_\_\_\_\_价，非金属元素常显\_\_\_\_\_价。
- (4) 在化合物中，各种元素的化合价的\_\_\_\_\_和等于\_\_\_\_\_。
- (5) 在单质分子里，元素的化合价等于\_\_\_\_\_。

### 习题 4-3

1. 判断并标出下列物质中各元素的化合价。



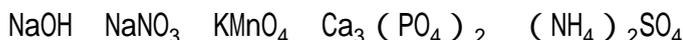
2. 把相应化合物的化学式和名称填在表中空格里：

正价一方		$\overset{+1}{\text{H}}$	$\overset{+1}{\text{K}}$	$\overset{+2}{\text{Mg}}$	$\overset{+2}{\text{Ba}}$	$\overset{+2}{\text{Fe}}$	$\overset{+3}{\text{Fe}}$	$\overset{+3}{\text{Al}}$
$\overset{-2}{\text{O}}$	化学式							
	名称							
$\overset{-1}{\text{Cl}}$	化学式							
	名称							
$\overset{-2}{\text{S}}$	化学式							
	名称							
$(\overset{-2}{\text{SO}_4})$	化学式							
	名称							

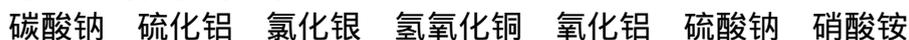
3. 改正下列错误的化学式。



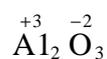
4. 下列化合物里有哪些原子团？在原子团的上方标出它的化合价。



5. 写出下列物质的化学式。



6. 下列符号中的“2”各表示什么意义？



7. 有一种元素 X，它的化合价为+n，写出该元素与氧元素所组成化合物的化学式。

## 本章小结

### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	氢气的制法和化学性质
理解	置换反应
了解	化合价、化合价和化学式、氧化反应、氧化剂、还原反应、还原剂、氢气的物理性质和用途

### 知识概要

#### 1. 氢气 (H<sub>2</sub>)

制法	原理： $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$ 收集方法：排水集气法或向下排空气法
物理性质	无色、无气味、最轻的气体，难溶于水
化学性质	可燃性： $2H_2+O_2\stackrel{\text{点燃}}{=}2H_2O$ 还原性： $CuO+H_2\stackrel{\Delta}{=}Cu+H_2O$
用途	火箭燃料、化工原料、充气球、氢氧焰等

#### 2. 化合价

定义	一种元素以一定数目的原子跟其它元素一定数目的原子化合的性质
规律	在化合物里，正负化合价的代数和为零。金属元素常显正价，非金属元素显负价。氢常为+1价，氧常为-2价

### 复习题

- 下列生成氢气的反应中，不属于置换反应的是\_\_\_\_\_。  
(A)  $Fe+H_2SO_4=FeSO_4+H_2$   
(B)  $C+H_2O\stackrel{\text{高温}}{=}CO+H_2$   
(C)  $2CH_4+O_2\stackrel{\text{高温}}{=}2CO+4H_2$   
(D)  $CH_4+H_2O\stackrel{\text{高温}}{=}CO+3H_2$
- 元素 X 和 Y 都没有可变化合价，从化合物 XY<sub>3</sub> 和 X<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 可知 Y 的化合价数值为\_\_\_\_\_。  
(A) -1 (B) -3  
(C) +1 (D) +7
- 实验室里用简易装置制取和收集（排水法）氢气时，所需的主要仪器是\_\_\_\_\_。  
(A) 大试管、长颈漏斗、酒精灯、带胶塞导管、集气瓶

(B) 烧瓶、长颈漏斗、集气瓶、水槽

(C) 长颈漏斗、大试管、集气瓶、水槽

(D) 大试管、带胶塞导管、长颈漏斗、集气瓶、水槽、铁架台、玻璃

片

4. 在下列物质中： $\text{KClO}_3$ ， $\text{HClO}_4$ ， $\text{Cl}_2$ ， $\text{NaClO}$ ， $\text{NaClO}_2$ ， $\text{MgCl}_2$ ，按氯元素的化合价由低到高的排列顺序是（用序号填写）\_\_\_\_\_。

5. 某学生做氢气还原氧化铜的实验时，看到试管里的氧化铜已全部变为光亮的红色便立即停止通入氢气，然后再慢慢移开酒精灯，结果看到试管里红色的固体表面又逐渐变黑色，为什么？写出有关的反应方程式。

6. 根据氢气的密度，计算在标准状况下 2.016 克氢气所占的体积为多少升。

7. 在某种铁的氧化物中，铁元素和氧元素的质量比为 7 : 3，求此氧化物的化学式。

8. 多少克  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与 36 克水所含的氢元素质量相同。

## 第五章 碳

与氢、氧两元素一样，碳元素对人类有十分重要的意义。碳是构成地球上生命现象的基本元素，也是给人类社会提供能源的主要元素。目前人们知道的一千多万种化合物中，绝大多数都是碳的化合物。

### 第一节 碳的单质

#### 碳的几种单质

金刚石和石墨都是由碳元素组成的单质，但由于碳原子的排列方式不同，使这些单质具有不同的物理性质。

##### 1. 金刚石

纯金刚石是无色透明的正八面体形晶体。在天然物质中，金刚石的硬度最大，可用来切割玻璃和大理石。金刚石的导热性很好，但不导电。天然产的金刚石极为稀少且名贵，常加工为光彩夺目的钻石。1977年山东常林发现了一颗重158.7克拉的特大钻石，质量居世界金刚石的第十四位。人工合成的金刚石粒度较小，通常用作磨料、钻头、裁割玻璃的玻璃刀等。

我国辽宁瓦房店、湖南常德、山东郯城等地，都有金刚石矿场，开采天然金刚石。

##### 2. 石墨

晶体呈片状，显深灰色，不透明且有金属光泽。石墨的导电性能良好，常用来制作电刷、电极，干电池中的碳棒就是石墨。石墨耐高温，导热性也很好，常用来制造冶炼金属用的石墨坩埚和石墨砖等。石墨质软，手摸它有滑腻的感觉。石墨粉可作高温条件下运行的机器的润滑剂。石墨在纸上划过会留下深灰色条纹，用它与粘土按一定比例混合，可压制成铅笔芯。粘土掺得越多，铅笔芯越硬。铅笔上常标有“H”，“B”记号，其中“H”表示硬，“B”表示软，“HB”表示软硬适中。最硬的铅笔，常用“6H”表示，最软的表示为“6B”。

##### [实验 5-1]

取2B，HB和4H三种型号的铅笔各一支，把两端的木头削去露出笔芯，用两节干电池和小灯泡与笔芯串联，比较灯泡发亮情况。用干电池中的碳棒和木炭，分别进行类似实验，结果如何？

从本实验中可得出哪些结论？

##### 3. 无定形碳

碳单质的存在形式，除了金刚石和石墨两种晶形碳外，还有无定形碳。无定形碳有许多品种，如炭黑、木炭、活性炭、焦炭，它们主要是由微小的石墨晶体和少量杂质构成的。

炭黑是非常幼细的黑色粉末，可由天然气、乙炔、松脂等不完全燃烧而制得。烟炱就是一种炭黑，用于制作油墨、油漆、墨汁等。

木炭是由木材干馏（即把木材隔绝空气强热，其生成物除木炭外，还有木焦油和木煤气）而得的黑色多孔性固体，可作燃料或还原剂，用于冶炼金属。

在高温下，用水蒸气通过木炭，可以制得活性炭。活性炭比木炭更为疏松多孔，具有很大的表面积，对许多气体或有机色素有很强的吸附能力或脱色能力。因此，活性炭可作电冰箱的除臭剂、净水过滤器、防毒面具的滤毒罐、脱色剂等。

#### [实验 5-2]

取两个锥形瓶，一瓶充满红棕色的二氧化氮气体（或溴蒸气），塞紧；另一瓶装入半瓶水，再加一滴蓝墨水。往两瓶中各投入一角匙颗粒状的活性炭，振荡，并将含墨水的溶液过滤，观察现象。

可以看到，红棕色的二氧化氮气体和溶液的蓝色都消失或变浅了，这表明活性炭具有吸附能力，它把气体或溶液中的有色物质吸附在表面上，因而颜色消退。

焦炭是煤高温干馏的固体产物，质地坚硬而多孔，在工业中用作燃料和炼铁的还原剂。

此外，还有纤维态存在的碳，叫做碳纤维。碳纤维质轻，但强度比钢还大，用它制成的增强塑料，是制造飞机、火箭、宇宙飞船的特优材料。

### 碳的化学性质活泼吗？

碳的单质（无论是金刚石、石墨还是无定形碳）都由碳元素组成，因而都表现出相同的碳元素的化学性质。它们在常温时非常稳定，受日光照射或与空气和水分接触，都不起变化，也不与一般化学试剂发生反应。所以用墨汁书写或绘制的字画和文献资料，能够耐久，长期保存。

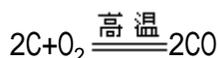
碳在高温时，化学活泼性大大增强，表现为碳的可燃性和还原性。

#### 1. 可燃性

碳在氧气或空气中完全燃烧时，生成二氧化碳并放出大量的热。



如果空气不足，燃烧不完全，则除生成二氧化碳外，还会产生一氧化碳，并放热。



#### 2. 还原性

#### [实验 5-3]

如图 5-2，在试管里装入适量干燥的木炭粉和氧化铜的混合物。加热，观察现象。

#### <观察与思考>

(1) 反应前，混合物呈\_\_\_\_\_色，石灰水溶液是\_\_\_\_\_的（澄清还是浑浊？）

(2) 加热反应时，石灰水溶液中有\_\_\_\_\_出现，溶液由\_\_\_\_\_变\_\_\_\_\_成。这是碳酸钙沉淀，它是石灰水（氢氧化钙溶液）跟二氧化碳反应的产物。证明反应中有\_\_\_\_\_气体产生。

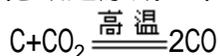
(3) 反应后，\_\_\_\_\_色的混合物转变成\_\_\_\_\_色，这是\_\_\_\_\_。证明氧化铜被\_\_\_\_\_了。（填还原或氧化）

在上述反应中，木炭跟氧化铜反应，生成铜和二氧化碳。



这个反应证实，碳具有还原性。在冶炼工业中，常用碳把氧化物矿石还原成相应的金属。例如炼铁、炼锌等。

此外，炽热的碳可使二氧化碳还原成一氧化碳。



又如炽热的碳可使水蒸气还原。



反应所得的一氧化碳和氢气的混合气体，在工业上叫做水煤气。

### 练一练

(1) 金刚石和石墨都是由\_\_\_\_\_元素组成的\_\_\_\_\_因而它们的\_\_\_\_\_性质相同；二者的区别是\_\_\_\_\_，它们的\_\_\_\_\_性质不同。

(2) 在常温时，碳的化学性质\_\_\_\_\_，但在高温时\_\_\_\_\_。碳完全燃烧时生成\_\_\_\_\_，不完全燃烧时生成\_\_\_\_\_。碳在高温下，可使某些氧化物\_\_\_\_\_，具有\_\_\_\_\_。想一想

有人说：“从元素组成的角度来看，名贵的钻石和低廉的石墨块都是一样的。”你同意这种说法吗？设计一个实验，用以支持你的论点。

### 习题 5-1

1. 下述说法是否正确，如不正确应该如何改正？

(1) 石墨和金刚石的物理性质不同是由于组成它们的元素不同造成的。

(2) 石墨可用作电极、坩埚、润滑剂，但不能用来制造钻头。

(3) 活性炭可用来净化某些气体和液体，因为活性炭有很大的体积，可发生吸附作用。

(4) 木材干馏制取木炭是物理变化。

(5) 碳燃烧的产物一定是二氧化碳。

(6) 金刚石在氧气中完全燃烧的产物和燃烧木炭的产物相同。

(7) 炽热的碳能把二氧化碳还原为一氧化碳。

(8) 在上题反应中，碳起氧化剂的作用，二氧化碳起还原剂的作用。

(9) 二氧化碳是由一个碳原子和两个氧原子构成的。

2. 用线条把彼此相关的物质、性能、用途连接起来：

物质	性能	用途
石墨	导电性良	作润滑剂
	导热性良	磨料、钻头
	硬度大	作电极
	耐高温	制铅笔
金刚石	质软、呈灰色	制装饰品
	光彩夺目	制坩埚
	滑腻	制玻璃刀

## 第二节 碳的氧化物

碳有两种氧化物，即二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和一氧化碳（CO），虽然它们的分子构成只相差一个氧原子，但它们的性质却有很大差别。

### 二氧化碳

#### 1. 二氧化碳有哪些性质？

##### [实验 5-4]

观察一瓶二氧化碳的颜色和状态，并闻一闻它的气味。把一只活的小昆虫投入该瓶中，观察它的活动状况的变化。

##### [实验 5-5]

如图 5-3 所示，在烧杯中放置两支高度不同的点燃的蜡烛，将一瓶二氧化碳气体，沿烧杯壁慢慢倒入其中，观察现象。

##### <观察与思考>

二氧化碳是\_\_\_\_\_颜色、\_\_\_\_\_气味的气体，小昆虫在其中\_\_\_\_\_。

二氧化碳倒入烧杯后，燃着的蜡烛\_\_\_\_\_，首先熄灭的是\_\_\_\_\_，说明\_\_\_\_\_。

（1）二氧化碳是没有颜色、没有气味的气体，可溶于水。在标准状况下，二氧化碳的密度是 1.977 克/升，约为空气重的 1.5 倍。

在加压和降温冷却的条件下，二氧化碳会转变为液体。温度更低时，液态二氧化碳可以凝固为白色雪状固体，叫做“干冰”（见彩图 5-4）。干冰可升华，由固体直接转化为气体二氧化碳。

（2）二氧化碳不能燃烧，也不支持一般可燃物的燃烧。

二氧化碳不能支持动物呼吸。通常空气中含二氧化碳很少（0.03%），对人无碍，如果超过 1%即有害处，会使人不适，超过 10%，使人不省人事，呼吸停止而死亡。长期封闭的地下室或深井，可能积累有高浓度的二氧化碳，人进入前应先做点火试验，如果明火熄灭，则不要贸然进入，否则容易发生事故。

（3）二氧化碳溶于水生成碳酸。

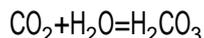
##### [实验 5-6]

在试管中盛 2 毫升紫色石蕊试液，然后向溶液中通入二氧化碳，观察溶液颜色变化。再将溶液加热，有何变化？

##### <观察>

通入二氧化碳后，紫色石蕊试液变成\_\_\_\_\_色，再加热后\_\_\_\_\_。

二氧化碳溶于水，部分与水化合生成碳酸，使紫色石蕊试液变成红色。



碳酸不稳定，加热时发生分解，从溶液里逸出二氧化碳，石蕊试液便由红色变回紫色。



---

石蕊试液是一种指示剂溶液，它在酸性溶液中颜色由紫变红。

(4) 二氧化碳和石灰水反应生成碳酸钙。

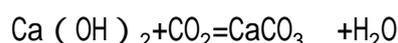
[实验 5-7]

在试管中，盛入 1/3 体积的澄清石灰水，往其中通入二氧化碳，注意观察。当出现浑浊进而又澄清之后，停止通二氧化碳，将试管加热，再观察现象。

<观察>

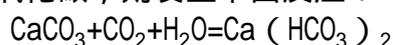
二氧化碳通入澄清石灰水中后，出现\_\_\_\_\_。继续通入二氧化碳后，  
\_\_\_\_\_石灰水复变\_\_\_\_\_。再加热后，又出现\_\_\_\_\_。

实验中第一次出现的白色浑浊，是反应生成的碳酸钙沉淀，化学方程式是：



因此，利用澄清石灰水可以检验二氧化碳的存在。

如果通入过量的二氧化碳，则发生下面反应：

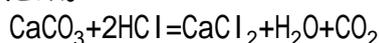


由于碳酸氢钙可溶于水，所以白色浑浊液复变澄清。如果把碳酸氢钙溶液加热，又会出现白色浑浊，这是因为碳酸氢钙受热分解并生成碳酸钙沉淀。



2. 怎样制备二氧化碳？

在实验室中，常用大理石或石灰石（它们的主要成分是碳酸钙）与稀盐酸反应的方法制备二氧化碳。



[实验 5-8]

在图 5-5 所示装置中，用大理石（或石灰石）和稀盐酸制取和收集二氧化碳，并用燃着的火柴放在集气瓶口，检验瓶内是否充满了二氧化碳。

<观察与思考>

当大理石和稀盐酸接触后，可看见\_\_\_\_\_。

实验所用的气体收集方法是\_\_\_\_\_法，因为二氧化碳气体比空气\_\_\_\_\_。

实验中用什么方法检验集气瓶内已装满气体？为什么？实验装置中的长颈漏斗管口，为什么要浸入溶液中？

在工业上，二氧化碳可以从石灰窑排气中提取。在石灰窑中，石灰石受热分解，放出二氧化碳。



这个反应是用石灰石烧制生石灰（CaO）的原理。

除大理石、石灰石外，白垩、贝壳、蛋壳的主要成分也是碳酸钙（图 5-6）。我国有很丰富的碳酸钙资源。大理石是优良的建筑材料。石灰石除用作烧制生石灰外，还是炼铁和水泥工业的基本原料（参见第八章第二节）。

3. 二氧化碳有哪些用处？

二氧化碳是一种化工原料，在制造汽水、纯碱、尿素等工业中使用。“干冰”可用于人工降雨，并可在舞台上用来产生人造云雾，增强演出效果。在

粮仓和水果、蔬菜等仓库中，充入二氧化碳，可延长贮存期。二氧化碳还用于灭火。二氧化碳是植物进行光合作用的基本原料（图 5-7）。

### 练一练

二氧化碳是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_气味的气体，密度比空气\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_溶于水生成\_\_\_\_\_，它使紫色石蕊试液变\_\_\_\_\_。二氧化碳\_\_\_\_\_。支持燃烧，它和澄清石灰水反应生成\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_的，这个反应常用来\_\_\_\_\_。

实验室制备二氧化碳的方法是\_\_\_\_\_。

收集二氧化碳的方法是\_\_\_\_\_，因为\_\_\_\_\_。检验集气瓶内已充满二氧化碳的方法是\_\_\_\_\_。

### 想一想

下面一首诗是明朝于谦（1398~1457）所作。在诗中，作者借某化合物比喻自己的意志和情操。

千锤万击出深山，烈火焚烧若等闲。

粉身碎骨全不怕，要留清白在人间。

猜一猜诗中赞颂的是什么化合物？根据你对该化合物的认识，对诗中的描述作出解释。

### 做一做

取一瓶汽水，去掉瓶盖，换上配有玻璃导管的橡皮塞，把瓶中逸出的气体导出，通入澄清石灰水中（图 5-8）观察现象。

## 选学

### 溶洞的形成、硬水

在自然界，溶有二氧化碳的雨水，会使石灰石构成的岩层部分溶解，从而形成各种奇特壮观的溶洞，如桂林的七星岩、芦笛岩，肇庆的七星岩等。在溶洞里，有千姿百态的钟乳石和石笋，它们是由碳酸氢钙分解后又沉积出来的碳酸钙形成的，见彩图 5-9 奇特的石灰岩溶洞（广东蟠龙洞）。

天然河水或井水中，常常含有碳酸氢钙、碳酸氢镁、硫酸钙、硫酸镁等杂质，如果含量较大，则这种水叫做硬水。硬水不宜作工业用水，因它在锅炉中受热分解会形成锅垢，造成导热不良，浪费燃料，甚至酿成事故。硬水也不宜饮用，如长期饮用，会患消化系统和泌尿系统疾病。用硬水洗涤衣物，洗涤效果差。

### 温室效应

从生物课中，我们知道植物在进行光合作用时，吸收二氧化碳，并放出氧气，这对地球上的生命活动是至关重要的。因此，空气中必须含有一定量的二氧化碳。但是，近几十年以来，由于工业的迅猛发展，大量使用煤和石油为燃料，它们的燃烧产物二氧化碳被排进大气，造成大气中二氧化碳含量过分增加。二氧化碳在大气层中，就像温室的玻璃那样，阳光可以透过，又有保温作用，因而会造成地球的温度上升。因为它和玻璃温室的情形类似，所以叫做“温室效应”（图 5-10）。据科学家统计，本世纪 80 年代以来是

有气温记录的 130 年中最暖和的年份。气温升高会破坏自然界的生态平衡，对海平面、农业、森林、生物物种、水资源、人类健康等都将产生重大影响。气候反常、风暴、水灾、旱灾等自然灾害也和地球变暖有关。这些情况已经引起全世界的关注，许多科学家正投身于这方面的研究，寻找对付“温室效应”的良策。譬如，大力推广和发展核能、电能、太阳能、氢燃料，大量种草和植树造林等。据统计，每 10000 米<sup>2</sup>森林，每天可吸收二氧化碳 1000 公斤，经过光合作用放出氧气 730 公斤，见图 5-11。

## 一氧化碳

在空气不足的情况下，碳燃烧时会产生一氧化碳，汽车、摩托车、拖拉机排出的废气中也含有一氧化碳。

### 1. 一氧化碳的性质

[实验 5-9] 观察贮气瓶内的一氧化碳的颜色和状态。

一氧化碳是没有颜色、没有气味的气体，难溶于水，在标准状况下，它的密度是 1.250 克/升，比空气稍轻。

一氧化碳的化学性质主要表现在：

#### (1) 可燃性

[实验 5-10]

在盛有一氧化碳的贮气瓶的导管口点火，观察一氧化碳火焰的颜色。用内壁附有澄清石灰水的烧杯罩在火焰上，观察石灰水有何变化。

<观察>

一氧化碳燃烧时火焰呈\_\_\_\_\_色，烧杯内壁的澄清石灰水变为\_\_\_\_\_，证明产物中有\_\_\_\_\_。

一氧化碳燃烧时放出大量的热。火焰呈蓝色。



烧煤炉看见的蓝色火焰就是一氧化碳燃烧所产生的。

#### (2) 还原性

[实验 5-11]

按图 5-12 装置，在玻璃管中盛少量氧化铜粉末，通入一氧化碳，然后加热，注意黑色氧化铜和石灰水的变化。

<观察与思考>

(1) 通入一氧化碳并加热起反应后，\_\_\_\_\_色的氧化铜转变成\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_。

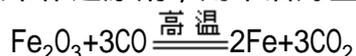
(2) 澄清的石灰水变\_\_\_\_\_，表明产物中有\_\_\_\_\_。

(3) 装置末端放出的气体\_\_\_\_\_燃烧，说明其中还含有\_\_\_\_\_。为什么要把这种气体烧掉？

以上实验表明，一氧化碳具有还原性，它可以夺取氧化铜中的氧，使氧化铜还原为铜。



在工业上，一氧化碳常作还原剂，用来冶炼金属，如炼铁等。



## 2. 一氧化碳的毒性

### [实验 5-12]

把一只活的小昆虫投入装满一氧化碳的集气瓶中，观察它的活动状况的变化。

在生物课中，大家已知道一氧化碳是剧毒气体。开始中毒时，感到头痛，呼吸困难，继而昏迷、痉挛，最后使人致死。一氧化碳中毒的原因是由于它通过肺部进入血液后，与血液里的血红蛋白牢固结合（一氧化碳与血红蛋白的结合力比氧气大 210 倍），使血液失去输氧能力，造成体内严重缺氧，特别是脑细胞，会因缺氧而很快坏死。在室内烧的煤炉，或在浴室内安装的煤气热水器，如果空气供应不足，燃烧不完全，会产生一氧化碳，可能造成中毒事故，要注意防止。吸烟产生的气体中含有一氧化碳、尼古丁等有毒物质。为了自己和他人的健康，大家都要自觉地不抽烟。

