目　录

注：你将图片导出，大下与课本相同

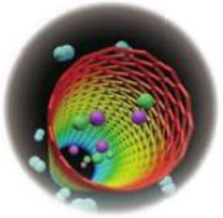
绪言　化学使世界变得更加绚丽多彩…… 1



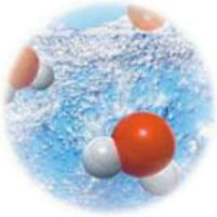
第一单元　走进化学世界…… 5
课题1　物质的变化和性质 …… 6
课题2　化学是一门以实验为基础的科学 … 11
课题3　走进化学实验室 …… 17



第二单元　我们周围的空气 ……25
课题1　空气 …… 26
课题2　氧气 …… 33
课题3　制取氧气 …… 37
实验活动1　氧气的制取和性质 …… 45



第三单元　物质构成的奥秘……47
课题1　分子和原子 …… 48
课题2　原子的构成 …… 53
课题3　元素 …… 56
课题4　离子 …… 63



第四单元　自然界的水……69
课题1　爱护水资源 …… 70
课题2　水的净化 …… 76
课题3　水的组成 …… 81
课题4　化学式与化合价 …… 85



第五单元　化学方程式……93
课题1　质量守恒定律 …… 94
课题2　如何正确书写化学方程式 ……101
课题3　利用化学方程式的简单计算 ……104



第六单元　碳和碳的氧化物…… 107
课题1　金刚石、石墨和C_{60} …… 108
课题2　二氧化碳制取的研究 …… 115
课题3　二氧化碳和一氧化碳 …… 119
实验活动2　二氧化碳的实验室制取
与性质 …… 127



第七单元　燃料及其利用…… 129
课题1　燃烧和灭火 …… 130
课题2　燃料的合理利用与开发…… 138
实验活动3　燃烧的条件 …… 152

附录Ⅰ　初中化学实验室常用仪器…… 153
附录Ⅱ　相对原子质量表…… 155
附录Ⅲ　部分名词中英文对照表…… 156
附录Ⅳ　元素周期表

绪言
化学使世界变得更加绚丽多彩

当你翻开这本崭新的化学课本时，一扇新的科学大门正向你徐徐打开，在你的脑海中是否会有这样的想法：什么是化学？化学有什么用？

其实，化学就在我们身边，人类的衣、食、住、行都离不开化学。例如，色泽鲜艳的衣料需要经过化学处理和印染；粮食、蔬菜的丰收需要化肥、农药和除草剂的合理使用；水泥、钢材、玻璃、塑料等化工产品都是重要的建筑材料；汽油、柴油是许多现代交通工具的燃料；这些都与化学密不可分。



那么，什么是化学呢？

在我们生活的物质世界里，不仅存在着形形色色的物质，而且物质还在不断地变化着。化学就是要研究物质及其变化，它不仅要研究自然界已经存在的物质，还要研究和创造自然界原本不存在的新物质。例如，研制新型的半导体材料，电阻几乎为零的超导体，有记忆能力的新材料，等等。

化学在保证人类生存并不断提高生活质量方面起着重要的作用。例如，利用化学生产化肥和农药，以增加粮食的产量；利用化学合成药物，以抑制细菌和病毒，保障人体健康；利用化学开发新能源和新材料，以改善人类的生存条件；利用化学综合应用自然资源和保护环境，以使人类生活得更加美好。化学是如此奇妙，在没有学习化学前，你可能只知道食盐不过是一种调味品，可当你学习化学后，就会发现食盐的用途可多啦！除了可用作调味品外，食盐还是一种重要的化工原料。利用食盐的水溶液可以制造氢氧化钠、氯气和氢气，并进而生产盐酸、漂白粉、塑料、肥皂和农药等，其他如造纸、纺织、印染、有机合成和金属冶炼等，也都离不开由食盐制得的化工产品。学习化学后，你不但能知道物质的性质和用途，还会进一步知道它们的内部组成、结构以及变化规律，知道如何利用它们来制造新的产品，以及人类认识化学、利用化学和发展化学的历史和方法。由此可见，化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的科学。

人类认识化学并使之成为一门独立的学科，经过了漫长的过程。古时候，在与自然界的种种灾难进行抗争中，人类学会了使用火和简单的工具，改善了自身的生存条件，从而变得更加聪明和强大。继而人类又陆续发现了一些物质的变化，如在翠绿色的孔雀石等铜矿石上面燃烧炭火，会有红色的铜生成。就像这样，人类在逐步了解和利用这些物质变化的过程中，制得了对人类生存具有实用价值的产品，如陶器、铜器、铁器、纸、火药、酒、染料等，为人类提



