

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

九年义务教育三年制初级中学教科书

—— 化学

 **BOOK**
内容资料 免费下载

绪言

化学就在你身边

化学并不神秘，它就在你身边。

清晨起床，第一件事就是漱口、洗脸，你用的牙膏、香皂是很普通的化学制品。你背起书包上学，无论乘公共汽车，还是骑自行车，这些交通工具的制造都少不了钢铁、铝合金等金属材料，而冶炼金属要用到很多化学知识。你坐在教室里学习，需要笔和纸张。你活跃在运动场上，喜欢穿一双柔软而富有弹性的胶鞋。紧张的学习之后，打开电视机，荧光屏上的荧光粉，又会把五彩缤纷的世界展现在你面前。你一天的生活总是离不开用化学方法制造的物品。

在你的周围，形形色色的化学制品更是不胜枚举。质地优良和色彩鲜艳的衣装，五颜六色的塑料，精美的搪瓷，玻璃，合成橡胶，不锈钢，保洁去污的洗涤剂，防治疾病的医药等等。就连我们每天的饮食，也都要在体内经过复杂的化学变化，才能被人体吸收和利用，为生命活动提供所必要的能量。可见，一个人从早到晚，从衣食住行到工作学习，时时处处都与化学紧密相关。而且，我们所赖以生存的物质世界，每时每刻都在变化之中，如绿色植物的光合作用、固氮菌的固氮过程、钢铁的生锈、食物的腐烂、衣物的褪色、塑料的老化、岩洞的形成、山石的风化以及煤和天然气的燃烧等。所以，物质世界从一定意义上可以说是一个千变万化的化学世界。

化学与四个现代化

科学技术是第一生产力。

邓小平

日常生活离不开化学，四个现代化建设更需要化学。

化学和化学工业为工业、农业、国防和科学技术的现代化提供着必要的基本材料和制品。例如钢铁、有色金属、稀土金属、合金、高分子材料、半导体材料、合成橡胶、水泥、炸药、汽油、化肥、农药、除草剂等。这些基本材料和化工产品，是以自然界的空气、水、矿石、煤、石油、天然气等为原料，经过化学加工而生产出来的。

未来的 21 世纪，人类将在生命、信息、材料、航天、能源、环保等重大科技领域深入研究，这些关系到人类文明发展的重要问题的研究，离不开现代的化学知识和先进的化学工业生产技术。

那么，究竟什么是化学呢？

什么是化学

化学和物理一起是当代自然科学的轴心。

宇宙的一切，无论日、月、星辰，还是山、河、森林，都是由物质组成的。化学是一门研究物质的组成、结构、性质、变化及其应用的自然科学。通过这种研究，运用各种各样的化工生产技术，把大自然提供给我们的空气、水、矿石、煤炭、石油、天然气等原材料转化成酸、碱、盐、氧化物、金属、非金属、有机物等，进而制造出自然界里所没有的物质。如砖瓦、水泥、玻璃、陶瓷、塑料、合成橡胶、合成纤维、化肥、农药、医药、炸药、染料、油漆、洗涤剂、消毒剂等。化学极大地丰富了人们的物质生活和文化生活，它是一门创造物质财富，满足社会需要的科学，是人们用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一。它的成就是社会文明的重要标志。人类从开始用火的原始社会，到使用各种人造物质的现代社会，都在享用化学的成果。

我国是世界上历史悠久的文明古国，我们的祖先在化学工艺和化学知识方面有许多辉煌的成就。如冶铜、冶铁、炼钢、陶瓷、黑火药、造纸、酿酒以及煤、石油、天然气的使用等，对世界文明做出了巨大贡献。新中国成立以后，化学工业迅速发展，特别是近十几年实行改革开放政策以来，我国的化学工业有了更快的发展，许多化工原料（如煤炭、石油的副产品）和化工产品（如水泥、硫酸、化肥、农药）的产量已跃居世界前列。我国的化学工业已发展成为一个行业基本齐全的工业部门。化学科学研究也不断取得了新的成就，早在 60 年代，我国科学家在世界上首先用化学方法从氨基酸合成了结晶牛胰岛素，这是第一个有生理活性的人工合成蛋白质，标志着人类在探索生命科学的征途中，跨出了重大的一步。我国在原子能的利用、航天技术的卓越成就，充分表明了我国的科学技术，包括化学学科在内，已有一部分达到世界先进水平。但整体上还有不小的差距，必须加速我国的科技进步，把我国建设成科技先导型的社会主义文明强国。

社会的发展，人类文明的进步，要求每个公民都应该掌握起码的化学基本知识，具有最初步的化学科学素养。

科学技术是生产力发展的重要动力，是人类社会进步的重要标志。

江泽民

到了科学技术高度发达的 21 世纪，人们将拥有比现在多十倍、百倍的具有新的功能的材料和制品。能否充分利用它们，将是一个人能否在工作、学习和生活中取得成就的重要条件，一个“化学盲”是难以适应 21 世纪需要的。

怎样学好化学

要学好化学，很重要的一点是学会运用科学的学习方法。在学习过程中要抓好：“预习、听课、实验、复习、作业、小结”这六个重要环节。取得学习的主动权，达到事半功倍的效果。另外，要把基本概念、基本原理和物质变化的简单规律弄清楚，要重视实验，因为化学是以实验为基础的科学，通过实验，理解概念和原理，认识物质的性质和变化，这样才能理解深，记得牢，学得活，学得有兴趣。

重视实验必须要做好实验，要仔细观察和如实记录实验现象。因为观察

是人们认识物质世界，增长科技知识的重要途径，是进入科学殿堂的起点。当然，正确地观察应以正确的思维为指导。所以，要不断地培养和提高自己的实验能力、观察能力和思维能力，这是学好化学的重要环节，同时还要注意培养和提高阅读课本以及查阅有关资料的自学能力。此外，学习化学应当密切联系实际，要注意观察周围物质的变化，了解化学知识在工农业生产、科学技术和日常生活中的应用，学会用所学化学知识和技能去解释一些简单的化学现象或解决一些简单的化学问题，能够学以致用。这样才能激发学习化学的兴趣，才能更深入地理解、掌握和运用所学化学知识，并提高技能。

为简明起见，化学上常用一些符号表示物质及其变化，例如 Fe 表示铁， H_2O 表示水等。这些符号是化学学科特有的语言，叫做化学符号。如果不了解这些符号的涵义，不会正确地书写和使用它们，就等于不懂得化学语言，当然就学不好化学。所以必须熟练掌握常见的化学符号。

即将到来的 21 世纪，是同学们展现才华，做出奉献的世纪。希望你们努力学习，增长才干，在思想道德、科学文化、身体心理、劳动技能等方面努力提高自己的素质，立志成长为有理想、有道德、有文化、有纪律、高素质的人才，为社会主义祖国四个现代化建设的宏伟事业竭诚奉献。

学习知识要善于思考、思考、再思考。我就是靠这个学习方法成为科学家的。

爱因斯坦

只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能成为共产主义者。

列宁

前言

根据《中国教育改革和发展纲要》中指出的“中小学教材要在统一基本要求的前提下实行多样化”的方针，经过广泛征求意见和调查研究，北京市教委依据国家教委颁布的九年义务教育全日制教学大纲组织编写了适合北京市中小学使用的九年义务教育教材，以促进教育质量的进一步提高，使我市的普通教育更好地适应首都经济建设和社会发展的需要。

这套初中化学教材是北京市教委委托海淀区教委和北京市教科院基础教育教学研究中心联合组织编写的。参加本书编写的有（按姓氏笔划为序）：孙贵恕、许维扬、罗宝贵、李霞、郝殿兰、张淑芬、赵德民、曹振宇、黄儒兰、程耀尧、阎梦醒。

本书特请了北京景山学校和北京四中语文特级教师舒鸿锦、顾德希作了文字加工；请了北京十四中魏安和二十中刘明才、沈倩等老师绘图。

封里前页彩图中的“聚苯胺在扫描隧道显微镜下的图像”以及“用原子绘图”、“用原子组字”等彩图均由中国科学院化学研究所纳米科学技术研究室提供。臭氧层空洞的图像由中国气象科学研究院极地研究室提供，对上述单位我们表示衷心地感谢。

本教材，经北京市中小学教材审查委员会审查通过。

北京市教育委员会
1998年2月

化学

第一章 空气水

本章要点

- 物质的变化和性质
- 空气的成分混合物和纯净物大气环境保护
- 水的性质和组成水是人类宝贵的自然资源水资源保护
- 分子
- 原子原子的构成核外电子排布的初步知识相对原子质量
- 元素单质和化合物元素符号

空气和水是我们很熟悉的物质。它们不仅是人类赖以生存和发展所必需的，而且也是人们进行生产活动、创造物质财富的宝贵自然资源。

从日常生活中，我们已经知道：空气因流动而成风。地面水因蒸发而上升，形成云雾，遇冷则结成雨雪。雪受热又融化成水。可见，自然界中的风、云、雨、雪，都是物质运动和变化的结果。

第一节 物质的变化

为了探讨物质的变化及其变化的形式，让我们观察几个实验。

[实验 1—1] 蜡烛的燃烧

点燃蜡烛，仔细观察蜡烛在点燃前后有什么变化？

将玻璃管的一端小心地插入烛焰的中心，把气态蜡引出，在玻璃管的另一端可以点燃（见图 1—1）。

如果将此玻璃管提到烛焰的上部，可以看到从管内出来的气体就不再燃烧了。为什么？

蜡烛点燃后变成了什么物质呢？可用下面的实验来检验。

[实验 1—2] 蜡烛燃烧的生成物检验

取一个洁净而干燥的烧杯，罩在蜡烛的火焰上方，观察在烧杯内有什么现象发生（见图 1—2）？

然后，用澄清的石灰水润湿另一个烧杯内壁，重新罩在烛焰的上方，烧杯内又有什么现象发生？

实验证明：蜡烛燃烧的生成物是水和二氧化碳。

物理变化化学变化

分析上述实验

1. 由蜡烛顶部的固态蜡受热熔化成液态，继续受热变为气态。部分的液态蜡遇冷又凝成固态。在这些过程中，蜡只发生了状态的变化，没有生成新的物质。

2. 蜡烛是多种固态烃的混合物，它燃烧时发光、发热，有水和二氧化碳生成，使蜡烛越烧越短。可见，蜡烛燃烧时有新物质生成。

我们把那种没有新物质生成的变化，叫做物理变化。如日常看到的酒精、汽油的挥发，气体的扩散，水的三态变化、电容器的充电、物体的势能与动能的转化等，都属于物理变化。

对于有新物质生成的变化，则称为化学变化。如蜡烛、酒精、汽油以及煤和天然气的燃烧，钢铁的生锈以及食物的腐烂等，都是化学变化。那么，物质在发生化学变化时，具有什么特征呢？

[实验 1—3] 镁条的燃烧

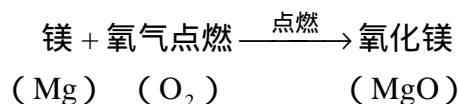
取一小段镁条，用砂纸擦亮，然后用坩埚钳夹住。

用酒精灯点燃，在镁条下面放一个衬板，如图 1—3 所示。

观察镁条在点燃前后的变化。

掉在衬板上的白色固体是一种不同于镁的新物质，叫做氧化镁。

这个变化可用文字表示如下：



括号中的 Mg、O₂、MgO 分别为金属镁、氧气、氧化镁的化学符号。

[实验 1—4] 加热碱式碳酸铜

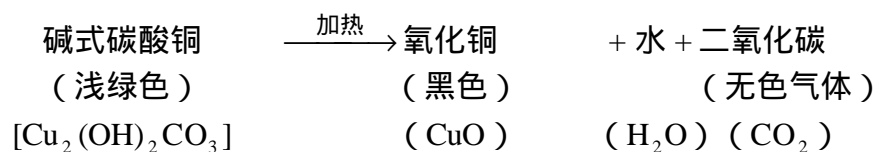
实验装置如图 1—4 所示，在干燥、洁净的试管中放入少量的碱式碳酸铜（浅绿色粉末），装上带有导管的橡皮塞，把试管固定在铁架台上，管口稍向下倾斜。

导管插入盛有澄清石灰水的试管（或烧杯）内。

实验前先检验装置是否漏气，在确证不漏气后，才能进行实验。拔开橡皮塞，往试管里放入少量碱式碳酸铜粉末，把带有导管的橡皮塞塞紧试管口。用酒精灯加热。注意观察碱式碳酸铜的颜色以及石灰水的变化。

反应后，先把导管从试管中取出，再熄灭酒精灯。

上述变化可用文字表示如下：



由以上实验可知，物质发生化学变化的特征是：有旧物质消耗，新物质生成。根据这个特征，可以判断物质是否发生了化学变化。

此外，发生化学变化时，一般还伴随有：发光、放热或吸热等能量的变化，产生气体或沉淀以及颜色或状态的改变等。这些现象有时也可帮助我们识别某种变化是不是化学变化。

可以看到：浅绿色的碱式碳酸铜变黑，试管口内出现水滴。产生的气体能使澄清的石灰水变浑浊。

化学符号

碳：C 铜：Cu

氧化铜：CuO 水：H₂O

二氧化碳：CO₂

碱式碳酸铜：Cu₂(OH)₂CO₃

物理性质化学性质

物理性质是指物质不需要发生化学变化就表现出来的性质。

如：颜色、状态、气味、熔点、沸点、密度、硬度等。

化学性质是指物质在化学变化中表现出来的性质。

如：可燃性、稳定性、酸碱性等。当我们初步了解了物质的变化和物质的性质后，可以从我们最熟悉的物质——空气和水出发。逐步进入化学科学的殿堂，探索化学世界的奥秘。

想一想：

- 用火柴点燃酒精灯时，发生了哪些变化？
- 绿色植物的光合作用属于什么变化？
- 举出一些发生在你身边的化学变化。

第二节 空气

空气是覆盖在地球表面的一层看不见的混合气体。人和动物每时每刻的呼吸以及植物的光合作用等都离不开空气。可以说没有空气就没有生命。

覆盖整个地球的大气，其质量约为 5.3×10^{18} 千克。约占地球总质量的百万分之一。由于地心引力的作用，大气质量的 90% 聚集在离地表 15 公里高度以下的大气层内。

覆盖整个地球的大气，其质量为 5.3×10^{18} 千克。约占地球总质量的百万分之一。由于地心引力的作用，大气质量的 90% 聚集在离地表 15 公里高度以下的大气层内。

空气的成分

在小学的自然课中我们已经学习了有关空气的初步知识。知道空气是由氧气、氮气和少量的二氧化碳、稀有气体等组成的，现在让我们通过实验进一步了解空气的主要成分。

[实验 1—5] 红磷在密闭容器里燃烧

实验装置如图 1—5 所示，把 250 毫升集气瓶的容积分为五等分，并做好标记。

在燃烧匙里放入一小匙红磷，在酒精灯的火焰上点燃后，立即插入集气瓶中，塞紧橡皮塞，观察现象。

待燃烧停止（红磷尚有剩余）白烟完全消失后，松开止水夹，烧杯中的水被吸进集气瓶内，其体积大约占原瓶内空气体积的 $1/5$ 。

为什么红磷燃烧时只消耗集气瓶内空气体积的约 $1/5$ 呢？

这是由于红磷燃烧时消耗的只是氧气，氧气约占空气体积的 $1/5$ 。空气中的剩余成分主要是氮气，约占空气体积的 $4/5$ 。此外，还有少量的稀有气体、二氧化碳以及其它气体等。

空气中各种气体所占的体积分数，如图 1—6 所示。

氮气的化学性质很稳定，在一般条件下不支持燃烧，但在一定条件下也能跟其它物质发生化学反应。氮气是化工生产的重要原料，主要用于合成氨，制氮肥、炸药等。氮气还可用做焊接某些金属时的保护气，使灯泡经久耐用的填充气，粮食、水果在低氧高氮的环境中能够保鲜、储存时间长。液态氮可作深度冷冻剂，如用于研究超导技术和材料等。

选学

空气成分的发现

由于空气是既看不见，又闻不到气味的混合气体。所以，人们发现空气的成分比较晚，直到 18 世纪 70 年代，才确定了空气主要是氧气和氮气组成

的。

许多科学家曾对空气的成分进行过研究，其中以法国化学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier, 1743—1794）的贡献最突出，因为他得益于他的好助手——天平。他做了一个研究空气成分的著名实验，至今仍为人们所称赞。

拉瓦锡把少量银白色的水银放在一个密闭容器里，连续加热 12 天。结果发现有一部分液态汞变成了红色固体粉末，同时容器里空气的体积减少了约 $1/5$ ，剩余的那部分空气既不能支持燃烧，又不能供给动物呼吸。

他把实验中所生成的红色粉末（后来证明是氧化汞）收集起来，放在另一容器里，加热，发现红色粉末又变成了银白色的汞和既能支持燃烧，又能供给动物呼吸的氧气。

若把所得到的氧气，加到第一个实验中密闭容器里剩下的约 $4/5$ 体积的气体里，所混合成的气体的性质跟空气的性质完全一样。根据这些实验事实，拉瓦锡得出了“空气是由氧气和氮气所组成”的结论。

在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦，沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。

马克思

混合物纯净物

空气和氧气（或氮气）的区别在于：空气是混合物，而氧气（或氮气）则是纯净物。

混合物是由两种或两种以上物质混合而成的。没有固定的组成，各成分都保持各自的性质，相互间没有发生化学反应。

[实验 1—6] 石英砂和铁粉的混合与分离

将一药匙白色的石英砂与一药匙灰黑色的铁粉在一张滤纸上混合均匀。然后，用一个磁铁在此混合物的上方缓慢移动，观察现象。

由此实验可知，混合物中的各成分都保持其各自原来的性质。

纯净物是由一种物质组成的。如氧气、氮气、二氧化碳、水等都是纯净物。纯净物有固定的组成，有确定的性质。所以，在研究某种物质的性质时，应当取用纯净物。

但是，通常所指的纯净物都不是绝对纯净的。如电线中的纯铜，其纯度约为 99.95%。通常所谓的纯净物，是指杂质含量很少，不至于影响物质的性质和应用。

现代高科技已能制取含硅为 99.99999999% 的高纯硅，它是制造电子集成电路不可缺少的半导体材料。

混合后的物质呈灰白色，当磁铁在混合物的上方缓慢移动时，灰黑色的铁粉纷纷被磁铁吸走，而白色的石英砂还留在滤纸上。

大气环境保护

在通常情况下，空气中各种成分的比例保持相对稳定。但是由于受火山、风暴等自然因素和生产、生活、交通等人为因素的影响，使大气增加了某些不定成分。当进入大气中的某些有害成分的量超过了大气的自净能力，就会对人类和生物产生不良影响，这就叫做大气污染。被污染的大气会严重影响人体健康，妨害植物生长，对建筑材料、金属、橡胶等器物造成破坏。

当前，已引起世界各国普遍关注的温室反应、臭氧层破坏、酸雨这三个人类面临的全球性球境问题，都与大气的污染有关。

随着现代工业的发展，人为因素造成的大气污染，越来越引起人们的关注。人为因素的污染源主要有以下四类：

1. 工业污染源：众多锅炉燃烧燃料产生有害气体。由于原料及工艺原因产生的有害废气及粉尘。

2. 生活污染源：由炊事、取暖等燃烧燃料产生有害气体。

3. 交通污染源：驱动汽车、火车、飞机、轮船时向大气排放的污染物。

4. 农业污染源：化肥、农药的飞散，扬尘，废弃物的腐烂等。

排放到大气中的有害物质，大致可分为气体和粉尘两大类。从世界范围看，排放到空气中的气体污染物较多的是二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮等。这些气体主要来自煤、石油和天然气的燃烧以及工业上排出的废气。

防治大气污染是非常重要的环境保护问题，需要综合治理。如制定环境保护法令，加强管理；搞好城市建设的合理布局；控制污染源，废气经处理后，再排入大气；绿化环境，净化空气；减少地面扬尘等。

选学

一、保护臭氧层

臭氧是空气中一种含量极少的气体。雷雨后的空气显得格外清新，原因之一是由于空气中的氧气在雷电的作用下，产生出少量臭氧。臭氧主要分布在距地面约 25 千米的高空，形成一层臭氧层。

臭氧层与地球上的生物生死攸关。它吸收了太阳光中绝大部分波长较短的紫外线，使地球上的生物免遭紫外线的伤害。如果没有臭氧层的保护，短时间内，生机勃勃的地球，将只剩下一片荒漠的焦土。

近年来，科学家们根据大量观测发现，臭氧层正在不断变“薄”。在有些地区，如南极、北极，甚至出现“臭氧层空洞”（见封里彩图）。多数科学家认为，这是人类向空气中排放有害物质如氯氟烃造成的。据统计，20 世纪 30 年代以来，释放到大气中的氯氟烃等多达 1300 万吨以上。保护臭氧层，已引起世界各国的极大关注。人类已经认识到，保护臭氧层，就是保护我们生存的环境。

氯氟烃的商品名称是氟里昂，它是几种氟氯代甲烷和氟氯代乙烷的总称。在常温下都是无色气体或易挥发液体，略有香味，无毒性，具有较高的

化学稳定性。主要用做制冷剂。

二、稀有气体的用途

稀有气体包括氦、氖、氩、氪、氙、氡 6 种气体。它们在空气中的体积分数分别为：氩 0.94%、氖 0.0018%、氦 0.0005%、氪 0.00011%、氙 0.000009%（氡是具有放射性的气体）。因为它们在空气中的含量是如此之微小又都是气体，所以称为稀有气体。在通常条件下，稀有气体的化学性质很不活泼，乃至长期曾称为是“惰性”气体。

根据稀有气体的性质，它们被应用于生产和科学研究。

氦不能燃烧，质量又轻，可以代替易燃的氢气填充高空气球和飞艇。

由于稀有气体化学性质很不活泼，常用做工业生产中的保护气。例如，用电弧焊接火箭、飞机、导弹、舰船等所使用的不锈钢、铝合金材料时，可以用高纯度氩气充当保护气，防止高温下金属跟空气中的氧气等反应。常用的白炽灯泡内是充入氩气和氮气的混合气体作保护气，保护灯丝，以延长灯泡的使用寿命。

“人造小太阳”

高压长弧氙灯，里面充满氙气。由于这种氙灯能发出类似太阳光的光线，非常明亮，所以被誉为“人造小太阳”。

一盏 60 瓦的氙灯的亮度，相当于九百只 100 瓦的普通灯泡。高压长弧氙灯可用于电影摄影，运动场的照明等。

稀有气体在低压放电时会发出多种颜色的光，如会发出红色辉光，氙会发出紫蓝色辉光，氦会发出粉红色辉光，因此可以利用稀有气体制成五光十色的霓虹灯，把现代都市的夜晚装扮得繁花似锦。氖灯发出的红光，能透射过浓雾，常用做航空、航海和铁路交通的指示灯（见封里彩图）。

稀有气体在高科技领域方面正大显身手。氦的沸点是所有已知物质中最低的，液氦常用做超低温研究中的致冷剂。氦在原子反应堆中也可用做致冷剂。氖气、氪气、氙气还可用于制激光器等。

【习题】

一、将正确答案的序号填写在括号里。

1. 空气中约占其总体积 99% 的两种主要气体是 ()
 - (A) 氧气和二氧化碳
 - (B) 氮气和二氧化碳
 - (C) 氧气和稀有气体
 - (D) 氧气和氮气
2. 下列物质中，属于纯净物的是 ()
 - (A) 清新的空气
 - (B) 粗盐
 - (C) 液态氮
 - (D) 稀有气体

二、判断下列叙述是否正确。正确的在()内打“ ”，错误的打“ × ”。

1. 空气是重要的自然资源 ()
2. 氮气不能供给呼吸，但却能支持燃烧 ()
3. 凡无色透明的液体就是纯净物 ()
4. 将氮气冷凝为液氮是化学变化 ()
5. 工业废气的任意排放会造成大气污染 ()

第三节 水

水和空气一样，也是我们最熟悉的物质，生活离不开水，工农业生产也离不开水。所以，水是人类和其它生物赖以生存所不可缺少的物质，是一切生命的源泉。

为了更好地利用水，使之对人类服务，就需要学习有关水的知识。

地球是一个“水球”

水覆盖了地球 71% 的面积，达 31620 万平方公里、全球海洋的容积约为 13.7 亿立方公里，相当于地球总水量的 97%。

天然水

天然水在地球上的分布很广，几乎占地球表面的 3/4，分布于江、河、湖、海。此外，还有大量的水是以冰川、积雪的形式存在于两极和高山之颠。空气中含有水蒸气，地壳内有地下水，土壤、生物体中都含有水。

取一杯清澈的天然水，表面看是清澈、透明的，无色、无味。但它是不是纯净物呢？让我们做一个实验。

[实验 1—7] 水的蒸发

将 2—3 毫升天然水（如河水、湖水、井水等）倒入蒸发皿里，再把蒸发皿放在铁架台的铁圈上（见图 1—8），小心地加热蒸干。与同样方法加热蒸干纯净水（蒸馏水）对照观察现象。

因为水蒸发了，水中的杂质以“水迹”的形式留在蒸发皿里。这说明，天然水不是纯净物，而是混合物。

由于水能够溶解多种物质，因此天然水总是溶有杂质，冰川以及南北极冰层融化的水，相对纯净得多。

可以采用蒸馏的方法，除去水中的杂质，得到纯净的水。图 1—9 是实验室制取蒸馏水的装置。

水的物理性质

纯净的水是没有颜色、没有气味、没有味道的液体。在 1.01×10^5 帕的压强下，水的凝固点是 0°C ，沸点是 100°C 。水的密度很有趣， 4°C 时最大，为 $1 \text{ 克} / \text{厘米}^3$ ； 0°C 结冰时体积膨胀，冰的密度又小于水的密度，使冰总浮在水面上。因此冬天的鱼类能在冰层下的水里安全生长。

水的组成

水是由什么成分组成的？需要根据化学实验进行分析。

[实验 1—8] 水的电解

往水电解器的刻度玻璃管里注满水，如图 1—10 所示，通直流电。观察两个电极上和玻璃管内发生什么现象？

水电解所生成的是什么气体？可继续通过实验进行分析，在与电源负极相连的刻度玻璃管上端接上一根尖嘴导管，在与电源正极相连的刻度玻璃管上端接上一个干燥管。如图 1—11 所示。

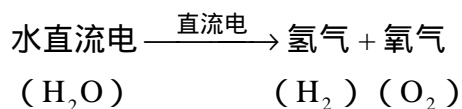
旋转活塞放出负极、体积大的那种气体，并在尖嘴导管出气口处点燃。

将一根带有火星的木条伸进干燥管中，旋转活塞放出体积小的那种气体。分别观察现象。

从实验可以看到，体积大的气体点燃后在空气中安静地燃烧，若在火焰上方罩一个冷而干燥的小烧杯，会看到小烧杯壁上有无色液珠生成。该气体就是氢气。

体积小的气体能使带火星的木条燃烧得比在空气里更旺，该气体就是空气的主要成分之一——氧气。

在直流电的作用下，水被分解为氢气和氧气，这个变化可用文字表示如下：



通过以上实验可充分证明：水是由氢和氧（确切地说是由氢元素和氧元素）组成的。

水是人类宝贵的自然资源

水在自然界广泛存在。从太空看到的地球，是一个蔚蓝色的美丽星球（见封里彩图），它的表面大部分被海水所覆盖。水以固态、液态、气态分布于大自然。如图 1—12 所示：

水也是构成生物体的基本成分，动植物体内都有大量的水。如图 1—13 所示。

水是生命产生、存在、发育和繁殖的前提，生命离不开水。

图 1—14 简要表示出水与人类的关系。

水资源保护

一般所说的水资源，通常是指陆地上的淡水资源，它并不充裕。现在人们能大量利用的河水、湖泊水和浅层地下水等淡水，仅占全球总储水量的千分之七左右，而且分布很不均匀。当今世界许多国家缺水严重。我国一些省市曾相继发生缺水危机。人类一些不合理的活动，又使有限的淡水资源受到污染。如图 1—15 所示。

工业生产中的废渣、废水、废气和生活污水的任意排放，农业上施用的农药、化肥部分随水流入江河，都会使水受到污染。严重被污染的水会出现浑浊，甚至恶臭，含有多种毒物和病菌，人畜食用了会中毒、致病，甚至死亡。因此，保护水资源是一个具有重大意义的战略措施。

保护水资源的有效途径是：科学地、合理地用水，节约用水，降低用水量；严格控制污染源，防止和治理污染，如工业废水要经过处理才能排放，农业上合理使用化肥和农药；城市污水资源化，变废为宝；植树造林等。

【习题】

一、当直流电通过装满水的水电解器时，会观察到两个电极上都有____产生。与电源负极相连的玻璃管内产生的气体体积____，是____气；与电源正极相连的玻璃管内产生的气体体积____，是____气。这两种气体产物的体积比是____。

二、电解水的反应，可以用文字表示为_____。

三、下列叙述中，错误的是：（ ）

- (A) 天然水通常是纯净物
- (B) 纯净的水通常是无色、无气味、无味道的液体
- (C) 淡水是取之不尽、用之不竭的自然资源
- (D) 工业三废与生活污水的任意排放，化肥、农药的任意使用，是造成污染的重要原因

为什么混合后水和酒精的总体积明显缩小呢？

这是由于分子间相互穿插和相互作用所致，可知分子之间有一定的空隙。

物质的三态变化。如水受热变成水蒸气，遇冷则可结冰。主要是分子间的空隙发生变化。

如果分子的空隙很大，分子间的相互作用就很小，这时所占的体积大，物质呈气态。所以，气态物质分子间的空隙最大。而液态和固态物质的分子间空隙都很小。

分子是保持物质化学性质的一种微粒

物质形态的变化只是由于外界条件变化引起的分子间距离的变化，分子本身并没有改变。化学变化则不然，如组成水的水分子在直流电的作用下可被分解，这个变化可以用图式形象地表示为（见图 1—20）：

在电流的作用下，每两个水分子变成了两个氢分子和一个氧分子。就是说，在化学变化中原子未变，而分子本身发生了变化，变成其它物质的分子。

新生成的氢分子和氧分子的化学性质和水分子完全不同。因此，分子是保持物质化学性质的一种微粒。

分子既然是保持物质化学性质的一种微粒，显然，同种物质的分子，性质相同；不同种物质的分子，性质不同。由分子构成的物质，如果是由同种分子构成的，就是纯净物。由不同种分子混合而成的，则是混合物。通常可利用不同种分子各自的特性，来分离混合物，提取纯净物。

想一想：

- 为什么说分子是保持物质化学性质的一种微粒？
- 从分子运动的角度看，物质的热胀冷缩现象表明了什麼？如果乒乓球被压瘪了，用什么方法可以复原？

【习题】

一、下列关于分子的叙述中，错误的是：（ ）

- (A) 分子是保持物质性质的一种微粒
- (B) 分子间有一定的空隙
- (C) 分子总是在不停地运动
- (D) 物质在发生物理变化时分子本身不发生变化

二、下列过程中物质的分子发生改变的是：（ ）

- (A) 酒精燃烧生成二氧化碳和水
- (B) 酒精挥发致使满室酒气扑鼻
- (C) 水在低温条件下结冰
- (D) 电解水

三、由分子构成的物质中，凡是由_____构成的就是混合物，而由_____构成的就是纯净物。同种物质的分子，化学性质_____，不同种物质的分子，化学性质_____。

四、下列物质中，属于纯净物的是（填物质的序号，下同）_____，属于混合物的是_____。

1. 空气
2. 糖水
3. 氧气
4. 二氧化碳
5. 氮气
6. 带冰块的水

五、用分子的知识解释下列现象。

1. 汽油、酒精等液体在敞口容器里会逐渐减少。
2. 湿衣服在烈日下比在阴凉处干得快。
3. 充气的橡皮球受热体积膨胀，遇冷体积收缩。

第五节 原子相对原子质量

分子是保持物质化学性质的一种微粒，它能否再分为更小的微粒呢？

通过电解水的实验，可以回答这个问题。因为在电流的作用下，水分子发生化学变化，生成氢分子和氧分子，可见，分子尽管很小，但在化学变化中，它还是可以再分的。

原子是化学变化中的最小微粒

构成分子的更小微粒是什么？它在化学变化中还能不能再分？我们可通过下面实验了解这个问题。

[实验 1—11] 加热氧化汞

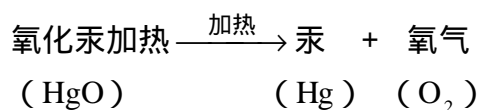
实验装置如图 1—21 所示。

在试管里加入少量氧化汞（桔黄色粉末），然后加热。

稍待，用带火星的线香（或木条）插入试管内。观察线香和试管内壁有什么现象发生？

实验证明有氧气生成。试管内壁的银白色液滴是汞（水银）。

这个变化可用文字表示如下：



氧化汞受热后，为什么能生成氧气和汞？这是由于氧化汞分子受热后，能分解为更小的氧微粒和汞微粒。这种更小的微粒是原子。两个氧原子相互结合成一个氧分子，很多个氧分子聚集成氧气。很多个汞原子聚集成金属汞。

氧化汞受热分解的反应可用图式形象地表示（见图 1—22）。

在化学变化中不能再把氧微粒或汞微粒进一步分解成更小的微粒。科学上把这种在化学变化中不能再分的微粒，称之为原子。由于它们在化学变化中不能再分，因此原子是化学变化中的最小微粒。

通过对氧化汞受热分解和电解水实验的分析，可以得出这样的结论：在化学变化中，分子可以分解成原子，原子再重新组合成分子。原子在反应前后没有改变，所以化学反应实质上是原子重新组合的过程。

原子非常小。如氧原子的直径约为 1.48×10^{-10} 米。若把 1 亿个氧原子紧密地排成一行。其长度也不过为 1.48 厘米（见图 1—23）。

图 1—24 是一张用扫描隧道显微镜（STM）拍摄的硅表面结构图像，每一个圆斑表示一个硅原子。

原子的质量很小，一个氧原子的质量约为 2.66×10^{-26} 千克。原子也总是在不停地运动。

分子和原子都是构成物质的基本微粒。水、酒精、蔗糖、氧气、氧化汞等物质，是由它们各自的分子构成的。而这些分子，则是由原子构成的。分

子可由同种原子构成，也可由不同种原子构成。

有些物质，则直接由原子构成。例如，坚硬无比的金刚石是由许多碳原子构成，金属铀和金属铁分别是由许多铀原子和铁原子构成。

原子的构成

原子虽小，但它还是由更小的微粒所构成。那么，这种微粒是什么呢？

科学实验证明：任何原子都是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的。原子核是由质子和中子两种微粒所构成。

1803 年英国科学家道尔顿 (J . Dalton , 1766—1844) 提出近代原子学说，认为：物质是由原子构成的，原子是微小的，不可分割的实心球体。

1897 年，英国科学家汤姆生 (J . J . Thomson , 1856—1940) 首先发现了电子，并确认一切原子中都含有电子。开始揭示了原子内部的奥秘，认识到原子具有复杂的结构。

1803 年英国科学家道尔顿 (J . Dalton , 1766—1844) 提出近代原子学说，认为：物质是由原子学说构成的，原子是微小的，不可分割的实心球体。

1897 年、英国科学家汤姆生 (J . J . Thomson , 1856—1940) 首先发现了电子，并确认一切原子中都含有电子。开始揭示了原子内部的奥秘，认识到原子具有复杂的结构。

每个质子带 1 个单位的正电荷，中子不带电，原子核所带的正电荷总数（通常称“核电荷数”）就等于核内质子数；每个电子带 1 个单位的负电荷，核外电子所带负电荷总数就等于核外电子数。由于原子核所带电量和核外电子的电量相等，但电性相反，因此原子显电中性。对于任何电中性的原子，其核内质子数、核电荷数、核外电子数都是相等的。

表 1—1 几种原子的构成

原子种类	原子核		核外电子数	核电荷数
	质子数	中子数		
氢	1		1	1
碳	6	6	6	6
氮	7	7	7	7
氧	8	8	8	8
钠	11	12	11	11
氯	17	18	17	17
铁	26	30	26	26

原子核更为微小，原子核与原子的大小，可以打个粗略的比喻：位于原子中心的原子核，就像直径为 10 米的球和一粒小米之比。实际上，原子核的体积只约占原子体积的几万亿分之一，这就是说：在如此微小的原子内，还存在着“空旷”的空间，核外电子就在这个空间里作高速运动。

1911年，英国科学家卢瑟福（E. Rutherford, 1871—1937）通过实验说明了在原子内，有一个带正电荷、体积极小而质量相对很大的“核”。

按照目前科研的最新成果，物质的最小构成单元不再是分子，原子。而是夸克和轻子（电子是其中的一种）。人们对微观世界认识的尺度一下子深入到原来的十亿分之一。

夸克和轻子都是基本粒子。

核外电子排布的初步知识

科学实验证明，核外电子在原子核外空间是分层排布的。

在含有多个电子的原子中，电子的能量并不相同。能量低的，通常在离核近的区域运动。能量高的，通常在离核远的区域运动。科学上通常就用电子层来表明运动着的电子离核远近的不同。把能量最低、离核最近的叫第一层（或K层），能量稍高、离核稍远的叫第二层（或L层），由里往外依次类推，叫三、四、五、六、七层（M、N、O、P、Q层等），就是说：把电子看作是在距核由近及远、能量由低至高的不同电子层上运动着。

为了简明起见，可以用示意图表示原子的结构。用一个小圆圈表示原子核，圆圈内标出原子的核电荷数；用弧线表示电子层，在弧线上用数字表示该电子层上的电子数。表1—2列出了核电荷数1—18的18种原子的原子结构示意图。

核外电子的分层排布，有以下规律：

第一，各电子层最多容纳的电子数目是 $2n^2$ 。

K层 $n=1$ 为 $2 \times 1^2=2$ 个

L层 $n=2$ 为 $2 \times 2^2=8$ 个

M层 $n=3$ 为 $2 \times 3^2=18$ 个

N层 $n=4$ 为 $2 \times 4^2=32$ 个

第二，最外层电子数目最多8个（K层为最外层时不超过2个）。

第三，次外层电子数目最多18个，倒数第三层电子数目最多32个。

核外电子的排布，还遵循能量越低越稳定的规律。因此核外电子总是先排在能量最低的电子层，由里往外，依次排在能量逐渐升高的电子层，即排满了K层，排L层……。

相对原子质量

原子的质量很小，应如何表示才较方便？

表 1—3 几种原子的质量

原子种类	1 个原子的质量 (千克)
氢	1.674×10^{-27}
碳	1.993×10^{-26}
氧	2.657×10^{-26}
铁	9.288×10^{-26}

不难看出，以“千克”为质量单位来表示原子的质量，对于书写、记忆和使用都极不方便。因此，科学上不以“千克”为单位表示原子的质量。而是以一种碳原子的质量的 $1/12$ (1.6606×10^{-27} 千克) 作为标准，用其它原子的质量跟它比较所得的数值，就是这种原子的相对原子质量(原子量)。

例如：碳原子质量的 $1/12$ 是：
$$\frac{1.9927 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{12} = 1.6606 \times 10^{-27} \text{ 千克}$$

氢的相对原子质量是：
$$\frac{1.674 \times 10^{-27} \text{ 千克}}{1.66606 \times 10^{-27} \text{ 千克}} = 1.0081 \quad 1$$

氧的相对原子质量是：
$$\frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{ 千克}} = 16.00024 \quad 16$$

铁的相对原子质量是：
$$\frac{9.288 \times 10^{-26} \text{ 千克}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{ 千克}} = 55.9316 \quad 56$$

由上述计算可知，相对原子质量是一种相对比值。

原子是由质子、中子和电子构成的，它们的质量和相对质量见表 1—4。

表 1—4 质子、中子、电子的质量和相对质量

构成原子的微粒	质量 (千克)	相对质量 (以碳-12 原子质量的 $1/12$ 作为标准)
质子	1.6726×10^{-27}	1
中子	1.6748×10^{-27}	1
电子	9.1096×10^{-31}	0.00055

这种碳原子指的是原子核内有 6 个质子和 6 个中子的一种碳原子，通常叫做碳-12 原子。

资料

《国际原子量委员会采用中国科学院院士张青莲主持并测定铟的相对原子质量为新的标准》。

化学元素的相对原子质量是重要的自然常数。两个世纪以来，标准相对原子质量的确定皆为先进国家所贡献。

我国化学家张青莲与中国科学院肖应凯合作用质谱法精密地测定了铟

(In)的相对原子质量，被国际原子量委员会于1991年8月汉堡会议上确定为新的标准相对原子质量。

铟(In)：114.818

这是国际上第一次采用我国所测定的相对原子质量数据作为标准。标志我国相对原子质量精确测定已达国际先进水平。

1993年8月，国际原子量委员会再次确认张青莲主持并测定铟的相对原子质量(114.818)为标准相对原子质量。

由表中数据可知，电子的质量极小(约为1个质子质量的 $1/1836$)，因此，原子的质量集中在原子核上。

想一想：

· 相对原子质量与质子数、中子数之间有什么近似的数值关系？

选学

人类认识原子、分子的历史

人类对于物质是由微粒构成的认识，可以说由来已久。早在公元前5世纪，古希腊的学者德谟克利特(Democritus，约公元前460—370)就认为：万物都是由大量的不可分割的微粒所构成，并把这种微粒叫做原子(希腊文原意是“不可分割”)。

我国古代的学者提出了物质的“端”的概念，认为它是物质不能再分的最小单位。例如对于1根铜丝，端就是相当于1个铜原子。

这些古代的原子观念是根据人们对自然现象的观察、想象和臆测提出来的，没有经过实践的验证。

英国科学家道尔顿是近代原子学说的奠基人。他在科学实验的基础上，于1803年提出“物质由不可分割的原子所组成”的科学假说。认为构成物质的原子是不可分割的实心球体，同种原子的性质和质量都相同。

道尔顿的原子学说，为当时一些化学基本定律和化学实验事实提供了理论基础，具有重要的科学价值，但他没有把原子和分子区别开来，以致对许多化学定量实验事实无法解释。

后来，意大利化学家阿佛加德罗(A. Avogadro，1776—1856)提出了分子的概念。认为分子是物质能独立存在而保持物质化学性质的最小微粒，分子是由原子所构成。

运用阿佛加德罗的分子学说，可圆满地解释上面所指的实验事实。

后来，人们把物质由原子、分子构成的学说叫做原子分子论，它是近代化学史上的一座丰碑。

扫描隧道显微镜

扫描隧道显微镜(Scanning Tunneling Microscope，缩写为STM)是80年代初期发展起来的新型显微仪器，能达到原子级的超高分辨率。STM不仅作为观察物质表面结构的重要手段，而且可以作为在极其细微的尺度——即纳米尺度(1纳米= 10^{-9} 米)上实现对物质表面精细加工的新奇工具。目前科

学家已经可以随心所欲地操纵某些原子。一门新兴的学科——纳米科学技术已经应运而生。

我国科学家正奋力投入纳米科学技术的研究，运用扫描隧道显微学方法，已于 1992 年成功地在石墨表面刻写出纳米级的汉字和图案。

用 STM 在高定向裂解石墨表面上刻写的汉字“中国”（见封里彩图）其中笔画的线条宽度为 10 纳米。如果用这样大小的汉字来书写《红楼梦》一书，只需大头针针头那样小的面积，就可写进全书的内容。

用 STM 画出来的中国地图（见封里彩图），其比例尺为 $1 : 10^{13}$ 。这是目前世界上最小的中国地图。

用 STM 观察到的聚苯胺的分子排列（见封里彩图），这种结构与科学家建立的理论分子结构模型相当吻合。

【习题】

一、将正确答案的序号填在括号里。

1. 原子是 ()
 - (A) 保持物质化学性质的一种微粒
 - (B) 在化学反应中能够再分的微粒
 - (C) 物理变化中最小的微粒
 - (D) 化学变化中的最小微粒
2. 原子核一般是由 ()
 - (A) 质子和电子构成
 - (B) 质子和中子构成
 - (C) 电子和中子构成
 - (D) 质子、中子和电子构成
3. 下列关于相对原子质量的说法中，正确的是 ()
 - (A) 就是原子的质量
 - (B) 其单位是千克
 - (C) 约等于核内质子数与中子数之和
 - (D) 是原子的相对质量，它是用碳-12 原子质量的 $1/12$ 作为标准的比值。
4. 下列关于分子和原子的叙述中，不正确的是 ()
 - (A) 分子和原子都是在不停地运动
 - (B) 化学变化中分子可分而原子不可分
 - (C) 原子均由质子、中子和电子所构成
 - (D) 物质均由分子构成，分子均由原子构成

二、镁原子的质量约等于碳-12 原子质量的 2 倍，镁的相对原子质量约是____。镁原子中质子数和中子数相等，则它的原子核中有____个质子、____个中子，核外有____个电子。

三、质量相同的钠、镁、铝，含原子数最多的是____，含原子数最少的是____。

第六节 元素元素符号

世界上形态万千的物质，究竟是由什么组成的？

什么是元素

古代的学者们，力图找出组成万物的基本物质。以前，我国学者曾长期认为万物是由金、木、水、火、土五种“元素”所组成。欧洲学者则认为万物是由水、火、土、气四种“元素”组成的。但是这些朴素的认识都由于缺少科学根据而被否定。

直到现代，人们认识了原子和原子内部结构以后，才确认万物由元素组成。我们把具有相同的核电荷数（即质子数）的同一类原子总称为元素。

氧元素就是所有核电荷数为 8 的氧原子的总称。氧分子是由氧原子构成的，水分子是由氧原子和氢原子构成的，二氧化碳分子是由氧原子和碳原子构成的。这三种分子中的氧原子，都有 8 个质子，因而是同一类原子。即这三种物质中都含有氧元素。

氢元素是所有核电荷数为 1 的氢原子的总称，氢气、水中都含有氢元素。

铁元素是所有核电荷数为 26 的铁原子的总称。铁矿石、钢铁、铁锈中都含有铁元素。

现在，已知的化合物已超过了一千万种，但组成这些物质的元素并不多。目前发现只有 112 种。就像红、黄、蓝三原色组成了万紫千红的各种颜色一样，这一百余种元素组成了形形色色的各种物质。

地壳中含量最多的元素是氧，几乎占地壳质量的一半。其次是硅，如图 1—25 所示。

单质和化合物

百余种元素是怎样组成千千万万种物质的呢？

有些物质是由同种元素组成的，如氧气由氧元素组成，铁由铁元素组成。像这种只由一种元素组成的纯净物叫做单质。单质按性质一般分为金属与非金属两大类。组成金属单质的元素通常称为金属元素，组成非金属单质的元素通常称为非金属元素。

有些物质是由不同种元素组成的。如水由氢和氧两种元素组成，氢氧化钠由氢、氧和钠三种元素组成的。像这样由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。其中，只由氧和另一种元素组成的化合物，称为氧化物。

想一想：

- 化合物与混合物有什么区别？

元素符号

化学反应若用文字语言来表述，则不胜其烦。如何才能化繁为简呢？人们是采用化学符号来表示的。

表示元素的符号是瑞典化学家贝采里乌斯 (J. J. Berzelius, 1779—1848) 在 1813 年提出的。1860 年召开的第一次国际化学会议以此为基础, 规定: 统一采用该元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示元素。如果几种元素名称的第一个大写字母相同时可再附加一个小写字母来区别, 例如:

氧的拉丁文为 Oxygenium	化学符号为 O
氢的拉丁文为 Hydrogenium	化学符号为 H
碳的拉丁文为 Carbonium	化学符号为 C
氮的拉丁文为 Nitrogenium	化学符号为 N
钠的拉丁文为 Natrium	化学符号为 Na
汞的拉丁文为 Hydrargyrum	化学符号为 Hg

这种化学符号叫做元素符号。是国际通用的。

徐寿 (1818—1884)

我国近代化学的先驱者, 早在青年时代就开始接触近代科学。徐寿勤奋好学, 一生共译书 13 种之多, 主要翻译近代化学书籍, 其中以《化学鉴原》一书影响最大, 在化学元素译名和制定化学名词方面做出过重要贡献。

书写元素符号有严格的规定, 第一个字母必须是大写, 第二个字母必须小写, 否则会出错。例如, Mg 表示镁元素, 若写成 mg, 则为质量单位毫克的符号; Co 表示钴元素, 若写成 CO, 则表示化合物一氧化碳了。

