

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

 **e-BOOK**
网络图书·学校专集

化 学

第一章 千变万化的化学世界

现在，我们开始学习一门新的自然科学——化学。什么是化学？为什么要学习化学？怎样学好化学？这就是本章要解答的问题。

我们生活在五彩缤纷的物质世界里。蓝天上的白云，江河里的流水，山上的岩石，地下的矿藏，花草树木，虫鱼禽兽，以及我们身体各个器官的组织，都是由形形色色、丰富多彩的物质组成的。

一、物质的变化

自然界里的物质，每时每刻都在不停地变化着。例如，江河湖海里的水，能蒸发变成水蒸气，在天空中形成朵朵白云，遇冷以后就会凝成雨滴或雪花降落在大地上。

实验 1—1 水的状态变化

把盛有少量水的试管，斜夹在铁架台上（图 1—1）。用酒精灯在试管底部小心加热。当水沸腾后，把一块洁净的玻璃片移近试管口，观察玻璃片上有什么现象发生。

通过实验看到，水遇热变成水蒸气，虽然物质的状态发生了变化，但没有生成其他物质。这种没有生成其他物质的变化叫做物理变化。在我们生活的周围，有许多类似的变化。例如，小麦磨成面粉、酒精和汽油的挥发、铁水铸成锅、蜡烛受热熔化等都是物理变化。

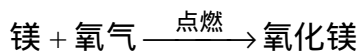
物质的变化是多种多样的。除物理变化外，还有其他变化。

实验 1—2 镁带的燃烧

取一段镁带（约 5cm），用坩埚钳夹住，在酒精灯火焰上点燃（图 1—2），观察产生的现象。

实验表明，镁带燃烧时放出大量的热，同时发出耀眼的白光，镁带逐渐“消失”，在石棉网上留下一一种不同于镁的白色固体物质——氧化镁。

节日里燃放的焰火中，有时出现闪烁的银光，这是镁粉燃烧时发生的现象。这个变化可以表示如下：

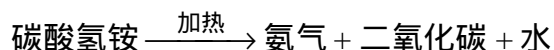


实验 1—3 加热碳酸氢铵

取少量碳酸氢铵（一种化肥），放入干燥的试管里，使试管口略向下倾斜着固定在铁架台上。用酒精灯微热试管底部，约半分钟后，将湿润的红色石蕊试纸放在试管口（图 1-3，），观察有何变化。

将火移去。立即用带有弯导管的橡皮塞将试管口塞紧，弯导管的另一端插入澄清石灰水中（图 1—3，），再加热，直到碳酸氢铵完全消失。观察有何现象。

实验表明，碳酸氢铵加热时，生成一种有刺激性气味的气体，这种气体是氨气，它能使湿润的红色石蕊试纸变为蓝色；同时还生成一种能使澄清石灰水变浑浊的气体，这是二氧化碳；此外，还可以看到在靠近试管口部的内壁上出现雾状小水珠。证明碳酸氢铵受热，生成氨气、二氧化碳和水三种其他的物质。这个变化可以表示如下：



镁带燃烧和碳酸氢铵受热这两个实验的共同特征是物质变化时都生成了其他的物质，这种变化叫做化学变化，又叫做化学反应。在化学变化中，都伴随着发生能量的变化。此外，还可能有发光、变色、放出气体、生成沉淀等。这些现象常常可以帮助我们判断有没有化学变化发生。

二、物质的性质

物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。例如，镁能在空气中燃烧生成氧化镁；碳酸氢铵受热后能生成氨气、二氧化碳和水；铁在潮湿的空气中能生锈；汽油、酒精、煤气、木柴能燃烧等，都是它们的化学性质。

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质，如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度、溶解性等，叫做物理性质。

为什么各种物质具有不同的性质呢？这与它们的构成有关。那么，物质又是由什么构成的呢？

三、物质的构成

早在 2000 多年以前，古希腊的哲学家德谟克利特（Democritus，约公元前 460 ~ 前 370）就曾经思考过这个问题。有一次他到河边散步，站在沙滩上凝视着水中的鱼群，思索着鱼为什么能在水中游来游去？他想：河里的水是一个不可分割的整体，还是由分到最后不能再分的微粒构成的呢？如果是不可分割的整体，为什么鱼可以在它中间自由自在地游来游去呢？当他发现自己的双脚排开沙粒而陷入沙滩之后，恍然大悟，他认为水也可能是由无数个不能再分的微粒构成的。在此基础上，他又对许多现象进行了观察、分析，认为所有的物质都是由不能再分的微粒构成的。

人们经过长期的科学实验和分析，证明物质确实是由许许多多肉眼看不见的分子、原子等微粒构成的。

在日常生活中，许多现象都能帮助我们理解分子是构成物质的一种微粒。例如，湿衣服晾晒干就是由于水的分子在风吹日晒下扩散到空气中去了。当我们走到鲜花盛开的花圃附近，由于具有香味的分子扩散到空气中，飘进我们的鼻孔，就闻到香味。把糖块放进水里溶解，水就有了甜味，说明

糖的分子扩散到水分子的间隙之中。

【议一议】把 1 体积的玉米（或大豆）跟 1 体积的小米混合起来，总体积是否等于 2 体积？为什么？

下面再来观察和研究两种液体混合的实验。

实验 1—4 水和酒精等体积混合

取一根长约 30cm，直径约 1cm 的玻璃管，将下端管口封闭，在离管底 10cm 处和 20cm 处分别捆 1 个橡皮筋作标记。先向玻璃管中注入蒸馏水至 10cm 处（图 1—4， ），然后再向管中注入酒精至 20cm 处（图 1—4 ），用手指堵住管口，反复颠倒玻璃管，再使玻璃管竖直（图 1—4， ），观察液面有何变化。

实验表明，水跟酒精均匀混合后，总体积小于混合前它们的体积之和。这是因为水分子和酒精分子互相渗入对方分子之间的空隙里。如果在一杯清水中，滴入几滴红墨水，不久，整杯水都变成红色。这说明分子是构成物质的一种微粒，分子之间有空隙，也说明分子在不停地运动。

气态物质的分子之间的间隔很大，而液态和固态物质的分子之间的间隔都很小。物质的三态变化，其实质就是分子间间隔的增大或缩小。例如，水在受热时，水分子的运动加速，水分子之间的距离增大，就变成了水蒸气。水蒸气遇冷时，分子运动的速度减慢，分子之间的距离缩小，而凝结成液态的水。

虽然水蒸气和水状态不同，但都是由水分子构成的。变来变去水分子本身没有改变，水的化学性质没有改变，它属于物理变化。当物质发生化学变化时，它的分子起了变化，不能保持原物质的化学性质。所以，分子是保持物质的化学性质的一种微粒。同种物质的分子，性质相同；不同种物质的分子，性质不同。

分子的体积很小。有人计算过，如果 1 滴水的体积约是 1/20mL，大约含有 1.67×10^{21} 个水分子。假设水分子可以一个一个地去数，每人每分钟能数 100 个，让 10 亿人日夜不停地数，需要 3 万年才能数完。你能想象出地球跟乒乓球的体积比吗？乒乓球跟水分子的体积比也近似这么大。分子的体积这么小，我们用肉眼是看不到的。现在，已能通过科学仪器把分子放大几十万倍来进行拍摄。图 1—5 就是用扫描隧道显微镜拍摄的苯分子图像的照片。这有力地证实了分子是真实存在的。

分子的质量非常小。例如，1 个水分子的质量大约是 3×10^{-26} kg。在 1g 水里约含有 330 万亿亿个水分子。

四、化学研究的主要任务

物质发生的化学变化，有些对人类的生存和发展有利。例如，煤炭、石油、天然气燃烧生成大量的热，为我们提供能源；利用石油作原料，制造塑料、合成纤维、合成橡胶、洗涤剂、药品等，满足我们的各种需要。有些化学变化对人类的生存和发展不利。例如，食品的腐烂、金属的锈蚀等。如何发展对人类有利的化学变化，抑制不利的变化，是化学研究的一项主要任务。化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的一门基础自然科学。

我国是世界上具有悠久文明历史的国家之一。我们的祖先在很早以前，就利用物质的变化制取所需要的物质。譬如，早在 5000 多年前，就能用粘土制造彩陶；商代已能制造精美的青铜器；春秋晚期能炼铁；战国时期已有炼钢技术；东汉时期发明了造纸术；唐代制作黑火药的技术已在民间广为流传。这些发明都为人类文明的进步和发展作出了重要贡献。但是，到了近代，由于封建制度腐败和帝国主义的侵略，使我国科学技术的发展停滞了。在解放前，生产处于落后状态，甚至连煤油、烧碱等都要依赖国外进口。解放后，我国的石油、化学等工业起了巨大的变化，化学工业已发展成为一个具有一定规模、行业基本齐全的工业部门。化学科学研究也不断取得新成就，例如，我国在世界上首先人工合成了结晶牛胰岛素等构成生命的物质；原子弹、氢弹、导弹的试验成功；人造地球卫星的成功发射和准确回收等。这些都标志着我国科学技术已达到了世界先进水平。

河北省地处华北平原，东临渤海，西倚太行山，幅员广阔。地下的煤炭、石油，山脉的岩石、矿藏，海水中的盐分，都是化学工业的宝贵资源。改革开放以来，新建和扩建了一批大、中型炼油厂、钢铁厂、焦化厂、水泥厂、化肥厂、化纤厂、玻璃厂、制药厂、胶片厂等，对河北省的经济发展起着重要作用。

我们要学习一些化学基本概念和基本原理，学会运用化学知识解释或解决生产和生活中的一些化学现象和问题，为将来从事化学科学研究、工农业生产、保护自然环境等奠定基础。可见，学习化学是提高 21 世纪公民素质的需要。

怎样才能学好化学呢？因为化学是一门以实验为基础的自然科学，在学习中一定要重视实验，做好实验；要熟悉重要物质的组成和性质；要理解化学基本概念和基本规律；要了解化学知识在生产和生活中的应用，做到理论联系实际；要掌握常用的化学用语；要不断提高自己的观察、思维、实验和自学等方面的能力。

为了振兴中华，加速我国社会主义现代化建设，对人类的文明进步作出新贡献，我们一定要努力学好化学。

【议一议】什么是化学？为什么要学习化学？怎样才能学好化学？

课外小实验

观察蜡烛燃烧

观察蜡烛的颜色、状态、构造，然后点燃，观察燃烧时火焰的情况及各种现象，几分钟后熄灭蜡烛。将仔细观察到的各种现象记录下来。

全章小结

一、什么是化学

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的一门基础自然科学。

二、物质的构成

分子是构成物质的一种微粒。分子是保持物质的化学性质的一种微粒。同种物质的分子性质相同，不同种物质的分子性质不同。分子的体积很小，质量也很小，分子之间有间隔，分子在不停地运动着。

三、物质的性质、变化

1. 物质的性质

(1) 物理性质 物质在不需要发生化学变化就表现出来的性质（如状态、颜色、气味、熔点、沸点、密度、溶解性等）。

(2) 化学性质 物质在化学变化中表现出来的性质。

2. 物质的变化

(1) 物理变化 没有生成其他物质的变化。

(2) 化学变化（化学反应） 物质变化时生成了其他物质的变化。

复 习 题

1. 填写下列空白

(1) 分子是保持物质_____的一种_____。同种物质的分子，化学性质_____；不同种物质的分子，化学性质_____。

(2) 物质在化学变化中表现出来的性质叫做_____性质，不需要通过化学变化表现出来的性质叫做_____性质。

(3) 一般物质（如水）在不同条件下有三态（固、液、气）的变化，主要是由于构成该物质的_____等缘故。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列变化属于物理变化的是 []

(A) 灯泡通电发热发光

(B) 木炭燃烧发热发光

(C) 蜡烛燃烧

(D) 碳酸氢铵受热变成气体

(2) 下列变化属于化学变化的是 []

- (A) 酒精燃烧
- (B) 汽油挥发
- (C) 薄铁板制成铁桶
- (D) 冰融化成水

(3) 湿衣服在阳光下晒干是因为 []

- (A) 水分子受热起了化学变化
- (B) 水分子不断运动而扩散到空气中去了
- (C) 水分子变成了其他物质的分子
- (D) 水分子渗透到衣服中去了

3. 利用分子的观点解释下列现象

- (1) 水在夏天比在冬天蒸发得快。
- (2) 压瘪了的乒乓球用开水浸泡后，可以复原。
- (3) 汽油桶必须把盖拧紧密封，存放在阴凉处。

4. 判断下列各题的说法是否正确，并将错误的说法改正

- (1) 玻璃破碎时因为没有新物质生成，所以没有发生变化。
- (2) 镁带在空气中燃烧生成了其他物质，所以是化学变化。
- (3) 凡有颜色变化或发光发热或生成气体，或产生沉淀等现象的变化是化学变化。

5. 到附近的化工厂进行调查，了解该厂主要生产的产品及其用途，并了解该厂主要使用哪些化工原料。

第二章 空气 氧

我们生活的地球被一层约 2000km ~ 3000km 厚的空气包围着。人类和生物如果离开空气，就无法生存。空气除了供给呼吸外，还是人类生存和发展的宝贵自然资源。那么，空气是由哪些物质组成的？空气有哪些重要用途？什么是空气的污染？应当怎样保持空气的洁净？本章将要讨论这些问题，并着重研究空气中的一种重要成分——氧气。

第一节 空气——宝贵的自然资源

一、空气成分的研究

人们尽管天天生活在空气中，但对空气的科学认识却是很晚的。人们曾长期把空气看做是一种单一的物质。直到 18 世纪，当科学家们对空气成分做了深入研究后，才认识到空气并不是由单一的物质组成的。空气究竟是由哪些物质组成的呢？让我们通过实验来研究这个问题。

实验 2—1 空气里氧气含量的测定

在一湿润的广口瓶的瓶口上，配一只带有燃烧匙和玻璃导管的橡皮塞；导管的另一端伸入盛水的烧杯里。将广口瓶的容积分为 5 等分。点燃盛在燃烧匙中过量的红磷，并立即塞紧橡皮塞（图 2—1），待停止燃烧后，打开弹簧夹，仔细观察现象。

通过实验看到，红磷燃烧时有大量白烟生成；当打开弹簧夹时，烧杯里的水通过导管流入广口瓶里，且流入水的体积约占广口瓶容积的 $\frac{1}{5}$ 。为什么红磷燃烧时只消耗了广口瓶内空气的 $\frac{1}{5}$ ，而不是全部呢？这是因为红磷燃烧只消耗了空气中的氧气，它约占空气体积的 $\frac{1}{5}$ 。广口瓶内剩余的约 $\frac{4}{5}$ 体积的气体，主要成分是不能支持燃烧的氮气。

在研究空气成分的过程中，许多科学家都曾做过类似的实验。在 18 世纪 70 年代，瑞典化学家舍勒（K.W.Scheele, 1742 ~ 1786）和英国化学家普利斯特里（J.Priestley, 1733 ~ 1804）曾先后发现并制得了氧气。法国化学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier, 1743 ~ 1794）在前人工作的基础上，通过实验得出了空气是由氧气和氮气组成的结论。

选学

拉瓦锡研究空气成分的著名实验

拉瓦锡把少量汞（俗称水银）放在密闭的曲颈甑里，连续加热 12 天（图 2—2），发现水银沸腾后有一部分变成红色粉末，同时容器中空气的体积差不多减少了 $\frac{1}{5}$ 。拉瓦锡把点燃的蜡烛放入剩余的那部分气体中，烛火立即熄灭；把小鼠放进去，小鼠窒息而死。这说明剩余的气体既不能供给呼吸，维持动物的生命，也不能支持燃烧。它就是氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。

拉瓦锡把水银表面上所生成的红色粉末（后来证明是氧化汞）收集起来，对它加强热，又得到了水银和一种气体。这种气体跟普利斯特里等人所

制得的氧气性质相同，证明它是氧气。而且氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的空氣的体积。他把这些氧气重新加到原先的玻璃罩里，跟剩余的气体混合，结果得到的气体跟空气的性质完全一样。通过这些实验，拉瓦锡得出了空气是由氧气（约占 1/5 体积）和氮气（约占 4/5 体积）组成的结论。

稀有气体的发现

在 19 世纪末以前，人们深信空气中仅含有氧气和氮气。1882 年，英国物理学家雷利（Lord Rayleigh，1842 ~ 1919）在研究空气中各种气体的密度时，偶然发现从空气中分离得到的氮气密度，比从含氮物质里制得的氮气密度大 0.0064g/L。对于这微小的差异，开始他认为是在测定中发生的误差所致。但经过反复测定，结果仍相差 0.0064g/L。他排除了测定误差的可能，并推测从空气中分离出的氮气中一定还含有未知的气体。经过 12 年不懈努力，他终于从空气中分离出一种新的气体。与此同时，英国化学家拉姆塞（Sir W. Ramsay，1852 ~ 1916）用其他方法也从空气中得到了这种气体。由于这种气体极不活泼，所以命名为氩（拉丁文原意是“懒惰”）。在以后的几年里，拉姆塞等人又从空气中陆续发现了氦、氖、氙、氡等气体。长期以来人们习惯称它们为“惰性气体”，近年来发现有些惰性气体在一定条件下也能跟其他物质发生化学反应，因此称它们为惰性气体就不很恰当，故改称为稀有气体。

19 世纪末到 20 世纪前期，由于科学家们的不懈努力，通过精确的实验证明，空气中除含有氧气、氮气外，还含有少量的稀有气体、二氧化碳、水蒸气、其他气体和杂质。空气的成分按体积含量计，大致是氮气 78%、氧气 21%、稀有气体 0.94%、二氧化碳 0.03%、水蒸气及其他气体和杂质 0.03%（图 2—3）。空气的成分，一般来说是相对稳定的。但由于地区、环境不同，会有不同程度的变化。

二、混合物与纯净物

空气中的氧气、氮气、稀有气体、二氧化碳等各种物质，在通常的条件下，它们保持各自原来的性质。这些物质只是混合在一起，相互之间并没有发生化学反应。我们把这类由多种物质混合而成的物质叫做混合物。凡由分子构成的物质，它们的混合物是由不同种分子混合而成的。

纯净物跟混合物不同，像氧气、氮气、二氧化碳这样的物质，都是由一种物质组成的叫做纯净物。从分子的观点来看，氧气只是由氧分子构成的，凡由分子构成的物质，如果是由同种分子构成的就是纯净物。一般来说，世界上没有绝对纯净的物质。在黄金饰品里常有“赤金”、“足金”之称。然

而，“金无足赤”就是说完全纯净的黄金是没有的。通常说的“24K金”，仅指含金量达99.99%以上。

三、空气主要成分的用途

氮气是空气中体积分数最大的一种气体。纯净的氮气是没有颜色、没有气味、没有味道的气体。它的密度比空气略小。在水中很难溶解。在常压下，氮气冷却到-196℃时变成无色的液体。液态氮是一种优良的冷冻剂，在医学上用来保存血液和活组织。例如，新鲜血液通过液氮冷冻处理制成的冻干人血浆，可以保存5年左右。在科学研究中常用液氮制造低温环境。由于氮气不能供给呼吸，在氮气中害虫会窒息，植物的代谢作用会减慢，所以氮气常被用于保藏珍贵的书画，贮藏粮食、蔬菜、水果等。由于氮气的化学性质不活泼，不容易跟别的物质起反应，工业上利用氮气作焊接金属的保护气。也用于充填灯泡以减慢钨丝的蒸发，使灯泡经久耐用。

以氮气和氢气为原料可以合成氨气。氨气再经一系列的化学反应，可以制得氮肥、染料、炸药等多种含氮的物质。在大雷雨时，空气中的氮气和氧气经过一系列的反应，使土壤从空气中得到氮肥。据估计，全世界每年因发生雷电而溶入土壤里的氮肥约有 4×10^8 t（4亿吨）。此外，豆科植物的根部有根瘤菌，能把空气中的氮气变成可供植物吸收的养分。

氧气是人类生存和发展不可缺少的物质，它的重要用途将在“氧气的性质和用途”中介绍。

选学

稀有气体的用途

稀有气体是氦、氖、氩、氪、氙等气体的总称。这些气体在生产和科学研究中，应用也比较广泛。

由于稀有气体一般不与其他物质发生化学反应，在一些工业生产中，常常用它们作保护气。例如，用电弧焊接火箭、飞机、轮船、导弹等用的不锈钢、铝或铝合金等时，可以用氩气来隔绝空气，防止金属在高温下跟其他物质起反应。还可以把氩气和氮气混合充入灯泡里，使灯泡经久耐用。由于氦气比空气轻，又不会燃烧，现在已用它代替氢气充填气球、气艇。氦气与氧气混合制成人造空气，可供潜水员呼吸。

稀有气体在电光源中有特殊的应用。在灯管里充入氖气的氖灯，通电时发出的红色光，能透过浓雾，可用作航空、航海的指示灯。在灯管里充入氙气的氙灯，通电时发出蓝紫色光；在灯管里充入氪气的氪灯，通电时发出粉红色光；在不同材质的玻璃灯管里充入不同含量的氦、氖、氩的混合气体，就能制得五光十色的霓虹灯。在灯管里充填少量的汞和氩气，灯管的内壁涂

上荧光物质，通电时就能发出近似日光的可见光，所以叫日光灯。充填氙气的高压长弧灯，通电时能发出比荧光灯强几万倍的强光，因此叫做“人造小太阳”，可用于广场、体育场、飞机场等照明。

氙气、氦气、氩气还可用于激光技术。

四、人类需要洁净的空气

近年来，由于人口急剧增长，工业、交通业迅速发展，煤炭、石油等矿物燃料的用量激增，使空气中的二氧化碳含量日益增加，同时一氧化碳、二氧化硫、氮的氧化物等有害气体及有害粉尘的含量不断增多，从而造成城市及其周围地区空气的污染。在农村和林区，由于对自然资源不适当的开发，如滥伐林木，毁草造田、围垦造田、焚烧秸秆，以及一些工业企业任意排放废气等，在一定程度上破坏了生态平衡。

空气污染不仅危害人体健康，还会损害动物、森林、作物、花卉；毁坏织物，使染料褪色；腐蚀金属、文物古迹等。

鉴于空气污染给人类和大自然带来的危害，因此在发展生产的同时，必须充分认识保护环境的重要意义。我们必须采取有力措施，防治空气污染，保护生态平衡。防治空气污染的措施大致可分为两大类。一类是物理方法，使污染物从废气中分离出来。例如，燃料燃烧后，使废气先通过除尘器或用水淋洗，清除掉绝大部分烟尘后再排放。另一类是化学方法，如用化学方法使含硫的燃料脱硫，或使废气中有害的物质经过一系列的化学反应转变成有用的物质、或者转变成无害成分后再排放。此外，还可采用改变燃料的结构和成分，如将煤加工成管道煤气，以减少煤燃烧时产生的烟尘和一氧化碳。同时，还应当大力开展植树造林，栽花种草，增加绿地覆盖面积，以保护人类赖以生存的环境。

选学

人类的天然保护伞——臭氧层

在地球上空 10km ~ 50km 的大气层中，集结着大量的臭氧分子，形成一层天然屏障，它吸收了太阳光中绝大部分波长较短的紫外线，使地球上的生物免遭过量紫外线辐射的危害。如果臭氧层受到破坏而变得稀薄，就会给人类带来灾祸。

1986 年，科学家通过卫星发现，在南极和北极上空出现了臭氧空洞。臭氧层为什么会变得稀薄，甚至出现空洞呢？多数科学家认为，主要是人类向空气中排放一些有害物质而引起的。例如，超音速飞机在高空中飞行时，排放的一氧化氮能促进臭氧变成氧气。另外，冰箱及空调器中的致冷剂氟利昂（含氯和氟的有机化合物），一旦逸散到空中，与高能紫外线发生作用，就

会生成破坏臭氧层的物质。因此，科学家提出限制使用氟利昂及其他能损害臭氧层的化学物质，以防止臭氧层进一步遭到破坏。

习 题

1. 举例说明下列概念的含义

(1) 混合物 (2) 纯净物

2. 填写下列空白

(1) 空气是一种____物，它主要由____气和____气组成。其中体积含量最多的是____气，约为____%，其次是____气，约为____%。组成空气的各种成分，都保持着各自原来的_____。

(2) 氮气是一种____颜色、____气味、____味道的气体，它的密度比空气____，在水中很难_____。

(3) 随着近代工业的发展和燃料用量的激增，空气受到污染。例如____、____、____等使城市空气污染日益严重。防止空气污染的基本方法，一是____方法，另一是____方法。

3. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 空气中含有氧气和氮气的体积比约为 []

(A) 5 1

(B) 1 5

(C) 4 5

(D) 1 4

(2) 下列物质属于纯净物的是 []

(A) 海水

(B) 泥土

(C) 井水

(D) 蒸馏水

(3) 下列物质中，可以用作制氮肥原料的是 []

(A) 空气

(B) 二氧化碳

(C) 氮气

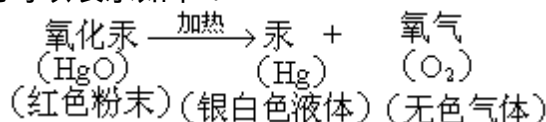
(D) 稀有气体

第二节 原子原子量

一、分子能不能再分

分子是构成物质的一种微粒。那么，分子能不能再分成更小的微粒呢？为了解答这个问题，先来认识一个实验。

取少量红色氧化汞粉末，放入干燥的试管里，在酒精灯火焰上加热。几分钟后，就会看到试管内壁附着许多银白色的汞（俗称水银）。将带火星的木条插入试管里，木条能复燃，证明在生成汞的同时，还生成了氧气。科学研究证明，氧化汞受热时，它的分子会分解为更小的汞微粒和氧微粒。每两个氧微粒结合成一个氧分子，许多氧分子构成了氧气；许多个汞微粒聚集成金属汞。这个变化可以表示如下：



这说明氧化汞分子在化学反应中是可分的，由它分解生成的汞微粒和氧微粒，在化学反应中不能再分。科学上把这种在化学反应中不能再分的微粒叫做原子。在化学反应中分子发生了变化，生成新的分子，而原子仍然是原来的原子。因此，原子是化学变化中的最小微粒。

根据上面的论述，可以把氧化汞分解生成汞和氧气的反应，用下图形象地表示（图 2—4）：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。原子也可以直接构成物质。例如，金属汞是由汞原子直接构成的。铁、铝、铜、镁、锌等金属也都是由原子直接构成的。

原子的体积很小。如果有可能把 1 亿个氧原子排成一行，它们的长度也只有 1cm 多一些。因此，肉眼看不见原子。现在人们已能通过科学仪器拍摄出原子的照片。图 2—5 是用扫描隧道显微镜摄制的显示硅原子图像的照片。图中的亮点表示硅原子。

原子的体积虽然很小，也有一定的质量。原子和分子一样，也在不停地运动着。

【想一想】原子和分子有什么不同？

选学

人类认识原子和分子的简史

远在公元前 5 世纪，希腊哲学家德谟克利特就提出了物质是由不连续的

微粒构成的想法，并把这些微粒叫做原子（希腊文原意是“不可分割”）。我国古代的学者提出了物质的“端”的概念，认为它是物质不能再分的最小单位。例如对于1根铜丝，端就是相当1个铜原子。这些古代原子观念是人们根据对自然现象的观察、想象和推测提出来的，但没有经过实践的验证。

到了17和18世纪，由于科学家对气体性质和热现象的研究，积累了大量事实，论证了原子和分子的存在。英国科学家道尔顿（J. Dalton, 1766~1844）于1803年提出了原子学说，他认为物质是由原子构成的，原子是微小的不可分割的实心球体，同种原子的性质和质量都相同。但是他没有把原子和分子区别开来。尽管道尔顿的原子学说还很不完善，但对化学的发展却起了十分重要的作用。

1811年，意大利物理学家阿伏加德罗（A. Avogadro, 1776~1856）提出了分子学说，他认为分子是任何物质中能够独立存在的最小微粒，并且指出了分子和原子的区别和联系。他的假说直到19世纪60年代才被科学界公认。人们把物质由原子、分子构成的学说叫做原子—分子论。自从用原子—分子论来研究物质的性质和变化后，化学才开始成为一门科学。到了20世纪，人们不仅通过大量实验证实了原子的存在，而且还发现原子虽然很小，结构却很复杂。在化学变化中不可分，但在特定条件下还是可分的。随着科学技术的迅速发展，人类对物质结构的认识正在不断深化，已远远超过原子—分子论的水平。

二、原子能不能再分

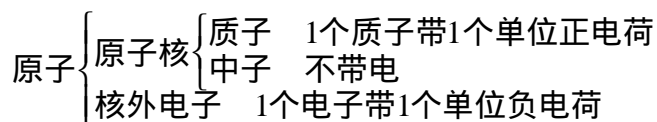
原子在化学反应中不能再分，它是不是最小微粒，能不能再分呢？1897年，英国科学家汤姆生（J. J. Thomson, 1856~1940）发现了电子，并且认为一切原子中都含有电子，从而使人们认识到原子并不是构成物质的最小微粒，它本身还有复杂的结构，还可以再分。从此，人们开始揭示原子内部奥秘的研究。

科学实验证明，原子是由居于原子中心的带正电的原子核和核外带负电的电子构成的。由于原子核所带的电量和核外电子所带的电量相等，但电性相反，因此原子显电中性。不同类的原子，它们的原子核所带的电荷数（核电荷数）彼此不同。如氢原子，原子核带1个单位正电荷，核外有1个电子带1个单位负电荷；氧原子，原子核带8个单位正电荷，核外有8个电子带8个单位负电荷。同种原子的核电荷数是相同的。

原子核极小，原子核的半径约为原子半径的万分之一，原子核的体积只占原子体积的几千亿分之一。假设原子有一座十层大楼那样大，原子核却只有直径约1cm的圆球那样大。因此，相对来说，原子核外有一个“空旷”的区域，电子就在这个空间里作高速的运动。

原子核虽小，但仍有复杂的结构，它还可以再分。科学实验证明，原子核是由质子和中子两种微粒构成的。每个质子带一个单位正电荷，中子不带电，可见原子核所带的正电荷数，就是核内的质子数。在原子中，原子核内有多少个质子，核外就有相同数目的电子。

原子内部各种微粒的构成关系表示如下：



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

【议一议】在一个原子中，核电荷数、核内质子数和核外电子数之间有什么关系？

表 2—1 列出了几种原子的构成情况。

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

三、原子量

原子虽然很小，但也有一定质量。不同原子的质量各不相同。表 2—2 列出几种原子的质量。

表 2—2 几种原子的质量

原子种类	一个原子的质量/kg
氢	1.674×10^{-27}
碳	1.993×10^{-26}
氧	2.657×10^{-26}
铁	9.288×10^{-26}

这样小的数字，书写、记忆和使用都很不方便，就像用吨作单位表示一粒小麦的质量一样，显然，以千克或克这样的质量单位来表示原子的质量是

不合适的。因此，在科学上一般不直接采用原子的实际质量，而是用相对的原子质量来表示。国际上规定，以一种碳原子质量的 $1/12$ （约 $1.66 \times 10^{-27} \text{kg}$ ）作为标准，其他原子的质量跟它相比较所得的值，就是该种原子的原子量（又称相对原子质量）。

例如，铁原子的质量为 $9.288 \times 10^{-26} \text{kg}$ ，其原子量为：

$$\frac{9.288 \times 10^{-26} \text{kg}}{1.66 \times 10^{-27} \text{kg}} = 55.9 \quad 56$$

其他原子可依此求出其原子量。例如，氢原子的原子量约为 1，氧原子的原子量约为 16，镁原子的原子量约为 24 等。由此可见，原子量是一个比值，它的国际单位制（SI）单位名称为一，单位符号为 1（单位符号 1 一般不写出）。一般化学计算可采用原子量的近似值。使用时可查阅表 2—5 或书后附录。原子核中质子和中子的质量约相等，都约等于碳-12 原子质量的 $1/12$ ，也就是跟 1 个氢原子的质量近似相等。电子的质量很小，仅约相当于质子或中子质量的 $1/1836$ 。因此，原子的质量主要集中在原子核上。

习 题

1. 填写下列空白

(1) 原子是_____反应中的_____微粒。在化学反应中_____可以再分，而不能再分。

(2) 原子是由居于中心的原子核和核外带_____的_____构成。一般原子核是由_____和_____两种微粒构成的，其中_____带正电荷，_____不带电。整个原子显电_____性。

(3) 以一种_____原子质量的_____作为标准，其他原子的质量跟它相比较所得的_____就是该种原子的原子量。原子量是一个_____，它的单位符号是_____。

(4) 原子 A 核外有 25 个电子，核内有 30 个中子。它所含的质子数为_____。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列对原子构成的说法中不正确的是 []

- (A) 原子的构成中一定含有质子
- (B) 原子的构成中一定含有中子
- (C) 原子的构成中的质子数一定等于电子数
- (D) 中性原子中一定含有电子

(2) 分子和原子的本质区别是 []

- (A) 分子质量大，原子质量小
- (B) 分子间有间隔，原子间没有间隔
- (C) 分子在化学反应中可分，原子在化学反应中不可分
- (D) 分子能直接构成物质，原子则不能

3. 填写表中的空格

名称	核电荷数	质子数	中子数	核外电子数
氧	8		8	
镁			12	12
硫		16	16	

第三节 元素 元素符号

一、元素

我们已经知道，氧分子是由氧原子构成的；氧化汞分子是由汞原子和氧原子构成的；二氧化碳分子是由碳原子和氧原子构成的。无论氧分子中的氧原子、氧化汞分子中的氧原子，还是二氧化碳分子中的氧原子，它们的原子核中都含 8 个质子，其核电荷数都是 8，是同一类的原子，它们统称为氧元素。由此可见，元素是具有相同核电荷数（质子数）的一类原子的总称。氧气、氧化汞、二氧化碳等物质中都含有氧元素；通常所说的氮肥，如尿素、硝酸铵、碳酸氢铵等，都含有氮元素；铁矿石、钢铁、铁锈中都含有铁元素。目前，已经发现的元素有 100 多种。已知的 1 千多万种物质都是由这 100 多种元素组成的。

各种元素在自然界的含量不同，分布也不均匀。从整个宇宙来看，含量最丰富的是氢元素和氦元素。太阳几乎全部是由氢元素和氦元素组成的。地壳中含量最丰富的元素是氧，几乎占地壳质量的一半，它广泛地分布于空气、江河、海洋、土壤和岩石中。各种元素在地壳里的含量如图 2—6 所示。

有些元素在地壳中的含量虽然很低，但它们对地壳上的生物有着非常重要的意义。例如，碳元素和氮元素在地壳里的含量分别仅为 0.087% 和 0.03%，但如果没有碳和氮，地球上的一切生物都将不复存在。

选学

构成人体的元素

人体中也含有多种元素，根据含量多少，习惯上分为常量元素和微量元素两大类。氧、碳、氢等 11 种常量元素，构成了人体质量的 99.95% 以上（表 2—3）。

表 2—3 人体中常量元素的含量

元素	在人体中的含量/(%)	元素	在人体中的含量/(%)
氧(O)	65.00	硫(S)	0.25
碳(C)	18.00	钾(K)	0.35
氢(H)	10.00	钠(Na)	0.15
氮(N)	3.00	氯(Cl)	0.15
钙(Ca)	2.00	镁(Mg)	0.05
磷(P)	1.00		

构成人体的还有另外 20 多种元素，它们的总量还不足人体质量的 0.05 %。因此，把这些元素称为微量元素。尽管这些元素含量甚少，但它们的作用不能低估。例如，缺碘就会使甲状腺肿大（俗称粗脖子病），不少地区的饮水中缺碘，许多居民患有甲状腺肿大的病症。因此，我国政府规定，所有供食用的食盐，必须添加一定量的碘元素——俗称“碘盐”，预防缺碘病症的发生。在日常饮食中，应适当补充一些微量元素。表 2—4 列出了几种微量元素的补充来源。

表 2-4 若干微量元素的补充来源

元素名称	来源
铁 (Fe)	肝、肉、豆类、麦类、菠菜、西红柿、水果
铜 (Cu)	坚果、豆类、谷类、水果、鱼、肉、蔬菜
锌 (Zn)	谷类、豆类、麸皮、肝、胰脏、乳汁
锰 (Mn)	萝卜缨、小米、扁豆、大白菜、小麦、糙米、茄子
碘 (I)	海带、紫菜、发菜、海参、蛭子、蚶、蛤、干贝、海蜇
硒 (Se)	大白菜、小麦、玉米、小米、南瓜、红薯干

二、单质和化合物

我们已经知道，自然界中存在的物质有混合物，也有纯净物。纯净物如果根据元素的组成来划分，可以分为单质和化合物两大类。

有些物质是由同一种元素组成的。例如，氧气、氮气、氢气、铁、铝、铜、碳等。这些由同种元素组成的纯净物叫做单质。单质还可以按其性质分为金属和非金属两类。例如，铁、铝、铜、镁、汞等都是金属单质。氧气、氢气、碳、硫、碘等都是非金属单质。

有些物质的组成比较复杂。例如，氧化汞是由氧和汞两种不同元素组成的。蔗糖是由碳、氢和氧三种元素组成的，常用的化肥碳酸氢铵则是由氮、氢、碳和氧四种元素组成的。像这些由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。

化合物可以根据组成和性质分为若干类。由两种元素组成的化合物中，如果其中一种是氧元素，这种化合物叫做氧化物。例如，氧化镁、氧化汞、二氧化碳等都是氧化物。其他各类化合物，将在以后学习。

三、元素符号

在历史上，各国的化学家曾经用不同的符号来表示各种元素。为了便于

交流，国际上统一规定采用各元素的拉丁文名称的第一个大写字母来作为这种元素的符号。如果几种元素的拉丁文名称的第一个字母相同时，可附加一个小写字母来区别。例如：

氧的拉丁文名称是 Oxygenium，元素符号规定为 O。

碳的拉丁文名称是 Carbonium，元素符号规定为 C。

铜的拉丁文名称是 Cuprum，元素符号规定为 Cu。

钙的拉丁文名称是 Calcium，元素符号规定为 Ca。

这种用来表示元素的符号叫做元素符号。

书写元素符号时应该注意，第一个字母必须大写，第二个字母必须小写，以免混淆。

元素符号既可表示一种元素，又可表示该元素的一个原子。

一些常见元素的名称、符号及原子量见表 2—5。

表 2—5 常见元素的名称、符号和原子量（近似值）

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

习 题

1. 填写下列空白

(1) 具有_____的一类原子的总称为元素。

(2) 氧化物是由_____组成的化合物，其中一种是_____。如_____。

(3) 地壳中含量最多的元素是_____，其次是_____，含量最多的金属元素是_____。

(4) 元素符号既可表示一种_____，又可表示_____。

2. 填写表中的空格

元素名称	钠	氧	氢	铝	镁	氯	硅	银		铁	钙	锌
元素符号	Cu		He		N		K Hg	P	S	C		

3.将下列物质的序号填在横线上

氧化镁 氮气 二氧化碳 铁 铝 糖水 空气 碳 碳酸氢铵
河水

金属单质_____；非金属单质_____；氧化物_____；化合物_____；混合物_____。

第四节 化学式 式量

一、化学式

大量科学实验证明，不论从什么来源得到，也不论以什么状态存在，任何纯净物都有固定的组成。也就是说，一种物质由哪些元素组成，这些元素之间的质量比或原子个数比都是一定的。因此，常用元素符号来表示物质的组成。用元素符号来表示物质组成的式子，叫做化学式。像 H_2 、 O_2 、 H_2O 、 CO_2 等，分别为氢气、氧气、水和二氧化碳的化学式。化学式表示一种物质，表示这种物质的元素组成，还表示组成元素的原子个数比。例如， H_2O 表示水，还表示水由氢和氧两种元素组成，其中氢和氧的原子个数比是 2 : 1。

化学式是通过实验方法测定物质的组成后得出来的。而且，一种物质只用一个化学式来表示。因此，书写化学式要以实验为依据，必须确知组成物质的元素及原子个数比。绝不能随意臆造实际上不存在的物质的化学式。

1. 单质化学式的写法

稀有气体是由原子直接构成的单质，通常直接用元素符号作为这些气体的化学式。例如，氦气、氖气的化学式分别写成 He、Ne。金属和固体非金属单质（碘等除外），由于它们的结构复杂，习惯上也用元素符号作为它们的化学式。例如，铁、汞、硫、碳等的化学式分别写成 Fe、Hg、S、C。一些气态、液态和固态的非金属是由分子构成的单质，例如，氢气、氧气、溴等，它们的分子中都含有两个原子，因此这些单质的化学式分别写成 H_2 、 O_2 、 Br_2 。元素符号右下角的数字“2”，表示这种单质的一个分子中含有两个原子。

2. 化合物化学式的写法

书写化合物的化学式，必须确知这种化合物的元素组成，以及这种化合物组成元素的原子个数比。书写化学式时，先写出元素符号，然后在每种元素符号的右下角用阿拉伯数字标明各种元素的原子个数比（如果是 1 个原子，则“1”省略不标）。书写氧化物的化学式，一般将氧元素符号写在右边，另一种元素符号写在左边。例如，氧化钙的化学式为 CaO，三氧化硫的化学式为 SO_3 。书写金属元素跟非金属元素组成的化合物的化学式，一般将金属元素符号写在左边，非金属元素符号写在右边。例如，硫化钾的化学式为 K_2S ，氯化钠的化学式为 NaCl。

化学式里写在元素符号右下角的数字与写在元素符号或化学式前面的数字所表示的意义是完全不同的。例如， H_2 中的“2”表示由两个氢原子构成一个氢分子（或一个氢分子中含有两个氢原子）。而 2H 表示两个氢原子， $2H_2$ 表示两个氢分子。

稀有气体、非金属气态单质的化学式，一般读元素名称加上“气”字，如 Ar、 Cl_2 、 H_2 、 O_2 等分别读作氩气、氯气、氢气、氧气。金属、固态和液

态非金属单质的化学式，一般读元素名称，如 Fe、S、Br₂、I₂ 等分别读作铁、硫、溴、碘。由两种元素组成的化合物，一般从右向左（与书写顺序相反）读作“某化某”。如 CaCl₂ 读作氯化钙，Na₂O 读作氧化钠。有时要读出化学式里各种元素的原子个数。例如，P₂O₅ 读作五氧化二磷，Fe₃O₄ 读作四氧化三铁。

【练一练】读出下列物质的名称，并指出每种物质的元素组成。MgCl₂ ZnS
Cu Na₂S N₂ CaO CO₂ SO₃

二、式量

化学式中各原子的原子量总和就是式量（又称相对分子质量）。可以看出，式量也是以碳-12 原子质量的 1/12 作标准，进行比较而得的相对质量。它的国际单位制（SI）单位名称也为一，单位符号为 1（一般不写出）。

根据化学式可以进行各种有关的计算。

1. 根据化学式计算物质的式量例如，氧气的化学式是 O₂，它的式量等于氧原子量的两倍。

$$O_2 \text{ 的式量} = 16 \times 2 = 32$$

又如，二氧化硫的化学式是 SO₂，它的式量等于硫的原子量加上两倍的氧的原子量之和。SO₂ 的式量 = 32 + 16 × 2 = 64。计算组成化合物的各元素的质量比例如，三氧化硫的化学式是 SO₃，三氧化硫中硫元素和氧元素的质量比为：32 : 16 × 3 = 32 : 48 = 2 : 3。计算化合物中某元素的含量例如，计算碳酸氢铵（NH₄HCO₃）中氮元素的含量，常以百分数表示。根据化学式计算出式量：NH₄HCO₃ 的式量 = 14 × 1 + 1 × 4 + 1 × 1 + 12 × 1 + 16 × 3 = 79 计算 NH₄HCO₃ 中氮元素的含量：

$$\frac{\text{N的原子量}}{\text{NH}_4\text{HCO}_3 \text{的式量}} \times 100\% = \frac{14}{79} \times 100\% = 18\%$$

习题

1. 填写下列空白

(1) 说明下列各符号所表示的意义

O____，2O____，O₂____，2O₂____。

(2) 化学式中____就是式量。式量是____，它的单位为____。

(3) 分别写出下列物质的化学式

氮气____、二氧化硫____、氯化钠____、氧化汞____、五氧化二磷____、铁____、四氧化三铁____、氧化铜____、氨____、二氧化锰____、氯化镁____。

2. 改正下列的错式

(1) NO_2 的式量 = $14 \times 16 \times 2$

(2) 2NH_3 的式量 = $2 \times 14 + 1 \times 3$

$$\begin{aligned} \text{(3) } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ 中氮元素的含量} &= \frac{\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \\ &= \frac{2 \times 14}{2 \times 14 + 4 + 32 + 16 \times 4} \end{aligned}$$

$$\text{(4) } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 中铁元素的含量} = \frac{56}{56 \times 2 + 16 \times 3} \%$$

3. 计算下列物质的式量

(1) 氧气 (O_2)

(2) 二氧化碳 (CO_2)

(3) 硫酸 (H_2SO_4)

(4) 氢氧化钠 (NaOH)

4. 计算尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] 中氮元素的含量。

5. 为满足生产的需要, 要使每 1hm^2 (公顷) 农田增加 2.1kg 氮元素, 试问在 50hm^2 农田里应施用硝酸铵肥料的质量是多少?

第五节 氧气的制法

一、氧气的工业制法

为了满足工业生产、科学研究和医疗卫生等方面所需要的大量氧气，工业上主要是用分离空气的方法制取氧气的。怎样把空气中的氧气跟其它气体（主要是氮气）分离呢？先将空气净化，除去二氧化碳、水蒸气和灰尘，再在低温下加压，使它转变为液态空气，然后缓慢蒸发。由于液态空气是一种混合物，其中液态氮的沸点（ -196°C ）比液态氧的沸点（ -183°C ）低，因此，沸点低的液态氮首先从液态空气中蒸发出来，剩下的主要是液态氧。为了便于贮存、运输和使用，通常把氧气加压到 $1.5 \times 10^7 \text{Pa}$ ，贮存在钢瓶中。为了跟贮存其他气体的钢瓶区别，习惯上将贮存氧气的钢瓶表面涂上一层天蓝色油漆，并用黑字标明是氧气。

【想一想】工业上用分离液态空气的方法制取氧气，发生的是物理变化，还是化学变化？为什么？

二、氧气的实验室制法

实验室一般不具备分离液态空气制取氧气的条件，通常是利用某些含氧化合物制取氧气。常用加热氯酸钾或高锰酸钾的方法。

实验 2—2 加热氯酸钾

把少量氯酸钾放在试管里加热几分钟，可以看到氯酸钾熔化后才缓慢地放出气泡。这时用带火星的木条插入试管口（图 2—7），观察发生的现象。

实验表明，加热氯酸钾只能缓慢地放出氧气。但需要加热到较高的温度，加热的时间较长。能不能在较短的时间，较低的温度下使氯酸钾放出氧气呢？人们发现在氯酸钾中加入一种叫二氧化锰的物质，就能加快氯酸钾放出氧气。

实验 2—3 加热氯酸钾和二氧化锰的混合物

把少量氯酸钾放在试管里加热片刻，将带火星的木条插入试管口（图 2—8，1），木条不复燃。把试管移离火焰，迅速向试管里加入少量二氧化锰，再将带火星的木条插入试管口（图 2—8，2），观察木条是否复燃。

实验表明，在较低温度下不会放出氧气的氯酸钾中，加入少量二氧化锰后，不需加热到全部熔化就有氧气迅速地放出，使带火星的木条复燃。为什

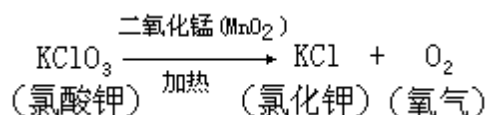
么加入二氧化锰后就能在较低温度下迅速放出氧气？氧气是不是由二氧化锰放出的呢？

实验 2—4 加热二氧化锰

把少量二氧化锰放在试管里加热，用带火星的木条插入试管口，观察木条是否复燃。继续加热较长时间后，再将带火星的木条插入试管口（图 2—9），观察木条是否复燃。

实验表明，带火星的木条没有复燃，说明二氧化锰在通常加热的情况下，却放不出氧气。为了证明这个问题，有人做了实验。将一定量的氯酸钾（3 份）和一定量的二氧化锰（1 份），混合均匀，装入试管中加热，稍待片刻，将带火星的木条插入管口，木条复燃，证明有氧气生成；继续加热，直至带火星的木条不能复燃，证明氯酸钾全部分解；待试管冷却后，向试管中加入蒸馏水，振荡，将试管中的物质全部倒出，经过滤、洗涤、烘干，收集到的二氧化锰，冷却后称量，发现它的质量和反应前加入二氧化锰的质量相等。通过其他实验，还可以证明得到的二氧化锰仍保持其化学性质。可见，二氧化锰在反应中只是改变了氯酸钾放出氧气的速率，它本身的质量和化学性质都没有改变。这种在化学反应里能改变其他物质的反应速率，而本身的质量和化学性质在反应前后都没有变化的物质叫做催化剂。催化剂在化学反应中所起的作用叫做催化作用。二氧化锰就是氯酸钾分解放出氧气这个反应的催化剂。在化工生产中，经常使用适当的催化剂（又称触媒）来改变化学反应速率。

在氯酸钾受热放出氧气的同时，还生成了一种叫氯化钾的物质。这个化学反应可以表示如下：

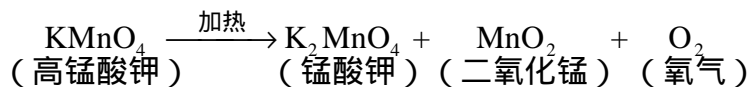


为了研究氧气的性质，在实验室里常用排水集气法或向上排空气法，将氧气收集到集气瓶中。

实验 2—5 氧气的制取和收集

把氯酸钾和二氧化锰（一般按 3 : 1 的质量比）混合均匀后，放在试管里，用带有导管的塞子塞紧管口（图 2—10），然后，给试管加热，用排水法收集一瓶氧气（图 2—10）。

实验室还常用加热高锰酸钾（ KMnO_4 ）的方法来制取氧气。高锰酸钾比氯酸钾容易放出氧气，只需稍稍加热，就会放出氧气。这个化学反应可表示如下：



用氯酸钾或高锰酸钾制取氧气的化学反应，有一个共同特点：反应物只有一种，而反应后的生成物却有二种或两种以上。这类由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应，叫做分解反应。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列物质里含有氧气的是 []

- (A) 氯酸钾
- (B) 二氧化锰
- (C) 空气
- (D) 氧化汞

(2) 实验室里制取氧气有以下操作：

撤去酒精灯； 检查装置的气密性； 把集气瓶装满水，倒置在水槽里； 点燃酒精灯，给装有药品的试管加热； 收集气体； 撤出伸入水槽中的导气管； 向试管里加入氯酸钾和二氧化锰的混合物，并将试管固定在铁架台上。

其正确的操作顺序是 []

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

2. 填写下列空白

(1) 工业上制取氮气可以采用两种方法：第一种是先将空气压缩降温变成液态空气，把氮气蒸发出来。第二种是将空气通过灼热的煤层，再除去二氧化碳，得到氮气。这两种方法中____是物理方法，它是根据氧气和氮气的____不同为依据的。

(2) 分解反应是由____物质生成____以上其他物质的反应。用氯酸钾制取氧气的化学反应的表达式用化学式表示为_____。

(3) 在化学反应里能____其他物质的化学反应速率，而本身的____和____在化学反应前后____的物质，叫做催化剂。催化剂在____，叫做催化作用。

第六节 氧气的性质和用途

研究物质的性质时，应该先通过感官认识它的一些物理性质，然后再通过具体的化学变化，了解它的化学性质。

一、氧气的物理性质

我们生活在空气的“海洋”里，身边有许许多多的氧分子。为什么没有觉察到它的存在呢？这是因为氧气在通常状况下是一种没有颜色、没有气味的气体。在标准状况下，氧气的密度是 1.429g/L，比空气略大（空气的密度是 1.293g/L）。在压强为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时，氧气约在 -183℃ 时变为淡蓝色液体，约在 -218℃ 时变成淡蓝色雪花状固体。

氧气微溶于水，在通常状况下，1L 水中只能溶解约 30mL 氧气。鱼类就靠水中溶解的氧气进行呼吸来维持生命。当鱼塘水中缺氧时，鱼就会浮在水面，大口大口地吞食空气。这时需要及时换入新水或泵入空气。

【想一想】制取氧气时为什么可用排水集气法或向上排空气法收集？

二、氧气的化学性质

为了研究氧气的化学性质，先做几个实验，认识氧气跟一些物质所发生的反应。

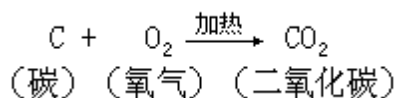
实验 2—6 木炭在氧气中燃烧

把一小块木炭放在燃烧匙里，伸进盛氧气的集气瓶里，观察木炭是否燃烧。

再把燃烧匙里的木炭加热到发红，观察它在空气里的燃烧情况。然后，将其伸进盛氧气的集气瓶里观察燃烧的现象（图 2—11）。

燃烧停止后，取出燃烧匙，立即向集气瓶中倒入少量澄清的石灰水，振荡，观察有何变化。

实验表明，常温下木炭（主要成分是碳）在氧气中不能燃烧。点燃后在氧气中燃烧，比在空气中更旺，发出白光，并放出热量。燃烧后生成的无色气体能使澄清的石灰水变浑浊，说明碳跟氧气发生了反应，生成了二氧化碳。这个反应可以表示如下：

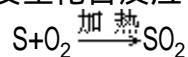


碳在氧气里燃烧的反应中，碳和氧气两种单质起反应，生成了另一种物质——二氧化碳。二氧化碳是由碳和氧两种元素组成的化合物。这类由两种或两种以上物质生成另一种物质的化学反应，叫做化合反应。

实验 2—7 硫在氧气中燃烧

在燃烧匙里放少量硫粉，加热，直到燃烧，观察硫在空气里燃烧的情况。然后，把燃烧匙移到盛氧气的集气瓶里（图 2—12），再观察硫在氧气里燃烧与在空气里燃烧有什么不同。

实验表明，硫在空气里燃烧发出微弱的淡蓝色火焰，而在氧气里燃烧得更旺，发出明亮的蓝紫色火焰，同时放出热量，生成一种带有刺激性气味的气体——二氧化硫。硫跟氧气发生化合反应，这个反应可以表示如下：



（硫）（氧气）（二氧化硫）

二氧化硫是由硫和氧两种元素组成的，属于化合物。

我们知道，铁在空气里是不会燃烧的。那么，在氧气中会不会燃烧呢？

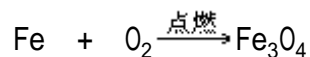
实验 2—8 铁丝在氧气中燃烧

把光亮的细铁丝绕成螺旋状，一端系在一根铁丝上，另一端系上一根火柴棍（约 1cm），点燃火柴，至火柴将燃尽时立即伸进盛有氧气的集气瓶里（图 2—13），观察发生的现象（集气瓶里应预先装少量水或在瓶底铺上一薄层细沙）。

实验表明，铁丝也能在氧气中剧烈燃烧，火星四射，生成一种叫做四氧化三铁的黑色固体。生成物熔化后溅落下来，证明在反应过程中放出了大量的热。

【想一想】做实验 2—8 时，为什么集气瓶里应预先装少量水或在瓶底铺上一层细沙？

铁丝在氧气中燃烧，也是两种单质起反应生成一种化合物的化合反应。这个反应可以表示如下：



（铁）（氧气）（四氧化三铁）

除铁以外，像铝、锌等在空气中不易燃烧的金属，在氧气中也能燃烧。

【议一议】碳、硫、铁跟氧气发生的反应，有哪些共同点？

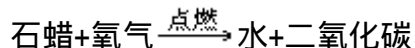
碳、硫、铁等物质都是单质，除了单质以外，化合物能否跟氧气起反应呢？让我们用蜡烛（主要成分石蜡是由碳和氢两种元素组成的化合物）再做一个实验。

实验 2—9 蜡烛在氧气中燃烧

把一支小蜡烛，插在弯成钩状的铁丝上，点燃后伸进盛有氧气的集气瓶里，观察并比较蜡烛在空气里和在氧气里燃烧有什么不同（图 2—14）。

燃烧停止后，观察集气瓶的内壁上有什么现象。取出蜡烛，向集气瓶里倒入一些澄清的石灰水，振荡，观察石灰水有什么变化。

实验表明，蜡烛在氧气里燃烧比在空气里燃烧更旺，发出白光，产生热量；瓶内壁上有水雾出现；向瓶中倒入澄清的石灰水振荡后变浑浊。说明蜡烛跟氧气发生化学反应生成水和二氧化碳。蜡烛燃烧的化学反应可以表示如下：



【想一想】蜡烛在氧气中燃烧是不是属于化合反应？生成的水和二氧化碳是不是化合物？是不是氧化物？为什么？

碳、硫、铁、石蜡等在氧气中燃烧，都是跟氧气发生反应。我们把物质（单质或化合物）跟氧发生的反应，叫做氧化反应。在日常生活中有许多氧化反应。像煤炭、木材、酒精、汽油、纸张等物质在空气中燃烧，都是氧化反应。在氧化反应的过程中，一般都有热量放出。

通过实验可以看出，氧气是一种化学性质比较活泼的气体。它能跟许多物质发生氧化反应。这种能供给氧，使别种物质发生氧化反应的物质叫做氧化剂。因此，氧气具有氧化性，是一种常用的氧化剂。

三、氧气的用途

由于氧气容易跟许多物质发生反应，同时放出热量，因此氧气很重要的用途是支持燃烧和供给呼吸。在一般情况下，空气中所含的氧气就已经能够满足人的呼吸和燃料燃烧的需要。

当病人不能进行正常呼吸时，常需要供给氧气。在低氧或缺氧环境中工作的人，如宇航员、高空飞行员、潜水员、登山运动员，都需要携带供氧的设备。

乙炔（俗名电石气）在氧气中燃烧时，能产生 3000 以上高温的火焰，我们把这种火焰叫氧炔焰。工业上利用氧炔焰焊接或切割金属（简称气焊或气割）。在宇宙火箭的发动机里，为了促使高能燃料迅速燃烧而推动火箭前进，可用液态氧。在钢铁工业中，把富氧空气吹入炼钢炉里，加速冶炼过程，提高钢的产量和质量。

图 2—15 表示氧气的主要用途。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 硫在氧气中燃烧时的现象是 []

- (A) 火星四射
- (B) 发出白光
- (C) 发出淡蓝色的火焰
- (D) 发出明亮的蓝紫色火焰

(2) 下列气体中，能使带火星的木条复燃的是 []

- (A) 空气
- (B) 氮气
- (C) 氧气
- (D) 二氧化碳

(3) 蜡烛在氧气里燃烧生成的物质是 []

- (A) 水
- (B) 二氧化碳
- (C) 灰烬
- (D) 水和二氧化碳

(4) 下列情况中发生的变化，既是化合反应又是氧化反应的是 []

