学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

化 学

BOOK

内部资料 非卖品

说　明

这套义务教育初级中学化学教材包括《化学》、《化学实验》和《化学学习指导》三册书。

1985 年以来，我们组织青岛市教育局教研室、济南铁路局教委教研室和青州市教委教研室进行了初中化学教材的编写与实验，取得了较好的效果。为了进一步提高试验教材的质量，促进初中化学的整体改革，自 1989 年起，我们又组织青岛、济铁、青州试验教材编写组的同志，以国家教委颁发的《九年制义务教育全日制初级中学化学教学大纲（初审稿）》为依据，统一编写了山东省初级中学化学试验教材，同时在我省实验班进行实验。多年来，每年再版前，都根据实验反馈的情况对教材进行加工修改。1992 年《九年义务教育全日制初级中学化学教学大纲（试用）》颁布后，我们又根据该大纲的要求，对教材内容做了必要的调整。在教材的编写修改过程中，充分吸取了建国以来我国化学教材建设的经验以及近几年化学教学研究和改革的成果，以全面提高学生的素质为目的，重视教材内容的编排与学生心理特点和认知规律的结合，使这套教材的每一册书都具有自己的特色。

《化学》是全套教材的核心。它覆盖了教学大纲的全部教学内容，教学的基本要求与大纲一致。化学概念和原理的知识与元素化合物知识穿插编排，并使所学习的规律性知识能得到应用，在建立化学概念时，按照由个别到一般，由具体到抽象的顺序，重视科学方法的培养；注意教学难点的分散，重视学生知识结构的形成；章前、节后分别列出内容提要和本章小结，指导学生掌握知识的全貌；节后、章后编有习题和复习题，有的还编有家庭实验和社会实践，引导学生复习巩固所学知识，积极参加课外活动；课文中编有“想一想”、“练一练”、“议一议”等栏目，激励学生动脑、动手、动口，充分调动他们学习的积极性；设计了较多的演示实验，较好地突出了化学学科的特点。上述特色的综合作用，使本书好教好学，受到师生的好评。

参加本书编写的人员有（以姓氏笔画为序）尹鸿藻、石德宽、刘宗寅、许绍彭、岑士榜、单延智、茅树国、俞克尧、曹心对、龚维新、韩伟、傅丰昌等。这次由尹鸿藻、毕华林同志修订。

在这套教材编写和修订过程中，许多化学教育专家、教研人员和试验教师提出了宝贵的意见和建议；李毅平同志摄制了封面照片（齐鲁石化公司烯烃厂、塑料厂夜景）；清华大学宋心琦教授提供了硅原子图像照片；周青先同志摄制了部分彩照；山东省地质博物馆提供了金刚石、自然金块的图片。在此一并表示感谢。

教材中的缺点错误，望批评指正，以便修订。

初中化学教材编写组

化学
全一册

▲什么是化学
▲为什么要学习化学
▲怎样学好化学

绪　言

生活像一个“万花筒”，五彩缤纷；世界像一个“宝葫芦”，变化万千。你想认识世界,探索大自然的奥秘吗？你想提高素质,做新一代的建设者吗？那么，你除了要学好数学、植物学、动物学、物理学等自然科学知识外，还必须学好另外一门自然科学——化学。

什么是化学

我们在平常生活里吃的粮、油、蛋、菜，穿的棉、毛、丝、麻，乘坐的车、船、飞机，居住的高楼大厦，无一不是由物质组成的。因此，我们周围的世界，是一个丰富多彩的物质世界。

【议一议】观察图 1 所示的各组化学仪器，分别指出它们各是由什么物质组成的。

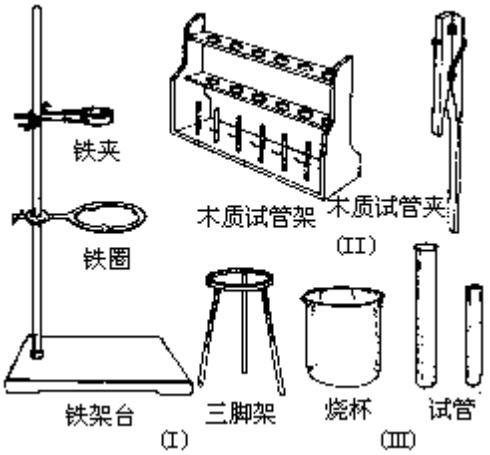


图 1 用不同物质制成的几种化学仪器

上图中的三组化学仪器分别是用铁、木材、玻璃制成的。铁、木材、玻璃是三种不同的物质，它们的颜色不同，密度不同，点燃时的表现也不同：木材容易燃烧、铁很难燃烧、而玻璃则不能燃烧。可见，物质都有它自己特有的性质。根据物质的性质的不同，我们可以识别它们。

一切物质都在不停地变化着。植物的春华秋实，动物的生老病死，水的结冰，铁的生锈等，都是我们经常见到的物质的变化。

【议一议】除了上面所列举的变化外，你还能举出一些物质变化的例子吗？

[实验 1]取一段镁带，用砂纸擦磨后，观察镁的颜色、状态。

用坩埚钳夹住镁带，在石棉网的上方点燃(图 2)，观察燃烧时发生的现象以及燃烧产物的状态和颜色。

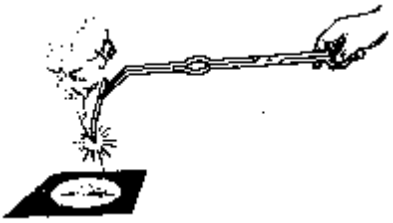


图 2 镁带的燃烧

【想一想】在上述实验过程中，你观察到了哪些现象？

镁是一种银白色的金属，它在空气中能剧烈燃烧，发出耀眼的强光，放出大量的热，生成白色固体——氧化镁。

[实验 2]取一只烧杯，倒入 1/3 容积的氢氧化钠溶液，用滴管滴入几滴无色酚酞试液(图 3)，观察溶液颜色的变化。

在上述溶液中逐滴加入盐酸，观察溶液颜色的变化。

在上述溶液中再滴加几滴硝酸银溶液，观察溶液中发生的现象。

氢氧化钠溶液中加入无色酚酞试液，溶液变为红色；当加入盐酸的量足够多时，溶液又变为无色；当加入硝酸银溶液时，溶液中又会出现白色沉淀。

物质的变化是多种多样的，在变化过程中常伴随着光、热、声、电等能量的变化。

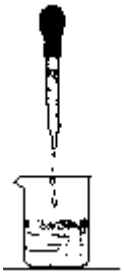


图 3 几种物质间发生的变化

物质的性质和变化为什么会有差异呢？这是因为它们的组成和结构不同。

在变化万千的物质世界里，各种各样的物质到底是由哪些成分组成的？它们究竟具有怎样的内部结构？它们具有怎样的性质和变化规律？我们可以用什么方法来制备它们？又怎样利用它们为人类造福？这些都是化学所要研究的问题。因此，化学是一门基础自然科学，它研究物质的组成、结构、性质以及变化规律等。

为什么要学习化学

化学与经济建设有着密切的关系。根据物质变化的知识，我们可以利用各种自然资源，生产出经济建设所必需的各种原料、材料和产品。例如，现代工业需要的耐高温、耐腐蚀、不燃烧的高分子材料，性能极佳的催化剂等；现代农业需要的大量化学肥料、高效农药等；现代科学技术和现代国防需要的高能燃料、高纯物质等，都属于化学工业产品。

化学与我们的日常生活也有着密切的关系。例如，酿酒造醋、烹调食物、洗涤衣服等都离不开化学知识。应用化学知识，还有助于人们健康长寿，使人们生活得更加美好。

另外，掌握一定的化学知识，对从事科学研究、促进科学技术事业的发展，具有重要的作用。例如，研究生命现象，研制新型材料，探索新的能源，防止环境污染，发展宇航事业等，都要以一定的化学知识作基础。

怎样学好化学

学好化学，除了要明确学习目的外，还必须注意化学学科本身的特点，掌握科学的学习方法。

1.重视化学实验化学是一门以实验为基础的科学。在学习化学时，要运用许多实验来说明、分析有关知识，并通过实验培养大家的观察能力和实验操作技能。因此，必须重视实验，应按要求认真操作，仔细地观察、记录实验现象，通过分析准确地做出结论。

2.加强理论联系实际化学产生于实践又反过来为实践服务。在学习化学时，要联系工农业生产和日常生活中的各种化学事实，正确理解所学的化学知识，并应用这些知识来分析和解决实际问题。

3.认真掌握化学用语化学用语是化学学科使用的一种特殊语言，主要是一些符号和式子。它们是表达物质组成、结构、性质、变化的重要工具。只有掌握了这些化学用语，才能更好地学习、研究化学。因此，要注意把化学知识的学习与化学用语的使用有机地结合起来。

此外，在学习过程中，要适当地阅读有关的科普读物，积极参加科技活动以及参观、调查等社会实践，培养观察自然、学习化学的兴趣。

我国是世界文明古国之一，一些化学工艺如造纸、酿酒、烧制陶瓷、冶炼铜铁、制作火药等，历史上都曾处于世界领先地位。只是到了近代由于封建制度的腐败，外国列强的侵略，统治阶级的黑暗反动，我国科学技术的发展才大大落后了，解放前连煤油都要从外国进口。解放后，特别是十一届三中全会以来，我国的化学工业发展很快，已形成具有一定规模、门类基本齐全的体系，在国民经济的发展中起着极其重要的作用。在化学高科技领域里，我国也取得了巨大成就：在世界上首次合成了结晶牛胰岛素；成功地试验了原子弹、氢弹、导弹；运载火箭技术进入了世界先进行列，等等。这些都标志着我国的化学科研已发展到一个新的水平。

同学们，你们是 21 世纪的生力军，肩负着建设祖国的重任，继往开来，前程似锦。希望你们树雄心，立壮志，为祖国、为人民学好化学，将来在建设具有中国特色的社会主义事业中做出更大的贡献。

家庭实验

点燃一支蜡烛，仔细记录你所观察到的现象。看谁观察得仔细，记录的现象多。

▲物理变化和化学变化
▲物理性质和化学性质
▲空气的组成 空气的污染和防止污染
▲纯净物和混合物
▲化合反应 分解反应
▲铜和铝的性质及应用
▲金刚石和石墨碳的化学性质
▲水的物理性质 水的电解 水的污染和防止污染
▲溶质 溶剂 溶液
▲溶液组成的表示方法——溶质质量分数

第一章　我们周围的几种物质

化学是以物质为研究对象的。因此，学习化学应从研究存在于我们周围，为我们所熟悉的物质开始。为研究这些物质，我们先来学习一些关于物质的变化和性质的知识。

第一节 物质的变化和性质

一切物质都在不断地变化着，它们的变化形式是多种多样的，其中有两类变化与化学的关系非常密切。

没有生成其它物质的变化

当温度发生变化时，水会发生状态的变化(图 1—1)。

图 1-1 水的状态的变化

由冰变为水，再由水变为水蒸气，或按相反过程发生变化，只是水的状态发生了变化。另外，像铁丝的弯曲、玻璃的破碎，只是铁丝、玻璃的形状发生了变化。上述这些变化的结果都没有生成其它物质。我们把没有生成其它物质的变化叫做物理变化。

【想一想】你能举出几种生活中物理变化的例子吗？

生成了其它物质的变化

［实验 1—1］取少量碳酸氢铵固体，观察它的颜色和状态。

将碳酸氢铵固体加入试管中，加热片刻(图 1—2)，观察试管中的碳酸氢铵有什么变化？试管口处有什么现象发生？同时闻到了什么气味？

移去酒精灯，用带有弯曲导管的橡皮塞塞紧试管口，并把导管的另一端插入盛有澄清石灰水的烧杯中。再加热盛有碳酸氢铵固体的试管，观察烧杯中澄清的石灰水里有什么现象发生？

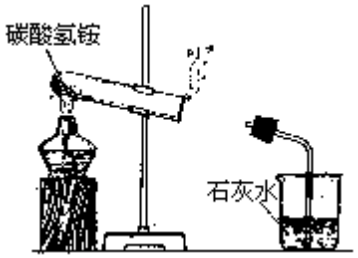


图 1-2　加热碳酸氢铵

白色的碳酸氢铵固体受热后逐渐消失，变成了有刺激性气味的氨气，没有颜色、没有气味的水蒸气(在试管口处冷凝成水滴)以及能使澄清的石灰水变浑浊的二氧化碳气体。这个变化可用文字表达式表示如下：

$$碳酸氢铵 \xrightarrow{加热} 氨气+水蒸气+二氧化碳$$

为了研究方便，国际上统一用一些化学符号表示各种物质。例如，用“NH_3”表示氨，用“H_2O”表示水，用“CO_2”表示二氧化碳等。

【议一议】碳酸氢铵固体受热时发生的变化是物理变化吗？为什么？

这个变化和物理变化有着本质的区别，因为碳酸氢铵受热后，生成了另外三种物质。化学上把生成了其它物质的变化叫做化学变化，化学变化又叫做化学反应。

化学变化在自然界里以及工农业生产和日常生活中普遍存在，例如绿色植物通过光合作用以二氧化碳、水等合成淀粉，工业上用煤、水、空气为原料制造化肥，食物的煮熟和腐败等变化，都包含着化学变化。

化学变化的特征是有其它物质生成。另外，化学变化中常伴随着发光、发热、变色、放出气体、产生沉淀等现象。

【议一议】下面的各种变化中，哪些是物理变化？哪些是化学变化？

煤燃烧　矿石粉碎　钢铁生锈

粮食酿酒　钨丝灯泡发光、发热

物理变化和化学变化虽然有本质的区别，但是两者之间也存在着一定的联系。

［实验 1—2］取一支蜡烛，点燃，观察蜡烛的状态有什么变化？将一根短玻璃管的一端插入火焰内部(如图 1—3Ⅰ)，观察在玻璃管的另一端管口有什么现象发生？用燃着的火柴接近此管口，又有什么现象发生？

将一只干而冷的烧杯罩在蜡烛火焰的上方(如图 1—3Ⅱ)，烧杯内壁有什么现象发生？

再将另一只内壁沾有澄清的石灰水的小烧杯罩在火焰的上方，烧杯内壁又有什么现象发生？

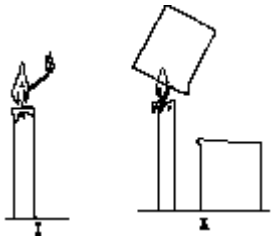


图 1-3　蜡烛的燃烧

蜡烛燃烧时，固态蜡受热熔化变成液态，再变成气态，这是物理变化；蜡蒸气燃烧生成水和二氧化碳，这是化学变化。

在化学变化过程中一定同时伴随发生物理变化，但在物理变化过程中不一定发生化学变化。

物质的性质

根据物质的变化，我们可以把物质的性质分为物理性质和化学性质。物质不需要发生化学变化就表现出来的性质叫做物理性质。例如，颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度等都是物质的物理性质。物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。例如，碳酸氢铵受热能分解变为氨气、水蒸气、二氧化碳是碳酸氢铵的化学性质；镁能燃烧生成氧化镁是镁的化学性质；将二氧化碳通入澄清石灰水里能产生白色沉淀，既是二氧化碳的化学性质，也是石灰水的化学性质。

物理变化和化学变化的概念、区别与联系物质的物理性质和化学性质的含义

习 题

1.下列说法有无错误？若有错误请加以改正。

(1)某物质发生变化时有发光、发热的现象，则该变化一定是化学变化。

(2)物质在发生物理变化的同时，一定要发生化学变化。

2.根据物质的物理性质或化学性质，用最简便的方法区别下列各组物质。

(1)碘酒和酒精

(2)食盐和白糖

(3)汽油和水

(4)氧气和二氧化碳

家庭实验

取一块木炭做如下实验，并做好实验记录。

(1)观察木炭的颜色和状态；

(2)另取一块体积相仿的煤块，比较它们的质量；

(3)点燃木炭并检验生成物是二氧化碳；

(4)把木炭砸碎；

(5)将木炭放入水中。在上述各项中发生的变化，只属于物理变化的是__(填写序号)，理由是__；属于化学变化的是__(填写序号)，理由是____。由此实验可知木炭的物理性质有__，化学性质有__。

第二节 空气

在小学自然课的学习中，我们已经知道洁净的空气是没有颜色、没有气味的气体，是一种成分比较复杂的物质。

【想一想】空气主要是由哪两种气体组成的？

空气的成分

下面的实验可以粗略地测定空气的组成。

［实验 1—3］在燃烧匙中放入过量的红磷，在酒精灯上将红磷点燃，然后把燃烧匙迅速伸入广口瓶中，塞紧瓶塞(图 1—4)，红磷继续燃烧。

待火焰熄灭、广口瓶冷却后，打开弹簧夹，烧杯里的水便流到广口瓶里。观察流入广口瓶中水的体积约占广口瓶容积的几分之几？

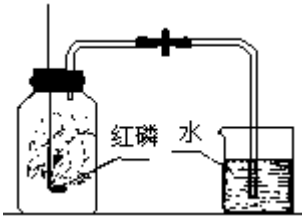


图 1-4　空气组成的测定

【议一议】上述实验中，水为什么会流入广口瓶？从进入广口瓶内的水的体积约占广口瓶总容积的 1/5 的事实，可得出什么结论？

红磷燃烧时，广口瓶内空气中的氧气(O_2)全部被耗尽，瓶内的压强减小，在大气压作用下，烧杯里的水便流进广口瓶，水只占据了广口瓶容积的 1/5。这一结果说明，空气中氧气的体积约占空气总体积的 1/5。广口瓶内剩余的约 4/5 体积的气体，主要成分是氮气(N_2)。

精确实验证明，空气中除了含有氮气和氧气外，还含有少量的稀有气体、二氧化碳、水蒸气、其它气体及杂质。

空气的成分按体积分数①计算，如图 1—5 所示。

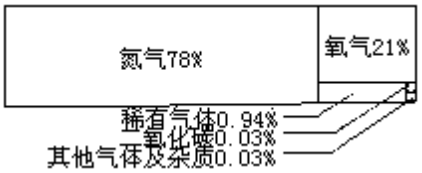


图 1-5　空气的成分

稀有气体是氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪、氙等气体的总称。它们的化学性质很不活泼，在通常情况下不能跟其它物质发生化学反应。

稀有气体在空气中含量虽然很少，但用途并不小。它们的化学性质不活泼，常用做保护气，填充灯泡使之经久耐用，或者隔绝空气提高焊接质量。稀有气体在通电情况下会发出不同颜色的光。于是，粉红色的氦灯、红色的氖灯、蓝紫色的氩灯等各种指示灯、霓虹灯应运而生。将氙气充入石英玻璃管制成的氙灯称作“人造小太阳”，它能发出极为明亮的光，可用于广场、体育场、飞机场的照明。此外，激光技术、原子反应堆及医学上也常用到稀有气体。

混合物和纯净物

空气的组成虽然复杂，但组成空气的各种物质只是简单地混合在一起，相互之间并没有发生化学反应。我们把像空气这样的物质叫做混合物。混合物都是由多种物质组成的。纯净物跟混合物不同，它是由一种物质组成的。我们把像氮气、氧气、二氧化碳这样的物质叫做纯净物。

［实验 1—4］分别取少量的铁粉和硫粉，观察它们的颜色和状态。用磁铁分别触及上述两种物质，观察有什么现象发生？

将铁粉和硫粉置于玻璃片上混合均匀，然后盖上一张纸片。将磁铁放在纸片上，轻轻振动玻璃片，提起磁铁，观察有什么现象发生？

上述实验中所用的铁粉和硫粉是纯净物，而铁粉跟硫粉搅拌均匀所形成的是混合物。其中铁粉和硫粉各自保持着它们原有的性质，因此，用磁铁可将它们分离。

我们在研究某种物质的性质时，必须取用纯净物。因为，若物质中含有杂质，这些杂质就会影响这种物质固有的某些性质。但是，绝对纯净的物质是没有的，如果某种物质含杂质的量很少，对科学研究或生产实际不发生有害作用，这样的物质，通常就认为是纯净物。

空气污染是世界性的严重公害

空气是一种重要的天然资源。除了氧气和稀有气体外，氮气也是一种重要的化工原料，广泛用来制造氮肥和炸药等；它还可以被豆科植物根瘤菌固定，成为作物的氮素养料。

空气与人类有着极其密切的关系。但自近代以来，地球上森林大量被砍伐，减弱了绿色植物对空气的净化作用；工业生产和交通运输中使用煤和石油做原料或燃料产生的废气源源不断地排放，使空气中有害成分和灰尘的含量不断增加，从而造成了空气的污染。被污染的空气不仅会损害人们的健康，引发各种疾病，缩短人们的生命，而且还会损毁庄稼、树木和花草，使金属锈蚀报废，油漆、涂料脱落变色……，总之，空气的污染涉及到天然资源的损毁、人类健康和环境的恶化，从而引起世界各国的广泛关注。

我国已制定了“环境保护法”，强调在发展工业生产的同时，要采取有效的措施防止空气污染，保护生态平衡，使空气资源更好地发挥作用。

防止空气污染的措施多种多样。主要是控制污染源。在废气排放到大气中之前，采用物理或化学方法将其中的有害物质清除、回收或转化。例如，以煤为燃料的工厂采用各种除尘器以及加高烟囱等方法控制烟尘的排放；对钢铁厂、化工厂排放的含有硫、氮的有害气体采用化学药品吸收、转化的方法，变废为宝。另外，造林绿化，增大植被的面积，增强绿色植物对空气的净化作用，也可以有效地防止空气污染。

空气的成分
混合物和纯净物的含义
空气污染的危害和污染的防治

习　题

1.举例说明下列概念的含义。

(1)纯净物

(2)混合物

2.查阅课文写出下列物质的化学符号：氧气__，氮气__，氦气__，氖气__。

3.下列物质中属于混合物的是__，属于纯净物的是__。

(1)盐水(2)铝(3)碘酒(4)二氧化碳(5)氧化镁

4.下列事实说明空气含有哪些成分？

(1)木炭在空气中燃烧；

(2)空气是制造氮肥的原料；

(3)酥脆的饼干在空气中放置逐渐变软；

(4)长期存放在空气中的澄清的石灰水表面会生成一层不透明的固体物质。

社会实践

了解附近工厂的空气污染和治理的情况，写出简要的调查报告。

【选学】

空气成分的发现史

由于空气是一种既看不到踪影又闻不到气味的气体，人们曾错误地认为空气是一种纯净物质。直至人们对燃烧现象和空气的组成做了深入的研究后，才认识到空气是一种成分很复杂的混合物。

早在 18 世纪 70 年代，瑞典化学家舍勒和英国化学家普利斯特里曾先后用加热氧化汞等物质的方法，制得了一种能使物质燃烧得更旺的气体，即现在所说的氧气。但由于他们受到当时盛行的“燃素说”错误理论的影响，把发现的气体叫“火空气”或“脱燃素空气”，而没有做出燃烧是物质跟空气里含有的氧气发生剧烈反应的正确结论。

1775 年法国化学家拉瓦锡注意了化学反应中物质质量的变化，运用天平作为研究化学的工具，详细研究了这种气体的性质，才确认了它是空气的一种组成成分，称为氧气。

拉瓦锡曾按下页图所示装置做了研究空气成分的著名实验。他把少量汞放入密闭的容器里加热了 12 天，结果发现一部分汞变成了红色粉末，同时容器里的空气体积差不多减少了 1/5。拉瓦锡又研究了剩余的那部分空气，发现这部分空气既不能供给呼吸，也不能支持燃烧。它就是我们现在所说的氮气(拉丁文原意是“不能维持生命”)。

拉瓦锡把汞表面所生成的红色粉末(氧化汞)收集起来，放在一个较小的容器里强热，又得到了汞和氧气，且氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的空气的体积。他把得到的气体加到前一个容器里所剩下的 4/5 体积的气体中去，结果得到的气体跟空气的性质完全一样。通过实验，拉瓦锡得出了“空气由氧气和氮气组成”的科学结论，推翻了当时占统治地位的错误理论——燃素说，建立了燃烧的氧化学说，从而推动了化学科学的发展。

拉瓦锡研究空气成分所用的装置

英国物理学家雷利(1842～1919)和化学家拉姆塞(1852～1916)在稀有气体的发现方面做出了杰出的贡献。雷利于 1882 年测定氮气的密度时，发现从空气里分离出来的氮气每升质量是 1.2572 克,而从含氮物质中制得的氮气每升质量是 1.2505 克，这结果超出了实验的允许误差。他怀疑空气中含有尚未发现的较重的气体。雷利用了 12 年的时间，终于从空气中得到了少量的这种较重的气体。与此同时，他的好友拉姆塞也用其它方法得到了这种气体。由于这种气体的化学性质很不活泼，就把它命名为氩(拉丁文原意是“ 懒惰 ”)。在以后几年里，拉姆塞等人又陆续从空气里发现了氦气、氖气、氙气等。

第三节　铜和铝

金属的种类很多。只要留神观察一下周围的物质，你便会发现到处都有金属的“踪迹”。目前在自然界中发现的金属已多达 80 余种，除铁以外，铜和铝是较为常见的两种。

铜和铝的物理性质

［实验 1—5］观察金属铝(Al)、铜(Cu)的实物标本，比较它们的颜色和状态；将这两种金属互相刻划，比较它们的硬度。

铜和铝都有特殊的光泽。铝具有银白色光泽，铜具有紫红色光泽。

铜和铝都有良好的导电性和导热性。例如，电线就是用铜或铝制作的，锅或壶通常是用铝来制作的。

铜和铝通过机械加工后，可被制成薄片或抽成细丝，从而制成不同形状、不同用途的制品。金属的这种物理性质叫做延展性。铜和铝的密度、硬度、熔点、沸点等，各不相同。

铜和铝都能跟氧气反应

能跟氧气发生反应，这是铜和铝的一种重要的化学性质。

【想一想】镁在空气中燃烧时发生的现象。镁跟氧气的反应可表示如下：

$$\text{镁}+\text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{氧化镁}$$
$$(Mg)(O_2) \qquad (MgO)$$

［实验 1—6］取一束细铜丝，用砂纸打磨后，观察它的颜色和状态。将铜丝置于酒精灯火焰上灼烧，观察铜丝表面发生了什么现象？亮红色的铜丝在灼烧时生成的黑色物质，是铜和空气中的氧气反应生成的氧化铜(CuO)。这个化学反应可表示为：

$$\text{铜}+\text{氧气} \xrightarrow{\text{加热}} \text{氧化铜}$$
$$(Cu)(O_2) \qquad (CuO)$$

镁、铜与氧气的反应的共同特点是反应物都是两种，而生成物只有一种。像这类由两种或两种以上物质生成一种其它物质的反应，叫做化合反应。

铝也能跟氧气发生化合反应，反应时生成氧化铝。这方面的知识将在第四章里介绍。

铜和铝的应用

铜是人类历史上使用最早的金属。远在 3000 多年以前，我们的祖先就能从孔雀石中冶炼出铜，而且铸造出农具、武器和祭祀用品等多种铜器。铝的冶炼和使用时间较晚，至今只有 100 多年的历史，但其用途越来越广泛，被人们称为“年轻的金属”。世界上当前的金属产量中，铝占第二位，铜占第三位。

由于铜和铝有良好的导电性，它们广泛用于电器工业，制作电线、电缆和各种电器设备。全世界每年用于电器工业的铜约占铜总产量的一半。

铝有优良的延展性，能被抽成细丝，也能被压成铝箔。铝箔常用来包装糖果、香烟、胶卷等。铝粉跟某些油料混合制成“银粉”油漆，用来防锈。铝的表面反射能力极强，可镀涂在聚光灯、探照灯和太阳能灶的反射面上。

此外，在铜或铝里加进另外一些金属成分，熔合后可以改变铜和铝的性能，使其用途更为广泛。例如，黄铜(含有锌的成分)和青铜(含有锡的成分)，用于制作军事上的枪弹、炮弹，化学工业里的热交换器、冷冻装置的有关部件等。又如，硬铝(含镁、锰、硅的成分)的硬度相当于钢，且密度又小，广泛用于汽车、船舶和飞机等制造业。

铜和铝的物理性质及应用
镁、铜跟氧气的反应
化合反应的含义

习题

1.举例说明铜和铝共同具有的物理性质。
2.写出下列符号所表示的金属的名称：Cu__，Mg__，Al__。
3.写出下列物质的颜色：铜__，氧化铜__；镁__，氧化镁__。
4.下列化学反应有什么共同点？它们是不是化合反应？
(1)镁燃烧生成氧化镁。
(2)铜灼烧生成氧化铜。

社会实践

调查一下，你生活中用到的金属制品，它们各是用什么金属制成的？

第四节 金刚石和石墨

自然界里含碳物质非常多，它们多数是一些复杂的物质，只有金刚石和石墨是由碳这一种成分组成的简单物质。

昂贵坚硬的金刚石

纯净的金刚石是一种无色透明的、正八面体形状的固体，密度是 3.51 克/厘米 ^{3}。自然界中的金刚石一般总含有一些杂质，因而带有各种颜色(见彩页图)，有的呈蓝色、粉红色，也有的呈绿色、棕褐色，有的甚至呈灰色和黑色。天然采集到的金刚石经过精雕细琢，便成了贵重的装饰品——钻石。光线照射到钻石上，被折射和散射，发出璀灿夺目的光彩。

在天然物质里，金刚石的硬度最大。金刚石一词的原意就是“最硬的”、“不可克服的”。因此，它可以装在钻探机的钻头上，钻凿坚硬的岩层，也可以用来加工金属材料和切割玻璃；在一些精密的仪器中，也常用金刚石做轴承的轴。

金刚石的熔点(＞3550℃)、沸点(4827℃)很高，是电的不良导体。

80 年代初，探明我国山东省是金刚石的重要产地之一。迄今为止，我国最大的一颗金刚石是 1977 年在山东省临沭县岌山乡常林村发现的。

质软滑腻的石墨

石墨是一种深灰色的、有金属光泽而不透明的细鳞片状固体，密度是 2.25 克/厘米 ^{3}。

跟金刚石相反，石墨是自然界里最软的矿物之一。用石墨在纸上划过，会留下深灰色的痕迹。铅笔芯就是用石墨粉和粘土混合制成的。用手触摸石墨有滑腻感，可以用它作润滑剂。由于石墨的熔点高，所以石墨润滑剂可以在不适宜用普通润滑剂的高温下使用。

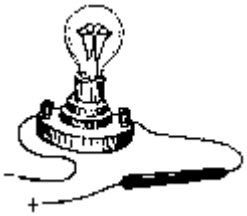


图 1-6　石墨的导电性

[实验 1—7] 将石墨棒或成的。用手触摸石墨有铅笔芯连接在电路中(图 1—6)，接通直流电源后，可见到什么现象？这说明石墨具有什么特性？

灯泡发亮，说明石墨有优良的导电性能。干电池中的碳棒(正极)就是用石墨制成的。

石墨还具有优良的导热性，且熔点、沸点很高，化学性质稳定，因而可以用来制造石墨坩埚和化工生产上耐酸、耐碱的塔槽。

另外，像炭黑、木炭、活性炭、焦炭等常见物质，是由石墨的微小晶体和少量杂质组成的。

炭黑炭黑是一种非常细的黑色粉末。点燃油灯生成的烟炱，就是炭黑。某些含碳物质，如天然气、松枝等，在空气不足时燃烧便会产生炭黑。

我们使用的墨和墨汁的主要成分是炭黑。炭黑还可以用于制造油墨、油漆、鞋油和颜料等。炭黑作为橡胶制品的添加剂，能够增强其耐磨性。

木炭 木炭是一种黑色多孔的固体。在隔绝空气的条件下加热木材，可以制得木炭。

［实验 1—8］在充满红棕色二氧化氮气体的试管里，投入几小块刚加热过的木炭，用橡皮塞塞紧试管口并上下摇动试管，观察试管内气体颜色有什么变化？

［实验 1—9］按图 1—7 所示装置仪器。把品红水溶液从上部的漏斗注入，使其通过木炭层。观察从下端导管中流出的水的颜色。

因为木炭具有疏松多孔的结构，表面积很大，能把气体或溶液中的一些物质吸附在它的表面，这种作用叫做吸附作用。通过吸附作用，木炭吸附了试管中的有色气体和溶液中的色素，因此在实验中可观察到气体和溶液褪色的现象。

活性炭 活性炭是黑色粉末状或颗粒状的固体。把木炭在隔绝空气的情况下加强热，并不断通入水蒸气，便可制得活性炭。

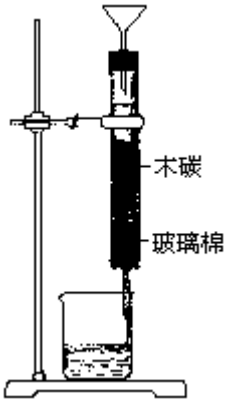


图 1-7　木炭的吸附作用

活性炭具有比木炭更优良的吸附性能，可用来净化各种气体或液体。例如，活性炭可用作电冰箱的去味剂和制糖工业用的脱色剂。防毒面具的滤毒罐里盛装的活性炭，可吸附毒气，而使纯净的空气通过。

焦炭焦炭是一种浅灰色的多孔性固体，主要用作冶炼钢铁的燃料。

碳的化学性质

金刚石和石墨都是由碳这一种基本成分组成的，因此它们具有相同的化学性质。

在常温下，碳的化学性质很稳定。

【想一想】年久的字画，纸都变黄了，但纸上的字画却没有发生变化，这是为什么？

随着温度的升高，碳的化学活动性将大大增强，在高温下碳能够跟多种物质发生化学反应。

1.碳跟氧气的反应

［实验 1—10］把一小块木炭放在燃烧匙里，加热到红热，然后迅速插入盛有氧气的集气瓶中(图 1—8)，观察木炭在氧气中燃烧时，发生了什么现象？

图 1-8　木炭在氧气里燃烧

待木炭燃烧停止后，向瓶内倒入一些澄清的石灰水，稍加振荡，观察又有什么现象发生？

木炭在氧气中燃烧，比在空气里燃烧更剧烈。燃烧时发出明亮的白光并放出大量的热。生成的气体能使澄清的石灰水变浑浊，这种气体是二氧化碳。

碳在氧气中燃烧的化学反应可表示为：

碳+氧气 $\xrightarrow{点燃}$ 二氧化碳

(C)　(O_2)　　(CO_2)

2.碳跟氧化铜的反应

［实验 1—9］观察氧化铜和木炭粉的颜色和状态。

将干燥的氧化铜和木炭粉混合均匀。取适量混合物放入试管中，塞紧带导管的单孔橡皮塞，使导管的一端插入盛少量澄清石灰水的试管里。给盛有固体混合物的试管加热(图 1—9)，观察发生的现象。反应停止后，用弹簧夹夹住橡皮管。待试管冷却，再取出试管里的固体物质，观察它的颜色和状态。

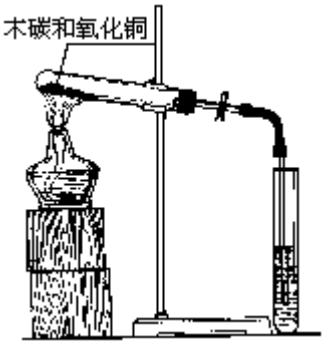


图 1-9　木炭跟氧化铜反应

【议一议】上述实验所得到的红色的固体是什么物质？澄清的石灰水为什么变浑浊？在加热的条件下，木炭中的碳跟氧化铜发生化学反应，生成红色的铜和二氧化碳，并放出热量。该化学反应可表示如下：

氧化铜+碳 $\xrightarrow{加热}$ 铜+二氧化碳

(CuO)　(C)　　(Cu)　(CO_2)

金刚石和石墨的物理性质和主要用途

碳的主要化学性质(常温下的稳定性以及高温下跟氧气、氧化铜的反应)

习题

1.石墨的下列用途是由它的什么性质决定的？

(1)作润滑剂(2)制坩埚(3)作电极(4)制铅笔芯

2.木桩在埋入地下之前，为什么常把埋入地下一段的表面先用火烧焦？

3.在括号中填入有关物质的名称并注明各物质的化学符号及必要的反应条件。

(1)( )+氧气→二氧化碳

(2)氧化铜+碳→( )+( )

【选学】

黑火药

黑火药是我国古代四大发明之一。它是将木炭粉、硫黄粉和硝酸钾按一定的质量比混合制成的。远在唐朝，对此就已有记载。黑火药可用于军事上的“炮战”和“枪战”，也可用来炸山、凿石、开矿，其应用具有悠久的历史。随着TNT炸药和“液氧炸药”等多种新型炸药的问世，黑火药已经落后。但由于黑火药容易制造，成本低廉，至今仍在使用，特别是用来制造鞭炮和焰火。应该注意的是黑火药这种混合物，在受热或撞击时，会发生剧烈的化学反应，引起爆炸。因此，在配制和使用黑火药时，一定要按科学的方法进行操作，注意安全，避免事故发生。

第五节　水

水是宝贵的自然资源

水在地球上分布很广，覆盖地球表面近 3/4。大气中含有水蒸气，土壤和岩层里以及动植物体内含有大量的水。人体内含水量约占人体质量的 2/3，每人每天维持生命和生活约需用 40～50 升水。水是生物体进行新陈代谢的必不可少的物质，没有水，人类就不能生存。植物也必须在水的参与下，才能进行光合作用，合成糖类等物质。

水是工农业生产中的重要资源，一切工业生产都需要用水。例如，生产 1 吨钢约需 200 吨水，生产 1 吨合成纤维约需 1000 吨水，生产 1 吨纸需 250～500 吨水。农业生产需要消耗大量的水，对工业发达的国家来说，农业用水是工业用水的 2～3 倍。

随着经济的发展、人口的增加和人民生活水平的提高，人类对水的需求量越来越大。人们渐渐认识到，水并不是取之不尽、用之不竭的资源。地球上水的总量约有 13.6 亿立方千米，其中 97.2%在海洋中， 2.15%是冰山和冰川，人们可以利用的淡水只有 0.65%左右。世界上不少地区已出现水的匮乏和不足，水的问题越来越被人们重视。对我国来说，由于降水在空间和时间分布上的不均衡，少水的北方地区，人均占有水资源的量相当于世界上最干旱的国家；水量比较丰富的南方，也常常发生季节性干旱。因此，解决水的问题在我国具有更加重要的意义。要发展工农业生产，要提高人民的生活水平，就要开发、保护和合理利用水资源和节约用水。

水的物理性质和水的净化

自然界中不存在纯净的水，在化学研究里常把蒸馏水视为纯净的水。

通常条件下，水是无色、无味的透明液体。在 101 千帕的压强下，水的凝固点为 0℃，沸点为 100℃。水在 4℃时密度最大，为 1 克/厘米^3。冰的密度比水小，因而能浮在水面上，这有利于水中生物在寒冷季节里的生存。

通常生活用水多是江河、湖泊、水库里的水，这些水含有多种杂质和细菌，往往带有异味。自来水厂引入江河、湖泊的水后，先通过自然沉降除去泥沙，再加入一些化学药剂和通入氯气，除去悬浮的杂质、异味，并杀死细菌。经过这样净化的水才可以供人们饮用。

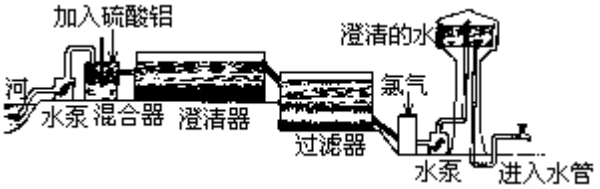


图 1-10　河水净化过程示意图

水的电解

若将直流电通入水中，将会引起什么变化呢？

［实验 1—12］把水电解器的玻璃管中注满水*，接通直流电源，观察电极表面发生的现象（图 1—11)。通电一段时间后，比较电解器两支玻璃管中产生的气体的体积。

【议一议】在电解过程中，两支玻璃管中积聚的各是什么气体？

为了了解分别跟电源负极相连和电源正极相连的玻璃管内产生的气体各是什么物质，我们可用燃着的木条进行试验。体积小的气体可使燃着的木条燃烧得更旺，这种气体是氧气；体积大的气体能够燃烧，这种气体是氢气。

图 1-11　水的电解

通过上述实验不难看出，将直流电通入水中，水将发生化学变化，这一变化称作水的电解，可表示如下：

$$\text{水}\xrightarrow{\text{通电}}\text{氢气}+\text{氧气}$$

$$(H_2O)\qquad(H_2)\ (O_2)$$

【议一议】电解水和碳酸氢铵受热时所发生的反应，有什么共同的特点？

这两个反应的共同特点是反应物只有一种，而生成物却不止一种。像这类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。

水的污染是人类的一大灾难

水除了含有天然杂质外，还受着污染的威胁。生活垃圾、粪便、医院和工厂的废水不经处理任意排放到自然水源中去，其中所含有的病源微生物会造成水的污染。特别是工农业生产排放的废水中，往往含有汞、镉等极毒物质和洗涤剂、杀虫剂、除草剂等有毒物质，它们不仅直接危害人体健康，而且还使水里的鱼、蛤蚌和牡蛎等含有毒素，人们误食了这些水产品，也会中毒、染病或死亡。例如，水俣(yǔ)病就是世界上第一个由于水污染引起的公害病。1953～1956 年，在日本熊本县水俣市发现有许多死鱼飘浮在海面，海藻枯萎，海鸟在飞翔中也会突然堕入海中。不少人开始口齿不清，步履不稳，表情痴呆，随后便耳聋眼瞎，全身麻木，精神失常，最终狂叫而死。这种病称为水俣病，截止到 1976 年，水俣病的患者达 1386 人。经近十年的研究查明，这种病是由水俣地区一家工厂排放出的废水污染了水俣湾和不知火海所造成的。