图1 陕西半坡出土的人面鱼纹彩陶盆



图2 东汉“酿酒”画像砖拓片



图3 越王勾践青铜剑

图4 宋代鹭鸟纹蜡染褶裙



图5 战国前期彩漆鸳鸯形盒

供了更多的生活和生产资料，人类越来越离不开化学了。

在很长的时间里，人类对物质变化的认识还是零散的、不系统的，更多地依赖于猜想和偶然的经验。到了近代，道尔顿[1]和阿伏加德罗[2]等科学家的研究，得出了一个重要的结论：物质是由原子和分子构成的，分子的破裂和原子的重新组合是化学变化的基础。这就是说，在化学变化中分子会破裂，而原子不会破裂，但可重新组合成新的分子。这些观点是认识和分析化学现象及其本质的基础。原子论和分子学说的创立，奠定了近代化学的基础。1869年，门捷列夫[3]发现了元素周期律并编制出元素周期表，在元素周期律指导下，利用元素之间的一些规律性知识来分类学习物质的性质，就使化学学习和研究变得有规律可循。



图6 扫描隧道显微镜
用于观察原子在固体表面的排列情况等

① 道尔顿（J.Dalton，1766—1844，英国科学家）
② 阿伏加德罗（A.Avogadro,1776—1856，意大利物理学家、化学家）
③ 门捷列夫（D.I.Mendeleev，1834—1907，俄国化学家）

现在，在分子、原子层次上研究物质性质与变化规律的化学不断地发展着。目前，人们发现和合成的物质已有几千万种，其中很多是自然界中原本不存在的，这极大地改善了人类的生存和发展条件，丰富了人们的生活。

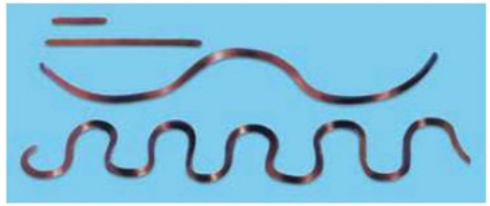


图7 纳米铜
用纳米（1 nm=10^{-9}m）材料制成的用品具有很多奇特的性质。例如，纳米铜具有超塑延展性，在室温下可拉长50多倍而不出现裂纹



图8 用隔水透气的高分子薄膜做的鸟笼



图9 单晶硅为信息技术和新能源开发提供了基础材料



图10 用玻璃钢制成的船体

总之，作为实用的、富于创造性的中心学科，化学在能源、材料、医药、信息、环境和生命科学等研究领域以及工农业生产中发挥着其他学科所不能替代的重要作用。近年来，“绿色化学”的提出，使更多的化学生产工艺和产品向着环境友好的方向发展，化学必将使世界变得更加绚丽多彩。



第一单元
走进化学世界

课题1 物质的变化和性质
课题2 化学是一门以实验为基础的科学
课题3 走进化学实验室

课题1
物质的变化和性质

大到宇宙中的星体，小到只用肉眼看不见的粒子，构成了千姿百态的物质世界。各种物质之间存在着多种相互作用，也不断地发生着变化。我们每天都生活在这样一个不断变化的物质世界里，因此，认识物质及其变化，对于了解自然现象和规律是至关重要的，也与我们的日常生活紧密相关。

一、化学变化和物理变化

我们知道，水在一定条件下可以变成水蒸气或冰，钢铁制品在潮湿的地方会生锈，煤、木材和柴草可以在空气中燃烧而发光放热，等等。从化学的角度看，物质的这些变化有什么本质区别呢？让我们先来做几个实验。



图1-1 水的沸腾

实验1-1

（1）把盛有少量水的试管斜夹在铁架台上（如图1-1）。在试管底部小心加热到水沸腾。把一块洁净的玻璃片（或盛有冷水的小烧杯）移近试管口，观察并记录发生的现象。

方法导引

做化学实验时，应该重点观察试剂（如水、胆矾、石灰石）的颜色、状态、气味等在实验前后发生的变化，思考为什么发生变化。

（2）取少量硫酸铜晶体（俗称胆矾或蓝矾）放在研钵内，用研杵把胆矾研碎。观察并记录胆矾发生的变化。



图1–2 胆矾的研碎

（3）在2支试管中分别放入少量研碎前、后的胆矾，并加入少量水，振荡得到澄清的硫酸铜溶液。再向2支试管中分别滴加氢氧化钠溶液，观察并记录试管中发生的现象。

（4）如图1–3所示，在盛有少量石灰石（或大理石）的试管里加入适量稀盐酸。注意观察并记录试管和烧杯中发生的变化。



图1–3 石灰石与盐酸反应

实验记录

实验序号	变化前的物质	变化时发生的现象	变化后的物质	变化后有无新物质生成
（1）	液态的水		液态的水	
（2）	块状的胆矾		粉末状的胆矾	
（3）	蓝色的硫酸铜溶液等		蓝色的氢氧化铜沉淀等	
（4）	颗粒状石灰石（或大理石）等		二氧化碳气体等	