- (A) 加热高锰酸钾
- (B) 蜡烛在氧气中燃烧
- (C) 铁丝在氧气中燃烧
- (D) 氧化汞受热分解

2. 填写下列空白

(1) 氧气是一种化学性质____的气体，它能跟许多物质发生_____。

(2) 通常情况下，氧气是一种____颜色，____气味的气体。它____溶于水。氧气的密度比空气____。在标准状况下，氧气的密度是_____。

(3) 化合反应是由____物质生成____的反应。

(4) 物质跟____，叫做氧化反应。

3. 在下列横线上填上有关物质的化学式。

(1) _____ + _____ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ CO₂

(2) O₂ + Fe $\xrightarrow{\text{点燃}}$ _____

第七节 燃烧和缓慢氧化

早在几十万年以前，人类就利用可燃物燃烧发出的光和热来照明、取暖、烧煮食物。随着社会的进步，科学技术的发展，人们又利用燃烧发出的热来冶炼金属，制取各种物质，甚至将热能转变成机械能和电能，推动了人类社会物质文明的发展。

在日常生活中，经常看到一些可燃物，如纸张、木材、柴草、煤炭、煤气、液化气、汽油、酒精等在空气中燃烧。在学习氧气的性质时，已经看到木炭、硫、铁丝和蜡烛在氧气中剧烈燃烧的现象。无论在空气中，还是在氧气中的燃烧，都是可燃物跟氧气发生剧烈的氧化反应，同时发出光和热。我们通常所说的燃烧就是指可燃物跟空气中的氧气发生的一种发光发热的剧烈的氧化反应。

一、燃烧的条件

自从人类学会用火以来，一直试图控制燃烧。怎样控制可燃物的燃烧呢？让我们先做一个实验，看一看可燃物燃烧时究竟需要什么条件？

实验 2-10 白磷的燃烧

在通风橱中进行下列实验。

在 500mL 的烧杯中注入约 400mL 热水，并放入一小块白磷（豆粒般大小）。在烧杯上盖一薄铜片，铜片上一端放一小堆红磷，另一端放一小块已用滤纸吸去表面水分的白磷（图 2—16， ）。观察有何现象。

待铜片上的白磷燃烧后，将一根导管插入水中，使管口对准杯底上的白磷，向水中吹入氧气（或空气），观察有何现象（图 2—16， ）。

从实验可以看到，在实验开始不久，铜片上的白磷就开始燃烧，并产生白烟；而水中的白磷和铜片上的红磷却没有燃烧；当把氧气（或空气）通入水中，使浸在水中的白磷与氧气接触，白磷立即燃烧。这是为什么呢？

原因是可燃物的燃烧，需要同时满足两个条件：一是可燃物要与氧气接触；二是要使可燃物达到燃烧时所需要的最低温度，这个最低温度叫做着火点。白磷的着火点只有 40℃，铜片上的白磷被热蒸气加热达到着火点，同时它又跟空气接触，所以会燃烧。而浸在热水中的白磷虽然温度已超过着火点，但由于没有跟氧气接触，所以不能燃烧；当它接触到氧气时，也会燃烧。那么，铜片上的红磷为什么不燃烧呢？因为它的着火点在 200℃ 以上。

知道了燃烧的条件及各种物质的着火点，可以根据需要控制燃烧反应。

例如，家庭点燃煤炉时，常是先点燃废纸，引燃着火点较低的木柴，最后引燃着火点较高的煤炭。

知道了可燃物燃烧的条件，就不难理解灭火的原理。灭火可以采取将可燃物与空气隔绝的方法；还可以采取降低可燃物周围温度的方法，即将温度降到可燃物着火点以下。

【想一想】柴草垛、木材、房屋等发生火灾时，应该怎样扑灭？

二、爆 炸

在化工厂、酒厂、面粉厂、汽油库、化工仓库会看到醒目的“严禁烟火”的标语和悬挂着的标志（图 2—17）。这是为什么呢？

原来可燃物燃烧时，由于氧气浓度的不同，以及可燃物与氧气接触面积的不同，而产生不同的现象。例如，铝片在酒精灯火焰上不能燃烧，而把铝粉洒到酒精灯火焰上，就会形成灿烂的火星。这说明同一种固体可燃物，颗粒越细，跟氧气接触的面积越大，燃烧得越剧烈。气体可燃物一般比固体可燃物燃烧得剧烈。如果将可燃性气体或可燃性固体的粉尘跟氧气充分接触，并且分布在有限的空间内，一旦遇到火种，就会引起急速的燃烧，在短时间内产生大量的热，使气体的体积迅速膨胀而发生爆炸。例如，面粉厂的生产车间里，飞扬着许多面粉的粉尘，当遇到火种时可能引起爆炸。化工厂、酒厂、汽油库等的空气中混有可燃性气体时，当接触到火种，也可能发生爆炸。因此，一切有可燃性物质的车间或仓库，都应严禁烟火。

三、缓慢氧化和自燃

燃烧是一种剧烈的氧化反应，但并不是所有的氧化反应都像燃烧那样剧烈，并不一定都发光。有些氧化反应进行得很慢，甚至不易察觉。这类氧化反应叫做缓慢氧化。

在日常生活中，缓慢氧化的例子很多，如人和动物的呼吸、食物的腐败、农家肥的腐熟、钢铁的锈蚀、橡胶和塑料的老化等，都包含着缓慢氧化。

物质在缓慢氧化过程中产生的热量，如果不能及时散发，就会越积越多，引起温度的升高，当温度达到该物质的着火点时，不用点火可燃物就会燃烧起来。这种由缓慢氧化而引起的自发燃烧叫做自燃。

实验 2—11 白磷的自燃

在通风橱中进行下列实验。

把少量白磷（用滤纸擦干表面的水分）溶解在二硫化碳中，用镊子夹着一团滤纸，浸入白磷的二硫化碳溶液中，取出后将滤纸放在铁三脚架上的蒸发皿中，稍待片刻（图 2—18），观察有何现象发生。

从实验看到，滤纸渐渐冒出白烟着火燃烧，为什么会自行燃烧呢？这是由于二硫化碳很容易挥发，溶解在二硫化碳中的白磷变成极小的颗粒附着在滤纸上，增大跟空气的接触面积，小粒白磷发生缓慢氧化，产生的热量逐渐积累，当温度逐渐上升到白磷的着火点（40℃）时，就会发生自燃而引起滤纸的燃烧。

秸秆、柴草、煤炭、擦机器的废棉纱等，如果堆放不合理，空气不流通，缓慢氧化产生的热不能及时散发，时间长了就可能引起自燃。由于不懂自燃的科学道理，有人将这种现象称为“天火”，这是迷信的说法，应该破除。

为了保证生产和生活的安全，防止自燃发生，一些可燃物像稻草、麦秸、粮食、煤炭、油布、塑料等都不要堆放得太多、太久，应注意通风或经常翻动，降低温度，以免造成不必要的损失。

缓慢氧化产生的热也可以利用在农业生产上。例如，把未经腐熟的马粪和猪、牛、羊厩肥混合，埋在温室的土层下，能使土壤的温度升高，从而促进蔬菜的生长。

四、易燃物和易爆物的安全知识

易燃物一般是指易燃的气体、液体和容易燃烧、自燃或遇水可以燃烧的固体，以及一些可以引起其他物质燃烧的物质。如氢气、液化石油气、管道煤气、酒精、硫、磷等。易爆物一般是指受热或受到撞击时容易发生爆炸的物质。如雷管、炸药等。

生产、使用和贮存易燃物和易爆物的厂房、仓库必须符合防火、防爆的要求。要有良好的通风设备和消除静电设备，要有齐备的消防器材，要禁绝烟火和一切可能产生火花的因素，要采用防爆型的电器和照明设备，要与周围建筑物之间留有足够的防火距离，要定期进行防火、防爆检查，以防意外发生。

易燃物和易爆物的盛装容器要牢固、密封，容器外要有明显的警告标志，并标明物质的名称、化学性质和注意事项。易燃物和易爆物的存放，不能跟其他物质混存，不能将灭火方式不同的物质混存，不能露天存放。在搬运易燃物和易爆物时，要轻拿轻放。

生产、使用和保管及运输易燃物和易爆物的人员，必须严格遵守有关规定，绝不允许违章操作。易燃物和易爆物严禁携带上火车、飞机、轮船、汽车等公共交通工具，以确保旅客生命和国家财产的安全。

习 题

1. 填写下列空白

(1) 要使可燃物燃烧应具备的两个条件是____、____。用水灭火的原理是_____。

(2) 通常所说的燃烧是指____发生的一种____氧化反应。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列说法正确的是 []

(A) 只要使可燃物与空气隔绝或使温度降低到可燃物的着火点以下，都可以灭火

(B) 缓慢氧化的结果，必然会引起可燃物的自燃

(C) 氧化反应都会发光发热

(D) 所有物质都有其固定的着火点

(2) 下列变化不属于氧化反应的是 []

(A) 食物腐烂

(B) 白磷自燃

(C) 铁在氧气中燃烧

(D) 锅炉爆炸

全章小结

一、空气

1. 成分 按体积含量计，大约是氮气 78%、氧气 21%、稀有气体 0.94%、二氧化碳 0.03%，其他气体和杂质 0.03%。

2. 利用

(1) 氮气可以作保护气体；制取硝酸、氮肥、炸药等。

(2) 氧气可供给呼吸；支持燃烧。

3. 污染原因 主要是向空气中排放大量的二氧化碳、一氧化碳、氮的氧化物、硫的化合物及固体粉尘等。

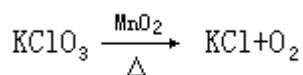
4. 防治方法 减少污染物的排放；处理掉排放的废物；植树造林、绿化环境，保持生态平衡。

二、氧气

1. 制法

(1) 工业上采用分离液态空气的方法制取。

(2) 在实验室里常用加热氯酸钾（二氧化锰作催化剂）或高锰酸钾制取。



催化剂和催化作用能改变其他物质的反应速率，而本身的质量和化学性

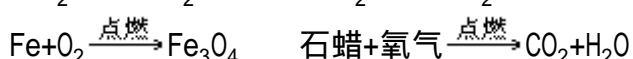
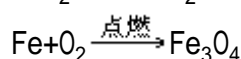
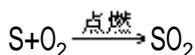
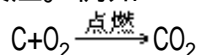
质在反应前后都没有变化的物质叫做催化剂。催化剂在化学反应中所起的作用叫做催化作用。

2. 性质

(1) 物理性质通常状况下是一种没有颜色、没有气味的气体，密度为

(2) 化学性质 是一种化学性质比较活泼的气体，能跟许多物质发生化

学反应。例如



3. 氧化反应物质跟氧发生的化学反应。

(1) 剧烈氧化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{在无限空间，当温度达到可燃物的着火点，又有充足} \\ \text{氧气时发生燃烧。} \\ \text{在有限空间，急速燃烧可能引起爆炸。} \end{array} \right.$

(2) 缓慢氧化 当热量积累引起物质的温度升高，当温度达到这种物质的着火点时，可能引起自燃。

三、物质的构成

1. 分子和原子

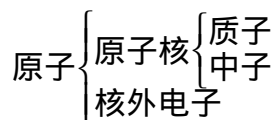
(1) 分子和原子都是构成物质的微粒。

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

(3) 分子和原子的体积和质量都很小。它们的相对质量都是以碳-12 原子质量的 1/12 作标准，相比较所得的——式量和原子量来表示。

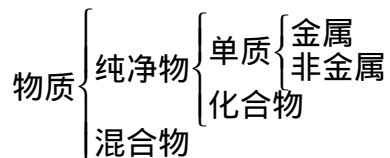
(4) 构成物质的微粒之间都有间隔，它们都在不断地运动。

2. 原子结构



3. 元素具有相同核电荷数（质子数）的一类原子的总称。

四、物质的简单分类



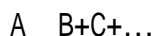
五、表示物质的符号

1. 元素符号用来表示元素的符号。它既可表示一种元素，又可表示该元素的一个原子。

2. 化学式 用元素符号表示物质组成的式子。

六、物质的两种化学变化

1. 分解反应 由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应。



2. 化合反应由两种或两种以上物质生成另一种物质的反应。



复 习 题

A

1. 填写下列空白

(1) 在氧气、四氧化三铁、二氧化碳等物质的分子中, 都含有____原子, 这些原子具有____相同的____, 通称为____。

(2) 氧气可用排水法收集, 这是因为氧气____; 氧气也可用____法收集, 这是因为氧气的密度____。用排水法收集氧气结束时, 应先把导管移出水面, 再熄灭酒精灯, 这是为防止____。

2. 有三瓶无色气体, 分别是空气、氮气和氧气。试用简单的方法加以鉴别。

3. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 空气的成分按体积含量计最多的是 []

- (A) 氮气
- (B) 氧气
- (C) 稀有气体
- (D) 二氧化碳

(2) 一种元素与另一种元素最本质的区别在于 []

- (A) 原子量不同
- (B) 中子数不同
- (C) 原子核外电子数不同
- (D) 核电荷数不同

(3) 某药品说明书中标明: 本品每 1000mg 含碘 150mg、镁 65mg、铜 2mg、锌 1.5mg、锰 1mg。这里所标的各成分是指 []

- (A) 分子
- (B) 原子
- (C) 元素
- (D) 无法确定

(4) 2N 表示的意义是 []

- (A) 2 个氮元素
- (B) 2 个氮分子
- (C) 2 个氮原子
- (D) 氮气

(5) 关于分子的叙述不正确的是 []

- (A) 分子在不停地运动着
- (B) 分子之间有一定间隔
- (C) 所有物质都是由分子构成的
- (D) 分子是保持物质化学性质的一种微粒

(6) 铁丝在氧气中燃烧的现象是 []

- (A) 发出耀眼强光
- (B) 产生浓厚的白烟
- (C) 剧烈燃烧，火星四射
- (D) 发出白光

(7) 下列情况：

煤的燃烧； 工业废气任意排放； 燃放鞭炮； 飞机、汽车尾气的排放。

可能引起大气污染的是 []

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

(8) 燃烧、自燃、缓慢氧化的相同之处是 []

- (A) 它们都有发光、发热现象
- (B) 它们都需要达到着火点
- (C) 它们都是氧化反应
- (D) 它们都需要点火才能引发反应

(9) 下列叙述正确的是 []

- (A) 原子量就是原子的实际质量
- (B) 同种元素组成的纯净物叫做单质
- (C) 含有氧元素的化合物叫氧化物
- (D) 由两种物质生成另一种新物质的化学反应，叫做化合反应

(10) 氢在某化合物中的质量分数为 25%，该物质是 []

- (A) H_2O
- (B) HF
- (C) C_2H_2
- (D) CH_4

B (选作)

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 元素 X 的 1 个原子的质量是一种碳原子质量的 12 倍，则 1 个 X 原

子的质量约为 1 个氧原子质量的 []

- (A) 18 倍
- (B) 16 倍
- (C) 9 倍
- (D) 8 倍

(2) 下列叙述中，正确的是 []

- (A) 原子显电中性，说明原子内的电子数等于中子数
- (B) 原子是最小的结构微粒
- (C) 同一类原子内的质子数相同
- (D) 含有相同中子数的原子，一定是同一类原子

(3) 在氯酸钾里加入少量高锰酸钾后，加热制取氧气的反应速率增大，其主要原因是 []

- (A) 高锰酸钾比氯酸钾容易分解
- (B) 高锰酸钾起了催化作用，是催化剂
- (C) 高锰酸钾受热分解，使产生氧气的量增多
- (D) 高锰酸钾受热分解，产物中的二氧化锰可作为氯酸钾分解的催化剂

(4) 下列叙述正确的是 []

- (A) 分子是保持物质性质的一种微粒
- (B) 由同种分子构成的物质一定是纯净物
- (C) 物质和氧气发生的反应叫做氧化反应
- (D) 化合物肯定是由两种元素组成

(5) 在化学反应中，下列微粒一定改变的是 []

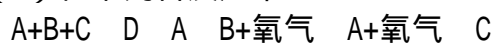
- (A) 分子
- (B) 原子
- (C) 质子
- (D) 电子

2. 填写下列空白

(1) 现有 水银、 纯水、 氯化钠、 氧气、 高锰酸钾、 石灰水，其中属于混合物的有____（填序号）；属于单质的有____；属于化合物的有____；属于氧化物的有____。

(2) 原子核一般是由____和____两种微粒构成的。其中，每个____带个单位正电荷，但原子显电中性，这是因为原子核所带的电量与____所带的电量____，而电性____的缘故。由此可以推出原子中三个数值有相等关系，即：核电荷数=____=____数。

(3) 在下列各反应中：



A+氧气 C+D A B+C+D A+B C+D

属于化合反应的是(填序号)____;属于分解反应的是____;属于氧化反应的是____。

(4)在 KClO_3 、 KMnO_4 、 H_2SO_4 、 H_2O 等 4 种物质中,氧元素的质量分数由大到小的顺序是____。

3.某元素 R 跟氢元素组成的化合物的化学式为 RH_3 。实验测知,此化合物中氢元素的质量分数为 17.65%。求 R 元素的原子量,并根据原子量推测 R 是哪一种元素?

第三章 水氢

水是生命的源泉。最早的生命是从远古海洋中诞生的。生命体的最基本的组成部分就是水。本章要学习有关水的知识，并由此引出另一种元素——氢和它的单质——氢气。然后，学习原子核外电子排布的初步知识，以及化合价的知识。

第一节 水

我们每天都要用到水，但对水的了解还是十分有限的。比如，水是由哪些元素组成的，它属于哪类物质，它具有哪些性质等。通过本节学习，对水将会有较为全面的认识。

一、宝贵的自然水资源及其保护

水是人类赖以生存和发展的宝贵自然资源。水在地球上分布很广，全球约有 3/4 的表面覆盖着水，形成了江、河、湖泊、海洋。地层里、大气中以及动植物体内，都含有大量的水。例如，人体含水量约占体重的 2/3，鱼体里含水量达 70%~80%，一些蔬菜的含水量高达 90% 以上。

人们的生活和工农业生产都离不开水。人类维持生命，每人每天最少需水 2.5L~5L；热电厂每生产 1000kW·h 电需水 200m³~500m³；冶炼 1t 铁并将其加工成各种钢材需水约 300m³；生产 1t 人造纤维需水 1200m³~1800m³；农业灌溉耗水量更大，约占全球总用水量的 70%。随着世界人口的急剧增长，生产的飞速发展，城市化速度的加快，对水的需求量成倍增加。近年来世界总需水量大约以每年 4% 的幅度递增。有些国家的用水量每 10 年就增加 1 倍。然而，可利用的淡水资源有限，缺水问题已经制约了一些地区的经济发展，甚至使人畜饮水发生困难。我国水资源的人均占有量仅相当于全世界人均占有量的 1/4。因此，我们必须珍惜、保护水资源，合理利用水资源，节约用水。

人为的水污染是造成水资源缺乏的主要原因之一。生活污水和工业废渣、废液、废气的任意排放；农业生产中滥施的农药、化肥随雨水流入江、河、湖泊，都严重地污染了水源。因此，必须采取各种措施防治对水源的污染。例如，制定有关法律；加强对水质的监测；控制工业“三废”的排放；合理施用农药、化肥；建立城市污水处理厂等。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，模范遵守有关的法律、法规，切实防止水的污染。

【想一想】在保护水源，节约用水方面，我们每个人应该怎样做？

阅读材料

水资源

地球上水的总储量约为 $1.38 \times 10^{19} \text{m}^3$ 。其中，海水占地球上水总储量的 96.5% 以上。海水是咸水，不能直接供人们饮用。跟人们关系密切的淡水只

占地球上水总储量的 2.53%，其中大部分以冰川形式分布在地球的南北两极，目前还难以开发利用；而液态的淡水，主要是深层地下水，开发利用的也很少。目前，人们利用的淡水资源，主要是指江河水、淡水湖水及浅层地下水，这些水仅占地球淡水储量的 0.3%。目前，全世界 60% 的地区淡水资源严重不足。例如，非洲东部的埃塞俄比亚在 80 年代遭受特大旱灾，土地龟裂，河水断流，草木枯萎，牲畜死亡，作物绝收，使 1100 万人的生存受到威胁，约有 100 万人死于饥渴。

在许多地方，人们把工业和生活污水及废弃物，任意倾入江河湖海，给人类和其他生物造成了严重危害。据报导，在发展中国家每天约有 2.5 万人死于因饮用不洁净的水而造成的疾病。

二、水的物理性质

自然界中存在的水一般或多或少混有不溶性（如泥沙）或可溶性（如一些矿物质）的杂质，只有通过提纯、分离才能得到纯净的水。例如，蒸馏水就是纯净的水。

纯净的水是没有颜色、没有气味、没有味道的透明液体。在压强为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时，水的凝固点（即熔点）是 0°C ，沸点是 100°C 。水在 4°C 时的密度最大，是 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。由于水结冰时体积膨胀，所以冰的密度比水小，能浮在水面上。

【想一想】冬天，盛满水的缸结冰后，为什么缸会破裂？

三、水的组成

从实验 3—1 看到，当接通直流电源后，两个电极上都有气泡产生，气体汇集在两支试管的上部。其中连接正极一端试管里的气体比连接负极一端试管里的气体少。它们的体积比约为 1 : 2。

实验 3-1 电解水

1. 将两支大小相同，并盛满水的试管倒立在盛有水的水槽里，接通直流电源后，观察两个电极上和试管里有什么现象发生（图 3—2）。通电一段时间后，比较两试管中产生气体的体积。然后切断电源。

2. 在水下用拇指堵住试管口，把气体体积较少的试管取出，直立后松开拇指，立即把带火星的木条插入试管口，观察发生的现象。

用同样方法取出另一支试管，点燃，观察现象。

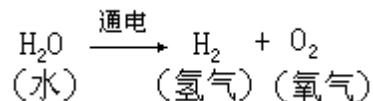
气体体积较小的试管里的气体能使带火星的木条燃烧起来，证明它是氧气。气体体积较大的试管里的气体可以燃烧（如果气体量少，点燃时会听到轻微的爆鸣声），这种气体是氢气。大量实验证明，水被电解后只生成氢气和氧气。

通过上述实验说明：水是由氢、氧两种元素组成的化合物。当水分解时，水的分子分解生成了氢原子和氧原子，两个氢原子结合成一个氢分子，两个氧原子结合成一个氧分子，很多个氢分子或氧分子分别聚集在一起，就得到氢气或氧气。

实验也验证了如下结论：在化学反应里，分子可以分成原子。

根据精确的实验测定，证实每个水分子是由两个氢原子和一个氧原子构成的。水的化学式是 H_2O 。

通电使水分解的反应可以表示如下：



上述反应还可以形象地表示如下：

【议一议】水通电分解生成氢气和氧气，但为什么说水是由氢元素和氧元素组成，而不能说水是由氢气和氧气组成的？

课外小实验

自来水（或井水）和蒸馏水纯净度的检验

在两个洁净的玻璃片上，分别滴上 1 至 2 滴自来水（或井水）和蒸馏水（从盛有热水或开水的锅盖上或壶盖上可以取到），用微火加热玻璃片至水滴完全蒸发。观察两个玻璃片上有什么不同的现象？这说明了什么问题？

习 题

1. 填写下列空白

(1) 工业上的“三废”指的是____、____、____。它们的任意排放，会造成水源的____。

(2) 在压强为 $1.01 \times 10^5 Pa$ 时，水的凝固点是____，沸点是____。水在 4℃ 时密度最大，是____。

(3) 电解水的实验中，与电源负极连接的电极上产生____，点燃它可

____, 与电源正极连接的电极上产生____, 它可以使带火星的木条_____。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 纯净的水按物质的分类属于 []

- (A) 单质
- (B) 混合物
- (C) 氧化物
- (D) 化合物

(2) 下列关于水的性质的叙述, 属于化学性质的是 []

- (A) 水是无色、无味的液体
- (B) 水在直流电作用下, 可以生成氢气和氧气
- (C) 水可以结成冰
- (D) 水蒸发后变成水蒸气

(3) 下列说法正确的是 []

- (A) 一个水分子是由两个氢元素和一个氧元素组成的
- (B) 水是由两个氢原子和一个氧原子构成的
- (C) 水是由氢气和氧气混合而成的
- (D) 水是由氢、氧两种元素组成的化合物

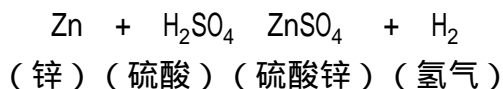
第二节 氢气的实验室制法

工业上根据用途的不同，常用水、水煤气[主要成分是一氧化碳(CO)和氢气(H₂)]、天然气[主要成分是甲烷(CH₄)]等来制取氢气。实验室里通常是用锌和稀硫酸反应制取氢气。

实验 3-2 氢气的制取

在试管里放入几粒锌粒，注入 5mL 稀硫酸，将燃着的木条放在试管口(图 3—4，)，观察发生的现象。待反应完毕后，将试管中的液体倒入蒸发皿里，小心加热，使液体蒸发，冷却后(图 3—4，)，观察发生的现象。

从实验看到，锌粒表面有气泡产生，锌粒逐渐减小，在试管口点燃产生的气体时，它可以燃烧，这种气体是氢气(H₂)；蒸发皿中出现的白色固体物质是稀硫酸跟锌反应生成的另一种物质——硫酸锌(ZnSO₄)。这个反应可以表示如下：



上述反应的实质是锌原子代替了硫酸分子中的氢原子，生成了硫酸锌，被替换出来的每两个氢原子结合成一个氢分子。

在该反应中，参加反应的物质金属锌是一种单质，硫酸是一种化合物，生成的物质氢气是另一种单质，硫酸锌是另一种化合物。这类由一种单质跟一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应，叫做置换反应。

【想一想】置换反应、化合反应、分解反应各有什么特点？

实验室里制取氢气的原理是：利用某些金属(如锌、铁、镁、铝等)和酸(如稀硫酸、盐酸)发生置换反应。

硫酸分子中的“SO₄”部分，通常称它为硫酸根。它在上述反应前后并没有发生变化。在许多化学反应里，作为一个整体参加反应，好像一个原子一样，这样的原子集团叫做原子团。例如，硝酸(HNO₃)中的硝酸根(NO₃)，氯酸钾(KClO₃)中的氯酸根(ClO₃)，高锰酸钾(KMnO₄)中的高锰酸根(MnO₄)，碳酸钠(Na₂CO₃)中的碳酸根(CO₃)，氢氧化钾(KOH)中的氢氧根(OH)等，这些根都是原子团。

应注意的是，原子团并不是独立存在的物质，也不是在所有的反应中都不发生变化。例如，当氯酸钾受热发生分解时，氯酸钾中的氯酸根，就发生了变化。

实验 3—2 制取的氢气，怎样将它收集起来呢？

实验 3—3 收集氢气

1. 在盛有锌粒和稀硫酸的试管口，塞好带导气管的橡皮塞。将试管固定在铁架台上，用排水法收集一瓶氢气(图 3—5,)，用毛玻璃片盖住瓶口，倒放在桌面上。

2. 用向下排空气法(图 3—5,)收集一瓶氢气，也用毛玻璃片盖住瓶口，倒放在桌面上。

【议一议】用排水法和向下排空气法收集氢气，各说明氢气有哪些性质？为什么将盛有氢气的集气瓶盖上毛玻璃片后，还要倒放在桌面上？

选 学

启普发生器

实验室里制取较多的氢气时，常使用启普发生器。启普发生器是由荷兰人启普(Kipp, 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(如图 3—6)。开始使用时，从插导气管的口加入锌粒，从球形漏斗口加入稀硫酸。制取氢气时扭开导气管活塞，酸液从球形漏斗流入容器的底部，再上升到中部跟锌粒接触而发生反应，产生的氢气由导气管放出(图 3—6,)；不用时关闭导气管活塞，容器内氢气压强增大，把酸液压回到球形漏斗里，使酸液跟锌粒脱离接触，反应即自行停止(图 3—6,)。用启普发生器制取氢气，可以随时使反应发生或停止，使用起来既方便又节省药品。凡是块状固体跟液体起反应制取较多的气体，不需加热，而且生成的气体难溶于水，都可以使用启普发生器。

【练一练】列表比较实验室制取氧气和氢气的异同点。

制取气体	O ₂ (氧气)	H ₂ (氢气)
所用药品		
所用仪器名称		
反应的表达式		
反应类型		
收集方法		

习 题

1. 填写下列空白

(1) 实验室制取氢气时，常用的金属是____、酸是____或____。可以用____法，也可以用____法收集氢气。收集满氢气的集气瓶用____盖住瓶口，并____在桌面上。

(2) 由一种单质跟一种化合物起反应，生成____的反应，叫做置换反应。

2. 写出下列反应的表达式

(1) 镁 (Mg) 跟稀硫酸反应生成硫酸镁 ($MgSO_4$) 和氢气

(2) 铝 (Al) 跟盐酸 (HCl) 反应生成氯化铝 ($AlCl_3$) 和氢气

3. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列说法正确的是 []

(A) 原子团在所有的化学反应中都不可分

(B) 锌能置换硫酸中的氢气

(C) 硫酸锌是化合物

(D) 锌粒跟稀硫酸反应的现象是锌粒逐渐变小，并有气泡产生

(2) 下列收集氢气的方法错误的是 []

第三节 氢气的性质和用途

一、氢气的性质

1. 氢气的物理性质

在通常状况下，氢气是一种没有颜色、没有气味的气体，它很难溶于水。在压强为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 、温度为 -252 时，氢气变成无色液体，在 -259 时，氢气变成雪状固体。

在标准状况下，氢气的密度是 0.0899g/L 。氢气是密度最小的气体，跟同体积的空气相比，质量约是空气的 $1/14$ 。这是能用向下排空气法收集氢气的原因。

【想一想】还可以用什么方法证明氢气的密度比空气小呢？

实验 3—4 氢气流吹肥皂泡

1. 取少量肥皂片或洗衣粉（用洗发剂更好），放入烧杯中，加少量蒸馏水，用玻璃棒搅拌，再加入几滴甘油，增加肥皂水的粘性。

2. 在球形干燥管中装入碱石灰干燥剂，并连接一个导气管，在管口处蘸些肥皂水，当肥皂泡吹到足够大时，轻轻抖动导气管，让肥皂泡脱离管口（图 3—7），观察现象。

从实验看到，肥皂泡迅速上升。说明氢气的密度比空气小。利用氢气的这一性质，常用它来填充气球。形形色色的气球，可给节日增添欢乐气氛。

2. 氢气的化学性质

氢气在常温下性质稳定，但在点燃或加热等条件下，能够跟多种物质发生化学反应。

（1）氢气的可燃性 在电解水的实验中，已经看到过氢气燃烧的现象。那么，它燃烧后生成了什么物质呢？

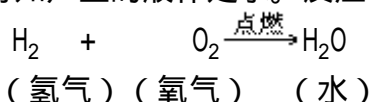
实验 3 - 5 氢气在空气中燃烧

在带尖嘴的导气管口点燃导出的纯净的氢气，观察火焰的颜色。

在火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯（图 3-8），待一会儿，观察烧杯内壁有什么现象出现。

从实验看到，纯净的氢气在空气中安静地燃烧，发出淡蓝色的火焰 。火焰上方的烧杯内壁有液珠出现，如果用手触及烧杯会感到发烫。

氢气在空气中燃烧，实际上是氢气跟空气里的氧气发生了化学反应，同时放出大量的热，经检验可知产生的液体是水。反应可以表示如下：



如果点燃混有空气（或氧气）的氢气，能否安静地燃烧呢？

实验 3—6 氢气和空气混合气的爆炸

取一纸筒（或塑料筒），一端开口，另一端钻有小孔，用小纸团堵住小孔。用向下排空气法收集一筒氢气（图 3-9， ）。然后，移开氢气发生装置。在筒下边缘垫一细小木条。拿掉小孔上的纸团，立即用燃烧的小木条在小孔处点燃氢气。观察现象（图 3-9， 、 ）。

（点燃氢气时，要离人和氢气发生装置远些，以确保实验安全！）

从实验看到，刚点燃时氢气在小孔处安静地燃烧，过一会儿，突然听到“砰”的一声响，同时纸筒被高高地掀起。这是因为开始点燃的是纯净的氢气，它在空气中能安静地燃烧；随着氢气的消耗，空气不断地从纸筒底部进入筒内与氢气混合，这种混合气体遇火就发生了爆炸。

为什么同样是氢气跟空气中的氧气起反应，纯净的氢气能安静地燃烧，而氢气和空气的混合气体却会发生爆炸呢？这是因为在导气管口（或小孔处）点燃纯净的氢气时，只有少量氢气在很小的范围内与氧气接触发生反应，这里氢分子少，跟氢气起反应的氧分子也少，单位时间内反应产生的热量不多，又能很快散发到空气中。如果氢气和空气混合在一起，大量的氢分子和氧分子充分接触，遇火后二者迅速发生反应，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。如实验 3—6 所示，采用一端开口的容器，受热而急剧膨胀的气体从开口处冲出容器，激动空气而发生爆鸣，没有什么危险。但上述反应如在密闭的或开口很小的容器里发生，气体不能排出或来不及排出，就会炸破容器而发生危险。

据实验测定，当氢气在它和空气的混合气体中的体积含量为 4% ~ 74.2% 时，遇火就会爆炸。氢气含量的这个范围，叫做氢气的爆炸极限。各种可燃性气体（或蒸气）都有一定的爆炸极限，如一氧化碳为 12.5% ~ 74.2%、甲烷为 5.0% ~ 15.0%、乙醇（蒸气）为 3.28% ~ 18.95% 等。因此，它们跟空气混合，遇火时都有可能发生爆炸。所以，使用氢气等可燃性气体时要特别注意安全！在点燃氢气或其他可燃性气体前，一定要先检验它的纯

度。

怎样检验氢气的纯度呢？

实验 3—7 氢气纯度的检验

1. 用排水法收集一小试管氢气，用拇指堵住试管口，将试管移离水槽，移近酒精灯火焰，移开拇指点燃（图 3-10）。如听到“噗”的声音，表明是纯净的氢气。如听到尖锐的爆鸣声，表明氢气不纯，需要再收集，再检验，直到响声很小。

2. 用向下排空气法收集一小试管氢气，用同样的方法检验氢气的纯度。如果经检验氢气不纯而需要再检验时，应先用拇指堵住试管口待一会儿，再收集氢气进行检验。

【议一议】用向下排空气法收集氢气，检验不纯而需要再检验时，应先用拇指堵住试管口待一会儿，再收集氢气检验纯度，以免发生危险，为什么？

(2) 氢气跟氧化铜的反应

氢气可以跟氧气发生反应，它是否可以跟氧化物中的氧发生反应呢？

实验 3-8 氢气还原氧化铜

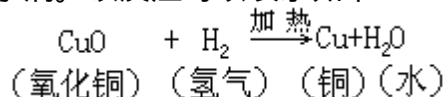
1. 在干燥的硬质试管底部铺一层黑色的氧化铜粉末，把试管固定在铁架台上，试管口略向下倾斜（图 3-11）。

2. 向试管里通入氢气，过一会儿，点燃酒精灯给氧化铜加热。观察发生的现象。

3. 反应完成，停止加热后，继续通入氢气，直到试管冷却，再停止通入氢气。

从实验看到，试管内的物质由黑色逐渐变为光亮的红色，试管口处有液珠生成。

通过实验和分析，证明氢气跟氧化铜在加热条件下发生反应，生成的红色物质是铜，液珠是水滴。该反应可以表示如下：



在这个反应中，氢气夺取了氧化铜中的氧，跟它化合成水；氧化铜失去了氧，而还原为铜单质。这种含氧化合物中的氧被夺去的反应，叫做还原反应。氢气是使氧化铜还原为铜的物质，这种能夺取含氧化合物中的氧，使含氧化合物发生还原反应的物质叫做还原剂。因此，氢气是还原剂，具有还原性。

【议一议】结合氢气还原氧化铜的反应，弄清楚下列关系：氧化剂具有氧化性，它在反应中被还原，发生还原反应；还原剂具有还原性，它在反应中被氧化，发生氧化反应。

二、氢气的用途

氢气具有广泛的用途。例如，用它来充灌气球；氢气在氧气中燃烧放出大量的热，其火焰——氢氧焰的温度达 3000℃，可用来焊接或切割金属。液态氢可作火箭或导弹的高能燃料。氢源丰富、燃烧发热量高和污染少的特点。今后如能在利用太阳能和水制取氢气的技术上有重大突破，氢气将成为一种重要的新型燃料。氢气还在冶金、化学工业等方面有着广泛的应用（图 3-12）。

课外小实验

验证石蜡或煤油的组成

试设计验证石蜡或煤油成分中含有氢的实验，并动手做一做。

习 题

1. 填写下列空白

(1) 在通常状况下，氢气是一种____颜色、气味的____体。它____溶于水。在标准状况下，氢气的密度是____，它与同体积的空气相比，质量约为空气的____。

(2) 氢气还原氧化铜的实验操作分为四个步骤：一是向盛有氧化铜的试管里通入____，二是给氧化铜____，三是停止____，四是待试管____后，停下。

(3) 含氧化合物里的____被夺去的反应，叫做还原反应。能夺取含氧化合物里的____，使之发生____的物质，叫做还原剂。还原剂具有____。

2. 写出下列反应的表达式（用化学式表示），指出哪种物质是还原剂。

(1) 氢气(H_2)在高温下跟三氧化钨(WO_3)反应生成钨(W)和水(H_2O)。

(2) 氢气(H_2)在高温下跟四氧化三铁(Fe_3O_4)反应生成铁(Fe)和水(H_2O)。

3. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 氢气燃烧的火焰颜色是

[]

(A) 黄色

- (B) 蓝紫色
- (C) 淡蓝色
- (D) 白色

(2) 下列说法错误的是 []

- (A) 点燃氢气前，必须先检验氢气的纯度
- (B) 在标准状况下，氢气的密度是 0.0899g/L ， 2.016g 氢气在标准状况下的体积约是 22.4L
- (C) 氢气跟氧化铜的反应是还原反应，也是置换反应
- (D) 氢气和空气的混合物遇火一定会发生爆炸

(3) 下列氢气的用途中，主要利用了它的还原性的是 []

- (A) 灌充气球
- (B) 用液态氢作火箭燃料
- (C) 用氢氧焰焊接或切割金属，熔化高熔点的石英
- (D) 在冶金工业中氢气被用作冶炼钨、钼等重要金属的原料

第四节 核外电子排布的初步知识

我们已经知道，原子是由原子核和电子构成的，原子核带正电居于原子的中心，电子带负电在原子核外的空间作高速运动。那么，电子在核外空间是怎样运动的呢？

一、核外电子的分层排布

在含多个电子的原子中，各个电子的能量并不相同。这些能量高低不同的电子，在离核远近不同的区域作高速运动，能量低的通常在离核较近的区域运动，能量高的，通常在离核较远的区域运动。核外电子运动的区域叫做电子层。离核最近、能量最低的电子层叫第一层；离核稍远、能量稍高的电子层叫做第二层；由里向外依次叫第三、四、五、六、七层。可以这样认为，核外电子是在能量不同的电子层上运动的。电子的分层运动，也叫做核外电子的分层排布。

人们用原子结构示意图来表示核外电子的分层排布。原子结构示意图由两部分组成：一是原子核部分，用圆圈来表示，并在其中用“+”号和阿拉伯数字标出原子核所带的核电荷数（即质子数）；二是核外电子部分，电子层用弧线来表示，每个电子层上的电子数用阿拉伯数字在弧线上标明。

核电荷数为 1~18 的元素的原子结构示意图如下：

从图 3-13 可以看出，金属元素、非金属元素和稀有气体元素的原子最外层上的电子数各有一定的特点：

1. 稀有气体元素 如氦、氖等，它们原子最外层上一般有 8 个电子（氦原子是 2 个，因为它只有一个电子层）。这种结构是一种相对稳定的结构，从而决定了它们的化学性质比较稳定，一般不跟其他物质发生化学反应。

2. 金属元素 如钠、镁、铝等，它们原子最外层上的电子数目一般少于 4 个，在化学反应中较易失去最外层上的电子，而使次外层变成最外层，达到 8 个电子的相对稳定结构。

3. 非金属元素 如碳、氧、氯等（除氢外），它们原子最外层上的电子数目一般多于或等于 4 个，在化学反应中较易得到电子，而使最外层达到 8 个电子的相对稳定结构。

如此看来，元素原子最外层上的电子数目与元素的性质，特别是化学性质关系非常密切。稀有气体元素的原子不易得失电子，表现了稀有气体元素的惰性；金属元素的原子较易失去电子，表现了金属性；非金属元素的原子较易获得电子，表现了非金属性。

二、离子化合物和共价化合物

1. 离子化合物

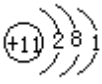
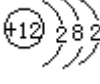
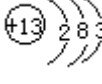
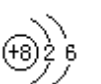
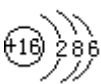
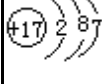
(1) 离子我们从原子结构的知识中知道，由于原子核内质子所带的正电荷总数和核外电子所带的负电荷总数相等，因而整个原子显电中性。当金属元素的原子在化学反应中失去电子使整个原子带上正电荷，或非金属元素的原子得到电子使整个原子带上负电荷时，就形成带正电荷或带负电荷的“原子”。这种带电荷的“原子”叫做离子。带正电的离子叫做阳离子，带负电的离子叫做阴离子。

化学上常采用在元素符号的右上角标明电荷数目来表示一种离子。例如，钠原子失去 1 个电子形成带 1 个单位正电荷的钠离子，符号是 Na^+ ；钙原子失去 2 个电子形成带 2 个单位正电荷的钙离子，符号是 Ca^{2+} 。氯原子获得 1 个电子形成带 1 个单位负电荷的氯离子，符号是 Cl^- 。

元素的原子在反应中得失电子的趋势及其数目与它最外层上的电子数目有着密切的关系（表 3-1）。

某种元素的原子在化学反应中得失电子形成离子时，其核电荷数并没有改变，所以仍属于同一种元素。

表 3-1 原子的结构和形成离子的关系

元素名称	钠	镁	铝	氧	硫	氯
原子结构示意图						
最外层电子数	1	2	3	6	6	7
失得电子趋势	易失	易失	易失	易得	易得	易得
失得电子数目	1	2	3	2	2	1
离子符号	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	O^{2-}	S^{2-}	Cl^-

(2) 离子化合物由带相反电荷的阴阳离子相互作用而形成的化合物，叫做离子化合物。如氯化钾 (KCl)、氯化镁 (MgCl_2)、氟化钙 (CaF_2)、硫酸锌 (ZnSO_4) 等都是离子化合物。离子化合物显电中性。

现以钠和氯反应生成氯化钠为例，说明离子化合物的形成过程。钠原子失去其最外电子层上的 1 个电子，而带上 1 个单位正电荷，氯原子得到 1 个电子，而带上 1 个单位负电荷，都达到稳定结构。由带正电荷的 Na^+ 和带负电荷的 Cl^- 相互作用而形成化合物氯化钠（图 3-14）。从氯化钠的形成表明，离子也是构成物质的一种微粒。

2. 共价化合物

非金属元素之间形成化合物（如氢元素和氯元素形成氯化氢）时，由于它们的原子都有获得电子达到稳定结构的趋势，但双方获得电子的难易程度相差不大，都不能夺取对方的电子，两种原子相互作用的结果是双方以一定数目的最外层上的电子彼此形成一个或几个电子对，为两个原子所共有，在两个原子核外的空间运动，使双方原子都达到稳定结构。这种电子对叫做共用电子对。共用电子对受两个原子核的共同吸引，使原子相互结合起来，形成化合物的分子。通过共用电子对形成分子的化合物，叫做共价化合物。

在共价化合物的分子中，由于不同的非金属元素的原子获得电子的能力不完全相同，而使共用电子对在两个原子之间发生一定的偏移。例如，水分子中氧原子获得电子的能力略大于氢原子，因此电子对偏向氧原子，氧原子一方略显负电性，氢原子一方略显正电性。但整个分子显电中性。

不同的非金属元素之间形成的化合物，例如，氯化氢(HCl)、水(H₂O)、二氧化碳(CO₂)等，一般都是共价化合物。

【议一议】离子化合物的形成和共价化合物的形成主要不同点是什么？

选 学

电子式

在化学反应中，一般是原子的最外层电子发生变化。为简便起见，可在元素符号周围用小黑点（或×）表示原子最外层上的电子。这种式子叫做电子式。例如：

氢原子 氧原子 氯原子 钠原子 镁原子 铝原子

用电子式可以表示原子、离子和分子。还可以表示离子化合物和共价化合物的形成过程。例如，氯化钠的形成过程：

氯化氢的形成过程：

习 题

1. 填写下列空白

(1) 在多电子的原子中，各个电子的_____并不相同，_____低的，在离核_____区域运动，_____高的，在离核_____区域运动。因此，可以这样认为，

电子是在核外排布的。

(2) 某元素的原子结构示意图为 $\text{(+17)} \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 7 \end{array}$, 该原子的核电荷数是____, 核外有____个电子层, 最外层上有____个电子。在化学反应中, 这种原子容易____电子, 形成____离子。其离子符号是____。

(3) 金属元素的原子最外层上的电子数一般少于____个, 化学反应中, 金属原子一般较易____电子, 形成____离子。

(4) 稀有气体元素的原子最外层上的电子数一般是____个(氦除外)。稀有气体元素又称惰性气体元素, 因为它们的化学性质比较____。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列说法不正确的是

[]

- (A) 凡是最外层上的电子数少于 4 个的原子, 都是金属元素的原子
- (B) 由于氯化钠是由带电的 Na^+ 和 Cl^- 构成, 所以氯化钠带有电性
- (C) 元素的性质, 特别是化学性质与元素的原子最外层上的电子数关系非常密切
- (D) 带电的原子或原子团都叫做离子

(2) 下列微粒的结构示意图, 表示阴离子的是

[]

3. 氯元素、氯原子、氯离子的联系与区别各是什么?

第五节 化合价

我们已经知道，氢气跟氧气化合生成水(H_2O)，反应物的原子个数比是2 : 1；钠跟氯气化合生成氯化钠(NaCl)，反应物的原子个数比是1 : 1。大量的反应事实表明，元素之间相互化合时，其原子个数都有固定的比值。否则，就不能使离子化合物中的阴阳离子或共价化合物分子中原子的最外层形成8个电子的稳定结构，也就不能形成稳定的化合物。化学上把一种元素一定数目的原子跟其他元素一定数目的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。化合价有正价和负价之分。

元素的化合价数值表示什么意义？为什么元素的化合价有正负之分呢？

在离子化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子失去或得到电子的数目。失去电子的原子带正电，这种元素的化合价就是正价，得到电子的原子带负电，这种元素的化合价就是负价。例如，在氯化钠中，一个钠原子失去1个电子，钠元素就为+1价，一个氯原子得到1个电子，氯元素就为-1价。

在共价化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子跟其他元素的原子结合时，形成共用电子对的数目。共用电子对偏离哪种原子，哪种元素就为正价，电子对偏向哪种原子，哪种元素就为负价。例如，在水分子中，一个氢原子和一个氧原子之间形成一个共用电子对，且电子对又偏离氢原子，因此氢元素的化合价为+1价；一个氧原子和两个氢原子各形成一个共用电子对，且两个电子对都偏向氧原子，因此氧元素的化合价为-2价。

金属元素跟非金属元素化合时，通常是金属元素显正价，非金属元素显负价。在化合物里氢元素一般显+1价，氧元素一般显-2价。

元素的化合价是元素形成化合物时表现出来的性质，因此，在单质中元素的化合价为零。

在化合物中，各元素的正负化合价的代数和等于零。

由于元素的原子结构、反应条件等的不同，有些元素的原子在反应中得失电子或形成共用电子对的数目可有不同，常常显示出可变的化合价。例如，碳元素有+2、+4价，硫元素有-2、+4、+6价，铁元素有+2、+3价。

常见元素的化合价见表3-2。

表 3-2 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
钠	Na	+1	锰	Mn	+ 2 , + 4 , + 6 , + 7
钾	K	+1	氢	H	+ 1
银	Ag	+1	氟	F	-1
镁	Mg	+ 2	氯	Cl	-1 , +1 , +5 , + 7
钙	Ca	+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
铁	Fe	+ 2 , + 3	氮	N	-3 , +2 , +4 , +5
铝	Al	+3	磷	P	-3 , +3 , +5

在化合物里不仅元素表现出一定的化合价，某些原子团也表现出一定的化合价。如硫酸镁里，镁元素为+2价，硫酸根为-2价。原子团的化合价（有时指根价）大多是原子团内各元素正负化合价的代数和。例如，硫酸根里，硫为+6价，氧为-2价，其代数和为-2，因此硫酸根为-2价。

元素化合价的标示方法不同于离子电荷数的标示方法。元素的化合价标在元素符号的正上方。例如， $\overset{+1}{\text{Na}}\overset{-1}{\text{Cl}}$ 、 $\overset{+2}{\text{Mg}}\overset{-2}{\text{O}}$ 、 $\overset{+2}{\text{Zn}}\overset{-2}{\text{S}}$ 。原子团的化合价标在原子团上方中间的位置。例如， $\text{Na}_2\overset{-2}{\text{SO}_4}$ 、 $\text{Mg}(\overset{-1}{\text{OH}})_2$ 。

化合价和化学式有着密切的关系。根据化合物中各元素正负化合价的代数和等于零的原则，可依据物质的化学式，计算出某元素的化合价。应用化合价可以写出已知物质的化学式。

1. 根据已知的化学式计算某元素的化合价

【例题 1】已知氧为-2价，计算氧化铝中铝元素的化合价。解：氧化铝的化学式是 Al_2O_3 。

根据化合价原则，铝的化合价乘以铝的原子个数，加上氧的化合价乘以氧的原子个数等于零。即：

$$\text{铝的化合价} \times 2 + (-2) \times 3 = 0$$

$$\text{铝的化合价} = \frac{+6}{2} = +3$$

答：氧化铝中铝元素的化合价为+3。

【例题 2】已知钾元素为+1价，氧元素为-2价，计算高锰酸钾中锰元素的化合价。

解：高锰酸钾的化学式是 KMnO_4 。

根据化合价原则：

$$(+1) \times 1 + \text{锰的化合价} \times 1 + (-2) \times 4 = 0$$

$$\text{锰的化合价} = \frac{+8-1}{1} = +7$$

答：高锰酸钾中锰元素的化合价为+7。

2. 根据元素的化合价写出已知物质的化学式

【例题 3】已知硫有两种氧化物，其中硫元素的化合价分别为+4 和+6，写出硫的这两种氧化物的化学式。

解：（1）写出+4 价硫的氧化物的化学式

先写出组成化合物的元素符号，一般把正价元素的符号写在左边，负价元素的符号写在右边，并将相应的化合价标在元素符号的上方。



求出两种元素化合价绝对值的最小公倍数：4。

求出各元素的原子个数：

最小公倍数/正价（或负价）的绝对值=原子个数

$$\text{S} \quad \frac{4}{4} = 1 \quad \text{O} \quad \frac{4}{2} = 2$$

把原子数标在相应元素符号的右下角（原子个数为 1 的不标），即得+4 价硫的氧化物的化学式。



检验各元素的正负化合价的代数和是否为零。如不为零，化学式不正确。

$(+4) \times 1 + (-2) \times 2 = 4 - 4 = 0$ （2）写出+6 价硫的氧化物的化学式



两种元素化合价的最小公倍数为 6。

$$\text{S} \quad \frac{6}{6} = 1 \quad \text{O} : \frac{6}{2} = 3$$

价硫的氧化物的化学式为 SO_3 。应该注意，化学式是表示客观存在的物质的组成，切不可应用化合价任意写出实际上并不存在的物质的化学式。

【练一练】1. 根据常见元素的化合价，判断下列化学式是否正确？

（1） NaCl_2 （2） FeCl_3 （3） FeCl_2 （4） Na_2O （5） ZnO_2 （6） NO_2

2. 在 H_2SO_4 中，硫的化合价是+6 价，则硫酸根的化合价是多少？化学式 NaSO_4 是否正确，为什么？

习 题

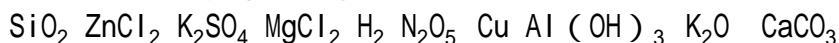
1. 填写下列空白

（1）一种元素一定数目的跟其他元素一定数目的化合的，叫做这种元素的化合价。

(2) 在化合物里，氢元素的化合价通常显价，氧元素的化合价通常显价，金属元素通常显价。某些非金属元素跟氢或金属元素化合时，通常显价。在单质里，元素的化合价为。

(3) 在化合物里，元素的正负化合价的代数和等于。

2. 标出下列物质中各元素的化合价



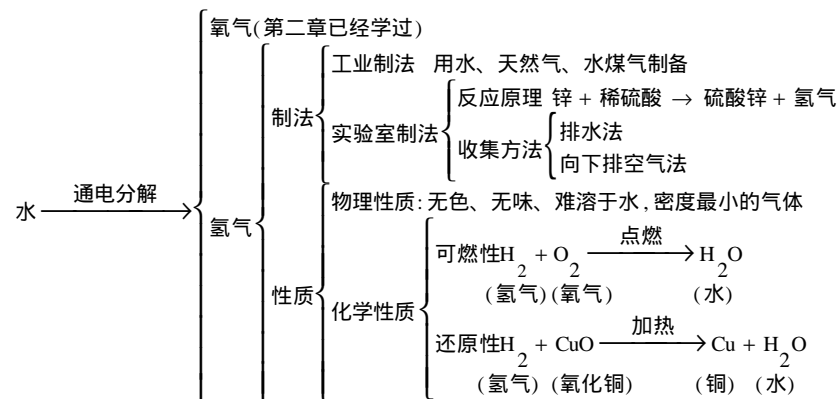
3. 将下表中正价元素和负价元素或负价原子团结合所组成的化合物的化学式，填在相应的空格内。

正价元素 负价元素 (或原子团)	⁺¹ H	⁺¹ K	⁺² Ca	⁺² Cu	⁺² Fe	⁺² Zn	⁺² Na	⁺³ Al
⁻¹ Cl								
⁻² O								
⁻¹ OH	H ₂ O							
⁻² SO ₄								

4. 在 H₂O 和 Na₂O 里，氧元素都是 -2 价，其意义是否相同？

全章小结

一、水和氢气



二、置换反应 由一种单质跟一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应。

三、还原反应 含氧化合物里的氧被夺去的反应。

四、核外电子排布的初步知识

在多电子的原子里，能量高低不同的电子，在离核远近不同的区域作高速运动。因此，电子在核外分层排布。分层排布的情况可以用原子结构示意图

图表示。

元素的性质，特别是化学性质跟它的原子最外层上的电子数目关系非常密切。

带电的原子或原子团叫做离子。离子包括阳离子和阴离子。

五、化合价

一种元素一定数目的原子跟其他元素一定数目的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。化合价有正价和负价。在化合物里，正、负化合价的代数和等于零。

元素的化合价与化学式的关系非常密切。

复 习 题

A

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 电解水时，正确的说法是 []

(A) 水被分解，在与电源正极连接的电极上产生氢气

(B) 在与电源负极连接的电极上产生的氧气是氢气体积的 1/2

(C) 水的质量不变

(D) 在与电源负极连接的电极上产生的氢气是氧气体积的 2 倍

(2) 在氧化钨 (WO_3) + 氢气 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 钨 + 水 的反应中，被还原的物质是

[]

还原产物是

[]

(A) 氢气

(B) 钨

(C) 氧化钨

(D) 水

(3) 核电荷数小于核外电子数的微粒一定是 []

(A) 分子

(B) 原子

(C) 阴离子

(D) 阳离子

(4) 下列哪组物质中的硫元素具有相同的化合价 []

(A) H_2SO_4 和 SO_2

(B) SO_2 和 SO_3

(C) H_2S 和 S

(D) Na_2SO_4 和 SO_3

(5) 质量相同的下列物质含分子数最多的是 []

- (A) O_2
- (B) H_2
- (C) CO_2
- (D) N_2

(6) X、Y、Z 三种元素的化合价分别是+1、+4、-2，这三种元素形成化合物的化学式可能是 []

- (A) XYZ_2
- (B) X_4YZ_3
- (C) X_2YZ_3
- (D) X_3YZ_3

(7) 既可用排水法收集，又可用向上排气法收集的气体应具备的性质是 []

- (A) 易溶于水比空气轻
- (B) 难溶于水比空气重
- (C) 易溶于水比空气重
- (D) 难溶于水比空气轻

2. 填写下列空白

(1) 若用向下排空气法收集氢气，经检验不纯，而需要再检验时，应先____，然后再____。

(2) 构成物质的微粒有____、____、____。例如，氯化钠是由____和____构成的；氢气是由____构成的；氦气是由____构成的。

(3) 已知钙为+2 价，硫为-2 价，氢氧根为-1 价，钾为+1 价，如果它们两两彼此结合，能形成____种化合物，其化学式分别为____。

(4) 某元素 R 的氯化物的化学式为 RCl_3 ，则它的氧化物的化学式为 (R 的化合价不变) ____。

(5) 在氢气还原氧化铜的实验中，先向试管里通入氢气，然后再给氧化铜加热。过一会儿，可以看到氧化铜由____色变成光亮的____色，同时试管口有____生成。

(6) Mg 和 Mg^{2+} 属于同一种元素，因为它们的____相同。Mg 和 Mg^{2+} 属于 (相同或不同)____的微粒，两者的性质____。因为它们核外的电子总数____同。

3. 写出下列反应的表达式 (用化学式表示)，指出哪个是化合反应、分解反应、置换反应。

- (1) 水中通入直流电。
- (2) 铁和盐酸反应生成氯化亚铁和氢气。
- (3) 氢气通过灼热的三氧化二铁生成铁和水。

(4) 氢气在空气中燃烧。

4. 有人设计了实验室制取氢气的简易装置(如下图), 哪种是正确的? 哪种是错误的? 为什么?