每种元素都有一个汉字名称。元素名称的偏旁清楚地表明了元素的种类和单质的状态; 气态非金属元素的名称都有“气”字头, 液态非金属元素的名称有“氵”旁, 固态非金属元素的名称都有“石”字旁, 金属元素的名称都有“金”字旁 (汞除外)。十分有利于识记。

元素符号表示一种元素, 还表示这种元素的一个原子。

表 1—5 列出了一些常见元素的名称, 元素符号和相对原子质量 (近似值)。

表 1—5 一些常见元素的名称、元素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
氢	H	1	钠	Na	23
氦	He	4	镁	Mg	24
氮	N	14	铝	Al	27
氧	O	16	钾	K	39
氟	F	19	钙	Ca	40
氖	Ne	20	锰	Mn	55
氯	Cl	35.5	铁	Fe	56
氩	Ar	40	铜	Cu	63.5
碳	C	12	锌	Zn	65
硅	Si	28	银	Ag	108
磷	P	31	钡	Ba	137
硫	S	32	汞	Hg	201

元素性质与核外电子排布的关系

既然不同种元素的原子具有不同的结构，那么，元素的性质与原子的核外电子排布有什么关系？

原子的核外电子排布，对元素的性质有着非常重要的影响。这可从如下探讨中看出：

1. 稀有气体元素。其原子核外电子排布的显著特点是最外层电子数目都是 8 个（氦是 2 个）。一般认为稀有气体原子的结构是最稳定的。结构决定性质，所以稀有气体的化学性质都很稳定，通常条件下很难跟其它物质反应。

2. 金属元素，其原子核外电子排布的显著特点是最外层电子数目一般少于 4 个。在化学反应中，金属原子较易失去最外层电子，使次外层变成最外层，达到 8 个电子的稳定结构。

3. 非金属元素，其原子核外电子排布的显著特点是最外层电子数目一般多于 4 个。在化学反应中，非金属原子较易获得电子，使最外层达到 8 个电子的稳定结构。

由于金属元素、非金属元素的原子最外电子层，都没有达到稳定结构，所以在一定条件下，它们都有达到稳定结构的倾向，这是原子在化学反应中重新组合，发生化学反应的根本原因。

元素之最

氢元素形成的单质最轻，其密度最小。

地壳中含量最多的元素是氧。

元素单质硬度最大的是金刚石。

熔点最高的是金属元素钨。

沸点最低的是稀有气体氦。
 延展性最强的金属是金。
 导电导热性最强的金属是银。
 形成化合物最多是元素碳。
 空气中含量最高的是氮。
 最容易着火的非金属是白磷。
 冶炼最多的金属是铁。

想一想：

· 在化学反应中原子核有无变化？元素的化学性质主要决定于什么？

【习题】

一、填写下表中的元素名称或元素符号。

元素名称	氢	氮	氧	氯	碳	硫	磷					
元素符号								K	Ca	Na	Mg	Al
元素名称			氟	氦	氖	氩	硅	锰	钡			
元素符号	Fe	Zn								Cu	Hg	Ag

二、将正确答案的序号填在括号里。

- 地壳中含量最多的金属元素是 ()
 - 硅
 - 铁
 - 铝
 - 氧
- 下列几种说法中正确的是 ()
 - 任何纯净物都是由一种元素组成的
 - 任何化合物都是由不同种元素组成的
 - 凡是含氧元素的化合物都是氧化物
 - 单质只能由一种元素组成
- 下列符号中，表示 1 个氢原子的是 ()
 - H_2
 - H
 - H_2O
 - He
- 下列物质中，氧元素以化合态存在的是 ()
 - 氧气
 - 水
 - 液态氧
 - 二氧化锰 (MnO_2)
- 不同种元素最本质的区别是 ()
 - 质子数不同
 - 中子数不同

(C) 相对原子质量不同

(D) 核外电子数不同

三、具有_____的_____原子总称为元素。碳元素就是所有_____的碳原子的总称。

四、由同种_____组成的纯净物叫做单质；由不同种_____组成的纯净物叫做_____物。铁单质由_____元素组成，氧化铁(Fe_2O_3)由_____元素和_____元素组成。

五、指出下列物质中，哪些是单质？哪些是化合物？并简述原因。

1. 空气
2. 二氧化碳
3. 氯气
4. 红磷
5. 氧化钙
6. 氢氧化钠
7. 硫酸
8. 碳酸钙

本章小结

一、空气和水

空气和水均是最重要的自然资源。

1. 空气成分：主要是氮气和氧气，还含有少量稀有气体，二氧化碳、其它气体和杂质等。空气是混合物。

水的成分：由氢元素和氧元素组成。纯水是纯净物。

2. 人类面临大气污染、水污染等环境问题的严峻挑战。

防治大气污染和水污染，保护大气环境和水资源。

二、物理变化和化学变化

物理变化：不生成新物质的变化。

化学变化：生成新物质的变化。

三、物质的构成

1. 分子、原子都是构成物质的微粒。有些物质是由分子构成的，而分子又是由原子构成的；有些物质则是由原子直接构成的。

2. 分子是保持物质化学性质的一种微粒，在化学反应中可以再分；原子是化学变化中的最小微粒，在化学反应中不能再分。

3. 原子的构成

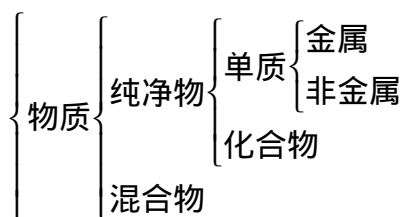
原子	原子核	质子：1个质子带1个单位正电荷
		中子：呈电中性
	(居于原子中心)	
电子：1个电子带1个单位负电荷		
(分层排布)		

原子呈电中性：核电荷数=质子数=核外电子数

4. 原子的质量很小且集中于原子核。国际上以碳-12的质量的 $1/12$ 作为标准，其它原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该种原子的相对原子质量。

5. 可以用原子结构示意图表示核外电子排布的情况。

四、物质的简单分类



由同种元素组成的纯净物叫做单质。由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。

五、元素

1. 元素是具有相同的核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。
2. 可以用元素符号表示元素。
3. 元素性质主要与原子的最外层电子数密切相关。

复习题

【A组】

一、选择题。（每小题有1~2个选项符合题意）

1. 下列现象属于化学变化的是 ()
(A) 钢铁生锈
(B) 汽油挥发
(C) 石蜡熔化
(D) 火药爆炸
2. 下列物质中，属于纯净物的是 ()
(A) 空气
(B) 液态氧
(C) 蓝墨水
(D) 澄清石灰水
3. 下列关于水的组成的叙述中，正确的是 ()
(A) 水由氧气和氢气组成
(B) 水由氢分子和氧原子组成
(C) 水由氢元素和氧元素组成
(D) 水由氢分子和氧分子组成
4. 地壳里含量最多的元素是 ()
(A) 氧
(B) 铝
(C) 硅
(D) 铁
5. 下列物质中，含有氧单质的是 ()
(A) 空气中的氧气
(B) 二氧化碳

- (C) 水
(D) 电解水时，和电源正极相连的一端产生的气体
6. 分子与原子的本质区别是 ()
(A) 分子能独立存在，原子不能
(B) 分子质量大，原子质量小
(C) 分子能直接构成物质，原子不能
(D) 在化学变化中分子可分，原子不可分
7. 原子的核外电子总数，等于 ()
(A) 核内中子数
(B) 核内质子数
(C) 核电荷数
(D) 质子数加中子数
8. 元素的化学性质主要决定于原子的 ()
(A) 核外电子总数
(B) 核内中子数
(C) 最外层电子数
(D) 核外电子层数

二、填空题。

1. 原子是____中的最小微粒；分子是____的一种微粒；元素是具有____的同类原子的总称。
2. 空气、水、氧气、氮气、二氧化碳、稀有气体、氢气等物质中，属于混合物的是____；属于纯净物的是____；属于单质的是____；属于化合物的是____；属于氧化物的是____。
3. 某氯原子核由 17 个质子和 18 个中子构成，该氯原子的核电荷数是____，核外电子数是____。
4. 给试管里的固体物质加热，要先使试管____受热，然后再将火焰固定在____的部分加热。

【B 组】

一、判断下列说法是否正确，并说明为什么。

- 空气是几种单质和几种化合物的混合物。
- 水是由氢元素和氧元素组成的。
- 1 个水分子是由 1 个氢原子和 1 个氧原子构成的。
- 由不同种元素组成的物质是化合物。
- 由同种元素组成的纯净物是单质。
- 凡发热、发光的变化都是化学变化。

二、有 A、B 两种元素的原子，A 原子失去两个电子后，原子核外只具有两个稳定结构的电子层。B 原子的核外 L 电子层上有 6 个电子。

- 写出 A、B 两种元素的名称
A_____ B_____
- 写出 A、B 两种原子的核外电子排布
A_____ B_____

3. ____是金属元素， ____是非金属元素。
4. 由 A、B 两种元素组成的化合物的名称是_____。

第二章 氧气

本章要点

- 氧气的性质、用途和制法
- 化合反应分解反应氧化反应
- 催化剂催化作用
- 燃烧燃烧的条件灭火原理
- 爆炸缓慢氧化自燃
- 化学式式量有关化学式的计算
- 离子化合物和共价化合物
- 化合价化合价与化学式的关系

氧气是空气中重要的成分，它与人类生命息息相关。因此，人们曾把氧气叫做“养气”。同时氧气也是一种活泼的气体。无论是人类和动植物的呼吸，还是燃料的燃烧，都离不开氧气。

第一节 氧气的性质和用途

氧气的性质

氧气的物理性质

在通常状况下，氧气是一种没有颜色、没有气味的气体。它不易溶于水，1升水中仅能溶解约30毫升氧气（这部分氧气是水中生物所必须的）。

通常状况指的是室温（25℃）和压强为 1.01×10^5 帕时的情况。

在标准状况下，氧气的密度是1.429克/升，比空气的密度（1.293克/升）略大。

标准状况指的是温度为0℃和压强为 1.01×10^5 帕时的情况。

在压强为 1.01×10^5 帕时，淡蓝色液态氧的沸点为-183℃（90K），雪花状的淡蓝色固态氧的熔点为-218.4℃（54.6K）。

氧气的化学性质

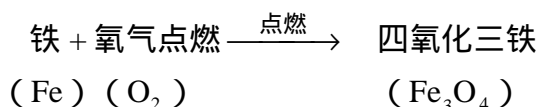
1. 氧气跟金属反应

【实验2—1】铁丝在氧气里燃烧

如图2—1所示。取长约15厘米的细铁丝1根，用砂纸打亮，绕成螺旋状，上端系在一根粗铁丝上，下端系1根火柴。在酒精灯上点燃火柴后，不等到燃尽就放入盛有氧气的集气瓶里（集气瓶里应预先在瓶底铺一薄层细砂或装少量水）。观察铁丝的变化。

反应后生成的固体叫做四氧化三铁。

反应可用文字表示如下：



想一想：

· 在此实验中，为什么要预先在集气瓶底铺些细砂或装少量水？

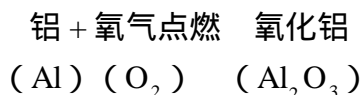
氧气几乎能跟除银、金、铂（即白金）外的所有金属发生反应，生成金属氧化物。

【实验 2—2】铝在氧气里燃烧

取一块 2×5 厘米的铝箔，卷成筒状，下端系 1 段镁条，用铁丝钩住铝箔的上端，在酒精灯上点燃镁条后，将铝箔放入盛有氧气的集气瓶里（预先在集气瓶底铺一薄层细砂）观察铝箔的变化（见图 2—2）。

反应后生成的白色固体是氧化铝。

反应可用文字表示如下：



2. 氧气跟非金属反应

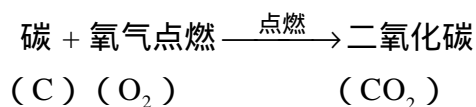
【实验 2—3】木炭在氧气里燃烧

（1）在燃烧匙里放（或用镊子夹）一小块木炭，在酒精灯上加热至红热。然后伸进盛有氧气的集气瓶里（见图 2—3），观察发生的现象。

（2）待燃烧停止后，取出燃烧匙，立即向瓶里倒入一些澄清的石灰水，振荡（见图 2—4），观察石灰水发生的变化。

实验说明碳跟氧气反应生成了二氧化碳。

反应可用文字表示如下：



</PGN0043.TXT/PGN>

想一想：

· 为什么木炭在氧气里燃烧比它在空气里燃烧得更旺？

【实验 2—4】硫在氧气里燃烧

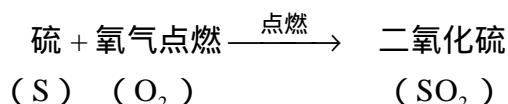
（1）在铺有细砂的燃烧匙里放少量硫，在酒精灯上加热使硫燃烧，观察硫在空气里燃烧的现象。然后立即伸进盛有氧气的集气瓶里，观察硫在氧气

里燃烧发生的现象（见图 2—5）。

（2）等燃烧停止后，取出燃烧匙，轻轻用手扇动少量生成的气体进入鼻孔，闻一闻它的气味。再将一张用水湿润的蓝色石蕊试纸放在集气瓶口，观察试纸颜色的变化。

硫跟氧气反应生成的气体是二氧化硫。

反应可用文字表示如下：

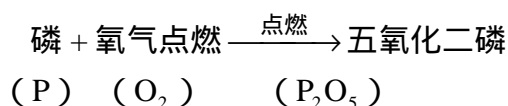


【实验 2—5】磷在氧气里燃烧

在铺有细砂的燃烧匙内放入少量红磷，在酒精灯上加热使磷燃烧，迅速伸入盛有氧气的集气瓶里（见图 2—6），观察现象。

反应后生成的白烟是五氧化二磷的固体小颗粒。

反应可用文字表示如下：



根据实验可知，碳、硫、磷在点燃时都能在氧气里燃烧。氧气能够跟许多非金属单质直接化合，生成非金属氧化物。

分析以上五个化学反应，会发现它们有一个共同的特点，都是由两种物质起反应而生成另一种物质。人们把由两种或两种以上物质生成另一种物质的反应，叫做化合反应。

3. 氧气跟化合物反应

蜡烛的主要成分是碳元素和氢元素。前面已看过蜡烛在空气里燃烧的实验，现在观察它在氧气里燃烧的现象。

【实验 2—6】蜡烛在氧气里燃烧

（1）把一小段蜡烛点燃，置于燃烧匙上，然后伸进盛有氧气的集气瓶中（见图 2—7），观察现象。

（2）待燃烧停止后，稍冷却，观察在瓶壁上出现的现象。取出蜡烛，向瓶里倒入少量澄清的石灰水，振荡，观察石灰水发生了什么变化。

实验说明蜡烛燃烧后有水和二氧化碳生成。

许多化合物能够跟氧气发生反应。像汽油、天然气、酒精等在空气里的燃烧。由于这些反应的生成物不是一种而是几种，所以它们都不是化合反应。

木炭、硫、磷、铁、石蜡等物质跟氧气的反应，尽管不都是化合反应，但其共同的特点都是物质跟氧气发生的反应。人们把物质跟氧发生的化学反应叫做氧化反应。

通过对以上实验和分析，可以认识到，氧气是一种化学性质活泼的气体。

氧气的用途

氧气具有非常广泛的用途。主要是供给呼吸，支持燃烧和反应放热三个方面。

1. 供给呼吸：一般情况下，呼吸只需要空气即可。但在缺氧、低氧或无氧环境，例如：潜水作业、登山运动、高空飞行、宇宙航行、医疗抢救等时，常需使用氧气。

2. 支持燃烧：一般情况下，燃烧只需空气即可。但在某些需要高温、快速燃烧等特殊要求时，例如鼓风炼铁、转炉炼钢等，则需使用富氧空气或氧气。

3. 反应放热：氧化反应特别是燃烧反应时，放出的大量热可被利用。例如燃煤取暖、火力发电；工业上利用乙炔（ C_2H_2 ）在氧气里燃烧时产生的氧炔焰来焊接或切割金属（见图 2—8），氧炔焰能产生 3000 以上的高温。

人们还利用液态氧浸渍木屑、木炭粉等多孔物质制成液氧炸药，用于开山凿石、挖沟采矿等露天工程爆破。此外，氧气（空气）也是生产硫酸、硝酸等化工产品的原料。（见图 2—9）

资料

大气中氧气的形成和演变

覆盖在整个地球表面的空气称为大气，其质量约为 5.3×10^{18} 千克，占地球总质量的百万分之一。现在的大气是由原始大气经历了一系列的复杂变化才形成的。

在原始大气中并不含氧气，其主要成分是氢气、氦气和水蒸气等。现在大气中的氧气是由于绿色植物的光合作用而产生的。在绿色植物尚未出现以前，高空中尚无臭氧层存在，太阳的紫外辐射能穿透上层大气到达低空，把水蒸气分解为氢气和氧气，在此过程中因太阳紫外辐射会破坏生命，所以，生命在地面上就不能存在。

在火箭发动机中液态氧是作为汽油或液态氢燃料的一种氧化剂来使用的。

初生的生命仅能存在于紫外线辐射不到的深水中，又经历了漫长的岁月，逐渐转移到浅水中活动，发展成为绿色植物，通过光合作用和水蒸气的光解作用，使大气中的氧气增加起来。

当大气中氧气的含量较多时，在高空才可能形成臭氧层，臭氧层一旦形成，就会吸收有害于生命的紫外线辐射，低空水蒸气光解为氧气的过程也不再进行，于是在低空绿色植物的光合作用，就成为大气中氧气形成的最重要原因。这时生命体因受到臭氧层的屏护，不再受紫外线辐射的侵袭，且能得到氧的充分供应，就能脱离水域而上岸活动。所以，植物的出现和繁衍使大气中的氧气出现并逐渐增多。此外，通过动植物的呼吸作用使大气中的氧气

和二氧化碳的比例得到调节。

负氧离子对人体的健康十分有益，常被称为是空气“维生素”。对人体功能有调节和保健功能。

据报道：每立方厘米空气所含的负氧离子，在农村原野有 1500 个左右，海滨地区 5000 个左右，喷泉、瀑布附近可达 5000 个以上。因而在这些地方常觉得空气新鲜，使人感到精神愉快，体力充沛。

【习题】

一、将正确答案的序号填入括号里。

1. 下列关于氧气物理性质的叙述中，正确的是 ()
(A) 通常是无色、无气味的气体
(B) 易溶于水
(C) 在标准状况下密度比空气略小
(D) 液态氧和固态氧都呈淡蓝色
2. 硫在氧气里燃烧时发出 ()
(A) 红色火焰
(B) 蓝紫色火焰
(C) 黄色火焰
(D) 淡蓝色火焰
3. 下列反应中，生成物是非金属氧化物的是 ()
(A) 磷跟氧气
(B) 铜跟氧气
(C) 硫跟氧气
(D) 镁跟氧气
4. 铁丝在氧气里燃烧的实验中，预先在集气瓶里装少量水或砂所起的作用是 ()
(A) 防止瓶底炸裂
(B) 吸收生成物质
(C) 增加氧气含量
(D) 降低瓶内温度

二、木炭在氧气里燃烧比在空气里燃烧得更剧烈，发出_____光，并放出_____量，燃烧后生成的无色气体能使澄清石灰水_____，这说明所生成的气体是_____。木炭和氧气反应的文字表示为_____。

三、细铁丝在集气瓶里和氧气反应的现象是_____，所生成的物质叫做_____。

四、用文字表示下列各化学反应：

1. 氢气在氧气中燃烧。
2. 乙炔 (C_2H_2) 在氧气中燃烧 (生成二氧化碳和水)。
3. 红磷在氧气中燃烧
4. 电解水

在以上 4 个反应中，属于氧化反应的有 (填写序号) _____，属于化合反应的有 (填写序号) _____。

五、举出日常生活中的 3 个事例，说明氧气具有广泛而重要的用途。

氧气的发现

1774年英国化学家：普里斯特利（J. Priestley, 1733—1804）用一个直径达0.31米的聚光透镜来加热放在密闭玻璃瓶中的氧化汞，发现一种能强烈帮助燃烧的气体。同时期瑞典化学家舍勒（K. W. Scheele, 1742—1786）也进行了类似的实验。两人各自独立地发现了氧气。但两人都未能正确解释这种气体在燃烧过程中的作用。

法国化学家A. L. 拉瓦锡研究了此种气体的性质，并正确地解释了这种气体在燃烧过程中的作用。

第二节 氧气的制法

氧气的性质活泼，用途非常广泛。那么，如何制取纯净的氧气呢？

氧气的实验室制法

实验室通常采用加热氯酸钾或高锰酸钾的方法来制取氧气。通常在图 2—10 所示装置中进行。

【实验 2—7】氧气的制取

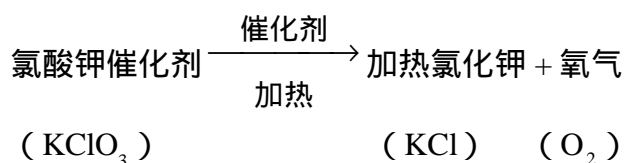
(1) 按图 2—10 将各仪器连接好，检查装置的气密性。

(2) 将 6 克氯酸钾和 2 克二氧化锰混匀，平铺在试管内，用带有导管的单孔橡皮塞塞紧试管口。给试管加热，待气泡能连续发生时，再用排水法收集氧气。

(3) 待氧气收集完毕后，先将导气管移出水面，然后再熄灭酒精灯。

实验中生成的气体是氧气。

氯酸钾受热，除生成氧气外，还生成另一种物质氯化钾，反应可用文字表示如下：



由于氧气不易溶于水，一般多用排水集气法收集，又由于氧气比空气略重，所以也可采用向上排空气法收集（见图 2—11）。

想一想：

· 制氧气装置中的试管管口为什么要稍向下倾斜？

· 氧气收集完毕后，为什么要先把导气管移出水面，然后再熄灭酒精灯？

用氯酸钾制取氧气时，还要放入少量二氧化锰。这是为什么呢？让我们通过实验进行研究。

【实验 2—8】二氧化锰的催化作用

实验装置如图 2—12 所示。

在两支试管里分别加入 3 克氯酸钾、1 克二氧化锰。同时用酒精灯加热，当氯酸钾熔化，产生气泡时，将带火星的木条分别插入试管里，观察现象。

然后，撤去酒精灯，将试管里的二氧化锰倒入盛氯酸钾的试管里，并将带火星的木条插入此试管，观察现象。

实验现象说明：

第一，二氧化锰虽然含氧，但用酒精灯加热时不能分解出氧气。

第二，将氯酸钾加热到熔化状态时，只能缓慢地放出氧气。

第三，在加热条件下，氯酸钾中加入二氧化锰，就能迅速地放出氧气。

二氧化锰在这个实验中起了什么作用？

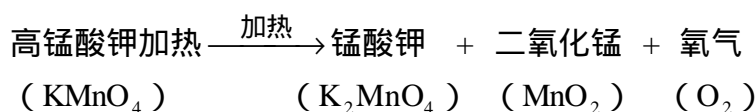
若把试管中反应后的混合物溶解于水，然后过滤。将滤出的黑色固体经洗涤、干燥后称量。可发现其质量和反应前所加入的二氧化锰的质量相等，而且其化学性质也相同。这就表明：二氧化锰具有使氯酸钾在较低温度下放出氧气的特殊本领。像这种能改变化学反应速率，而本身的质量和化学性质在反应前后都没有改变的物质，叫做催化剂（或称触媒）。

催化剂在化学反应里所起的作用叫做催化作用。

在这个反应中，二氧化锰就是氯酸钾迅速分解放出氧气的催化剂。

若用高锰酸钾制取氧气，则不需要催化剂，也不需要很高的温度，只需稍稍加热，就可制出氧气。此外，还生成锰酸钾和二氧化锰。

反应可用文字表示如下：



以上制取氧气的两个反应，都有一个共同的特点，即反应物只有一种，而生成物却有多种。这种由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。

氧气的工业制法

工业上主要是利用空气为原料，先使空气液化，再分离液态空气来大量制取氧气。

加热到氯酸钾熔化时，只有少量气泡缓慢地放出，带火星的木条在试管口处时不能燃着。但当伸至接近沸腾的氯酸钾表面时，木条刚可燃着。

加热的二氧化锰不能使带火星的木条燃着。

当二氧化锰倒入氯酸钾里时，发生剧烈反应，放出大量气体，带火星的木条刚伸进试管口，立即燃着起火。

空气是混合物，主要成分是氮气和氧气，在低温条件下加压，使空气转变为液态空气，然后缓慢蒸发。液态氮的沸点是-196（77K），液态氧的沸点是-183（90K），由于液态氮的沸点比液态氧的沸点低，因此首先从液态空气里蒸发出来。剩下的主要就是淡蓝色的液态氧。为了便于贮存、运输和使用，通常把氧气加压到 1.5×10^7 帕，贮存在蓝色的钢瓶里。

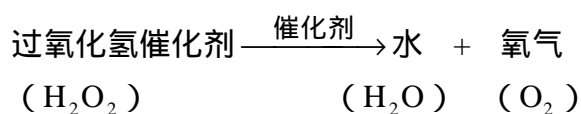
想一想：

- 氧气的实验室制法与工业制法有什么不同？

用过氧化氢制取氧气

过氧化氢（ H_2O_2 ）俗名双氧水，是氢和氧的另一种化合物。过氧化氢在二氧化锰催化作用下，常温即可分解放出氧气。

反应可用文字表示如下：



实验装置如图 2—13 所示。

- (1) 往锥形瓶里加入 1 药匙 (约 1.5 克) 二氧化锰, 用少量水润湿。
- (2) 向分液漏斗中注入 10% 过氧化氢溶液。
- (3) 将过氧化氢溶液逐滴滴入锥形瓶中, 并用滴加过氧化氢的快慢控制产生氧气的速率。可用向上排空气法收集。
用此法制取氧气, 不需加热, 而且十分方便。

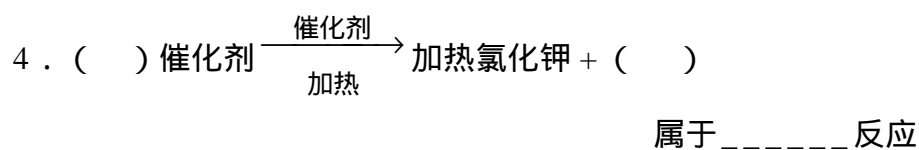
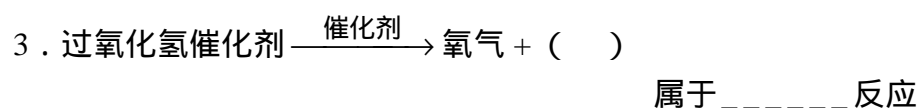
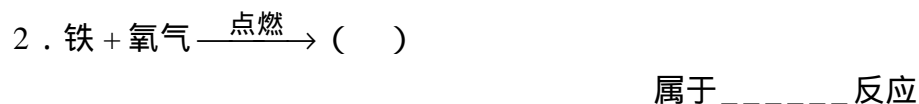
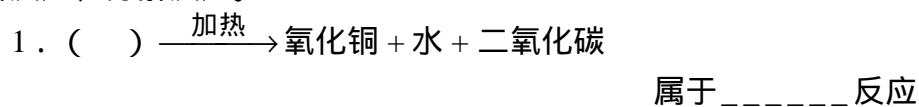
【习题】

一、实验室里通常采用加热_____或_____的方法制取氧气。反应用文字表示是_____。由于氧气不易溶于水, 可采用_____法收集; 由于氧气的密度比空气略大, 也可采用_____法收集。

二、工业上制取氧气的原料是_____, 原理是_____。液态氧的沸点比液态氮的沸点_____, 因而先分离出的气态物质是_____。

三、分解反应是由_____生成_____的反应。

四、在下列化学反应表示式的括号里填写物质的名称, 并指出哪些属于化合反应、分解反应。



五、将正确答案的序号填入括号里。

1. 下列物质中, 属于混合物的是 ()

- 氯酸钾
- 二氧化锰
- 高锰酸钾受热分解后的固体剩余物
- 加热氯酸钾和二氧化锰制取氧气后的固体剩余物。

2. 二氧化锰在氯酸钾分解制取氧气的反应中, 所起的作用是 ()

- 增加氧气的产量
- 提高氧气的纯度

(C) 使氯酸钾在较低的温度下迅速放出氧气

(D) 干燥生成的氧气

3. 用向上排空气法收集氧气时，检验氧气是否收集满，应将带火星的木条 ()

(A) 接近集气瓶口部

(B) 伸入集气瓶上部

(C) 伸入集气瓶底部

(D) 伸入集气瓶中部

第三节 燃烧和缓慢氧化

火，曾被人们当做神奇现象，看成是威猛与力量的化身，被用做驱邪伐恶的武器。18世纪70年代，拉瓦锡通过实验，发现汞、硫、磷等燃烧后质量增加，其增加的质量恰好是所消耗的氧气的质量。从而对火（即燃烧）作出了科学的解释：燃烧是可燃物跟空气里的氧气发生的一种发光、发热、剧烈的氧化反应。

燃烧的条件和灭火原理

燃烧究竟需要什么条件？可通过下面两个实验进行分析。

【实验 2—9】白磷的燃烧

实验装置如图 2—14 所示。在一个 500 毫升的大烧杯中，倒入约 350 毫升开水。并投入绿豆粒大的一块白磷。烧杯上盖一薄铝片。铝片两边分别放置一小块白磷（用滤纸吸去表面水）和少量的红磷粉末。观察各有什么现象。

实验现象说明什么？

【实验 2—10】白磷在“水下”燃烧

装置如图 2—15 所示。大烧杯里盛约 350 毫升热水（温度在 60 以上），将盛有水和一小块白磷的试管放入大烧杯的热水里，待白磷熔化成球状时，将导气管伸至白磷的上方，从导气管缓慢通入稳定的氧气流，观察白磷是否燃烧？

此实验现象又说明什么？

由上述实验现象可知：

欲使可燃物燃烧，需同时具备两个条件：（1）是可燃物要与氧气接触；（2）是要使可燃物达到或超过燃烧所需的最低温度，我们把这个最低温度叫做着火点。

白磷的着火点很低，只有 40，它的熔点稍高，为 44.1。薄铝片上的白磷被烧杯中热水加热达到着火点。同时，它的周围又有氧气，所以能够燃烧；红磷的着火点是 240，薄铝片上的红磷尽管跟氧气接触，但是用热水加热，温度远没有达到它的着火点，所以它不能够燃烧；热水中的白磷已经熔化，说明温度已经高于它的着火点，这时白磷能否燃烧，只取决于它是否跟氧气接触。所以当向热水中通入氧气时，白磷接触了氧气，立刻就燃烧起来。

认识了燃烧的条件，就不难理解灭火的原理。可以采取两种措施来灭火：（1）使可燃物跟空气隔绝；（2）将可燃物温度降到着火点以下。

燃烧和爆炸

可燃物燃烧的现象，主要与三个因素有关：

（1）可燃物本身的性质。不同物质燃烧时的现象不同，例如通常汽油比木柴燃烧得更剧烈。

(2) 可燃物跟氧气的接触面积。接触面积越大, 燃烧就越剧烈, 例如通常刨花比木块燃烧得更剧烈。

(3) 氧气越浓, 燃烧得越剧烈, 例如硫在氧气里比在空气里燃烧得更剧烈。

如果急速的燃烧发生在有限的空间内, 就会在瞬间聚积大量的热, 使气体的体积迅速膨胀而引起爆炸。煤气站、液化石油气站、汽车加油站、炼油厂、面粉厂、油库等地的空气中, 常混有含量较大的可燃性气体或粉尘, 若遇明火, 就有发生爆炸的危险。所以, 在这些地区必须严禁烟火。城乡居民要正确使用燃气灶, 以防止因使用不当(漏气)引起爆炸。

燃放鞭炮实际是使火药在有限的空间内迅速燃烧而引起的爆炸, 容易酿成火灾, 污染环境并易发生人身伤害, 如炸伤、炸瞎眼睛等。特别是在人口密集的城市, 危害更大。为此北京市从 1993 年 12 月 1 日起, 禁止在 8 个城区和近郊区燃放烟花爆竹。移风易俗, 利国利民。

缓慢氧化和自燃

并不是所有的氧化反应都像燃烧那样剧烈和发光、发热。如铁生锈虽然是氧化反应, 却进行得很缓慢, 甚至在短时间内不易觉察, 但这种缓慢氧化却普遍地存在。如农家肥料的腐熟、金属表面的腐蚀等。

有时缓慢氧化会引起物质的自发燃烧。

水是最常用、最容易取得的灭火剂。因为它可使着火物质降温 and 跟空气隔绝。

但是, 跟水能发生剧烈作用的化学药品(如: 钾、钠、电石等)以及比水轻的有机溶剂(如: 苯、醇、醚等)不能用水来灭火。否则, 会引起更大的火灾。

【实验 2—11】白磷的自燃

把少量白磷溶解在二硫化碳里, 将这种溶液滴在一小块滤纸上, 把滤纸挂起, 放在通风橱里, 使二硫化碳逐渐挥发(见图 2—16)。

过一会儿, 观察有什么现象发生?

白磷着火的原因在于它的缓慢氧化。

二硫化碳是一种能够溶解白磷、极易挥发的液体, 当二硫化碳从滤纸上挥发掉以后, 白磷的小颗粒就附着在滤纸上, 并与空气充分接触。它在缓慢氧化的过程中也要产生热量, 这些热量的聚积, 提高了白磷自身的温度。当温度达到着火点时, 白磷就会自发地燃烧起来。这种由缓慢氧化而引起的自发燃烧叫做自燃。

麦秸、黍杆、柴草、废纸、煤炭、擦机器用过的棉丝等易燃物, 如果大量紧密堆放, 空气不流通, 缓慢氧化所产生的热量, 不易散发, 时间长了就可能引起自燃, 所以, 应注意不要将这些易燃物堆放得太多、太久, 并要保持良好的通风和经常翻动, 防止发生自燃。

资料

化学危险物品

化学危险物品随着化学工业的发展，品种和数量急剧增加。
化学危险物品的性质千差万别，可分为九大类，如表 2—1 所示。

表 2—1 化学危险物品分类

类别	性质	实例
1	爆炸品	炸药包、手榴弹、鞭炮
2	压缩气体、液化气体	氧气瓶、液化石油气
3	易燃液体	汽油、酒精、乙醚
4	易燃固体、易自燃物质，遇水放出易燃气体的物质	白磷、电石、硫黄、金属钾、钠
5	氧化剂、过氧化物、氯酸钾、双氧水	
6	有毒物质	农药、氰化物、砷化物

续表

类别	性质	实例
7	腐蚀品	硝酸、浓硫酸
8	放射性物质	镭、铀
9	杂类危险物质	盐酸、硫酸

这些危险物品的主要危险性是：

- (1) 易燃性。接触明火，就能燃烧。有些不接触明火发生自燃。
- (2) 易爆性。除爆炸物品外，可燃气体、可燃液体蒸气、可燃粉尘的量达到一定比例时遇火星就会爆炸。

(3) 毒害性。对人畜有毒害及有腐蚀性的物品。

(4) 突发性。即危险品有可能瞬间发生火灾、爆炸及毒害。

学习以上危险物品常识，加深对燃烧、爆炸、自燃等知识的了解。对防止灾害发生，具有重要意义。

【习题】

一、通常所说的燃烧，实际上是_____物质跟空气里的氧气发生的一种_____的剧烈的_____反应。

二、可燃物燃烧的条件有两个：1. _____；2. _____。可以采取相应的两种措施来灭火：1. _____；2. _____。

三、自燃是由_____而引起的_____；急速的燃烧发生在_____内，就会在瞬间聚积大量的热，使气体的体积_____而引起爆炸。

四、物质在空气中发生燃烧、缓慢氧化、自燃的相同点是_____。

第四节 化学式式量

我们已经知道，各种元素都可以用元素符号来表示。那么由元素组成的各种单质和化合物，是否也可以用元素符号来表示呢？

化学式

纯净的水，不论是从什么地方取来的，还是用哪种方法制备的，它的化学组成总是固定的。包括：

- (1) 水是由氢、氧两种元素组成的；
- (2) 氢、氧两种元素的质量比为 1 : 8；
- (3) 氢、氧两种元素的原子个数比为 2 : 1。

科学实验还表明，各种纯净物的化学组成都是一定的。

化学上常用元素符号来表示物质（纯净物）的组成。例如，分别用 O_2 、 O_3 、 H_2O 、 CO_2 来表示氧气、臭氧、水、二氧化碳的组成。这种用元素符号来表示物质组成的式子叫做化学式。

从二氧化碳的化学式 CO_2 ，我们可以知道：二氧化碳是由碳元素和氧元素组成的，在二氧化碳分子中：

碳原子数 氧原子数=1 : 2

碳的质量 : 氧的质量=12 : $16 \times 2=32$

各种物质的化学式，都是通过实验精确测定物质的组成后，才确定下来的。

有些化学式不仅能表示这种物质的组成，同时也能表示这种物质的分子的组成，这种化学式也叫做分子式。如，水的化学式 H_2O 也是水的分子式，它表示 1 个水分子中有 2 个氢原子和 1 个氧原子。

为了简便，本书采用化学式表示物质的组成，不再区分哪些化学式也是分子式。

1. 单质的化学式的写法

单质是由同种元素组成的。金属单质和固态非金属单质一般就用元素符号来代表它们的化学式。例如，铁单质和铝单质分别用 Fe 和 Al 表示，碳单质用 C 表示。

稀有气体是由单原子的分子构成的，也用元素符号来表示它们的化学式。例如，氦和氖分别用 He 和 Ne 表示。

有些非金属气体单质如氮气、氧气、氢气、氯气等都是由双原子的分子构成的，因而这些单质的化学式分别用 N_2 、 O_2 、 H_2 、 Cl_2 表示。右下角的小数字表示这些单质 1 个分子里所含的原子数。

2. 化合物的化学式的写法

化合物是由不同种元素组成的。因而化合物的化学式的书写相对复杂一些。首先必须知道此种化合物是由哪几种元素组成的，其次还要知道各组成元素的原子个数之比，才能写出该化合物的化学式。知道以上事实后，就可以先写出组成这种化合物的各元素的元素符号，然后在每种元素符号的右下角，标明各组成元素的原子个数（如果数字是“1”，可以省略，下同）。

书写由金属元素跟非金属元素组成的化合物的化学式时，一般把非金属

的元素符号写在右方，金属的元素符号写在左方。例如，氯化钠的化学式是 NaCl，硫化镁的化学式是 MgS。书写氧化物的化学式时，一般把氧的元素符号写在右方。例如，三氧化硫的化学式是 SO_3 ，四氧化三铁的化学式是 Fe_3O_4 。

应该注意的是，元素符号右下角的数字、元素符号前面的数字，化学式前面的数字在意义上是完全不同的。例如：

N_2 表示 1 个氮分子是由 2 个氮原子构成的。

2N 表示 2 个氮原子。

6N_2 表示 6 个氮分子。

NH_3 表示 1 个氨分子是由 1 个氮原子和 3 个氢原子构成的。

化合物名称的读法，应注意各组成元素的先后读出顺序。由两种元素组成的化合物的名称，一般是从右向左读作“某化某”。

例如： CuO 读作氧化铜。其书写规则和读的顺序正好相反。有的物质还要读出化学式里各种元素的原子个数。

例如： SO_3 读作三氧化硫， Fe_3O_4 读作四氧化三铁。

表 2—2 列出了一些简单化合物的化学式及其读法。

表 2—2 一些简单化合物的化学式与读法

化学式	读法	化学式	读法
HCl	氯化氢	P_2O_5	五氧化二磷
HI	碘化氢	Al_2O_3	氧化铝
H_2S	硫化氢	KCl	氯化钾
NO_2	二氧化氮	FeCl_3	氯化铁

想一想：

· 下列符号各表示什么意义？

(1) H (2) 2H (3) H_2 (4) 2H_2

(5) H_2O (6) $2\text{H}_2\text{O}$

式量

分子式中各原子的相对原子质量的总和，就是此分子式的相对分子质量。相对分子质量亦称为式量。

化学式中各原子的相对原子质量的总和，叫做化学式的式量。

根据化学式可以进行很多与物质组成有关的化学计算。

1. 计算物质的式量

[例题 1] 计算氯化钠的式量

[解] 氯化钠的化学式是 NaCl

NaCl 的式量 = $23 + 35.5 = 58.5$

[例题 2] 计算五氧化二磷的式量。

[解] 五氧化二磷的化学式是 P_2O_5

P_2O_5 的式量 = $31 \times 2 + 16 \times 5 = 142$

2. 计算组成物质的各元素的质量比

[例题 1] 计算二氧化碳中碳元素和氧元素的质量比。

[解] 二氧化碳的化学式是 CO_2 ，二氧化碳中碳元素和氧元素的质量比是：

$$12 \quad 16 \times 2 = 3 \quad 8$$

[例题 2] 已知氢氧化钙的化学式是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，计算氢氧化钙中氢元素、氧元素、钙元素的质量比。

[解] 氢氧化钙中氢元素、氧元素、钙元素的质量比是：

$$1 \times 2 \quad 16 \times 2 \quad 40 = 1 \quad 16 \quad 20$$

3. 计算物质中某一元素的质量分数

[例题 1] 计算氯酸钾 (KClO_3) 中氧元素的质量分数。

[解] KClO_3 的式量 = $39 + 35.5 + 16 \times 3 = 122.5$

氯酸钾中氧的质量分数：

$$\frac{3 \times 16}{122.5} \times 100\% = \frac{16 \times 3}{122.5} \times 100\% = 39.2\%$$

式中的“30”表示 3 个氧原子。

[例题 2] 计算化肥碳酸氢铵 (NH_4HCO_3) 和化肥硝酸铵 (NH_4NO_3) 中氮元素的质量分数，并比较哪种化肥氮元素的质量分数大。

[解] NH_4HCO_3 的式量 = $14 + 1 \times 4 + 12 + 16 \times 3 = 79$

碳酸氢铵中氮元素的质量分数

$$\frac{14}{79} \times 100\% = \frac{14}{79} \times 100\% = 17.7\%$$

NH_4NO_3 的式量 = $14 + 1 \times 4 + 14 + 16 \times 3 = 80$

硝酸铵中氮元素的质量分数：

$$\frac{2 \times 14}{80} \times 100\% = \frac{14 \times 2}{80} \times 100\% = 35.0\%$$

因为， $35.0\% > 17.7\%$ 。所以，硝酸铵中氮元素的质量分数大。

【习题】

一、下列符号各表示什么意义？

1. O 2. 2O 3. O_2 4. 2O_2

二、用符号表示：1 个氮原子_____；2 个氢原子_____；3 个二氧化碳分子_____；4 个五氧化二磷分子_____；m 个水分子_____。

三、写出下列物质的化学式：氦气_____；氯气_____；铜单质_____；硅单质_____；二氧化硅_____；氯化钠_____；氯化氢_____；一氧化碳_____。

四、写出下列化学式所表示的物质名称：

ZnS_____；SO₃_____；PCl₅_____；KCl_____；NO₂_____。

五、将正确答案的序号填写在括号里。

1. 下列物质的化学式，书写错误的是 ()

- (A) N₂ (氮气)
- (B) He₂ (氦气)
- (C) H₂S (硫化氢)
- (D) KClO₃ (氯酸钾)

2. “2H”表示 ()

- (A) 两个氢元素
- (B) 两个氢原子
- (C) 两个氢分子
- (D) 一个氢分子

3. 下列符号中，既能表示一种元素，又能表示该元素的一个原子，还能表示一种单质的是 ()

- (A) C
- (B) H₂O
- (C) N₂
- (D) CO

4. 在 n 个 SO₂ 分子和 n 个 CO₂ 分子中，含有相同数目的是 ()

- (A) 氧分子
- (B) 氧元素
- (C) 氧原子
- (D) 氧元素的质量分数

5. 某物质的化学式为 R(OH)₂，式量为 58，则 R 的式量为 ()

- (A) 24
- (B) 24 克
- (C) 40
- (D) 40 克

六、计算下列物质的式量：

硫酸 (H₂SO₄) _____；氯酸钾 (KClO₃) _____；氢氧化钙 [Ca(OH)₂]_____。

七、根据化学式，计算下列物质中各元素的质量比：(1) 氯化钙 (CaCl₂)
(2) 氢氧化铜 [Cu(OH)₂]

八、有一种氮肥，可能是硫酸铵 [(NH₄)₂SO₄]或是硝酸铵 (NH₄NO₃)，通过实验知道它的氮元素的质量分数为 21.2%，问是哪一种氮肥？(请通过计算回答)

第五节 化合价

从前面的学习中已经知道，最外电子层未达到稳定结构的原子，均有达到稳定结构的倾向，这就是不同元素的原子间能够结合形成化合物的根本原因。

根据物质的组成不同，可把化合物分为离子化合物和共价化合物两大类。

离子化合物和共价化合物

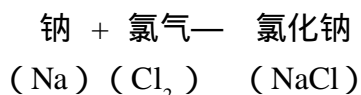
离子化合物

【实验 2—12】钠和氯气的反应

装置如图 2—17 所示。将一小块金属钠，放在盖氯气瓶的玻璃片边缘上，用木铍将金属钠铍成钠屑，落入氯气瓶里，观察现象。

生成的白色粉末，经检验知道是氯化钠（NaCl）。

反应可用文字表示如下：



钠和氯是怎样形成氯化钠的呢？

因为钠原子的最外电子层上只有 1 个电子，很容易失去；氯原子的最外电子层上有 7 个电子，容易得到 1 个电子。即当钠和氯化合时，钠原子最外层上的 1 个电子转移到氯原子的最外电子层上去（见图 2—18）。使它们的最外电子层都达到 8 个电子的稳定结构。

钠原子因失去 1 个电子而变成带有 1 个单位正电荷的钠微粒（用 Na^+ 表示）。

氯原子因得到 1 个电子而变成带有 1 个单位负电荷的氯微粒（用 Cl^- 表示）。

这种带电的原子（或原子团）叫做离子，带正电的离子叫做阳离子，如钠离子（ Na^+ ），带负电的离子叫做阴离子，如氯离子（ Cl^- ）。

像氯化钠这种由阴、阳离子相互作用而构成的化合物叫做离子化合物。一般活泼非金属（如氟、氧、氯、溴等）和活泼金属（如钾、钙、钠、镁等）相互化合时，它们的原子很容易发生得、失电子变成阴、阳离子，形成离子化合物。

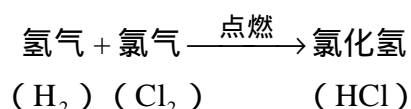
共价化合物

【实验 2—13】氢气在氯气里燃烧

从贮气瓶中引出纯净的氢气，在导气管的管口处点燃，然后把导管慢慢

伸进盛有氯气的集气瓶中（见图 2—19）。观察现象。瓶口有大量白雾生成，这是由于氢气和氯气反应生成的氯化氢（HCl）和空气里的水蒸气作用而形成的。

反应可用文字表示如下：



氢和氯是怎样形成氯化氢的呢？

氢和氯都是非金属元素。不仅氯原子容易获得 1 个电子形成最外层为 8 个电子的稳定结构，而且氢原子也能够获得 1 个电子形成最外层为 2 个电子的稳定结构。这两种元素的原子获得电子的难易程度相差不大。因此，在起化学反应时，双方都难以把对方的电子完全夺取过来。结果双方各以最外层电子层的 1 个电子组成 1 个电子对，这个电子对为氢、氯两个原子所共用，为两个原子核所吸引，形成氯化氢分子（见图 2—20）。从而使双方的最外电子层都达到稳定的结构。

当然，在氯化氢分子里，由于氯原子吸引电子的能力比氢原子要强一些，共用电子对会稍稍偏向氯原子一方，使氯原子一方略显负电性，而氢原子一方略显正电性，但是，氯化氢整个分子是呈电中性的。

像氯化氢这样以共用电子对形成分子的化合物叫做共价化合物。如水、二氧化碳、二氧化硫、五氧化二磷等都是共价化合物。

化合价

我们已经理解，在氢和氯化合生成氯化氢时，氢和氯的原子个数比为什么是 1 : 1。同样不难理解，当氢和氧按原子个数比 2 : 1 化合成水分子时，两种原子的最外电子层也都达到稳定结构（见图 2—21）。

大量事实表明，元素之间相互化合时，其原子个数比都有确定的数值。表 2—3 为几种物质组成元素的原子个数之比。

表 2—3 几种物质组成元素的原子个数比

化学式	某元素原子数 氢原子数	化学式	某元素原子数 氯原子数
HCl	1 1	NaCl	1 1
H ₂ O	1 2	MgCl ₂	1 2
NH ₃	1 3	AlCl ₃	1 3
CH ₄	1 4	CCl ₄	1 4