### 练一练

#### 比较一氧化碳和二氧化碳的异同点

气体	化学式	物理性质				化学性质			毒性
		颜色	气味	密度	水溶性	可燃性	还原性	与石灰水反应	
一氧化碳									
二氧化碳									

### 想一想

#### 灭火与灭火器

(1) 有几种方法可以使点燃的蜡烛熄灭。根据是什么？

(2) 在实验室中不慎弄翻酒精灯，引起着火，应该如何扑灭？

火灾会给人们的生命和财产造成巨大损失。因此，林场、矿山、工厂、商店、仓库、楼房等都应有足够的和有效的防火措施，防止火灾发生。一旦发生火灾，要迅速采取措施灭火。

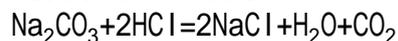
我们知道，燃烧必须同时具备三要素：可燃物、氧气和温度达到着火点（图 5-13）。缺少其中一个要素，燃烧就会停止。因此，灭火的基本原理就是使可燃物隔绝空气，或把温度降低到着火点以下。

灭火的方法有很多，例如，大量泼水、用砂覆盖、使用灭火器等。

### [实验 5-13] 泡沫灭火器的原理

按图 5-14 准备好有关实验装置。在小试管中盛入 3/4 体积浓盐酸，吸滤瓶里盛 1/4 体积碳酸钠溶液，塞紧塞子。将吸滤瓶倒转，并用手压紧瓶塞，摇动，观察现象。实验时注意安全，吸滤瓶侧管不要对着人。

盐酸和碳酸钠溶液混合后，发生化学反应：



放出大量二氧化碳，从瓶嘴喷出。由于二氧化碳不能燃烧，也不支持一般可燃物的燃烧，故可灭火。这就是泡沫灭火器的原理。

图 5-15 为泡沫灭火器的结构图。灭火器的品种很多，详见表 5-1。

表 5-1 灭火器的类型和使用

灭火器类型	药液成分	适用范围
泡沫灭火器	$Al_2(SO_4)_3$ 和 $NaHCO_3$	适用于油类起火
二氧化碳灭火器	液态二氧化碳	适用于电器设备着火，小范围有机溶剂着火，以及忌水化学药物着火
干粉灭火器	碳酸氢钠和压缩二氧化碳等	适用于油、气起火
1211 灭火器	$CF_2ClBr$	特别适用于扑灭油类、电器设备、精密仪器、图书文件着火

灭火注意事项：

(1) 防止火势蔓延。移开可燃物，断开电源，停止通风，关闭防火门切断火路。

(2) 迅速扑灭着火源。木材、纸张、衣物等着火，可用水浇灭。油类、酒精等有机物燃烧着火，宜用湿布、石棉布或砂子盖灭，或用灭火器扑灭。身上的衣服着火时，应立即用湿布或石棉布压灭火焰，如果燃烧面积大，可倒地打滚，但绝对不可慌张乱跑。（为什么？）

(3) 会与水发生剧烈化学反应的药物（如金属钾、钠、钙、镁、铝粉、电石等）着火时，不能用水灭火，宜用砂子盖灭。

## 习题 5-2

1. 选择题：

(1) 实验室里制取二氧化碳常用的方法是（ ）。

- (A) 碳酸钙与硫酸反应                      (B) 木炭燃烧  
(C) 煅烧石灰石                              (D) 大理石与稀盐酸反应

(2) 下列气体中有剧毒的是（ ）。

- (A)  $CO_2$                                       (B)  $N_2$   
(C)  $H_2$                                         (D)  $CO$

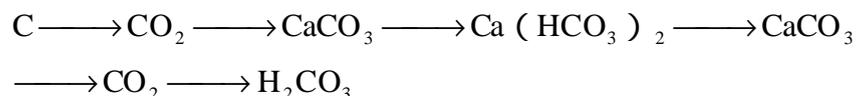
(3) 用相同质量的氢气和一氧化碳分别还原足量的氧化铜，所得铜的质量是（ ）。

- (A) 一样多                                      (B) 氢气还原的多  
(C) 一氧化碳还原的多                      (D) 无法比较

(4) 除去混入一氧化碳中的少量二氧化碳，应采取的化学方法是（ ）。

- (A) 用燃着的木条点燃                      (B) 通过盛有石灰水的洗气瓶  
(C) 通过灼热的氧化铜                      (D) 用水吸收

2. 写出下列各步反应的化学方程式。



3. 用下列气体填空：氧气、氢气、一氧化碳、二氧化碳。

- (1) 跟空气混合，点燃时可能发生爆炸的是\_\_\_\_\_。
- (2) 能使带火星的木条燃烧的是\_\_\_\_\_。
- (3) 能灭火的是\_\_\_\_\_。
- (4) 能使灼热的氧化铜还原成铜的是\_\_\_\_\_。
- (5) 能使澄清石灰水变浑浊的是\_\_\_\_\_。
- (6) 会使人中毒的是\_\_\_\_\_。
- (7) 会使空气污染的是\_\_\_\_\_。
- (8) 能在空气中燃烧的是\_\_\_\_\_。
- (9) 能使紫色石蕊试液变红的是\_\_\_\_\_。
- (10) 光合作用必需的是\_\_\_\_\_，产生的是\_\_\_\_\_。

4. 比较氧气、氢气和二氧化碳三种气体实验室制法的反应原理、实验装置、收集和检验方法。

### 第三节 根据化学方程式的计算

化学方程式表明反应物和生成物是什么，并且表明了反应前后各物质之间的质量关系。因此，可以根据化学方程式进行一系列化学计算。例如，计算投入一定质量的原料（反应物），可以生产多少产品（生成物）；计算要生产一定质量的产品，应投放多少原料。下面举例说明。

例 1 在实验室中，将 15.3 克氯酸钾与少量二氧化锰混合加热至完全分解，可生成多少克氧气？

解题步骤

书写格式

(1) 设未知数

解：设生成氧气的质量为  $x$ 。

(2) 确定根据，即写出



(3) 找相关量，即标出

$2 \times 122.5$                    $3 \times 32$

跟计算相关的量

15.3 克                   $x$

(4) 列比例式

$2 \times 122.5$      $3 \times 32 = 15.3 \text{ 克} \quad x$

(5) 求未知数  $x = \frac{3 \times 32 \times 15.3 \text{ 克}}{2 \times 122.5} = 6.0 \text{ 克}$

(6) 回答问题

答：可生成 6.0 克氧气。

在本例题中，给出根据化学方程式进行计算必须注意的解题步骤。在实际计算时，只要求写出“书写格式”部分的内容。

例 2 某金属冶炼厂，用纯净氢气还原三氧化钨，制取用于拉制灯泡钨丝的钨，今欲制取 60 千克钨，需要多少千克三氧化钨？

解：设需用三氧化钨的质量为  $x$ 。



184 + 16 × 3    184

= 232

$x$                   60 千克

232    184 =  $x$     60 千克

$x = \frac{232 \times 60 \text{ 千克}}{184} = 75.7 \text{ 千克}$

答：需用 75.7 千克三氧化钨。

想一想

在上例中，若所用三氧化钨含有杂质，则为制取 60 千克钨，需用的三氧化钨应该是哪种情况？(a) > 75.7 千克，(b) < 75.7 千克，(c) = 75.7 千克。

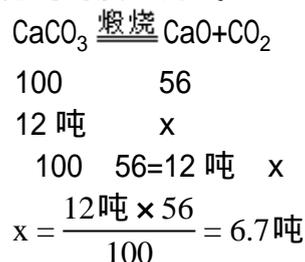
当反应物或生成物含有一定量的杂质时，应该怎样进行计算呢？化学方程式表示的是纯物质间的质量关系，因此，在进行有不纯物质参与反应的计算时，必须首先求出纯净物的质量，然后才能按化学方程式所表示的质量关系进行计算。

例 3 某石灰厂用含 80% 碳酸钙的石灰石烧制生石灰，今在石灰窑中装入石灰石 15 吨，问烧成后的产物中含氧化钙多少吨？

解：(1) 因所用石灰石含有杂质，所以要先求出纯碳酸钙的质量。

计算公式是：纯净物质量=混合物质量×纯度  
石灰石中含纯碳酸钙的质量是 15 吨×80%=12 吨。

(2) 设生成物中含氧化钙的质量为 x。

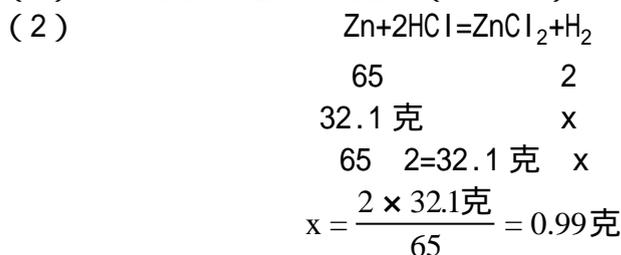


答：烧成后的产物中含氧化钙 6.7 吨。

例 4 用 33.1 克含非金属杂质 3% 的锌，和足量的盐酸反应，可生成多少克氢气？在标准状况下，此氢气的体积是多少升？已知标准状况下氢气的密度为 0.0899 克/升。

解：设生成氢气的质量是 x。

(1) 纯锌的质量是 33.1 克×(1—3%)=32.1 克。



(3) 求体积，计算公式是：体积  $V = \frac{\text{质量}m}{\text{密度}}$

$$\text{即} \qquad V = \frac{0.99 \text{ 克}}{0.0899 \text{ 克/升}} = 11.0 \text{ 升}$$

答：可生成 0.99 克氢气，在标准状况下所得氢气的体积是 11.0 升。

### 习题 5-3

1. 用氯酸钾加热分解法制取氧气，现测得反应生成氯化钾 7.45 克，问已分解的氯酸钾有多少克？放出氧气多少克？

2. 用氢气还原氧化铜制取 10 克铜，问参加反应的氢气是多少克？它在标准状况下占多少体积（氢气的密度为 0.0899 克/升）？

3. 200 克含杂质 5% 的大理石与足量的稀盐酸完全反应，可生成二氧化碳多少克？

4. 把 10 克锌和铜的混合物放在盛有足量稀硫酸的烧杯中，充分反应后（铜不与稀硫酸反应），烧杯中各物质总质量比反应前减少了 0.1 克，计算锌和铜在此混合物中的质量分数。

5. 用 20 克纯度为 95% 的锌与足量稀盐酸反应，可以制得多少克氢气？把这些氢气完全用来还原三氧化钨，可制得多少克钨？

---

纯度即纯净物的质量分数，其值等于纯净物质量与混合物质量之比，

## 第四节 有机物

有机化合物,简称有机物,它们都是含碳化合物。有机物的种类非常多,到1990年,人们知道的已超过1000万种。生物体所含蛋白质、核酸、脂肪、纤维素、淀粉、糖等都是有机物。石油和天然气的主要成分也是有机物。有机物与人类关系非常密切,大家现在要知道一点有机物常识。

### 有机物的特征

#### [实验 5-14]

- (1) 观察乙醇、乙酸、苯、樟脑等有机物的状态。
  - (2) 溶解性试验在小试管中加入5毫升水或苯,然后分别加入被试验的有机物,充分振荡后,观察溶解的情况。
  - (3) 可燃性试验在蒸发皿中加入少量有机物,用火柴点燃,观察现象。
- 把以上试验结果记录在下表内。

有机物	状态	水溶性	在苯中的溶解性	燃烧现象
乙醇				
乙酸				
苯				
樟脑				

多数有机物都难溶于水,但易溶于汽油、酒精、苯等有机溶剂。

多数有机物受热易分解,且容易燃烧。燃烧产物有二氧化碳和水,表明有机物一般都含有碳和氢元素。此外,还可能含有氧、氮、氯、硫等元素。

绝大多数有机物是非导体,熔点和沸点较低。

### 甲 烷

#### [实验 5-15]

- (1) 用排水集气法收集一集气瓶甲烷,观察它的颜色和状态。
- (2) 用小试管从导气管口收集甲烷并检验它的纯度,证明导出气体为纯甲烷后,在导管口点燃,观察火焰颜色。将一个干冷的烧杯罩在火焰上方,观察烧杯壁上出现的现象。
- (3) 改用内壁附有澄清石灰水的烧杯罩在火焰上方,观察石灰水的变化。

#### <观察与思考>

甲烷是\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_体,燃烧时火焰呈\_\_\_\_\_色。甲烷燃烧时,罩在火焰上方的烧杯壁上出现\_\_\_\_\_,表明燃烧产物中有\_\_\_\_\_。而烧杯壁上的澄清石灰水则变为\_\_\_\_\_,表明燃烧产物中有\_\_\_\_\_。以上实验说明甲烷的成分里含有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_元素。

甲烷的化学式是  $\text{CH}_4$ ,它是没有颜色、没有气味的气体,不溶于水。

---

$\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  及碳酸盐等,虽然含有碳元素,但因性质跟无机物相同,所以它们属于无机物。

甲烷是一种很好的气体燃料，燃烧时放出大量的热，火焰呈蓝色。



用稻草、麦秆、杂草、人畜粪便等，投入密闭的沼气池中，经发酵，产生大量甲烷，形成沼气，可作燃料。在农村提倡沼气的制取和应用，既可解决燃料问题，又可改善环境卫生，提高肥料质量，这对于发展农村经济是很有实际意义的。

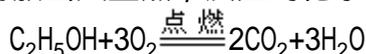
煤矿的坑道气中含有大量甲烷。由于甲烷和空气的混合物遇火容易发生爆炸，因此在矿井里作业时，要十分注意通风和防爆。

## 乙 醇

乙醇，俗称酒精，化学式是  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ，是无色有特殊香味的易燃液体。各种饮用酒都含有乙醇，它的含量随酒的度数不同而变。例如，啤酒含 3% ~ 5%，葡萄酒含 6% ~ 20%，白酒一般含 50% ~ 60%（低度酒含 38% 以下），消毒酒精含 75%，工业酒精含乙醇 96%，其中还常常含有少量甲醇（ $\text{CH}_3\text{OH}$ ）。甲醇也是一种无色易燃的液体，但它有毒，饮后会使人失明，甚至死亡。因此，工业酒精是禁止用来配酒饮用的。我国某些地区曾发生过若干起此类违禁事件，造成人员死亡。

过量饮酒有害处，甚至可能造成酒精中毒，轻则脸红心跳、头昏呕吐、语言反常，重则嘴唇发黑、呼吸急促，需送医院急救。因此，要反对酗酒。

乙醇在空气中燃烧时放出大量热，反应的化学方程式是



乙醇用作燃料、溶剂、消毒剂，并且是重要的化工原料，用来制造乙酸乙酯、香精等。

## 乙 酸

乙酸，俗称醋酸，是食醋的主要成分，化学式是  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 。纯乙酸是无色、有强烈刺激性气味的液体，且有强腐蚀性，不能直接食用。市售食醋中含乙酸约 3% ~ 5%，是家庭常用的调味品。乙酸是生产醋酸纤维、喷漆、香料、染料、医药等的重要原料。

### 练一练

- (1) 组成有机化合物的主要元素是\_\_\_\_\_，此外还含有\_\_\_\_\_等。
- (2) 有机物一般\_\_\_\_\_溶于水，\_\_\_\_\_溶于汽油等有机溶剂；熔点和沸点\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_燃烧，燃烧产物有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- (3) 甲烷的化学式是\_\_\_\_\_，俗名\_\_\_\_\_。它是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_气味的\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_燃烧，化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) 乙醇的化学式是\_\_\_\_\_，俗名\_\_\_\_\_。它是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_味的\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_燃烧，化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (5) 甲醇的化学式是\_\_\_\_\_，它是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_燃的\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_毒。
- (6) 乙酸的化学式是\_\_\_\_\_，俗名\_\_\_\_\_。它是\_\_\_\_\_色有\_\_\_\_\_味的\_\_\_\_\_。

(7) 某物质在氧气中燃烧生成二氧化碳和水, 则此物质组成中一定含有\_\_\_\_\_元素和\_\_\_\_\_元素, 还可能含有\_\_\_\_\_元素。

选学

## 食 物

人类的生存依赖于食用各种动物和植物, 即食物。食物的功能主要是供给人体生活必需的营养素。例如, 碳水化合物、油脂、蛋白质、维生素和矿物质等。

### 1. 糖类

人类食用的米、面制品等食品中, 含有葡萄糖、蔗糖、淀粉, 这些化合物都属于糖类, 也叫做碳水化合物。糖类是人体从事各项活动的主要能量来源。

葡萄糖, 化学式是  $C_6H_{12}O_6$ , 是有甜味的白色晶体, 易溶于水, 它是最易被人体吸收的一种糖。

蔗糖, 化学式是  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , 是无色、味甜、易溶于水的晶体, 存在于甘蔗、甜菜等植物体内。在一定条件下, 蔗糖可与水反应(水解), 并转变为葡萄糖和果糖。果糖存在于水果和蜂蜜中, 它的成分与葡萄糖相同, 但结构不同。

### 2. 油脂

油脂指的是动物脂肪(猪油、牛油等)和植物油(花生油、玉米油等)。油脂氧化时放出的能量比糖类多一倍以上, 而且可溶解某些维生素(维生素 A, D, E, K 等), 使人体能够吸收。因此, 油脂是人体不可缺少的食物。但油脂过多, 会使人肥胖, 引发糖尿病, 造成内分泌失常等。一般人每天约需食用 100 克油脂。

### 3. 蛋白质

蛋白质是构成人体的主要物质, 肌肉、内脏、血管、脑、皮肤、毛发等主要由蛋白质构成。因此, 蛋白质是人类不可缺少的食物。一般人每天每公斤体重约需 1~1.5 克, 主要通过食用肉类、牛奶、蛋、大豆制品等获得。

蛋白质分子里含有碳、氢、氧、氮、硫等元素, 水解的最后产物是氨基酸。

### 4. 维生素

维生素是维持人体正常生理和促进生长的必需物质, 所需量不多, 但不可缺少。人体缺少维生素会患各种病症。例如, 缺维生素 A, 会得夜盲症; 缺维生素 B, 会得贫血或脚气病; 缺维生素 C, 会得坏血病; 缺维生素 D, 会得佝偻病; 缺维生素 K, 会皮下出血等。

人体所需要的维生素, 主要通过食用蔬菜、肝脏、水果、豆类等获得。

### 5. 矿物质

组成人体的主要元素是碳、氢、氧、氮, 它们加起来占人体的质量分数为 96%。这四种元素靠食物中的糖类、油脂和蛋白质等提供。此外, 食物中还需含矿物质成分, 以提供人体正常生命活动必需的其它元素。这些元素在人体中的含量很少, 其中只含微量的元素叫生物微量元素。人体不能缺少矿物质, 否则就有可能引发多种病变, 见表 5-2。

表 5-2 人体必需的某些元素

元素	钙	磷	钾	钠	氯	镁	铁	氟	锌	锰
含量 / %	2.0	1.0	0.20	0.15	0.15	0.05	微量			
主要分布	骨、齿		细胞液、骨、肌肉				血、肝	骨、齿	血液、眼	肝、肌肉
缺乏时可引发的病变	佝偻病、骨质疏松		肌肉痉挛、心律不齐、疲乏、头晕、呕吐				贫血	龋齿	生长发育不良、食欲不振	肿瘤、

另外，有些元素对人体有毒害作用，如砷、汞、铅、镉等。

人体所需矿物质存在于各种食物中，通常无需特别添加。矿泉水富含矿物质，泉水、河水也含有较多矿物质。

为了保证正常的生长、发育和健康，我们应该养成良好的饮食习惯，均衡膳食，使人体获得足够的能量、蛋白质、维生素、矿物质的供给。要防止过食、偏食，否则容易引发疾病。

**做一做**

### 制备香糊

取 2 克明矾，溶于少量水中，加入 50 克淀粉（薯粉或面粉）和 1 克苯酚（防腐用），调匀。加入 100 克沸水，充分搅拌使成糊状。冷却到 40℃，再加 2 克甘油和少量香精，搅匀，即成香糊。

### 有机物的天然资源

煤矿、油田、气井、森林、农产品等都是有机物的天然资源。下面介绍天然气、煤和石油。

#### 1. 天然气

人们常把蕴藏在地层内的可燃气体叫天然气，其主要成分甲烷，是动植物残体经过复杂的地质变化演变而成的。

天然气是宝贵的化工原料，除了可作气体燃料之外，还可作合成氨、合成甲醇、制取炭黑的原料。我国四川自贡、陕甘宁盆地、湖北潜江等地蕴藏有丰富的天然气。我国古代人民早在秦汉时代已经知道天然气，到魏晋时代，已会利用它来煮盐。

#### 2. 黑色的“金子”——煤

远古时候，地球上到处是茂密的原始森林，以后由于地质变化，这些植物被埋藏在地表之下，经过高温高压的复杂变化，形成了煤。

煤是传统燃料，除家庭燃煤外，工业上用它发电和产生蒸气。全世界每年煤炭产量达 50 多亿吨，大部分都作燃料烧掉，结果不仅造成空气污染，而且把煤中所含的宝贵化工原料也烧掉了，这实在是一种资源的浪费。因此，要大力提倡煤的综合利用（见图 5-16）。把煤隔绝空气加热干馏，可得焦炭、焦炉煤气和煤焦油。从煤焦油中可制得苯、甲苯、苯酚等多种有机化工产品。焦炉煤气的主要成分是一氧化碳、氢气、甲烷等，可作气体燃料，供家庭或工业生产使用。

我国是世界上煤炭蕴藏量最丰富的国家之一，早在西汉时代（公元前 200 年左右），已开始用煤作燃料炼铁。但直到解放前夕，煤炭工业仍很落后。解放后，人民政府大力发展煤炭工业，建立起大同、开滦、抚顺、淮南等一批大型煤炭基地。

### 3. 工业的“血液”——石油

石油的成因有许多说法。一般认为是由海洋湖泊里的生物死亡后沉积于海底，并经复杂的地质变化而成的。

石油是天然的液体燃料，也是十分宝贵的有机化学工业原料。作为燃料，石油比煤优越，它的发热量比煤高得多，且容易燃烧，燃烧后没有残渣。石油是由多种沸点不同的物质组成的混合物。加热时，这些物质可以在不同的温度范围内被蒸馏而分离出来。工业上，这个过程是在分馏塔里实现的。石油经过分馏，可得到汽油、溶剂油、煤油、柴油、重油、润滑油、凡士林、石蜡和沥青等（见图 5-17）。这些产品都有重要用途，例如，汽油可作飞机和汽车的燃料，柴油可作汽车、船舶和拖拉机的燃料，等等。

炼制石油过程中，会产生多种低沸点的气态烃混合物，从中可获得乙烯、丙烯、丁烯等化工原料。这些原料可用以做合成纤维、橡胶、塑料、化肥、农药、溶剂、洗涤剂、医药等（图 5-18）。此外，还有丙烷、丁烷等石油气，可作燃料气使用。这类气体经过加压，可以液化成液体灌进钢瓶里，储存运输，供用户使用。钢瓶内的石油气是液体，叫液化石油气。

现在，许多家庭已使用煤气或石油气作燃料。这类气体燃料燃烧时非常干净，热值高，使用方便。广泛使用气体燃料，可改善环境卫生，减少污染。

使用石油气要注意防火防爆。钢瓶内剩余的废液，不要私自倒出处理，因为废液倒出后会气化，遇火即引起迅猛燃烧，造成事故。

解放前，我国曾被说成是“贫油国”，基本上没有石油工业，所用煤油、汽油绝大部分靠进口，故煤油曾被叫做“洋油”。解放后，我国政府十分重视石油资源的勘探和开发，建立起大庆、胜利、中原、塔里木、大港等油田，沿海地区的石油资源也正在开发。

#### 做一做

点燃煤油灯，观察煤油燃烧的情况。如何证明煤油组成中含有碳和氢这两种元素？

#### 选学

## 三大合成材料

三大合成材料是指塑料、合成橡胶和合成纤维。它们是用人工方法，由低分子化合物合成的高分子化合物，又叫高聚物，相对分子质量可在 10000 以上。天然高聚物有淀粉、纤维素、天然橡胶和蛋白质等。三大合成材料则是人工合成的高聚物。高聚物正在越来越多地取代金属，成为现代社会使用的重要材料。

### 1. 塑料

大家对塑料都很熟悉。工业、商业、农业、家庭都在广泛使用各种塑料制品，如塑料管材、板材、塑料袋、塑料薄膜、塑料盆、椅、鞋、雨衣、瓶等。目前，世界塑料产量是钢产量的两倍，有色金属产量的 17 倍。