为防止水的污染，保障人民的生命安全，保护生态环境的平衡，我国政府规定了向自然水源里排放的废水中杂质含量的允许标准。凡超过排放标准

的废水，必须先进行处理，达到规定标准后，才允许排放。在我国，水的污染防治已纳入法制轨道。《中华人民共和国水污染防治法》明确规定：

——一切单位和个人都有责任保护水环境并有权对污染、损害水环境的行为进行监督和检举。因水污染危害直接受到损失的单位和个人有权要求致害者排除危害和赔偿损失。

——禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城市垃圾及其它废弃物。

为了国家的繁荣、人民的健康，我们应该增强环境保护的意识，并且以法律为准绳，切实防止环境污染，使我们未来的生活更加美满。

水是人类宝贵的自然资源

水的物理性质

水的电解

分解反应的含义

水污染的危害和防止污染的方法

习题

1.填空：

在 101 千帕的压强下，水的凝固点为__，沸点为__ ;4°C的水的密度为__。

2.引起水污染的主要途径有哪些？应怎样防止水的污染？

3.化合反应和分解反应有什么不同？分别举出两个例子。

4.在水电解器中通电使水分解时，有什么现象发生？怎样检验生成的物质是什么？

社会实践

1.在你的周围有无浪费自来水的现象存在？应该采取什么措施防止自来水的浪费？请向有关方面提出积极的建议。

2.到附近的工厂了解排放污水的情况和污水处理的情况。

第六节 溶液

在日常生活中，我们喝的茶水、汽水、啤酒，作为调味品的盐水、糖水、食醋，医药上使用的消毒酒精、碘酒等都是溶液。

溶液究竟是什么

［实验 1—13］观察蔗糖、食盐的状态和颜色。

在 2 只烧杯中，各注入 1/2 容积的水，然后分别加入少量的蔗糖和食盐，用玻璃棒充分搅拌使它们溶解。

观察所得到的 2 种液体，找出它们具有的共同特征。

【想一想】上面制得的糖水和盐水，在温度不变、水不减少的情况下，那些溶于水中的物质能否从水中自行分离出来？

事实证明，当外界条件不变时，那些溶于水中的物质是不会自行从水中析出来的。由此可见，糖水和盐水都是一些稳定的混合物。我们把这种由一种或几种物质溶解到另一种物质里，形成的均一、稳定的混合物叫做溶液。把能够溶解其它物质的物质叫做溶剂，被溶解的物质叫做溶质。

由于水能溶解多种物质，所以水是最常用的溶剂。溶剂可以是水，也可以是汽油或酒精等其它物质。例如，医药上用的碘酒就是将一定量的固体碘溶解在一定量的酒精中得到的碘的酒精溶液。不指明溶剂的溶液通常是指水溶液。

溶质可以是固体物质，也可以是气体或液体物质。

【想一想】你能说出几种溶质为气体或液体的水溶液吗？

溶液在自然界中广泛存在，应用也是多方面的。动植物从外界摄取多种养料，吸收的多数是这些养料的溶液。例如土壤里的水溶解了各种物质形成溶液，植物吸收了这种溶液就可以从中得到生长所需要的养料。在化学实验和化工生产中，很多反应都是在溶液中进行的。所以说溶液对动植物的生理活动和生产、科研有很重要的意义。

溶液组成的表示方法

溶液有“浓”、有“稀”。为了确切地反映出溶液的“浓”和“稀”，就要测定在一定量的溶液中所含有的溶质的量的多少。也就是说，需要确切地知道溶液的组成。

表示溶液组成的方法很多，这里主要介绍的是溶质质量分数①。溶质质量分数是溶质质量和溶液质量之比。溶液的溶质质量分数可用下式计算。

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

溶液质量=溶剂质量+溶质质量

在实践中已经约定俗成，当表示一种溶液的组成时，若不指明是用什么方法表示的话，那就是指该溶液的溶质质量分数。例如，16%的食盐水，就是指食盐水的溶质质量分数是 16%。又如，30%的硫酸，就是指硫酸溶液的溶质质量分数是 30%。

［例题 1］将 2.8 克氯化钠固体，溶解在一定量的水中，得到 20 克溶液。求该溶液的溶质质量分数。

［解］溶质质量分数 $= \frac{溶质质量}{溶液质量} \times 100\%$

$= \frac{2.8克}{20克} \times 100\% = 14\%$

答：该溶液的溶质质量分数为 14%。［例题 2］配制 50 克 10%的食盐水溶液，需要食盐和水各多少克？

［解］ 50 克 10%的食盐水溶液里含食盐的质量澄*50 克×10%= 5 克

所含水的质量为：

50 克-5 克=45 克

答：配制 50 克 10%的食盐水溶液需要食盐 5 克和水 45 克。

［实验 1—14］配制 50 克 10%的食盐水溶液。

(1)通过计算求得需要食盐 5 克、水 45 克。

(2)用托盘天平称取 5 克食盐，再用量筒量取 45 毫升水。(常温下水的密度近似为 1 克/厘米 ^{3})

(3)在盛有 5 克食盐的烧杯中倒入 45 毫升水,用玻璃棒轻轻搅动使食盐全部溶解。

［练一练］配制 5%的食盐水 60 克，需要水和食盐各多少克？

［例题 3］把 500 克 20%的食盐水溶液稀释成 5%的食盐水溶液需要加入多少克水？

［解］设需要加入水的质量为 x。

被稀释后的食盐水溶液质量为 500 克+x。

由于稀释前后溶液里溶质的质量不变，所以

500 克×20%＝(500 克+x)×5%

100 克=25 克+0.05x

$x = \frac{100克 - 25克}{0.05} = 1500$

答：把 500 克 20%的食盐水溶液稀释成 5%的食盐水溶液需要加入 1500 克水。

【练一练】将 100 克 98%的硫酸稀释成 10%的硫酸，需要加水多少克？

生产和实验室里经常需要把浓溶液稀释成稀溶液，在稀释中一般用量筒来量取溶液和水的体积。例如，常用的 1：5 的硫酸溶液，就是指 1 体积的浓硫酸(一般指密度是 1.84 克/厘米 ^{3}，溶质质量分数为 98%的硫酸)和 5 体积水混合而成的硫酸溶液。又如，含酒精 75%的医用酒精，就是把 75 体积的纯酒精和 25 体积的水混合而成的酒精溶液。用这样的方法表示溶液的组成比较粗略，但配制时，简便易行。

悬浊液和乳浊液

［实验 1—15］在两支试管里，各加入 1/3 容积的水，然后分别向试管中加入适量的泥土和植物油。将两支试管充分振荡，观察试管中的混合物呈现什么现象？将两支试管静置一段时间，又会看到什么现象？

【议一议】以上两种混合物是溶液吗？为什么？

我们知道，食盐的水溶液均一、稳定、透明，而泥浆水及油水混合物则显得浑浊、不透明。静置一段时间后，可以见到泥浆水中的固体泥沙小颗粒

下沉，油水混合液中的植物油珠则上浮，说明这些混合物是不稳定的。这种由不溶性固体小颗粒悬浮于液体里形成的混合物叫做悬浊液，由不溶性的液体小珠滴分散到液体里形成的混合物叫做乳浊液。悬浊液和乳浊液统称为浊液，它们都不是溶液。

浊液也有着广泛的应用。例如，人们常把食品或粮食跟水混合，制成各种流质食物以利于消化和吸收。在喷洒农药时，可将不溶性的粉剂或油剂制成悬浊液或乳浊液，这样不仅可使药液喷洒均匀，而且便于控制药液的用量。

【议一议】如何将混有泥沙的水中的泥沙除去？

过滤是分离混合物的一种方法

过滤是把不溶于液体的固体物质跟液体分离的一种方法。

［实验 1—16］取一个漏斗和一张滤纸制成过滤器。将混有泥沙的悬浊液进行过滤(图 1—12)。

过滤后，观察在滤纸上得到什么状态的物质？在烧杯中得到什么状态的物质？

过滤有着广泛的应用。例如，河水净化过程中就是利用过滤的方法来除去水中不溶解的固体杂质的。又如，由海水晒制而成的粗盐，其中含有很多不溶于水的杂质。为了将粗盐提纯，先要把粗盐溶于水，再将不溶于水的固体泥砂等杂质应用过滤法除去。然后通过加热把水蒸发掉，就得到了较为纯净的食盐。

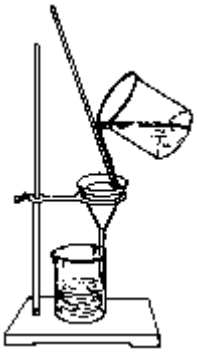


图 1-12　过滤

【议一议】能否将花生油和水的混合物用过滤法进行分离？

溶质、溶剂、溶液的含义及相互关系
溶质质量分数含义及其计算
悬浊液和乳浊液的含义
过滤法分离混合物

习题

1.现有 50 克 2%的碘酒溶液，请回答：
(1)溶液中什么是溶质？什么是溶剂？
(2)2%表示什么意义？
(3)其中含碘和酒精各多少克？

2.下列说法是否正确？为什么？

(1)液体就是溶液。

(2)蔗糖和食盐的混合物可应用过滤法加以分离。

(3)10 克食盐的水溶液与 5 克食盐的水溶液相比，前者的溶质质量分数大。

3.如果要把 20 克 10%的食盐水溶液变为 5%的食盐水溶液，应向溶液中加入多少克水？如果要把原溶液的溶质质量分数提高到 20%,应向溶液中加入多少克食盐？

本章小结

一、物质的变化和性质

1.没有生成其它物质的变化叫做物理变化；生成了其它物质的变化叫做化学变化。化学变化又称化学反应。

2.物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质；物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质叫做物理性质。

二、化合反应和分解反应

由两种或两种以上的物质生成一种其它物质的化学反应，叫做化合反应。

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。

三、混合物和纯净物

混合物是由多种物质组成的，纯净物是由一种物质组成的。

过滤是分离混合物的一种方法。

四、我们周围的几种物质

1.空气空气是一种混合物，它的主要成分是氮气和氧气。空气中氧气的体积分数是 21%，约为 1/5。应重视空气的污染和防止污染。

2.水水是无色、无味、透明的液体，电解时生成氢气和氧气。水是一种重要的自然资源。应重视水的污染和防止污染。

3.铜和铝铜和铝具有特殊的光泽，良好的导电性、导热性和延展性。在一定条件下铜和铝可与氧气发生化合反应。

4.金刚石和石墨金刚石和石墨都是由碳组成的。常温下碳的化学性质稳定。碳能在空气或氧气中燃烧生成二氧化碳；碳在加热时能跟氧化铜发生反应。

5.溶液一种或几种物质溶解到另一种物质里，形成的均一、稳定的混合物叫做溶液。能溶解其它物质的物质叫做溶剂，被溶解的物质叫做溶质。溶质质量分数是表示溶液组成的一种方法。溶质质量分数是溶质质量与溶液质量之比。悬浊液、乳浊液统称浊液，它们都不是溶液。

复习题

1.填空：

(1)空气中含量最多的气体是__，能支持燃烧的气体是__，能使澄清石灰水变浑浊的气体是__，化学性质极不活泼的几种气体的总称是__。

(2)纯净的水是__色、__味透明的液体，水在__℃时密度最大，其值为__。

(3)在金刚石、石墨中，硬度最大的物质是__，能导电的物质是__。它们都是由__组成的。碳的主要化学性质有①__，②__。

(4)将 25 克葡萄糖溶于 100 克水中，所得溶液的溶质质量分数为__。配制 100 克 25%的食盐溶液，需要水__克。

2.选择：

(1)下列物质：①水泥浆②煤油与水的混合物③酒精与水的混合物④食醋，其中属于溶液的是(　)。

A.①③④　　B.②④

C.③④　　D.①③

(2)能够确定镁带燃烧是化学变化的主要依据是()。

A.发出耀眼的白光

B.放出大量的热

C.生成白色固体

D.燃烧后质量增加

(3)下列反应属于化合反应的有(　)，属于分解反应的有(　)。

A.镁的燃烧　　B.碳酸氢铵受热时的变化

C.灼烧铜丝　　D.碳跟氧化铜的反应

(4)下列说法正确的是(　)。

A.过滤法可用来分离各种混合物

B.发光发热的变化叫做化学反应

C.金刚石和石墨都可用于制作电极

D.混合物中各成分都保持各自的性质

(5)将 100 克溶质质量分数为 20%的某溶液等分为两份，取出其中一份，这份溶液的溶质质量分数为(　)。

A.10%　　B.20%

C.5%　　D.15%

(6)下列几种说法：

①泥水中泥是溶质，水是溶剂；

②凡是均一、稳定的液体就是溶液；

③溶液是均一、稳定、无色透明的混合物；

④质量相同的两种溶液，溶质质量分数大的所含溶质的量多。

其中正确的是(　)。

A.③④　B.①②　C.②③　D.只有④

3.填写下表中的空白：

化学符号	Mg	Al	N_2	He	CO_2	O_2	MgO
物质名称							

4.用文字表达式表示下列各化学反应，并参阅课文，在有关物质的名称下面写出它们的化学符号，同时注明必要的反应条件。

(1)碳在空气中燃烧；

(2)铜粉在空气中受热变黑。

5.计算：

(1)500 克 20%的硫酸溶液里，含有硫酸和水各多少克？

(2)配制 20%的硫酸溶液 500 克，需用 98%的硫酸多少克？

▲分子

▲原子原子的组成

▲元素元素符号

▲离子原子核外电子排布的初步知识

第二章 构成物质的微粒

我们已经学习了铜、铝、金刚石、石墨和水等物质，这些物质表现出的性质为什么各不相同呢？科学研究结果表明，这是由它们的结构不同决定的。近代科学实验证明，物质都是由许多肉眼看不见的微粒构成的。构成物质的基本微粒有分子、原子和离子。

第一节 分子

在日常生活中，我们会遇到很多现象，如湿衣服经晾晒会变干；打开盛有酒精的试剂瓶瓶塞，会闻到酒精的气味；长期存放的樟脑球会逐渐变小，最后完全消失；等等。怎样来解释这些现象呢？这就需要应用有关分子的知识。

什么是分子

物质能够分割，这是物质由微粒构成的一个有力证明。我们一起来想象一下，假如把一杯水分成半杯，再分为 1/4 杯、 1/8 杯……，这样不断分下去，在保持水的化学性质不变的前提下，水分割到最后，便得到构成水的最小微粒。

如果将这种微粒再分割时，仍可得到更小的微粒，但这更小的微粒已不再保持水的化学性质了。我们把这种保持物质化学性质的微粒叫做分子。

由此可见，分子是保持物质化学性质的一种微粒。自然界中，有些物质是由分子构成的。例如，水是由水分子构成的，酒精是由酒精分子构成的。因而，分子是构成物质的一种微粒。

【想一想】氧气、二氧化碳、蔗糖、樟脑等物质都是由分子构成的。那么，它们分别是由什么分子构成的呢？

分子的大小、运动……

分子有体积和质量。分子的体积很小，一滴水大约有 1.67×10^{21} 个水分子。如果将水分子跟乒乓球相比，就好像将乒乓球跟地球相比一样。一个水分子的直径约是 2×10^{-10} 米，质量约为 3×10^{-26} 千克。现在，人们用电子显微镜可以把分子放大几十万倍，拍摄出某些分子的照片。我国化学家在 1965 年完成了牛胰岛素的人工合成。彩页中结晶牛胰岛素模型照片，较好地反映了其中氨基酸分子的结合情况。

分子在不停地运动着。

［实验 2—1］取一瓶二氧化氮气体，用玻璃片盖住瓶口，观察它的颜色。然后在它的上方与另一空集气瓶对接(图 2—1)，抽去两瓶口间的玻璃片，观察两瓶中气体颜色的变化。

［实验 2—2］取一只大烧杯，倒入 3/4 容积的水，然的后向烧杯中撒一些石蕊固体小颗粒(图 2—2)，观察水的颜色的变化。

图2-1 二氧化氮气体在空气中的扩散

图2-2 石蕊分子在水中的扩散

上述实验说明，构成物质的分子总是在不停地运动着。在实验 2—1 里，

下瓶里二氧化氮的分子与上瓶里空气中各种气体的分子由于不断地运动而相互扩散，结果上瓶中气体颜色逐渐加深，下瓶中气体颜色逐渐变浅。在实验2—2中，固体石蕊颗粒里的石蕊分子向水中扩散，使烧杯里的水逐渐变成紫色。

物质受热时，分子运动的速度会加快。

【议一议】为什么湿衣服晒一段时间就干了？为什么存放的樟脑球会逐渐变小，最后消失？

分子间有一定的间隔。气态物质分子间的间隔较大；液态物质和固态物质分子间的间隔较小。分子间的间隔还与温度有关。温度升高，分子间的间隔增大；温度降低，分子间的间隔减小。所以一般物体有热胀冷缩的现象。

同种物质的分子，性质相同；不同种物质的分子，性质不同。

分子的含义

应用分子的知识解释有关的现象

习题

1.分子是(　)。

A.保持物质性质的一种微粒

B.保持物质物理性质的一种微粒

C.保持物质化学性质的一种微粒

2.应用分子的知识解释下列现象。

(1)把蔗糖放入水里，蔗糖逐渐看不见了；

(2)晾晒的湿衣服，夏天要比冬天干得快；

(3)在一杯酒精或一滴酒精的附近，都会闻到酒精的气味。

家庭实验

取一个稍稍压瘪但没有破裂的乒乓球，把它放入沸水中，观察发生的现象。你能说明发生这种现象的原因吗？

第二节 原子

我们已经知道，有些物质是由分子构成的。科学实验还证明，有些物质是由另一种微粒——原子直接构成的。例如，金刚石和石墨是由许多碳原子直接构成的，铝是由许多铝原子直接构成的，铜是由许多铜原子直接构成的。

什么是原子

分子是构成物质的一种微粒，它能不能再分呢？

实验证明，当我们加热一种称作氧化汞的红色粉末时，红色的氧化汞会逐渐消失，而生成了银白色的金属汞和氧气。所以会发生这种变化，是因为氧化汞受热时，氧化汞分子被破坏了，变成了两种更小的微粒——汞微粒和氧微粒。这些微粒要重新组合：汞微粒彼此结合构成金属汞；氧微粒结合成氧分子，许多氧分子构成了氧气。这说明氧化汞分子在化学变化中是可分的，由它分成的更小的微粒在化学变化中却不能再分了。科学上把这种更小的微粒叫做原子。

原子是化学变化中的最小微粒。

氧化汞受热时发生的化学反应，可用下图表示：

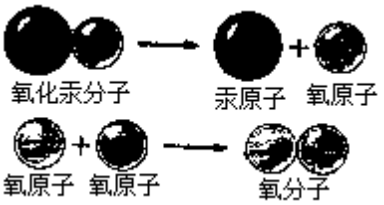


图 2-3　氧化汞受热分解示意图

凡由分子构成的物质，它们的分子都是由原子构成的。例如，氧化汞分子是由汞原子和氧原子构成的，氧分子是由氧原子构成的，二氧化碳分子是由碳原子和氧原子构成的，等等。

原子有一定的体积和质量。原子的体积很小，如果把 1 亿个氧原子排成一行，它的长度也只有 1 厘米多一些。原子的质量也很小，1 个氧原子的质量是 2.657×10^{-26} 千克。原子虽然很小，但人们还是通过实验证明了它的存在。彩页中硅原子图像照片，是 1991 年中国科学院化学研究所扫描隧道显微镜实验室拍摄的，它使我们更清楚地看到在固体硅的表面硅原子的排布情况。

另外，原子间有间隔，原子也在不停地运动。

原子还能再分吗

原子是化学变化中的最小微粒，它还能再分吗？1897 年英国科学家汤姆生(1856～ 1940)在实验中发现了电子，揭示了原子内部的秘密，使人们逐渐认识到原子是具有复杂结构的微粒。原子虽然在化学变化中是最小微粒，不能再分，但是用其它方法，还是可以把它分割开的。

科学实验证明，原子是由居于原子中心的带正电荷的原子核和核外带负电荷的电子构成的。

原子核在原子中占的体积很小，它的半径约为原子半径的万分之一，它的体积只占原子体积的几千亿分之一。假设原子像一座十层大楼，那么原子核就像一只樱桃那样小，在原子里有一个“很大”的空间。

原子核虽然很小，但仍有复杂的结构，它还可以再分。核电站就是利用原子核裂变时所释放出的巨大能量来发电的。科学实验证明，原子核是由质子和中子两种微粒构成的。每个质子带 1 个单位正电荷，中子不带电，可见原子核所带的正电荷数(简称核电荷数)，就是原子核内的质子数。

核外电子在原子核外那个“很大”的空间里做高速运动，每个电子带一个单位的负电荷。

下表列出了几种原子的组成。

表 2—1 几种原子的组成

原子种类	原子核		核外	原子	原子核		核外
	质子数	中子数	电子数	种类	质子数	中子数	电子数
氢(H)	1		1	钠(Na)	11	12	11
氦(He)	2	2	2	镁(Mg)	12	12	12
碳(C)	6	6	6	硫(S)	16	16	16
氧(O)	8	8	8	氯(Cl)	17	18	17
氖(Ne)	10	10	10	铁(Fe)	26	30	26

【议一议】在一个原子中，核内的质子数、核电荷数和核外电子数之间有什么关系？

在一个原子中，核内的质子数(核电荷数)等于核外的电子数。由于核内质子所带的正电荷总数和核外电子所带的负电荷总数相等，因而整个原子不显电性。

同一类原子，其核电荷数都相等；不同类的原子，核内的质子数不同，因而其核电荷数也不同。

根据实验测定，质子的质量等于 1.6726×10^{-27} 千克，中子的质量等于 1.6748×10^{-27} 千克，它们都约是电子质量的 1836 倍。电子的质量很小，原子的质量主要集中在原子核上。

原子具有复杂的结构，随着科学的发展，人类对原子结构的认识将会不断深化。

原子的含义
原子和分子的联系与区别
原子的组成

【选学】

人类认识原子和分子的简史

对于物质的组成和结构，人类很早就开始了研究。公元前 5 世纪，古希腊哲学家德谟克利特就提出宇宙万物都是由极小的不可分割的微粒结合起来

的，并把这些微粒称为“原子”(希腊文原意是“不可分割”)。同时代的我国哲学家墨子(公元前 429～前 381)在《经下》篇里提出“端”的概念，原意是指物质到此无法再分开了，“端”相当于物质最小的微粒——原子。还有很多哲学家也进行了种种推测。以上哲学家们的观点是根据对自然界的观察想象出来的。尽管这种“原子”的概念是含糊不清的，却冒犯了当时的神权和统治阶级的利益。 1626 年 9 月 4 日巴黎国会甚至用死刑来禁止传授原子的理论。

英国科学家道尔顿(1766～1844)，从 15 岁起就观察气象并进行记录，同时深入到物理领域，发现了“气体分压定律”，进而涉猎化学领域，于 36 岁(1802 年)时提出近代原子论，并以化合物中各元素的原子以简单整数比化合来进行论证。他在《化学哲学新体系》一书中全面论述了原子学说。恩格斯称他为“科学之父”，赞誉他的原子学说是“科学发展史上的里程碑之一”。

道尔顿的近代原子学说对化学发展起了十分重要的作用，但他没有把原子和分子区分开来。1811 年意大利科学家阿伏加德罗(1776～1856)提出了分子假说，指出了原子、分子的区别和联系。经过科学家们的大量工作，使原子论发展成“原子-分子论”，从而使化学成为一门独立的科学。

19 世纪初，人们发现了原子是由质子、中子、电子等更小的微粒构成的，从而推翻了原子不可再分的观点，使人们对物质结构的认识又进入了一个新的阶段。

习题

1.选择：

(1)下列说法中错误的是(　)。

A.水由水分子构成

B.铜由铜原子构成

C.氧化汞由氧分子和汞原子构成

D.二氧化碳由二氧化碳分子构成

(2)原子核(　)。

A.由电子和质子构成

B.由中子和质子构成

C.在化学变化中还可以再分

D.不带电荷

2.以碳原子为例，说明构成原子的微粒有哪几种？原子为什么不显电性？

3.填写下表空白：

原子种类	核电荷数	原子核		核外电子数
		质子数	中子数	
氮(N)			7	7
钠(Na)		11	12	
氧(O)	8		8	

4.原子和分子之间有什么区别和联系？

第三节 元素元素符号

我们知道，有些物质是由分子构成的，有些物质是由原子直接构成的；构成物质的分子也都是由原子构成的。如果分析金刚石、石墨、二氧化碳的构成情况可以看出，这些物质有一个共同的特点，就是都含有碳原子。

【想一想】氧气(O_2)、氧化汞(HgO)、二氧化碳(CO_2)、水(H_2O)等，它们在构成上有什么共同点？

这些物质中都含有氧原子。

可见，把存在于不同物质中的同类原子归在一起进行物质组成的研究，将是十分必要的。

同一类原子的总称——元素

原子是根据它们的构成来分类的。我们知道，所有的碳原子的原子核内都有 6 个质子，它们的核电荷数都是 6；所有的氧原子的原子核内都有 8 个质子，它们的核电荷数都是 8。所以，具有相同的核电荷数(即质子数)的原子就是同一类原子。在化学上，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。碳元素就是碳原子的总称，氧元素就是氧原子的总称。

元素概念的建立，实际上是人类对原子分类的一种结果。自然界里的物质多种多样，但组成它们的元素种类到目前已发现的只有 109 种。就像千姿百态的建筑物是由砖、瓦、石块、水泥等基本材料组成的一样，浩瀚的物质世界是由化学元素为基本材料组成的。

各种元素在地壳里的含量相差很大，从图 2—4 中可以看出，地壳主要是由氧、硅、铝、铁、钙等元素组成的，其中含量最多的是氧，其次是硅、铝。氧元素的质量几乎占地壳总质量的一半。

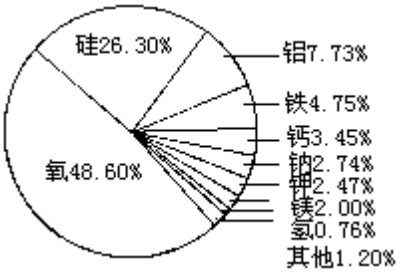


图 2-4　地壳里所含各种元素的质量分数

表示元素的符号——元素符号

为了书写的方便，国际上统一规定用各元素的拉丁文名称的第一个大写字母，作为这种元素的符号。例如，氧元素的拉丁文名称的第一个字母是“O”，所以就用“O”来表示氧元素；碳元素的拉丁文名称的第一个字母是“C”，所以就用“C”来表示碳元素；等等。如果几种元素的拉丁文名称的第一个字母相同时，就附加一个小写字母来区别。例如，用“Ca”来表示钙元素，用“Cu”来表示铜元素。这种用来表示元素的符号叫做元素符号。一些常见的元素的名称和元素符号见下表。

表 2—2 一些常见元素的名称*和元素符号

元素名称	氢	氦	氮	氧	氟	氖	氯	氩	碳	硅	磷	硫
元素符号	H	He	N	O	F	Ne	Cl	Ar	C	Si	P	S

元素名称	钠	镁	铝	钾	钙	锰	铁	铜	锌	钡	银	汞
元素符号	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Ba	Ag	Hg

元素符号不仅表示一种元素，而且还能表示这种

元素的一个原子。例如，“O”既能表示氧元素，也能表示一个氧原子。

书写元素符号时应该注意，只有 1 个字母的必须大写；有 2 个字母的，第一个字母必须大写，第二个字母则必须小写。否则，就容易出现混乱，例如，Co 表示钴元素，如果写成 CO 就表示一氧化碳了。

【练一练】写出下列各元素的元素符号：氢、氮、氧、氯、碳、硫、钠、镁、汞、铁、铜。

元素的含义

元素符号的含义

常见元素的名称及元素符号

习 题

1.填写下表空白：

元素名称	硫			镁	氧			氩
元素符号		Cl	Fe			P	Al	

2.下列符号各表示什么意义？

(1)H (2)Hg (3)2N

3. 下列说法有无错误？若有错误请加以改正。

氧气是由氧原子直接构成的。

(2)二氧化碳是由 2 个氧元素和 1 个碳元素组成的。

(3)氮气是由氮元素组成的。

4.下表中元素的名称或符号可能是错误的，请将错误改正过来。

元素名称	钠	炭	镁	汞	氯	锰	锌	铜
元素符号	NA	C	mg	hG	cl	mn	ZN	CU
改正								

第四节 离子

前面我们已经学习了有关分子和原子的知识，知道了有些物质是由分子构成的，有些物质是由原子直接构成的。现在我们再来研究构成物质的另一种微粒——离子。要想知道什么是离子，首先必须了解原子中电子的运动状况。

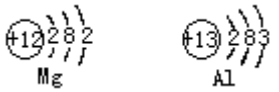
核外电子的分层排布

在含有多个电子的原子里，这些电子的能量并不是相同的。通常情况下，能量低的电子，在离核较近的区域运动；能量高的电子，在离核较远的区域运动。我们把这种原子核外电子运动的不同区域称为电子层。能量最低、离核最近的电子层叫第一层，也叫 K 层；能量稍高、离核稍远的电子层叫第二层，又叫 L 层；依次向外叫第三、四、五、六、七层，或叫 M、N、O、P、Q 层。核外电子的这种分层运动，又叫做核外电子的分层排布。科学研究证明，核电荷数 1～18 的元素原子的核外电子层排布情况如表 2—3 所示。

表 2—3 部分元素原子的电子层排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数		
			K	L	M
1	氢	H	1		
2	氦	He	2		
3	锂	Li	2	1	
4	铍	Be	2	2	
5	硼	B	2	3	
6	碳	C	2	4	
7	氮	N	2	5	
8	氧	o	2	6	
9	氟	F	2	7	
10	氖	Ne	2	8	
11	钠	Na	2	8	1
12	镁	Mg	2	8	2
13	铝	Al	2	8	3
14	硅	Si	2	8	4
15	磷	P	2	8	5
16	硫	S	2	8	6
17	氯	Cl	2	8	7
18	氩	Ar	2	8	8

原子核外电子分层排布的情况，可用原子结构示意图形象地表示出来。例如，氢、钠的原子结构示意图可表示如下：



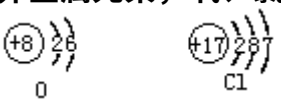
图中圆圈表示原子核；圆圈内的“+”表示原子核带正电荷，阿拉伯数字表示核电荷数(质子数)；弧线表示电子层，由里向外依次是 K 层、L 层、M 层……弧线上面的数字表示该电子层上的电子数。

【议一议】通过对表 2—3 的分析对比，可看出稀有气体元素、金属元素、非金属元素的原子最外层的电子数各有什么特点？

稀有气体元素 稀有气体元素的原子最外电子层上一般有 8 个电子(氦原子只有 1 个电子层，该层上有 2 个电子)。这种结构是一种相对稳定的结构，通常情况下，稀有气体的化学性质稳定，不易跟其它物质发生化学反应。例如，氦、氖、氩是稀有气体元素、氦、氩的原子结构示意图为：

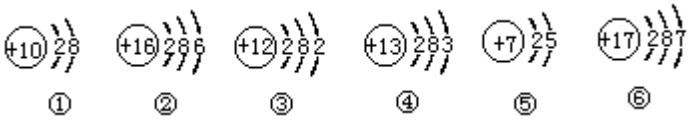
金属元素金属元素原子的最外电子层上的电子数一般少于 4 个，在化学反应中它们容易失去这些电子，使次外层(由外向里的第二层)变成最外层，从而达到 8 个电子的稳定结构。例如，钠、镁、铝是金属元素，镁、铝的原子结构示意图为：

非金属元素非金属元素原子的最外电子层上的电子数一般多于 4 个，在化学反应中它们比较容易得到电子，从而使最外层电子数达到 8 个电子的稳定结构。例如，氧、硫、氯是非金属元素，氧、氯的原子结构示意图为：



可见，元素的性质跟它们的原子的最外电子层上的电子数目有着密切的关系。

【练一练】已知下列原子结构示意图，你能说出哪些是金属元素、非金属元素或稀有气体元素的原子吗？



什么是离子

[实验 2—3] 用镊子取一块黄豆粒大小的金属钠，观察它的颜色，用滤纸吸去表面的煤油，放在石棉网上，加热使钠熔化，迅速将盛有氯气的集气瓶倒盖在熔化的钠上(图 2—5)。观察发生的现象。

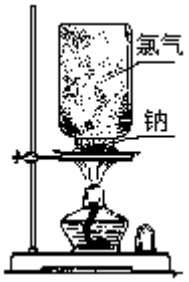


图 2-5　钠与氯气的反应

钠在氯气中剧烈反应，图 2—5 钠与氯气的反应生成白色固体氯化钠(食盐)，此反应可表示如下：

钠+氯气→氯化钠

(Na)(Cl_2) (NaCl)

【议一议】钠原子最外电子层上有 1 个电子，氯原子最外电子层上有 7 个电子。根据实验结果，试分析在上述反应中钠原子和氯原子的最外电子层上的电子会发生怎样的变化？

在上述反应中，钠原子(Na)失去最外层的 1 个电子，形成了带 1 个单位正电荷的微粒，记作 Na^+；氯原子(Cl)得到 1 个电子，形成了带 1 个单位负电荷的微粒，记为 Cl^-，从而使两个原子的最外电子层都达到稳定结构(图 2—6)。

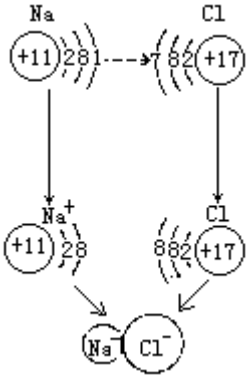


图 2-6　氯化钠的形成示意图

这种带电荷的原子叫做离子。其中，带正电荷的离子叫做阳离子，如钠离子(Na^+)；带负电荷的离子叫做阴离子，如氯离子(Cl^-)。带正电荷的钠离子和带负电荷的氯离子之间有静电引力，互相接近；同时离子的核与核之间和它们的电子与电子之间又有斥力。当引力和斥力达到平衡时，就形成了新的物质——氯化钠。

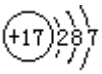
离子也是构成物质的一种微粒。例如，氯化钠是由钠离子和氯离子构成的；氯化钾(KCl)是由钾离子(K^+)和氯离子构成的；氟化钙(CaF_2)是由钙离子(Ca^{2+})和氟离子(F^-)构成的。氯化钠、氯化钾、氟化钙等物质虽然都是由带电荷的离子构成的，但由于阴、阳离子所带的电荷总数都是相等的且电性相反，所以，这些物质整体上都不显电性。

【议一议】以钠原子和钠离子、氯原子和氟离子为例，说明原子和离子之间的关系。

核外电子排布的初步知识

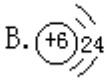
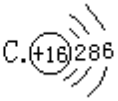
原子结构示意图的含义
元素的性质和原子最外层电子数的关系
离子的初步概念

习题

1.某元素的原子结构示意图为  ，该原子的核电荷数为__，质子数为__，核外有__个电子层，最外层上有__个电子。第二电子层上的电子的能量__第一电子层上的电子的能量。在化学反应中，这种原子容易__电子，形成__离子。

2.选择：

(1)下列结构示意图表示的微粒是阳离子的是(　)。

A. 　B.  　C.  　D.

(2)带 2 个单位正电荷的阳离子的核外共有 10 个电子，其核内质子数为()。

A.10　B.8　C.14　D.12

3.下列叙述是否正确？为什么？

(1)最外层有 8 个电子的微粒，都是稀有气体元素的原子。

(2)原子核外电子总数相等的微粒，一定属于同种元素。

(3)由于氯化钠是由带电的 Na^+和 Cl^-构成的，所以氯化钠带有电性。

4.简答：

(1)根据下列原子和离子得失电子的关系回答：

阳离子 $\underset{\text{失去电子}}{\overset{\text{得到电子}}{\rightleftharpoons}}$ 原子 $\underset{\text{失去电子}}{\overset{\text{得到电子}}{\rightleftharpoons}}$ 阴离子

①1 个镁原子失去 2 个电子后变成什么微粒？

②1 个硫原子得到 2 个电子后变成什么微粒？

(2)根据微粒结构示意图，比较钠原子(Na)和钠离子(Na^+)在结构上的相同点和不同点。

本章小结

一、构成物质的微粒

1.分子、原子、离子是构成物质的三种基本微粒。有些物质是由分子构成的，如氧气、水等；有些物质是由原子直接构成的，如金刚石、石墨、铝等；有些物质是由离子构成的，如氯化钠、氟化钙等。

2.分子是保持物质化学性质的一种微粒。在化学反应中分子可以分为原子。

3.原子是化学变化中的最小微粒。在化学反应中，原子不能再分。

4.带电荷的原子是离子。其中，带正电荷的是阳离子，带负电荷的是阴离子。

二、原子的组成

$$1.\text{原子}\begin{cases}\text{原子核}\begin{cases}\text{质子：1个质子带1个单位的正电荷}\\\text{中子：不带电荷}\end{cases}\\\text{电子：1个电子带1个单位的负电荷}\end{cases}$$

核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

2.原子核外电子的排布原子核外电子是分层排布的，其排布情况可以用原子结构示意图表示。

三、元素

1.元素的含义具有相同的核电荷数(即质子数)的同一类原子总称为元素。

2.元素符号用来表示元素的符号叫做元素符号。

3.元素性质与原子核外电子排布的关系元素的性质，跟它的原子的最外层电子数目有着密切的关系。稀有气体元素原子的最外电子层上有 8 个电子(氦是 2 个)，是一种稳定结构。金属元素的原子最外电子层上电子数比较少，在化学反应中，通常容易失去最外层上的电子，达到 8 个电子的稳定结构；非金属元素的原子最外层上的电子数比较多，在化学反应中，通常容易获得电子，也达到 8 个电子的稳定结构。

复习题

1.下列变化哪些是物理变化？哪些是化学变化？

(1)碘在酒精里的溶解

(2)加热氧化汞得到汞和氧气

(3)钠与氯气的反应

(4)水的蒸发

2.选择：

(1)下列操作所得到的物质，属于混合物的是(　)。

A.将冰投入水里

B.将两瓶二氧化碳气体混合

C.将石蕊加入水中

D.使钠与氯气反应

(2)原子中的下列微粒数，对原子所属元素种类起决定作用的是(　)。

A.中子数

B.质子数
C.核外电子数
D.最外层电子数
(3)分子和原子的主要区别是(　)。
A.分子是构成物质的一种微粒，原子不能直接构成物质
B.分子能保持物质的各种性质，原子不能保持物质的各种性质
C.分子在化学反应中可以再分，原子在化学反应中不可再分
D.分子之间有间隔，原子之间没有间隔
(4)有两个核内质子数不等、核外电子数相等的微粒，这两个微粒可能是(　)。
A.不同元素的原子
B.同一种元素的离子
C.一种元素的原子和另一种元素的离子
D.同一种元素的原子和离子
3.填空：
(1)按下列要求各举一例，填在横线上。
①由分子构成的纯净物，例如__。
②由原子直接构成的纯净物，例如__。
③由离子构成的纯净物，例如__。
(2)Na^+、F^-、Ne 三种微粒的核内质子数分别是__、__、__，这三种微粒在结构上的相似点是__。
4.填写下表空白(类别指金属、非金属和稀有气体)：

微粒名称	微粒符号	核内质子数	最外层电子数	结构示意图	元素类别
氮原子				+7 2 5	
氖原子				+10 2 8	
钠离子				+11 2 8	

5.已知 1 个氧分子是由 2 个氧原子构成的，参照表 2—3 回答，每个氧分子有__个原子核、__个质子、__个电子。

▲水的组成
▲单质和化合物
▲元素的化合价
▲化学式
▲原子量式量
▲有关化学式的计算

第三章 单质和化合物化学式

物质是由元素组成的。根据组成物质的元素种类是否单一，可将纯净物分为单质和化合物两大类。它们的组成可用化学式来表示。

第一节 单质和化合物

从水的组成谈起

我们知道，水是一种纯净物。它是由哪些元素组成的呢？电解水的实验证明，水电解时生成氢气和氧气。氢气是由氢分子构成的，氢分子又是由氢原子构成的，我们说氢气是由氢元素组成的；氧气是由氧分子构成的，氧分子又是由氧原子构成的，我们说氧气是由氧元素组成的。可见，水是由氢元素和氧元素组成的。

其它物质的组成是否也有类似情况呢？下面我们再做一个实验。

[实验 3—1] 分别称量 3.5 克铁粉和 2 克硫粉，观察铁粉和硫粉的颜色。在纸片上充分混合，观察混合物的颜色，并用磁铁试验。

取少许混合物撒入一盛水的烧杯中，观察现象。

再将余下的混合物堆放在石棉网上，用在酒精灯上灼热了的玻璃棒去触及(图 3—1)，观察发生的现象。待反应停止并冷却后，再用磁铁试验；再投入另一盛水的烧杯中，观察现象。

图 3-1　铁粉和硫粉的反应

铁粉呈灰黑色，能被磁铁吸引，不溶于水，沉在水底。硫粉呈淡黄色，不能被磁铁吸引，不溶于水，细硫粉浮在水面上。铁粉和硫粉的混合物受热时则剧烈反应，发光、放热，同时生成一种黑色固体，这种物质是硫化亚铁。这个反应可表示如下：

$$\text{铁}+\text{硫} \xrightarrow{\text{加热}} \text{硫化亚铁}$$

$$(Fe)(S) \qquad (FeS)$$

铁是由铁元素组成的，硫是由硫元素组成的，可见，硫化亚铁是由铁元素和硫元素组成的。

大量的事实告诉我们，自然界里的纯净物，有的只由一种元素组成，如氧气、氢气、铁、硫等；有的则由多种元素组成，如水、硫化亚铁等。那么怎样根据组成物质的元素的种类是否单一，将物质进行分类呢？

单质

在以上所研究的纯净物中，氢气、氧气、铁、硫等都是由一种元素组成的。化学上把这类由同种元素组成的纯净物叫做单质。

根据单质性质的不同，又可以把单质分为：

1.非金属单质 如碳、磷、氧气、氢气、稀有气体等。它们一般没有金属光泽，不导电，不传热，不具有延展性。在通常状况下，它们绝大多数是气体或固体。

2.金属单质 如铁、铜、镁、银等。它们具有特殊的金属光泽，是电和热的良导体，富有延展性。在通常状态下，它们是固体(汞是液体)。

金属和非金属之间没有绝对的界限，例如用做半导体材料的硅和锗，它们既具有金属的某些性质，又具有非金属的某些性质。

【议一议】水、二氧化碳、硫化亚铁等物质是单质吗？为什么？

化合物

水、二氧化碳、硫化亚铁等纯净物是由两种不同的元素组成的，化学上把这类由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。自然界中化合物的种类远远超过了单质的种类。

【议一议】单质和化合物有什么区别？化合物和混合物有什么区别？

组成单质的元素没有同其它元素化合，是元素的游离态。例如，氧气中的氧元素是游离态的氧元素，氢气中的氢元素是游离态的氢元素。组成化合物的元素是彼此化合的，是元素的化合态。例如，水中的氧元素和氢元素分别是化合态的氧元素和化合态的氢元素。

【练一练】根据所学知识，填写下列物质的简单分类表。

$$\text{物质}\begin{cases}(\qquad)\\ \begin{cases}(\text{单质})\begin{cases}(\qquad)\\(\qquad)\end{cases}\\(\qquad)\end{cases}\end{cases}$$