在实验1（1）和实验1（2）中，液态的水经过沸腾变为水蒸气，冷却后又变成液态的水；块状的胆矾经过研磨后变成粉末状的胆矾，虽然水和胆矾发生了形态的变化，但并没有生成其他物质。这种没有生成其他物质的变化叫做**物理变化**。汽油挥发、铁水铸成锅、蜡烛受热熔化等都属于物理变化。在实验1（3）和实验1（4）中，胆矾和石灰石（或大理石）在变化中都生成了其他物质。这种生成其他物质的变化叫做**化学变化**，又叫做**化学反应**。木柴燃烧、铁的生锈等都属于化学变化。

化学变化的基本特征是有其他物质生成，常表现为颜色改变、放出气体、生成沉淀等。化学变化不但生成其他物质，而且还伴随着能量的变化，这种能量变化常表现为吸热、放热、发光等。上述可观察到的现象，常常可以帮助我们判断物质是否发生了化学变化。

在物质发生化学变化的过程中，会同时发生物理变化。例如，点燃蜡烛时，石蜡受热熔化是物理变化，而石蜡燃烧生成水和二氧化碳，却是化学变化。



图1–4 化学反应中伴随发生的一些现象

二、化学性质和物理性质

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的科学。我们将物质在化学变化中表现出来的性质叫做**化学性质**。例如，铁在潮湿的空气中生锈，铜在潮湿的空气中生成铜绿，碳在空气中燃烧生成二氧化碳并发光、放热等；再如，硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化铜蓝色沉淀，石灰石与盐酸反应生成二氧化碳气体等。

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质叫做**物理性质**。物质的颜色、状态、气味、硬度、熔点、沸点、密度等都属于它的物理性质，如通常状态下，氧气是一种无色、无味的气体，水是一种无色透明的液体，胆矾是一种蓝色的固体。了解物质的物理性质，对于研究它们的组成、结构和变化也非常重要。

当外界条件改变时，物质的性质也会随着变化，因此，描述物质性质时往往要注明条件。例如，当温度升高时，固态的冰会变成液态的水，把水加热到

一定温度时，水就会沸腾。实验证明，液体的沸点会随着大气压强的变化而改变，如大气稀薄的地方，大气压强变小，这时水的沸点就会降低。由于大气压强不是固定不变的，人们把101 kPa规定为标准大气压强[①]。

表1-1　一些常见物质的物理性质（大气压强为101 kPa）

物质	颜色和状态（通常状况）	熔点/℃	沸点/℃
水	无色液体	0	100
铁	银白色固体	1 535	2 750
铝	银白色固体	660.37	2 467
氧气	无色气体	−218.4	−182.9

实验1-2　分别取一集气瓶氧气和一集气瓶二氧化碳气体，仔细观察它们的颜色和状态，闻一闻气味。取一根小木条在空气中点燃，分别慢慢地放入盛有氧气和二氧化碳的集气瓶中，观察木条燃烧情况的变化。



图1-5 闻气体时的正确操作

讨论

结合自己的生活经验和知识，尽可能多地描述氧气和二氧化碳的性质，试着判断哪些属于物理性质，哪些属于化学性质，利用哪些方法可以区分它们，并将你的看法与同学交流。

提示

闻气体时应该小心，用手轻轻地在瓶口扇动，使极少量的气体飘进鼻孔。

我们在生活中了解到很多事实，如水和二氧化碳可以用来灭火，乙醇（俗称酒精）可作燃料，石墨可用于制铅笔芯，等等。物质的这些用途都是由它们的性质决定的。对物质的性质以及探究方法的学习，一定会使你对身边的物质世界有更新的认识。

① 标准大气压强为101.325 kPa，本书采用101 kPa这个近似值。

学完本课题你应该知道

1. 化学是一门研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的自然科学，与人类进步和社会发展的关系非常密切。