B (选作)

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 在空气中点燃纯净的氢气时, 不会出现的现象是 []

- (A) 安静地燃烧, 产生淡蓝色火焰
- (B) 有尖锐的爆鸣声
- (C) 在火焰上罩一干冷烧杯的内壁有水珠生成
- (D) 放出大量的热

(2) 跟元素的化学性质关系最密切的是 []

- (A) 元素的核电荷数
- (B) 原子的核外电子数
- (C) 原子的最外层电子数
- (D) 元素的原子量

(3) 下列结构示意图所表示的微粒, 属于同一种元素的是 []

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

(4) 某元素的核电荷数为 Z , 其带 2 个单位负电荷的阴离子的核外电子数为 m , 下列关系式中正确的是 []

- (A) $Z=m$
- (B) $Z=m+2$
- (C) $Z=m-2$
- (D) $Z+m=2$

(5) 下列含氮化合物中, 氮元素的化合价最高的是 []

- (A) NaNO_2
- (B) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- (C) NO_2

(D) KNO_3

(6) 某元素 M 的原子量为 56，它在氧化物中的质量分数为 70%，则元素 M 的化合价为 []

(A) +2

(B) +3

(C) +4

(D) +5

(7) 某元素 R 的+4 价氧化物的式量为 M，则 R 的原子量是 []

(A) $M+32$

(B) $M-16$

(C) $\frac{M-16}{2}$

(D) $M-32$

(8) 某化合物的化学式为 $\text{H}_n\text{RO}_{2n-2}$ ，已知 R 的化合价为+5，则 n 值为

[]

(A) 1

(B) 2

(C) 3

(D) 4

2. 填写下列空白

(1) 在 S^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 几种微粒中，它们相互可形成 AB 型化合物是____； AB_2 型化合物是____， A_2B 型化合物是____。

(2) 某+5 价的非金属元素的氧化物中，非金属元素和氧元素的质量比为 7 : 20，则该非金属元素的原子量是。

(3) 从 H、O、Na、S 4 种元素中，选择适当元素分别写出所有符合下列要求的化学式：

金属单质____， 非金属单质____，

金属氧化物____， 非金属氧化物____。

3. 现有 4 瓶没有颜色、没有气味的气体，它们分别是氧气、氮气、氢气和空气，怎样把它们一一鉴别开来。

4. A 为紫色晶体，B 为白色晶体，C、D 都是黑色固体。将 A 加热，或将 B 与 C 的混合物加热，都有气体 E 生成，E 与无色、无味的气体 F 混合，点燃发生爆炸生成 G。G 中通入直流电可得到 E 和 F。实验室常用某些金属跟酸反应来制取 F。将 F 通入盛有 D 的试管，加热，D 变为光亮的红色，并有 G 生成。根据以上事实，写出下列物质的名称和化学式。

A____， B____， C____， D____， E____， F____， G____。

5. 右图是实验室制取氢气，并用氢气还原氧化铜的装置图。指出图中的错误，并说明改正方法。

第四章 化学方程式

在生产和生活实际中会遇到各种各样的化学变化。在学习、研究化学变化时，像前几章那样用文字和化学式简单地表示化学反应，就无法反映出反应物、生成物各物质之间量的关系。因此，本章要学习简明的国际上通用的表示化学反应的方法——化学方程式。掌握化学方程式是学好化学的基础。

第一节 质量守恒定律

在化学变化中，反应物发生变化，生成了新的物质。将这种变化运用到生产实际中去，就可以利用一些物质来制取另一些物质。然而，在化学反应中，反应物的质量总和跟生成物的质量总和相比较，是增加？是减少？还是相等呢？下面通过实验来研究这个问题。

实验 4—1 铁跟硫酸铜溶液的反应

取一薄铁片，用细砂纸将其表面擦净，使之呈光亮的银白色，然后折成 A 所示的形状。

在小烧杯里加入适量硫酸铜溶液，将薄铁片沿烧杯内壁放下，使其弯钩处挂在烧杯边沿上。

将上述装置放在天平的左盘上，右盘加砝码使天平平衡（如图 4—1）。然后取下左盘上的装置，将铁片小心地垂直放入硫酸铜溶液中。片刻轻轻提起铁片仍挂在烧杯边沿上，可以看到浸入硫酸铜溶液的部分表面覆盖一层红色的铜，同时溶液的颜色变浅。再将左盘上的装置放回托盘上，观察天平是否仍保持平衡。

实验 4—2 碳酸钠溶液与澄清石灰水的反应

如图 4—2 所示，把装有无色碳酸钠溶液的小试管，小心地放入盛有适量澄清石灰水的锥形瓶中，塞上塞子。将锥形瓶放在天平的左盘上，右盘上加砝码，使之平衡。取下锥形瓶并将其倾斜，使小试管中的碳酸钠溶液倾出与石灰水混合，这时看到有白色沉淀物（碳酸钙）生成。再将锥形瓶放回托盘上，观察天平是否仍保持平衡。

从上面两个实验可以看到，反应后天平仍然保持平衡。这说明生成物的总质量跟反应物的总质量是相等的。

在研究反应物和生成物之间量的关系时，人们曾选用不同的化学反应，进行过大量的实验，得到的结论都是一样的。由此，概括出一条规律：参加化学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。

为什么物质在化学反应中遵循质量守恒定律呢？这是因为参加反应的各物质（反应物）中的原子，只是在化学反应里重新组合生成了新物质（生成物）。化学反应前后原子的种类没有改变，各种原子的数目没有增减，原子的质量也没有变化。所以，化学反应前后，各反应物质量的总和必然等于生成物质量的总和。

【议一议】有人说：“蜡烛燃烧后质量变小，说明质量守恒定律不是普遍规律。”这种说法对吗？为什么？

习 题

1. 判断下列叙述是否正确，并说明判断理由。

(1) 因为“质量守恒”，所以氢气燃烧后生成的水中一定含有氢气。

(2) 在化学反应里反应物中各元素的原子个数等于生成物的原子总数。

(3) 木炭在空气中燃烧后消失了，因此这个反应是不遵循质量守恒定律的。

(4) 某物质在空气中加热发生化学反应后，生成物的总质量必定等于该物质的质量。

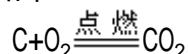
2. 试运用质量守恒定律解释下列实验现象：

(1) 细铁丝在氧气中燃烧，生成物的质量比细铁丝的质量大；

(2) 纸在空气中燃烧后化为灰烬，灰烬的质量比纸的质量小。

第二节 化学方程式

随着化学研究的深入，人们掌握的化学反应的事实越来越多。这些化学反应彼此在反应物和生成物以及反应条件等方面不尽相同。但是，根据质量守恒定律所揭示的化学反应中反应物和生成物之间质量的关系，每个具体的化学反应都可以利用物质的化学式来表示。例如，木炭在空气（或氧气）中燃烧，生成二氧化碳，可表示如下：

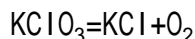


这种用化学式来表示化学反应的式子，叫做化学方程式。

书写化学方程式必须遵守两个原则：一要尊重客观事实，不能随意编造事实上不存在的物质和化学反应；二要遵守质量守恒定律，“等号”两边各种元素的原子数目必须相等。

下面以氯酸钾受热分解生成氯化钾和氧气的反应为例，说明书写化学方程式的一般步骤。

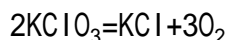
1. 根据化学反应事实，写出反应物和生成物的化学式。反应物的化学式写在式子左边，生成物的化学式写在右边，如果反应物或生成物不止一种，要用“加号”把它们连接起来，并在式子的左、右两边之间画上“等号”。值得注意的是：化学方程式中的“加号”、“等号”与它们在数学上的含义不完全相同。



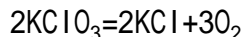
【想一想】观察上边这个式子，它是否符合质量守恒定律？为什么？

2. 配平化学方程式。为了使上式符合质量守恒定律，要在式子左、右两边的化学式前面配上适当的系数（又称化学计量数），使式子中每一种元素在左、右两边的原子总数都相等。这个过程叫做化学方程式的配平。

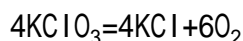
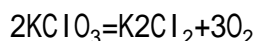
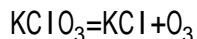
配平化学方程式的方法很多，现在介绍一种比较简单、常用的方法——最小公倍数法。例如，在上面的式子里，左边氧原子数是 3，右边是 2，两数的最小公倍数是 6。因此，在 KClO_3 前面配上系数 2，在 O_2 前面配上系数 3。



上式左边的钾原子数是 2，氯原子数也是 2，因此，在右边 KCl 的前面要配上系数 2。

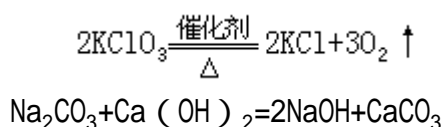


【议一议】有的同学把上面的化学方程式写成如下形式，你认为正确吗？为什么？

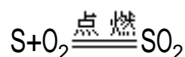


应该注意，配平化学方程式时，不能改动化学式，只能在化学式前面配上适当的正整数作系数（系数为1的省略不写）。化学方程式配平后，各系数之比应为最简整数比。

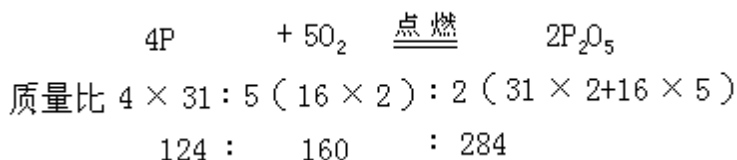
3. 注明化学反应发生的条件和某些生成物的状态。如果化学反应只有在特定条件下才能发生，需要在化学方程式“等号”上方注明反应发生的条件。如点燃、加热（常用“ Δ ”表示）、高温、催化剂等。当反应需要的特定条件多于一种时，如其中有加热条件，一般将它标写在等号下边。如果反应物中没有气体，而生成物中有气体，则在气体物质化学式后边加注“ \uparrow ”；如果反应是在溶液里进行，且生成物中有沉淀，则在沉淀物质化学式后边加注“ \downarrow ”。例如：



但是，如果反应物和生成物中都有气体，气体生成物就不需加注“ \uparrow ”。例如：



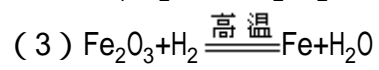
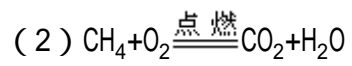
化学方程式是有特定读法的。例如，磷与氧气反应生成五氧化二磷的化学方程式：



可定性地读为：磷跟氧气在点燃条件下反应生成五氧化二磷。还可定量地读为：每124份质量的磷与160份质量的氧气在点燃条件下反应，生成284份质量的五氧化二磷。

习 题

1. 铝跟稀硫酸反应生成氢气和硫酸铝的化学方程式正确的是 []
 - (A) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{AlSO}_4 + \text{H}_2$
 - (B) $\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
 - (C) $\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
 - (D) $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
2. 配平下列反应的化学方程式
 - (1) $\text{Al} + \text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$



3. 写出下列反应的化学方程式，并计算参加反应各物质的质量比。

(1) 镁在氧气中燃烧生成氧化镁

(2) 氧化汞受热分解生成汞和氧气

(3) 通电分解水生成氢气和氧气

(4) 锌跟稀硫酸反应，生成硫酸锌和氢气

第三节 根据化学方程式的计算

化学方程式不仅表示什么物质参加反应，反应后生成什么物质，还表示反应物、生成物各物质之间的质量比。因此，可以根据化学方程式计算用一定量的原料最多可生产出多少产品；制备一定量的产品最少需要多少原料等。通过计算，可以加强实验和生产的计划性，合理地利用资源。

现举例说明根据化学方程式进行计算的一般步骤。

【例题 1】在实验室里用氢气还原氧化铜制取铜。若制取 2.0g 铜，需要氧化铜的质量是多少？

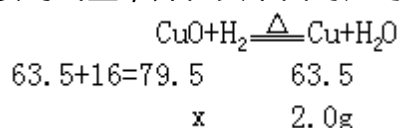
解：（1）设未知量

设制取 2.0g 铜需要氧化铜的质量为 x。

（2）写出有关反应的化学方程式



（3）写出相关物质的式量，并在其下面对应写出已知量、未知量



（4）列比例式并求解

$$\begin{aligned} \frac{79.5}{63.5} &= \frac{x}{2.0\text{g}} \\ x &= \frac{79.5 \times 2.0\text{g}}{63.5} = 2.5\text{g} \end{aligned}$$

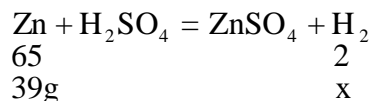
（5）简明地写出答案

答：用氢气还原氧化铜制取 2.0g 铜，需要氧化铜 2.5g。

在实际的解题过程中，[例题 1] 中说明步骤的文字可以不写。实际解题可参照 [例题 2] 的格式。

【例题 2】用 39g 锌与足量的稀硫酸反应，能够制得氢气的质量是多少？

解：设能制得氢气的质量为 x。



$$\begin{aligned} \frac{65}{2} &= \frac{39}{x} \\ x &= \frac{39\text{g} \times 2}{65} = 1.2\text{g} \end{aligned}$$

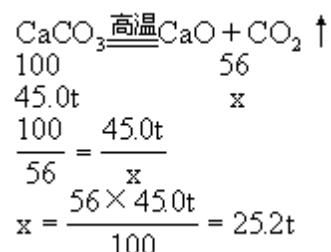
答：能制得氢气 1.2g。

【例题 3】煅烧含杂质 10.0% 的石灰石（主要成分是 CaCO_3 ）50.0t，可制得生石灰（ CaO ）的质量是多少？

解：50.0t 石灰石含杂质为 $50.0\text{t} \times 10.0\% = 5.00\text{t}$ ，含 CaCO_3 为 $50.0\text{t} -$

5.00t=45.0t。

设煅烧 45.0tCaCO₃可制得生石灰的质量为 x。



答：可制得生石灰 25.2t。

习 题

1. 填写下列空白

(1) 在实验室里，制取 2.4g 氧气，需要氯酸钾____ g。这些氯酸钾完全分解后，产生氯化钾____ g。

(2) 16g 硫在空气中充分燃烧，可得到二氧化硫 g。这些硫充分燃烧时，消耗氧气 g。

(3) 8.0g 镁充分燃烧，需要氧气 g，同时生成氧化镁 g。

2. 在两支试管中，各加入 5.0g 锌，然后分别加入足量的稀硫酸和稀盐酸，最后所得到的氢气的质量是否相等？为什么？

3. 若用氢气还原氧化铜制得 5.0g 铜，试计算参加反应的氢气质量是多少？这些氢气在标准状况下的体积是多少？（在标准状况下，氢气的密度为 0.0899g/L）

4. 需要煅烧多少含碳酸镁 (MgCO₃) 65% 的矿石，才能得到 250kg 氧化镁 (MgO)？（提示： $\text{MgCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgO} + \text{CO}_2$ ）

全 章 小 结

质量守恒定律是自然界的普遍规律。它揭示了化学反应中反应物和生成物之间的质量关系，即参加化学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。这是化学反应中元素原子的种类、数目和质量都没有变化的必然结果。

化学方程式是重要的化学用语。它能从“质”和“量”两个方面表示具体的化学反应：在“质”的方面，它表示反应是真实存在的，无论反应物还是生成物，其组成都是符合客观事实的；在“量”的方面，它表示反应物、生成物各物质之间的质量比。

学习化学方程式要掌握以下几点：

1. 定义用化学式来表示化学反应的式子，叫做化学方程式。

2. 书写原则

(1) 尊重客观事实，不能随意编造事实上不存在的物质和化学反应。

(2) 遵守质量守恒定律，“等号”两边各种元素的原子数目必须相等。

3. 书写步骤

(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，中间画“等号”。如果反应物或生成物不止一种，分别用“加号”连接起来。

(2) 配平。可采用观察法、最小公倍数法等方法。

(3) 注明反应条件和某些生成物的状态。

4. 读法 定性读法和定量读法。

5. 涵义

(1) 表示反应物和生成物及反应条件。

(2) 表示各物质之间的质量比。

6. 应用

(1) 表示具体的化学反应以及反应中各物质之间质量的关系。

(2) 根据化学方程式进行计算，从量的方面研究物质的变化或指导化工生产。

复 习 题

A

1. 填写下列空白

(1) 用 32.5g 锌跟足量的稀硫酸反应，可制得氢气 g。现需要 16.0g 氢气填充气球，需消耗锌 _____g。

(2) 通电分解 g 水所得到氧气的质量和分解 245g 氯酸钾所得到氧气的质量相等。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列叙述中，错误的是 []

(A) 化学反应前后，反应物、生成物的质量总和相等

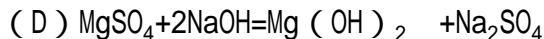
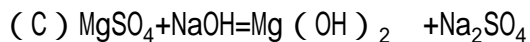
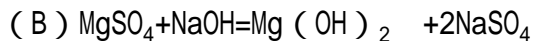
(B) 化学反应前后，元素的种类不变

(C) 化学反应前后，各元素的原子总数相等

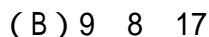
(D) 化学反应前后，各物质的种类不变

(2) 下列各式中，能正确地表示硫酸镁跟氢氧化钠反应的化学方程式是 []

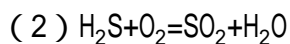
(A) $MgSO_4 + NaOH = MgOH + NaSO_4$



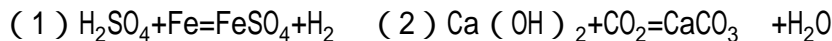
(3) 铝在氧气中燃烧生成氧化铝 (Al_2O_3)。在这个反应中, 铝、氧气、氧化铝的质量比是 []



3. 完成下列化学方程式



4. 计算下列反应中各物质间的质量比



5. 写出下列各反应的化学方程式



(2) 硝酸 (HNO_3) 跟氢氧化钠 (NaOH) 反应, 生成硝酸钠 (NaNO_3) 和水

(3) 硫酸铵 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 跟氢氧化钠反应, 生成硫酸钠 (Na_2SO_4)、氨气和水

6. 某化工厂需要 500kg 氧气做原料。若用电解水的方法制取这些氧气, 需消耗水的质量是多少? 同时可以得到氢气的质量是多少?

7. 多少质量的锌跟盐酸反应和 5.4g 铝跟盐酸反应产生的氢气一样多?

B (选作)

1. 把干燥、纯净的氯酸钾和二氧化锰的混合物 15.5g 装入大试管中, 加热制取氧气。待反应完全后, 将试管冷却、称量, 得到 10.7g 固体物质。计算: 制得氧气的质量是多少? 10.7g 固体物质中含有哪些物质? 它们的质量各是多少?

2. 某三价金属氧化物 3.20g 全部被氢气还原可得到水 1.08g, 求此金属氧化物的化学式?

3. 某炼铁厂每天产生铁 (含铁 95%) 800t。该厂每天需要含 Fe_2O_3 为 60% 的铁矿石质量是多少? (提示: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$)

第五章 碳 碳的化合物

碳是一种重要的非金属元素。在已知的 1000 多万种化合物中，有 90% 以上是含碳的化合物，人类的衣、食、住、行，乃至人类本身都离不开碳及其化合物。本章仅学习碳、二氧化碳、一氧化碳、碳酸钙等的有关知识。其中，碳的化学性质、二氧化碳的化学性质和实验室制法是学习的重点。

第一节 碳

一、金刚石和石墨

金刚石、石墨都是由碳元素形成的单质。

金刚石是天然产物中最坚硬的物质。金刚石可以镶嵌在钻探机的钻头上，钻凿坚硬的岩层；还可以用在切割工具上，裁玻璃的刀头上就镶有金刚石的小颗粒（图 5-1）。天然采集的金刚石经过仔细琢磨后，就成为名贵的装饰品——钻石。

石墨是最软的矿物之一。用它在纸上划过，就会留下石墨灰黑色的痕迹。铅笔芯就是将石墨粉末与粘土粉末按一定的比例混合制成的。用手摸石墨或铅笔芯粉末，会有滑腻的感觉，在工业上，石墨可用作润滑剂。由于石墨的熔点高，所以石墨润滑剂可以在高温下使用。常用的干电池（图 5-2）中，以石墨作电极，这是利用了它能导电的性质。石墨还有优良的导热性，并能经受得住温度的骤然升降，可用于制造冶金坩埚等。石墨有许多优良的特性，被广泛地用于科研、生产和生活中。

金刚石和石墨都是碳的单质，为什么它们的物理性质有这么大的差异呢？如金刚石很硬，不导电；而石墨很软，能导电。经过研究知道，这是因为金刚石和石墨里碳原子排列的不同的缘故。但是，在特殊条件下，石墨可以转变为金刚石。人造金刚石已在我国工业上得到应用。

二、无定形碳

通常称为无定形碳的有木炭、炭黑、活性炭、焦炭等多种。下面重点介绍木炭。

木炭是一种灰黑色的多孔性固体，通常是将木材在隔绝空气加强热的条件下制得的。它可用作燃料，也可用于绘画（炭笔）等。木炭燃烧后留下少量灰分（矿物质），表明木炭不是纯碳。用 X 射线研究知道，木炭主要是由石墨的微小晶体和少量杂质组成的。炭黑、活性炭、焦炭等也具有类似的组成。

实验 5-1 木炭的吸附性

1. 在火上烘烤几小块木炭，然后，在石棉网上放冷。把木炭投入充满红棕色二氧化氮气体的集气瓶里。塞住瓶口，摇动瓶子，观察集气瓶里气体颜色的变化。

2. 在盛有适量水的锥形瓶中，加 1 滴红墨水，使水略显红色。然后，投入几小块烘烤过的木炭，轻轻振荡，观察水中颜色的变化。

从实验可以看到，红棕色的二氧化氮气体和水中的红色变浅或消失了。这是因为木炭有吸附性，能把大量的气体分子或染料色素等的小微粒吸附到它的表面。

为什么木炭具有吸附性呢？这同木炭具有疏松多孔的结构有关。木炭的孔道越多，跟气体或溶液接触的表面积越大，吸附能力越强。木炭再加工，使它的细孔道疏通，可得到吸附能力更强的活性炭。利用活性炭的吸附性，可用它对一些食品和工业产品进行吸附脱色、除杂质，也可以用它吸附有异味的物质。防毒面具里的滤毒罐就是利用活性炭来吸附毒气的（图 5-3）。

焦炭常用于冶金工业，还可用于生产水煤气等。炭黑可用于制造油墨、墨汁、鞋油和颜料等。将炭黑加到橡胶里，能增强橡胶制品的耐磨性。

三、碳的化学性质

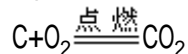
【想一想】我国古代用墨书写、绘制的字画，虽历经岁月，但字画仍不变色，这是为什么？

在常温下，碳的化学性质不活泼。碳即使接触日光、空气、水也不容易起变化。

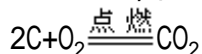
在高温下，碳的化学活泼性增强，能跟很多物质发生反应。

1. 碳跟氧气的反应

碳在氧气或空气里充分燃烧，生成二氧化碳，同时放出大量的热。



当碳燃烧不充分时，生成一氧化碳，同时也放出热量。



2. 碳跟某些氧化物的反应

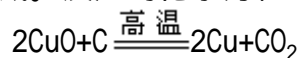
在较高温度下，碳可以夺取某些氧化物中的氧，使其他元素还原。

实验 5-2 碳跟氧化铜反应

将烘干的木炭粉末和氧化铜（黑色）混合均匀。取适量混合物铺放进干燥的试管里，把试管固定在铁架台上，用带导管的塞子塞住试管，使导管的一端插入盛少量澄清石灰水的试管里。加热试管（图 5-4）。观察发生的现象。反应后，比较试管中物质和反应前混合物的颜色和状态。

从实验可以看到，试管内呈红热，说明反应剧烈，并放出热量；澄清的石灰水 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 变得浑浊，证明有二氧化碳生成；比较反应前后试管中的

物质，证明有红色的铜生成。反应的化学方程式如下：



表明在高温下，木炭从氧化铜里还原出铜，并生成二氧化碳。

碳具有还原性，作为还原剂常用于冶金工业。

选 学

黑 火 药

中国古代科学技术的四大发明（造纸技术、黑火药、印刷术、罗盘针），对世界科学文化的发展做出卓越贡献。其中，黑火药是将木炭粉、硫黄粉和硝酸钾（ KNO_3 ）按一定比例混合制成的。黑火药燃烧时（常用 $\text{S} + 2\text{KNO}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2$ 表示），生成物多为气体，同时放出大量的热，固体生成物分散在气体中而形成大量的白烟。若在有限空间点燃黑火药，则发生爆炸。

唐末至宋初，黑火药开始用于军事上，火药武器的出现推动了火药的研究和生产。烟花、爆竹的制造、爆破施工等也要用到黑火药。燃放烟花、爆竹是我国人民表达欢庆的一种风俗习惯，但是，其不安全性和对环境的污染是严重的，我国许多地方已做出禁止燃放烟花、爆竹的规定。

阅读材料

铅笔芯的硬度

将不同配比的石墨粉末与粘土粉末混合，可制成不同硬度、不同用途的铅笔。石墨很软，且不易加工，加入粘土后，可提高笔芯的硬度、耐磨性等指标。铅笔芯的硬度，一般用英文字母“H”或“B”加阿拉伯数字标明。软质铅笔用字母“B”表示（black 是黑色的意思），石墨含量越高，铅笔芯越软，书写时颜色越黑；硬质铅笔用字母“H”表示（hard 是硬的意思），粘土含量越高，铅笔芯越硬，书写时颜色越浅。“HB”表示软硬适中。“B”和“H”前的数字越大，表示铅笔芯越软或越硬。“6B”铅笔芯最软，用于绘画等；“6H”铅笔芯较硬，用于工程制图等。

课外小实验

1. 因生锈而不易打开的铁锁，先用铅笔芯粉末涂擦钥匙并润滑锁孔，然后用钥匙试着打开锁。

2. 将木炭粒加热烘烤后，冷却，装入布袋。把布袋吊在冰箱冷藏室内，试一试除味效果如何？

习 题

1. 镶有金刚石的刀具可裁割玻璃、大理石板，这是因为_____；石墨可用做电极，这是因为_____；活性炭可做防毒面具里的滤毒剂，这是因为_____。
2. 用什么方法可证明木炭和石墨的主要成分是相同的？
3. 碳与氢气有哪些相似的化学性质？写出有关反应的化学方程式。
4. 有一包黑色粉末，加热后变成亮红色，同时产生一种能使澄清石灰水变浑浊的气体。这包黑色粉末可能是什么？写出有关反应的化学方程式。
5. 用足量的木炭粉还原 16g 氧化铜，可生成二氧化碳的质量是多少？

第二节 二氧化碳

在碳的氧化物中，最常见的是二氧化碳。二氧化碳参与动植物的呼吸过程，它还是调节人体血液酸碱性的重要物质。在阳光下，绿色植物通过光合作用，将二氧化碳和水转化为糖类物质，同时释放出氧气。自然界中存在着二氧化碳的循环，使大气中二氧化碳的体积含量基本保持0.03%。因此，二氧化碳在整个生态系统中起着重要的作用。

一、二氧化碳的性质及用途

实验 5-3 二氧化碳熄灭蜡烛火焰

1. 观察集气瓶中的二氧化碳。

2. 点燃两支短蜡烛，分别放在白铁皮架的两个阶梯上，把白铁皮架放在烧杯里（图 5-5）。沿烧杯内壁缓慢倾倒二氧化碳。观察两支蜡烛发生的变化。

从实验可以看到，二氧化碳是一种没有颜色的气体；二氧化碳使蜡烛火焰熄灭，位置较低的蜡烛火焰先熄灭，较高的后熄灭。

在标准状况下，二氧化碳的密度为 1.977g/L，约是空气密度的 1.5 倍。因此，可以像倾倒液体那样，将二氧化碳从一个容器倒到另一个容器中。在一般情况下，二氧化碳既不能燃烧，也不能支持燃烧。如果让二氧化碳覆盖在燃着的物体上，就能使物体跟空气隔绝而停止燃烧，所以，二氧化碳可以用来灭火。

在加压、降温条件下，二氧化碳变成无色液体，进一步冷却时，还能变成雪状固体，经过压缩的固体二氧化碳通常叫做“干冰”。在 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 、 -78.5 时，干冰可直接变成二氧化碳气体而无液体留下，同时吸收周围大量的热。利用“干冰”的这种性质，可用它保藏易腐败的食品和进行人工降雨等。

二氧化碳能溶于水。通常状况下，1 体积水约能溶解 1 体积二氧化碳，增加压强时，还会溶解得更多。例如，在加压下，汽水中可溶解大量二氧化碳。

二氧化碳不仅能溶于水，而且可以跟水发生反应。

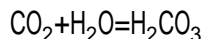
实验 5-4 二氧化碳跟水反应

(1) 向盛有适量蒸馏水的试管里，滴几滴紫色石蕊试液，再通入二氧化碳，观察水中石蕊试液颜色的变化。

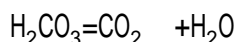
(2) 待石蕊试液变色后，停止通入二氧化碳，将试管移至酒精灯火焰上加热，再观察石蕊试液颜色的变化。

实验表明，当通入二氧化碳时，紫色石蕊试液变成红色；当加热时，又

变成紫色。这是因为溶解于水中的二氧化碳，有一部分跟水发生反应，生成了碳酸。

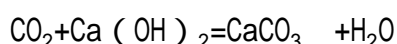


碳酸能使紫色石蕊试液变成红色。但碳酸不稳定，很容易分解为二氧化碳和水。



加热使碳酸加快分解，二氧化碳逸出，所以，石蕊试液又恢复为原来的紫色。

二氧化碳可以跟澄清的石灰水反应，生成白色碳酸钙（ CaCO_3 ）沉淀。



二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊的这一性质，常用于鉴定二氧化碳。

二氧化碳不能供给呼吸。当空气中二氧化碳体积含量较多，氧气的体积含量较少时，会对人体产生有害影响。因此，商场、影剧院、教室等人群密集的地方，应注意通风换气。

干涸的深井、深洞和久未开启的甘薯窖或菜窖的底部，常积聚较多的二氧化碳（为什么？）。为了安全，在进入这些地方前，必须先做灯火试验（图 5-6）。如灯火熄灭或燃烧得不旺，说明二氧化碳的体积含量较多，这时就不要进去。

绿色植物进行光合作用时，需要二氧化碳。一般的有机肥料，如绿肥、厩肥等，在微生物作用下，能分解出大量二氧化碳供给植物叶片吸收；在温室里可施用适量二氧化碳作肥料。二氧化碳也是一种化工原料，用于制纯碱、尿素、碳铵等。

二、二氧化碳的实验室制法

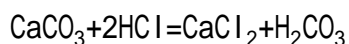
在实验室里，常用稀盐酸跟石灰石或大理石（主要成分是 CaCO_3 ）起反应制取二氧化碳。

从实验 5-5 可以看到，石灰石或大理石与稀盐酸反应，产生大量的气泡；导管导出的气体使澄清石灰水变浑浊，证明生成的气体是二氧化碳；火柴火焰熄灭，说明瓶中已充满二氧化碳。

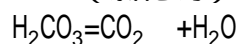
碳酸钙与稀盐酸反应的化学方程式如下：

实验 5—5 实验室里制取二氧化碳

1. 在锥形瓶里放入石灰石（或大理石）的小块，从长颈漏斗注入稀盐酸（图 5—7， ）。注意观察锥形瓶里发生的变化。
2. 将导管通入澄清石灰水中（图 5—7， ），观察澄清石灰水有何变化。
3. 用向上排空气法收集产生的气体。用点燃的火柴放在瓶口，检验集气瓶是否集满气体



(氯化钙)



总的反应的化学方程式：



有些灭火器的反应原理同实验室制取二氧化碳相似，它利用化学反应产生的二氧化碳来灭火。

实验 5—6 灭火器原理

在吸滤瓶里注入浓的纯碱(Na_2CO_3)溶液，把盛有浓盐酸的小试管用线系住，小心地放入吸滤瓶里，把塞子塞紧[图 5—8，()]。然后，把吸滤瓶倒转过去[图 5—8，()]，使两种溶液混合，观察吸滤瓶的侧管(勿让侧管口对着人)有什么现象发生？

【练一练】写出上述实验过程中发生反应的化学方程式。

三、灭火器简介

通常使用的灭火器有泡沫灭火器、干粉灭火器、液态二氧化碳灭火器和四氯化碳(CCl_4)灭火器等。在这里简单介绍前三种灭火器(图 5—9)。使用灭火器时，必须详细了解它的结构特点、适用范围和使用方法(表 5—1)。

灭火器	特点	适用范围
泡沫灭火器	分别装有硫酸铝和碳酸氢钠溶液，并加有发泡剂。使用时，头朝下倒转，两种药液反应，产生大量二氧化碳和不易破裂的泡沫	可用于扑灭一般可燃性固体的着火。由于含有水分，不宜用于遇水发生燃烧或爆炸的物质(如钾、钠、电石等)。电器着火，使用前应先切断电源
干粉灭火器	利用压缩二氧化碳或氮气吹出干粉灭火。干粉是由不同的基料(如碳酸钠、碳酸氢钠等)和辅料(如滑石粉、碳酸钙等)组成。要求干粉流动性好，喷射率高，不腐蚀容器，不易变质	除可扑灭一般火灾外，还可用于扑灭可燃性油、气和易燃金属的火灾等
液态二氧化碳灭火器	将液态二氧化碳压入钢瓶制成。不含水分，不导电，不损害物质，用后不留痕迹等	适用于扑灭贵重精密仪器、图书档案等火灾。不能用于扑灭金属钾、钠、镁等物质的火灾，因为这些物质能跟二氧化碳发生化学反应

阅读材料

二氧化碳与“温室效应”

近百年来，随着生产迅速发展，煤、石油、天然气的消耗量惊人地增长，它们燃烧后生成大量的二氧化碳；由于自然灾害和人为的乱砍滥伐，地球上能吸收二氧化碳的森林却减少了。这样致使空气中二氧化碳的含量呈上升趋势。

大气圈内的二氧化碳等物质，像温室的玻璃或塑料薄膜那样，能使地面吸收太阳光而转化来的热能不易散失，从而提高地球表面的平均气温。这种现象叫“温室效应”。

有些科学家认为，温室效应引起地球气候变暖会对人类生存环境产生重大影响。例如，有人认为，气温上升会使南北极冰帽和其他地区冰雪融化，海平面上升，淹没沿海低洼地区；有些地区将热得无法居住；地面水分更多地被蒸发到大气中，会使一些富饶的土地变成沙漠。

对温室效应及其长期影响还需要人们进一步研究。当前，必须采取积极的措施减少其危害，如保护森林资源、植树造林，寻找利用二氧化碳的新途径，开发新能源等。

课外小实验

取一个玻璃杯，杯底放一支短蜡烛，再取一些水垢（主要成分是 CaCO_3 ）或碱面（ Na_2CO_3 ）放入杯底。点燃蜡烛，沿杯壁倒入一些盐酸或食醋（食醋的主要成分是醋酸），观察发生的现象。

习 题

- 下列叙述是否正确？如不正确，加以改正。
 - （1）干冰是二氧化碳溶于水后，加压冷却而得到的雪状固体。
 - （2）碳酸很稳定，不易分解。
 - （3）二氧化碳不能燃烧，也不支持燃烧。
 - （4）二氧化碳能溶于水，不宜用排水集气法收集二氧化碳。
- 面团经过发酵而变酸，此时加入适量碱面（ Na_2CO_3 ），揉和均匀，做成馒头，上屉蒸熟。为什么这样做的馒头暄而多孔？
- 实验室有三瓶无色气体，分别是氧气、二氧化碳和氮气，用实验方法加以鉴别。
- 右图所示实验室制取二氧化碳的装置有哪些错误？为什么？

第三节 一氧化碳

一氧化碳是碳的另一种氧化物。它和二氧化碳虽然都是由碳元素和氧元素组成的，但由于一氧化碳分子比二氧化碳分子少一个氧原子，这种不同的分子构成，决定了一氧化碳和二氧化碳的性质，特别是化学性质有很大差别。

一氧化碳同二氧化碳一样，都是没有颜色、没有气味的气体。不同的是，一氧化碳的密度比空气略小，在标准状况下，它的密度为 1.250g/L。一氧化碳难溶于水，在通常状况下，1 体积水仅能溶解约 0.02 体积的一氧化碳。

一氧化碳具有下列主要的化学性质：

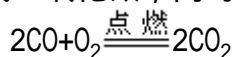
1. 一氧化碳的可燃性

实验 5—7 一氧化碳在空气中燃烧

(1) 用导管从盛有一氧化碳的贮气瓶里引出一氧化碳，像检验氢气纯度一样，检验一氧化碳的纯度。

(2) 点燃一氧化碳，观察火焰的颜色。把一个内壁沾有澄清石灰水的烧杯罩在火焰上(图 5—10)。观察石灰水有何变化。

从实验可以看到，一氧化碳在空气中燃烧时发出蓝色火焰，烧杯壁发热，沾有的澄清石灰水变浑浊。这个实验说明一氧化碳和二氧化碳不同，一氧化碳在空气里能燃烧，生成二氧化碳，同时放出大量的热。



一氧化碳是煤气的主要成分，煤气是一种重要的燃料。

一氧化碳是煤气的主要成分，煤气是一种重要的燃料。

2. 一氧化碳的还原性

实验 5—8 一氧化碳还原氧化铜

按图 5—11 装置，在玻璃管中放入一些氧化铜粉末，在锥形瓶里加入一些澄清的石灰水。先通入纯净的一氧化碳，并点燃从尖嘴排出的气体，观察澄清石灰水有无变化；然后，点燃酒精灯，加热玻璃管中的氧化铜，观察氧化铜粉末和澄清石灰水的变化。

从实验可以看到，一氧化碳跟石灰水不反应，跟氧化铜反应后，黑色的氧化铜变成红色的铜，澄清的石灰水变浑浊。实验表明，一氧化碳在加热条件下能使氧化铜还原成铜，同时生成二氧化碳。



【议一议】归纳一氧化碳跟氧化铜反应和氢气跟氧化铜反应的共同点。冶金工业上常利用一氧化碳的还原性冶炼金属。例如，在高温下，一氧

氧化碳将铁矿石中的氧化铁还原为铁。

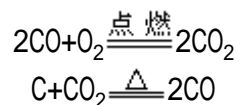
3. 一氧化碳的毒性

一氧化碳是一种有剧毒的气体。这是因为一氧化碳吸进肺里，跟血液里的血红蛋白结合，使血红蛋白难以跟氧结合，人体就缺少氧气。如果人吸入少量的一氧化碳，就会有头痛、恶心等不适的感觉，表现出中毒症状；如果人吸入较多量的一氧化碳，不及时抢救，就会因缺乏氧气而死亡。

由于一氧化碳没有颜色和气味，不容易被人察觉，所以，使用煤火和煤气时，应该特别小心，防止一氧化碳中毒。

【想一想】在实验 5—8 中，为什么将锥形瓶的气体导出管口移近酒精灯的火焰？

一氧化碳与二氧化碳，在一定条件下可以相互转化。例如，一氧化碳燃烧生成二氧化碳，同时放出大量的热；炽热的碳又能使二氧化碳还原为一氧化碳，该反应需要吸收热量。



化学反应总是伴随有能量的变化，这种能量变化常表现为吸热现象或放热现象。

选学

氧化还原反应

在一氧化碳跟氧化铜的反应里，氧化铜失去了氧变成铜，发生了还原反应（或称被还原）；同时，一氧化碳得到氧变成二氧化碳，发生了氧化反应（或称被氧化）。

因为在上述的反应里，有一种物质失去氧，必然同时有另一种物质得到氧，所以，氧化反应总是跟还原反应同时发生。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。

在氧化还原反应里，氧化剂失去氧，发生还原反应（或称被还原），还原剂得到氧，发生氧化反应（或称被氧化）。碳、氢气、一氧化碳等物质都具有还原性，是常见的还原剂，氧气、氧化铜等物质具有氧化性，常作氧化剂。

氧化还原反应是一类非常重要的化学反应，在科研和生产中有广泛的应用。

阅读材料

预防一氧化碳中毒

煤的主要成分是碳，当空气不充足时，煤燃烧不充分，会产生较多的一氧化碳。燃烧很旺的炉火中，添加煤之后，常在煤层上方看到蓝色的火焰，这就是一氧化碳在燃烧（图 5—12）。

冬季用煤炉取暖时，应认真检查烟囱等通风设施，同时注意经常使室内通风换气，预防煤气中毒。

使用煤气灶具时，应调节进风至火焰呈蓝色，使煤气充分燃烧。管道煤气中常掺有难闻气味的含硫化合物，用于警告！若闻到异常气味，即煤气有泄漏，应迅速关闭煤气开关，打开门窗，严禁明火，预防中毒、火灾和爆炸等事故发生。

吸烟是人体大量接触一氧化碳的实例。在吸入的烟雾中一氧化碳的体积含量接近 0.04%。吸烟，特别是青少年吸烟，会严重影响身体健康。

习 题

1. 有人说在煤炉上放一壶水能防止煤气中毒，你认为这种说法对吗？为什么？

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 关于 CO 和 CO₂ 的叙述正确的是 []

- (A) 都是无色、无味的有毒气体
- (B) 都具有还原性
- (C) 都能溶于水，且能使紫色石蕊试液变红
- (D) 都可用碳跟氧气反应制取

(2) 下列关于 CO 和 H₂ 的叙述错误的是 []

- (A) 都难溶于水
- (B) 燃烧时发出蓝色火焰
- (C) 都比空气轻
- (D) 都能使氧化铜还原为铜

(3) 要除去 CO 气体中混有的少量 CO₂，应将混合气体 []

- (A) 通过灼热的氧化铜
- (B) 点燃
- (C) 通过澄清的石灰水
- (D) 从一容器倒入另一容器

3. 用 3 种方法鉴别 CO 和 CO₂ 两种气体，并写出相应的化学方程式。

4. 写出下列反应的化学方程式

(1) 碳在空气中不充分燃烧

(2) 二氧化碳跟炽热碳反应

(3) 水蒸气通过赤热的焦炭生产水煤气 (成分是 CO 和 H₂)

(4) 加热条件下, 一氧化碳还原氧化铜

第四节 碳酸钙

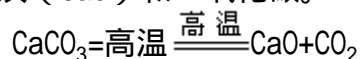
碳酸钙在自然界里分布很广。河北省有丰富的石灰石、大理石资源。石灰石、大理石、白垩（音 è）等矿物岩石的主要成分都是碳酸钙。贝壳、蛋壳的主要成分也是碳酸钙。

碳酸钙跟盐酸发生反应，放出二氧化碳气体。因此，可以利用稀盐酸作试剂来鉴定一种岩石是否属于石灰岩。碳酸钙还有哪些性质和用途呢？

实验 5—9 碳酸钙的分解反应

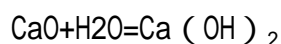
用坩埚钳夹住一小块石灰石（或贝壳），放在酒精灯火焰上灼烧，观察发生的现象。

经过高温灼烧的石灰石表面变得白而疏松。这是因为碳酸钙在高温下发生分解反应，生成生石灰（CaO）和二氧化碳。



工业上，将石灰石和燃料放入石灰窑（图 5 - 13）内，经过高温煅烧，产生生石灰同时产生的二氧化碳可作其他用途。

生石灰跟水反应，放出大量的热，生成熟石灰[Ca(OH)₂]。



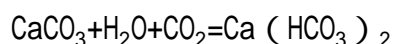
这一过程称为生石灰的消化。所以，熟石灰也称为消石灰。

石灰石和生石灰在钢铁工业、化学工业、建筑业等方面有广泛的用途。例如，在许多化学工业的生产过程中需要生石灰和石灰石，如玻璃、漂白粉、纯碱（Na₂CO₃）、糖等的生产。工业废水、生活废水的净化处理也要用大量的生石灰。建筑业中，常用的、重要的建筑材料，如石料、水泥、混凝土等，石灰石、生石灰都是其中的原料或主要成分。大理石质地致密、绚丽多彩，加工琢磨后，可用作建筑和装饰材料。天安门前的华表、金水桥等都是用大理石制造的。

选学

溶洞的形成

石灰岩的主要成分是碳酸钙。碳酸钙遇到溶有二氧化碳的水时，会慢慢变成可溶于水的碳酸氢钙[Ca(HCO₃)₂]。



当受热或压强突然变小时，水中碳酸氢钙会分解，重新变成碳酸钙沉积下来。



在自然界里不断发生上述反应，石灰岩逐渐变成碳酸氢钙而溶解掉，形成溶洞；碳酸氢钙不断分解，生成的碳酸钙逐渐沉积，形成千姿百态的钟乳石、石笋和石柱。

习 题

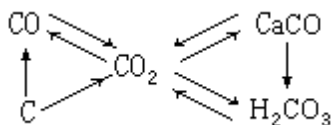
1. 在室内生个炭火盆，可使用石灰浆 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 新抹的墙壁快点干燥、变硬，为什么？为什么开始放炭火盆时，墙壁反而潮湿？
2. 盛放过澄清石灰水的试剂瓶，在空气中放置一段时间后，瓶壁会生成一薄层白色物质，这是什么物质？可用什么试剂除去？
3. 实验室用碳酸钙跟稀盐酸反应制取二氧化碳，若制取 1.0L (标准状况下的体积) 二氧化碳，需要碳酸钙的质量至少是多少？(标准状况下， CO_2 的密度为 1.977g/L)

全 章 小 结

1. 碳及其化合物的重要性质和重要用途 (填表)

		重要性质		重要用途
		物理性质	化学性质	
碳的单质	金刚石			
	石墨			
碳的化合物	二氧化碳			
	一氧化碳			
	碳酸钙			

2. 用简图表示碳及其化合物间的相互关系 (参考下图)



3. 与以前所学知识的联系 (填表)

(1) 氧气、氢气、二氧化碳实验室制法的比较

物质	反应原理	实验装置	检验方法
氧气			
氢气			
二氧化碳			

(2) 氢气、碳、一氧化碳化学性质的比较

化学性质	实例(用化学方程式表示)		
	碳	一氧化碳	氢气
可燃性			
还原性			

复 习 题

A

1. 选择 O_2 、 CO 、 CO_2 中的某一种, 填写下列空白

(1) 能使带火星的木条复燃的是____; 能用于灭火的是____; 能使人中毒的是____; 发生光合作用时, 绿色植物能吸收的是____, 释放的是____。

(2) 能在空气中燃烧的是____。其化学方程式为____。

(3) 能使灼热的氧化铜还原为铜的是____。其化学方程式为____。

(4) 能使紫色石蕊试液变成红色的是____。它与水反应的化学方程式为____。

(5) 能使澄清石灰水变浑浊的是____。其化学方程式为____。

2. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列变化中, 属于物理变化的是 []

- (A) 一氧化碳在空气中燃烧
- (B) 干冰变成二氧化碳气体
- (C) 向澄清石灰水中吹气后变浑浊
- (D) 二氧化碳使紫色石蕊试液变红

(2) 下列各组物质的主要成分为 $CaCO_3$ 的是 []

- (A) 消石灰、石灰石
- (B) 大理石、石灰石
- (C) 白垩、生石灰
- (D) 生石灰、熟石灰

(3) 反应中, 碳元素的化合价由零价升为+2 价的是 []

- (A) 碳在空气中充分燃烧
- (B) 碳跟氧化铜反应
- (C) 一氧化碳在空气中燃烧
- (D) 二氧化碳通过炽热的碳

(4) 等质量的两份碳, 分别燃烧生成一氧化碳和二氧化碳, 消耗氧气的质量比为 []

- (A) 7 11
- (B) 2 1
- (C) 1 2
- (D) 11 7

(5) 实验室制取二氧化碳的反应是 []

- (A) $C+O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$
- (B) $2CO+O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2$
- (C) $CaCO_3+2HCl=CO_2 +CaCl_2+H_2O$
- (D) $CO+CuO \xrightarrow{\Delta} Cu+CO_2$

(6) 相等质量的两份碳酸钙：一份充分加热，另一份加入足量的盐酸，则生成二氧化碳的质量 []

- (A) 大于
- (B) 大于
- (C) 等于
- (D) 无法比较

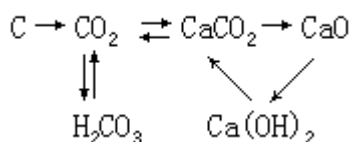
(7) 氢气、木炭粉、一氧化碳都能跟氧化铜发生反应，下列叙述中错误的是 []

- (A) 3个反应都需要在加热条件下进行
- (B) 3个反应都属于置换反应
- (C) 3个反应中，氧化铜都作为氧化剂
- (D) 3个反应中都有红色物质生成

3. 石灰石煅烧不充分时，得到的生石灰中常含有石灰石，用实验方法如何检验。

4. A 是一种多孔性黑色固体，在空气中充分燃烧，生成无色气体 B，灼热的 A 通入 B 气体，能生成气体 C，C 在空气中燃烧可生成 B。试推断 A、B、C 分别是何物质。

5. 写出下列物质间转化的化学方程式，并注明其中哪些是化合反应？哪些是分解反应？



B (选作)

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列物质的用途，属于利用该物质的物理性质的是 []

- (A) 用石灰石制取二氧化碳
- (B) 用一氧化碳冶炼金属
- (C) 用石墨作电极材料
- (D) 用液态氢作高能燃料

(2) 实验室制取二氧化碳，一般有 5 个步骤： 检查装置的气密性； 按要求装配好仪器； 向漏斗注入酸液； 向锥形瓶中放入石灰石小块； 收集气体。下列操作顺序正确的是 []

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

(3) 等质量的碳和一氧化碳，分别跟足量的氧气反应，下列叙述正确的是 []

- (A) CO 需要的 O_2 多
- (B) C 需要的 O_2 多
- (C) CO 生成的 CO_2 多
- (D) C 和 CO 生成的 CO_2 一样多

2. 填写下列空白

(1) 在高温下，碳跟水蒸气反应可生成两种气体，一种是已知气体中最轻的气体，另一种是无色、无味、有毒的气体，该反应的化学方程式是____，其中水是____剂。

(2) 现将 N_2 、 CO 、 H_2 和 CO_2 的混合气体依次通过 澄清的石灰水、灼热的氧化铜、 澄清的石灰水。若各步完全反应，则第一次通过石灰水后，剩余的气体是____；第二次通过石灰水后，剩余的气体是____。

3. 在牙膏、化妆品和某些药品中，常用轻质碳酸钙粉末作填充剂或载体。通常由石灰石煅烧制得氧化钙，将氧化钙用水消化成乳状消石灰，再将净化后的石灰乳同二氧化碳作用得到碳酸钙，干燥、粉碎后，得到轻质碳酸钙产品。试用化学方程式表示上述反应的原理。

4. 有一包由氧化铜和木炭粉混合而成的黑色粉末，质量为 32g，装入试管中加热，充分反应，冷却后，分离得到 16g 铜。求黑色粉末中氧化铜的质量分数。

5. 在高温条件下，将含有碳酸钙的氧化钙样品加热到质量不再改变为止，经测定，样品质量较加热前减少了 10%，计算样品中氧化钙的质量分数。

第六章 溶 液

溶液在日常生活、工农业生产、科学实验上的应用非常广泛。例如，化学实验用的稀硫酸，医疗用的生理盐水、碘酒，调味用的食醋等都是溶液；占人体质量 $\frac{2}{3}$ 的水是以溶液形式存在的；植物生长发育所需的养分必须先溶解于水成为溶液，才能被植物吸收；动物摄取养分和排出废物，也必须以溶液形式渗入细胞和从细胞中排出，才能确保新陈代谢的正常进行。总之，一切生命活动都跟溶液密切相关。在化工生产和化学实验中的许多化学反应都是在溶液状态下进行的。因此，学习化学必须掌握有关溶液的一些基础知识。

第一节 溶液

一、悬浊液、乳浊液、溶液

为了准确地理解溶液的概念，首先观察一种物质分散到另一种物质中所出现的情况。

实验 6—1 不同物质在不同液体中的分散情况

按照图 6—1 所示，将少量不同的物质分别加入到不同的液体中，然后振荡，观察出现的现象；静置片刻后，再观察又出现的现象。

实验表明，泥土与水混合，得到的是浑浊的液体。静置后，泥土沉于水底。植物油与水混合，得到的是乳状浑浊的液体。静置后，植物油则漂浮于水面。植物油与汽油，氯化钠与水，高锰酸钾与水分别混合，均得到澄清、透明的液体。静置后，没有变化。

从上述实验中得到三类液体。一类是由很多分子集合成的固体小颗粒（泥土）悬浮于液体（水）中，使整个液体呈现浑浊状态。由于固体小颗粒的密度大于水，在重力的作用下，它会逐渐下沉于水底。这种由固体小颗粒悬浮于液体里形成的混合物，叫做悬浊液（或悬浮液）。

另一类是由很多分子集合成的小液滴（植物油）分散于液体（水）中，使整个液体呈现乳状浑浊。由于油的密度小于水，小液滴会逐渐漂浮于水面并聚成油层。这种由小液滴分散于液体里形成的混合物，叫做乳浊液（或乳状液）。

再一类如植物油加入到汽油中时，植物油滴表面的分子在汽油分子的作用下，向汽油中扩散，再经振荡，植物油就均匀地分散到汽油中；或如构成氯化钠的小微粒（钠离子和氯离子）加入到水中时，氯化钠表面的离子在水分子的作用下，向水中扩散，再经振荡，氯化钠的小微粒就均匀地分散到水中去；再如构成高锰酸钾的小微粒（钾离子和高锰酸根离子）加入到水中时，跟氯化钠的小微粒均匀地分散到水中的情况类似，只是高锰酸根离子在水中呈现紫色。以上所形成的这几种液体尽管有着种种差异，但它们都有一个共同的特征：液体中各部分的组成是均一的、稳定的。只要液体不蒸发，温度不改变，不管放置的时间多长，所加入的物质都不会分离出来。这种由一种或几种物质分散到另一种物质里，形成均一的、稳定的混合物，叫做溶液。

【想一想】悬浊液、乳浊液与溶液的本质区别是什么？

二、溶剂和溶质

在溶液中，能溶解其他物质的物质叫做溶剂，被溶解的物质叫做溶质。

溶液是由溶剂和溶质组成的。例如，实验 6—1 所得的三种溶液中，水、汽油是溶剂，氯化钠、高锰酸钾、植物油是溶质。溶质可以是固体、液体或气体。当固体、气体溶于液体时，固体、气体是溶质，液体是溶剂。当两种液体相互溶解时，通常认为量少的一种为溶质，而量多的一种为溶剂。如果是某种液体和水相互溶解，习惯上都将水看作溶剂。水能溶解许多种物质，是应用最广泛的溶剂。以水为溶剂的溶液叫做水溶液。例如，氯化钠溶解于水形成的溶液叫做氯化钠水溶液。对以水为溶剂的溶液，通常可不指明溶剂。例如，氯化钠水溶液可简称为氯化钠溶液。但是，对非水溶剂的溶液必须指明溶剂。例如，碘（及碘化钾）溶解于酒精得到碘的酒精溶液（俗称碘酒）。

三、悬浊液、乳浊液、溶液的应用

悬浊液和乳浊液有着广泛的应用。例如，医疗诊断上用 X 光检查肠胃病灶时，病人所服用的“钡餐”是硫酸钡的悬浊液。又如，农业生产上使用的农药多是一些不溶于水的固体或液体，需制成可湿性粉剂或乳油，使用时只要将它们与水按一定配比混合，就可制成悬浊液或乳浊液。这样才能使药液喷洒均匀，提高药效。

溶液有着更广泛的应用。在实验室里和化学工业生产中，物质的制取、提纯、分析等过程中，许多反应都是在溶液里进行的。因此，在一定意义上来说，没有溶液就没有化学，也不会有化学工业。

溶液的更重要意义还在于：一切生命过程都离不开溶液。因为，生物体的新陈代谢都是在一定的水溶液中进行的。因此，科学家在探索地球以外的星球上是否有生物生存时，首先需要探测该星球上是否有水存在。

课外小实验

乳化剂的作用

通过实验 6—1 中将植物油加到水中形成乳浊液，静置片刻就会出现油水分层的现象，说明乳浊液是不稳定的。然而，在许多实际应用中，需要比较稳定的乳浊液。这往往要向乳浊液中加入一定的乳化剂，对乳浊液起稳定作用。家庭洗涤餐具用的洗洁精就是一种乳化剂。通过下面的小实验，就能观察到洗洁精对乳浊液的稳定作用。

[实验] 用两支试管（或两个相同的小口玻璃小瓶），分别加入一些水，并滴入少量植物油，再向其中一支试管中滴入几滴洗洁精（或用少量肥皂水代替），然后振荡。静置片刻后，观察两支试管中的液体有什么不同。

这个实验现象能说明什么问题？

阅读材料

非水溶液

以水为溶剂的溶液是水溶液（简称溶液）。而以其他液体物质（如酒精、四氯化碳、丙酮、苯等等）为溶剂的溶液是非水溶液。非水溶液中最常见的是以酒精（乙醇）为溶剂所制得的物质的酒精溶液。因为，有些物质不易溶解于水，却易溶解于酒精。例如，供皮肤消毒用的碘酒是将固体碘及碘化钾溶解在酒精里制得的；化学实验中常用的指示剂酚酞试液是将酚酞溶解在酒精里制成的；我国传统的药酒是将药材浸泡在酒中，利用酒中的酒精对药用成分的溶解作用使其浸出而成的。在医药上将药物溶解在酒精里而制成的药剂称为酊，如碘酊（碘酒）等。

非水溶液的种类繁多，有着广泛的应用。例如，选择适当的非水溶剂，将复杂混合物（如某些天然的植物药物）中的有用成分，以形成非水溶液的方法提取出来。

习 题

1. 将少量的白糖、面粉、煤油、碱面，分别放入水中，振荡，静置。在对整个实验过程进行观察的基础上，分析判断：形成悬浊液的是（填序号）____；形成乳浊液的是____；形成溶液的是____。

2. 将少量硝酸铵（ NH_4NO_3 ）放入水中可制得硝酸铵水溶液，简称____。其中，____是溶质，____是溶剂。只要水分____，温度____，硝酸铵就不会从溶液中分离出来。

3. 从一杯氯化钠溶液的上部取出一些，测定它的密度是 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ；再从下部取出一些，测定它的密度值应该是____。

4. 分别指出下列各种溶液里溶质是什么物质，溶剂是什么物质？

（1）氯化钾溶液（2）石蕊溶液（3）醋酸溶液

5. 判断下列说法是否正确，并说明判断理由。

（1）凡是均一、稳定的液体就是溶液。

（2）溶液是无色、透明的液体。

（3）溶剂就是指水。

（4）因为悬浊液和乳浊液都是混合物，所以它们都不是溶液。

第二节 饱和溶液 溶解度

从实验 6—1 可知，有些物质较难溶解于水，而有些物质却较易溶解于水。例如，氯化钠、高锰酸钾以及硝酸铵、硫酸铜等一些物质都较易溶解于水。本节要进一步讨论的问题是：溶质在一定量的溶剂里所能溶解的量有没有限度？不同的溶质在相同溶剂里溶解的难易怎样进行比较？

一、饱和溶液和不饱和溶液

为了回答在一定量的溶剂里溶质溶解的量有没有限度的问题，先观察硝酸钾 (KNO_3) 在水中的溶解实验。

实验 6—2 硝酸钾在水中的溶解

1. 如图 6—2 取 2 支试管，各加入约 5mL 水，然后分别加入少量硝酸钾固体，振荡，使硝酸钾固体完全溶解；再加入少量硝酸钾固体，重复上边的操作；直至 2 支试管中都有固体剩余为止。