单质的概念和分类
化合物的概念
物质的简单分类

习题

1.下列说法是否正确？如有错误，应如何改正？

(1)水是由氢气和氧气组成的。

(2)空气是由多种单质组成的化合物。

2.填写下表：

物质名称 所属类别	氢气	氧气　　水　　汞　　氧化汞
组成元素		
构成微粒 通常状态下的颜色和状态		

3.下列物质中，哪些是单质？哪些是化合物？哪些是混合物？为什么？

(1)海水　　(2)氦气　　(3)牛奶

(4)铁粉　　(5)氧化铜　　(6)二氧化碳

(7)氮气　　(8)空气　　(9)金刚石

第二节 化合价

什么是化合价

我们已经知道，水是由氢元素和氧元素组成的化合物。研究结果发现，当氢元素跟氧元素化合成水时，氢原子和氧原子的个数比一定为 2∶1。

对其它化合物的组成进行研究时，同样发现组成它们的不同元素在化合时，其原子个数也都有固定的比值。例如，氢元素跟氯元素化合生成氯化氢(HCl)时，氢原子和氯原子的个数比为 1∶1；碳元素跟氧元素化合生成一氧化碳(CO_2)时，碳原子和氧原子的个数比为 1∶2；氮元素跟氢元素化合生成氨(NH_3)时，氮原子和氢原子的个数比为 1∶3。

人们把一种元素一定数目的原子跟其它元素一定数目的原子相化合的性质叫做元素的化合价。

元素的化合价是用确定的数值来表示的。常见元素的化合价见下表。

表 3—1 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	锰	Mn	+2，+4，+6，+7
钠	NA	+1	氢	H	+1
银	Ag	+1	氟	F	-1
钙	CA	+2	氯	Cl	-1，+1，+5，+7
镁	Mg	+2	氧	O	-2
钡	BA	+2	硫	S	-2，+4，+6
锌	Zn	+2	碳	C	+2，+4
铜	Cu	+1， +2	硅	Si	+4
汞	Hg	+1，+2	氮	N	-3，+2，+4，+5
铁	Fe	+2，+3	磷	P	-3，-3，+5
铝	Al	+3			

【议一议】从表 3—1 中可以看出元素的化合价具有哪些特点？

元素的化合价有正价和负价之分。金属元素通常只具有正价；而非金属元素一般来说，既有正价，又有负价。

许多元素的化合价是可变的。同一种元素在不同条件下形成不同化合物时，显示的化合价可能不同。例如，碳在氧气或空气充足时燃烧生成二氧化碳，碳元素显 $+4$ 价，可表示为 $\overset{+4}{C}O_2$；而碳在氧气或空气不充足时燃烧生成一氧化碳(CO)，碳元素显 $+2$ 价，可表示为 $\overset{+2}{C}O$。因而碳元素可显 $+2$ 价和 $+4$ 价。另外，氯、硫、磷、铁等也都有变价。

【想一想】在氧气和氢气中，氧元素和氢元素的化合价各是多少？

元素的化合价是元素跟其它元素在形成化合物时表现出来的一种性质，所以，在单质中元素的化合价为零。

化合价的实质

元素化合价的数值表示什么意义呢？元素的化合价为什么有正负之分呢？要弄清这些问题，必须了解在化学反应中元素的原子间是怎样进行结合的。

我们知道，元素的性质跟它的原子的最外层上的电子数有着密切的关系。除稀有气体元素的原子外，其它元素原子的最外层均未达到稳定结构。大量事实说明，大多数元素的原子在化学反应中都有使它的最外电子层达到稳定结构的倾向。

【想一想】钠和氯气反应生成什么物质？运用核外电子排布的知识分析这一物质生成的过程。

钠和氯气反应生成氯化钠。在氯化钠中，钠元素显+1 价，氯元素显-1 价。这是因为在形成氯化钠的过程中，每个钠原子失去 1 个电子，形成带 1 个单位正电荷的阳离子；每个氯原子得到 1 个电子，形成带 1 个单位负电荷的阴离子。像氯化钠这种由阴、阳离子相互作用形成的化合物，叫做离子化合物。可见，在离子化合物中，元素的化合价的数值，就是这种元素的 1 个原子失去或得到电子的数目。其原子失去电子的元素显正价，其原子得到电子的元素显负价。

还有一些化合物，像氯化氢、水、二氧化碳等，它们不是离子化合物，而是共价化合物。在共价化合物中，元素的化合价也与元素的原子结构有着密切的关系。

氢气和氯气反应生成氯化氢，可用下式表示：

氢气+氯气→氯化氢

(H_2) (Cl_2) (HCl)

在氯化氢分子中，氢元素显+1 价，氯元素显-1 价。这是因为氢元素的原子和氯元素的原子，都有得到 1 个电子形成稳定结构的倾向。由于获得电子的能力相差不大，所以在形成氯化氢分子的过程中，氢原子和氯原子各以最外层上的 1 个电子组成 1 个电子对，这对电子为氢原子和氯原子所共有，从而使双方原子的最外层都达到稳定结构。由于氯原子比氢原子对共用电子对的吸引力强，共用电子对偏向氯原子，而偏离氢原子。像氯化氢这种以共用电子对形成的化合物叫做共价化合物。

在共价化合物里，元素的化合价的数值，就是这种元素的一个原子和其它元素的原子形成共用电子对的数目。共用电子对偏向哪种原子，那种元素就显负价；共用电子对偏离哪种原子，那种元素就显正价。

在化合物里元素的正负化合价之间有什么关系呢？

氯化镁($MgCl_2$)是一种离子化合物，其中镁元素显+2 价，氯元素显-1 价，$(+2)+(-1)\times2=0$。

在离子化合物里由于阳离子所带的正电荷总数等于阴离子所带的负电荷总数，所以正负化合价的代数和等于零。

水是一种共价化合物，其中氢元素显+1 价，氧元素显-2 价，$(+1)\times2+(-2)=0$。

在共价化合物里正负化合价的代数和也等于零。

由此可见，在化合物里各元素正负化合价的代数和一定等于零。

【练一练】计算氧化汞、二氧化碳中各元素正、负化合价的代数和。

元素化合价的含义
化合物里元素的正负化合价的代数和等于零
21 种常见元素的化合价

习题

1.下列说法是否正确？为什么？

(1)在化合物里，元素的化合价为零。

(2)一种元素只能表现出一种化合价。

(3)在氧气中，氧元素为-2 价。

2.已知在化合物 N

ACl、NA_2O、$FeCl_3$、Fe_2O_3 中，各元素的化合价分别是 Cl-1、NA+1、Fe+3、O-2，计算上列化合物中各元素正负化合价的代数和。

第三节 化学式

化学上用元素符号来表示元素。那么，由元素组成的单质和化合物怎样来表示呢？

表示物质组成的式子

前面我们学习有关物质的化学变化时，已在某些物质的名称下面写了一些用元素符号表示的式子，如氧气(O_2)、镁(Mg)、碳(C)、二氧化碳(CO_2)、氯化钠(NACl)、氯化氢(HCl)，等等。这种式子能简明地表示单质或化合物的组成情况。这种用元素符号来表示物质组成的式子叫做化学式。化学式可以表示一种物质，表示这种物质的组成元素，还可以表示组成元素的原子个数比①。例如，化学式“H_2O”，可以表示水这种物质，还表示水是由氢元素和氧元素组成的，其中氢和氧的原子个数比是 2∶1。

【想一想】二氧化碳的化学式为 CO_2，氧化镁的化学式为 MgO，它们各表示什么含义？

对于由分子构成的物质，它们的化学式除表示上述含义外，还表示每个分子所含的各种元素的原子个数，即表示分子的组成，这种化学式也叫做分子式。由此可见，化学式是包括分子式在内的一种表示物质组成的式子。在初中化学中，为了便于学习，我们一般使用化学式，而不再辨认哪些化学式是分子式，哪些不是分子式。

化学式的写法

物质的化学式不是臆造出来的，而是通过实验测定其组成之后得出来的。我们可以根据学过的化学知识，按照以下规则写出一些单质和化合物的化学式。

1.单质化学式的写法 单质是由同种元素组成的。写单质化学式时，对结构比较复杂的金属或固态非金属单质，直接用元素符号来表示它们的化学式，例如，镁、铁、磷、金刚石分别用 Mg、Fe、P、C 表示；氦气、氖气等稀有气体是由原子直接构成的，通常也直接用元素符号来表示这些气体的化学式，例如，氦气的化学式为 He、氖气的化学式为 Ne；由分子组成的单质的化学式，可先写出组成元素的元素符号，然后在元素符号的右下角用阿拉伯数字表示出每个分子中的原子个数，例如，氢气、氧气分别用 H_2、O_2 表示。

2.化合物化学式的写法 化合物是由不同种元素组成的,书写化合物的化学式时，一个重要依据是在化合物里各元素正负化合价的代数和等于零。

例如，已知氧元素的化合价为-2 价，磷元素的化合价为+5 价，写出这两种元素形成的化合物的化学式的步骤如下：

(1)写出组成化合物的两种元素的元素符号，显正价的写在左边，显负价的写在右边，并把化合价注在元素符号上方

$$\overset{+5}{P}\ \overset{-2}{O}$$

(2)求两种元素的原子个数比先求两种元素化合价绝对值的最小公倍数

2×5=10

再求两种元素的原子个数

P：$\frac{10}{5}=2$　　O：$\frac{10}{2}=5$

则两种元素的原子个数比为 2：5

(3)把原子个数比写在相应元素符号的右下方

P_2O_5

(4)检查写出的化学式是否正确当磷的化合价×磷的原子个数+氧的化合价×氧的原子个数=0 时，化学式才是正确的。

(+5)×2+(-2)×5=0

化学式 P_2O_5 书写正确。

【练一练】已知铝元素的化合价为+3，硫元素的化合价为-2，写出硫化铝的化学式。两种元素组成的化合物的名称，一般是由右向左读做“某化某”。例如，KCl 读做氯化钾。有时还要读出化学式中各元素的原子个数，如 CO_2 读做二氧化碳，P_2O_5 读做五氧化二磷。

根据化学式判断元素的化合价

化合价和化学式有着密切的联系。我们可以根据元素的化合价书写化合物的化学式，也可以根据化合物的化学式判断元素的化合价。

［例题］已知氧元素的化合价为-2，计算七氧合化二氯中氯元素的化合价。

［解］七氧化二氯的化学式为 Cl_2O_7 扑闫哐鹾*

氯元素的化合价×2+(-2)×7=0

氯元素的化合价 $=\frac{-(-2)\times 7}{2}=+7$

【练一练】

(1)计算氧化铝(Al_2O_3)中铝元素的化合价。

(2)计算硫化氢(H_2S)中硫元素的化合价。

化学式的含义
单质化学式的写法
化合物化学式的写法
应用化学式计算元素的化合价

习 题

1.在下列各式中有关物质的名称下面，写出这种物质的化学式。

(1)氧气+硫 $\xrightarrow{点燃}$ 二氧化硫

(　)(　)　　(　)

(2)氧化汞 $\xrightarrow{加热}$ 汞+氧气

(　)　　(　)(　)

(3)氢气+氧 $\xrightarrow{点燃}$ 气水

(　)(　)　　(　)

2.标出下列物质中各元素的化合价。

SiO_2 AgCl NA_2S Fe_2O_3 CuO Zn

3.写出下列元素与氧元素组成的化合物的化学式。

$\overset{+1}{Na}$ $\overset{+2}{Mg}$ $\overset{+3}{Al}$ $\overset{+2}{Ca}$ $\overset{+4}{C}$ $\overset{+4}{S}$ $\overset{+5}{N}$

4.写出下列元素与氢元素组成的化合物的化学式。

$\overset{-1}{Cl}$ $\overset{-2}{S}$

5.判断下列化学式的正误，错误的请加以改正。

氧化钾 KO	氯化镁 MgCl	氯化铝 $AlCl_2$
硫化钠 Na_2S	氯化钾 KCl	氧化钙 Ca_2O

第四节 原子量式量

什么是原子量

原子虽然很小，仍有一定的质量，而且不同元素的原子质量是不相同的。例如，

1 个氧原子的质量是 0.000 000 000 000 000 000000 000 026 57 千克，即 2.657×10^{-26} 千克；

1 个铁原子的质量是 0.000 000 000 000 000 000000 000 092 88 千克，即 9.288×10^{-26} 千克；

1 个氢原子的质量是 0.000 000 000 000 000 000000 000 001 673 千克，即 1.673×10^{-27} 千克；

1 个碳原子的质量是 0.000 000 000 000 000 000000 000 019 93 千克，即 1.993×10^{-26} 千克。

这样小的数字，书写、记忆和使用都很不方便。因此，在科学上一般不直接使用原子的实际质量，而使用相对原子质量。国际上规定以 1 个碳—12 原子①的质量的 1/12 作为标准，某原子的质量跟它相比较所得的数值，即是该种原子的相对原子质量，又称原子量。

$$\text{某原子的原子量}=\frac{\text{该种原子的1个原子的质量}}{\text{1个碳—12原子的质量}\times 1/12}$$

由此可知，原子量是一个比值，它的国际单位制单位为“一”，符号为“1”(书写时一般不写出)。采用这个标准测得的氢原子量是 1.0079，氧原子量是 15.9994，铁原子量是 55.847，氯原子量是 35.453，等等。一般化学计算可以采用原子量的近似值。常见元素的原子量的近似值见表 3—2。

［想一想］有一同学说：“氧的原子量是 16 克”，另一同学说：“氧的原子量是 16”，第三个同学说：“氧的原子量是 16 克或 16 是一回事”，你认为哪个同学的说法对？为什么？

表 3—2 一些常见元素的原子量的近似值

元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量
氢	H	1	钠	NA	23	铜	Cu	63.5
氮	N	14	镁	Mg	24	锌	Zn	65
氧	O	16	铝	Al	27	银	Ag	108
氯	Cl	35.5	钾	K	39	钡	BA	137
碳	C	12	钙	CA	40	汞	Hg	201
磷	P	31	锰	Mn	55			
硫	S	32	铁	Fe	5697			

式量的含义

我们把化学式里所有原子的原子量的总和叫做式量。可见，式量也是以

一个碳-12 原子的质量的 1/12 作为标准进行比较而得到的相对质量。它也是一个比值，它的国际单位制单位也为“一”，符号为“1”(书时一般不写出)。我们知道了一种物质的化学式，就可根据该化学式里各元素的原子量计算出它的式量。［例题］计算水的式量。的式量。［分析］这类题的解题步骤包括：

(1)写出化学式；

(2)从原子量表中查出有关元素的原子量并计算式量。

［解］水的化学式为 H_2O

水的式量为 1×2+16=18

答：水的式量是 18。对于由分子组成的物质来说，因为它的化学式也叫分子式，所以它的式量也就是分子量。

【练一练】计算氨气(NH_3)的式量。

原子量的含义

式量的含义和计算

习题

1.填空：

(1)原子量是指_____。

(2)氢气的式量是__，氧气的式量是__，氢气和氧气的式量之比为__。相同数目的氢气分子和氧气分子的质量之比为__。2.有的同学说，硫酸(H_2SO_4)中氢元素、氧元素、硫元素的原子量分别是 2 克、64 克、32 克，所以硫酸(H_2SO_4)的式量是 98 克。这种说法对吗？为什么？3.计算并写出下列各物质的式量：

(1)氯化钾(KCl)__；

(2)二氧化碳(CO_2)__；

(3)氯化氢(HCl)__；

(4)氧化镁(MgO)__；其中式量最小的物质是__。

第五节　根据化学式的计算

根据化学式不仅可以求出单质或化合物的式量，而且可以计算出化合物中各元素的质量比和各元素的质量分数。

计算组成化合物的各元素的质量比

［例题 1］计算水中氢、氧两种元素的质量比。

[分析]解这类题，应先写出这种物质的化学式，再列比例式求出其中各元素的质量比，最后出答案。

[解]水的化学式是 H2O

水中氢元素和氧元素的质量比为：

(1×2)：16=1：8

答：水中氢、氧两种元素的质量比为 1：8。

【练一练】分别求出硫酸(H_2SO_4)和硝酸铵(NH_4NO_3)中各元素的质量比。

计算化合物中某元素的质量分数

［例题 2］求硝酸铵中氮元素的质量分数。

[分析]解这类题应先写出化合物的化学式，再按下不动声色是公式进行计算。

$$\text{化合物中某元素的质量分数} = \frac{\text{化学式中该元素的原子个数}\times\text{原子量}}{\text{化合物的式量}}\times 100\%$$

［解］硝酸铵的化学式是 NH_4NO_3 硝酸铵中氮元素的质量分数为：

$$\frac{14\times 2}{14+(1\times 4)+14+(16\times 3)}\times 100\%$$

$$=\frac{28}{80}\times 100\% = 35\%$$

答：硝酸铵中氮元素的质量分数为 35%。

【练一练】1.求氯酸钾($KClO_3$)中氧元素的质量分数。

2.计算 245 千克氯酸钾中含氧元素多少千克？

根据化学式求组成物质的各元素的质量比

根据化学式计算化合物中某一元素的质量分数

习题

1.根据二氧化碳的化学式计算：

(1)二氧化碳里碳元素和氧元素的质量比。

(2)二氧化碳里各元素的质量分数。

(3)11 克二氧化碳里含碳多少克？

(4)多少克二氧化碳里含有 6 克碳？2.多少克水中含有的氧元素跟 22 克二氧化碳中含有的氧元素质量相同？

3.氨水就是氨气(NH_3)的水溶液，它在农业上可用作化学肥料。工业生产出的氨水中氨的质量分数一般为 20%，请计算 1 公斤这种氨水中含氮元素多少克？

本章小结

一、水的组成

水电解后，可生成氢气和氧气，证明水是氢、氧两种元素组成的。

二、单质和化合物

1.单质由同一种元素组成的纯净物叫做单质。单质可分为金属、非金属二大类。

2.化合物 由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。

三、化合价和化学式

1.化合价 一种元素一定数目的原子跟其它元素一定数目的原子相化合的性质叫做元素的化合价。

在单质中，元素的化合价为零。在化合物里，元素正负化合价的代数和等于零。

2.化学式 用元素符号表示物质组成的式子叫做化学式。根据化合价可以书写化合物的化学式，根据化学式又可判断化合物中元素的化合价。

四、原子量、式量及根据化学式的计算

1.原子量 以 1 个碳-12 原子的质量的 1/12 作为标准，某原子的质量跟它相比较所得到的数值,就是该原子的相对原子质量,又称原子量。2.式量 化学式中所有原子的原子量总和叫做式量。3.根据化学式可以计算物质的式量、物质所含各元素的质量比和物质中某种元素的质量分数。

复习题

1.选择：

(1)在物质：①二氧化碳②水③氧气④空气中，含有氧分子的是(　)。

A.①②③④

B.①③④

C.只有③

D.③④

(2)下列说法正确的是(　)。

A.水是氢气和氧气组成的化合物

B.水是由氢单质和氧单质组成的纯净物

C.水分子是由氢原子和氧原子构成的

D.水是由氢元素和氧元素组成的

(3)下列单质和化合物的比较中，有错误的是(　)。

A.单质和化合物中所含元素的种类的多少不同

B.单质含一种元素，所以是纯净物；化合物含多种元素，所以不是纯净物

C.单质是由原子构成的，化合物是由分子构成的

(4)下列各组物质中，硫元素的化合价按由低到高顺序排列的是(　)。

A.SO_3 SO_2 S H_2S

B.H_2S S SO_2 SO_3

C.S H_2S SO_3 SO_2

D.SO_2 SO_3 H_2S S

(5)在下列各组物质中，碳元素都是以单质形式存在的是(　)。

A.金刚石和石墨

B.石墨和二氧化碳

C.金刚石和一氧化碳

D.一氧化碳和二氧化碳

2.填空：

(1)1 千克尿素［$CO(NH_2)_2$］里含氮__千克。嬖冢*2)要使某农田增加 2.8 千克氮元素，应该向这块农田施加硝酸铵(NH_4NO_3)__千克。

(3)已知硫的化合价为-2 价，它分别与钠、镁、铝三种金属元素形成的化合物的化学式分别为__、__和__。

(4)电解水反应属于分解反应的理由是__。3.计算：

(1)多少千克碳酸氢铵(NH_4HCO_3)中的氮的质量与 0.5 千克硫酸铵［$(NH_4)_2SO_4$］中的氮的质量相等？

(2)要制得 10 千克铁，至少需要含 80%氧化铁(Fe_2O_3)的铁矿石多少千克？

(3)实验室欲配制 10%的盐酸 500 克，需要 37%的盐酸多少克？

▲氧气的性质、制法和用途

▲氧化物 氧化反应

▲燃烧和缓慢氧化

▲催化剂和催化作用

▲质量守恒定律

▲化学方程式

第四章 氧气 化学方程式

空气中含有约 1/5 体积的氧气，它是人类生存不可缺少的物质。氧气不仅能供给人类和动植物呼吸，支持燃烧，在工业上还有着广泛的用途。

第一节 氧气的性质和用途

液态和固态呈淡蓝色的无色气体

［实验 4—1］观察集气瓶中氧气的颜色、状态。拿下玻璃片，小心地用手在瓶口扇动，闻一闻氧气的气味。

在通常情况下氧气是一种无色、无味的气体。它不易溶解于水，1 升水只能溶解大约 0.03 升的氧气。在标准状况(标准状况是指温度为 0℃、压强为 101 千帕的状况)下，氧气的密度为 1.429 克/升，比空气的密度(1.293 克/升)略大。

在 101 千帕的压强下，当温度降至-183℃时，氧气会变成淡蓝色的液体，再降至-218℃时，则变成淡蓝色雪花状的固体。

磷、硫在氧气中的燃烧

［实验 4—2］在燃烧匙里加入少量红磷，在酒精灯上点燃，观察磷在空气中燃烧的现象。然后将燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶中(图 4—1)，观察磷在氧气中燃烧的现象。待燃烧停止后，静置片刻，观察集气瓶壁上有什么颜色的物质生成。

【议一议】磷在氧气中燃烧和在空气中燃烧的现象有什么不同？

图 4-1　磷在氧气里燃烧

磷在氧气中燃烧比在空气中燃烧更剧烈，发出黄光，放出热量，生成的五氧化二磷固体小颗粒形成浓浓的白烟，静置后成为白色固体附着在瓶壁上。这些白色小颗粒是反应生成的五氧化二磷。

磷在氧气中燃烧的反应可表示如下：

$$P + O_2 \xrightarrow{点燃} P_2O_5$$

(磷)(氧气)(五氧化二磷)

［实验 4—3］取一根玻璃棒，用酒精灯将一端烧热，蘸取少量硫粉，在灯焰上点燃，观察硫在空气里燃烧的现象。然后将其伸进盛有氧气的集气瓶里(图 4—2)，继续观察现象。比较硫在空气里和在氧气里燃烧有什么不同。

图 4-2　硫在氧气里燃烧

硫在空气里燃烧发出微弱的淡蓝色火焰，而在氧气里燃烧则发出明亮的蓝紫色火焰，结果都生成一种有刺激性气味的气体——二氧化硫，并放出热量这个反应可表示如下：

$$S + O_2 \xrightarrow{点燃} SO_2$$

(硫)(氧气)(二氧化硫)

在第一章中我们已学习过木炭(主要成分是碳)在氧气中燃烧生成二氧化碳。

$$C + O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$$

(碳)(氧气)　(二氧化碳)

【议一议】可燃物质在氧气和空气中燃烧的现象有何不同？

金属在氧气里的燃烧

我们已经知道，金属镁在点燃的条件下能跟空气中的氧气发生反应生成氧化镁。

$$Mg + O_2 \xrightarrow{点燃} MgO$$

(镁)(氧气)(氧化镁)

下面观察铝跟氧气反应的情况。

[实验 4—4] 用镊子夹住一长条铝箔，在铝箔一端穿孔并插入一根火柴梗，点燃火柴梗后，伸进盛有氧气的集气瓶中(图 4—3)，观察铝在氧气中燃烧的现象。铝跟氧气在点燃的条件下发生剧烈反应，发出强光，放出热量，生成白色固体氧化铝。

$$Al + O_2 \xrightarrow{点燃} Al_2O_3$$

(铝)(氧气)　(氧化铝)

不仅镁和铝能在氧气中燃烧，其它一些金属如铁、铜等在氧气中也能燃烧。

【议一议】二氧化碳(CO_2)、五氧化二磷(P_2O_5)、氧化镁(MgO)、氧化铝(Al_2O_3)、氧化汞(HgO)等化合物在组成上有什么共同点？

图 4-3　铝在氧气里燃烧

二氧化碳、五氧化二磷、氧化镁、氧化铝、氧化汞等都是由两种元素组成的化合物，而且都含有氧元素。像这类由两种元素组成而且其中一种是氧元素的化合物，叫做氧化物。

蜡烛在氧气里的燃烧

[实验 4—5] 把点燃的成而且其中一种是氧元素蜡烛伸进盛有氧气的集气瓶中(图 4—4)，观察并比较蜡烛在空气里和氧气里燃烧的现象。

图 4-4　蜡烛在氧气里燃烧

实验表明，蜡烛(主要成分是石蜡)在氧气中燃烧比在空气中燃烧更为剧

烈。

此外，乙炔(电石气)、酒精、汽油、木材等也都能在氧气里剧烈地燃烧。这些物质在空气中燃烧，其实就是它们跟空气里的氧气发生反应。例如点燃乙炔时，乙炔(C_2H_2)跟空气里的氧气发生反应，生成二氧化碳和水。

$$C_2H_2 + O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2 + H_2O$$

(乙炔)(氧气)　(二氧化碳)　(水)

氧气既能跟多种金属单质反应，又能跟多种非金属单质反应，还能跟某些化合物反应，这些反应都能放出热量，甚至剧烈燃烧。可见氧气是一种化学性质比较活泼的气体。

【议一议】乙炔在氧气里燃烧生成二氧化碳和水的反应是化合反应吗？这个反应与氧气跟金属单质或非金属单质的反应有什么相同之处？

乙炔燃烧的生成物不是一种，所以乙炔燃烧时发生的反应不是化合反应。但这个反应与磷、硫、碳、镁等单质跟氧气的反应有一个共同的特点，即都是物质跟氧发生的反应。我们把物质跟氧发生的化学反应，叫做氧化反应。

氧气的用途

根据氧气容易跟别的物质发生反应，同时放出热量的性质，在钢铁工业上把氧气或添加了氧气的空气(称为富氧空气)鼓入炼钢或炼铁炉内，以提高炉温，加速冶炼过程，提高钢铁的产量和质量。利用氧炔吹管(俗称焊枪)(图4—5)，使乙炔在氧气里燃烧，所得到的火焰叫做氧炔焰，它的温度可高达3000℃以上，常可用来焊接或切割金属。

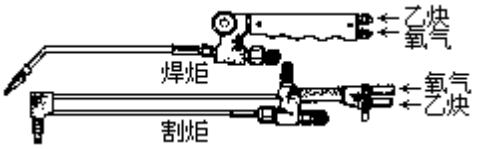


图 4-5　氧炔吹管

【选学】在焊接金属时，氧炔焰把金属需要焊接的部分烧到红热，同时把金属焊条烧熔，填在红热的金属缝隙之间，冷却以后，金属就焊接在一起了。在切割金属时，先用氧炔焰把金属欲切割处烧红，然后打开割炬的另一个氧气阀门，通入过量的氧气，让炽热的金属跟氧气起反应生成氧化物，被气流吹落，沿着切割线逐渐烧去，这样，金属就被切割断了。这两种操作分别叫做气焊和气割。它们都是利用氧炔焰，仅仅由于通氧量的不同，得到两种相反的效果。

用液态氧浸渍多孔的可燃物质，如木屑、木炭粉等，可以制成液氧炸药，用来开山采矿，开沟挖渠。在宇宙火箭的发动机里，用液态氧促使火箭燃料迅速燃烧，产生巨大的推力，推动火箭前进。

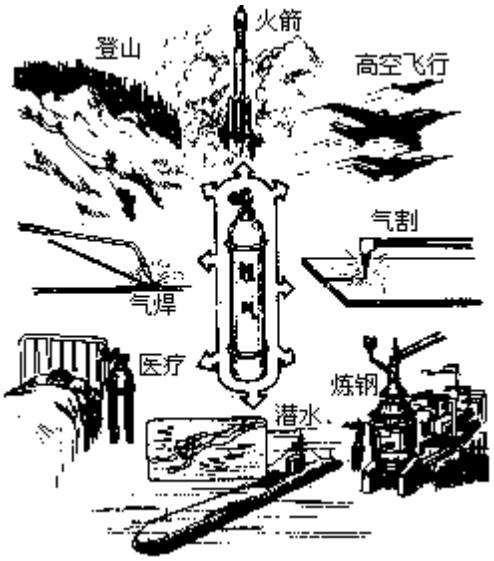


图 4-6　氧气的用途

人和动、植物通过呼吸作用，不断地从空气中吸进氧气，进行新陈代谢，促进生长发育。医院里急救病人时常常让病人吸氧气，当人体组织严重缺氧时，往往将病人安置在充有氧气的高压舱中治疗。宇航员、高空飞行员、潜水员、登山运动员以及在其它缺氧环境中工作的人员，都需要携带供氧的设备。

氧气的物理性质

氧气的化学性质(跟非金属反应，跟金属反应，跟某些化合物反应)

氧化物的含义

氧化反应的含义

氧气的主要用途

习题

1.写出下列各物质的化学式。

(1)氧气　　(2)二氧化硫

(3)二氧化碳　　(4)五氧化二磷

(5)氧化铝　　(6)氧化镁

2.选择：

(1)下列关于氧气物理性质的叙述，不正确的是(　)。

A.通常情况下，氧气是没有颜色、没有气味的气体

B.氧气比同体积空气稍重

C.氧气不易溶于水

D.液态和固态的氧气都是无色的。

(2)下列化学反应中，属于化合反应的是(　)。

A. $P+O_2 \xrightarrow{点燃} P_2O_5$

B. $H_2O \xrightarrow{通电} H_2+O_2$

C.碳酸氢铵 $\xrightarrow{加热}$ 氨气+水+二氧化碳

D.酒精+氧气 $\xrightarrow{点燃}$ 二氧化碳+水

(3)下列叙述，正确的有(　)。

A.将木炭或硫粉放入盛有氧气的集气瓶里，木炭或硫粉就会立即燃烧起来

B.凡是含有氧元素的化合物就是氧化物

C.氧化反应不一定是化合反应

D.只有两种单质生成一种化合物的反应才是化合反应

3.简要回答：如果我们仔细观察一个完好的电灯泡就会发现灯泡内玻璃柱或支撑钨丝的金属上都有一点红色的物质(红磷)。为什么说只要看到灯泡内有这点红色物质存在，就可以基本断定该灯泡没有漏气？

第二节 燃烧和缓慢氧化

燃烧与灭火

在工厂的锅炉里，煤炭熊熊燃烧；在厨房的炉灶上，点燃的煤气发出淡蓝色的火焰……这些是我们在生产和日常生活中，经常见到的燃烧现象。

我们通常所说的燃烧，就是指可燃物跟空气里的氧气发生的一种发光、发热的剧烈的氧化反应。

可燃物在什么条件下会发生燃烧呢？

【想一想】为什么红磷、硫、木炭等可燃物必须点燃才能在空气中燃烧？为什么它们在空气里燃烧不如在氧气里燃烧剧烈？燃着的蜡烛在盛有氧气的集气瓶中(瓶口盖有玻璃片)，为什么一会儿就熄灭了？

［实验 4—6］在一个盛么有冷水的试管中，加入一小块白磷，通过导管向水底的白磷通氧气(图 4—7)，观察白磷是否燃烧。然后倒掉冷水，注入 60 ℃左右的热水，观察白磷是否燃烧。再次通过导管向白磷通氧气，继续观察白磷是否燃烧。

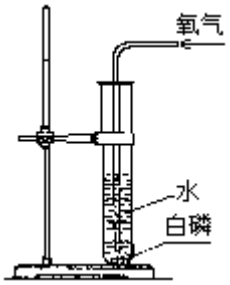


图 4-7　燃烧的条件

【议一议】上述实验中，为什么向冷水中的白磷通氧气不发生燃烧？注入热水后白磷已受热熔化，为什么仍不燃烧？为什么向受热后的白磷通氧气才发生燃烧？

上述实验告诉我们，要使可燃物燃烧，必须同时具备两个条件：

1.可燃物跟氧气接触；

2.温度达到可燃物的着火点(着火点就是使可燃物开始燃烧的最低温度)。

燃烧和灭火是两个相反的过程。如果我们破坏维持燃烧的条件，就能使火熄灭。

【想一想】水为什么能灭火？家庭炒菜时，锅里的油着火了，应怎样灭火？

为什么要“严禁烟火”

在面粉厂、棉麻纺厂和汽车加油站里常挂有“严禁烟火”的牌子。因为这些场所里的有些物质遇火很容易燃烧，甚至爆炸。面粉厂车间里，面粉微尘飞扬，与空气充分接触，当粉尘达到一定量时，遇火则粉尘燃烧，生成大量气体，并放出很多热量，气体受热体积急剧膨胀，引起爆炸。汽油很容易挥发，当空气中的汽油蒸气达到一定比例时，遇火就会发生剧烈的燃烧，如果是在一个密闭或通风不良的空间里，也会发生爆炸。

“天火”的秘密

夏天，大草垛、大煤堆和堆放的油布，有时会突然着火，有人说这是“天火”。那么，“天火”是怎么一回事呢？

我们知道，金属在氧气里燃烧是一种剧烈的氧化反应。金属生锈也是一种氧化反应，但这种氧化反应进行得很缓慢，甚至不易察觉。我们把这种氧化反应叫做缓慢氧化。呼吸作用、食物的腐败和木柴的腐朽等都包含着缓慢氧化。

物质的缓慢氧化过程也会产生热，只不过由于反应缓慢，短时间内产生的热量较少，不易被察觉罢了。

对缓慢氧化的研究很有实际意义。缓慢氧化产生的热量可以被人类利用。例如在农业生产上，把适量未经腐熟的马粪和猪、牛厩肥混合，埋在土层下，能使土壤的温度升高，从而促进蔬菜的生长和发育。缓慢氧化产生的热量也会给人类造成危害。如果物质发生缓慢氧化产生的热量不易散失，越积越多，温度逐渐升高，也可能达到物质的着火点。这时物质就会燃烧起来。

［实验 4—7］把少量白磷溶解在二硫化碳里，把这种溶液滴在一小块滤纸上，然后把滤纸挂起晾干(图 4—8)，观察发生的现象。

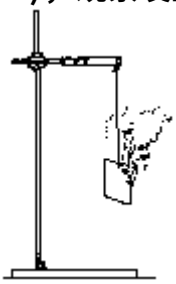


图 4-8　白磷的自燃

滤纸为什么会自行燃烧起来呢？这是由于二硫化碳很容易挥发，滤纸上的二硫化碳挥发后，溶解在二硫化碳中的白磷就成为无数的小颗粒附着在滤纸上，跟空气充分接触，发生缓慢氧化，产生的热量越积越多，使温度逐渐上升，达到白磷的着火点(白磷的着火点很低，只有 40℃)，白磷就自发燃烧起来，并且引燃了滤纸。像这种由于缓慢氧化而引起的自发燃烧，叫做自燃。

稻草、麦秆、煤炭、油布、擦机器的棉纱等，如果堆放得不当，空气不流通，缓慢氧化产生的热不能及时散发出去，日积月累也会引起自燃，这就是“天火”的秘密。为了防止自燃现象发生，可燃的物质一般不要堆放得太多、太集中，并要注意通风或经常翻动。

【练一练】比较燃烧、缓慢氧化和自燃的异同点。

燃烧的含义

燃烧的条件和灭火的方法

缓慢氧化、自燃的含义

习题

1.填空：

(1)通常所说的燃烧是指可燃物跟空气里的氧气发生的__。

(2)要使可燃物燃烧，必须具备的条件是：①__，②__。
(3)用水灭火的原理是：①__，②__。
2.举例说明缓慢氧化与人类的利害关系。
3.灯泡中的钨丝通电后也发光、发热，这是不是燃烧？为什么？

社会实践

到木材厂或造纸厂向工人师傅了解，堆放木材和稻草时是怎样防止自燃的。

第三节 氧气的制法

实验室里怎样制取氧气

【想一想】在小学自然课上是怎样制取氧气的？

在小学自然常识课上，我们已经学习了加热分解高锰酸钾制取氧气的方法。由于高锰酸钾在稍稍加热的条件下，就能分解放出氧气，所以实验室常用这种方法来制取氧气。这个反应可以表示如下：

$$KMnO_4 \xrightarrow{加热} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

(高锰酸钾)(锰酸钾)(二氧化锰)(氧气)

此外，加热分解氯酸钾也能产生氧气，这是实验室制取氧气的另一种常用的方法。使用这种方法时，通常还要在氯酸钾中加入少量的二氧化锰。

［实验 4—8］把少量二氧化锰放在试管里加热，将带火星的木条插入管口，观察木条是否复燃。

带火星的木条没有复燃，这表明二氧化锰受热时没有放出氧气。

［实验 4—9］把少量氯酸钾放在试管里加热至完全熔化，将带火星的木条插入管口，观察木条是否复燃。继续加热至开始放出气泡，再将带火星的木条插入管口，观察木条是否复燃。把试管移离火焰，当插入的带火星的木条不再燃烧时，将上一个实验中的二氧化锰迅速倒入试管中，再用带火星的木条试验，观察木条是否复燃。

实验表明，氯酸钾熔化后继续加热才能使带火星的木条复燃，这时才有氧气放出，而在氯酸钾中加入二氧化锰后，不需要加热到熔化状态，插入的带火星的木条就能复燃，证明有大量氧气放出。

【想一想】通过上述两个实验说明二氧化锰具有什么作用？

实验证明，在一般情况下，二氧化锰受热不能放出氧气，但它却能使氯酸钾在较低温度下分解放出氧气。人们还通过实验进一步证明，二氧化锰在这个反应中并未消耗，反应前加入多少，反应后仍有多少，而且化学性质也没有改变。像这种在化学反应里能改变其它物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有改变的物质，叫做催化剂(或触媒)。催化剂在化学反应里所起的作用叫做催化作用。二氧化锰是氯酸钾受热产生氧气这个反应的催化剂。在化学工业里，如生产硫酸、合成氨等，都要采用适当的催化剂来改变反应速率，以提高单位时间的产量。

加热氯酸钾制取氧气的化学反应，可用下式表式：

$$KClO_3 \xrightarrow[加热]{催化剂} KCl + O_2$$

(氯酸钾) (氯化钾)(氧气)

实验室制取和收集氧气常用图 4—9 所示的装置。

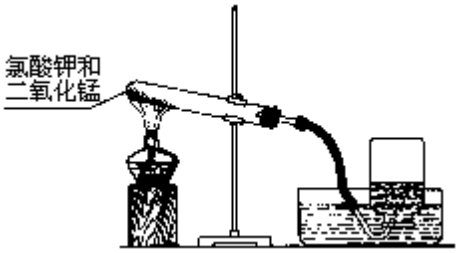


图 4-9　实验室制取氧气

［实验 4—10］把氯酸钾和二氧化锰按质量比 3∶1 混合均匀后，放在试管里，用带有导管的塞子塞紧管口(图 4—9)，然后给试管加热，用排水集气法收集一瓶氧气。

【想一想】(1)试管口为什么要稍向下倾斜？

(2)收集满氧气后，应该先从水槽中移走导管还是先撤离酒精灯？为什么？

工业用氧气是从哪儿来的

工业上是用取之不尽、用之不竭的空气做原料来制取氧气的。

怎样把空气中的氧气跟其它气体(主要是氮气)分离呢？首先将空气进行压缩、降温，使它转变为液态空气(主要成分是液态氧和液态氮)，然后进行蒸发。由于液态氧的沸点(－183℃)比液态氮的沸点(－196℃)高，所以液态空气在蒸发时，沸点低的液态氮首先变为氮气逸出，而氧仍以液态存在，从而使氮气和氧气分离。制得的氧气通常以 1.5×10^7 帕的压强贮存在特制的钢瓶中。工业制取氧气的原理可表示如下：

$$\text{空气}\xrightarrow[\text{降温}]{\text{加压}}\text{液态空气}\xrightarrow[\text{分离}]{\text{蒸发}}\left[\begin{array}{l}\text{氮气}\\ \text{液态氧}\xrightarrow{\text{蒸发}}\text{氧气}\end{array}\right.$$

氧气的实验室制法(反应原理、实验装置和操作、收集方法)

工业制取氧气的原理

催化剂和催化作用的含义

习题

1.写出下列物质的化学式。

(1)高锰酸钾　　(2)锰酸钾

(3)二氧化锰　　(4)氯酸钾

(5)氯化钾

2.选择：

(1)实验室里用氯酸钾制取氧气时，加入二氧化锰的目的是(　)。

A.不加二氧化锰氯酸钾就不会分解

B.二氧化锰容易分解放出氧气

C.加快氯酸钾分解的反应

D.使反应在常温下就能进行

(2)下列变化中，属于分解反应的是(　)。

A.电解水

B.加热高锰酸钾产生氧气

C.白磷在空气中自燃

D.从液态空气中分离出氧气和氮气　3.加热氯酸钾和二氧化锰的混合物制取氧气后的剩余残渣中，可能有哪些物质？把这些物质分离，回收的二氧化锰能否再用作催化剂？为什么？

社会实践

参观氧气厂，了解工业上是怎样由空气制得氧气的。

第四节 质量守恒定律

物质发生化学反应，总有其它物质生成。那么，生成物的质量跟反应物的质量之间有什么关系呢？这个问题对学习化学和生产实践都有重要的意义。

化学反应前后物质的质量关系

早在 17 世纪，英国科学家波义耳就研究过化学反应前后物质的质量关系。他在一个敞口的容器里煅烧一种金属，结果发现反应后质量增加了。于是他认为化学反应中生成物的质量可能比反应物的质量大。

后来，俄国自然科学家罗蒙诺索夫，也做了煅烧金属的实验，所不同的是他改在密闭的玻璃瓶中煅烧金属锡，冷却后不开启玻璃瓶就进行称量，结果发现，尽管玻璃瓶中的金属锡经过煅烧已经变成“灰烬”，但是煅烧前后玻璃瓶与内容物的总质量无变化。

这两个结论哪一个是正确的呢？

让我们也来做两个实验试一试。

［实验 4—11］在底部铺一层干燥的细砂的锥形瓶里，放置火柴头那样大的一块白磷，用插有玻璃棒的橡皮塞塞紧瓶口，并使玻璃棒下端能接触到白磷(图 4—10)。把带塞的锥形瓶放在托盘天平的左盘上，向右盘加砝码，使天平两边平衡。取下锥形瓶，拔下瓶塞，在酒精灯火焰上加热玻璃棒的末端，然后将玻璃棒插入锥形瓶，同时将瓶塞塞紧。热的玻璃棒接触到白磷后，白磷立即燃烧。待瓶内白烟消失并冷却到室温后，再将锥形瓶放回天平左盘。观察天平两边是否平衡。