我们把一种元素一定数目的原子和其它元素一定数目的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。

化合价有正价和负价。

在离子化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子得或失电子的数目。失电子的原子带正电，这种元素的化合价是正价；得电子的原子带负电，这种元素的化合价是负价。如氯化钠中，钠为+1价，氯为-1价。

在共价化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子和其它元素的原子形成的共用电子对的数目。化合价的正负由电子对的偏移来决定，电子对偏向哪种原子，哪种元素就为负价；电子对偏离哪种原子，哪种元素就为正价。如氯化氢中，氢为+1价，氯为-1价。

在离子化合物里，其得、失电子的总数是相等的；在共价化合物里，共用电子对“偏向”和“偏离”的数目也是相等的，所以，不论在离子化合物还是在共价化合物里，其正负化合价的代数和都为零。这就是书写化学式所依据的法则。

由于元素的化合价表明形成化合物时一个原子能和其它原子相结合的数目，因此，在单质分子里，元素的化合价为零。

在化合物里，氢通常显+1价，氧通常显-2价；金属元素通常显正价；非金属元素通常显负价，但在非金属氧化物（如 CO_2 ）里，另一非金属元素（如C）通常显正价。

许多元素具有可变的化合价，这是由于这些元素的原子在不同条件下得失电子或形成共用电子对的数目不同所致。例如铁可显+2、+3价。氮可显-3、+1、+2、+3、+4、+5价等。

常见元素的化合价见表2—4。

表 2—4 常见元素的化合价

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

[例题 1] 标出下列物质中各元素的化合价

氯化钙 金属钙 氢氧化钾

[解] 先写出各物质的化学式

CaCl_2 Ca KOH

然后在各化学式元素符号的正上方标出相应的化合价

$\overset{+2}{\text{Ca}}\overset{-1}{\text{Cl}}_2$ $\overset{0}{\text{Ca}}$ $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-2}{\text{O}}\overset{+1}{\text{H}}$

需要特别指出的是，离子表示的方式与标化合价的方式不相同。如钙离子表示成 Ca^{2+} ，右上方的“2+”表示一个钙离子带2个单位正电荷；而氯化

钙 $\overset{+2}{\text{Ca}}\text{Cl}_2$ 中，正上方的“+2”表示钙在氯化钙里显+2价。

想一想：

·为什么在氯化钙中钙的化合价为+2，而在金属钙中钙的化合价却是零？

[例题2] 计算 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中各元素化合价的代数和。

[解] 先标出 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中各元素的化合价



根据化合物中各元素化合价的代数和列出下式：

$$(+3) \times 1 + (-2) \times 3 + (+1) \times 3 = +3 - 6 + 3 = 0$$

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 各元素化合价的代数和为零。

化合价和化学式

化合价和化学式之间，有着密切的联系。

根据物质的化学式，可以求出元素的化合价；根据元素的化合价，也可以写出已知物质的化学式。

[例题1] 试确定高锰酸钾中锰元素的化合价。

[解] 先写出高锰酸钾的化学式



查表可知，钾元素为+1价，氧元素为-2价，而锰元素有+2、+4、+6、+7等化合价。

由于在任何化合物里正负化合价的代数和均为零，由此可求出锰的化合价。

设锰的化合价为 X

$$(+1) + X + (-2) \times 4 = 0$$

$$X = +8 - 1 = +7$$

答：在高锰酸钾里，锰元素的化合价是+7。

想一想：

·在 KMnO_4 分解后的生成物 K_2MnO_4 中，锰元素的化合价是几？

[例题2] 已知氮有多种氧化物，写出氮的化合价分别为+1、+5的两种氧化物的化学式。

[解] (1) 写出+1价氮的氧化物的化学式。

先写出组成化合物的两种元素的符号，把正价的写在左边，负价的写在右边，在元素符号上方标出化合价



求出两种元素化合价绝对值的最小公倍数：2

求出各元素的原子数。

$$\frac{\text{最小公倍数}}{\text{正价(或负价)的绝对值}} = \text{原子数}$$

$$\text{N} : \frac{2}{1} = 2 \quad \text{O} : \frac{2}{2} = 1$$

把原子数标在相应的元素符号的右下角即得化学式 N_2O (俗称“笑气”)。

检验各元素正负化合价的代数和是否为零。

$$(+1) \times 2 + (-2) \times 1 = +2 - 2 = 0$$

(2) 写出+5价氮的氧化物的化学式。

$$+5 - 2$$



两种元素化合价的最小公倍数为 10。

$$\text{N} : \frac{10}{5} = 2 \quad \text{O} : \frac{10}{2} = 5$$

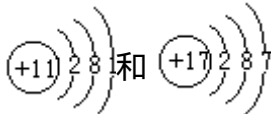
化学式为： N_2O_5

N_2O 对神经有奇异的作用，吸入极少量时，便能发生狂笑，所以俗名为笑气。也使人对疼痛感觉麻木，故曾用做麻醉剂。

需要指出的是：只有确实知道有某种化合物存在，才能根据元素的化合价写出它的化学式；而各种物质化学式的确定，只能来自对各种物质组成的实验测定，切不可应用化合价任意写出实际上不存在的物质的化学式。

【习题】

一、填空题。

1. A、B 两种元素的原子结构示意图分别是：当 A 单质和 B 单质化合时，一个 A 原子_____一个电子，成为_____ (填入阴或阳) 离子，离子符号为_____；一个 B 原子_____一个电子，成为_____离子 (填入阴或阳)，离子符号为_____。生成物的化学式是_____，它属于_____化合物。

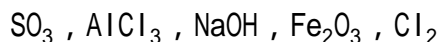
2. 氯化氢是化合物，氯原子和氢原子通过_____结合在一起。

3. 氯酸钾的化学式是_____，其中氧元素是_____价，钾元素是_____。

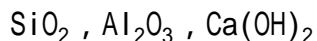
_____价，氯元素是_____价。

4. 写出铁元素二价和三价氯化物的化学式。

二、标出下列物质中各元素的化合价：



三、计算下列物质中各元素化合价的代数和：



本章小结

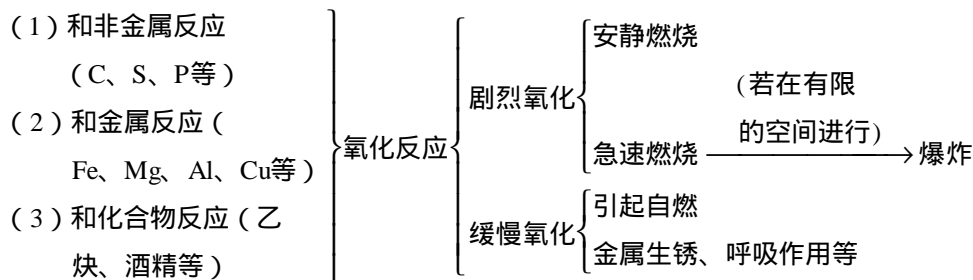
一、氧气的性质、用途和制法

1. 物理性质

在通常状况下，氧气是一种没有颜色、没有气味的气体。在标准状况下其密度是 1.429 克 / 升。

不易溶于水。在室温时，1 升水大约只溶 30 毫升氧气。

2. 化学性质



3. 用途

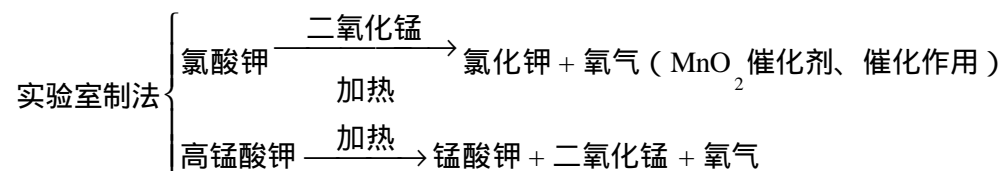
(1) 供给呼吸：如潜水、登山、航天、医疗等

(2) 支持燃烧：如炼钢、炼铁、火箭发射等

(3) 反应放热：如气焊、火力发电等

4. 制法

工业制法：使空气液化，再分离液态空气

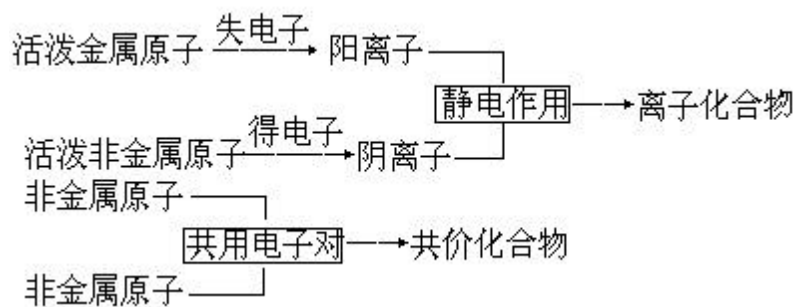


二、化合反应和分解反应

化合反应：A+B— AB

分解反应：AB— A+B

三、离子化合物和共价化合物



四、化学式和化合价

1. 化学式：用元素符号来表示物质组成的式子。

根据化学式进行与物质组成有关的计算。

2. 化合价：一种元素一定数目的原子和其它元素一定数目的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。

在化合物里，正负化合价的代数和为零。

3. 化学式和化合价的关系

根据化合物的化学式，可以求出元素的化合价；根据元素的化合价，也可以写出已知化合物的化学式。

复习题

【A组】

一、将正确答案的序号填入括号里

- 下列物质中存在氧分子的是 ()
 - 高锰酸钾
 - 四氧化三铁
 - 液氧
 - 二氧化锰
- 下列变化的反应物中氧元素全部转变为单质的是 ()
 - 分离液态空气制取氧气
 - 加热氯酸钾与二氧化锰混合物
 - 木炭在空气中燃烧
 - 加热高锰酸钾
- 下列计算式中，正确的是 ()
 - 2CO_2 的式量总和为： $2 \times 12 + 16 \times 2 = 56$
 - $2\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的式量总和为： $2 \times 40 + (16 + 1) \times 2 = 114$
 - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的式量为： $14 \times 1 \times 4 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 208$
 - $2\text{H}_2\text{O}$ 的式量总和为： $2 \times (1 \times 2 + 16) = 36$
- 某物质的化学式为 $\text{R}(\text{OH})_3$ ，式量为 78，则 R 的相对原子质量为 ()
 - 24
 - 27
 - 56
 - 40

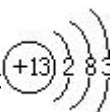
二、填空题。

1. $2N$ 表示_____； Cl_2 表示_____；

$3SO_3$ 表示_____； $2S^{2-}$ 表示_____。

2. 实验室里采用加热氯酸钾的方法制取氧气时，二氧化锰是_____剂，起_____作用。在反应前后二氧化锰的_____和_____都没有改变。

3. 实验室里，用排空气法收集氧气，为了检验瓶中氧气是否充满，所用的方法是_____，若有_____的现象，就说明氧气已经充满。这一做法的依据是_____。

4. 某元素的原子结构示意图是，该元素原子核内有_____个质子，最外层上有_____个电子。当该元素的单质在一定条件下和氧气化合时，生成物的化学式是_____，写出这个反应的文字表示式_____。

三、图 2—22 是实验室制取氧气的装置。

1. 写出图中有标号的仪器名称：

A _____，B _____，C _____，D _____，E _____。

2. 指出装置图中的错误

_____，_____，_____，_____。

【B 组】

一、计算下列物质的式量。

1. 硝酸(HNO_3) 2. 硫酸钡($BaSO_4$)

3. 碳酸氢铵(NH_4HCO_3) 4. 磷酸二氢钙 $[Ca(H_2PO_4)_2]$

二、根据三氧化硫的化学式计算：

1. 三氧化硫里硫元素和氧元素的质量比；

2. 三氧化硫里各元素的质量分数；

3. 16 克三氧化硫里含硫多少克；

4. 多少克三氧化硫里含 8 克硫。

三、用加热氯酸钾的方法制取氧气，如在氯酸钾中掺加少量高锰酸钾，反应速率能否加快？为什么？

四、在化学式为 H_nRO_m 的化合物中，其 R 的化合价为 $+7n$ 对吗？为什么？

五、若 x 克 $(NH_4)_2SO_4$ 和 3 克 NH_4NO_3 所含的氮元素质量相等 则 x 为_____克。

第三章 氢气

本章要点

- 氢气的性质、用途、实验室制法
- 置换反应
- 氧化反应和还原反应
- 质量守恒定律
- 化学方程式及其配平
- 根据化学方程式的计算

氢气对于我们并不陌生。它是电解水的产物之一，也是最轻的气体。在节日里，飘游在空中五颜六色的气球以及气象探空气球等，里面所充灌的气体就是氢气。氢气在燃烧时能放出大量的热而且还不会污染环境，所以是一种理想的燃料。

第一节 氢气的性质和用途

氢气的性质

氢气的物理性质

取一瓶氢气，观察氢气的颜色、状态，闻其气味。

通常状况下，氢气是没有颜色、没有气味的气体。盛满氢气的集气瓶瓶口应朝下放置（见图 3—1），这是因为氢气比空气轻。

标准状况下，氢气的密度为 0.0899 克 / 升，是所有气体中密度最小的。

在压强为 1.01×10^5 帕时，无色液态氢的沸点为 -252.80 （ 20.20K ），雪状固态氢的熔点为 -259.14 （ 13.86K ）。

氢气难溶于水。标准状况下，1 升水中仅能溶解 20 毫升的氢气。

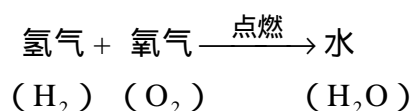
氢气的化学性质

【实验 3—1】氢气在空气中燃烧

1. 氢气的可燃性

点燃纯净氢气，然后将一只干燥的冷烧杯罩在火焰上方，如图 3—2 所示。观察火焰的颜色，烧杯内壁有什么现象？用手触摸烧杯壁有什么感觉？

纯净的氢气在空气中点燃时，发出轻微的“噗”声，然后安静地燃烧。这个反应可用文字表示如下：



由实验可知，纯净的氢气在空气中点燃能安静燃烧，如果把氢气与空气混合后点燃，情况会怎样呢？

【实验 3—2】氢气和空气混合，点燃爆炸

取两个 125 毫升的集气瓶，使一个瓶集满氢气，和另一个空瓶（内有空气）的瓶口隔玻璃片对准，如图 3—3 所示。抽去玻璃片，把两瓶口对紧，上下翻转几次，使氢气和空气充分混合，分别用玻璃片盖住，取其中一瓶混合气体，用毛巾包住抽去玻璃片点燃，观察所发生的现象。

将氢气和空气的混合气点燃时立即有爆鸣声，瓶内喷出的气流往往可将灯焰熄灭。

实验测定，空气里氢气的体积分数若达到 4.1% ~ 75% 时，点燃就会发生爆炸，这个范围叫氢气在空气中的爆炸界限。因此在点燃氢气前必须先检验氢气的纯度。

许多可燃气体和氢气相似，在空气里都有爆炸界限。表 3—1 列出几种可燃性气体在空气中的爆炸界限。

表 3—1 几种可燃性气体在空气中的爆炸界限

可燃性气体	爆炸界限
氢气 (H ₂)	4.1 % ~ 75.0 %
一氧化碳 (CO)	12.5 % ~ 75.0 %
甲烷 (CH ₄)	5.0 % ~ 15.0 %
乙烷 (C ₂ H ₆)	3.4 % ~ 12.5 %
乙炔 (C ₂ H ₂)	2.5 % ~ 80.0 %
丙烷 (C ₃ H ₈) (液化石油气的主要成分)	2.4 % ~ 9.5 %

纯净的氢气在空气里燃烧时，能放出大量的热，每千克氢气燃烧放热 1.2×10^5 千焦，此热量大约是等质量汽油燃烧放热的三倍。

想一想：

· 根据氢气和氧气反应能放出大量热，推断氢气有哪些用途？

2. 氢气的还原性

氢气能剧烈地和游离态的氧起反应，是否也能和化合态的氧起反应？

【实验 3—3】氢气还原氧化铜

在干燥洁净的试管底部铺一层黑色的氧化铜粉末，管口稍向下倾斜，固定在铁架台上，如图 3—4 所示。

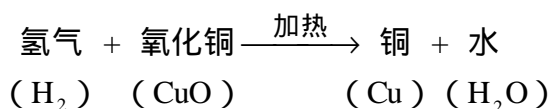
检验氢气纯度后，将通氢气的导管插入到氧化铜的上方，通入氢气排净试管里的空气。

点燃酒精灯，对氧化铜加热，观察氧化铜颜色的变化和试管口的内壁上

发生的现象。

待氧化铜变色后，停止加热，继续通氢气直至试管冷却到室温。

这个反应可用文字表示如下：



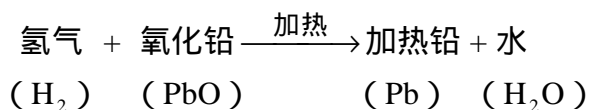
想一想：

- 为什么把试管口略向下倾斜？
- 为什么要先通氢气，待试管中的空气排净后再给氧化铜加热？
- 反应完毕后，为什么要先停止加热，然后继续通入氢气直到试管冷却到室温？

除氧化铜外，氢气在加热的条件下还能和一些其它金属氧化物反应。如氧化铅。

实验装置如图 3—5 所示，取少量氧化铅粉末，用水调成糊状，涂在试管内壁，烘干。操作步骤同实验 3—3，观察氧化铅颜色的变化和试管口的内壁上发生的现象。

反应可用文字表示如下：



通过以上两个反应可以看出：在加热的条件下，氢气能够夺取氧化铜、氧化铅里的氧，并和氧结合成水。所以，这个反应对氢气来说是氧化反应。

氧化铜和氧化铅在反应过程中失去氧，变成铜和铅，这种含氧化合物失去氧的反应叫还原反应。

在同一个反应中，一种物质夺取氧发生氧化反应，必有另一种物质失去氧发生还原反应。

一种物质被氧化，同时另一种物质被还原的反应，叫做氧化还原反应。氧化铜、氧化铅能够供给氧，氧化铜、氧化铅具有氧化性，是氧化剂。氧气能够夺取氧，氢气具有还原性，是还原剂。

想一想：

- 根据氢气的还原性，试推断氢气有哪些用途？

常温下，氢气的化学性质较稳定，但在加热条件下，氢气的化学性质活泼，除能和氧气、氯气及某些金属氧化物反应外，还能与氮气等物质发生化学反应。

氢气的主要用途

如图 3—6 所示。

氢能源

地球上的煤、石油等矿物燃料资源是有限的。随着长时间的不断开采和使用，现有的资源必然会逐渐枯竭，而且这些燃料对环境有严重污染。所以，科技界正在寻找新的能源。氢能源就是其中之一。

氢是理想的燃料，燃烧时放出大量热，反应产物只有水，没有灰渣和废气，不会污染环境。1976 年成立的国际氢能协会，主要研究氢的发生、储存和利用。目前，液氢已用作发射火箭的燃料。此外，氢气亦可用做氢能汽车的燃料。在 1980 年，我国已研制出第一辆氢能汽车。

由于目前生产氢气燃料的成本太高。所以，设法寻找降低氢气成本的新方法已经成为当前世界各国的研究课题。

科学家正在探索研究的方法很多。例如随着太阳能研究的深入以及现代科学技术的进步，认为利用太阳能从水里提取氢的前景是十分诱人的。

前不久，科学家发现，水在催化剂和光敏剂的作用下，经过阳光照射，也会发生光化学反应，生成氢气和氧气。关键是寻找适宜的催化剂和光敏剂。化学家找到了二氧化钛和某些含钨的化合物，都可以担当这个角色。目前还在继续探索之中。

最近，科学家又研究出一种用红纤毛杆菌和淀粉制氢的方法，为人类获取氢能开辟了新路，红纤毛杆菌每消耗一千克淀粉，就能产生 5000 升氢气，成本较为便宜。

绿色能源的设想更为诱人，科学家发现，有一种蓝绿色的藻类，在一定的光照、温度条件下进行光合作用产生氢气，这又是一个惊人的科学新发现。

总之，氢能的利用是可行的，但在技术方面还没有完全突破。估计到公元 2000 年，氢能将达到全部能量供应的约 5%。展望未来，氢能具有无限广阔美好的前景。

【习题】

一、填空题。

1. 下列氢气的各种用途是利用了氢气的哪些性质？

- (1) 用做探空气球_____。
- (2) 用做火箭燃料_____。
- (3) 焊接金属_____。
- (4) 从三氧化钨冶炼金属钨_____。

2. 标准状况下 17.89 克氢气的体积应该是_____升(氢气在标准状况下的密度是 0.0899 克 / 升)。

3. 用氢气还原氧化铜的实验中，有以下几步操作：

- (1) 给试管中的氧化铜加热；
- (2) 检验产生氢气的纯度；
- (3) 向盛有氧化铜的试管中通入氢气；
- (4) 停止向试管通入氢气；
- (5) 停止给试管加热。

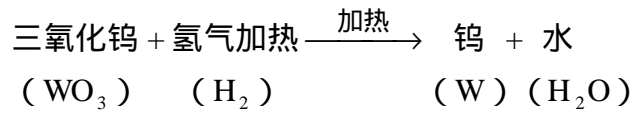
正确操作顺序的号码是_____

二、判断题。

1. 氢气和氧化铜反应生成铜和水，是因为氢气发生了还原反应。 ()
2. 氢气和空气的混合物遇明火，一定发生爆炸。 ()

三、简答题。

1. 氢气在一定条件下与三氧化钨反应，可用文字表示如下：



试分析在上述反应中，哪种物质发生氧化反应？哪种物质发生还原反应？

2. 如何鉴别氢气和氧气？

第二节 氢气的实验室制法

制取原理

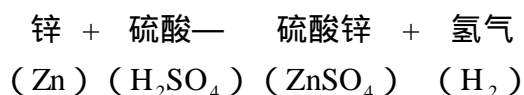
氢的发现是科学家用锌、铁等金属和稀硫酸反应开始的，现在实验室里制取少量的氢气，仍然是用金属锌和稀硫酸反应的方法。

[实验 3—4] 锌和稀硫酸反应

取几粒锌放在试管里，然后加入 5 毫升稀硫酸，用点燃的火柴放在试管口（见图 3—7），观察所发生的现象。待反应完毕后，取试管中的上层清液 2 毫升，置于蒸发皿（玻璃制）里微微加热，蒸干。在蒸发皿里能看到什么物质？

实验现象说明有氢气产生。蒸发皿里留下的白色固体应是硫酸锌（ ZnSO_4 ）。

这个反应可用文字表示如下：



制取装置

实验室里制取少量氢气时，可用图 3—8 所示的简易实验装置。

将锌粒放在有孔的塑料板上，不和稀硫酸接触。

需要氢气时，就把橡皮导管上的止水夹打开，稀硫酸即从长颈漏斗中流下，和锌粒接触，发生反应，产生的氢气从导气管中导出。

不需要氢气时，就将止水夹夹紧，试管里氢气的压强增大，把稀硫酸压回到长颈漏斗里，使试管中稀硫酸的液面下降，和锌粒不再接触，反应即可停止。

根据氢气难溶于水，比空气轻的性质，收集氢气时，可用排水集气法（见图 3—8A）或向下排空气法（见图 3—8B）。

为了避免氢气向空气中扩散，充满氢气的集气瓶要用玻璃片盖好，并使瓶口向下放置（见图 3—8C）。

验纯方法

由于氢气是易爆性气体，为了保证安全，在点燃氢气前必须检验氢气的纯度。

[实验 3—5] 氢气纯度的检验

检验氢气的纯度用图 3—9 所示的方法。

用排水或向下排空气法收集一试管氢气，用拇指堵住试管口移向酒精灯点燃，若发出轻微的“噗”声，证明氢气已经纯净，若发出尖锐的爆鸣声，

说明氢气还不纯，需要再收集氢气重新检验，直至纯净为止。

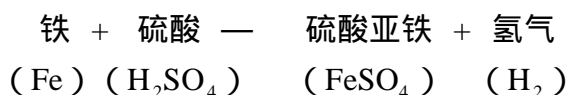
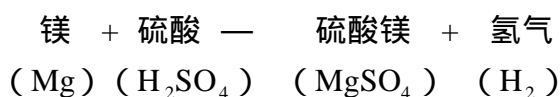
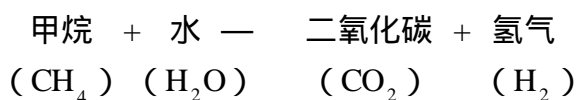
工业上所需的大量氢气，主要是采用分离水煤气的方法，或是用天然气（或石油气）在催化剂作用下和水反应的方法来制取。

置换反应

除金属锌外，一些其它金属也能和稀硫酸反应生成氢气，如：镁、铁等。

水煤气的主要成分是氢气和一氧化碳。

天然气的主要成分是甲烷（ CH_4 ）。制氢的化学反应为：



这些反应和分解反应、化合反应不同，它们都是由一种单质和一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物，这类反应叫做置换反应。

实验室制氢气的反应就是利用金属跟酸发生的置换反应。

原子团

在一些金属和稀硫酸的反应中，硫酸分子中的（ SO_4 ）部分在反应前后并没有变化，作为一个整体参加反应，就好像一个原子一样，这样的原子集团在化学上叫做原子团。

如：硫酸（ H_2SO_4 ）中的（ SO_4 ）。

硝酸（ HNO_3 ）中的（ NO_3 ）。

氢氧化钠（ NaOH ）中的（ OH ）。

氯酸钾（ KClO_3 ）中的（ ClO_3 ）。

都是原子团。

原子团的化合价是根据组成原子团的各种元素化合价的代数和来确定的。

如：硫酸（ H_2SO_4 ）中硫酸根（ SO_4 ）的化合价。

原子团中各元素的化合价： $\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}_4}$ ，所以， SO_4 的化合价为：

$$+6 + (-2 \times 4) = -2 \quad (\text{即为}\overset{-2}{\text{SO}_4})$$

常见原子团的化合价（表 3—2）。

表 3—2 常见原子团的化合价

名称	氢氧根	硫酸根	硝酸根	碳酸根	磷酸根	铵根
化合价	OH^{-1}	SO_4^{-2}	NO_3^{-1}	CO_3^{-2}	PO_4^{-3}	NH_4^{+1}

选学

一、氢气的发现史

氢气的存在，很早就有人注意了。16 世纪，瑞士医药学家帕拉塞斯（P. A. Paracelsus, 1493 ~ 1541）指出：“把铁屑投在硫酸里时，有气体发生出来，就像旋风一样腾空而起”。这种气体可以燃烧，称之为“可燃性空气”。这种气体显然是氢气。但当时他并没意识到这是一种新的物质。

1766 年英国化学家卡文迪许（H. Cavendish, 1731 ~ 1810）用铁屑或锌作用于盐酸或稀硫酸制得了这种“可燃性空气”，并用排水集气法收集起来，研究了它的性质。指出，这种“可燃性空气”不能供给动物呼吸，把它和空气混合点燃会发生爆炸，并测定出它的密度。1781 年卡文迪许进一步指出这种“可燃性空气”燃烧的产物是水。1783 年拉瓦锡重做了实验，证明水是这种“可燃性空气”燃烧的唯一产物，并明确指出“可燃性空气”是一种元素，命名为“水之源”，它的拉丁文名称 Hydrogenium，氢的名称即由此而来。中文的氢字取“轻”的偏旁“氵”把它放在“气”字里面构成，意思是很轻的气体。

二、启普发生器

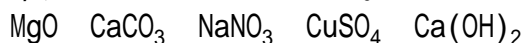
实验室制取较多量的氢气时，常用启普发生器。它的构造如图 3—10 所示，是由球形漏斗 1、容器 2 和导气管 3 三部分组成的。使用如图 3—11 所示。先将锌粒由带有导气管的球形容器口加入，竖直，加上塞子，将稀硫酸由球形漏斗注入，浸没锌粒，发生反应产生的氢气从打开活塞的导气管导出。使用完毕关闭导气管的活塞，此时由于容器内氢气的压强变大，将酸液重新压回到球形漏斗中，使锌粒跟酸液脱离接触，反应停止。需要更换酸液时，可将反应后的废液从容器 2 下部的出口排出。这种装置易于控制反应，操作方便。

【习题】

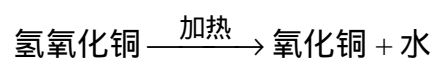
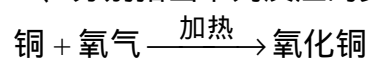
一、判断题：正确的在括号内打“√”，错误的打“×”。

- 欲收集纯净的氢气，应当采用排水集气法。（ ）
- 凡有单质参加的反应，都是置换反应。（ ）

二、在下列物质中，凡含有原子团的，在它的化学式下面相应部位划一横线，并标出原子团的化合价。



三、分别指出下列反应的类型。



四、简答题

1. 实验室用右图实验装置制取和收集氢气，指出其中的错误。

_____。

_____。

_____。

_____。

2. 简述检验氢气纯度的方法。

第三节 质量守恒定律

在化学反应中生成了新物质，反应前后物质的种类发生变化。那么物质的总质量是否发生变化呢？反应后新物质的总质量相对反应前反应物的总质量是增加了，减少了，还是保持不变呢？

下面通过实验来探讨这个问题。

[实验 3—6] 氢氧化钠溶液和硫酸铜溶液反应前后总质量的测定

把盛有无色氢氧化钠溶液的短试管，小心地放入盛有蓝色硫酸铜溶液的锥形瓶里，加好塞子。如图 3—12 所示，再将锥形瓶放在托盘天平上，调节砝码使天平的两边平衡，取下锥形瓶，倾斜之，让试管中的溶液流入瓶内，两种溶液接触后立即反应生成浅蓝色沉淀，再把锥形瓶放到托盘天平上，观察天平是否能保持平衡？

从上面的实验可以看出，经过化学反应后，天平两边仍然保持平衡，说明反应前物质的质量总和与反应后物质的质量总和相等。

无数的实验证明，参加化学反应的各反应物质量的总和等于反应后各生成物质量的总和，这个规律叫做质量守恒定律。

想一想：

· 铁器生锈，质量增加，木炭燃烧成灰，质量减少，这与质量守恒定律矛盾吗？为什么？

· 加热 49.0 克氯酸钾使其完全分解，生成 29.8 克氯化钾，同时能生成多少克氧气？

为什么化学反应前后各物质的质量总和会相等呢？

这是因为化学反应的过程是构成反应物的各种原子重新组合生成新物质的过程。也就是说一切化学反应，反应前后原子的种类和数目都没有改变，各原子的质量也没改变，因此参加化学反应前各种物质的质量总和与反应后生成的各种物质的质量总和必然相等。

【习题】

一、下列说法是否正确？为什么？

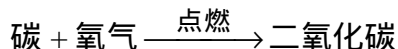
1. 一支蜡烛燃烧时逐渐“消失”了，这个反应不符合质量守恒定律。
2. 大块矿石粉碎成小块其质量不变，这种变化符合质量守恒定律。
3. 镁带在空气中燃烧后，生成的氧化镁的质量一定大于镁带的质量。

二、碱式碳酸铜受热后能分解成氧化铜、水和二氧化碳三种物质。设有 22.1 克碱式碳酸铜受热全部分解后，得到氧化铜 15.9 克，水 1.8 克，问生成二氧化碳多少克？

第四节 化学方程式及其配平

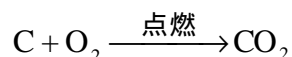
化学方程式及其含义

前面曾用文字表示化学反应，如：

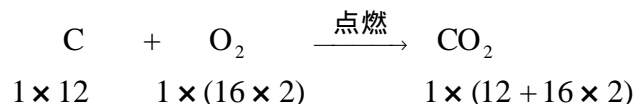


这种表示式只能表示哪些物质发生了反应，生成了什么物质。但不能反映出化学变化过程各物质之间的质量关系，而且不简明、不便于学习和交流等，因此根据质量守恒定律，采用反应物和生成物的化学式来表示化学反应。

如：



这种用化学式来表示化学反应的式子叫做化学方程式。它是国际通用的化学用语。化学方程式可以反映化学反应中“质”和“量”两方面的含义，如：



质量比 12 32 44

“质”的含义：碳和氧气在点燃的条件下发生化学反应，生成二氧化碳。

“量”的含义：每 12 份质量的碳与 32 份质量的氧气反应，生成 44 份质量的二氧化碳，质量比为 12 32 44；每 1 个碳原子与 1 个氧分子反应，生成 1 个二氧化碳分子。

化学方程式的书写

书写化学方程式要注意遵守两个原则：

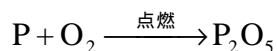
第一，以化学反应事实为依据。

第二，符合质量守恒定律，即反应前后原子的种类必须相同，原子的数目必须相等。

书写化学方程式的主要步骤是：

1. 根据实验事实确定反应物和生成物。

把反应物的化学式写在左边，生成物的化学式写在右边，中间用箭号相连，若反应物或生成物不止一种，则用“+”号连接。如磷在空气中燃烧：



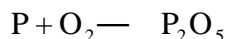
2. 配平化学方程式

在各反应物和生成物的化学式前面配上适当的数字，使反应前后每一种

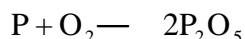
元素的原子总数相等，此过程叫做化学方程式的配平。配平化学方程式有很多种方法，常用的是奇偶数原子关系配平法。其步骤如下：

(1) 找出配平的关键原子。

即：原子的个数较多，且在反应式两边是一单一双的原子。对磷在空气中燃烧的反应来说，磷原子很容易配平。氧原子个数较多，且在反应式两边是一单一双，所以氧原子是配平的关键原子。

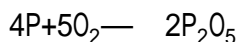


(2) 在含单数关键原子的化学式前配数字 2，将单数变成双数。

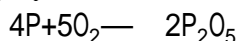


(3) 由已确定的化学式前面的数字推出其它化学式前面的数字。

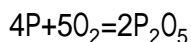
由 P_2O_5 前面的数字是 2 可知，反应式左边的氧原子总数为 10，磷原子总数为 4。所以，反应式左边 O_2 前应配数字 5，P 前应配数字 4。



(4) 检查。确认反应式两边各种元素的原子总数相等。



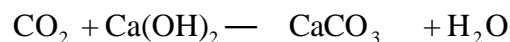
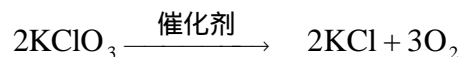
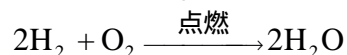
化学方程式的反应物和生成物的中间，除了用箭号表示外，亦可用等号“=”来表示。如：



但无论是用箭号或是等号，书写化学方程式都要配平。

3. 注明反应条件和某些生成物的状态符号。如果反应是在加热、点燃或有催化剂等条件下进行的，需将这些条件分别写在箭号的上部和下部。若有加热等两种以上的条件，一般把加热符号“ Δ ”写在箭号的下方。

如果有气体生成，则在气态物质化学式的右边标出“ \uparrow ”符号，如果反应在溶液中进行，应在生成的沉淀物化学式的右边标出“ \downarrow ”符号。例如：



想一想：

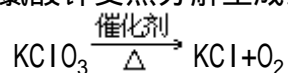
· 下列符号在化学方程式中，各表示什么含义？

符号	+				
含义					

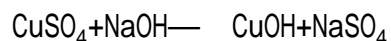
【习题】

一、指出下列化学方程式中的错误，并加以改正。

1. 氯酸钾受热分解生成氯化钾和氧气



2. 硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化铜和硫酸钠



二、配平下列反应的化学方程式。

1. $\text{Fe} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$

2. $\text{N}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} \text{NH}_3$

3. $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

4. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

三、写出下列反应的化学方程式，指出反应类型。

1. 锌和稀硫酸反应生成硫酸锌和氢气

2. 氢气在氧气里燃烧生成水

3. 氢气还原三氧化钨 (WO_3) 生成钨和水

4. 电解水生成氢气和氧气

四、计算下列反应中各反应物、生成物之间的质量比。

1. $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

2. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$

第五节 根据化学方程式的计算

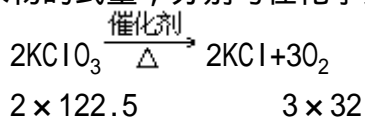
化学方程式能表示化学反应前后各种物质的质量关系。根据这种关系则可计算用一定数量的反应物能制备多少生成物？或制备一定数量的生成物需要多少反应物？

现举例说明根据化学方程式进行计算的步骤和方法。

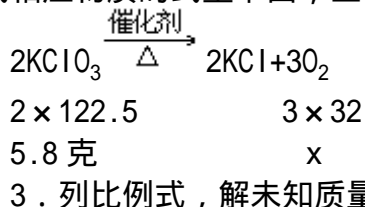
[例题 1] 实验室里用加热分解氯酸钾的方法制取氧气，若使 5.8 克氯酸钾完全分解，问能产生多少克氧气？

解：设能生成氧气的质量为 x 。

1. 写出这个反应的正确的化学方程式，并根据化学方程式算出已知物和待求物的式量，分别写在化学方程式相对应的化学式下面。



2. 将题中所给的已知质量（5.8 克）和所求质量（设为 x ）写在化学方程式相应物质的式量下面，上下对齐，单位一致。



$$\frac{2 \times 122.5}{5.8 \text{ 克}} = \frac{3 \times 32}{x}$$
$$x = \frac{5.8 \text{ 克} \times 3 \times 32}{2 \times 122.5} = 2.3 \text{ 克}$$

4. 简要写出答案

答：5.8 克氯酸钾完全分解能产生 2.3 克氧气。

根据化学方程式表示的质量比和已知一种反应物或生成物的质量，就可以计算另一种反应物或生成物的质量。

需要注意的是：

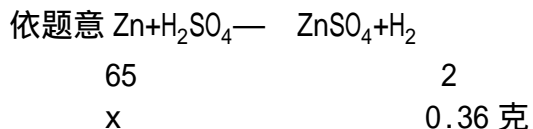
- (1) 化学方程式必须配平。
- (2) 有关物质的式量必须正确。
- (3) 列比例式进行计算时，同一种物质的计量单位必须一致。

[例题 2] 标准状况下，氢气的密度是 0.09 克 / 升，要充满体积为 4 升的氢气球，需要多少克锌与足量的稀硫酸反应？

分析：此题需要根据锌和稀硫酸的反应式，及锌和氢气的质量进行计算。首先应将氢气的体积换算成质量。

解：氢气的质量：0.09 克 / 升 \times 4 升 = 0.36 克

设制取 0.36 克氢气所需锌的质量为 x



列比例式： $\frac{65}{x} = \frac{2}{0.36\text{克}}$

解之，得： $x = \frac{65 \times 0.36\text{克}}{2} = 11.7\text{克}$

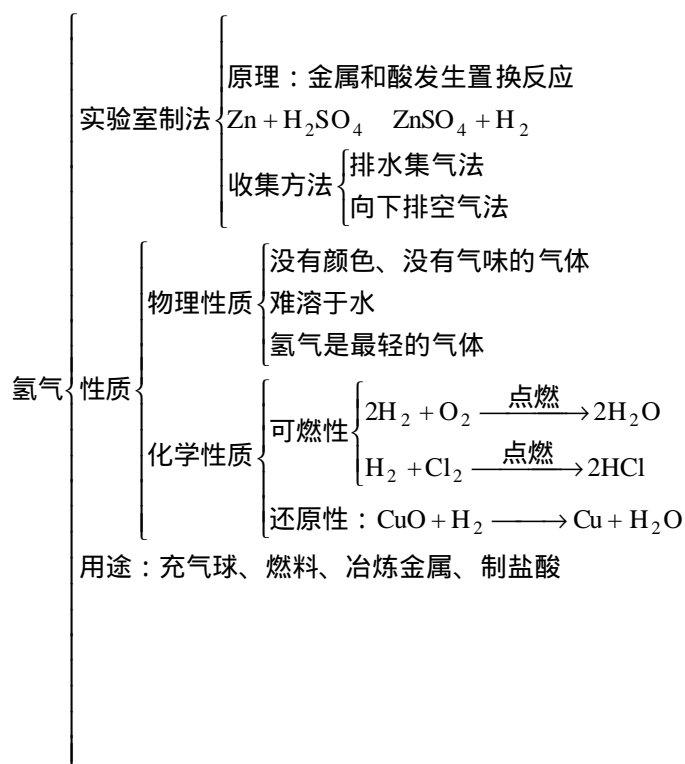
答：标准状况下制取 4 升氢气需 11.7 克锌和稀硫酸反应。

【习题】

- 一、3.1 克磷在氧气中完全燃烧，可生成多少克五氧化二磷？
- 二、多少克铁全部和氧气化合后，才能生成 23.2 克四氧化三铁？
- 三、将干燥的氯酸钾和二氧化锰的混合物 31 克加热到质量不再减少为止，冷却后称得剩余固体为 21.4 克。求生成多少克氧气？原混合物里有多少克氯酸钾？

本章小结

一、氢气的实验室制法、性质和用途



二、置换反应

一种单质和一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物，叫做置换反应。

三、氧化反应和还原反应

同一反应中，一种物质夺取氧发生氧化反应，另一种物质失去氧发生还

原反应。

四、质量守恒定律

参加化学反应的各反应物质量的总和等于反应后各生成物质量的总和。

五、化学方程式

用化学式来表示化学反应的式子

1. 书写原则：(1) 以实验事实为依据 (2) 遵守质量守恒定律

2. 表示意义：(1) 表示某个化学反应 (2) 表示参加反应的各反应物和生成物之间的量的关系，包括质量、微粒数。

3. 书写步骤：(1) 根据实验事实，确定反应物和生成物，中间用箭号相连 (2) 配平化学方程式

六、根据化学方程式的计算

根据化学方程式中表示的各物质的质量比，已知其中一种反应物或生成物的质量，可以计算其它反应物或生成物的质量。

在计算时应注意以下几点：

1. 化学方程式必须配平。
2. 有关物质的式量必须正确。
3. 同一种物质的计量单位必须一致。

复习题

【A组】

一、把氧气和氢气的实验室制法的有关内容填入下表中的相应位置。

制取气体	氧气	氢气
项目		
化学方程式		
反应类型		
气体发生装置的主要实验仪器		
装置中应该注意的事项	试管口应_____ 否则_____	长颈漏斗下端应_____ 之下，否则_____
集气法		

二、在 $3\text{H}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ 反应中，发生氧化反应的物质是_____，发生还原反应的物质是_____。_____是氧化剂，_____是还原剂。

三、判断下列说法是否正确，正确的在括号中打“ ”，错误的在括号中打“ × ”。

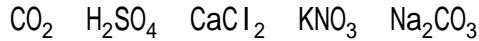
1. 原子团在化学反应里，可作为一个整体参加反应，好像一个原子一样。 ()
2. Na_2SO_4 中的 Na_2 和 SO_4 都是原子团。 ()
3. 在加热的条件下，氢气跟黑色氧化铜反应的实验操作是：先加热然后通入氢气，实验完毕后应先停止通氢气，然后停止加热。 ()
4. 点燃氢气前必须检验氢气的纯度，否则容易发生爆炸。

()

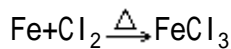
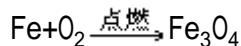
5. 在天平的两个托盘上各放一个等质量的烧杯，分别加等质量的水和稀硫酸，并投入等质量的锌粒，过一段时间，天平仍然保持平衡。()

6. 根据质量守恒定律，20 克碳和 40 克氧气反应，一定生成 60 克二氧化碳。()

四、下列物质中，若含有原子团，标出它们的化合价，并在化学式的相关部分下面划一横线。



五、配平下列化学方程式



六、实验室用锌和稀硫酸反应制氢气，在制得 0.4 克氢气的同时，消耗锌多少克？

【B 组】

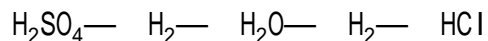
一、写出下列反应的化学方程式。

1. 将铜插入硝酸汞 $[\text{Hg}(\text{NO}_3)_2]$ 溶液中，生成硝酸铜和汞。

2. 硫酸铜溶液和氢氧化钠溶液混合，生成氢氧化铜沉淀和硫酸钠。

3. 电石气（乙炔 C_2H_2 ）在空气里燃烧，生成二氧化碳和水。

二、用化学方程式完成下列转化，并注明反应类型。

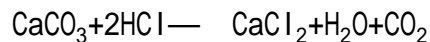


三、填空题。

1. 某物质的化学式为 MCl_3 （M 代表一种元素，不是元素符号），式量为 162.5，则 M 的相对原子质量为_____。

2. 某金属 M（代表一种元素）4.48 克，与足量稀硫酸反应产生 0.16 克氢气，同时生成 MSO_4 ，则 MSO_4 的式量为_____。

四、碳酸钙和盐酸反应的化学方程式为：



现用 180 克碳酸钙和足量盐酸反应，生成二氧化碳多少克？

第四章 溶液

本章要点

- 悬浊液、乳浊液、溶液
- 饱和溶液与不饱和溶液
- 溶解性和溶解度
- 物质的结晶
- 关于溶解度的计算
- 溶质的质量分数及其计算

日常生活中，我们经常接触到许多液体物质。无色透明的自来水、食盐水、蔗糖水、棕黑色的酱油、乳白色的牛奶；在食品店里，各种各样的饮料和酒类，晶莹透亮，琳琅满目。

液体物质是不是都可以叫溶液呢？

第一节 什么是溶液

溶液

[实验 4—1] 几种物质在水里的溶解

取 4 支大试管，各注入 10 毫升水，然后分别加入少量黄土、植物油、蔗糖和高锰酸钾，振荡，观察发生的现象。静置一会儿，又有什么变化（见图 4—1）？

加入黄土的试管，振荡后，液体呈黄褐色浑浊状态；静置一会儿，黄色泥土又渐渐沉降在试管底部，上层液体则变得澄清。

加入植物油的试管，经振荡后，液体呈白色乳浊状态；静置一会儿，液体上部逐渐浮起油层，下层水则渐渐变得澄清。

加入蔗糖的试管，经振荡后，蔗糖溶解，液体仍为无色透明状态；静置后，不分层，也无固体蔗糖析出。

加入高锰酸钾的试管，振荡后，高锰酸钾溶解，液体呈鲜艳的紫色；静置后，不分层，也无固体高锰酸钾析出。

这是为什么？

大家知道，黄土、植物油是不能溶于水的，振荡试管时，它们被分散成黄土的小颗粒或植物油的小液滴悬浮于水中，这些小颗粒或小液滴是许多分子的集合体，其直径约在 $10^{-7} \sim 10^{-3}$ 米之间。静置的时候，这些小颗粒或小液滴能聚集成较大的颗粒或液滴，于是便看到了泥土沉降或油水分层的现象。而蔗糖、高锰酸钾放进水中以后，虽然也被分散成微粒，但这种微粒是单个分子或离子，其直径在 10^{-9} 米以下，比起黄土的小颗粒或植物油的小液滴要小得多，这种微粒是肉眼不能直接看到的，它们均匀地分散在水分子中间，被水分子包围着（因此这种微粒严格地说是水合分子或水合离子），从而形成了均一、透明而稳定的混合物。

化学上把由不溶性的固体小颗粒悬浮于液体中所形成的混合物叫悬浊

液，如泥浆水等。由不溶性的液体小液滴分散于液体中所形成的混合物叫乳浊液，如牛奶、豆浆等。悬浊液和乳浊液又统称为浊液。像蔗糖水、食盐水那些由一种或一种以上的物质分散到另一种物质里所形成的均一而稳定的混合物叫溶液。

表 4—1 溶液、浊液的组成及其特征

	溶液	悬浊液	乳浊液
组成	某种物质分散到另一种物质里所形成的均一而稳定的混合物	固体小颗粒悬浮在液体里所形成的混合物	液体小液滴悬浮在另一种液体里所形成的混合物
微粒状态 和大小	分子或离子，直径小于 10^{-9} 米	许多分子的集合体，直径约在 $10^{-7} \sim 10^{-3}$ 米之间	许多分子的集合体，直径约在 $10^{-7} \sim 10^{-3}$ 米之间
主要特征	均一、稳定，静置后不沉降、不分层	浑浊、不稳定，静置后沉降	浑浊、不稳定，静置后分层
物质类别	混合物	混合物	混合物
实例	食盐水、糖水、碘酒	泥水、灰浆	牛奶、乳化油