2. 没有生成其他物质的变化叫做物理变化；生成其他物质的变化叫做化学变化，又叫做化学反应。

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

练习与应用

1. 下列现象哪些是物理变化，哪些是化学变化？并简要说明判断的理由。
   （1）铁生锈。
   （2）石蜡熔化。
   （3）纸张燃烧。
   （4）瓷碗破碎。
   （5）铜在潮湿的空气里生成铜绿。
   （6）潮湿的衣服被晒干了。
   （7）下雪后天气晴暖，雪融化。
   （8）在寒冷的冬天向窗玻璃上哈气，会出现一层水雾。
2. 物理变化和化学变化的主要区别是什么？如何判断物质是否发生化学变化？举例说明。
3. 下列有关物质性质的描述中，哪些是指物理性质，哪些是指化学性质？为什么？
   （1）酒精能燃烧。
   （2）酒精能挥发。
   （3）水变成水蒸气。
   （4）以粮食为原料能酿酒。
   （5）二氧化碳能使澄清的石灰水变浑浊。
   （6）空气是没有颜色、没有气味的气体。
   （7）铜的密度是8.9 g/cm^3，熔点是1 083 ℃。
   （8）石灰石（或大理石）遇到盐酸后会生成二氧化碳和水。
4. 观察你身边的物质，如水、食盐、蔗糖、铜导线等，描述一下它们的性质和用途（可以查阅有关的资料）。
5. 生活经验告诉我们，食物都有一定的保质期，决不能食用变质的食物。哪些现象可以帮助我们来判断食物已经变质了？举例说明。

无忧化学整理 56hx.cn

课题2
化学是一门以实验为基础的科学

化学是一门以实验为基础的科学，许多化学的重大发现和研究成果都是通过实验得到的。

说来你也许会感到惊讶，化学实验室的前身是古代炼丹术士和炼金术士的作坊。炼丹术士想通过炼丹得到长生不老的药，炼金术士试图靠“哲人石”将普通金属点化成金银。他们发明了许多实验器具及一些分离物质的方法，如过滤、蒸馏等，同时也积累了大量的化学知识，为化学发展成为一门科学作出了贡献。



图1-6 西方17世纪的化学实验室



图1-7 中国古代炼丹设备

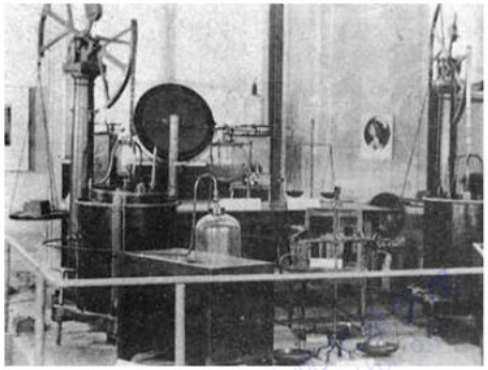


图1-8 拉瓦锡纪念馆一角。拉瓦锡利用天平进行定量研究，弄清了物质燃烧的本质

实验是学习化学的一条重要途径。通过实验以及对实验现象的观察、记录和分析等，可以发现和验证化学的原理，学习科学探究的方法并获得新的化学知识。

下面让我们一起在实验中学习科学探究的方法。

一、对蜡烛及其燃烧的探究

探究

观察和描述
——对蜡烛及其燃烧的探究



图1-9 燃着的蜡烛

蜡烛是由石蜡和棉线烛芯组成的。运用除味觉以外的所有感官，尽可能对一支蜡烛在点燃前、燃着时和熄灭后的三个阶段进行观察。你可以按下面提示的步骤进行实验观察，也可以增加或更改某些实验观察的内容。

（1）点燃前　观察蜡烛的颜色、状态、形状、硬度，闻一闻气味等。用小刀从蜡烛上切下一块石蜡，把它放入水中，观察它是否溶于水，是浮在水面上还是沉入水底，并判断石蜡的密度与水的相比是小还是大。