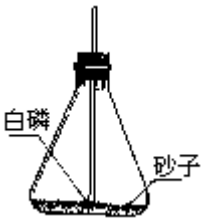


图 4-10　白磷在密闭条件下燃烧

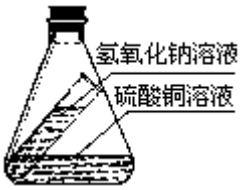


图 4-11　氢氧化钠溶液跟硫酸铜溶液反应

［实验 4—12］把盛有氢氧化钠溶液的小试管，小心地放入盛有硫酸铜溶液的锥形瓶里，塞上瓶塞(图 4—11)，放在天平左盘上，向右盘加砝码使之平衡。然后让锥形瓶倾斜，使两种溶液混合发生反应(注意不要让溶液流出瓶口)，观察现象。将锥形瓶放回天平左盘上，观察天平两边是否平衡。

这个实验生成的蓝色沉淀物是氢氧化铜，同时还生成了硫酸钠(在溶液中)。

【议一议】

(1)实验 4—11 中,参加反应的有哪些物质？生成的有哪些物质？反应物

的质量总和和生成物的质量总和有什么关系？

(2)实验 4—12 中反应物的质量总和和生成物的质量总和有什么关系？

无数实验证明，参加化学反应的各种物质的质量总和，等于反应后生成的各种物质的质量总和，这个规律叫做质量守恒定律。质量守恒定律是自然界物质变化的普遍规律。根据这一规律可知，自然界的物质可以变化，但其总质量却不会增多，也不会减少。

【议一议】有人做了两个实验：

(1)氧化汞受热分解生成汞和氧气；

(2)镁在氧气中燃烧生成氧化镁。他认真收集起反应的生成物，并准确称量了这些反应物和生成物的质量，得到如下数据：

实验(1)	氧化汞 1.083 克	金属汞 1.003 克
实验(2)	金属镁 0.486 克	氧化镁 0.806 克

他看了这些数据后认为：实验(1)中生成物的质量减少了，实验(2)中生成物的质量增加了。

他的说法正确吗？为什么？

应用质量守恒定律分析问题时，关键是抓住两个“质量总和”相等，即“参加反应的各物质的质量总和”跟“反应后生成的各物质的质量总和”相等。

【想一想】波义耳煅烧金属的实验结论对不对？为什么？

用化学反应的实质解释质量守恒定律

下图是电解水生成氢气和氧气的示意图。

图 4-12　电解水示意图

【议一议】根据电解水的示意图，怎样用原子运动的观点来解释质量守恒定律？

化学反应的过程是原子重新组合的过程。在化学反应前后，原子的种类不变，原子的数目也没有增减，而各元素的原子量又是一定的。所以，参加反应的各物质的质量总和，一定等于反应后生成的各物质的质量总和。

质量守恒定律的含义

习题

1.填空：

(1)某物质在空气中燃烧，生成水和二氧化碳，则该物质中一定含有__、

__元素，可能含有__元素。

(2)把 21.7 克氧化汞粉末放在试管里加热，直到氧化汞完全分解为止。冷却后，称得反应后剩余物质的质量为 20.1 克，则生成氧气的质量是__克。

2.用质量守恒定律解释下列现象：

(1)镁带在空气里燃烧后,生成的白色固体的质量比原来镁带的质量增加了。

(2)煤燃烧后留下的煤灰的质量比原来煤的质量减少了。

第五节 化学方程式

表示化学反应的方法

我们曾经用下面的式子来表示铝在氧气里燃烧的化学反应：

$$Al+O_2 \xrightarrow{点燃} Al_2O_3$$

显然，这比用文字表示要简明得多。但式子两边每种元素的原子个数并不相等，没有反映出化学反应必须遵循的质量守恒定律。只有在反应物和生成物化学式的前面填上适当的系数(按照国家《量和单位》的规定，这里的“系数”应改称“化学计量数”，符号是γ。初中化学现阶段仍然称“系数”。)，使反应前后各类原子的总数都相等，才能正确地反映化学反应中的质量守恒关系。这样，就可得到下面表示铝在氧气里燃烧的式子：

$$4Al+3O_2 \xlongequal{点燃} 2Al_2O_3$$

这种用化学式表示化学反应的式子，叫做化学方程式。

【议一议】化学方程式中的加号(＋)和等号(＝)的含义跟数学中的相同吗？

化学方程式中的“＋”表示“和”或“跟”，“＝”表示“生成”。因此，上式一般可以读作“在点燃的条件下，铝跟氧气反应，生成氧化铝。”

化学方程式的配平

在反应物和生成物的化学式的前面配上适当的系数，使化学方程式左、右两边各类原子的数目相等的过程叫做化学方程式的配平。

配平化学方程式的方法很多，最小公倍数法是最常用的方法之一。下面以铝和氧气生成氧化铝的反应为例说明这种配平方法。

$$Al+O_2——Al_2O_3$$

在这个式子里，左边氧气化学式中的氧原子数是 2，右边氧化铝化学式里的氧原子数是 3。要使两边氧原子数相等，可先求两边氧原子数的最小公倍数：3×2＝6，然后分别用化学式中氧原子数去除最小公倍数，所得的商即是该化学式的系数。用左边 O_2 的氧原子数 2 除 6 得 3，因此在 O_2 配上系数 3；用右边 Al_2O_3 中的氧原子数 3 除 6 得 2，则在 Al_2O_3 前面配上系数 2：

$$Al+3O_2——2Al_2O_3$$

两边的氧原子数相等了，再考虑铝原子的个数。右边的铝原子总数是 4，因此，应在左边

Al 的前面配上系数 4：

$$4Al+3O_2——2Al_2O_3$$

短线两边各元素的原子数配平后，把短线改成等号：

$$4Al+3O_2=2Al_2O_3$$

【练一练】配平并读出下列化学方程式。

(1)$Mg+O_2——MgO$

(2)$CH_4+O_2——CO_2+H_2O$

书写化学方程式的步骤

现以氯酸钾分解产生氧气的反应为例说明书写化学方程式的一般步骤。

1.根据化学反应事实，写出反应物和生成物的化学式。反应物的化学式写在左边，生成物的化学式写在右边，中间以短线相连。如果反应物或生成物不止一种，就分别用“＋”号把它们连接起来。

$$KClO_3——KCl+O_2$$

2.配平化学方程式，并将短线改为等号。

$$2KClO_3=2KCl+3O_2$$

3.注明反应条件及某些生成物的状态。如反应需要加热(可用“△”号表示)、点燃、催化剂等条件，就把它们写在等号的上方。如果有两种以上的条件，一般把加热(△)写在等号的下方。如果生成物中有沉淀或者气体产生，应分别用“↓”号或者“↑”号表示出来。

$$2KClO_3 \xlongequal[\triangle]{MnO_2} 2KCl+3O_2\uparrow$$

书写化学方程式时应注意两点：一是必须根据化学反应事实书写化学方程式，不能主观臆造事实上不存在的反应的化学方程式；二是遵循质量守恒定律，即一定要配平化学方程式。配平时只允许在化学式前面配系数，不可改动化学式。

【练一练】写出电解水的化学方程式。

化学方程式的意义

化学方程式不仅可以表示什么物质参加反应，反应后生成什么物质，还可以表示反应物、生成物各物质之间的质量比。例如：

$$4Al+3O_2 \xlongequal{点燃} 2Al_2O_3$$

这个化学方程式不仅表示铝跟氧气化合生成了氧化铝，还表示各物质之间的质量比：

$$4Al + 3O_2 \xlongequal{点燃} 2Al_2O_3$$

$$4\times27：3\times(16\times2) : 2\times(27\times2+16\times3)$$

$$108 ：96 : 204$$

就是说，每 108 份质量的铝跟 96 份质量的氧气化合，能够生成 204 份质量的氧化铝。同样可知，要制取 204 份质量的氧化铝，必须有 108 份质量的铝参加反应，并要消耗掉 96 份质量的氧气。

【练一练】根据化学方程式的意义回答：

(1)10.8 克铝完全燃烧，能生成多少克氧化铝？同时消耗了多少克氧气？

(2)欲制取 2.04 克氧化铝，至少需多少克铝？

化学方程式的含义
配平化学方程式的方法
书写化学方程式的步骤

习题

1.选择：

(1)下列化学方程式正确的是(　)。

A.$S+O_2 \xlongequal{点燃} SO_2$

B.$P+O_2=PO_2$

C.$KMnO_4 \xlongequal{\triangle} K_2MnO_4+MnO_2+O_2\uparrow$

D.$2Al+3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2AlO_3$

(2)对于电解水的化学方程式 $2H_2O \xlongequal{通电} 2H_2\uparrow+O_2\uparrow$ 的描述中，正确的有(　)。

A.水等于氢气和氧气

B.水在通电的条件下分解生成氢气和氧气

C.两个水生成两个氢气和一个氧气

D.9 份质量的水在通电条件下生成 1 份质量的氢气和 8 份质量的氧气 2.配平下列化学方程式。

(1)$C+CO_2 \xrightarrow{\triangle} CO$

(2)$Fe+O_2 \xrightarrow{点燃} Fe_3O_4$

(3) $FeCl_2+Cl_2 \xrightarrow{\triangle} FeCl_3$

3.写出下列反应的化学方程式。

(1)氧化铜(CuO)和碳在加热条件下反应生成铜和二氧化碳。

(2)甲烷(CH_4)在氧气中燃烧生成水和二氧化碳。

(3)乙炔(C_2H_2)在氧气中燃烧生成水和二氧化碳。

(4)氨气(NH_3)跟氯化氢(HCl)反应生成氯化铵(NH_4Cl)。4.计算下列化学反应中各物质间的质量比。

(1) $2HgO \xlongequal{\triangle} 2Hg+O_2\uparrow$

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

本章小结

一、氧气的性质、用途和制法

1.氧气的物理性质 通常情况下氧气是一种没有颜色、没有气味的气体，它不易溶解于水，密度比空气略大。

2.氧气的化学性质氧 气是一种化学性质比较活泼的气体。在一定条件下，氧气可以跟许多种金属单质、非金属单质和某些化合物发生化学反应，并能放出热量。

3.氧气的用途 能支持燃烧和供给呼吸。

4.氧气的制法 工业上用分离液态空气的方法制取氧气。实验室里常用加热氯酸钾(用二氧化锰作催化剂)的方法来制取氧气。

$$2KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

此外，还可以用加热高锰酸钾的方法来制取氧气。

$$2KMnO_4 \xlongequal{\triangle} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

氧气可以用排水法收集。

二、氧化反应和氧化物

1.氧化反应 物质跟氧发生的化学反应叫做氧化反应。

2.氧化物 由两种元素组成而且其中一种是氧元素的化合物叫做氧化物。

三、燃烧和缓慢氧化

1.燃烧 可燃物跟氧气发生的一种发光、发热的剧烈的氧化反应叫做燃烧。可燃物质燃烧，必须同时具备两个条件：

(1)可燃物跟氧气接触；

(2)温度达到可燃物的着火点。

2.缓慢氧化、自燃 进行得很慢，甚至不容易觉察的氧化反应叫做缓慢氧化。由缓慢氧化而引起的自发燃烧叫做自燃。

四、催化剂和催化作用

1.催化剂 在化学反应里能改变其它物质的化学反应速率,而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有改变的物质，叫做催化剂。二氧化锰是氯酸钾分解反应的催化剂。

2.催化作用 催化剂在化学反应里所起的作用叫做催化作用。

五、质量守恒定律

参加反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和，这个规律叫做质量守恒定律。

六、化学方程式

用化学式表示化学反应的式子，叫做化学方程式。化学方程式不仅可以表示什么物质参加反应和反应后生成什么物质，还可以表示反应物、生成物各物质间的质量比。

用最小公倍数法配平化学方程式。

复习题

1.选择：

(1)下列叙述中，正确的有(　)。

A.白磷的着火点为 40℃，这就是说，不管在什么情况下，白磷的温度只要达到 40℃就立即着火燃烧

B.根据质量守恒定律可以断定，1 克氢气在 1 克氧气中点燃发生反应一定生成 2 克水

C.少量酒精流到实验台桌面上并着火燃烧，可以用浸过水的湿抹布盖灭，因为湿抹布既可以降低燃烧物的温度，又可以隔绝空气

D.物质跟氧气发生的化学反应一定是氧化反应

(2)关于化学反应，下列叙述正确的是(　)。

A.参加化学反应的分子总数等于反应后生成的分子总数

B.参加化学反应的物质的式量之和一定等于反应后生成的物质的式量之和

C.化学反应前后原子的种类和数目没有改变

D.化学反应前后分子的种类和数目没有改变

(3)下列反应属于氧化反应但不属于化合反应的是(　)。

A.白磷自燃

B.镁带在氧气中燃烧

C.硫在空气中燃烧

D.蜡烛在空气中燃烧

(4)氧气变成液态氧时(　)。

A.分子组成发生了变化

B.分子大小发生了变化

C.氧气式量发生了变化

D.分子间距离发生了变化

(5)能使带火星的木条复燃的气体是(　)。

A.氮气

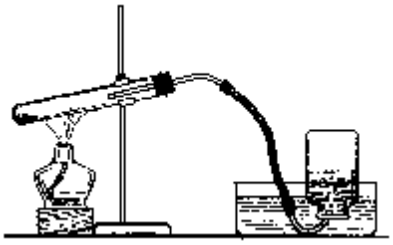
B.空气

C.二氧化碳

D.氧气 2.为描述乙组中各物质的物理性质，选择甲组中的答案，将其序号填入相应的括号内。

甲组	乙组
A.无色、无味的气体	Ⅰ.二氧化硫(　)
B.无色、有刺激性气味的气体	Ⅱ.氧化镁(　)
C.白色固体	Ⅲ.高锰酸钾(　)
D.紫黑色固体	Ⅳ.五氧化二磷(　)
E.无色液体	Ⅴ.氧气(　)

3.有人画了下面的实验室制取氧气的装置图，请回答：



(1)图中有哪几处错误？应如何改正？

(2)实验完毕后,应该先移去酒精灯还是先把导管从水槽中拿出来？为什么？

4.在下面的三次实验中,分别将 16 克硫放在盛有不同质量氧气的集气瓶中燃烧，测得实验数据如下：

物质质量(克) / 实验次数	反应物 S	反应物 O_2	生成物 SO_2
I	16	8	16
II	16	16	32
III	16	32	32

根据上表回答：

(1)实验 I 为什么不能生成 24 克二氧化硫？哪种物质有剩余？剩余多少克？

(2)实验III为什么不能生成 48 克二氧化硫？哪种物质有剩余？剩余多少克？

(3)根据上述实验记录，能否判断实验 I 、III不遵守质量守恒定律？为什么？

5.配平下列化学方程式。

$$Fe_2O_3 + CO \xlongequal{高温} Fe + CO_2$$

6.写出下列反应的化学方程式，并注明是化合反应，还是分解反应。

(1)加热高锰酸钾产生氧气。

(2)电解水生成氢气和氧气。

(3)在空气中灼烧铜生成氧化铜。

7.加热 14.25 克氯酸钾和二氧化锰的混合物制取氧气，反应结束后，称得反应残留物的质量为 13.45 克。问生成了多少克氧气？(要求以质量守恒定律为依据进行计算)

氢气的实验室制法
置换反应
氢气的性质和用途
还原反应
根据化学方程式的计算

第五章 氢气 根据化学方程式的计算

早在 1766 年，英国化学家卡文迪许(1731～1810)就发现了氢气。当时，他把它称做“可燃空气”。

第一节 氢气的实验室制法

制取氢气的实验

人类制取氢气，最先是采用铁和稀硫酸作用。直到现在，在实验室里，仍然用金属跟酸反应来制取氢气。让我们用自制的氢气充一个气袋。

［实验 5—1］取一支大试管加入一些锌粒和约 1/4 容积的稀硫酸，塞好带导管的橡皮塞。把薄膜塑料袋套在塞子的导管上，观察锌粒表面发生的现象和塑料袋体积的变化。把塑料袋口用细线扎紧，拔下导管，气袋能升空吗？

由实验可见，用稀硫酸和锌反应，能制得氢气。那么，溶液中有没有其它物质生成呢？

［实验 5—2］用玻璃棒蘸取实验 5—1 反应后的溶液，。滴在玻璃片上，然后在酒精灯焰上方烘烤，观察玻璃片上留下的物质的颜色和状态。

玻璃片上有白色固体物质出现，这是反应生成的另一种物质——硫酸锌($ZnSO_4$)。锌和稀硫酸反应制取氢气的化学方程式为：

$$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$$

【想一想】实验室制取少量氢气时，常用图 5—1 所示的装置。你能说出这套装置中各种仪器的名称吗？

［实验 5—3］用图 5—1 所示的装置制取氢气。将锌粒放在大试管中，加入稀硫酸至液面覆盖住锌粒，塞好橡皮塞，观察反应现象。先用排水法收集一瓶氢气，用毛玻璃片盖住集气瓶口，倒放在桌面上。再用向下排空气法(如图 5—1 右)收集一瓶氢气，也用毛玻璃片盖住集气瓶口，倒放在桌面上。观察氢气的颜色和状态。

【议一议】(1)在收集氢气时使用的两种方法，各说明氢气有什么性质？

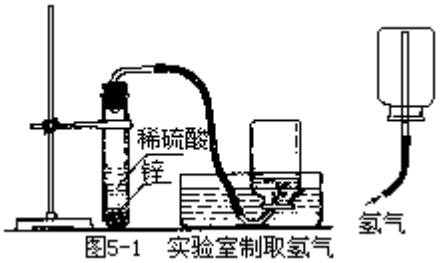


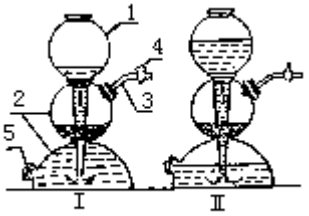
图5-1 实验室制取氢气

(2)盛有氢气的集气瓶为什么要倒放在桌面上？

工业上所用的大量氢气，除常用水煤气(主要成分是一氧化碳和氢气)、天然气(主要成分是甲烷)等来制取外，还可通过电解水来制取。

【选学】在实验室里，需要制取较多氢气时，常使用启普发生器。

启普发生器是由荷兰人启普(1808～1864)设计的，它由球形漏斗 1、容器 2 和导气管 3 三部分组成。使用时首先拔下带导气管的橡皮塞，将锌粒加在容器的球体下部，再塞上橡皮塞。然后旋开导气管活塞 4，从球形漏斗口加入酸，酸液顺漏斗流下，在容器内与锌粒接触，发生反应，产生的氢气从导气管放出(如图Ⅰ)。不用时关闭导气管活塞，容器内压强加大，把酸液压回球形漏斗里，使酸与锌粒脱离接触，反应即自行停止(如图Ⅱ)。用启普发生器制取氢气，可以随时使反应发生，也可以随时使反应停止，使用起来既方便又节省药品。



启普发生器

【练一练】与锌跟稀硫酸反应相似，锌还能跟盐酸(HCl)反应，镁也能跟稀硫酸、盐酸反应。试写出镁跟稀硫酸、锌跟盐酸反应的化学方程式。

镁跟稀硫酸反应的化学方程式为：

$$Mg+H_2SO_4=MgSO_4+H_2\uparrow$$

锌跟盐酸反应的化学方程式为：

$$Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2\uparrow$$

分析锌、镁跟稀硫酸、盐酸的反应，可以看出这些反应与化合反应、分解反应不同，参加反应的物质是一种单质和一种化合物，生成的物质是另一种单质和另一种化合物。这类由一种单质跟一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应，叫做置换反应。

我们学过的化合反应、分解反应和置换反应，都是化学反应的基本类型。

根和根价

在锌跟稀硫酸的反应中，硫酸分子(H_2SO_4)中的“SO_4”部分，好像一个原子一样，反应后转入硫酸锌中。像这种由几个原子结合的集团，叫做原子团，也称为“根”。例如，硫酸(H_2SO_4)中的“SO_4”叫做硫酸根，氢氧化钙［$Ca(OH)_2$］中的“OH”叫做氢氧根，碳酸钙（$CaCO_3$)中的“CO_3”叫做碳酸根，等等。

根与某些元素的原子结合可组成化合物，因此根也有化合价。根的化合价称为根价。由于根是由几个原子结合而成的，我们可根据组成根的各元素的化合价来计算根价。

根价等于其所含各元素化合价的代数和。例如，硫酸根中硫元素的化合价为+6，氧元素的化合价为-2，则硫酸根的化合价为：

$(+6)\times1+(-2)\times4=(+6)+(-8)=-2$。

根价也可利用化学式中其它元素的化合价计算。例如，在 Na_2SO_4 中 Na 为+1 价，则

$(+1)\times2+SO_4$的化合价$=0$

SO_4的化合价$=-2$

我们知道，带电荷的原子称为离子。同样，带电荷的根也是离子。例如，硫酸根离子(SO_4^{2-})、碳酸根离子(CO_3^{2-})、硝酸根离子(NO_3^-)、氢氧根离子(OH^-)等。显然，根离子所带的电荷数应等于根的化合价数值。

根据根价，可以写根与原子或其它根组成的化合物的化学式。

【练一练】已知铜的化合价为+2，铁的化合价为+3，分别写出铜与氢氧根、铁与硫酸根组成的化合物的化学式。

氢气的实验室制法(反应原理、装置、操作和收集方法)
置换反应的含义
根和根价的含义

习题

1.填空：

(1)置换反应是__跟__作用，生成__和__的反应。

(2)将下表中正价元素和负价元素(或根)所组成的化合物的化学式填在相应的空格内。

正价元素	＋1	＋1	＋2	＋3	＋2	＋3	＋2
化学式	H	Na	Mg	Al	Fe	Fe	Cu
负价元素(或根)							
-1 Cl							
-1 OH							
-2 SO_4							

2.求下列化合物中氯、锰、硫、磷四种元素的化合价。

$KClO_3$、$KMnO_4$、H_2SO_4、Na_3PO_4

3.填写下表中,有关实验室制取氧气、氢气的内容。

项目	氧气	氢气
反应的试剂		
化学方程式		
化学反应基本类型		
使用的仪器(名称)		

4.写出锌和稀硫酸反应的化学方程式，计算反应物、生成物各物质之间的质量比。

第二节 氢气的性质和用途

最轻的气体

氢气是自然界中最轻的气体，它的汉字名称“氢气”就是由“轻气”演变而来的。

［实验 5—4］在逸出氢来的。气的导管口用手轻轻扇动，闻闻有什么气味？然后在导管口蘸些肥皂水，吹出肥皂泡。当肥皂泡吹到足够大时，轻轻抖动导管，让肥皂泡脱离管口(图 5—2)，观察现象。

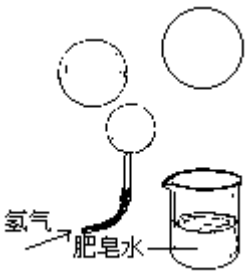


图5-2 用氢气吹肥皂泡

在通常状况下，氢气是一种没有颜色、没有气味的气体。氢气比空气轻，在标准状况下，氢气的密度为 0.0899 克/升。跟同体积的空气相比，氢气的质量约是空气的 1/14。氢气很难溶解于水。在 101 千帕的压强下，温度为-252.4°C时，氢气变成无色的液体；温度为-259.1°C时，氢气变成雪花状的固体。

根据氢气密度很小的性质，常用它来填充气球。形形色色的气球，给节日和人们的生活增添了欢乐气氛。军事上的信号气球和气象研究的探空气球，也常用氢气来填充。

氢气的燃烧

［实验 5—5］在导管尖嘴处点燃纯净的氢气，观察火焰的颜色。然后在火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯，如图 5—3 所示。一会儿，观察烧杯壁上有什么现象发生，用手触摸烧杯的外壁，有什么感觉？

氢气燃烧的火焰呈淡蓝色[1]，火焰上方的烧杯内壁附着一层小水珠，用手触摸杯壁，有热感。

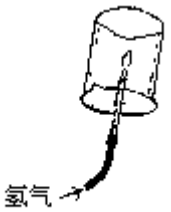


图5-3 氢气在空气里燃烧

【想一想】上述反应的条件和生成物是什么？写出反应的化学方程式。

纯净的氢气在空气里安静地燃烧，这是氢气跟空气里的氧气发生反应，生成水并放出大量的热。

---

[1] 氢气在普通玻璃管口燃烧，火焰常呈现黄色，这是由于玻璃成分中钠元素的干扰。

$$2H_2+O_2 \xlongequal{点燃} 2H_2O$$

如果氢气不纯，混有氧气(或空气)，点燃时将会怎样呢？

［实验 5—6］在一个底部装有一段金属导管的塑料瓶里收集满纯净的氢气，把塑料瓶倒立在铁架台的铁圈上(图 5—4，Ⅰ)。

先拔掉瓶口的塞子，再拔开导管口上的塞子，同时在管口点燃氢气(图 5—4，Ⅱ)，观察发生的现象。

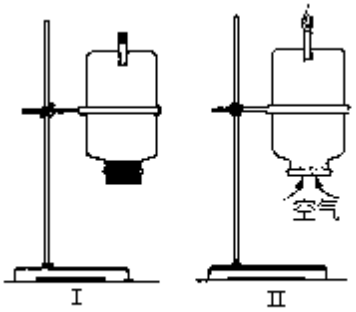


图5-4　氢气的燃烧及氢气与空气混合气的爆炸

由实验可见，纯净的氢气点燃时安静地燃烧，随着氢气的消耗，空气不断地从瓶口进入瓶内，瓶内的气体变成了氢气和空气的混合物。这种混合气体遇火发生爆炸。

为什么纯净的氢气能安静地燃烧，而混有空气的氢气会发生爆炸呢？这是因为纯净的氢气燃烧时，只有少量氢气在管口跟氧气接触发生反应，产生的热量不多，很快就散失到空气中；但在混合气体里，氢气跟氧气充分接触，点燃后迅速发生反应，瞬间放出大量的热，气体体积在有限的空间里急剧膨胀，就发生爆炸。

上面的实验是在开口较大的容器中进行的，气体冲出容器，激动空气，只发生爆鸣，没有什么危险。

【想一想】如果这个反应在密闭容器或容积大而口小的容器内进行，会发生什么现象？

实验证明，当空气中氢气的体积分数在 4%～74.2%之间时，一经点燃，立即发生爆炸。氢气含量的这个范围，叫做氢气的爆炸极限。因此，我们在使用氢气时，要特别注意安全。在点燃或加热氢气前，一定要检验氢气的纯度！

［实验 5—7］用排水法收集一试管氢气，用拇指堵住管口，靠近酒精灯火焰，移开拇指点火。如果听到尖锐的爆鸣声，就表明氢气不纯，需要再收集，再检验，直至发出轻微的“噗”声，才表明氢气已纯净。

由于氢气燃烧能放出大量的热，所以可用氢气作燃料。

氢气作燃料具有非常突出的优点。氢气在燃烧后只生成水，不污染空气；氢气燃烧的发热量高，燃烧 1 千克氢气，相当于 3 千克汽油或 4.5 千克焦炭的发热量；氢的资源十分丰富，地球表面拥有大量的水，而水中氢元素的质量分数是 11.1%，今后如能在利用太阳能从水中制氢的技术上有所突破，将会得到便宜的氢气。氢气燃料的应用范围广，可用于燃氢汽车、燃氢飞机，也可以用于发电，液态氢还可以作火箭或导弹的高能燃料。有的科学家预言，21 世纪将是氢能源时代。

氢气在氧气中燃烧的火焰叫做氢氧焰，它的温度可高达 3000℃。所以，工业上用氢氧焰焊接或割断金属，以及熔化熔点很高的石英，制成各种石英

制品。

用氢气还原氧化铜

［实验 5—8］在干燥的试管底部，铺一层氧化铜粉末，按图 5—5 所示装置。先向试管里通一会儿氢气，再给氧化铜加热。继续通入氢气，观察黑色的氧化铜有什么变化？试管口有什么现象？停止加热后，还要继续通入氢气，直到试管冷却为止。

通过实验观察到，黑色氧化铜粉末逐渐变为红色，试管口有水珠出现。

【想一想】(1)这个反应的生成物是什么？写出反应的化学方程式。

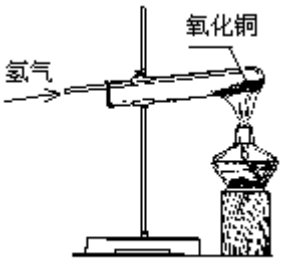


图5-5 氢气还原氧化铜

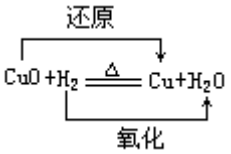
(2)为什么开始时先向试管里通氢气，然后加热？为什么停止加热后，还要继续通入氢气，直到试管冷却？

实验表明，氢气跟氧化铜在加热的条件下发生反应，生成金属铜和水。这个反应的化学方程式为：

$$H_2 + CuO \xlongequal{\triangle} Cu + H_2O$$

在这个反应里，氢气夺取了氧化铜中的氧，跟它结合生成水；氧化铜(铜的氧化物)失去了氧而变为游离态的铜。这种含氧化合物里的氧被夺去的反应，叫做还原反应。

【选学】在上面的反应里，对氧化铜来说，它发生了还原反应。但是对氢气来说，它跟氧化铜里的氧起反应生成了水，发生了氧化反应。这两个截然相反的过程是在一个反应里同时发生的。像这样一种物质被氧化，同时另一种物质被还原的反应，叫做氧化还原反应。氢气使氧化铜还原的反应，就是氧化还原反应。



能夺取含氧化合物的氧，使含氧化合物发生还原反应的物质叫做还原剂，它具有还原性。能供给氧，使别种物质发生氧化反应的物质叫做氧化剂，它具有氧化性。在上述反应里，氧化铜是氧化剂，氢气是还原剂。

在冶金工业上，常利用氢气从金属氧化物里还原出金属。例如，可用氢气来冶炼钨、钼等重要金属。电子工业上制取半导体材料硅，也需要氢气。

【练一练】写出高温下氢气跟三氧化钨(WO_3)反应制取钨的化学方程式。

除此之外，利用氢气跟许多物质发生反应，生产多种化工产品。例如，氢气能跟氯气反应，生成氯化氢气体，氯化氢溶于水，制成盐酸，在工业上利用这一反应合成盐酸；氢气还能跟氮气反应，在工业上用于合成氨，等等。在焊接工艺方面，为防止金属在高温下与空气发生氧化反应，可用氢气作为

还原性保护气。

随着科学的发展，氢气的价值越来越引人注目，它被认为是一种大有发展前途的燃料，是理想的新型能源。

图5-6 氢气的用途

氢气的物理性质

氢气的化学性质(跟氧气反应，跟氧化铜反应)

氢气的用途

还原反应的含义

习题

1.填空：

(1)纯净的氢气在空气中燃烧，火焰呈__色，同时放出__；在火焰上方罩一干燥烧杯，杯壁有__产生，说明反应有生成。此反应的化学方程式是__。

(2)氢气和氯气发生化合反应，反应的化学方程式为__，工业上利用这个反应合成__。

(3)氢气与空气的混合气体点燃时会__，所以点燃氢气前，一定要__。

2.在甲组(氢气的性质)的答案中，选择适当的答案序号，填在乙组(氢气的用途)的括号内：

甲组	乙组	
①密度小	Ⅰ用作高能燃料	(　)
②可燃性	Ⅱ合成盐酸	(　)
③还原金属氧化物	Ⅲ充灌探空气球	(　)
④跟氯气反应	Ⅳ冶炼金属	(　)

3.用氢气还原氧化铜的实验操作有以下六步，请按实验操作顺序将它们的编号填入括号内：

(　)将试管固定在铁架台上，使试管口略向下倾斜。

(　)继续通入氢气，直至试管冷却。

(　)给试管里的氧化铜加热。

(　)在干燥的试管底铺上一层黑色的氧化铜。

(　)停止加热。

(　)通入氢气。

4.写出氢气与氧化铜反应的化学方程式，计算反应物、生成物各物质的

质量比。

第三节 根据化学方程式的计算

在化工生产中，要制备一定量的产品，需要多少原料，或投入一定量的原料，能得到多少产品等问题，都可以根据化学方程式进行计算。

纯净的反应物或生成物质量的计算

化学方程式所表示的反应物、生成物之间的质量比，是根据化学方程式计算的基础。下面举例说明根据化学方程式计算反应物或生成物质量的解题步骤。

［例题 1］加热分解 5.8 克氯酸钾，能够制得多少克氧气？

解题步骤	计算示例	
(1)设待求物质的质量为 x	设分解 5.8 克氯酸钾可制得氧气的质量为 x	
(2)写出有关反应的化学方程式	$2KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} 2KCl + 3O_2\uparrow$	
(3)找出已知物质和待求物质之间的质量关系	2×(39＋35.5＋16× 3) ＝245 5.8 克	3×(16× 2) ＝96 x
(4)列比例式，计算 x 的值	245 ： 96=5.8 ： x $x=\frac{96\times 5.8克}{245}=2.3克$	
(5)写出答案	答：加热分解 5.8 克氯酸钾，可以制得 2.3 克氧气。	

［例题 2］用氢气还原氧化铜制取铜 16 克，有多少克氢气参加反应？

［解］设参加反应的氢气的质量为 x。

$CuO+H_2 \xrightarrow{\triangle} Cu+H_2O$

2　　64

x　　16 克

2：64＝x：16 克

$x=\frac{2\times 16克}{64}=0.5克$

答：制取 16 克铜，参加反应的氢气是 0.5 克。

【练一练】实验室里加热分解 7.9 克高锰酸钾，最多可制得多少克氧气？这些氧气在标准状况下的体积是多少升？(标准状况下氧气的密度是 1.429 克/升)

含杂质的反应物或生成物质量的计算

化学方程式所表示的各物质之间的质量比，都是按纯净物计算的。但是，在科学实验和工农业生产中，所用的物质往往含有杂质。如何根据化学方程式计算含有杂质(此杂质应不参加该化学反应)的反应物或生成物的质量呢？

【议一议】(1)如果已知某物质的质量为 200 克，其中含有 10%的杂质，那么，根据化学方程式在列比例式时，所用纯物质应是多少克？

(2)如果待求物质含有 10%的杂质。根据化学方程式求出该纯物质为 200 克，那么，待求物质应是多少克？

［例题 3］某冶金工厂用氢气还原三氧化钨制取钨。现有含杂质 50%的三氧化钨 116 千克，跟足量氢气反应，能制取多少钨？

［解］116 千克含杂质 50%的三氧化钨中含纯三*

氧化钨的质量为：

116 千克×(1－50%)＝58 千克

设能制取钨的质量为 x。

$WO_3+3H_2 \xlongequal{\triangle} W+3H_2O$

184＋16×3

＝232　　184

58 千克　　x

232：184＝58 千克：x

$x=\frac{184\times 58千克}{232}=46千克$

答：可以制取钨 46 千克。

［例题 4］

实验室里用锌粒跟溶质质量分数为 25%的硫酸溶液反应制取氢气，欲制取 4.5 升氢气(标准状况下)，至少需要多少克硫酸溶液？同时生成多少克硫酸锌？

［解］ 4.5 升氢气的质量是：

0.09 克/升×4.5 升≈0.4 克

设需要纯硫酸的质量为 x，生成硫酸锌的质量为 y。

$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$

98　161　2

x　y　0.4 克

98：2＝x：0.4 克

$x=\frac{98\times 0.4克}{2}=19.6克$

25%硫酸溶液的质量为：

19.6 克÷25%=78.4 克

161：2=y：0.4 克

$y=\frac{161\times 0.4克}{2}=32.2克$

答：制取 4.5 升氢气，至少需要 78.4 克硫酸溶液，同时生成 32.2 克硫酸锌。

［练一练］实验室里用含杂质 5%的锌粒 13.7 克跟盐酸(20%的氯化氢溶液)完全反应，能生成多少升(标准状况下)氢气？消耗多少克盐酸？

根据化学方程式计算有关反应物、生成物的质量(纯净物质的计算、含一定量杂质的物质的计算)

习题

1.填空：

(1)氢气在空气中燃烧生成水，在这个反应中，参加反应的氢气、氧气和生成的水的质量比是__，它们的分子个数比是__。

(2)完全燃烧 6.4 克硫，需要消耗__克氧气，同时生成__克二氧化硫。

(3)2.4 克碳完全燃烧，能生成__克二氧化碳；如果木炭中含有 10%不反应的杂质，要生成上述质量的二氧化碳，需要这种木炭克；如果 2.4 克是含 10%杂质的木炭，能生成__克二氧化碳。

2.完全电解 18 克水，可生成多少克氢气？多少克氧气？它们的体积(标准状况下)各是多少？

3.工厂里用含杂质 40%的三氧化钨与氢气反应冶炼钨。制取 1 千克钨，需要多少千克这种三氧化钨？

4.用足量的 25%的稀硫酸和 25%的盐酸，分别与 3 克锌完全反应，生成的氢气一样多吗？消耗的稀硫酸和盐酸的质量一样多吗？

本章小结

一、氢气的性质、用途和制法

1.物理性质 氢气是一种没有颜色、没有气味的气体，难溶于水，比空气轻，是最轻的气体。

2.化学性质(1)氢气能够跟氧气反应生成水。纯净的氢气可以在氧气中安静地燃烧发出淡蓝色火焰；点燃混有氧气或空气的氢气，会发生爆炸。点燃氢气前一定要检验氢气的纯度。(2)在加热时，氢气能夺取金属氧化物中的氧，使金属还原出来。

3.用途 填充气球，冶炼金属，作火箭燃料和合成氨、盐酸等的化工原料。

4.实验室制法反应原理：

$$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$$

实验装置：(见图 5—1)收集方法：排水法、向下排空气法。

二、化学反应类型

1.化学反应基本类型

化合反应；

分解反应；

置换反应：一种单质跟一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应。

……

2.氧化反应　还原反应

氧化反应；

还原反应：含氧化合物里的氧被夺去的反应。

三、根据化学方程式的计算

1.纯净的反应物和生成物的质量的计算；

2.含有一定量杂质的反应物和生成物的质量的计算。

复习题

1.选择：

(1)下列对氢气的描述正确的是(　)。

A.氢气在空气中燃烧，火焰呈黄色

B.氢气能跟氯气反应

C.氢气难液化，在足够低的温度时能变成淡蓝色液体

D.在标准状况下，氢气跟同体积的空气相比，质量约是空气的 1/14

(2)将纯净的氢气点燃，用干冷的烧杯罩在火焰上方，观察到的现象应该是(　)。

A.蓝紫色火焰，烧杯壁有水珠

B.有爆鸣声，烧杯壁有水珠

C.淡蓝色火焰，烧杯壁有水珠

D.浅红色火焰，烧杯内有白雾

(3)下列化学方程式正确的是(　)。

A.$H_2O\xlongequal{电解}H_2+O$

B. $KClO_3 \xlongequal{\triangle} KCl+O_2\uparrow$

C. $CuO+H_2 \xlongequal{\triangle} Cu+H_2O$

D. $Mg+2H_2SO_4=Mg(SO_4)_2+2H_2\uparrow$

(4)在氧化铜和氢气的反应中，氧化铜发生了(　)。

A.化合反应　　B.分解反应

C.氧化反应　　D.还原反应

(5)在两支试管中均盛有足量的稀硫酸，向一支试管中加入 1 克镁，向另一支试管中加入 1 克锌，两支试管中产生的氢气(　)。

A.加镁的比加锌的多

B.加锌的比加镁的多

C.一样多

D.无法比较

(6)有氢气、氧气和空气三瓶无色气体，用 (　)的方法可以将它们一次鉴别出来。

A.在瓶口上方点燃

B.把带火星的木条插入瓶内

C.倒入澄清石灰水

D.把燃着的木条插入瓶内

(7)下列用途中，利用氢气和氧气反应放出大量热的是(　)。

A.充填气球

B.焊接金属

C.冶炼金属

D.做能源

2.计算：

(1)多少克氢气跟氧化铜反应能生成 6.35 克铜？用锌和稀硫酸反应制取这些氢气，需要含杂质 10%的锌粒多少？

(2)用含有一定杂质的高锰酸钾 8.78 克加热使之完全反应(杂质不反应)，制取了 0.56 升氧气(标准状况下)，计算该高锰酸钾中含纯高锰酸钾的质量分数是多少？反应后试管里剩余的是什么物质？各重多少克？

3.填写下表：

项目 / 气体		氧气	氢气
物理性质			
化学性质			
主要用途			
实验室制法	制取反应		
	收集方法		

▲盐酸的性质
▲硫酸的化学性质
▲电离
▲酸的电离和共性
▲金属活动性顺序

第六章 常见的酸　金属活动性顺序

盐酸、硫酸和硝酸是三种在工农业生产和科学实验中常用的酸。

第一节 盐酸

盐酸——氯化氢的水溶液

工业上，生产盐酸的主要方法是用氯气跟氢气直接化合，生成氯化氢气体。氯化氢溶于水便成盐酸。

$H_2+Cl_2 \xlongequal{点燃} 2HCl$

［实验 6—1］观察浓盐酸的状态、颜色。取下盛浓盐酸的试剂瓶的瓶塞，观察在瓶口有什么现象发生？用手在瓶口轻轻地扇动，小心地闻盐酸的气味。

［议一议］为什么在瓶口处会出现白雾呢？

纯净的浓盐酸是没有颜色、有刺激性气味(氯化氢的气味)的液体。常用的浓盐酸中 HCl 的质量分数约是 37%，密度是 1.19 克/厘米 ^{3}。盐酸有腐蚀性。浓盐酸在空气里会生成白雾，这是因为浓盐酸挥发出来的氯化氢气体跟空气里的水蒸气接触，形成盐酸小液滴的缘故。由此可知，盐酸是一种挥发性的酸。

工业品浓盐酸因含有少量杂质略带黄色。

【想一想】应该怎样保存浓盐酸呢？

人的胃液里含有少量的稀盐酸(胃酸)，胃部不适时，吐出的酸水里就含有极少量的盐酸。稀盐酸有酸味。

盐酸能使石蕊试液变色

［实验 6—2］观察石蕊试液的颜色。向盛有少量稀盐酸的试管里，滴入 2～3 滴石蕊试液，观察溶液颜色的变化。

石蕊是一种植物色素，它的水溶液显紫色。实验表明，盐酸能使紫色石蕊试液变成红色。

盐酸跟金属的反应

在氢气一章里我们已经学过，锌能跟盐酸发生置换反应放出氢气。下面我们来观察铁跟盐酸反应的情况。

［实验 6—3］将无锈的铁钉放入试管里，再向试管里加入少量盐酸，观察发生的现象。用拇指堵住试管口，过一会儿，再用燃着的火柴在管口点燃放出的气体，观察发生的现象。

实验表明，铁也能跟盐酸发生置换反应放出氢气，反应的化学方程式如下：

$Fe+2HCl=FeCl_2+H_2\uparrow$

(氯化亚铁)