溶液、浊液与人类的生产、生活有密切关系。化学肥料必须溶解在土壤里的水中，形成溶液，才能被农作物吸收。在使用不溶于水的农药时，常把农药配成悬浊液或乳浊液，均匀地喷洒在农作物的枝叶上，以提高药效，节约农药。人体所需要的各种营养物质，经过咀嚼、消化，大部分在体内形成溶液，再通过血液循环，输送到身体的各个器官和组织。

溶质和溶剂

在溶液中，被溶解的物质叫溶质，能溶解其它物质的物质叫溶剂。溶质可以是固体（如蔗糖水中的蔗糖），也可以是液体（如酒类中的酒精）或气体（如汽水中的二氧化碳）。水是最常用的溶剂，水溶液是应用最广泛的溶液。除了水以外，汽油、酒精、苯、四氯化碳、丙酮等也可以作溶剂。例如碘酒就是碘的酒精溶液。把白磷溶解在二硫化碳里，所得溶液叫白磷的二硫化碳溶液，不以水作溶剂的溶液统称为非水溶液。如果没有特别指明溶剂的名称，通常所说的溶液就是指某物质的水溶液。

为了使碘易溶于酒精，还加入少量碘化钾（KI）。

资料

非水溶液的用途

非水溶液在生产、生活和科学研究中都有广泛应用。例如人们用碘酒消毒杀菌，防止伤口感染。用乙醚等溶剂从热带植物芦荟中提取芦荟素，从黄

瓜中提取黄瓜油等。化学试剂厂、酒厂、药厂常用“珂罗酊”胶液密封瓶口。

“珂罗酊”是纤维素硝酸酯溶解在酒精和乙醚的混合溶剂中所形成的胶状溶液。尼龙制品粘合剂，可用绵纶-6的碎丝溶解在氯仿和苯酚的混合溶剂中制成。将天然橡胶溶解于苯中而制成的5%的橡胶苯溶液常用于修补自行车内胎。

酒精是一种常见的非水溶剂，化学实验室用的酚酞试液就是酚酞的酒精溶液。家庭使用的花露水是药物、香精的酒精溶液。由于酒精对油污有较强的溶解能力，因此可用做家用音响中精密部件的清洁剂。

非水溶剂大部分是低沸点、易着火的有机物，容易挥发，使用时必须注意防火安全。

【习题】

一、下列说法哪种正确，哪种错误，为什么？

1. 凡是均匀、透明、澄清的液体都是溶液。
2. 一种或一种以上的物质以分子或离子状态分散到另一种物质里，形成的均一、稳定的混合物，叫做溶液。
3. 溶液的特征之一是“均一”，即溶液各处的浓稀一样，性质相同。
4. 溶液的另一特征是“稳定”，即温度不变、溶剂不减少时，溶质不会分离出来。
5. 均一和稳定是溶液与浊液的主要区别。
6. 溶液和浊液都是混合物。

二、下列哪种情况形成溶液，哪种情况形成悬浊液，哪种情况形成乳浊液？为什么？

1. 把花生油放进水里振荡；
2. 把细砂土放进水里振荡；
3. 石灰水中通入少量二氧化碳；
4. 锌与适量硫酸反应后的液体。

第二节 饱和溶液与不饱和溶液

饱和溶液与不饱和溶液

生活经验告诉我们，蔗糖虽然易溶于水，但是溶解的量不是无限的。比如在一杯水里放进蔗糖，不是放多少都能溶解的，当蔗糖水中溶解的蔗糖达到一定量时，再放进蔗糖就不能再继续溶解了。有什么办法可以使蔗糖继续溶解呢？一般有两种方法：

1. 增加水量。毫无疑问，水越多，溶解的蔗糖越多；
2. 升高温度。比如通过加热使溶液温度升高，蔗糖溶解的量便会增加。

因此，我们在讨论某种溶质在某种溶剂里溶解的量时，必需限定“温度”和“溶剂量”这两个条件。化学上把在一定温度下和一定量的溶剂中，所溶解的溶质不能再溶解了，这时的溶液叫做这种溶质的饱和溶液，如果这种溶质还能继续溶解，就是不饱和溶液。通过上面讨论，很容易理解：升高温度，饱和溶液可以转化为不饱和溶液；增加溶剂量，饱和溶液也可以转化为不饱和溶液。在相反条件下，不饱和溶液也可以转化为饱和溶液。这种相互转化的关系，可以表示为：

饱和溶液 $\xrightleftharpoons[\text{降低温度或减少溶剂量}]{\text{升高温度或增加溶剂量}}$ 不饱和溶液

可见，饱和溶液与不饱和溶液是相对的，有条件的。当温度或溶剂量改变时，可以相互转化。

饱和溶液不一定是浓溶液。例如 20℃ 时，100 克水只能溶解 0.0013 克碳酸钙，这种溶液虽然很稀，但却是饱和溶液。同样还是在 20℃ 的温度下，100 克水最多能溶解 192 克硝酸铵，如果把 180 克硝酸铵溶解在 100 克水中，这种溶液应该说是很浓的，但却是不饱和溶液。所以不要把“饱和溶液”与“浓溶液”、“不饱和溶液”与“稀溶液”混为一谈。当然，对同一种溶质的溶液来说，在相同温度下，饱和溶液比不饱和溶液要浓。

【习题】

你认为下列哪种说法正确，哪种说法错误，为什么？

1. 同一种物质的饱和溶液一定比不饱和溶液要浓。
2. 温度不变，溶质的质量若不改变，则无法使不饱和溶液变成饱和溶液。
3. 把 10℃ 时含有少量未溶解的氯化铵的饱和溶液加热到 60℃，就变成不饱和溶液。

第三节 溶解度

溶解性

溶解性指的是某种物质在另一种物质里的溶解能力。

[实验 4 - 2] 物质的溶解性

取两支大试管，各注入 10 毫升水，然后分别放入少量硝酸钾和硫酸钡，振荡。观察硝酸钾和硫酸钡在水里的溶解情况。

上述实验中，两支试管里的水都是室温，水的量也相同，但是硝酸钾为什么能很快地溶解，而硫酸钡却很难溶解呢？这是由于硝酸钾和硫酸钡本身的性质不同。

大多数固体物质在水里的溶解能力随温度升高而增大。

气体的溶解能力，在压强一定时，随温度升高而减小。当温度一定时，气体的溶解能力随压强增大而增大。

总之，物质溶解能力的大小，既决定于物质本身的性质，也与外界条件（如溶剂的性质、温度，对气体来说还受压强的影响）有关。

硝酸钾很快地全部溶解了，硫酸钡却很难溶解。

溶解度

溶解度是衡量某种物质在某种溶剂里溶解性大小的尺度，是溶解性的定量表示方法。

1. 固体的溶解度

在一定温度下，某种固体物质在 100 克溶剂里达到饱和状态时所溶解的质量，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度。如果没有指明溶剂，通常所说的某种固体的溶解度就是指该物质在水里的溶解度。例如，20 时，食盐的溶解度是 36 克，就是说在 20 时，100 克水里溶解 36 克食盐，其溶液便达到了饱和状态。

各种物质在水里的溶解度是不同的。人们根据固体物质在 20 时的溶解度的大小，把它们在水中的溶解性粗略地分为以下几个等级：

溶解度	> 10 克	1-10 克	0.01-1 克	< 0.01 克
溶解性	易溶	可溶	微溶	难溶

习惯上把难溶物质叫做不溶物质。绝对不溶的物质是没有的，只是溶解度很小罢了。例如可以把碳酸钙看作是不溶物质，因为在 20 时，它的溶解度只有 0.0013 克。

表 4 - 2 是实验测定的硝酸钾在不同温度时的溶解度：

表 4 - 2 硝酸钾在不同温度时的溶解度

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

在直角坐标系里，用横坐标表示温度，用纵坐标表示溶解度，根据不同温度

时硝酸钾的溶解度找出其坐标点，将这些坐标点连接成一条平滑的曲线，这条曲线就叫做硝酸钾的溶解度曲线。用同样的方法也可以画出其它固体物质的溶解度曲线（见图 4 - 2）。

溶解度曲线是溶解度与温度关系的数学表示方法。根据溶解度曲线，可以查出某一温度下该物质的溶解度，也可以比较同一温度下不同物质溶解度的大小。

从溶解度曲线可以看出，大多数固体在水里的溶解度随温度升高而增大，但增大的程度不同。如硝酸钾的溶解度随温度升高迅速增大，氯化钠的溶解度随温度升高只略有增加。而熟石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 的溶解度却随温度升高而减小（见图 4 - 3）。

2. 气体的溶解度

由于称量气体的质量比较困难，所以气体的溶解度通常用体积数来表示。即压强为 1.01×10^5 帕和一定温度下溶解在 1 体积水里达到饱和状态时的气体体积数。例如在 0 时，氧气的溶解度为 0.049，就是指在压强为 1.01×10^5 帕和温度为 0 时，1 体积水中溶解 0.049 体积的氧气便达到了饱和状态。气体的溶解度大小是由气体本身的性质所决定的，同时也和外界条件（温度、压强）紧密相关。

温度一定时，气体的溶解度随压强的增加而增大。在工业上制汽水时，就是把二氧化碳气体的压强增大，以增加它在水里的溶解度，使大量的二氧化碳气体溶解在水里。当打开汽水瓶盖时，由于压强减小，气体的溶解度减小，因此，有大量的二氧化碳气体从水里逸出。

温度对气体的溶解度也有很大影响。例如，对冷水加热的过程，在水还未沸腾以前，我们就能看到有气泡从水中逸出。这是因为水温升高时，原来溶解在水里的空气中的各种气体的溶解度减小，因而形成气泡逸出。

想一想：

- 举例说明温度、压强对气体溶解度的影响。

【习题】

一、下列说法对不对？正确的在括号里打“ ”，不正确的打“ × ”。

1. 约 70 时，硝酸钾和硝酸钠的溶解度曲线相交，说明约 70 时，它们的溶解度都等于零。 ()

2. 溶液里溶质的多少是判断溶液是不是饱和的唯一根据。 ()

3. 40 时，取两支试管，各注入 100 克水，分别加入硝酸钾和氯化铵各 32 克，振荡，得到的两种溶液都是不饱和溶液。 ()

4. 化学实验中的搅拌和振荡可以提高固体物质的溶解度。 ()

二、根据硝酸钾和氯化铵的溶解度曲线回答下列问题：

1. 硝酸钾和氯化铵的溶解度哪个受温度的变化影响较大？

2. 在哪一温度时，它们的溶解度相等？在什么温度范围内，氯化铵的溶解度大于硝酸钾的溶解度？在什么温度范围内，氯化铵的溶解度小于硝酸钾

的溶解度？

第四节 物质的结晶

物质的结晶

把食盐、硝酸钾放进水里，它们就会逐渐溶解形成溶液。那么，用什么方法又能把它们从溶液中提取出来呢？

[实验 4 - 3] 蒸发食盐水

在蒸发皿中注入少量的饱和食盐水，加热蒸发，用玻璃棒不断搅拌，待出现较多固体时，停止加热，继续用玻璃棒搅拌，利用余热将滤液蒸干（图 4 - 4）。冷却后，观察现象。

[实验 4 - 4] 冷却饱和溶液

取三支试管，各注入 10 毫升蒸馏水，边加热、振荡，边加入硝酸钾、硫酸铜和明矾固体，直至成为饱和溶液后，停止加热，然后把三支试管放在冷水中冷却，观察发生的现象（见图 4 - 5）。

上述实验中都有固体物质析出。借助放大镜可以看到这些固体物质都有一定的几何外形（图 4—6）。

这种具有规则的几何外形的固体叫做晶体，形成晶体的过程叫结晶。

晶体所以具有规则的几何外形，是由于构成晶体的微粒（分子、原子或离子）有规则的排列。

显然，结晶是溶解的逆过程。使物质从溶液中结晶析出的方法有两种：一种是蒸发溶剂法，若某种物质的溶解度随温度升高变化不大，可用此法得到该物质的晶体。

如海水晒盐，把海水引到盐田里，利用日光和风力使水分蒸发便可以得到固体食盐。浩瀚的大海，蕴藏着大约 3.4×10^{16} 吨食盐，如果把海水里的食盐全部提取出来，铺在地球表面，其盐层的厚度可以达到 40 米。

另一种是热饱和溶液冷却法。对于溶解度随温度升高而明显增大的物质，常用这种方法使该物质从溶液中呈晶体析出。如从硝酸钾溶液中得到硝酸钾的晶体。

结晶水结晶水合物

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。如硫酸铜晶体（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）。

[实验 4 - 5] 加热硫酸铜晶体

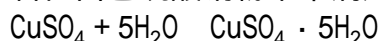
取 2 - 3 克干燥的硫酸铜晶体，用研钵研细，放入大试管中，按图 4 - 7 所示装配好。给硫酸铜晶体加热，观察发生的现象。

这个化学反应可表示如下：



(蓝色) (白色)

若在白色硫酸铜粉末中滴入少量水，白色粉末又重新生成蓝色晶体。



(白色) (蓝色)

科学实验证明，晶体中的这种水是作为晶体的一种结构成分而存在的，其含量是一定的。我们把晶体中含有的一定量的水叫做结晶水，把含有结晶水的物质叫做结晶水合物。表 4 - 3 列举了几种常见的结晶水合物及其化学式。

表 4 - 3 几种常见结晶水合物的俗称及化学式

结晶水合物的俗称	化学式
蓝矾 (也叫胆矾)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
明矾 (也叫白矾)	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
绿矾	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
皓矾	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
生石膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
晶碱	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

需要指出的是，并不是所有的晶体都含有结晶水，都是结晶水合物。例如在通常状况时，食盐、硝酸钾等多数晶体都不含有结晶水，不是结晶水合物。

风化与潮解

有些结晶水合物在室温和干燥的空气里，不需要加热便会失去一部或全部结晶水，这种现象叫风化。例如碳酸钠晶体 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 在干燥的空气里逐渐失去大部分结晶水而成为白色粉末碳酸钠。有些晶体能吸收空气中的水蒸气，并在晶体表面形成溶液，这种现象叫潮解。例如氯化钙就是一种很容易潮解的物质，因而常用做气体干燥剂。

混合物的分离

通过前面的学习，我们已经知道，对溶解度受温度影响较大的固体溶质，可以用冷却热饱和溶液的方法，使溶质结晶析出。知道了这个道理，便不难理解下列问题了：

现有 20 克硝酸钾和氯化钠的混合物，其中含有少量氯化钠，如何将它们分离开？

方法是：将混合物放进烧杯里，注入约 30 毫升水，加热，使混合物完全溶解，然后冷却。由于硝酸钾的溶解度受温度影响较大，降温时，部分从溶液里析出，而氯化钠的溶解度受温度影响较小，降温时大部分仍溶解在溶液里。用过滤的方法（见图 4 - 8）将析出的硝酸钾晶体与溶液分离。硝酸钾晶体留在滤纸上，大部分氯化钠仍留在滤液里，从而使硝酸钾和氯化钠初步分

离。

过滤是把不溶于液体的固态物质跟液体分离的一种方法。

这种方法广泛用于固体和液体的分离。如粗盐的提纯，用过滤的方法，将泥沙等杂质从食盐水中除去。

过滤和结晶是最常用的混合物分离的方法。

欲得到纯度较高的硝酸钾，可将初步分离得到的硝酸钾重新溶于水，制成热饱和溶液，再次冷却、过滤，这样便能进一步除掉氯化钠杂质。这种重复结晶的方法叫重结晶或再结晶。结晶后的剩余溶液叫母液。

【习题】

一、选择正确答案的序号填在括号内。

1. 下列物质中，属于纯净物的是 ()

- (A) 澄清的石灰水
- (B) 空气
- (C) 洁净的食盐水
- (D) 蓝矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

2. 若把 90 的某硝酸钾饱和溶液冷却到室温，下列说法中不正确的是 ()

- (A) 溶液的总质量保持不变
- (B) 溶液中溶剂的质量保持不变
- (C) 有硝酸钾晶体析出
- (D) 剩余溶液一定是饱和溶液

3. 在实验室里，要从氯酸钾与二氧化锰混合加热制氧气后的剩余物中回收二氧化锰（不溶于水），有下列几步操作可供选择：

蒸发溶液 过滤 溶解
加水洗涤 加热烘干

其中正确的操作顺序是 ()

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

二、我国青藏高原有许多盐碱湖，湖水中溶有大量的氯化钠和纯碱，纯碱的溶解度受温度影响较大，因此那里的农民冬天捞碱，夏天晒盐，试用你学过的知识说明道理。

第五节 关于溶解度的计算

根据溶解度概念，可进行有关溶解度的简单计算。计算时应特别注意三点：第一，溶解度仅适用于物质的饱和溶液。第二，必须是在一定的温度下。若温度改变，则溶解度亦改变。第三，必须是一定量的溶剂（如 100 克水）。

1. 根据某一温度时某物质饱和溶液里溶质和溶剂的量，求该物质的溶解度。

[例题]4 时,10 毫升水最多能溶解 0.1 克物质 A,1 升水最多能溶解 150 克物质 B,问哪种物质较易溶于水?

[分析]本题实际是要比较一下在相同温度下 A、B 两种物质的溶解度,溶解度较大者,较易溶于水。

S:表示溶解

1 毫升约等于 1 厘米³

解:设 4 时 A、B 两种物质的溶解度分别为 S_A 和 S_B 。

10 毫升水的质量:10 厘米³ × 1 克 / 厘米³ = 10 克

1 升水的质量:1000 厘米³ × 1 克 / 厘米³ = 1000 克

由溶解度定义: $m_{\text{剂}} \quad m_{\text{质}} = 100 \text{ 克} \quad S$

A 物质:10 克 0.1 克 = 100 克 S_A

$$S_A = \frac{0.1 \text{ 克} \times 100 \text{ 克}}{10 \text{ 克}} = 1 \text{ 克}$$

B 物质:1000 克 150 克 = 100 克 S_B

$$S_B = \frac{150 \text{ 克} \times 100 \text{ 克}}{1000 \text{ 克}} = 15 \text{ 克}$$

答: B 物质较易溶于水。

2. 根据某物质在某一温度时的溶解度,求在一定量的饱和溶液里该物质的质量。

[例题]怎样配制 20 的氯化钠饱和溶液 10 千克?

[分析]首先根据 20 时氯化钠的溶解度求出配制 10 千克氯化钠饱和溶液所需氯化钠和水的量,然后简要说明配制方法。

解:设配制 20 的氯化钠饱和溶液 10 千克需氯化钠的质量为 x。

根据溶解度曲线,在 20 时氯化钠的溶解度为 36 克。即 136 千克氯化钠饱和溶液里含有 36 千克氯化钠。

136 千克 36 千克 = 10 千克 : x

$$x = \frac{36 \text{ 千克} \times 10 \text{ 千克}}{136 \text{ 千克}} = 2.65 \text{ 千克}$$

需水量:10 千克 - 2.65 千克 = 7.35 千克

答:20 时,将 2.65 千克氯化钠溶解于 7.35 千克水中,即得 20 时的

氯化钠饱和溶液 10 千克。

3. 温度不变, 若使不饱和溶液达到饱和, 求所需添加溶质的量。

[例题] 10 时, 将 27 克碳酸钾溶解在 40 克水中, 溶液没有饱和, 问需要再加多少克碳酸钾才能成为饱和溶液? (10 时碳酸钾的溶解度是 108 克)

[分析] 温度不变, 要使不饱和溶液成为饱和溶液, 需再添加一定量的溶质。本题应根据碳酸钾的溶解度, 先计算利用 40 克水配制成碳酸钾饱和溶液, 应溶解多少克碳酸钾, 用它减去已溶的 27 克。即为应再加的碳酸钾的量。

解: 设利用 40 克水配制成碳酸钾饱和溶液, 应溶解碳酸钾的质量为 x :
 $100 \text{ 克} \quad 108 \text{ 克} = 40 \text{ 克} \quad x$

$$x = \frac{108 \text{ 克} \times 40 \text{ 克}}{100 \text{ 克}} = 43.2 \text{ 克}$$

所以, 应再加碳酸钾的量: $43.2 \text{ 克} - 27 \text{ 克} = 16.2 \text{ 克}$

答: 再加入 16.2 克碳酸钾就能成为饱和溶液。

4. 温度不变, 溶剂量减少, 求析出溶质的量。

[例题] 20 时, 氯化钠的溶解度为 36 克, 现将该温度下的 100 克饱和溶液蒸发掉 20 克水, 再冷却到 20 , 问有多少克氯化钠晶体析出?

[分析] 蒸发前后饱和溶液温度不变, 所以析出溶质的量就是 20 克水溶解的溶质的量。

解: 设析出氯化钠晶体的质量为 x 。
 $100 \text{ 克} \quad 36 \text{ 克} = 20 \text{ 克} \quad x$

$$x = \frac{36 \text{ 克} \times 20 \text{ 克}}{100 \text{ 克}} = 7.2 \text{ 克}$$

答: 有 7.2 克氯化钠结晶析出。

【习题】

一、填写下列空白:

1. 20 时, 25 克水中最多能溶解 9 克氯化钠, 此温度下氯化钠的溶解度为____克。

2. 70 时, 硝酸钾的溶解度为 138 克, 配制饱和溶液时:

60 克水最少需要加入硝酸钾____克。

13.8 克硝酸钾最多可加入水____克。

70 100 克的硝酸钾饱和溶液里含硝酸钾____克。

二、80 时, 硝酸钾的溶解度为 169 克, 在此温度下将 90.2 克的硝酸钾溶解在 60 克水里, 计算:

1. 此溶液是饱和溶液还是不饱和溶液?

2. 若用蒸发溶剂的方法使其达到饱和, 需要蒸发多少克水?

3. 若用增加溶质的方法使其达到饱和, 应再加入硝酸钾多少克?

三、根据硝酸钾的溶解度曲线。将 10 时的 150 克硝酸钾饱和溶液温度升高到 60 , 欲使溶液重新达到饱和, 需再加入硝酸钾多少克?

第六节 溶液组成的表示方法

在实际应用中，常常需要把物质配成溶液来使用，所以需要知道在一定量的溶液中究竟含有多少溶质。例如施用农药时，需要较为准确地知道一定量的药液里含有农药的量，药液过浓会伤害作物，过稀又不能杀死害虫或病菌。因此，我们需要确切地知道溶液的组成。

溶液可区分为浓溶液和稀溶液，浓溶液的浓度大，稀溶液的浓度小。溶液的浓度大小可用溶液组成来表示。

溶液组成的表示方法

溶液的组成有多种表示方法，在初中化学里主要学习溶质的质量分数。

1. 溶质的质量分数

溶质的质量分数是溶质质量与溶液质量之比。通常用百分数(%)表示。根据溶质的质量分数的定义，可列出其计算公式：

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

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

例如：5%的氯化钠溶液，表示在100克这种氯化钠溶液中含有5克氯化钠。

想一想：

· 从100克15%的氯化钠溶液里取出5克溶液，问剩余溶液中溶质的质量分数是多少？为什么？

· 已知20℃时氯化钠的溶解度是36克。这表明20℃时，氯化钠饱和溶液中溶质的质量分数为36%，这种说法对吗？为什么？

2. 一种液体的体积分数

用两种液体配制溶液时，有时可以用其中一种液体的体积分数来表示。如医疗上使用的酒精溶液是用70体积的酒精和30体积的水配制而成。该溶液中酒精的体积分数为70%。

这种用体积分数表示溶液的组成比较粗略，但配制方法简便易行。在实验室里用的某些溶液、医疗上的某些药剂以及农药的配制等，常采用这种方法。

溶质的质量分数的计算

1. 计算配制一定量的溶液时需要溶质和溶剂的量。

[例题]在农业生产上，常用 10% ~ 20% 的氯化钠溶液来选种。配制 150 千克 16% 的氯化钠溶液，需要氯化钠和水各多少千克？

[分析]根据溶质的质量分数和溶液的质量可直接求出溶质和溶剂的质量。

解：配制 150 千克氯化钠溶液所需氯化钠的质量是
150 千克 × 16% = 24 千克

ppm

用溶质质量占溶液质量的百万分比来表示的溶液的组成，叫 ppm。例如某溶液的组成为 3ppm，就是指该溶液中溶质的含量为百万分之三。换算为溶质的质量分数：

$$\frac{3}{1000000} \times 100\% = 0.0003\%$$

从以上计算可以看出，对于极稀的溶液，用 ppm 来表示是很方便的。例如国家规定地面水中汞含量不得大于 0.001ppm，铅含量不得大于 0.1ppm 等。

ppm 是英文“parts per million”的缩写。

需水 150 千克 - 24 千克 = 126 千克

答：配制 16% 的氯化钠溶液 150 千克需要氯化钠 24 千克和水 126 千克。

2. 溶液稀释的计算。

根据溶液稀释前后溶质的总质量相等，可进行有关溶液稀释的计算。

其计算的关系式为：

$$m_{\text{浓}} \times c_{\text{浓}}\% = m_{\text{稀}} \times c_{\text{稀}}\%$$

[例题]用 50 毫升 20% 的硫酸溶液（密度 1.14 克 / 厘米³）制备 5% 的硫酸溶液，需要加水多少克？

[分析]注意将 50 毫升 20% 的硫酸换算成溶液的质量进行计算。

解：设需要加水的质量为 x

$$\begin{aligned} \text{则：} & 50 \text{ 厘米}^3 \times 1.14 \text{ 克 / 厘米}^3 \times 20\% \\ & = (50 \text{ 厘米}^3 \times 1.14 \text{ 克 / 厘米}^3 + x) \times 5\% \end{aligned}$$

解得 x = 171 克

答：需要加水 171 克。

3. 饱和溶液中溶质的质量分数和溶解度的换算。

根据溶解度定义：

$$\frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{剂}}} = \frac{S}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{所以，} \frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{剂}} + m_{\text{质}}} \times 100\% &= \frac{S}{100 + S} \times 100\% \\ c\% &= \frac{S}{100 + S} \times 100\% \end{aligned}$$

运用这个公式，可以解答有关溶解度和溶质的质量分数的相互换算问题。但应注意，此公式只适用于饱和溶液。

[例题]某种物质的水溶液，加热蒸发掉 10 克水，冷却到 20℃，有晶体析出。此时溶质的质量分数为 26%，求 20℃ 时该物质的溶解度。

$m_{\text{浓}}$ ：稀释前浓溶液的质量

$c_{\text{浓}}\%$ ：稀释前浓溶液中溶质的质量分数

$m_{\text{稀}}$ ：稀释后稀溶液的质量

$c_{\text{稀}}\%$ ：稀释后稀溶液中溶质的质量分数

[分析]因为在 20℃ 时有晶体析出。所以，此时的溶液必然是饱和的。又知其溶质的质量分数为 26%，故可利用饱和溶液中溶质的质量分数和溶解度的关系求解。

解：设 S 为该物质在 20℃ 时的溶解度。

$$\text{所以，} 26\% = \frac{S}{100 + S} \times 100\%$$

解得 $S=35$

答：20℃ 时，该物质的溶解度为 35 克。

【习题】

一、选择正确答案的序号填在括号内。

1. 某溶液加水稀释前后，溶液中保持不变的是 ()
(A) 溶液的组成
(B) 溶液的质量
(C) 溶质的质量
(D) 溶剂的质量
2. 现有 a 克某溶液，其中含溶剂 b 克，则此溶液中溶质的质量分数为 ()

(A) $\frac{a}{b} \times 100\%$

(B) $\frac{b}{a + b} \times 100\%$

(C) $\frac{a - b}{b} \times 100\%$

(D) $\frac{a - b}{a} \times 100\%$

二、下列说法是否正确，为什么？

1. 95 克水中溶解了 5 克氯化钠，若使其溶质的质量分数增大 1 倍，应再加入 5 克氯化钠。

2. 现有 20% 的氢氧化钠溶液 100 克, 若使溶质的质量分数减半, 则应再加入 100 克水。

3. 150 克 20% 的硫酸铜溶液跟 50 克 20% 的硫酸铜溶液混合, 会得到 40% 的硫酸铜溶液 200 克。

三、密度为 1.3 克 / 厘米³、溶质的质量分数为 40% 的稀硫酸 800 毫升, 它的质量是多少克? 含硫酸和水各多少克?

四、若配制 15% 的氯化铵溶液, 需在 68 克水中加入多少克氯化铵?

五、在 20 时, 将 68 克氯化钠饱和溶液蒸干, 得到 18 克氯化钠。计算:

1. 该温度时氯化钠饱和溶液中溶质的质量分数。

2. 该温度时氯化钠的溶解度。

3. 配制该温度时氯化钠饱和溶液 200 克, 需要氯化钠和水各多少克?

本章小结

一、溶液

溶液是一种或一种以上的溶质分散在溶剂里所形成的均一而稳定的混合物。

主要知识间的关系:



二、溶解度

1. 固体的溶解度。在一定温度下, 某物质在 100 克溶剂里达到饱和状态时所溶解的质量。

2. 基本计算公式 (只适用于饱和溶液):

$$\frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{剂}}} = \frac{S}{100}$$

3. 气体的溶解度。在压强为 1.01×10^5 帕和一定温度时, 溶解在 1 体积水里达到饱和状态时所溶解的体积数。

三、溶液组成的表示方法

1. 溶质的质量分数

$$c\% = \frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{质}} + m_{\text{剂}}} \times 100\%$$

2. 溶质的质量分数 (饱和溶液) 与溶解度的关系

$$c\% = \frac{S}{100 + S} \times 100\%$$

四、物质的结晶

1. 结晶和溶解是相反的两个过程

固体溶质 $\xrightleftharpoons[\text{结晶}]{\text{溶解}}$ 溶液里的溶质

2. 结晶水合物：含有结晶水的物质。

3. 风化与潮解

五、混合物的分离

分离的方法很多，主要有过滤、蒸发和结晶等。

复习题

【A组】

一、选择正确答案的序号填在括号内。

1. 下列物质能形成水溶液的是 ()
 - (A) 蔗糖
 - (B) 二氧化锰
 - (C) 植物油
 - (D) 面粉
2. 现有 20℃ 时的氯化铵饱和溶液 200 克，欲改变该溶液中溶质的质量分数，可采取的措施是 ()
 - (A) 温度不变，蒸发掉 20 克水
 - (B) 温度不变，加入 10 克固体氯化铵
 - (C) 温度不变，取出 10 克该溶液
 - (D) 温度不变，加入 20 克水
3. 下列条件下的熟石灰溶液，熟石灰的质量分数最大的是 ()
 - (A) 80℃ 的饱和溶液
 - (B) 20℃ 的饱和溶液
 - (C) 80℃ 的不饱和溶液
 - (D) 20℃ 的不饱和溶液
4. 用固体氢氧化钠配制 50 克 20% 的氢氧化钠溶液时，应有 溶解 称量 计算 量取 等操作步骤，其操作顺序正确的是 ()
 - (A)
 - (B)
 - (C)
 - (D)
5. 一定温度下，某物质的饱和溶液 m 克，其溶质的质量分数为 a%，那么此温度下该物质的溶解度为 ()
 - (A) ma% 克
 - (B) m-ma% 克

(C) $\frac{100a}{100-a}$ 克

(D) $\frac{a}{m-a} \times 100$ 克

6. 有 m 克 10% 的氯化钠水溶液, 若使其溶质的质量分数增大一倍, 可采用的方法有 ()

(A) 蒸发掉 $\frac{1}{2}$ 克的溶剂

(B) 蒸发掉 $\frac{m}{2}$ 克的溶剂

(C) 加入 $\frac{m}{2}$ 克的氯化钠

(D) 加入 $\frac{m}{8}$ 克的氯化钠

二、填写下列空白:

1. 溶液是由____和____组成的____、____的混合物。

2. 采用____方法可以把不溶于液体的固体和液体分离开。

3. 查课本溶解度曲线图并通过计算回答: 10 时硝酸钠的溶解度____, 该温度下硝酸钠饱和溶液中溶质的质量分数是____。在____ 时, 硝酸钠的溶解度是 180 克, 此温度下的 140 克硝酸钠饱和溶液中含硝酸钠____克, 含水____克。

三、60 时, 105 克硝酸钾饱和溶液蒸干后得到 55 克硝酸钾。计算 60 时硝酸钾的溶解度和这种饱和溶液中溶质的质量分数。

【B 组】

一、填写下列空白:

1. 在 100 克 10% 的氯化钠溶液中加入 5 克氯化钠, 全部溶解后, 溶液的质量为____, 溶质的质量为____, 溶剂的质量为____, 溶液中溶质的质量分数为____。

2. 20 时, 20 克硝酸钾溶解在____克水中, 才能得到溶质的质量分数为 10% 的硝酸钾溶液; 所得溶液中再加入____克硝酸钾才能得到 20 硝酸钾的饱和溶液 (已知 20 硝酸钾的溶解度为 31.6 克)。

3. 30 时, X、Y、Z 三种物质在下列三种情况下都恰好形成饱和溶液:

(1) 5 克 X 溶于 20 克水中

(2) 1000 克水里溶解了 50 克 Y

(3) 45 克 Z 溶解在 150 克水里

则 X、Y、Z 三种物质的溶解度由大到小的排列顺序是_____。

4. 60 时 50 克水中最多能溶解 55 克硝酸钾, 把 60 的 210 克硝酸钾饱和溶液蒸发掉 50 克水, 再降到 60 , 析出晶体后溶液中溶质的质量分数是_____。

二、把 100 克 37% 的盐酸稀释成 10% 的稀盐酸，需加水多少克？

三、在 80 克 15% 的硝酸钾溶液里，分别加入：

1. 20 克硝酸钾

2. 20 克水

计算上述两种情况下得到的硝酸钾溶液中溶质的质量分数各是多少？

四、50 毫升密度为 1.14 克/厘米^3 、溶质的质量分数为 20% 的稀硫酸，跟足量的锌充分反应，可生成氢气多少克？在标准状况下，氢气的体积是多少？（氢气密度为 0.09 克/升 ）

第五章 碳

本章要点

- 金刚石、石墨和碳的性质
- 二氧化碳的性质、制法和用途
- 一氧化碳的性质
- 石灰石和生石灰
- 含一定量杂质的反应物或生成物的计算

碳是组成煤、石油、天然气等矿物燃料和动植物的体重要元素。它在地壳中的含量虽然只占 0.087%，但是含有碳元素的物质却是化学世界里最庞大的家族。到现在这个家族中的成员已超过一千万种。由碳元素组成的单质和化合物直接关系到日常生活与工农业生产，它们在发展国民经济中占有十分重要的地位。

第一节 碳的单质

无色透明、质地坚硬的金刚石和深灰、质软有金属光泽的石墨，表面看来各不相同，甚至差别很大，但实验证明，金刚石和石墨在氧气中燃烧只生成二氧化碳，表明它们都是由同一种元素——碳所组成的单质。

金刚石

金刚石的硬度居天然物质之冠，用镶有金刚石的玻璃刀可切割玻璃。钻探机的钻头镶上金刚石，可钻凿坚硬的岩层。

纯净的金刚石是一种无色透明呈八面体形状的晶体，熔点高。含有杂质的金刚石略带棕、黑等颜色。天然采集到的金刚石并不闪烁光泽，需要经过仔细加工琢磨成许多面和棱角后，才成为璀璨夺目的装饰品——钻石（见图 5—1）。

1977 年 12 月，在我国山东临沭县常林村发现一颗特大金刚石，取名为“常林钻石”（见图 5—2），质量为 158.786 克拉，色质透明，显淡黄色。

1 克拉约为 200 毫克。

石墨

石墨是一种深灰色、有金属光泽不透明的细鳞片状固体。它的硬度很小，有滑腻感，写字用的铅笔芯就是把石墨粉末和粘土粉末按一定比例混合而制成的（见图 5—3）。铅笔芯在纸上轻轻划过，会留下痕迹。

【实验 5—1】石墨的导电性

把一根石墨电极和电池、灯泡等按图 5—4 的装置连接好。

接通电源后，观察灯泡是否发亮？

把石墨电极接到电路中可以看到灯泡亮了，说明石墨能够导电。根据石墨良好的导电性、传热性和熔点高的特性，可用来做干电池和高温电炉的电极，制造能熔融金属的坩埚，根据它的软和滑的特性，可做润滑剂。

金刚石和石墨的物理性质不同，是因金刚石和石墨的晶体结构中碳原子的排列不同而引起的（见图 5—5）。

早在 1937 年秋，我国山东郯城县金鸡岭下，曾发现一颗巨大的金刚石，质量达 281 克拉，取名为“金鸡钻石”。这颗钻石已在战乱中遗失。

想一想：

· 金刚石和石墨都是由碳元素组成的单质，它们在物理性质上有哪些差异呢？

选学

人造金刚石

天然金刚石一般都埋藏在地壳深处。在非常高的温度和巨大的压力之下，地下熔岩里的碳，经过天然结晶的过程形成天然金刚石。天然金刚石产量极少，价格昂贵，所以人们才着手用人工方法制造金刚石。

既然坚硬无比的金刚石与质地柔软的石墨都是由碳元素组成的，能不能创造条件把便宜的石墨转变成昂贵的金刚石呢？经过无数次的试验，人们找到了合成人造金刚石的方法。

把石墨在高压 $5 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7$ 千帕，加热到 1200 ~ 2000 用铬、锰、铁、钴、镍等做催化剂，可将石墨转化为金刚石。也能用微波裂解甲烷等简单有机物，制得金刚石。

1954 年我国开始用人工方法制造金刚石，目前世界上每年生产人造金刚石约 1 亿克拉。

常见的炭

木炭、活性炭、焦炭和炭黑

一、木炭

【实验 5—2】木炭的吸附性

1. 在酒精灯火焰上烘烤少量碎木炭，放在石棉网上冷却，然后把木炭投入到充满红棕色的二氧化氮（ NO_2 ）气体的锥形瓶里，用瓶塞塞住瓶口，振荡锥形瓶，观察锥形瓶中气体颜色的变化（见图 5—6）。

2. 在盛有 $\frac{1}{3}$ 水的锥形瓶中滴入1滴红墨水，使水略显红色，然后投

入少量烘烤过的碎木炭，轻轻振荡，观察水溶液颜色的变化（见图 5—7）。

由实验得知：放入木炭振荡后，红棕色的二氧化氮气体和水中的红色变浅甚至消失。这说明木炭有什么作用呢？

这是由于木炭具有吸附作用，能把某些气体或有机色素等吸附在它的表面。

木炭是木材在隔绝空气加强热的条件下制得的。如果在显微镜下观察木炭，可以看到很多的细管道（见图 5—8）。因为木炭具有疏松多孔的结构，可以吸附气体或色素。木炭的管道越多，跟气体或溶液接触的面积就越大，吸附能力也就越强。

二、活性炭

活性炭是黑色粉末或颗粒状，比木炭具有更强的吸附作用，常用来净化某些气体或液体。如：防毒面具的滤毒罐，冰箱里的除臭剂，制糖工业除去糖浆色素以及过滤都要用到活性炭。

【实验 5—3】活性炭的吸附作用

如图 5—9 装置，用活性炭吸附红糖水中的色素。

三、焦炭

把烟煤隔绝空气加强热，所得浅灰色多孔的坚硬固体就是焦炭。焦炭常用于冶金和生产电石。

四、炭黑

炭黑是黑色的细粉，常用于橡胶工业。橡胶中加入炭黑做成轮胎，可增强耐磨性，延长其使用寿命。它的另一大用途是生产油墨、油漆和黑色涂料等。

选学



C_{60} 是 60 个碳原子组成的像足球形状的大分子晶体（见图 5—10），是碳的又一种单质。现已合成出来的类似 C_{60} 这样的碳单质有： C_{28} 、 C_{32} 、 C_{50} 、 C_{60} 、 C_{70} 、 C_{90} ……，组成了尚不完整的系列。

C_{60} 的合成是化学史上的又一大发现。由于 C_{60} 的特殊球形结构及由此带来的各种特性，引起各国科学家的极大关注。我国在 C_{60} 超导研究中也取得了重要成果。如：用非碱金属掺杂 C_{60} 后可产生超导性。

【习题】

一、填空题。

1. 金刚石和石墨都是____组成的____。它们在氧气中燃烧生成的产物都是____, 但它们的物理性质却有很大____, 这是由于____原子____不同而造成的。

2. 根据物理性质, 指出一项用途。

金刚石的硬度在自然界中最大____。

石墨是较软的天然矿物之一____。

石墨能导电____。

石墨熔点高____。

3. 木炭和活性炭都具有很强的吸附性, 这是因为____。

二、“一种单质是由一种元素组成的, 所以一种元素只能组成一种单质”这句话对吗? 为什么?

第二节 碳的化学性质

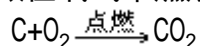
碳在常温时化学性质比较稳定，在高温时活动性增强。碳充分燃烧时生成二氧化碳，不充分燃烧时生成一氧化碳。碳还能和某些氧化物反应，具有还原性。

稳定性

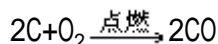
我国古代用墨（实际上是炭黑）写的字，绘的画，尽管历经数千年，可却不褪色，这说明碳在常温下化学性质很稳定，碳受日光照射或和空气、水分接触也不容易起变化。

可燃性

前面已经学过，在高温下碳在氧气中燃烧生成二氧化碳，同时放热。



若由于氧气供给不足就会生成一氧化碳，此时放的热比充分燃烧时要少。



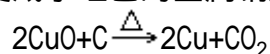
还原性

1. 碳和氧化铜的反应

【实验 5—4】碳和氧化铜的反应

把黑色的氧化铜和木炭粉的混合物放入试管，固定在铁架台上，试管口装有通入澄清石灰水的导管（见图 5—11）用酒精灯（或酒精喷灯）加强热，观察石灰水的变化和试管中固体的颜色变化。

从实验得知：加热时木炭夺取了氧化铜里的氧且与它化合生成了二氧化碳，氧化铜失去氧以后，变成了红色的金属铜。



在这个反应中，氧化铜是氧化剂，碳是还原剂。

我国在公元前 2000 年左右就用木炭和铜矿石一起冶炼出了青铜，在河南安阳殷墟炼铜遗址中，找到了铜矿石碎块和长度为二寸左右的木炭，说明木炭不仅可以做燃料，而且可以做还原剂。

2. 碳和二氧化碳的反应

炽热的碳还可以和二氧化碳反应生成一氧化碳。



这个反应的进行要吸收热量，一旦停止加热，反应也就停止了。

碳与氧气反应时放出热量，而与二氧化碳反应时则吸收热量。化学反应中产生的热能可以直接利用，也可以转化为电能、动能等。

碳和水的反应：

高温下，炽热的碳能与水发生下列反应： $\text{H}_2\text{O} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$

生成一氧化碳和氢气的混合物被称为水煤气，是气体燃料和化工原料。

选学

黑火药

黑火药是我国最早发明的，和指南针、造纸、印刷术一起是我国古代的四大发明。

黑火药是用硫黄(S)、木炭粉(C)、硝石(KNO_3)按一定比例混合制成的。黑火药燃烧时生成大量气体，同时放出大量的热，燃烧产生的高温使气体生成物的体积迅速膨胀，几乎达到原来火药体积的2000倍，因而发生爆炸。我国古代曾作为爆炸的武器，如“震天雷”，它是“外以铁壳，内实火药，引燃后火药发作声如雷震，热力达半亩以上，人畜遇之皆碎迸无迹，甲铁皆透”，足见威力之大。

【习题】

一、填空题。

1. 碳原子的核电荷数为____，核外电子数为____，原子结构示意图为_____。

2. 常温下碳的化学性质____，受日光照射或跟空气、水分接触____变化。但在高温下，能和_____反应。

3. 碳可以在空气中燃烧，当空气充足时，生成____，化学方程式为____；当空气不充足时，生成____，化学方程式为_____。

4. 把两种黑色粉末混合后加强热，变成了红色固体，并有使澄清石灰水变浑浊的无色气体产生，这两种黑色粉末分别是____和____。在此反应中，____是还原剂，它具有____性，反应的化学方程式为_____。

5. 在碳还原氧化铁($2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$)的反应中，若反应后的固体物质比反应物总质量减少了132克，根据质量守恒定律，有____克二氧化碳生成，同时生成铁____克，反应消耗碳____克。

二、写出由碳生成一氧化碳的三个化学方程式。

三、用足量的木炭粉还原16克氧化铜，可生成二氧化碳多少克？这些二氧化碳在标准状况下的体积是多少升？(标准状况下二氧化碳的密度为1.977克/升)

第三节 二氧化碳

我们已经知道，二氧化碳对自然界的生命活动是非常重要的。虽然二氧化碳只占空气体积的0.03%，但如果没有它的存在，绿色植物的光合作用就不能维持，没有了植物，人和其它一切动物就不能生存。

二氧化碳的物理性质

【实验 5—5】二氧化碳和空气密度的比较

如图 5—13 装置，在自制杠杆天平的两端挂上质量相同的两个纸袋（或透明塑料杯），杠杆平衡后，将集气瓶中的二氧化碳（观察其颜色、状态）像倒水一样倒入其中的一个杯子里，观察两端的纸袋是否保持平衡。

由实验得知：倒入二氧化碳的一端向下倾斜。表明二氧化碳的密度比空气大。

二氧化碳是没有颜色的气体，能溶于水，比空气重，在标准状况下，它的密度是 1.977 克 / 升。

在加压冷却情况下，二氧化碳会变成无色液体，温度再降低，变成雪花状固体，通常把固体二氧化碳叫做“干冰”。干冰在常压下，温度高于-78.50 时，可直接气化成气体，而没有液体留下，根据干冰的这个性质可用来进行人工降雨，也可用做致冷剂。

二氧化碳的化学性质

1. 二氧化碳不能燃烧

【实验 5—6】二氧化碳熄灭火焰

点燃两支蜡烛，分别放在白铁皮架的两个阶梯上，把白铁皮架放在烧杯里，沿烧杯壁倾倒二氧化碳（见图 5—14）。观察蜡烛熄灭的现象。

这个实验说明两点：1. 二氧化碳在通常情况下既不燃烧，一般也不支持燃烧。2. 二氧化碳比空气重，所以下层的蜡烛火焰先熄灭，上层的蜡烛火焰后熄灭。

在干涸的深井底部和一些很久未开启的菜窖内，常会积聚较多的二氧化碳，因此进入这些地方之前，可用点燃的烛火放入窖内，如烛火仍继续燃着，方可进入。

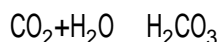
2. 二氧化碳能和水反应

二氧化碳不能支持呼吸。当空气中二氧化碳的体积分数超过 1%时，会损害人体健康，达到 4%~5%时，会使人感到气喘、头痛、眩晕，当超过 10%时，可使人不省人事，以至死亡。因此，在人群稠密的地方（如影剧院、大商场等）应该注重通风，课间休息时，也应把教室的门窗打开，保持空气的新鲜。

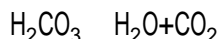
【实验 5—7】二氧化碳和水的反应

向盛有紫色石蕊试液的试管里通入二氧化碳，观察石蕊试液的颜色变化，等石蕊颜色变化后，停止通入二氧化碳，将试管在酒精灯上微热，再观察石蕊试液颜色的变化（见图 5—15）。

二氧化碳溶解在水里和水反应生成了碳酸（ H_2CO_3 ），碳酸能使紫色的石蕊试液变成红色。



生成的碳酸很不稳定，容易分解，加热时尤其明显。碳酸分解后生成的二氧化碳从溶液中逸出，溶液失去了酸性，所以红色的试液又变成了紫色。

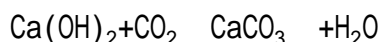


3. 二氧化碳能和石灰水反应

【实验 5—8】二氧化碳和石灰水的反应

向澄清的石灰水中通入二氧化碳，观察溶液的变化？

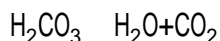
向澄清的石灰水 [$2\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液] 中通入二氧化碳时，会使石灰水出现白色浑浊，这是因为生成难溶的碳酸钙 [CaCO_3] 的缘故。



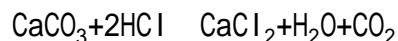
化学上常用此反应检验二氧化碳。

二氧化碳的制法

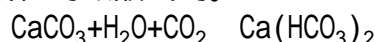
在实验室里，常利用稀盐酸跟石灰石或大理石 [主要成分是碳酸钙 (CaCO_3)] 反应来制取二氧化碳。此反应先生成氯化钙和碳酸。由于碳酸不稳定，容易分解成二氧化碳和水。