2. 向 1 号试管中再加入 10mL 水，振荡。观察所发生的现象。

3. 将 2 号试管的溶液置于酒精灯上加热。观察所发生的现象。

实验表明，硝酸钾在水里的溶解是有限度的，但是这个限度会随着水的量和温度的变化而改变。

在一定温度下，在一定量的溶剂里，不能再溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质的饱和溶液；还能继续溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质的不饱和溶液。例如，实验 6—2 在室温下得到的 2 支试管中的溶液底部都有硝酸钾固体剩余时，表明它们不能再继续溶解硝酸钾。因此，2 支试管中的溶液都是硝酸钾的饱和溶液。当仍在室温下，向 1 号试管的硝酸钾饱和溶液中加入 10mL 水并振荡，原来剩余的硝酸钾固体全部溶解，得到的是硝酸钾的不饱和溶液。当维持水的量不变，加热 2 号试管中的液体，原来剩余的硝酸钾固体也全部溶解，得到的也是硝酸钾的不饱和溶液。这些实验事实表明，当增加溶剂（水）的量或升高溶液温度时，饱和溶液可以转化为不饱和溶液。不难想象，当减少溶剂的量或降低溶液温度时，不饱和溶液可以转化为饱和溶液。因此，溶液的饱和与不饱和，只有温度和溶剂量都确定的情况下，才具有确定的意义。

【议一议】如果将实验 6—2 最后所得的 2 号试管中的溶液蒸发掉 10mL 水，或者将 1 号试管中的溶液温度降至室温，会出现什么现象？

二、溶解度

在相同条件下，不同种物质在同种溶剂里的溶解能力不同（如 KMnO_4 、 KCl 都易溶于水，而 MnO_2 难溶于水）；同种物质在不同种溶剂里的溶解能力也不同（如油脂易溶于汽油，而难溶于水）。通常把一种物质溶解在另一种物质里的能力叫做溶解性。它是物质的一种性质。它的大小主要是由溶质、溶剂的性质决定的。虽然，溶解性可以粗略地表示物质溶解能力的大小。但是，在一些实际应用中，往往需要定量地比较各种物质的溶解能力，需要确知一定量溶剂里最多能溶解多少溶质。因此，有必要规定一个比较物质溶解能力的标准，这个标准就是溶解度。

固态物质的溶解度通常规定为：在一定温度下，某固态物质在 100g 溶剂里达到饱和状态时所溶解的质量，叫做这种物质在该溶剂里的溶解度。溶解度的符号为 S ，单位是“g”。通常提到溶解度时如不指明溶剂，就是指物质在水里的溶解度。特别值得注意的是，提到溶解度时必须明确温度条件，否则是没有意义的。因为，同种物质在不同温度下的溶解度是不同的。例如，在 20℃ 时氯化钠在 100g 水里达到饱和状态时溶解 36g，就可以说氯化钠在 20℃ 时的溶解度是 36g。但是，在 50℃ 时氯化钠的溶解度是 37g。又如，硝酸钾在 30℃ 时的溶解度是 45.8g，就表示在 30℃ 时硝酸钾在 100g 水里溶解达到 45.8g，才能得到硝酸钾的饱和溶液。但是，硝酸钾在 20℃ 时的溶解度是 31.6g。

各种物质的溶解度都是通过实验测定的。从表 6—1 的溶解度数据可知，即使是在相同的温度下，各种物质的溶解度也有很大的差别。

表 6-1 几种物质在 20℃ 时的溶解度

物质	AgCl	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KClO_3	NaCl	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	AgNO_3
g / 100g	0.00015	0.165	7.4	36.0	75.4	222

在实际应用中，通常以室温（20℃）时的溶解度将物质的溶解性分为易溶、可溶、微溶和难溶（不溶）四类，或者分为溶（或可溶）、微溶和不溶三类（参见本书附录）。实际上，绝对不溶的物质是不存在的。例如，氯化银（ AgCl ）在 20℃ 时的溶解度仅为 $1.5 \times 10^{-4}\text{g}$ ，确实很难溶解，但也并非绝对不溶。

表 6—2 物质溶解性分类

$S_{\text{g}}(20^\circ\text{C})$	< 0.01	$0.01 \sim < 0.01$	$1 \sim < 10$	10
溶解性分类	难溶 不（溶）	微溶 微（溶）	可溶 溶（或可溶）	易溶

【练一练】试根据表 6—2 的第三种分类方法，对表 6—1 中的六种物质按溶解性进行分类。

气态物质的溶解度随温度升高而减小，随其压强增大而增大，受温度、压强的影响都很大。但称量气体的质量比较困难。因此，通常所讲的气体溶解度是指该气体压强为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 和一定温度时，溶解在单位体积水里达到饱和状态时的气体体积，即气体体积与水的体积的比值。例如，当气体压强为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时，氧气在 0 时的溶解度为 0.049（即 1L 水中溶解 49mL 氧气），在 20 时为 0.031；氮气在 0 时的溶解度为 0.024，在 20 时为 0.015。

【议一议】空气中所含氮气和氧气的体积比约为 4 : 1。当空气与水接触而部分溶解于水时，水中所含氮气和氧气的体积比是否还维持约是 4 : 1？为什么？

三、溶解度曲线

物质的溶解度是受温度条件制约的。温度改变时，溶解度也改变。而且，即使温度改变的幅度相同，溶解度随之而改变的幅度却往往并不相同。因此，各种物质的溶解度数据需要逐个温度去测定。表 6—3 是实验测定的溶解度数据。

表 6—3 在不同温度时固体物质的溶解度

物质	t/										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
KNO_3	13.3	20.9	31.6	45.8	63.9	85.5	110	138	169	202	246
NaNO_3	73	80	88	96	104	114	124	—	148	—	180
NH_4NO_3	118.3	—	192	241.8	297.0	344.0	421.0	499.0	580.0	740.0	871.0
NH_4Cl	29.4	33.3	37.2	41.4	45.8	50.4	55.2	60.2	65.6	71.3	77.3
KCl	27.6	31.0	34.0	37.0	40.0	42.6	45.5	48.3	51.1	54.0	56.7
NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3	37.8	38.4	39.0	39.8
H_3BO_3 (硼酸)	2.66	3.57	5.04	6.60	8.72	11.54	14.81	18.62	23.75	30.38	40.25

不难理解，温度是一个连续的量，即使是在很小的温度范围（如 10 ~ 20）内，也会有无数个温度值。要确知每个温度时某物质的溶解度，单靠实验测定是不可能的。那么，怎样推知测定温度范围内未经实验测定以及测

定温度范围外某些温度的溶解度呢？这些都可以通过绘制溶解度曲线，将有限的实测的溶解度数据转化为图像来解决。

什么是溶解度曲线呢？以纵坐标表示物质的溶解度（S），横坐标表示温度（t），所画出的某物质溶解度随温度变化的曲线，叫做该物质的溶解度曲线。例如，根据表 6—3 提供的硝酸钾的溶解度数据与其相对应的温度，在坐标图上确定若干的点，然后用平滑的曲线将这些点连结起来，就得到硝酸钾的溶解度曲线（图 6—3）。用同样的方法可绘制出表 6—3 所列的物质的溶解度曲线（图

从图 6—4 的溶解度曲线可以直观地看到，固体的溶解度一般都随着温度的升高而增大。其中，有些物质溶解度受温度影响较大（如硝酸钾、氯化铵等），其溶解度曲线比较陡；有些受温度影响较小（如氯化钠），其溶解度曲线比较平缓。但是，极少数物质[如熟石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]的溶解度却随着温度的升高而减小（图 6—5）。

溶解度曲线上的任何一点，都表示在相应温度下该物质的溶解度。因为，曲线是连续的，故可查到曲线所示温度范围内的任何温度时的溶解度。这是溶解度数据表所无法比拟的。已知温度查溶解度的方法是，从该温度所对应的溶解度曲线上的那个点，向表示溶解度的纵坐标引一条平行于表示温度的横坐标的直线，交纵坐标于一点（参见图 6—3），该点所代表的数值就是此物质在该温度时的溶解度数值。不过，由于溶解度曲线图像的坐标单位长度受整幅图大小的制约，不可能划分得过小，因此从曲线上读得的溶解度数值往往不如溶解度数据表上的精确。利用溶解度曲线图还可以比较在相同温度下不同物质溶解度的大小。

【练一练】试利用图 6—4 查出硝酸钾在 20 和 75 时的溶解度各是多少？并将从曲线查得的溶解度与表 6—3 中相应的数据进行比较，你对表示溶解度随温度变化的两种方法——数据法和图像法有什么评价？

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列说法中，正确的是 []

(A) 20 时硝酸钾的溶解度是 31.6

(B) 硝酸钾的溶解度是 31.6g

(C) 饱和溶液的质量一定是 100g

(D) 不同温度时，同种物质饱和溶液所含溶质量可能相等

(2) 下列说法中，正确的是 []

- (A) 相同质量的同种物质的饱和溶液一定比它的不饱和溶液中所含的溶质多
- (B) 当温度、压强、溶质质量不变时，不饱和溶液不可能变为饱和溶液
- (C) 当温度、压强、溶剂质量不变时，饱和溶液不可能变为不饱和溶液
- (D) 在一定温度时，某固体物质饱和溶液中所含溶质的质量，就是该物质的溶解度
- (3) 为使氯化铵在水中的溶解度增大，可采用的方法是 []
- (A) 增大固体氯化铵的加入量
- (B) 升高温度
- (C) 增大水的加入量
- (D) 增大压强
- (4) 打开汽水瓶盖时，由于气体溶解度减小，会有大量 CO_2 气泡从汽水中冒出，引发这一现象的主要原因是 []

- (A) 汽水温度升高
- (B) 汽水水分蒸发
- (C) 瓶内气体压强增大
- (D) 瓶内气体压强减小

2. 填写下列空白

(1) 大多数固体物质的溶解度随温度____，如____等；其中，少数固体物质的溶解度受温度影响较小，如____。极少数固体物质的溶解度随温度____，如____。

(2) 通常将室温（20℃）时溶解度大于____的物质叫做易溶物质；溶解度在____之间的叫做微溶物质；溶解度小于____的叫做难溶物质。

(3) 右图为 A、B、C 3 种物质的溶解度曲线。试据图填空：在 t_1 时，3 种物质的溶解度由大到小的顺序是____。在 t_3 时，3 种物质的溶解度由大到小的顺序是____。图中 M 点表示的意义是____。

3. 判断下列说法是否正确，并简要说明理由。

(1) 在 20℃ 时，10g 氯化钠溶解在 100g 水里。所以氯化钠在 20℃ 时的溶解度是 10g。

(2) 将某物质 20g 溶解于 100g 水中，恰好制成饱和溶液，则该物质的溶解度是 20g。

第三节 溶解度的计算

根据溶解度概念进行的计算是化学基本计算类型之一。这种计算的实质是从溶解度、溶质量、溶剂（或溶液）量中的两个量求第三个量。既然涉及溶解度，这种计算就包含了两个先决条件：温度是特定的温度；溶液是该温度下的饱和溶液。

进行溶解度计算的基本依据是溶解度（S）定义公式：

$$\frac{S}{100\text{g}} = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶剂质量}}$$

上式可有多种变形。要通过解题实践，掌握公式的灵活运用，熟悉解题的格式规范。

一、求物质的溶解度

已知在一定温度时，某物质饱和溶液中溶质和溶剂（或溶液）的质量，可以计算这种物质在该温度时的溶解度。

【例题 1】在 20℃ 时，某物质在 40.0g 水里溶解达到饱和状态时溶解了 14.4g。求该物质在 20℃ 时的溶解度。

解：设该物质在 20℃ 时的溶解度为 S，即在 100g 水里溶解该物质质量为 S 时达到饱和。

$$\begin{aligned}\frac{S}{100\text{g}} &= \frac{14.4\text{g}}{40.0\text{g}} \\ S &= \frac{14.4\text{g} \times 100\text{g}}{40.0\text{g}} = 36.0\text{g}\end{aligned}$$

答：该物质在 20℃ 时的溶解度是 36.0g。

【例题 2】将 34.3g 20℃ 时的氯化铵饱和溶液蒸干，得到 9.30g 氯化铵。求氯化铵在 20℃ 时的溶解度。

解：34.3g 20℃ 时的氯化铵饱和溶液里含有水的质量为 (34.3-9.30)g。设在 100g 水里溶解氯化铵的质量为 S 时达到饱和。

$$\begin{aligned}\frac{S}{100\text{g}} &= \frac{9.30\text{g}}{(34.3-9.30)\text{g}} \\ S &= \frac{9.30\text{g} \times 100\text{g}}{(34.3-9.30)\text{g}} = 37.2\text{g}\end{aligned}$$

答：氯化铵在 20℃ 时的溶解度是 37.2g。

【议一议】例题 2 是否还有其他解法？如有，试列出有关的计算式，并说明计算所依据的原理。

二、求溶质、溶剂的质量

已知某物质在一定温度时的溶解度，可以计算该温度时一定量饱和溶液中所含溶质、溶剂的质量。

【例题 3】在 20 时硝酸钠 (NaNO_3) 的溶解度是 88.0g。欲配制 20 时硝酸钠饱和溶液 200g，需要硝酸钠和水的质量各是多少？

解：设配制 20 时 200g 硝酸钠饱和溶液需要硝酸钠的质量为 x。

$$\frac{88.0\text{g}}{(100 + 88.0\text{g})} = \frac{x}{200\text{g}}$$
$$x = \frac{88.0\text{g} \times 200\text{g}}{(100 + 88.0)} = 93.6\text{g}$$

则需要水的质量为：200g-93.6g=106.4g

答：在 20 时，配制 200g 硝酸钠饱和溶液需要硝酸钠 93.6g，需要水 106.4g。

【例题 4】在 20 时，氯酸钾的溶解度为 7.4g。现有 37g 氯酸钾，求将它完全溶解最少需要水的质量是多少？

解：设 20 时将 37g 氯酸钾完全溶解成为饱和溶液最少需水的质量为 x。

$$\frac{7.4\text{g}}{100\text{g}} = \frac{37\text{g}}{x}$$
$$x = \frac{37\text{g} \times 100\text{g}}{7.4\text{g}} = 500\text{g}$$

答：在 20 时，最少需要 500g 水才能将 37g 氯酸钾完全溶解。

【例题 5】已知 30 时氯化钾的溶解度为 37.4g。将 30 时的氯化钾饱和溶液 250g 在温度不变的情况下，蒸发掉 40.0g 水时，析出氯化钾固体的质量是多少？

分析：温度不变，溶解度就不变。根据 30 时氯化钾溶解度为 37.4g，可求 250g 饱和溶液中含氯化钾 ag；蒸发掉 40.0g 水时，溶液中还含水为 (250-a-40.0)g，求这些水最多可溶氯化钾为 bg；则析出氯化钾为 (a-b)g。这种思路可以列出几种计算式，但都比较繁杂。如果，换一种思考角度：析出的氯化钾就是 250g 饱和溶液中，40.0g 水所溶解的那部分氯化钾，解题过程就很简明。

解：设 30 时 40.0g 水中溶解氯化钾为 x。当 40.0g 水全部蒸发时，质量为 x 的氯化钾将全部析出。

$$\frac{37.4\text{g}}{100\text{g}} = \frac{x}{40.0\text{g}}$$
$$x = \frac{37.4\text{g} \times 40.0\text{g}}{100\text{g}} = 15.0\text{g}$$

答：蒸发掉 40.0g 水时，有 15.0g 氯化钾固体析出。

从以上列举的例题中，可以体会有关溶解度计算的思路、方法及技巧。特别值得指出的是：有关溶解度的计算中，一题多解是普遍现象。探讨各种解法有利于开拓思路，寻找最简捷的解题方法。但是，不要刻意追求“多解”，而要把精力集中在掌握解题的基本思路和基本方法上，才能从根本上提高解题能力。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 将 20 时的氯化钠饱和溶液 34g 蒸干，得到氯化钠 9.0g，则氯化钠在 20 时的溶解度是 []

- (A) 9.0g
- (B) 27g
- (C) 34g
- (D) 36g

(2) 在 15 时，将 15g 某氯化钠溶液蒸干，得到 2.5g 氯化钠，则由这些实验数据 []

- (A) 可计算得氯化钠在 15 时的溶解度是 2.5g
- (B) 可计算得氯化钠的溶解度是 20g
- (C) 可计算得氯化钠在 15 时的溶解度是 20g
- (D) 不可能计算得到氯化钠的溶解度

(3) 在 20 时，下列四种物质分别溶于一定量的水中，都恰好制成饱和溶液，则溶解度最大的是 []

- (A) 1g A 溶于 10g 水
- (B) 150gB 溶于 1000g 水
- (C) 25g C 溶于 350g 水
- (D) 0.2gD 溶于 1.5g 水

(4) 在 20 时 40g 水中最多能溶解 4gX 物质，在 40 时 80g 水中最多能溶解 8gY 物质，则在同一温度时 X 和 Y 的溶解度相比较是 []

- (A) $X > Y$
- (B) $X < Y$
- (C) $X = Y$
- (D) 无法比较

(5) 在一定温度时，100g 硝酸钾饱和溶液中含硝酸钾 ng，则此温度时硝酸钾的溶解度为 []

(A) $\frac{100n}{100-n}$ g

(B) $\frac{100n}{100+n}$ g

(C) $\frac{n}{100-n}$ g

(D) ng

2. 填写下列空白

- (1) 已知在 50 时氯化铵溶解度为 50.4g，则 50 时 25.0g 水最少需要____g 氯化铵，才能配制成饱和溶液；
6.30g 氯化铵配制成饱和溶液，最多需要水为____g；
100g 氯化铵饱和溶液中含氯化铵____g。

(2) 在 64 时，25g 水中溶解 30g 硝酸钾即达到饱和状态，则硝酸钾在 64 时的溶解度为____。此温度时，将 35g 硝酸钾加到 30g 水中，得到的是____溶液（“饱和”或“不饱和”）；若再加入 1.5g 硝酸钾，得到的是____溶液；此溶液的质量为____，其中含硝酸钾为____。

3. 在 20 时，51g 氯化钾加到 150g 水中恰好配制成饱和溶液。求：

- (1) 在 20 时氯化钾的溶解度；
(2) 将上述饱和溶液在 20 时蒸发掉 20g 水后，析出氯化钾的质量。

4. 根据下列物质和数据配制饱和溶液（如所给数据不足，可从表 6—3 或图 6—4 查得）。

- (1) 25 时 25g 氯化钾应溶解在____g 水里；
(2) 10 时____g 硝酸钠应溶解在 50g 水里；
(3) 20 时 12.8g 高锰酸钾 (KMnO₄) 应溶解在____g 水里 (20 时 31.92gKMnO₄ 饱和溶液蒸干时得 KMnO₄ 为 1.92g)。

第四节 混合物的分离

人们所接触到的很多物质(如空气、河水、粗盐、石油等)都是混合物。它们都是由两种或多种物质混合而成的。然而,在生产、生活和科学实验中往往需要较纯净的物质。例如,粗盐所含的泥沙及有害物质须经分离除去,才能供食用。这就需要进行混合物分离的操作,以达到提纯的目的。混合物的分离方法是根据混合物中各组物质性质上的差异而设计的。例如,根据液态氮和液态氧的沸点不同,可以设计从液态空气中分离出氮气和氧气的方法。本节将学习两种最常用的混合物分离方法——过滤和结晶。

一、过滤

过滤是将难溶于液体的固体物质与液体分离的一种方法。在粗盐提纯、自来水生产等过程中,都要用到这种分离方法。在粗盐提纯的过程中,除去粗盐中难溶的泥沙等固体杂质,大体要经过溶解、过滤和蒸发三步操作。

1. 溶解

首先,将粗盐溶解于适量的水中。为了加速粗盐的溶解,应进行搅拌。

【想一想】如果采用加热的方法加速粗盐的溶解,效果如何?为什么?

2. 过滤

粗盐溶解于水得到的是浑浊的液体。其中难溶的泥沙等固体物质大部分经一定时间的静置后能够沉降。但是,只靠重力沉降难于使难溶杂质完全沉降。因此,需要进行过滤操作。在实验室里,过滤作用通常是通过滤纸来实现的。滤纸上充满着许许多多液体能穿过而固体不能穿过的小孔。因此,它可将液体和固体混合物分离,使固体物质截留在滤纸上。由于滤纸在湿润时机械强度不高,因此,过滤时必须使用漏斗作为滤纸的支撑物。这就构成了一套过滤装置(图6—6)。过滤得到的液体统称为滤液。滤液应是澄清透明的。

3. 蒸发

加热滤液使溶剂(水)蒸发,从而使溶质(主要是氯化钠)从滤液中析出。

【想一想】在粗盐提纯中,能否采用降温方法使氯化钠从滤液中析出?为什么?

经过以上提纯操作,粗盐就变成了较纯净的精盐。但是,过滤并不能除去粗盐中的可溶性杂质,如 $MgCl_2$ 、 KCl 、 $MgSO_4$ 等。

二、结晶

结晶是从溶液里分离出固体溶质的一种方法。如果仔细观察各种固体物质，就会发现它们中的大多数都有一定的几何形状。例如，氯化钠是立方体，明矾是八面体（图 6—7）。这种具有规则几何形状的固体称为晶体。结晶方法又分为蒸发结晶和降温结晶两种。

1. 蒸发结晶

蒸发结晶是利用蒸发溶剂，减少溶液中的溶剂量，使溶质有部分过剩而结晶析出。例如，海水晒盐就是将海水围入盐滩，利用日晒、风吹使水分蒸发，粗盐就会结晶析出。蒸发结晶尤其适用于将溶解度受温度变化影响不大的固体溶质从溶液中分离出来。

2. 降温结晶

对于溶解度受温度变化影响较大的固体溶质从溶液中分离出来，还能采用什么分离方法呢？

实验 6—3 降温结晶

1. 取两支试管，各加入约 10mL 蒸馏水，然后分别加入少量硝酸钾和硫酸铜晶体，振荡，使它们完全溶解。

2. 加热两支试管中的溶液，再继续分别加入硝酸钾和硫酸铜晶体，制成饱和溶液。

3. 将两支试管都放入冷水中（图 6—8）冷却，观察发生的现象。

实验表明，冷却热的饱和溶液可使部分溶质从溶液中结晶析出。这就是降温结晶的分离方法。它适用于将溶解度受温度变化影响较大的固体溶质从溶液中分离出来；还适用于分离溶解度受温度变化影响程度差异较大的几种物质组成的混合物。例如，硝酸钾晶体中含少量氯化钠，就可采用这种方法提纯硝酸钾。具体操作是将混合物溶于适量水中，加热使其完全溶解；然后冷却溶液，就会有部分硝酸钾结晶析出。这是因为硝酸钾的溶解度受温度变化的影响较大（80℃时硝酸钾溶解度是 169g，20℃时是 31.6g），当较高温度下的硝酸钾饱和溶液降温时，就有部分硝酸钾结晶析出；而氯化钠的溶解度受温度变化影响较小（80℃时氯化钠溶解度是 38.4g，20℃时是 36.0g），降温时大部分氯化钠仍然溶解在溶液里，过滤时，硝酸钾晶体留在滤纸上，而氯化钠则大部分仍留在滤液里（这种滤液又称为母液），达到初步分离硝酸钾和氯化钠的目的。如果多次重复这一过程，就可得到纯度较高的硝酸钾晶体。

混合物的分离方法还有多种。在实际应用中，往往需要根据混合物组成的特性选择使用。例如，粗盐提纯时，既要用到过滤，又要用到蒸发结晶；如果需要除去精盐中的可溶性杂质，还要用到一些化学方法。

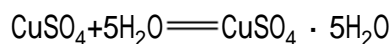
许多物质从其水溶液里结晶析出时，晶体里常结合着一定数目的水分子。晶体里结合着的水分子叫做结晶水。含结晶水的物质叫做结晶水合物。例如，胆矾(或称蓝矾, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、明矾 [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$] 等都是结晶水合物。当然，有些物质的晶体里并不含结晶水，如氯化钠(NaCl)、硝酸钾(KNO_3)等。

结晶水合物受热时容易失去部分或全部结晶水。例如，蓝色的硫酸铜晶体受热时，逐步失去结晶水，生成白色的硫酸铜粉末：



(蓝色) (白色)

如果往上述白色硫酸铜粉末中加几滴水，将重新生成蓝色的硫酸铜晶体：



(白色) (蓝色)

很多结晶水合物不够稳定。在室温和干燥的空气里，结晶水合物失去部分或全部结晶水的现象叫做风化。例如，在室温时，放在干燥空气中的碳酸钠晶体($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)会风化为碳酸钠粉末(Na_2CO_3)。有些晶体能吸附空气中的水蒸气，在晶体表面逐渐形成溶液，这种现象叫做潮解。例如，氯化钙就是很容易潮解的物质，故常用作干燥剂。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 除去粗盐中的难溶固体物质，需要经过的实验操作顺序是

[]

- (A) 溶解，蒸发，过滤
- (B) 过滤，蒸发，溶解
- (C) 蒸发，过滤，溶解
- (D) 溶解，过滤，蒸发

(2) 使用结晶方法分离混合物的依据是混合物中几种可溶性固体物质

[]

- (A) 熔点的不同
- (B) 在同一种溶剂里的溶解度不同
- (C) 沸点的不同
- (D) 在不同溶剂里的溶解度不同

(3) 欲从氯酸钾受热分解制取氧气后的残余固体混合物中分离出难溶于水的二氧化锰，应采用

[]

- (A) 溶解、过滤的方法

- (B) 冷却结晶的方法
- (C) 溶解、过滤、蒸发的方法
- (D) 加热分解的方法

(4) 在 60 的硝酸钾饱和溶液中混有少量 (约为硝酸钾质量的 1/10) 已完全溶解的氯化钠, 则当降温结晶时, 所析出的晶体中 []

- (A) 含硝酸钾的质量多于氯化钠
- (B) 含氯化钠的质量多于硝酸钾
- (C) 只含有硝酸钾, 不含氯化钠
- (D) 只含有氯化钠, 不含硝酸钾

(5) 皓矾的化学式可表示为 $ZnSO_4 \cdot xH_2O$, 经实验测定其中锌的质量分数为 22.65%, 则 x 值为 []

- (A) 1
- (B) 5
- (C) 7
- (D) 10

2. 填写下列空白 (1) 欲除去碳酸钙粉末中混有的少量碳酸钠粉末, 可采用的主要操作是____和____。

(2) 使固体溶质从溶液中结晶析出, 如果其溶解度受____影响较大, 可采用____的方法使它从其饱和溶液中结晶析出; 如果其受热时不易分解, 则可采用____的方法使其从溶液中结晶析出。

(3) 将在加热情况下制得的硫酸铜饱和溶液静置, 使其自然冷却时, 可观察到有____色的____析出。如将此液体过滤得到的固体放到蒸发皿中加热, 可观察到____色晶体变为____色的固体粉末。此变化的化学方程式是____。

3. 已知硝酸钾在 20 时的溶解度是 31.6g, 50 时是 85.5g。若将 20 的硝酸钾饱和溶液 100g 蒸干, 可得到硝酸钾的质量是多少? 若将这些硝酸钾加到水中, 配制成 50 的硝酸钾溶液 80.0g, 试通过计算说明此溶液是不是饱和溶液?

第五节 溶质的质量分数

在工农业生产、科学实验及医疗等实践中，使用溶液时，为了达到预期的目的，往往需要确知溶液中溶质的相对含量，即一定量溶液中所含溶质的量。表示溶液中溶质相对含量的方法很多。其中，溶质质量与溶液质量之比，叫做溶质的质量分数。

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

$$\text{或} \quad \text{溶质的质量分数} = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量}}$$

在实际应用中，溶质的质量分数也可用百分数表示。

【例题 1】将 1.2g 氯化钠完全溶解于水制得 15g 氯化钠溶液，求此氯化钠溶液中溶质的质量分数。

解：根据溶液中溶质的质量分数的公式：

$$\text{溶质的质量分数} = \frac{1.2\text{g}}{15\text{g}} = 0.080$$

答：此氯化钠溶液中溶质的质量分数为 0.080（即 8.0%）。

【例题 2】用溶质的质量分数为 98.0% H_2SO_4 稀释成 500g 20.0% H_2SO_4 溶液，需要 98.0% H_2SO_4 和水的质量各是多少？分析：溶液稀释前后，溶质的质量不变。

解：设需要 98.0% H_2SO_4 的质量为 x 。

$$x \times 98.0\% = 500\text{g} \times 20.0\%$$

$$x = \frac{500\text{g} \times 20.0\%}{98.0\%} = 102\text{g}$$

需要水的质量为：500g - 102g = 398g

答：需要 98.0% H_2SO_4 为 102g，水为 398g。

【例题 3】在室温（20℃）下配制 500mL 溶质的质量分数为 20.0% 的 H_2SO_4 溶液，需要 98.0% H_2SO_4 的体积是多少？

分析：与溶液中溶质的质量分数直接有关的是溶质、溶剂（溶液）的质量，而不是体积。但是，体积（ V ）和质量（ m ）可以通过密度（ ρ ）进行换算： $m = \rho V$ 。其中，各种溶液在不同温度、不同溶质的质量分数下的密度则要通过实验来测定。在实际应用时，通过查阅有关的实验数据表即可得知。

解：查硫酸溶液密度和溶液中溶质的质量分数对照表可知：20.0% 的 H_2SO_4 溶液的密度为 $1.14\text{g}/\text{cm}^3$ ，98.0% 的 H_2SO_4 密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 。

设需要 98.0% H_2SO_4 的体积为 x ，则据溶液稀释前后溶质质量保持不变及密度关系公式可得：

$$1.84\text{g}/\text{cm}^3 \times x \times 98.0\% = 1.14\text{g}/\text{cm}^3 \times 500\text{cm}^3 \times 20.0\%$$

$$x = \frac{1.14\text{g/cm}^3 \times 500\text{cm}^3 \times 20.0\%}{1.84\text{g/cm}^3 \times 98.0\%} = 63.2\text{cm}^3 = 63.2\text{mL}$$

答：配制 500mL20.0%的 H_2SO_4 溶液需 63.2mL98.0%的 H_2SO_4 。

【例题 4】在 40℃ 时硝酸钾饱和溶液中溶质的质量分数为 39.0%，求此温度下硝酸钾的溶解度。

分析：在一定温度下，物质的饱和溶液中溶质的质量分数（c%）与溶解度（S）之间可进行相互换算。若已知饱和溶液中溶质的质量分数求溶解度，就从溶解度的定义公式入手；若已知溶解度求饱和溶液中溶质的质量分数，就从溶质的质量分数的关系公式入手。

解：设 40℃ 时硝酸钾的溶解度为 S，饱和溶液的质量为 m，则据溶解度的定义公式得：

$$S = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶剂质量}} \times 100\text{g} = \frac{m \times 39.0\%}{m \times (1 - 39.0\%)} \times 100\text{g} = 63.9\text{g}$$

答：40℃ 时硝酸钾的溶解度为 63.9g。

溶液中溶质的相对含量还有许多表示方法。例如，使用两种液体配制溶液时，可用其中一种液体体积与溶液体积之比来表示，叫做该液体的体积分数。例如，酒精体积与酒精溶液体积之比为 7/10，即酒精溶液中酒精的体积分数为 0.7（即 70%）。此外，在化学实验室里使用的 1:4 的硫酸，是用 1 体积硫酸（指溶质的质量分数为 98%、密度为 1.84g/cm^3 的市售浓硫酸）与 4 体积水配制成的硫酸溶液。这种表示溶液中溶质相对含量虽不十分精确，但配制过程简单。因此，在农业生产中配制农药药液、在医疗上配制某些药剂、在实验室里配制某些溶液时常采用。

根据溶液中溶质相对含量的多少，可粗略地划分为浓溶液与稀溶液。但是，二者并没有截然的界限，仅是相对而言。例如，90%的 H_2SO_4 可称为浓硫酸，10%的 H_2SO_4 可称为稀硫酸，而对 50%的 H_2SO_4 就没有必要去划分它是浓硫酸还是稀硫酸。值得注意的是，浓溶液和饱和溶液是不同的概念，前者是指溶液中溶质的相对含量多，后者是指在一定温度下溶质在溶剂中溶解的量达到饱和。对于易溶物质，其饱和溶液是浓溶液；其不饱和溶液也可能是浓溶液。例如，在室温下，2g 氯化钠溶解于 10mL 水中得到的氯化钠溶液，它所含的溶质较多，是浓溶液，但它却是不饱和溶液。而对于难溶物质，其饱和溶液只能是稀溶液。例如，在 20℃ 时熟石灰的溶解度是 0.165g，其饱和溶液中溶质的质量分数小于 0.165%，因此它是稀溶液。由此可见，对于不同溶质来说，浓溶液不一定是饱和溶液，稀溶液也不一定是不饱和溶液。当然，对于同一种溶质的溶液，在一定温度时，其饱和溶液一定比不饱和溶液中溶质的质量分数大。

【议一议】同种溶质的饱和溶液中溶质的质量分数是否一定大于其不饱和溶液中溶质的质量分数？为什么？

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 当溶液被稀释时，如温度不变，则下列诸量中保持不变的是 []

- (A) 溶质质量
- (B) 溶剂质量
- (C) 溶质的溶解度
- (D) 溶液中溶质的质量分数

(2) 在 t 时，某物质溶解度为 m g，其饱和溶液中溶质的质量分数为 n %，则 m 和 n 的关系是 []

- (A) $m=n$
- (B) $m > n$
- (C) $m < n$
- (D) 无法确定

(3) 20 时甲物质在 20g 水中溶解的最大量是 8g；30 时乙物质在其 50g 饱和溶液中含有 10g；10 时丙物质在 40g 水中溶解 15g 溶液即达到饱和。若这 3 种溶液中溶质的质量分数依次是 $a\%$ 、 $b\%$ 和 $c\%$ ，则 a 、 b 、 c 的关系是 []

- (A) $a > b > c$
- (B) $c > b > a$
- (C) $a > c > b$
- (D) 无法判断

(4) 在 t 时， m g 某物质完全溶解于水，配制成密度为 ρ g/cm³ 的溶液 V L，则此溶液中溶质的质量分数是 []

- (A) $\frac{m}{100\rho V} \%$
- (B) $\frac{m}{100V} \%$
- (C) $\frac{100V}{100m} \%$
- (D) $\frac{m}{\rho V} \%$

2. 填写下列空白 (1) 已知在 20 时氯化铵的溶解度为 s g。现将 m g 氯化铵晶体 (NH_4Cl) 加入到 n g 水中，经充分搅拌制成溶液。如果 m g 氯化铵能被 n g 水全部溶解，则所得溶液中溶质的质量分数为____；如果 m g 氯化铵不能被 n g 水全部溶解，则所得溶液中溶质的质量分数为____。

(2) 在某温度下，将 24g 硝酸钾固体完全溶解于 96g 水制得溶液，其

溶质的质量分数为____。现将此溶液均分为 A、B、C 三份。若将 A 的温度升高到 t ，则该溶液中溶质的质量分数为____。若使 B 中溶质的质量分数增大为原来的 2.5 倍（此时溶液仍未达到饱和），需加入硝酸钾____g。若使 C 中溶质的质量分数减小为原来的一半，需加入水____g。

3. 欲配制 250g 溶质的质量分数为 15.0% 的氢氧化钠溶液，试计算需要氢氧化钠和水的质量各是多少？

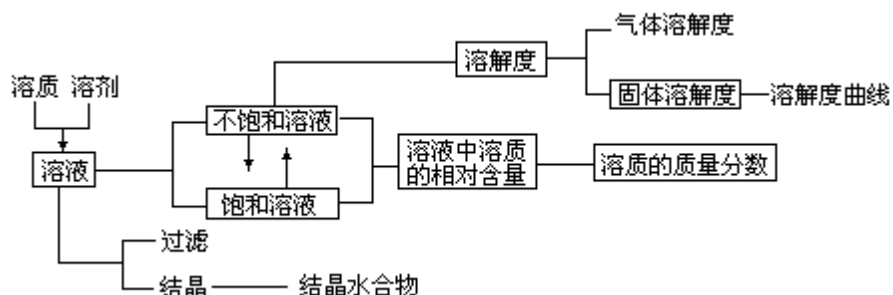
4. 已知 10℃ 时氯化铵的溶解度为 33.0g。在 10℃ 时需向 100g 10.0% 的氯化铵溶液中再加入多少氯化铵固体，才能使溶液达到饱和？

5. 某硫酸溶液 80.0g 与足量的锌完全反应，在标准状况下制得 5.60L 氢气（密度为 0.0899g/L），求该硫酸溶液中溶质的质量分数。

全章小结

一、有关溶液的基本概念

通过学习本章，要比较系统地理解和掌握有关溶液的一些基本概念，以及它们之间的联系（图中加框的是学习的重点）。



1. 溶液

由一种或几种物质分散到另一种物质里，形成均一的、稳定的混合物，叫做溶液。要能从本质上区别溶液、悬浊液、乳浊液。

2. 饱和溶液和不饱和溶液

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

大多数固体溶质所形成的饱和溶液，当升高温度或增加溶剂时可变为不饱和溶液；而当降低温度或减少溶剂、或增加溶质时，不饱和溶液可变为饱和溶液。

饱和溶液不一定是浓溶液，不饱和溶液不一定是稀溶液。

3. 过滤和结晶

过滤和结晶都是混合物分离、物质提纯的方法。过滤能将难溶于液体的固体物质与液体分离。结晶能从溶液里分离出固体溶质，其方法是蒸发溶剂

或冷却热的饱和溶液。

4. 溶解度

在一定温度下，某固体物质在 100g 溶剂里达到饱和状态时所溶解的质量，叫做这种物质在该溶剂里的溶解度。溶解度是由溶质和溶剂的本性决定的。温度（对气体还有压强）是影响溶解度的主要外因条件。大多数固体物质的溶解度随温度升高而增大。

5. 溶质的质量分数

用溶质质量与溶液质量之比来表示的溶液中溶质的相对含量。要能区别溶质的质量分数与溶解度概念的差异。

二、有关溶解度的计算

有关溶解度的计算是从溶解度、饱和溶液中的溶质质量、溶剂（或溶液）质量三者中的两个量求第三个量。

计算的基本关系式是：

$$\frac{S}{100g} = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶剂质量}}$$

式中，溶解度（S）的单位是“g”，而溶质质量和溶剂质量的单位可以是“g”，也可以是“kg”或其他质量单位，但这两个量的单位必须相同。

三、有关溶质的质量分数的计算

有关溶质的质量分数的计算，大体上都是从溶质质量、溶液（或溶剂）质量和溶质的质量分数三个量中的两个量求第三个量。计算的基本关系式是（溶质的质量分数用 ω 表示）：

$$\omega = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}}$$

式中，溶质质量和溶液质量的单位必须相同。

要理解和掌握在一定温度下饱和溶液中溶质的质量分数与溶解度相互换算的基本思路。

复 习 题

A

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 在一定温度下的饱和溶液，一定是 []

- (A) 溶质的质量分数很大的溶液
- (B) 含有 100g 溶剂的溶液
- (C) 不能再溶解该溶质的溶液
- (D) 降低温度就会析出固体溶质的溶液

(2) 将一定量 20℃ 时硝酸钾饱和溶液降温至 10℃，然后进行过滤，所

得到的滤液 []

- (A) 是纯净的水
- (B) 是不饱和溶液
- (C) 是饱和溶液
- (D) 不能确定是不是饱和溶液

(3) 下列因素中，对物质溶解度没有影响的是 []

- (A) 溶质质量
- (B) 溶剂质量
- (C) 溶液温度
- (D) 溶质、溶剂种类

(4) 有一瓶接近于饱和的硝酸钠溶液，下列措施中不能使其变为饱和溶液的是 []

- (A) 加入足量的相同温度的硝酸钠饱和溶液
- (B) 降温至有硝酸钠晶体析出
- (C) 向溶液中加入一定量的硝酸钠晶体
- (D) 在温度不变的情况下蒸发掉部分水

(5) 80 时的硝酸钾饱和溶液若干，置于烧杯中，当该溶液温度冷却至室温（不考虑水分蒸发）时，下列判断中错误的是 []

- (A) 烧杯中溶剂的质量不变
- (B) 烧杯中硝酸钾的质量不变
- (C) 烧杯中溶液的质量减小
- (D) 烧杯中溶液的质量不变

(6) 氯化钾在 20 时的溶解度为 34.0g。在此温度下将 6.40g 氯化钾加入到 20.0g 水中，当氯化钾充分溶解后所得溶液中溶质的质量分数为 []

- (A) 24.2%
- (B) 25.4%
- (C) 32.0%
- (D) 47.0%

(7) 在一定温度下，某饱和溶液的质量为 ag，其溶质的质量分数为 b%，则该溶质在此温度下的溶解度可以表示为 []

- (A) $\frac{a}{1-b\%} \text{ g}$
- (B) $\frac{a}{1-b\%} \text{ g}$
- (C) $\frac{a \times b\%}{1+b\%} \text{ g}$
- (D) $\frac{100b}{100-b} \text{ g}$

(8) 将 a g 胆矾溶解在 b g 水中, 所得溶液中溶质的质量分数是

[]

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

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

(C) $\frac{16a}{25(a+b)} \times 100\%$

(D) $\frac{a}{b + \frac{9a}{25}} \times 100\%$

2. 填写下列空白

(1) 在一定温度下, 氯化钠溶解度为 36.0g。将 20.0g 氯化钠加到 100g 水中, 所得溶液中溶质的质量分数为____; 若从上述溶液中取出 30.0g 溶液, 则此 30.0g 溶液中溶质的质量分数为____; 若向盛此 30.0g 溶液的烧杯中再加入 10.0g 氯化钠, 则所得溶液中溶质的质量分数为____。

(2) 溶解度曲线是以纵坐标代表____, 横坐标代表____的反映物质溶解度随____变化的曲线。利用溶解度曲线图, 可以查知在图示的____范围内某种物质在____时的溶解度; 也可以比较____时不同物质溶解度的大小。

3. 简答下列问题

(1) 将溶质的质量分数很小的氯化钠不饱和溶液的温度降低时, 能否得到氯化钠饱和溶液? 为什么?

(2) 湖水中含碳酸钠的湖泊, 在冬季湖水结冰时, 湖底常有析出的碳酸钠晶体。为什么?

4. 硝酸钾在 20 时的溶解度为 31.6g。若向 80.0g 15.0% 的硝酸钾溶液中加入 10.0g 硝酸钾, 能否配制成 20 时的饱和溶液? 此溶液中溶质的质量分数是多少?

5. 将 14.3g 碳酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 完全溶解于 85.7g 水中, 求所得碳酸钠溶液中溶质的质量分数。

6. 将 98.0% 的浓硫酸 ($\rho = 1.84\text{g}/\text{cm}^3$) 与水按 1 : 1 体积比配成硫酸溶液, 求配得硫酸溶液中溶质的质量分数。

7. 配制 500g 20.0% 的盐酸, 需要 38.0% 的盐酸 ($\rho = 1.19\text{g}/\text{cm}^3$) 的体积是多少?

B (选作)

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 某物质在 20 时的饱和溶液中溶质的质量分数为 5%, 则该物质按溶解性分类属于 []

- (A) 易溶
- (B) 可溶
- (C) 微溶
- (D) 难溶

(2) 向 50g 某硫酸溶液中加入 100g16%的硫酸溶液，混合所得硫酸溶液中溶质的质量分数为 12%，则原硫酸溶液中溶质的质量分数为

[]

- (A) 10%
- (B) 8%
- (C) 6%
- (D) 4%

(3) 在 t 时，含某固体溶质为 16%的溶液 100g，蒸发掉 20g 水或加入 5g 溶质都恰好使溶液达到饱和状态，则求该溶质 t 时溶解度 S 的关系式中错误的是

[]

- (A) $\frac{S}{100g} = \frac{5g}{20g}$
- (B) $\frac{S}{100g} = \frac{(16+5)g}{(100-16)g}$
- (C) $\frac{S}{100g+S} = \frac{(100-20)g}{16g}$
- (D) $\frac{S}{100g} = \frac{(16+5)g}{(100-16-20)g}$

(4) 固体物质 M 和 N 的溶解度都随温度升高而增大。当分别将质量相等的 80 时的 M 和 N 的饱和溶液都降至 20 ，析出 M 的晶体比 N 的晶体多（晶体均不含结晶水），则 M 和 N 溶解度不可能具有的关系是 []

- (A) 80 时 M > N，20 时 M < N
- (B) 80 时 M > N，20 时 M > N
- (C) 80 时 M < N，20 时 M < N
- (D) 80 时 M < N，20 时 M > N

(5) 在 ag 水中加入 bg20%某物质溶液，则所得溶液中溶质的质量分数为

[]

- (A) $\frac{ag}{(a+b)g} \times 100\%$
 (B) $\frac{bg \times 20\%}{(a+b)g} \times 100\%$
 (C) $\frac{bg \times 20\%}{ag + bg \times 20\%} \times 100\%$
 (D) $\frac{bg}{ag + bg \times 20\%} \times 100\%$

(6) 用 60% 的 NH_4NO_3 溶液和 25% 的 NH_4NO_3 溶液配制成 45% 的 NH_4NO_3 溶液，所耗 60% 和 25% NH_4NO_3 溶液的质量之比是 []

- (A) 4 3
 (B) 3 4
 (C) 3 2
 (D) 3 1

(7) 已知某固体物质在不同温度 (t) 下的溶解度 (S) 如下表。

t/	0	10	20	30	40
S/g	11.5	15.1	19.4	24.4	37.6

若将溶液中溶质的质量分数为 22% 的该盐溶液由 50 逐渐降温，则开始析出晶体的温度范围是 []

- (A) 0 ~ 10
 (B) 10 ~ 20
 (C) 20 ~ 30
 (D) 30 ~ 40

(8) 有关过滤实验的下列操作中，错误的是 []

- (A) 滤纸的边缘稍低于漏斗的边缘
 (B) 直接将烧杯中的待过滤液体倾倒入过滤器
 (C) 保持过滤器中的液面低于滤纸边缘
 (D) 当过滤是为取得滤液，要用蒸馏水洗涤沉淀

2. 填写下列空白

(1) 将一定量的 5.00% NaOH 溶液加热蒸发掉 108g 水后，得到 20.0% 的 NaOH 溶液 29.5mL，则原来的 5.00% NaOH 溶液质量为____g，其中含 NaOH 为____g，而所得 NaOH 溶液的密度为____g/cm³。

(2) 测定粗盐 (含难溶杂质) 中氯化钠质量分数的实验，操作步骤如下，试填写其中的空白。

称取粗盐样品 wg。称量前，先调节托盘天平的零点，若空载时天平的指针偏向左边，可将左边平衡螺母旋动使其向____移动。称量时，应将粗盐放在托盘天平的____盘上。

将称取的粗盐溶于适量蒸馏水。溶解操作应在（填仪器名称）____里进行，并用玻璃棒搅拌，其目的是_____。

过滤，并将洗涤沉淀的洗液转移到滤液中。其装置和操作如右图，试指出图中的两处错误：a.____；b._____。

加热蒸发滤液，得到较纯净的氯化钠固体 mg。加热蒸发滤液操作应在（填仪器名称）____里进行，并用玻璃棒搅拌，其目的是_____。

计算粗盐中氯化钠的质量分数（即粗盐纯度）。计算式为_____。

3. 将 10.0g 锌放入 93.7g 未知溶质的质量分数的稀盐酸中，反应停止后发现锌有剩余，且溶液的质量比反应前增加 6.10g。求反应后溶液中溶质的质量分数。

4. 未知质量的铁恰好与一定量 10.0% 的硫酸溶液（ $\rho = 1.07\text{g/cm}^3$ ）完全反应，放出 1.00g 氢气。试求：

（1）反应消耗 10.0% 硫酸溶液体积；

（2）反应得到的硫酸亚铁溶液中溶质的质量分数。

5. 已知 125g 碳酸钙试样（所含杂质不与盐酸起反应）跟适量的 20.0% 盐酸（ $\rho = 1.10\text{g/cm}^3$ ）充分反应后，混合物总质量减少 35.2g。试求：

（1）碳酸钙试样的纯度；

（2）反应中最少消耗 20.0% 盐酸的体积。

6. 在 20℃ 时，氯化钠的溶解度为 36.0g。此温度下的氯化钠饱和溶液 44.2g 恰好跟 180g 硝酸银溶液反应完全（ $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ ）。试求：

（1）硝酸银溶液中溶质的质量分数；

（2）生成物溶液中溶质的质量分数。

第七章 煤和石油 能源

煤、石油和天然气是当今世界上最重要的三大矿物燃料，又是化学工业中极为重要的原料。燃料的燃烧为现代工业生产和日常生活提供了热能，同时也带来了一些环境问题。本章将简要介绍它们的生成、开采、一些性质和重要用途，学习一些常用燃料的知识，了解化学对充分利用原有能源、寻找新能源和保护环境的作用。

第一节 煤和石油

一、煤

煤是由有机物和无机物组成的复杂混合物，其中绝大部分是由碳元素组成的。根据煤中的含碳量不同可分为无烟煤、烟煤、褐煤和泥煤等。煤是在距今 2.7 亿年~3.5 亿年的热带沼泽地域生长的植物死后被泥沙淤积覆盖着，经过地壳变迁将其埋藏在约 3000m 深的地层下，经过热和压力等作用而形成的。在煤块中发现的植物化石(如图 7—1)就是煤形成学说的一个证明。

至今，世界各地仍沿用着机械采掘的第一代物理采煤方法。人们正在研究将地下煤炭就地转变为可燃气体的第二代化学采煤方法。应用这一技术，可以使煤矿成为拥有煤、电、化工原料等多种产品的联合企业，还可以回收报废矿井中残遗的煤炭资源。我国煤炭地下气化研究已获得一定的进展。1996 年 6 月河北省唐山刘庄煤矿，煤炭地下气化点火成功，已正式投入运营。

煤炭向全世界提供 20% 以上的能量。全世界出产的煤中约有 65% 用作发电厂的燃料，其余大部分供工业上用作燃料或家庭采暖使用。如果把不同品种的煤炭按一定比例混合后，在隔绝空气条件下加强热达 1000 左右，可使煤分解为焦炭、煤焦油和焦炉气。这个过程叫做炼焦。炼焦产品中，焦炭和焦炉气是污染较小的燃料，煤焦油是重要的化工原料(如图 7—2 所示)。这使煤得到综合利用。

二、石油

关于石油的形成过程，至今还很难说清楚，因为在石油里还没有发现像化石等能证明其成因的有力证据。有一种学说认为，石油是古代海里微小动物和植物的遗体沉陷于海底，在隔绝空气的环境中，在热和高压条件下，经过微生物作用发生一系列复杂变化，而形成的粘稠状液体。经过地壳运动，石油被挤压在无孔岩层间或多孔岩层内(如图 7—3 所示)。

石油通常是黑色或深棕色、有的还有绿或蓝色荧光并有特殊气味的粘稠状液体。它不溶于水，密度比水稍小，没有固定的沸点和熔点。它主要含有由碳和氢两种元素组成的数百种有机化合物形成的混合物。

由于地壳变迁，石油储藏分布在陆地和海洋的地层以下，开采须经过钻井取油，由油井喷出的石油(原油)很少直接用做燃料，只有经过炼制以后才能使用。炼制时，先将原油中所含有的氯化钙(CaCl_2)、氯化镁(MgCl_2)

等水溶液经脱盐、脱水处理后，再进行蒸馏，将其各组分如汽油和煤油等分开。所谓石油炼制就是给石油加热，石油中沸点不同的各组分先后蒸馏出来，从而得到分离。石油炼制的产品及其主要用途如图 7—4 所示，其中有 90% 的产品用作燃料和润滑剂，10% 的产品用作化工原料。

煤和石油都是含碳的化合物。地壳中碳元素的质量分数仅为 0.087%。但是，自然界中含碳化合物的种类非常多。其中像淀粉、纤维素、蔗糖、油脂、蛋白质等含碳的化合物是人类等生物体生存的必需品。这类含碳的化合物叫做有机化合物，简称有机物。而一般将不含碳的化合物叫做无机化合物。像一氧化碳、二氧化碳、碳酸钙等少数化合物，虽然也含有碳元素，但它们的组成和性质跟无机化合物十分相似，因此习惯上将它们作为无机化合物来研究。有机化合物有一些共同的性质。例如，大多数有机化合物都难溶于水，熔点低，受热容易分解，容易燃烧，不易导电等。

三、我国煤炭和石油工业的发展

1. 我国煤炭工业的发展

我国是世界上最早发现和利用煤炭的国家，又是煤炭蕴藏量和品种丰富的国家之一。但是，解放前的煤炭工业十分落后，1949 年原煤年产量仅 $3.2 \times 10^7 \text{t}$ (0.32 亿吨)，远远不能满足工业和人民的需要。解放后，由于不断采用新型采煤机械和对老煤田进行技术改革，更新采掘方法，新建的大型煤田实行科学化开采，产量有了很大的提高。1996 年我国原煤年产量已达 $1.38 \times 10^9 \text{t}$ (13.8 亿吨)，居世界首位，除满足国内使用外还向一些国家和地区出口。

我们的祖先早在 1800 年前的高奴（今陕西延长县）就发现了石油，利用石油作燃料、点灯、制蜡、制墨等。现在延长县仍出产石油。

我国的陆地和海洋石油蕴藏量都很丰富。但是，解放前曾是帝国主义长期倾销“洋油”的市场，并被他们诬为“贫油国家”。解放后，我国探明了许多陆地石油资源，近年来又探明了储量可观的海洋油气资源；先后开发和建立了大庆、胜利、华北、中原、大港等石油基地，我国海洋石油工业也取得举世瞩目的成就；原油产量已由解放初期的世界第 27 位，到 1996 年年产量已达 $1.58 \times 10^8 \text{t}$ (1.58 亿吨)，位居世界前列。

石油的综合利用如图 7-5 所示。

习 题

- 1.煤和石油的主要成分各是什么？
- 2.简述煤和石油加工的原理及其主要产品的名称和用途。
- 3.从本地实际出发，了解煤和石油各有哪些主要用途？

第二节 常用燃料

燃料燃烧可以提供热能。根据燃料的状态不同，可分为气体燃料、液体燃料和固体燃料。

一、气体燃料

常用的气体燃料有天然气、煤气、液化石油气和沼气。

1. 天然气

天然气是蕴藏在地层内的可燃气体，其主要成分是甲烷，此外还含有少量乙烷、氮气、丙烷和二氧化碳等。人们在早期勘探石油的过程中发现天然气与石油同在，从而认为只有形成石油的地方才形成天然气。我国科学家最近研究证实，在聚煤盆地中，煤的形成演化过程中也可形成天然气，开拓了一个全新的天然气资源领域。在形成煤过程中生成的气，一部分离开煤层成为天然气，另一部分残留在煤层中成为煤层气，其主要成分也是甲烷。煤层气是一种新能源。天然气和煤层气的优点是发热量高、污染少，除用作燃料外还可用作制取炭黑和化肥的原料。1996年我国天然气产量达 $2.01 \times 10^{10} \text{m}^3$ （201亿立方米）。

我国是最早发现和利用天然气的国家。四川省有丰富的天然气，1000多年以来一直把天然气作为熬制井盐的最方便最经济的燃料。

煤气是煤炭在隔绝空气条件下加强热得到的气体燃料。目前，城市中使用的管道煤气是炼焦的副产品。煤气中除含有少量甲烷外，主要成分是氢气和一氧化碳，可用作工业生产和居民生活的能源，还能用作制造氢气和炭黑的原料。

3. 液化石油气

液化石油气是石油炼制过程中的一种副产品。主要成分是可燃性的丁烯、丙烯、丁烷、丙烷和微量硫化氢等。将这种混合气体通过降温和加压，压缩到耐压钢罐中，使它由气态变成液态，所以叫液化石油气。使用时，打开钢罐阀门，由于压力减小，液化石油气由液态变成气态，一经点火就可燃烧。这些碳氢化合物完全燃烧时生成水和二氧化碳，并放出大量的热量。它具有高热值、基本无毒性的优点，不过贮放和使用时要十分小心，它在空气中的体积分数达到 2%~10%，遇到明火就会爆炸。为了能及时发现液化石油气装置是否漏气，通常无色无味、比空气密度大（不易逸散）的液化石油气中加入一些恶臭的物质，一旦闻到恶臭气味，切不可开关电门或划火柴，以防发生爆炸等事故，而应立即开窗通风，并找到泄漏的地方，做到安全使用。

4. 沼气

沼气是我国农村广泛使用的一种气体燃料。把含有 90% 水的人畜粪便、

垃圾、杂草和秸秆等放在密闭的发酵池里，在沼气细菌的作用下，温度保持在 25 ~ 30 经过 3 ~ 5 天发酵，就有甲烷、二氧化碳以及氮气和少量硫化氢气体生成，其中甲烷的体积分数为 65% 左右。这种沼气可以用来发电、点灯、烧饭。如果定时从发酵池中取出旧料（这是一种肥效较高的肥料），加入新料，就可连续产生沼气（如图 7-6 所示）。广大农民就可以“做饭拧开关，烧锅不用炭，照明不用电，粮多猪满圈”。开发和利用沼气是解决广大农村能源的一种有效途径。我国农村沼气由小型到大中型集体供气化的举措得到国际上的肯定。

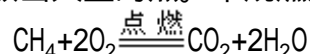
天然气、煤层气、沼气等的主要成分是甲烷。

实验 7-1 甲烷的燃烧

将甲烷气体收集在贮气瓶中，仔细观察甲烷的颜色和状态。点燃从导管放出的甲烷（点燃前，必须像检验氢气纯度那样，先检验甲烷的纯度），观察火焰的颜色。取一冷的、干燥的烧杯罩在火焰上方（图 7-7）。观察烧杯内壁有什么现象发生。再取一只烧杯，内壁附着一层澄清的石灰水，然后也罩在火焰上方，观察石灰水的变化。

从实验可以看到，甲烷在空气中燃烧时，火焰明亮并呈蓝色，同时放出大量的热；烧杯内壁有水滴生成，说明甲烷成分里一定含有氢元素；另一个烧杯内壁的澄清石灰水变浑浊，说明甲烷燃烧时还有二氧化碳生成，说明甲烷成分里还含有碳元素。

据精确的实验测定，甲烷是由碳和氢两种元素组成，化学式为 CH_4 。甲烷没有颜色、没有气味、密度小于空气，极难溶于水，很容易燃烧，燃烧时生成二氧化碳和水，同时放出大量的热。甲烷燃烧的化学方程式是：



点燃甲烷和氧气或甲烷和空气的混合物会发生爆炸。因此，在煤矿的矿井里必须采取通风，严禁烟火等安全措施，以防甲烷和空气等混合气体的爆炸事故发生。

二、液体燃料

1. 汽油

汽油是从石油炼制得到的一种有挥发性、可燃性的无色（或浅黄色）、易流动的液体。汽油是多种碳氢化合物的混合物，它有特殊气味，密度小于水，不溶于水，溶于有机溶剂（如酒精等），沸点范围为 40 ~ 200，燃

烧的发热量比同质量的煤高。它主要用作汽油机的燃料，在橡胶、油漆工业中用作溶剂或稀释剂。汽油对人体有毒，吸入高浓度汽油蒸气会使人发生急性中毒。在居住区的空气中最高允许汽油量为 1.50mg/m³（日平均）。