盐酸还能跟镁、铝等金属发生置换反应，放出氢气。同时分别生成溶于水的氯化镁和氯化铝($AlCl_3$)。

【练一练】分别写出镁、铝跟盐酸反应的化学方程式。

盐酸能除去铁锈

［实验 6—4］将一根生锈的铁丝，插入盛有少量稀盐酸的试管里，过一会儿，取出铁丝用水冲洗。观察经盐酸处理过的铁丝和未经处理的铁丝表面有什么不同？

铁锈的主要成分是氧化铁(Fe_2O_3)。氧化铁跟盐酸反应，生成易溶于水的氯化铁。氯化铁的水溶液呈黄色。

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

(氯化铁)

盐酸跟氧化铜也能发生类似的反应。

［实验 6—5］用纸条把黑色的氧化铜粉末送入试管底部，向试管中加入少量的水，振荡试管，观察氧化铜在水里是否溶解。再用滴管向试管里逐滴加入盐酸并不断振荡试管，观察发生的现象。

氧化铜不溶于水，但能跟盐酸起反应，生成易溶于水的氯化铜。氯化铜的水溶液呈蓝绿色。

$$CuO+2HCl=CuCl_2+H_2O$$

(氯化铜)

盐酸还能跟氧化镁、氧化钙、氧化铝、氧化锌等多种金属氧化物反应，分别生成相应的金属氯化物和水。

［练一练］写出氧化镁、氧化钙跟盐酸反应的化学方程式。

由于盐酸能跟某些金属氧化物起反应，生成易溶于水的氯化物，因此，金属制品在电镀、焊接以前，常用盐酸来清除表面的锈。盐酸还用来制取氯化物以及其它药剂。人的胃液里含有的少量盐酸，可以帮助消化，抑制和杀死细菌。

盐酸的物理性质

盐酸的化学性质(对石蕊试液的作用、跟金属的反应、跟金属氧化物的反应)

盐酸的主要用途

习题

1.选择：

(1)打开盛浓盐酸的试剂瓶，可看到在瓶口处有(　)。

A.白色的烟雾

B.白烟

C.白雾

D.氯化氢气体

(2)盐酸可使紫色石蕊试液变(　)。

A.红色

B.蓝色

C.紫色

D.无色

2.写出实现下列变化的化学方程式：

$$\begin{array}{ccc} H_2 & & FeCl_3 \\ \nwarrow & & \nearrow \\ & HCl & \\ \swarrow & & \searrow \\ FeCl_2 & & AlCl_3 \end{array}$$

3.有一块已部分氧化的锌片，质量为 42 克，跟足量稀盐酸完全反应后，生成氢气 1.2 克。求锌片中金属锌的质量分数。

第二节 硫酸和硝酸

硫酸

［实验 6—6］观察纯净的浓硫酸的颜色和状态，取下盛浓硫酸试剂瓶的瓶塞，观察它是否容易挥发。

纯净的浓硫酸是没有颜色、粘稠、油状的液体，不容易挥发。常用的浓硫酸中 H_2SO_4 的质量分数约是 98%，密度是 1.84 克/厘米 ^{3}。工业品浓硫酸因为含有杂质而显浅褐色。

图 6-1　干燥器

如果把一定质量浓硫酸放在敞口的容器里，经过一段时间，发现它的质量不但没有减少反而增加了，这是什么原因呢？原来浓硫酸有很强的吸水性，敞口容器里的浓硫酸吸收了空气里的水蒸气使质量增加。因为浓硫酸具有吸水性，故常用作干燥剂。实验室把浓硫酸放在干燥器(图 6—1)的底部，在上面放上多孔的搁板，把需要干燥的物质放在蒸发皿或坩埚里，然后放在搁板上，盖上干燥器的玻璃盖，使干燥器上部的物质保持干燥。如果将某些含少量水蒸气的气体通过浓硫酸，这些气体也会得到干燥。

浓硫酸易溶于水，在溶解时要放出大量的热。

［实验 6—7］把浓硫酸沿着玻璃棒缓慢地注入盛有水的烧杯里(图 6—2Ⅰ)，用玻璃棒不断搅动(图 6—2Ⅱ)，用手接触烧杯外壁，试试有什么感觉。

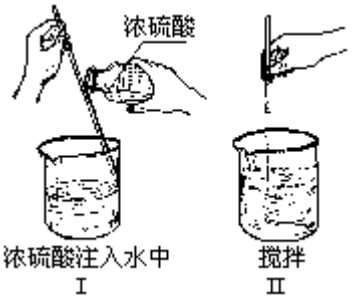


图 6-2　浓硫酸的稀释

把浓硫酸加入水中时，因为浓硫酸的密度比水大，先沉入水底，然后逐渐溶解，放出的热量使溶液的温度逐渐升高。

［议一议］如果把水加入浓硫酸中会发生什么现象？

如果把水倒入浓硫酸中，水的密度比浓硫酸小，浮在浓硫酸的上面，溶解时放出大量的热，水会剧烈沸腾，使硫酸的液滴向四周飞溅。为了防止发生伤害事故，在稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸沿着器壁慢慢地注入水里，并不断搅动，使产生的热量迅速扩散(图 6—2)。切不可把水倒入浓硫酸里。

浓硫酸对皮肤或衣服有很强的腐蚀性，如果不慎在皮肤或衣服上沾上浓硫酸，应立即用布拭去，再用水冲洗干净。

稀硫酸跟盐酸的化学性质相似

1.稀硫酸能使石蕊试液变色

［实验 6—8］向盛有少量稀硫酸的试管里，滴加 2～3 滴石蕊试液，观察溶液颜色的变化。

实验表明，稀硫酸也能使紫色石蕊试液变成红色。

2.稀硫酸跟金属的反应

我们知道，锌跟稀硫酸发生置换反应放出氢气，同时生成溶于水的硫酸锌。

$$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$$

(硫酸锌)

稀硫酸还能跟铁、镁、铝等金属发生置换反应放出氢气，并分别生成硫酸亚铁、硫酸镁、硫酸铝。

［练一练］分别写出铁、镁、铝等金属跟稀硫酸反应的化学方程式。

像硫酸锌($ZnSO_4$)、硫酸亚铁($FeSO_4$)、硫酸镁($MgSO_4$)、硫酸铝［$Al_2(SO_4)_3$］这类由金属离子和酸根离子组成的化合物叫做盐。

浓硫酸跟金属的反应与稀硫酸跟金属的反应不同，不能产生氢气。

3.稀硫酸跟金属氧化物的反应

［实验 6—9］取一支试管，加入少量氧化铜，再向试管里加入 2～3 毫升稀硫酸，振荡试管，观察发生的现象。

［实验 6—10］向盛有稀硫酸的试管中，加入氧化铁粉末，振荡试管，观察发生的现象。

实验表明，稀硫酸能跟氧化铜起反应，生成溶于水的硫酸铜。

$$CuO+H_2SO_4=CuSO_4+H_2O$$

(硫酸铜)

稀硫酸跟氧化铁反应，生成硫酸铁。

$$Fe_2O_3+3H_2SO_4=Fe2(SO_4)_3+3H_2O$$

(硫酸铁)

稀硫酸和盐酸一样，还能跟氧化镁、氧化钙、氧化铝、氧化锌等多种金属氧化物反应，分别生成硫酸镁、硫酸钙、硫酸铝、硫酸锌和水。

【练一练】写出氧化铝、氧化锌等跟稀硫酸反应的化学方程式。

从以上实验可以看出，稀硫酸具有与盐酸相似的化学性质。

硫酸是一种非常重要的化工原料，广泛应用于生产化肥过磷酸钙和硫酸铵(俗名肥田粉)，还大量用于生产粘胶纤维(人造棉)、精炼石油、制造农药和染料、金属去锈以及有色金属的冶炼等等。

硝酸

［实验 6—11］观察浓硝酸的颜色、状态。取下盛浓硝酸的试剂瓶的瓶塞，观察在瓶口有什么现象发生？用手在瓶口轻轻地扇动，小心地闻它的气味。

纯净的硝酸是一种无色的液体，有刺激性气味。跟浓盐酸相似，硝酸也是一种易挥发的酸，在空气里放置时，因挥发出的 HNO_3 气体跟水蒸气结合成硝酸小液滴，而形成白雾。常用浓硝酸中 HNO_3 的质量分数约为 69%，密度是 1.42 克/厘米^3。

稀硝酸溶液也能使紫色石蕊试液变成红色。

硝酸也能跟某些金属氧化物，如氧化铜、氧化镁等起反应，分别生成硝酸铜、硝酸镁和水等。

$$CuO+2HNO_3=Cu(NO_3)_2+H_2O$$

(硝酸铜)

$$MgO+2HNO_3=Mg(NO_3)_2+H_2O$$

(硝酸镁)

硝酸与稀硫酸、盐酸不同，跟金属反应时，一般不能产生氢气。

浓硝酸跟可燃性物质相遇时，会使可燃性物质发生剧烈的氧化反应，引起燃烧。因此在保存和运输浓硝酸时，要避免跟可燃性物质相遇。硝酸还有很强的腐蚀性(俗名硝镪水)，使用时要特别小心。

硝酸是一种重要的化工原料，主要用于生产炸药、化肥、农药和染料等等。

硫酸的物理性质和用途

稀硫酸的化学性质(跟石蕊试液的作用、跟金属的反应、跟金属氧化物的反应)浓硫酸的吸水性，稀释浓硫酸的注意事项

使用硝酸时的注意事项

盐的概念

习题

1.选择：

(1)盛有下列试剂的试剂瓶，取下瓶塞后，在瓶口出现白雾的是(　)。

A.浓硝酸　　B.浓硫酸

C.浓盐酸　　D.稀盐酸

(2)能与金属发生置换反应产生氢气的酸是(　)。

A.浓硫酸　　B.硝酸

C.稀硫酸　　D.盐酸

2.完成下列化学方程式：

(1)　$Fe_2O_3+H_2SO_4$——

(2) $MgO+HNO_3$——

(3) $Al_2O_3+HNO_3$——

(4)$Fe+H_2SO_4$(稀)——

3.由__离子和__离子组成的化合物叫做盐。写出下列盐的化学式。硫酸锌 硫酸铜 硫酸铝

4.两个烧杯里分别盛 50 克浓硫酸和 50 克浓盐酸，在空气中放置一定时间后，二者的质量有什么变化？为什么？

5.指出盐酸和稀硫酸的化学性质有哪些相似之处？

6.配制 18%的硫酸溶液 100 克，需 98%(密度为 1.84 克/厘米^3)的硫酸多少毫升？

第三节 酸的电离和酸的共性

除盐酸、硫酸、硝酸具有一些相似的化学性质外，磷酸(H3PO4)、氢溴酸(HBr)等也是这样。它们为什么具有相似的化学性质呢？

酸的电离

［实验 6—12］图 6—3 是试验物质导电性的装置。在四只广口瓶中分别加入蒸馏水、稀盐酸、稀硝酸和稀硫酸，依次插入石墨电极，接通电源，观察灯泡是否发光。

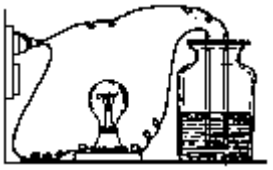


图 6-3　试验物质的导电性

实验证明，盐酸、硫酸和硝酸的水溶液都导电。这是为什么呢？我们知道，金属导电是由于金属里存在着自由运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。上述实验中的溶液能够导电，显然也是因为溶液中存在着自由移动的带电微粒的缘故。科学实验证明，这些带电微粒不是电子而是离子。原来，盐酸、硫酸、硝酸等化合物溶于水时，在水分子的作用下，离解成能够自由移动的阳离子和阴离子。例如，硫酸溶于水时，在水分子的作用下，离解成氢离子(H^+)和硫酸根离子(SO_4^{2-})。当给溶液通电时，这些离子在电场的作用下，定向移动，便形成了电流，使灯泡发光。

某些化合物溶解于水时，离解成自由移动的离子的过程，叫做电离。

盐酸、硫酸、硝酸在水中发生的电离可用下面的式子表示：

$$HCl=H^++Cl^-$$

$$H_2SO_4=2H^++SO_4^{2-}$$

$$HNO_3=H^++NO_3^-$$

像上面这样的表示物质电离的式子叫做电离方程式。

可以看出，盐酸、硝酸和硫酸等在水溶液里电离出的阳离子全部是氢离子。我们把电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。

酸电离时，除了生成氢离子外，还有酸根离子。溶液中酸根离子所带负电荷的总数等于氢离子所带正电荷的总数，所以整个溶液不显电性。

【议一议】有人说酸是在通电以后才发生电离，这种说法对吗？

酸的共性

由于酸电离时生成的阳离子全部是氢离子，所以酸具有下列共性。

1.酸溶液有酸味，都能使紫色石蕊试液变成红色。

2.酸(除硝酸外)能跟某些金属发生置换反应生成氢气和盐。

【练一练】分别写出盐酸、稀硫酸跟锌、铝、铁发生置换反应的化学方程式。

3.酸能跟某些金属氧化物反应生成盐和水。

【练一练】分别写出盐酸、稀硫酸跟氧化铜、氧化铁发生反应的化学方程式。

我们把凡能跟酸反应生成盐和水的氧化物叫做碱性氧化物。氧化铜、氧化铁、氧化镁等都是碱性氧化物。金属氧化物大多数是碱性氧化物。

此外，酸还能跟一类叫做碱的物质反应生成盐和水。这一性质将在下一章中介绍。

酸的命名

根据酸的组成里是不是含有氧元素，可以把酸分为含氧酸和无氧酸两大类。硫酸、硝酸、磷酸、碳酸(H_2CO_3)、氯酸($HClO_3$)等都是含氧酸，盐酸、氢硫酸(硫化氢的水溶液，H_2S)等都是无氧酸。

根据酸电离时每个酸分子可能电离出的氢离子的个数，可以把酸分为一元酸、二元酸和三元酸等。例如，盐酸是一元酸，硫酸是二元酸，磷酸是三元酸。

含氧酸一般是根据它的组成里氢、氧两种元素以外的另一种元素的名称而命名为“某酸”。例如，H_2SO_4读做硫酸，$HClO_3$读做氯酸，H_3PO_4读做磷酸等。HNO_3按命名规则应该读做氮酸，但是通常读做硝酸，因为它早先是以硝石($NaNO_3$)为原料制取的。

无氧酸的命名是在氢字后面加上另一种元素的名称，读做“氢某酸”。例如，H_2S读做氢硫酸，HBr读做氢溴酸，等等。HCl按命名规则应读做氢氯酸，但是通常读做盐酸，因为早先是以食盐为原料制取的。

酸的分类可以用下表表示：

	无氧酸	含氧酸
一元酸	HCl　HBr	HNO_3　$HClO_3$
二元酸	H_2S	H_2SO_4
三元酸		H_3PO_4

【练一练】

(1)写出硫酸、氢溴酸、盐酸、氯酸的电离方程式。

(2)给下列酸命名：

H_2S(　)　　H_3PO_4(　)

HCl(　)　　HNO_3(　)

电离的含义

常见酸的电离方程式

酸的概念

酸的命名

酸的共性

碱性氧化物的概念

习题

1.某些化合物在溶于水时，离解成__的过程，叫做电离。

2.酸类化合物具有相似化学性质的原因是(　)。

A.都有酸根

B.分子中都有氢原子

C.能使紫色石蕊试液变红

D.电离生成的阳离子全部是氢离子

3.下列酸的电离方程式正确的是(　)。

(1)$H_2SO_4=H_2+SO_4^{-2}$

(2)$HNO_3=H^++N+O_3^-$

(3)$HCl=H+Cl$

(4)$H_2SO_4=2H^++SO_4^{2-}$

4.能跟__反应，生成盐和水的氧化物，叫做碱性氧化物。

5.完成下列化学方程式。

(1) $Mg+HCl$——　　(2)$Al+H_2SO_4$——

(3)$ZnO+HCl$——　　(4) Fe_2O_3+HCl——

第四节 金属活动性顺序

金属跟酸的置换反应

锌、铁等金属能够跟酸溶液发生置换反应，放出氢气。是不是所有金属都能跟酸溶液发生置换反应呢？

［实验 6—13］取三支试管，分别加入等体积的稀盐酸，然后将镁、铜、银三种金属，分别放入三支盛有盐酸的试管里，观察发生的现象。如果有气体放出，检验生成的气体是不是氢气。

实验证明，铜和银跟盐酸不发生反应，镁能跟盐酸发生反应放出氢气，生成易溶于水的氯化镁。

$$Mg+2HCl=MgCl_2+H_2\uparrow$$

可见并不是所有金属都能跟酸发生置换反应。

镁、锌、铁等金属都能跟酸发生置换反应放出氢气，但是它们反应的激烈程度是否一样呢？我们来观察下面的实验。

［实验 6—14］在三支试管里分别加入同体积、同溶质质量分数的稀盐酸，然后向三支试管里同时加入镁、锌、铁三种金属，观察发生的现象，比较它们跟稀盐酸反应的激烈程度。

实验证明，在相同条件下(相同溶质质量分数的盐酸)，镁跟酸反应最激烈，锌次之，铁更次之。

由此看出，金属能否跟酸发生置换反应放出氢气，以及跟酸反应时激烈程度如何，是由金属的化学活动性决定的。

按活动性强弱给金属排队

人们经过大量的实验，总结出常见的金属活动性顺序如下：

$$\xrightarrow[\text{金属活动性由强逐渐减弱}]{K\ Ca\ Na\ Mg\ Al\ Zn\ Fe\ Sn\ Pb(H)\ Cu\ Hg\ Ag\ Pt\ Au}$$

表中的(H)是指酸中的氢元素。在金属活动性顺序中，排在氢前面的金属都能置换酸中的氢，而排在氢后面的金属则不能置换酸中的氢。金属的位置越靠前，它的活动性就越强，就越容易跟酸溶液发生置换反应。

【练一练】下列金属哪些能跟稀硫酸发生置换反应？写出有关的化学方程式。

镁、铁、铜、汞、铝、银

金属活动性顺序

金属跟酸发生置换反应的规律

习题

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__；排在氢前面的金属能置换出酸里的__。

2.选择：

(1)下列金属活动性最强的是(　)。

A. Hg　　B.Zn　C.Pb　　D. K

(2)下列金属能从酸中置换出氢的是(　)。

A. Sn　　B.Fe　C. Ag　D.Cu

(3)下列各组金属按化学活动性由弱到强的顺序排列的是(　)。

A. Hg、 Ag、 Zn、 Mg

B. Al、 Fe、 Pb、Cu

C. Sn、 Fe、 Al、Zn

D. Cu、 Pb、 Zn、 Al

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

A. Mg　B.Al　C.Zn　D.Fe

3.锌和铜的混合物 50 克跟足量的稀硫酸反应可制得氢气 1.1 克,求此混合物里含锌和铜各多少克？

本章小结

一、盐酸、硫酸、硝酸

1.盐酸的性质和用途

2.稀硫酸的化学性质，浓硫酸的吸水性，浓硫酸的稀释。

3.硝酸跟可燃物质相遇，能使可燃物发生剧烈的氧化反应而引起燃烧。

二、电离

某些化合物溶解于水时，离解成自由移动的离子的过程叫做电离。

三、酸和酸的电离方程式

1.电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。

2.常见酸的电离方程式

$HCl=H^{+}+Cl^{-}$

$HNO_3=H^{+}+NO_3^{-}$

$H_2SO_4=2H^{+}+SO_4^{2-}$

四、酸的共性

酸具有共性，这是由于酸电离出的阳离子全部是氢离子的缘故。酸的共性有：

1.酸溶液都能使紫色石蕊试液变成红色。

2.酸能跟某些金属发生置换反应，生成盐和氢气。

3.酸能跟碱性氧化物反应生成盐和水。另外，酸能跟碱发生反应生成盐和水

五、盐

由金属离子和酸根离子组成的化合物叫做盐。

六、碱性氧化物

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

七、金属活动性顺序

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

金属活动性由强逐渐减弱

在金属活动性顺序里，排在氢前面的金属能置换出酸里的氢。

复习题

1.选择：

(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(　)。

A.$HBr=H^{+}+Br^{-}$

B.$H_4SO_4=2H^{+}+SO_4^{2-}$

C.$NH_4HSO_4=NH_4^{+}+H^{+}+SO_4^{2-}$

D.$HI=H^{+}+I^{-}$

(2)下列电离方程式正确的是(　)。

A.$H_2SO_4=H_2^{+}+SO_4^{2-}$

B.$HNO_3=H^{+}+NO_3^{-}$

C.$HClO_3=H^++Cl^-+O^{2-}$

D.$HBr=H^++Br^-$

(3)下列每组中的两种物质混合后，有氢气产生的是(　)。

A.Zn 与 H_2SO_4(稀)

B.Zn 与 HNO_3(稀)

C.Mg 与 HCl

D.Cu 与 HCl

(4)下列酸中，是无氧酸的有(　)，是含氧酸的有(　)，是二元酸的有(　)。

A.硫酸　　B.盐酸

C.氢硫酸　　D.磷酸　　E.碳酸

2.填空：

(1)填写下表：

物理性质 酸	状态	颜色	挥发性	气味	密度
浓盐酸					
浓硫酸					

(2)某酸的化学式可表示为 H_nRO_{n+2}，其中 R 的化合价为__。

3.判断下列说法是否正确。

(1)稀释浓硫酸的方法是将水沿器壁缓缓倒入浓硫酸中，边倒边搅拌，防止液体溅出。(　)

(2)酸溶液在通电后发生电离。(　)

(3)混有少量水蒸气的氢气通过浓硫酸后，得到干燥的氢气。(　)

4.回答下列问题：

(1)有两块质量相等的锌片，使其中一片跟足量的稀硫酸反应，另一片先煅烧转化成氧化锌，然后也跟足量的稀硫酸反应。用两种方法制得的硫酸锌的质量相等吗？不用计算能回答吗？说明理由。

(2)铜粉中混有少量的氧化铜,怎样把氧化铜除去？写出有关反应的化学方程式。

5.下列物质哪些能跟稀硫酸反应，写出有关的化学方程式。

铁 铜 银 氧化镁 氮气

6.计算：

(1)足量的氧化铜跟 9.8 千克 20%的稀硫酸反应，可生成硫酸铜($CuSO_4$)多少千克？

(2)取稀硫酸 30 克，加入 3.5 克纯锌，充分反应后，还剩余 0.25 克锌。试计算：

①在标准状况下，能产生氢气多少升？(标准状况下氢气的密度为 0.09 克/升)

②稀硫酸中 H_2SO_4 的质量分数是多少？

③所得溶液的溶质质量分数是多少？

▲氢氧化钙的性质
▲氢氧化钠的性质
▲碱的电离和共性
▲中和反应 pH 值
▲复分解反应

第七章 常见的碱 中和反应

碱是又一类重要的化合物。常见的碱有氢氧化钙和氢氧化钠等，它们不仅是重要的化工原料，而且与我们的生活也有着密切的关系。

第一节 氢氧化钙

氢氧化钙［$Ca(OH)_2$］俗称熟石灰或消石灰，是建筑业不可缺少的材料。

生石灰变熟石灰

工业上大量使用的熟石灰是用生石灰(氧化钙的俗名)跟水化合制得的。

［实验 7—1］取一小块生石灰放在蒸发皿里，观察它的颜色和状态。用滴管向生石灰上滴加少量的水，观察发生的现象。

生石灰是白色、坚硬的块状物质。把水滴到生石灰上，过一会儿，由于放热而冒出水蒸气，块状的生石灰膨胀、崩裂，变成白色粉末。

在建筑工地上，工人师傅把水加到生石灰上来制取灰膏，这时可以看到石灰池里水蒸气弥漫。如果往石灰池里放个鸡蛋，足以把它煮熟。

生石灰和水发生反应，生成的白色粉末就是熟石灰，同时放出大量的热。

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

［实验 7—2］取一药匙粉末状熟石灰，放入一只小烧生杯里，再加入 1/3 容积的水，用玻璃棒搅拌，观察氢氧化钙在水里的溶解性。用玻璃棒蘸取少量溶液，涂在手指上捻一捻，有什么感觉(立即用水冲洗手指)？

氢氧化钙微溶于水，它的水溶液通常称为石灰水。石灰水沾在皮肤上有滑腻的感觉，它对皮肤、衣服等有腐蚀性。

氢氧化钙溶液也能使石蕊试液变色

［实验 7—3］向分别盛有少量澄清的石灰水和稀盐酸一的两支试管里，各滴入 2～3 滴紫色石蕊试液，比较两支试管里溶液的颜色有什么不同？

［实验 7—4］向两支分别盛有少量澄清的石灰水和稀盐酸的试管里，各滴入 2～3 滴无色酚酞试液，比较两支试管里溶液的颜色有什么不同？

实验说明，氢氧化钙的水溶液能使紫色石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红。盐酸不能使酚酞试液变色。

澄清石灰水遇二氧化碳变浑浊的原因

往澄清的石灰水里通入二氧化碳，石灰水变浑浊，根据这个现象可以检验二氧化碳的存在。为什么石灰水遇二氧化碳会变浑浊呢？原来石灰水跟二氧化碳起反应，生成了不溶于水的碳酸钙，细小的碳酸钙颗粒，悬浮在溶液中，使溶液变浑浊。

$$Ca(OH)_2+CO_2=\underset{\text{(碳酸钙)}}{CaCO_3\downarrow}+H_2O$$

建筑上大量使用石灰膏，它能吸收空气中的二氧化碳，变成坚硬的碳酸钙。用石灰水浸泡过的鸡蛋，蛋壳上的微小气孔被碳酸钙封闭，减弱了呼吸作用和防止细菌浸入，使鸡蛋能保存较长的时间不会变质。

【议一议】堆放在空气里的块状生石灰会逐渐变成粉末，长期存放，表层又会结成硬块。这是什么原因？写出有关反应的化学方程式。

氢氧化钙还能跟其它非金属氧化物反应。

氢氧化钙跟酸的反应

［实验 7—5］向盛有少量粉末状氢氧化钙的试管里，有逐滴加入稀盐酸，边滴加边振荡，观察发生的现象。

氢氧化钙跟盐酸反应，生成无色的氯化钙溶液。

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

（氯化钙）

如果将溶液中的水蒸发掉，便得到白色固体氯化钙。

在这个反应里，参加反应的氢氧化钙和盐酸互相交换它们的成分，生成了氯化钙和水。

我们把两种化合物相互交换成分，生成两种新的化合物的反应，叫做复分解反应。

氢氧化钙还能跟硝酸等酸反应，这些反应都是复分解反应。复分解反应也是化学反应的基本类型之一。

【练一练】写出氢氧化钙跟硝酸反应的化学方程式。

【议一议】你已经学过的化学反应有哪几种基本类型？各举一例，写出有关的化学方程式。

氢氧化钙除了作重要的建筑材料外，还用它来制取漂白粉；农业上用来配制波尔多液和石硫合剂，用于防治病虫害。

氢氧化钙的物理性质

氢氧化钙的化学性质(对石蕊、酚酞等试液的作用，跟非金属氧化物的反应，跟酸的反应)

氢氧化钙的用途

复分解反应的含义

习题

1.填空：

(1)氢氧化钙俗称__或__，它的水溶液俗称__。用生石灰制取氢氧化钙的化学方程式为__。

(2)氢氧化钙是__色的固体，它__溶于水，对皮肤和衣服有__。

(3)氢氧化钙能使紫色石蕊试液变__色，能使无色的酚酞试液变__色。

(4)两种化合物__，生成__的反应，叫做复分解反应。

2.判断是非：

(1)生石灰、熟石灰、消石灰都是氢氧化钙。（　）

(2)用熟石灰抹墙后，生成白色坚硬的物质，是因为氢氧化钙和空气里的二氧化碳反应，生成了碳酸钙。（　）

3.写出下列反应的化学方程式。

(1)氢氧化钙跟二氧化碳反应。

(2)氢氧化钙跟盐酸反应。

4.现有溶质质量分数为 0.3%的硝酸溶液 30 克，跟一氢氧化钙溶液 740

克恰好完全反应，求氢氧化钙溶液的溶质质量分数。

第二节 氢氧化钠

氢氧化钠俗称苛性钠，是一种常见的重要的碱。

苛性钠名称的由来

［实验 7—6］用镊子取 1～2 粒氢氧化钠放在玻璃片手噬希　鄄焖　难丈ê妥刺　9　换岫　　鄄焖　谋砻嬗惺裁幢浠　*

［实验 7—7］把玻璃片上的氢氧化钠转移到盛有 1～2 么毫升水的试管里，振荡试管，观察氢氧化钠在水里的溶解性。用手小心地触摸试管的上部和底部，有何不同的感觉？

用玻璃棒蘸取少量溶液，涂在手指上捻一捻，有什么感受(立即用水将手指冲洗干净)？

把一小段纯毛线放入试管，用玻璃棒搅拌并加热煮沸一二分钟，观察毛线有什么变化。

氢氧化钠是一种白色固体，极易溶解于水，溶解时放出热量。氢氧化钠溶液沾在皮肤上有滑腻感。氢氧化钠有很强的腐蚀性，因此俗称苛性钠，也常称作烧碱或火碱。使用氢氧化钠时，必须十分小心，防止皮肤、衣服被它腐蚀。万一皮肤上沾到氢氧化钠，应该立刻用水冲洗干净。

暴露在空气里的固体氢氧化钠，容易吸收空气里的水分，逐渐溶解，这种现象叫做潮解。

氢氧化钠跟氢氧化钙的化学性质相似

氢氧化钠与氢氧化钙相似，它的溶液也能使石蕊试液和酚酞试液变色，也能跟某些非金属氧化物、酸发生反应。

1.氢氧化钠溶液对石蕊试液、酚酞试液的作用

［实验 7—8］向两支盛有少量氢氧化钠溶液的试管里，分别滴加 2～3 滴石蕊试液和酚酞试液，观察溶液颜色的变化。

用玻璃棒蘸取少量氢氧化钠溶液，涂在红色石蕊试纸上，观察试纸颜色的变化。

实验表明，氢氧化钠溶液和氢氧化钙溶液一样，也能使紫色石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红。

2.氢氧化钠溶液跟非金属氧化物的反应

［实验 7—9］如图 7—1 所示。在单孔橡皮塞的导管上，缚一个气球，锥形瓶中盛有二氧化碳。实验时，拔开橡皮塞，向锥形瓶中倒入少量氢氧化的溶液，迅速塞紧橡皮塞，振荡锥形瓶，观察发生的现象。

【议一议】你观察到哪些现象？分析产生这些现象的原因。

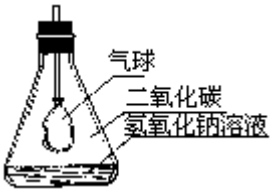


图 7-1　二氧化碳跟氢氧化钠的反应

氢氧化钠与氢氧化钙一样，也能跟二氧化碳反应，生成易溶于水的碳酸钠。

$$2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$$

(碳酸钠)

由于二氧化碳被消耗，瓶内压强逐渐减少，在大气压的作用下，气球就会逐渐变大起来。

暴露在空气里的氢氧化钠，不仅吸收空气里的水分，还能跟空气里的二氧化碳反应。所以氢氧化钠必须保存在密闭的容器里。

氢氧化钠还能跟非金属氧化物三氧化硫反应，生成易溶于水的硫酸钠。

【练一练】写出氢氧化钠溶液跟三氧化硫反应的化学方程式。

3.氢氧化钠溶液跟酸的反应

氢氧化钠与氢氧化钙一样，也能跟盐酸发生复分解反应，生成氯化钠(食盐)和水。

$$NaOH+HCl=NaCl+H_2O$$

【练一练】写出氢氧化钠溶液跟硫酸、硝酸发生复分解反应的化学方程式。

氢氧化钠是重要的化工原料，广泛用于石油、纺织和造纸等工业，是制造肥皂和洗涤剂的主要原料。氢氧化钠也常用作某些气体(跟氢氧化钠不起反应的气体)的干燥剂。

【想一想】能不能用氢氧化钠来干燥二氧化碳气体？

氢氧化钠的物理性质

氢氧化钠的化学性质(对石蕊、酚酞等试液的作用，跟某些非金属氧化物的反应，跟酸的反应)

氢氧化钠的用途

习题

1.下列对氢氧化钠的描述，错误的是(　)。

A.是一种无色晶体，易溶于水，溶解时放出大量的热

B.水溶液有滑腻感

C.对皮肤有强烈的腐蚀作用

D.水溶液能使石蕊试液变红

2.氢氧化钠可以跟下列哪些物质起反应？写出有关的化学方程式。氢氧化钙 硝酸 氧化铜 二氧化碳

3.向盛有氢氧化钠和石灰水的两支试管里，分别通入二氧化碳，发生的现象有什么不同？为什么？

4.溶质质量分数为 30%的盐酸溶液 100 毫升(其密度为 1.15 克/厘米^3)，可与多少克 40%的氢氧化钠溶液恰好完全反应？

5.氢氧化钙和氢氧化钠的化学性质有哪些相似之处。

第三节 碱的电离和碱的共性

除氢氧化钠、氢氧化钙具有一些相似的化学性质外，氢氧化钾(KOH)、氢氧化钡［$Ba(OH)_2$］等也是这样。它们为什么具有这些相似的化学性质呢？

碱的电离

［实验 7—10］使用图 6—3 所示的试验物质导电性装。置，向盛有氢氧化钠和氢氧化钙溶液的广口瓶里，分别插入电极，观察灯泡是否发光。

实验表明，氢氧化钠和氢氧化钙的水溶液都能导电，说明它们在水溶液里都能电离。它们的电离可以用下面的电离方程式来表示：

$$NaOH=Na^{+}+OH^{-}$$

$$Ca(OH)_2=Ca^{2+}+2OH^{-}$$

可以看出，氢氧化钠和氢氧化钙在水溶液里电离出的阴离子全部是氢氧根离子。

我们把电离时所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱。

【练一练】写出氢氧化钾和氢氧化钡的电离方程式。

碱电离时，除了生成氢氧根离子外，阳离子一般是金属离子。在溶液中，金属离子所带的正电荷总数和氢氧根离子所带的负电荷总数相等，所以整个溶液不显电性。

【议一议】从电离的角度看，酸和碱的根本区别是什么？

碱的共性

由于碱电离时，生成的阴离子全部是氢氧根离子，所以碱具有以下共性：

1.碱溶液都能使紫色石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红。

2.碱能跟酸性氧化物反应生成盐和水。

我们知道，二氧化碳、三氧化硫等非金属氧化物都能跟碱发生反应。

$$CO_2+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+H_2O$$

(碳酸钙)

$$SO_3+2NaOH=Na_2SO_4+H_2O$$

(硫酸钠)

凡能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。大多数非金属氧化物是酸性氧化物。

3.碱能跟酸反应生成盐和水。

【练一练】写出氢氧化钠分别跟硫酸、盐酸反应的化学方程式。

下面我们来观察氢氧化铜、氢氧化铁分别跟硫酸反应的现象。

［实验 7—11］向分别盛有氢氧化铜和氢氧化铁的两支试管里，各加入少量的水，观察它们是否溶解。再向两支试管里各加入少量硫酸，振荡试管，观察发生的现象。

实验表明，氢氧化铜和氢氧化铁不溶于水，但溶于硫酸。

$$Cu(OH)_2+H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O$$

(硫酸铜)

$$2Fe(OH)_3+3H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+6H_2O$$

（硫酸铁）

由上可知，碱跟酸反应生成盐和水。

【议一议】碱跟酸反应生成盐和水，是不是酸的共性？

碱的命名

碱的命名是根据氢氧根离子和金属离子的名称，读做“氢氧化某”。例如，$Mg(OH)_2$读做氢氧化镁，$Cu(OH)_2$读做氢氧化铜等等。如果某种金属具有可变化合价，我们把含有高价金属离子的碱读做“氢氧化某”，把含有低价金属离子的碱读做“氢氧化亚某”。例如，$Fe(OH)_3$读做氢氧化铁，$Fe(OH)_2$读做氢氧化亚铁。

【练一练】

(1)写出下列碱的化学式。

氢氧化铝　氢氧化锌　氢氧化钾

(2)给下列碱命名。

$Fe(OH)_2$(　)　　$Cu(OH)_2$(　)

$Ba(OH)_2$(　)　　CuOH(　)

常见碱的电离方程式

碱的概念

碱的命名

碱的共性

酸性氧化物的概念

习题

1.写出下列物质的电离方程式，指出哪些是碱，哪些是酸。

氢氧化钾　氢氧化钡　硝酸　氢溴酸

2.选择：

(1)碱具有相似的化学性质是因为(　)。

A.都能与酸反应

B.都能与酸性氧化物反应

C.都含有氢氧两种元素

D.电离出的阴离子全部是氢氧根离子

(2)为鉴别氢氧化钠溶液和稀硫酸，最简便的方法是使用(　)。

A.硝酸

B.无色酚酞试液

C.氧化铜粉末

D.二氧化碳

3.完成下列化学方程式：

(1)NaOH+？——NaCl+？

(2)$Ca(OH)_2$+？——$CaCO_3$↓+？

(3)H_2SO_4+？$BaSO_4$↓+？

(4)NaOH+SO_3——？+？

4.有一硫酸溶液 50 克，与 14%的氢氧化钡溶液 100 克恰好完全反应生成硫酸钡沉淀。求：

(1)该硫酸溶液的溶质质量分数。

(2)生成沉淀的质量。

第四节 中和反应 pH 值

酸跟碱的反应——中和反应

［实验 7—12］向盛有氢氧化钠溶液的烧杯里，加入 2～3 滴酚酞试液，再用滴管慢慢地向烧杯中滴入盐酸，同时用玻璃棒不断地搅拌，至溶液的颜色刚变成无色时停止滴加。

把烧杯中的溶液倒入蒸发皿里，蒸发掉水分以后，观察蒸发皿里留下物质的颜色和状态。

实验表明，酚酞试液遇碱溶液变红，当滴入盐酸到酚酞刚变成无色时，溶液里既没有多余的碱，也没有多余的酸。蒸发掉水分后，得到固体氯化钠。这个反应的化学方程式为：

$$NaOH+HCl=NaCl+H_2O$$

显然，酸跟碱发生了复分解反应。

【议一议】完成下面酸跟碱反应的化学方程式，分析它们的生成物有什么共同特点。

(1) $NaOH+H_2SO_4$

(2) $KOH+HNO_3$

酸跟碱作用生成盐和水的反应，叫做中和反应。显然，中和反应属于复分解反应。

【选学】酸跟碱为什么会发生中和反应呢？从电离的角度看，是由于酸溶液中的氢离子跟碱溶液中的氢氧根离子结合，生成水的缘故。

中和反应在工农业生产和科学实验中有着广泛的应用。例如，在化工生产和科学实验中，当溶液里有过量的酸时，常用适量的碱来中和，反之也可以。农业生产上酸性的土壤不适宜植物生长，可以施入适量的熟石灰来中和土壤里的酸。与此相反，碱性土壤可以采用多施有机肥料(可以产生一些酸性物质)的方法来改良。人的胃液中胃酸过多时，常服用氢氧化铝来中和胃酸。

pH 值——溶液酸碱度的表示法

酸的溶液具有酸性，碱的溶液具有碱性。溶液的酸碱性可以用石蕊试液或酚酞试液来检验。像石蕊、酚酞这类能跟酸、碱溶液起反应而显示不同颜色的物质，叫做酸碱指示剂，通常简称指示剂。

用不同指示剂的溶液浸渍滤纸，经干燥能制成各种颜色的试纸，这些试纸遇到酸或者碱的溶液时，就会变成不同的颜色，使用时较为方便。例如，用石蕊可以制成红色和蓝色两种试纸，分别用来检验碱溶液和酸溶液。碱溶液能使红色石蕊试纸变蓝，酸溶液能使蓝色石蕊试纸变红。

【想一想】现有三瓶无色液体，已知它们分别是稀硫酸、石灰水和蒸馏水，怎样用最简便的方法加以区别？

在工农业生产和科学试验中，仅知道溶液是酸性还是碱性是不够的，还必须测定和控制溶液酸碱性的强弱程度，即溶液的酸碱度。

溶液的酸碱度常用 pH 值来表示。pH 值的范围通常在 0～14 之间，如图 7—2 所示。

图 7-2　pH 值和酸碱性

pH 值=7 时，溶液呈中性。

pH 值＞7 时，溶液呈碱性；pH 值越大，溶液的

pH 值＜7 时，溶液呈酸性；pH 值越小，溶液的酸性越强。

溶液的酸碱度对工农业生产有着重要的意义。化工生产中，许多反应必须在一定的酸碱度的溶液里才能进行。锅炉工人要经常检验水的 pH 值，因为 pH 值减小时，会加快钢铁的锈蚀。农业方面，一般说来，大多数植物适宜在中性土壤里生长；水稻、马铃薯、西瓜等要生长在略带酸性的土壤里；偏碱性的土壤只能种植棉花、甜菜等作物。当土壤的 pH 值小于 4 或大于 8.5 时，农作物就很难生长。人体血液的正常 pH 值在 7.35～7.45 范围内，如果超出这个范围，便说明身体有病。

那么，怎样测定溶液的 pH 值呢？

测定 pH 值最简便的方法是使用 pH 试纸。这种试纸在不同的酸碱度的溶液里，显示不同的颜色。测定时，把待测溶液滴在 pH 试纸上(或用玻璃棒蘸取待测溶液，与 pH 试纸接触)，然后把试纸显示的颜色跟标准比色卡对照，便可以知道溶液的 pH 值。如果要精确地测定溶液的 pH 值，需要使用一种叫做 pH 计的仪器。

［实验 7—13］用 pH 试纸测定不同浓度的酸溶液和碱溶液的 pH 值。

［实验 7—14］取 2 克土壤样品，放在试管里，加入 10 毫升蒸馏水，振荡约 1 分钟，静置澄清，用 pH 试纸测定土壤溶液的 pH 值。

中和反应的含义

pH 值——溶液酸碱度的一种表示方法

用 pH 试纸测定溶液的 pH 值

习题

1.填空：

(1)酸碱指示剂只能指示溶液的__，不能测定溶液的__；溶液的酸碱度常用__表示。

(2)pH 值等于 7 的溶液显__性，pH 值＞7 的溶液显__性，pH 值＜7 的溶液显__性。

2.选择：

(1)盐酸中滴入酚酞试液后，溶液颜色不变。要使溶液呈红色可加入(　)。

A.硫酸

B.氯化钠

C.氢氧化钠

D.水

(2)下列化合物属于盐类的是(　)。

A.硝酸钠

B.硝酸

C.氢氧化钾

D.氧化镁

3.写出两种制取硫酸铜的反应的化学方程式。

4.完成下列化学方程式。

(1)KOH+？=KCl+？

(2)？+CO_2=$CaCO_3$↓+？

(3)$Ca(OH)_2$+？= $Ca(NO_3)_2$+$2H_2O$

(4)NaOH+？=？+H_2O

家庭实验

代用酸碱指示剂的制备和应用练习

绝大多数植物的色素在不同的酸碱溶液中，都会呈现不同的颜色。因此，可利用这些植物色素的浸取液，做代用指示剂，用来检验溶液的酸碱性。具体方法如下：

取红紫色花瓣或果皮(如紫萝卜皮等)，用清水洗净，切成小块或用木棒捣碎，放入干净的茶碗中，向茶碗中加入 50 毫升左右的白酒，搅拌均匀，使花瓣或果皮全部浸在白酒内，用纸封住碗口，放置一夜，然后将浸取液盛放在干净的小瓶中。