塑料的主要成分是树脂，此外还有多种添加剂，用以改变塑料制品的性能。塑料的名称是根据树脂的种类确定的。

例如，以聚乙烯树脂为主要成分的塑料，叫做聚乙烯塑料。添加剂的品种很多，如增塑剂、抗氧化剂、稳定剂、着色剂、润滑剂、填充剂等。

塑料有热塑性塑料和热固性塑料两大类。受热时软化，冷却后硬化，并且可以反复加工的塑料，属于热塑性塑料，如聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯等。受热时软化成型，冷却后固化，但一经固化后，就再不能用加热的方法使之软化的塑料，属于热固性塑料，如酚醛塑料、脲醛塑料等。

有的塑料，如聚氯乙烯，有毒，不能用来制作食具或食品袋。有的塑料如聚乙烯和聚丙烯，无毒，可用来制作食品袋和其它食具，见彩图 5-21 琳琅满目的塑料商品。

表 5-3 有毒塑料的鉴别法

塑料	燃烧现象	颜色	透明度	质量
有毒塑料	不易燃烧，燃烧时冒烟、有臭味	一般有色	一般较差	较重
无毒塑料	易燃烧，不冒烟，无臭味	一般无色	一般半透明	较轻

### 2. 合成橡胶

合成橡胶是利用低分子物质合成的一类弹性特别强的线型高聚物，如丁苯橡胶、氯丁橡胶和丁腈橡胶。合成橡胶的很多性能比天然橡胶优越，广泛用于轮胎和制鞋工业等。

### 3. 合成纤维

合成纤维是用某些低分子物质经聚合反应制成的线型高聚物。合成纤维的品种很多，如尼龙、涤纶和人造羊毛（聚丙烯腈）等。

合成纤维耐磨、耐蚀、不缩水。用它做的衣服，不易折皱，结实耐穿。合成纤维吸湿性和透气性差。所以，人们把它和天然纤维混纺，这样制成的混纺织物兼有两类纤维的优点，极受欢迎。

表 5-4 各种纤维织物的燃烧鉴别

织物	燃烧现象
尼龙	易燃，燃烧时有臭味，有火焰，余烬为灰白色轻灰
涤纶	近火时先熔化，后燃烧，燃后呈黑色块状，可压碎
腈纶	近火时先收缩，后燃烧，冒黑烟，有臭味，余烬呈黑色圆球
棉布	易燃烧，燃烧时无异味，余烬呈灰白色
羊毛	燃烧时发泡，有火焰，有燃烧头发的异味，余烬呈黑褐色
丝绸	燃烧缓慢，有臭味，余烬为深颜色小球，容易压碎

### 查一查

到附近百货商店参观一次，了解商店出售的属于三大合成材料的商品名称。

## 本章小结

### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	碳的化学性质、二氧化碳的制法和化学性质、化学方程式的计算
了解	二氧化碳的物理性质和用途、一氧化碳的性质、石灰石的用途、金刚石、石墨、焦炭、活性炭、甲烷、酒精、甲醇、有机物

## 知识概要

### 1. 碳

#### 单质

种类 金刚石、石墨和无定形碳化学性质

化学性质：

可燃性



还原性



用途

木炭做燃料、还原剂、活性炭等

石墨做电极、制铅笔和坩埚等

金刚石做钻头、磨料、饰物等无色、无气味、比空气重的气体。

氧化物

CO<sub>2</sub>

性质

无色、无气味、比空气重的气体。一般不支持燃烧，微溶于水，生成碳酸  $H_2O+CO_2=H_2CO_3$ ，与石灰水反应  $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3 +H_2O$

制法

反应原理  $CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2$

实验装置（见图 5-5）

收集方法，向上排空气法

用途

化工原料、人工降雨、灭火材料等

CO 性质

有毒、无色、无气味、难溶于水

可燃性



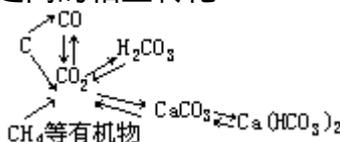
还原性如



有机物

易燃烧、难溶于水、熔点和沸点较低，了解甲烷、酒精、石油等有机物的常识

2. 碳的单质和化合物之间的相互转化



3. 有关化学方程式的计算

计算反应物、生成物各物质之间的质量关系。

计算步骤：设未知、定根据、找相关、列比例、求未知、答问题。

### 复习题

1. 下列各组物质中，所含碳元素的化合价相同的一组是\_\_\_\_\_。

- (A) CO 和 CS<sub>2</sub>
- (B) CaCO<sub>3</sub> 和 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>
- (C) CO 和 CO<sub>2</sub>
- (D) C 和 CO

2. 高温下，m 克氧化铜跟足量的木炭粉完全反应，可得到 n 克铜，则铜的相对原子质量为\_\_\_\_\_

- (A)  $\frac{m-n}{16n}$
- (B)  $\frac{8n}{m-n}$
- (C)  $\frac{16n}{m-n}$
- (D)  $\frac{n}{m-n}$

3. 相同质量的下列物质分别跟足量的稀盐酸完全反应，产生二氧化碳气体的量最多的是\_\_\_\_\_

- (A) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- (B) NaHCO<sub>3</sub>
- (C) CaCO<sub>3</sub>
- (D) MgCO<sub>3</sub>

4. 某物质 A 跟氧气反应生成 B，B 又可跟 A 反应生成 C，C 跟氧气反应又可生成 B，则 A 可能是\_\_\_\_\_。

- (A) C
- (B) CO
- (C) CO<sub>2</sub>
- (D) H<sub>2</sub>

5. 饮用酒里含的有机物是\_\_\_\_\_。禁止用工业酒精配饮用酒，是因为其中含有剧毒的物质\_\_\_\_\_。

6. 要除去下列气体中的少量杂质气体（括号内为杂质气体），请回答

(1)  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}$ )

所用试剂是\_\_\_\_\_

反应方程式\_\_\_\_\_

(2)  $\text{CO}$  ( $\text{CO}_2$ )

所用试剂是\_\_\_\_\_

反应方程式\_\_\_\_\_

7. 厨房里的一瓶食盐，不知是否已混入了食用碱（主要成分是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ），怎样用化学方法进行检验？

8. 标准状况下，11.2 升一氧化碳气体（密度为 1.25 克/升）跟足量的氧化铁反应，可生成多少克铁？

9. 某二价金属的单质 16.35 克跟足量的盐酸反应，产生气体 0.5 克，求此金属的相对原子质量。该金属是什么元素？

10. 由锌和铁组成的混合物 18.6 克跟足量的稀硫酸反应，生成的氢气与氧化铜完全反应可制得 19.2 克铜，求原混合物中锌的质量分数。

11. 充分燃烧 1 千克酒精，求所生成的二氧化碳的质量是多少？在标准状况下，该二氧化碳气体的体积是多少？（计算所需数据可在书中查找）

## 第六章 溶液

### 第一节 什么是溶液

#### 什么是溶液？

##### [实验 6-1]

在 2 支大试管中各加入少量硫酸铜和蔗糖的固体，然后各加入约 10 毫升水，振荡，观察现象。

可以看到，硫酸铜和蔗糖固体加到水中以后，逐渐溶解分散，最后形成一种透明、均匀而稳定的混合物。

由一种或一种以上的物质分散到另一种物质中所形成的均匀而稳定的混合物，叫做溶液。工农业生产和实验室经常使用各种溶液，如盐酸、稀硫酸、氨水等。医疗上的许多药物常配成溶液使用，如生理盐水、葡萄糖注射液、眼药水等。家庭生活中使用的酒、食醋、糖水、盐水等都是溶液。

#### 溶质和溶剂

在溶液中，能溶解其它物质的物质叫做溶剂，被溶解的物质叫做溶质。例如，水能溶解蔗糖和硫酸铜，水是溶剂，蔗糖和硫酸铜是溶质。溶液就是由溶质溶解在溶剂中形成的（图 6-1）。

水能溶解很多种物质，它是最常用的溶剂。以水为溶剂的溶液叫水溶液。汽油、酒精、苯、丙酮等也可以作溶剂。例如，汽油能溶解油脂，酒精能溶解碘，三氯甲烷（氯仿）能溶解有机玻璃等。这类用非水溶剂配制的溶液，叫做非水溶液。

溶质可以是固体，也可以是液体或气体。固体、气体溶于液体时，固体、气体是溶质，液体是溶剂。两种液体互相溶解时，通常把量多的一种叫做溶剂，量少的一种叫做溶质。但当液体和水相互溶解时，通常都习惯地把水看作溶剂，而不论其含量多少，例如浓的白酒。通常没有指明溶剂的溶液，一般是指水溶液。

#### 悬浊液和乳浊液

##### [实验 6-2]

在两支试管中，分别加入少量黄泥粉和几滴花生油，然后各加入约 10 毫升水，充分振荡后，观察现象。

可以看到，黄泥粉加入水中振荡后，形成浑浊不均匀的混合物，这种混合物不稳定，静置后，泥沙颗粒下沉。由不溶性固体小颗粒悬浮于液体中形成的混合物，叫做悬浊液。

花生油加到水中振荡后，也是形成不均匀、不透明、不稳定的混合物。静置后，油滴上浮，产生分层现象。由不溶性小液滴分散到液体里形成的混合物，叫做乳浊液。

使用乳化剂（如肥皂、洗涤剂）可使乳浊液稳定，经较长时间放置后，

也不会产生分层现象。

### [实验 6-3]

在两支试管里，各加入约 10 毫升水和几滴花生油，然后在其中一支试管里加入两滴洗涤剂。把两支试管充分振荡后，放置，观察现象。

悬浊液和乳浊液又统称为浊液。浊液有广泛的用途。例如，把农药配制成悬浊液或乳浊液使用，可以节约农药，提高药效。冶金工业的选矿，石油工业的钻井和原油脱水，以及塑料、橡胶、合成纤维的制造等都应用到浊液的知识。日常食品中的牛奶、豆浆等，也是浊液。

### 想一想

1. 下列溶液里的溶质和溶剂各是什么？

(1) 白酒；(2) 碘酒；(3) 石灰水；(4) 食盐水。

2. 下式能否成立？为什么？

(1) 溶液质量=溶质质量+溶剂质量

(2) 溶液质量=所加固体质量+溶剂质量

### 练一练

项 目	形成	均匀性	透明性	稳定性	举例
溶液					
悬浊液					
乳浊液					

## 选学

### 非水溶液的用途

非水溶液有广泛用途。例如，把碘溶于酒精配成碘的酒精溶液，俗名叫碘酒，用于消毒杀菌，防止伤口感染。制药厂、酒厂、化学试剂厂等常用一种叫“珂 酊”的胶状液体来密封瓶口。“珂 酊”是“胶棉”（学名叫纤维素硝酸酯）溶解在酒精和乙醚的混合溶剂中形成的胶状溶液。将废旧的乒乓球剪碎后放入丙酮跟乙酸乙酯的混合溶剂中，经搅拌溶解后，可得到一种乳白色的胶状溶液，俗名叫“乒乓球胶”，用于粘补破裂的乒乓球和制作航空模型的粘合剂。市面上出售的“聚氯乙烯粘合剂”也是一种非水溶液，它是聚氯乙烯树脂溶解于氯仿和环己酮等的混合溶剂中形成的。主要用于硬质或软质聚氯乙烯塑料制品的粘合，如聚氯乙烯地板胶与装饰板的粘合，聚氯乙烯水管的粘接等，也可用于修补雨衣和塑料凉鞋。将锦纶-6 的碎丝溶解于氯仿和苯酚的混合溶剂中，可制成尼龙制品粘合剂，用于粘补尼龙制品衣物。日常用于修补自行车内胎或其它橡胶制品的“橡胶水”，是天然橡胶溶解于苯中而形成的约 5% 的橡胶溶液。使用时，把穿孔的内胎周围和补贴用的胶片用砂纸擦净，并使它们表面粗糙，然后分别涂上一薄层这种胶水，等稍干后把它们粘贴在一起。将有机玻璃碎屑溶解于氯仿中，可得有机玻璃胶粘剂，用于粘接有机玻璃制品。

上述各种非水溶液极易着火燃烧，使用时必须注意防火安全。

### 做一做

1. 用橡胶水修补穿孔的自行车内胎。

2. 制作三角板取有机玻璃（或三夹板）一块，按三角板的大小，锯出所

需配件，用砂纸磨平边缘，擦干净。用有机玻璃胶粘剂（或乳胶）将配件逐一拼接，压紧，固化后即成。

## 第二节 饱和溶液

在一定温度下，溶质在一定量的溶剂中的溶解量有没有限度？

[实验 6-4]

室温下，在各盛有 15 毫升水的两个烧杯里，分别加入约 3 克的硝酸钾和氯酸钾固体。边加入，边搅拌，观察溶解情况。

<观察>

(1) 加入硝酸钾的烧杯中，\_\_\_\_\_ (有/无) 固体剩余，表明溶质的溶解量\_\_\_\_\_ (已/未) 达到限度。

(2) 加入氯酸钾的烧杯中，\_\_\_\_\_ (有/无) 固体剩余，表明溶质的溶解量\_\_\_\_\_ (已/未) 达到限度。

实验表明：在一定温度下，溶质在一定量的溶剂中的溶解量是有限度的，超过这个限度，它就不能继续溶解了。

在一定温度下，某溶质在一定量的溶剂里溶解，一直到不能再溶解时的溶液，叫做这溶质的饱和溶液；还能继续溶解某溶质的溶液，叫做这溶质的不饱和溶液。在上面的实验中，当硝酸钾或氯酸钾还能继续溶解时，烧杯里的溶液是不饱和溶液。当硝酸钾或氯酸钾不能继续溶解而有固体剩余时，烧杯里的溶液就是饱和溶液了。

在讲饱和溶液和不饱和溶液时，为什么一定要指明“一定温度下”和“一定量的溶剂”呢？

[实验 6-5]

向含有硝酸钾不饱和溶液的烧杯里，继续加入硝酸钾，直到有固体硝酸钾剩余。将所得饱和溶液，连同其中剩余的固体颗粒，转移一半至另一烧杯中。向其中一烧杯添加水，边加边搅拌，观察硝酸钾的固体颗粒是否继续溶解。把另一烧杯加热，发生什么变化？

<观察与思考>

(1) 添加水后，溶液中剩余的硝酸钾固体\_\_\_\_\_，此时的溶液应是\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

(2) 把溶液加热后，剩余的硝酸钾固体\_\_\_\_\_，原来饱和的溶液变成\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

可以看到，当增加溶剂（水）的量时，原来不再溶解的硝酸钾固体溶解了，饱和溶液变成不饱和溶液；当加热使溶液的温度升高时，硝酸钾固体也溶解了，饱和溶液变成了不饱和溶液。可见在改变温度或溶剂量条件时，饱和溶液和不饱和溶液是可以互相转化的。因此，只有指明在“一定温度”下和在“一定量的溶剂”里，“饱和”或“不饱和”才有确定的意义。这种相互转化关系，可以表示为：

饱和溶液  $\xrightleftharpoons[\text{冷却或减少溶剂}]{\text{升温或增加溶剂}}$  不饱和溶液

想一想

(1) 有人说，饱和溶液一定是很浓的溶液，而不饱和溶液一定是稀溶液。这种说法对不对？为什么？

(2) 怎样用实验证明某种溶液是饱和溶液还是不饱和溶液？

(3) 把蔗糖分别配成饱和溶液和不饱和溶液，前者需要的蔗糖质量一定

比后者多。这种说法对不对？

选学

## 肥皂和常用洗涤剂

在生活中，人们普遍使用肥皂和洗涤剂去清洗衣物上的油污，保持清洁卫生。

肥皂是用油脂和烧碱溶液制造的，它的主要成分是硬脂酸钠。加入香料，则成香皂。有的肥皂还含有着色剂和陶土。

洗涤剂是用石油化工产品苯等为原料，经跟硫酸反应后合成的。主要成分一般都是十二烷基磺酸钠或十二烷基苯磺酸钠。此外，还加有各种添加剂，如稳定剂、增白剂、香精等，以配成适合各种需要的市售洗涤剂。如厨房用洗涤剂、消毒用洗涤剂、洗衣用洗涤剂等。洗衣粉的成分除十二烷基苯磺酸钠外，一般还有三聚磷酸钠、硫酸钠、碳酸钠等。加入增白剂，即成增白洗衣粉；加入酶，即成加酶洗衣粉。

为什么肥皂和洗涤剂具有较强的去污能力呢？这是因为它们所含主要成分的分子两端具有很不相同的特性。一端亲水，偏向溶入水中；另一端亲油，偏向溶入油中。这类一端亲水、另一端亲油的分子，叫做双亲性分子。双亲性分子遇到衣物上的油污时，分子的亲油端溶入油污中，另一亲水端仍留在水里，因而在油和水的界面上，整整齐齐地排成一圈单分子层，把油污团团围住。经过搓洗、振荡、翻滚等洗涤操作，这些油污被分散成珠滴，脱离衣物表面，进入水中。然后随泡沫上浮，经漂洗冲去，使衣物干净（见图 6-3）。

### 制造肥皂

在一支大试管中，加入 3 毫升猪油（或牛油）和 3 毫升乙醇，再加入 5 毫升浓碱液（小心！有腐蚀性）。用玻璃棒搅拌均匀后，置水浴中加热，让肥皂析出。充分冷却后，刮出肥皂，置于干滤纸上，吸去水分，压成块状，即为肥皂。

### 制造洗发香波

在 250 毫升烧杯里，加入 60 毫升蒸馏水，再加 9 克十二烷基磺酸钠，加热，搅拌至溶解。当温度升到 60℃ 时，在不断搅拌下，逐渐加入甘油 5 毫升、氯化铵 4 克。待溶解后，再加蒸馏水 35 毫升，搅拌均匀。冷却至室温，加入几滴香精和适量色素，搅匀，即成洗发香波。

### 第三节 溶解度

既然在一定温度下，溶质在一定量的溶剂里的溶解量是有限度的，那么，科学上是如何表述和量度这种溶解限度呢？

#### 溶解性

##### [实验 6-6]

在两支试管里，各加入约 3 毫升水和 1 毫升四氯化碳，摇动，然后静置并观察。在其中一支试管里，加入 0.5 克硫酸铜固体粉末，充分振荡，观察溶解情况。在另一支试管里，加入少量碘固体，振荡，观察。

##### <观察>

(1) 四氯化碳\_\_\_\_\_溶于水，分层后上层是\_\_\_\_\_，下层是\_\_\_\_\_，说明\_\_\_\_\_比\_\_\_\_\_重。

(2) 硫酸铜不溶于\_\_\_\_\_，可溶于\_\_\_\_\_，生成\_\_\_\_\_色溶液。

(3) 碘微溶于\_\_\_\_\_，可溶于\_\_\_\_\_，生成\_\_\_\_\_色溶液。

可见在相同条件下，同一种物质在不同的溶剂里，溶解的能力是各不相同的。我们通常把一种物质溶解在另一种物质里的能力叫做溶解性。溶解性的大小跟溶质和溶剂的本性有关。所以在描述一种物质的溶解性时，必须指明溶剂。物质的溶解性大小一般用溶（含易溶和可溶）、微溶和难溶（不溶）来表示（参看书末附录二）。显然，这是一种比较粗略的对物质溶解能力的定性表述。

#### 溶解度

##### 1. 固体的溶解度

要准确地把物质的溶解能力定量地表示出来，就需要用溶解度的概念。

在一定温度下，某固态物质在 100 克溶剂中达到饱和状态时所溶解的质量，叫做这种物质在这种溶剂中的溶解度。如果没有指明溶剂，通常所说的溶解度就是物质在水里的溶解度。例如，在 20 时，蔗糖的溶解度是 204 克，这就是指在 20 时，在 100 克水中溶解 204 克蔗糖，就达到饱和状态（见图 6-5）。

人们根据物质在 20 时的溶解度的大小，把它们在水中的溶解性分为以下等级：

溶解度 > 10 克 > 1 克 < 1 克 < 0.01 克

溶解性 易溶 可溶 微溶 难溶

其中难溶物质习惯上叫做“不溶”物质。例如，20 时，碳酸钡的溶解度是 0.0013 克，通常就把它看作是不溶物质，但这只是相对而言的，并非绝对不溶。

实验 6-5 已经表明，加热时硝酸钾的溶解度增加。许多物质的溶解度都会随温度的改变而变化。表 6-1 列出实验测定的硝酸钾在不同温度时的溶解度。

表 6-1 硝酸钾在不同温度时的溶解度

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

用纵坐标表示溶解度，横坐标表示温度，根据物质在不同温度时的溶解度数据，可以画出溶解度随温度变化的曲线，叫做溶解度曲线（见图 6-6 和图 6-7）。

实验表明，大部分固体物质的溶解度随着温度升高而显著增大，如硝酸钾、硫酸铜等。有少数固体物质的溶解度受温度的影响很小，如食盐。此外，有极少数固体物质的溶解度随温度升高而减小，如硫酸锂、氢氧化钙等。

## 2. 气体的溶解度

由于称量气体的质量比较困难，所以气体物质的溶解度通常用体积来表示，即气体的溶解度指某气体在压强为 101 千帕和一定温度时溶解在 1 体积的溶剂中达到饱和状态时的体积。如在 20 时，氮气在水中的溶解度为 0.015，就是指在压强为 101 千帕和温度为 20 时，1 体积的水中溶解 0.015 体积的氮气便达到饱和状态。

气体的溶解度大小除了跟气体本性和溶剂种类有关外，还跟外界条件，如温度、压强等有关。

给冷水加热，在水还没有沸腾之前，就可以看到有气泡从水中逸出。这是因为加热使水的温度升高，原来溶解在水中的空气的溶解度减小，因而逸出气泡。可见气体的溶解度一般是随着温度的升高而减小的。

表 6-2 某些气体在水中的溶解度（20 ，101 千帕）

气 体	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
溶解度（气体体积 1 体积水）	0.015	0.031	0.018	0.88	40	680

温度一定时，气体的溶解度随着压强的增加而增大。工业上制汽水时，利用增大压强使大量二氧化碳气体溶解在水里。当汽水瓶盖打开时，压强减小，气体的溶解度跟着减小，因此，有大量二氧化碳气体由水里逸出。

### 想一想

- （1）鱼塘里的鱼，有时会成群的把头浮出水面呼吸，这是什么原因？
- （2）有人用冷开水养金鱼，你估计结果会怎样？
- （3）根据图 6-7 回答：在 30 时，硝酸钾和硫酸铜的溶解度哪个更大？相差多少？（联系实验 6-4）当温度降低时，这种关系会不会改变？如何改变？

## 关于溶解度的计算

### 1. 根据饱和溶液中所含溶质和溶剂的质量，计算物质的溶解度

例 1 把 90 克 10 的硝酸钠饱和溶液蒸干，得到 40 克硝酸钠，求硝酸

钠在 10 时的溶解度。

根据溶解度的概念,求硝酸钠在 10 时的溶解度,就是求在 10 时,100 克水里溶解多少克硝酸钠才能成为饱和溶液。

解题步骤

(1) 设未知数

(2) 确定根据

(3) 找相关量题给量:

定义规定量:

(4) 列比例式

(5) 求未知数

(6) 回答问题

书写格式

解: 设 10 时硝酸钠的溶解度为 x

溶液质量=溶剂质量+溶质质量

90 克 90 克-40 克=50 克 40 克

100 克 x

50 克 40 克=100 克 x

$$x = \frac{40 \text{克} \times 100 \text{克}}{50 \text{克}} = 80 \text{克}$$

答: 硝酸钠在 10 时的溶解度为 80 克。

从上例可以看出,在一定温度下,某物质的溶解度(S)等于该温度下,该物质饱和溶液中所含溶质的质量( $m_{\text{溶质}}$ )除以饱和溶液中溶剂的质量( $m_{\text{溶剂}}$ )乘 100。即

$$S = \frac{m_{\text{溶质}}}{m_{\text{溶剂}}} \times 100 \text{克}$$

在这个公式里的 S,  $m_{\text{溶质}}$ ,  $m_{\text{溶剂}}$  三项中,只要知道其中两项,便可计算出第三项。

2. 根据溶解度,计算在一定量的饱和溶液中所含某物质的质量

例 2 根据溶解度曲线,计算在 20 时 1000 克氯酸钾饱和溶液中含氯酸钾多少克?