2. 柴油

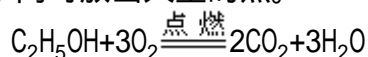
柴油是原油蒸馏的馏分之一，其沸点范围比汽油、煤油都高。柴油分为重柴油和轻柴油，分别用作中低速柴油机（每分钟转速 1000 转以下）和高速柴油机（每分钟转速在 1000 转以上）的燃料。

3. 酒精

酒精的化学名称叫做乙醇。制造酒精的传统方法是粮食发酵法，每制 1t 酒精要消耗 3t 多粮食。石油化工发展后，可用乙烯为原料来合成酒精。

酒精是无色透明、具有特殊气味的液体，易挥发，能与水以任意比例互溶，并能够溶解于多种有机化合物。

酒精是由碳、氢、氧三种元素组成的，化学式是 C₂H₅OH。酒精在空气中燃烧生成二氧化碳和水，同时放出大量的热。

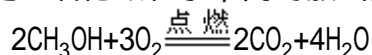


因此，酒精常被用作酒精灯、内燃机的燃料和制造醋酸、染料、饮料等。饮酒具有加速人体的血液循环、兴奋神经的作用，但过量饮酒会造成酒精中毒，危害健康。

【议一议】怎样证明汽油和酒精成分里都含有碳元素和氢元素？

4. 甲醇

甲醇又叫做木醇。这是因为将木材隔绝空气加强热、蒸馏，可以得到木醇。目前主要是用一氧化碳和氢气来合成甲醇。甲醇的化学式是 CH₃OH。它是一种无色、易挥发、有酒的气味、可以燃烧的液体，能与水以任意比例互溶。甲醇燃烧时，产物是二氧化碳和水，同时放出大量的热。



甲醇掺到工业酒精中制成变性酒精。因为甲醇对人体有很大的毒害，所以变性酒精绝对不能兑制成酒出售和饮用。否则，将导致双目失明，甚至死亡。

甲醇主要用作溶剂，也是制造塑料等的重要化工原料。

三、固体燃料

从煤矿开采出的原煤精选后可直接用作燃料，煤炭加工制得的焦炭是一种更重要的固体燃料。它是一种含碳量较高的、坚硬而多孔的固体物质，在金属冶炼中是一种较便宜的还原剂，也是钢铁冶炼和工业生产的良好燃料。

常用燃料燃烧的尾气多能污染大气，造成一系列环境问题。因此，目前各国都致力于消除和避免大气污染的研究。

习 题

1. 常用的气体、液体和固体燃料有哪些？
2. 天然气、煤气、液化石油气以及汽油的主要成分各是什么？
3. 如何用实验证明甲烷和酒精成分中含有碳元素和氢元素？由此是否可以推断它们的成分里只含有这两种元素。

第三节 能源

能源的开发和利用，对促进国民经济的发展起着重要作用。目前，能源主要来自石油、天然气和煤。全世界的石油生产到本世纪末将达到峰值。煤和天然气的消耗也会越来越大，加上人口增长等因素，有人估计石油和天然气不过几十年、煤不过几百年就会消耗殆尽。我们一方面要节约现有的能源，提高石油的精炼水平，对煤层气尽早步入工业化开采，对煤的气化和液化进行研究并运用于实际；一方面要研究和开发新的无污染能源。在充分利用原有能源和寻找新能源的过程中化学和化工将唱主角。太阳能（如太阳灶、太阳能温室）、风能（风力发电机）、生物质能（如户用沼气池、节柴炉灶）、地热能（如西藏羊八井地热发电站、河北省白洋淀温泉城）、海洋能（如潮汐电站）、水力能（水电站）、氢能、核能（如图 7-8 所示），在开发这些能量资源的过程中，光化学、热化学、电化学以及能量转换材料的合成，都将倍受重视。

【议一议】 由于地球上贮存的煤、石油、天然气是有限的。为了使这些矿物燃料的燃烧能发挥最大效率，试想应如何控制下述的应用燃料部门消耗燃料呢？（1）家庭取暖；（2）制取化学药品；（3）交通、铁路和航空运输；（4）发电。

下面主要介绍核能和氢能。

一、核能

目前全球核能年发电量，相当于世界石油产量最多的中东地区年产石油一半的发电量，所以核能的开发利用前景可观。我国已先后建成了秦山核电站和大亚湾核电站，目前正在安全运行。核能的释放是通过重原子核裂变实现的。它可提供巨大的能量，1kg 铀-235 裂变所释放的能量相当于 2400t 标准煤燃烧所释放的能量。我国计划到 2030 年将核发电量提高到 $1.5 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。重核裂变可产生巨大的能量，轻原子（如氢、氦、锂等）核聚变会释放出更加巨大的能量，1kg 氢聚变释放的能量相当于 $3 \times 10^9 \text{ kg}$ 煤燃烧时释放的热量。地球地表每年从太阳获得的总能量，相当于 $6 \times 10^{18} \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的电能。太阳不断地释放出巨大的能量是轻原子核发生聚变产生的热核能。世界各国都正在对轻核聚变进行研究。我国在这方面的研究水平已进入国际先进行列。

二、氢能

对氢能的开发和利用，目前尚处于起步阶段，但前景十分诱人。人们选

择氢作为未来的新能源，首先是氢的来源十分广泛，地球表面积约有 3/4 为水所覆盖，地球总贮水量高达 $1.38 \times 10^{19} \text{t}$ (138 亿亿吨)；其次是氢燃烧时产生的热量约为同质量汽油的 3 倍；第三，氢可以取代汽油、柴油、航空煤油等作发动机的燃料，燃烧产物是水，不污染环境，不会造成酸雨和温室效应，而且氢在 -253℃ 时仍为气态，即使在最寒冷的北极，发动机也可瞬时发动，而不会像汽油、柴油等燃料有凝固之患。

氢能源是可以利用其他能源（如热能、电能、太阳能和核能等）来制取的二次能源。当能够廉价、大量地制得氢，制取的氢又可以方便地贮存和安全地运输等这些问题能够顺利地解决时，氢能就可以进入实用阶段。我们相信，在不久的将来，氢能一定会被人类驾驭，为人类造福。

习 题

1. 简述对能源问题的认识。
2. 如何在生活实践中节约能源？

全 章 小 结

煤、石油、天然气等矿物燃料，燃烧时放出大量的热，是现代应用的重要能源。煤加工后，可以得到焦炭、煤焦油和煤气；石油炼制后可以得到各种不同用途的产品。煤焦油和石油进一步加工，可以得到许多重要产品，以及同煤和石油相伴生的天然气，都是重要的化工原料。

天然气主要成分是甲烷 (CH_4)。农村沼气池所产生的气体主要成分也是甲烷。

煤、石油、天然气的贮藏量有限。因此，一方面要节约现有能源；另一方面要积极寻找和利用新能源，如核能、风能、地热能、氢能、海洋能和太阳能等。

甲烷、酒精、甲醇的重要性质、用途可以对比进行小结；对煤、石油、能源以及我国煤炭和石油工业的发展应有大致的印象。

复 习 题

1. 煤、石油、天然气主要都含有哪些元素？
2. 煤在隔绝空气的情况下加强热，可分解为哪三种产品？
3. 怎样证明煤气、液化气、沼气中都含有碳元素。
4. 试说明液化石油气的主要成分及安全使用方法。
5. 甲烷、酒精有哪些主要性质和用途？
6. 为什么说开发沼气是解决农村燃料的重要途径？

7. 为什么甲醇绝不能饮用，不然会带来什么危害？
8. 为什么说氢能是人类未来最理想的新能源？
9. 怎样认识“一个煤矿就是一个天然储气库”。煤矿生产中要十分注意防止瓦斯爆炸，采煤前先采气有何实际意义？
10. 到液化气公司请教安全使用液化石油气的常识，或去附近农村学习生产沼气的知识。

第八章 几种常见的金属

在已经发现的 100 余种元素中，约有 90 种是金属元素。金属元素跟氧、碳、氮、硅、硫等非金属元素在一起，组成包括人体在内的整个物质世界。

金属元素跟人们的生活有着十分密切的关系。例如，日常生活用品、房屋建筑、交通工具、工农业生产的设备和工具以及现代生活中的家用电器、科学研究用的各种仪器等，都离不开多种性能的金属材料。甚至我们吃的食物和调味品里，也含有多种金属元素。所以，金属在实现现代化建设等方面起着重要的作用。本章将要学习铁、铝、铜等金属的基础知识。

第一节 铁的性质

一、铁的物理性质

【议一议】联系生活中见到的铁制品，指出铁具有哪些物理性质？

日常见到的铁制品（实际上是钢铁制品）多是灰黑色的。纯净的铁是具有光泽的银白色金属，质软，有延展性，密度是 $7.86\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点是 1535 ，沸点是 2750 。铁能传热、导电，但它的导电性能比铜、铝略弱。铁具有铁磁性。

二、铁的化学性质

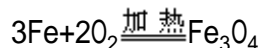
铁是一种化学性质比较活动的金属，在一定条件下，它能跟多种非金属单质以及某些化合物发生反应。

1. 铁跟氧气的反应

学习氧气的性质时，已做过细铁丝在氧气中燃烧的实验，知道铁能跟氧气发生化学反应。

【想一想】细铁丝在氧气中燃烧发生哪些现象？

在空气里将铁加热到 500 时，铁的表面就会生成一层黑色的四氧化三铁。



常温下，铁在干燥的空气里很难跟氧气发生化学反应，而在潮湿的空气里却能跟氧气发生化学反应，生成铁锈。

实验 8-1 铁钉的生锈

取三根无油、无锈、干燥的新铁钉，分别放入三支试管里，将第一支试管用酒精灯烘干后，用橡皮塞塞紧试管口，让铁钉只跟干燥的空气接触；向第二支试管里注入刚煮沸过的蒸馏水浸没铁钉，然后在水面上注入一层植物油，让铁钉只跟水接触；向第三支试管里注入少量蒸馏水，使铁钉部分浸没在水中，让铁钉跟空气和水接触（图 8-1）。把三支试管放置几天，每天观察铁钉的变化情况。

【议一议】根据上面的实验，你认为铁钉在什么条件下最容易生锈？怎样才能防止铁钉生锈？

实验表明，铁只跟干燥的空气接触或只跟水接触，都不易生锈，只有跟

空气和水同时接触，才会生锈。铁锈是很复杂的物质，其主要成分是氧化铁（ Fe_2O_3 ）。铁的生锈，实质上是铁跟空气中的氧气、水等物质相互作用，发生一系列复杂的化学反应的结果。

铁锈疏松多孔，空气和水分都可以透入，使铁锈下面的铁继续不断地生锈，所以铁制品在潮湿的地方久置，会全部变成铁锈。据估计，全世界每年因生锈而损失的钢铁（包括因生锈而报废的钢铁制品）约占钢铁年产量的1/4。

防止铁制品生锈的措施是，保持铁制品表面洁净、干燥和隔绝空气。通常采用在铁制品表面覆盖保护层，这样既隔绝空气，又避免跟水接触。例如，在车船的表面喷涂油漆；在机器上涂防锈漆或防锈油；在面盆、杯子表面覆盖一层搪瓷；还可以在铁制品表面镀上一层不易生锈的金属，如镀锌、镀锡、镀铬等。我国春秋时期的越王勾践剑，经过表面处理后，虽埋入地下 2000 多年，但至今仍剑刃锋利。

2. 铁跟酸的反应

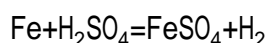
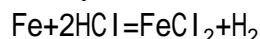
学习氢气的制法时，知道锌能跟稀盐酸或稀硫酸发生置换反应，生成氢气及氯化锌或硫酸锌。

【练一练】叙述上述反应的现象，写出反应的化学方程式。

实验 8—2 铁跟稀盐酸、稀硫酸的反应

在两支试管里分别加入 8mL 的稀盐酸和稀硫酸，然后各放入一根洁净的铁钉（图 8—2），观察反应现象。

实验表明，铁跟酸的反应与锌跟酸的反应相似，将铁钉放入酸里，立即有大量的氢气生成，同时试管里液体的颜色由无色逐渐变为浅绿色（即氯化亚铁溶液或硫酸亚铁溶液的颜色）。



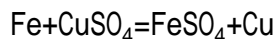
因此，使用铁制品时，应避免跟酸接触。

3. 铁跟硫酸铜溶液的反应

实验 8—3 铁跟硫酸铜溶液的反应

在盛有硫酸铜溶液的试管里浸入一段洁净（经过除油、除锈）的铁丝，过一会儿取出，观察有什么现象。

从实验可以看到，浸入硫酸铜溶液里的铁丝表面覆盖着一层红色的铜。



工业上用此原理从含铜的废渣、废液中回收铜。

西汉时期，我国劳动人民已发现铁能从一些含铜的化合物中置换出铜。到宋代初期，已把这个反应用于生产实际，即把铁片或铁块放入硫酸铜溶液里，置换出铜来，成为金属铜粉末。这种炼铜方法（湿法炼铜）在我国的应

用最早，它是湿法冶金术的先驱。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列叙述正确的是 []

- (A) 铁是具有黑色光泽的金属
- (B) 铁能被磁体吸引
- (C) 铁能导电，电线都是用铁制作的
- (D) 用钢铁来制造轮船是因为铁的密度小

(2) 下列物质的溶液中，分别放入铁片，充分反应后，溶液的质量比反应前增加的是 []

- (A) AgNO_3
- (B) H_2SO_4
- (C) CuSO_4
- (D) HCl

(3) 某金属 5.6g 跟足量稀盐酸充分反应，生成二价金属的氯化物，并有 0.20g 氢气逸出，该金属是 []

- (A) Mg
- (B) Ca
- (C) Zn
- (D) Fe

2. 写出铁分别跟氧气、稀硫酸、硫酸铜溶液反应的化学方程式，并指出各属于哪种反应类型。

3. 为什么铁制品在潮湿空气中久置会全部生锈？通常采用哪些方法来防止生锈？

4. 用铁粉跟溶质的质量分数为 20.0% 的硫酸铜溶液反应制取 120g 铜粉，需要铁粉的质量是多少？质量分数为 20.0% 的硫酸铜溶液的质量是多少？

第二节 生铁和钢

在工农业生产和日常生活里，一般不使用纯净的铁。因为纯铁的强度不高，耐磨性较差，而且冶炼过程复杂，成本较高。常见的钢铁制品，是具有金属特性的生铁和钢，即含碳的铁合金。合金是由一种金属跟其他一种或几种金属（或非金属）经高温熔合在一起而成的具有金属特性的物质。

一、生铁和钢的成分及机械性能

【议一议】日常所用的钢铁制品，如铁锅、犁铧、菜刀、镰刀、斧头、铁丝、铁链等，它们的机械性能（如硬度、脆性、延展性、韧性等）是否一样？为什么？

生铁和钢的主要区别在于含碳量的不同。含碳量越多，越硬而脆；含碳量越少，延展性和韧性越好。人们根据生产和生活的需要，研制出含碳量不同，机械性能各异的铁合金，即生铁和钢。生铁中除含有碳以外，还含有硅、锰以及少量的硫、磷等元素。经过高温冶炼，使生铁里碳和其他元素的含量达到一定的标准就成为钢（表 8—1）。

表 8—1 生铁和钢的含碳及机械性能的比较

名称	含碳的质量分数 / (%)	其他元素含量	机械性能
生铁	2 ~ 4.3	多	硬而脆，易断裂，可以铸造，不可锻造
钢	0.03 ~ 2	少	坚硬，有韧性、弹性、延展性，可以锻打和铸造

根据性能的不同，生铁可分为下列几种：

炼钢生铁质硬而脆，难于加工，一般用来炼钢。因为它的断口常呈暗白色，俗称白口铁。

灰口铸铁具有良好的铸造、切削和耐磨等性能，可用来制造各种铸件，如机床座、炉子、铁管等，但不能锻轧。因为它的断口呈深灰色，俗称灰口铁。

球墨铸铁由铸铁水中加入镁或稀土使石墨在铸铁中呈球形，故称球墨铸铁。它的机械、铸造、切削加工等性能比一般铸铁好，价格便宜，可用来代替一部分钢材，制造机械零件等。

根据钢的化学成分可分为碳素钢和合金钢两大类。

碳素钢就是普通钢，根据含碳量的多少，它又可分为高碳钢、中碳钢、低碳

表 8—2 碳素钢的含碳量、机械性能和用途

名称	含碳的质量分数(%)	机械性能	主要用途
高碳钢	0.6 ~ 2	硬度大	刀具、量具、模具
中碳钢	0.3 ~ 0.6	硬度、韧性适中，有弹性	机械零件、钢筋、钢管、钢轨
低碳钢	0.03 ~ 0.3	韧性好，有弹性，延展性好	机械零件，薄铁板、铁丝

从表中可看出，含碳量高的碳素钢硬度大、韧性差，而含碳量低的硬度小、韧性好。

合金钢是在碳素钢中加入适量的一种或几种其他元素熔炼出来的具有各种特殊性能的钢（表 8—3）。

表 8—3 几种常见合金钢的主要特性和用途

名称	主要合金元素	主要特性	主要用途
硅钢	硅	有较强的导磁性	发电机、电动机和变压器中的铁芯
锰钢	锰	具有抗磨和抗冲击的性能，塑性好	钢轨、钢磨、轴承、挖掘机铲斗、坦克装甲
不锈钢	铬、镍	抗腐蚀性好	医疗器械、容器、反应釜、日用品
钨钢	钨	硬度大、耐高温	刀具、钻头、锯条
钼钢	钼	抗高热	飞机曲轴、耐热管
铬钢	铬	硬度很大	轴承上的滚珠、凿子、压模

选学

钢的热处理

钢的机械性能，除了跟含碳量和含其他元素的量有关外，还依热处理的加工方法不同，而具有不同的机械性能。下面用缝衣针做两种不同的热处理，看一下对它的性能有何影响。

实验 8—4 淬火和回火

1. 淬火：取两枚缝衣钢针，用镊子夹住放在酒精灯火焰上烧至红热后，立即投入冷水里。取其中一枚，试一试能否将其弯曲？

2. 回火：把一枚淬过火的钢针，用镊子夹住放在酒精灯火焰上加微热（不使钢针烧红）片刻，然后让它在空气中自然冷却。试一试能否将其弯曲？

实验表明，经过淬火处理后的钢针，难以将其弯曲，再经过回火处理，即可将其弯曲。

钢针通过淬火、回火两种不同的热处理后，就具有不同的性能。这种改变钢性能的方法叫做钢的热处理。淬火后的钢件可提高硬度、强度、耐磨性，但塑性和韧性降低，脆性增大，易折断。因此，为消除脆性，淬火必须跟回火相配合，才能提高钢件的硬度、强度、韧性等优良性能。

战国时期，我们的祖先已经开始用热处理工艺来降低白口铁的脆性。秦汉以后，钢铁热处理技术已有很大的发展，西汉已开始普遍使用。

二、生铁和钢的冶炼

1. 生铁的冶炼

铁元素在自然界里分布很广，在地壳中其质量分数约为 4.75%，在金属元素中仅次于铝。铁的化学性质比较活泼，地壳中的铁都以化合物的形式存在。在含铁化合物的矿石中，常用来炼铁的有磁铁矿石（主要成分 Fe_3O_4 ）、赤铁矿石（主要成分 Fe_2O_3 ），褐铁矿石（主要成分 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ）、菱铁矿石（主要成分 FeCO_3 ）等。

从铁矿石里把铁冶炼出来是一个很复杂的过程，其主要原理可用下面的实验说明。

实验 8—5 用一氧化碳还原氧化铁

按图 8—4 装置，在硬质玻璃管里放入少量红色的氧化铁粉末，在具支管里加入澄清的石灰水。先通入纯净的一氧化碳，点燃从支管口排出的一氧化碳，然后加热。

注意观察红色氧化铁的颜色变化和试管里石灰水的变化。并测试硬质玻璃管里的生成物能否被磁铁吸引。

从实验可以看到，红色的氧化铁粉末逐渐变黑，生成的黑色物质可被磁铁吸引，证明是铁；澄清石灰水变浑浊，说明有二氧化碳生成。实验表明，在高温下，一氧化碳将氧化铁还原为铁，同时生成二氧化碳。



此反应就是工业上炼铁的主要反应原理：在高温条件下，用还原剂一氧化碳从铁的氧化物中将铁还原出来。

【想一想】上述实验中的尾气为什么要点燃烧掉？

工业上炼铁是在高炉（图 8—5）中进行的。把铁矿石、焦炭、石灰石三种原料一起加入高炉，从下方通入热风，在炉内生成的一氧化碳，把氧化铁

还原成铁。高炉冶炼出的是生铁，高炉煤气可作燃料。

2. 钢的冶炼

钢具有许多优良的性能，使用范围大大超过生铁，因此大部分生铁是用于炼钢。

把生铁炼成钢的过程比较复杂，其主要反应原理：在高温条件下，用氧气或铁的氧化物作氧化剂，使生铁里所含的过量的碳以及其他杂质转变为气体或炉渣而除去。

炼钢的主要设备有转炉、电炉、平炉。

三、我国钢铁工业的发展

钢铁的生产和使用是人类社会进步的一个重要标志。我国冶炼钢铁的历史悠久，早在周代就已经掌握了炼铁技术（图 8—6），春秋末期到战国初期就出现了原始的炼钢。从考古出土的 2000 多年前春秋时期的钢剑看来，当时钢的质量已经达到了较高的水平。但是由于长期以来的封建统治，加上帝国主义的侵略，在新中国成立以前，我国钢铁工业长期处于极端落后状态。钢的最高年产量只有 $9.23 \times 10^5 \text{t}$ （92.3 万吨）。新中国成立以后，我国钢铁工业得到了飞速的发展，特别是党的十一届三中全会以来，我国的钢铁产量有了大幅度的提高。我国钢的年产量 1949 年只有 $1.5 \times 10^5 \text{t}$ （15 万吨），1978 年已达 $3.178 \times 10^7 \text{t}$ （3178 万吨），1988 年达到 $5.918 \times 10^7 \text{t}$ （5918 万吨），居世界第 4 位，1994 年超过 $9 \times 10^7 \text{t}$ （9000 万吨），1996 年突破 $1 \times 10^8 \text{t}$ （1 亿吨），跃居世界第 1 位。钢铁的产品品种 1992 年已达到 1000 多个钢种，20 多万个规格的钢材。全国绝大多数省、市、自治区都有大小不同的钢铁企业。我国的炼钢生产技术和科研工作在研究改善钢的质量，开发新的钢种，建立新的合金钢系列，以使钢铁工业真正成为我国国民经济的支柱产业。

习 题

1. 填写下列空白

（1）铁是化学性质比较活泼的____元素，在自然界主要以____的形式存在。

（2）一种金属跟____另或____金属（或非金属）经高温____在一起而成的具有____特性的____叫合金。生铁和钢都是____合金。

（3）磁铁矿石的主要成分是____，赤铁矿石的主要成分是____。炼铁

的主要设备是_____。

(4) 生铁中碳的质量分数为____，钢中碳的质量分数为_____。

(5) 炼铁的主要反应原理是_____；炼钢的主要反应原理是_____。

2. 钢与生铁比较，钢具有哪些优良性能？

3. 多少四氧化三铁的含铁量跟 960t 氧化铁的含铁量相同。

4. 冶炼 20.0t 含杂质的质量分数为 3.00% 的生铁，需要含氧化铁质量分数为 75.0% 的赤铁矿石的质量是多少？

第三节 铝 铜 锌 钛

一、铝

铝是地壳中含量最多的金属元素，占有所有金属元素总质量的 1/3。目前全世界铝的年产量超过 1×10^7 t (1000 万吨)，已成为航空、电力、化工、交通及国防等工业广泛使用的廉价金属材料。

【议一议】联系日常生活中所见到的铝制品，指出铝具有哪些性质？

铝是一种银白色的轻金属，密度是 2.7g/cm^3 ，它是制造各种轻质结构的重要金属材料。铝的熔点是 660，沸点是 2200。铝具有良好的导电性和导热性，在工业上它可以代替部分铜作导线和电缆、制作热交换器等。

【想一想】铝是一种相当活泼的金属，而它在大气中为什么能具有良好的抗腐蚀性能？

常温下，铝在空气里能跟氧气反应，使铝制品表面生成一层致密而坚固的氧化铝薄膜，可隔绝铝跟空气的接触，阻止铝继续被氧化，所以铝具有抗腐蚀的性能。市售的铝制品经加厚氧化膜的处理，使制品经久耐用。但铝制炊具不宜盛放酸性、碱性物质，也不宜盛放咸味食物。

纯铝的延展性很好，但强度低，所以一般使用铝的合金。例如，铝硅合金，具有耐热、耐腐蚀、易铸造的优良性能，可制造形状复杂的铸件、各种仪表、电机外壳、内燃机活塞和气缸体等。硬铝（铝中熔进少量铜、镁、锰）具有质轻、坚硬的优良性能，可制造飞机、汽车的外壳和零件等。

二、铜

我们的祖先在公元前 3000 多年以前就开始利用红铜（自然铜），并会冶炼青铜等铜合金。从考古出土的大量青铜礼器、生活用具、武器和工具等来考证，远在公元前 16 世纪的商、周时代，我国已具有很高的青铜铸造水平。

纯净的铜具有紫红色的金属光泽，密度是 8.9g/cm^3 ，熔点是 1083，沸点是 2595，具有良好的导电性、导热性和延展性。铜广泛用作导电材料、散热材料和电器设备的关键部件。

铜在干燥的空气中化学性质不活泼。铜器使用久了，表面也会慢慢地发黑。如果想使铜器光亮，可用棉花蘸少许稀氨水，将铜器表面擦干净即可。

铜在潮湿的空气中，受到氧气、水、二氧化碳的共同作用，天长日久，铜表面生成一层绿色的碱式碳酸铜 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ ，俗称“铜绿”。为保证人体健康，铜制的炊具或餐具长了铜绿后，一定要擦洗干净后再使用。

常见的铜合金有黄铜、青铜和白铜（表 8—4）。

表 8—4 常见铜合金的成分、性能和用途

名称	熔合金属	性能	主要用途
黄铜	铜、锌	耐腐蚀，易机械加工	船舶、机械零件、弹壳、艺术品、锁等
青铜	铜、锡	耐腐蚀，易铸造成形	形状复杂的铸件、精致的工艺品等
白铜	铜、镍	耐腐蚀，具有一定强度	仪器、仪表、医疗器材等

阅读材料

金属材料的分类

金属材料分为黑色金属和有色金属两大类。黑色金属是指铁、锰、铬及它们的合金。黑色金属以外的金属统称为有色金属。根据密度不同，有色金属可分为重金属（如锌、铜、镍、锡、铅等密度在 $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上）、轻金属（如镁、钠、钙、铝等密度在 $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下）。

三、锌和钛

锌是具有青白色金属光泽的重金属，密度是 $7.14\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点是 419.4 ，沸点是 907 。锌在空气中比较稳定，但能在表面形成一层致密的氧化物薄膜。故常常将锌镀在铁的表面（如白铁），以保护铁不受腐蚀。锌还常用于电镀、制造铜合金和干电池。

钛具有银白色的金属光泽，密度是 $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点是 1725 ，沸点是 3260 ，具有良好的延展性。钛具有良好的抗腐蚀性，常温下，钛表面容易形成一层保护性氧化膜，不受水、硝酸、稀硫酸、稀盐酸和碱性溶液的侵蚀，对海水的抗腐蚀能力特别强。但氢氟酸（HF）、磷酸和较强的碱性溶液对钛有侵蚀作用。

钛和钛的合金在航空工业、造船工业和化学工业中可用来制造喷气发动机、人造卫星机壳、轮船外壳、反应器、电讯器材等。钛对人体无毒，也不跟人体肌肉和骨骼发生反应，因此广泛用作医疗器械以及人工关节、人造齿根等。

习 题

1. 铝跟铁相比，具有哪些优良的性质。
2. 铝的化学性质很活泼，为什么通常铝制品却很耐腐蚀？
3. 下列铝制品的用途主要利用了铝的哪种性质？

(A) 金属光泽 (B) 导热性 (C) 导电性 (D) 延展性

(1) 铝锅烧饭____, (2) 铝线作电缆____, (3) 铝锭压成铝箔____。

4. 列举铜、锌、钛的两种用途, 指出每种用途利用了它们的什么性质?

5. 我国古代将炉甘石 ($ZnCO_3$)、赤铜 (Cu_2O) 和木炭混合后加热到 800 左右, 得到一种外观似金子的锌和铜的合金名为“鎏石”。试写出有关的化学方程式。

选学

金属元素与人体的关系

人体内含有多种金属元素, 它们与生命的关系十分密切。根据元素对人体的必要性和有害性, 分为必需元素和有害元素。

人体必需的常量金属元素有钙、钾、钠、镁 4 种, 必需的微量金属元素有铁、锌、铜、锰等 11 种。这些元素对人体都有极其重要的作用, 它们在人体中都应有一定的含量, 过多或过少都会引起病症。

人体必需的常量金属元素的摄入量如表 8—5 所示。

表 8—5 人体中常量金属元素的摄入量

元素名称	成人每天摄入量/mg
钙	800 ~ 1200
钾	1850 ~ 5600
钠	2000 ~ 2500
镁	300 ~ 400

人体中部分微量金属元素的含量和摄入量如表 8—6 所示。

表 8—6 人体中部分微量金属元素的含量和摄入量

元素名称	人体中的标准质量分数/(%)	成人每天摄入量/mg
铁	0.0097	10 ~ 18
锌	0.0033	10 ~ 15
铜	1.4×10^{-4}	2 (约)
锰	3.0×10^{-5}	5 ~ 10

钙有助于骨骼和牙齿的生长; 可促进肌肉和神经的正常兴奋; 还可促进血液凝固。如果人体缺少钙会造成软骨症、佝偻病、肌肉痉挛等疾病, 而过量则会引起结石、精神紊乱等病症。

钾、钠用以调节人体体液的各种平衡; 维持肌肉和神经的功能; 维持肌肉的正常兴奋和细胞的通透性等。如果人体内缺少钾和钠会导致肌肉不发达

和痉挛、心律不齐、头痛等病症，而过量则会引发高血压症和心脏病等疾病。因此，饮食不宜太咸。

镁能促进蛋白质和遗传物质的合成；促进骨骼发育等。如果人体内缺少镁会造成肌肉不发达、抽搐、痉挛、心律不齐等病症，而过量则会引起神经系统紊乱、肾病等。

铁是合成血红蛋白的必需元素。血红蛋白分子的中心被亚铁离子(Fe^{2+})占据，如果把血红蛋白比作输送氧气的船，那么，吸收和放出氧气的就是亚铁离子。如果人体内缺少铁会造成贫血等病症，而过量则会在肝脏、胰脏中出现毒害性集聚等。

锌是合成人体各种激素、酶、遗传物质等的必需元素。它能维持消化和代谢活动等。如果人体内缺少锌会造成伤口愈合慢、味觉减退、阻碍生长等症状，而过量则会引起恶心、呕吐、腹痛等。

锰对造血器官、性分泌腺的功能具有重要的调节作用，促进人体吸收、利用维生素 C、B。如果人体内缺少锰会使骨和软骨异常，先天性畸形，头发脱色等。

铜是制造血红蛋白的催化剂，还有调节心律的作用等。如果人体内缺少铜会发生贫血、骨骼疾病和冠心病等。

铅、镉、汞等金属在人体内超过允许量时，会使人致病，甚至引起死亡。所以这些金属元素通常叫做有害元素。为此，要控制污染，保护环境，减少与有害元素的接触，防止有害元素进入人体。

必需元素和有害元素的界限不是绝对的，人体内必需元素适量则有益，不足或过量则有害；人体内的有害元素控制在一定范围内，则对人体健康的危害会消除或减少。

人体所需的金属元素是通过饮食来获得的。各种食物中金属元素的种类和含量各不相同。因此，饮食应多种多样，不要偏食，以保证人体必需的各种金属元素的摄入。

总之，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、增进健康都具有深远的意义。

选学

元素周期表简介

人们已经发现的元素有 100 余种，它们所形成的单质和化合物到 1990 年初已超过 1000 万种，构成绚丽多彩的物质世界。那么，众多的元素各有自己的特性，它们之间是否存在相互的联系和内在的规律呢？1869 年，俄国化学家门捷列夫在前人探索的基础上提出“元素的性质随着原子量的递增而呈周期性的变化”的元素周期律，并根据周期律编写了第一张元素周期

表。后来经过许多科学家的艰苦研究，才逐步形成了现在的周期律，即“元素的性质随着元素原子的核电荷数的递增而呈周期性的变化”的规律，以及现在形式的周期表（表 8—7）。

根据元素周期律，把已知元素原子的电子层数目相同的各种元素，按照核电荷数由小到大的顺序从左到右排成横行（按照这个顺序给元素编号，叫做原子序数，原子序数在数值上跟这种原子的核电荷数相等），再把不同横行中最外电子层的电子数相同的元素按电子层数递增的顺序由上而下排成纵行，这样得到的一个表，叫做元素周期表。它反映了元素的性质周期性变化的规律，即每隔一定数目的元素要重复出现类似前面元素的性质。例如，11 号元素钠，呈现活泼的金属性，隔 7 种元素后，19 号元素钾又呈现活泼的金属性，再隔 17 种元素，37 号元素铷也呈现活泼的金属性。

元素周期表里每一横行叫一个周期，共七个周期，依次定名叫第一周期、第二周期，一直到第七周期。第一周期只有 2 种元素。第二周期、第三周期各有 8 种元素。第四周期、第五周期各有 18 种元素。第六周期有 32 种元素。第七周期到现在只发现了 23 种元素，还没有排满，根据周期表预测，可能和第六周期相似，排满后共有 32 种元素。但这有待于实践来证实。

元素周期表里，每一纵行元素为一族，共 16 个族。其中 A 代表主族，主族共有 7 个；B 代表副族，副族共有 7 个。另外还有 族和 0 族。

在元素周期表里，十分明显地反映出元素间的规律性：

1. 同一主族的元素，它们的性质相似。但是随着核电荷数的递增，元素的金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱。

2. 同一周期里元素的金属性随着核电荷数的递增而减弱，元素的非金属性随着核电荷数的递增而增强。

3. 根据元素在周期表的位置，可以推知它的化合价。

根据元素周期表，不仅可以看出元素及其化合物性质的递变规律，而且可以了解元素的原子结构情况。元素的原子序数即为原子核内质子数；元素所在周期数即为该元素原子核外的电子层数；主族元素的族序数即为该元素原子最外层的电子数。从这里可看出，元素周期表把元素的性质和原子结构的特点联系在一起。这就为我们发现新元素、寻找新材料、发现元素的新用途提供了宝贵的启示和思路。随着科学技术的发展，元素周期表对研究化学及有关科学技术的指导意义也将进一步显示出来。

全章小结

一、铁的性质

1. 纯净的铁是具有光泽的银白色金属，质软、有延展性，熔点、沸点较高，能传热导电，具有铁磁性。

2. 铁是化学性质较活泼的金属，在一定条件下，能跟多种非金属单质以及某些化合物发生反应。如氧气、盐酸、稀硫酸、硫酸铜溶液等。

3. 铁是用途很广的金属材料。铁跟空气、水等接触，就会生锈，每年因生锈而损失的量很大。防锈的方法通常是保持表面干净、干燥或覆盖保护层或制成不锈钢。

二、生铁和钢

1. 生铁和钢是含碳的铁合金。它们的各种性能所以不同，主要是由于含碳量的不同。

生铁——含碳为 2% ~ 4.3%，还含硅、锰及少量硫、磷，其性能硬而脆。
铁合金钢——含碳为 0.03% ~ 2%，硅、锰含量少，基本不含硫、磷，其性能坚硬、有韧性、弹性、延展性。

2. 炼铁的主要反应原理：在高温条件下，用还原剂一氧化碳从铁的氧化物中将铁还原出来。炼钢的主要反应原理：在高温条件下，用氧气或铁的氧化物作氧化剂，使生铁里所含过量的碳以及其他杂质转变为气体或炉渣而除去。

三、铝铜锌钛

1. 铝是银白色的轻金属，密度较小，具有良好的导电性、导热性和延展性。铝在空气里能跟氧气反应，表面生成一层致密而坚固的氧化铝薄膜，可阻止铝继续被氧化。

2. 铜具有紫红色的金属光泽，密度为 8.9g/cm^3 ，熔点、沸点较高，具有良好的导电性、导热性和延展性。

铜在干燥的空气里化学性质不活泼，而在潮湿的空气中，表面生成一种绿色的碱式碳酸铜。

3. 锌是具有青白色金属光泽的重金属，密度为 7.14g/cm^3 。锌在空气中比较稳定，但能在表面形成一层致密的氧化物薄膜。

4. 钛具有银白色金属光泽，密度为 4.5g/cm^3 ，具有良好的延展性。钛具有良好的抗腐蚀性，常温下，钛表面容易形成一层保护性氧化膜，不受水、酸、碱性溶液侵蚀，对海水抗腐蚀能力特别强。

复 习 题

A

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 有关物质颜色的叙述不正确的是 []

- (A) 纯净的铁片是黑色的
- (B) 纯净的铝片是银白色的

- (C) 硫酸亚铁溶液是浅绿色的
(D) 胆矾是蓝色的
- (2) 下列有关铁的叙述，不正确的是 []
(A) 铁可以在空气中燃烧
(B) 铁跟盐酸反应生成氯化亚铁和氢气
(C) 生铁是含杂质较多的铁合金
(D) 铁在潮湿的空气中会生锈
- (3) 分离锌粉和铁粉的混合物，可利用 []
(A) 颜色不同
(B) 密度不同
(C) 稀盐酸处理
(D) 磁铁吸引
- (4) 碳素钢和生铁的主要区别在于 []
(A) 含杂质多少
(B) 耐腐蚀性能
(C) 含碳的质量分数大小
(D) 机械加工性能
- (5) 下列说法不正确的是 []
(A) 球墨铸铁可代替钢，可用于铸造和机械加工
(B) 盛水的铁桶最易生锈的部位是水面附近
(C) 氧化物只能作氧化剂，不能做还原剂
(D) 高炉冶炼出的是生铁
- (6) 在车、船的表面喷涂油漆的主要目的是 []
(A) 美观大方
(B) 防止钢铁生锈
(C) 增大硬度防止撞坏
(D) 增大厚度防止磨损
- (7) 有关铁的化合价叙述，不正确的是 []
(A) 在 Fe_2O_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 FeCl_3 中铁的化合价都为+3
(B) 在 FeO 、 FeSO_4 、 FeCl_2 中铁的化合价都为+2
(C) 在 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中铁的化合价分别为+2、+3
(D) 在铁粉中铁的化合价为+2

2. 填写下列空白

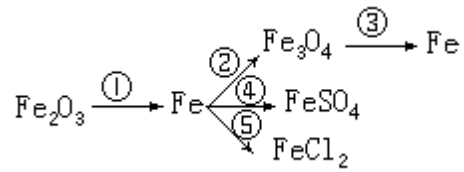
(1) 填写下表

名称	低碳钢	中碳钢	高碳钢
碳的质量分数			

- (2) 合金钢是在____中适量加入____而制成的具有各种____的钢。
- (3) 白口铁的主要用途是____；灰口铁的主要用途是____。
3. 指出下列说法的错误，并加以改正。
- (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) 铁跟稀盐酸发生置换反应生成氯化铁和氢气。
4. 被雨水淋湿的自行车必须先用于布拭擦干净后才能用带油的布拭擦，为什么？
5. 钢样 10.0g 放在氧气流里充分灼烧，得到 0.185g 二氧化碳，求钢样里碳的质量分数。

B (选作)

1. 将正确答案的序号填入括号内
- (1) 在下列反应中铁的氧化物不作氧化剂的是 []
- (A) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$
- (B) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- (C) $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$
- (D) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
- (2) 用一氧化碳还原 11.6g 某种铁的氧化物，完全反应后生成二氧化碳为 8.8g，这种氧化物是 []
- (A) FeO
- (B) Fe_2O_3
- (C) Fe_3O_4
- (3) 在高温下，用 CO 还原 ag Fe_2O_3 得 bg 铁，氧的原子量为 16，则铁的原子量为 []
- (A) $\frac{2(a-b)}{3b}$
- (B) $\frac{24b}{a-b}$
- (C) $\frac{a-b}{8}$
- (D) $\frac{b}{24(a-b)}$
2. 完成下列变化的化学方程式，并注明反应类型。

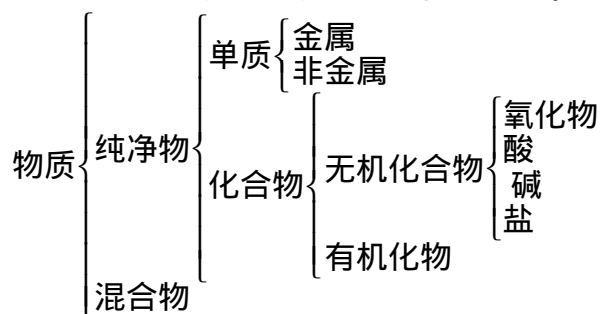


3. 5.90g 含杂质的铁粉跟足量盐酸起反应（杂质不起反应），产生的氢气在标准状况下的体积为 2.24L。求含杂质的铁粉中铁的质量分数。（标准状况下氢气的密度为 0.0899g/L）

4. 某炼铁厂每天消耗 1.7×10^4 t 含氧化铁质量分数为 80% 的赤铁矿，那么该厂理论上日产含铁 96% 的生铁的质量是多少？

第九章 酸 碱 盐

世界是由物质组成的，物质之间存在着普遍的联系，并且在一定条件下可以相互转化。目前，已知的化合物已超过 1000 万种，随着科学技术的不断进步，人们认识和合成的化合物必将与日俱增。因此，为了方便学习和研究，可按组成和性质把物质分成不同的类别。物质的分类，大体如下：



人们通常从研究几种典型的物质入手，逐步扩大到认识一类物质的通性，再推测同类其他物质的性质。本章将采用这种由个别到一般的方法认识几类重要的化合物——酸、碱、盐。

第一节 物质的导电性

一、物质在溶解或熔化状态下的导电性

我们知道，水是一种常用的溶剂，它能溶解许多物质而得到溶液；当温度达到某一纯净物的熔点时，该物质便处于熔化状态。下面研究一些物质处于这两种状态下的导电性。

实验 9—1 试验物质在溶解或熔化状态下的导电性

图 9—1 是试验物质导电性的装置图，该装置主要由盛有待试验物质的容器、石墨电极和电灯泡等三部分组成。

在容器 A 里分别依次加入干燥的氯化钠晶体、氢氧化钠晶体、硝酸钾晶体、酒精溶液、蔗糖溶液、氯化钠溶液、氢氧化钠溶液、硫酸溶液、硝酸钾溶液。连接直流电源后，观察灯泡是否发光。

在瓷坩埚 B 内放入几克硝酸钾晶体，用酒精灯加热使它熔化，插入石墨电极，连接直流电源后，观察灯泡是否发光。

实验表明，干燥的氯化钠晶体、氢氧化钠晶体和硝酸钾晶体均不能导电，酒精溶液、蔗糖溶液也不导电，而氯化钠溶液、氢氧化钠溶液、硫酸溶液、硝酸钾溶液和熔化状态下的硝酸钾却都能够导电。

阅读材料

电解质和非电解质

在化学上，把在水溶液里或熔化状态下能够导电的化合物叫做电解质，而把在上述情况下都不能够导电的化合物叫做非电解质。例如，食盐、氢氧化钠、硫酸、硝酸钾等都是电解质，而酒精、蔗糖等都是非电解质。

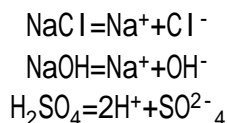
二、电离

为什么干燥的氯化钠晶体、氢氧化钠晶体、硝酸钾晶体不导电，而当它们溶于水或熔化时就能导电呢？我们知道，金属所以能够导电，是由于金属中存在着能够自由移动的电子。而氯化钠等物质的水溶液（或熔化而成的液体）能够导电，说明这些溶液（或液体）里必定存在着能够自由移动的、带

电的微粒。

像氯化钠 (NaCl) 这样的离子化合物是由阳离子 (Na⁺) 和阴离子 (Cl⁻) 互相作用形成的晶体。在晶体中的阳离子和阴离子间存在着较强的相互作用,使离子按照一定的规则紧密排列,不能自由移动,所以干燥的晶体不导电。而当晶体溶解于水或受热熔化时,离子间的作用力由于水分子或热能的作用而被减弱,使得离子可以自由移动。通电时,带正电荷的阳离子和带负电荷的阴离子分别向电源的两极作定向移动,因此能够导电。

物质溶解于水或受热熔化时,离解成能自由移动的离子的过程,叫做电离。电离可以用电离方程式表示,例如:



在上述能导电物质的溶液里,全部阳离子所带的正电荷总数和全部阴离子所带的负电荷总数是相等的,因此整个溶液不显电性。

【议一议】下列说法是否正确?为什么?

1. 导电物质在通电时才能够发生电离。
2. 在能导电的溶液中,阳离子总数与阴离子总数相等。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 用湿手接触正在通电的电器设备,更容易发生触电事故的原因是 []

- (A) 手和金属一样能导电
- (B) 手上沾有油能导电
- (C) 手上的水易导电
- (D) 手上的液体能够导电

(2) 下列说法正确的是 []

- (A) 氯化钠溶液能导电是因为其中含有能够自由移动的、带负电的电子
- (B) 石墨能导电,是因为其中含有碳离子
- (C) 氯化钠熔化后不能导电
- (D) 硫酸溶液能导电是因为其中含有能自由移动的 H⁺和 SO₄²⁻

(3) 下列物质容易导电的是 []

- (A) 熔化的氯化钠
- (B) 硝酸钾溶液
- (C) 硫酸铜晶体
- (D) 酒精溶液

2. 硫酸铜、氢氧化钙、氯化铝、硝酸、氢氧化钡都能电离，写出它们的电离方程式。

第二节 酸、碱、盐的电离

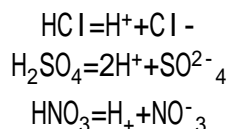
我们知道，某些物质在溶解或熔化状态下具有导电性，可以从这些物质电离的角度，进一步认识什么是酸？什么是碱？什么是盐？

一、酸

实验证实，硫酸溶液能够导电。那么其他酸的水溶液是否也像硫酸溶液那样能够导电呢？用图 9—1 (A) 所示的实验装置，试验盐酸和硝酸溶液的导电性。

实验表明，盐酸和硝酸溶液都具有导电性。像氯化氢 (HCl) 这样的共价化合物，虽然分子中并不存在离子，但它溶于水时，在水分子的作用下产生了能够自由移动的氢离子 (H⁺) 和氯离子 (Cl⁻)，从而使氯化氢水溶液 (即盐酸) 具有导电性。

综上所述，盐酸、硫酸、硝酸溶液中的溶质，即 HCl、H₂SO₄、HNO₃ 都能够在水溶液中电离出可以自由移动的离子，因此盐酸、硫酸和硝酸溶液才能导电。它们的电离方程式如下：



【想一想】上述三种酸在水中电离时产生了哪种共同的离子？

电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。盐酸、硫酸、硝酸都属于酸。

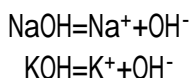
酸电离时，除了生成 H⁺ 外，还有酸根离子。例如，Cl⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻ 都是酸根离子。酸在溶液中电离生成的氢离子的总数等于酸根离子所带的负电荷的总数。

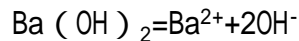
此外，常见到的酸还有像汽水中的碳酸、以及食醋中的醋酸、柠檬酸、乳酸等有机酸。

二、碱

用图 9—1 (A) 中所示的装置，试验氢氧化钾溶液和氢氧化钡溶液的导电性。

实验表明，氢氧化钾溶液、氢氧化钡溶液同氢氧化钠溶液一样都具有导电性。氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化钡在水中都能电离，它们的电离方程式如下：





【想一想】上述三种碱在电离时产生了哪种共同的离子？

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。氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化钡都属于碱。

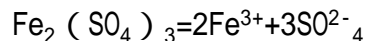
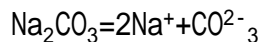
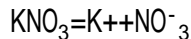
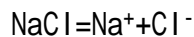
绝大多数碱在电离时，除生成氢氧根离子外，还生成金属离子。碱在溶液里（或熔化状态下）电离生成的氢氧根离子的总数等于金属离子所带正电荷的总数。

此外，像熟石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 、氨水 $(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 、氢氧化铝 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 等都是常见的碱。

三、盐

用图 9—1 (A) 所示装置，分别试验碳酸钠溶液、硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ 溶液的导电性。

实验表明，碳酸钠溶液和硫酸铁溶液同食盐溶液和硝酸钾溶液一样具有导电性。上述溶液中溶质的电离方程式如下：



由此可知，氯化钠、硝酸钾、碳酸钠、硫酸铁等物质在水溶液中（或熔化状态下）都能电离出金属离子和酸根离子。像这种电离时生成金属离子和酸根离子的化合物叫做盐。在盐溶液中金属离子所带正电荷的总数等于酸根离子所带负电荷的总数。

【议一议】 NaHSO_4 在水中能够电离，其电离方程式为： $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。它在水中可以电离出 H^+ ，因此 NaHSO_4 是酸。你认为对吗？为什么？

习题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 酸、碱、盐三类物质的共同点是 []

- (A) 都含有氧元素
- (B) 都能溶于水
- (C) 溶于水时都能够电离
- (D) 通电时都发生电离

(2) 下列物质中，一定含有氧元素的是 []

- (A) 化合物
 (B) 酸
 (C) 碱
 (D) 盐
- (3) 下列电离方程式正确的是 []
 (A) $Al_2(SO_4)_3 = 2Al^{+3} + 3SO_4^{2-}$
 (B) $Ca(NO_3)_2 = Ca^{2+} + NO_3^-$
 (C) $M(OH)_n = M^{n+} + OH^-$
 (D) $H_xRO_y = xH^+ + RO^{x-y}$
- (4) 下列说法正确的是 []
 (A) 电离时所生成的阳离子有 H^+ 的化合物叫酸
 (B) 电离时所生成的阴离子有 OH^- 的化合物叫碱
 (C) 含有金属离子和酸根离子的化合物都属于盐类
 (D) 能够导电的溶液中阴离子总数和阳离子总数不一定相等

2. 在下表空白处填写相应的化学式

阳离子	H^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{3+}
阴离子						
OH^-	H_2O					
Cl^-						
NO_3^-						
SO_4^{2-}						

3. 在化合物 $R(OH)_x$ 中，元素 R 与氢氧根的质量比为 12 : 17，已知该化合物的式量为 58，则 x 值是____，R 的硫酸盐电离的方程式为_____。

第三节 几种常见的酸

酸溶于水中能够电离，不同的酸在电离时生成的阳离子全部都是氢离子，而生成的酸根离子却不相同。本节将学习几种常见的、重要的酸。

一、盐酸（HCl）

1. 盐酸的物理性质

盐酸是氯化氢气体的水溶液。它有哪些物理性质呢？

实验 9-2 盐酸的物理性质

观察纯净浓盐酸和工业品浓盐酸的颜色、状态以及它们在空气里形成的白雾（图 9-2）。用手轻轻在瓶口扇动，小心地闻盐酸的气味。

纯净的浓盐酸是没有颜色、有刺激性气味的液体。工业用的浓盐酸常因含有铁离子（ Fe^{3+} ）而呈现黄色，浓盐酸中溶质的质量分数为 37% ~ 38%，密度是 $1.19\text{g}/\text{cm}^3$ 。浓盐酸具有挥发性，在空气中会生成白雾，这是因为浓盐酸中挥发出来的氯化氢气体跟空气里的水蒸气接触，形成盐酸微小液滴的缘故。浓盐酸还具有酸味和腐蚀性。

【想一想】浓盐酸在空气中会生成白雾，而磷在空气中燃烧会生成白烟，这两种现象有什么区别？白雾与白烟一样吗？

2. 盐酸的化学性质

（1）盐酸跟指示剂的作用

实验 9-3 盐酸跟指示剂的作用

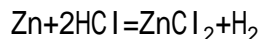
1. 把紫色石蕊试液分别滴入两支盛有稀盐酸和稀氢氧化钠溶液的试管里（图 9-3，1），观察溶液颜色的变化。
2. 把无色酚酞试液分别滴入两支盛有稀盐酸和稀氢氧化钠溶液的试管里（图 9-3， ），观察溶液颜色的变化。

实验表明，紫色石蕊试液遇盐酸变成红色，无色酚酞试液遇盐酸不变色。而紫色石蕊试液遇氢氧化钠溶液变成蓝色，无色酚酞试液遇氢氧化钠溶液变成红色。

石蕊试液和酚酞试液遇到其他酸溶液或碱溶液都会呈现出上述的颜色变化。像石蕊和酚酞这类能跟酸或碱溶液起作用而显示不同颜色的物质，叫做酸碱指示剂，简称指示剂。

（2）盐酸跟金属的反应

在学习氢气的实验室制法时，已经知道，可以利用锌粒与盐酸反应制取氢气。反应的化学方程式如下：



盐酸还能跟铁、铝、镁等金属发生置换反应放出氢气。同时分别生成氯化亚铁、氯化铝和氯化镁。

【练一练】写出铁、铝和镁分别跟盐酸反应的化学方程式。

(3) 盐酸跟碱的反应

实验 9-4 盐酸跟碱的反应

在盛有少量蓝色絮状氢氧化铜沉淀的试管中，加入适量盐酸，振荡(图 9-4)，观察发生的变化。

实验表明，盐酸跟不溶于水的氢氧化铜起反应，生成能溶于水的氯化铜，所得溶液呈蓝绿色。反应的化学方程式为：



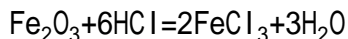
盐酸还能与其他的碱，如 NaOH、KOH、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等反应生成相应的盐和水。人的胃液里含有少量稀盐酸。胃酸过多的病人内服含 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等的药物，是利用盐酸能跟碱起反应来减少胃中盐酸的含量。(4)

盐酸跟金属氧化物的反应

实验 9-5 盐酸跟金属氧化物的反应

把一根生锈的铁钉，小心放入盛有稀盐酸的试管里，振荡一会儿取出(图 9-5)，用水洗净，观察铁钉表面和溶液颜色的变化。

实验表明，铁钉表面的锈斑(主要成分是 Fe_2O_3) 已被除去，所得溶液为棕黄色(或黄色)。这是因为盐酸跟氧化铁发生反应，生成可溶性氯化铁的缘故。反应的化学方程式如下：



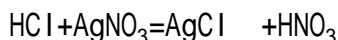
由于盐酸能跟多种金属氧化物反应，生成可溶性的盐和水。故金属制品在电镀、焊接前可用盐酸清除其表面上的锈。

(5) 盐酸跟硝酸银溶液的反应

实验 9-6 盐酸跟硝酸银溶液的反应

在盛有少量稀盐酸的试管中，滴加几滴硝酸银溶液，观察发生的现象。再滴入几滴稀硝酸(图 9-6)，有何变化？

实验表明，盐酸能跟硝酸银溶液反应，生成不溶于硝酸的白色氯化银沉淀。反应的化学方程式如下：



这个反应可以用来检验盐酸和其他电离时能生成氯离子 (Cl^-) 的化合物。

【议一议】 1. 若在碳酸钠溶液中先滴加硝酸银溶液，再滴加稀硝酸，有何现象？为什么？

2. 从反应物与生成物的类别及反应过程上分析盐酸与氢氧化铜、盐酸与硝酸银溶液反应的共同点。

这些反应的共同点是，参加反应的两种化合物互相交换成分，生成另外两种新的化合物。像这类由两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应，叫做复分解反应。

盐酸是一种重要化工产品，除可用于除去金属表面的锈斑之外，还可用于制造某些药物和试剂等。

二、硫酸 (H_2SO_4)

1. 硫酸的物理性质

实验 9-7 硫酸的物理性质

桌面上有等体积的浓硫酸和蒸馏水各一瓶（图 9-7），掂量一下，哪瓶质量大？小心地分别摇晃几下，哪瓶流动性大？观察硫酸的颜色，打开瓶塞闻一闻气味。（注意，要扇气入鼻）

纯净的硫酸是没有颜色、粘稠的油状液体，不易挥发。常用浓硫酸中溶质的质量分数是 98%，密度是 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 。

2. 浓硫酸的特性

实验 9-8 浓硫酸的特性

用玻璃棒蘸浓硫酸，在滤纸上写字，观察滤纸有什么变化。用木条蘸少量浓硫酸放置一会儿，观察有什么变化？

实验表明，浓硫酸能使纸片、木条碳化变黑。这是因为纸张、木材等都是由含碳、氢、氧等元素的化合物组成，浓硫酸把这些化合物中氢、氧元素的原子以 2 : 1 的比例（水的组成比）脱去，使它们碳化变黑。这是浓硫酸的脱水性。因为浓硫酸对皮肤、衣服有很强的腐蚀性，所以使用时应特别小心。

浓硫酸还能直接吸收空气中所含的水分。这是浓硫酸的吸水性。所以，用浓硫酸可作某些气体的干燥剂。例如，若使含有少量水蒸气的二氧化碳气体从图 9-8 所示装置的 a 口进入，则从 b 口导出的是干燥的二氧化碳气体。

3. 浓硫酸的稀释

在实际工作中，常需要把浓硫酸稀释成稀硫酸，应如何稀释呢？

实验 9-9 浓硫酸的稀释

1. 用玻璃棒引流或沿烧杯内壁将浓硫酸慢慢地注入盛有水的烧杯里，并用玻璃棒不断搅拌（图 9-9， ）。然后，用手接触烧杯外壁，溶液温度有什么变化？

2. 按照图 9-9， 的装置，在锥形瓶中盛浓硫酸，在分液漏斗中盛水。打开分液漏斗的活塞，让水滴入锥形瓶中。观察发生的现象。

实验表明，用玻璃棒引流或沿烧杯内壁将浓硫酸慢慢地注入水中，并不断搅拌，使产生的热量迅速扩散。这是浓硫酸稀释的正确操作。

从实验 9-9， 可以看到，当水滴入浓硫酸时，由于水的密度较小，浮在浓硫酸上面，且浓硫酸溶于水时放出大量的热，会使水剧烈沸腾，导致硫酸液滴向四处飞溅。如果不在密闭容器中进行这一操作，就有可能造成伤害。为防止发生事故，在稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸慢慢地注入水里，并不断搅拌。切记，绝对不可把水倒进浓硫酸里。

4. 稀硫酸的化学性质

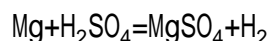
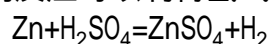
可以仿照认识盐酸化学性质的顺序，来学习稀硫酸的化学性质。