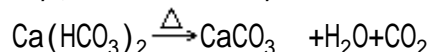
总的化学方程式是：



在浑浊的试管中继续通入二氧化碳后，白色沉淀消失，这是因为难溶于水的碳酸钙转化成了微溶性的碳酸氢钙。



但碳酸氢钙不稳定，加热发生分解，故又有白色沉淀析出。



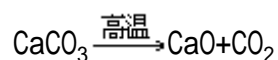
【实验 5—9】二氧化碳的制取

实验室制取二氧化碳如图 5—17 所示。

从长颈漏斗中注入稀盐酸，锥形瓶中放入的是大理石（或石灰石），检验集气瓶是否已收集满。

二氧化碳密度比空气大，能溶于水（常温常压时一体积水可溶解一体积的二氧化碳）。通常不能用排水法收集，要用向上排空气法收集。把燃着的火柴或木条放在集气瓶口，若火焰熄灭，证明集气瓶中的二氧化碳已经充满。

工业上用高温煅烧石灰石的方法来制取生石灰（主要成分为 CaO ），同时产生副产品二氧化碳。



二氧化碳的用途

在通常情况下，二氧化碳不能支持燃烧，密度又比空气大，如果让二氧化碳覆盖在燃着的物体上，就能使物体跟空气隔绝而停止燃烧。因此二氧化碳可用做灭火剂。

二氧化碳还是一种重要的化工原料，用它可制纯碱、尿素、碳酸氢铵。在食品工业可用来制造汽水、啤酒。干冰可用做致冷剂，保藏食品和进行人工降雨等。

想一想：

·有三只集气瓶分别装有氧气、氮气和二氧化碳，怎样把它们鉴别出来？

碳的循环

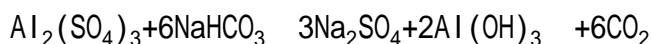
绿色植物吸收大气中的二氧化碳进行光合作用后放出氧气，供人、动植物呼吸和燃烧反应。然后，又以二氧化碳形式返回大气（见图 5—18）。

选学

常见灭火器的介绍

1. 泡沫灭火器

泡沫灭火器是一种常见灭火器，其构造如图 5—19 所示，筒内装的是饱和碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）溶液与发泡剂的混合液，玻璃瓶内装的是硫酸铝 [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] 饱和溶液。把灭火器倒转时，筒内的两种药液相互混合，发生如下反应：



大量的二氧化碳和发泡剂形成泡沫，从喷口中喷射出来，覆盖在燃烧物上，使燃烧物隔绝空气并降低温度达到灭火目的。但是因为泡沫中有水分，不宜用于扑救遇水发生燃烧或爆炸的物质（如钾、钠、电石等）。对于电器失火要在切断电源后才能使用泡沫灭火器。

2. 二氧化碳灭火器

这种灭火器是在加压情况下将二氧化碳装入钢瓶（见图 5—20），使用时喷射出大量的二氧化碳。覆盖在燃烧物上，使燃烧物与周围空气隔绝，将火熄灭。这种灭火器具有不含水分、不导电、不损害物品和不留痕迹等特点，很适于扑灭电器、精密仪器、图书馆、档案馆等的火灾。

3. 干粉灭火器

干粉灭火器也是一种常见的灭火器，它用压缩的氮气和碳酸氢钠等物质作灭火剂。这种灭火剂具有流动性好、喷射率高、不腐蚀容器和不易变质等优良性能。它除了可以扑灭普通火灾外，还可用来扑灭可燃性油、气燃烧形成的火灾。

资料

温室效应

二氧化碳是大气中含量最多的温室气体，它不仅不阻碍太阳光辐射使其能长驱直入到达地面，夜晚还吸收地面的长波辐射，因而使地球表面大气温度升高，形成所谓“温室效应”。

“温室效应”将对人类产生影响，有些人认为由于地球气温的上升有可能导致南极洲冰盖的部分解冻，引起海平面上升，使世界上许多地势比较低的沿海地区将会被淹没。另一方面，随着全球气温的升高，会促使水的蒸发，导致旱情加剧，沙漠化扩大，以致影响农业生产。但也有人认为，随着大气中二氧化碳含量的增加，气温上升，植物的光合作用也会相应增强，使农作物可能增产，这是有利的一面。

总之，大气中二氧化碳剧增产生的“温室效应”对自然环境和人类社会的影响是多方面的，既有有利的一面，又有不利的一面。减少“温室效应”是当前全球共同关注的环境问题的热点之一。

【习题】

一、填空题。

1. 二氧化碳气体能像水一样倾倒，是因为_____。
2. 二氧化碳能灭火，是因为_____。
3. 盛放石灰水的瓶壁常有一层白色物质，是因为_____。如果要将这些白色物质洗掉，宜用_____，然后再用水冲洗干净。
4. 向紫色石蕊溶液中通入二氧化碳，溶液变为_____色，这是因为_____的缘故，有关的化学方程式_____；把得到的溶液加热，溶液又变为_____色，这是因为_____，有关的化学方程式_____。

二、按下列各题的要求写出生成二氧化碳的化学反应方程式。

1. 单质发生化合反应
2. 分解反应
3. 石灰石与盐酸的反应

三、计算题。

1. 用 250 克碳酸钙和足量的盐酸完全反应后，可以生成二氧化碳多少克？
2. 将多少克的二氧化碳气体通入足量的石灰水，才能得到 10 克碳酸钙沉淀？

第四节 一氧化碳

碳的氧化物除了有二氧化碳以外，还有一氧化碳。

一氧化碳分子比二氧化碳分子少一个氧原子，由于分子的构成不同，使得一氧化碳和二氧化碳在性质上有很大差异。

一氧化碳的物理性质

一氧化碳是无色、无气味、有毒的气体，比空气略轻，在标准状况下密度为 1.250 克 / 升。一氧化碳难溶于水，通常状况下，1 体积水只能溶解 0.02 体积的一氧化碳。

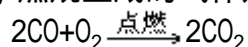
一氧化碳的化学性质

1. 一氧化碳的可燃性

【实验 5—10】一氧化碳的燃烧

在盛有一氧化碳贮气瓶（或贮气袋）的导管口点火，观察火焰的颜色。把一个内壁附有澄清石灰水的烧杯罩在火焰上，观察石灰水的变化（见图 5—21）。

点燃一氧化碳，可见蓝色的火焰，烧杯内壁附着的石灰水变为白色薄膜，这说明一氧化碳具有可燃性，燃烧生成的气体是二氧化碳。



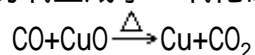
在燃着的煤炉里常常可以看到蓝色的火焰，这就是一氧化碳在燃烧（见图 5—22）。

2. 一氧化碳的还原性

【实验 5—11】一氧化碳还原氧化铜

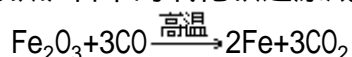
按图 5—23 装置，在玻璃管里放入氧化铜粉末，通入一氧化碳后加热。观察实验发生的现象。

实验得知：黑色的氧化铜逐渐变成红色的铜，澄清的石灰水变浑浊，说明一氧化碳夺得了氧化铜中的氧生成了二氧化碳。



这个反应中，一氧化碳表现出还原性，是还原剂；氧化铜具有氧化性，是氧化剂。

冶金工业中常常利用一氧化碳的还原性来冶炼金属。例如高炉炼铁就是利用一氧化碳在高温下把铁矿石中的氧化铁还原成铁。



3. 一氧化碳的毒性

冬天室内用煤火取暖，如果烟囱没有装好，或烟囱排风不畅，可能会发生煤气中毒，这里的“煤气”就是指一氧化碳。

一氧化碳有剧毒，这是因为吸入的一氧化碳极易和血液里的血红蛋白牢固结合（其结合能力比与氧结合能力大 210 倍），以致使血红蛋白失去输送氧气的能力，造成人体缺氧。人如果吸入少量的一氧化碳就会感到头痛恶心，吸入较多的一氧化碳就会因缺氧而死亡。

一氧化碳对人群健康有一定危害。当吸入一氧化碳的体积分数为 0.01% 的空气时，无明显中毒现象。但当吸入一氧化碳的体积分数为 0.5% 的空气时，只要 20~30 分钟就出现脉弱、呼吸变慢，最后衰竭致死。

人们吸烟时散发出的烟气是一般房间中一氧化碳的主要来源，吸一支烟就约放出 100 毫升一氧化碳。在一般房间有人吸烟时，一氧化碳的体积分数常在百万分之 2~10 之间。

想一想：

- 一氧化碳和氢气有哪些相似的性质？怎样鉴别它们？

阅读

一氧化碳中毒的防治

由于一氧化碳是无色无味的气体，不易被人察觉，所以要特别小心，注意开门窗使室内通风，防止煤气中毒。

一氧化碳中毒时，人会感到全身无力、剧烈头痛。急救的方法是将中毒的人移至室外空气流通的地方，注意保暖，解开衣服，垫高头部，进行急救。中毒严重的病人（皮肤上常常出现樱桃红的斑点），应及时把病人送往医院抢救。

【习题】

一、填空题。

在实验室内采用三种方法鉴别一氧化碳和二氧化碳（先答方法，后写化学方程式）。

_____，
_____，
_____。

*二、将一氧化碳气体通入灼热的氧化铜和铜的混合物中，原混合物质量为 2 克，加热至质量不再变化时，称得残留固体为 1.68 克，求在原混合物中氧化铜的质量分数。

第五节 碳酸钙

碳酸钙

碳酸钙在自然界中的分布很广，石灰石、大理石、方解石、白垩等的主要成分都是碳酸钙。

大理石是贵重的建筑和工艺品材料。石灰石是生产生石灰、水泥的原料，炼铁过程中石灰石用做造渣剂。

碳酸钙是不溶于水的白色固体。能和盐酸发生反应生成氯化钙、二氧化碳和水。

[实验 5—12] 石灰石受热分解

用坩埚钳夹住一小块石灰石放在酒精喷灯的火焰上灼烧（见图 5—25），观察现象。

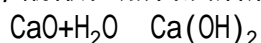
经过灼烧的石灰石表面变白而疏松，这是石灰石发生了分解反应，生成了生石灰和二氧化碳。



[实验 5—13] 生石灰和水反应

在表面皿中加入 3~5 毫升的水，把少量的生石灰浸入到水中（见图 5-26），然后加入一滴酚酞试液，观察现象。

实验得知：酚酞试液变成了红色，这是因为生石灰和水反应生成了熟石灰（主要成分是氢氧化钙），酚酞在熟石灰溶液中呈红色。



有关不纯物的计算

化学方程式可以表明化学反应前后纯净物质的变化和质量关系。但在工业生产中，使用的原料常含有一定量的杂质，制成的产品也往往不纯净。因而在化学计算中，要掌握不纯物与纯净物的换算方法。

进行这类计算，必须先把不纯物的质量换算成纯净物的质量，再根据纯净物的质量进行有关的化学计算。

换算关系式：

$$\text{纯净物的质量分数} = \frac{\text{纯净物的质量}}{\text{不纯物的质量}} \times 100\%$$

纯净物的质量 = 不纯物的质量 × 纯净物的质量分数

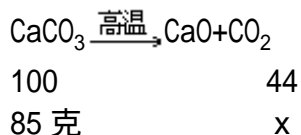
[例题 1] 煅烧含杂质（杂质不分解）15% 的石灰石 100 克，能生成二氧化碳多少克？

分析：此题给的反应物为不纯量，含杂质 15%，就是说石灰石中含碳酸钙为 85%。

即 100 克石灰石中含碳酸钙为 100 克 \times 85%=85 克

[或：100 克 \times (1-15%) =85 克]

解：设能制得二氧化碳的质量为 x



$$\frac{100}{85 \text{ 克}} = \frac{44}{x}$$

$$x = 37.4 \text{ 克}$$

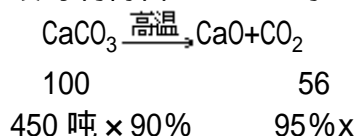
答：能制得二氧化碳 37.4 克。

[例题 2] 煅烧含碳酸钙 90% 的石灰石 450 吨，可得含氧化钙 95% 的生石灰多少吨？

分析：此题所给的反应物、生成物均不是纯物质。已知石灰石中含 CaCO_3 为 90%，所以 450 吨石灰石中含 CaCO_3 的量应为 450 吨 \times 90%=405 吨。

又知生成的生石灰中 CaO 的质量分数为 95%，则生成这样的生石灰应为多少呢？

解：设可制得含 CaO 95% 的生石灰的质量为 x



$$\frac{100}{405 \text{ 吨}} = \frac{56}{95\% x}$$

$$x = 238.7 \text{ 吨}$$

答：可制得含 95% CaO 的生石灰 238.7 吨。

选学

硬水溶洞的形成

一、硬水

水是日常生活和工农业生产不可缺少的物质。水质的好坏对生产和生活影响很大。天然水跟空气、岩石和土壤等长期接触，溶解了许多杂质。溶有碳酸氢钙、碳酸氢镁、硫酸钙、硫酸镁等杂质较多的水称为硬水。不含或只含极少量这些杂质的水称为软水。

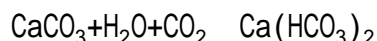
其中含碳酸氢钙、碳酸氢镁的水一经煮沸就会产生沉淀，即水垢，使碳酸氢钙、碳酸氢镁的含量减少，水即被软化，这样的硬水叫暂时硬水。

含有硫酸钙、硫酸镁的水称为永久硬水。因为其中的硫酸钙、硫酸镁，不能由煮沸而除去。硬水不适于洗涤，因为肥皂会与硬水中的碳酸氢钙、碳酸氢镁、硫酸钙、硫酸镁等物质反应生成沉淀而降低去污作用。由于碳酸氢

钙、碳酸氢镁等盐类在煮沸过程中，会受热分解生成沉淀，使水壶或锅炉里形成水垢，水垢的积累不仅使锅炉导热不良，浪费燃料，而且还可能发生爆炸事故。所以有必要将硬水“软化”，降低水中碳酸氢钙、碳酸氢镁或硫酸钙、硫酸镁等杂质的含量。

二、溶洞的形成

石灰岩里不溶性的碳酸钙受水和二氧化碳的作用能转化为微溶性的碳酸氢钙。



由于石灰岩层各部分含石灰质多少不同，被侵蚀的程度不同，就逐渐被溶解分割成互不相依、千姿百态、陡峭秀丽的山峰和奇异景观的溶洞。如闻名于世的桂林溶洞、北京石花洞（见封里彩图）等，就是由于水和二氧化碳的缓慢浸蚀而创造出来的杰作。

溶有碳酸氢钙的水，当从溶洞顶滴到洞底时，由于水分蒸发或压强减小，以及温度的变化都会使二氧化碳溶解度减小而析出碳酸钙沉淀。



这些沉淀经过千百年的积聚，渐渐形成了钟乳石、石笋等。如果溶有碳酸氢钙的水从溶洞顶上滴落，随着水分和二氧化碳的挥发，则析出的碳酸钙就会积聚成钟乳石、石幔、石花。洞顶的钟乳石与地面的石笋连接起来了，就会形成奇特的石柱。

【习题】

一、填空题。

1. 石灰石的主要成分是____，实验室常用其与____反应制取二氧化碳，化学方程式为____。

2. 写出工业上制取生石灰的化学原理，用化学方程式表示。

二、计算题。

1. 试计算碳酸钙中钙、碳、氧三种元素的质量比。

2. 充分煅烧含杂质（高温下不分解）的石灰石样品 1.25 克，最后剩余固体物质 0.81 克，求：

（1）生成二氧化碳多少克？

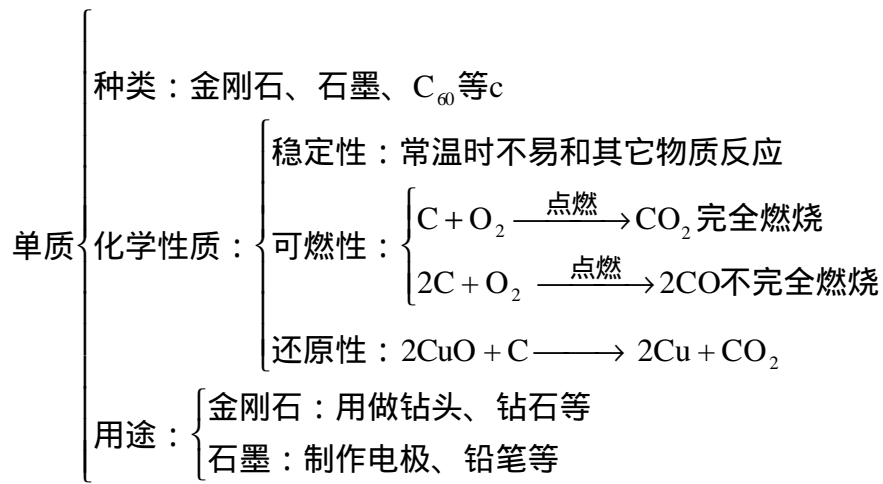
（2）1.25 克样品中含碳酸钙多少克？

（3）石灰石中碳酸钙的质量分数是多少？

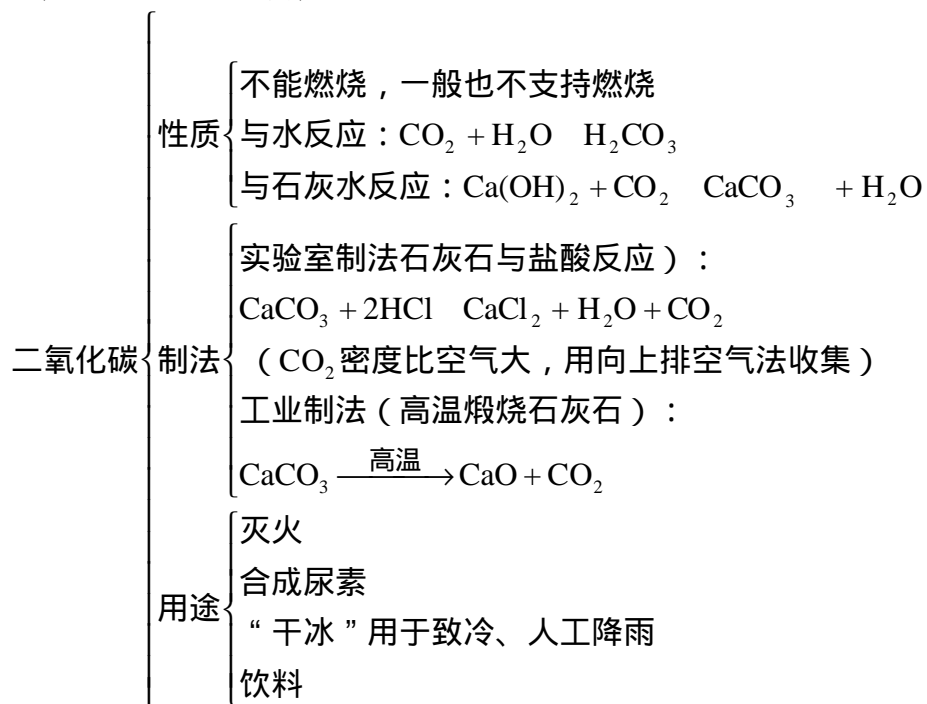
3. 燃烧 1 吨含碳 90% 的无烟煤，将向空气中排放二氧化碳多少吨？

本章小结

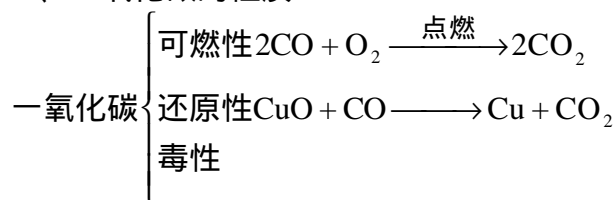
一、碳的单质



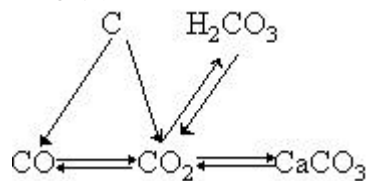
二、二氧化碳的性质、制法和用途



三、一氧化碳的性质



四、碳单质及其化合物的相互转化



五、含一定量杂质的反应物或生成物的计算

$$\text{纯净物的质量分数} = \frac{\text{纯净物的质量}}{\text{不纯物的质量}} \times 100\%$$

复习题

【A组】

一、选择题。

- 下列物质属于纯净物的是 ()
 - 大理石
 - 石灰石
 - 石灰水
 - 干冰
- 用墨汁书写的字或绘制的古画多年不变色，这是因为墨汁中的主要成分碳在常温下 ()
 - 具有氧化性
 - 化学性质稳定
 - 具有还原性
 - 以上说法都不对
- CO 和 CO₂ 各 5 个分子中，一样多的是 ()
 - 氧元素的质量
 - 碳原子的个数
 - 氧原子的个数
 - 含碳元素的质量分数
- 把 CO 和 CO₂ 混合气体 10 克，通入澄清石灰水中，最多能生成 5 克白色沉淀，则混合气体中 CO 含量为 ()
 - 10 克
 - 9.5 克
 - 7.8 克
 - 6.8 克
- 将氮气、一氧化碳和二氧化碳的混合气体通过足量的石灰水，再通过炽热的氧化铜后，剩余的气体是 ()
 - 氮气
 - 二氧化碳和氮气
 - 二氧化碳
 - 一氧化碳和氮气

二、写出下列物质转化的化学方程式，其中 、 写出反应现象， 标明反应基本类型。



三、计算

1. 含杂质 10% 的石灰石 100 克和足量的盐酸反应（杂质不参加反应），可以生成标准状况下的二氧化碳多少升？（标准状况下 CO_2 的密度为 1.977 克 / 升）

2. 用足量的一氧化碳和 8.1 克含氧化铜的样品反应，再将生成的二氧化碳和过量的石灰水反应得到 10 克白色沉淀，求样品中氧化铜的质量分数。

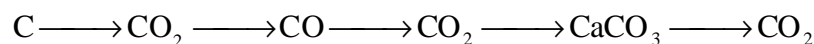
【B 组】

一、选择题。

1. 下列各组物质中，都能把氧化铜还原成金属铜的是 ()
- (A) 氢气、二氧化碳、碳
(B) 一氧化碳、碳、氧气
(C) 氢气、一氧化碳、碳
(D) 一氧化碳、氢气、二氧化碳
2. 在 CO 中混有少量 CO_2 ，除去 CO_2 的方法是 ()
- (A) 往混合气体中倒入少量水
(B) 将混合气体通过赤热的碳
(C) 将混合气体通过石灰水
(D) 将混合气体通过灼热的氧化铜粉末
3. 在 CO_2 中混有少量 CO，除去 CO 的方法是 ()
- (A) 点燃混合气体
(B) 将混合气体通入水中
(C) 将混合气体通过赤热的碳
(D) 将混合气体通过灼热的氧化铜粉末
4. 适用于实验室制取二氧化碳的方法，其化学方程式是 ()
- (A) $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu} + \text{CO}_2$
(B) $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$
(C) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{CaO} + \text{CO}_2$
(D) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

二、某无色混合气体可能含有 N_2 、CO、 CO_2 三种气体。使该混合气体依次通过紫色石蕊试液，没有颜色变化，通过灼热的氧化铜有红色的铜生成，再通过澄清的石灰水时，石灰水变浑浊。则该混合气体中，一定含有什么气体，一定不含什么气体，无法确定是否含有的是什么气体。

三、写出下列各步反应的化学方程式。



四、计算题。

1. 质量分数为 80% 的赤铁矿（主要成分是 Fe_2O_3 ）150 吨，在高温下和

一氧化碳充分反应，可得到含杂质为 10% 的生铁多少吨？

2. 标准状况下有 20 升 CO 和 CO₂ 混合气体通过盛有热氧化铜的试管中，制得 32 克铜，则混合气体中 CO 和 CO₂ 各是多少升？（标准状况下 CO 的密度是 1.250 克 / 升，CO₂ 的密度是 1.977 克 / 升）

第六章 酸碱盐氧化物

本章要点

- 常见的酸酸类
- 酸的通性金属活动性顺序
- 常见的碱碱类
- 碱的通性 pH
- 盐
- 复分解反应及发生的条件
- 化学肥料
- 酸性氧化物和碱性氧化物
- 单质、氧化物、酸、碱、盐相互之间的重要反应

在前面的几章中，学习了氧气、氢气、碳等一些重要的单质，而在日常生活中，人们接触到的化合物比单质要多得多。例如水、二氧化碳、氯化钠、碳酸钠、硫酸、氢氧化钙等等。现在自然界中存在的以及人工制造的化合物已超过一千万种。对于这么多的化合物，我们不可能一个个地研究，而是把它们按其组成和性质分为几大大类别进行学习和研究。

本章要学习的就是其中几类重要的化合物——酸、碱、盐和氧化物。

我们对盐酸（ HCl ）、硫酸（ H_2SO_4 ）、碳酸（ H_2CO_3 ）这些化合物已经有所认识，已知在它们的组成里都含有氢元素和酸根，因此它们属于同一类化合物——酸。

氢氧化钠（ NaOH ）、氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 、氢氧化铜 $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 、氢氧化铁 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 等是另一类化合物——碱，在这类化合物的组成中都含有金属元素和氢氧根。

还有一类化合物——盐。盐是由金属元素（或铵根）和酸根组成的化合物。如氯化钠（ NaCl ）、硝酸铵（ NH_4NO_3 ）、碳酸钙（ CaCO_3 ）、氯酸钾（ KClO_3 ）、硫酸铜（ CuSO_4 ）等都是盐类。

第一节 几种重要的酸

日常生活中，我们遇到过许多种酸，如食醋中含有醋酸，啤酒和汽水中含有碳酸，果汁中含有柠檬酸，酸奶中含有乳酸等等。本节要学习的盐酸、硫酸、硝酸是在生产和科学实验中具有重要作用的三种酸。

一、盐酸

盐酸的物理性质

盐酸是氯化氢气体的水溶液，它的化学式用 HCl 表示。

[实验 6 - 1] 盐酸的物理性质

取一瓶纯净的浓盐酸，观察它的颜色、状态。取下瓶塞，观察在瓶口有什么现象发生？用手轻轻地在瓶口扇动，小心地闻一闻气味。

纯净的浓盐酸是没有颜色、有刺激性气味（氯化氢的气味）、有酸味的液体。常用的浓盐酸含氯化氢的质量分数约为 37% ~ 38%，密度约为 1.19 克 / 厘米³。浓盐酸具有挥发性，挥发出来的氯化氢气体和空气中的水蒸气接触会形成白雾。浓盐酸具有腐蚀性。

工业上用的浓盐酸常因含少量杂质（主要是铁的化合物）而呈黄色。

盐酸的化学性质

1. 盐酸能使石蕊试液变成红色

[实验 6—2] 盐酸和石蕊试液作用

观察石蕊试液的颜色，向盛有少量盐酸的试管中滴入 2 ~ 3 滴紫色石蕊试液，观察颜色的变化（见图 6 - 1）。

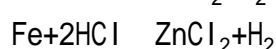
实验表明：盐酸能使紫色石蕊试液变成红色。

2. 盐酸和活泼金属*的反应

[实验 6—3] 盐酸和活泼金属反应

在三支分别盛有镁、锌、铁的试管中各加入 3 毫升的稀盐酸，观察产生的现象。反应片刻后，用点燃的火柴分别放在试管口，又有什么现象发生（见图 6—2）。

实验证明：盐酸可以分别与镁、锌、铁等金属发生反应，生成氢气。



以上反应除产生氢气外，还分别产生氯化镁、氯化锌、氯化亚铁，这些盐是由金属和盐酸根组成的盐酸盐（又叫氯化物）。

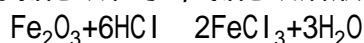
3. 盐酸和氧化铁的反应

[实验 6 - 4] 盐酸和化铁的反应

将 1 根生锈的铁钉放入盛有 3 毫升稀盐酸的试管中，过一会儿取出，用清水洗净，观察铁钉表面和溶液颜色的变化（见图 6 - 3）。

将铁钉从盐酸中取出后，铁锈已经被除去，铁钉变成银白色，原来无色的溶液变成了黄色。

以上实验表明盐酸可以和铁锈（主要成分是铁的氧化物，如三氧化二铁）发生反应，生成可溶性的氯化铁和水，氯化铁溶液呈黄色。



4. 盐酸和氢氧化铁的反应

[实验 6 - 5] 盐酸和氢氧化铁的反应

向盛有少量新制氢氧化铁的试管里，加入适量的盐酸，观察现象（见图 6—4）。

试管里红褐色的氢氧化铁在水中是絮状物沉淀，难溶于水，但遇到盐酸后沉淀消失，溶液呈现黄色。这是因为盐酸和氢氧化铁发生反应，生成了可溶性的氯化铁和水。



5. 盐酸和硝酸银溶液的反应

[实验 6—6] 盐酸和硝酸银溶液的反应

用胶头滴管向盛有 3 毫升盐酸的试管中滴入硝酸银溶液和几滴稀硝酸，观察产生的现象（见图 6 - 5）。

无色盐酸中滴入无色的硝酸银溶液后；产生不溶于稀硝酸的白色沉淀——氯化银。

氯化银既难溶于水，也难溶于稀硝酸。



盐酸的用途

盐酸是重要的化工原料，广泛应用于食品、电镀、医药、冶金和化学工业上（见图 6 - 6）。

二、硫酸

硫酸是最重要的酸，化学式为 H_2SO_4 。硫酸的年产量是反映一个国家化工生产能力的标志之一。

稀硫酸的性质

1. 稀硫酸和酸碱指示剂 的作用

酸碱指示剂（简称指示剂）：能跟酸或碱的溶液起作用而显示不同颜色的物质，常用的有石蕊、酚酞等。

[实验 6—7] 稀硫酸和酸碱指示剂的作用

把紫色石蕊试液和无色酚酞试液分别滴入两支盛有稀硫酸的试管中，观察溶液的颜色有什么变化（见图 6 - 7）。

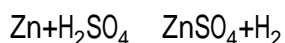
稀硫酸与盐酸一样可以使紫色石蕊试液变成红色，不能使无色酚酞试液变色。

2. 稀硫酸和活泼金属的反应

[实验 6 - 8] 稀硫酸和活泼金属的反应

在三支试管中各倒入 3 毫升稀硫酸，分别加入镁条、锌粒和铁丝，观察产生的现象（见图 6 - 8），用燃着的火柴放在试管口，有什么现象产生？

三支试管中均产生无色气体，用燃着的火柴点燃，发出爆鸣声，这表明与盐酸一样，稀硫酸跟活泼金属反应有氢气产生。



以上的反应除都生成氢气外，另一种生成物分别是硫酸镁、硫酸锌、硫酸亚铁，由于组成中都含有硫酸根，所以把它们统称为硫酸盐。

3. 稀硫酸和氧化铜的反应

[实验 6—9] 稀硫酸和氧化铜的反应

在一支试管中放入少量黑色氧化铜粉末，然后注入 3 毫升稀硫酸，在酒精灯上微微加热，观察发生的变化。

上述试管微热后，黑色的氧化铜逐渐溶解，溶液由无色变成蓝色，这是因为生成了硫酸铜，硫酸铜的水溶液呈蓝色。

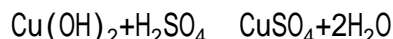


4. 稀硫酸和氢氧化铜的反应

[实验 6 - 10] 稀硫酸和氢氧化铜的反应

在盛有新制氢氧化铜的试管中加入适量稀硫酸，观察发生的变化（见图 6 - 10）。

试管里蓝色的氢氧化铜在水中呈絮状沉淀，难溶于水，但遇到稀硫酸后，氢氧化铜沉淀迅速溶解，溶液呈蓝色。这是因为稀硫酸与氢氧化铜反应，生成了可溶性的硫酸铜。



5. 稀硫酸和氯化钡溶液的反应

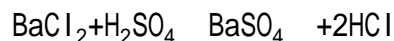
[实验 6 - 11] 稀硫酸和氯化钡的反应

在一支试管中倒入 3 毫升稀硫酸，用胶头滴管向其中滴入氯化钡溶液和几滴稀硝酸，观察产生的现象（见图 6 - 11）。

无色的稀硫酸中滴入无色的氯化钡溶液后，产生不溶于硝酸的白色沉淀——硫酸钡。

硫酸钡既难溶于水，也难溶于稀酸。

氯化钡溶液可以用来检验硫酸根离子（ SO_4^{2-} ）



浓硫酸

1. 浓硫酸的物理性质

[实验 6 - 12] 浓硫酸的物理性质

取一瓶浓硫酸，观察它的颜色、状态，打开瓶塞，观察瓶口有无白雾产生。

纯净的浓硫酸是无色、粘稠、油状的液体，难挥发（打开瓶塞没有白雾产生），密度比水大，常用的浓硫酸中 H_2SO_4 的质量分数为 98%，密度约为 1.84 克 / 厘米³。

打开盛有浓硫酸的瓶盖，没有白雾产生。这说明什么呢？

2. 浓硫酸的稀释

[实验 6 - 13] 浓硫酸的稀释

把浓硫酸沿着烧杯壁缓慢地注入盛有水的烧杯里，用玻璃棒不断搅动，用手接触烧杯外壁，注意溶液温度有什么变化？

由实验得知：浓硫酸溶于水时烧杯外壁很热，这说明硫酸易溶于水，浓硫酸溶解时放出大量的热。

在稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸沿容器壁慢慢注入水中，并不断搅拌，使浓硫酸在溶解时放出的热量迅速传递，水温慢慢上升。如果把水倒进浓硫酸里，溶解时产生的大量的热甚至使溶液沸腾，含有硫酸的液滴四处飞溅，容易造成事故。因此，在稀释浓硫酸时，切不可将水倒入浓硫酸中。

如果把一瓶浓硫酸暴露在空气中，它的质量会逐渐增加，这时由于它有很强的吸水性。实验室常用浓硫酸做气体的干燥剂，如干燥氧气、氢气、二氧化碳等。

相同质量的浓盐酸和浓硫酸分别放在敞口容器中，在空气中放置一段时间后各有什么变化？为什么？

想一想：

- 稀释浓硫酸时，为什么切不可将水倒入浓硫酸中？
- 在三个相同的试剂瓶中分别盛有相同体积的浓硫酸、浓盐酸、蒸馏水，怎样用最简便的方法鉴别它们？
- 氯化钠中混有少量硫酸钠杂质，怎样除去？

3. 浓硫酸的脱水性

[实验 6 - 14] 浓硫酸的脱水性

(1) 用玻璃棒蘸取浓硫酸在一张白纸上写上 H_2SO_4 字迹，然后在酒精灯上微微烘烤，观察发生的现象。

(2) 取 20 克蔗糖放入小烧杯中，加少量水使其湿润，注入 10 毫升浓硫酸，搅拌，观察发生的现象（见图 6 - 12）。

浓硫酸在纸上写的字迹逐渐变黑直至脱落。纸张、衣服、皮肤、蔗糖中都含有碳、氢、氧等元素，浓硫酸能把这些物质中的氢原子和氧原子按 2 : 1 的比例（水分子的组成比）脱掉，使其炭化变黑。

因为浓硫酸具有脱水性和强腐蚀性，会烧伤皮肤、腐蚀衣物，所以在使用时要十分小心。若不慎将浓硫酸溅到皮肤上，应立即用布拭去，然后用大量清水冲洗。

硫酸的用途

硫酸是一种非常重要的化工原料，广泛应用于炸药、染料、化肥、农药、医药的生产以及冶炼有色金属、精炼石油、金属除锈等方面（见图 6 - 13）。

三、硝酸 磷酸

[实验 6—15] 浓硝酸的物理性质

观察浓硝酸的颜色、状态。取下浓硝酸试剂瓶的瓶塞，观察在瓶口有什么现象发生，用手在瓶口轻轻扇动，小心闻它的气味。

纯净的硝酸是一种无色的液体，化学式为 HNO_3 ，有刺激性气味。硝酸有挥发性，在空气中挥发出的 HNO_3 气体和空气里的水蒸气结合成硝酸的小液滴，形成白雾。常用的浓硝酸中 HNO_3 的质量分数为 65% ~ 68%，密度约为 1.48 克 / 厘米³。

硝酸溶液也能使紫色的石蕊试液变成红色，但不能使酚酞试液变色。

硝酸能和某些金属氧化物反应，生成硝酸盐和水。

如： $\text{MgO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

硝酸能跟碱（如氢氧化铜）反应，生成硝酸盐和水。

如： $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

硝酸和金属反应不能用来制取氢气，这与盐酸和稀硫酸有很大的不同。

硝酸是一种重要的化工原料，主要用于生产炸药、农药和染料等。

纯磷酸是一种无色晶体，化学式为 H_3PO_4 ，容易吸收水分，易溶于水，不挥发。通常用的磷酸试剂是一种粘稠状的水溶液，约含 85% 的磷酸。

磷酸具有和盐酸、稀硫酸相似的化学性质，它的主要用途是制造磷肥。

【习题】

一、选择题。

1. 实验室用锌反应制氢气，最好选用的酸应该是 ()
(A) 浓硫酸
(B) 稀硝酸
(C) 稀硫酸
(D) 浓盐酸
2. 下列物质中能与盐酸反应，既不生成沉淀，又无气体放出且溶液呈无色的是 ()
(A) Na_2CO_3
(B) AgNO_3
(C) CuO
(D) MgO

二、完成下列反应的化学方程式。

1. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2$
2. $\text{HCl} + \text{AgNO}_3$
3. $\text{HNO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2$
4. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3$
5. $\text{HCl} + \text{CuO}$
6. $\text{Mg} + \text{HCl}$

三、填空题。

1. 稀释浓硫酸的操作是____，原因是____

2. 胃酸过多可服用适量的胃舒平〔它主要含 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 〕，理由是____，有关的化学反应方程式为____。

3. 硫酸的主要用途是____，盐酸的主要用途是____。

四、被氧化的镁条 2.8 克，跟足量的稀硫酸充分反应后，生成 0.2 克氢气。求被氧化的镁条中单质镁的质量分数。

第二节 酸的通性

酸溶液的导电性

盐酸与稀硫酸具有相似的化学性质，如它们都能和酸碱指示剂作用，都能和金属氧化物发生反应等，其内在原因是什么呢？

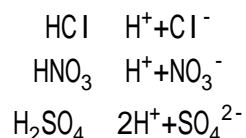
[实验 6 - 16] 酸溶液的导电性

如图 6 - 14 所示，把石墨电极分别插入稀盐酸、稀硫酸和稀硝酸里，观察灯泡是否发亮？

原来，硫酸、盐酸、硝酸等这些化合物溶解于水时，在水分子的作用下，都能离解成自由移动的阳离子和阴离子。这些离子在电场的作用下，定向移动，形成了电流，使灯泡发光。

某些化合物溶解于水（或受热熔化）时，离解成能自由移动的离子的过程叫做电离。

可以用电离方程式来表示某些化合物的电离过程。盐酸、硝酸、硫酸的电离方程式如下：



三种酸电离出来的阴离子（酸根离子）不同，但都具有相同的阳离子（氢离子）。化学上把电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。

酸分子在电离时产生的酸根离子所带负电荷的数目等于产生的氢离子的数目。

金属导电是由于金属里存在着自由移动的带负电荷的电子，这些电子在电场的作用下定向移动，就形成了电流。实验 6—14 中溶液能够导电，显然也是因为溶液中存在着自由移动的带电的微粒的缘故。但是这些带电的微粒不是电子，而是离子。

酸的分类和命名

表 6—1 酸的分类

组成中是否含氧元素		酸分子电离出的氢离子的个数		
含氧酸	无氧酸	一元酸	二元酸	三元酸
HNO ₃ (硝酸)	HCl (盐酸)	HCl (盐酸)	H ₂ SO ₄ (硫酸)	H ₃ PO ₄ (磷酸)
H ₂ SO ₄ (硫酸)	H ₂ S (氢硫酸)	HNO ₃ (硝酸)	H ₂ S (氢硫酸)	
H ₂ CO ₃ (碳酸)			H ₂ CO ₃ (碳酸)	
H ₃ PO ₄ (磷酸)				

含氧酸一般根据其组成里氢氧两种元素以外的另一种元素的名称而命名为“某酸”，如 H₂SO₄ 称硫酸，H₂CO₃ 称碳酸，但 HNO₃ 叫硝酸而不叫氮酸，因为最初它是用硝石 (NaNO₃) 为原料制取的。无氧酸一般在氢的后面加另一元素的名称，命名为“氢某酸”，如 H₂S 称氢硫酸，HCl 称氢氯酸 (俗称盐酸)，因为它最初是用食盐为原料制取的。

酸的通性

因为酸在水溶液里电离出的阳离子全都是氢离子，所以酸具有相似的化学性质。

1. 酸和酸碱指示剂的作用

酸能使紫色的石蕊试液变成红色，不使无色酚酞试液变色。

2. 酸和活泼金属的反应

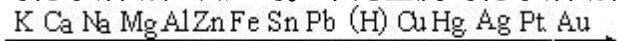
【实验 6—17】酸和活泼金属的反应

在四支试管中分别倒入 3 毫升稀盐酸 (或稀硫酸)，然后将纯净的镁、锌、铁、铜四种金属分别放入四支试管中，观察反应现象。



实验证明：在相同条件下，镁和稀酸反应最剧烈，锌次之，铁更次之，而铜不发生反应。

由此看出，金属能否与酸发生置换反应以及反应的激烈程度如何，是由金属的化学活动性决定的。常见金属的化学活动性顺序如下：



金属活动性由强逐渐减弱

在金属活动性顺序中，排在氢前面的金属能置换出酸中的氢，排在氢后面的金属都不能置换出酸中的氢。

酸和活泼金属反应，一般生成盐和氢气。

为什么 4 支试管中有 3 支均有气泡产生，而且产生气泡的速度不同？

为什么铜与稀盐酸或稀硫酸不能反应？

3. 酸和某些金属氧化物的反应

盐酸、硫酸、硝酸都可以和某些金属氧化物作用，生成盐和水。

如： $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$



酸和金属氧化物反应生成盐和水。

4. 酸和碱的反应

【实验 6—18】中和反应

在盛有 10 毫升氢氧化钠溶液的烧杯里，加入 2~3 滴酚酞试液，再用胶头滴管向烧杯中慢慢滴入盐酸，同时用玻璃棒不断搅拌，直到溶液的颜色刚刚变为无色。

酚酞试液遇碱溶液变成红色，当滴入盐酸到酚酞试液刚变成无色时，说明溶液不显酸性，也不显碱性。



酸碱反应生成盐和水。

酸和碱作用生成盐和水的反应叫中和反应。

5. 酸和某些盐反应

盐酸、硫酸、硝酸均可以和某些盐作用。

如： $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$

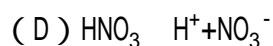
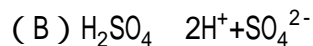
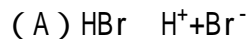


酸和盐反应，生成新酸和新盐。

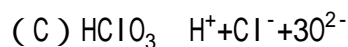
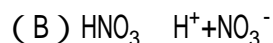
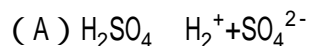
【习题】

一、选择题。

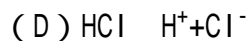
1. 根据下列物质的电离方程式判断所给物质不属于酸的是 ()



2. 下列电离方程式正确的是 ()



(氯酸)



3. 如果制备 CuCl_2 ，可用下面哪组物质互相反应 ()

- (A) 铜和稀盐酸
- (B) 氧化铜和稀盐酸
- (C) 铜和稀硫酸，再加稀盐酸
- (D) 氢氧化铜加稀盐酸

4. 相同质量的下列金属和足量的盐酸反应，其中产生氢气最多的是 ()，反应最激烈的是 ()

- (A) Mg
- (B) Al
- (C) Zn
- (D) Fe

二、填空题。

1. 在金属活动性顺序中，金属的位置越靠前，它的活动性就越_____，排在_____前面的金属能置换出酸里的_____。

2. 由于酸的水溶液里都含有_____，所以，酸类具有相似的性质，例如_____色的石蕊试液遇酸溶液变为_____色；活泼金属与酸反应一般生成_____和_____。

三、计算题。

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

四、怎样鉴别水、稀盐酸、稀硫酸三瓶无色液体？简要说明操作步骤、产生的现象和结论。

第三节 几种重要的碱

碱是一类重要的化合物，不仅是重要的化工原料，而且与我们的生活有着密切的关系，氢氧化钠和氢氧化钙是最常用的两种碱。

一、氢氧化钠（NaOH）

氢氧化钠的物理性质

【实验 6—19】氢氧化钠的物理性质

用药匙或镊子取几粒氢氧化钠，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。然后把它放入盛有 4~5 毫升水的试管中，观察它的溶解性，用手触摸试管外壁，有什么感觉？

玻璃片上的氢氧化钠固体表面呈现潮湿，放在水中后很快溶解，触摸试管壁，有热的感觉。

氢氧化钠是白色固体，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，暴露在空气中的氢氧化钠容易吸收水分而潮解。氢氧化钠有强烈的腐蚀性，因此它的俗称叫做苛性钠、烧碱或火碱。使用氢氧化钠时要十分小心，如果不慎沾在衣服或皮肤上，要立即用水冲洗。

氢氧化钠的化学性质

1. 氢氧化钠和酸碱指示剂的作用

【实验 6—20】氢氧化钠和酸碱指示剂的作用

在两支试管中分别加入 3 毫升氢氧化钠溶液，向其中一支滴加几滴石蕊试液，向另一支滴加几滴酚酞试液，观察两者颜色的变化（见图 6—15）。

实验证明：氢氧化钠溶液能使紫色石蕊试液变成蓝色，使无色酚酞试液变成红色。

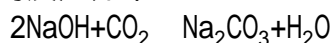
2. 氢氧化钠和非金属氧化物的反应

【实验 6—21】氢氧化钠和二氧化碳的作用

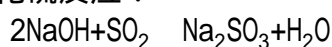
在充满二氧化碳的烧瓶中，加入少量氢氧化钠浓溶液，迅速塞紧带有玻璃管和气球的橡皮塞，振荡烧瓶，观察现象（见图 6—16）。

由于烧瓶中的二氧化碳和氢氧化钠发生了反应，使得烧瓶内的压强小于大气压强，空气从玻璃管口进入气球，使气球胀大。

氢氧化钠和二氧化碳的反应如下：



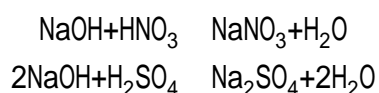
氢氧化钠还能跟二氧化硫反应：



氢氧化钠不仅能吸收空气里的水分，还能跟二氧化碳反应，所以氢氧化钠必须密封保存，以防变质。

3. 氢氧化钠和酸的反应

如：

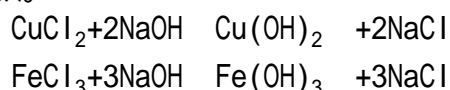


4. 氢氧化钠和某些盐的反应

【实验 6—22】氢氧化钠和某些盐的反应

在两支试管里分别注入 2~3 毫升的氯化铜溶液和氯化铁溶液，再向其中各滴入适量的氢氧化钠溶液，观察两支试管里的变化（见图 6—17）。

蓝绿色的氯化铜溶液与无色的氢氧化钠溶液反应，生成的蓝色絮状沉淀，是氢氧化铜。黄色氯化铁溶液与无色氢氧化钠溶液反应，生成的红褐色絮状沉淀，是氢氧化铁。



氢氧化钠的用途

氢氧化钠是重要的化工产品，广泛应用于石油、纺织、造纸等工业。制造肥皂和某些洗涤剂也用它作为原料之一。

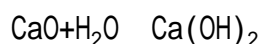
二、氢氧化钙〔Ca(OH)₂〕

氢氧化钙的制取

【实验 6—23】制取氢氧化钙

取一小块生石灰（CaO），放入烧杯内，加入少量水，观察发生的现象，并用手触摸烧杯外壁。再加较多的水，观察它的溶解情况。

氧化钙和水反应，放出热量，生成物是氢氧化钙。氢氧化钙俗称熟石灰或消石灰。



氢氧化钙的物理性质

氢氧化钙是白色粉末状，微溶于水，它的水溶液称为石灰水，对衣服、皮肤有腐蚀作用。

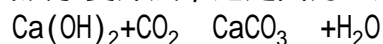
氢氧化钙的化学性质

1. 氢氧化钙和酸碱指示剂的作用

石灰水能使紫色的石蕊试液变成蓝色；使无色的酚酞试液变成红色。

2. 氢氧化钙和某些非金属氧化物的反应

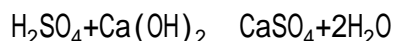
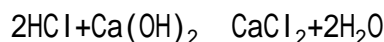
二氧化碳使澄清的石灰水变浑浊，这是因为生成了白色的碳酸钙沉淀。