解法 1: 设 1000 克氯酸钾饱和溶液中含氯酸钾的质量为 x,则其中溶剂水的质量为 1000 克-x,利用溶解度曲线查出 20 时氯酸钾的溶解度为 7 克。

溶液质量=溶剂质量+溶质质量

题给量: 1000 克 1000 克-x x

定义规定量: 100 克 7 克

据此列式 (1000 克-x) x=100 克 7 克

解得 x=65 克

解法 2: 根据溶解度曲线,查出 20 氯酸钾的溶解度为 7 克。即,7 克氯酸钾溶于 100 克水可配制成 107 克饱和溶液,故得:

$$107 \text{克} \quad 7 \text{克} = 1000 \text{克} \quad x$$
$$x = \frac{7 \text{克} \times 1000 \text{克}}{107 \text{克}} = 65 \text{克}$$

答: 20 时,1000 克氯酸钾饱和溶液中含有 65 克氯酸钾。

3. 根据溶解度,计算将一定量的溶质配制成饱和溶液时,所需水的质量

例 3 已知 20 时,蔗糖的溶解度是 204 克,求在 20 时,要将 1000 克蔗糖配制成饱和溶液,需要水多少克?

解: 设需要水的质量为 x,依公式

$$S = \frac{m_{\text{溶质}}}{m_{\text{溶剂}}} \times 100 \text{克}$$

列式 
$$204 \text{克} = \frac{1000 \text{克}}{x} \times 100 \text{克}$$

解得  $x=490 \text{克}$

答：在 20 时，将 1000 克蔗糖配制成饱和溶液需要水 490 克。

**练一练**

(1) 溶解性指的是\_\_\_\_\_，而溶解度指的是\_\_\_\_\_。

(2) 决定物质溶解度大小的因素有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，此外，气体的溶解度还和\_\_\_\_\_有关。

(3) 溶解度曲线图的纵坐标是\_\_\_\_\_，横坐标是\_\_\_\_\_，该图表示\_\_\_\_\_。

(4) 根据  $m_{\text{溶剂}} + m_{\text{溶质}} = m_{\text{溶液}}$  关系式和本节三个例题的计算结果，填写下表括号内空格：

项 目	$m_{\text{溶剂}} / \text{克}$	$m_{\text{溶质}} / \text{克}$	$m_{\text{溶液}} / \text{克}$
溶解度定义规定量	100	S	100+S
例 1	( ) 100	40 ( S= )	90 ( )
例 2	100 ( )	7 ( x= )	( 107 ) 1000
例 3	100 ( x= )	204 1000	( 304 ) ( )
关系式	$m_{\text{溶剂}} + m_{\text{溶质}} = m_{\text{溶液}}$		

**习题 6-1**

1. 已知 30 时，氯酸钾的溶解度是 10 克。把在 30 配制的 44 克氯酸钾饱和溶液蒸干后，可得到氯酸钾多少克？

2. 现要配制 50 的氯化钾饱和溶液，已知 50 时氯化钾的溶解度是 42.6 克，问：

- (1) 25 克氯化钾应溶解在多少克水中？
- (2) 在 25 克水里能溶解多少克氯化钾？
- (3) 要配 25 克饱和溶液，需要氯化钾和水各多少克？

3. 已知 18 时碳酸钾的溶解度是 108 克，问 18 时，溶解 27 克碳酸钾至少需要水多少克？如果溶解在 50 克水中，应再加多少克碳酸钾才能成为饱和溶液？

## 第四节 物质的结晶

### 晶体和结晶

#### [实验 6-7]

在 2 支试管中各注入 10 毫升蒸馏水，边加热、边分别加入硫酸铜和明矾固体，直到制成饱和溶液后，停止加热，然后把试管放在盛冷水的水槽中冷却，观察现象（见图 6-8）。

#### <观察>

（1）硫酸铜的饱和溶液冷却后，析出\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_。

（2）明矾的饱和溶液冷却后，析出\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_。

可以看到，上述饱和溶液经冷却后，都有固体析出。

这些固体具有一定几何形状，例如明矾固体为八面体形，硫酸铜固体为斜方体形（见彩图 2-9 和图 6-9）。

这类有规则的几何外形的固体叫做晶体。形成晶体的过程叫做结晶。

### 使物质结晶析出的方法

在实际生产中，常常需要使物质从溶液中结晶析出，如从蔗汁中提取砂糖，从海水中提取食盐，等等。

使物质结晶析出的方法有两种：一种是冷却法，即把饱和溶液的温度降低。这种冷却方法适用于溶解度受温度变化影响较大的固体溶质，如硝酸钾的结晶。另一种是蒸发溶剂法，即把溶液加热蒸发，让溶剂的量减少，溶液从不饱和变成饱和，进一步蒸发下去，溶质便会不断结晶析出。对于溶解度受温度变化影响不大的固体溶质，可采用蒸发方法使溶质结晶析出（图 6-10）。

从海水中提取食盐，就是把海水引到盐场的盐田里，利用日光和风力使水分蒸发，以结晶析出固体食盐。我国沿海地区有许多出产海盐的著名盐田，如渤海湾的长芦盐场、江苏的淮北盐场、浙江的庵东盐场、海南的莺歌盐场等。

### 结晶水

许多物质从水溶液中结晶析出时，晶体里常结合有一定数目的水分子。例如，硫酸铜从水溶液中结晶析出时，每个  $\text{CuSO}_4$  分子结合 5 个水分子（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）；碳酸钠从水溶液中结晶析出时，每个  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  分子结合 10 个水分子（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）。结合在晶体里的一定数目的水分子，叫做结晶水。含有结晶水的物质叫做结晶水合物，如胆矾（或叫蓝矾  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）、石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）、绿矾（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）、明矾 [ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ] 等。有些物质的晶体里不含结晶水，如食盐、硝酸钾晶体等。

晶体里所含的结晶水一般都不很稳定，加热时，容易失去。

#### [实验 6-8]

取研碎的蓝色硫酸铜晶体约 3 克，放入硬质试管中，按图 6-11 所示装配好，慢慢加热，观察变化。待试管冷却后，往其中加几滴水，有什么现象发生？用手触摸试管外壁，有何感觉？

#### <观察与思考>

(1) 硫酸铜晶体是\_\_\_\_\_色的，受热后变为\_\_\_\_\_色，并有\_\_\_\_\_放出，说明加热后，发生了\_\_\_\_\_反应。

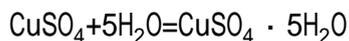
(2) 无水硫酸铜是\_\_\_\_\_色的，加水后变为\_\_\_\_\_色，同时试管\_\_\_\_\_，说明发生了\_\_\_\_\_反应。

实验表明：蓝色的硫酸铜晶体受热后失去结晶水，生成白色无水硫酸铜粉末。



(蓝色) (白色)

在无水硫酸铜粉末中滴入少量水，白色粉末变成蓝色晶体，并有明显的放热现象。



(白色) (蓝色)

有的结晶水合物在室温和干燥的空气里，能自动失去部分或全部结晶水，这种现象叫做风化。例如，在室温时，碳酸钠晶体 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 放在干燥的空气中，会逐渐失去结晶水变成粉末。有的晶体能自动吸收空气中的水蒸气，而在表面逐渐形成溶液，这种现象叫做潮解。例如，氯化钙和氢氧化钠固体在空气中都很容易潮解。

#### 做一做

取碳酸钠晶体 10 克，盛在一个适当的塑料瓶盖上，放置在干燥通风的地方，逐日观察它的变化并称量，记录它的质量变化，直到质量不再变化为止。

#### 练一练

(1) 晶体是\_\_\_\_\_，结晶指\_\_\_\_\_。使溶质结晶析出的方法有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(2) 结晶水是\_\_\_\_\_，它的数目是\_\_\_\_\_，含有结晶水的物质叫\_\_\_\_\_。

(3) 风化是\_\_\_\_\_。潮解是\_\_\_\_\_。

### 怎样分离混合物？

在自然界，绝对纯净的物质是不存在的。通常我们所接触到的物质一般都含有杂质，是由几种物质组成的混合物，如粗盐、食糖等。为了得到比较纯净的物质，需要把混合物里的几种物质分开，进行混合物的分离。下面介绍两种常用的分离物质的方法。

#### 1. 过滤法

过滤是将不溶于液体的固体物质跟液体分离的一种方法。例如，要除去混在粗盐中的不溶于水的固体杂质，可把粗盐溶于水，然后进行过滤，把不溶于水的固体杂质除去（图 6-12）

#### 2. 结晶法

由可溶性固体组成的混合物，如果它们在同一种溶剂里的溶解度随温度的改变差别较大，可用结晶法加以分离。

[实验 6-9]

在烧杯中加入 40 克硝酸钾和少量食盐的混合物，注入 50 毫升水，加热，使混合物完全溶解。溶液冷却后，让硝酸钾晶体析出。最后进行过滤，硝酸钾晶体留在滤纸上，食盐仍然溶解在滤液里。

用结晶法提纯固体物质的操作步骤是：先将含杂质的固体加热溶解，然后趁热进行过滤，把可能存在的某些不溶物滤去，进而冷却结晶，所需固体从溶液里结晶析出，可溶性杂质仍留在溶液中；再过滤，得纯度较高的固体（图 6-13）。如果要得到纯度更高的固体，可把结晶出来的固体按上面的操作步骤，再一次溶解和结晶，这种分离方法叫做重结晶或再结晶。在化学试剂的提纯、食糖的精制中，常常采用重结晶分离法。

(1) 下列各组概念有什么不同？举例说明。

晶体和结晶

溶液和浊液

溶解性和溶解度

风化和潮解

(2) 实验室中用氯酸钾和二氧化锰的混合物制取氧气，当反应完全后，试管中剩下的物质是什么？用什么方法可把它们分开，从而得到纯净物？

习题 6-2

1. 碳酸钠晶体 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 中，结晶水的质量分数是多少？

2. 已知 20 时，硝酸钠的溶解度是 85 克，在这一温度下，把 30 克硝酸钠溶解在 60 克水里，所得溶液为不饱和溶液。为了使它成为饱和溶液，采取下列措施：

(1) 蒸发溶剂。问为此需要蒸发掉多少克水，才能成为饱和溶液？

(2) 增加溶质。问为此需要增加多少克硝酸钠，才能成为饱和溶液？

## 第五节 溶液的组成

### 想一想

有三杯食盐溶液，在甲杯里，100 克水溶有 10 克食盐；在乙杯里，50 克水溶有 4 克食盐；在丙杯里，10 克水溶有 2 克食盐。问哪一杯食盐溶液最浓？哪杯最稀？

在实际工作中，人们用到的溶液有浓有稀，因此，常常要配制在一定量的溶液里含有不同数量溶质的溶液，这就涉及溶液组成的问题，即溶液中溶质和溶剂各占有多大质量分数或体积分数的问题。

### 溶液组成的表示法

#### 1. 溶质的质量分数

溶质质量与溶液质量之比，叫做溶质的质量分数（以  $w$  表示，以前称为质量百分比浓度）。这是常用的一种溶液组成表示法，计算公式是：

$$\begin{aligned}\text{溶质的质量分数} &= \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量}} \times 100\%\end{aligned}$$

例 1 如图 6-14 (a)，10 克氯化钠溶解于 90 克水中，则在所得氯化钠溶液中，

$$\begin{aligned}\text{溶质的质量分数} &= \frac{10\text{克}}{10\text{克} + 90\text{克}} \times 100\% \\ &= 10\%\end{aligned}$$

例 2 如图 6-14 (b)，20 克氯化钠溶解于 85 克水中，则在所得氯化钠溶液中，

$$\text{溶质的质量分数} = \frac{20\text{克}}{20\text{克} + 85\text{克}} \times 100\% = 19\%$$

(1) 已知 20℃ 时，食盐的溶解度是 36 克。“这表明，该饱和溶液的质量分数是 36%”。这种说法对吗？为什么？

(2) 把 10 克食盐加进 10 克水中，得到质量分数为 50% 的食盐溶液。对吗？

(3) 从 100 毫升质量分数为 10% 的食盐溶液中取出 10 毫升，问这部分溶液的组成是多少？

(4) 已知溶剂的质量分数为：

$$\text{溶剂的质量分数} = \frac{\text{溶剂质量}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量}} \times 100\%$$

问：溶剂的质量分数与溶质的质量分数之间有何种关系？在图 6-14 所示两种溶液中，溶剂的质量分数各等于多少？

#### 2. 体积分数

有时候要将两种液体以一定的体积比例互相混合，配制不同组成的溶液。这时，可用其中一种液体组分的体积分数去表示溶液的组成。计算公式

是：

$$\text{某液体组分的体积分数} = \frac{\text{某液体组分的体积}}{\text{溶液体积}} \times 100\%$$

例如医疗上使用的“消毒酒精”是用 7.5 份体积乙醇和 2.5 份体积水配制的，则在该酒精溶液中

$$\text{乙醇的体积分数} = \frac{7.5}{7.5+2.5} \times 100\% = 75\%$$

或

$$\text{水的体积分数} = \frac{2.5}{7.5+2.5} \times 100\% = 25\%$$

日常实践中，在不要求准确表示溶液组成的情况下，也用两种液体的体积比去表示溶液的组成。例如上述溶液中，乙醇和水的体积比是 7.5 : 2.5。这种习惯表示法在配制农药或药剂时常常使用。

### 关于溶液组成的计算

#### 1. 配制一定量的某一组成的溶液，求所需溶质和溶剂的量

例 1 要配制 100 千克质量分数为 10% 的氢氧化钠溶液，需要多少千克氢氧化钠固体和多少千克水？

解：设需要氢氧化钠的质量为  $x$ ，则根据公式

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

$$\text{可得} \quad 10\% = \frac{x}{100 \text{ 千克}} \times 100\%$$

$$\text{故} \quad x = \frac{10\% \times 100 \text{ 千克}}{100\%} = 10 \text{ 千克}$$

$$\text{水的质量} = 100 \text{ 千克} - 10 \text{ 千克} = 90 \text{ 千克}$$

答：配制 100 千克 10% 氢氧化钠溶液，需要氢氧化钠固体 10 千克和水 90 千克。

#### 练一练

在农业生产上，有时用质量分数为 10% ~ 20% 食盐溶液来选种。现要配制 50 千克 15% 食盐溶液，需要食盐和水各多少千克？

#### 2. 有关溶液稀释的计算

例 2 在轧钢厂除锈工段里，要将 1500 千克质量分数为 98% 的浓硫酸稀释成 10% 的硫酸溶液，需用多少千克水？

分析 溶液加水稀释时，只是溶液的总质量发生变化，而稀释前后溶液里的溶质质量保持不变。

解：设稀释后溶液质量为  $x$ ，根据以上分析可列得：

$$1500 \text{ 千克} \times 98\% = x \times 10\%$$

$$\text{故} \quad x = \frac{1500 \text{ 千克} \times 98\%}{10\%} = 14700 \text{ 千克}$$

$$\text{需要水的质量} = 14700 \text{ 千克} - 1500 \text{ 千克} = 13200 \text{ 千克}$$

答：把 1500 千克 98% 硫酸稀释成 10% 硫酸溶液，需水 13200 千克。

### 练一练

把 50 克质量分数为 98% 硫酸稀释成 20% 硫酸溶液，需要水多少克？

例 3 配制质量分数为 20% 硫酸溶液 460 克，问需要 98% 的硫酸多少毫升？已知 98% 硫酸的密度为 1.84 克/厘米<sup>3</sup>。

解法 1：设需要 98% 硫酸的质量为 x，则根据稀释前后溶质质量不变的原则列得：

$$460 \text{ 克} \times 20\% = x \times 98\%$$

故 
$$x = \frac{460 \text{ 克} \times 20\%}{98\%} = 93.9 \text{ 克}$$

根据所给密度，可以求出与此相应的浓硫酸的体积。

计算公式是 
$$\text{体积 (V)} = \frac{\text{质量 (m)}}{\text{密度 ( )}}$$

故 
$$V = \frac{93.9 \text{ 克}}{1.84 \text{ 克/厘米}^3} = 51 \text{ 厘米}^3 = 51 \text{ 毫升}$$

答：配制 20% 硫酸溶液 460 克，需要 98% 硫酸 51 毫升。

解法 2：根据最终配成溶液的质量分数进行计算。

已知终态溶液的质量  $m_{\text{溶液}} = 460 \text{ 克}$

终态溶液中溶质质量  $m_{\text{溶质}} = V \times 1.84 \text{ 克/厘米}^3 \times 98\%$

终态溶液中溶质的质量分数为 20%，据此列得：

$$20\% = \frac{V \times 1.84 \text{ 克/厘米}^3 \times 98\%}{460 \text{ 克}} \times 100\%$$

解得： $V = 51 \text{ 厘米}^3 = 51 \text{ 毫升}$

### 3. 溶质的质量分数和溶解度的换算

例 4 食盐在 0 的溶解度是 35.7 克，计算 0 的食盐饱和溶液中溶质的质量分数。

解：设 0 的食盐饱和溶液中溶质的质量分数为 w，根据质量分数的计算公式可列出：

$$w = \frac{m_{\text{溶质}}}{m_{\text{溶剂}} + m_{\text{溶质}}} \times 100\% = \frac{35.7 \text{ 克}}{100 \text{ 克} + 35.7 \text{ 克}} \times 100\% = 26.3\%$$

答：0 时食盐饱和溶液中溶质的质量分数为 26.3%。

由此可见，在一定温度下，某物质的饱和溶液中溶质的质量分数 w 和它的溶解度 S 的换算公式是：

$$w = \frac{S}{100 \text{ 克} + S} \times 100\%$$

### 练一练

按下表所列项目，比较溶质的质量分数和溶解度：

---

1 毫升 = 10<sup>-3</sup> 升 = 1 厘米<sup>3</sup> = 10<sup>-3</sup> 分米<sup>3</sup> = 10<sup>-6</sup> 米<sup>3</sup>。

项 目	溶质的质量分数 $w$	溶解度 $S$
定 义		
所指溶液是否饱和 与温度的关系		
相互换算公式		

## 做一做

### 运动衣印字

配制 70 毫升质量分数为 10% 的氢氧化钠溶液，加入 5 克快速猩红染料（若印蓝字，则用快速猩蓝染料），搅拌，待全部溶解后加入适量淀粉糊，搅拌成糊状，即为印字剂。把待印的运动衣平铺在木板上，将刻有号码或图案的厚纸片紧压其上，用毛刷蘸印字剂涂刷印字。刷毕，把运动衣晾干。6 小时后，用清水漂洗干净，即成。

### 习题 6-3

1. 下列说法是否正确？如不正确，应怎样改正？

(1) 在 20℃ 时，用 100 克水溶解 21 克无水硫酸铜，所得硫酸铜溶液的质量分数为 21%。

(2) 将 3 体积水和 1 体积酒精相混合，所得酒精溶液的体积分数为 33%。

(3) 将 50 克溶质的质量分数为 10% 氯化钠溶液跟 50 克 20% 氯化钠溶液混合，得到 100 克 30% 氯化钠溶液。

2. 在 80 克 15% 硝酸钠溶液里加入 20 克水或 20 克硝酸钠。计算用这两种方法制成的两种溶液中溶质的质量分数。

3. 向 10 体积的水里慢慢加入 2 体积 98% 硫酸(密度为 1.84 克/厘米<sup>3</sup>)，计算所得硫酸溶液中溶质的质量分数。

4. 要使 400 克溶质的质量分数为 10% 蔗糖溶液浓缩成 50% 的蔗糖溶液，已加热蒸发掉 200 克水，问还要加入多少克蔗糖？

5. 溶质的质量分数为 5% 的食盐溶液和 25% 的食盐溶液各取多少克相混合，可以配成 10% 的食盐溶液多少克？

6. 在一定温度时，食盐饱和溶液的质量是 12 克，把它蒸干后，得到食盐 3.2 克，计算这一温度下食盐的溶解度和溶液中溶质的质量分数。

7. 某硫酸溶液 100 克，刚好跟 13 克含杂质的质量分数为 5% 的锌完全反应，求这种硫酸溶液中溶质的质量分数。

## 本章小结

### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	溶液的计算（溶解度和溶质质量分数的计算）
理解	溶液、饱和溶液、不饱和溶液、溶解度
了解	溶质、溶剂、悬浊液、乳浊液、固体的溶解度曲线、溶解性、过滤、结晶、结晶水合物

### 知识概要

- （1）溶液：由溶质和溶剂组成的均匀、稳定的混合物。
  - （2）某饱和溶液：一定温度下，一定量的溶剂里不能再溶解某溶质的溶液。
  - （3）某不饱和溶液：还能继续溶解某溶质的溶液。
  - （4）不饱和溶液  $\xrightarrow[\text{增加溶剂或升温}]{\text{蒸发或冷却}}$  饱和溶液  $\xrightarrow[\text{冷却}]{\text{蒸发}}$  结晶
2. 溶解度：在一定温度下，某固态物质在 100 克溶剂中达到饱和状态时所溶解的质量。计算公式是：

$$\text{溶解度} = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶剂质量}} \times 100\text{克}$$

### 3. 溶液的组成：

$$(1) \text{ 溶质的质量分数} = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量}} \times 100\%$$

$$(2) \text{ 某液体组分的体积分数} = \frac{\text{某液体组分的体积}}{\text{溶液体积}} \times 100\%$$

### 4. 几种可溶性固体物质组成的混合物的分离方法：结晶和过滤。

### 5. 有关溶液的计算：

- （1）根据溶解度和溶质的质量分数概念的计算。
- （2）溶解度 S 和质量分数 w 的相互换算：

$$w = \frac{S}{100\text{克} + S} \times 100\%$$

### 复习题

- 下列叙述正确的是\_\_\_\_\_。
  - 澄清、透明、均匀的液体都是溶液
  - 溶液是溶质和溶剂化合而成的化合物
  - 溶剂都是液体，溶质都是固体
  - 只要溶剂不蒸发、温度不变化，不管放置多久，溶液里的溶质都不会分离出来
- 工业上必须除去锅炉用水中所溶解的过多的二氧化碳气体，为了达到此目的，可采用的方法是\_\_\_\_\_。
- 在 20 时，若下列四种情况都刚好得到饱和溶液：
  - （1）0.2 克甲溶于 1 克水中；
  - （2）150 克乙溶于 1 升水中；
  - （3）5 克丙溶于 300 克水中；
  - （4）0.1 克丁溶于 20 毫升水中。

则此时溶解度最大的是\_\_\_\_\_，易溶物质是\_\_\_\_\_，可溶物质是\_\_\_\_\_，难溶物质是\_\_\_\_\_。

- (A) 甲 (B) 乙  
(C) 丙 (D) 丁

4. 在 20 时，某饱和溶液的密度为  $d$ ，体积为  $V$  的此溶液中含溶质  $a$ ，则 20 时此溶质的溶解度为\_\_\_\_\_克。

- (A)  $\frac{100a}{V}$  (B)  $\frac{100a}{Vd}$   
(C)  $\frac{100a}{Vd - a}$  (D)  $\frac{100a}{Vd + a}$

5. 在 20 时，某物质的饱和溶液的溶质质量分数为  $A\%$ ，则此温度下该物质的溶解度为\_\_\_\_\_。

- (A)  $\frac{100A}{100 - A}$  (B)  $\frac{A}{100 - A}$   
(C)  $\frac{100 - A}{100A}$  (D)  $\frac{100 - A}{100 + A}$

6. 要使饱和溶液里的固体溶质结晶析出，可采用的方法是：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。方法 适用于\_\_\_\_\_固体溶质；方法 适用于\_\_\_\_\_固体溶质。

7. 在下列实验过程中，所得液体（框格内）属于悬浊液、乳浊液还是溶液？把答案填写在相应的括号内。

生石灰  $\xrightarrow{\text{加入过量的水}}$  所得液体 ( )  $\xrightarrow{\text{通入少量CO}_2}$  所得液体 ( )  
 $\xrightarrow{\text{继续通入过量的CO}_2}$  所得液体 ( )

8. 在 100 时，硝酸钾的溶解度为 246 克，在此温度下，将 1800 克硝酸钾晶体溶于 800 克水中，能否配成饱和溶液？如果不能，还需加入多少克硝酸钾晶体？