（1）稀硫酸跟指示剂的作用

实验证实，稀硫酸能使紫色石蕊试液变成红色，而不能使无色酚酞试液变色。

（2）稀硫酸跟某些金属的反应

稀硫酸跟锌、镁等金属反应可以制得氢气。

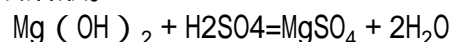


（3）稀硫酸跟碱的反应

实验 9-10 稀硫酸跟碱的反应

在盛有少量的氢氧化镁沉淀 的试管里，加入适量稀硫酸，振荡（图 9-10），观察发生的变化。

实验表明，稀硫酸跟不溶于水的氢氧化镁起反应，生成能溶于水的硫酸镁，得到无色的硫酸镁溶液。

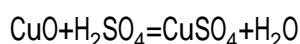


（4）稀硫酸跟金属氧化物的反应

实验 9-11 稀硫酸跟金属氧化物的反应

向盛有黑色氧化铜粉末的试管中滴加少量稀硫酸，稍加热（图 9-11），观察发生的变化。

实验表明，黑色氧化铜粉末逐渐消失，这是因为稀硫酸跟氧化铜起反应生成蓝色硫酸铜溶液



像 Fe_2O_3 、 CuO 这样的金属氧化物能跟酸反应生成盐和水，因此把凡能跟酸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。其中的 CuO 、 Fe_2O_3 、 MnO_2 等大多数碱性氧化物不能直接跟水化合。

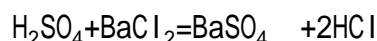
（5）稀硫酸跟氯化钡的反应

实验 9-12 稀硫酸跟氯化钡的反应

向盛有少量稀硫酸的试管里，滴加几滴氯化钡溶液（图 9-12），观察发生的现象。

再滴入几滴稀硝酸，观察有什么变化。

实验表明，稀硫酸跟氯化钡溶液反应能生成白色硫酸钡沉淀，该沉淀不溶于稀硝酸。



这个反应可以用于检验硫酸和其他电离时能生成硫酸根离子（ SO_4^{2-} ）的化合物。

【议一议】若向某一无色溶液中滴加几滴氯化钡溶液后，能生成不溶于稀硝酸的白色沉淀，则该溶液中一定含有 SO_4^{2-} 。这一结论正确吗？为什么？

硫酸是一种重要的化工原料，它在生产化肥、农药、火药、染料以及冶炼有色金属、精炼石油、金属防锈等方面都有着广泛的应用。

三、硝酸（ HNO_3 ）

1. 硝酸的物理性质

实验 9-13 硝酸的物理性质

观察硝酸的状态、颜色以及它在空气里形成的白雾。用手轻轻在瓶口扇动，小心地闻硝酸的气味。

纯净的硝酸是无色液体，具有刺激性气味，它跟盐酸相似，具有挥发性，打开瓶塞后，在空气里也能挥发出 HNO_3 气体，跟空气中的水蒸气结合成硝酸的微小液滴，形成白雾。

硝酸也能强烈地腐蚀皮肤和衣物，使用时应特别小心。

2. 硝酸的化学性质

浓硝酸和稀硝酸，都有较强的氧化性（容易使其它物质氧化）。因此，硝酸跟金属反应，一般不能生成氢气，而是生成水。此外，稀硝酸具有与稀

硫酸、盐酸相似的化学性质。

【练一练】写出稀硝酸跟氢氧化镁、氧化锌发生反应的化学方程式。

硝酸也是重要的化工原料，广泛应用于生产化肥、染料、火药等工业上。

除上述几种酸以外，磷酸(H_3PO_4)也是一种常见的无机酸，主要用途是制造磷肥。

四、醋酸

醋酸是乙酸的俗名，纯净的醋酸是有刺激性气味的无色液体，熔点是 16.6°C ，故常易冻结成冰状固体。因此，纯醋酸又常称为冰醋酸。醋酸的化学式是 CH_3COOH 。

食醋是人们十分喜爱的调味品，是人类最早使用的酸，食醋中醋酸的质量分数约为 $6\% \sim 8\%$ 。

醋酸除了具有跟盐酸、稀硫酸等无机酸相似的化学性质外，还具有有机酸的一些性质。醋酸还是重要的化工原料，可以用来合成许多重要的有机化合物。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号里

(1) 能跟某些金属反应制取氢气的酸是 []

- (A) 浓硫酸
- (B) 硝酸
- (C) 稀硫酸
- (D) 稀盐酸

(2) 对于有单质和化合物生成的反应，下列说法中正确的是 []

- (A) 一定是置换反应
- (B) 一定是分解反应
- (C) 可能是化合反应
- (D) 不可能是复分解反应

(3) 在四个小烧杯里分别盛放等质量的下列物质，在空气里放置一段时间后，质量增加的是 []

- (A) 浓盐酸
- (B) 蔗糖溶液
- (C) 浓硫酸
- (D) 浓硝酸

(4) 关于盐酸的用途中，不能用稀硫酸代替的是 []

- (A) 实验室制氢气
- (B) 除去金属表面的锈斑
- (C) 溶解蓝色 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀
- (D) 实验室中，跟石灰石反应制取 CO_2

2. 写出下列物质间反应的化学方程式

- (1) 镁跟稀硫酸
- (2) 铝跟稀盐酸
- (3) 硫酸跟氢氧化钠
- (4) 氧化铝跟硝酸
- (5) 硫酸跟氯化钡溶液
- (6) 盐酸跟氢氧化铁

3. 3 个试剂瓶中分别盛有稀盐酸、稀硫酸和稀硝酸，怎样鉴别它们？

4. 150mL 溶质的质量分数为 6.00% 的盐酸（密度为 $1.03\text{g}/\text{cm}^3$ ）跟足量的硝酸银溶液反应，计算生成氯化银的质量。

第四节 酸的通性 pH

在学习几种常见酸的性质的基础上，可进一步认识酸类物质的一般性质，即酸的通性。

一、酸的分类和命名

1. 酸的分类

根据酸的组成中是否含有氧元素，可以把酸分为含氧酸和无氧酸两类。如硫酸、硝酸、磷酸等都属于含氧酸；而盐酸、氢硫酸（硫化氢的水溶液， H_2S ）等是无氧酸。

根据酸电离时每个酸分子可能电离出氢离子的个数，可以把酸分成一元酸、二元酸、三元酸等。例如，盐酸、硝酸是一元酸；硫酸、氢硫酸是二元酸；磷酸是三元酸。

2. 酸的命名

含氧酸一般根据它的组成里的氢、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 、 H_2CO_3 、 H_3PO_4 分别叫做硫酸、碳酸和磷酸。而 HNO_3 按命名规则应叫氮酸，但习惯上根据它最早以硝石（ $NaNO_3$ ）为原料来制取而叫做硝酸。由同种元素形成的化合价不同的含氧酸中，化合价低的在名称前加“亚”字，如 H_2SO_3 叫亚硫酸。无氧酸的命名是在氢字后面加上另一种元素的名称，叫做“氢某酸”。例如， HCl 叫氢氯酸，但习惯上根据它最早以食盐为原料制取叫盐酸， H_2S 叫氢硫酸等。

酸的分类及命名，可用下表表示：

酸	是否含氧元素	含氧酸，叫某酸，例如 H_2SO_4 叫硫酸
		无氧酸，叫氢某酸，例如 H_2S 叫氢硫酸
电离生成 H^+ 个数	一元酸，例如 HCl 、 HNO_3 等	
	二元酸，例如 H_2SO_4 、 H_2S 等	
	三元酸 例如 H_3PO_4 等	

【想一想】对于 H_2SO_4 的下列说法：是纯净物，是化合物，是含氧酸，属于酸类，是二元酸，是混合物。其中不正确的是哪种？

二、酸的通性

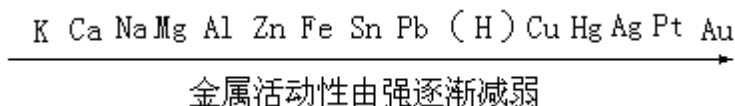
由于酸在水溶液里电离生成的阳离子全部是氢离子，因此各种不同的酸能具有相似的化学性质，或者说具有酸的通性。

1. 酸溶液都能使紫色石蕊试液变为红色，但不能使无色酚酞试液变色。

2. 酸（硝酸除外）能跟活泼金属发生置换反应，生成盐和氢气。

我们知道，锌、铁、镁等都能与稀盐酸或稀硫酸发生置换反应，生成盐和氢气。那么，是不是各种金属都具有这种性质呢？

实验 9-14 表明，铜和银跟稀盐酸不发生反应。由此可见，金属跟酸能否发生反应，与金属的化学活动性有关。在大量科学实验的基础上，人们总结出一些常见金属的化学活动性顺序如下：



实验 9—14 酸跟不活动金属能否反应

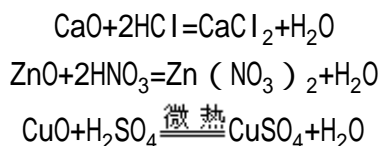
把铜和银各一个片，分别放入盛有稀盐酸的两支试管里（图 9—13），观察有无反应发生。

在金属活动性顺序中，位置越靠前，金属在水溶液中就越容易失去电子变成阳离子，它的活动性就越强。其中，钾的活动性最强，钙次之，金的活动性最弱。排在氢前面的金属能置换出酸溶液里的氢，而排在氢后面的金属不能置换出酸溶液里的氢。

【议一议】是否所有的酸都能跟排在氢前面的金属反应生成氢气？能否说排在氢前面的金属能从某些酸溶液里置换出氢气？

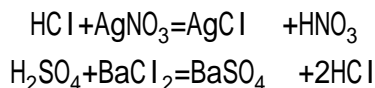
3. 酸能跟某些金属氧化物反应生成盐和水。

氧化钙跟盐酸，氧化锌跟稀硝酸，以及氧化铜跟稀硫酸微热等都能发生反应：



4. 酸能跟某些盐起反应，生成另一种酸和另一种盐。

盐酸跟硝酸银溶液、硫酸跟氯化钡溶液的反应都属于这一类反应：

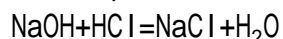


5. 酸跟碱起中和反应，生成盐和水。

实验 9—15 酸跟碱溶液的反应

在盛有氢氧化钠溶液的锥形瓶中，滴入几滴酚酞试液，溶液变成红色，再用胶头滴管慢慢滴入稀盐酸，同时不断振荡溶液，直到溶液刚变成无色为止（图 9—14）。

因为酚酞试液遇碱溶液变成红色，随着盐酸的滴入红色逐渐变浅，当溶液刚变成无色时，溶液既不显酸性，也不显碱性，而是接近中性。



酸跟碱作用生成盐和水的反应，叫做中和反应。中和反应属于复分解反应。

中和反应在工农业生产和科学实验中应用很广。例如，在化工生产和科学实验的某些反应过程中，当溶液中有过量的酸或碱时，常需用适量的碱或酸来中和；在农业生产中强酸性的土壤不适宜植物的生长，可以施入适量的熟石灰来中和土壤中过量的酸，从而达到改良土壤，优化作物生长条件的目的。

三、pH—溶液酸碱度的表示法

用酸碱指示剂可以定性地检验溶液是酸性还是碱性。但是，在工农业生产和科学实验中，只进行这样的定性检验是不够的，还必须定量测定和准确控制溶液酸、碱性的程度，即溶液的酸碱度。

实际应用中遇到的酸或碱溶液，浓度往往很小，因此，用酸或碱溶液的浓度来表示溶液的酸碱度很不方便。为了便于使用和记忆，常用 pH 表示溶液的酸碱度，pH 的范围通常在 0~14 之间（图 9—15）。

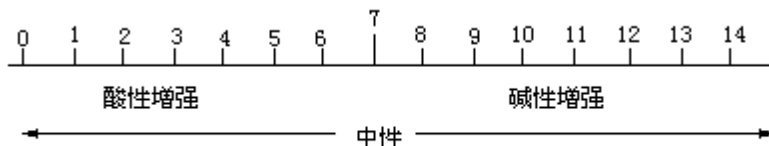


图9-15 pH和酸碱性

当 pH=7 时，溶液呈中性；pH < 7 时，溶液呈酸性；pH > 7 时，溶液呈碱性。溶液的 pH 越小，酸性越强；反之，溶液的 pH 越大，碱性越强。

测定溶液的 pH 的最简便的方法是使用 pH 试纸，这种试纸在不同酸碱度的溶液里，会显示不同的颜色。测定时，把待测溶液滴在 pH 试纸上，然后把试纸显示的颜色跟标准比色卡对照，便可知道溶液的 pH。

如果要更精确地测定溶液的 pH，如医院里测定人体血浆的 pH 等，可采用一种叫 pH 计的仪器。

实验 9—16 测定溶液的 pH

取几种不同浓度的酸和碱的稀溶液，用 pH 试纸测定它们的 pH。

了解溶液的酸碱度有重要的实际意义。许多化学反应需要在一定酸碱度的溶液里才能顺利地进行。在农业方面，土壤酸碱度的大小，对作物的生长也有较大影响。一般说来，大多数的作物适宜在中性或接近中性的土壤中生长。当土壤的 pH 小于 4 或大于 8.5 时，作物将很难生长。生活用水的 pH 一

一般在 5.8~8.6 之间。人体血液的 pH 的正常值为 7.35~7.45，过高或过低时都会有损人体健康。当空气受硫的氧化物或氮的氧化物污染严重时，雨水将呈酸性而形成酸雨，由此会引起一系列环境问题。因此，了解和治理空气污染的一项重要工作，就是测定雨水的 pH。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 酸的定义是 []

- (A) 电离时所生成的阳离子有氢离子的化合物
- (B) 能使紫色石蕊试液变红色的化合物
- (C) 能与碱反应生成盐和水的化合物
- (D) 电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物

(2) 如果要制备氢气，可用下列物质中的 []

- (A) 铜和稀硫酸
- (B) 铁和稀硝酸
- (C) 汞和稀盐酸
- (D) 铝和稀硫酸

(3) 用 pH 试纸测定某无色溶液的 pH 时，正确的操作是 []

- (A) 将 pH 试纸放入溶液中观察其颜色的变化，跟标准比色卡比较
- (B) 将溶液倒在试纸上，跟标准比色卡比较
- (C) 用干燥洁净的玻璃棒蘸取溶液，滴在 pH 试纸上，跟标准比色卡比较
- (D) 在试管内放入少量溶液，煮沸，把 pH 试纸放在管口，再跟标准比色卡比较

(4) 不同溶质质量分数、相同质量的氢氧化钠溶液跟盐酸恰好完全反应，所得溶液的 pH []

- (A) 等于 7
- (B) 大于 7
- (C) 小于 7
- (D) 无法确定

2. 填写下列空白

(1) 由于酸的溶液里都含有____，所以，酸类有相似的化学性质。例如，____色的石蕊试液遇酸溶液变为____色。

(2) 向盛氢氧化钠溶液的锥形瓶里，滴入几滴酚酞试液，溶液变成____色，pH____7。当逐滴向锥形瓶中滴入盐酸，并振荡，直至溶液刚刚变成无色时，pH____。继续滴入盐酸，pH____。

(3) 氢、硫、氧三种元素组成的化合物，元素的质量比为 1 16 24，

该化合物的化学式为____，与钠形成的酸式盐的化学式是_____。

3.把足量的稀硫酸加入盛有少量氧化铜和铜的混合物的试管里，加热后过滤，在滤纸上剩下什么物质？在滤液里含有什么物质？写出有关反应的化学方程式。

4.某工厂化验室里，用质量分数为 15.0%的氢氧化钠溶液洗涤一定量的石油产品中的残余硫酸，共消耗这种溶液 40.0g，洗涤后溶液呈中性，求在这一一定量的石油产品里含 H_2SO_4 的质量是多少？

5.把锌和铜的混合物 50.0g 和足量稀硫酸起反应，可制得氢气 1.10g，求这混合物里含锌和铜的质量各是多少？

第五节 常见的碱 碱的通性

碱是又一类重要的化合物，本节将学习常见的、重要的碱及碱的通性。

一、氢氧化钠 (NaOH)

实验 9—17 氢氧化钠的物理性质

1. 用药匙取少量氢氧化钠固体放在表面皿上，观察颜色、状态。片刻再观察其状态的变化（图 9—16， ）。NaOH

2. 取少量氢氧化钠固体，溶解在盛有少量水的试管中，用手摸试管底部（图 9—16， ），注意温度变化情况。

实验表明，纯净的氢氧化钠是一种白色固体，曝露在空气中容易潮解。因此，氢氧化钠可用作某些不与它反应的气体的干燥剂。氢氧化钠容易溶于水，溶解时放出大量的热，其水溶液有涩味和滑腻感。氢氧化钠有强烈的腐蚀性，因此，它又有烧碱、苛性钠、火碱等俗名。使用氢氧化钠时必须特别小心，防止皮肤、衣服被它腐蚀。

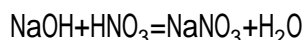
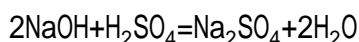
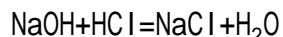
2. 氢氧化钠的化学性质

(1) 氢氧化钠跟酸碱指示剂的作用

氢氧化钠溶液能使紫色石蕊试液变成蓝色，使无色的酚酞试液变成红色。

(2) 氢氧化钠跟酸的反应

氢氧化钠溶液能跟盐酸、硫酸、硝酸等起中和反应生成盐和水。例如：

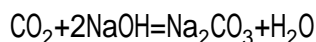


(3) 氢氧化钠跟非金属氧化物的反应

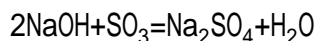
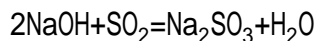
实验 9—18 氢氧化钠溶液跟非金属氧化物的反应

在一个充满 CO_2 气体的平底烧瓶中，加入少量浓 NaOH 溶液，立即用单孔塞（单孔塞导气管下端扎一个没有充气的气球）塞紧后，再振荡烧瓶（图 9—17），观察发生的现象。

实验表明，烧瓶中的二氧化碳跟氢氧化钠溶液反应后，烧瓶内气压低于大气压，空气通过玻璃管进入气球，使之鼓起来。 CO_2 跟 NaOH 溶液反应，生成易溶于水的碳酸钠。



氢氧化钠还能与 SO_2 、 SO_3 、 SiO_2 等非金属氧化物起反应：



由于氢氧化钠在空气中不仅能吸收水分，还能跟二氧化碳起反应，所以，氢氧化钠必须密封保存。由于氢氧化钠还能跟二氧化硅缓慢地起反应，所以盛放氢氧化钠及其溶液的试剂瓶不能用玻璃塞。

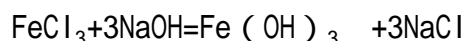
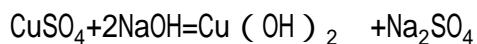
像 CO_2 、 SO_2 、 SO_3 、 SiO_2 等非金属氧化物都能跟碱反应生成盐和水，因此把凡能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。非金属氧化物大多数属于酸性氧化物。多数酸性氧化物能溶于水，跟水化合生成酸。例如，二氧化碳溶于水生成碳酸，二氧化硫溶于水生成亚硫酸 (H_2SO_3) 等。

(4) 氢氧化钠跟某些盐的反应

实验 9—19 表明，、 两支试管中分别生成蓝色絮状氢氧化铜沉淀和红褐色氢氧化铁沉淀。

实验 9—19 氢氧化钠溶液跟某些盐溶液的反应

在、 两支试管中分别加入少量硫酸铜溶液和氯化铁溶液，观察它们各是什么颜色。然后在、 两支试管中分别加入几滴氢氧化钠溶液（图 9—18），观察发生的现象。



氢氧化钠是重要的化工原料，广泛用于制皂、石油加工、造纸、纺织、印染等工业上。

二、氢氧化钙 [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]

1. 氢氧化钙的物理性质

氢氧化钙是白色粉末状固体，微溶于水，它的溶解度随温度升高而减小。氢氧化钙的水溶液又称石灰水，它对衣服、皮肤有腐蚀作用。

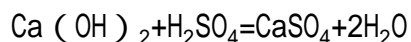
2. 氢氧化钙的化学性质

(1) 氢氧化钙跟指示剂的作用

氢氧化钙溶液能使紫色石蕊试液变成蓝色，使无色的酚酞试液变成红色。

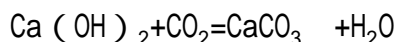
(2) 氢氧化钙跟酸的反应

氢氧化钙溶液能跟酸发生中和反应，生成盐和水。在农业上可用这类反应中和土壤中的酸。例如：



(3) 氢氧化钙跟某些非金属氧化物的反应

我们知道，澄清石灰水中通入二氧化碳气体后会变浑浊，这是由于石灰水跟二氧化碳起反应生成不溶于水的碳酸钙，细小的碳酸钙颗粒，悬浮在溶液中，使溶液变浑浊。

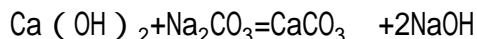


(4) 氢氧化钙跟某些盐的反应

实验 9—20 氢氧化钙溶液跟碳酸钠溶液的反应

在盛有石灰水的试管里，滴入浓的碳酸钠溶液(图 9—19)，观察有什么现象发生。

实验表明，反应生成白色碳酸钙沉淀。



这一反应可用来制取氢氧化钠。

熟石灰在工农业生产上有着广泛的应用。建筑上，利用它能吸收空气中二氧化碳变成坚固的碳酸钙的性质，用熟石灰、粘土和沙子混合制成三合土，用石灰浆粉刷墙壁，用石灰沙浆砌砖。化工生产上，还用熟石灰制取烧碱、漂白粉等化工产品。农业上，用它配制波尔多液(原料是熟石灰和硫酸铜)和石硫合剂(原料是熟石灰和硫黄)。

此外，氢氧化钾、氨水也是常见的重要的碱。

三、碱的命名

碱的命名是根据氢氧根离子和金属离子的名称，叫做“氢氧化某”。如 KOH 叫做氢氧化钾， $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 叫做氢氧化钡等。具有可变化合价的金属可以形成不同的碱，由高价金属离子形成的碱叫做“氢氧化某”，而由低价金属离子形成的碱叫做“氢氧化亚某”。例如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 叫做氢氧化铁，而 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 叫做氢氧化亚铁。

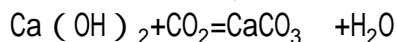
四、碱的通性

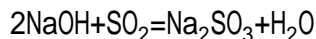
由于碱在水溶液里都能电离出共同的氢氧根离子，因此各种不同的碱具有相似的化学性质，即碱的通性。

1. 碱溶液能跟酸碱指示剂作用。使紫色石蕊试液变蓝色，使无色酚酞试液变红色。

2. 碱能跟酸起中和反应，生成盐和水。

3. 碱能跟多种非金属氧化物起反应，生成盐和水。例如：





4. 碱能跟某些盐起反应，生成另一种盐和另一种碱。

【练一练】实验室里以生石灰为主要原料制取少量氢氧化钠，写出各步反应的化学方程式。

阅读材料

石灰吟

明朝著名的爱国将领于谦曾写过一首《石灰吟》：

千锤万凿出深山，烈火焚烧若等闲。

粉身碎骨浑不怕，要留清白在人间。

作者通过对石灰石的开采、在高温下变成白色的生石灰、生石灰的熟化、以及熟石灰在空气中转变为白色固体等现象的描述，抒发了自己视死如归、保持民族气节的崇高理想。

石灰石的主要成分碳酸钙，正是在 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{CO}_2}$ 等一系列变化中实现了自身的净化。试写出这一系列变化的化学方程式。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列生产实践中，不用熟石灰的是 []

- (A) 降低土壤的酸性，改良土壤
- (B) 干燥气体
- (C) 建筑业上制三合土
- (D) 配制波尔多液

(2) 下列各组中的物质（有学名、有俗名），其主要成分不同的是 []

- (A) 石灰石、白垩、大理石
- (B) 氢氧化钙、熟石灰、消石灰
- (C) 苛性钠、烧碱、火碱
- (D) 蓝矾、胆矾、明矾

(3) 下列气体能用氢氧化钠固体干燥的是 []

- (A) HCl
- (B) CO₂
- (C) H₂

(D) SO_2

(4) 试管内壁附着的下列物质，不能用稀盐酸清洗而除去的是

[]

(A) 盛石灰水后留下的白色固体

(B) 用足量一氧化碳还原氧化铜后留下的红色物质

(C) 氯化铁溶液与氢氧化钠溶液反应后留下的红褐色固体

(D) 用足量氢气还原氧化铁后留下的黑色物质

(5) 牙膏的配料中加入纯度较高的轻质碳酸钙粉末，它是用石灰石为原料经过分解、化合等反应精制而成。在精制过程中，另外还要用到的物质是

[]

(A) H_2O 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

(B) H_2O 、 CO_2

(C) CO_2 、 CaO

(D) CO_2 、 CaCl_2

(6) 为完全中和硫酸溶液需用一定量的氢氧化钠，如果改用质量相同的氢氧化钾，反应完毕后，溶液的 pH 是

[]

(A) 大于 7

(B) 小于 7

(C) 等于 7

(D) 无法判断

2. (1) 氢氧化铜是不溶性的碱，它在加热时可生成一种黑色的碱性氧化物和水，该反应的化学方程式为_____。

(2) SO_2 是有毒的大气污染物，某化工厂用含 NaOH 的废水来吸收含 SO_2 的工业尾气，该反应的化学方程式为_____。

3. 完成下列化学方程式

(1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2$

(2) $\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(3) $\text{NaOH} + \text{CuCl}$

(4) $\text{NaOH} + \text{SO}_3$

(5) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{CO}_3$

(6) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

4. 有两瓶溶液，一瓶是石灰水，一瓶是 NaOH 溶液，怎样鉴别它们。

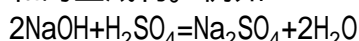
5. 在 CO 和 CO_2 的混合气体中，氧元素的质量分数为 64%，将该混合气体 5.0g 通入足量澄清石灰水中，可得到白色沉淀的质量是多少？

第六节 盐

我们知道，酸跟某些金属、酸跟碱、酸跟金属氧化物以及碱跟非金属氧化物起反应，都能生成盐。本节将学习盐的分类、命名及性质。

一、盐的分类和命名

盐可看做是酸跟碱中和的生成物。例如：



上述反应的实质是碱电离出来的 OH^- 与酸电离出来的 H^+ 完全中和，即两者结合为 H_2O 。若在一定条件下， H_2SO_4 电离出的 H^+ 只有部分被中和，则能生成 NaHSO_4 。从 H^+ 或 OH^- 是全部还是部分被中和的角度，可进行盐的分类。

1. 正盐

正盐是酸跟碱完全中和的生成物，如 NaCl 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 Na_2CO_3 、 CuSO_4 、 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 等都是正盐。

根据组成盐的酸根中是否含有氧元素可将盐分为含氧酸盐和无氧酸盐。含氧酸正盐的命名是在酸的名称后面加上金属元素的名称，叫做“某酸某”。例如， Na_2CO_3 叫做碳酸钠， $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 叫做硝酸镁等。无氧酸正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，叫做“某化某”。例如， NaCl 叫做氯化钠， CuS 叫做硫化铜等。

若金属元素具有可变化价，则对含低价金属元素的盐命名时，在金属元素的名称前面加“亚”字。例如， $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 叫做硝酸亚铁，而 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 叫做硝酸铁；而 CuCl 叫做氯化亚铜， CuCl_2 叫做氯化铜等。

2. 酸式盐

酸式盐是酸电离生成的 H^+ 被碱中的 OH^- 部分中和生成的盐，例如 NaHCO_3 、 KHSO_4 等都是酸式盐。酸式盐的酸根中所含的氢原子可在溶液里进一步电离成 H^+ 。酸式盐的命名是在酸的名称后面加“氢”字，然后再读金属名称。如 NaHCO_3 叫做碳酸氢钠（也叫做酸式碳酸钠），电离生成的 HCO_3^- 叫做碳酸氢根离子。

如果由三元酸形成的酸式盐中，含有两个可电离的氢原子，命名时可标明氢原子的数目，如 KH_2PO_4 叫做磷酸二氢钾， $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 叫做磷酸二氢钙等。

3. 碱式盐

碱式盐是碱中的 OH^- 被酸电离生成的 H^+ 部分中和生成的盐。它除含有金属离子和酸根离子外，还含有 OH^- 。碱式盐的命名是在正盐名称前面加“碱式”二字。例如， $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 叫做碱式碳酸铜， $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 叫做碱式氯化镁等。

对于含相同酸根离子或相同金属离子的盐，习惯上常给它们一个统称。例如，含有 NO_3^- 的盐，如 NaNO_3 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 等统称为硝酸盐；含有 K^+ 的盐，如 KCl 、 K_2SO_4 等统称为钾盐等。

【练一练】读出下列盐的名称，指出它们各属于哪类盐？ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 KHSO_4 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 FeSO_4 、 AlCl_3 、 CuCl 、 $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 KMnO_4 、 KClO_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

二、盐的性质

1. 盐的物理性质

盐在常温下大都是晶体。不同种类的盐在水中的溶解性不同。常见的硝酸盐、钾盐、钠盐、镁盐都易溶于水；氯化物中 AgCl 不溶于水；硫酸盐中 BaSO_4 不溶于水， CaSO_4 、 Ag_2SO_4 微溶于水；碳酸盐中 MgCO_3 微溶于水，其余均不溶于水；而碱中 NaOH 、 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 易溶于水， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶于水，其余均不溶于水（参见书后附录）。

熟悉常见酸、碱、盐各类物质的溶解性，对于正确判断它们之间能否发生反应是非常必要的。

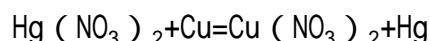
2. 盐的化学性质

(1) 盐跟某些金属的反应

实验 9—21 盐溶液跟某些金属的反应

1. 在盛有 CuSO_4 溶液的试管中，浸入一段洁净的铝丝（图 9—20， ）。。
2. 在盛有 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的试管中，浸入一段洁净的铜丝（图 9—20， ）。。
3. 在盛有 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的试管中，浸入一根洁净的铜丝（图 9—20， ）。观察金属表面以及反应前后溶液颜色的变化。

实验表明，浸入 CuSO_4 溶液里的铝丝表面覆盖着一层红色的铜，溶液的蓝色逐渐变浅；浸入 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液里的铜丝的表面覆盖着一层银白色的汞，溶液变成淡蓝色；而浸入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液里的铜丝表面及溶液均无变化。有关反应的化学方程式如下：



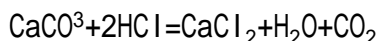
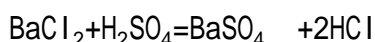
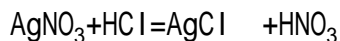
由此可知，铝能把铜从铜盐溶液中置换出来，铜能把汞从汞盐溶液中置换出来，铜却不能把铝从铝盐溶液中置换出来。这是因为铝比铜活泼，铜比

汞活泼，这三种金属的活动性由强到弱的顺序是 Al、Cu、Hg。

在金属活动性顺序表里，只有排在前面的金属，才能把排在后面的金属从它们的盐溶液中置换出来。这类金属跟盐发生的置换反应，一般是生成另一种盐和另一种金属。

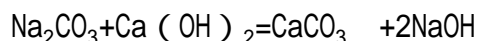
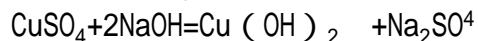
(2) 盐跟酸的反应

检验盐酸、硫酸以及实验室制取二氧化碳的反应都是盐跟酸的反应。



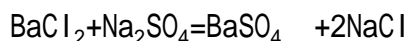
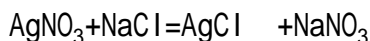
盐跟酸起反应，一般是生成另一种盐和另一种酸。

(3) 盐和碱的反应我们知道，盐能跟某些碱起反应。例如：



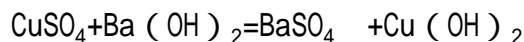
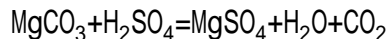
盐跟碱起反应，一般是生成另一种盐和另一种碱。

(4) 盐跟另一种盐的反应两种盐起反应，一般是生成另外两种盐。例如：



三、复分解反应发生的条件

盐跟酸、盐跟碱、盐跟盐以及酸跟碱之间所发生的反应均属于复分解反应。事实上，并不是任何酸、碱、盐之间都能够发生复分解反应。那么，酸、碱、盐之间发生复分解反应必须具备什么条件呢？实验证明，当两种物质在溶液中相互交换离子，生成物中如果有沉淀析出，或有气体放出，或有水生成，那么复分解反应就可以发生；否则就不能发生。例如：



上述的复分解反应都可以发生。

【议一议】上述复分解反应的生成物有什么特点？

【练一练】把下列各组溶液相互混合，能够发生复分解反应吗？为什么？

氯化钾溶液和硫酸钠溶液； 氢氧化钠溶液和硝酸钡溶液；
硫酸锌溶液和硝酸溶液； 氢氧化钡溶液和盐酸。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列金属中的一种能将其他三种金属从它们的盐溶液中置换出来, 这种金属是 []

- (A) Al
- (B) Ag
- (C) Cu
- (D) Zn

(2) 由 K^{2+} 、 Ca^{2+} 、 H^{+} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 组成的盐共有 []

- (A) 4 种
- (B) 5 种
- (C) 6 种
- (D) 8 种

(3) 下列化学反应方程式正确的是 []

- (A) $CuCl_2 + Mg(OH)_2 = Cu(OH)_2 + MgCl_2$
- (B) $Fe_2(SO_4)_3 + 3Ba(OH)_2 = 3BaSO_4 + 2Fe(OH)_3$
- (C) $MgCO_3 + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$
- (D) $ZnCl_2 + CuSO_4 = ZnSO_4 + CuCl_2$

(4) 欲通过实验证明铁、铜、汞三种金属的活动性顺序依次减弱, 除上述三种金属外, 还需选用的下列试剂是 []

- (A) $AgNO_3$ 溶液、 $MgCl_2$ 溶液
- (B) $Hg(NO_3)_2$ 溶液、 $CuCl_2$ 溶液
- (C) 稀盐酸、 $Hg(NO_3)_2$ 溶液
- (D) 稀盐酸、 $AgNO_3$ 溶液

(5) 下列各组物质相互反应, 其中具备了发生复分解反应两项条件的一组物质是 []

氯化铁溶液和氢氧化钾溶液

碳酸钾溶液和盐酸

氢氧化铜和硝酸

硫酸镁溶液和氢氧化钡溶液

稀硫酸和氢氧化钡溶液

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

(6) 把锌片分别放入下列物质的溶液中，若反应后锌片消失，无气体产生且溶液质量减轻，则原溶液是 []

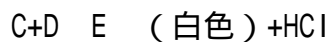
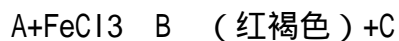
- (A) 硫酸溶液
- (B) 硫酸铜溶液
- (C) 硝酸银溶液
- (D) 氯化铝溶液

2. 填写下列空白

(1) 用钠、氢、硫、氧四种元素，按下列要求组成一种物质，填写化学式和物质名称。

类别 \ 项目	碱性氧化物	碱	含氧酸 (低价)	无氧酸	含氧酸 (高价)	酸式盐
化学式						
名称						

(2) A、B、C、D、E、F、G 等物质在溶液中的转化关系如下：



$F + AgNO_3 \rightarrow G \text{ (白色)} + HNO_3$ 完成 F 跟 $AgNO_3$ 溶液反应的化学方程式____；写出白色沉淀 E 的化学____式____；写出 A 溶液中溶质的化学式____。

第七节 几种常见的盐 化学肥料

一、几种常见的盐

1. 氯化钠 (NaCl)

氯化钠是食盐的主要成分。它是无色晶体，易溶于水，其水溶液呈中性，pH 等于 7。氯化钠的熔点是 801 ，沸点是 1413 。粗盐中因含有氯化镁、氯化钙等杂质，易吸收空气中的水分而潮解。

氯化钠用途很广。它是维持人体正常生理机能不可缺少的物质。它是烹调中的调味剂，还常用于腌渍蔬菜、鱼、肉、蛋类等。医药上用它配制“生理盐水”。它还是重要的化工原料，如利用电解饱和氯化钠溶液的方法可制取烧碱、盐酸、氯气等重要化工产品。

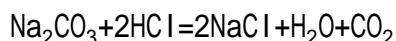
氯化钠在自然界分布很广，海水、盐湖、盐矿中都有大量的蕴藏。河北省的长芦盐区有较大规模的海水晒盐场。

【想一想】利用海水晒盐，为什么在继续晒达到饱和的食盐溶液时，食盐成晶体析出，而氯化镁、氯化钙却大部分留在溶液中？

2. 碳酸钠 (Na₂CO₃)

碳酸钠的俗名叫做纯碱。它是易溶于水的白色粉末。此外，还有一种呈白色结晶状的碳酸钠，俗称晶碱，化学名称是十水合碳酸钠，其化学式为 Na₂CO₃ · 10H₂O。常温下，置于干燥空气中的碳酸钠晶体易风化为碳酸钠粉末。

碳酸钠跟盐酸起反应可放出二氧化碳：



凡是在组成中含有碳酸根离子的盐，都能跟盐酸起反应放出二氧化碳，利用这个反应既可制备二氧化碳，又可鉴别碳酸盐。

纯碱在冶金、纺织、玻璃、肥皂、食品工业中都有广泛的应用。

【想一想】碳酸氢钠也能跟盐酸反应生成二氧化碳。等质量的 NaHCO₃ 和 Na₂CO₃ 分别跟足量盐酸反应，生成二氧化碳的质量相等吗？为什么？

3. 硫酸铜 (CuSO₄)

硫酸铜晶体是蓝色的，由于它的颜色似胆，味苦更似胆，而得名胆矾，也叫做蓝矾，其化学式为 CuSO₄ · 5H₂O。胆矾受热失去结晶水变成白色粉末 (CuSO₄)。无水硫酸铜易溶于水，溶液呈蓝色。

硫酸铜有毒性。由硫酸铜溶液与石灰乳混合制成的蓝色粘性液体，叫做波尔多液。它可以防治果树、蔬菜等霜霉菌病害，是一种对植物药害较小的杀菌剂。

二、化学肥料

农作物生长，需要多种营养元素。其中，需要较多量的是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等元素，需要微量的是硼、锰、铜、锌、钼等元素。一般土壤中常缺乏的是氮、磷、钾三种元素。因此，农业上主要施用含氮、磷、钾元素的肥料。

盐类物质中有许多种含有农作物所需要的营养元素，因此，在农业上被大量用作化学肥料。化学肥料简称化肥，是用空气、水和某些矿物为原料，经过化学加工制成的。

化肥的种类很多，下面介绍几种常用的化肥。

1. 氮肥

氮是农作物体内蛋白质、核酸和叶绿素的重要组成成分，氮肥能促进作物的茎、叶生长。常用的氮肥有碳酸氢铵、硫酸铵、硝酸铵、尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 等。

【练一练】相同质量的下列氮肥中，哪一种含氮的质量分数最大？

- (A) NH_4Cl
- (B) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- (C) NH_4NO_3
- (D) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

2. 磷肥

磷肥能促进作物根系生长，增强抗寒抗旱能力，并能促进作物提前成熟、穗粒增多，子粒饱满。常用的磷肥有过磷酸钙（主要成分是磷酸二氢钙和硫酸钙）、重过磷酸钙（主要成分是磷酸二氢钙）、磷矿粉（主要成分是磷酸钙）、钙镁磷肥（主要成分是磷酸钙和磷酸镁）等。

3. 钾肥

钾肥能促使作物茎秆粗硬，增强作物抗倒伏能力，并能促进糖分和淀粉生成。常用的钾肥有硫酸钾（ K_2SO_4 ）、氯化钾（ KCl ）等。

4. 复合肥料

复合肥料是含有多种营养元素的化肥。如磷酸二氢铵（ $\text{H}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ）、磷酸氢二铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ 、硝酸钾（ KNO_3 ）、磷酸二氢钾（ KH_2PO_4 ）等。河北省的中阿化肥有限公司秦皇岛磷铵厂年产磷酸氢二铵 $4.8 \times 10^5 \text{t}$ （48万吨），产品已进入国际市场。

5. 微量元素肥料

主要有硼肥、锰肥、铜肥、锌肥、钼肥等。施用量虽然很少，但是作物缺乏这些微量元素，生长发育会受到一定影响，减弱抗病能力。

除化学肥料外，我国农村还大量使用农家肥料（如厩肥、人粪尿、绿肥等）。只有这样才能达到合理施用化肥，提高作物单位面积产量的目的。下表对比两类肥料的一些特点：

化学肥料	农家肥料
所含营养元素种类少,但营养元素的质量分数较大	常含多种营养元素,但营养元素的质量分数较小
一般易溶于水,易被作物吸收,肥效较快	一般较难溶于水,经腐熟后逐步转化为能溶于水、能被作物吸收的物质,肥效较慢,但肥效较长
便于工业制取,成本较高 有些化肥若长期大量施用,能使土壤板结。如 (NH ₄) ₂ SO ₄ 等	便于就地取材,成本低廉 能改良土壤结构

【议一议】怎样才能合理施用化肥,提高作物单位面积产量。

选学

常见的化肥和农药

一、常见的化肥

名称	成分	性质	注意事项
尿素	CO(NH ₂) ₂ 含氮约46%	白色或黄色料状晶体,易溶于水。肥效高,但较铵盐氮肥缓慢,较持久。对土壤无不良影响	
硝酸铵(硝铵)	NH ₄ NO ₃ 含氮约35%	易溶于水的白色晶体。受热易分解,在高温或受猛烈撞击时,易爆炸。肥效高,对土壤无不良影响	不能与易燃物质或碱性物质混合在一起,结块时不要用铁锤砸碎

名称	成分	性质	注意事项
硫酸铵 (硫铵)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 含氮约 21 %	白色晶体, 易溶于水, 吸湿性小, 常温下较稳定。长期施用, 会使土壤酸性增加, 板结硬化	不能与碱性物质混合。不宜长期大量施用
碳酸氢铵 (碳铵)	NH_4HCO_3 含氮约 17 %	白色晶体, 易溶于水, 受潮时在常温下就能分解, 温度越高, 分解越快, 故常称之为气肥。对土壤无不良影响	防分解, 贮存和运输时都要密封, 不要受潮或曝晒。施肥后要盖土或立即灌溉。不要与碱性物质混合
氨水	氨水中的氨主要以 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的形式存在。含氮 15 % ~ 17 %	无色液体, 工业制品因含杂质呈浅黄色。碱性, 有腐蚀性, 易分解放出氨气 (有刺激性气味的气体)。速效肥料, 不影响土壤结构	运输、贮存、施用时要防挥发。要防止对容器、皮肤的腐蚀, 防止对眼、鼻、喉粘膜的刺激
磷酸氢二铵 (磷酸二铵)	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 含氮约 21 %, 含磷约 23 %	白色晶体, 易溶于水, 肥效快	贮存时防潮, 不能与碱性物质混合
磷矿粉	主要成分 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	难溶于水, 能非常缓慢地溶于土壤所含的多种酸中, 肥效缓慢	
钙镁磷肥	主要成分是钙镁的磷酸盐	难溶于水, 但较磷矿粉易溶于弱酸性溶液中	
过磷酸钙 (普钙)	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 和 CaSO_4 两种成分的混合物	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 能溶于水, 肥效比前两种磷肥高	最好跟农家肥料混合施用

名称	成分	性质	注意事项
重过磷酸钙 (重钙)	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	能溶于水, 肥效较普钙高	最好跟农家肥料混合施用
硫酸钾	K_2SO_4	白色晶体, 易溶于水。长期施用也会使土壤板结	不宜长期大量施用
氯化钾	KCl	白色晶体, 易溶于水	

二、常见的农药

农药是指用于防止农作物的虫害、病菌、杂草、鼠害，以及调节植物生长的药剂。根据防治对象的不同，农药大致可分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂、杀鼠剂、植物生长调节剂等。根据农药的原料来源可分为植物性农药（土农药）和化学农药。化学农药根据它们的成分可分为无机农药（如砷制剂、氟制剂、铜制剂等）和有机农药（如有机氯剂、有机磷剂、有机硫剂等）。

根据农药加工成的剂型可分为粉剂、乳油、烟剂、颗粒剂、熏蒸剂等。

合理施用农药是跟病、虫、鼠、杂草进行斗争，减少危害，提高单位面积产量的重要手段。但农药都含有不同程度的毒性，有些对人畜的毒性较大。若使用不当，还会对作物产生药害，或污染水源。因此，要充分发挥农药的药效，还要尽量避免或减少它的药害和毒害。这就需要了解农药的性质和特点、作物品种对药剂的承受能力、防治对象的生活习性、本地气候条件、合理施用的浓度和方法、安全使用的注意事项等。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列说法中正确的是 []

- (A) 纯碱不是碱
- (B) 烧碱不是碱
- (C) 食盐不是盐
- (D) 盐酸不是酸

(2) 将下列溶液分别滴入氢氧化钾溶液、饱和石灰水和稀硫酸中，能呈现三种不同现象的是 []

- (A) KCl 溶液
- (B) CuCl_2 溶液
- (C) Na_2CO_3 溶液
- (D) 紫色石蕊试液

(3) 下列物质中，可以作为化学肥料的是 []

- (A) 食盐
- (B) 碳酸钾
- (C) 消石灰
- (D) 硝酸铵

(4) 下列化肥在空气中放置一段时间后，肥效降低的是 []

氨水 硫铵 碳酸氢铵 氯化钾 尿素

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

(D)

(5) 为了除去粗盐中的 CaCl_2 、 MgSO_4 及泥沙，可将粗盐溶于水，然后进行下列五项操作：过滤，加过量 NaOH 溶液，加适量盐酸，加过量 Na_2CO_3 溶液，加过量氯化钡溶液。其正确操作顺序是 []

(A)

(B)

(C)

(D)

(6) 将 $24\text{gNa}_2\text{CO}_3$ 溶液与 $28\text{gCa}(\text{NO}_3)_2$ 溶液混合，恰好完全反应，滤去沉淀物得到 50g 溶液，该溶液中溶质的质量分数为 []

(A) 6.8%

(B) 6.4%

(C) 3.4%

(D) 1.7%

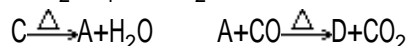
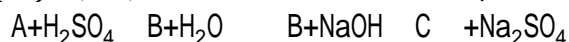
2. 填写下列空白

(1) 粗盐在空气里容易变潮是因为其中含有____、____等杂质。

(2) 为防止甲状腺肿大等疾病，提高我国人口素质，目前市场上出售的食盐中常添加一种碘酸的钾盐（其中碘的化合价呈+5价），此盐的化学式为_____。

(3) 某化合物可能含有的离子是 Na^+ 、 K^+ 、 Cu^{2+} 、 OH^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的两种，把该化合物置于水中，能溶解成蓝色溶液，往该溶液中加入氢氧化钠溶液，有蓝色沉淀出现。则该化合物是_____。

(4) A、B、C 分别代表三种化合物，在一定条件下可发生下列反应：



若 D 是一种红色的金属，则 A 是____，B 是____，C 是_____。

(5) 化肥是用____等为原料，经过化学加工制成的，农业上施用量最大的化肥是含有____三种元素的化肥。

3. 用熟石灰和硫酸铜来配制农药波尔多液时，为什么不能使用铁制容器？

4. 有 4 瓶溶液，分别为氨水、石灰水、盐酸和稀硫酸，可用什么化学方法来鉴别它们？

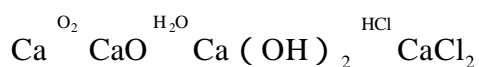
5. 有一不纯的硫酸铵样品（杂质不含氮的化合物），经分析知道其中氮元素的质量分数为 20.0%。求样品里硫酸铵的质量分数。

第八节 单质、氧化物、酸、碱和盐的相互关系

通过学习各类物质的组成和性质，我们已经知道，单质、氧化物、酸、碱和盐之间存在着广泛的联系，并且在一定条件下可以相互转变。其中最基本、最重要的转变可归纳如下：

一、从单质到盐的转变

在一定条件下，从金属到盐、从非金属到盐均可以通过一系列转变实现。

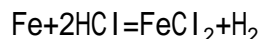
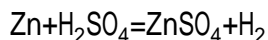


以非金属碳为例，这一系列转变可表示为：

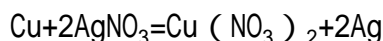
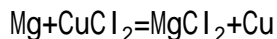


二、其他各种重要的转变

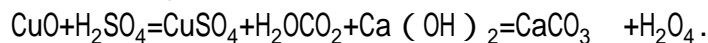
1. 金属跟酸的置换反应。在金属活动性顺序表中，排在氢前面的金属能置换出酸溶液里的氢，生成盐和氢气。例如：



2. 金属跟盐的置换反应。在金属活动性顺序表中，排在前面的金属（除K、Ca、Na外），能把排在后面的金属从它们的盐溶液中置换出来，生成另一种盐和另一种金属。例如：

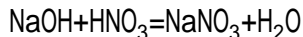


3. 碱性氧化物跟酸，酸性氧化物跟碱的反应。例如：

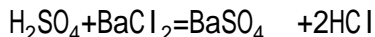


4. 酸、碱、盐之间的复分解反应。

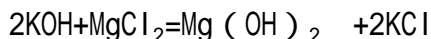
酸跟碱反应生成盐和水。例如：



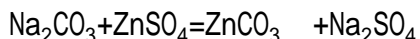
酸跟盐反应生成另一种酸和另一种盐。例如：



碱跟盐反应生成另一种碱和另一种盐。例如：



盐跟盐反应生成另外两种盐。例如：



【练一练】分别写出制取下列各种物质的化学方程式。

- (1) 由铜制备硫酸铜；
 (2) 用几种方法制备氯化镁。

习 题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 下列物质的转变，不能由一步反应实现的是 []

- (A) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH}$
 (B) $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$
 (C) $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
 (D) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$

(2) 将等质量的下列物质，分别放入等质量的水中，再分别加入质量分数相同的稀硫酸 1g，发生反应后，溶液的总质量没有变化的是 []

- (A) BaCl_2
 (B) K_2CO_3
 (C) Zn
 (D) Na_2O

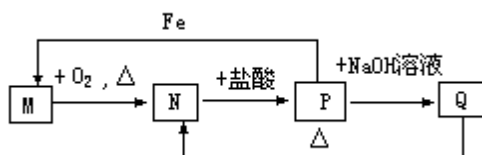
(3) 在下列反应中，X、Y、Z 各代表 1 种物质。已知 X 是 1 种碱且 $\text{X} + \text{HCl} \rightarrow \text{Y} + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{X} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Z} + \text{KCl}$ ，由此推断 X、Y、Z 3 种物质分别是

- []
 (A) KOH 、 KCl 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 (B) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 CuCl_2 、 AgCl
 (C) Na_2CO_3 、 NaCl 、 CuCO_3
 (D) NaOH 、 NaCl 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$

(4) 当 Fe、稀 H_2SO_4 、 CuCl_2 溶液、 NaOH 溶液、 Fe_2O_3 5 种物质两两相互混合时，可发生的反应共有 []

- (A) 4 个
 (B) 5 个
 (C) 6 个
 (D) 7 个

(5) 在下列图示变化中，M 的化学式是 []



- (A) C
- (B) Zn
- (C) Cu
- (D) Mg

2. 填写下列空白

(1) 某氧化物既能跟某些酸性氧化物反应，又能跟某些碱性氧化物反应，但反应后都不生成盐。该氧化物的化学式为_____。

(2) 一定量的 CO_2 气体通入足量石灰水中，充分反应后，最多能得到沉淀 $x\text{g}$ ，若将上述一定量的 CO_2 气体经过 CO CO_2 的变化（假定变化过程中无损耗），再通入足量的石灰水中，最多能得到沉淀 $y\text{g}$ 。则 x 与 y 之比为_____。

(3) 在 Mg 、 MgO 、 MgCO_3 、盐酸、 NaCl 溶液 5 种物质里，当其中的两种物质放在一起时，能生成 MgCl_2 的方法有_____种。

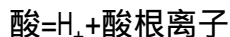
3. 在氧化镁、三氧化硫、盐酸、熟石灰等 4 种物质里，哪两种物质在一定条件下会发生反应？写出反应的化学方程式。

4. 用氧化铁、稀硫酸、烧碱、水 4 种物质作原料，制取氢氧化亚铁（只要求按制取过程写出相应的化学反应方程式，不要求用文字叙述）。

全章小结

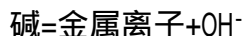
一、酸、碱、盐和氧化物

1. 酸电离时所生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。

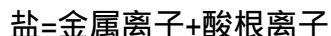


根据组成中是否含有氧元素，酸可分为无氧酸和含氧酸。根据酸电离时，每个酸分子电离出氢离子的个数，酸可分为一元酸、二元酸和三元酸等。

2. 碱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。



3. 盐电离时生成金属离子和酸根离子的化合物叫做盐。



根据组成的不同，盐可分为正盐、酸式盐和碱式盐。

4. 氧化物凡能跟酸反应生成盐和水的氧化物叫做碱性氧化物；凡能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。

要结合具体物质的性质复习化合物分类的知识。

二、复分解反应

由两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应，叫做复分解反应。复分解反应发生的条件是：生成物中有沉淀析出或有气体放出或有水生成。

三、化学反应的基本类型

1. 化合反应
2. 分解反应
3. 置换反应 $A + BC = AC + B$
4. 复分解反应 $AB + CD = AD + CB$

四、金属活动性顺序

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

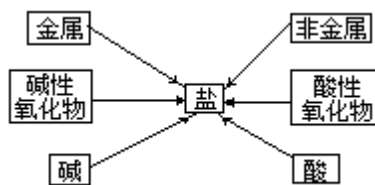
金属活动性由强逐渐减弱 \rightarrow

在金属活动性顺序表里，金属的位置越靠前，在水溶液中就越容易失去电子变成离子，它的活动性就越强。排在氢前面的金属能置换出酸里的氢；排在前面的金属能够把排在后面的金属从它们的盐溶液里置换出来。

五、酸碱度

溶液的酸碱性可以用酸碱指示剂来鉴别。

溶液的酸碱度可以用 pH 来表示，pH=7 为中性，pH < 7 为酸性，pH > 7 为碱性。



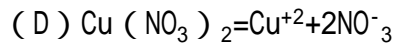
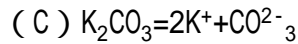
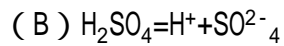
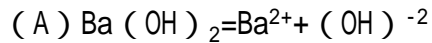
六、单质、氧化物、酸、碱、盐的性质和相互关系，可简单表示如右图。

复 习 题

A

1. 将正确答案的序号填入括号内

- (1) 下列各组中的物质都能电离的是 []
- (A) 稀硫酸、食盐、硝酸钾
 - (B) 铁、氢氧化钠、硫酸钾
 - (C) 氯化铵、酒精、烧碱
 - (D) 氯化镁、消石灰、纯碱
- (2) 下列物质中有自由移动的氯离子的是 []
- (A) 氯化钠晶体
 - (B) 熔融氯化钾
 - (C) 氯酸钾溶液
 - (D) 液态氯化氢
- (3) 下列电离方程式中，正确的是 []



(4) 在测定溶液导电性的装置中盛有硫酸铜溶液，通电时灯泡发亮，若不断加入某物质，发现灯光变暗，直至熄灭，再继续加入该物质，灯泡又发亮，则加入的物质是 []

(A) KOH 溶液

(B) Zn 粒

(C) BaCl_2 溶液

(D) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液

(5) 用托盘天平称量苛性钠时，药品应放在 []
烧杯中 洁净的纸上 左盘上 右盘上

(A) 和

(B) 和

(C) 、 和

(D) 和

(6) 分别盛有浓硫酸和浓盐酸的两个试剂瓶，敞口放置一段时间后(不考虑水分的蒸发)，则两瓶溶液的 []

(A) 质量都变小了

(B) 溶质的质量分数都变大了

(C) 体积都变小了

(D) 溶质的质量分数都变小了

(7) 往密闭容器里通入 CO 和 O_2 的混合气体，其中含有 a 个 CO 分子和 b 个 O_2 分子，使其反应后，容器内碳原子数和氧原子数之比为 []

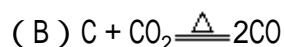
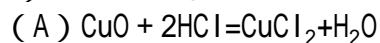
(A) $\frac{a}{b}$

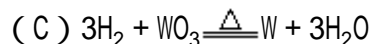
(B) $\frac{a}{2b}$

(C) $\frac{a}{2(a+b)}$

(D) $\frac{a}{a+2b}$

(8) 下列反应中氧化物发生了还原反应的是 []





(9) 能用来鉴别稀硫酸、纯水、澄清石灰水三瓶溶液的一组试剂是 []

pH 试纸 酚酞试液 稀盐酸 碳酸钠溶液 石蕊试液

(A)

(B)

(C)

(D)

(10) 下列各组物质相互反应，反应后溶液总质量比反应前溶液总质量减轻的是 []

Mg 和稀 H_2SO_4 完全反应 CuO 和稀盐酸完全反应 Na_2CO_3 溶液和澄清石灰水完全反应 NaOH 溶液和稀 H_2SO_4 完全反应 Fe 和 CuSO_4 溶液完全反应

(A) 和

(B) 和

(C) 和

(D) 和

(11) 现有试剂：蒸馏水、硝酸银、氯化钡溶液、稀硝酸。要检验某硝酸银固体是否含有少量可溶性盐酸盐杂质，应选用上述试剂中的 []

(A) 和

(B) 和

(C) 、 和

(D) 、 和

(12) 分离 FeCl_3 、KCl、 BaSO_4 的混合物，在不引入新杂质的情况下，应采用的一组试剂是 []

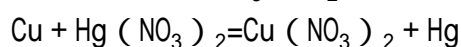
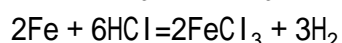
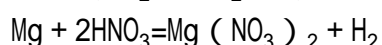
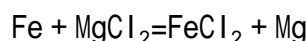
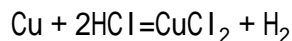
(A) 水、硝酸银、稀硝酸

(B) 水、氢氧化钠、盐酸

(C) 水、氢氧化钾、盐酸

(D) 水、氢氧化钾、稀硝酸

(13) 下列置换反应的化学方程式正确的是 []



(A)

(B)

(C)

(D)

(14) 下列各组物质，由金属跟同一种酸直接作用生成的是 []

(A) $ZnSO_4$ 和 $Al_2(SO_4)_3$

(B) K_2SO_4 和 Na_2SO_3

(C) $FeCl_2$ 和 $FeCl_3$

(D) $MgCl_2$ 和 $CuCl_2$

(15) 下列物质与水发生化合反应，且所得溶液的 pH 小于 7 的是

[]

(A) SO_2

(B) SiO_2

(C) CaO

(D) HCl

(16) 某氢氧化钠溶液中，钠离子和水分子个数比为 1 : 20，则该溶液中溶质的质量分数为 []

(A) 40%

(B) 10%

(C) 4.8%

(D) 6.0%

(17) 等质量、等溶质质量分数的稀盐酸分别与足量锌、铁、铝反应，按上述顺序，得到氢气的质量比是 []