利用这个反应可以鉴定什么物质的存在？

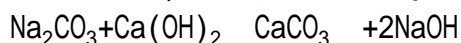
3. 氢氧化钙能和酸发生中和反应

盐酸、稀硫酸都能使滴入酚酞的石灰水的红色逐渐消失，这说明发生了以下化学反应。



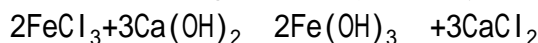
4. 氢氧化钙能和某些盐发生反应

往碳酸钠溶液中滴入石灰水，会出现白色沉淀。



工业上曾用 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 的反应制取氢氧化钠。

往氯化铁溶液中滴入石灰水会出现红褐色沉淀。



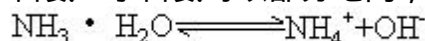
氢氧化钙的用途

氢氧化钙在工农业生产上的用途广，工业上用它制造漂白粉，建筑业上用它配制“三合土”（由石灰、粘土、砂子混合而成）。用熟石灰和硫黄共煮制成的“石硫合剂”，用熟石灰和胆矾配制而成的“波尔多液”是农业上常用的、很有效的杀菌剂。农业上还用熟石灰来降低土壤的酸性。

选学

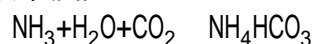
氨水

氨在水中形成一水合氨，一水合氨可以部分电离，使溶液呈碱性。



氨水是氨的水溶液，浓氨水中 NH_3 的质量分数一般为 25% 左右。氨易挥发，有强烈的刺激性气味。氨水具有碱溶液的性质（只是碱性比氢氧化钠、氢氧化钙弱）。

氨水可以使无色酚酞试液变成红色，使紫色石蕊试液变成蓝色。在一定条件下能和二氧化碳发生以下反应：



生成的碳酸氢铵是一种化肥。碳酸氢铵在常温下可缓慢分解，放出氨气，俗称气肥。

氨水和酸反应生成铵盐，如氯化铵（ NH_4Cl ）、硝酸铵（ NH_4NO_3 ）等，因此氨是生产铵态氮肥的原料，氨水也可直接作氮肥使用。

【习题】

一、选择题。

1. 下列各项对氢氧化钠的描述正确的是 ()

是一种白色固体、易溶于水，溶解时放出大量的热
固体氢氧化钠置于空气中易于潮解
氢氧化钠水溶液使石蕊溶液呈红色
氢氧化钠溶液有涩味，并有滑腻感
对皮肤、粘膜有强烈的腐蚀性

- (A)
- (B)
- (C)
- (D) 只有

2. 下列各溶液中能和石灰水作用，但没有明显现象的是 ()

- (A) 盐酸
- (B) 氯化铁溶液
- (C) 硫酸铜溶液
- (D) 酚酞试液

二、填空题。

1. 氢氧化钠具有很强的____，所以又叫____、____或____；它是一种____色____体，在潮湿空气中能____，还能与空气中的____起反应，生成____，所以必须____贮存。

2. 氢氧化钙的俗称是____或____，它可以由____与水反应生成，反应的化学方程式是____。澄清的氢氧化钙水溶液又称____，常用来鉴别____气体，能产生____现象，此反应的化学方程式是____。

三、计算题。

质量分数为 30% 的盐酸溶液 100 毫升 (密度为 1.15 克/厘米^3)，可与多少克质量分数为 40% 的氢氧化钠溶液恰好完全反应？

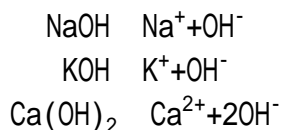
第四节 碱的通性

【实验 6—24】碱溶液的导电性

氢氧化钠、氢氧化钙的化学性质那么相似，是什么原因造成的呢？

如图 6—18 把石墨电极分别插入氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液和石灰水中，观察灯泡是否发亮？

氢氧化钠、氢氧化钾和石灰水三种溶液都能使灯泡发亮，说明这三种溶液中也存在着自由移动的离子，即这三种碱在水溶液中都发生了电离，电离方程式如下：



三种碱所电离出来的阳离子（金属离子）不同，但都具有相同的阴离子（氢氧根离子），化学上把电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱。

碱电离时产生的氢氧根离子的数目，等于金属离子所带的正电荷的数目。

碱的通性和命名

一、碱的通性

氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化钙以及氢氧化钡等都是碱，它们在溶液中电离时，生成的阴离子全部都是氢氧根离子（ OH^- ），因此，碱具有相似的化学性质。

1. 碱的水溶液能和酸碱指示剂反应

氢氧化钠、氢氧化钙的化学性质那么相似，是什么原因造成的呢？使紫色石蕊试液变成蓝色，使无色酚酞试液变成红色。

2. 碱能和某些非金属氧化物反应，生成盐和水。

3. 碱能和酸发生中和反应，生成盐和水。

4. 碱能和某些盐反应，生成新碱和新盐。

想一想：

· 有四瓶无色透明溶液，它们分别是氢氧化钠、稀硫酸、硫酸钠和氯化钠，你怎样把它们鉴别出来？

二、碱的分类和命名

碱的分类见表 6—2

表 6—2 碱的分类

根据溶解性分为		根据组成中含氢氧根离子数目分为		
可溶性碱	难溶性碱	一元碱	二元碱	三元碱
NaOH (氢氧化钠)	Mg(OH) ₂ (氢氧化镁)	NaOH (氢氧化钠)	Ca(OH) ₂ (氢氧化钙)	Fe(OH) ₃ (氢氧化铁)
KOH (氢氧化钾)	Cu(OH) ₂ (氢氧化铜)	KOH (氢氧化钾)	Ba(OH) ₂ (氢氧化钡)	
Ba(OH) ₂ (氢氧化钡)	Fe(OH) ₃ (氢氧化铁)			

碱的命名是根据氢氧根离子和金属离子的名称,叫做“氢氧化某”,如 NaOH 叫氢氧化钠, Ba(OH)₂ 叫氢氧化钡等。如果某种金属离子具有可变化价,则把具有高价金属离子的碱叫“氢氧化某”,具有低价离子的碱叫做“氢氧化亚某”。如铁元素有+2 价和+3 价,则把 Fe(OH)₃ 叫氢氧化铁, Fe(OH)₂ 叫氢氧化亚铁。

pH

日常生活中,我们接触到的溶液很多,其中有些呈碱性,有些呈酸性,有些呈中性,例如茶水呈碱性,而桔子水呈酸性。溶液的酸碱性的强弱程度也不同,氢氧化钠、氢氧化钾的水溶液碱性很强,盐酸、硫酸的水溶液酸性很强,茶水的碱性、桔子水的酸性则是非常弱的。在工农业生产和科学实验中,仅仅知道溶液的酸碱性的远远不够,还必须测定、控制溶液的酸碱性强弱程度——溶液的酸碱度。

1. pH

稀溶液的酸碱度常用 pH 来表示, pH 的范围通常在 0~14 之间。

pH=7 时,溶液呈中性。

pH > 7 时,溶液呈碱性, pH 越大,碱性越强。

pH < 7 时,溶液呈酸性, pH 越小,酸性越强。

生命和生活对 pH 的要求是很严格的。当土壤的 pH 小于 4 或大于 8.5 时,农作物就难于生长,人体血液的正常 pH 是 7.35~7.45,当血液的 pH 降低到 6.9 或者高于 7.8 时,将危及生命。

2. pH 的测定

溶液的 pH 用什么方法来测定呢?

根据检测要求和条件,测定溶液 pH 有不同的方法。如实验室、医院,需要精确的 pH,可以使用酸度计。测定 pH 最常用的简单方法是使用 pH 试纸。

pH 试纸是浸渍过多种酸碱指示剂的试纸，测定时用玻璃棒蘸待测的溶液将 pH 试纸湿润，然后把试纸显示的颜色和标准比色板对照，标准比色板上印有各种 pH 显示的颜色，找出相应的颜色，就可以确定被测溶液的 pH。

【实验 6—25】用 pH 试纸测定桔子水、茶水、少许土壤浸取液的 pH。在附近农村的庄稼地里取一些土样（按：固 液=1 5 的比例试验），测一测其酸碱度。

【习题】

一、选择题。

1. 氢氧化钙的俗称是 ()
(A) 苛性钠
(B) 熟石灰
(C) 火碱
(D) 烧碱
2. 下列物质溶于水，能使酚酞试液变红的是 ()
(A) 氯化氢
(B) 氯化钠
(C) 硫酸
(D) 氧化钙
3. 下列物质中，既能与氢氧化钙溶液反应，又能与盐酸反应的是 ()
(A) 硝酸钡
(B) 硫酸铜
(C) 硫酸镁
(D) 碳酸钠

二、填空题。

某溶液的 pH 等于 1，该溶液显____性，滴入紫色石蕊试液显____色，若要使该溶液 pH 等于 7，应该加入____溶液，此时滴入的紫色石蕊试液显____色；若滴加时不小心过量了，此时石蕊呈____色，该溶液的 pH____。

三、完成下列化学方程式。

1. $\text{KOH} + () \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + ()$
2. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + () \rightarrow \text{CaCl}_2 + ()$
3. $\text{HNO}_3 + () \rightarrow \text{NaNO}_3 + ()$
4. $\text{HCl} + () \rightarrow \text{MgCl}_2 + ()$

四、用化学方程式表示下列变化。

石灰石— 生石灰— 熟石灰— 碳酸钙

五、计算题。

1. 中和 40 克氢氧化钠溶液，需要质量分数为 28% 的稀硫酸 17.5 克，求氢氧化钠溶液中 NaOH 的质量分数。
2. 将 10 克氢氧化钠溶于 40 毫升水中（水的密度为 1 克 / 厘米³），求：
(1) 该溶液中 NaOH 的质量分数：
(2) 中和该溶液需要质量分数为 30% 的硫酸溶液多少克？

第五节 盐

盐是种类繁多，用途很广的一类化合物。

几种重要的盐

一、氯化钠 (NaCl)

氯化钠俗称食盐。

生活中离不开食盐。它是人们最熟悉的一种盐类，易溶于水，有咸味，是由钠离子和氯离子构成的无色呈立方体形状的晶体，熔点为 801°C ，沸点为 1413°C 。

我国有极其丰富的食盐资源，盛产海盐，也生产井盐、池盐和岩盐。

我国的渤海、黄海沿岸产海盐最多；四川的自贡市是有名的井盐产地；宁夏、青海出产池盐；新疆、湖南、江西等地蕴藏着丰富的岩盐。

食盐是重要的化工原料，可用于制取氯气、盐酸、烧碱、纯碱和间接用于生产塑料、橡胶、合成纤维、农药、医药等一系列重要化工产品。食盐是我们日常生活离不开的调味品，但摄入食盐的量要适当。

一般情况下，一个成年人每天约需要氯化钠 5 克。如果人体由于腹泻或由于高温作业等原因，失掉盐分过多时，要注射生理盐水（0.9%的氯化钠溶液）或服用盐开水，以维持体内适当的盐分。但如果摄入过多，会引起血压长高等不良影响，对心脏病、肾病的患者应限制食盐的摄入量。

二、碳酸钠 (Na₂CO₃)

碳酸钠俗称纯碱，是一种易溶于水的白色粉末，熔点为 851°C 。

【实验 6—26】碳酸钠溶液呈碱性

取少量碳酸钠粉末放入试管中，加入 3 毫升水，振荡使其溶解后，滴入 2~3 滴酚酞试液，观察颜色的变化（见图 6—22）。

碳酸钠从水溶液里析出的晶体为十水合碳酸钠，化学式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，这种晶体叫做晶碱或石碱，易风化。

碳酸钠是重要的化工原料，在玻璃、造纸、纺织、制药、精炼石油等方面有着重要用途。

我国的化学家侯德榜对纯碱工业有重大贡献，他发明的生产碳酸钠的方法，被称为“侯氏制碱法”。

一般情况下，一个成年人每天约需要氯化钠 5 克。如果人体由于腹泻或由于高温作业等原因，失掉盐分过多时，要注射生理盐水（0.9%的氯化钠溶液）或服用盐开水，以维持体内适当的盐分。但如果摄入过多，会引起血压升高等不良影响，对心脏病、肾病的患者应限制食盐的摄入量。

【实验 6—27】碳酸根的检验

分别在两支试管里各放入少量碳酸钠和碳酸钾的粉末，向其中倒入 3 毫

升稀盐酸，用带有导管的橡皮塞塞住管口，将导管的另一端插入澄清的石灰水中，观察发生的变化。

碳酸钠、碳酸钾和盐酸反应剧烈，都产生无色气体。将产生的气体分别通入澄清的石灰水里，都呈现白色浑浊，这说明生成的气体都是二氧化碳。



选学

侯德榜

侯德榜（1890—1974年）于1890年8月9日出生在福州的一个普通农民家庭里，青少年时期就有强烈的献身科学事业的愿望。1913年，赴美国留学，他攻读化学工程，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，出任塘沽碱厂总工程师。以求实的科学态度，一丝不苟地钻研，他改革了设备与工艺，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。

在研究和改造传统制碱法的基础上，1943年他提出联合制碱法，提高了原料的利用率，节省了设备，并使生产连续化，效益大增。这种制碱法被称为“侯氏制碱法”。

侯德榜是我国现代工业的开拓者之一，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。

三、硫酸铜（ CuSO_4 ）

无水硫酸铜是白色粉末，易溶于水，水溶液呈蓝色。硫酸铜晶体为蓝色，俗称蓝矾或胆矾，化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

用胆矾与熟石灰配制的农药波尔多液常用作杀菌剂，能防止很多病害，如蔬菜、水果的霜霉病，马铃薯的晚疫病，玉米等的黑穗病等。

硫酸铜还广泛用于电镀、印染等工业。

无水硫酸铜粉末可用来检验无水酒精中是否含有水分：

在两支干燥试管中各放入少许硫酸铜粉末，一支滴入无水酒精，另一支滴入普通酒精。

由实验可知，普通酒精能使无水硫酸铜的白色粉末变为蓝色，这证明普通酒精中含有水分。

盐溶液的导电性

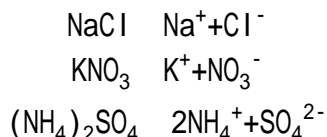
不同的酸在溶液中能电离出相同的氢离子，不同的碱在溶液中能电离出相同的氢氧根离子，盐溶液的电离情况如何呢？

【实验 6—28】盐溶液的导电性

如图 6—24 所示，把连有石墨的电极分别插入食盐溶液、硝酸钾溶液、硫酸铵溶液中，观察灯泡是否发光。

实验证明：以上几种盐溶液都能使灯泡发光，这说明它们的溶液中也存在着自由移动的离子。

氯化钠、硝酸钾、硫酸铵在水溶液中的电离方程式如下：



从盐的电离来看，都产生自由移动的金属离子（或铵根离子）和酸根离子，化学上把由金属（或铵根）离子和酸根离子组成的化合物叫做盐。

盐电离出来的金属（或铵根）离子所带的正电荷总数与酸根离子所带的负电荷总数相等。

盐的分类和命名

盐的种类繁多，我们可以根据盐的组成对众多的盐进行初步分类。

组成中只含有金属离子和酸根离子的叫做正盐，如氯化钠（NaCl）、硝酸钾（KNO₃）、硫酸钠（Na₂SO₄）等；另外像硫酸氢钠（NaHSO₄），它的组成中除含有钠离子、硫酸根离子外，还含有氢离子，它属于酸式盐；像碱式碳酸铜〔Cu₂(OH)₂CO₃〕，它的组成中除含有铜离子、碳酸根离子外，还含有氢氧根离子，它属于碱式盐。

正盐中根据酸根是否含氧分为含氧酸盐和无氧酸盐。含氧酸盐的命名是在酸的名称后面加上金属元素（或铵根）的名称，叫做“某酸某”，例如 CaCO₃ 叫做碳酸钙，(NH₄)₂SO₄ 叫做硫酸铵。无氧酸盐的命名是在非金属和金属元素（或铵根）名称中间加一个“化”字，叫做“某化某”，例如 MgCl₂ 叫氯化镁，ZnS 叫硫化锌，NH₄Cl 叫氯化铵。

酸式盐的命名叫做“某酸氢某”或“酸式某酸某”，例如 NaHCO₃ 叫碳酸氢钠或酸式碳酸钠。碱式盐的命名叫做“碱式某酸某”，例如 Cu₂(OH)₂CO₃ 叫碱式碳酸铜。

对含有相同酸根或相同金属离子的盐，习惯上也给一个统称，如含有硫酸根的盐统称硫酸盐，含有钠离子的盐统称为钠盐等。

盐的性质

一、物理性质

常温下，盐大都是晶体，不同种类的盐在水中的溶解性各不相同。一般情况下，钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐易溶于水，碳酸盐大多数难溶于水（盐的溶解性见书后 264 页溶解性表）。

二、化学性质（主要是盐溶液的性质）

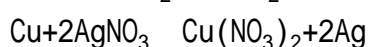
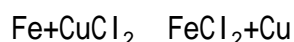
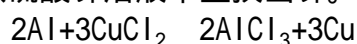
1. 盐和某些金属的反应

【实验 6—29】盐和某些金属的反应

取洁净的铝丝、铁丝、铜丝，分别插入盛有 CuCl_2 、 AgNO_3 、 ZnSO_4 溶液的试管中，观察发生的现象（见图 6—25）。

浸入图 6—25 中（1）（2）试管的铁丝和铝丝表面都覆盖着红色物质，浸入（3）试管中的铜丝表面覆盖一层银白色物质，浸入（4）试管的铜丝表面无变化。

由实验得知：铁和铝可以从氯化铜溶液中置换出铜，铜可以从硝酸银溶液中置换出银，但不能从硫酸锌溶液中置换出锌。



Cu 和 ZnSO_4 不反应

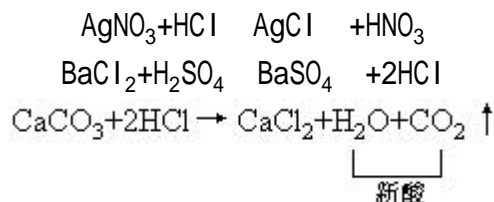
我们可以用金属活动性顺序解释上述反应。在金属活动性顺序表中，排在前面的金属可以把排在后面的金属从它们的盐溶液中置换出来， Al 、 Zn 、 Fe 均排在铜前，比铜活泼，而银排在铜后面，没有铜活泼，所以活泼的铝、铁可以把比它不活泼的铜从铜盐溶液中置换出来，铜也能把比它不活泼的银从银盐溶液中置换出来。

早在我国西汉时期的古书中已有“胆矾水遇铁析出铜”的记载。宋朝时已用此法炼铜，即“胆铜法”，此法是湿法冶炼铜的先驱。

2. 盐和酸的反应

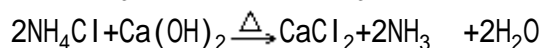
盐跟酸反应，一般生成新盐和新酸

如：



3. 盐和碱的反应

盐跟碱反应，一般生成新盐和新碱。



4. 盐和另一种盐的反应

【实验 6—30】盐和另一种盐的反应

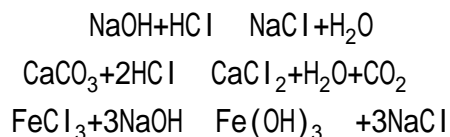
在一支盛有 3 毫升氯化钠溶液的试管里滴入几滴硝酸银溶液，在另一支盛有 3 毫升硫酸钠溶液的试管里滴入几滴氯化钡溶液，观察有什么现象发生。

两支试管中都有白色沉淀产生。化学方程式如下：



两种盐起反应，一般生成另外两种盐。

通过学习，我们知道了酸、碱、盐之间存在着相互反应的关系；从以上反应看，它们都是两种化合物相互交换成分，产生另外两种化合物的反应，化学上把这类反应叫做复分解反应。如：



如果把氯化钠稀溶液和硝酸钾稀溶液混合在一起，既没有沉淀析出，也没有气体放出或水生成，实际上并没有发生复分解反应。

中和反应是复分解反应的一种。

复分解反应发生的条件：即有的反应中生成沉淀，有的反应中生成气体，还有的反应中生成水，只要具备这三个条件中的一条，复分解反应即能发生。

【习题】

一、用短线把下列各种盐的化学式跟它所属的类别连接起来。

正盐	NaCl	钠盐
酸式盐	NH ₄ Cl	铵盐
无氧酸盐	NaHSO ₄	硫酸盐
含氧酸盐	NH ₄ HCO ₃	盐酸盐

二、选择题。

1. 今有失去标签的烧碱、食盐、盐酸三种溶液，只用一种试剂就能把它们鉴别出来，这种试剂是 ()

- (A) 锌粒
- (B) 硝酸银
- (C) 石蕊试液
- (D) 胆矾

2. 纯碱属于 ()

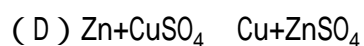
- (A) 碱
- (B) 碱式盐
- (C) 金属氧化物
- (D) 正盐

3. 在盛有下列物质的烧杯里，加入过量的盐酸，能得到无色溶液的是 ()

- (A) 氢氧化铜
- (B) 苛性钠
- (C) 硝酸银
- (D) 氢氧化铁

4. 下列反应属于复分解反应的是 ()

- (A) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- (B) $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CO}$
- (C) $2\text{HNO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



三、填空题。

1. 有 A、B、C 三种金属，将 A 和 B 浸入稀硫酸中，A 溶解而 B 不溶解，再将 C 浸入 A 的硝酸盐溶液中，其表面有 A 析出，则三种金属的活动顺序是_____。

2. _____ 叫复分解反应，若能生成_____，或_____，或_____，那么复分解反应就可以发生，否则就不能发生。

四、判断下列化学反应能否发生，能发生的写出化学方程式，不能发生的说明理由。

- (1) 铜和碳酸钠溶液
- (2) 盐酸和碳酸钡
- (3) 氢氧化钾和硝酸铜溶液
- (4) 氯化钡溶液和硝酸钠溶液

五、300 毫升稀盐酸（密度为 1.03 克 / 厘米³、质量分数为 6%）和足量的硝酸银反应，生成氯化银的质量是多少？

第六节 化学肥料

化学肥料是用矿物、空气、水为原料，经过化学加工制成的。在农作物中的化学元素主要有 C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、Mn、Fe、Zn、B、Cu、Mo 等十几种。B、Mn、Cu、Zn、Mo 等元素在农作物中需求量很小，称为微量元素。

化肥的种类很多，根据它们所含元素的种类，分为氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料和微量元素肥料等。

碳、氢、氧三种元素在空气和水中大量存在，容易满足农作物的需要，但氮、磷、钾三种元素在一般土壤中含量低，不能满足农作物的需要，所以要补充施肥。

几种重要的化肥

一、氮肥

氮肥能使作物枝叶茂盛，叶色浓绿，是需求量最大的一种化肥。

尿素含氮量最高（含氮约 40%），肥效缓慢而持久，对土壤没有不良影响。

硝铵含氮量约 35%，但撞击易爆炸。

北京地区农村施用的氮肥主要是尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 、碳铵 $[\text{NH}_4\text{HCO}_3]$ 、硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ ，此外氯化铵 (NH_4Cl) 、硝铵 (NH_4NO_3) 等也是重要的氮肥。这些氮肥都是白色晶体，易溶于水，含氮量各不相同。

碳铵、硫酸铵、硝铵和氯化铵的成分里都含有铵根离子 (NH_4) ，属于铵盐，所以统称铵态氮肥。它们有共同的性质，就是跟碱起反应时放出氨气而使肥效降低或失效。所以在贮存和施用，不要与石灰、草木灰（主要成分为 K_2CO_3 ）等碱性物质混合，否则会造成氮素的损失。

[实验 6—31] 铵盐和碱的反应

按图 6—27 组装好。给试管里的硫酸铵和消石灰混合物加热，把润湿的红色石蕊试纸贴在试管口，观察试纸颜色的变化。

二、磷肥

磷肥能促进作物根系发达，增强抗旱、耐寒能力，还能促使作物提早成熟，谷穗增多，籽粒饱满。

目前农村常用的磷肥有过磷酸钙（主要成分是磷酸二氢钙和硫酸钙）、重过磷酸钙（主要成分是磷酸二氢钙）和钙镁磷肥等。

重读 chóng

磷酸二氢钙能溶于水，易被植物吸收。过磷酸钙和重过磷酸钙不要和草木灰等碱性物质混合施用，以免降低肥效。

三、钾肥

钾肥能增强光合作用，促进糖类的合成和运转，使作物生长茁壮、茎秆粗硬，增强抗病、抗倒伏、抗旱、抗寒能力，还可促使早熟。

目前农村常用的钾肥主要有草木灰（主要成分为碳酸钾和少量钙、镁、磷的化合物以及硫酸钾、氯化钾等）。

碳酸钾易溶于水，溶于水后呈碱性。所以堆放草木灰要防止雨淋，不要跟铵态氮肥混用，以免降低肥效。

磷酸二氢钾（ KH_2PO_4 ）的组成中既有钾元素又有磷元素，我们把这种含有两种或两种以上营养元素的化肥叫做复合肥料。

把含有植物所需微量元素的肥料叫做微量元素肥料，如 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 及 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等。

【习题】

一、选择题。

- 下列物质受热分解，生成物全部为氧化物的是（ ）
(A) KClO_3
(B) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
(C) CaCO_3
(D) KMnO_4
- 下列物质中，含氮的质量分数最高的是（ ）
(A) NH_4HCO_3
(B) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
(C) NH_4NO_3
(D) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

二、填空题。

- 农作物生长常需补施的肥料是指____，复合肥料是指_____。
- 能使作物枝叶茂盛，叶色浓绿的化肥是____，能使作物生长茁壮、增强抗倒伏能力的化肥是____，能使作物谷穗增多、籽粒饱满的化肥是_____。

选学

农药

农药主要用来防治农作物的病、虫、鼠、草害。农药对于农业丰收等方面起着重要作用。

1. 农药的种类

(1) 杀虫剂：用于防治咬食作物的害虫的药剂，如乐果、抗蚜威、除虫菊酯。

(2) 杀菌剂：用于防治作物疫病的药剂，如波尔多液、稻瘟净等。

(3) 杀鼠剂：用于杀灭鼠类的药剂，如磷化锌、敌鼠钠盐等。

(4) 除草剂：用于除去农田中杂草的药剂，如除草醚、盖草能等。

2. 农药的施用方法

使用农药的方法有喷雾法、喷粉法、泼浇法、浸种或浸苗法、拌种法、毒饵法等。

3. 农药的安全使用

(1) 尽可能选用高效、低毒、低残留的农药，因为农药能毒死害虫，杀灭病菌和去除杂草，也能污染空气和环境，毒害人畜。

(2) 施用的剂量要合理，既能达到预期效果，又不至于引起对作物的药害和对环境的污染。

(3) 施用时间要合理，要保证最后一次施药离收获时间的一定天数，否则农药残毒未消，损害人体健康。

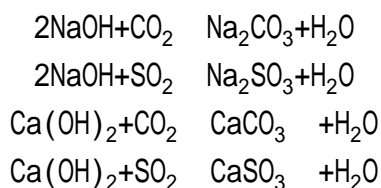
(4) 施用农药要注意安全。工作人员要佩戴口罩、橡胶手套、防护镜等防护用品。

第七节 氧化物

二氧化碳是一种氧化物，它能使紫色石蕊试液变成红色，因为二氧化碳与水反应生成碳酸。氧化钙也是一种氧化物，它跟水反应后得到的溶液能使紫色石蕊试液变成蓝色，这是因为氧化钙与水反应生成氢氧化钙的缘故。

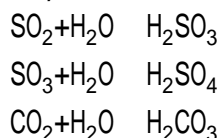
酸性氧化物

在学习碱的性质时，已经知道了 CO_2 、 SO_2 可以跟 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应，生成盐和水。

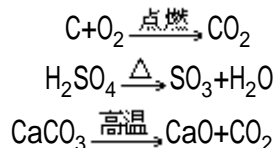


化学上把能够和碱作用生成盐和水的氧化物叫酸性氧化物。非金属氧化物多数为酸性氧化物。

多数酸性氧化物能与水化合，生成含氧酸：



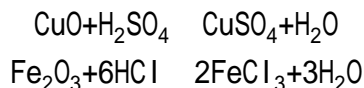
酸性氧化物常用非金属和氧气化合或用一些含氧酸及其盐的热分解反应等方法制取。



酸性氧化物又叫“酸酐”，因为它们是酸失去水以后的生成物。

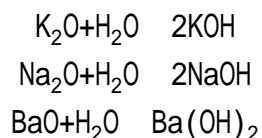
碱性氧化物

在学习酸的性质时，知道了氧化铜、氧化铁可以和酸作用生成盐和水。



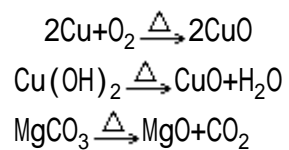
化学上把能够与酸作用生成盐和水的氧化物叫做碱性氧化物。金属氧化物大多数是碱性氧化物。

大多数碱性氧化物不能直接和水化合，只有氧化钾 (K_2O)、氧化钠 (Na_2O)、氧化钙 (CaO)、氧化钡 (BaO) 等少数几种碱性氧化物能和水直接化合生成碱：



碱性氧化物常用金属和氧直接化合或某些碱以及某些含氧酸盐的热分解

来制取。



【习题】

一、写出下列反应的化学方程式。

1. 三氧化硫和水反应
2. 氧化钡和水反应
3. 氧化铁和盐酸反应
4. 氢氧化钾溶液中通入二氧化碳

二、如果某氧化物不溶于水，怎样确定它是哪一类氧化物？

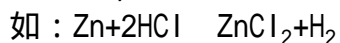
三、有一种化合物既能和某些碱性氧化物作用又能和某些酸性氧化物作用，但生成物不是盐和水，这种化合物是_____。

第八节 单质、氧化物、酸、碱、盐相互之间的重要反应

一、常见的两种置换反应

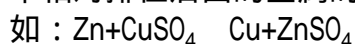
1. 金属和酸的置换反应

在金属活动性顺序表中排在“氢”前面的金属和盐酸或稀硫酸作用，生成盐和氢气，



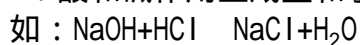
2. 金属和盐的置换反应

金属活动性顺序中相对排在前面的金属（除 K、Ca、Na）和金属活动性顺序中相对排在后面的金属的盐溶液作用，生成新盐和新金属。

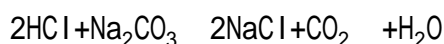
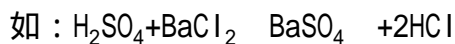


二、常见的四种复分解反应

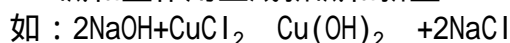
1. 酸和碱作用生成盐和水



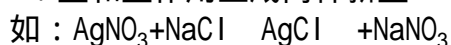
2. 酸和盐作用生成新酸和新盐



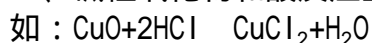
3. 碱和盐作用生成新碱和新盐



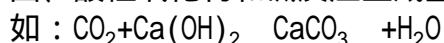
4. 盐和盐作用生成两种新盐



三、碱性氧化物和酸反应生成盐和水



四、酸性氧化物和碱反应生成盐和水



【习题】

写出下面一系列变化的化学方程式（不能重复）：

本章小结

一、酸

酸 { 组成：氢原子和酸根
通性：与指示剂、活泼金属、碱性氧化物、碱、盐的反应
常见的酸：盐酸、硫酸、硝酸和磷酸

二、碱

碱 { 组成：氢氧根和金属原子
 通性：与指示剂、酸性氧化物、酸、盐的反应
 常见的碱：氢氧化钠和氢氧化钙

三、盐

组成：金属（或铵根）离子和酸根离子

分类：正盐、酸式盐、碱式盐等

性质：盐₁ + 金属₁ 盐₂ + 金属₂

盐盐₁ + 酸₁ 盐₂ + 酸₂

盐₁ + 碱₁ 盐₂ + 碱₂

盐₁ + 盐₁ 盐₂ + 盐₂

四、氧化物

氧化物 { 酸性氧化物
 碱性氧化物

五、金属活动性顺序表

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

六、溶液的酸碱度用 pH 表示

	酸性	中性	碱性
pH	< 7	= 7	> 7

七、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。

复习题

【A 组】

一、选择题。

1. 下列电离方程式正确的是 ()

(A) $AlCl_3 = Al^{+3} + 3Cl^{-1}$

(B) $H_2SO_4 = H_2^+ + SO_4^{2-}$

(C) $Ba(OH)_2 = Ba^{2+} + OH^{2-}$

(D) $Fe_2(SO_4)_3 = 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$

2. 能使石蕊试液变蓝的是 ()

(A) pH < 7 的溶液

(B) pH = 7 的溶液

(C) 使酚酞变红的溶液

- (D) 蒸馏水
2. 下列物质相混合，能得到氢氧化铜的是 ()
- (A) 氧化铜和水
- (B) 铜和氢氧化钠
- (C) 氧化铜和氢氧化钠
- (D) 氯化铜溶液和烧碱溶液

二、填空题。

1. 填写下表

物质名称	俗称	化学式	色态	分类
氯化钠				
	盐酸			
碳酸氢铵				
	熟石灰			
碱式碳酸铜	铜绿			
	胆矾			
氧化钙				

2. 向足量的稀硫酸中加入少量氧化铜和铜的混合物，加热后冷却过滤，在滤纸上有_____，在滤液中的溶质有_____，反应方程式为_____。

3. 从 CaO 、 H_2O 、 Zn 、 H_2SO_4 、 BaCl_2 、 CuSO_4 、 NaOH 这几种物质中，选出适当的物质，按下列要求写出化学方程式：

(1) 化合反应：_____

(2) 分解反应：_____

(3) 置换反应：_____

(4) 复分解反应：

酸+盐_____

碱+盐_____

酸+碱_____

盐+盐_____

三、计算题。

1. 在 70 克 10% 的盐酸中加入 30 克 10% 的氢氧化钠溶液，混合液中滴入石蕊试液，溶液呈什么颜色？

2. 某工厂用废铁屑与硫酸起反应，制取硫酸亚铁。现有质量分数为 20% 的硫酸溶液 9.8 千克和足量的废铁屑反应，可生成 FeSO_4 多少千克？

【B 组】

一、从 H、O、C、Na 四种元素中选择适当的元素，组成可能得到的物质的化学式各一个，填入相应的空格：

1. 酸_____ 2. 碱_____

3. 盐_____ 4. 酸性氧化物_____

5. 碱性氧化物_____

二、写出五种制取氯化镁的方法。（用化学方程式表示）

三、写出下列化学方程式，并指出反应类型。

1. 钠在氯气中燃烧
2. 氯酸钾与二氧化锰混合加热
3. 锌和稀硫酸反应
4. 烧碱和硫酸反应
5. 石灰石和稀盐酸反应
6. 二氧化碳和灼热的木炭反应
7. 二氧化碳与水反应
8. 煅烧石灰石
9. 石灰水与纯碱溶液反应

四、计算题。

称 5 克食盐水，注入烧杯中，滴入硝酸银溶液到不能再产生沉淀为止，把得到的氯化银沉淀充分干燥后称量，质量为 0.1 克，求这种食盐水中氯化钠的质量分数。

第七章 铁和其它金属

本章要点

- 铁的性质
- 生铁和钢钢铁的腐蚀和防护
- 我国钢铁工业的发展
- 铜和铝及其合金的应用

钢铁是人类的现代生活和生产中应用最广泛，需求量最大的金属材料，素有“工业的骨骼”之称，钢铁产量是一个国家工业发达程度的重要标志。1949年我国钢产量是15.8万吨，1996年底已突破了1亿吨（约为1949年钢产量的630倍）。钢产量为世界第一、约占世界总产量的12%。这种罕见的发展速率，充分说明了社会主义制度的优越性。

随着科学技术的发展，铜、铝及其合金的需求量也迅速增长，在电器、仪表、汽车、飞机的制造和军工生产等方面都有广泛的应用。因此需要了解有关钢铁和铜、铝的一些基本知识。

在冶金工业上，常把金属分为“黑色金属”和“有色金属”两大类。

黑色金属是指铁、锰以及铁合金。

有色金属是指黑色金属以外的其它金属。

第一节 铁的性质

物理性质

纯净的铁是具有金属光泽的银白色固体，熔点1535℃，沸点2750℃，密度为7.86克/厘米³，有良好的延展性，能被磁铁吸引。工业上常利用纯净的铁做电磁铁。

化学性质

铁在一定条件下能与许多物质发生化学反应。如：

1. 铁和氧气反应：

在常温下，铁很难与干燥空气中的氧气化合，但灼热的铁丝可在氧气中剧烈燃烧，生成黑色的四氧化三铁。



2. 铁和硫反应：

[实验7—1] 铁和硫的反应

隔着一张纸片用磁铁靠近还原铁粉，观察现象。然后将干燥的还原铁粉与研细的硫粉按质量比为3:2混合均匀，在石棉网上铺成FeS式样。取一根约30厘米长的玻璃棒，将其一端在酒精灯上烧红后迅速插入该混合物中，如图7—1所示，观察现象。待生成物冷却后，再用磁铁靠近产物，观察现象。

用红热的玻璃棒点燃铁和硫的混合物，可以看到铁和硫立即化合并放

热，呈红热状态，红热部分逐渐扩大到全部，最后得到黑色的固体硫化亚铁。



反应前的铁粉可以被磁铁吸引，反应后生成的硫化亚铁不能被磁铁吸引，表明它不具有磁性。

3. 铁和某些酸的反应：

[实验 7—2] 铁和盐酸、硫酸的反应

取三支试管分别放入少量铁屑，然后再分别加入约 2 毫升稀盐酸、稀硫酸和浓硫酸。如图 7—2 所示，观察现象。

铁和稀盐酸、稀硫酸接触后，立即产生氢气，同时生成浅绿色的氯化亚铁、硫酸亚铁溶液。



因此使用铁制品时，应避免与稀盐酸和稀硫酸接触。

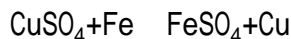
浓硫酸和铁接触无明显变化，这是因为在常温下浓硫酸能使铁表面形成一层致密的保护膜，可阻止内部金属继续和硫酸起反应。所以常使用铁罐贮运冷的浓硫酸。

4. 铁和某些盐溶液的反应

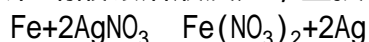
[实验 7—3] 铁和硫酸铜溶液的反应

取一支试管加入约 2 毫升硫酸铜溶液，插入一根洁净的粗铁丝，过一会儿取出，观察粗铁丝表面有什么现象。如图 7—3 所示。

插入硫酸铜溶液中的粗铁丝表面覆盖了一层红色的铜，溶液由蓝色逐渐变成浅绿色。



除此之外，铁还可以和硝酸银溶液反应，置换出银。



实验证明：铁能将金属活动性顺序中位于铁之后的金属从其盐溶液中置换出来。

【习题】

一、选择题。

- 下列金属属于黑色金属的是 ()
(A) 银
(B) 铜
(C) 铁
(D) 铅
- 铁片放入下列溶液中，片刻后取出，铁片质量增加的是 ()
(A) HgCl_2
(B) H_2SO_4
(C) ZnSO_4
(D) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

二、铁和下列物质能否反应？若能反应，写出反应的化学方程式。

1. 氧气 2. 硫 3. 盐酸 4. 硫酸镁

三、如何除去铜粉中混有的少量铁粉？

四、用铁粉和质量分数为 15% 的硫酸铜溶液充分反应，得到 50 克铜，计算消耗铁粉和硫酸铜溶液的质量。

第二节 生铁和钢

纯铁并不多见，常用于铸造工具和制造机械的是生铁和钢。

生铁

生铁是铁矿石(如赤铁矿主要成分是 Fe_2O_3 、磁铁矿主要成分是 Fe_3O_4 等)与焦炭在炼铁炉中反应而得到的。生铁中除含铁外，还熔有碳、硅、锰、硫、磷等杂质，生铁是一种铁碳合金。生铁一般可分为白口铁、灰口铁和球墨铸铁三种(图 7—4 为其放大图像)，其性能和用途见表 7—1。

表 7—1 生铁的分类及比较

类别	颜色	机械性能	用途
白口铁	断口呈暗白色	硬而脆	炼钢原料
灰口铁	断口呈深灰色	强度差，不能锻轧	铸造各种铸件
球墨铸铁	断口呈深灰色	有较高的机械强度和韧性，可部分地代替钢	代替钢铸造机械齿轮和轴承零件

合金

化学上把一种金属和其它金属或非金属熔合在一起所形成的具有金属特性的物质叫合金。

钢

由于生铁中杂质多，所以硬而脆，弹性和韧性较差，不利于机械加工。为了改善这一性能，必须降低生铁中的含碳量，调整硅、锰的含量，除去硫、磷等有害杂质，使生铁转化成钢，所以普通钢也是铁碳合金。生铁和钢的成分和性能比较，见表 7—2。

表 7—2 生铁和钢的比较

类别	含碳量(%)	杂质含量	机械性能
生铁	2.11 ~ 4.30	硫、磷多	硬而脆，可以铸造，不可以锻打
钢	0.03 ~ 2.11	硫、磷少	坚硬、有韧性、弹性，可以锻打、压延、抽丝和铸造

依据化学成分，钢可分为碳素钢和合金钢。在碳素钢中加入一种或几种其它元素，就制成符合特殊需要的合金钢。如：常见的有不锈钢、锰钢、硅钢、钨钢。其各自的成分和用途见表 7—3。

金属特性

主要是指金属的某些共同的物理性质。如金属光泽、延展性、硬度以及导热、导电等方面的性质。

表 7—3 合金钢的分类及其比较

	分类	钢中加入适量其它元素	主要特性	用途
合金钢	锰钢	锰	韧性好、硬度大	制钢轨、轴承、钢磨、自行车架等
	不锈钢	铬、镍	耐腐蚀	制医疗器械、容器、炊具等
	硅钢	硅	导磁性强	制变压器、发电机的铁芯等
	钨钢	钨	硬度大、耐高温	制刀具等

钢铁锈蚀

[实验 7—4] 铁的锈蚀

将三根洁净的铁钉分别放入三支试管中。向第一支试管中加入少量自来水，使铁钉的一部分浸入水中，另一部分暴露在空气中；向第二支试管中加满煮沸并迅速冷却的水，塞紧塞子；向第三支试管中加入少量固体氯化钙干燥剂后塞紧塞子。如图 7—4 所示。

五、六天后，第一支试管中的铁钉露在空气中的部分，表面形成一层红褐色的铁锈。这是因为钢铁是由铁、碳等元素组成的，在潮湿的空气中由于受水、氧气、二氧化碳等物质的作用，表面很容易生成铁锈（主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ），铁锈疏松多孔，因而使内层的铁继续被腐蚀，出现层层脱落现象。第二支试管中的铁钉没有锈蚀，原因是冷开水中溶有的氧气很少，锈蚀很难进行。第三支试管中的铁钉洁净如初，这说明在干燥的空气中，铁不容易被锈蚀。

钢铁的防护

防止钢铁生锈最简单的方法是使钢铁与空气、水隔绝，经常保持钢铁制品表面的干燥和洁净。通常采取的措施是：在钢铁制品表面涂矿物性油脂、油漆（见图 7—6）或覆盖搪瓷、塑料等，还可以用电镀、热镀、喷镀等方法。如常用的白铁皮就是在薄钢板的表面热镀上一层锌；做罐头用的马口铁就是在薄钢板的表面热镀上一层锡；自行车钢圈就是用电镀的方法镀上一层耐腐蚀、耐磨的铬。

我国钢铁工业的发展

我国是发明铸铁冶炼最早的国家。早在战国时期发明鼓风炼铁技术，采用人工压动皮风囊鼓风。到了汉代出现了牛、马带动皮风囊鼓风，到了东汉初年，发明了水力鼓风囊。这种鼓风炼铁技术，比欧洲早一千二三百多年。到了明代又发明了活塞式木风箱（见图 7—7），提高了风压和风量，增加了冶炼产量。

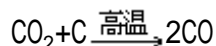
我国近代钢铁工业从 1890 年汉阳钢铁厂的建立，到 1949 年全国的钢铁企业近 36 个，钢产量为 15.8 万吨，占世界第 26 位。1988 年全国生铁产量达到 5704 万吨、钢产量是 5943 万吨。1994 年全国钢产量超过 9000 万吨，仅次于俄、日、美三国，居世界第四位。1996 年全国钢产量突破 1 亿吨，钢产量为世界第一。钢铁产品品种 1949 年是 100 多个钢种，400 多个规格的钢材，1992 年发展到 1000 多个钢种，20 万多个规格的钢材。我国的炼钢生产技术和科研工作在研究改善钢的质量，开发新的钢种，建立新的合金钢系列，钢铁工业真正成为我国国民经济的支柱。

[选做实验] 一氧化碳还原氧化铁

选学

生铁的冶炼

现代生产过程是以铁矿石、焦炭、石灰石（助熔剂）和空气为主要原料，在高温下通过焦炭和氧气反应，产生的一氧化碳还原铁矿石而得到铁。



炼铁一般是在高炉（见图 7—9）里连续进行的。将原料按一定比例组成炉料，由炉顶填入炉内，再由炉下部进风口吹入来自热风炉的热空气，反应生成的铁水定时从炉下部的出铁口流出。从炉顶排出的气体叫高炉煤气，是一氧化碳、二氧化碳和氮气等组成的混合气体。经过净化处理后，可作气体燃料。

【习题】

一、选择题。

1. 生铁具有的性能是 ()
- (A) 硬
- (B) 脆
- (C) 韧

(D) 软

2. 钢具有的性能是 ()

(A) 硬而脆

(B) 坚而韧

(C) 可铸可锻

(D) 可铸不可锻

二、填空题。

1. 生铁中含碳量为_____ ; 钢的含碳量是_____ ; 合金钢分为_____、
_____、_____、_____ ; 生铁一般可分为_____、_____、_____。

2. 高炉炼铁的主要原料是_____ ; 在炼铁过程中, 起还原作用的物质是_____ ; 起氧化作用的物质是_____。

三、计算题。

1. 将 15 克铁碳合金样品置于氧气流中灼烧得 0.3 克二氧化碳, 问此样品含铁的质量分数是多少? 它是生铁还是钢?

2. 现有含 Fe_2O_3 80% 的赤铁矿 40 吨, 可炼出含杂质 4% 的生铁多少吨?