在课外活动时，到实验室领取盐酸溶液和石灰水，用自制的指示剂进行实验，观察指示剂在酸碱溶液中颜色的变化(也可以检验家用食醋、碱面溶液和尿的酸碱性)。

本章小结

一、氢氧化钙、氢氧化钠

1.氢氧化钙的性质和用途。

2.氢氧化钠的性质和用途。

二、碱和碱的电离方程式

1.电离时所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱。

2.常见碱的电离方程式

$NaOH=Na^{+}+OH^{-}$

$Ca(OH)_2=Ca^{2+}+2OH^{-}$

三、碱的共性碱具有共性是由于碱电离出的阴离子全部是氢氧根离子的缘故。碱的共性有：

1.碱溶液都能使紫色的石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红。

2.碱能跟酸性氧化物反应生成盐和水。

3.碱能跟酸发生中和反应生成盐和水。

四、碱性氧化物、酸性氧化物

碱性氧化物；

酸性氧化物：能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。

五、化学反应基本类型化合反应；

分解反应；

置换反应；

复分解反应：两种化合物相互交换成分，生成两种新的化合物的反应。

六、中和反应

酸跟碱作用生成盐和水的反应。中和反应属于复分解反应。

七、溶液的 pH 值

pH 值=7 时，溶液呈中性；

pH 值＞7 时，溶液呈碱性；

pH 值＜7 时，溶液呈酸性。

八、物质的简单分类

- 物质
  - 单质
    - 金属
    - 非金属
  - 化合物
    - 氧化物
      - 酸性氧化物
      - 碱性氧化物
    - 酸
    - 碱
    - 盐

复习题

1.选择：

(1)下列物质中属于酸的是(　)，属于碱的是(　)，属于盐的是(　)。

A.氯化钠　　B.硫酸

C.氢氧化铜　　D.硫酸钠

(2)下列物质水溶液的 pH 值大于 7 的是(　)。

A.氯化钠　　B.硫酸
C.氢氧化钠　　D.熟石灰
(3)往碱溶液里滴加酸溶液，直至溶液呈酸性时，溶液的 pH 值变化过程为(　)。
A.由小于 7 到等于 7，直到大于 7
B.由大于 7 到等于 7，直到小于 7
C.由小于 7 到等于 7，又到小于 7
D.由大于 7 到等于 7，又到大于 7
(4)下列物质能跟碱起反应生成盐和水的有(　)。
A.氧化钙　　B.氢氧化钙
C.硫酸　　D.三氧化硫
(5)今有下列三种物质：①氧化铜、②锌粒、③氢氧化钠溶液。
A.能跟盐酸反应放出气体的是(　)。
B.能跟盐酸发生复分解反应，但无明显现象的是(　)。
C.不溶于水，但能溶于盐酸，生成绿色溶液的是(　)。
2.判断是非：
(1)能跟碱反应生成盐和水的化合物一定是酸。　　(　)
(2)复分解反应一定是中和反应。　　(　)
(3)氢氧化钠易吸水，因此可用来干燥二氧化碳。　　(　)
(4)pH 值越大的溶液，其碱性越强。　　(　)
3.从氧化钙、氢氧化钠、盐酸、高锰酸钾、水和铁等六种物质中选出合适的物质，按下列要求每项写一个化学方程式。
(1)化合反应_____
(2)分解反应_____
(3)置换反应_____
(4)复分解反应_____
4.写出下列反应的化学方程式。
(1)氢氧化铜跟盐酸反应。
(2)氧化铜跟硫酸反应。
(3)二氧化碳跟氢氧化钾反应。
5.写出下列物质在水溶液里的电离方程式。
(1)氢氧化钙__
(2)氯化氢__
(3)氢氧化钡__
(4)硫酸__
6.计算：
(1)完全中和 20%的氢氧化钠溶液 112 克，需要 15%的硝酸多少克？
(2)将一种溶质质量分数为 25%的硫酸溶液 100 克，跟另一种硫酸溶液 100 克均匀混合，取出混合后的硫酸溶液 50 克，与 40%的氢氧化钠溶液 25 克恰好完全中和，求第二种硫酸溶液的溶质质量分数。
▲氯化钠、硫酸铜、碳酸钠的主要性质和用途
▲常见盐的电离和盐的命名
▲盐在溶液中发生的化学反应
▲复分解反应发生的条件

▲化学肥料的种类和特性
▲饱和溶液和不饱和溶液
▲固体物质的溶解度 关于溶解度的计算
▲结晶水合物 结晶法分离混合物

第八章　常见的盐 固体物质的溶解度

盐是一类重要的化合物，溶解度是盐及其它固体物质的重要性质之一。有关盐和固体物质溶解度的知识，与工农业生产和日常生活有着密切的关系。

第一节 几种常见的盐

食盐、硫酸铜、碳酸钠是常见的三种盐。

我们最熟悉的盐——食盐

［实验 8—1］展示食盐样品，观察样品的颜色、状态。

食盐的学名称氯化钠，化学式为 NaCl。它是无色晶体，易溶于水，熔点为 801℃，沸点为 1413℃。固体氯化钠呈正六面体(立方体)状(图 8—1)。我们把这种具有规则的几何外形的固体叫做晶体。固体氯化钠就是一种晶体。晶体可以通过结晶的方法得到，所谓结晶就是从溶液中析出晶体的过程。

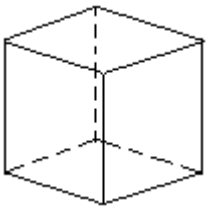


图 8-1　氯化钠晶体形状示意图

氯化钠是维持人体正常生理机能不可缺少的物质，它在人体中的含量约为 0.66%。家庭中用它作调味品和防腐剂，医药上用它配制“生理盐水”，许多化学工业都用它作基本原料，如制盐酸、氢氧化钠、金属钠等。

不纯净的食盐易潮解。我们平时使用的粗盐存放时，常常变潮，这是由于粗盐中含有氯化镁等杂质的缘故。

氯化钠溶液能跟硝酸银溶液发生反应。

［实验 8—2］在一支盛有少量氯化钠溶液的试管中，。滴入几滴硝酸银溶液，并振荡，观察发生的现象。

氯化钠溶液和硝酸银溶液反应产生白色沉淀，这个反应的化学方程式是：

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

(白色)

【议一议】氯化钠溶液跟硝酸银溶液的反应属于哪种基本反应类型？

【选学】我国蕴藏着极为丰富的食盐资源，漫长的海岸线及平坦的海滩，几乎到处可建设盐场。我国是世界上产海盐最多的国家。内地也盛产优质的岩盐、井盐和池盐。近年来，在历史上一向不产盐的江西省，也找到了蕴藏量十分丰富的盐矿。湖北省江汉平原地下又发现了大盐湖，仅潜江县周围储量，就相当于盐都自贡的 20～30 倍。这都为发展我国化学工业创造了极为有利的条件。

蓝矾和硫酸铜

农业生产中配制杀菌剂——波尔多液时，要用到一种蓝色晶体，这种蓝色晶体叫做蓝矾，也称胆矾。

蓝矾在组成上有什么特点呢？

［实验 8—3］取 2～3 克蓝矾，观察它的颜色、状态。将其研细，放入试管中，按图 8—2 所示装配好仪器，慢慢地给试管加热，观察发生的现象。

图 8-2　给硫酸铜晶体加热

从实验中观察到，蓝矾受热后变成了白色粉末，同时产生水蒸气。通过实验还可进一步证明，蓝矾受热所变成的白色粉末是硫酸铜。蓝矾是由硫酸铜结合一定量的水所形成的晶体，化学式为 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$，学名称五水硫酸铜。

化学上把这种晶体中结合的一定量的水叫做结晶水，含有结晶水的晶体物质叫做结晶水合物。常见的结晶水合物还有晶碱($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)、绿矾($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)、石膏($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)、芒硝($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$)、明矾［$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$］等。多数晶体里不含结晶水，加氯化钠、硝酸钾等。

蓝矾受热失去结晶水这一反应的化学方程式为：

$$\underset{\text{(蓝色)}}{CuSO_4 \cdot 5H_2O} \xlongequal{\triangle} \underset{\text{(白色)}}{CuSO_4} + 5H_2O$$

［实验 8—4］向实验 8—3 生成白色硫酸铜粉末的试管中，滴加几滴水，观察发生的现象。

滴加水后，白色的粉末又变成了蓝色。表明无水硫酸铜跟水发生了化学反应。这一反应的化学方程式可表示为：

$$CuSO_4 + 5H_2O = CuSO4 \cdot 5H_2O$$

【议一议】结晶水合物是混合物，还是纯净物？

硫酸铜溶液能跟氢氧化钠、氢氧化钾等碱溶液反应。

［实验 8—5］向两支盛有少量硫酸铜溶液的试管里，分别滴入几滴氢氧化钠和氢氧化钾溶液，观察发生的现象。

硫酸铜溶液跟碱溶液发生反应生成氢氧化铜蓝色沉淀。氢氧化钠溶液与硫酸铜溶液反应的化学方程式是：

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

【练一练】写出硫酸铜溶液跟氢氧化钾溶液反应的化学方程式。指出硫酸铜溶液跟碱溶液的反应属于哪种基本反应类型。

硫酸铜溶液还能跟氯化钡等盐溶液反应。

［实验 8—6］取氯化钡溶液，观察溶液的颜色。向盛反有硫酸铜溶液的试管中，滴加氯化钡溶液，观察发生的现象。

氯化钡溶液无色，它能与硫酸铜溶液发生反应生成硫酸钡白色沉淀。

$$BaCl_2 + CuSO_4 = CuCl_2 + BaSO_4 \downarrow$$

【议一议】这个反应属于哪种基本反应类型？

另外，硫酸铜溶液跟某些金属如铁、锌等可发生置换反应。

［实验 8—7］将一个洁净的铁钉投入盛硫酸铜溶液的试管中，观察在铁钉表面发生的现象。

铁钉表面覆盖的一层红色物质是铜。

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$$

【选学】我国在西汉时期，已发现了铁能从铜盐中置换出铜的反应。到宋初，已把这个反应应用于生产，即把铁片或铁块放在硫酸铜溶液里，发生反应，从而得到粉末状金属铜。这种方法在我国最早应用，是湿法冶金术的先驱。

硫酸铜是制备多种含铜化合物的重要原料，还用于镀铜和制作颜料。在农业上，它和石灰乳混合而制成的“波尔多液”，可用于消灭植物的病害。由于硫酸铜具有杀菌能力，在日常生活中，常将胆矾加在蓄水池、游泳池中防止藻类生成。另外，胆矾还是一种中药材。

【选学】

波尔多液

波尔多液是用硫酸铜、生石灰和水配制而成的。通常这三种物质的配比(质量比)是 1∶2∶200。但由于防治的病害及季节温度的不同，硫酸铜和生石灰的配比也可以是 1∶1 或 2∶1，水的用量也可不同。配制时，采用“两液法”，即将硫酸铜和生石灰分别溶解于所需的半量水中，然后同时倾入第三个容器中，并不断搅拌，得到天蓝色的浊液。波尔多液不稳定，应现用现配。

波尔多液具有广泛的杀菌和预防保护作用。它主要用于防治果树及蔬菜、瓜果的多种病害，如白菜、黄瓜和葡萄的霜霉病，还能防治水稻的稻瘟病、棉花的叶斑病等。波尔多液的杀菌作用在植物发病前喷洒有效，发病后使用则效果不大。

被称为“纯碱”的盐——碳酸钠

［实验 8—8］展示纯碱样品，观察纯碱的颜色、状态。

纯碱的学名称碳酸钠，化学式为 Na_2CO_3。它是一种白色粉末状的固体，熔点为 851℃，易溶于水。因其水溶液呈碱性，故俗称纯碱。此外，还有一种呈白色结晶状的碳酸钠，俗称晶碱，学名称十水碳酸钠，其化学式为 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$。不难看出，晶碱是一种结晶水合物。

很多结晶水合物在干燥的空气里不稳定。例如，十水碳酸钠不仅在加热条件下可以失去结晶水，就是在常温下的干燥空气里也易失去结晶水，变成白色粉末。这种结晶水合物在常温及干燥的空气中，失去一部分或全部结晶水的现象叫做风化。

碳酸钠能跟多种物质发生反应。

1.碳酸钠跟盐酸反应

［实验 8—9］在盛有少量碳酸钠粉末的试管中，滴加稀盐酸，观察发生的现象。

碳酸钠跟盐酸反应，放出二氧化碳。

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

2.碳酸钠溶液跟氢氧化钙溶液反应

［实验 8—10］在盛有碳酸钠溶液的试管中，滴入澄清的石灰水，观察发生的现象。

碳酸钠溶液跟氢氧化钙溶液反应，产生碳酸钙白色沉淀。

$$Na_2CO_3+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+2NaOH$$

利用此反应可制取氢氧化钠。

3.碳酸钠溶液跟氯化钙溶液反应

［实验 8—11］在盛有碳酸钠溶液的试管中，滴加氯化钙溶液，观察发生的现象。

碳酸钠溶液跟氯化钙溶液反应，产生碳酸钙白色沉淀。

$$Na_2CO_3+CaCl_2=CaCO_3\downarrow+2NaCl$$

［议一议］上述碳酸钠溶液跟盐酸、氢氧化钙、氯化钙溶液的反应以及氯化钠溶液跟硝酸银溶液的反应，各属于哪种基本反应类型？

纯碱除了用于制取氢氧化钠之外，它还是玻璃、造纸、肥皂、洗涤剂、纺织、制革等工业的重要原料。

［选学］侯德榜(1890～1974)是中国著名的化学工程学家、实业家，是我国制碱(纯碱)工业的先驱。青年时代他就有强烈的求知欲和钻研精神，并以优异成绩取得公费留学美国攻读化学工程的资格。留学 8 年，获得博士学位。

1921 年，为振兴祖国民族工业，欣然离美国回国，并成功地掌握和实施了制碱工艺。中国化学工业的基础之一——制碱工业由此建立。

1940～1943 年，在侯德榜的组织下，一批有志之士发奋努力，经过多次摸索和试验，制碱新法终于取得成功。为了表彰侯德榜的功绩，该法被命名为“侯氏制碱法”。

1943 年 12 月，侯氏制碱法公布后，很快得到世界各国的公认。侯德榜作为世界制碱权威，先后荣获英国化学工业学会荣誉奖章、美国哥伦比亚大学奖章，并荣任英国皇家学会会员、美国化学工程学会会员、美国机械学会会员和美国机械工程学会的终身荣誉会员等。“侯氏制碱法”为中华民族争得了荣誉。

解放后，侯德榜任化学工业部副部长、中国科学院学部委员、中国化学会和化工学会理事长等职，为我国化学、化 工事业的发展做出了杰出的贡献。

氯化钠、硫酸铜、碳酸钠的主要性质和用途
晶体　结晶水　结晶水合物

习题

1.填空：

(1)含有结晶水的__叫做结晶水合物。

(2)在下表的空格中，分别填写有关物质名称、俗名和化学式。

物质名称	俗名	化学式
	食盐	
碳酸钠	晶碱	$CuSO_4\cdot 5H_2O$

2.下列各组物质能发生置换反应，且反应后溶液质量增加的是(　)。

A.锌和盐酸　　B.铁和硫酸铜溶液

C.铜和稀硫酸　　D.锌和硫酸铜溶液

3.计算：

(1)硫酸铜晶体里，硫酸铜的质量分数是多少？

(2)将 83 千克碳酸钠溶于水后，使该溶液跟氢氧化钙溶液完全反应，能生成多少千克氢氧化钠？

(3)今有含杂质的碳酸钠样品 66 克跟足量盐酸反应(杂质不跟盐酸反应)，生成 11.2 升二氧化碳(标准状况下)，该样品中碳酸钠的质量分数是多少？(标准状况下二氧化碳的密度是 1.97 克/升)

第二节 盐的电离和在溶液里发生的化学反应

盐的电离

我们知道，金属离子和酸根离子组成的化合物叫做盐。那么，盐在水溶液里能不能电离？我们来观察下面的实验。

［实验 8—12］使用图 6—3 所示的试验物质导电性装露　踔茫　蚴⒂新然　啤⑻妓崮坪土蛩嵬　芤旱墓憧谄坷铮　直鸩迦氲缂ǎ　鄄斓婆菔欠穹9.狻*

盐的水溶液可以导电，说明盐在水溶液里也能电离。氯化钠、碳酸钠、硫酸铜的电离方程式分别为：

$NaCl=Na^{+}+Cl^{-}$

$Na_2CO_3=2Na++CO_3^{2-}$

$CuSO_4=Cu^{2+}+SO_4^{2-}$

在溶液中，盐电离出的金属阳离子所带正电荷总数，一定等于酸根阴离子所带负电荷的总数，盐溶液不显电性。

［练一练］写出下列盐的电离方程式。

$FeCl_3$　$Ca(NO_3)_2$　$Al_2(SO_4)_3$

盐在水溶液中的化学反应

［议一议］上述各种盐电离时是否都和酸、碱一样，有某种共同的离子生成呢？

盐电离时不能像酸和碱那样产生共同的离子，因此盐类没有共同的化学性质。

从氯化钠、硫酸铜、碳酸钠等的化学性质可以看出，某些盐在水溶液里能跟某些金属发生反应；也能跟某些酸、碱、盐的溶液发生反应。

1.盐溶液跟金属的反应

［练一练］写出铁跟硫酸铜溶液反应的化学方程式，指出属于哪种基本反应类型？

［实验 8—13］将锌粒放入硫酸铜溶液中，观察发生的现象。

［实验 8—14］将两根洁净的铜丝，分别插入盛有硫酸亚铁和硝酸汞的溶液中，观察发生的现象。

实验说明，铁和锌能从硫酸铜溶液中置换出铜；铜不能从硫酸亚铁溶液中置换出铁，但是能从硝酸汞溶液中置换出汞。

$Zn+CuSO_4=ZnSO_4+Cu$

$Cu+Hg(NO_3)_2=Cu(NO_3)_2+Hg$

［议一议］根据上述事实，请你指出盐溶液跟金属发生置换反应与金属活动性顺序有怎样的关系？

实验证明，盐溶液能跟某些金属发生置换反应。在金属活动性顺序中，排在前面的金属能把排在后面的金属从它的盐的溶液里置换出来。

［练一练］判断下列反应能否发生。能发生的，写出有关的化学方程式。

(1)铜跟硝酸镁溶液。

(2)铁跟硝酸汞溶液。

(3)铜跟硝酸银溶液。

2.盐溶液跟酸、碱、盐溶液的反应

［练一练］写出下列反应的化学方程式，指出各属于哪种基本反应类型。

(1)氯化钠溶液和硝酸银溶液。

(2)硫酸铜溶液和氢氧化钠溶液。

(3)硫酸铜溶液和氯化钡溶液。

(4)碳酸钠溶液和盐酸。

(5)碳酸钠溶液和氢氧化钙溶液。

(6)碳酸钠溶液和氯化钙溶液。

上述反应告诉我们，盐溶液和某些酸、碱、盐的溶液之间能够发生复分解反应。但是，不要认为任何一种盐在水溶液中都能跟所有的酸、碱、盐发生复分解反应，事实上，只有具备一定条件时，酸、碱、盐之间在水溶液中的复分解反应才能发生。这些内容将在下一节中学习。

我们可以利用复分解反应鉴别盐酸和硫酸。

［实验 8—15］向盛有硝酸银溶液的试管中，加入几滴稀盐酸，观察发生的现象。

硝酸银溶液跟盐酸反应，生成不溶于水的氯化银沉淀。这个反应可以用于检验盐酸。

$$AgNO_3+HCl=AgCl\downarrow+HNO_3$$

［实验 8—16］向盛有氯化钡溶液的试管中，滴入几滴稀硫酸，观察发生的现象。

氯化钡溶液跟硫酸反应，生成不溶于水的硫酸钡沉淀。这个反应可以用于检验硫酸。

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

［练一练］三种无色溶液，如何证明它们分别是盐酸、硫酸和硝酸？

盐的命名

根据组成盐的酸根中是否含有氧元素可将盐分为无氧酸盐和含氧酸盐。无氧酸盐的命名是在非金属元素和金属元素名称中间加一个“化”字，读做“某化某”，如 KCl 读做氯化钾，Na_2S 读做硫化钠。含氧酸盐的命名是在酸的名称后面加上金属元素的名称，读做“某酸某”，如 K_2CO_3 读做碳酸钾，$BaSO_4$ 读做硫酸钡。

如果一种金属元素具有两种化合价，该金属元素能形成两种盐。在命名时，含高价金属元素的盐，读做“某酸某”或“某化某”。含低价金属元素的盐，则称为“某酸亚某”或“某化亚某”。例如，$Fe_2(SO_4)_3$ 读做硫酸铁，$FeSO_4$ 读做硫酸亚铁；$CuCl_2$ 读做氯化铜，CuCl 读做氯化亚铜，等等。

［练一练］

(1)读出下列各盐的名称。

$CaCl_2$　Cu_2S　$MgSO_4$　$FeCl_2$　$Cu(NO_3)_2$

(2)写出下列各盐的化学式。

碳酸钠　硫酸铝　硫酸亚铁　硝酸钡

在化学上，还常常对含有相同酸根离子或相同金属离子的盐，给予一个统称。例如，含有 CO_3^{2-}离子的盐，像 Na_2CO_3、$MgCO_3$ 等，统称为碳酸盐；含有 Na^+离子的盐，像 Na_2SO_4、NaCl 等，统称为钠盐。

盐的电离和电离方程式
盐的命名
盐在溶液里发生的化学反应
盐酸和硫酸的鉴别

习题

1.写出下列盐的电离方程式。
碳酸钾 硝酸钡 氯化锌 硫酸铝
2.判断下列反应能否发生，能发生反应的写出有关的化学方程式。
(1)铜跟硫酸镁溶液。
(2)铁跟硝酸银溶液。
(3)硫酸铜溶液跟氢氧化钾溶液。
(4)氯化钙溶液跟氢氧化钙溶液。
3.两瓶无色溶液，已知分别是盐酸和稀硫酸，请你设计一种方法，把它们鉴别开来，写出有关的化学方程式。

第三节 复分解反应发生的条件

我们已经知道，在一定条件下，酸、碱、盐之间，以及盐跟盐之间在溶液里能够发生复分解反应，那么，发生复分解反应必须具备什么条件呢？

［练一练］下面是一些已被实验证明在水溶液里能发生的复分解反应，写出这些反应的化学方程式。

1.盐酸跟氢氧化钠溶液反应。

2.盐酸跟碳酸钠溶液反应。

3.氢氧化钠溶液跟硫酸铜溶液反应。

4.硫酸铜溶液跟氯化钡溶液反应。

5.氯化钠溶液跟硝酸银溶液反应。

［议一议］上述复分解反应的生成物有什么特点？分析这些特点，你能概括出复分解反应发生的条件吗？

酸、碱、盐的水溶液两两相互混合时，如果有沉淀析出、或有气体放出、或有水生成，那么复分解反应就能发生；否则，复分解反应就不能发生。

［议一议］下列每组操作中的两种溶液之间能否发生复分解反应？为什么？

1.向稀盐酸中滴加氢氧化钡溶液；

2.向稀硫酸中滴加氯化钡溶液；

3.向硫酸钾溶液中滴加氯化钠溶液；

4.向氯化铁溶液中滴加氢氧化钠溶液；

5.向碳酸钾溶液中滴加稀盐酸。

［实验 8—17］取 5 支试管，分别做上述 5 组溶液的实验，看是否与议一议中分析的结果相同。

［练一练］写出上述各实验中所能发生反应的化学方程式。

酸、碱、盐在水中是否溶解，对判断复分解反应能否发生是非常重要的，常见的酸、碱、盐在水中的溶解性在书后附录一中列出。

由附录一可知，一般说来钠盐、钾盐、铵盐、硝酸盐都是可溶的；氯化物中除氯化银难溶外，其他都是可溶的；硫酸盐中除硫酸钡难溶，硫酸银、硫酸钙微溶外，其余都是可溶的。

复分解反应发生的条件

习题

1.酸、碱、盐的水溶液两两混合，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。

2.选择：

(1)下列反应中，不属于复分解反应的是(　)。

A.$Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2\uparrow$

B.$Fe(OH)_3+3HNO_3=Fe(NO_3)_3+3H_2O$

C.$Na_2CO_3+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2O+CO_2\uparrow$

D.$2KOH+MgCl_2=2KCl+Mg(OH)_2\downarrow$

(2)下列物质混合后不能发生反应的是(　)。

A.二氧化碳通入氢氧化钠溶液中

B.氢氧化铁跟硫酸溶液

C.氢氧化钠溶液跟氯化铜溶液

D.硝酸铜溶液跟氯化钠溶液

3.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)铜跟碳酸钠溶液。

(2)盐酸跟碳酸钡。

(3)氢氧化钾溶液跟硝酸铜溶液。

(4)氯化钡溶液跟硝酸钠溶液。

4.300 毫升盐酸(密度为 1.03 克/厘米^3，溶质质量分数为 6%)跟足量的硝酸银起反应，问生成氯化银的质量是多少？

第四节 化学肥料

农作物在生长、发育、开花和结果的过程中，需要吸收的营养元素有六、七十种之多。其中十五种是目前认为不可缺少的，它们是碳、氢、氧、氮、磷、钾、硫、钙、镁、铁、硼、铜、锰、锌和钼等。由于农作物对它们的需要量有的很多、有的很少，所以习惯上把前十种称为大量元素，后五种称为微量元素。

十种大量元素中，土壤里常缺乏的是氮、磷、钾三种元素。因此，要施用含氮、磷、钾的物质，加以补充。很多盐中含有这些元素，它们在农业上就被广泛用作肥料。这些肥料是用矿物、空气、水等作原料，经过化学加工制成的，所以把它们叫做化学肥料，简称化肥。

化学肥料具有养分含量高、见效快、用量少、运输贮存和使用方便等优点。化学肥料的种类很多，根据它们所含的元素的种类，分为氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料和微量元素肥料等。

氮肥

氮是构成植物体内蛋白质、核酸和叶绿素等的主要元素之一。作物缺氮时，便会发生植株矮小，茎杆很细，叶子发黄，开花、结果迟缓，严重缺氮时会发生落果和种子小而轻的现象。

目前，农村常用的氮肥有氨水($NH_3 \cdot H_2O$)、尿素［$CO(NH_2)_2$］、碳酸氢铵(NH_4HCO_3，俗称碳铵)、硫酸铵[$(NH_4)_2SO_4$，俗称硫铵］、氯化铵(NH_4Cl)和硝酸铵(NH_4NO_3，俗称硝铵)等。这些氮肥除氨水外，都是白色晶体，易溶于水。它们都用氮的质量分数表示其中的有效成分。

［练一练］计算纯净的碳酸氢铵和尿素的含氮量，并比较哪种肥料的肥效高。

碳铵、硫铵、硝铵和氯化铵的成分里都含有铵离子(NH_4^+)，属于铵盐，统称铵态氮肥，它们都能跟碱起反应放出氨气。

［实验 8—18］在四块玻璃片上，分别放少量碳酸氢铵、氯化铵、硝酸铵和硫酸铵，各加一些熟石灰，用玻璃棒拌和，能闻到什么气味？

实验表明，上述反应都能放出有刺激性气味的氨气。以氯化铵为例，它跟熟石灰反应的化学方程式是：

$$2NH_4Cl+Ca(OH)_2=CaCl_2+2NH_3\uparrow+2H_2O$$

因此，凡组成中含有铵离子的氮肥，在贮存和施用时，都不要跟石灰、草木灰等碱性物质混合，否则会造成氮素的损失。

磷肥

磷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，穗粒增多，籽粒饱满。

目前农村常用的化学磷肥有过磷酸钙(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。

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能跟草

木灰等碱性物质混合施用，以免失去肥效。

钾肥

钾主要存在于作物的茎、叶中。钾能增强光合作用，促进糖类的合成和运转，促使作物生长健壮、茎杆粗硬。增强作物抗病、抗倒伏、抗旱、抗寒能力，还可促使作物早熟。

目前农村使用的钾肥主要有草木灰(主要成分是碳酸钾)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，并不要跟铵态氮肥混用，以免降低肥效。

复合肥料

复合肥料是指含有两种或两种以上营养元素的化学肥料。目前使用的复合肥料有磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、磷酸二氢钾、硝酸钾等。

微量元素肥料

锰、铜、锌、钼、硼等元素，植物体中含量很少，但是缺少这些元素时，也会影响植物的生长和发育，减弱抗病能力。

微量元素肥料主要指含锰、铜、锌、钼和硼这五种元素的盐。例如：硫酸锰($MnSO_4$)、硫酸铜($CuSO_4$)、硫酸锌($ZnSO_4$)等。

［选学］几种常见的化肥和农药

一、常见化肥的性质和使用方法

名称	主要成分	性质	使用注意事项
氨水	氨的水溶液，溶质质量分数在 20 %左右，主要以 $NH_3 \cdot H_2O$ 存在，含氮 15 %～ 17 %。	无色液体，工业品因含杂质呈浅黄色。碱性，易分解放出氨气，速效肥料，不影响土壤结构。	贮运要密封，不能用金属容器存放。施用时要用水稀释，施后盖土。适用于谷类、烟草、蔬菜、果树等。

名称	主要成分	性质	使用注意事项
碳酸氢铵	NH_4HCO_3 含氮约 17 %	白色晶体，易溶于水，弱碱性。受潮时常温下就能分解，不影响土壤结构。	贮运时要密封、防潮，不宜久放。宜沟施，施后盖土，及时浇水。适用于谷类、棉花、蔬菜等。
硫酸铵	$(NH_4)_2SO_4$ 含氮约 21 %	白色晶体，易溶于水，弱酸性。常温下稳定，略吸潮。长期施用，土壤酸性增加，板结、硬化。	不能和碱性物质混合，宜与农家肥配合作种肥。适用于谷类、豆类、烟草、果树等。
尿素	$CO(NH_2)_2$ 含氮约 46 %	白色或淡黄色粒状晶体，易溶于水，中性，略吸潮。比铵盐肥效缓慢，但持久，对土壤无不良影响。	施用后不宜立即浇水，可作基肥、追肥，不宜作种肥。适用于各种作物。
硝酸铵	NH_4NO_3 含氮约 35 %	白色晶体，易溶于水，弱酸性。易分解，潮解结块，猛烈撞击或高温易爆炸，对土壤无不良影响。	不能与易燃物或碱性物质混放，存放于阴凉处，结块后不可重砸。宜作追肥，适用于烟草、小麦、玉米、锦花等。

名　称	主要成分	性　质	使用注意事项
磷矿粉	$Ca_3(PO_4)_2$	难溶于水，能溶于酸，肥效缓慢。	宜施于酸性土壤，作基肥。
过磷酸钙(普钙)重过磷酸钙(重钙)	$Ca(H_2PO_4)_2$ 和 $CaSO_4$ 的混合物 $Ca(H_2PO_4)_2$	$Ca(H_2PO_4)_2$ 能溶于水，肥效较高，能与碱反应生成难溶的磷酸钙，还能跟酸性土壤中的 Fe^{3+}、Al^{3+} 起反应，生成难溶的磷酸铁和磷酸铝，引起肥效降低。	作基肥，最好与农家肥混合施用，适用于多种作物。
硫酸钾	K_2SO_4	白色晶体(或粉末)，易溶于水，吸湿性小。长期施用土壤酸性增加，板结、硬化。	宜作基肥或早期追肥，适宜于碱性或中性土壤。在酸性土壤中应配合石灰、农家肥施用。
氯化钾	KCl	白色(或淡红色)晶体，易溶于水，吸湿性小，但易结块。	盐碱地不宜施用，可作基肥，不能作种肥。烟草、甜菜、马铃薯等“忌氯作物”不宜施用，贮存时注意防潮。
磷酸氢二铵(磷酸二铵)	$(NH_4)_2HPO_4$ 含氮约 20 %,含有效磷约 51 %	白色(或淡黄色)粒状晶体，易溶于水，吸湿性小，中性，速效肥料	可作基肥、追肥和种肥，适用于各种作物。

二、农药简介

农药是指用于防治农作物的虫害、病菌、杂草、鼠害，以及调节植物生长的药剂。合理施用农药，能为夺取农业高产创造条件。

农药的种类很多，根据用途可以分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂、杀鼠剂和调节植物生长剂等。杀虫剂因侵入害虫机体的途径不同，又可分为胃毒剂、触杀剂和熏蒸剂。

根据农药的性质和施用的需要，常将它们制成不同的剂型，如粉剂、可湿性粉剂、油剂、乳剂、熏蒸剂、烟熏剂等。粉剂可用喷粉器喷洒；可湿性粉剂、油剂、乳剂可以配成悬浊液和乳浊液用喷雾器喷洒。这些剂型广泛施用于大田。熏蒸剂是让农药气化为蒸气；烟熏剂是借可燃物燃烧使农药变成烟。这两种剂型多用于仓库、船只、温室等密闭空间杀灭害虫、细菌。

几种农药的用途、使用注意事项

简介如下：

名称	用途	使用注意事项
辛硫磷(肟硫磷倍氰松)	可用于防治多种作物的虫害，以及粮仓害虫、家畜体外寄生虫，也可以防治蛴螬、蝼蛄类地下害虫。	见光易分解失效，最好在傍晚或阴天施用，喷雾要均匀。高粱、玉米、大豆、瓜类对辛硫磷敏感，不宜使用。不能跟石硫合剂、波尔多液混用。

名称	用途	使用注意事项
1605	可防治豆蚜虫、大豆食心虫、豆天蛾、麦杆蝇、麦蚜虫、蓟马、苹果小卷叶蛾、斜纹夜蛾等。还可以拌小麦、玉米、高粱、谷类种子，防治蛴螬、蝼蛄和金叶虫。	属高毒农药，严防人畜中毒。严禁在蔬菜、烟草上使用；果树、粮食作物收获前 30 天停止使用。不能与石硫合剂、波尔多液混用。
杀灭菌酯(速灭杀丁、苏米赛定)	可防治粘虫、玉米螟、菜蚜虫、叶蝉、菜青虫等。还可以防治苹果食心虫，桃小食心虫，梨小食心虫，以及卷叶蛾、潜叶蛾等。	高效、低毒农药，对蜜蜂、鱼类、家蚕毒性高。不能与石硫合剂、波尔多液混用。
粉锈宁(三唑酮)	可防治作物的锈病、白粉病等。影响后期生长和产量。拌种时要	拌种后可延迟出苗 1 ～ 2 天，但不先拌粘着剂(米汤、王米糊等)，再拌药。
多菌灵(苯并咪唑— 44 号、棉萎灵)	高效、低毒内吸杀虫剂，对花生叶斑病、谷类黑穗病、地瓜黑班病等有良好的防治效果	长期使用易产生抗药性，贮运时防日晒，浓度过高易产生药害。

名称	用途	使用注意事项
乙磷铝	高效、低毒、内吸传导性强的杀菌剂。可防治蔬菜、果树花卉、葡萄、烟草等多种作物由轴霉属、霜霉属、疫霉属等引起的病害。	贮存时应防潮结块，不可与石硫合剂、波尔多液混用。
都尔(异丙甲草胺、屠莠胺)	新型旱田除草剂。适用于花生、大豆、玉米、部分蔬菜等作物除草。用量：沙质土每公顷 1.5 千克,壤土每公顷3.75千克，粘土每公顷 4.5 千克。播种后 3 日内喷施于土壤表面。	喷药时不进食，不吸烟，注意保护眼睛和皮肤。
草甘膦	输导性无选择除草剂。用于除去果园、林地、庭院等生长的各种杂草。在杂草旺盛期喷药，每公顷用量(10%)22.5～30 千克。	不宜用铁制品存放。对农作物有伤害作用。应在晴天时喷药， 6 小时内遇雨应补喷。
敌鼠(敌鼠钠盐)	抗凝血型杀鼠剂，可防治多种鼠害。用量少，效果好，对鼠类无拒食作用。	不能用于调制毒饵。死鼠要深埋，避免家畜二次中毒。
乙烯利(乙烯磷)	用途很广的植物生长调节剂。适用于棉花、高粱、小麦、蔬菜、果树、烟草等作物。有促进果实早熟、齐熟；增加雌花，提早结果的作用。	要现配现用，不能与碱性农药混用。

氮肥的特性和常见的氮肥
磷肥的特性和常见的磷肥
钾肥的特性和常见的钾肥

习题

1.铵态氮肥跟碱性物质混合后失效的原因是什么？

2.计算溶质质量分数为 20%的氨水中氮元素的质量分数是多少？

3.某试验田原计划每亩施尿素 5 千克，后因无尿素而改施硫铵，欲保持相同肥效，问每亩应施多少千克硫铵？

社会实践

到周围农村调查，农民经常施用哪些化肥和农药？施用时应注意哪些事项？

第五节 固体物质的溶解度

我们已经知道物质在水中有的是可溶的，有的是不溶的，那么对于可溶物质来说，你是否想过以下三个问题呢？

1.同种溶质在一定条件(温度一定，溶剂的量一定)下，是否能无限量地溶解？

2.不同溶质，在相同条件下，溶解的量是否相同？

3.在条件改变时，溶质溶解的量又将怎样变化？

饱和溶液和不饱和溶液

［实验 8—19］称取硝酸钾和硝酸铵晶体各 20 克。然后在各盛有 10 毫升水的两支试管里，分别逐渐加入硝酸铵和硝酸钾，边加边振荡，一直到试管里的固体略有剩余时为止。(保留试管里的物质，供下面实验用。)

实验表明，在一定条件(一定的温度和一定量的溶剂)下，硝酸铵和硝酸钾都不能无限制地溶解。就是说，一定量溶剂里溶解溶质的量是一定的。

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

实验还表明：硝酸铵和硝酸钾在一定条件下，达到饱和时溶解的量差别很大。精确的实验还可证明，在 20℃时，10 克水中，硝酸铵能溶解 19.2 克，而硝酸钾只能溶解 3.16 克。这些事实告诉我们，在相同条件下，不同物质的溶解能力是不同的。通常把一种溶质溶解在溶剂里的能力叫做溶解性。

【议一议】在叙述饱和溶液和不饱和溶液概念时，为什么特别要指出“一定温度”和“一定量的溶剂”呢？仔细观察下面实验现象来说明这个问题。

［实验 8—20］向实验 8—19 中盛有剩余硝酸铵晶体的细试管里滴加少量水，边滴加边振荡，观察溶液里硝酸铵晶体的量有什么变化。

［实验 8—21］给实验 8—19 中盛有剩余硝酸钾晶体的体试管小火加热，边加热边振荡，观察溶液里剩余硝酸钾晶体有什么变化(保留溶液供下面实验用)。

实验表明，硝酸铵饱和溶液和硝酸钾的饱和溶液加水或加热时，结果都变成了不饱和溶液。可见，在增加溶剂的量或升高温度的情况下，饱和溶液可以变成不饱和溶液。

【想一想】怎样使不饱和溶液和饱和溶液相互转化呢？请在下面的括号内填上相应的条件。

$$\text{饱和溶液} \underset{(\quad\quad)}{\overset{(\quad\quad)}{\rightleftharpoons}} \text{不饱和溶液}$$

饱和溶液和不饱和溶液在改变条件时，是可以相互转化的。因此，只有指明在“一定温度”和“一定量的溶剂里”，溶液的“饱和”和“不饱和”才能有确切的意义。

固体物质的溶解度

物质溶解性不仅与溶质的性质有关，而且与溶剂的性质有关。例如，食

盐容易溶解在水里，但是很难溶解在汽油里；油脂很难溶解在水里，但是很容易溶解在汽油里。另外，溶质溶解的量还要受到温度和溶剂数量的影响。我们通常用溶解度来定量地描述一种物质在某种溶剂里溶解性的大小。在一定温度下，某物质在 100 克溶剂里达到饱和时所能溶解的质量，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度。如果不指明溶剂，通常是指物质在水里的溶解度，溶解度的单位一般是克。

各种物质在水中的溶解度是不同的。通常把在室温(20℃)时溶解度在 10 克以上的，叫易溶物质；溶解度大于 1 克的，叫可溶物质；溶解度小于 1 克的，叫微溶物质；溶解度小于 0.01 克的，叫难溶物质。绝对不溶的物质是没有的。习惯上把难溶物质叫做不溶物质。例如，20℃时碳酸钙的溶解度为 0.0013 克，所以把碳酸钙叫做不溶物质。由上可知，所谓易溶、可溶、微溶、难溶都是相对的。

固体物质溶解度的大小随温度的变化情况，可以用溶解度曲线形象地表示出来。

我们用实验的方法，测出各种物质在不同温度下的溶解度。然后用横坐标表示温度，纵坐标表示溶解度，就可以画出各种物质的溶解度随温度变化的曲线。这种曲线叫做溶解度曲线(图 8—3 和图 8—4)。

【练一练】根据溶解度曲线填表。

温度/℃	0	20	40	60	80
溶解度/克	KNO_3				
	NaCl				
	$Ca(OH)_2$				

【议一议】

(1)根据溶解度曲线,比较表中三种物质的溶解度是怎样随温度的变化而变化的？

(2)在 20℃时，把 0.2 克熟石灰和 180 克硝酸铵分别加入 100 克水中，充分溶解后形成的溶液，哪一种是饱和溶液？哪一种是浓溶液？有人说，浓溶液一定是饱和溶液，稀溶液一定是不饱和溶液，你认为这种说法符合实际情况吗？

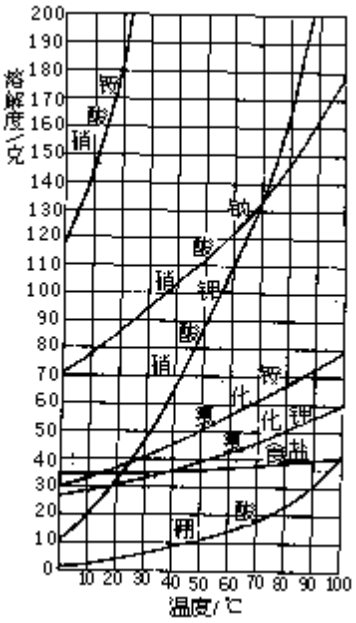


图 8-3　几种固体物质的溶解度曲线

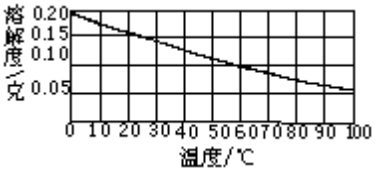


图 8-4　氢氧化钙的溶解度曲线

关于溶解度的计算

【练一练】根据 20℃时食盐的溶解度，填充表中空格。

温度/℃	水的质量克	形成饱和溶液时，溶解溶质(NaCl)的质量/克	饱和溶液的质量克
20	100	36	136
20	200	72	
20	300		
20		144	
20			680
20	n × 100		