(A) 1 : 1 : 3

(B) 2 : 2 : 3

(C) 1 : 1 : 1

(D) 1 : 1 : 2

2. 填写下列空白

(1) 钡餐透视肠胃疾病时，让病人口服硫酸钡，但若误服碳酸钡就会中毒。已知可溶性钡盐有毒，上述中毒的原因是(用化学方程式回答)____。误服碳酸钡可立即服用硫酸镁来解毒。原因是(用化学方程式回答)____。

(2) 在空气中久置的烧碱溶液，滴加盐酸后，可看到____的现象，所发生反应的化学方程式为____。

(3) 在 石灰石、 盐酸、 熟石灰、 液态氢、 碳酸氢钠溶液、 液态氧、 苛性钠等物质中，能使某些金属除锈的是(以下都填上述物质的标号)____；能用作航天工业高能燃料的是____；能浸渍多孔木屑制成炸药的是____；农业上用于降低土壤酸性改进土壤结构的是____；能制取生石灰或水泥的是____；能用于肥皂、石油、造纸、印染等工业的是____；能在

皮肤被浓酸灼伤时，作处理药剂的是_____。

(4) 把 HCl、NaOH、NaCl、SO₃ 和 CaO 分别溶于水，并在水溶液中滴入数滴紫色石蕊试液。按下列要求填空：

pH > 7 的是_____溶液，滴入石蕊试液后显_____色。

pH < 7 的是_____溶液，滴入石蕊试液后显_____色。

pH = 7 的是_____溶液，滴入石蕊试液后显_____色。

(5) 某溶液含有硝酸铜、硝酸银、硝酸钡 3 种溶质，为使上述 3 种物质分别转为沉淀分离出来，现提供 Na₂CO₃ 溶液、盐酸、NaOH 溶液 3 种试剂，若要求每次只加 1 种试剂，滤出 1 种沉淀，那么所加试剂的顺序是：_____、_____、_____。

(6) 硝酸钾溶液中混有少量硫酸铜，如果只允许用 1 种试剂除去硫酸铜，这种试剂可以选用_____，其反应的化学方程式为_____。如果用 2 种试剂来除去硫酸铜，则可选用_____。

(7) A、B、C 3 种物质的水溶液都是无色透明的。依次取少量的 A、B、C 溶液，分别滴入紫色石蕊试液后，溶液的颜色分别为红色、蓝色、紫色；将 A、B 两溶液混合，仅得到 C 溶液；往 A 溶液中滴入硝酸银溶液，生成不溶于稀硝酸的白色沉淀；C 是离子化合物，其中阳离子的结构示意图为



。试判断物质的化学名称：A_____、B_____、C_____。

(8) 有一包白色粉末可能是 Ca(OH)₂、CaCO₃、Na₂CO₃、BaCl₂、Na₂SO₄ 等 5 种物质中的 1 种或几种。取 0.50g 白色粉末放入 10mL 水中，完全溶解，呈无色透明的溶液。然后滴加盐酸，有无色气体放出。

根据上述现象判断：该白色粉末中肯定存在的物质是_____，不可能存在的物质是_____，不一定存在的物质是_____。

(9) 用化学方程式表示右下图关系中的各反应，并在括号中说明化学反应的基本类型。

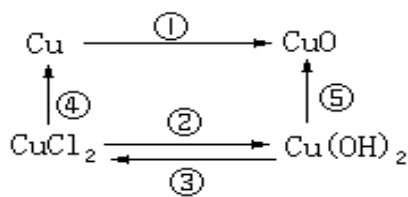
_____()

_____()

_____()

_____()

_____()



3. 欲除去下列物质中含有的少量杂质，将除去杂质加入的试剂和方法的标号填入相应的答案栏里。(每个答案栏里只能填 1 个标号，每个标号只能填写 1 次)

物质	杂质	答案	加入的试剂、方法
氯化锌	氯化铜		a、加入适量盐酸，过滤
氯化钠	碳酸钠		b、加入适量氢氧化钠溶液，过滤
炭粉	氧化铜		c、加入适量碳酸钠溶液，过滤
氢氧化钠	氢氧化钙		d、加入适量盐酸 e、加入适量锌粉，过滤

4. 用铁、水、三氧化硫、氧化铜、氢氧化钙、氢氧化铁、碳酸钠、硝酸钾等物质中的某些物质以及它们的反应产物，按下列要求写出有关反应的化学方程式。

- (1) 产生氢气的分解反应
- (2) 分别有氧气和水参加的化合反应
- (3) 氢气作还原剂的置换反应
- (4) 碱和盐发生的复分解反应

5. 一定温度下，15.0g 饱和氯化铜溶液跟足量烧碱溶液反应，可生成 4.90g 蓝色沉淀。求该温度下氯化铜的溶解度。

B (选作)

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 按照加水溶解、过滤、蒸发的顺序进行操作，就可以分离的一组混合物是 []

- (A) 炭粉和氧化铜粉末
- (B) 氧化铁和氯化钠
- (C) 氧化钡和硫酸钾
- (D) 氧化钙和石灰石

(2) 要使某溶液的 pH 由 4 变成 10，可采用的方法是 []

- (A) 加水稀释溶液
- (B) 蒸发水浓缩溶液
- (C) 加适量碱
- (D) 加适量酸

(3) 下面各组分别是两种固体物质的混合物，加水充分振荡，反应后的生成物中呈有颜色（非白色）沉淀的是 []

锌粉和氯化铜 氯化钠和硝酸银 苛性钠和胆矾 氧化钾和三氯化铁晶体 氯化铜和铜粉

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

(D)

(4) 下列各组物质 (最后一种都是过量的) 加适量水溶解, 搅拌过滤后, 滤纸上留下两种不溶物质的是 []

(A) CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{NO}_2)_3$ 、 Na_2CO_3

(B) Al 、 Ag 、 CuSO_4

(C) MgSO_4 、 NaCl 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$

(D) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 KCl 、 NaOH

(5) 将混有少量氧化亚铁粉末的锌粉, 放入盛有稀硫酸的烧杯中, 充分反应后有部分锌粉剩余, 过滤, 滤液中含有的溶质是 []

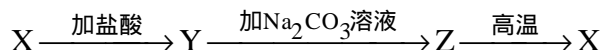
(A) H_2SO_4

(B) FeSO_4 和 ZnSO_4

(C) H_2SO_4 和 ZnSO_4

(D) ZnSO_4

(6) 能满足下列变化要求的 X 物质是 []



(A) Mg

(B) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(C) CaO

(D) K_2O

(7) 把一包固体混合物溶于水, 发现仍有难溶物质存在, 加入过量的稀硝酸后, 仅有一部分沉淀消失, 符合上述实验现象的固体混合物是 []

(A) Na_2SO_4 、 BaCl_2 、 KNO_3

(B) K_2CO_3 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(C) BaCl_2 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 NaOH

(D) AgNO_3 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 ZnCl_2

2. 填写下列空白

(1) 有 A、B、C 3 种金属。在它们的氧化物中, 只有 B 的氧化物溶于水, 且水溶液的 pH 大于 7。又知 C 能从硝酸汞溶液中置换出汞, 但 C 不溶于盐酸; A 能在氧气中剧烈燃烧, 火星四射, 生成黑色固体。3 种金属按它们的活动性由强到弱的排列是_____。

(2) 把足量的盐酸加入盛有镁粉、铜粉、铁粉、银粉、氯化钠和碳酸钠混合物的烧杯中, 完全反应后加水稀释, 过滤。在滤纸上剩下的物质是_____, 滤液里的溶质是_____。有关反应的化学方程式是_____。

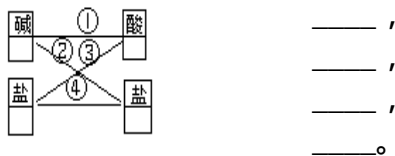
(3) 为了鉴定氯酸钾中含氯元素, 请从下面给定的试剂和实验操作中, 按实验过程先后选定正确的顺序应是 (填序号)_____。

(A) 滴加 AgNO₃ 溶液 (B) 加水溶解 (C) 加热 (D) 加 HNO₃ (E) 过滤后取滤液 (F) 加催化剂

(4) 有 4 组物质： MgO、CaO、CO₂、Fe₂O₃； Zn、Al、Fe、Cu； H₃PO₄、H₂O、HNO₃、H₂SO₄； NO、CO、O₂、CO₂。上述各组中均有 1 种物质在性质、类别等方面与众不同。这 4 种物质依次是____、____、____、____。它们相互反应可生成 1 种物质，反应的化学方程式是_____。

(5) 溶质的质量分数为 m% 的硫酸溶液和等质量的质量分数为 n% 的氢氧化钾溶液完全中和，则 m 和 n 之比是_____。

(6) 从盐酸、硫酸、石灰水、烧碱、氢氧化钡、纯碱、硝酸钠、氯化钡 (均为溶液) 8 种物质中选出 4 种，使得各线条相连的物质均能反应生成难溶物。将选出物质的化学式按要求填写在下图相应的方框中，并写出____、____、____、____ 各步反应的化学方程式：



(7) A、B、C、D 4 种可溶性离子化合物，它们的离子分别是由下列两组离子中的各 1 种 (每种离子只选 1 次) 所构成。

阳离子组：Ag⁺、Na⁺、Mg²⁺、Cu²⁺；阴离子组：Cl⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻、OH⁻
将 A、B、C、D 4 种物质的稀溶液两两混合有如下实验现象：

A + B 生成白色沉淀 B + D 生成白色沉淀
C + D 生成蓝色沉淀

则 A 是____，B 是____，C 是____，D 是____ (均填化学式)。

(8) 一种不纯的铁，已知它含有铜、铝、钙或镁中的一种或几种金属杂质。5.6g 这样的铁跟足量的稀硫酸完全反应时，生成氢气 0.20g，则此种铁中一定含有的金属杂质是_____。

3. 现有一定量的氧气、稀盐酸、锌粉、氧化钠、氢氧化铁、碳酸钙、水和稀硫酸等 8 种物质。按下列要求从中选择适当物质 (每种物质只能用 1 次)，写出化学方程式。

- (1) 化合反应
- (2) 置换反应 (生成物中有可燃气体)
- (3) 分解反应 (生成物中有固体)
- (4) 复分解反应 (制取气体)

4. 用化学方程式表示由硫酸铜、生石灰、纯碱、木炭粉、水 5 种物质制取铜的反应 (不必叙述操作过程)，指出各反应的基本类型。

5. 某种金属样品 4.0g，投入 100g 溶质的质量分数为 9.8% 的稀硫酸中 (样品中的杂质不跟酸反应) 恰好完全反应，测得生成的硫酸盐 (正盐) 中含硫、氧两元素的质量分数共为 80%，求金属在样品中的质量分数。

6.把氯化镁和硫酸镁的固体混合物 28.0g，溶于水制成溶液，向该溶液中加入适量的氯化钡溶液，使之恰好完全反应，然后过滤，得干燥纯净沉淀 23.3g，并称得滤液质量为 127.5g，试计算滤液中溶质的质量分数。

7.有一种由氯化钙和氯化钠组成的混合物，取 34.8g 溶于 50.0g 水中，使其充分溶解后，加入 ag 的碳酸钠溶液，恰好完全反应，生成 20.0g 沉淀。经过滤，所得滤液在 t 时刚好为饱和溶液。已知 t 时氯化钠的溶解度为 36.0g，试求：

(1) a 的值；

(2) 所加碳酸钠溶液中溶质的质量分数。

选学

第十章 生活中的化学

我们生活在现代社会，需要具有一定的化学知识。吃、穿、用是人们生活的三个重要方面。目前，我国人民的物质生活正在从吃饱、穿暖和用好，向着注意饮食营养、讲究穿着舒适、美观、潇洒和使用力求方便的方向发展。现代物质生活的方方面面都已打上化学的印记。化学工业为人类的美好生活不断提供着许许多多必需的物质。

人体的六大营养要素是糖类、油脂、蛋白质、水、无机盐和维生素。它们的化学成分各是什么？这些营养成分怎样被人体吸收？人们穿着的天然纤维织物和人工合成纤维织物各有哪些优缺点？日常生活中使用的各种非金属材料（矿质材料和高分子材料）是由什么原料制造的？这些材料各有哪些优缺点？这些都与化学密切相关。我们要从化学角度来认识和解决这些问题，使生活更加美好。

第一节 淀粉 油脂蛋白质

食品主要由富含淀粉、油脂和蛋白质等原料构成，是供人们食用的具有营养的物质。人类的食品主要来自植物和动物，如淀粉来自大米、小麦、玉米等粮食，油脂来自大豆、菜籽油、动物脂肪等，蛋白质来自肉类、鱼类、禽蛋、牛奶等。这三大类营养物质具有怎样的组成、结构及性质呢？

一、淀粉

淀粉是一种白色粉末状物质，没有气味和味道，难溶于冷水，加热到 50 ~ 60 时能分散在水中，形成半透明的胶状体。淀粉遇单质碘显蓝色。

淀粉是由碳、氢、氧三种元素组成的大分子化合物。组成淀粉的单元是葡萄糖。葡萄糖分子是由碳、氢、氧三种元素共 24 个原子组成的(如图 10-1)，化学式为 $C_6H_{12}O_6$ 。许许多多葡萄糖分子按照一定的连接方式构成淀粉这种大分子化合物。可以用“项链”比喻淀粉分子，而“项链”上的“链珠”就是葡萄糖分子。这个“项链”是由同一种颜色和大小“链珠”按照一定的连接方式构成的，但“项链”的长短不一。淀粉分子的化学式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ， n 值约为 200 ~ 1000，式量为图 10-1 葡萄糖分子模型 40000 ~ 200000。

二、油脂

油脂有固态、液态两种存在形式，均难溶于水，易溶于汽油等有机溶剂。油脂是由碳、氢、氧等元素组成的化合物。它是由长链的有机酸和甘油生成的，通常叫做甘油三酸酯。实际上油脂是多种甘油三酸酯的混合物，式量一般在 800 左右。

三、蛋白质

蛋白质也是一类大分子化合物，在水中可以分散成胶体。

蛋白质主要是由碳、氢、氧、氮、硫等元素组成。它的基本组成单元是氨基酸，如氨基乙酸、丙氨酸等。这些不同的氨基酸按照一定的顺序结合起来(如图 10-2)，式量从几万到几百万。若仍以“项链”比喻蛋白质分子，则这个“项链”是由许多颜色不同、大小各异的“链珠”构成的(如图 10-3 表示蛋白质分子的一部分)。

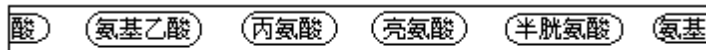


图10-3 蛋白质分子的部分示意图

四、食物在人体中的化学反应

食物能满足人体三个方面的需要：一是为身体各组织器官的生长和修复提供原材料；二是在身体调控生命过程中需要合成化合物时提供原材料；三是为生命活动提供能量。

食物在进入人体后首先需要进行消化，把大块食物粉碎成小块，把大分子分解成较小的分子。

实验 10-1 淀粉跟水的反应

取 4mL 淀粉溶液，加入 1 滴碘水后振荡，观察溶液的颜色；再往其中加入少许唾液，再振荡，观察发生的变化。

实验表明，淀粉遇碘显蓝色。这个特征反应可以鉴定淀粉的存在。当往淀粉溶液中加入唾液后，蓝色渐渐褪去。这是因为淀粉跟水发生反应生成了麦芽糖（小分子）。

淀粉在口腔唾液中淀粉酶的作用下，跟水分子发生反应，断裂成为麦芽糖分子；麦芽糖在小肠中受胰液酶的作用，转变成葡萄糖被小肠吸收，进入血液，再输送到各器官组织。蛋白质在酶的作用下，分解成为多种氨基酸，被吸收后，一部分变成代谢产物（如尿素、水、二氧化碳）排出体外；一部分则在酶的作用下合成人体所需要的蛋白质，贮存起来。油脂在人体内经过酶的作用，生成脂肪酸和甘油，一部分被人体吸收后再合成脂肪，贮存在皮下，供人体代谢的需要，另一部分经过氧化提供生命活动所需要的能量。

实际上进入人体中的淀粉、油脂、蛋白质等的分解产物，跟呼吸获得的氧发生反应，产生能量、水及二氧化碳等。据测定，1g 葡萄糖完全氧化产生约 15.6kJ 能量；1g 油脂完全氧化产生约 38kJ 能量，是人的重要能源；1g 蛋白质完全氧化产生约 24kJ 能量。应当指出，在人体内的三大营养物质都可以发生一定程度的转换，尤其是脂肪，主要不是来自摄入的食用油脂，而是由糖类代谢的中间产物转化而成的。因此食用过多的淀粉、蔗糖也容易引起肥胖症。

食物在人体中转化为易被吸收的营养素，其中，一部分营养素又转化为人体所需要的蛋白质、脂肪等贮存起来；另一部分营养素进一步氧化产生能量等。在这个十分复杂的生物化学过程中，水是不可缺少的物质，而酶起着重要的催化作用。酶也是一种蛋白质。健康的饮食结构应为 65% 的淀粉、糖类，15% 的脂肪和 20% 的蛋白质，以及适量的维生素、矿物质、水和纤维素。只要保持良好的营养结构和体育锻炼或体力活动，人体就能处于健康的生理状况。

习 题

1. 食物满足人体哪三方面的需要？
2. 淀粉、蛋白质各主要由哪些元素组成？它们各自的基本单元是哪一类物质？
3. 淀粉、油脂、蛋白质这三类物质，充分氧化释出能量最多的是哪一类？能迅速氧化而提供能量的是哪一类？
4. 营养素在人体中主要发生哪两类反应？它们分别起什么作用。
5. 试访问食品部门，了解近年来当地人们的食品结构发生了哪些变化？
6. 试试看，你能初步计算一下自己的饮食结构吗？

第二节 纤维 肥皂和洗涤剂

一、两类天然纤维

纤维通常是指长度比直径大许多倍、且比较柔韧的纤细物质。棉花和麻是植物纤维，丝、毛是动物纤维，它们均是天然纤维。其中，植物纤维（纤维素）和淀粉相似，也是由葡萄糖分子为单元构成的，但其葡萄糖单元的数量和连接方式不同，从而形成了与淀粉不同的另一类大分子。纤维素的化学式也是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，其式量在百万以上，即其化学式中的 n 值比淀粉的 n 值大得多。纤维素是构成植物细胞壁的主要成分。人体消化淀粉的淀粉酶不能消化纤维素。丝、毛等动物纤维则是由蛋白质构成的，是蛋白质纤维。天然的动、植物纤维，目前仍是人们衣着不可缺少的生活资料，它们在工农业生产中也有重要用途。

实验 10—2 植物纤维和动物纤维的鉴别

取一小片棉布（或一小团棉花）、一小束纯毛线，用镊子夹住，分别放在酒精灯的火焰上烧，观察发生的现象，将燃烧的产物放在白纸上，用手触试，同时闻产生的气味。

植物纤维燃烧时有烧纸的气味；动物纤维燃烧时则有焦毛气味。据此，可以初步鉴别它们。

植物纤维和动物纤维共同的特点是有良好的吸湿性，容易染色。动物纤维比植物纤维的弹性和柔软性更好。植物纤维的纤维素怕酸，动物纤维的蛋白质怕碱，不耐热，还怕虫蛀和霉变等。这些在洗涤和保存天然纤维织物时应予注意。

用植物纤维造纸是我国古代四大发明之一。造纸在我国已有 2000 多年的历史。公元 105 年，东汉的蔡伦总结了劳动人民的实践经验，用树皮、破布以及废麻等为原料，制出质地良好的纸。经历 1000 多年，造纸术才陆续传到世界各地。这一发明对人类文化传播和发展起了重大作用。现代主要用木材、芦苇、麦秸和麻等为原料造纸。如用木材造纸，先把伐下的树去掉枝叶和树皮得到树干，经粉碎后用机械法或化学法制成纸浆，再经过漂白、打浆、抄纸（铺成薄层）和烘干，就制成了纸张。目前，世界上新闻纸、书籍、信笺和书写用纸等的用量，只占纸总产量的一半，其余的则用来制纸杯、纸盘、纸鞋、纸衣和纸雨衣等。纸制品在人们生活中的应用将日益广泛。

二、化学纤维和合成纤维

在植物体中纤维素的含量很高，但是除棉、麻外其他植物的纤维太短，能直接用于纺纱的不多。能用于纺纱的动物纤维就更少。人们用化学方法把不能直接用于纺纱的短纤维，如木材、秸杆、稻草、芦苇等加工成可以用于

纺纱的人造纤维，例如，粘胶纤维等。人造纤维的强度不如天然纤维，但吸湿性和染色性与天然纤维差不多。

天然纤维以及人造纤维，其原料主要来源于动植物，生产周期长，并受自然条件的限制，难以满足人们日益增长的需要。于是人们研究出以石油、煤等为原料，经过化学加工得到小分子（如乙烯、丙烯等）的有机化合物，再将这些小分子聚合成大分子，合成可供纺纱的合成纤维，如涤纶（的确良）、锦纶（尼龙）、腈纶（人造羊毛）等。合成纤维原料易得，不受自然条件限制，制得成品还具有强度大、弹性好、耐磨、耐化学腐蚀、不会发霉、不怕虫蛀、不缩水等优点。合成纤维制成的衣服美观大方、结实耐穿，其缺点是吸湿性和舒适性差，穿合成纤维制的衣服，会使人感到气闷。如果把几种纤维交织混纺，就能改善织物的性能。例如，涤棉纤维既有涤纶的强度、挺括不皱的优点，又有棉纤维的吸湿性和易染色的性能。

三、肥皂和洗涤剂

空气中漂浮着大量的尘埃颗粒，穿着对灰尘微粒吸附能力强的衣物，就越容易脏。尤其是沾有油渍和汗渍的纤维织物，对灰尘有更强的吸附力。为保持衣物清洁，需要经常洗涤。一些毛料衣服可以干洗，就是把衣服上的油渍用汽油等溶剂洗掉，尘埃也同时除掉。日常生活中主要还是用水和肥皂、洗涤剂洗净衣物。水不能很好地溶解衣物上的油渍和灰尘，要洗净衣物，还应用肥皂和洗涤剂。在肥皂或洗涤剂存在下水可使纤维织物润湿，肥皂或洗涤剂溶液可使油渍污物和纤维织物在搅动时分离，最后使污物悬浮在水中，再经漂洗，衣物就干净了。

肥皂和洗涤剂如何使油渍污物和纤维织物分离呢？

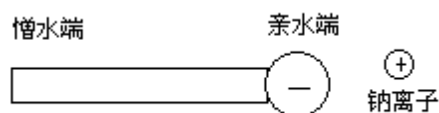


图10-4 肥皂或洗衣粉分子结构示意图

肥皂是用动物脂肪或植物油脂和碱一起经化学反应制成的，其主要成分是硬脂酸钠，化学式是 $C_{17}H_{35}COONa$ 。硬脂酸钠分子中一部分亲水憎油原子团（即亲水性原子团）能跟水溶合，另一部分是亲油憎水原子团（即亲油性原子团）能跟油溶合（图 10—4）。用肥皂洗涤织物时肥皂分子的亲油性原子团溶入织物上的油滴内，亲水性原子团则留在油滴外的水中。这样，油滴就被肥皂分子包围起来，再经摩擦振动，大的油滴被分散成小的油滴，脱离织物而分散到水中（图 10—5）。

洗衣粉是肥皂的代替物，是用化学方法合成的分子中含有亲水性原子团和亲油性原子团的物质，即合成洗涤剂。目前常用的合成洗涤剂主要是烷基

苯磺酸钠，它的分子组成和硬脂酸钠很相似，合成洗涤剂分子中的亲油性原子团具有更强的亲油作用，亲水性原子团具有更强的亲水作用，去污能力比肥皂更强。另外，天然水多为硬水，即水中含有较多的碳酸氢钙和其他杂质（如碳酸氢镁、硫酸钙、硫酸镁等），用肥皂在硬水中洗涤衣物时，肥皂中的硬脂酸钠与硬水中的钙盐和镁盐，会生成硬脂酸钙和硬脂酸镁沉淀，从而降低了肥皂的去污作用和发泡能力，既耗费了肥皂，又不易洗净衣物，所产生的沉淀还会粘附在织物纤维的缝隙中，使织物变硬。而一般合成洗涤剂中约含 9% 的磷酸盐，洗涤衣物时能和硬水中钙离子、镁离子结合，而溶到水里，还能使污垢微粒悬浮在水中。因此，合成洗涤剂在硬水中仍保持其去污能力，还能保护织物的柔软性。

实验 10—3 肥皂、洗衣粉在蒸馏水和天然水中的发泡比较

取两支试管，分别加入蒸馏水和天然水（河水或井水），然后各加入少量浓肥皂液，剧烈振荡，观察发生的现象。另取两支试管，同样加入蒸馏水和天然水（河水或井水），然后各加入少量洗衣粉，剧烈振荡（图 10—6），观察发生的现象。

合成洗涤剂是以石油产品为原料制成的，包括洗衣粉、清洁剂、洗洁精和洗发香波等几大类，目前已有几百种之多。洗衣粉有的碱性强些，有的呈中性（用于洗涤细软或特殊的织物）。合成洗涤剂从剂型上分有粉状、膏状和液体的；从性能和用途上分，有加酶 的、加增白上光剂 的等。在日常的洗涤中总是选用去污能力、湿润能力和乳化能力都强的洗涤剂。

合成洗涤剂的主要成分烷基磺酸盐或烷基苯磺酸盐等都很稳定，不能被微生物分解而在污水中积累，会对水源造成污染；添加剂中的磷酸盐已成为我国湖泊的重要污染源。实现无磷化是合成洗涤剂的发展趋势。目前有些国家已在研制用天然动植物油为原料的节水、节能型肥皂粉和生物洗衣粉，如将海藻中的有效成分制成洗衣和护发用品，以保护环境。

习 题

1. 棉、麻织物和丝、毛织物在成分和性能上有何不同？
2. 怎样检验两块在外表看来没有什么差异的棉布和毛料？
3. 人造纤维和合成纤维有何不同？
4. 用汽油擦去油迹和用肥皂去油迹相比有什么不同？
5. 洗棉、麻织物和洗丝、毛织物最好各用什么洗涤剂？
6. 一条洁白、柔软的毛巾用井水和肥皂洗涤，经一段时间新毛巾会发生什么变化？

第三节 塑料橡胶

合成树脂、合成橡胶和合成纤维是常见的高分子合成材料。这些合成材料在工农业、交通运输以及国防科研和日常生活中都有重要的用途。高分子合成材料是数以千计的简单分子，通过化学反应相互结合成为式量很大（至少在几千以上，大都是几万、几十万甚至更大）的高分子化合物。例如许多个乙烯（ C_2H_4 ）分子通过聚合生成聚乙烯。高分子化合物的性能优良，密度小、强度高，还具有一定的塑性、弹性、耐磨、耐腐蚀和电绝缘性等。高分子化合物通过加工，可得塑料、合成纤维、橡胶等高分子合成材料。

一、塑料

塑料是一类具有可塑性的高分子材料，一般是以合成树脂（如聚乙烯）为主体，再加入一定量的填充剂、增塑剂等物质，在一定温度、压力下，塑制成一定形状的材料。根据塑料受热时的性质不同，可把塑料分为热塑性塑料（如聚乙烯、聚丙烯、尼龙等）和热固性塑料（如酚醛塑料、脲醛塑料，环氧树脂等）两大类（图 10—7）。热塑性塑料受热时变软，可以塑造，冷却时变硬，这种软硬变化可以重复多次；热固性塑料一旦受热凝固后，再也不能使它软化。所以，热固性塑料不能反复塑造。

塑料密度小，大约是钢的 $1/5$ ，是铝的 $1/2$ 。若塑料加工时加入一些发泡剂制成泡沫塑料，其密度小的只有水的 $1/30$ 到 $1/50$ ，是很好的保温、隔热、防震材料，可制造救生圈。塑料不仅加工简便，可以高速度、自动化、大批量生产塑料制品，而且具有电绝缘性、耐磨、耐化学腐蚀和不易传热等优点。因此，塑料有广泛的用途。

二、合成橡胶

合成橡胶是以石油和天然气为原料合成的一种高分子化合物。早期人们使用的天然橡胶是从橡胶树干上割取像牛奶一样的胶汁，往其中加入甲酸或乙酸，使其凝聚。这种胶汁凝聚物——生胶虽然有弹性，但在冬季会变脆，夏季又会变粘。若将生胶和硫黄一起加热即对生胶硫化后，就可以保持天然橡胶的弹性，而不再有变脆、变粘的缺点。不过，天然橡胶产量少，远不能满足工农业生产、国防及人们生活的需要。化学家从对天然橡胶的结构研究中受到启发，合成了与天然橡胶结构相同或相似的多种合成橡胶，如丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶及具特殊性能的特种橡胶，如医疗、航空工业上广泛应用的硅橡胶，耐高温的氟橡胶和耐油性特别好的丁腈橡胶等。

在工农业生产、国防、科研和日常生活里，如制造飞机、军舰、汽车、拖拉机、收割机、大炮、火箭、人造卫星、宇宙飞船等都离不开橡胶，如图10—8所示。

习 题

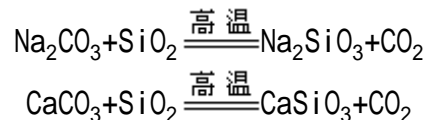
1. 塑料、合成纤维、合成橡胶这三大类合成高分子材料有何相似与相异处？
2. 塑料有哪两大类？它们之间主要不同处是什么？
3. 塑料有哪些重要特征和主要用途。
4. 天然橡胶和合成橡胶有何不同？
5. 橡胶在日常生活和家用制品中的主要应用举例。

第四节 玻璃陶瓷水泥

玻璃、陶瓷和水泥属于非金属矿物质材料。玻璃、陶瓷制品在人们生活中几乎随处可见，水泥是建筑、道路建设等不可缺少的材料。

一、玻璃

生活中最常见的玻璃瓶、玻璃杯、窗玻璃等是由钠玻璃制造的。钠玻璃是用二氧化硅（沙）、碳酸钙（石灰石）和碳酸钠（纯碱）经高温熔融后制成的。生产玻璃时，把原料粉碎、按比例混合，放入玻璃熔炉中加强热熔融。这些原料熔融时，碳酸盐分解成为氧化物的混合液体，再和熔融的二氧化硅熔合在一起成为玻璃。钠玻璃的主要成分是硅酸钠（ Na_2SiO_3 ）和硅酸钙（ CaSiO_3 ）的混合物。



另外，还可能因原料不纯，而使钠玻璃中含有少量镁和铝的氧化物。

玻璃液体逐渐冷却变稠但不形成结晶，因此玻璃没有固定的熔点（凝固点），而是在某一温度范围内逐渐软化，在软化状态下，放入模子中逐渐冷却变稠后成型，可以制成各种形状的玻璃制品。如果把普通玻璃原料稍加改变，或加入一些不同数量的其他成分，可以得到许多不同性质的特种玻璃。如用碳酸钾（ K_2CO_3 ）代替碳酸钠，可以制得钾玻璃；如在玻璃原料中加入卤化银（如 AgBr 等）则可制得变色玻璃。把普通玻璃放入电炉中加热，待它软化后急速冷却，可得到钢化玻璃，它的机械强度比普通玻璃大 4~6 倍，且不易破碎，即使破碎时碎片也没有尖锐的棱角，不易伤人。所以汽车、火车的车窗都装有钢化玻璃。

二、陶瓷

制造陶瓷的粘土是数种矿物质原料的混合物，其中主要的矿物质原料成分是高岭土 $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$ ，还有长石和石英。从结构上看其原子是层状排列的，晶体很小。湿的粘土可以模塑，这是小晶体之间可以滑动，水起润滑剂作用的缘故。粘土干燥后变得坚硬，是由于小晶体棒状物彼此交插在一起的缘故。粘土制得的陶器易破碎。

陶器放在 1000 的窑中加热后变成了坚固的陶瓷。在窑中，粘土中的物质生成了玻璃或新的矿物质材料，即由许多硅酸盐小晶体和玻璃结合生成陶瓷。瓷器是用白粘土在 1250 ~ 1400 烧制而成，其中玻璃成分的量比陶器高。

陶瓷和玻璃制品一样，它的优点是坚硬、耐压、化学性质不活动、耐热，在空气中加强热也不会燃烧、电绝缘性好，而且极易洗涤干净；缺点是抗张力弱、易破碎，尤其在温度突然变化时易碎裂。

我国瓷器生产历史悠久，产品驰名海外，瓷器的英文名称为 china。我国的瓷都——江西省景德镇所生产的瓷器“白如玉、明如镜、薄如币、声如磬”，享誉全球。河北省唐山、邯郸生产的日用陶瓷、卫生陶瓷和建筑陶瓷质量优良，行销国内外。

三、水泥

制取水泥的主要原料是石灰石和粘土。生产水泥时，先把石灰石、粘土和辅助原料等按比例混合后磨细，制得水泥的生料；生料经煅烧得到水泥熟料，然后加入石膏再次研磨就得到水泥。如果加工、配料不同，可以制成快硬水泥、膨胀水泥、大坝水泥和白水泥等适于不同用途的水泥。

水泥加水拌和后能在空气中或水中硬化。水泥、沙子和水的混合物叫水泥砂浆。水泥具有很好的粘结性，能把沙、石等牢固地粘结在一起。凝结硬化的水泥，机械强度很高。因此水泥是工程和建筑中很重要的材料。普通水泥根据其水泥砂浆硬结 28 天后的抗压强度大小不同分为 200、250、300、400、500、600 等 6 种标号，抗压强度越高，标号越大。一般大型桥梁、工厂厂房和高层建筑多用 400 号以上的水泥构建。

河北省邯郸水泥厂和冀东水泥厂属于较大型水泥厂。目前，我国水泥年产量已突破 2×10^8 t (2 亿吨)，产量居世界前列。

习 题

1. 钠玻璃中主要含有哪些元素？
2. 写出碳酸钙在制玻璃过程中分解反应的化学方程式。
3. 玻璃、陶瓷制品有哪些优缺点？
4. 陶器和瓷器有什么不同？
5. 水泥在储存运输过程中应注意什么？

总复习题

1. 将正确答案的序号填入括号内

(1) 在 H_2S 、 H_2O 、 H_2SO_4 、 H_2 4 种物质中，下列叙述正确的是

[]

- (A) 都含有氢元素
- (B) 氢元素都以化合物状态存在
- (C) 氢元素的化合价都相同
- (D) 都含有两个氢原子

(2) 下列物质不是纯净物的是

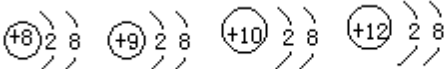
[]

- (A) 使空气通过灼热的铜粉而得到的气体
- (B) 电解水时负极收集到的 H_2
- (C) 铜、氧两种元素的质量比为 4 : 1 的氧化铜试样
- (D) 蓝矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

(3) 下列物质隔绝空气加热，发生反应后各元素的化合价无变化的是

[]

- (A) KMnO_4
- (B) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与 C 的混合物
- (C) MgCO_3
- (D) KClO_3

(4) 根据  的微粒结构示意图，

下列说法不正确的是

[]

它们都带有电荷 它们都具有相对稳定性 它们的核外电子排布相同
它们表示同一种元素

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

(5) 下列物质的变化属于物理变化的是

[]

- (A) 胆矾受热变成白色粉末
- (B) 用稀硫酸除铁锈
- (C) 用氧炔焰焊接金属
- (D) 石灰水在空气中，表面形成白膜

(6) 下列实验操作正确的是

[]

- (A) 稀释浓硫酸时，应把水慢慢注入浓硫酸里
(B) 给试管、烧杯、烧瓶、蒸发皿加热时，均可不垫石棉网
(C) 量取 5mL 液体，最好选用 10mL 的量筒
(D) 试管固定在铁架台上时，铁夹应夹在试管中部
- (7) 下列实验操作有错误的是 []
(A) 给试管里的液体加热，液体体积一般不要超过试管容积的 1/3，用手拿住试管上端，在酒精灯外焰上加热
(B) 洗干净的试管应倒放在试管架上晾干
(C) 如果被加热的玻璃容器外壁有水，应在加热前擦干，以免容器炸裂
(D) 实验中未注明液体药品用量时，一般取 1mL ~ 2mL
- (8) 下列因果关系不成立的是 []
(A) 因为氧气具有助燃性，所以可以用于提高炼钢炉的温度
(B) 因为常温下空气性质稳定，所以可作还原性保护气
(C) 因为常温下碳不跟一般氧化剂反应，所以用墨绘制的字画，日久仍不变色
(D) 因为干冰“蒸发”时吸收大量的热，并不留下液体，所以是优良的致冷剂
- (9) 有 A、B 两种物质各 8g 和 C (催化剂) 2g 混合，加热后 A 和 B 反应生成 D，当 B 完全反应后测得生成 12gD，则反应后混合物中还含有 []
(A) 4gA 和 2gC
(B) 4gA
(C) 4gA 和 9gC
(D) 2gC 和 4gB
- (10) 某化合物在空气中燃烧生成二氧化碳和水，下列关于该化合物组成的说法正确的是 []
(A) 肯定含有碳、氢、氧三种元素
(B) 肯定含有碳、氢元素，可能含氧元素
(C) 肯定含有碳、氢元素，不含氧元素
(D) 不可能同时含碳、氢、氧三种元素
- (11) 若仅用如下仪器和用具：烧杯、试管、量筒、铁架台 (带铁夹)、酒精灯、集气瓶、玻璃片、水槽、玻璃导管、胶皮管、单孔橡皮塞、药匙、火柴。从缺乏仪器和用具的角度看，下列实验不能进行的是 []
(A) 制取氢气
(B) 粗盐的提纯
(C) 氢气还原氧化铜
(D) 配制 100g 溶质的质量分数为 30% 的氢氧化钠溶液

(12) 下列说法正确的是 []

(A) pH 越大, 表示溶液的酸性越强

(B) 要制得溶质的质量分数大的石灰水, 就必须用热水去溶解生石灰

(C) 结晶水合物既是一种化合物, 又是一种纯净物

(D) 酚酞试液在酸性溶液中显红色

(13) t 时, 往饱和的硫酸铜溶液中加入少量白色硫酸铜粉末, 溶液仍保持在 t 时, 下列叙述正确的是 []

有蓝色晶体析出 饱和溶液总质量不变 饱和溶液中溶质质量减小

饱和溶液中溶剂质量减少 饱和溶液中溶质的质量分数减小 饱和溶液中溶质的质量分数不变

(A)

(B)

(C)

(D)

(14) 把 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 和 AgNO_3 的混合物溶解在足量的蒸馏水中, 再加入一些锌粒, 待反应进行完毕后再过滤, 下列不可能存在的情况是 []

(A) 滤纸上有 Ag, 滤液中有 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 和 Zn^{2+}

(B) 滤纸上有 Cu 和 Ag, 滤液中有 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 和 Zn^{2+}

(C) 滤纸上有 Cu、Ag 和 Fe, 滤液中有 Fe^{2+} 和 Zn^{2+}

(D) 滤纸上有 Cu、Ag、Fe 和 Zn, 滤液中有 Fe^{2+} 和 Zn^{2+}

(15) 下列说法正确的是 []

(A) 任何微粒的正负化合价的代数和都等于零

(B) 能导电的溶液里阳离子所带正电荷总数一定等于阴离子所带负电荷总数

(C) 溶液质量与溶质的质量分数都相同的酸与碱两种溶液混合后, 所得溶液一定是中性的

(D) 析出晶体后的溶液仍然是饱和溶液, 它的溶质的质量分数一定没有变

(16) 下列计算式正确的是 []

(A) NH_4NO_3 中氮元素的质量分数为 $(14/80) \times 100\%$

(B) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 中铁元素的质量分数为 $(56/152) \times 100\%$

(C) CH_4 中碳元素的质量分数为 $(12/16) \times 100\%$

(D) 1.5L 质量分数为 98% 的浓硫酸 (密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$) 中含溶质的质量为 $(1.5 \times 1.84 \times 98\%) \text{g}$

(17) 下列说法正确的是 []

(A) $x\text{g}$ 食盐水中含 $y\text{g}$ 氯化钠, 则该食盐溶液中溶质的质量分数为

$$\frac{y}{x}\%$$

(B) t 时, A、B 两种物质的溶解度是 $A < B$, 则质量相同的 A、B 饱和溶液中, 溶剂的质量也是 $A < B$

(C) 同一种物质的饱和溶液一定比其不饱和溶液中溶质的质量分数大

(D) 把 xg 某物质溶于 yg 水中, 所得溶液中溶质的质量分数不一定

$$\text{等于 } \frac{x}{x+y} \times 100\%$$

(18) 把一定质量的某物质的溶液蒸发掉 10.0g 水后, 再冷却到 20 , 有 2.00g 溶质结晶析出, 此时溶液中溶质的质量分数为 25.0%, 则该物质在 20 时的溶解度约为 []

(A) 20.0g

(B) 25.0g

(C) 33.3g

(D) 50.0g

(19) 把盐酸、碳酸钾、硫酸、氢氧化钾和硝酸钾 5 种无色透明溶液鉴别开来, 下列的实验方案中所加试剂和先后顺序比较合理的是 []

(A) BaCl_2 溶液、稀 HNO_3 、石蕊试液

(B) 石蕊试液、 AgNO_3 溶液、稀 HNO_3

(C) AgNO_3 溶液、石蕊试液、稀 HNO_3

(D) 稀 HNO_3 、石蕊试液、 BaCl_2 溶液

(20) 将 5.0g 由 CO 与 O_2 组成的混合气体点燃, 生成的 CO_2 通入足量澄清石灰水中得到 10g 白色沉淀, 由此推断原混合物中 []

(A) CO 可能是 3.4g

(B) O_2 一定是 1.6g

(C) O_2 可能是 2.2g

(D) CO 为 3.3g, O_2 为 1.7g

(21) 将氢氧化铜固体 98g 加强热, 再通入一定量的 CO, 冷却后, 剩余固体 75g, 然后加入适量的稀硫酸, 反应后, 将溶液恰好蒸干, 则得到的固体物质是 []

(A) CuSO_4 和 Cu

(B) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

(C) Cu

(D) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 Cu

2. 填写下列空白

(1) 金属元素 M 的原子量为 70, 它在化合物中只有一种化合价。已知

它的磷酸盐的式量为 165，则它的硫酸盐的式量是_____。

(2) 道尔顿提出的近代原子学说对化学的发展起了十分重要的作用。他的学说中有下述三个论点：原子是不能再分的粒子；同种元素的原子的各种性质和质量都相同；原子是微小的实心球体。从现代的观点看，你认为这三点，不正确的是(填序号)_____。

(3) 书写化学方程式要注意两个原则：一是_____；二是_____。若 Mg 跟 CO_2 在高温下反应生成 MgO 和 C，则该反应的化学方程式是_____，该反应中作为还原剂的是_____。

(4) 有 A、B、C、D 4 种物质，其中 C 能跟水反应生成 X。A、B、D 都不溶于水，也不跟水反应；B 和 A 是黑色粉末，将其混合物在高温下反应，能生成红色粉末 Y 和能使 X 溶液变浑浊的气体 Z；Z 跟灼热的 B 反应生成一种无色有毒的还原性气体 E，D 在高温下煅烧生成 C 和 Z。按要求写出下列有关反应的化学方程式：

B 跟 A 在高温下反应：_____；

Z 跟 B 在炽热时反应：_____；

D 在高温下煅烧：_____。

(5) 等质量的锌和铁，分别跟足量的稀硫酸反应，根据右图判断(m 表示 H_2 的质量，t 表示反应时间)：

A 物质是_____；

B 物质是_____。

(6) 无色混合气体可能含有水蒸气、CO、 CO_2 、HCl 和 H_2 ，当气体通过浓 H_2SO_4 后，气体体积没有变化，再通过澄清石灰水后，没有出现浑浊现象，但气体体积缩小一半。点燃导出的尾气，将燃烧后产生的气体通过无水硫酸铜不变色，却能使澄清石灰水变浑浊。则该混合气体中肯定存在_____，肯定不存在_____，可能存在_____。

(7) 甲、乙、丙 3 种固态物质：锌、氢氧化铜、铜；A、B、C、D、E 5 种溶液： CuSO_4 、 Na_2SO_4 、 ZnSO_4 、NaOH、 H_2SO_4 (稀)。常温下，它们相互转变的关系如下：

A + C 甲 + D 甲 + B C + 水

乙 + C 丙 + E 乙 + B E + 氢气

试经过分析、推断，填写下列空格(填化学式)：

甲_____，乙_____，丙_____。

A_____，B_____，C_____，D_____，E_____。

(8) a、b、c、d 分别是 HCl、 BaCl_2 、 AgNO_3 、 Na_2CO_3 4 种物质的无色溶液中的某 1 种，现将它们两两混合，产生的现象如下表所示：

反应物	a+b	c+d	a+d	c+a	d+b
现象	白色沉淀	白色沉淀	沉淀	白色沉淀	无色气体

由上可推知 a、b、c、d 依次是_____。

(9) 有一铜粉样品，因有部分被氧化，氧元素的质量分数为 0.80%，则样品中铜元素的质量分数是_____。

3. 为配制 100g 质量分数为 2.5% 的氢氧化钠溶液，某同学进行如下实验操作：

(1) 称量 2.5g 固体氢氧化钠在天平两端各放一质量相同的纸片，调整天平零点，然后在左盘放 2g 砝码，游码拨至 0.5g 处，往右盘加氢氧化钠固体至天平平衡。

指出称量中的两处错误：

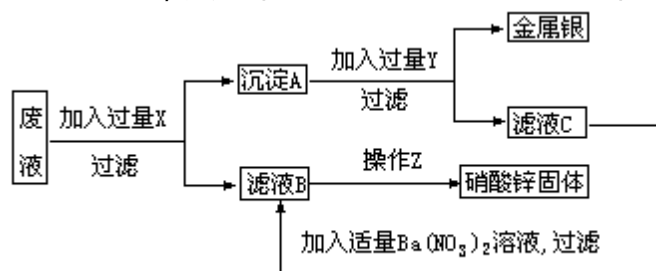
_____；

_____。

(2) 配制溶液用量筒量取 100mL 水，然后将氢氧化钠加入量筒中的水里，边加边搅拌，指出配制中的两处错误及其后果：

	错误	后果
A		
B		

4. 启新化工厂第五车间排出的废液主要含 $Zn(NO_3)_2$ 和 $AgNO_3$ ，为了从中回收金属银和硝酸锌，晨光中学化学课外活动小组设计了以下实验步骤：



(1) X、Y 分别是 X____，Y____ (写出化学式，下同)。

(2) 沉淀 A、滤液 B、C 的主要成分是 A____，B____，C____。

(3) Z 处进行的操作是_____。

5. 由 H_2 、 O_2 、 CO 组成的混合气体共 3.90g，置于密闭容器中点火爆炸。冷却至室温，干燥后测得气体质量为 2.82g；再通入足量的苛性钠溶液中，干燥后测得剩余气体质量为 0.18g，经实验证明，这 0.18g 气体是氧气。求原混合气体中 H_2 、 O_2 、 CO 的质量各是多少？

6. 把 56.1g 氯酸钾和高锰酸钾的混合物放在试管里充分加热至不再有气体发生为止。冷却后称得剩余的固体物质为 43.3g，求：

(1) 生成氧气的质量是多少？

(2) 原混合物中氯酸钾和高锰酸钾的质量各是多少？

学生实验

化学是一门以实验为基础的自然科学。自然界、生产和生活中的化学现象大都是在错综复杂的过程中发生、发展、变化着的。化学实验则是依照预期的目的，利用一定的仪器、药品通过相应的操作，把被研究的对象限制在可控的条件下，排除那些次要因素的干扰，重现并突出某些主要反应现象，以便清晰、准确地进行观察、测定、分析，借以认识所研究化学变化的本质和规律。通过学生实验，还可以激发学习化学的兴趣，提高实验技能，培养观察能力和实验能力，养成实事求是、严肃认真的科学态度和科学的学习方法。因此，重视化学实验，认真完成学生实验的学习任务，是学好化学的重要环节。

学生实验基本要求

为了保证实验课能够顺利地进行，取得预期效果，提高化学学习质量，必须注意以下几个方面：

1. 上实验课前，应预习本实验的内容并复习课文中的有关部分，达到能回答预习问题、理解实验目的、明了实验步骤和注意事项。开始操作前，要认真检查实验所需用品是否齐全、完好和摆放整齐（如有损坏或缺少应立即报告教师）。


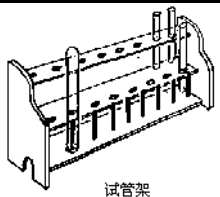
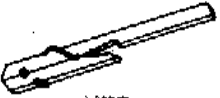
2. 做实验时，必须按照规定的步骤和方法进行。如要变更，事前必须得到教师的许可。要在理解规定的基础上，进行实验操作。实验时还要仔细观察现象，并如实地做好记录。要注意安全！

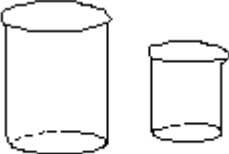
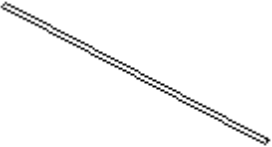
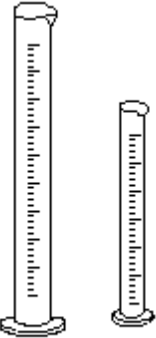

3. 实验完毕，要及时把成品和废品分别放到指定的地方（或容器中），把仪器洗涤干净，放回指定的地方，使实验桌上的仪器药品的摆放恢复原样。经教师检查认可后方可离开实验室。

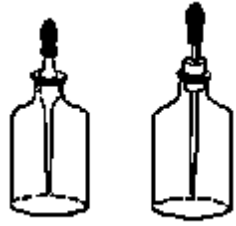

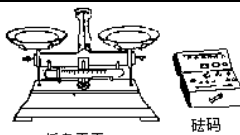
4. 实验后，要认真整理实验报告。化学实验报告一般应包括以下内容：实验者姓名，实验日期，实验名称，实验目的，实验用品及其规格、数量，实验内容、步骤及装置简图，实验所观察到的现象、测定的数据以及对实验现象、数据的解释、分析所得出的结论和相应的化学方程式等，最后是实验的心得体会及有关的问题讨论。

化学实验常用仪器

表列仪器是初中化学实验中经常用到的，可以对照实物在相应的实验中，逐步熟悉它们的名称、图形，了解或掌握它们的适用范围及使用注意事项。

仪器的名称和图形	常用规格	适用范围
 <p>试管</p>	薄壁玻璃制品，规格以其外径（mm）×长度（mm）表示，如：15 × 150mm，18 × 180mm 等	普通试管用作盛取或加热少量试剂的反应容器，也可用于溶解少量固体，也可代替集气瓶收集少量气体
 <p>试管架</p>	一般为木制品，也有塑料制品。孔数多少根据需要而定	用于插放试管。盛有反应物待观察的试管可直立于圆孔中。洗净的试管可倒插在架上
 <p>试管夹</p>	一般为竹制品，也有用木材或粗铁丝制成者。能夹持口径为12mm ~ 22mm 的大、小试管	用于夹持被加热的试管

仪器的名称和图形	常用规格	适用范围
 <p style="text-align: center;">烧杯</p>	薄壁玻璃制品,规格以其容 积 (mL)表示,如: 50mL , 250mL , 600mL	用于盛放较大体积的试剂进 行化学反应,用于配制溶液, 用于加热或蒸发液体。加热 时要等垫上石棉网
 <p style="text-align: center;">玻璃棒</p>	由 3mm ~ 5mm 直径的玻璃棍 制成,棒的两端必须熔圆。 棒的长短根据需要而定	用于搅拌和蘸取少量液体试 剂的操作。当转移液体时用 于引流。用毕应随手冲洗洁 净
 <p style="text-align: center;">量筒</p>	厚壁玻璃制品,规格以刻在 筒体上的标称容量 (mL) 表示,如: 10mL , 100mL 等	用于量度体体积。不能直接 当做配制溶液的容器或反应 器,不能用于加热或量取热 溶液
 <p style="text-align: center;">滴管</p>	由橡胶乳头和玻璃尖嘴管 组成,尖嘴管的长短和嘴的 粗细均可根据需要而制成	用于吸取和滴加少量液体。 根据液滴的大小和数目可以 达到半定量测定的目的

仪器的名称和图形	常用规格	适用范围
 <p>滴管</p>	具胶头滴管的小型试剂瓶。滴管的颈部做成磨口如图，还有一种是滴管通过胶塞固定的如图。两者均分无色与棕色两种。其规格以瓶子的容积（mL）表示，如30mL，60mL等	用于分装液体试剂，便于用滴管取用。棕色瓶适用于必须避光保存的试剂。具磨口的滴瓶不能储碱性溶液，碱性溶液只能储于具胶塞的滴瓶中
 <p>酒精灯</p>	玻璃制品（灯帽可为塑料制品），其规格以灯身的酒精容量（指酒精的安全灌注量）而定，如100mL，150mL等	实验室的常用热源
 <p>托盘天平 砝码</p>	一般能称准到0.1g，最大载重量为500g。每台天平均附有专用砝码。天平由托盘、指针、分度盘、平衡螺母、标尺、游码等部件组成	称量物质的质量

除以上表列仪器、工具外，尚有图1所示仪器、工具也比较常用，对它们应有所了解并作相应的操作练习。

化学实验基本操作

化学实验基本操作是指在进行化学实验时必须掌握的基本技能。例如，常用化学仪器的洗涤、安装和使用，化学试剂的取用、称量、加热、过滤、蒸发、集气和溶液配制等一系列操作方法，以及书写实验报告等。

一、玻璃仪器的洗涤

玻璃仪器内任何一点沾污，都可能影响到实验结果。因此，玻璃仪器要始终保持干燥洁净，每次实验前要检查是否洁净，实验后要及时清洗、晾干。

对一般实验来说要求玻璃仪器洗涤后，其内壁附着的水很均匀，既不聚成水滴，也不成股流下，晾干后不留水痕即可。

在洗涤之前要先了解它是被什么污物所污染，再决定采用相应的洗涤方法。仪器用毕应立即清洗，一般可依照：倾去废物——冷却——用水冲

洗——刷洗——用水冲洗的顺序进行。如果仪器内壁附着有不易涮掉的物质，要使用试管刷（或烧瓶刷）。使用试管刷在盛水的试管里转动或上下移动时，不可用力过猛，以防戳破管底。最好是选准手指捏持试管刷柄的部位，使试管刷的铁丝端碰不到管底为好（如图2）。

若仪器内壁附着不溶于水的碱、碳酸盐、碱性氧化物等物质，可先用少量稀盐酸溶解，再反复用水冲洗。若附着少量油污，就会挂附水珠，可用适合的刷子蘸少量洗衣粉（或洗洁精）刷洗，刷净后再反复用水冲洗。

洗净的仪器可倒置在不受碰撞的地方（如将试管倒插在试管架上）晾干备用。

【练一练】识别一些常用的玻璃仪器，了解它们的规格、用途。把试管洗涤干净后，晾在试管架上。

二、试剂的取用

1. 取用试剂的一般操作规则：

（1）不能用手或不洁净的用具接触试剂。

（2）瓶塞、药匙、滴管都不得相互串用。

（3）每次取用试剂后都应立即盖好试剂瓶盖，并把瓶子放回原处，使瓶上标签朝外。

（4）取用试剂应当是用多少取多少。取出的多余试剂不得倒回原试剂瓶，以防污染整瓶试剂！对确认可以再用的（或派做别用的）要另用清洁容器回收。

（5）取用试剂时，转移的次数越少越好（减少中间污染）。

（6）不准品尝试剂（教师指定者除外）！不要把鼻孔凑到容器口去闻试剂的气味，只能用手将试剂挥发物招至鼻处，嗅不到气味时可稍离近些再招。防止受强烈刺激或中毒！

2. 固体试剂的取用

（1）取用小颗粒或粉末状试剂可使用药匙。药匙的两端分别为大小两匙。取少量试剂时可利用小匙。往试管里装入粉末状固体时，应先将试管平斜，把盛有试剂的药匙小心地送入试管底部，然后翻转药匙并使试管直立，试剂即可全部落到底部（如图3）。药匙用毕要立即用洁净的纸擦拭干净。

（2）往试管（或烧瓶）中装入粉末状试剂时，为了避免沾在管口和管壁上，可把粉末平铺在用小的纸条折叠成的纸槽中（如图4）。再把纸条平伸入试管中，直立后轻轻抖动，试剂将顺利地落到容器底部。

（3）取用块状试剂可用洁净干燥的镊子夹取。将块状试剂放入玻璃容

器（如试管、烧瓶等）时，应先把容器平放，把块状试剂放入容器口后缓缓地竖立容器，使块状试剂沿器壁滑到容器底部，以免把玻璃容器底砸破。

3. 液体试剂的取用

（1）倾注 液体试剂通常都盛在细口试剂瓶中。取用时先打开瓶塞（如瓶塞上沾有液体，应在瓶口处轻轻地刮掉），随手将瓶塞倒放在台面上（如图 5）。握住瓶子倾倒时，要注意使瓶上的标签正对掌心的方向，使倾倒过程中万一有液滴淌下时，不致污染或腐蚀标签。

当从试剂瓶直接往小口容器（如试管或其它细口瓶等）中倾注液体时，应使瓶口边缘与受器内口的边缘相抵，缓缓倾倒（如图 5）。当往试管中注入液体时，应以拇指与食指、中指相对捏住试管上部近口处，以便于控制管口位置和观察液体的注入量。倾注完毕时，试剂瓶口上剩下的最后一滴，不应让它淌在瓶子的外壁上，要随手用受器的内口边缘、玻璃棒或原瓶塞把液滴轻轻刮掉。

当往小口容器内转移液体时，也可以借助漏斗。往烧杯（或其它大口容器）中倾倒液体时，可用玻璃棒引流（如图 6）。

（2）用滴管转移液体 转移少量液体或逐滴滴加液体时，都可使用滴管。滴管可以是自制的或滴瓶上所附专用的。使用时，先用拇指捏瘪橡胶乳头，赶出滴管中的空气（视所需吸入液体多少，决定捏瘪的程度），然后把滴管伸入液面以下，再轻轻放开手指，液体遂被吸入（如图 7）。

用滴管往容器中转移液体时，根据需要接受的容器可直立或稍微倾斜，但滴管必须垂直于容器口的上方，其尖嘴不得接触容器壁，然后轻捏胶头使液体缓缓地逐滴滴入（如图 8）。如受器倾斜，液滴可沿器壁自然淌下而避免进溅。

使用滴管时，未经洗净，不准连续吸取不同液体。不许把滴管平放在台面上（应插在专用的试管或烧杯中），以防沾污。滴管用毕要及时洗净。洗净的方法是挤净液体后，反复吸、射蒸馏水。

每次用滴管吸入的液体量以不超过管长的 $\frac{2}{3}$ 为宜，吸液后的滴管不准平持，更不准将尖嘴向上倾斜。滴管的胶头内如果吸入液体，必须摘下来反复冲洗晾干后，装上再用。