第三节 铝和铜

铝

铝是地壳中含量最多的金属元素，在 100 多年前金属铝曾被称为“银色的金子”，比黄金还要珍贵。

1886 年电解法制铝获得成功后，铝的价格一落千丈，逐步成为物美价廉的商品。

我国铝矿资源比较丰富，以河南、山西、贵州等地最多，炼铝工业也比较集中。

纯净的铝是具有银白色光泽的金属，有良好的延展性，制成铝箔可包装糖果等。

铝的导电性仅次于银和铜(导电率为铜的 64% ,密度小 2.70 克 / 厘米³ ,为铜的 30%)，因而铝广泛地代替铜做电缆。

铝有良好的导热性，大量用于制做炊具，还可以做太阳能的吸收装置。

纯铝中掺进适量镁、锰、铜等金属，冶炼出的铝合金硬度大，是制造飞机、汽车的良好材料，用铝合金制成的军用快艇因不具磁性，不会受磁性水雷袭击。

常温下铝很容易被空气中的氧气氧化，在其表面生成厚度为 1×10^{-4} 毫米致密氧化铝薄膜，保护内层金属不再锈蚀，所以铝有很强的抗腐蚀能力。

铝在高温下具有很强的夺氧能力，可将氧化铁中的氧夺取过来，跟氧结合的同时将铁还原出来，并放出大量的热，利用这一性质可冶炼钨、钒、锰等高熔点金属或焊接钢轨。

目前我国最大的电解铝厂是贵州铝厂，最大的氧化铝厂是郑州铝厂，最大的铝加工厂是东北轻合金加工厂。从今后的发展看，全国最大的铝联合企业将是位于河南的“长城铝业公司”。



铜

纯铜呈紫红色，熔点 1083.4 ，沸点 2567 ，密度 8.92 克 / 厘米³，具有良好的延展性。1 克纯铜可拉成 3000 米细铜丝或压延成面积为 10 平方米几乎透明的铜箔。

纯铜的导电性仅次于银，但比银便宜得多，所以当今世界一半以上的铜用于电力和电讯工业上。

铜是不活泼的金属，在金属活动性顺序中排在氢之后，所以它和稀盐酸、稀硫酸均不反应。

铜在干燥的空气中化学性质比较稳定，但在潮湿的空气中可被腐蚀，其表面生成一层绿色的铜锈，它的主要成分是碱式碳酸铜[$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$]。铜在经常接触空气并受热的情况下也可以生成黑色氧化铜或砖红色的氧化亚铜。

铜的合金主要有黄铜、青铜和白铜，它们的组成、性质和用途见表 7—4。

表 7—4 铜合金的分类及其比较

分类	成分	性质和用途
黄铜	铜、锌	质硬，可制作机器、弹壳、艺术品等
青铜	铜、锡	硬，化学性质稳定，光泽持久，可制作精致的工艺品等
白铜	铜、镍	耐腐蚀，有一定的强度，可制作医疗器材、精密仪器、化工零件等

选学

21 世纪金属——钛

钛为银灰色金属，质软，有延展性。熔点 1660 ，沸点 3287 ，密度 4.5 克 / 厘米³。导电和导热性差。钛能和大多数金属形成合金，金属钛中加入其它金属可以增加钛的强度，钛合金强度比许多合金钢还强。

钛具有优异的抗腐蚀性。常温下，金属钛表面容易形成一层保护性氧化膜，不受水、硝酸、稀硫酸、稀盐酸和稀碱溶液的侵蚀，对海水的抗腐蚀能力特别强。氢氟酸、磷酸和一定质量分数的碱溶液对钛有侵蚀作用。

在高温时钛能和大多数非金属单质直接化合，如氢、氧、氮、碳、硫和卤素等。钛在地壳中的含量为 0.6%，占第 9 位。

钛具有密度小、耐高温、耐腐蚀等特性。钛合金强度高，大量用于制造超音速飞机的结构部件，也用于制造火箭发动机壳体、人造卫星壳体等，还可用于制造船舶及潜艇的各种部件。用钛合金制造火炮、坦克等，既能减轻重量，又很耐用。钛在化工生产中常用于制造热交换器，在电子工业中用做除氧剂。钛对人体无毒，也不和人体肌肉和骨骼发生反应，在医学上称为“亲生物金属”。因此广泛用做医疗器械以及人工关节、人工心瓣、人造齿根等。近年来全世界对钛的需求日益增长。被誉为 21 世纪金属。我国的钛矿资源比较丰富。

【习题】

一、地壳中含量最多的金属元素是_____，其次是_____。

二、把下列第一行用途与第二行有关的性质用短线连接起来。

制电缆 制铝箔 用铝壶烧水 金属铝做反光镜

金属的延展性 金属光泽 金属的导电性 金属的导热性

三、用化学方程式完成下列转化

Cu CuO CuSO₄ Cu(OH)₂ CuCl₂

选学

一、金属元素和人体健康

金属元素对人体健康有极其重要的作用，不足或过量都会引起疾病。表7—5 列出一些人体必需的金属元素对人体健康的影响。

表 7—5 一些金属元素对人体健康的影响

元素名称	主要功能	对人体健康的影响
钠	维持细胞外液的通透性，使神经细胞对外界刺激的反应维持正常等	缺乏：头痛、肌肉痉挛，恶心等 过量：心力衰竭、肾脏衰竭、水肿、高血压等

续表

元素名称	主要功能	对人体健康的影响
钾	维持细胞的新陈代谢及神经细胞对外界刺激的正常反应等	缺乏：神志不清、心律不齐等 过量：疲乏无力，虚弱、心肌收缩力降低，引起心脏病等
钙	骨骼和牙齿的主要成分，促进肌肉和神经的正常兴奋等	缺乏：抽搐、软骨病、佝偻病等 过量：精神紊乱，结石等
铁	与血红蛋白结合担负着给各组织器官输送氧的任务	缺乏：导致贫血从而影响人体的全面生理功能，引起感觉神经性耳聋 过量：肝脏、肾脏中毒
锌	参与各种代谢活动对于伤口愈合尤为重要	缺乏：食欲不振，儿童生长停滞，味觉消退，毛发变浅。侏儒症，儿童缺锌引起发育迟缓，影响智力和视力等 过量：呕吐、腹痛、腹泻等

人体里的微量元素

在人体里，质量分数在 0.1%以下的元素，称为人体里的微量元素。一般认为：人体里必需的微量元素有 9 种，即：铁、氟、锌、铜、铬、锰、碘、钼、钴。这些人体里必需的微量元素，对生命的正常代谢是很重要的，缺了不可，多了也会出现病态。

还有一些金属元素是对人体健康有害的，能诱发疾病甚至引起死亡。

铅是一种重金属，污染性较大的毒物。它能破坏血液，使红血球分解，同时通过血液扩散到全身器官和组织并进入骨骼，造成挠骨神经麻痹及手指震颤症，严重时会导致铅毒性脑病而死亡。古罗马人曾使用铅制器皿贮藏糖和酒，用金属铅铸造水管，导致食品和水中含铅量增高，引起慢性中毒。死亡后尸骨上留有硫化铅黑斑，就是例证。

目前，很多汽车已不使用四乙基铅做汽油的抗震剂，这样可以避免汽车尾气排出含铅的化合物，减少铅对大气的污染。

镉中毒可使肌肉萎缩关节变形，骨骼疼痛难忍，不能入睡，发生病理性

骨折，以致死亡。镉的主要来源是工厂排放的含镉废水进入河床，灌溉稻田，被植株吸收并在稻米中积累，若长期食用含镉的大米，或饮用被镉污染的水，容易造成“骨痛病”。

汞是一种剧毒物质。汞蒸气通过接触或呼吸进入人体，会使神经中枢破坏而神经失常，坐立不安，痛苦万分。因此防治汞污染十分重要。

北京市率先成为我国使用无铅汽油的城市。

从 1998 年 1 月 1 日起，全市所有加油站已禁止销售含铅汽油。这一举措使北京市率先成为我国推广使用无铅汽油的城市。

北京市政府禁用含铅汽油的规定，堵住了大气中铅污染的来源，保护了人民群众的身体健康。使北京市的物质文明和精神文明建设又上了一个新台阶。

二、元素周期表简介

至今为止，人们已经发现了 112 种元素，这些元素间有没有内在的联系和规律呢？

自 19 世纪以来，科学家们就开始从事元素知识的归纳和总结工作，试图从中找出规律性的东西，为此做了大量的工作。在前人工作的基础上，1869 年俄国化学家门捷列夫 (D. I. Mendeleev) 把已发现的 63 种元素按相对原子质量由小到大的顺序排成一长列，他发现在某种元素之后，每隔几种元素便有一种元素的性质与这种元素相似，如：

元素名称：	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟
元素符号：	Li	Be	B	C	N	O	F
相对原子质量：	7	9.4	11	12	14	16	19
元素名称：	钠	镁	铝	硅	磷	硫	氯
元素符号：	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
相对原子质量：	23	24	27.4	28	31	32	35.5

其中锂与钠的性质相似，都是+1 价金属元素；铍与镁的性质相似，都是+2 价金属元素……。进而总结出：元素及其化合物的性质随着元素相对原子质量的增加而呈周期性的变化。这就是著名的元素周期律，它的具体表现形式是元素周期表。当时的周期表对尚未发现的元素留有空位，以后经过许多科学家的补充、修改、逐步形成了现在的元素周期表（见书后 265 页）。

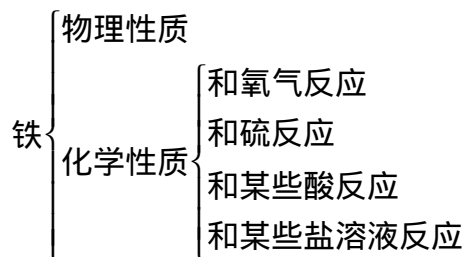
元素周期表从左到右是按元素的核电荷数由小到大依次排列的，排列的顺序叫做原子序数。元素周期表形式很多，常见的是平面型的长式周期表（长表）。长表将元素横的分七个周期，每个周期（第一周期除外）从碱金属元素开始到稀有气体结束。表中每一纵行为一族（或类），共 16 个族，还有两个横列为镧系和锕系。一般来讲，同周期元素的性质随着原子序数递增而递变，同族元素则具有相似性。

A、 A.....等为主族， B、 B.....等为副族。

铁、钴、镍
钌、铑、钯
钨、铼、铂 } 为

本章小结

一、铁的性质



二、生铁和钢

1. 生铁和钢都是铁的合金。
2. 铁的合金的分类：



三、钢铁的锈蚀和防护

1. 钢铁的锈蚀：钢铁在潮湿的空气中，由于受水、氧气、二氧化碳等物质的作用，表面很容易形成铁锈。

2. 钢铁的防护：

四、生铁的冶炼

1. 原料：铁矿石、焦炭、石灰石、空气。
2. 主要反应：在高温下用一氧化碳还原氧化铁制出铁。



3. 设备：高炉。

复习题

【A组】

一、选择题。

1. 铁在氧气中燃烧，生成物是 ()

- (A) FeO
(B) Fe₃O₄
(C) Fe(OH)₃
(D) Fe₂O₃
2. 在铁的合金中，生铁的含碳量是 ()
(A) 大于 0.03%
(B) 小于 2%
(C) 在 0.03% ~ 2% 之间
(D) 在 2% ~ 4.2% 之间
3. 利用铝合金制做钥匙是利用铝合金的 ()
(A) 熔点低
(B) 不易腐蚀
(C) 硬度大
(D) 密度小
4. 钢铁可以用来建造桥梁是因为它 ()
(A) 有导热性
(B) 具有磁性
(C) 是坚硬的金属
(D) 不易被腐蚀
5. 钢铁在下列哪种情况下易生锈 ()
(A) 干燥空气中
(B) 潮湿空气中
(C) 煮沸的冷却水中
(D) 涂上一层植物油
6. 下列说法中错误的是 ()
(A) 生铁和钢都是铁的合金。
(B) 在常温下铁和浓硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气。
(C) 纯铁是银白色的金属。
(D) 铁的导电能力比铜、铝强。
7. 下列物质各 1 克，分别与足量盐酸反应，产生氢气最多的是 ()
(A) 铁
(B) 锌
(C) 铝
(D) 铜
8. 含氧化铁 90% 的赤铁矿，含铁的质量分数是 ()
(A) 85.6%
(B) 70%
(C) 75.5%
(D) 63%

二、填空题。

1. 铁屑溶于稀硫酸中，生成_____色溶液，此反应的化学方程式为_____。

2. 若铁锈的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 则用盐酸除铁锈的化学方程式为_____。

3. 常温时, 铝在空气中能和氧气反应生成一层_____的_____, 能阻止金属继续_____。所以铝有抗_____的性能。

4. 铝的下列用途主要是根据它的哪种性质。

(1) 导线_____。

(2) 制造飞机_____。

(3) 家用炊具_____。

(4) 包装用铝箔_____。

三、将第一行钢铁制品与第二行对应的防锈措施用线段连接起来。

钢铁制品: 水桶 菜刀 面盆 罐头盒 汽车 外壳

防锈措施: 镀锌 喷漆 涂油 搪瓷 镀锡

四、计算

1. 取 4 克钢样放在氧气流中灼烧, 完全反应后得到 0.074 克二氧化碳, 求钢样中碳的质量分数。

2. 用足量一氧化碳还原 200 克赤铁矿 (主要成分是 Fe_2O_3), 把生成的二氧化碳通入足量的澄清石灰水中, 可得 300 克沉淀。求赤铁矿中含 Fe_2O_3 的质量分数。

3. 1 千吨含 Fe_2O_3 85% 的铁矿石, 在冶炼过程中损失铁矿石 2%, 可炼出 96% 的生铁多少吨?

【B 组】

一、选择题。

1. 常温下既能使铁溶解又能使溶液质量增加的是 ()

- (A) 稀硫酸
- (B) 浓硫酸
- (C) 硫酸铜溶液
- (D) 氯化锌溶液

2. 相同质量的铁和锌分别与足量稀硫酸反应, 比较产生氢气量的结果是 ()

- (A) 铁多
- (B) 锌多
- (C) 一样多
- (D) 无法判断

3. 下列金属分别和 36.5 克 20% 的盐酸恰好完全反应时, 所需金属质量最小的是 ()

- (A) Fe
- (B) Al
- (C) Cu
- (D) Zn

4. 11.2 克金属和稀硫酸充分反应后, 有 0.4 克氢气逸出, 这种金属是 ()

- (A) 镁
- (B) 铁
- (C) 铜
- (D) 锌

5. 某三价金属氧化物 3.2 克和 5.88 克硫酸恰好完全反应，则此金属的相对原子质量是 ()

- (A) 24
- (B) 27
- (C) 56
- (D) 65

6. 在 100 克硫酸铜溶液中，放入一小块铁，待硫酸铜全部反应后，固态物质的质量增加 1 克，原硫酸铜溶液中硫酸铜的质量分数是 ()

- (A) 1%
- (B) 8%
- (C) 16%
- (D) 20%

7. 将金属 Y 和 E 分别放入稀硫酸中，Y 溶解、E 不溶解，将 E 放入 X 的盐溶液里，在 E 的表面析出 X，则这三种金属的活动性由弱至强的顺序是

- (A) $Y < E < X$
- (B) $X < E < Y$
- (C) $Y < X < E$
- (D) $E < X < Y$

二、简答题。

能否用铁桶盛硫酸铜溶液？为什么？

三、计算题。

1. 某高炉在炼铁过程中有 1% 的铁进入高炉炉渣而损失，问每日冶炼含 Fe_2O_3 80% 的赤铁矿 5000 吨，可得含杂质 4% 的生铁多少吨？

2. 某高炉年产生铁 500 万吨（设生铁中含铁 96%），生产过程中铁的损耗不计，问需要含铁 60% 的赤铁矿多少吨？

第八章 生活中的有机物

本章要点

- 甲烷的性质、用途
- 酒精的性质、用途
- 甲醇、醋酸、煤、石油、能源

有机物是有机化合物的简称。有机物指的是一类含有碳元素的化合物。如蔗糖、醋酸、酒精等。把一般不含有碳元素的化合物叫做无机化合物，简称无机物，如水、食盐、硫酸等。我们所熟悉的一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸盐（如碳酸钠、碳酸钙）等，这些化合物中虽然也含有碳元素，但是由于它们的组成和性质跟无机物很相似，因此不把它们当作有机物。

有机物比无机物的种类要多得多。目前已经知道的物质已超过一千万种，其中大部分是有机化合物，而绝大多数的有机物是人工合成的。

有机物跟我们的关系十分密切，日常生活中接触到的化合物绝大部分都是有机化合物。因此，我们应该了解一些关于有机物的基本知识，以适应现代社会生活和工作的需要。

最初，人们曾认为有机物只能来源于生物体，这种看法在 1828 年德国化学家维勒（F. Wöhler 1800—1882）在实验室里由无机物合成尿素以后而放弃。

第一节 燃料

煤、石油、天然气三种矿物燃料（也叫化石燃料）是当前我国能源的三大支柱。尤其是煤，更是我国工业生产和人民生活的主要燃料。

煤、石油、天然气都是古代的动植物因地质变化被埋入地层深处，在隔绝空气和高温高压作用下，经过千百万年的复杂变化逐渐形成的。

一、天然气

天然气是蕴藏在地下深处的可燃性气体，主要成分是甲烷（化学式 CH_4 ），按体积分数约为 80% ~ 97%。用棍棒搅动池沼底部的污泥，会看见一串串气泡从污泥中逸出水面（见图 8—1），这种气体叫沼气，在沼气里约含有 60% ~ 70% 的甲烷。煤矿的矿坑里也常有甲烷逸出。

甲烷主要是植物残体在隔绝空气的情况下分解而生成的。

1. 甲烷的性质

甲烷是没有颜色、没有气味的气体，极难溶于水，比空气轻，在标准状况下，它的密度为 0.717 克 / 升。

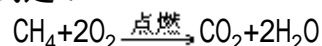
【实验 8—1】甲烷的燃烧

- （1）先检验甲烷的纯度，然后点燃甲烷，观察火焰的颜色。
- （2）在火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯（见图 8—2），片刻后，烧杯

壁上有什么出现？证明是什么物质？然后把烧杯迅速倒转过来，向烧杯内注入少量澄清的石灰水，振荡，观察石灰水的变化。

纯净的甲烷能像氢气那样在空气里安静地燃烧，火焰呈淡蓝色，生成二氧化碳和水，同时放出大量的热。

甲烷燃烧的化学方程式是：



甲烷在空气中的比例达到爆炸界限（5.3% ~ 14.0%）时，遇明火就会发生猛烈的爆炸。因此，在煤矿里要采取严禁烟火、注意通风等安全措施，防止发生爆炸事故。

在农村，把农作物的秸秆、杂草、人畜粪便等放在密闭的沼气池中发酵，就可以产生沼气，这对于解决农村燃料问题，改善农村环境卫生，提高农家肥料的质量以及发展农业生产具有重要意义。

为防治燃煤对大气的污染，北京等许多大城市正在逐步实现城市燃气化，在这方面，天然气的开发和利用占有重要地位。地质勘探表明，我国四川自贡，陕甘宁盆地和湖北潜江等地区都蕴藏有丰富的天然气资源。

2. 甲烷的用途

甲烷不仅是优良的气体燃料，还是制取炭黑、合成氨、氮肥、甲醇、乙炔等的原料。

陕甘宁天然气输京工程，1997年开始已向北京供气。陕甘宁天然气引入北京后，可以替代大量燃煤，从而大大改善和提高北京的环境质量。

二、石油

石油素有“工业的血液”之称，是当今世界上最重要的液体燃料和化工原料。从油田里开采出来的石油叫原油，原油通常为黑色或深棕色的粘稠状液体。

石油的主要成分是多种碳氢化合物的混合物。组成石油的基本元素是碳和氢，也有少量的硫、氮、氧等。

从油田里开采出来的原油一般不直接使用，而是经过加工处理，从中可以获得许多种不同的产品，如汽油、煤油、柴油等等，以满足各方面的需要。下面简单介绍一下石油加工的主要方法：

1. 石油的分馏

我们已经知道，石油是由许多种碳氢化合物组成的混合物。这些碳氢化合物的沸点不同，给石油加热，沸点低的碳氢化合物便会首先气化，经过冷凝而分离出来。随着温度的升高，较高沸点的碳氢化合物气化，经过冷凝也分离出来。这样继续加热和冷凝，就可以把石油分离成不同沸点范围的产物，这种方法叫做石油的分馏。

工业上石油分馏是在高大的分馏塔里进行的，各种不同沸点范围的馏分在分馏塔高度不同的部位导出，如图 8—4 所示。

2. 石油的高温裂解

在石油加工中，有时还把一些加工产物用高温方法使其分解，从而得到乙烯、丙烯、丁烯等化工原料，再利用这些原料制造化肥、农药、溶剂、洗涤剂、医药、塑料、合成纤维、合成橡胶等。

我国是世界上石油资源蕴藏丰富的国家之一，也是发现、开采和使用石油最早的国家。在我国古代典籍中，最早记载石油的文献是一千八百多年前的《汉书·地理志》。解放前，我国的石油工业很落后，基本上没有自己的石油工业，所有煤油、汽油全部依靠进口。解放后，我国开发和建立了大庆、胜利、大港、华北、中原、克拉玛依等大型石油基地。除大陆以外，沿海海底的石油资源也正在开发。我国的石油工业正在迅速地发展着。

三、煤

由于地质年代和形成的条件不同，各种煤的化学成分差别很大。家庭用的无烟煤在地层里埋藏的年代最久，含碳量也最高，其次是烟煤。

各种煤的含碳量和燃烧时的热值见表 8—1。

表 8—1 各种煤的含碳量及其热值

名称	含碳量 (%)	热值 (千焦/千克)
无烟煤	90 以上	3.5×10^4
烟煤	70~80	3.64×10^4
褐煤	50~70	2.8×10^4
泥煤	50 左右	2.3×10^4

人们把煤称之为“工业的粮食”。煤的成分很复杂，是多种有机物和无机物的混合物。煤的主要组成元素是碳，还有少量的氢、氧、硫、氮、硅、铝、钙、铁等元素。

把煤隔绝空气强热使它分解，这种加工方法叫干馏。干馏后可以得到三种状态的产物：固态的焦炭、液态的煤焦油和粗氨水、气态的焦炉气等。焦炭为灰黑色多孔状固体，是冶金工业的燃料和还原剂。煤焦油为黑色粘稠液体，是重要的化工原料，从中可以提取苯、萘、蒽、酚等数百种产品，粗氨水可制化肥。焦炉气的主要成分是氢气、甲烷、一氧化碳等，可作气体燃料（见图 8—5）。可见，如果仅仅把煤当作燃料而烧掉是十分可惜的。

我国是世界上煤储藏量最丰富的国家之一，也是世界上使用煤炭最早的国家。早在西汉时代（公元前 200 年），我们的祖先就已经用煤作燃料来炼铁了。目前我国的煤产量居世界首位。在我国的能源结构中，煤约占 70% 以上。

环境科学的发展，人们越来越清楚地认识到，燃煤对环境的污染是严重的。煤燃烧时产生的大量烟尘、二氧化硫、一氧化碳、一氧化氮、二氧化氮等有害物质，会直接或间接地对人类的生活、生产及健康发生不良的影响。因此，搞好煤的综合利用，防治燃煤造成的污染，是我国社会主义现代化建设中不容忽视的重要问题。

四、液化石油气

随着我国石油工业的迅速发展，我国城镇里的许多家庭都使用了煤气罐。煤气罐里装的是液化石油气。“液化石油气”和管道“煤气”不同。北京的管道煤气是在焦化厂里用煤制造出来的，再通过管道输送到千家万户，其主要成分是一氧化碳、氢气和甲烷；而液化石油气是开采石油或炼制石油时产生的副产气，因此也叫油田气或炼厂气，它的主要成分是丙烷、丙烯、丁烷、丁烯等。人们利用这些气体容易液化的特点，把它们加压、降温，使之液化，再装入耐压钢瓶中，这样，贮存、运输、使用都很方便。

液化石油气在空气里的爆炸界限是 2% ~ 9%，当液化气的含量超过爆炸界限的上限时，遇明火就会燃烧。因此，使用液化石油气要注意安全。液化石油气有一股难闻的气味，容易察觉，一旦发现漏气，应及时打开门窗通风。钢瓶要直立存放，不可倾倒，以防液化气外溢。不要将钢瓶内的残留液倒出留作它用。到了冬季，液化气的气化速率减慢，不要用火烘烤。

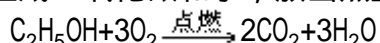
五、酒精

酒精学名乙醇，化学式 C_2H_6O ，通常写成 C_2H_5OH 。各种饮用酒里都含有酒精，按体积分数计算啤酒含酒精 3% ~ 5%，葡萄酒含酒精 6% ~ 20%，黄酒含酒精 8% ~ 15%，市售的常见白酒含酒精最多，一般为 38% ~ 70%。

我国是掌握发酵法制酒工艺最早的国家，用高粱、玉米等含淀粉的粮食酿酒已有四千多年的历史。酒精对人体有兴奋神经、加速血液循环的作用。饮用过量的酒，会引起神经麻痹，刺激心脏，影响肝脏功能。

酒精是无色透明的液体，有特殊气味，有挥发性，能与水以 4 任意比互溶，密度为 0.789 克 / 厘米³，沸点 78.5 。

酒精易燃，燃烧时生成二氧化碳和水，放出热量。



每克酒精燃烧时能放出 29.7 千焦的热量，它是一种无污染的燃料。我们已经知道，煤、石油、天然气等矿物燃料是古代动植物遗体在地壳中经过几百万年的变化才形成的，它们都是宝贵的自然资源，是重要的化工原料，它们的储藏量是有限的，如果仅仅把它们用作燃料而烧掉，可以说是对自然资源的严重浪费。况且，煤、石油产品（如汽油、柴油）的燃烧还会产生许多污染环境的物质，因此，世界各国的科学家都在努力研究和开发新的能源，如太阳能、核能、风能、地热能、潮汐能、氢能等。“绿色能源”也是目前正在研究的新能源之一。酒精可以通过绿色植物的种子发酵而得到，酒精燃烧的产物对环境没有污染，是一种很好的“绿色能源”。

液体酒精经过处理，可固化在容器中呈胶陈状，人们把它叫做“固体酒精”。能用火柴直接点燃，是地质勘探、野外作业、旅游以及家庭、宾馆、餐厅的方便燃料。

酒精是一种常用的有机溶剂，在工业上广泛地用作油漆、涂料、香料和调味剂的溶剂。此外，它还是有机合成的重要原料，用以制造染料、医药、清洁剂等。医疗上常用 70% 的酒精溶液消毒杀菌。

酒精（乙醇）在有机化学中属于“醇”类，正像氧化物是一大类重要的无机物一样，醇类是一大类重要的有机物。关于醇类的性质，将在高中化学里进一步学到。

在醇类里最简单的物质是分子中只含有一个碳原子的甲醇，俗称“木精”，化学式 CH_3OH 。甲醇也可作内燃机的燃料。甲醇有毒，为防止有些人饮用价格比酒类便宜得多的工业酒精，在工业酒精中常加入甲醇，以产生不可口的异味。误饮甲醇，可导致失明或死亡。工业酒精中加入的甲醇是合法的变性剂。

【习题】

一、组成有机物的化学元素主要是_____，此外还常常含有_____等元素。

二、甲烷是_____颜色_____气味的_____体，_____溶于水，比空气_____，纯净的甲烷能像氢气那样在空气中安静地燃烧，火焰呈_____色。

三、集气瓶里的甲烷燃烧后，加入澄清的石灰水振荡，出现_____现象。表明燃烧产物中有_____。干冷的小烧杯罩在甲烷燃烧的火焰上方，出现_____，表明有_____生成。以上实验说明甲烷的成分里肯定含有_____和_____元素。

四、简要说明煤的综合利用的重要意义。

五、石油分馏的主要产物有哪些？各有什么主要用途？

六、“液化石油气”和管道煤气有什么不同？使用液化石油气要注意哪些问题？

七、乙醇的俗名叫_____，通常用化学式_____表示。为什么说酒精是一种“绿色能源”？

第二节 食物

人类通过食用大米、面粉、肉类、蔬菜、水果等食物，摄取营养，获得维持生命和从事劳动、工作、学习所必需的能量和多种营养物质。食物中产生能量的营养素主要是糖类、油脂和蛋白质。

一、糖类

最近，化学家发现了一种世界上最甜的物质——桑迈汀 1 号蛋白。

此种物质系三维分子结构，比糖甜 10 万倍，用它做甜酒、甜面包等食品。

糖类通常用化学式 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示。

葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉等都属于糖类，或叫碳水化合物。

糖类是人体所需要的能量的主要来源，约占全部能量的 50% ~ 55%。

葡萄糖广泛存在于葡萄和其它水果中，化学式 $C_6H_{12}O_6$ 。工业上用淀粉和稀盐酸或稀硫酸共煮的方法生产葡萄糖。葡萄糖是无色晶体，有甜味，但不如蔗糖甜，易溶于水，是最容易被人体吸收的一种糖。医疗上常把葡萄糖配制成 5% 的注射液，给病人补充营养。

蔗糖广泛存在于甘蔗、甜菜等植物体内，化学式 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。蔗糖是无色、有甜味、易溶于水的晶体。在人体内，蔗糖可以转变为葡萄糖和果糖。

淀粉也属于糖类。淀粉是绿色植物进行光合作用的产物。主要存在于植物的种子和块根里，大米约含淀粉 80%，小麦约含 70%，马铃薯约含 20%。

淀粉除了供食用外，还用来制造糊精、麦芽糖、葡萄糖和酒精等。此外淀粉还用于印染、纺织、造纸及片剂药物的生产上。

二、油脂

油脂是人类主要的营养素之一，花生油、豆油、菜籽油、猪油、牛油等是普通的食用油脂。油脂难溶于水，易溶于汽油、苯等有机溶剂中。油脂在人体内经过酶的作用生成脂肪酸和甘油，一部分经过氧化提供生命活动所需的能量，一部分贮存于皮下，随时用于机体的代谢。油脂氧化放出的能量约是等质量糖类、蛋白质的两倍多，因此油脂是人体不可缺少的食物。但油脂摄取过多，会使人肥胖。

工业上利用油脂制造脂肪酸、甘油、肥皂、树脂、炸药及化妆品等。

三、蛋白质

蛋白质是生物体的主要组成物质。酶、肌肉、内脏、血红蛋白、一些激素的主要成分都是蛋白质。含蛋白质较多的物质是鱼、肉、蛋、奶等，属动物性蛋白。大豆、花生中含有较多的植物性蛋白。人体既需要动物性蛋白，也需要一定量的植物性蛋白。

蛋白质可以说是自然界里结构最复杂的有机物，它是由大量的、多种不同的氨基酸结合起来的。组成蛋白质的主要元素是碳、氢、氧、氮、硫等。

蛋白质在较高温度或酸、碱、重金属盐或紫外线的作用下，会改变原有

的性质，失去生理活性，所以铜盐、铅盐、汞盐等对人体有毒。细菌也是由蛋白质组成的，高温或紫外线照射都能起到消毒杀菌作用。

四、有机酸

有机酸同我们的关系十分密切。比如食醋，这是我们日常生活中常用的调味品。食醋中大约含有 3% ~ 5% 的醋酸。

醋酸（学名乙酸）是典型的有机酸（化学式 CH_3COOH ），具有酸的通性，例如能使紫色石蕊试液变红，能和活泼金属发生置换反应生成盐和氢气，能和碱发生中和反应生成盐和水等。

醋酸除作调味品外，还是重要的有机化工原料，可用于制造醋酸纤维、喷漆、香料、染料、医药等。

生活中另一种经常接触到的有机酸是乳酸。面团发酵时产生乳酸，制作酸菜、泡菜时产生乳酸，酸牛奶中含有丰富的乳酸。久不活动，偶尔进行一次剧烈的体育运动或强度劳动，常常感到肌肉酸疼，这是因为肌肉中的葡萄糖在新陈代谢中分解成了乳酸，由于乳酸的刺激而产生酸痛感。

此外还有许多有机酸跟我们的生活息息相关，例如水果里含有苹果酸、琥珀酸、酒石酸等，柿子、香蕉、菠菜的涩味是鞣酸引起的，羊肉的膻味是癸酸引起的，制造汽水时要加些柠檬酸，而草酸则能帮助我们洗掉衣服上的蓝墨水或铁锈。

【习题】

1. 乙酸的俗名叫____，化学式____，它是__*__色有____味的____体。打开盛有乙酸的瓶盖，会闻到刺鼻的酸味，这是因为乙酸具有____性。

2. 乙酸具有酸的通性。能使紫色石蕊试液变成____色，能跟活泼金属发生反应，能跟碱发生____反应。试分别写出乙酸和锌、氢氧化钠反应的化学方程式。

选学

一、肥皂和常用的洗衣粉

1. 肥皂

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。加入香精、着色剂，则成五颜六色、芳香各异的香皂。

肥皂遇硬水中的钙、镁盐类，能形成硬脂酸钙、硬脂酸镁沉淀，沉积在织物上，不仅浪费肥皂，而且影响织物的使用。

2. 洗衣粉

洗衣粉是以石油加工产品为基本原料，经过化学反应而合成的，主要成分是烷基苯磺酸钠。

洗衣粉的种类很多，根据洗涤对象的不同，洗衣粉有多种配方，其性能和使用方法也各不相同（见表 8—2）。

表 8 - 2 几种常用洗衣粉的性能和使用方法

名称	主要性能和使用方法
高泡洗衣粉	适应各类水质，可洗各类织物，去污力较强。因泡沫较多，洗后应多漂洗几次
加酶洗衣粉	比肥皂和一般洗衣粉具有更强的去污能力，对血污、汗渍、牛奶、果汁等有特殊的洗涤效果。温度在 40 ~ 60 时，酶的活力最强，洗涤效果最佳，但水温不要超过 70 ，不要用沸水溶化加酶洗衣粉，存放时间不要超过一年
消毒洗衣粉	具有消毒、杀菌作用，适用于有传染病人的家庭或洗涤公共用品。洗涤时能闻到刺鼻的氯气味，要注意通风
丝毛洗衣粉	普通洗衣粉为碱性的，由于丝毛不耐碱，故丝毛洗衣粉基本上属于中性或微碱性。但丝毛织品仍不宜浸泡时间过长和用力搓洗
防尘抗静电洗衣粉	这种洗衣粉具有防尘抗静电作用，适于洗涤合成纤维织物，洗涤毛巾被、人造毛皮，可获得明显柔软效果

二、三大合成材料

“三大合成材料”指的是塑料、合成纤维和合成橡胶。

1. 塑料

日常生活中可以见到许许多多塑料制品，人造革、儿童玩具、茶杯、饭碗、磁带盒、拖鞋、笔杆、食品袋、梳子、纽扣等等，五颜六色，琳琅满目。工业上，用塑料代替金属，制造坚固的齿轮、轴承以及耐酸、碱腐蚀的容器、管道等。农业上用塑料薄膜保温育秧。实现国防现代化也离不开塑料，它是制造火箭、导弹、超音速飞机、军舰等不可缺少的原材料（见表 8—3）。

表 8 - 3 几种常见塑料的性能、用途和燃烧鉴别

名称	性能	用途	燃烧鉴别
聚乙烯	无色、无臭、耐酸、碱，电绝缘性好，稳定性强	管道、器皿、日用品、薄膜电绝缘材料、包装食品	容易燃烧，离火后继续燃烧，熔融滴落，有石蜡味
聚氯乙烯	耐磨、耐腐蚀、电绝缘性好，热稳定性及耐光性差	管道、阀门、板材、人造革、薄膜、电缆、电线包皮	不易燃烧，离火就熄灭，有白烟、软化，不熔融滴落，有刺激性酸味
聚苯乙烯	透光、绝缘、耐化学腐蚀，但强度小，耐热性差	透明壳罩、仪器、电器零件、玩具	容易燃烧，离火后继续燃烧，软化起泡，有苯乙烯气味
聚丙烯	耐热性、耐腐蚀性较好、无毒、韧性好、硬度大	医疗器械、包扎用带、包装食品、制造盆、盘、框、箱、绝	容易燃烧，离火后继续燃烧，熔融滴落，有石蜡气味，有少量黑烟缘零件、机壳

2. 合成纤维

棉、麻、丝、毛等天然纤维的生产受自然条件的限制，在品种和数量上都不能满足生产和生活的需要。

人们从天然气、石油和煤里获得许多简单的有机物，经过化学反应和加工，制得供纺织用的高分子化合物，这叫做合成纤维。

合成纤维种类很多，产量大、应用广的主要有耐纶、涤纶和腈纶。

耐纶是最早投入工业生产的合成纤维，其特点是：耐磨、强度高、比重小、不怕虫蛀。常用来制作运动服、弹力袜等。但是耐纶织物保形性差，易起皱变形，易起毛结球。

涤纶俗称“的确良”。涤纶的强度高、弹性好，不易变形，易洗、易干，是一种比较理想的纺织材料。但是，由于它的吸水性差，穿着感到气闷不舒服，因此宜做外衣不宜做内衣。涤纶常与棉、毛混纺，以弥补其不足。

腈纶有“合成羊毛”之美称。它的主要特点是蓬松、柔软，比羊毛轻，有良好的保暖性，易洗、易干，适于编织毛衣、毛料、毛毯，也可加工成人造毛皮等。腈纶的耐晒本领高于其它合成纤维。因此腈纶适于制作窗帘、幕布、帐篷、船帆等室外用的织物。但是腈纶的耐磨性、耐碱性差，所以洗涤时不要用力搓洗，不要用碱性太强的肥皂或洗涤剂。

表 8—4 常见纤维织物的燃烧鉴别

名称	燃烧现象
棉布	易燃，燃烧时无异味，燃后的灰烬为灰白色
丝绸	燃烧时有臭味，余烬为黑色小球，易压碎
羊毛	燃烧时起泡，有烧焦头发的气味，余烬呈黑褐色
耐纶	易燃，燃烧时有臭味，有火焰，燃后为灰白色轻灰
涤纶	先熔化，后燃烧，燃后呈黑色块状，可压碎
腈纶	先收缩，后燃烧，冒黑烟，有臭味，燃后呈黑色圆球

3. 合成橡胶

生产的发展，对橡胶的需求量越来越大，天然橡胶的产量和性能已不能满足需要。现代工业中，以石油加工的产物为原料，将低分子物质合成高分子的富有弹性的高聚物，其性能类似天然橡胶，人们把它叫做合成橡胶。主要品种有丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶等。合成橡胶广泛应用于轮胎和制鞋工业。

本章小结

本章从燃料、食物等方面简略介绍了生活中几种常见的有机物。

一、燃料：

天然气、石油、煤、液化石油气、酒精、甲醇。

二、食物：

糖类、油脂、蛋白质等。

复习题

一、下列物质属于有机物的是： ()

- (A) 焦炭
- (B) 醋酸
- (C) 硫酸
- (D) 食盐

二、下列物质属于纯净物的是： ()

- (A) 天然气
- (B) 甲醇
- (C) 石油
- (D) 煤

三、怎样检验甲烷、氢气和一氧化碳？

四、写出下列物质燃烧的化学方程式。

甲烷：_____

酒精：_____

学生实验

化学是一门以实验为基础的科学。化学实验不仅是化学学习的重要内容，而且也是学习化学最有效的方式。化学实验，对于掌握实验技能和科学方法，培养科学态度和科学作风，提高分析问题和解决问题的能力，培养严谨、求实、创新和存疑的精神，都具有重要的意义。所以，应该重视并做好每一个学生实验。

“化学是一门实验的科学”，它的本意是指化学的一切信息、一切基本原理和基本概念都以化学实验研究中所提供的基本事实为基础，而且必须用化学实验研究时所得到的事实来证实或充实。

《化学的明天》

学生实验的基本要求

1. 实验课前，要预习课文有关内容：理解实验目标，明确实验步骤，明了注意事项，思考实验中的问题。
2. 进实验室后，要听取教师指导。并检查仪器、药品是否齐全，摆放是否整齐有序。
3. 实验过程中，要严格按照实验步骤和规程操作，细心观察，准确记录，注意安全，爱护仪器，节约药品。药品用毕应及时放回原处。
4. 做完实验后，要认真写出实验报告：整理、分析实验现象（或数据），作出结论（可参照以下格式自己设计或填写配套使用的实验报告册）。

化学实验报告

班级____姓名____日期____

实验名称：

实验目标：

实验的内容和	观察到的现象	结论、解释和装置图	化学方程式

5. 实验完毕，要拆卸实验装置，将废弃物倒在废液缸里，将需回收的物质倒在指定容器里，洗涤仪器、清点用品、擦净桌面。摆好桌椅。经请示并得到教师允许后方可离开实验室。

化学实验常用仪器

初中化学实验常用仪器和有关用品（见图—1）

化学实验基本操作

- 一、药品的取用
- 五、仪器的装配
- 二、物质的称量
- 六、振荡和搅拌
- 三、液体的量取
- 七、过滤和蒸发
- 四、物质的加热
- 八、洗涤玻璃仪器

一、药品的取用

1. 药品的取用

实验室里所用的药品很多是有毒、有腐蚀性、易燃、易爆的。为了保证安全，顺利地完成任务，取用药品时必须注意以下几点：

(1) 不能用手直接接触药品。

不能尝任何药品的味道。

不能凑近容器口闻药品的气味。

(2) 要严格按实验规定的用量取药。

若没有说明用量，一般应按最少量取用固体(通常只需盖满试管底部)，液体取1~2毫升。

(3) 多取的药品，不能倒回原瓶，应放入指定容器中。

(4) 取用危险药品要在教师指导下进行。

2. 固体药品的取用

固体药品通常盛在广口瓶中。

(1) 一般取用粉末或细粒小块时使用药匙，取用较大块状颗粒(如石灰石、锌粒等)时使用镊子。药匙两端有大小两匙，取较多量时用大匙，取极少量时用药匙的另一端(小匙)。用过的药匙或镊子都要立即用干净纸擦拭干净，以备再用。

(2) 往试管里装入固体粉末时，可先把试管横放(见图—2)，再把盛有药品的药匙或纸槽小心地送入试管底部，然后把试管直立，使药品全部落到试管底部(见图—3)。以上操作可避免药品沾在管口上或管壁上。

(3) 往试管里装入块状药品或金属颗粒时，也应先把试管横放，再用镊子或药匙把药品放入试管里，然后把试管慢慢地竖立起来，使药品缓缓地滑落到试管底部(见图—4)，以免打破试管。

3. 液体药品的取用

液体药品盛在细口瓶中。

(1) 用直接倾倒的方法取用操作要领是：

要注意保护试剂瓶上的标签，倾倒液体时，试剂瓶的标签向手心。试剂瓶口应紧挨试管口使液体缓缓地流入试管，倾倒后，瓶口应在试管口上轻刮一下，以免液滴沿着试剂瓶的外壁流下。取完药品后将试剂瓶放回原处(见图—5)。

(2) 用滴管取用液体药品

用滴管来吸取和滴加少量试剂，操作要领是：

使用滴管时应保持滴管胶头在上（见图—6），不能平放，更不能倒置，以免试剂倒流腐蚀胶头；滴管不能触及反应器壁，也不能随意放在实验台（见图—7）或其它地方，以免沾污滴管；严禁用未经洗涤的滴管再吸取其它试剂。用过的滴管要立即用蒸馏水洗涤干净（滴瓶上的滴管跟滴瓶是配套使用的，不要用水冲洗）。若条件允许，使用的滴管最好能专管专用。

二、物质的称量

托盘天平由分度盘、指针、托盘、调节零点的平衡螺母、游码、标尺等组成（见图—8）。

托盘天平用于粗略地称量（如药品、仪器）的质量。一般能称准到 0.1 克。

1. 称量前，把托盘天平水平放置，先将游码推到标尺的零位。

2. 检查天平是否平衡。若指针左右摆动时距分度盘中间的格数相近，静止时指在分度盘的中间，说明平衡。如果天平未达平衡，则可调节左、右平衡螺母，直至指针指向分度盘的中央。

3. 为保护天平，不能在托盘上直接放置药品。若是易潮解或有腐蚀性的药品，必须放在表面皿或小烧杯等玻璃器皿里称量；若是干燥不潮解的药品，应先在两个托盘上各放一张相同质量的纸，然后把药品（或砝码）放在纸上进行称量。

4. 用托盘天平称量时，将称量物放在左盘，砝码放在右盘。先用镊子夹取质量大的砝码，放在右盘的中央，再夹取质量小的砝码，放在大砝码的四周。最后移动游码，直至指针指在分度盘的中间。记录砝码和游码的总质量（即称量物的质量）。

称量一定质量的固体粉末时，可先把砝码和游码放好。再加固体粉末于左盘上，当指针左右摆动时，可用左手持盛有粉末的药匙，右手轻轻扣击左手手腕，靠药匙抖动洒落少许粉末，使天平达到平衡。

5. 称量完毕，砝码放回砝码盒内，游码归回零位（记录并复核称量物的总质量）。将左盘药品倒入容器内，把两盘擦净，右盘轻轻放在左盘上，将天平放入天平盒内。

三、液体的量取

1. 量筒的使用

(1) 根据被量液体的量选用合适规格的量筒。

(2) 沿量筒内壁缓缓注入液体。

(3) 观察液体体积时，量筒要平放在实验桌上，视线必须与量筒内液体的凹液面最低点保持水平，再读出所量液体的体积（见图—9）。

2. 浓酸、浓碱的使用

量取或使用浓酸、浓碱溶液时，要特别小心，防止皮肤、衣物等被腐蚀或被伤害。

如果倾倒时酸溶液不小心流到实验台上，要立即加小苏打溶液直到不出气泡为止；如果碱液流到台上要加稀醋酸中和，然后先用水冲洗干净，再用抹布擦净。

如果一旦浓酸或浓碱沾到皮肤或洒在衣服上，(1) 应立即用较多的水冲洗（浓硫酸除外，因为浓硫酸不仅具有强腐蚀性，而且能强烈吸水并放热，千万不能先用水冲洗，而是先立即用布擦拭掉，再用水冲洗，然后才涂抹碳酸氢钠溶液于皮肤上）；(2) 若是酸，再涂抹 3% ~ 5% 的碳酸氢钠溶液。若是碱再涂以硼酸溶液。

如果万一将酸、碱溶液溅入眼睛里，正确的处理方法是：立即用大量水冲洗（绝不可用手揉眼），一边冲洗一边眨眼睛。应该报告教师，必要时找医生检查、治疗。

量取或使用浓酸或浓碱溶液应注意安全、遵守纪律，只要听从教师指导，就可以防止皮肤和衣物受到腐蚀。

四、物质的加热

1. 酒精灯及其使用方法

酒精灯是中学化学实验中最常用的加热仪器。它由灯帽、灯芯、灯芯管、灯壶等部分组成。酒精灯由玻璃制成，灯帽带有磨口（见图—10）。

(1) 检查灯芯：使用酒精灯前，先检查灯芯是否完好，若顶端不平或已烧焦，则需剪平（见图—11）。

(2) 添加酒精：点燃前还要检查灯壶里有无酒精。添加酒精应借助漏斗，绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精。灯壶内酒精量不应超过酒精灯容积的 $\frac{2}{3}$ 。

(3) 点燃酒精灯：要用火柴点燃。绝对禁止用燃着的酒精灯引燃另一只酒精灯（见图—12）。否则，一旦灯内酒精外溢，就会引起失火或烧伤事故。

(4) 熄灭酒精灯：必须用灯帽盖灭，不能用嘴去吹灭。熄灭后还要把灯帽再打开一次后再扣上，以使灯帽内外的大气压强相同，下次使用时开启方便（不使用时一定要盖住灯帽，防止酒精挥发）。

(5) 处理意外：万一酒精灯被碰倒，酒精洒出，燃烧起来，应冷静处理，迅速用湿抹布盖灭。

2. 给物质加热

酒精灯焰的构成可用图—13 表明：取一根火柴梗，放在酒精灯的灯焰中，1~2 秒钟后取出。可以观察到火柴梗在灯焰中两端被烧焦，往里被烧黄，中央无变化。事实说明，酒精灯焰分三层：最外层火焰温度最高，称外焰；第二层火焰温度较低，称内焰；最里层火焰温度最低，称焰心。应该使用酒精灯的外焰给物质加热。

使用酒精灯给物质加热时，应注意以下几点：

(1) 加热的仪器与方式

试管、坩埚、蒸发皿能直接加热。坩埚加热，要把它放在泥三角上。蒸发皿加热，要把它放在铁架台上的大小适宜的铁圈上或放在三脚架上。

烧杯、烧瓶、锥形瓶等不能直接加热，必须垫上石棉网，采用间接加热的方式。

水槽、量筒、集气瓶、漏斗、试剂瓶等都不能加热。

(2) 防止仪器破裂

加热时仪器受热不均或加热后仪器骤然遇冷，都有可能致仪器破裂，所以应做到：

加热前，将玻璃仪器外壁的水擦拭干净；

加热时，不使玻璃容器的底部跟灯芯接触；

加热后的玻璃仪器应等冷却后再进行处理。

(3) 给试管里的固体加热

首先进行预热使试管均匀受热（对没有固定的试管，可使它在灯焰上来回移动；对已固定的试管，可在试管下面来回移动酒精灯），然后再把灯焰固定在有固体药品的部位加热。

一般加热固体时，试管口稍向下倾斜（见图—14），以免加热时产生的液珠倒流到灼热的试管底部使试管破裂。

(4) 给试管里的液体加热

试管内盛装液体的量不能超过试管容积的 $1/3$ ；试管倾斜与桌面约成 45° 角（见图—15—A），也要进行预热；为防止液体喷出，应稍振摇试管或间歇加热；切不可让试管口对着自己或旁人。

化学实验室内常用的加热仪器，除酒精灯外，还有酒精喷灯、电炉、煤气灯等。为控制一定温度，有时还采用水浴等加热方式。

给液体加热的几种错误操作（见图—15—B）。

五、仪器的装配

选择和使用仪器并能正确连接成实验装置，是进行化学实验的重要环节。仪器装配的一般顺序是：

(1) 根据装置图选择仪器和配件。

(2) 有序地进行组装，一般是“从左而右，自下而上”。

(3) 检查装置的气密性（即是否严密不漏气）。

如何检查装置的气密性呢？

装配装置完成后，首先要检查它的气密性。

如图—16 所示，把导管出气口插入水中，用手紧捂容器壁，让体温使容器内空气受热膨胀。如果装置不漏气，导管口会冒出气泡，且松手后，导管内水柱会回升到水面上一段距离；如果导管口不冒气泡，说明装置漏气，应找出原因，妥善处理，再进行测试。直至证明装置的气密性良好，方能进行