9. 将 50 克稀盐酸跟足量的石灰石反应，生成的气体通入过量的澄清石灰水中，完全反应后可得到 10 克白色沉淀，求此盐酸溶液中溶质的质量分数。

## 第七章 酸碱盐

在日常生活中，我们经常用到各种各样的酸、碱和盐。例如食醋中含乙酸，酸牛奶中有乳酸，汽车或摩托车用的蓄电池中有硫酸，除锈迹的液体中含盐酸。熟石灰中含氢氧化钙，强力去污粉中含氢氧化钠，此外烫发水或洗发香波中也含有碱。食盐、碳酸钠（苏打）、硫酸铵（肥田粉）等都是常见的盐。本章将要学习常见酸、碱、盐的基本性质和用途。

### 第一节 酸、碱、盐溶液的导电性

#### 溶液的导电性

##### [实验 7-1]

按图 7-1 所示方法，进行溶液导电性的实验。

在烧杯中，分别加入蒸馏水、干燥的蔗糖、硝酸钾、硫酸钾和食盐晶体，依次接通电源，观察灯泡是否发光。

##### [实验 7-2]

把适量的蒸馏水加入上述装有各晶体的烧杯中，使它们溶解，再依次接通电源，观察现象。将以上实验结果记录在下表中。

导电性	物质				
	蒸馏水	蔗糖	硝酸钾	硫酸钾	食盐
状态					
固态					
液态					
水溶液					

可以看到，干燥的食盐、硝酸钾和硫酸钾晶体都不导电，而它们的水溶液都能导电。蔗糖的晶体和水溶液都不导电。蒸馏水的导电能力非常弱，故在实验中灯泡也不发光。

#### 选学

#### 电解质和非电解质

实验证明：食盐、硝酸钾、硫酸钾等化合物，除了在水溶液中能够导电外，在熔化状态下也能导电。这类在水溶液中或熔化状态下能够导电的化合物叫做电解质。酸、碱、盐都是电解质。蔗糖则在水溶液中和在熔化状态下都不导电，这类化合物叫做非电解质。多数有机物都是非电解质。

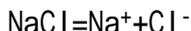
#### 溶液导电的原因

为什么食盐、硝酸钾和硫酸钾等物质的晶体不能导电，而它们溶于水时就能导电呢？现以食盐为例来分析。我们知道，电流是由带电微粒沿着一定方向移动而形成的。食盐是离子化合物，在它的晶体里存在着带正电的钠离子（ $\text{Na}^+$ ）和带负电的氯离子（ $\text{Cl}^-$ ）（见图 7-2）。

然而，由于静电作用，这些离子被束缚在晶体的固定位置上，不可能在晶体内自由移动，所以干燥的食盐晶体不能导电。当食盐溶于水时，在水分子作用下，减弱了钠离子和氯离子之间的吸引力，使食盐晶体解体并转变成能自由移动的带电的钠离子和氯离子，因而食盐水溶液可以导电。

物质溶解于水，因而离解成自由移动的离子的过程，叫做电离。

氯化钠的电离可以表示如下：



这种表示物质电离的式子，叫做电离方程式。离子所带电荷一般等于它们在化合物中的化合价。

在这类可导电的溶液中，所有阳离子带的正电荷总数，和所有阴离子带的负电荷总数是相等的，因而整个溶液不显电性。

为什么蔗糖水溶液不能导电呢？那是因为蔗糖溶解于水后不发生电离，它在水溶液里是以中性分子的形式存在的，所以蔗糖水溶液不导电。

### 练一练

电离是物质\_\_\_\_\_，因而离解成\_\_\_\_\_的过程。

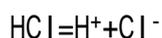
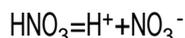
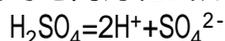
写出氯化钾、硝酸钾和硫酸钾的电离方程式。

## 酸、碱、盐的电离

### [实验 7-3]

用图 7-1 所示装置，分别试验硫酸、硝酸和盐酸的水溶液的导电性。

试验表明，这些酸的水溶液都能导电，说明酸在水溶液中发生电离，生成能够自由移动的离子。它们的电离方程式如下：



(酸) (氢离子) (酸根离子)

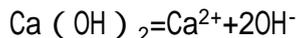
由此可见，酸在电离时生成的阳离子全部是氢离子。电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。如  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\text{HNO}_3$ ， $\text{HCl}$  等。

酸电离所生成的阴离子叫做酸根离子。例如， $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{NO}_3^{-}$ ， $\text{Cl}^{-}$  都是酸根离子，它们所带负电荷的数目等于酸分子电离时所生成的氢离子的数目。

### [实验 7-4]

用图 7-1 所示装置，分别试验氢氧化钠和氢氧化钾的水溶液的导电性。

试验表明，这些碱的水溶液都能导电，说明碱在水溶液中发生电离，生成能够自由移动的离子。

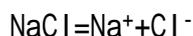
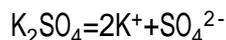
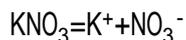


(碱) (金属离子) (氢氧根离子)

由此可见，碱在电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子。电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱，如  $\text{KOH}$ ， $\text{NaOH}$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$  等。

碱电离所生成的阳离子一般都是金属离子，而且电离生成的氢氧根离子的数目等于该金属离子所带正电荷的数目。

此外，实验 7-2 已经表明，硝酸钾、硫酸钾和食盐等化合物的水溶液都能导电，它们在水溶液中都发生电离，生成能够自由移动的离子。



(盐) (金属离子) (酸根离子)

由此可见，这些化合物在水溶液里都能电离生成金属离子和酸根离子。电离时生成金属离子和酸根离子的化合物叫做盐，如  $\text{KNO}_3$ ， $\text{K}_2\text{SO}_4$ ， $\text{NaCl}$  等。它们电离生成的金属离子的正电荷总数等于酸根离子的负电荷总数。

### 练一练

- (1) 电离时生成的阳离子全部是\_\_\_\_\_的化合物叫做酸，例如\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。
- (2) 电离时生成的阴离子全部是\_\_\_\_\_的化合物叫做碱，例如\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。
- (3) 多数盐是由\_\_\_\_\_离子和\_\_\_\_\_离子组成的化合物，电离时生成\_\_\_\_\_离子和\_\_\_\_\_离子。

### 习题 7-1

1. 下列说法是否正确？为什么？

- (1) 硫酸氢钾 ( $\text{KHSO}_4$ ) 在水溶液中电离时会生成氢离子，因此它是一种酸。
- (2) 酸、碱、盐在任何情况下都能导电。
- (3) 酸、碱、盐在通过电流的时候发生电离。
- (4) 蔗糖溶于水时，电离成分子扩散到水中。
- (5) 酸、碱、盐溶液可以导电，因为它含有可以移动的自由电子。

2. 已知硫酸钠、硝酸钠、硫酸镁、氢氧化钡、氯化镁和氯酸钾的水溶液都能导电，写出它们在水溶液中的电离方程式。

## 第二节 酸

### 想一想

以下化合物中，哪些是酸？哪些是氧化物？

HCl, HNO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,

NaHSO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, CaO, CO<sub>2</sub>。

## 盐 酸

### [实验 7-5]

观察两瓶浓盐酸的颜色和状态，一瓶是化学纯盐酸（注意标签说明），一瓶是工业盐酸。

纯净的浓盐酸是无色液体，工业盐酸常因含有杂质而带黄色。常见浓盐酸的质量分数为 36.5%，密度是 1.19 克/厘米<sup>3</sup>。浓盐酸在空气中生成白雾，这是因为它挥发出来的氯化氢气体跟空气中的水蒸气接触，形成盐酸小液滴的缘故。

盐酸有哪些化学性质呢？

(1) 盐酸能使紫色石蕊试液变红，但不能使无色酚酞试液变色。

### [实验 7-6]

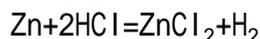
在 2 支试管中，各加入 5 毫升稀盐酸。然后，向一支试管里滴入几滴紫色石蕊试液，向另一支试管里滴入几滴无色酚酞试液，观察颜色变化。

(2) 盐酸能跟活泼金属发生置换反应，放出氢气，并生成盐。

### [实验 7-7]

在试管中，加入少量稀盐酸和 1 小片锌，观察反应情况。

锌跟盐酸反应的化学方程式是：

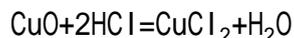


(3) 盐酸能跟某些金属氧化物反应，生成盐和水。

### [实验 7-8]

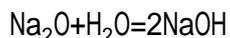
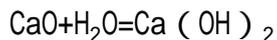
在试管中，加入少量氧化铜粉末，再加入约 2 毫升稀盐酸，在酒精灯上加热，不时振荡，观察变化情况。

氧化铜跟盐酸反应，生成氯化铜和水。



(碱性氧化物) (酸) (盐) (水)

凡能与酸反应生成盐和水的氧化物，叫做碱性氧化物。多数金属氧化物都是碱性氧化物，如氧化铜、氧化钙、氧化镁等。其中少数碱性氧化物跟水化合时，能生成可溶性碱。如氧化钙跟水化合，生成氢氧化钙；氧化钠跟水化合，生成氢氧化钠。



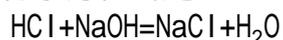
(4) 盐酸跟碱发生中和反应，生成盐和水。

### [实验 7-9]

在试管中，加入 5 毫升稀的氢氧化钠溶液，再滴入酚酞试液几滴，观察颜色变化。用滴管吸取盐酸，滴入试管中，边滴边摇动，直到红色刚褪去为

止。

盐酸跟氢氧化钠反应的化学方程式是：



(酸) (碱) (盐) (水)

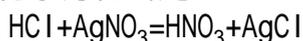
酸跟碱反应，生成盐和水，这种反应叫做中和反应。

(5) 盐酸能跟某些盐反应，生成另一种酸和盐。

[实验 7-10]

在一支盛有稀盐酸的试管中，逐滴加入硝酸银溶液，观察现象。再滴入几滴稀硝酸，观察沉淀是否溶解。

盐酸跟硝酸银反应的化学方程式是：



反应所生成的氯化银呈白色沉淀，不溶于稀硝酸。因此，这个反应可用于检验盐酸。硝酸银是检验氯离子的试剂，可用于检验盐酸和其他电离时能产生  $\text{Cl}^-$  离子的化合物（如  $\text{KCl}$ ， $\text{MgCl}_2$  等）。

根据以上实验结果，填写下表。

盐酸的化学性质

项目	反应情况
使紫色石蕊试液	
跟活泼金属（锌）反应	
跟碱性氧化物（ $\text{CuO}$ ）反应	
跟碱（ $\text{NaOH}$ ）反应	
跟某些盐（ $\text{AgNO}_3$ ）反应	

盐酸是重要的化工原料，广泛应用于食品、电镀、医药、冶炼和其它化学工业。

练一练

1. 写出下列反应的化学方程式：

(1) 盐酸跟铁：\_\_\_\_\_

(2) 盐酸跟氧化钙：\_\_\_\_\_

(3) 盐酸跟氢氧化钙：\_\_\_\_\_

(4) 盐酸跟碳酸钙：\_\_\_\_\_

2. 氧化物是指\_\_\_\_\_元素跟\_\_\_\_\_元素组成的\_\_\_\_\_。凡能与\_\_\_\_\_反应生成\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_，叫做碱性氧化物。

3. 下列化合物中，哪些属于碱性氧化物：

$\text{CaO}$ ， $\text{BaO}$ ， $\text{FeO}$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ， $\text{MgO}$ ，

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ ， $\text{SO}_2$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{Na}_2\text{O}$

4. 检验氯离子可用\_\_\_\_\_，反应结果生成\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，它不溶于\_\_\_\_\_。

## 硫酸

市售硫酸，通常是质量分数为 98% 的浓硫酸，密度是 1.84 克/厘米<sup>3</sup>，是一种无色、粘稠的油状液体，沸点 338 。

硫酸有哪些化学性质呢？

[实验 7-11]

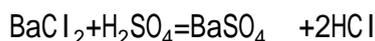
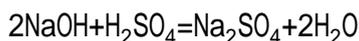
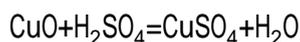
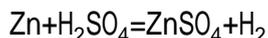
(1) 按照实验 7-6、实验 7-7、实验 7-8、实验 7-9 的方法，改用稀硫酸代替稀盐酸进行实验，观察现象。

(2) 在试管中加入约 3 毫升稀硫酸，滴入几滴氯化钡溶液，观察有无沉淀产生。再滴入几滴稀硝酸，观察沉淀是否溶解。

根据实验结果，将稀硫酸的化学性质填写下表。

项 目	反应情况
使紫色石蕊试液	
跟活泼金属（锌）反应	
跟碱性氧化物（CuO）反应	
跟碱（NaOH）反应	
跟某些盐（BaCl <sub>2</sub> ）反应	

以上实验中发生的各反应，可用化学方程式表示如下：



氯化钡跟稀硫酸反应，生成白色的硫酸钡沉淀，它不溶于稀硝酸。这个反应可用来检验硫酸和可溶性硫酸盐，氯化钡是检验硫酸根离子的试剂，可用于检验硫酸和其他电离时能生成 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 离子的化合物（如 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，MgSO<sub>4</sub> 等）。

以上实验表明，稀硫酸的化学性质和盐酸相似。但是，浓硫酸的化学性质则很不相同，例如浓硫酸有强吸水性、脱水性等特性。

一瓶浓硫酸，如果暴露在空气中，它的质量会增加，浓度会变稀，这是由于它强烈吸收空气中水分的缘故。可见浓硫酸有强吸水性。据此，浓硫酸可作干燥剂。

[实验 7-12]

取 20 克蔗糖放入小烧杯中，加少量水使它润湿后，注入 10 毫升浓硫酸，搅拌，观察现象。

实验表明：浓硫酸很快使蔗糖脱水，变成碳，可见它有强的脱水性（见图 7-4）。浓硫酸对衣物、皮肤等都有强腐蚀性。如果不慎沾上硫酸，应立即用布拭去，再用大量水冲洗。

[实验 7-13]

在中号试管中盛 2 毫升水，小心逐滴加入 2 毫升浓硫酸，振荡，用手轻轻触摸试管外壁，有何感觉？

浓硫酸溶于水时，放出大量热。因此稀释浓硫酸时，只能将浓硫酸沿着器壁慢慢地注入水中，并不断搅拌，绝不能将水倒入浓硫酸中。因为水进入大量浓硫酸中，释放出的热很快使水沸腾汽化，引起酸液飞溅，十分危险（图

7-5)。

硫酸广泛用于生产化肥、农药、染料、冶炼金属、精炼石油、制备其它化工原料等。我国硫酸年产量建国初期仅为4万吨，目前已发展到1000多万吨，居世界第三位。

### 练一练

1. 写出下列有关稀硫酸反应的化学方程式：

(1) 硫酸跟镁：\_\_\_\_\_

(2) 硫酸跟氧化镁：\_\_\_\_\_

(3) 硫酸跟氢氧化镁：\_\_\_\_\_

(4) 硫酸跟硝酸钡：\_\_\_\_\_

2. 检验硫酸根离子可用\_\_\_\_\_，反应结果生成\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，它不溶于\_\_\_\_\_。

## 硝 酸

纯净的硝酸是无色液体，强烈挥发，有特殊刺激性气味。

### [实验 7-14]

在一支大号试管中，滴几滴浓硝酸，观察它的颜色和状态，然后微热，观察现象（实验完后塞上塞子）。

浓硝酸不稳定，受热或见光都容易分解，产物中有二氧化氮（ $\text{NO}_2$ ），它是一种红棕色的有毒气体。因此浓硝酸必须用棕色试剂瓶盛装，并放在低温阴凉的安全地方。

浓硝酸有很强的腐蚀性，使用时要特别小心。稀硝酸的化学性质也和盐酸类似，如使紫色石蕊试液变红，可跟碱、碱性氧化物作用等，但它跟金属的反应则不相同，这时一般不生成氢气，而生成水和一氧化氮等。

硝酸广泛用于生产化肥、染料、炸药和其它化工原料等。

### 练一练

写出稀硝酸跟氢氧化钠、氧化铜、碳酸钙反应的化学方程式。

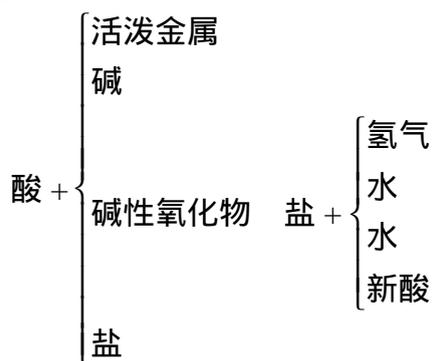
## 酸的通性

以上三种酸，即盐酸、硫酸和硝酸是产量最大、用途最广的酸，常常叫做“三酸”。此外，还有磷酸、碳酸、食醋里含的醋酸、柠檬汁中含的柠檬酸等。实验表明，这些酸电离时，所生成的阳离子全部都是氢离子，因而它们具有相似的化学性质（见表 7-1）。

表 7-1 酸的通性

项 目	反应情况
使紫色石蕊试液	变红
跟活泼金属	发生置换反应，放出氢气，并生成盐
跟碱性氧化物	发生反应生成盐和水
跟碱	发生中和反应，生成盐和水
跟某些盐	反应后生成新的酸和盐

举例说明以下转变关系：



### 酸的分类和命名

#### 1. 根据酸分子中是否含有氧原子进行分类

(1) 含氧酸分子中含有氧原子的酸叫做含氧酸，如  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\text{HNO}_3$ ， $\text{H}_3\text{PO}_4$ ， $\text{H}_2\text{CO}_3$  等。

含氧酸的命名，一般是根据组成中除氢和氧之外的某元素而称为“某酸”。例如  $\text{H}_2\text{SO}_4$  叫硫酸、 $\text{H}_3\text{PO}_4$  叫磷酸、 $\text{H}_2\text{CO}_3$  叫碳酸等，但  $\text{HNO}_3$  习惯上叫做硝酸。

(2) 无氧酸分子中不含氧原子的酸叫做无氧酸。如氢氟酸（盐酸），氢氟酸、氢硫酸等，它们分别是氯化氢（ $\text{HCl}$ ）、氟化氢（ $\text{HF}$ ）、硫化氢（ $\text{H}_2\text{S}$ ）溶于水后生成的水溶液。它们的命名，一般是在氢字后面加上另一元素的名称，叫氢某酸。

#### 2. 根据酸分子电离能生成的氢离子的个数进行分类

据此可将酸分为一元酸（如  $\text{HCl}$ ）、二元酸（如  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）、三元酸（如  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ）等。

### 习题 7-2

- 酸溶液能使紫色石蕊试液变红，是因为酸溶液中有（ ）。  
 (A) 酸根离子 (B) 氢离子  
 (C) 水分子 (D) 酸分子
- 在四支试管中，分别盛有少量下列物质的固体粉末，再注入过量的稀硫酸，振荡，能得到无色澄清溶液的是（ ）。  
 (A)  $\text{CuO}$  (B)  $\text{Zn}$   
 (C)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (D)  $\text{BaCO}_3$
- 下列反应中，属于中和反应的是（ ）。  
 (A)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$   
 (B)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 (C)  $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 (D)  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$
- 写出铝、铁分别与稀硫酸反应的化学方程式。
- 写出碳酸钠分别与盐酸、硫酸、硝酸反应的化学方程式。

6. 写出盐酸分别与  $\text{MgO}$  ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ,  $\text{MgCO}_3$  反应的化学方程式。

### 第三节 碱

1. 什么样的化合物叫做碱？

2. 以下化合物中，哪些是碱？

NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>,

Mg(OH)<sub>2</sub>, Mg(OH)Cl, H<sub>2</sub>O, CaO,

CuO, Cu(OH)<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>。

#### 氢氧化钠

[实验 7-15]

用镊子取 2 粒氢氧化钠，放在玻璃片上，观察它的颜色、状态和在空气中放置后的变化情况。然后，把它放入盛有 5 毫升水的试管里，观察它的溶解性。用手触摸试管外壁，有何感觉？

<观察>

氢氧化钠是\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，在空气中会\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_溶解于水，放出\_\_\_\_\_。

氢氧化钠又叫做苛性钠、烧碱、火碱，白色固体，易溶于水，溶解时放出大量的热，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分而潮解。氢氧化钠是用途最广的一种碱，广泛应用于纺织、造纸、印染、肥皂、石油炼制等工业。氢氧化钠有强烈的腐蚀性，使用时要十分小心。如果不慎沾到氢氧化钠，应立即用水冲洗。

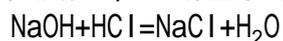
氢氧化钠有哪些化学性质呢？

(1) 它能使无色酚酞试液变红，使紫色石蕊试液变蓝。

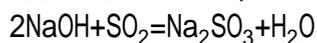
[实验 7-16]

在盛有稀的氢氧化钠溶液的试管中，滴入 2 滴无色的酚酞试液，观察颜色变化。再用紫色石蕊试液进行类似试验。

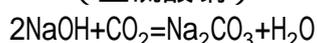
(2) 它能跟酸发生中和反应，生成盐和水。例如（见实验 7-9）：



(3) 它能跟多数非金属氧化物起反应，生成盐和水。例如：



（亚硫酸钠）

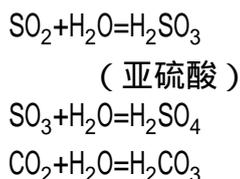


[实验 7-17]

取两支试管，充满二氧化碳气体后，将一支试管倒插入水中，另一支试管倒插入氢氧化钠溶液中。观察并比较两支试管里液面上升的现象（见图 7-6）。

<观察与思考>

倒插在氢氧化钠溶液中的试管里的液面上升较\_\_\_\_\_，说明\_\_\_\_\_。凡能跟碱反应生成盐和水的氧化物，叫做酸性氧化物。如 SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 都是酸性氧化物。多数非金属氧化物属于酸性氧化物（CO, NO 等少数非金属氧化物例外）。多数酸性氧化物能跟水化合，生成含氧酸。例如：



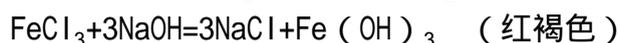
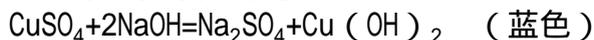
煤和石油燃烧后所产生的烟道气中，含有二氧化硫，排到空气中被云层吸收，并经过氧化作用形成酸雾，随同雨水下降便成为显酸性的雨水，即酸雨。酸雨的危害性很大，如影响人类健康；使森林大面积枯死；使湖水酸化，鱼类死亡；使农作物生长受到影响而减产；使名胜古迹、建筑物腐蚀损坏等（图 7-7）。据调查，我国华南沿海地区的酸雨现象比较严重，应该引起高度重视。

(4) 它能跟某些盐反应，生成新的碱和盐。

[实验 7-18]

在 2 支试管中，分别注入 2 毫升硫酸铜和氯化铁溶液，然后逐滴加入氢氧化钠溶液，边加边振荡，观察现象。

实验中所起反应的化学方程式是：



根据以上实验结果，填写下表。

**氢氧化钠和氢氧化钙的化学性质**

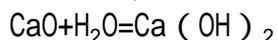
项 目	反应情况	
	NaOH	Ca(OH) <sub>2</sub>
使无色酚酞试液		
使紫色石蕊试液		
跟酸(如 HCl)反应		
跟酸性氧化物(如 CO <sub>2</sub> )反应		
跟某些盐(如 CuSO <sub>4</sub> )反应		

下列说法对吗？为什么？

- (1) 非金属氧化物都是酸性氧化物。
- (2) 凡能与碱反应的化合物都是酸性氧化物。
- (3) 凡与碱反应后生成盐和水的化合物都是酸性氧化物。

### 氢氧化钙

氢氧化钙，又叫熟石灰或消石灰，是氧化钙(生石灰)跟水反应的产物。



[实验 7-19] (见图 7-8)

(1) 取一小块生石灰(CaO)放入烧杯内，加入少量水，观察现象，并用手触摸烧杯外壁，有何感觉？再加入较多的水，搅拌，观察溶解情况。

(2) 吸取所得氢氧化钙溶液，用它代替氢氧化钠溶液，按实验 7-16 和 7-18 的要求进行实验。

(3) 把二氧化碳通入澄清的石灰水溶液中，至出现白色浑浊为止。

<观察与思考>

(1) 氧化钙跟水反应，放\_\_\_\_\_，生成物是\_\_\_\_\_。化学方程式是：\_\_\_\_\_。

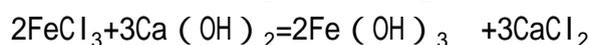
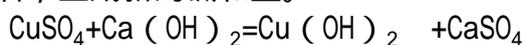
(2) 氢氧化钙\_\_\_\_\_溶于水，它的溶液可使无色酚酞试液变\_\_\_\_\_，使紫色石蕊试液变\_\_\_\_\_，表明溶液呈\_\_\_\_\_性。