滴瓶上的滴管用毕应立即插回原瓶（不须清洗）。滴瓶上的滴管是原装磨口配套的，即使洗净后也不能串换。

在使用浓酸、浓碱等强腐蚀性试剂时，要特别小心，防止皮肤或衣物等被腐蚀。

(1) 氢氧化钠或氢氧化钾等浓碱液万一溅到皮肤上，应先用大量水冲洗，然后用 2% ~ 3% 硼酸溶液冲洗。浓碱液流到实验台上，立即用湿抹布擦净，再用水冲洗抹布。沾在衣服上的浓碱液，也要立即用水冲洗。

(2) 硫酸、硝酸、盐酸等沾到皮肤（或衣物）上，应立即用大量水冲洗，然后用 3% ~ 5% 碳酸氢钠水溶液冲洗。如皮肤上沾到较大量的浓硫酸时，不宜先用水冲（以免烫伤），可迅速用干布或脱脂棉拭去，再用大量水冲。

(3) 万一眼睛里溅进了酸或碱液，要立即用水冲洗，千万不要用手揉眼睛！洗时要眨眼睛，并及时请医生治疗。

5. 液体体积的定量量取

取用一定量的液体，一般可用量筒量出其体积，选用量筒的规格视所量液体体积大小而定。量筒的标称容量越大其分度值越大，则精度越低；反之容量越小其分度值越小，则精度越高。

量液时，量筒应放平稳，观察和读取刻度时，视线要跟量筒内液体的凹液面的最低处保持水平（如图 9）。如果仰视或俯视都会造成读数误差。

使用小量筒量取一定量液体时，当注入液体量接近所需容积刻度线时，应改用一洁净滴管将液体滴至所需刻度。

【练一练】

1. 用药匙取小块锌粒（或石粒）放入试管中。

2. 用药匙取少量粉末（如食盐或细沙）放入试管中。观察如果将粉末放在试管近口部，粉末是否会沾在管壁上？改用正确的方法效果如何？用折好的纸条（见图 4）将粉末送入试管中效果又如何？

3. 用 10mL 小量筒先后量取 1mL、3mL 水，分别注入两支试管中，目测两试管中水的体积。然后取盛水的试剂瓶往另一试管中估量地注入 2mL 水，再将这试管中的水倒入小量筒中，检验自己的估量是否准确（还可以改变水的体积再做几次）。

4. 用滴管吸取少量水，然后逐滴滴入小量筒中，数出 1mL 水的滴数。再读出 40 滴水的体积（mL）。换一支滴管再重复以上操作。说出滴管尖嘴粗细与液滴大小的关系。

5. 用滴管往试管中滴 2mL 水，然后用小量筒检验，所取水的体积是否准确。反复做几次有什么体会？

6. 托盘天平的使用

托盘天平的结构、原理和使用方法在物理课上已经学习过。因为它是实验中不可缺少的称量仪器，故仍应反复练习。

(1) 托盘天平的校准 称量前要把天平摆平，把游码放在游码标尺的零位上。天平空载时，观察指针是否停在分度盘中间的位置（或指针两边摆动的格数相等），如不平衡可以调整调节零点的平衡螺母。当指针在分度盘左

右两边摆动的格数接近相等时，即可开始称量。

(2) 称量 将被称物体放在左盘，砝码放在右盘，10g (或 5g) 以下可使用游码。加减砝码和拨动游码要使用镊子，加砝码时，应由大到小依次增减 (砝码应有序地排放在天平盘内)，然后再拨动游码直到天平平衡点与零点重合 (允许偏差在一小格之内)。这时砝码和游码所示质量之和，就是被称物体的质量。

使用托盘天平时应注意：

所有被称物质，特别是化学试剂，不能直接放在托盘上，一般可放在纸片上或表面皿里 (纸片或表面皿应事先称量，或在两边托盘上各放等质量的纸片或表面皿)，潮湿的、易潮解的或腐蚀性强的试剂，应放在已知质量的玻璃容器里称量。

热的物体不仅可损坏天平盘，而且还能使托盘四周空气对流，影响正常操作，因此不能称量热的物体。

称量完毕，应把砝码依次放回砝码盒内，把游码拨回零位，把天平托盘用软毛刷清扫干净。

【练一练】

1. 试称量一药匙精盐，记录其质量 (准确到 0.1g)。试观察估计 1g 食盐的体积。

2. 试称取 2.0g 精盐。(当天平托盘上被称物体的量不足时，可用左手持装有粉末试剂的药匙，右手轻轻拍动左手腕部，让药匙微振而掉下少量粉末来逐步加足试剂的量。)

三、物质的加热

1. 酒精灯的构造、性能和使用方法

在化学实验中，酒精灯是最常用的加热工具。它由灯体、陶瓷灯芯管和灯帽三部分组成 (如图 10)。酒精通过一束灯芯线靠毛细作用汲上，点燃后产生火焰，其最高温度可达 800 。

酒精为易燃液体，使用酒精灯时应注意：

(1) 使用前，先要检查一下灯芯，如果灯芯顶端不平或已烧焦，就要剪去少许。然后用镊子调整灯芯。灯芯露头多则火焰大，反之则火焰小 (如图 11)，可根据实验需要加以调整。还要检查灯里的酒精量。

(2) 向灯里添加酒精要使用漏斗 (如图 12)。酒精量不得超过灯身容积的 $\frac{2}{3}$ ，以防受热时酒精膨胀外溢，但也不宜少于 $\frac{1}{4}$ ，否则灯里容易充满酒精蒸气和空气的混合物，点燃酒精灯时可能引起爆炸。绝对禁止往燃着的酒精灯里添加酒精

(如图 13)。

(3) 点燃酒精灯只能用火柴或其他引燃物，绝对禁止用燃着的酒精灯对点，以免酒精流出而引起失火(如图 14)。

(4) 熄灭酒精灯不可用嘴吹，以免引起灯内酒精蒸气燃烧或爆炸(一般灯芯管与灯口之间都有间隙)，只能用灯帽盖灭。

(5) 酒精灯不用时，必须将灯帽盖好。否则酒精蒸发，灯内酒精中所含水分相对增多，再使用时不易点燃，而且浪费酒精。

【练一练】

1. 对照酒精灯实物并阅读以上说明后，点燃酒精灯，试观察并绘出灯焰的外形和层次。

2. 用石棉网的铁纱部位自上而下地平放在酒精灯的灯焰中段，观察铁纱网有什么变化？这一现象说明了什么？

3. 将一支火柴迅速地插到酒精灯火焰的焰心部位，约 2 秒钟后取出，观察火柴头及杆各有什么变化？这一现象说明了什么？

4. 用镊子夹持一段短玻璃管，将玻璃管的一端插抵焰心(如图 15)，然后，用燃着的火柴在玻璃管的另一端点燃，观察所发生的现象。说明为什么？

【想一想】综合以上的现象可以说明酒精灯的火焰共分为外焰、内焰和焰心三个层次，试推测这三层的温度高低各如何？为什么？今后用酒精灯加热物体时，要尽量选择灯焰的哪一部分？

2. 给物质加热

给物质加热时，应根据物质的性质、实验的目的要求来选择容器(一般常用的有试管、烧杯、烧瓶等)。

(1) 用试管加热

用酒精灯火焰直接给盛有少量固体或液体试剂的试管加热，是实验中最常用的基本操作。加热时，应充分使用外焰(那里的温度最高)；不要使受热的试管跟灯芯接触，以免因局部受冷而炸裂。

用试管加热时，必须使用试管夹。夹持试管时，将张开的试管夹从试管底部往上套，以防试管夹上带有的污物落入试管中。试管夹应夹在靠近试管口的中上部；手应握住试管夹的长柄，切忌把拇指按在短柄上，以防试管脱落。

给试管加热之初，试管应先在火焰上移动(如实验时试管需要固定，则可缓缓移动酒精灯)，待试管受热均匀后，才能将火焰固定在需要加热的部位。

用试管给液体加热时，还应注意液体体积不宜超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ 。加

热时试管宜倾斜，约与台面成 45° 角，先使试管均匀受热，然后可集中火力于液体的中部，并不停地上下移动（或左右轻轻摆动）试管，以防液体局部过热而暴沸！为了避免管内液体沸腾进溅而伤人，给液体加热时试管口切不可对着自己和临近的旁人。

【练一练】用一支试管取 3mL 水，并试着将它煮沸。

（2）用烧杯、烧瓶加热

为了加速物质的溶解、起反应或促进溶剂蒸发，实验室中加热较多量液体时常使用烧杯，蒸馏或加热液体以制取气体时常使用烧瓶。一般给它们加热时，都要垫上石棉网，使之受热均匀。石棉网放置在铁架台的铁圈上。如使用烧瓶，还要用铁夹夹住瓶颈（如图 16）。如果被加热的玻璃容器外壁附有水珠，则在加热前应拭干。

四、仪器的装配

化学实验中常需要把多件仪器，按一定的要求组装成套，组装的基本要求是：科学、安全、方便、美观。组装时既要遵循一定程序，又要灵活掌握。

1. 仪器和零部件的连接

（1）玻璃管跟胶皮管的连接 首先，选用玻璃管的管口必须事先用火灼熔过，以去掉其锋利的断口。选用内径稍小于玻璃管外径的胶皮管，在管端蘸点水作滑润剂，或用嘴吹一吹使胶皮管口内壁微潮并温软，两手分别捏住两管口的近端，将胶皮管从下缘开始套入，套入的长短以严密、牢固为度。

（2）玻璃管插入带孔的橡皮塞 首先选用与容器口配套的橡皮塞。左手拿橡皮塞，右手拿玻璃管靠近要插入塞子的一端，先将管端蘸点水做滑润剂，靠拇、食指微微用力，将玻璃管慢慢转入塞孔。注意，切不可使着力点离塞太远，也不要猛力直插，尤其是往弯管上装橡皮塞时，更要注意玻璃管上的着力点，只能落在靠近塞子的直管部位，千万不要只图拿着方便，以至扭断弯管造成割伤（如图 17）。

（3）橡皮塞的安装 先选好大小适宜的塞子（一般以塞子能进入容器口 $1/2$ 左右为宜），塞塞子时，以左手握稳容器（如试管、烧瓶等）的颈部，右手拿住橡皮塞（或事先装好玻璃导管的橡皮塞），边塞边转动，直至严密为度。

2. 仪器的安装与拆卸

铁架台的杆一般放在仪器的后边，有时为了操作方便，也可以放在仪器的左边或右边。但无论如何都必须使所承受的仪器的重心落在铁架台座的中心部位。固定仪器的铁夹有大有小，一般应选择与仪器大小相适应的。夹子的松紧要适当，以刚好将仪器固定为度。夹持的部位应靠近容器口。夹持较

大容器（如烧瓶）时，其底部应有支撑物，如台面、铁圈或三脚架上的石棉网等。

安装多件仪器的组合时，要了解实验的目的、方法、步骤，了解各种仪器的性能结构和各部件之间的相互关系。组装时先按要求配好管、塞，然后由低到高，按反应流程从反应器到接受器依次连接（一般是从左到右）。在连接前和连接时应适当调整其高度。检查仪器组装得是否牢稳、合理、美观。只有在检查气密性之后，才允许往仪器中添加试剂。

拆卸仪器时，一般先拆开各仪器间的连接导管，然后由后往前、由高到低依次拆卸。特殊情况可灵活处理。总的原则是不能违反仪器自身的性能和使用规则。

3. 装置的气密性检查

仪器装好后，在放入试剂前先要检查是否漏气，以免出现漏气现象，而导致实验失败，甚至还会发生危险。

当全套仪器只有一个导管出口时，可把导管口没入水中，然后用手（或热毛巾）包围仪器外部（如图 18），若导管口有气泡冒出，且当仪器冷却时，水能自导管口上升一段，而水柱持续不落，表明装置不漏气。

如果查出装置漏气，一定要找出原因，乃至更换元部件，不可勉强敷衍。

【练一练】图 19 是实验室制取氧气并以排水法收集氧气的装置，按上述要求进行装配练习，并检查其气密性。

五、物质的分离

在化学实验中，经常要用到过滤、蒸发（浓缩）、结晶等基本操作。

1. 过滤

过滤是分离固体与液体（或结晶与母液）的一种方法。通常用漏斗和滤纸进行过滤。常用的玻璃漏斗其锥体为 60° 。滤纸一般裁为圆形。

过滤时选择大小合适的圆形滤纸，沿直径对折，使其圆边重合，再把半圆折成 90° 角，（如图 20），打开滤纸成圆锥形，尖端朝下放入漏斗中，使滤纸紧贴漏斗壁用左手食指按住滤纸并以蒸馏水润湿之。再小心地用食指按压滤纸，赶走留在滤纸与漏斗壁之间的气泡（目的是增加过滤速度）。在过滤（如图 21）时应注意以下各点：

（1）漏斗放在铁架台的铁圈上，漏斗颈的下端要紧贴在接收容器的内壁上，使滤液沿器壁流下而不致飞溅。

(2) 往过滤漏斗中转移液体时要用玻璃棒接引，并把液流滴在三层滤纸处，以防液流把滤纸冲破。倾液时烧杯尖嘴要紧贴玻璃棒，当每次倾液完了应将烧杯沿玻璃棒上提，并使烧杯壁与玻璃棒几乎平行后再离开，这样做可以防止液体流到烧杯外壁。

(3) 过滤时宜先以倾泻法转移上层清液，然后再转移沉淀，这样做可以减少沉淀堵塞滤纸孔隙的机会，缩短过滤时间。倾入漏斗中的液体，其液面必须低于滤纸斗的上沿。

2. 蒸发

浓缩或蒸干溶液均可使用蒸发的方法，蒸发可在烧杯或蒸发皿中进行。

给蒸发皿中的溶液加热，一般是将蒸发皿放在铁架台的铁圈上。蒸发皿可用坩埚钳夹持，用直接火焰加热（如图 22）。当蒸发皿中溶液浓缩后，要用玻璃棒不断搅拌，以防局部过热而发生迸溅（必要时应撤火或改用小火）。当蒸发到出现固体或接近干涸时，可停止加热，利用余热使水分蒸干。注意：不要立即把热蒸发皿直接放到实验台上，以免烫坏台面。如果需要放在实验台上，要垫上石棉网。

3. 结晶

使晶体从溶液中析出的结晶方法。常用来分离提纯固体物质。

(1) 蒸发溶剂 把溶液放在敞口的容器（如蒸发皿、烧杯）里，让溶剂慢慢地蒸发。由于溶剂减少，溶液渐变为饱和溶液。当溶剂继续蒸发时，溶质就会以结晶形式从溶液中析出。

(2) 降低溶液温度 先加热溶液使溶剂蒸发，成为热的饱和溶液，再缓缓冷却，溶质就会以结晶形式从溶液中析出。

析出晶体颗粒大小与外界条件有关。溶液中溶质质量分数大，溶质溶解度小，降温快、扰动溶液都会使析出的晶体小。静置、缓慢冷却或溶剂自然蒸发都有利于大晶体生成。

【想一想】利用结晶的方法，还可以分离几种可溶固态物质的混合物。在蒸发溶剂和降低溶液温度两种方法中，何者适用于对溶解度受温度变化影响不大的固体物质？何者适用于对溶解度受温度影响较大的固体物质？

【练一练】试过滤 30mL 混有泥沙并滴有一滴红墨水的水。

实验一 化学变化的现象

预习问题

1. 化学变化过程中，常常会伴随发生哪些现象？
2. 使用酒精灯时，应注意哪些问题？
3. 用滴管吸取和滴加试剂时应如何操作？

实验目的

1. 加深理解化学变化的概念；
2. 学习使用酒精灯、滴管、试管等的实验操作方法；
3. 观察和了解伴随化学变化发生的各种现象。

实验用品

酒精灯、胶头滴管、试管、坩埚钳、玻璃管、镊子。澄清石灰水、酚酞试液、石灰石、稀盐酸、木炭。火柴。

实验步骤

1. 发光、放热现象用坩埚钳夹取一小块木炭，在酒精灯火焰上加热。观察反应发生的现象。

2. 溶液变色现象

(1) 向试管里倒入少量澄清的石灰水。

(2) 用滴管滴入 1 至 2 滴酚酞试液，观察反应发生的现象。

3. 生成沉淀现象

(1) 向试管里倒入约 1/3 容积的澄清石灰水。

(2) 将玻璃管插入石灰水中，通过玻璃管用嘴向其中缓缓吹气 2 至 3 次。注意观察反应发生的现象。

4. 生成气体现象

(1) 向试管中放入几小块石灰石。

(2) 用滴管向试管里逐滴加入少量稀盐酸，观察反应发生的现象。

讨论与研究

1. 根据发光、放热等现象，是否可以断定物质发生了化学变化？为什么？
2. 实验完毕，为什么要洗涤仪器。玻璃仪器是否洗涤干净怎样检验？

实验二 分子运动

预习问题

1. 怎样通过实验证明分子总是在不断地运动着？
2. 浓氨水具有腐蚀性和强烈刺激性气味，使用时应该注意什么？

实验目的

加深对分子概念的认识和理解。

实验用品

小烧杯、胶头滴管、试管。

浓氨水、酚酞试液。

滤纸、脱脂棉。

实验步骤

1. 氨分子的运动取一条长约 10cm、宽约 1cm 的滤纸条，在滤纸条上每隔

约 2cm 处滴一小滴酚酞试液。滴好后把滤纸条放到一支干燥试管里，在试管口塞上一小团脱脂棉，如图 23。在实验台上放一张白纸，将试管平放在白纸上。用滴管吸取浓氨水，在试管口的脱脂棉上滴 10 至 15 滴。观察试管里发生的现象。

2. 酚酞的扩散

用滴管吸取酚酞试液，在盛有少量水的小烧杯中滴 1 至 2 滴。观察烧杯里发生的现象。用滴管吸取浓氨水，在烧杯中滴 1 至 2 滴，观察烧杯里发生的现象。

讨论与研究

1. 在生活中有哪些现象能够说明分子总是在不断地运动着？
2. 设计 1~2 个能证明分子运动的课外小实验。

实验三 粗盐提纯

预习问题

1. 通过粗盐提纯的实验能除去粗盐中的什么杂质？不能除去什么杂质？
2. 过滤的实验操作有哪些要领？
3. 使用托盘天平称取一定质量的物质，在称量前、称量中、称量后各有哪些要求？

实验目的

1. 学习溶解、过滤、蒸发等实验基本操作；
2. 初步了解混合物分离的概念。

实验用品

烧杯、玻璃棒、量筒（10mL）、漏斗、蒸发皿、酒精灯、托盘天平（带砝码）、铁架台（带铁圈）、药匙。

粗盐、蒸馏水。

滤纸、剪刀、火柴。

实验步骤

1. 溶解

用托盘天平称取约 5g 粗盐（精确到 0.1g），备用。

用量筒量取 10mL 水，并倒入烧杯里。

用药匙从已称量过的粗盐中取一匙粗盐加入烧杯内的水中，观察发生的现象。然后用玻璃棒搅拌（起什么作用？）并观察发生的现象。再继续边加粗盐边搅拌。当加入的粗盐达到称取量约 1/2 时，减少每次的加入量，并充分搅拌，待加入的粗盐溶解完后再继续加粗盐。当充分搅拌也不能使粗盐完全溶解时，停止加粗盐。观察粗盐水是否浑浊。

用托盘天平称量剩下的粗盐的质量。

计算在 10mL 水中约溶解粗盐的质量。

2. 过滤

按照“化学实验基本操作”所述的方法，制作一个合格的过滤器，并安装好一套过滤装置。

将所制备的粗盐水沿玻璃棒（起什么作用？）缓缓地倒进过滤器进行过滤。过滤完毕后，仔细观察滤纸上的剩余物及滤液的颜色。

如果滤液是浑浊的，应先查明原因（如过滤时漏斗里的液面高于滤纸边缘、滤纸破损、仪器不洁、操作失误等），再重新过滤。

3. 蒸发

将澄清的滤液全部倒入蒸发皿里，并将蒸发皿放在铁架台的铁圈上，用酒精灯加热。在加热过程中，用玻璃棒不断地搅拌滤液（起什么作用？）。待蒸发皿中出现较多量固体时，停止加热。利用蒸发皿的余热使滤液蒸干。

4. 用玻璃棒将蒸发皿中的固体全部转移到纸上（对纸有什么要求？），称量它的质量，计算精盐的产率，并将它与粗盐进行比较，然后回收到教师指定的容器中。

讨论与研究

1. 本实验中，向烧杯里的水中加入粗盐的操作，为什么要强调分次加入、充分搅拌和完全溶解后再加？

2. 在粗盐提纯实验中，最关键的操作是哪一步？这一操作成败的标志是什么？如果失败应如何补救？

3. 根据你自己实验得到的数据，试计算在 100mL 水中约能溶解粗盐的质量。然后，向教师询问这个数值是否偏大（或偏小），试分析造成偏差的原因。

实验四 氧气的制取和性质

预习问题

1. 在实验室里用高锰酸钾或氯酸钾（用二氧化锰作催化剂）制取氧气的化学反应原理各是什么？

2. 实验前，为什么要检查装置的气密性？怎样检查装置的气密性？依据的原理是什么？

3. 制取氧气的实验中，将试管固定在铁架台上时，为什么试管口要略低于试管底部？

4. 制取氧气实验完毕时，为什么必须先将导气管移出水面，然后再熄灭酒精灯？

实验目的

1. 加深对氧气性质的认识；

2. 学习实验室制取氧气的方法，学习用排水法收集气体；

3. 初步学会有关的仪器使用和实验操作技能。

实验用品

酒精灯、铁架台（带铁夹）、大试管、试管夹、单孔橡皮塞、玻璃导管、胶皮管、集气瓶、水槽、坩埚钳、玻璃片、燃烧匙、药匙。

高锰酸钾、红磷、木炭、澄清石灰水。

棉花、木条、火柴。

实验步骤

1. 制取氧气

（1）用带有导气管的橡皮塞塞紧试管口，检查装置的气密性。当装置不漏气时（怎样确认？）拔下橡皮塞，向试管内放入约 7g~8g 的高锰酸钾（注意观察高锰酸钾的颜色和状态）。将一团棉花放在靠近试管口处（防止加热时高锰酸钾粉末进入导管），然后用带有导气管的塞子塞紧试管口。把该装置固定在铁架台上，如图 24 所示。

（2）将三个集气瓶分别灌满水，并用玻璃片先盖住集气瓶口的一小部分，然后慢慢推向另一侧，将瓶口全部盖住。瓶口内不能留有气泡。否则要重新操作

然后，将集气瓶连同玻璃片一起倒立在盛水的水槽里。

（3）点燃酒精灯给试管加热，先让试管均匀受热（怎样操作？），然后用酒精灯火焰的外焰对准盛有高锰酸钾靠前的部位加热，并缓慢后移。

当导气管口放出的气泡连续并较均匀时，把导气管口伸入到盛满水的集气瓶里，开始收集气体（这时的气体是空气还是氧气？）。瓶中的水被气体排完后，在水面下用玻璃片盖住瓶口，小心地将集气瓶移出水面，并正放在桌面上。用同样的方法将其余两个集气瓶中收集满氧气。

收集完氧气后，先将导气管移出水面，再熄灭酒精灯（如果先熄灭酒精灯，可能会造成什么后果？）。

仔细观察集气瓶中氧气的颜色。

2. 试验氧气的化学性质

（1）红磷的燃烧

用药匙取少量（黄豆大小）红磷，放进燃烧匙里，用火柴点燃。观察红磷在空气中燃烧的现象。

随即将燃烧匙缓慢地（为什么？）插入盛有氧气的集气瓶里。观察红磷在氧气中燃烧的现象。并与红磷在空气中燃烧时的现象作对比。

操作过程如图 25 所示。

（2）木炭的燃烧

点燃酒精灯，用坩埚钳夹取一小块木炭，在酒精灯火焰上加热至发红，将木炭放在燃烧匙里，观察木炭在空气中燃烧的现象。

将燃烧匙缓慢插入盛有氧气的集气瓶里，观察木炭在氧气中燃烧的现象。并比较木炭在空气中和在氧气中燃烧有什么不同。

木炭熄灭后，取出燃烧匙，往集气瓶里加入少量的澄清石灰水，振荡，观察发生的现象。

操作过程如图 26 所示。

讨论与研究

1. 收集气体方法的依据是什么？氧气还可以用什么方法收集？为什么？
2. 为什么红磷与木炭在空气和氧气中燃烧的现象不同？

实验五 氢气的制取和性质

预习问题

1. 怎样向试管里加入块状固体试剂？为什么要这样操作？
2. 实验室制取氢气的反应原理是什么？
3. 在使用氢气前为什么必须检验氢气的纯度？怎样检验？
4. 氢气还原氧化铜实验的四个操作步骤的顺序是什么？如一、二步，三、四步顺序颠倒，可能会出现什么情况？

实验目的

1. 学习实验室制取氢气和检验氢气纯度的方法；
2. 通过实验加深对氢气性质的认识和理解；
3. 初步学会有关实验基本操作的技能。

实验用品

试管、烧杯、酒精灯、铁架台（带铁夹）、玻璃导管、单孔橡皮塞、胶皮管、带尖嘴的玻璃管、水槽、药匙。

锌粒、稀硫酸（1 : 4） 、氧化铜。

火柴、纸条。

实验步骤

1. 制取氢气和检验氢气的纯度

（1）检验装置的气密性。按图 27 所示连接好氢气发生装置，并检验装置的气密性。

（2）向试管里放入锌粒约 5g，然后注入稀硫酸（约占试管容积的 1/3）。立即用带导气管的橡皮塞塞住试管口，把试管固定在铁架台上。观察反应的现象。

(3) 按图 28 所示装置,用排水法收集氢气,待试管中气体集满时,管口朝下,用拇指堵住管口,拿出水面,立即移近酒精灯火焰,检验氢气的纯度。

如果听到“噗”的声音,表明氢气是纯净的。如果听到尖锐的爆鸣声,表明氢气不纯净,必须再次收集检验,直至得到纯净的氢气为止,然后才能继续做其他实验。

仔细观察氢气的颜色。

2. 试验氢气的化学性质

(1) 氢气的可燃性 点燃通过玻璃管尖嘴的氢气,在火焰上方罩一个干而冷的小烧杯(如图 29),观察烧杯内壁上出现的现象。

(2) 氢气的还原性 取少量氧化铜铺在干燥的试管底部,按图 30 所示装好仪器(试管口略向下倾斜)。先通入纯净的氢气约过一分钟(为什么?),再加热试管里铺有氧化铜的部位。注意观察发生的现象。当试管内壁出现红色物质时,停止加热,继续通入氢气至试管冷却(为什么?),再停止通入氢气,撤去导管。

讨论与研究

1. 在氢气还原氧化铜的实验中,当纯净的氢气刚刚通入盛有氧化铜的试管时,能否立即给试管加热?为什么?

2. 氢气在氧气中燃烧和氢气还原氧化铜,两者本质上的相同点是什么?

实验六 二氧化碳的制取和性质

预习问题

1. 实验室制取二氧化碳的反应原理是什么?

2. 通常采用什么方法收集二氧化碳?为什么?

3. 二氧化碳有哪些性质?试设计用实验方法证明二氧化碳具有这些性质。

实验目的

1. 学习实验室制取二氧化碳的方法;

2. 初步学会用向上排空气法收集气体;

3. 加深对二氧化碳性质的认识。

实验用品

平底烧瓶、集气瓶、量筒、烧杯、试管、单孔橡皮塞、玻璃导管、胶皮管、试管夹、玻璃片、酒精灯、白铁皮架。碳酸钙(石灰石或大理石),稀盐酸(1:2)、澄清石灰水、紫色石蕊试液。

短蜡烛、蒸馏水、火柴。

实验步骤

1. 制取二氧化碳

(1) 按图 31 所示连接实验装置，并检查装置的气密性。

(2) 在平底烧瓶里放入几小块碳酸钙(注意放法!)，用量筒量取 25mL 稀盐酸，注入平底烧瓶中，立即用带导管的橡皮塞塞住瓶口，观察反应现象。过一会儿，用燃着的火柴放在集气瓶口，检查瓶内是否已集满二氧化碳，用玻璃片盖住已集满二氧化碳的集气瓶，备用。

2. 二氧化碳的性质实验

(1) 取一支试管，加入 2mL 蒸馏水，滴入 1 滴紫色石蕊试液，通入二氧化碳，观察石蕊试液颜色的变化。待石蕊试液变色后，停止通入二氧化碳，将试管放在酒精灯火焰上加热，再观察石蕊试液颜色的变化(如图 32，)。

(2) 另取一支试管，注入少量澄清石灰水，通入二氧化碳观察有什么现象

(3) 将一支点燃的短蜡烛竖直放在烧杯底，取集满二氧化碳的集气瓶，沿烧杯壁缓缓倾倒二氧化碳(如图 5—5)。观察发生的现象。

讨论与研究

1. 用碳酸钙跟盐酸反应制取二氧化碳的实验中，能否用稀硫酸或浓盐酸代替稀盐酸？为什么？

2. 比较实验室制取二氧化碳和制取氢气的装置，指出它们的异同并说明原因。

实验七 一定溶质质量分数溶液的配制

预习问题

1. 以固体溶质配制一定溶质的质量分数的溶液，主要的操作步骤有哪几步？各步的主要任务是什么？

2. 使用量筒时，怎样才能正确读出液体的体积数据？观察量筒里液体凹液面时俯视或仰视会导致什么结果？

实验目的

1. 练习配制一定溶质的质量分数的溶液；
2. 加深理解溶液中溶质的质量分数的概念。

实验用品

烧杯、量筒(10mL、100mL)、玻璃棒、托盘天平、药匙。
氯化钠、蒸馏水。

实验步骤

1. 用固体氯化钠配制溶质的质量分数为 5% 的氯化钠溶液

(1) 计算计算配制 50g 5% 氯化钠溶液所需固体氯化钠和水的质量。其中，氯化钠为____g，水为____g。(2) 称量用托盘天平称量所需量的固体氯化钠，倒入烧杯里。

(3) 溶解因为水的密度 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，故水的质量可简单地转换为体积。而测量液体体积比称量它的质量方便。

用量筒(用 10mL，还是 100mL 量筒? 为什么?) 量取所需体积的水，倒入盛有氯化钠的烧杯里，并用玻璃棒搅拌，使氯化钠完全溶解，即得 5% 氯化钠溶液。

操作过程如图 33 所示。

2. 用溶质的质量分数为 5% 氯化钠溶液配制 1% 氯化钠溶液

(1) 计算计算配制 50g (此数据可据需要而定) 1% 氯化钠溶液所需 5% 氯化钠溶液($1.03\text{g}/\text{cm}^3$) 和水的质量。进而换算为体积。其中，5% 氯化钠溶液为____mL，水为____mL。(2) 量取分别用量筒量取所需体积的 5% 氯化钠溶液和水。(3) 混合将量取的 5% 氯化钠溶液和水倒入同一烧杯里，用玻璃棒搅拌，使其充分混合，即得 50g 1% 氯化钠溶液。

讨论与研究

1. 用含氯化氢质量分数为 38% 的浓盐酸($=1.19\text{g}/\text{cm}^3$) 配制体积比为 1 : 4 的稀盐酸，应如何操作?

2. 试参考本书第 108 页注 20 时硫酸溶液密度与溶液中溶质的质量分数对照表提供的数据，说明用 98% 硫酸配制 100mL 20% 稀硫酸的操作方法。(提示：两种不同的溶液或液体混合后的体积，一般不等于两者体积之和。)

实验八 酸的性质

预习问题

1. 硫酸、盐酸有哪些化学性质?
2. 浓酸具有腐蚀性，若不慎皮肤上沾到浓酸，应怎样处理?
3. 应怎样稀释浓硫酸?

实验目的

1. 巩固并加深对酸的性质的认识;
2. 培养学生观察能力、实验能力和思维能力。

实验用品

试管、试管夹、药匙、酒精灯、玻璃棒。

稀硫酸(1 : 4)、稀盐酸(1 : 4)、稀硝酸(1 : 4)、铁片、铜片、锌粒、带锈铁钉、氧化铜、氯化钡溶液、硝酸银溶液、碳酸钠、氢氧化钙、酚

酞试液、石蕊试液、pH 试纸。

火柴。

实验步骤

1. 酸对指示剂的作用

(1) 取三支试管，分别注入稀硫酸、稀盐酸和稀硝酸各约 2mL。观察颜色、状态并小心地闻气味。分别用玻璃棒（每换一种酸液时，应把玻璃棒用水洗净）蘸一滴酸液滴到 pH 试纸上。观察试纸颜色的变化（显色以半分钟内的变化为准），并跟标准比色卡对比，测定这三种酸液的 pH。

(2) 向上述三支试管里分别滴入 1 至 2 滴石蕊试液，振荡。观察发生的现象。

(3) 另取三支试管，分别注入稀硫酸、稀盐酸和稀硝酸各约 2mL，然后各滴入 1 至 2 滴酚酞试液，振荡。观察发生的现象。

2. 酸跟金属的反应

在三支试管中分别加入稀盐酸各约 2mL，依次把锌粒、铁片、铜片放入试管中，观察发生的现象。把燃着的火柴移近有反应发生的试管口，又发生什么现象？

3. 酸跟碱性氧化物的反应

(1) 用药匙取少量氧化铜装入一干燥试管中，然后注入约 2mL 稀硫酸，小心加热试管（注意不要使稀硫酸沸腾），并轻轻振荡。观察发生的现象。

(2) 取一根带锈的铁钉，轻轻放入试管中（怎么放？），然后注入约 2mL 稀盐酸，加热，直到铁钉上的锈（主要成分是 Fe_2O_3 ）去掉为止。

4. 酸跟盐的反应

(1) 在试管中加入约 2mL 稀硫酸，再滴入几滴氯化钡溶液。观察发生的现象。

(2) 在试管中加入约 2mL 稀盐酸，再滴入几滴硝酸银溶液。观察发生的现象。

(3) 在试管里加入少量碳酸钠粉末，再滴入几滴稀盐酸。观察发生的现象。

5. 酸跟碱的反应

在试管中加入少量氢氧化钙粉末，再加入少量稀盐酸。观察发生的现象。

讨论与研究 1. 根据实验总结酸有哪些化学性质？2. 若两瓶溶液分别是稀盐酸和稀硫酸，怎样鉴别它们？3. 用焊锡焊接铁器时，为什么在焊接处先要滴几滴盐酸？

实验九 碱和盐的性质

预习问题

1. 用金属活动性顺序表能够判断哪些类型的反应能否发生？
2. 怎样检验碳酸根、硫酸根和氯离子？
3. 复分解反应能够发生的条件是什么？

实验目的

1. 巩固并加深对碱和盐性质的认识；
2. 培养独立思考及实事求是的科学态度。

实验用品 试管、玻璃管、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、蒸发皿、酒精灯、铁架台（带铁圈）、药匙。氢氧化钠稀溶液、氢氧化钡溶液、稀氨水、石蕊试液、酚酞试液、稀盐酸、稀硝酸、硫酸铜溶液、氯化铁溶液、铁钉、硫酸钠溶液、碳酸钠溶液、氯化钡溶液、氯化钠溶液、硝酸银溶液、pH 试纸。

火柴。

实验步骤

1. 碱对指示剂的作用

(1) 取三支试管，分别注入氢氧化钠稀溶液，澄清石灰水、稀氨水各约 2mL，观察它们的颜色、并闻气味。用三根玻璃棒分别蘸一滴溶液滴到 pH 试纸上，观察颜色的变化，跟标准比色卡对比，测定这三种溶液的 pH。

(2) 在上面三支试管里各滴入 1 至 2 滴石蕊试液，观察颜色的变化。

(3) 另取三支试管，分别注入上述三种溶液各约 2mL，再分别用酚酞试液试验（怎样操作？），并观察颜色的变化。

2. 碱跟酸性氧化物的反应

在试管中注入约 5mL 氢氧化钙溶液，通过一根洁净的玻璃管，用嘴向溶液里吹气，仔细观察出现的现象。

3. 碱跟酸的反应——中和反应

(1) 取一个小烧杯，倒入约 5mL 氢氧化钠稀溶液，再滴入 1 至 2 滴酚酞试液，有什么现象发生？然后，用胶头滴管逐滴滴入稀盐酸，同时用玻璃棒不断地搅动，一直滴到溶液颜色刚变成无色为止。

(2) 把上述溶液的一半倒在蒸发皿里，加热，直到出现晶体为止（所得晶体是什么？）。

4. 碱跟盐的反应

在两支试管中分别注入约 2mL 硫酸铜溶液和氯化铁溶液。然后，各滴入几滴氢氧化钠溶液，观察发生的现象。

5. 盐跟金属的反应

在一盛有硫酸铜溶液的试管中，加入一个洁净无锈的铁钉。观察发生的现象。

6. 盐跟盐的反应

(1) 向盛有约 5mL 硫酸钠溶液的试管中，滴入几滴氯化钡溶液，有什么现象发生？再加入少量稀硝酸，发生什么现象？

(2) 向盛有 5mL 氯化钠溶液的试管中，滴入几滴硝酸银溶液，发生什

么现象？再加入少量稀硝酸，发生什么现象？

(3) 向盛有 5mL 碳酸钠溶液的试管中，滴入几滴氯化钡溶液，有什么现象发生？再加入少量稀硝酸，发生什么现象？

讨论与研究

1. 用盐酸和氢氧化钠做中和反应实验时：

(1) 为什么要用指示剂？

(2) 为什么要用胶头滴管逐滴地把盐酸加入碱溶液里？

(3) 为什么在滴加盐酸时，要用玻璃棒不断地搅动溶液？

2. 在实验 6 的 (1)、(2)、(3) 中，为什么要加入少量稀硝酸？在 (1)、(3) 中，用 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液代替 BaCl_2 溶液可以吗？在 (3) 中用稀盐酸或稀硫酸代替稀硝酸可以吗？

实验十 实验习题

实验目的

1. 巩固学过的各类物质间相互转化的知识；

2. 培养分析、解决一些具体化学问题的能力。

实验用品选定实验习题后，独立设计实验方案，提出所需仪器药品，经教师同意后，再进行实验准备工作。

实验习题

1. 用三种方法制取氯化钙溶液。

2. 用生石灰等原料制取少量氢氧化钠。

3. 用实验证明铁、铜、铝三种金属的活动性顺序。

4. 用实验证明鸡蛋壳（或水壶内的水垢）的主要成分是碳酸盐。

5. 怎样除去混入硫酸钠中的少量碳酸钠？

6. 有四瓶无色溶液，分别是氯化钡溶液、硫酸钠溶液、碳酸钠溶液、盐酸。不用其他试剂，将它们逐个检验出来。

7. 用实验证明一包黑色粉末是由氧化铜和炭粉混合而成的。

选做实验一 水样、土样酸碱度的测定

预习问题

测定某区域或某块田地的土壤，必须按图 34 所示的多点取样法，取样点是否越多越好，为什么？按多点取样法采集土壤样品后，要经过哪些步骤处理，得到的土壤才能代表整个区域的土壤？

实验目的

学会用 pH 试纸测定水样、土样酸碱度的简单方法。

实验用品

烧杯、玻璃棒、试管、滴管。
pH 试纸、水样、土样、蒸馏水。
小铲。

实验步骤

1. 测定水样的酸碱度

(1) 采集水样(可以采集井水、河水、自来水等)。

(2) 取一条 pH 试纸,用滴管吸取少许待测水样,滴在 pH 试纸上,把试纸显示的颜色跟标准比色卡对比。测出水样的 pH,即水样的酸碱度。

2. 测定土壤的酸碱度

(1) 取土样要有代表性,因此要多点取土,充分混合,布点均匀,不能在路、沟旁等处取样。

取样点数量应根据地块面积以及肥力是否均匀而定。采样深度一般为 20cm。取样点的布置应根据地块形状、样点数量和肥力均匀程度而定。若面积不大,比较方正多采用对角线取样法(如图 34,) ;若面积较大,形状方正,肥力不匀的地块,多采用棋盘式取样法(如图 34,) ;若面积较大、形状复杂、肥力又不匀的地块,多采用蛇形取样法(如图 34,) 。

取样点选好后,先清除样点地面的植物残体,然后用小铁铲取土。采土时应注意各点所取土样数量要大致相同。

由于样点多,所以采土量往往很大,这时可采用四分法弃土(如图 35)。即把所采多点土样,放在干净的塑料布上,捏碎混匀后摊成图形,中间划一十字,然后按对角线去掉两份。如土量仍多,可按上法再次弃土,直至保留 0.5kg 左右土样即可。

测前将土样捏碎,挑出枯枝落叶、石块、虫体等杂物,并尽量将土样破碎,混合均匀。

(2) 取土样 2g 放在烧杯里,加入 10mL ~ 15mL 蒸馏水,用玻璃棒充分搅拌,静置使之沉淀。待溶液澄清后,用玻璃棒蘸取此溶液滴在 pH 试纸上,把试纸显示的颜色跟标准比色卡对比。测得溶液的 pH,即土壤的酸碱度。讨论与研究溶解试样时,为什么要用蒸馏水而不能用自来水?

选做实验二 晶体的制备

预习问题

1. 使溶质从溶液中结晶析出的实验方法有哪些?
2. 从硫酸铜饱和溶液中结晶析出的晶体物质是什么?

实验目的

1. 学习用饱和溶液制取大晶体的方法;

2. 巩固溶解、过滤等实验基本操作。

实验用品

烧杯、量筒、漏斗、玻璃棒、表面皿、铁架台、酒精灯、石棉网、温度计、药匙、托盘天平。硫酸铜晶体 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、蒸馏水。细线、滤纸、剪刀、火柴。

实验步骤

1. 制取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 小晶体 (晶种)

(1) 制备一套过滤装置, 备用。

(2) 向烧杯中先加入 100mL 水, 再加入 40g 研细的硫酸铜晶体粉末, 同时加入 1mL 稀硫酸 (防止加热时溶液因产生沉淀而变浑浊)。

(3) 将上述液体加热升温到 $80 \sim 90$, 趁热过滤, 并用经热水温热过的烧杯盛接滤液。

(4) 将一根细线的一端浸入滤液, 另一端留在烧杯外, 再用表面皿或纸罩盖住烧杯口 (防止灰尘落入滤液, 如图 36a), 静置数小时或更长时间。观察晶体在细线上的生长情况。

2. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 小晶体的长大

(1) 取出浸泡在 CuSO_4 溶液中的细线, 仔细选留线上一颗外形比较规则的硫酸铜晶体, 而将线上的其他小晶体除掉。

(2) 将选留长有一颗小晶体的细线悬挂于盛饱和硫酸铜溶液 (室温下) 的烧杯中, 并在烧杯口加盖表面皿或纸罩, 静置 (如图 36b)。

(3) 静置后, 每天再往烧杯里加入少量微热的 CuSO_4 饱和溶液。观察小晶体逐渐长大的情况。经数天, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 小晶体将长大为大晶体。

讨论与研究

1. 制备 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 小晶体时, 所用的 CuSO_4 溶液在 80 时并不是饱和溶液。为什么不用 80 时的饱和溶液? (提示: CuSO_4 的溶解度在 80 时为 55g, 在 20 时为 20.7g)

2. 制备 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 小晶体时, 对 CuSO_4 溶液为什么要过滤? 为什么要趁热过滤? 你的操作是否达到趁热过滤的要求? 经验或教训是什么?

3. 明矾 [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$] 也易形成晶形比较完整的大晶体。试用类似制取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 大晶体的方法, 在家中制取明矾的大晶体, 并仔细观察明矾晶体与硫酸铜晶体 (胆矾) 外形上的差异。(提示: 明矾的溶解度在 80 时为 71.0g, 在 20 为 5.9g)

4. 根据制取大晶体的实验, 试推测影响晶体形成、生长的主要因素有哪些?

选做实验三 室温下盐的溶解度的测定

预习问题

1. 本实验使用的测定固体溶解度的方法称为溶质质量法。试简述溶质质量法测定固体溶解度的基本原理。

2. 蒸发溶液，当出现较多固体时就停止加热，利用蒸发皿余热使水分基本蒸干，主要原因是什么？

实验目的

1. 学习用溶质质量法测定室温下盐的溶解度；
2. 加深对溶解度概念的理解。

实验用品

托盘天平、大试管、玻璃棒、量筒、蒸发皿、酒精灯、铁架台、坩埚钳、干燥器、温度计、药匙。

硝酸钾、蒸馏水。

火柴。

实验步骤

1. 用托盘天平称量一个干燥的蒸发皿，记录它的质量。

2. 用量筒量取约 10mL 蒸馏水，倒入大试管里。然后逐次向此大试管里加入少量硝酸钾晶体，每次都要用玻璃棒搅拌（注意动作不要过猛，否则会损坏试管）。待完全溶解后再加，直到搅拌数分钟硝酸钾晶体仍不再溶解为止。

3. 将大试管里的硝酸钾溶液倾倒入已称量过质量的蒸发皿中（注意不要倒出未溶解的硝酸钾晶体，为什么？），然后称量并记录蒸发皿及所盛硝酸钾溶液的总质量 b。

4. 用酒精灯加热蒸发皿中的溶液。加热过程中，用玻璃棒不断搅拌（为什么？）。当蒸发皿中出现较多固体时，停止加热，利用蒸发皿的余热使水分基本上蒸干。同时将玻璃棒上粘附的固体用药匙刮入蒸发皿。

5. 将蒸发皿放到干燥器中干燥、冷却，然后称量并记录蒸发皿及所盛硝酸钾晶体的总质量 c。

6. 利用所测数据，根据下式计算室温下硝酸钾的溶解度（S）：

$$S = \frac{100g \times (c - a)}{b - c}$$

7. 重复操作一次，取两次测定结果的平均值。

讨论与研究

1. 将你实验测定的硝酸钾溶解度 S 与课本所列的溶解度（文献值）S' 进行比较，计算实验的相对误差：

$$\text{相对误差} = \frac{S - S'}{S'} \times 100\%$$

并分析误差产生的原因。

2. 本实验中，如操作出现下列情况对实验结果有何影响？为什么？

- (1) 在大试管里溶解硝酸钾晶体时，搅拌不充分；
- (2) 向蒸发皿里倾倒溶液时，倒出部分未溶解的晶体；
- (3) 加热蒸发皿中的溶液时，搅拌不当而使液滴飞溅；
- (4) 加热蒸发结束时，对玻璃棒上粘附的晶体未作处理；
- (5) 硝酸钾晶体在干燥器中的时间短、干燥不充分。

3. 用溶质质量法测定硝酸钾溶解度时，对称取硝酸钾晶体的质量和量取蒸馏水的体积都不要十分准确，为什么？但对空的蒸发皿、盛硝酸钾饱和溶液的蒸发皿和盛蒸干水分的硝酸钾晶体的蒸发皿的质量，称量却要求十分准确，为什么？

选做实验四 几种盐的鉴别

预习问题

1. 用什么方法将碳酸盐、可溶性盐酸盐、可溶性硫酸盐区别出来？
2. 复习有关物质的颜色和溶解性。

实验目的

1. 运用酸、碱、盐的知识和实验方法，鉴别几种盐；
2. 培养分析问题和解决问题的能力。实验内容鉴别硫酸铜晶体、碳酸钙、氯化钠、硫酸钠、碳酸钠五种盐。请自己设计实验方案。

讨论与研究

通过实验总结有几种实验方案，哪种是最佳方案？

选做实验五 几种常用塑料和纤维的简易鉴别

预习问题

1. 日常生活中常用哪些塑料制品和纤维织物？它们有何不同的性能？
2. 天然纤维中棉麻、丝毛有何不同？人造纤维与合成纤维有何不同？
3. 怎样识别一些常用塑料制品和纤维织物？

实验目的

学习一些常用塑料制品和纤维织物的燃烧鉴别或紫外线鉴别。

实验用品

镊子、酒精灯。

农用薄膜（聚氯乙烯）、食品或药品包装材料（聚乙烯）、塑料编织袋（聚丙烯）、有机玻璃（聚甲基丙烯酸甲酯）、人造棉（粘胶纤维）、人造毛（聚丙烯腈纤维，又名腈纶）

实验步骤

1. 燃烧法

(1) 分别用镊子夹取一小块聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、有机玻璃，放在酒精灯焰上燃烧。仔细观察、比较这些塑料在燃烧时的速度、形态、气味、残渣状态等有何不同？将观察到的结果记录下来与下面的鉴别表对照。

塑料名称	燃烧状态	气味
聚乙烯	易燃，燃烧时熔融、滴落火焰 上端呈黄色，下端呈蓝色	产生燃烧蜡烛的气味
聚氯乙烯	不易燃烧，离开火焰立即熄灭。 加热时软化能拉成丝。冒白烟	产生刺激性气味
聚丙烯	易燃，燃烧时熔融、滴落、火 焰上端呈黄色、下端呈蓝色， 有少量黑烟	产生石油气味
有机玻璃	难着火，但能缓慢燃烧，燃烧 时软化、起泡，火焰呈浅蓝色， 顶端呈白色	产生腐烂水果气味

(2) 从织物上抽出几根经纱和纬纱，捻开，看它是长纤维还是短纤维。如是长短不等的短纤维，就是棉花、羊毛等天然纤维。如果长短一致，就是粘胶纤维或合成纤维。如果是长丝，就可能是蚕丝或粘纤丝。如将丝纤维湿润，粘纤丝容易拉断而蚕丝不断，锦纶等合成纤维不论是干是湿，都不容易拉断。通过以上初步观察后，再分别夹取不同的纤维织物，在酒精灯上点燃，观察纤维变化情况。参照下述简易鉴别表做出判断。

纤维名称	燃烧状态	气味	残渣状态
棉	易燃，烧得快，黄色清晰 火焰及蓝色的烟	似烧纸的气味	剩少量的灰细软呈浅灰色
麻	燃烧比棉略慢，产生黄色 火焰及蓝色的烟	似烧枯草气味	剩少量的灰，呈浅灰或灰白色
毛	燃烧缓慢一面燃烧一面 冒烟起泡	似烧毛发气味	易脆的黑色珠状小球，用手指一压就碎
粘胶纤维	燃烧很快，火焰清晰	似烧纸般气味	几乎没有灰
聚丙烯腈纤维	接近火焰，纤维迅速卷缩 边燃烧边熔融	特殊气味	不能压碎的硬而不规则黑渣

2. 紫外线鉴别法 将欲鉴别的塑料或纤维放在紫外线灯下照。

羊毛	淡青白色
丝	淡青色
棉	黄色
粘胶纤维	淡黄色(带青色)
醋酸纤维	强青紫色——青色
尼龙	强青白色
维尼纶	淡青黄色

讨论与研究

以小组为单位找来锦纶(尼龙)和涤纶(的确良)用燃烧法实验,记录实验现象,讨论如何鉴别它们。

选做实验六 从氯酸钾制取氧气的残渣中回收二氧化锰

预习问题

1. 在实验室里用氯酸钾制取氧气,反应后的残留物(残渣)中,肯定存在什么物质?可能存在什么物质?
2. 简述从氯酸钾制取氧气的残渣中分离出二氧化锰的原理。
3. 本实验回收二氧化锰与粗盐提纯在实验操作上有何异同?

实验目的

1. 学习从实验的废弃物中回收某些组分;
2. 加深对催化剂的认识。

实验用品

烧杯、漏斗、量筒、玻璃棒、蒸发皿、铁架台(带铁圈)、酒精灯、托盘天平。

氯酸钾制取氧气的残渣、蒸馏水。

滤纸、火柴。

实验步骤

1. 用托盘天平称取约 5g 残渣,倒入烧杯,并加入约 20mL 蒸馏水,再用玻璃棒搅拌,必要时可用酒精灯微热。
2. 制做一个过滤器,并将烧杯里的全部物质转移入过滤器过滤(如烧杯壁上沾附少量固体物质,可用少量水冲洗)。然后用水小心地洗涤滤纸上的黑色滤渣。
3. 用玻璃棒将滤纸上的滤渣转移到蒸发皿里,然后将蒸发皿放到铁架台上加热。待蒸发皿里产生的水蒸气较少时停止加热,利用余热将滤渣——黑色二氧化锰蒸干。
4. 将制得的二氧化锰回收到指定的容器里。

讨论与研究

1. 从氯酸钾制取氧气的残渣中回收二氧化锰，在实验操作的哪些环节上采取哪些措施可以提高回收率？

2. 如需同时回收氯酸钾制取氧气的残渣中的二氧化锰和氯化钾，本实验还应增加哪些操作步骤？

选做实验七 用废干电池锌皮制取硫酸锌晶体

预习问题

1. 用锌与足量稀硫酸反应制取硫酸锌时，怎样判断反应已经完成？

2. 锌跟稀硫酸反应较慢时，加热能否使这个反应加快？还有其他方法吗？

3. 从硫酸锌溶液制得硫酸锌晶体，可采用什么实验操作方法？

实验目的

学会利用废电池锌皮制取硫酸锌晶体的方法。

实验用品

烧杯、玻璃棒、漏斗、铁架台（带铁圈）、酒精灯、蒸发皿。

干电池锌皮、稀硫酸（1:4）。

滤纸、砂纸或小刀、剪刀。

实验步骤

1. 把干电池锌皮表面的杂质去掉（可用小刀刮或用砂纸打磨）后，剪成小块，把它们放在烧杯里，然后加入适量的稀硫酸，用玻璃棒进行搅拌，使之充分反应（在开始时如果反应较慢，可将液体微微加热）。观察实验现象。

2. 将上述溶液进行过滤。

3. 将滤液倒入蒸发皿里，把蒸发皿放在铁架台的铁圈上，用酒精灯加热。待蒸发皿中出现较多量的晶体时停止加热。利用蒸发皿的余热使溶液蒸干，把其中的硫酸锌晶体回收，并放在指定的容器内。

讨论与研究

1. 加热蒸发溶液时为什么边加热边搅拌？待析出晶体较多时，为什么要停止加热？

2. 本实验所制得的硫酸锌溶液，如在常温下进行蒸发结晶与加热蒸发（浓缩）冷却结晶，哪种方法析出的晶体大些？

元素		原子量	元素		原子量	元素		原子量
符号	名称		符号	名称		名称	符号	
Ac	锕	227.0	Ge	锗	72.61	Pr	镨	140.9
Ag	银	107.9	H	氢	1.008	Pt	铂	195.1
Al	铝	26.98	He	氦	4.003	Pu	钷	[244]
Am	镅	[243]	Hf	铪	178.5	Ra	镭	226.0
Ar	氩	39.95	Hg	汞	200.6	Rb	铷	85.47
As	砷	74.92	Ho	钬	164.9	Re	铼	186.2
At	砹	[210]	I	碘	126.9	Rh	铑	102.9
Au	金	197.0	In	铟	114.8	Rn	氡	[222]
B	硼	10.81	Ir	铱	192.2	Ru	钌	101.1
Ba	钡	137.3	K	钾	39.10	S	硫	32.06
Be	铍	9.012	Kr	氪	83.80	Sb	锑	121.8
Bi	铋	209.0	La	镧	138.9	Sc	钪	44.96
Bk	锫	[247]	Li	锂	6.941	Se	硒	78.96
Br	溴	79.90	Lu	镥	175.0	Si	硅	28.09
C	碳	12.01	Lr	镱	[260]	Sm	钐	150.4
Ca	钙	40.08	Md	镆	[258]	Sn	锡	118.7
Cd	镉	112.4	Mf	镆	28.31	Sr	锶	87.62
Ce	铈	140.1	Mn	锰	54.94	Ta	钽	180.9
Cf	锎	[251]	Mo	钼	95.94	Tb	铽	158.9
Cl	氯	35.45	N	氮	14.01	Tc	锝	[99]
Cm	锔	[247]	Na	钠	22.99	Te	碲	127.6
Co	钴	58.93	Nb	铌	92.90	Th	钍	232.0
Cr	铬	52.00	Nd	钕	144.2	Ti	钛	47.87
Cs	铯	132.9	Ne	氖	20.18	Tl	铊	204.4
Cu	铜	63.55	Ni	镍	58.69	Tm	铥	168.9
Dy	镝	162.5	No	锘	[259]	U	铀	238.0
Er	铒	167.3	Np	镎	237.0	V	钒	50.94
Es	镱	[252]	O	氧	16.00	W	钨	183.8
Eu	铕	152.0	Os	锇	190.2	Xe	氙	131.3
F	氟	19.00	p	磷	30.97	Y	钇	88.91
Fe	铁	55.85	Pa	镤	231.0	Yb	镱	173.0
Fm	镆	[257]	Pb	铅	207.2	Zn	锌	65.39
Fr	钫	[223]	Pd	钯	106.4	Zr	锆	91.22
Ga	镓	69.72	Pm	镨	[147]			
Gd	钆	57.3	Po	钋	[209]			

注：1. 本表根据国际原子量表取 4 位有效数字而成，以 $^{12}\text{C}=12$ 为基准。

2. 原子量加括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。

附录 部分酸、碱和盐的溶解性表
(20)

阴离子 阳离子	OH^-	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}
H^+		溶、挥	溶、挥	溶	溶、挥
NH_4^+	溶、挥	溶	溶	溶	溶
K^+	溶	溶	溶	溶	溶
Na^+	溶	溶	溶	溶	溶
Ba^{2+}	溶	溶	溶	不	不
Ca^{2+}	微	溶	溶	微	不
Mg^{2+}	不	溶	溶	溶	微
Al^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Mn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Zn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Cu^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Ag^+	—	溶	不	微	不

注：“溶”表示那种物质可溶于水，“不”表示不溶于水，“微”表示微溶于水，“挥”表示挥发性，“—”表示那种物质不存在或遇到水就分解了。

附录 部分法定计量单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	备注
长度	l (L)	米 千米 厘米 毫米	m km cm mm	
体积	V	立方米 立方分米 立方厘米	m ³ dm ³ cm ³	1dm ³ =1L 1cm ³ =1mL
时间	t	秒 分 [小]时 天[日]	s min h d	1min=60s
质量	m	千克 兆克 克 毫克	kg Mg g mg	1Mg=1t 1g=1000mg
密度		千克每立 方米 /kg/m ³ 克每立方 分米 克每立方 厘米	1g/dm ³ =1g/L g/dm ³ g/cm ³	
压力、压强	P	帕[斯卡] 千帕[斯 卡]	Pa kPa	
能量、热量	Q	焦[耳] 千焦[耳]	J kJ	
热力学温度	T	开[尔文]	K	t=T-273.15K
摄氏温度	t	摄氏度		
元素的相对 原子质量	Ar		表示法：氯元素的 相对原子质量 Ar (Cl) =35.4527	
物质的相对 分子质量	Mr			氯分子的相对分子质 量 Mr (Cl) ₂ =70.9054
物质的量	n	摩[尔]	mol	36 克水的物质的量 n (H ₂ O) =2mol
摩尔质量	M	克每摩[尔]	g/mol	氯分子的摩尔质量 M (Cl ₂) =70.9054g/mol