分析上表可知，一定温度下的饱和溶液，其中溶质的质量、溶剂的质量、溶液的质量与该温度下该物质的溶解度的关系，可用以下比例式表示：溶剂质量：100 克=溶质质量：溶解度溶液质量：溶质质量=(100 克+溶解度)：溶解度我们可以利用这些关系进行有关溶解度的计算。

1.已知某一温度时，某物质饱和溶液里的溶质和溶剂的量，计算该物质的溶解度。

［例题 1］取 50 克 10℃的硝酸钠饱和溶液，把它蒸干，得到硝酸钠晶体 22.3 克，问 10℃时硝酸钠的溶解度是多少？

[解题分析]因为溶液的质量=溶质质量+溶剂质量。由题意可知，50 克硝

酸钠饱和溶液中，含有溶质 22.3 克，则溶剂为 50 克-22.3 克=27.7 克。就是说，在 10°C时 27.7 克水中溶解硝酸钠 22.3 克便形成饱和溶液。

[解]设 10°C时硝酸钠的溶解度为 x。

(50 克-22.3 克)：100 克=22.3 克：x

$$x = \frac{100克 \times 22.3克}{27.7克} = 80.5克$$

答：在 10°C时硝酸钠的溶解度是 80.5 克。

2.已知某一温度时某物质的溶解度，计算一定量饱和溶液里该物质的质量。

[例题 2]求 20°C时 150 克食盐的饱和溶液里溶有食盐多少克？

[解题分析]根据溶解度曲线可知,20°C时 100 克水中最多能溶解 36 克食盐，也就是说在 136 克食盐饱和溶液中溶有 36 克食盐。

[解]由溶解度曲线可知，20°C时食盐的溶解度是 36 克。设 20°C时 150 克食盐饱和溶液中溶有食盐的质量为 x。

(100 克+36 克)：150 克=36 克：x

$$x = \frac{150克 \times 36克}{136克} = 39.7克$$

答：20°C时，150 克食盐饱和溶液中溶有 39.7 克食盐。

3.已知某一温度时某物质的溶解度，计算把一定量的溶质配制饱和溶液时，所需水的质量。

［例题 3］已知 20°C时蔗糖的溶解度是 203 克，晃试*20°C时要把 40.6 克蔗糖配成饱和溶液，需要水多少克？

［解题分析］已知 20°C时 100 克水中溶解 203 克蔗糖后成为饱和溶液。

［解］设 20°C时 40.6 克蔗糖要加入质量为 x 的水才能配成饱和溶液。

100 克：x＝203 克：40.6 克

$$x = \frac{100克 \times 40.6克}{203克} = 20克$$

答：20°C时 40.6 克蔗糖配成饱和溶液，需加 20 克水。

【练一练】

(1)在 20°C时，把 200 克饱和食盐水加热蒸发掉 20 克水后，再冷却至 20°C，问能析出多少克食盐晶体(20°C时食盐的溶解度是 36 克)？

(提示：析出溶质的质量等于蒸发掉的水中溶解溶质的质量。)

(2)食盐在 0°C时的溶解度是 35.7 克，0°C时食盐饱和溶液的溶质质量分数是多少？

结晶法分离混合物

几种可溶性固态物质的混合物，可以根据它们在同种溶剂里溶解度的不同，用结晶方法加以分离。

［实验 8—22］在烧杯中加入 10 克硝酸钾和氯化钠的混合物(食盐的量较少)注入 15 毫升水，加热，使混合物完全溶解。然后将溶液冷却至室温，观察晶体的析出。再进行过滤。

【议一议】根据氯化钠和硝酸钾的溶解度曲线，能否进一步确定析出的

是什么晶体？

从它们的溶解度曲线可以看出，由于硝酸钾的溶解度受温度的影响较大，当温度降低时，部分硝酸钾便从溶液中结晶出来。而食盐的溶解度受温度的影响较小，它在混合物中的量又较少，因而食盐仍留在溶液里。经过过滤，就得到较纯净的硝酸钾晶体。要得到纯度更高的硝酸钾晶体，可把结晶出来的硝酸钾晶体重新溶解在蒸馏水里，加热，制成饱和溶液，冷却，使它再一次结晶，然后过滤，这样的分离方法叫做“重结晶”或叫“再结晶”。结晶、重结晶在工业生产上用来提纯物质。例如，从盐卤中提取氯化钾、氯化镁；从甘蔗或甜菜汁中提取糖，等等。

饱和溶液和不饱和溶液的含义及其相互转化
固体物质的溶解度的含义
溶解度曲线的含义
关于溶解度的计算
结晶法分离混合物

【选学】

结晶在生产中的应用

从糖液提取糖用甘蔗、甜菜等可以制糖。将甘蔗汁澄清处理后放入蒸发锅里，加热蒸发，除去大量水分，使糖液达到饱和，然后把它倒入糖床里，温度逐渐降低，蔗糖就慢慢结晶而析出。蔗糖的溶解度在 100℃时为 487.2 克，20℃时为 203.9 克，从 100℃冷却到 20℃，蔗糖饱和溶液中析出较多的蔗糖。因此，凡是物质的溶解度受温度影响较大的，均可采用冷却饱和溶液的方法来结晶。

晒盐从海水中可以提取食盐。提取的方法是将海水引入海滩上的盐田里，利用日光和风力逐渐使水蒸发，慢慢浓缩，使食盐呈结晶析出。为什么不用冷却方法使食盐结晶呢？从食盐的溶解度曲线可以知道，食盐在 100℃时的溶解度为 39.2 克，20℃时的溶解度为 35.8 克，从 100℃冷却到 20℃，139.2 克食盐饱和溶液只能析出 3.4 克食盐。显然用冷却的方法是得不到大量食盐的。因此，凡是溶解度受温度影响不大的物质，可以考虑采用蒸发(减少溶剂)的方法进行结晶。

从盐卤中提取氯化钾 晒盐后剩下的盐卤中含有氯化钾、氯化镁，还含有少量氯化钠。可利用三种物质溶解度的不同将它们分离开来。分析三种物质的溶解度可知，室温(20℃)时，氯化镁的溶解度(54.3 克)大于氯化钾和氯化钠的溶解度。因此，在室温时向混合物中加适量水，就可将大部分氯化镁溶解在水中，从而可分离除去氯化镁。然后根据在 27℃以下氯化钾的溶解度小于氯化钠的溶解度的特点，向剩余的混合物中第二次加适量水，就可将氯化钠溶解于水，从而得到氯化钾粗品。将粗品氯化钾进一步进行结晶和重结晶，可得到精制的氯化钾。

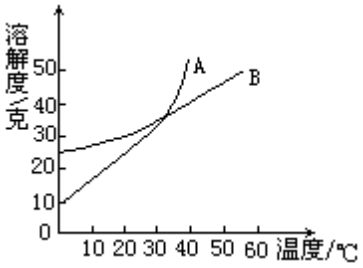
习题

1.填空：

(1)在一定温度下，____，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度。

(2)在 20°C时食盐的溶解度为 36 克，它表示的意义是__。

(3)下图是 A、B 两种物质的溶解度曲线。30°C时，A 物质的溶解度是__克；50°C时，100 克水中溶解__克 B 物质，才能形成饱和溶液。



2.选择：

(1)某一温度时，X、Y、Z 三种物质在下述情况下，分别恰好形成饱和溶液，其中最易溶于水的是(　)。

A.0.2 克 X 溶于 1 毫升水中

B.15 克 Y 溶于 1 升水中

C.0.5 克 Z 溶于 3000 克水中

(2)20°C时，43 克硝酸钠完全溶解在水中，恰好形成饱和溶液 93 克，则硝酸钠在 20°C时的溶解度为(　)。

A.43 克　　B.46.5 克

C.86 克　　D.21.5 克

(3)用冷却热的饱和溶液使溶质结晶析出的方法，只适用于(　)。

A.溶解度随温度升高而减小较大的固体物质

B.溶解度随温度升高而增加较大的固体物质

C.溶解度受温度变化的影响不大的固体物质

D.溶解度很小的固体物质

3.判断是非：

(1)某物质在 100 克溶剂里所溶解的克数,叫这种物质在这种溶剂里的溶解度。　(　)

(2)在一定温度下，同一种固体物质溶于同一种溶剂里，它的饱和溶液的溶质质量分数比不饱和溶液的溶质质量分数大。　(　)

(3)饱和溶液一定是浓溶液，不饱和溶液一定是稀溶液。　(　)

(4)当温度不变时，饱和溶液蒸发水分析出晶体后，剩下的溶液仍是饱和溶液。　(　)

4.计算：

(1)10°C时，氯化铵饱和溶液的溶质质量分数是多少？(在 10°C时，氯化铵的溶解度是 33 克)

(2)从 30°C时配制成的氯酸钾饱和溶液中，称取 44 克蒸干后，可得氯酸钾多少克？(30°C时，氯酸钾的溶解度是 10 克)

(3)在 20°C时，溶解 40 克蔗糖至少需要多少克水？如果将它溶解在 200 克水中,应再加多少克蔗糖才能形成饱和溶液？(蔗糖的溶解度查阅本节家庭实验中的附表)

(4)将 60°C的硝酸钾饱和溶液 324 克,蒸发掉 50 克水后仍使溶液保持 60

℃，可析出硝酸钾晶体多少克？

(5)将 20℃的饱和食盐水 100 克，加热蒸发掉 20 克水后，再冷却到 20℃，可析出氯化钠晶体多少克？

家庭实验

如何将白砂糖(或白面糖)转化成冰糖？写成小论文。(提示：结晶时，选择一粒结晶完整的冰糖晶体，做为结晶核心。)

附：蔗糖在各种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	179	190	203	219	238	260	287	320	362	415	487

本章小结

一、氯化钠、硫酸铜、碳酸钠

1.氯化钠的俗名、性质和用途

1.硫酸铜的俗名、性质和用途

1.碳酸钠的俗名、性质和用途

二、化学反应的基本类型

1.化合反应　A＋B=AB

2.分解反应　AB=A＋B

3.置换反应　A＋BC=AC＋B

置换反应遵从金属活动性顺序。排在氢前面的金属能置换酸里的氢；排在前面的金属，能够把排在后面的金属从它的盐溶液里置换出来。

4.复分解反应 AB＋CD=AD＋CB

有沉淀或有水或有气体生成时，复分解反应才能发生。

三、盐在水溶液里的化学性质

在一定的条件下，某些盐的溶液能跟活泼金属发生置换反应，跟某些酸、碱、盐的溶液发生复分解反应。

四、溶解度饱和溶液和不饱和溶液

1.饱和溶液和不饱和溶液一定温度下，在一定量溶剂里，不能再溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质在这种溶剂里的饱和溶液；还能继续溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质的不饱和溶液。

2.溶解度在一定温度下，某物质在 100 克溶剂里达到饱和时所能溶解的质量，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度。

物质溶解度随温度改变的情况可用溶解度曲线来表示。

3.关于溶解度的计算包括饱和溶液里溶质、溶剂、溶液质量和溶解度的关系的计算，溶解度和饱和溶液的溶质质量分数的换算等。

五、晶体结晶结晶水结晶水合物

1.晶体具有规则的几何外形的固体叫晶体。

2.结晶从溶液中析出晶体的过程叫做结晶。

3.结晶水晶体中结合的一定量的水叫做结晶水。

4.结晶水合物含有结晶水的晶体物质叫做结晶水合物。

六、混合物的分离

1.过滤法；

2.结晶法：根据物质溶解度的不同，通过结晶使其分离的方法。七、化学肥料

1.氮肥　如碳铵、硫铵、硝铵、尿素、氨水等。

2.磷肥 如过磷酸钙、重过磷酸钙等。

3.钾肥 如草木灰、硫酸钾等。

复习题

1.填写下表。

物质名称		氯化钠	
化学式		$Ca(OH)_2$	NH_4HCO_3
俗名	胆矾		纯碱

2.选择：

(1)氯化铜和氯化镁的混合溶液中，加入过量的铁粉，充分反应后过滤，留在滤纸上的是(　)。

A.Fe　　B.Fe 和 Cu

C.Mg　　D.Cu、Mg 和 Fe

(2)遇稀硫酸不能产生气体的物质是(　)。

A.银片　　B.铁粉

C.碳酸钠　　D.氢氧化铜

(3)将下面实验现象的编号(A、B、C、D)填在跟实验内容有关的括号内。

A.有白色沉淀　　B.溶液显红色

C.有蓝色沉淀　　D.先有白色沉淀后又消失

①在碳酸钠溶液中加入石灰水，再加入足量的盐酸(　　)。

②在氢氧化钠溶液中加入硫酸铜溶液(　)。

③在盐酸中滴入硝酸银溶液(　)。

④在氢氧化钠溶液中滴入酚酞试液(　　)。

(4)在 20℃时，某物质的饱和溶液的溶质质量分数为 a%，溶解度为 b 克，则 a 和 b 的关系是(　)

A. a=b　　B. a＞b

C.a＜b　　D.无法比较

(5)某硫铵化肥中混有另一种氮肥，经分析这种化肥中氮的质量分数为 20%。估计可能含有下列氮肥中的(　)。

A.碳铵　　B.硝铵

C.尿素　　D.氯化铵

3.将氢氧化钠溶液、硫酸镁溶液、盐酸、铁、氯化铜溶液这五种物质两两混合，写出符合下列要求的反应的化学方程式。

(1)混合后，有气体放出。

(2)属于中和反应。

(3)能产生沉淀的复分解反应。

(4)溶液颜色变浅，并有红色固体物质生成的反应。

4.写出下列化合物的电离方程式。

(1)氯化铵

(2)硫酸

(3)氢氧化钙

(4)碳酸钠

5.把下述物质名称跟物质性质的相应关系用线连起来。

氯化钠溶液	使酚酞试液变红，有滑腻感
氢氧化钠溶液	深于酸时有可燃性气体放出
氧化铜粉末	遇硝酸银深液产生白色沉淀
铁　　粉	溶于盐酸时形成绿色溶液
碳酸钠溶液	遇盐酸产生能使澄清石灰水变浑浊的气体

6.一包白色固体粉末，可能是碳酸钠、氯化钠、熟石灰中的三种或两种混合而成的。一位同学进行如下实验并观察到下列现象：

(1)将混合物溶于水，有白色沉淀生成；

(2)滴加盐酸白色沉淀消失，而且产生无色气体。

试判断此白色粉末一定含有哪种物质？可能含有哪种物质？

7.怎样用化学方法除去下列物质中所含少量杂质？写出有关反应的化学方程式。

(1)氯化钾中混有碳酸钾

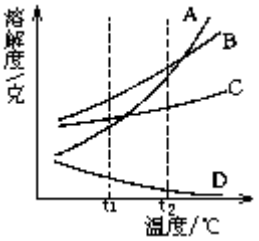
(2)硫酸锌中混有硫酸铜

(3)硝酸钠中混有硝酸银

8.下图是 A、B、C、D 四种物质的溶解度曲线。根据该图填写下列空格：

(1)t_1℃时溶解度由大到小的顺序是__。

(2)t_1℃时溶解度由大到小的顺序是__。



(3)随温度升高溶解度减小的物质是__。

(4)分别用 100 克水制成 t_2℃时的四种物质的饱和溶液，当温度降至 t_1，析出晶体质量最多的是__，最少的是__，无晶体析出且为不饱和溶液的是

9.将一定质量的无水硫酸铜粉末溶于水制成溶液后,向其中滴加 30 毫升 20%的氢氧化钠溶液(密度为 1.2 克/厘米^3)恰好完全反应，求无水硫酸铜的质量。

10.20℃时氯化钠的饱和溶液 44.2 克，加水稀释后，滴入硝酸银溶液到不再产生沉淀为止，把所得沉淀洗涤和充分干燥后称量，质量为 28.7 克，求 20℃时氯化钠的溶解度。

1.73 克 10%的盐酸溶液跟 80 克 10%的氢氧化钠溶液恰好中和，反应完毕，将得到的溶液制成 20℃的饱和溶液，需蒸发多少克水？

2.今有碳酸钠、硝酸钠、氯化钾组成的混合物 10 克，溶于水后，加入稀硝酸，生成二氧化碳为

2.2 克，然后滴加足量的硝酸银溶液得到沉淀 5.74 克，求原混合物中各物质的质量分别是多少克？

▲二氧化碳的性质、用途和制法
▲石灰石的存在、性质和用途
▲一氧化碳的性质和用途
▲甲烷和酒精的性质和用途
▲石油和煤的应用

第九章 含碳化合物

前面我们系统学习了酸、碱、盐的知识，在本章中我们将运用这些知识，进一步认识二氧化碳、碳酸钙等化合物。在此基础上，再学习其它一些重要的含碳化合物。

碳是一种重要的非金属元素，在地壳中的含量较少，仅占 0.087%，但含碳化合物的种类却很多。含碳化合物在工农业生产和日常生活中有着重要用途，像蛋白质、脂肪、糖等含碳化合物与生命活动关系密切。

第一节 二氧化碳

二氧化碳是大家都很熟悉的一种无色、无味气体。空气中二氧化碳的体积分数约为 0.03%，含碳物质的燃烧和动植物的呼吸，都要产生二氧化碳。二氧化碳在整个生态系统的循环中起着重要的作用。

二氧化碳可以像液体一样倾倒

液体可以倾倒，气体也可以倾倒吗？

［实验 9—1］在自制的杠杆的两端，挂上质量相同的两个纸袋(图 9—1)，使杠杆平衡后，将集气瓶里的二氧化碳像倾倒水一样，倒进其中的一个纸袋中，观察发生的现象。

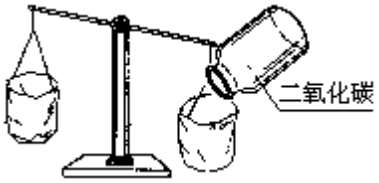


图 9-1　向纸袋里倾倒二氧化碳

二氧化碳气体比空气重，在标准状况下的密度为 1.977 克/升，可以像倾倒液体那样把它从一个容器倒入另一个容器中。

碳酸饮料与二氧化碳的溶解度

天气炎热时，大家喜欢喝碳酸饮料来解暑。当打开这种饮料瓶盖时，会出现许多气泡，并有气体从瓶中逸出。逸出的气体的主要成分是什么呢？打开瓶盖后，它为什么会逸出呢？

［实验 9—2］打开一瓶碳酸饮料，用一只滴管在瓶口处吸取气体，然后将吸取的气体挤入盛有澄清石灰水的试管中，振荡试管，观察现象。

原来碳酸饮料是在加压或降温的情况下，将二氧化碳溶解在水里制成的。

气体的溶解性可以用气体溶解度来表示。气体溶解度通常指的是该气体(其压强为 101 千帕)在一定温度时溶解在 1 体积的水里达到饱和状态时气体的体积数[①]。通常情况下，1 体积水只能溶解 1 体积的二氧化碳。在加压情况下，可有更多的二氧化碳溶解在密封的饮料瓶的水里。当打开瓶盖时，瓶内压强减少，二氧化碳的溶解度也要减小，因而有气泡出现并有二氧化碳逸出瓶口。

除了压强能影响二氧化碳在水中的溶解度外，温度对二氧化碳的溶解度也有影响。一般说来，温度升高时，二氧化碳的溶解度要减小；反之，温度降低时，二氧化碳的溶解度要增大。碳酸饮料厂就是利用这个原理，在低温下使更多的二氧化碳溶于水。

温度、压强对其它气体溶解度的影响，与对二氧化碳溶解度的影响相似。

【想一想】生活中哪些例子说明气体的溶解度要受温度和压强的影响？

---

① 非标准状况时的气体体积数要换算成标准状况时的体积数。

干冰与舞台云雾

在舞台演出或拍电影、电视时，常常要制造云雾缭绕的场面，这时可以借助于一种叫做干冰的物质。干冰是什么呢？

干冰是固体二氧化碳。在加压和冷却的情况下，二氧化碳会变成无色液体；温度再降低，就会变成雪状固体。经过压缩的二氧化碳固体叫做干冰。

干冰可直接气化为二氧化碳气体，并吸收大量的热，使周围的温度降低。当在舞台上或电影、电视摄影棚里使用干冰时，干冰气化使空气中的水蒸气冷凝成小水滴，产生人造云雾。

干冰的这种性质，还可以用来进行人工降雨和保藏易腐败的食品。用干冰作致冷剂保藏食品，最大的优点是气化后除产生二氧化碳气体外，没有其它残余物，不会污染食品，也不会使食品潮湿。

二氧化碳与灭火

在一般情况下，二氧化碳既不燃烧，也不支持燃烧。

［实验 9—3］如图 9—2 所示，将蜡烛点燃后，向烧杯里倾倒二氧化碳，注意蜡烛燃烧现象有什么变化？

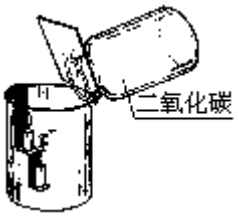


图 9-2　二氧化碳熄灭燃烧着的蜡烛

二氧化碳比空气重，又不支持燃烧，因而可以用来灭火。通常的灭火器就是利用化学反应产生二氧化碳来灭火的一种设备。例如，泡沫灭火器利用下述反应产生二氧化碳：

$$Na_2CO_3+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2O+CO_2\uparrow$$

［实验 9—4］在吸滤瓶里注入饱和碳酸钠溶液，用细线把盛有浓盐酸[①]的小试管系住，小心地放进吸滤瓶(注意：不要使浓盐酸流出)，把塞子塞紧［图 9—3(Ⅰ)］，然后把吸滤瓶倒转过来［图 9—3(Ⅱ)］，使两种溶液混合，注意观察吸滤瓶里和侧管处(要注意安全，切勿让吸滤瓶的侧管口对着人)有什么现象发生？

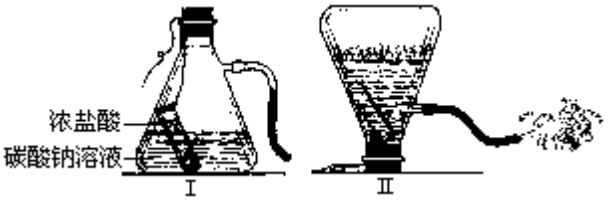


图 9-3　灭火器原理

泡沫灭火器除装有产生二氧化碳的原料外，还装有能够产生泡沫的物质，如用甘草或皂角作原料制成的液体。图 9—4(Ⅰ)是常见的泡沫灭火器的

---

① 实验时用浓盐酸代替硫酸是为了安全。

剖面图。使用时，将灭火器倒置［图 9—4(Ⅱ)］，药液混合发生反应，大量二氧化碳和发泡剂形成不易破裂的泡沫，从喷嘴中喷射出来。这种泡沫比油还轻，就像棉胎那样覆盖在燃烧物上面，火就熄灭了。

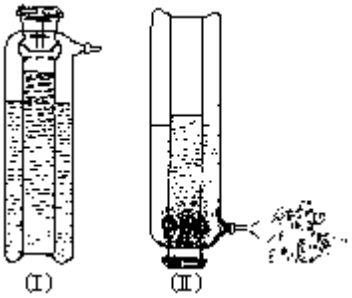


图 9-4　泡沫灭火器示意图

除泡沫灭火器外，常用的灭火器还有干粉灭火器和液态二氧化碳灭火器。

干粉灭火器里的灭火剂是压缩二氧化碳吹干粉(主要含碳酸氢钠等物质)。这种干粉流动性好，喷射效率高，不易腐蚀容器，不易变质。

液态二氧化碳灭火器是在加压情况下把液态二氧化碳装入小钢瓶里制成的。当打开阀门时，喷出的二氧化碳形成一层气体覆盖物，使火焰立即熄灭，而被灭火的物质不会被损坏。这种灭火器可用于油类或电器等不宜用水扑灭的火灾。

二氧化碳不仅不支持燃烧，也不支持呼吸。空气中二氧化碳含量高时，空气里氧气含量便会降低，从而使人感到不适。空气中含二氧化碳达 1%时，对人就有危害；达 4%～5%时，会使人感到气喘、头痛、眩晕；达 10%时，人便会不省人事，呼吸逐渐停止，以致死亡。

进入干涸的深井、深洞或久未开启的甘薯窖或白菜窖时，须先用灯火试验。若灯火熄灭或燃烧不旺，说明二氧化碳的浓度较大，就不能进去。

二氧化碳是酸性氧化物

【想一想】二氧化碳溶于水时会发生什么样的反应？

［实验 9—5］在一支盛有少量蒸馏水的试管中，加入 2～3 滴石蕊试液，向该溶液中通入二氧化碳气体，观察溶液颜色的变化。

二氧化碳溶于水时有一部分要跟水起反应，生成碳酸。

$$CO_2+H_2O=H_2CO_3$$

［实验 9—6］将实验 9—5 中盛有碳酸溶液的试管在酒精灯上加热，观察溶液颜色的变化。

碳酸不稳定，受热时易分解为二氧化碳和水。

$$H_2CO_3 \xlongequal{\triangle} H_2O+CO_2\uparrow$$

碳酸分解了，溶解在水里的二氧化碳气体逸出，溶液又恢复紫色。

【想一想】在建筑工地上，工人师傅经常用熟石灰、粘土、砂子混合制成三合土或用石灰膏和砂子混合来砌砖、抹墙。这种用石灰膏抹的墙过一段时间就会变白、变硬。这是为什么？写出所发生反应的化学方程式。

二氧化碳是酸性氧化物，它不仅能跟氢氧化钙溶液反应，还能跟氢氧化钠、氢氧化钾等碱溶液反应。

【练一练】写出二氧化碳分别跟氢氧化钠、氢氧化钾溶液反应的化学方程式。

二氧化碳的制取

实验室里通常是用石灰石或大理石(主要成分是碳酸钙)和稀盐酸反应来制取二氧化碳的。

［实验 9—7］在一支小试管中加入 2～3 块石灰石，用胶头滴管向试管里滴入 3～5 滴盐酸，观察石灰石表面发生的现象。用燃着的木条在试管口检验所产生的气体。

碳酸钙跟稀盐酸反应的化学方程式为：

$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

［实验 9—8］图 9—5 所示是制取并用向上排空气法收集二氧化碳的实验装置。在左边的广口瓶里放一些小块大理石，从长颈漏斗注入稀盐酸，并让液面没过漏斗末端，注意观察该广口瓶中发生的变化。

【想一想】上述实验中，为什么要使用长颈漏斗？为什么长颈漏斗的末端要浸没在液面以下？收集二氧化碳时为什么导管要插到集气瓶底部？怎样检验集气瓶里已收集满了二氧化碳？

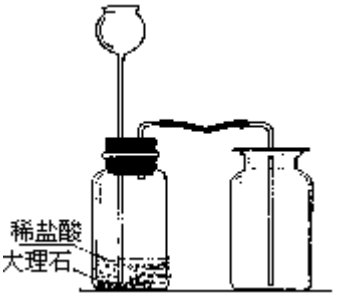


图 9-5　二氧化碳的制取

二氧化碳比空气重，并能溶于水，因此要用向上排空气法收集。

工业上利用煅烧石灰石制取生石灰的同时，得到副产品二氧化碳。煅烧石灰石用的“石灰窑”如图 9—6 所示。

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

二氧化碳是一种重要的化工原料，可以用来制取纯碱、尿素、碳铵等。二氧化碳还是生命活动的重要物质，植物进行光合作用时，将二氧化碳转化为葡萄糖和淀粉；在温室里二氧化碳常用作气体肥料。

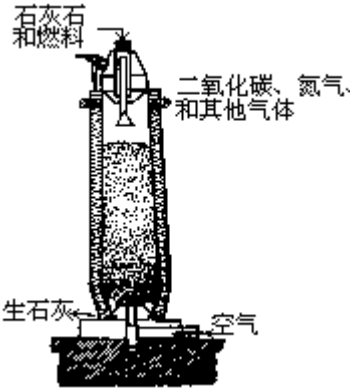


图 9-6　石灰窑示意图

二氧化碳的物理性质

二氧化碳的化学性质(不燃烧也不支持燃烧、跟水的反应、跟碱溶液的反应)

二氧化碳的实验室制法、工业制取原理

二氧化碳的用途

温度、压强对气体溶解度的影响

【选学】

温室效应

大气中的二氧化碳对太阳光产生的红外辐射有较强的吸收作用，使之不易散回宇宙中，这样就仿佛形成了一个温室，使低层大气温度升高，这就是所谓的温室效应。近代工业生产和居民生活中，大量燃烧矿物燃料产生的二氧化碳使大气中二氧化碳的含量不断增加，估计 100 年内，大气中的二氧化碳含量会增长 10 倍，从而使地球的“温室”膨胀，低层大气的温度要升高 0.5～1℃。这种情况会给人类带来一些危害，例如会使热带、亚热带的痢疾、疟疾、血吸虫病等疾病向北部温带蔓延，影响更多人的健康，作物病虫害也会发展，危及农业生产，等等。另外，地球变暖会使海洋膨胀，海平面升高，从而造成一系列灾害。

习题

1.选择：

(1)把二氧化碳通入石蕊试液里，试液变为(　)。

A.红色　　B.蓝色

C.紫色　　D.无色

(2)实验室里制取二氧化碳的主要反应物是(　)。

A.大理石和浓硫酸

B.石灰石和稀硫酸

C.碳酸钙和浓盐酸

D.大理石或石灰石和稀盐酸

2.完成下列化学方程式。

(1)CO_2＋(　)——H_2CO_3

(2)(　)＋$Ca(OH)_2$——$CaCO_3$↓＋(　)

(3)CO_2＋NaOH——(　)＋H_2O

(4)(　)＋HCl——KCl＋CO_2↑＋(　)

3.回答下列问题。

(1)长期盛石灰水的瓶子，内壁上会形成一层白膜，这层白膜是什么物质？如何用化学方法除去这层白膜？

(2)为了使石灰膏抹的墙快点干燥，常在室内点一盆炭火。为什么刚放入

炭火盆时，墙壁反而更潮湿？

4.将 10 克纯净的碳酸钙跟盐酸完全反应,能生成多少克氯化钙？得到多少克二氧化碳？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)

第二节 碳酸钙

碳酸钙的化学式为 $CaCO_3$。它是一种白色固体，难溶于水。

广泛存在的碳酸钙

自然界里许多矿物岩石的主要成分是碳酸钙。

石灰石是一种以碳酸钙为主要成分的岩石。普通的石灰石，大都是青灰色的，也有黑色、棕色的。石灰石硬而脆，可用作建筑材料。另外，它还可用来烧制石灰和制取水泥等。

大理石也是一种以碳酸钙为主要成分的岩石。大理石与石灰石虽然都属于石灰岩，但它要比石灰石漂亮得多。天然的大理石，因含有一些杂质，常具有绚丽多彩的颜色和花纹，有红色的、紫色的、灰黑色的、绿色的等等。白色的大理石，俗称汉白玉，是一种很纯的碳酸钙，它是一种名贵的建筑材料。天安门前的华表、金水桥等，都是用汉白玉雕刻而成的。

除了石灰石、大理石外，白云石、白垩等矿物岩石中也含有大量碳酸钙。

蛋壳、贝壳、水垢等也都含有较多的碳酸钙。

碳酸钙是一种碳酸盐

碳酸钙遇到酸溶液时要发生反应，放出二氧化碳气体。其它碳酸盐也能发生类似反应，这一反应在鉴定或鉴别碳酸盐方面有着重要的应用。

［实验 9—9］取少量石灰石、大理石、白垩、鸡蛋壳、水垢、贝壳分别加入 6 支试管中，然后向各试管中滴加稀盐酸，观察所发生的现象。

石灰岩遇到稀盐酸会冒气泡并发出“嘶嘶”声。因此，我们可以利用稀盐酸作试剂来鉴定一种岩石是否属于石灰岩。

碳酸钙除了能跟酸溶液发生反应外，还有一个重要的化学性质。

【想一想】石灰石在高温煅烧时会发生什么变化？

碳酸钙受热分解生成氧化钙和二氧化碳。

【练一练】写出碳酸钙受热分解的化学方程式

碳酸钙的存在和主要用途

碳酸盐的鉴别方法

【选学】

硬水·水垢·溶洞

有的水，用它洗衣服时，擦上肥皂不起泡沫，把擦上肥皂的衣服泡在水里，水面上会漂满白花花的一层物质。这是什么原因呢？原来这里所用的水是硬水。

所谓硬水就是含钙、镁盐类较多的水。其中有的硬水含有较多的碳酸氢钙［$Ca(HCO_3)_2$］、碳酸氢镁[$Mg(HCO_3)_2$]等。这种硬水是怎样形成的呢？

雨水里，河水里，或多或少总要溶解一些二氧化碳，这样的水流过石灰岩时，溶有的二氧化碳就要跟岩石里的碳酸钙发生如下反应：

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$$

碳酸氢钙易溶于水，这样水中就含有碳酸氢钙了。

一般说来，泉水、河水、湖水、海水，有些地方的井水都是硬水。与硬水对应，有的水则是软水，例如刚刚从高空落下来的雨水就是软水。软水中不含或含有少量钙盐、镁盐等。

碳酸氢钙、碳酸氢镁等盐类受热时会发生反应生成碳酸钙和氢氧化镁等难溶固体。当用水壶烧水时，时间长了会发现壶底、壶壁上沉积一层白色固体，这层白色固体被称做水垢。水垢的主要成分是碳酸钙和氢氧化镁。水壶里有了水垢，不易传热，浪费燃料。在工厂里，如果锅炉里有了水垢，严重时会因传热不匀而引起锅炉爆炸。由于硬水在生活和生产中会引起许多麻烦，因而常常要把它“软化”。

溶有二氧化碳的水流经石灰岩地区时，对石灰岩要产生溶蚀作用，经长期的作用后，石灰岩就会变得凹凸不平，甚至形成一些奇峰或溶洞。地下水一旦进入溶洞，在地下受高压而溶解在水里的二氧化碳要从水中逸出，这就促进了水中碳酸氢钙的分解，从而产生较多碳酸钙沉淀。日积月累，就在洞顶形成钟乳石，在洞底形成石笋，景象十分壮观。因而人们常常把二氧化碳称为大自然的雕刻师，赞美它在装扮大自然中发挥的巨大作用。

习题

1.向长时间露置在空气中的生石灰滴加盐酸，为什么会有气泡产生？写出有关反应的化学方程式。

2.在三个丢失瓶签的试剂瓶内，分别盛有氯化钠、硫酸钠、碳酸钠。如何用化学方法鉴别其中一瓶盛的是碳酸钠？

3.计算：

(1)含杂质 10%的石灰石 100 千克煅烧完全后，生成的生石灰中氧化钙的质量分数是多少？(如果煅烧时杂质无变化)

(2)将 10 克石灰石放入足量盐酸中,在标准状况下生成 1.82 升二氧化碳(密度为 1.98 克/升)，求此石灰石中含碳酸钙多少克？

家庭实验

1.找一把内壁附有水垢的水壶，用所学知识除去壶壁上的水垢。

2.找一块石灰石，利用煤炉将它烧成生石灰。

社会实践

参观石灰窑，了解烧制生石灰同时产生二氧化碳气体的过程，以及产生的二氧化碳有没有进一步被利用。

第三节 一氧化碳

一氧化碳是碳的另一种氧化物。

从煤气中毒谈起

煤炉里的煤燃烧时，煤层的上方常常有蓝色火焰出现，这是一种叫做一氧化碳的气体燃烧产生的。

图 9-7　煤炉简图

当煤炭燃烧不完全，或下层煤炭燃烧生成的二氧化碳向上经过炽热的煤层时，就会产生一氧化碳气体。

$$2C+O_2 \xlongequal{\text{不完全燃烧}} 2CO$$

$$CO_2+C \xlongequal{\text{高温}} 2CO$$

如果未燃烧的一氧化碳气体逸出煤炉，在空气中达到一定含量时，就会引起煤气中毒。冬天紧闭门窗用煤炉做饭、取暖时，就有发生煤气中毒的危险。

发生煤气中毒时，人会感到头痛恶心，甚至死亡。这是因为人体中起输送氧气作用的是血液中的血红蛋白，氧气跟血红蛋白结合随血液的流动而送往身体的各部分。但是一氧化碳较氧气更易与血红蛋白结合，当吸入体内的空气中一氧化碳的量增加，血红蛋白结合氧气的量就减少，因此就会由于缺氧而中毒。一般说来，空气中含一氧化碳在百万分之五十以下时，被认为是安全的。如果空气中含一氧化碳的量达百万分之一千(即相当于每吸入 1000 体积的空气中有 1 体积的一氧化碳)时，人就会感到头痛恶心。而当空气中的一氧化碳含量达百万分之一万时，呆十分钟，人就会中毒死亡。某些海面上，一氧化碳的含量只有百万分之零点四。而在拥挤的城市里，一氧化碳含量可达百万分之三百六十。这主要是汽车排放的废气造成的。由此看来，我们应当重视一氧化碳对空气的污染。

一氧化碳是一种无色、无味的气体。在标准状况下，密度为 1.250 克/升。在通常情况下，1 体积水里仅能溶解 0.02 体积一氧化碳。

［想一想］有人说，只要在房间里放一盆水，就可以防止煤气中毒。你认为这种说法有没有道理？为什么？

碳燃烧时要放出热量，二氧化碳跟碳在高温下的反应要吸收热量。化学反应总要伴随能量的变化，这种能量变化常表现为吸热现象和放热现象。

易燃的一氧化碳

我们知道，一氧化碳容易燃烧。那么，它燃烧生成什么物质呢？

［实验 9—10］在导管口点燃一氧化碳气体，观察火焰的颜色。把内壁附有石灰水的烧杯罩在火焰上方（图 9-8），观察石灰水的变化。

一氧化碳在空气中燃烧发出蓝色火焰，生成二氧化碳。

$$2CO+O_2 \xlongequal{点燃} 2CO_2$$

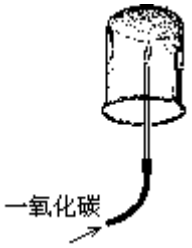


图 9-8　一氧化碳的燃烧

这个反应要放出大量的热，因此一氧化碳是一种优良的气体燃料，它是许多气体燃料的主要成分。

一氧化碳跟氢气等易燃性气体相似，当与空气或氧气混合并达到一定比例时，遇火会发生爆炸。

［选学］固体燃料气化，使之变成气体燃料，是节约能源、减少对空气的污染的重要措施之一。目前有些城市中使用的煤气，就是在煤气发生炉中，利用空气和煤发生下列反应制成的，这种煤气叫发生炉煤气。

$$C+O_2=CO_2$$

$$C+CO_2 \xlongequal{高温} 2CO$$

碳在高温下，可以和水蒸气发生反应，生成氢气和一氧化碳。这种混合气体，叫做水煤气。

$$C+H_2O \xlongequal{高温} CO+H_2$$

发生炉煤气和水煤气作为气体燃料，在工业上得到广泛应用。

一氧化碳和冶金

为了说明一氧化碳和冶金的联系，先让我们来观察一个实验。

［实验 9—11］按图 9—9 所示装置仪器。玻璃管里放入氧化铜粉末，先通入一氧化碳，然后加热。注意观察黑色氢化铜和澄清石灰水的变化。

黑色的氧化铜在高温下跟一氧化碳反应变成红色的金属铜，反应生成的另一种物质二氧化碳使澄清的石灰水变浑浊。

$$CuO+CO \xlongequal{高温} Cu+CO_2$$

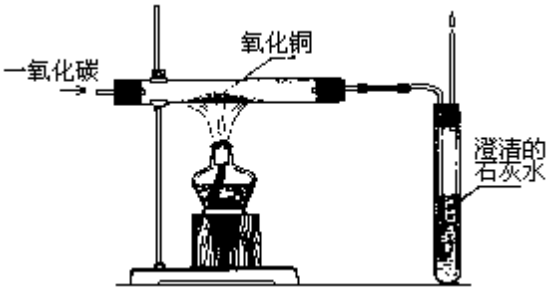


图 9-9　一氧化碳还原氧化铜

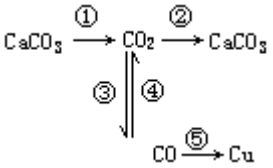
［议一议］找出一氧化碳、氢气跟氧化铜反应的共同点。

由于一氧化碳能跟某些金属氧化物反应将金属还原出来，因而在冶金工业中有着重要的用途。

一氧化碳的物理性质
一氧化碳的毒性
一氧化碳的化学性质(可燃性、与某些金属氧化物的反应)
一氧化碳的用途(气体燃料、冶金等)

习题

1.写出下列各步反应的化学方程式。



2.选择：

(1)下列对一氧化碳的叙述，错误的是(　)。

A.无色、有刺激性气味的气体

B.难溶于水

C.燃烧时火焰呈蓝色

D.可作气体燃料

(2)除去混在一氧化碳中的少量二氧化碳的方法是(　)。

A.使混合气体通过氢氧化钠溶液

B.使混合气体通过赤热的碳

C.使混合气体通过稀盐酸

D.在空气中点燃混合气体

3.若使 480 克氧化铁完全转化为单质铁，至少需标准状况下的一氧化碳多少升？反应后可得到多少克铁？(一氧化碳在标准状况下的密度是 1.25 克/升)

家庭实验

当煤炉里的炭层达到炽热状态时，向炭层上洒少量水，观察燃烧现象的变化。查阅有关资料，说明产生这种现象的原因。

第四节 甲烷和酒精

沼气·天然气·甲烷

当用棍棒搅动某些常年积水的池沼的底部时，就会看到有气泡逸出(图 9—10)。通过实验可知，逸出的气体的主要成分是一种叫做甲烷的物质，因而通常又把甲烷称做沼气。有些地方的地下深处藏着大量的可燃性气体，这种可燃性气体叫做天然气，它的主要成分也是甲烷。煤矿的矿坑里也常有甲烷逸出。上述这些地方的甲烷主要是由植物残体在隔绝空气的情况下分解而成的。

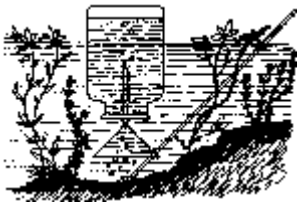


图 9-10　在池沼收集沼气示意图

甲烷是一种无色、无味的气体，比空气轻，极难溶于水，容易燃烧。甲烷的化学式为 CH_4。

［实验 9—12］在导管口点燃甲烷气体，观察火焰的颜色。在火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯(图 9—11)，一会儿，观察烧杯壁上有什么现象发生？另取一个内壁附有石灰水的烧杯，罩在火焰上方，观察所发生的现象。