(3) 二氧化碳通入澄清石灰水溶液中起反应，生成\_\_\_\_\_色的。化学方程式是：\_\_\_\_\_。

(4) 硫酸铜溶液跟氢氧化钙溶液反应后，生成\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_。化学方程式是：\_\_\_\_\_。

(5) 氯化铁溶液跟氢氧化钙溶液反应后，生成\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_。化学方程式是：\_\_\_\_\_。

以上实验表明，氢氧化钙是一种微溶的碱，它的溶液的性质和氢氧化钠溶液类似，使无色酚酞试液变红，使紫色石蕊试液变蓝，跟某些盐（如硫酸铜和氯化铁）反应后，生成新的碱和盐。



此外，氢氧化钙可跟酸发生中和反应。例如：



将以上实验结果填入上表右边栏中。

氢氧化钙是一种价廉的碱，用途很广。例如，制造漂白粉；配制建筑用的灰浆和“三合土”（由熟石灰、粘土和砂子混合而成）；农业上用它来降低土壤酸性，改良土壤结构，配制农药。有一种叫做“石硫合剂”的杀虫剂，是用熟石灰和硫磺共煮而制成的。另一种叫做“波尔多液”的农药，是用熟石灰和胆矾配成的，用于防治白菜和黄瓜的霜霉病，水稻的稻热病，马铃薯的晚疫病等。

### 碱的通性和命名

除了氢氧化钠、氢氧化钙外，氢氧化钾、氢氧化钡 $[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ 等，都是碱，它们电离时，所生成的阴离子全部都是  $\text{OH}^-$  离子，因此，碱具有共同的化学性质（见表 7-2）。

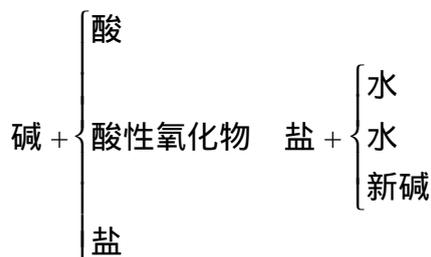
表 7-2 碱的通性

项 目	反应情况
使紫色石蕊试液	变蓝
使无色酚酞试液	变红
跟酸	发生中和反应，生成盐和水
跟酸性氧化物	反应后生成盐和水
跟某些盐	反应后生成新的碱和盐

碱的命名，是根据金属离子的名称，叫做“氢氧化某”，如  $\text{NaOH}$  叫氢氧化钠， $\text{Ba}(\text{OH})_2$  叫氢氧化钡。如果某金属具有高价、低价两种离子，则把高

价金属离子的碱叫“氢氧化某”，而把低价金属离子的碱叫“氢氧化亚某”，如  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  叫氢氧化铁， $\text{Fe}(\text{OH})_2$  叫氢氧化亚铁。

(1) 举例说明以下转变关系：



(2) 凡能跟\_\_\_\_\_反应生成\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_，叫做酸性氧化物。例如\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

### 溶液的酸碱度——pH 值

为了表示溶液酸性和碱性的强弱程度，人们用溶液的 pH 值表示溶液的酸碱度。溶液 pH 值范围一般在 0~14 之间，且有：

酸性溶液	pH 值 < 7
中性溶液	pH 值 = 7
碱性溶液	pH 值 > 7

跟 pH=7 相比，pH 值越小，溶液的酸性越强；pH 值越大，溶液的碱性越强（见图 7-9）。

要测定溶液的 pH 值，最简便的方法是利用 pH 试纸。pH 试纸上附有多种指示剂，对酸碱浓度很敏感。将待测溶液滴在 pH 试纸上，试纸即改变颜色，再与比色卡比较，便可读出溶液的 pH 值（见彩图 7-10 pH 试纸的比色卡）。

pH 试纸一般分为广范 pH 试纸和精密 pH 试纸两种，广范 pH 试纸适用的 pH 值范围较宽，但精密度小。精密 pH 试纸适用的 pH 值范围较窄，但较精确。

#### [实验 7-20]

(1) 用广范 pH 试纸检测稀的氢氧化钠溶液、盐酸溶液和氯化钠溶液的 pH 值。

(2) 用精密 pH 试纸检测土壤浸出液的 pH 值。方法是：取少量土壤，研碎，置于白色点滴板小孔中，滴加蒸馏水，使润湿。片刻后将滴板倾斜，用试纸触及浸出液，观察试纸颜色变化。

(3) 用精密 pH 试纸检测番茄、柠檬或柑、橙、肥皂水、洗涤剂水溶液的 pH 值。

### 中和反应的应用

中和反应在生产和生活上都有广泛的应用。

工厂烟道废气中含有二氧化硫、二氧化氮等会污染大气的物质，向空中排放前必须先行除去。办法是让废气通过含有碱（如石灰水等）的吸收容器，利用中和反应的原理，把它们除去。工厂中的含酸废水，可用熟石灰中和后排放。

蚂蚁、蚊子等昆虫咬人后，会向人体注入一种叫做蚁酸（甲酸）的物质，使皮肤红肿疼痛，用稀氨水涂抹，可中和甲酸，消除肿痛。

人的胃里，如果胃酸过多，会刺激胃壁而感到胃痛。服用含有碱性物质的胃药（如胃舒平，其中含有氢氧化铝），可以中和过量的胃酸，缓解胃痛。

酸性土壤，不利于作物生长。因此，这类农田需要定期施放熟石灰，减小土壤酸性，才能保证作物良好生长。

表 7-3 某些作物最适宜生长的 pH 值范围

作物	水稻	小麦	玉米	花生	马铃薯	棉花	茶	大豆	甘蔗
最适宜生长的 pH 值范围	5 ~ 6	6 ~ 7	5 ~ 7	6 ~ 7	5 ~ 6	6 ~ 8	5 ~ 5.5	6 ~ 7	6 ~

### 练一练

溶液的酸碱度用\_\_\_\_\_表示。酸性溶液的\_\_\_\_\_值\_\_\_\_\_，碱性溶液的\_\_\_\_\_值\_\_\_\_\_，中性溶液的\_\_\_\_\_值\_\_\_\_\_。

### 选学

### 酸碱指示剂

许多有机染料的颜色会随溶液的 pH 值不同而改变，因此可以借助于这种颜色变化来判断溶液的酸碱性或酸碱度，这些物质叫做酸碱指示剂。

指示剂所以会呈现不同颜色，是由于它们的分子结构随 pH 值不同而异。例如石蕊，在 pH 值 < 4.5 时，呈现红色，具有酸式分子结构。在 pH 值 > 8.3 时，呈蓝色，具有碱式分子结构。pH 值在 4.5 ~ 8.3 间，呈现紫色，是上述两种结构的分子混合的结果。将石蕊放入溶液中，如果溶液的 pH 值从 4.4 变化到 8.3，则石蕊的颜色会经历从红 紫 蓝的变化过程，我们把这类 pH 值变化范围叫做指示剂的变色范围。

不同指示剂的酸式色、碱式色各不相同，变色范围也不一样。

表 7-4 几种常见指示剂与变色范围

指示剂	酸式色	碱式色	变色范围 (pH 值)
甲基橙	红色	黄色	3.1 ~ 4.4
甲基红	红色	黄色	4.4 ~ 6.2
石蕊	红色	蓝色	4.5 ~ 8.3
酚酞	无色	红色	8.0 ~ 10.0

花朵之所以会五颜六色、万紫千红，是和花瓣内所含有有机色素相关。其中一种叫花青素，它的颜色随酸碱度不同而变化，酸性时呈红色，碱性时呈蓝色，中性时呈紫色。另一种叫胡萝卜素，它的颜色可呈黄、橙、红等色。不同的花木，由于酸碱度不同，或者色素的种类不同，因而会开出不同颜色的花朵。

### 做一做

### 自制酸碱指示剂

取下表所列植物花或叶，捣碎研磨，加入酒精，取浸出液，加入酸或碱，观察颜色变化。

表 7-5 几种植物花叶浸出液的颜色

植物	浸出液颜色	遇酸时颜色	遇碱时颜色
白菜叶	绿	黄	黄绿
月季花	土红	桃红	黄
红玫瑰	红	红	黄
牵牛花	紫	红	绿

### 查一查

1. 调查学校附近有哪些植物花叶可用作酸碱指示剂。
2. 下雨时，分工到学校所在地若干地点收集雨水，并用精密 pH 试纸测定它的 pH 值，确定本地有无酸雨现象（酸雨的 pH 值一般小于 5.6）。

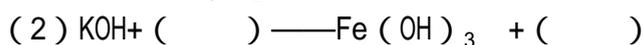
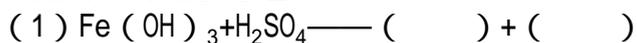
### 习题 7-3

1. 把下面化学式与类别中直接相关的项目用线连接起来。

化学式	类别	化学式
$H_3PO_4$	酸	$P_2O_5$
$H_2S$	碱	$N_2O_5$
KOH	酸性氧化物	$SO_3$
$Ba(OH)_2$	碱性氧化物	MgO
$Na_2CO_3$	盐	$Fe_2O_3$
CaO		$NaNO_3$

2. 以氢氧化钾为例，说明碱有哪些通性，写出有关化学方程式。

3. 完成下列化学方程式：



4. 某电镀厂每天需要排放 50 吨含 HCl 的质量分数为 1% 的盐酸废液，排放前需用熟石灰处理，问为此每天该厂需用去纯度为 80% 的熟石灰多少千克？（杂质不跟盐酸反应）

## 第四节 盐

### 想一想

1. 怎样的化合物叫做盐？

2. 以下化合物中，哪些是盐？

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  
 $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  
 $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  
 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 。

### 两种常见的盐

盐一般指由金属离子和酸根离子组成的化合物，例如氯酸钾、高锰酸钾、碳酸钠、硝酸钾、硫酸铜、硫酸钠、氯化钾、氯化钠等。盐的种类繁多，用途很广。下面介绍两种常见的盐。

#### 1. 氯化钠

氯化钠( $\text{NaCl}$ )是食盐的主要成分，食盐主要存在于海水中。盐湖、盐井、盐矿中也有储藏。我国的食盐资源十分丰富，食盐产量居世界前列。

氯化钠是极其重要的化工原料和日常必需品。工业上用它制造烧碱、氯气、盐酸、漂白粉、纯碱。医疗上用它配制生理盐水。日常生活用它调味、防腐、腌制食物等。人体不可缺少食盐，否则会引起肌肉乏力，甚至痉挛；过多摄取也有害处，可能引起心血管疾病、高血压等。

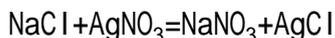
为防止碘缺乏病(智力障碍、甲状腺肿大等)，我国政府规定，市场供应的食盐必须是加碘盐。这种盐是将少量碘化合物(碘化钾或碘酸钾)掺进精盐中配制而成的。使用加碘盐时，不宜把它放在油中爆炒，否则会造成碘的损失。

氯化钠是一种可溶性的盐酸盐，在水溶液中，它可以和某些盐发生反应，生成另外两种新的盐。

#### [实验 7-21]

在 1 支盛有约 5 毫升氯化钠溶液的试管中，逐滴加入硝酸银溶液，观察现象。

氯化钠跟硝酸银反应后，生成硝酸钠和白色凝乳状的氯化银沉淀。



#### 2. 碳酸钠

碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )，又叫纯碱或苏打，它是一种重要的化工原料，玻璃、造纸、纺织、石油炼制、硬水软化、三废处理等工业中都要用它。人们常说的“三酸两碱”中的“两碱”指的就是烧碱和纯碱。

#### [实验 7-22]

(1) 在盛有适量碳酸钠的试管中，加入约 5 毫升水，观察它的溶解情况。然后，滴入无色酚酞溶液，观察颜色变化。

(2) 在盛有碳酸钠的试管中，滴入盐酸，观察反应现象。把燃着的火柴

接近试管口，发生什么现象？

(3) 在盛有碳酸钠溶液的试管中，滴入澄清的石灰水，观察现象。

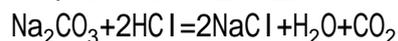
<观察与思考>

(1) 碳酸钠是\_\_\_\_\_色粉末，\_\_\_\_\_溶于水，该水溶液使无色酚酞试液变成\_\_\_\_\_色，表明呈\_\_\_\_\_性。

(2) 碳酸钠和盐酸反应时有大量\_\_\_\_\_产生，它使燃着的火柴\_\_\_\_\_，表明它是\_\_\_\_\_。

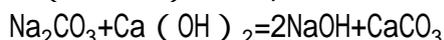
(3) 碳酸钠和石灰水反应，生成\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，这是\_\_\_\_\_。

碳酸钠和碳酸钙类似，跟盐酸反应放出二氧化碳气体。



反应所放出的二氧化碳气体可使澄清的石灰水变浑浊，这正是检验碳酸盐的原理和方法。

碳酸钠跟氢氧化钙（石灰水）反应，生成氢氧化钠和碳酸钙沉淀。



我国化学家侯德榜对纯碱工业有重大贡献，他发明的碳酸钠生产方法，被誉为“侯氏碱法”，在生产上被广泛采用。

选学

### 侯德榜

侯德榜(1890~1974)于1890年8月9日出生在福建省福州的一个普通农民家里。早在青少年时期，他就有强烈的献身科学事业的愿望，孜孜不倦，勤奋学习，成绩优异。1913年，他被选派往美国留学，攻读化学工程，历时8年，先后获得硕士、博士学位。

1921年10月，侯德榜学成回国。他立志把所学知识，献给祖国的制碱工业，出任天津塘沽碱厂总工程师。他以求实的科学态度，严谨的工作作风，一丝不苟的钻研精神，矢志不移的信念，改革设备与工艺，使塘沽碱厂成为当时亚洲第一大碱厂。1926年，该厂生产的“红三角”牌纯碱，在美国费城的万国博览会上荣获金质奖章，为祖国争得荣誉。抗日战争爆发后，侯德榜毅然把制碱厂搬迁到四川内地，拒绝与侵略者合作生产。

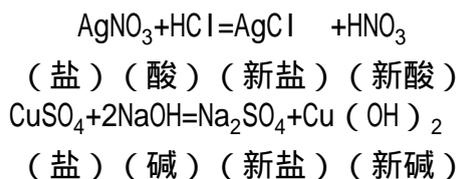
在研究和改造传统制碱法的基础上，侯德榜于1943年改进了新的制碱法。新法提高了原料的利用率，节省了设备，并使生产连续化，效益大增。这种制碱法为世界公认，并誉称为“侯氏碱法”。

侯德榜热爱社会主义新中国。1949年7月，他冲破重重阻拦，历尽艰险，从国外回到解放后的北京。党和政府给他极大信任，曾任化学工业部副部长等职。侯德榜为发展新中国的化学工业，尤其是制碱工业和化肥工业，作出了重大贡献。

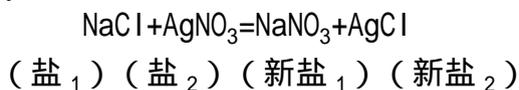
侯德榜是我国现代化学工业的开拓者，著名科学家、化工专家、制碱工业权威，他的名字将在化学工业史册上永远闪光。

### 盐跟酸、碱、盐间的反应

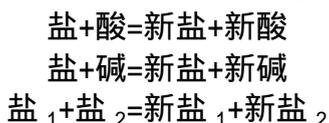
在前面的学习中，我们已经知道，在溶液中，某些盐可以跟酸或碱反应，生成新的盐和酸或碱。例如（见实验7-10和实验7-18）：



此外，在溶液中，某些盐还可以跟其它盐反应，生成另外两种新的盐。  
例如（见实验 7-21）：



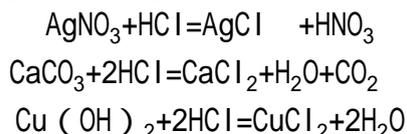
以上有关盐跟酸、碱、其它盐间的反应，可概括如下：



这三种反应以及酸碱中和反应都有这样的特点：参加反应的两种化合物互相交换成分并生成另外两种化合物。像这类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，用通式可表示如下：



复分解反应发生的条件是：生成物中有沉淀（难溶物），或气体，或水等。否则不能发生复分解反应。例如：

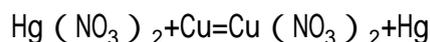


- (1) 复分解反应是\_\_\_\_\_。
- (2) 复分解反应发生的条件是  
生成物中有\_\_\_\_\_，例如\_\_\_\_\_。  
生成物中有\_\_\_\_\_，例如\_\_\_\_\_。  
生成物中有\_\_\_\_\_，例如\_\_\_\_\_。
- (3) 判断下列反应能否发生，如能发生，完成化学方程式：  
(A)  $\text{NaCl} + \text{KNO}_3$   
(B)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$   
(C)  $\text{CuSO}_4 + \text{HCl}$   
(D)  $\text{CuSO}_4 + \text{KOH}$   
(E)  $\text{CuSO}_4 + \text{NaNO}_3$
- (4) 写出四种基本反应类型的通式：  
化合反应\_\_\_\_\_  
分解反应\_\_\_\_\_  
复分解反应\_\_\_\_\_  
置换反应\_\_\_\_\_

### 盐跟金属反应 金属活动性顺序

盐溶液跟金属发生置换反应，生成新的盐和新的金属。例如，铜可跟硝酸汞溶液发生置换反应，生成硝酸铜和汞见图 7-14 (a)，(b) 和封 3 彩图

(c)。



在什么条件下，金属才能跟盐溶液发生置换反应呢？

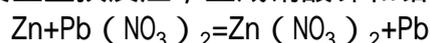
[实验 7-23]

取两块光亮的锌片和铜片，分别投入硝酸铅溶液中，观察现象。

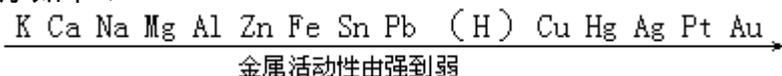
<观察>

锌片投入硝酸铅溶液中，发生\_\_\_\_\_生成\_\_\_\_\_；而铜片投入后，则\_\_\_\_\_。

锌跟硝酸铅溶液发生置换反应，生成硝酸锌和铅：



实验表明：只有活动性较强的金属，才能从盐的溶液中置换出活动性较弱的金属，如锌可置换铅，而铜不能置换铅，却可置换汞。常见金属的活动性顺序如下：



以上顺序叫做“金属活动性顺序”。越排在前面的元素，金属活动性越强。排在前面的活动性较强的金属，可把排在后面的活动性较弱的金属，从它们的盐溶液中置换出来。排在氢之前的金属，常常叫做“较活泼金属”，它们能跟稀酸发生置换反应，放出氢气。排在氢以后的金属，如铜、银、金等，不能从稀酸中置换出氢。

练一练

1. 金属跟盐溶液发生置换反应的条件是活动性\_\_\_\_\_的金属从盐溶液中置换出活动性\_\_\_\_\_的金属。

2. 金属跟稀酸发生置换反应的条件是\_\_\_\_\_。

3. 根据金属活动性顺序，判断下列反应能否发生？如能发生，写出化学方程式。

- (1) 铜跟硝酸银溶液
- (2) 铝跟硫酸铜溶液
- (3) 汞跟稀盐酸溶液
- (4) 汞跟硫酸铜溶液
- (5) 锌跟氯化铜溶液
- (6) 铁跟硫酸铜溶液

### 盐的分类和命名

(1) 根据酸根是否含氧，分为无氧酸盐和含氧酸盐。无氧酸盐称为“某化某”，如 NaCl (氯化钠)、K<sub>2</sub>S (硫化钾)。含氧酸盐称为“某酸某”，如 NaNO<sub>3</sub> (硝酸钠)，K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (硫酸钾)。

(2) 根据金属离子和酸根进行分类 (见表 7-6)。

表 7-6 盐的分类举例

分类	氯化物	硫化物	硝酸盐	硫酸盐	碳酸盐	磷酸盐
钠盐	NaCl	Na <sub>2</sub> S	NaNO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
钾盐	KCl	K <sub>2</sub> S	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
钙盐	CaCl <sub>2</sub>	CaS	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>

(3) 根据盐的组成中是不是含有可电离的氢原子或氢氧根，分为正盐（不含氢原子和氢氧根）、酸式盐（含有氢原子）、碱式盐（含氢氧根）（见表 7-7）。

表 7-7 正盐、酸式盐和碱式盐举例

正盐		酸式盐		碱式盐	
化学式	名称	化学式	名称	化学式	名称
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	硫酸钠	NaHSO <sub>4</sub>	硫酸氢钠	Mg(OH)Cl	碱式氯化镁
CaCO <sub>3</sub>	碳酸钙	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	碳酸氢钙	2PbCO <sub>3</sub> · Pb(OH) <sub>2</sub>	碱式碳酸铅
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	磷酸钙	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	磷酸二氢钙	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	碱式碳酸铜

正盐的叫法是“某酸某”或“某化某”。酸式盐叫“某酸氢某”或“酸式某酸某”，如 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 叫碳酸氢钙或酸式碳酸钙，Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 叫磷酸二氢钙。碱式盐叫“碱式某化某”或“碱式某酸某”，如 Mg(OH)Cl 叫碱式氯化镁，Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 叫碱式碳酸铜，2PbCO<sub>3</sub> · Pb(OH)<sub>2</sub> 叫碱式碳酸铅（俗名为铅粉）。

#### 习题 7-4

1. 根据下表列出的盐的名称和化学式，填写表中空格：

名称	化学式	类别	名称	化学式	类别
	FeCl <sub>3</sub>	正盐	氯化铝		
氯化亚铁				KClO <sub>3</sub>	
	CuSO <sub>4</sub>			Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
	Na <sub>2</sub> S		碳酸氢钠		
氯化钾	NaHSO <sub>4</sub>		高锰酸钾	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	

2. 完成下列化学方程式，如不能反应则要说明理由。

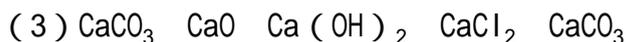
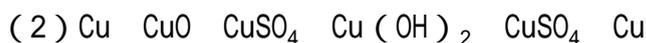
- (1) Cu+AgNO<sub>3</sub>——
- (2) Zn+MgCl<sub>2</sub>——
- (3) AgNO<sub>3</sub>+CaCl<sub>2</sub>——
- (4) AgNO<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>——
- (5) BaCO<sub>3</sub>+HNO<sub>3</sub>——

- (6)  $\text{BaSO}_4 + \text{HNO}_3 \text{——}$   
 (7)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \text{——}$   
 (8)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{——}$

3. 写出四种制取氯化锌 ( $\text{ZnCl}_2$ ) 的方法 (用化学方程式表示)。

4. 有两种晶体, 可能是硫酸钠和氯化钠, 用什么方法区别它们?

5. 写出下列各步反应的化学方程式。



6. 下列各式有无错误? 有错误的说明原因。

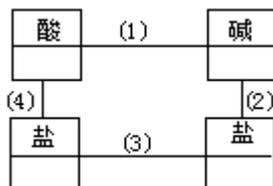


7. 完成下列化学方程式。



8. 用适当化合物的化学式填进以下相应方框中, 使各线条相连的物质均能发生复分解反应。

写出相应的化学方程式:



(1)

(2)

(3)

(4)

9. 某工厂有废硫酸 10 吨 (其中含硫酸的质量分数为 20%), 现利用它和足量的废铁屑反应, 可生产硫酸亚铁晶体 ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 多少吨?