实验。

六、振荡和搅拌

为了促进物质的混合、溶解或加速化学反应，常需要进行振荡或搅拌。

1. 振荡

(1) 试管的振荡

如图—17 所示，用右手拇指、食指和中指握持试管上端，无名指和小指弯向手心，运用适当的腕力，以手腕为轴，来回甩动试管（手臂不摇动），使试管内的液体剧烈翻动，但不溅出。

振荡试管时应注意：试管内盛装的液体量不得超过试管容积的 $1/2$ ；不能使试管上下运动（见图—18）；也不能用拇指堵住试管口进行振荡。

(2) 烧杯的振荡

如图—19 所示，五个手指自然分开，握住烧杯上部，轻轻转动手腕进行悬摇，使液体在烧杯内旋转。绝不能左右摇动烧杯，以免液体溅出。

2. 搅拌

在容器中进行较多物质的溶解或反应时，进行振荡不太方便，一般可用玻璃棒进行搅拌。操作时，手持玻璃棒上端，转动手腕，使玻璃棒在液体中旋转（见图—20）。

搅拌时应注意：不要用力过猛，防止液体溅出；不要使玻璃棒碰撞器壁，以免损害容器；不要用玻璃棒捣碎固体颗粒，以防玻璃棒打破容器底。

七、过滤和蒸发

1. 过滤

过滤是把不溶于液体的固体物质跟液体分离的一种方法。

(1) 过滤器的准备

如图—21 所示，将一张圆形滤纸对折两次，打开使之呈圆锥形，放入漏斗中，用水润湿，使滤纸紧贴漏斗内壁，二者之间不能存有气泡。应注意滤纸的边缘一定要稍低于漏斗的边缘。

(2) 过滤的方法

如图—22 所示，倾倒液体时，烧杯要紧靠引流的玻璃棒；玻璃棒的末端要轻轻斜靠在有三层滤纸的一边；漏斗下端管口要紧靠烧杯内壁；漏斗里液体的液面一定要稍低于滤纸的边缘。

如果滤液仍然浑浊，可将滤液再次进行过滤，直至完全澄清为止。

2. 蒸发

如图—23 所示，把滤液（或溶液）倒入蒸发皿里（注入蒸发皿里的溶液

不能超过蒸发皿容积的 $2/3$ ），再把蒸发皿放在铁架台的铁圈（或三脚架）上。用酒精灯加热，同时用玻璃棒不断进行搅拌，以防液体局部过热而造成液滴飞溅。当蒸发皿里的液体较少时，则应停止加热，利用余热使剩余溶剂挥发。

八、玻璃仪器的洗涤

1. 冲洗

先倒出废液，注入半试管水，振荡，把水倒掉。反复几次。

2. 刷洗

若试管内壁附着有不易冲洗掉的物质，可用试管刷刷洗。选用粗细合适的试管刷插入试管中时，应先将刷毛顺至试管内（伸进试管内的毛刷要小于试管的长度），然后转动或上下移动试管刷柔力刷洗，反复多次直至刷净（见图—24）。注意不能使用前端无毛的试管刷；刷洗时用力要适度，以免捅破试管、扎伤手指。

3. 根据污物性质洗涤

有些污物仅靠用水难以洗净，可选用适当药品处理。如可加入少量洗衣粉，以除去试管壁上的油污；加入少量稀盐酸，除去某些附着在试管壁上的金属氧化物、难溶氢氧化物或难溶的盐（有时还可加热）等。凡使用药品处理过的试管，都必须再用水冲洗干净。

玻璃仪器洗涤干净的标准是：水膜均匀，既不聚成水滴，也不成股流下。

洗净的试管，应整齐地倒扣在试管架上。洗净的其它玻璃仪器也跟洗涤试管基本相同，也应整齐有序地摆放在指定的地方。

实验一 化学变化现象的观察

化学变化中，常伴随发生放热、发光、变色、生成沉淀、放出气体等现象。

基本操作要点：固体、液体药品的取用和使用滴管吸取、滴加少量试剂。要求做实验前认真阅读化学实验常用仪器介绍和化学实验基本操作的有关内容。

实验目标：

1. 观察和认识化学变化中的各种现象。
2. 加深对化学变化概念的理解。
3. 学习使用试管、胶头滴管、酒精灯、药匙、镊子和坩埚钳等仪器的操作方法。

实验用品：

试管、胶头滴管、酒精灯、药匙、镊子、坩埚钳、石棉网。
镁带、无水硫酸铜、锌粒、碳酸钙、氢氧化钠溶液、硫酸铜溶液、硫酸钠溶液、氯化钡溶液、盐酸、酚酞试液、水。
火柴、砂纸、纸槽。

实验步骤：

1. 发光、放热
 - (1) 点燃酒精灯，观察酒精燃烧时的现象。
 - (2) 取一小段镁带，用砂纸将表面擦磨光洁。用坩埚钳夹住，在酒精灯上点燃后，迅速移到石棉网上方，观察发生的现象。
 2. 变色
 - (1) 用少量无水硫酸铜粉末，用纸槽送入试管中。用滴管逐滴滴入几滴水，观察发生的现象。
 - (2) 向试管里倒入少量氢氧化钠溶液。用滴管逐滴滴入几滴酚酞试液，观察发生的现象。
 3. 生成沉淀
 - (1) 向试管中倒入少量硫酸铜溶液。用滴管逐滴滴入氢氧化钠溶液，观察发生的现象。
 - (2) 向试管中倒入少量硫酸钠溶液。用滴管逐滴滴入几滴氯化钡溶液，观察发生的现象。
 4. 生成气体
 - (1) 在试管里放入1~2粒锌粒。再倒入1~2毫升盐酸，观察发生的现象。
 - (2) 在试管里放入几小块碳酸钙固体。再倒入1~2毫升盐酸，观察发生的现象。
- 问题和讨论：
1. 通过做本实验，你觉得应该怎样来观察化学变化中发生的现象，在反应前、反应进行中和反应后各应注意观察些什么？
 2. 往小苏打粉末里倒入少量醋，试做一下，有什么现象发生？发生的是化学变化吗？为什么？

实验二 分子的扩散

分子总是在不断地运动。

分子之间有一定的空隙。

本实验通过对品红、氨等扩散现象的观察与分析，进一步认识分子的运动和理解分子的概念。

基本操作要点：用药匙取用固体药品，用滴管进行取液和滴液。

实验目标：

1. 加深对分子概念的认识和理解。
2. 学习使用药匙和滴管的操作方法。

实验用品：

试管、烧杯、药匙、胶头滴管、橡皮塞。

品红、浓氨水、浓盐酸、酚酞试液、石蕊试液、水。

长条滤纸、脱脂棉。

实验步骤：

1. 品红的扩散

用药匙取少量品红，放入盛有半杯水的烧杯中，观察发生的现象。实验过程如图—25 所示。

2. 氨分子的扩散

(1) 如图—26 所示，在试管里放入一条间隔滴有酚酞试液的滤纸条，在试管口塞上一小团脱脂棉。将试管平放在实验桌上。

(2) 用滴管吸取浓氨水，在试管口处的脱脂棉上滴约 15 滴。仔细观察滤纸条上发生的现象。

问题和讨论：

1. 在滴加氨水时，我们为什么能闻到强烈的刺激性气味？
2. 将品红放入水里时，有什么现象发生？这仅仅是品红分子不停运行的结果吗？

实验三 氧气的制取和性质

本实验包括在实验室里制取氧气和氧气的性质两部分内容。通过前者，初步学会加热固体制取气体的方法及认识典型装置；通过后者，加深对氧气性质的认识。

基本操作要点：仪器的连接、检查装置的气密性、给物质加热、排水集气等。

实验目标：

1. 初步学会实验室制取氧气的方法和试验氧气的性质。
2. 巩固实验基本操作技能，初步学会用排水取气法收集气体。

实验用品：

酒精灯、大试管、单孔橡皮塞、胶皮管、玻璃导管、铁架台（带铁夹）、集气瓶（125 毫升）、水槽、玻璃片、镊子、药匙、燃烧匙、氯酸钾、二氧化锰、红磷、细铁丝、木炭、澄清石灰水、水。

火柴、木条、棉花、砂纸、铁丝。

实验步骤：

1. 制取氧气

（1）观察氯酸钾和二氧化锰的颜色状态。

（2）检查装置的气密性：用带有导管的单孔橡皮塞塞紧大试管口，将导管出气口浸入水里，检查装置是否严密，必须保证装置不漏气。

（3）装入药品、固定装置：拨开橡皮塞，装入约 5 克氯酸钾和二氧化锰（按质量比 3 : 1 相混合）的混合粉末（平铺在试管底部），塞紧塞子，并把装置固定在铁架台上，如图—28 所示。

（4）做好集气准备：给 4 只 125 毫升集气瓶盛满水（水将溢出），分别用玻璃片盖住瓶口（先盖住一小部分，再平推玻璃片封住整个瓶口），注意玻璃片下不存气泡。

然后把盛满水的集气瓶连同玻璃片一起倒立在盛有多半槽水的水槽里。

（5）给大试管加热：先预热试管，使酒精灯在大试管下方来回移动，然后集中加热装有固体药品混合物的部位。

（6）收集氧气：导管出气口开始冒出少量气泡时，因混有空气不要马上收集，当气泡呈现连续、均匀地大量冒出时，再迅速把导管口伸入盛满水的集气瓶里排水收集（见图—28）。当集气瓶里充满氧气（如何判断）之后，在水面下用玻璃片盖住瓶口，小心地将集气瓶移出水槽，瓶口向上放于桌上。用相同方法收集另三瓶氧气（其中最后一瓶内可留有少量水）。

（7）停止加热：必须先把导管移出水面，然后再熄灭酒精灯（否则会引引起水倒吸，使热试管破裂）。

2. 试验氧气的化学性质

（1）木炭在氧气里燃烧

如图—29 所示。

取一小块木炭用铁丝缠住后在酒精灯上加热至发红。

将烧红的木炭由上而下慢慢地插入盛有氧气的集气瓶里，观察发生的现象。

燃烧停止后，取出铁丝。往集气瓶里倒入少量澄清石灰水，振荡集气瓶。观察会发生什么现象？

(2) 红磷在氧气里燃烧

如图—30 所示。

在燃烧匙内铺一层沙土，上放绿豆粒大小的红磷。

在酒精灯上将红磷点燃。

将燃烧的红磷由瓶口向下缓慢插入盛有氧气的集气瓶里，观察发生的现象。

(3) 铁丝在氧气里燃烧

如图—31 所示。

从废纱窗上取几根细铁丝，用砂纸打亮，拧成一束并在一根火柴上绕成螺旋状，上连一根较粗的铁丝。在酒精灯上将火柴点燃。

待火柴将烧完时，将螺旋状的细铁丝由瓶口向下慢慢伸入盛有氧气的集气瓶里（瓶底有少量水）。观察发生的现象。

问题和讨论：

1. 制取氧气并收集气体完毕，停止加热时，为什么要先将导管移出水面，再熄灭酒精灯？

2. 能否用向下排空气法收集氧气，为什么？能否用向上排空气法收集氧气，为什么？

3. 把燃烧的红磷或红热的木炭插入到盛有氧气的集气瓶里时，为什么要由上而下、慢慢插入？

实验四 氢气的制取和性质

本实验包括实验室制取氢气和试验氢气的性质两部分内容。通过前者，练习块状固体和液体在不加热条件下制取气体的方法及认识典型装置；通过后者，要加深对氢气性质的认识。

基本操作要点：制取氢气简易装置的组装、检查装置的气密性、氢气纯度的检验、给物质加热、排水取气等。

实验目标：

1. 练习实验室制取氢气和检验氢气纯度的方法。
2. 加深对氢气性质的认识。
3. 再次练习仪器的装配与气体收集的方法。

实验用品：

试管、单孔橡皮塞、胶皮管、玻璃导管、酒精灯、铁架台（带铁夹）、烧杯、水槽、药匙、镊子。

锌粒、稀硫酸（1 4）、氧化铜。
火柴。

稀硫酸（1 4）是由1体积浓硫酸（密度1.84克/厘米³）和4体积水配制而成。实验前由教师配好。

实验步骤：

1. 氢气的制取、验纯和收集

实验室通常使用锌粒和稀硫酸反应来制取氢气。

既可采用排水取气法，又可采用向下排空气取气法收集氢气。

点燃氢气前，一定要检验氢气的纯度。操作要领是：收集一试管氢气，用拇指堵住试管口，试管口朝下，迅速移至火焰上方，同时松开拇指，点燃管内氢气。若听到尖锐的爆鸣声，表明氢气不纯，需重新检验。若使用同一个试管重新检验时，必须用拇指堵住试管口一会，使试管里尚存的火焰熄灭后，才能再收集、再检验。若听到“噗”的声音，表明氢气已纯净，可以用来做其它实验了。

（1）如图—32所示，有序地连接仪器，并检查装置的气密性。

（2）往试管里装入约5克锌粒，再注入稀硫酸（约占试管容积的1/3）。立即用带有导管的单孔橡皮塞塞住试管口，并把试管固定在铁架台上。

（3）用排水法收集氢气，先检验氢气纯度，经验纯操作表明试管内的氢气确已纯净，才能用来试验氢气的性质。

2. 试验氢气的化学性质

（1）氢气的可燃性

如图—33所示，把导管移出水面使尖嘴朝上，用火柴在尖嘴处点燃氢气，观察氢气燃烧的火焰。再用一干燥的小烧杯罩住火焰，观察烧杯内壁出现的现象。

（2）氢气的还原性

如图—34 所示，把少量氧化铜放入试管里，使之均匀地铺在试管底部。试管口稍微向下倾斜。氢气导管一直插至试管里氧化铜的上方。

通入纯净的氢气，约 1 分钟后，再加热试管铺有氧化铜的部位，观察试管里发生的现象。

当试管里的黑色氧化铜全部变为红色后，停止加热，继续通入氢气，等试管冷却后，再撤去氢气导管。

问题和讨论：

1. 做氢气还原氧化铜的实验时，为什么要先通入氢气一会儿，再加热试管？

2. 做完氢气还原氧化铜的实验时，为什么先停止加热，待试管冷却后再撤去氢气导管？

实验五 一定溶质质量分数溶液的配制

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

配制一定质量的该溶质质量分数的溶液时，一般需要使用托盘天平称量，用量筒量液，用蒸馏水配制。

基本操作要点：托盘天平、量筒的使用。

本实验是一个定量实验，要注意用量的准确性。要求“会计算、会操作”。

实验目标：

1. 加深对溶质的质量分数概念的理解。
2. 初步学会配制溶质质量分数的溶液。
3. 练习使用托盘天平和量筒等操作。

实验用品：

托盘天平、烧杯（100 毫升）、量筒（10 毫升、100 毫升）、玻璃棒、药匙。

氯化钠、蒸馏水。

实验步骤：

1. 配制 50 克溶质的质量分数为 5% 的氯化钠溶液

(1) 计算试剂用量

需氯化钠质量_____克。

需蒸馏水质量_____克，合体积_____毫升。

(蒸馏水的密度近似为 1 克 / 厘米³)

(2) 进行配制操作，如图—35 所示。

将用托盘天平称量好的氯化钠倒入烧杯里。

选用合适的量筒，量取所需体积的蒸馏水，并倒入盛有氯化钠的烧杯里。

用玻璃棒搅拌，直至氯化钠全部溶解（见图—36）。

把配制好的溶液倒入试剂瓶里，并贴上标签。

2. 配制 40 克溶质的质量分数为 1% 的氯化钠溶液（用已配制的溶质的质量分数为 5%，密度约是 1.03 克 / 厘米³ 的氯化钠溶液）

(1) 计算试剂用量

需 5% 的氯化钠溶液质量_____克，合体积_____毫升。

需蒸馏水质量_____克，其体积_____毫升。

(2) 进行配制操作

按计算结果用量筒量取所需 5% 的氯化钠溶液倒入烧杯里。

再量取所需蒸馏水的体积倒入上述烧杯里。

搅拌将溶液混匀。（如图—36）

把配制好的溶液倒入试剂瓶里，贴好标签。

问题和讨论：

配制 5% 的氯化钠溶液时，使用哪种规格的量筒去量取所需蒸馏水的体

积？配制 1% 的氯化钠溶液时，使用哪种规格的量筒去量取所需 5% 的氯化钠溶液的体积？

实验六 粗食盐的提纯

氯化钠能溶于水，但粗食盐中混有的泥沙不溶于水。可以经过溶解、过滤、蒸发等操作，除去粗食盐中含有的泥沙等杂质，从而使粗食盐得到提纯。

基本操作要点：酒精灯、铁架台、玻璃棒和蒸发皿的使用，以及溶解、过滤、蒸发、搅拌等项操作。

实验目标：

1. 加深对混合物分离、提纯等概念的认识。
2. 初步学会溶解、过滤和蒸发等基本操作。
3. 练习使用托盘天平、量筒、蒸发皿和漏斗等常用仪器。

实验用品：

烧杯、玻璃棒、量筒（10 毫升）、漏斗、铁架台（带铁圈）、蒸发皿、酒精灯、托盘天平、砝码、药匙。

粮食盐、蒸馏水。

火柴、滤纸、剪刀。

实验步骤：

1. 溶解

用量筒量取 10 毫升水倒入烧杯里。用托盘天平称取 5 克粗食盐（精确到 0.1 克），用药匙分批多次加到水中，边加边搅拌，直到粗食盐不再溶解时为止。观察此时食盐水是否浑浊。

称量剩余的粗食盐，计算 10 毫升水中大约溶解了多少克粗食盐。

2. 过滤

按照化学实验基本操作所介绍的方法进行过滤，特别注意盛液体的烧杯紧靠玻璃棒；玻璃棒的末端轻轻斜靠在有三层滤纸的一边；漏斗下端管口要紧靠接收液体的烧杯内壁；滤纸的边缘要低于漏斗的边缘；漏斗里液体的液面一定要低于滤纸的边缘。

练习用漏斗、滤纸进行过滤。

仔细观察滤纸上的不溶物及滤液的透明度，若滤液仍浑浊，则应检查滤纸是否破损或仪器是否不洁。如均无问题可再进行一次过滤操作。

3. 蒸发

把滤液倒入洁净的蒸发皿里。把蒸发皿放在铁架台的铁圈上，用酒精灯给蒸发皿加热，同时使用玻璃棒不断搅拌滤液。开始加热可用大火，当溶液变浓时改用小火，当蒸发皿中的溶液将干时出现较多固体，停止加热，利用余热使水分全部挥发。

练习用蒸发皿蒸发溶液。

4. 回收

用玻璃棒把蒸发皿中的固体尽量全部转移到滤纸上，称量，回收指定容器中。

比较提纯前后的食盐的状态有什么不同。计算由粗食盐提纯成精食盐的产率。

问题和讨论：

1. 过滤时，是应先倒入上层清液，然后再倒入下层沉淀物，还是应先搅

动使液体浑浊，然后再倒入漏斗中？哪种操作正确，为什么？

2. 本实验里多次使用玻璃棒，每次使用玻璃棒各起什么作用？

实验七 从氯酸钾制取氧气的残渣中回收二氧化锰和氯化钾

把混合物中的几种物质经过处理、变化，彼此分开的操作，叫做混合物的分离。分离后要求各自恢复原有的状态。过滤和结晶是最常用的混合物分离的方法。

基本操作要点：（同实验六）

本实验利用二氧化锰难溶于水，氯化钾易溶于水这一性质差异，通过溶解、过滤和蒸发等基本操作，把二者分离，达到回收的目的。

要求充分认识用化学方法回收有用物质的重要意义。

实验目标：

1. 加深理解混合物分离的概念。
2. 了解从实验的废弃物中回收有用药品的意义和方法。

利用化学方法，回收有用物质。变废为宝，利用资源。

实验用品：

烧杯、玻璃棒、漏斗、铁架台（带铁圈）、三脚架、蒸发皿、胶头滴管。
氯酸钾制取氧气反应完全后的残渣一包（残渣质量以5克左右为宜）、蒸馏水。

滤纸、火柴。

实验步骤：

1. 把残渣倒入烧杯里，加入约20毫升蒸馏水，用玻璃棒进行搅拌（如有必要可用酒精灯加热）。

2. 把烧杯里的浑浊液过滤，底部沉渣全部转移到滤纸上，用洗瓶中的蒸馏水冲洗滤纸上的黑色滤渣2~3次，并将滤液和冲洗液收集到烧杯里。

3. 把滤液倒在蒸发皿里，加热蒸发，并用玻璃棒不停地搅拌。当溶液表面开始出现较多固体时停止加热，冷却，有大量晶体析出。过滤，使晶体留在滤纸上，冲洗晶体2~3次。最后取出晶体，放在两张滤纸间挤压，尽量吸走晶体表面的水分。此晶体即为氯化钾晶体。

4. 用玻璃棒把（步骤2）滤纸上的黑色滤渣转移到洁净的蒸发皿里，把蒸发皿放在三脚架上。加热，等水蒸气较少时，停止加热，利用蒸发皿的余热把黑色的二氧化锰蒸干。

5. 把制得的氯化钾和二氧化锰回收到指定的容器里。

问题和讨论：

加热蒸发水分烘干二氧化锰和加热浓缩滤液使氯化钾结晶，二者在操作上有哪些主要不同？

实验八 二氧化碳的制取和性质

由金属元素和碳酸根组成的化合物都能跟盐酸起反应生成二氧化碳，这是实验室制取二氧化碳的原理。

基本操作要点：简易装置的组装、检查装置的气密性，向上排空气法收集气体。

实验室里制取二氧化碳和氢气，采用相同类型的气体发生装置；但两种气体收集方法不同，应注意二氧化碳要采用向上排空气法收集。

实验目标：

1. 初步学会装配制取二氧化碳的实验装置和向上排空气法收集气体。
2. 巩固、加深实验室制取二氧化碳的方法和二氧化碳性质的有关知识。

实验用品：

试管、烧杯、集气瓶、量筒、玻璃导管、胶皮管、单孔橡皮塞、铁架、镊子、药匙、试管夹、玻璃片、酒精灯、蜡烛、木条、火柴。

碳酸钙（石灰石或大理石）、稀盐酸、澄清石灰水、紫色石蕊试液、蒸馏水。

实验步骤：

1. 制取、收集二氧化碳

实验装置如图—37 所示。

(1) 按图—37 连接仪器并检查装置的气密性。

(2) 把几小块碳酸钙放入试管里，再向试管里小心地注入约 15 毫升稀盐酸，立即塞紧带导管的单孔橡皮塞，观察现象。一分钟后，用燃着的木条检查集气瓶里是否已充满二氧化碳（木条伸入瓶内还是放在瓶口？）。若已集满，用玻璃片盖住瓶口，以备使用。

2. 试验二氧化碳的性质

(1) 如图—38 所示，在烧杯里放一个铁片制成的小铁架，在烧杯底部和铁架上各放一支燃着的短蜡烛，缓慢倾倒充满在集气瓶里的二氧化碳，观察有什么现象发生？

(2) 取一支试管，注入少量澄清的石灰水。把通二氧化碳的导气管插入液面下直至试管底部（不能触及管底），通入二氧化碳，观察有什么现象发生？为什么？

如果实验步骤 1 所制的二氧化碳，不足以供试验二氧化碳的性质使用，可倒掉试管中的残留物，按原用量重新加入碳酸钙和稀盐酸，重新制取二氧化碳。

问题和讨论：

1. 制取氧气、氢气和二氧化碳，各采用什么样的装置？简述各制气装置并比较它们的异同。

2. 收集氧气、氢气和二氧化碳，各采用什么方法？说明为什么。

实验九 酸和碱的性质

本实验以硫酸、盐酸、硝酸、氢氧化钠和氢氧化钙为典型代表物质，着重认识酸类、碱类的通性及反应规律。

基本操作要点：液体药品的倾倒、固体药品的取用、滴管的使用等。

由于酸、碱都具有一定的腐蚀性，实验时应严格按照操作规程，注意安全，正确操作。

实验目标：

1. 巩固和加深对酸、碱性质的认识。
2. 学习检验溶液酸碱度的方法。

实验用品：

试管、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、玻璃管、试管夹、药匙、镊子、酒精灯。

稀硫酸(1:4)、稀盐酸(1:4)、稀硝酸(1:4)、氢氧化钠稀溶液、澄清石灰水、稀氨水、氯化钡溶液、硝酸银溶液、硫酸铜溶液、氯化铁溶液、氯化镁溶液、酚酞试液、石蕊试液、锌粒、铁片、铜片、氧化铜、带锈铁钉、碳酸钠。

火柴、pH试纸、比色卡。

实验步骤：

一、酸、碱对指示剂的作用

1. 取6支试管，分别倒入稀硫酸、稀盐酸、稀硝酸、氢氧化钠稀溶液、澄清石灰水和氨水各1毫升，观察它们的颜色，并闻气味。

分别用洁净玻璃棒各蘸一滴上述溶液于干的pH试纸上，观察颜色的变化(以半分钟内的显色为准)，并和比色卡对比，测出这6种溶液的pH。

注：测溶液pH时，蘸取溶液的玻璃棒均应洁净，干燥。每次用过冲洗后，应立即用滤纸条擦干，否则会导致溶液由浓变稀，测出的pH不准确。

2. 向上述6试管中分别滴入3~4滴石蕊试液，振荡，观察颜色如何变化。

3. 再取6个试管(或将试管洗净再用)，分别倒入上述溶液各1毫升，各向其中滴入1~2滴酚酞试液，振荡，观察颜色有无变化。

二、酸和金属、碱性氧化物及盐的反应

1. 酸和金属的反应

取3支试管、分别放入铁片、锌粒和铜片。依次注入稀盐酸2毫升，观察反应现象。用拇指堵住有气体产生的试管口，片刻后，松开拇指，立即把燃着的火柴移近试管口，观察发生的现象。

2. 酸和碱性氧化物的反应

(1) 在试管里放入一根带锈的铁钉(铁锈的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)，再倒入2毫升稀硫酸，加热(不要使稀硫酸沸腾)。一会儿，观察铁钉表面是否光亮，溶液颜色有什么变化。

(2) 在一支干燥的试管里加入少量氧化铜，再倒入2毫升稀硫酸，小心地加热试管(不要使稀硫酸沸腾)，并间歇地轻轻振荡，观察发生的现象(液体是否澄清?变成什么颜色?)。

3. 酸和盐的反应

(1) 取一支试管，加入 2 毫升稀硫酸，再滴入几滴氯化钡溶液。观察发生的现象。

(2) 取一支试管，加入 2 毫升稀盐酸，再滴入几滴硝酸银溶液。观察发生的现象。

(3) 取两支试管，各加入少量碳酸钠粉末，再分别滴入几滴稀硫酸、稀盐酸。观察各有什么现象发生。

三、碱和酸性氧化物、盐的反应

1. 碱和酸性氧化物的反应

取一支试管，倒入 5 毫升澄清石灰水，通过一根洁净的玻璃管，用嘴向石灰水里吹气。仔细观察石灰水中发生的现象。

2. 碱和盐的反应

某些可溶性的碱溶液和某些可溶性的盐溶液能够发生化学反应。

取 3 支试管，依次加入硫酸铜、氯化铁、氯化镁溶液各 2 毫升。分别滴入几滴氢氧化钠稀溶液。观察每个试管里发生的现象（如图—39 所示）。

问题和讨论：

石蕊和酚酞，哪种指示剂可用来检验酸溶液，哪种指示剂可用来检验碱溶液？若检验一种溶液是不是酸溶液，应采用什么方法最为简便？

实验十 某些盐的性质几种盐的鉴别

盐也是一类重要的化合物。本实验前部分试验盐的性质：盐和金属、盐和盐的反应（盐和酸、盐和碱的反应在实验九中已做过）；实验的后部分进行几种盐的鉴别。

鉴别是根据物质的不同特性而将物质区分开来。如果有 n 种物质，检验出 $(n-1)$ 种，最后一种自然也就可下结论了。鉴别物质应注意：根据物质特性选择试剂，根据特征现象得出结论。

基本操作要点：同实验九。

实验目标：

1. 巩固和加深对盐的性质的认识。
2. 掌握硫酸盐、盐酸盐、碳酸盐的检验方法和特征试剂。
3. 学习物质的鉴别。

实验用品：

试管、试管夹、胶头滴管、药匙、镊子、带导管的单孔橡皮塞、玻璃导管、胶皮管、玻璃棒。

硫酸铜溶液、硫酸亚铁溶液、硝酸铅溶液、硫酸钠溶液、氯化钠溶液、碳酸钠溶液、硝酸银溶液、氯化钡溶液、稀硝酸（1:4）、稀盐酸（1:4）、澄清石灰水、无锈铁钉、铜片、锌片、硫酸铵、氯化铵、硝酸铵、碳酸铵、蒸馏水。

砂纸、纸槽、蓝色石蕊试纸。

实验步骤：

一、试验盐的性质

1. 盐和金属的反应

（1）取一支试管，倒入 2 毫升硫酸铜溶液，然后浸入一枚洁净无锈的铁钉，观察现象。

（2）取一支试管，倒入 2 毫升硫酸亚铁溶液，然后浸入一片洁净光亮的铜片，观察现象。

（3）取一支试管，倒入 2 毫升硝酸铅溶液，然后浸入一片洁净光亮的锌片，观察现象。

2. 盐和盐的反应

（1）取一支试管，倒入 1 毫升硫酸钠溶液，再滴加数滴硝酸铅溶液，有什么现象发生？若再加入少量稀硝酸，又有什么现象发生？

（2）取一支试管，倒入 1 毫升氯化钠溶液，再滴加数滴硝酸银溶液，有什么现象发生？若再加入少量稀硝酸，又有什么现象发生？

（3）取一支试管，倒入 1 毫升碳酸钠溶液，再滴加数滴氯化钡溶液，有什么现象发生？若再加入少量稀硝酸，又有什么现象发生？

二、几种盐的鉴别

有 4 种盐：硫酸铵、氯化铵、硝酸铵和碳酸铵，均为无色晶体。自己设计实验方案，进行鉴别（利用已给出的试剂）。

问题和讨论：

1. 盐和盐、盐和碱都能发生化学反应吗？在什么条件下，它们才能发生化学反应？

2. 以上 4 种盐的鉴别，根据已给出的试剂，至少有 3 种鉴别方法，你想

出了几种？

实验十一 实验习题

实验习题是需要通过实验求得答案的化学问题，它没有现成的实验方法和步骤，需要同学们运用已有的知识自己设计实验、分析实验结果获得正确答案。

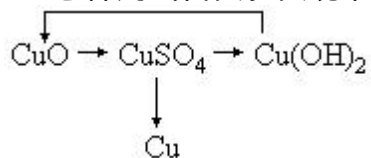
实验目标：

1. 巩固和应用酸、碱、盐、氧化物 4 类物质彼此之间发生化学反应的知识。
2. 练习设计实验和分析问题的科学思路与方法，培养独立操作的能力。

重视实验设计方案，思路、方法要正确，注意实验过程中问题的研究，培养严谨求实的科学精神。

实验习题：

1. 怎样用氢氧化钙制取无水氯化钙？
2. 怎样用生石灰制取少量氢氧化钠溶液？
3. 怎样用试管实验实现下列化学变化？



4. 怎样鉴别水、盐酸、氢氧化钠溶液和氢氧化钙溶液？
5. 怎样鉴别碳酸钙、碳酸钠、氯化钠和硫酸钠 4 种固体？

问题和讨论：

结合“实验习题”内容写一篇知识小结。

实验十二 铁的性质

在金属活动性顺序中，铁处于靠近中间的位置，这说明它是一种中等活动性的金属，能够和非金属、酸、某些盐等发生反应。

氧化铁是不溶于水的碱性氧化物，氢氧化铁是不溶于水的碱，它们也都能和酸反应。

实验目标：

1. 加深对铁及其某些化合物性质的认识。
2. 培养综合运用化学基础知识的能力。

实验用品：

试管、烧杯、玻璃棒、铁架台（带铁圈）、石棉网、酒精灯、药匙、镊子、胶头滴管。

铁粉、铜粉、铁钉、铁丝、硫酸铜晶体、氧化铁、稀硫酸、稀盐酸、氯化镁溶液、氯化锌溶液、硝酸铅溶液、硝酸银溶液（1%）、硫酸铜溶液、氢氧化钠溶液、蒸馏水。

火柴、砂纸、磁铁、纸片、滤纸。

实验步骤：

一、铁的性质

1. 铁磁性

取一张纸，纸上放些由铁粉和砂子混合而成的混合物。把一块磁铁置于混合物上方并晃动，逐渐靠近混合物，观察发生的现象。

2. 铁和酸反应

取两支试管，各放入两枚光亮无锈的小铁钉，再分别倒入 2 毫升稀硫酸和稀盐酸，观察发生的现象，注意反应后溶液的颜色。

3. 铁和盐反应

(1) 取 3 支小试管，分别加入氯化镁溶液、氯化锌溶液和硝酸铅溶液各 1 毫升。然后各插入一根用砂纸打亮的粗铁丝。观察各有什么现象发生？如图—40。

(2) 取一只小烧杯，倒入 2~3 毫升硫酸铜溶液，观察溶液的颜色。然后加入一药匙铁粉，给小烧杯加热（不要让溶液沸腾），并同时用玻璃棒搅拌。5 分钟后，停止加热。静置，让溶液冷却。用倾泻的方法倒出溶液，使固体仍留在烧杯里，观察滤液和固体各呈什么颜色。

4. 铁和氧气反应

取一根铁丝，用砂纸打磨至表面光亮，观察它的颜色和光泽。在酒精灯上加热至红热，再冷却至室温，观察它的颜色有什么变化。然后再插入到试管内的稀盐酸溶液中。取出铁丝，观察铁丝的颜色又有什么变化。

重复以上加热及酸洗的操作，认真观察有关的实验现象。

问题和讨论：

1. 铁和稀盐酸充分反应后，溶液呈什么颜色？

2. 铁粉和硫酸铜溶液反应后所得到的固体，若用磁铁吸引，为什么磁铁可能吸出粉末也可能吸不出粉末，这是什么原因？这与开始实验时加入铁粉的量有关系吗？

实验十三 实验习题

完成本实验习题不仅有利于复习有关知识，而且能训练思维，提高能力。在某种意义上讲，实验习题就是综合运用化学基础知识和实验技能来解决化学问题的实验。

实验目标：

1. 运用有关单质、氧化物、酸、碱、盐的基础知识，解决有关物质的制取、验证和分离等问题。
2. 训练思维能力，培养科学作风。

实验习题：

1. 怎样通过三种方法制取氯化镁？
2. 用两种方法证明镁、铁、铜的金属活动性逐渐减弱。
3. 怎样除去下列物质中的少量杂质（括号内为杂质的名称）。
 - (1) 硫酸钠（碳酸钠）
 - (2) 氯化钾（硫酸钾）
 - (3) 氯化钠（氯化钙）

实验十四 几种常见有机物的鉴别方法

有机物的数量巨大，种类繁多，性质各异。本实验通过对生活中几种常见有机物的简易鉴别或验证，介绍有机物区别于无机物的一些主要特点，以及鉴别几种常见有机物的简易方法。

进行有机化学实验时，要特别注意防火、防事故。要在教师指导下，严格按照学生实验的基本要求和实验步骤做好实验。

注意结合生活、生产实际思考和应用学过的知识。

鉴别：根据物质性质的不同，用实验的方法加以区别。

实验目标：

1. 了解有机物的一些主要特点。
2. 学习几种常见有机物的鉴别方法。

实验用品：

酒精灯、烧杯、大试管、试管、铁架台（附铁夹）、带尖嘴导管的单孔橡皮塞、点滴板、镊子、胶头滴管、坩埚钳、玻璃棒、药匙。

无水酒精、淀粉溶液、碘水、浓硝酸、蛋白质溶液（即鸡蛋白溶液）、醋酸溶液、饱和食盐水、澄清石灰水、氯仿、水、碳酸钠（固体）、电石。

有机玻璃、玻璃、塑料绳、壁纸、石棉绒布、头发、毛线、棉布、涤纶织物、真皮革、人造皮革、蓝色石蕊试纸、炭素笔、油性笔、塑料板（或胶片）、脱脂棉、小刀、纸槽、火柴。

实验步骤：

一、有机物的一些主要特点

（一）大多数有机物难溶于水，易溶于有机溶剂

1. 取炭素笔（颜料主要为无机物）、油性笔（颜料主要为有机物）各一支，分别在塑料板或胶片上写字，分别用棉花球蘸水和酒精擦拭字迹，观察各发生什么现象。

2. 各取少量磨成粉状的玻璃、有机玻璃样品，分别放在点滴板的孔穴中（如图—41），用胶头滴管吸取三氯甲烷（ CHCl_3 ，俗名氯仿）滴于样品上。放置1~2分钟后用玻璃棒轻轻搅动，观察样品是否溶解（如果搅动时互相粘连，表示已开始溶解；如果搅动时互不粘连，极易分开，表示不溶解）。

眼镜腿折断了，试着蘸取氯仿使断处粘起来。

使用有机材料装饰居室、歌舞厅时，必须注意材料符合防火标准。

在切开的土豆片上滴2滴碘酒，有无蓝色产生？试一试。

动物的毛和蚕丝的成分是蛋白质。蛋白质被灼烧时，会产生烧焦羽毛的气味。

（二）大多数有机物容易燃烧

用坩埚钳分别夹取长约15厘米的塑料绳（有机材料）、壁纸（有机材料）、

石棉绒布（无机材料），放在酒精灯上点燃，观察哪种物质能够燃烧（若能燃着，要在指定处燃烧完，防止溅落物掉在桌子、衣服和皮肤上）。

二、几种常见有机物的简易鉴别或验证

1. 淀粉的简易鉴别

在试管里注入少量淀粉溶液，滴入几滴棕黄色的碘水，观察发生的现象。碘遇淀粉变蓝色，利用这个特征反应，可以鉴定淀粉的存在。

2. 纤维丝的简易鉴别

抽取毛线、棉布、涤纶织物等纤维丝各一根，分别在火焰上灼烧，观察各有什么现象发生？

对照教科书“常见纤维织物的燃烧鉴别”所介绍的燃烧现象，学会初步鉴别天然纤维和人造纤维的简易方法。

3. 真皮革与假皮革的简易鉴别

取两块皮革（一真皮，一人造皮），用小刀剥去表层，然后在剥离处滴加几滴浓硝酸，在酒精灯焰上微热，观察是否变黄。

真皮主要成分是蛋白质，天然蛋白质中滴加浓硝酸会变黄（俗称“蛋白黄”反应），可利用此方法简易鉴别真皮与假皮。

4. 验证酗酒对人体有害

在试管里加入少量蛋白质溶液（即鸡蛋白溶液），然后加入无水酒精，观察是否有沉淀产生（见图—42）。

蛋白质遇酒精会凝结成沉淀，此实验说明饮酒过量对人体确实有害。

5. 验证醋酸具有酸性

（1）用玻璃棒蘸取醋酸溶液于蓝色石蕊试纸上，观察试纸颜色有无变化。

（2）用纸槽将少量碳酸钠粉末放于试管内，然后向试管里加入1~2毫升醋酸溶液，观察有什么现象发生？

问题和讨论：

1. 衣服若沾上油污，应怎样洗涤？
2. 嘴唇破了涂上碘酒，为什么用嘴咬馒头时，馒头上会出现蓝色？
3. 怎样检验一块毛料是真羊毛织品还是人造纤维织品？

选做实验一 二氧化碳密度比空气大

要求自己动手，认真操作。

实验目标：

1. 激发兴趣，动手、动脑结合，培养思维能力。
2. 加深对二氧化碳性质的认识。

实验用品：

二氧化碳的制气装置、烧杯、水槽、量筒、镊子、药匙、酒精灯。

碳酸钙、稀盐酸、小苏打（或发酵粉）、醋、水、肥皂液（或其它洗涤剂的水溶液）。

蜡烛、纸片、纸槽、细木棍、棉线、火柴。

实验步骤：

1. 可在自制简易天平上验证二氧化碳密度比空气大

（1）用纸片做两个大小相同的立方形纸盒（大小为 $6 \times 6 \times 6$ 厘米³），用棉线将纸盒吊在细木棍两端，细木棍中间再拴一根棉线，并使此自制的简易天平平衡。

（2）使用制气装置制取二氧化碳，收集一集气瓶二氧化碳（用燃着的火柴验满）。

（3）把烧杯中的二氧化碳缓缓倒入一个纸盒里，观察天平是否倾斜。

2. 二氧化碳熄灭蜡烛火焰

在烧杯里加入两匙小苏打（或发酵粉），再倒入约 20 毫升醋，观察发生的现象。把烧杯举到一定的高度，借助纸槽倾倒二氧化碳在蜡烛的火焰上（纸槽短些效果更好），观察蜡烛火焰能否熄灭。

3. 空气泡飘浮在二氧化碳中

把一个圆形厚纸板盖在玻璃水槽上，留条缝缓缓充入二氧化碳并排出空气。验满后，轻轻启开玻璃水槽的厚纸板，用有喇叭形管口的玻璃管蘸肥皂液，吹成大小不等的彩色空气泡，小心地使它们飘入玻璃水槽中，观察肥皂泡能在玻璃水槽里飘浮几分钟（见图—43）。

问题和讨论：

在第 3 个实验中，若用嘴吹肥皂泡，泡内仍含呼出的二氧化碳。如何吹出空气泡，有什么好办法？

选做实验二 晶体的制备

饱和溶液温度降低或溶剂蒸发，溶质就会结晶析出。若能控制较好的结晶条件，就能制备出较大的、具有规则几何外形的晶体。

本实验可练习溶解、加热和热过滤等操作；培养严谨的科学作风和一丝不苟的科学态度。要求实验所用的试剂必须纯净，容器必须洁净，还要控制实验的温度。

实验目标：

1. 练习用饱和溶液制取大晶体的方法。
2. 练习过滤、结晶等操作技能。
3. 巩固结晶的概念，了解用饱和溶液制备大晶体的条件。

实验用品：

烧杯、表面皿、铁架台、酒精灯、石棉网、漏斗、量筒、玻璃棒、温度计、镊子、玻璃板。

硫酸铜晶体（或硫酸锌晶体、明矾晶体）。

滤纸、细线。

实验步骤：

实验过程如图—44 所示：

1. 制取胆矾晶体

在盛有 100 毫升水的烧杯里，加入研细的硫酸铜粉末 40 克，同时加入 1 毫升稀硫酸（防止硫酸铜溶液受热产生沉淀，溶液变浑浊）。加热，使晶体完全溶解。继续加热到 80 ~ 90 °C，趁热过滤，滤液流入一洗净并用热水加过温的烧杯里。将一根细线（或长头发）的一端浸入滤液中，另一端悬于烧杯外。烧杯口用表面皿或纸罩盖上，防止灰尘进入滤液。静置几小时或一夜，会发现烧杯底或细线上有若干颗小晶体生成。

2. 胆矾晶体的成长

细线上选取一颗晶形比较完整的小晶体作晶种，悬吊在盛有饱和硫酸铜溶液的烧杯里，上面用一块玻璃板盖住，静置。每天再往烧杯里加入少量（约为原溶液体积的 1 / 10）微热的饱和硫酸铜溶液。小晶体会逐渐长大，成长为一块晶莹美丽的蓝色大晶体。

明矾、皓矾（硫酸锌晶体）等都易培养成晶形完整的大晶体。同学们不妨采用蒸发溶剂的方法制取明矾大晶体。

问题讨论：

1. 在本实验中为什么加热、溶解后要趁热过滤硫酸铜溶液？若冷却后再过滤会对本实验产生什么不利影响？

2. 从饱和溶液制取晶体一般有两种方法。在本实验中主要采用的是哪一种方法？

选做实验三 木材的干馏

把木材、煤等物质隔绝空气加强热的过程，叫做干馏。木材干馏能够得到固、液、气三种状态的产物，它们是木炭、木焦油和木煤气。本实验操作简便、现象明显，会给同学们带来乐趣。

干馏用的木材应选用木纹平直的硬质杂木，劈成细而直的小木棍。

要求实验后，认真洗涤附有木焦油的仪器。

实验目标：

1. 了解木材干馏的概念及产物。
2. 了解木炭的吸附作用。

实验用品：

酒精灯、试管、带导管的橡皮塞、胶皮管、玻璃导管、铁架台(带铁夹)、玻璃管、烧杯、镊子。

细木条(可用锯末或废火柴杆代替)、红墨水、火柴。

实验步骤：

一、木材的干馏

1. 按图—45 连接仪器，并检查装置的气密性。

2. 往试管 A 里放入一些木条(或锯末)，不要塞得过密，防止木材受热时产生热胀撑破试管。

3. 给试管 A 加热，观察木条颜色的变化。当试管 B 底部开始有黑褐色油状液体出现时，用火柴点燃试管 B 上方玻璃尖嘴处逸出的气体，观察能否发生燃烧。

4. 当试管 A 内的细木条有 2/3 已完全炭化时，停止加热，利用余热使剩余木条炭化，并自然冷却。

二、木炭的吸附作用

实验装置如图—46 所示。

1. 把木材干馏所得到的木炭(或活性炭)按图—46 装入玻璃管中。

2. 先用止水夹夹住连接玻璃导管的胶皮管，缓缓注入滴有红墨水的水。

3. 打开止水夹，让水慢慢流出。观察流出的水，其中的红色是否已经褪去。

三、洗涤仪器

拆卸装置，先用酒精浸泡或擦洗附有木焦油的试管、橡皮塞、玻璃导管等。再用肥皂粉刷洗。最后将仪器冲洗干净。按指定要求一一摆放好。

问题和讨论：

1. 木材干馏时为什么一定要隔绝空气？

2. 木材干馏还有比图—45 更简易的装置吗？你能设计出吗？

选做实验四 自来水水质的简易测定

自来水的水质，影响着人民生活、城市建设和工农业生产。本实验通过最简易的方法，初步测定自来水中含有的一些组分。

要求认真思考测定所依据的一些化学反应原理和操作规范；所用的仪器要洁净，试液应该用蒸馏水配制。

实验目标：

1. 初步了解自来水水质的简易测定。
2. 认识环境保护的重要意义。

实验用品：

试管、玻璃棒、烧杯、胶头滴管。

自来水、肥皂水、稀硝酸、硝酸银溶液、精密 pH 试纸。

比色卡。

实验步骤：

1. 自来水的外表观察

取一支洁净的试管，注入 5 毫升自来水，注意观察样品的下列性质：

- (1) 颜色：是无色还是有色。
- (2) 气味：有无异嗅。
- (3) 透明度：是澄清透明，还是浑浊不透明。
- (4) 肉眼可见物：有无肉眼可见物。

2. 测自来水的 pH

用玻璃棒蘸一滴自来水到精密 pH 试纸上，观察试纸颜色的变化(以半分钟内的显色为准)。跟比色卡对比，测出自来水的 pH。

生活饮用水水质的 pH 标准为 6.5~8.5。

3. 测自来水的硬度

通常把 1 升水里含有 10 毫克 CaO (或相当于 10 毫克 CaO) 称为 1 度。水的硬度在 8 度以下称为软水；在 8 度以上称为硬水。硬度大于 30 度的是最硬水。

若试管里泡沫很多，没有沉淀产生，说明自来水中含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子较少，自来水硬度较小；若试管里的泡沫较少，并出现絮状沉淀，说明自来水中含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子较多，自来水的硬度较大。

肥皂的主要成分是硬脂酸钠 $[\text{NaC}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2]$ ，肥皂跟 Ca^{2+} 或 Mg^{2+} 离子起反应，会生成不溶于水的物质。

取一支试管，注入 5~6 毫升自来水，再倒入少量肥皂水，振荡，观察发生的现象。

4. 测氯化物的含量

取一支试管，注入 5 毫升自来水，用胶头滴管滴入几滴稀硝酸使水酸化。然后再向试管中滴加硝酸银溶液。观察发生的现象。

若溶液澄清无白色浑浊，说明自来水中氯化物的含量很低；若液体出现白色浑浊，说明自来水中氯化物的含量相对较高。

问题思考：

用水壶烧自来水，水壶底部会出现水垢，水垢的主要成分是碳酸钙和氢氧化镁，它们是由溶于水的碳酸氢钙和碳酸氢镁在烧水时生成的。这能说明自来水具有一定的硬度吗？