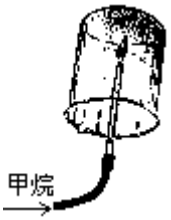


图 9-11　甲烷的燃烧

甲烷燃烧生成二氧化碳和水，同时放出大量的热，因而可燃烧用作气体燃料。

$$CH_4+2O_2\xlongequal{点燃}CO_2+2H_2O$$

煤矿矿井里是严禁烟火的。因为矿井里常常有甲烷气体，而甲烷与氧气或空气的混合物点燃时易发生爆炸，因此必须采取安全措施(如通风、严禁烟火等)。

我国是利用天然气最早的国家，早在公元 13 世纪以前，就利用天然气燃料在四川自贡熬制井盐(见图 9—12)。

图 9-12　熬盐图

近几年来在农村中推广的沼气池，就是利用秸杆、杂草、树叶以及人畜粪便等废弃物，在一定条件下经发酵而制得沼气的简易设备(图 9—13)。使用沼气不仅可解决农村的燃料问题，还可以改善农村的环境卫生，提高肥料质量。

除了可用作气体燃料外，甲烷还是一种重要的化工原料，在化工生产中有着重要的用途。

图 9-13　农村沼气池示意图

酒的“精华”——酒精

饮用的各种酒中都含有酒精，主要区别是酒精的含量不同。例如，一般白酒含酒精 30%～70%，葡萄酒含酒精 6%～20%，黄酒含酒精 8%～15%，啤酒含酒精 3%～5%。另外，医用酒精含酒精 75%左右，工业酒精中含酒精 95%。

酒精是什么？原来它是一种叫乙醇的物质，化学式为 C_2H_5OH，酒精是乙醇的俗名。它是无色、透明而有特殊香味的液体，比水轻，20℃时密度为 0.78 克/厘米^3，沸点是 78.5℃，易挥发，能以任意比与水混溶。

乙醇是一种良好的溶剂，能溶解多种物质，如碘就易溶于酒精。另外，它是一种重要的化工原料，可用于制乙醚等；医院里常用 75%的酒精作消毒剂。

乙醇易燃烧，发出淡蓝色火焰，同时放出大量的热。

$$C_2H_5OH+3O_2\xlongequal{\text{点燃}}2CO_2+3H_2O$$

酒精燃烧时不会产生有毒的气体，也没有烟尘，所以它是一种不会污染环境的理想的液体燃料，除了用于实验室的酒精灯外，还可用于内燃机等。

酒精可利用粮食发酵法来制取。含糖类较多的各种农产品，如高粱、玉米、薯类、野生植物果实及废糖蜜等，在一定温度下发酵便可产生酒精，然后经过蒸馏等一系列处理，便可得到含量为 95%的酒精。我国劳动人民在古

代就掌握了这种酿酒方法。现代化学工业上利用石油为原料制取酒精，从而可节约大量的粮食。

［议一议］如何通过实验证明酒精的组成中含有碳元素和氢元素？

甲醇和醋酸

甲醇的化学式为 CH_3OH。它是一种无色透明的液体，有酒精的气味；20℃时的密度为 0.78 克/厘米^3；沸点是 65℃，易挥发；能以任意比与水混溶；易燃烧，燃烧产物为二氧化碳和水。因最初是以木材为原料制得的，因此又称为木醇。

甲醇有毒，饮后会使人眼睛失明，量多时会使人致死。工业酒精中往往含有甲醇，因此不能饮用。

甲醇可用作内燃机燃料和溶剂，也是一种重要的化工原料。

醋酸的学名为乙酸，化学式为 CH_3COOH。它是一种有强烈刺激性气味的无色液体；沸点是 117.9℃，熔点是 16.6℃；易溶于水和乙醇。它是食醋的主要成分，普通食醋中含有 3%～5%的醋酸。

醋酸具有酸的通性，能使紫色石蕊试液变红，能跟活泼金属、某些金属氧化物、碱类物质等反应。

醋酸用途极为广泛，是一种重要的化工原料，可用于生产醋酸纤维、合成纤维、喷漆溶剂、香料、染料、医药及农药等。

甲烷的化学式、性质、存在和用途
乙醇的化学式、性质和主要用途

习题

1.选择：

(1)下列物质中，不能燃烧的是(　)。

A.甲烷　　B.酒精

C.一氧化碳　　D.二氧化碳

(2)某气体，混入空气后，点燃能发生爆鸣，则该气体(　)。

A.一定是氢气

B.一定是一氧化碳

C.可能是甲烷、氢气或一氧化碳

D.不是一氧化碳，就是甲烷

2.燃烧 80 克甲烷最少需要消耗氧气多少升？需要空气多少升？(以上气体都在标准状况下，氧气在标准状况下的密度是 1.429 克/升)

家庭实验

点燃用 50%的白酒浸湿的棉布，观察发生的现象，并说明原因。

第五节 石油和煤

工业的血液——石油

被称为工业的血液的石油，不仅为工业生产提供燃料，而且是许多重要的化工原料的母体。

石油是一种粘稠状的液体混合物，通常呈现黑色或深棕色，常有绿色或蓝色荧光，有特殊的气味，不溶于水，比水稍轻，没有固定的熔、沸点。石油所含有的基本元素是碳和氢，除此而外，还有少量的硫、氧、氮等。它主要是由低级动植物在地层和细菌作用下，经过复杂的化学变化而形成的。

从油田开采出来的没有经过加工处理的石油叫做原油。原油的直接用途并不大，只有经过加工处理后，才能得到重要的石油产品和多种宝贵的化工原料。

石油经过提炼可以得到汽油、煤油、柴油等燃料油，它们是汽车、拖拉机、内燃机车、飞机、轮船、坦克等的动力燃料。从提炼各种燃料油后的剩余物中，还可提取机器运转所需要的润滑油，配制药膏用的凡士林以及可用于制作蜡烛的石蜡等。最后所剩余的残渣是沥青，可用于铺马路和做防水材料。

石油和石油产品经过化学加工，可以得到各种化工原料，用于制取合成橡胶、合成纤维、塑料以及医药、农药、炸药、肥料、染料、合成洗涤剂等人们生活中不可缺少的物质。

解放前我国的石油工业基本是空白，仅在甘肃的玉门和陕西的延长有少量石油生产，另外东北有几家以煤和油田页岩制造石油的工厂。中华人民共和国成立以后，党和政府十分重视石油的开发和建设，先后建成了大庆、胜利、克拉玛依、中原、华北、松辽等十几个大油田。近年来又在南海、渤海、东海的海域发现了丰富的石油和天然气资源，为我国石油化学工业的发展提供了广阔的前景。

随着油田的开发和建设，我国石油产量，从解放初期的几十万吨到 1993 年增至 1.4 亿吨，年产量占世界第五位。

黑色的“金子”——煤

煤是大家非常熟悉的物质，但你知道它的组成吗？

煤是一种复杂的混合物。除含碳元素外，还含有少量的硫、磷、氢、氮、氧等，以及矿物质元素(主要含硅、铝、钙、铁)。煤是由埋在地下的古代植物遗体在受到高温、高压的作用，经过复杂的变化后形成的。

煤作为直接燃料，主要用于发电、烧锅炉和人们的日常生活。除作燃料外，煤还可用化学方法进行加工。其中，把煤隔绝空气加热使它分解的过程叫做煤的干馏。煤经过干馏能得到焦炭、煤焦油、粗氨水和焦炉气等。焦炭常用来冶炼金属，也是制造电石的必要原料，在合成氨工业中还用它来制造氢气。煤焦油可用于提取多种化工原料，用这些化工原料可以制造塑料、合成纤维、合成橡胶等合成材料，也可以制取医药、农药、炸药、染料、香料、溶剂、洗涤剂等多种产品。粗氨水可制成氮肥；焦炉气既可作气体燃料，又可作化工原料。因此，煤又称为黑色的“金子”，它对促进国民经济的发展

具有非常重要的意义。

我国煤的资源储量十分丰富，预测可达 5 万亿吨，居世界第一位。目前，我国煤年产量稳定在 7 亿吨以上，约为世界产量的 1/5。至 1993 年煤的年产量已达 11.41 亿吨，居世界第一位。煤在我国能源结构中占 70%以上，是我国的主要能源。

能源

人类自有史以来，燃料能源经过了三个发展时期，即柴——煤——石油。古时候人们以树木、柴草等作为燃料，直至 300 年前英国的瓦特发明蒸气机以后，才促进了煤炭的开发。第二次世界大战中，由于战争的需要，推动着石油的大量开发，现在世界消耗最多的能源是石油。但是，石油的储量是有限的，如果不加限制地消耗，到 2000 年石油将发生短缺。天然气的储量也只能满足今后 25 年的需要。至于其它能源，如水力、核能、太阳能、地热、风力、海洋能……由于投资大、建设时间长、技术难度高等原因，在短时间内难以完全代替石油和煤。相比之下，煤是世界上储量最丰富的矿物资源，估计还可供人类开采数百年以上，因此它仍是今后最主要的动力源泉。

能源危机迫使科学家从多种途径探求新的能源，如储量巨大的太阳能，取之不尽的海洋能，成本低廉的气流能，地球自身的地热能……，其中氢能特别引人注目。

自然界中游离态的氢数量太少，要想使氢气成为一种普遍使用的燃料，首要的问题是探索成本低廉而且能大量生产氢气的方法。采用电解水制氢气的方法，成本太高。目前许多国家都在研究用核反应或太阳能的热量使水分解，以求降低氢能源生产成本。另一个急需解决的问题是贮运。目前人们想出解决这一问题的两个办法。一是加压液化氢气；二是让氢气跟某些金属反应制成固态金属氢化物，这类氢化物遇水又能放出氢气。另外，某些金属晶体内部有许多微孔，它能像海绵吸水一样吸收氢气，犹如一个氢气的“金属仓库”。现在国际上正在研究发动机使用液态氢或金属氢化物等的“氢汽车”、“氢飞机”等。

石油的主要成分、形成和主要用途
煤的主要成分、形成和主要用途
能源概况

习题

1.煤和石油的主要成分各是什么？
2.煤和石油各有哪些主要用途？

[选学]

用途广泛的有机化合物*

在人们认识到的物质中，有一类数量巨大的化合物，它们都是含有碳元素的化合物，称为有机化合物，简称有机物。而不含碳的化合物称为无机物。

组成有机物的元素，除碳外，通常还有氢、氧、氮、硫、磷、氯等。我们学过的一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸盐等少数简单的含碳化合物，由于其结构和性质跟无机物很相近，所以习惯上把它们作为无机物。

大多数有机物难溶于水，易溶于有机溶剂，熔点较低，不易导电，进行化学反应时速度一般比较慢。

下面简单介绍几种重要的有机物。

1.乙烯和乙炔

乙烯的化学式是 C_2H_4，它主要是用高温下将石油裂解的方法来制取的。乙烯是重要的基本有机化工原料，可以用来制取酒精、醋酸、聚乙烯和聚氯乙烯等多种产品。由于它的用途广泛，国际上常把乙烯的发展水平视为衡量石油化工发展水平的一个标志。我国已建成数个年产 30 万吨乙烯的工程。

乙炔俗称电石气，化学式是 C_2H_2，它可由电石跟水反应来制取，也可由甲烷高温分解来制取。工厂里常用乙炔燃烧产生的高温来焊接或切割金属。乙炔也是一种重要的基本有机化工原料，它可以用来制取聚氯乙烯塑料和醋酸等重要化工产品。

2.糖类

葡萄糖、蔗糖、淀粉和纤维素等都属于糖类，糖类也叫做碳水化合物。这是由于这类化合物大都是由碳、氢、氧三种元素组成的，分子中氢原子数和氧原子数之比是 2∶1。

蔗糖的化学式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$，是白色晶体，溶于水。蔗糖是重要的甜味食物，存在于植物体内。以甘蔗(含糖 11%～17%)和甜菜(含糖 14%～26%)的含量最多。

淀粉可用$(C_6H_{10}O_5)_n$表示，是一类天然的高分子化合物。淀粉是绿色植物进行光合作用的产物，主要存在于植物种子和块茎里。例如，大米约含淀粉 80%，小麦约含 70%，马铃薯约含 20%等。淀粉是一种白色粉末状的物质，它不溶于冷水。

淀粉在稀酸的作用下发生水解，最后生成葡萄糖。

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{催化剂}} nC_6H_{12}O_6$$

淀粉是食物的重要成分，在人体内酶的作用下能水解，生成的葡萄糖供人体组织的营养需要。

淀粉发酵可以用来制取葡萄糖和酒精。

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{发酵}} 2C_2H_5OH + 2CO_2\uparrow$$

3.蛋白质

蛋白质广泛地存在于生物体内，是组成细胞的基础物质，也属于天然高分子化合物。动物的肌肉、皮肤、血液、乳汁以及毛发、蹄、角等都是由蛋白质组成的。植物的各种器官也都含有蛋白质，例如，小麦的种子里含有 18%的蛋白质。

人们从食物中摄取蛋白质，在胃液中胃蛋白酶和胰液中的胰蛋白酶作用下，经过水解反应生成氨基酸，氨基酸被人体吸收后，再结合成人体所需要的各种蛋白质。人体内的蛋白质随着生命活动也不断分解，最后主要生成尿素，排出体外。

4.油脂、肥皂和洗涤剂

在日常生活中，我们经常接触的如猪油、牛油、豆油、花生油、桐油等

统称为油脂。油脂是油和脂肪的总称，习惯上将在室温下呈液态的叫做油，在室温下呈固态的叫做脂肪。植物油脂通常呈液态，而动物油脂通常呈固态。

油脂比水轻，密度在 0.9～0.95 克/厘米 ^{3} 之间；不溶于水，易溶于汽油、乙醚、苯等多种有机溶剂。

油脂是一种重要的营养物质，它在完全氧化(生成二氧化碳和水)时放出大量的热量。油脂在小肠里的酶的作用下发生反应，所生成的物质被肠壁吸收，在肠壁细胞里，这些物质又重新生成油脂。这种油脂经由淋巴液系统到血液里，并随血液的循环进入人体各组织里进行氧化。

油脂也是一种重要的工业原料。工业上以油脂为原料来制造肥皂。

普通肥皂约含 70%的高级脂肪酸(一类类似于醋酸，但分子中碳原子个数很多的有机酸)的钠盐，30%的水和少量的盐。有些肥皂里还加有填充剂、香料及染料等。肥皂的去污作用主要是高级脂肪酸的钠盐的作用，这是因为它具有一种特殊的分子结构。

根据对肥皂去污原理的研究，人们又利用人工合成的方法来合成具有高级脂肪酸钠盐分子结构特点的物质作为洗涤剂。合成洗涤剂有很强的去污能力，不受硬水的影响，用它来代替肥皂还可节约大量油脂，因此得到广泛应用。

5.合成材料

合成材料是指一些合成高分子材料，它们是由小分子(低分子)物质经过人工合成所得到的大分子(高分子)物质。合成高分子材料有许多优良的性能，一般具有密度较小、强度高、弹性好、可塑性好、绝缘性好、耐腐蚀等，应用范围相当广泛。合成高分子材料许多是以石油、天然气、煤和农副产品等为原料合成的。这些原料来源丰富，为合成高分子材料的发展提供了有利条件。另外，合成高分子材料容易加工成型。

塑料、合成橡胶和合成纤维是三类合成高分子材料，也就是我们经常说的三大合成材料。

塑料是一类可塑性材料，主要成分是合成高分子物质。例如，通常所说的聚氯乙烯塑料其主要成分是聚氯乙烯这种高分子物质，聚丙烯塑料的主要成分是聚丙烯这种高分子物质。塑料制品中除高分子物质外，还有一些辅助材料和填料等。例如，为增进塑料的可塑性和柔韧性，要加增塑剂；为增加塑料的稳定性，要加稳定剂等等。塑料制品一般是在一定温度、压强条件下，将一定比率的某种高分子材料和辅助材料，经过压延或模压、挤压、注射、浇铸、吹塑等成型工序加工而成的。

塑料根据它受热时所表现出的特性可分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。热塑性塑料在受热时能软化，可以将其塑制成一定的形状，并能反复加工塑制，聚氯乙烯塑料和聚乙烯塑料都属于这一类。热固性塑料受热也能变软，也可塑制成一定的形状，但软化成型后再加热也不能软化了，即不能反复加工塑制，电木(酚醛塑料)就属于这一类。

橡胶是一类具有弹性的高分子材料，它是制造飞机、军舰、拖拉机、收割机、汽车、水利排灌机械、医疗器械等所必需的材料，与我们的日常生活也有着密切的关系。从自然界中的橡胶树、橡胶草得到的橡胶远远满足不了工农业生产和日常生活的需要，人们就在研究天然橡胶的基础上，制造出合成橡胶，像丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等都是合成橡胶，它们广泛应用于制轮胎、运输带、胶管、电绝缘材料及其它橡胶制品。利用不同原料合成

的橡胶，往往具有某些突出的性能，如有的耐高温，有的耐低温，有的耐油，有的有很好的气密性，等等。

纤维是一类纤细状的高分子材料。它可以分为天然纤维和化学纤维两大类。棉、麻等植物纤维，羊毛、蚕丝等动物纤维，石棉等矿物纤维都属于天然纤维。化学纤维又分为两类。一类是天然纤维经加工而成的人造纤维，像粘胶纤维、醋酸纤维等；另一类是利用石油、天然气和农副产品作原料，经化学合成得到的合成纤维，像涤纶、腈纶、丙纶、氯纶等。合成纤维强度大、弹性好、耐磨、耐化学腐蚀、不会发霉、不怕虫蛀、不缩水，但它的吸湿性、透气性差。为此，常用一种或几种合成纤维与天然纤维或人造纤维制成混纺织物。这些混纺织物，兼有合成纤维、人造纤维和天然纤维的优点，深受人们欢迎。

本章小结

一、碳及其化合物的分类

碳及其化合物
- 单质
  - 金刚石
  - 石墨
- 化合物
  - 氧化物
    - 一氧化碳
    - 二氧化碳
  - 碳酸
  - 碳酸盐(碳酸钙、碳酸钠等)
  - 甲烷、甲醇、乙醇、醋酸等

二、几种含碳化合物的主要性质和用途

1.二氧化碳 二氧化碳能跟水反应生成碳酸,能跟碱溶液反应生成碳酸盐和水，例如能使澄清的石灰水变浑浊；能跟炽热的碳反应生成一氧化碳。二氧化碳用于灭火、制取纯碱、碳铵和尿素等。

2.一氧化碳 一氧化碳是煤气的主要成分。它具有毒性、可燃性，能跟许多金属氧化物反应。一氧化碳常用作气体燃料，也常用于冶炼金属。

3.碳酸钙 碳酸钙是石灰石、大理石等的主要成分。它在高温下发生分解反应，能跟盐酸等酸溶液发生复分解反应。石灰石广泛用作建筑材料、制造水泥和玻璃等，在实验室里可用于制取二氧化碳。

4.甲烷 甲烷是天然气、沼气的主要成分。它具有可燃性，是重要的气体燃料和化工原料。

5.乙醇 乙醇是酒精的主要成分。它具有可燃性，是重要的液体燃料和化工原料。

三、二氧化碳的实验室制法

1.反应原理

$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

2.实验装置(与制取氢气的装置相同)。

3.收集方法 向上排空气法。

四、二氧化碳和碳酸盐的鉴别

1.二氧化碳的鉴别 依据是二氧化碳跟澄清的石灰水反应，产生白色浑浊。

$$Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3\downarrow+H_2O$$

2.碳酸盐的鉴别 依据是向固体碳酸盐或碳酸盐溶液里滴加稀盐酸,有二氧化碳气体产生。

$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

复习题

1.填空：

(1)甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氢气四种气体中，通入紫色石蕊试液中，能使试液变红的是__；能用于冶炼金属的是__；有剧毒的是__；可以燃烧的是__；可用作灭火剂的是__。

(2)只用一种试剂鉴别 $CaCl_2$、$AgNO_3$、Na_2CO_3 三种溶液，这种试剂是__。

2.选择：

(1)检验集气瓶内是否集满二氧化碳，正确的操作是(　　)。

A.将燃着的木条伸到集气瓶口

B.将燃着的木条伸入集气瓶中

C.向集气瓶倒入澄清的石灰水

D.将带火星的木条伸入集气瓶中

(2)下列物质分别跟 0.8 克氧化铜完全反应，所用质量最少的是(　　)。

A.碳　　B.一氧化碳

C.氢气　　D.10%的盐酸

(3)鉴别氮气、二氧化碳、一氧化碳和氧气四瓶无色气体时，需用(　)。

A.木炭、石灰水

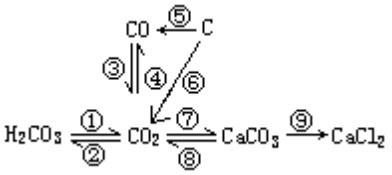
B.燃着的蜡烛、细铁丝

C.氧化铜粉末、硫磺

D.燃着的木条、澄清的石灰水

3.一种无色能溶于水的气体 A，其水溶液能使石蕊试液变红；A 能被澄清的石灰水吸收，产生白色沉淀 B；B 跟盐酸反应放出气体 A。写出 A、B 的化学式和有关反应的化学方程式。

4.完成下列变化的化学方程式，注明反应类型(化合、分解、置换、复分解)。



5.下图是一氧化碳性质实验的装置图。据图回答：

(1)写明 a、b、c 三处的现象。

A._____

B._____

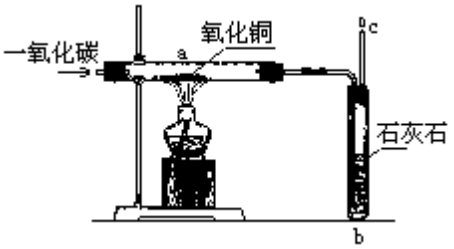
C._____

(2)写出有关反应的化学方程式。

A._____

B._____

C._____



6.充分锻烧 1 千克石灰石(含有受热不分解的杂质)得到 0.5 千克生石灰。计算这种石灰石中含碳酸钙的质量分数。

▲铁的性质

▲生铁和钢的成分及机械性能

▲钢铁的生锈和防锈

第十章 钢铁

钢铁广泛地用于工农业生产和日常生活，在数量上超过其它任何金属材料。这是因为构成地壳的元素中铁的质量分数约为 5%，占第四位。钢铁具有许多优良的性能，而且冶炼和加工方法也比较容易。所以，钢铁在国防和经济建设等方面起着重要的作用。

第一节 铁的性质

铁是一种光亮、银白色的金属

［想一想］根据图 10—1 中铁的某些用途，你能指出铁有哪些物理性质吗？

我们常见到的铁制品是黑色的，这是因为铁中含有碳等杂质的缘故。纯净的铁是光亮、银白色的金属，质软，密度是 7.86 克/厘米^3，熔点是 1535℃，沸点是 2750℃。铁具有良好的延展性、导热性和导电性，它的导电性比铜、铝略差。铁能被磁体吸引。

图 10-1　铁的某些用途

铁的化学性质比较活泼

大家常见的铁制品容易生锈，说明铁在空气里容易发生化学反应。在金属活动性顺序中，铁排在氢的前面，是一种较活泼的金属。

1.铁跟氧气的反应

常温下，铁在干燥的空气里不易发生反应，但铁能在氧气中燃烧。

［实验 10—1］用砂纸磨亮细铁丝并烧成螺旋状，一端系上一段火柴梗，另一端系在一根铁丝上。点燃火柴梗并伸入盛有氧气的集气瓶里（图 10—2），观察铁丝燃烧的现象和生成物的颜色、状态。

【想一想】实验所用集气瓶里要放少量水或在瓶底铺上一层细砂，为什么？

图 10-2　铁在氧气里燃烧

铁丝在氧气里剧烈燃烧，火星四射，生成一种叫做四氧化三铁的黑色固体，放出大量的热。为了防止溅落的四氧化三铁炸裂瓶底，所以瓶底须放少量水或铺上一层细砂。

$$3Fe+2O_2 \xlongequal{点燃} Fe_3O_4$$

加热时铁也能跟硫、氯气等非金属发生反应。

2.铁跟酸溶液反应

［实验 10—2］在分别盛有少量稀盐酸、稀硫酸的试管里，各放入二枚无锈的铁钉，观察现象。

【练一练】写出铁跟稀盐酸、稀硫酸发生反应的化学方程式。

3.铁跟硫酸铜溶液反应［实验 10—3］在盛有少量硫酸铜溶液的试管里，放入一枚无锈的铁钉，观察现象。

$$Fe+CuSO_4=FeSO_4+Cu$$

工业上用此原理从含铜的废渣、废液中回收铜。［议一议］

1.金属跟盐溶液发生置换反应的条件是什么？再写出铁跟另一种盐溶液发生置换反应的化学方程式。

2.若某厂的垃圾中含有铜末和氧化铜，请你设计回收铜的方法，并写出有关反应的化学方程式。

铁的物理性质

铁的化学性质(跟氧气发生化合反应、跟酸和某些盐溶液发生置换反应)

习题

1.选择：

(1)下列说法正确的是(　　)。

A.铁是具有黑色光泽的金属

B.因为铁能导电，所以电线都是用铁制的

C.铁能被磁体吸引

D.用钢铁来制造轮船因为铁的密度小

(2)下列物质不能与铁发生反应的是(　)。

A.氯气

B.硫酸钠溶液

C.盐酸

D.氯化铜溶液

2.把铁片分别投入稀硫酸、硫酸铜、硫酸钠溶液中，过一会儿，溶液质量会减少的是(　)溶液，溶液的质量会增加的是(　)溶液。

3.写出铁跟氧气、稀硫酸、硫酸铜溶液反应的化学方程式。

4.工业上用废硫酸与铁屑制绿矾($FeSO_4\cdot 7H_2O$)，若用含 30%硫酸的废酸液 100 千克，跟足量的铁屑反应，能制成多少千克绿矾？

【选学】

人体中的金属元素

人体中大约含有 60 种元素，其中金属元素主要有钾、钠、钙、镁、铁、锌、铝、铜、锰、钴、钼、铬等。这些金属元素，有的在人体内含量很少，但作用却不可忽视。

人体中含铁元素约 4 克，其中 75%在血液中，血液中的铁元素存在于血红蛋白中，从而使血液呈现红色。血红蛋白具有输送氧气、二氧化碳的功能，

保证了体内的新陈代谢活动。成年人每日约需 10 毫克铁，为防止缺铁，可多食用含铁较丰富的动物肝、脾、奶、蛋以及海带、蘑菇等食物。人体缺铁时会引起贫血，发生身体倦怠、面色苍白、甚至脱发、记忆力衰退等症状。这时就要服用硫酸亚铁等药物，并辅助服用维生素 C。

锌元素约占人体质量的 10^{-3}%，它主要集中在神经系统、性分泌腺和牙齿中，它是许多酶、激素和维生素的重要成分，对核酸的合成也有重要作用。成年人每日约需 10 毫克锌。由于大多数食物中都含有锌，因而人体内一般不会缺锌。但若缺锌时，会发生味觉、嗅觉障碍，还能引起牙齿、骨骼发育异常，甚至毛发脱落，皮肤溃疡等。

人体内的锰元素含量甚微，但它对造血器官、性分泌腺的功能具有重要的调节作用，对人体吸收、利用维生素 C、B，也有一定的促进作用。成人每日约需 7 毫克锰，人体所需的锰元素主要来源于小米、大豆、白菜、茄子、茶叶等。

铜元素是人体内的另一种微量元素，它在肝脏和细胞核中含量较多，铜虽然不是人体血液的主要成分，但却是制造血红蛋白的催化剂。另外，它还有调节心率的作用。缺铜时，会发生贫血、骨骼和关节疾病及冠心病等。为防止缺铜，可多食用含铜丰富的牛奶、酵母、鱼、水果等。

钾、钙、镁、钠等元素主要存在于体液中。例如，每升血液中约含 9 克氯化钠、0.42 克氯化钾、0.24 克氯化钙、0.2 克碳酸氢钠。钾和钙元素对心脏的活动有调节作用。钙还会影响血液的凝固作用。钙和镁都是骨骼的成分。

总之，金属元素对人体是必不可少的。研究金属元素在人体中的功能和作用，对探索生命的奥秘、防止疾病、延年益寿都具有深远的意义。

第二节 生铁和钢

我们常见的生铁和钢，不是纯净的铁，而是铁与碳等元素熔合而成的具有金属特性的物质，即铁的合金。我们把由两种或两种以上的金属(或金属跟非金属)熔合而成的具有金属特性的物质叫做合金。

硬而脆的生铁

［实验 10—4］展示生铁、炼钢生铁、铸造生铁和球墨铸铁的样品。

生铁的含碳量在 2%～4.3%，还含有硅、锰及少量硫、磷等杂质，机械性能硬而脆，易断裂，可铸不可锻。生铁可分下列几种。

炼钢生铁 这种生铁硬而脆，难于加工，用来炼钢。因为它的断口呈白色，又叫白口铁。

铸造生铁 这种生铁有良好的铸造、耐磨和切削性能，可用于制造各种铸件，如机床座、炉子、铁管等，但不能锻轧。因为它的断口呈灰色，又叫灰口铁。

球墨铸铁 由铸造生铁经过特殊加工而成。它的性能比一般铸铁好，某些机械性能接近于钢，而价格比钢便宜得多。可用来代替一部分钢材制造曲轴、齿轮、阀门等。

性能优良的钢

钢中的含碳量一般在 0.03%～2%之间，其它杂质含量也比生铁少，基本上不含硫和磷。机械性能比生铁优良，硬而韧，有弹性，延展性好，可铸可锻，易加工。按化学成分钢可分为碳素钢和合金钢。

碳素钢就是普通钢。根据含碳量的多少，一般把含碳量低于 0.3%的叫低碳钢；含碳量在 0.3%～0.6%之间的叫中碳钢；含碳量在 0.6%以上的叫高碳钢。含碳量越高，硬度越大；含碳量越低，韧性越强。高碳钢用来制造刀具、量具和冲压模具等。低碳钢和中碳钢多用于制造机器零件、管材等。

合金钢是在碳素钢中加入适量的硅、锰、钨、铬、镍等金属元素制成的钢。不同的合金钢具有各自的特殊的性能。例如钨钢、锰钢硬度很大，可用来制造拖拉机履带和车轴等；锰硅钢韧性强，可用来制造弹簧；镍铬钢难氧化，是一种不锈钢，用来制造化工生产上用的耐酸塔、医疗器械及用具等。

【选学】

钢的热处理

钢的机械性能除了跟含碳量和含其它元素的量有关外，工业上还可以进一步用其它的方法来改善钢的性能。

取一枚钢针，用镊子夹住一端放在酒精灯火焰上烧至红热后，立即放入冷水中，这个过程叫淬火。经过淬火处理，难以将其弯曲成 90°。把淬过火的钢针用镊子夹住，放在酒精灯上微热(不使钢针烧红)片刻，然后放在空气中冷却，这个过程叫回火。经过回火处理，可将其弯曲 90°。

钢通过淬火或回火等不同的方法处理后可得到不同的性能，这种改变钢

的性能的方法叫钢的热处理。淬火以后的钢可提高硬度、强度。如弹簧经淬火后，承受外力的能力提高 1～2 倍，但脆性也增大，易折断。为了消除脆性，淬火后还必须回火。经过淬火、回火等热处理，可提高钢的硬度、强度和韧性等优良性能，从而延长钢制品的使用寿命。像齿轮、镰刀、钳子、刀等都经过淬火、回火的热处理。回火总是在淬火后进行的，它不是一个独立工序。

钢铁的生锈

铁钉在水或干燥的空气(氧气)里不易生锈，在水和空气并存时易生锈，发生一系列的化学反应，生成铁锈。铁锈是一种疏松多孔的物质，成分复杂，主要成分是铁的氧化物的水化物，可用 $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ 表示。铁的生锈是一种缓慢的氧化过程。据统计，全世界每年由于铁的锈蚀而损失的钢铁达亿吨以上，约占钢铁年产量的 1/3。

钢铁制品的防锈

钢铁制品的防锈最常用的最简单的方法是使钢铁制品保持洁净、干燥，防止与潮湿空气接触。另外还可采取下列措施：

1.在钢里加入铬、镍等制成不锈钢。

2.在钢铁表面覆盖保护层，使钢铁制品与周围物质隔离开来。如给机床、枪炮等涂上机油，船身、自行车架等喷涂油漆，脸盆、铁碗等覆盖一层搪瓷，自行车圈和车把等镀上一层不易生锈的铬或锌等等。

我国铁矿资源丰富，分布很广。鞍山、本溪、包头、大冶、攀枝花、莱芜等地有大型铁矿。我国冶铁炼钢的历史悠久，从出土的距今两千多年前的铁器看来，我们的祖先发明炼铁不仅早，而技术也较高(图 10—3)。但由于几千年来的封建统治，又加上帝国主义的侵略，在解放前，钢铁工业处在极端落后的状态。生铁最高年产量仅 180 万吨，钢只 92.3 万吨。钢铁品种也极少。解放后，我国钢铁工业有了很大发展。钢的年产量，1952 年为 135 万吨，1957 年达 535 万吨。特别是十一届三中全会以来，我国的钢铁产量有了大幅度的提高，1990 年钢产量达到 6604 万吨，并且已能冶炼几百种钢和轧制几千种钢材。1990 年的平均每天的钢产量就比解放前年产量总和还多 7.5 万吨。1993 年，我国钢产量已突破 8868 万吨。

图 10-3　战国时代的铁范和农具

生铁和钢的主要成分和机械性能
钢铁生锈的原因和防锈方法

习题

1.生铁的含碳量在__之间，还含有等杂质，主要的机械性能__。

注：范——模子

钢的含碳量在__之间，与生铁比较其它杂质含量__，主要的机械性能__。

2.在下列物质名称后的括号内填上符合该物质的组成成分和用途的序号。

(1)低碳钢(　)　　(2)高碳钢(　)

(3)不锈钢(　)　　(4)铸造生铁(　)

A.含碳 2%～4.3%　　B.含碳低于 0.3%

C.含碳高于 0.6%　　D.含镍、铬

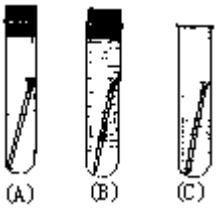
a.铸造铸件　　b.机器零件

c.化工设备的耐酸塔　　d.刀具

3.钢铁的生锈与什么有关？铁锈的主要成分是什么？若铁锈的主要成分以 Fe_2O_3 表示，写出用盐酸除去铁锈有关反应的化学方程式。

家庭实验

1.取三支试管(或透明的小瓶)和 3 枚干燥、无锈、无油的新铁钉进行下列操作。(1)在干燥的试管里，放入 1 枚铁钉后立即用塞子塞紧(图 A)。(2)试管内盛满刚煮沸的水，投入 1 枚铁钉后立即用塞子塞紧，试管内不要留有气泡(图 B)。(3)试管内盛少量水投入 1 枚铁钉，让铁钉一半露出水面，一半浸在水中，敞口放置(图 C)。过三四天后观察现象。



2.取三枚缝衣服的钢针进行如下操作。

(1)用镊子夹住一枚在火焰(蜂窝煤、煤气、蜡烛、煤油灯等都可以)上加热至红热，立即投入冷水中。

(2)用镊子夹住另一枚，在火焰上加热至红热，立即投入冷水中，片刻后，取出钢针擦干用镊子夹住原来夹过的一端，在火焰上微热(不烧红)一会儿在空气中冷却，比较未经处理的钢针与经过

(3)两种热处理的钢针的可弯曲性能。

【选学】

生铁的冶炼

由于铁的化学性质比较活泼，所以分布在地壳中的铁都以化合态存在，我们把自然界中能用来炼铁的含铁矿物叫做铁矿石。

我国铁矿资源极为丰富，仅次于苏联和巴西，居世界第三位。铁矿石的种类很多，重要的有磁铁矿(主要成分是 Fe_2O_3)，赤铁矿(主要成分是 Fe_2O_3)，褐铁矿［主要成分是 $Fe_2O_3 \cdot 2Fe(OH)_3$］，菱铁矿(主要成分是 $FeCO_3$)等。铁矿石里除含铁的化合物外，还含有脉石(主要成分是 SiO_2)和硫、磷、锰等杂质。

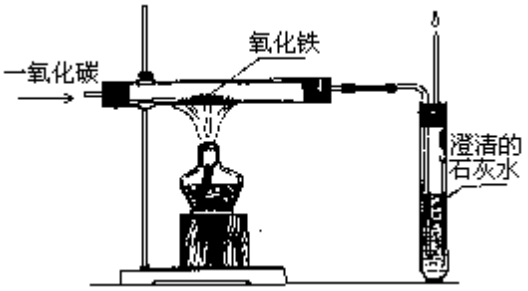
我们已学过用氢气、一氧化碳可以从金属氧化物中还原出金属单质。那末，铁矿石跟一氧化碳在高温下反应能生成什么物质？

让我们来做这样的实验：在硬质玻璃管中放入红色的氧化铁粉末，按下图装置进行实验。先通入一氧化碳，然后加热，观察氧化铁和石灰水的变化。经过一段时间后，停止加热，将硬质玻璃管中的物质取出，检验是否能被磁铁吸引。

上述反应的化学方程式为：

$$Fe_2O_3+3CO\xlongequal{\triangle}2Fe+3CO_2$$

可见，炼铁的主要反应原理是铁矿石在加热条件下被一氧化碳夺去了氧，还原出铁，同时生成二氧化碳。



炼铁一般是在高炉里连续进行的。(见示意图)高炉由炉喉、炉身、炉腰、炉腹、炉缸等五部分组成，并有进料口、进风口、出铁口、出渣口和高炉煤气出口。

炼铁的主要原料是铁矿石、焦炭、石灰石和空气。

炼铁时，把铁矿石、焦炭、石灰石按一定比例配成炉料，从炉顶进料口分批加入炉内，同时把预热过的空气从炉腹底部的进风口鼓入炉内。因为热的气体由下而上，炉料由上而下，它们在炉内充分接触，使反应得以顺利进行。同时又能使炉料逐步预热，使热能得以充分利用。在进风口附近，焦炭遇热空气燃烧生成二氧化碳，并放出大量热。

$$C+O_2\xlongequal{\text{点燃}}CO_2$$

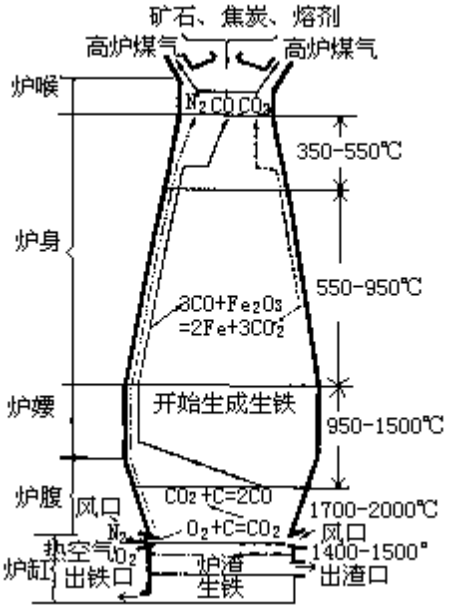
二氧化碳气体上升，跟赤热的焦炭反应，生成一氧化碳。

$$CO_2+C\xlongequal{\text{高温}}2CO$$

一氧化碳气体上升，跟从炉顶不断进入并逐渐下降的铁矿石接触。在炉身中部，绝大部分铁的氧化物被一氧化碳还原成铁。

在冶炼过程中，混在铁矿石里的锰、硅、磷等元素也会被一氧化碳从它们的化合物中还原出来。少量的碳、锰、硫、磷等在高温下熔合在铁里，成为生铁。

铁矿石里除了铁的氧化物外，还含有难熔化的脉石，如不把它除去，就会影响生铁的冶炼。加入的石灰石作为熔剂，用来除去脉石。因为石灰石在高温下分解生成氧化钙，能跟脉石里的二氧化硅起反应生成熔点较低的硅酸钙，从矿石里分离出来。



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

$$CaO + SiO_2 \xlongequal{高温} CaSiO_3$$

硅酸钙是炉渣的主要成分，从出渣口排出。

从高炉中放出来的铁水可以直接用来炼钢，或铸成铁锭或铸件。炉渣可以作为水泥、渣砖等的原料。从炉顶放出的一氧化碳、二氧化碳和氮气等混合气体叫高炉煤气。高炉煤气中含有一氧化碳，可作为气体燃料。

本章小结

一、铁的性质

1.物理性质 纯净的铁是光亮、银白色的金属，质软，熔、沸点较高，具有良好的延展性、导热性和导电性。

2.化学性质 铁是较活泼的金属，能跟氧气等非金属发生化合反应，能跟酸和某些盐溶液发生置换反应。

二、生铁和钢 合金

1.合金 由两种或两种以上的金属(或金属与非金属)熔合而成的具有金属特性的物质。生铁和钢都是合金。

2.生铁的成分生铁含碳量为 2%～4.3%，除碳外，还有硅、锰及少量的硫、磷等杂质。

3.钢的成分 普通钢含碳量为 0.03%～2%，其它杂质含量比生铁少，基本上不含硫和磷。

4.钢铁的生锈和防锈 钢铁跟空气、水等接触，就会发生化学反应而被腐蚀(生锈)。防锈方法通常是保持表面洁净、干燥或覆盖保护层和制成不锈钢。

复习题

1.选择：

(1)锌与铁的粉末状混合物要分离可利用(　)。

A.颜色不同　　B.密度不同

C.磁铁吸引　　D.稀盐酸处理

(2)钢铁生锈的原因是钢铁表面有(　)。

A.空气　　B.水

C.氧气　　D.水和空气

(3)生铁的含碳量在(　)，中碳钢的含碳量在(　)。

A.6%～7.2%　　B.2%～4.3%

C.0.6%～2%　　D.0.3%～0.6%

(4)由氧化铜、木炭和铁组成的黑色混合物中，要检验其中含有铁用(　)，要检验其中含有铁与氧化铜用(　)。

A.硫酸铜溶液　　B.水

C.苛性钠溶液　　D.硫酸溶液

2.指出下列说法的错误并予以改正。

(1)铁是一种不活泼的金属。

(2)铁在氧气中燃烧生成氧化铁。

(3)生铁能铸钢能锻。

(4)铁跟硫酸发生置换反应。

3.完成下列变化的化学方程式，并注明反应类型。

4.写出由氧化铜制取铜的两种不同方法所涉及的反应的化学方程式。

5.混有铜屑的氧化铜 8.3 克，跟 50 克硫酸溶液恰好完全反应，反应后过滤，得不溶于水的沉淀物 0.3 克，求：

①原混合物中铜屑的质量分数是多少？

②反应前硫酸溶液的溶质质量分数是多少？