## 第五节 化学肥料

作物要生长发育，开花结实，必须供给充足的阳光、水分和养分。施肥就是保证养分的供给。

植物生长发育所需的元素，主要有 C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo 等。其中碳、氢、氧三种元素可通过从空气中吸收二氧化碳、从土壤中吸收水分而得到补充。

植物对 Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo 等元素需要量不太大，一般可以从土壤中得到满足。但有些地方的土壤中可能缺乏 Mn, Cu, Zn, B, Mo 等元素，需要通过施肥供给这些元素的部分或全部，这些肥料常叫做微量元素肥料。

植物对氮、磷、钾三种元素的需要量大，施肥主要是供给氮、磷、钾。因此，通常把氮、磷、钾叫做肥料三要素，分别叫氮肥、磷肥和钾肥。化学肥料就是用化学方法把空气、水、矿物等原料加工而制成的肥料。而含氮、磷、钾中的两种或三种要素的化学肥料，则叫做复合肥料。

### 氮 肥

氮肥能使作物生长茂盛，叶色浓绿，是施用量最大的化肥。

常用的氮肥主要有尿素、氨水、碳酸氢铵、硫酸铵和硝酸铵等（见表 7-8）。

#### 1. 氨水 ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

[实验 7-24]

(1) 观察一瓶浓氨水的颜色和状态。打开瓶塞，用手轻轻扇动瓶口附近气体，小心闻一闻

氨气的气味，再用湿润的红色石蕊试纸放在瓶口，观察现象。

(2) 在盛有 2 毫升稀氨水的试管里，滴入 1 滴酚酞试液，观察现象。

<观察与思考>

(1) 氨水是\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_。氨气有\_\_\_\_\_的气味，它能使湿润的红色石蕊试纸变为\_\_\_\_\_色。

(2) 氨水溶液可使无色酚酞试液变为\_\_\_\_\_色，说明它呈\_\_\_\_\_性。

氨气是一种无色、有强烈刺激性气味的气体，极易溶于水。氨水就是氨的水溶液。氨在水溶液中，大部分结合为一水合氨 ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )。氨水是一种弱碱。

浓氨水极易挥发，放出的氨气对皮肤、眼睛、鼻粘膜都有强烈的刺激作用，并会使作物灼伤而枯死。氨水对许多金属（尤其是铜和锌）有强的腐蚀性。因此一般不用金属容器盛装，而用橡胶、塑料、陶瓷容器盛装，并密封保存。

氨水是一种速效肥，施入土壤后，很快便被植物吸收。施用时间，最好用注射枪把氨水施进土壤深层，避免挥发损失。

#### 2. 碳酸氢铵 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ )

[实验 7-25]

(1) 观察碳酸氢铵的颜色、状态和它的水溶性。

(2) 在玻璃片上放少量碳酸氢铵，加入一些熟石灰，用玻璃棒拌合，并闻气味。

(3) 把少量碳酸氢铵放进干净的试管中，加热（见图 7-15），把湿润的红色石蕊试纸放在试管口，观察现象。然后，用带有弯曲导管的橡皮塞塞紧管口，并把导管插入盛有澄清石灰水的烧杯里，观察变化。

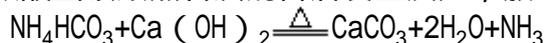
<观察与思考>

(1) 碳酸氢铵是\_\_\_\_\_色\_\_\_\_\_状的\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_溶于水。

(2) 碳酸氢铵和熟石灰混合后，可闻到\_\_\_\_\_气味，说明发生了\_\_\_\_\_，放出\_\_\_\_\_气。

(3) 加热盛有碳酸氢铵的试管后，试管口有\_\_\_\_\_产生，并可闻到\_\_\_\_\_气味。导管伸入澄清石灰水后，可观察到\_\_\_\_\_，说明气体中含有\_\_\_\_\_。

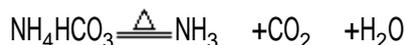
实验表明，碳酸氢铵跟熟石灰混合后发生反应，放出氨气。



因此，这类含有铵根的氮肥，不宜跟石灰、草木灰等碱性物质混合施用，否则会造成氮素损失。

上述反应表明：铵盐跟碱反应会放出氨气，这是检验铵盐的一种方法。

实验还表明，碳酸氢铵不稳定，受热时发生分解反应，这是一个吸热反应。



在常温时，这个分解反应也会发生。因此，贮存碳铵要注意密封和防晒，施肥后要用土覆盖或灌溉。有些工厂将碳铵制成颗粒状，以减少它的分解损失。

### 3. 尿素

化学式为  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。纯净的尿素是无味、无臭的白色固体，易溶于水，具有吸湿性。工业上，尿素是用二氧化碳和氨在一定条件下合成的。

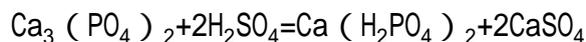
尿素含氮量很高（46%），是目前使用最广的一种高效氮肥。

尿素可作基肥和追肥。当用于旱地时应深施，以防损失。尿素用作水田追肥时，要先排水，保持薄水层。

## 磷 肥

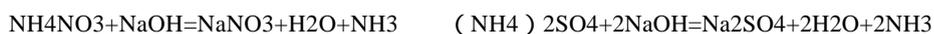
磷肥能促进作物根系发达，增强作物抗寒抗旱能力，并使作物穗粒增多，籽实饱满。常用的磷肥有磷矿粉（主要成分是磷酸钙）、过磷酸钙（俗称普钙，主要成分是磷酸二氢钙和硫酸钙）、重过磷酸钙（俗称重钙，主要成分是磷酸二氢钙）。

制造磷肥的主要原料是磷矿石。过磷酸钙是用磷矿粉跟浓硫酸作用而成的。



---

由铵根离子和酸根离子组成的化合物，叫铵盐，如硝酸铵和硫酸铵。它们跟碱反应，皆放出氨气。



普钙和重钙两种磷肥中的有效成分都是磷酸二氢钙。这类磷肥不能与碱性物质相混施，否则容易转化为难溶的磷酸钙。磷肥还易与酸性土壤中的  $Al^{3+}$ ， $Fe^{3+}$  等离子作用，生成极难溶于水的磷酸盐，失去肥效。因此磷肥最好做成粒状，并与有机肥混施。

沿海地区的红壤和黄壤中，含磷量极低，十分需要施加磷肥。

## 钾 肥

钾肥能促进作物健壮，提高作物的抗倒伏和抗病虫害的能力，并能促进糖分和淀粉的合成。

常用的钾肥有氯化钾 ( $KCl$ )、硫酸钾 ( $K_2SO_4$ ) 等。农村还广泛使用草木灰，主要成分为碳酸钾 ( $K_2CO_3$ )。

## 复合肥料

与单元肥料比较，复合肥料具有以下优点：

- (1) 养分含量高，一次施用可以同时供给多种养分。
- (2) 副成分少，可节省运输费用。
- (3) 改善肥物理性状，常制成颗粒状，吸湿少，不结块，易施用，便贮存。

目前沿海地区正在大力推广和发展这种复合肥料，并向高浓度、多元化（除氮、磷、钾外，还根据需要加入微量元素肥料）、多功能（除肥料成分外，还添加杀虫剂、杀菌剂、除莠剂或生长刺激剂，使肥料与农药结合起来）的方向发展。

为了保证农业生产的稳产、高产，我国政府十分重视发展化肥工业，各地都有一批大、中型化肥企业，许多县、市办有小化肥厂。新中国建立以来，我国化肥工业获得极大发展，为农业增产提供了强有力的保证，使耕地仅占世界耕地面积 7% 的我国，能供养占世界 1/5 还多的人口。在我国化肥供应中，目前钾肥和磷肥较为短缺。

表 7-8 常用化肥

名称	性能	使用注意事项
氨水	无色液体,易挥发,有刺激性气味,呈碱性,含氮约 12% ~ 18%	要防挥发,防腐蚀,防灼伤作物,宜深施
硫酸铵 (硫铵)	白色晶体,易溶于水,常温时稳定,含氮约 21%	不宜长期大量施用,否则会引起土壤板结硬化
碳酸氢铵 (碳铵)	白色晶体,易溶于水,会受潮,易分解,含氮约 17%	密封储存,防潮防晒,宜深施,施后盖土,可作基肥和追肥,但不宜作种肥
硝酸铵 (硝铵)	白色晶体,易溶于水,高温或受猛烈撞击时易爆炸,含氮约 35%	防爆炸,不要和易燃品一起堆放,不要用铁锤去击碎结块
尿素	白色或淡黄色晶体,易溶于水,含氮约 46%	肥效高而较持久,是优质氮肥,可作基肥和追肥,但不宜作种肥
过磷酸钙	部分溶于水	宜与有机肥混合施用
重过磷酸钙	能溶于水	宜与有机肥混合施用
硫酸钾	白色晶体,易溶于水,呈中性	宜与含钙丰富的肥料混合施用
氯化钾	白色晶体,易溶于水,易结块	宜配合石灰和农家肥施用

### 查一查

调查附近农田作物的生长情况和农民施用化肥的关系。

### 习题 7-5

#### 1. 填空：

(1) 作物生长所需的 C, H, O 的主要来源是\_\_\_\_\_，微量元素肥料，是指含\_\_\_\_\_等元素的肥料。

(2) 肥料三要素是指\_\_\_\_\_，复合肥料是指\_\_\_\_\_。

(3) 能使作物生长茂盛的化肥是\_\_\_\_\_，能使作物生长健壮的化肥是\_\_\_\_\_，能使作物穗粒增多、籽实饱满的化肥是\_\_\_\_\_。

#### 2. 选择题：

(1) 可敞口放在空气中而不发生变化的物质是 ( )。

- (A) 生石灰 (B) 烧碱  
(C) 浓氨水 (D) 精制食盐

(2) 在下列物质受热分解时，生成的产物全部是氧化物的是 ( )。

- (A)  $KClO_3$  (B)  $NH_4HCO_3$   
(C)  $CaCO_3$  (D)  $KMnO_4$

(3) 在下列物质中，含氮元素的质量分数最高的是 ( )。

- (A)  $NH_4HCO_3$  (B)  $NH_3$   
(C)  $CO(NH_2)_2$  (D)  $NH_4NO_3$

(4) 已知每吨氮肥的市场价格为：尿素 1080 元，硫酸铵 450 元，硝酸铵 810 元，碳酸氢铵 330 元。现用 1 万元采购氮肥，为使所买氮肥中含氮元

素最多，问应该买哪种氮肥？

- (A) 尿素 (B) 碳酸氢铵  
(C) 硝酸铵 (D) 硫酸铵

3. 现有四包化肥，已知它们是  $K_2CO_3$ ， $(NH_4)_2SO_4$ ， $NH_4Cl$ 、磷矿粉，用什么方法鉴别它们？

4.1 千克质量分数 17% 的氨水，与多少千克质量分数为 36.5% 的盐酸刚好完全反应？可以生产多少千克氯化铵？

选学

## 农药常识

农药主要用以防治农作物的病、虫、草、鼠害。此外，农药也可用以防治对人、畜有害的细菌、病毒和虫害等。因此，农药对于农业丰收、保证人民卫生和健康等方面，起着重要作用。

### 1. 农药的分类

农药的品种很多，分类方法也有多种。例如，根据用途可分为六大类：

- (1) 杀虫剂：专门防治害虫的药剂。如乐果、抗蚜威、除虫菊酯等。
- (2) 杀螨剂：专门防治螨类的药剂。如克螨特、双甲脒、尼索朗等。
- (3) 杀菌剂：对病原体（如危害作物的真菌、细菌等）具有抑制和毒杀作用的药物。如稻瘟净、叶枯宁等。
- (4) 杀鼠剂：杀灭鼠类的药物。如磷化锌、敌鼠钠盐等。
- (5) 除草剂：除杂草的药剂。如除草醚、盖草能、苯达松等。
- (6) 植物生长调节剂：对植物生长机能起促进或抑制作用的药剂。如九二（赤霉素）、三十醇等。

### 2. 农药加工剂型和施用方法

农药可加工成粉剂、可湿性粉剂、乳油剂、水剂、颗粒剂等多种剂型，其中可湿性粉剂和乳油剂用得最多。

使用农药的方法有喷雾法、撒毒土法、喷粉法、泼浇法、浸种或浸苗法、拌种法、毒饵法、土壤处理法等。

### 3. 农药的安全使用

化学农药，虽能有效地防治病虫害和杂草，但都有毒性，对人、畜和一些有益的生物有毒害作用。因此，使用时必须十分注意安全，遵守安全使用规则：

- (1) 配药时要戴胶手套，用量具按照规定用药量配药，不得任意增加药量。
- (2) 拌药要用工具拌，用多少拌多少，拌过药的种子应用机具播种，如用手撒或点播，必须戴胶手套。
- (3) 配药或拌种应在远离水源和居民区的安全地方。要有专人看管，严防农药丢失或被人、畜、家禽误食。
- (4) 使用手动喷雾器喷药时应隔行喷，不能两边同时喷。大风或中午应停止喷药。
- (5) 施用过高毒农药的地方应竖立标志，在一定时期内禁止放牧、割草，以防人、畜中毒。
- (6) 要保证最后一次施药离收获的天数（安全隔离期），否则农药残毒未消，可能造成中毒事故。

表 7-9 几种农药的安全使用标准

作物	农药	剂型	最高用药量或稀释倍数	施药方法	最多施用次数
水稻	敌百虫	90 % 固体	0.1 公斤 / 亩	喷雾	3
	异稻瘟净	40 % 乳剂	0.15 公斤 / 亩	喷雾	5
	除草醚	25 % 可湿性粉	1 公斤 / 亩	撒施	2
蔬菜	乐果	40 % 乳剂	0.10 公斤 / 亩 800 倍液	喷雾	4
	敌敌畏	80 % 乳剂	0.2 公斤 / 亩 500 倍液	喷雾	5
	敌百虫	90 % 固体	0.1 公斤 / 亩 500 倍液	喷雾	5
柑桔	乐果	40 % 乳剂	500 倍液	喷雾	3
	敌百虫	90 % 固体	500 倍液	喷雾	3
	二氯苯菊酯	10 % 乳剂	1500 倍液	喷雾	
茶叶	马拉硫磷	50 % 乳剂	0.3 公斤 / 亩 800 倍液	喷雾	1
	杀螟松	50 % 乳剂	0.3 公斤 / 亩 1000 倍液	喷雾	1
烟草	西维因	25 % 可湿性粉	0.25 公斤 / 亩 500 倍液	喷雾	3
	乐果	10 % 乳剂	0.1 公斤 / 亩 500 倍液	喷雾	5

**查一查**

查阅近年报纸或杂志，阅读并摘录其中一则关于农药使用不当的报道。

## 第六节 沿海海洋资源的利用

海洋是人类的大恩人，她孕育了地球上的生命，又给这些生命提供丰富的资源，包括化学资源、矿产资源、生物资源、动力资源等。

我国的大陆海岸线有 14000 多公里，环绕大陆边缘的有渤海、黄海、东海和南海。我国沿海有 5000 多个岛屿，面积最大的是台湾和海南岛。漫长的海岸和众多的岛屿，是我国极其宝贵的资源和财富。

海水中含有许多盐类化合物，最大量的是食盐（氯化钠），还有氯化镁、硫酸镁、溴化钠、溴化镁等。海水含盐的质量分数约 3%，如果把海水蒸干，将所得的盐铺在地球表面上，它的厚度可达 150 米，比 50 层大厦还要高，其中 3/4 是食盐，其余各种盐占 1/4。海盐是工业和生活用食盐的主要来源。

海水中的镁盐是提炼金属镁的原料。镁和铝的合金是制造飞机、宇宙飞船的材料。

溴主要从海水中提取。溴是制造抗菌药物、照相胶片的重要原料。海水中还含有碘，海带、紫菜、海藻中都含有丰富的碘。碘在工业上有重要用途，也是人体不可缺少的元素，缺碘会患甲状腺肿大症，还会导致智力障碍。

海底含有丰富的石油和天然气资源，沿海的矿砂沉积物中有石英砂、金、铂、金刚石、铁砂、锡砂、稀有元素矿砂。深海的沉积软泥中，还有含锰或铁的结核和磷灰石结核，其中锰结核含锰、铁、钴、镍等 20 多种元素，是重要的冶金原料，磷矿石则是磷肥工业的重要原料。海底石油、天然气资源极其丰富，我国沿海发现了许多油田，并已陆续投入开采。我国开发南海油气资源取得突破性进展，石油年产量已超过一千万吨，南海已成为我国海上最大的油气生产基地。（见彩图 7-17 南海油田）海底矿藏资源的开发利用，经济价值很大。

海洋里有丰富的渔业资源和海生动植物资源，可以发展水产和养殖业。利用海潮和海浪可以发电。海水所含的氢是未来社会理想的燃料。海水中还含有重氢，是核聚变的燃料，也是人类正在开发的新能源。

我国不仅海岸线漫长，海域辽阔，而且沿海地区有许多著名的盐场、渔场、港湾、港口，还有许多开放城市，经济比较发达。我们一定要充分利用沿海地区的天然优越条件，开发海洋，利用海洋，发展海水化学资源的综合利用（见图 7-18）。

### 本章小结

#### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	盐酸和稀硫酸的性质、氢氧化钠和氢氧化钙的性质
理解	酸、碱、盐、复分解反应、氧化物
了解	溶液的导电性、电离、电离方程式、酸性氧化物、碱性氧化物、熟石灰的用途、金属活动性顺序、pH 值、酸和碱的通性、几种常见的盐（食盐、纯碱、胆矾）、化肥

## 知识概要

1. 酸 { 电离生成： $H^+$  离子和酸根离子  
通性：与指示剂、活泼金属、碱性氧化物、碱、盐之间的反应  
常见的酸：盐酸、硫酸和硝酸

2. 碱 { 电离生成： $OH^-$  离子和金属离子  
通性：与指示剂、酸性氧化物、酸、盐之间的反应  
常见的碱：氢氧化钠和氢氧化钙

3. 盐 { 电离生成：金属离子和酸根离子  
分类：正盐、酸式盐、碱式盐等  
性质：盐与酸、碱、盐之间可能进行复分解反应  
 $盐 + 酸 = 新盐 + 新酸$   
 $盐 + 碱 = 新盐 + 新碱$   
 $盐_1 + 盐_2 = 新盐_1 + 新盐_2$   
盐溶液跟金属间可能进行置换反应  
 $盐_1 + 金属_1 = 盐_2 + 金属_2$

4. 氧化物 { 酸性氧化物 { 组成：由非金属元素跟氧元素组成  
(除CO, NO之外)  
性质：(1) 跟碱反应生成盐和水  
(2) 跟水反应生成含氧酸  
碱性氧化物 { 组成：由金属元素跟氧元素组成  
性质：(1) 跟酸反应生成盐和水  
(2) 跟水反应生成可溶性碱

5. 溶液的酸碱度用 pH 值表示：

酸性    中性    碱性  
pH 值 < 7    7    > 7

6. 金属活动性顺序口诀：

钾钙钠镁铝和锌；铁锡铅前置换氢；铜汞后有银铂金

7. 复分解反应：由两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应。



复分解反应发生的条件：生成物中有沉淀，或气体，或水等。

## 复习题

1. 下列哪种氯化物，不能由金属与盐酸直接反应而得\_\_\_\_\_。

- (A)  $\text{FeCl}_2$  (B)  $\text{MgCl}_2$   
(C)  $\text{AgCl}$  (D)  $\text{ZnCl}_2$

2. 下列物质溶于水以后，其水溶液 pH 小于 7 的是\_\_\_\_\_。

- (A)  $\text{Na}_2\text{O}$  (B)  $\text{CaO}$   
(C)  $\text{SO}_3$  (D)  $\text{NH}_3$

3. 下列各组物质的水溶液混合在一起，不会发生复分解反应的是\_\_\_\_\_。

- (A)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{HNO}_3$   
(B)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$   
(C)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$   
(D)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$

4. 下列过程中，不发生颜色变化的是\_\_\_\_\_。

- (A) 稀硫酸与铁屑  
(B) 紫红色的铜丝在空气中加热  
(C) 稀盐酸中滴入无色酚酞溶液  
(D) 黑色氧化铜受热后通入氢气

5. 将少量氧化铜与铜粉的混合物，加入足量稀硫酸中，不断搅拌，充分反应后过滤，在滤纸上的固体是\_\_\_\_\_，在滤液中含有\_\_\_\_\_，化学方程式是\_\_\_\_\_。

6. 选择适当试剂，完成下列化学方程式：

- (1)  $\text{CaCl}_2 + \underline{\hspace{2cm}} = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \underline{\hspace{2cm}}$   
(2)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \underline{\hspace{2cm}} = \text{CuSO}_4 + \underline{\hspace{2cm}}$   
(3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \underline{\hspace{2cm}} = \text{BaCO}_3 + \underline{\hspace{2cm}}$   
(4)  $\text{CuO} + \underline{\hspace{2cm}} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \underline{\hspace{2cm}}$

7. 有硝酸、氯化铜、碳酸钾、氢氧化钡和硫酸钠五种溶液，其中\_\_\_\_\_和其余四种都能发生化学反应，这些反应的基本类型都属于\_\_\_\_\_反应，写出有关反应的化学方程式。

8. 某化工厂有含硫酸或烧碱的废水、铁屑、铜屑等废料，可以用以上废物中的\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_治理含硫酸汞（有毒）的废水，化学方程式为\_\_\_\_\_。还可以用\_\_\_\_\_治理含二氧化硫（有害）的工业废气，化学方程式为\_\_\_\_\_。

9. 钠、镁、铝分别与足量的稀硫酸反应，放出等量的氢气时，参加反应的钠、镁、铝的原子数之比是多少？

10. 表面被氧化的镁条 3.2 克，跟 50 克稀硫酸恰好完全反应，生成 0.2 克氢气，计算

- (1) 有多少克镁被氧化；  
(2) 该稀硫酸溶液中溶质的质量分数为多少？

11. 某氢氧化钠溶液含氢氧化钠 5 克，向其中加入质量分数为 30% 的硫酸，当溶液 pH 值等于 7 时，加入这种硫酸多少克？

12. 现有盐酸、硫酸、氯化钠、氢氧化钠和氢氧化钡五种溶液，怎样用适当试剂去把它们鉴别开来？绘出实验过程图，并写出有关反应的化学方程式。

13. 下图画出若干物质间的相互转化关系, 尽可能举例说明图中箭号所表示的各种变化。

## 第八章 铁

铁和钢是构成现代社会各种建筑、桥梁、车辆、机械和工具的基本材料，因而铁是用途最广、意义最重大的金属。本章学习铁和钢的基本知识。

### 第一节 铁的性质

你一定见过或用过铁制的工具和器物，但你知道铁有哪些性质吗？

#### 铁的物理性质

纯铁是光亮的银白色金属，密度 7.86 克/厘米<sup>3</sup>，熔点 1535，沸点 2750。铁具有延展性和导热性，并能导电，但它的导电性能比铜和铝差。铁可被磁铁吸引。

#### 铁的化学性质

##### 1. 铁跟某些非金属的反应

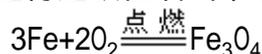
###### [实验 8-1]

在石棉网上，按一定比例将铁粉和硫粉充分混合，用红热玻璃棒接触，观察现象。

常温下，铁跟硫的反应不明显，但加热时，反应剧烈进行。



在实验 2-3 中，我们已进行过铁在氧气中的燃烧实验，化学反应是：



##### 2. 铁跟酸的反应

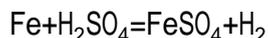
###### [实验 8-2]

在两支试管中，各放入一枚光亮的铁钉，然后分别加入 5 毫升稀盐酸和稀硫酸，观察现象。

<观察>

铁钉放入稀硫酸中，\_\_\_\_\_；在稀盐酸中，\_\_\_\_\_。

实验表明：铁跟盐酸或稀硫酸发生置换反应，放出氢气。



##### 3. 铁跟硫酸铜溶液的反应

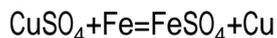
###### [实验 8-3]

在烧杯中加入硫酸铜溶液，放入一枚光亮洁净的铁钉，数分钟后，观察铁钉表面的变化。

<观察>

在铁钉表面，有\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_析出。

根据金属活动性顺序，铁可和硫酸铜溶液发生置换反应，把铜置换出来，故铁钉表面有红色的铜生成（见彩图 8-1 铁置换铜的反应）。



我们中华民族的祖先，早在公元前 2 世纪，就已经认识到这种铜铁置换反应的现象，史书有“曾青得铁则化为铜”的记载。曾青是古人对天然铜盐的称呼。到了宋代，进一步发展成为相当规模的湿法炼铜工场，如广东韶关一带有韶州岑水铜场。

#### 4. 铁的生锈

在潮湿的空气中，铁会跟氧气和水分等反应，转化为多种铁的氧化物的水合物，主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，俗称铁锈。铁变为铁锈的现象叫做铁的生锈。据统计，全世界因生锈而损失的钢铁，约占当年总产量的 1/4。要设法防止铁的生锈。防锈的方法主要是隔绝空气和水分。如在钢铁制件上涂防锈油漆，搪瓷；或镀上一层耐腐蚀的金属，如锌、铜、镍、铬等。

#### 练一练

纯铁是\_\_\_\_\_色的\_\_\_\_\_，具有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，并能\_\_\_\_\_。铁的化学性质比较活泼，在一定条件下可跟\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等反应。在潮湿空气中，铁会跟\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_反应，生成\_\_\_\_\_。这种现象叫\_\_\_\_\_。防锈方法主要是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，如\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。

#### 做一做

取三支试管，各放进一枚擦去油污的新铁钉。如图 8-2 进行铁钉生锈原因的实验。逐日观察和记录铁钉生锈情况。比较分析所得结果，从中可得哪些结论？

### 习题 8-11

#### 1. 选择题：

(1) 在化学反应中，既能显+2 价，又能显+3 价的金属是 ( )。

- (A) 铜 (B) 汞  
(C) 镁 (D) 铁

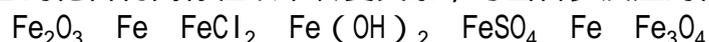
(2) 下列化学方程式中，错误的是 ( )。

- (A)  $2\text{Fe} + 3\text{CuCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + 3\text{Cu}$   
(B)  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$   
(C)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$   
(D)  $2\text{Fe} + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2$   
(E)  $2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$

(3) 铁可与下列溶液反应，反应后溶液的质量比反应前减小的是 ( )。

- (A) HCl (B)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (C)  $\text{CuSO}_4$

2. 铁与它的化合物间存在以下转变关系，写出各步反应的化学方程式：



3. 铁、锌、镁三种金属各 10 克，分别与足量盐酸反应，各得到氢气多少克？如果要求反应后都得到 10 克氢气，则三种金属各需多少克？它们的质量比怎样？

## 第二节 炼 铁

### [实验 8-4]

如图 8-3 所示，在硬质玻璃管中，放入少量红棕色的氧化铁粉末，通入一氧化碳，然后加热，观察现象。与此同时，用酒精灯点燃导管尾部排出的剩余气体，有何现象？

#### <观察与思考>

(1) 一氧化碳通入且加热\_\_\_\_\_分钟后，\_\_\_\_\_色的氧化铁粉末逐渐变\_\_\_\_\_，这是\_\_\_\_\_。

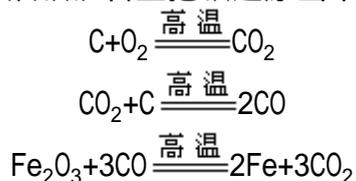
用什么办法可以证明它？

(2) 与此同时，澄清石灰水变\_\_\_\_\_，证明生成物中有\_\_\_\_\_。

(3) 用酒精灯点燃导管尾部的剩余气体，可以见到\_\_\_\_\_，表明其中有\_\_\_\_\_气体。

(4) 写出本实验发生的反应的化学方程式。

在工业上，炼铁是在高炉里进行的，如图 8-4 所示。高炉是个竖直的圆筒形炉子，炉壳用钢板制成，内部用耐火砖作衬里。炼铁的主要原料是铁矿石、焦炭、石灰石和空气。高炉炼铁的主要反应原理，是在高温下，用还原剂（主要是一氧化碳）从铁矿石里把铁还原出来。主要的化学方程式是：

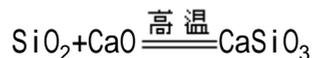


常用来炼铁的铁矿石有磁铁矿（主要成分是  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、赤铁矿（主要成分是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）、菱铁矿（主要成分是  $\text{FeCO}_3$ ）等。铁矿石中还含有杂质，如脉石、粘土等。

为了除去铁矿石中难熔化的脉石（如二氧化硅），通常加入石灰石作熔剂，它们在高炉里相互反应，生成熔点较低的硅酸钙，即炉渣。反应过程首先是石灰石受热分解：



然后是所生成的氧化钙（碱性氧化物）跟二氧化硅（酸性氧化物）反应生成硅酸钙（盐）：



炉渣可用来制造水泥、炉渣砖等。

从高炉放出的铁水浇铸成铁锭，即成为生铁。

生铁一般分为白口铁（断口呈灰白色）、灰口铁（断口呈深灰色）和球墨铸铁。灰口铁和球墨铸铁可用以制造化工机械和铸件。白口铁性脆，不宜铸造和加工，主要用来炼钢。

早在春秋战国时期，我国古代人民已经开始炼铁（见图 8-5）。西汉时期已有使用石灰石为熔剂的炼铁高炉。1974 年在河南渑池出土的一批北魏时代（公元 386 ~ 534 年）的铁器中，已有现今常见的生铁品种。在古代很长的

一段时期内，我国炼铁技术一直处于世界领先地位。图 8-6 所示的铁狮子，高 3.4 米，长 3.2 米，颈上有“大周广顺三年铸”七个字，即公元 953 年所铸。它是世界著名的铁铸古代文物。

1. 炼铁的主要原料是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
2. 高炉里进行的主要反应有：
  - (1) 生成主要还原剂\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
  - (2) 还原铁矿石\_\_\_\_\_。
  - (3) 生成炉渣\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。

## 选学

### 矿 物

矿物是自然界的天然物质，也是元素在自然界存在的重要形式。矿物的种类繁多，主要的矿物有：

单质矿，如金矿、硫矿、石墨矿、金刚石矿等。

硫化物矿，如黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、辉铜矿，它们都是硫和金属的化合物，其中，黄铁矿是制造硫磺和硫酸的原料，方铅矿用作炼铅，闪锌矿用作炼锌，辉铜矿可炼铜。

氧化物矿，如赤铁矿、磁铁矿、铝土矿、软锰矿、锡石、石英沙等，其中赤铁矿和磁铁矿用作炼铁，铝土矿供炼铝，软锰矿可供炼锰和制电池用，锡石用作炼锡，石英沙是制造玻璃的原料。

碳酸盐矿，如大理石、石灰石、孔雀石、菱铁矿、菱镁矿等，其中大理石是优质的建筑和装饰材料，石灰石供烧制生石灰和水泥，孔雀石可炼铜，菱镁矿可供炼镁，菱铁矿可以炼铁。

此外，还有硫酸盐、磷酸盐、硅酸盐、硝酸盐、氯化物等矿物。

表 8-1 某些矿物

硫化物	主要成分	氧化物	主要成分	碳酸盐	主要成分
方铅矿	PbS	赤铁矿	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	菱铁矿	FeCO <sub>3</sub>
闪锌矿	ZnS	磁铁矿	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	方解石	CaCO <sub>3</sub>
黄铁矿	FeS <sub>2</sub>	铝土矿	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	孔雀石	Cu(OH) <sub>2</sub> · CuCO <sub>3</sub>
辉铜矿	Cu <sub>2</sub> S	软锰矿	MnO <sub>2</sub>	菱镁矿	MgCO <sub>3</sub>

我国幅员辽阔，地质条件多样，矿产资源十分丰富。目前，世界上已知的 160 多种矿产资源在我国都已找到，其中探明贮量的已有 140 余种。

在我国的矿产资源中，钨、锑、锌、钛、稀土矿等皆居世界首位，铁矿、铅矿、锡矿、银矿的藏量也居世界前列。由于我国人口众多，因此人均占有量并不很多，而且富铁矿、铬矿、磷矿、钾矿等也较少。因此，我们要十分珍惜宝贵的矿产资源，反对滥开乱采，提高采矿和选矿技术，提倡综合利用，实行国民经济可持续发展的方针。

### 水 泥

水泥是广泛应用的建筑材料。将石灰石和粘土按一定比例混合，经高温煅烧后加入少量石膏，磨细成粉便是水泥。这种水泥叫做硅酸盐水泥。

水泥和水混合后会发生化学反应，转化为凝胶，结成又硬又实的块状物。通常，把水泥和沙、水一起搅拌成沙浆，砌砖时用作粘合剂，或涂抹墙壁和地面。如果用水泥、沙、碎石和水一起搅拌，则成混凝土，特点是耐压、耐震、坚硬结实，用作铺路、筑水坝等。在混凝土中加入钢筋，则成为强度很大的钢筋水泥，用来建造房屋的骨架、桥墩、电杆，以及各种水泥预制件。图 8-7 为烧制水泥的回转窑。1993 年，我国水泥年产量为 3.57 亿吨，居世界首位。

### 第三节 钢

#### 钢和铁有什么区别？

生铁和钢的主要成分都是铁，二者的主要区别是含碳量不同，生铁一般含碳 2% ~ 4.3%，钢含碳 0.03% ~ 2%。

含碳量在 0.03% ~ 2% 之间的铁合金叫做钢。合金是指由一种金属与另一种（或几种）金属或非金属组成的具有金属特性的物质。

表 8-2 生铁和钢的区别

类别	含碳量 (%)	含杂质 (硫、磷等)	机械性能	机械加工
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

炼钢是在高温下，通过氧化剂（如氧气）把铁中所含过多的碳和其它有害杂质（如硫、磷等）氧化除去，使它们达到钢含量的规定范围（见彩图 8-8，炼钢）。

#### 钢的种类和性能

按化学成分，钢分为碳素钢和合金钢两大类。碳素钢是铁和碳的合金。按含碳量的高低，分为高碳钢、中碳钢和低碳钢。

表 8-3 碳素钢的性能和用途

类别	含碳量 (%)	性能	用途
高碳钢	0.6 以上	硬度大	制造工具
中碳钢	0.25 ~ 0.6	硬度适中	制造零件、管道、螺栓等
低碳钢	小于 0.25	硬度小	同中碳钢

合金钢是指除含碳外，还含一种或几种合金元素的钢。例如，硅钢、锰钢、钼钢、钨钢、不锈钢等。这些合金钢都有特殊的优良性能，适于制造各种机械、工具和化工设备。不锈钢主要是铁铬镍合金，能抵抗酸、碱、盐等的腐蚀作用，不会生锈。（见图 8-9 照片中的不锈钢造型）。

表 8-4 合金钢的性能和用途

名称	组成 (%)	特性	用途
不锈钢	Cr 14 ~ 18 Ni 7 ~ 9	抗腐蚀	刀具、仪器、耐酸设备、 医疗器械、日常用具
铬钒钢	Cr 1 ~ 10 V 0.15	高强度、高拉伸	轮轴
镍钢 高速钢	Ni 2 ~ 4 W 10 ~ 20	高硬度、高弹性、抗腐蚀 高温下保持强度	驾驶轴杆、齿轮、电缆 高速切削工具
锰钢	Mn 10 ~ 18	硬度很大，有韧性、抗磨损	路轨、保险箱装甲、岩石 破碎机械、车轴、齿轮
硅钢	Si 1 ~ 5	硬度很大，高强度，高磁性	磁铁（硅钢片）、变压器、 电机

解放前，我国钢铁工业非常落后，到 1949 年，钢的年产量只有 15.8 万吨。新中国成立以后，钢铁工业发展迅速，现已拥有鞍钢、首钢、宝钢、武钢、包钢、攀钢等一大批大型企业。

#### 习题 8-2

1. 生铁含碳量在\_\_\_\_\_，还含有\_\_\_\_\_等杂质，机械性能\_\_\_\_\_。钢的含碳量在\_\_\_\_\_，杂质\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的含量\_\_\_\_\_，机械性能\_\_\_\_\_。

2. 炼铁的主要原理是\_\_\_\_\_，所用主要还原剂是\_\_\_\_\_。炼钢是通过\_\_\_\_\_把\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_除去，所用氧化剂是\_\_\_\_\_。

3. 为了除去铁矿石中难熔的脉石（如  $\text{SiO}_2$ ），通常加入\_\_\_\_\_作熔剂，反应后生成\_\_\_\_\_。（即炉渣），化学方程式是\_\_\_\_\_。

4. 1000 吨磁铁矿（含  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  90%），被足量的一氧化碳还原，可得多少吨铁？

5. 要得到含杂质 2.5% 的生铁 1 吨，需要冶炼多少吨含氧化铁 80% 的赤铁矿？

## 第四节 常见有色金属

冶金工业上，把铁、锰、铬叫做黑色金属，其余金属叫做有色金属。在这里，介绍几种常见有色金属的常识。

### 铜

铜是紫红色的金属，熔点 1083.4 。具有良好的导电、导热和延展性。铜主要用于制造各种电工器材，如导线、电缆、开关等。此外，船舶、车辆、军工、家用电器也广泛使用铜。

铜是不活泼的金属。在常温下不与干燥空气中的氧化合，但加热时能生成黑色的氧化铜。在潮湿空气中，铜会与氧气、二氧化碳等气体作用，生成铜绿。

我国古代人民早在商代已掌握青铜（铜铝合金）冶铸技术。在商代首都——河南安阳，曾经出土多处炼铜遗址和大量青铜器件，其中有一件司母戊大鼎，高 133 厘米、长 110 厘米、宽 78 厘米，重 875 公斤，是迄今为止被发现的我国古代青铜器中最蔚为壮观的一件珍品（图 8-10）。

### 铝

铝是地壳中含量最多的金属元素，铝土矿是炼铝的主要矿物。金属铝呈银白色，质轻，有良好的导热性、导电性和延展性。铝在空气中易氧化，因而表面有一层氧化膜。这层膜致密而坚固，能阻止铝的进一步氧化，使铝具有抗锈蚀的能力。铝能和镁、铜、锰、硅等形成硬度和强度都较大的铝合金。铝合金用途很广，如制造飞机、导弹、人造卫星、车辆、船舶、电缆、铝锅、门窗框架等（图 8-11）。铝的化学性质比较活泼，它能和稀酸反应，也能和碱反应。因此，家用铝锅既不能用来烹煮酸类物质，也不能用来盛装碱类物质。

### 做一做

#### 铝板刻字

取铝板一块，在要刻字的地方，滴几滴稀盐酸，除去表面上的氧化铝膜，抹净打磨，使表面洁净光滑，再用漆写字或作画。用毛笔蘸取刻蚀液（将 30 克硫酸铜晶体和 50 克三氯化铁溶解在 100 毫升水中配成），涂在需刻去的部位。如需要刻深些，可水洗后再涂几次。最后用汽油擦去油漆，即得刻有字的铝板。

### 锡

锡是软而富有展性的金属，熔点只有 232 ，在煤炉上加热便会熔成液体，容易铸造加工。锡的化学性质稳定，常温下不易与水或空气反应，因而可以保持银白色的光泽。把锡镀在其它金属表面上可以防止腐蚀。例如制造罐头用的马口铁，就是表面镀有锡的铁皮。锡的合金也有重要用途，如焊锡、保险丝、活字合金等。

## 锌

锌是银灰色的金属，熔点 419.6 。锌在空气中会被氧化，生成一层致密的氧化物薄膜，保护着内层的锌，因而锌有抗蚀作用。把锌镀在铁的表面可防止铁生锈，如镀锌的铁管、铁丝、铁皮等。

用锌和铁可制成白铁皮，它广泛用来制造各种铁管、铁桶等。用白铁皮做的铁桶不易生锈，因为其中的锌比铁活泼，在空气中锌先被氧化，使铁受到保护而免遭锈蚀。与此相比，制罐头用的马口铁皮就没有这种保护作用，当锡镀层破损后，较锡活泼的铁会先跟氧作用，因而出现铁锈。

黄铜是锌和铜的合金，它有黄金般的色泽，且硬度较高，用于制造铜管乐器，铜管、铜带、铜壶、铜锁等。

纯锌是电池工业的重要材料，干电池的圆筒形外壳就是用锌制造的。

## 金

金是贵重金属，在自然界储量少且分散。金有美丽的金黄色光泽，延展性、导电性都很好，熔点 1064 ，密度 18.9 克/厘米<sup>3</sup>。金的化学性质稳定，不与氧作用，也不与酸碱反应，可以千秋万载保存。黄金除用作金币、饰物外，在电子工业、国防工业、宇宙飞船等方面也有广泛用途。

纯金质软，易磨损，制造金饰物时，常常加入银或铜，使其变硬，叫做 K 金。市售 24K 金为纯金（含金 99.99%），18K 金含金 18 份，另 6 份为银或铜，即含金为 75%。

### 查一查

你家厨房里使用的金属器皿有哪几种？写出器皿名称、金属种类和使用注意事项。

### 选学

## 元素周期律和元素周期表

### 元素周期律

在 19 世纪，实验化学已得到相当的发展，人们积累了不少相对原子质量和元素性质的知识，但这些知识之间还缺乏联系。在这种情况下，有些科学家便努力寻找元素性质和相对原子质量之间的相互联系，以便找到一种规律，去解释和预见各种化学现象。其中，最有代表性的是俄国化学家门捷列夫（1834 ~ 1907）在 1869 年所做的工作。他将元素按相对原子质量由小到大的顺序依次排列起来，发现元素的性质随着相对原子质量的递增而周期性递变，即每隔一定数目的元素之后，后面元素的性质与前面元素性质基本重复。元素性质的这种周期性变化规律叫做元素周期律。随着科学的进步，后人又发现，决定元素性质周期性变化的量并不是相对原子质量，而是原子核所带的正电荷数——原子序数。因此，元素周期律的确切表述是：元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性变化。

### 元素周期表

根据元素周期律，把元素按照原子序数由小到大排成一横列，直到性质类似的元素重现时，就把该元素放到与前面那个性质相似的元素下方（如 Na 置于 Li 下方），然后，继续由左至右横排。这样排列所得的表，叫做元素周期表。

周期表有多种形式，应用较普遍的是长式周期表（见书末附录）。表中有七个横列，每一横列叫做一个周期，因此共有七个周期。一、二、三周期元素数目较少，为短周期；四、五、六周期元素较多，为长周期；第七周期的元素还有些未发现，是未完成周期。长周期中元素分为 18 个纵行。这 18 个纵行又归为 16 个族。包括 A—A 共七个主族和 B—B 共七个副族，以及零族（稀有气体）和 族。

元素周期表反映了元素的原子结构和性质间的密切联系。例如，同族元素性质相似（零族元素都是稀有气体元素，A 族元素都是金属性强的碱金属元素，A 族元素都是非金属性强的卤族元素等）；同周期的元素，自左至右，金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强。元素的最高正化合价一般等于它的族序数（如 A 族的锂、钠、钾等为+1，A 族的铍、镁、钙等为+2，A 族的氮、磷等为+5）等。

## 本章小结

### 主要知识点和要求

教学要求	主要知识点
掌握	铁的化学性质
了解	生铁、钢、铁的物理性质

### 知识概要

1. 铁
- 性质
    - 物理性质：银白色金属，有延展性，可导热和导电。
    - 化学性质：与氧、硫、酸的反应；铁和硫酸铜溶液的置换反应；铁的生锈
  - 冶炼：炼铁主要反应是：



### 2. 钢

#### 生铁和钢的区别

类别	含碳量 (%)	机械性能
生铁	2 ~ 4.3	硬而脆，不可锻
钢	0.03 ~ 2	硬而韧，可锻

炼钢原理：在高温下，用氧化剂（如 O<sub>2</sub>）把生铁中所含过量的碳和其它杂质除去

#### 种类

碳素钢：铁与碳的合金，分低碳钢、中碳钢和高碳钢

合金钢：铁和其它元素（如钨、钨、铬、锰、镍等）组成的合金

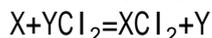
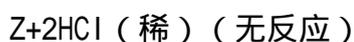
## 总复习题

1. 二氧化硫分子是由\_\_\_\_\_。
  - (A) 硫元素和氧元素组成
  - (B) 硫原子和氧原子组成
  - (C) 一个硫原子和两个氧原子构成
  - (D) 一个硫元素和两个氧元素组成
2. 同种元素的原子和离子具有相同的\_\_\_\_\_。
  - (A) 质子数
  - (B) 核外电子总数
  - (C) 核外电子层数
  - (D) 最外层电子数
3. 具有下列质子数的元素中，属于金属元素的是\_\_\_\_\_。
  - (A) 17
  - (B) 13
  - (C) 16
  - (D) 18
4. 可以用固体氢氧化钠干燥的气体是\_\_\_\_\_。
  - (A) 二氧化碳
  - (B) 氢气
  - (C) 二氧化硫
  - (D) 氯化氢
5. 下列说法中正确的是\_\_\_\_\_。
  - (A) 水是由氢元素和氧元素组成
  - (B) 能电离产生氢离子的物质就是酸
  - (C) 核外电子数相同的微粒属于同一种元素
  - (D) 含有氧元素的化合物都是氧化物
6. 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - (A) 同一种物质的饱和溶液，一定比不饱和溶液含溶质多
  - (B) 溶质可以是固体，也可以是气体或液体
  - (C) 稀溶液一定是不饱和溶液
  - (D) 溶解度曲线不能说明物质溶解性的大小
7. 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - (A) 凡能生成盐和水的反应一定是中和反应
  - (B) 凡是反应后能生成一种单质和一种化合物的反应都是置换反应
  - (C) 中和反应一定是复分解反应
  - (D) 凡是物质间交换成分的反应都是复分解反应
8. 分离下列混合物时，可按溶解、过滤、蒸发的顺序进行操作的是\_\_\_\_\_。
  - (A) 酒精和水
  - (B) 食盐和烧碱溶液
  - (C) 氯化钾和硝酸钠
  - (D) 氯酸钾与二氧化锰的混合物加热完全分解后的产物
9. 炼铁的原料主要有四种，其中作燃料和还原剂的是
  - (A) 铁矿石
  - (B) 焦炭
  - (C) 石灰石
  - (D) 空气 (或富氧空气)
10. 在一定条件下，跟  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{Fe}$ ， $\text{AgNO}_3$  四种物质都能反应

的物质是\_\_\_\_\_。

- (A) 硫酸铜 (B) 盐酸  
(C) 碳酸钠 (D) 硝酸

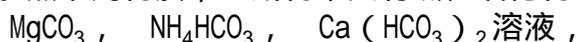
11. X, Y, Z 代表三种金属, 根据以下条件:



可判断它们的金属活动性由强到弱的顺序是

- (A)  $X > Z > Y$  (B)  $X > Y > Z$   
(C)  $Y > X > Z$  (D)  $Z > X > Y$

12. 加热下列物质, 生成物中只有碱性氧化物和酸性氧化物的是\_\_\_\_\_。



- (A) 和 (B) , 和  
(C) 和 (D) 和

13.  $H_2, O_2, CO, CO_2$  四种气体中, 密度最大的气体是\_\_\_\_\_ ; 既有可燃性又有还原性的是\_\_\_\_\_ ; 既可用向上排空气法又可用排水集气法收集的是\_\_\_\_\_ ; 能使澄清石灰水变浑浊的是\_\_\_\_\_。

14. 当一氧化碳和二氧化碳的质量比为\_\_\_\_\_时, 这两种物质里的氧原子数目相等。

15. 将含有  $H_2, CO$ , 少量  $N_2, CO_2$ , 水蒸气等混合气体依次通过灼热的  $CuO$ ,  $NaOH$  溶液和固体烧碱, 最后剩余的气体是\_\_\_\_\_, 以上发生的化学反应方程式是\_\_\_\_\_。

16. 实验室中有下列仪器和试剂:

仪器: 酒精灯、量筒、水槽、大试管、长颈漏斗、平底烧瓶、集气瓶。

试剂: 铜片、锌片、石灰石、碳酸钠、盐酸、氯化钾、氯酸钾、二氧化锰。

据此, 回答下列问题:

(1) 分别选出实验室制取氢气、氧气、二氧化碳三种气体所用的主要仪器和试剂。

仪器	试剂
$H_2$	
$O_2$	
$CO_2$	

(2) 如果上述试剂都没有, 请你提出适合实验室制取这三种气体的其它代用品, 用化学方程式表示出来:

制  $H_2$ : \_\_\_\_\_

制  $O_2$ : \_\_\_\_\_

制  $CO_2$ : \_\_\_\_\_