（2）点燃蜡烛　仔细观察燃着的蜡烛。蜡烛燃烧时发生了哪些变化？火焰分为几层？哪层最明亮？哪层最暗？

取一根火柴梗，拿住一端迅速平放入火焰中（如图1-10），约1 s后取出，根据火柴梗在火焰不同部位被烧的情况，推测火焰哪一部分的温度最高，哪一部分的温度最低。

分别取一个干燥烧杯和一个用澄清石灰水润湿内壁的烧杯，先后罩在火焰上方（如图1-11），仔细观察烧杯壁上有什么现象发生。推测蜡烛燃烧后生成了什么物质。

（3）熄灭蜡烛　观察蜡烛熄灭时有什么现象发生。用火柴去点蜡烛刚熄灭时产生的白烟（如图1-12），蜡烛能否重新燃烧？



图1-10 蜡烛火焰各层温度比较



图1-11 在蜡烛的火焰上方罩个内壁蘸有澄清石灰水的烧杯



图1-12 点燃蜡烛刚熄灭时产生的白烟

探究步骤	对现象的观察和描述
点燃前	
燃着时	
熄灭后	

将你填写的表格与同学进行交流，比较谁观察到的现象更多，谁的描述更细致、更准确？与同学交流实验的体会。

探究（或实验）完成后，应认真写出报告。我们可以参考以下格式写报告，也可以自己设计报告的格式。

探究（或实验）报告

姓名 _____ 合作者 _____ 班级 _____ 日期 _____

探究（或实验）名称：_____

探究（或实验）目的：_____

用品（如仪器、药品等）：_____

步骤和方法（可用图示）	现　象	分　析

结论：_____

_____

问题和建议：_____

无忧化学整理 56hx.cn

对蜡烛及其燃烧的探究活动，体现了化学学习的以下特点：

（1）关注物质的性质。例如，石蜡的颜色、状态、气味、硬度、密度、熔点等物理性质；石蜡能否燃烧、燃烧产物能否使澄清石灰水变浑浊等化学性质。

（2）关注物质的变化。例如，受热时石蜡熔化等物理变化；燃烧时发光、放热的现象，有二氧化碳和水的生成等化学变化。

（3）关注物质变化的过程以及对结果的解释和讨论。对物质在变化前、变化中和变化后的现象，进行系统地、细致地观察和描述，而不是孤立地关注物质的某种性质或变化，经过比较和分析等思考过程，得出可靠的结论。

二、对人体吸入的空气和呼出气体的探究

探究

吸入的空气与呼出气体有什么不同

以下信息可供我们进行科学探究时参考；我们还可以通过查询有关资料，获得更多信息并通过实验验证，得出正确的结论。

（1）二氧化碳可以使澄清石灰水变成白色浑浊液，在下述实验中，白色浑浊物越多，说明气体中二氧化碳越多。

（2）氧气可以使带有火星的木条复燃，木条燃烧越旺，说明氧气越多。

（3）二氧化碳可以使燃着的木条熄灭。

（4）空气主要是由氮气、氧气组成的，还含有二氧化碳、水蒸气等。

实验中我们将主要观察呼吸前后氧气、二氧化碳、水蒸气含量的变化。



图1-13 空气样品

步骤1　取两个空集气瓶，用玻璃片[①]将瓶口盖好（如图1-13），这样两瓶空气样品就收集好了。

步骤2　取另外两个集气瓶，将它们分别盛满水，并用玻璃片先盖住瓶口的一小部分，然后推动玻璃片将瓶口全部盖住，把盛满水的瓶子连同玻璃片一起倒立在水槽内（如图1-14）。将饮料管小心地插入集气瓶内，并向集气瓶内缓缓吹气（如图1-15，注意：换气时不要倒吸集气瓶内的水），直到集气瓶内充满呼出的气体。在水下立即用玻璃片将集气瓶的瓶口盖好，然后取出集气瓶放在实验桌上（如图1-16）。用同样的方法再收集一瓶呼出气体的样品。

无忧化学整理 56hx.cn

① 与集气瓶配套使用的玻璃片一般是毛玻璃，使用时应将玻璃片的毛面向下盖好集气瓶。



图1-14 准备收集气体



图1-15 收集呼出的气体



图1-16 呼出气体的样品

步骤3 将燃着的小木条分别插入空气样品和呼出气体的样品中（如图1-17），观察现象并记录。

现象	
结论	



图1-17 用燃着的小木条检验气体

步骤4 向一瓶空气样品和一瓶呼出气体的样品中各滴入相同滴数的澄清石灰水，振荡（如图1-18），观察现象并记录。

现象	
结论	

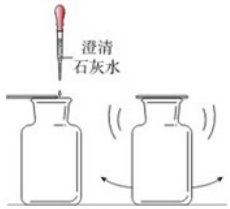


图1-18 用澄清石灰水检验

步骤5 取两块干燥的玻璃片或镜片，对着其中一块哈气（如图1-19），对比观察两块玻璃片或镜片上发生的现象。

现象	
结论	

通过上述实验探究，比较人体吸入的空气和呼出的气体中所含二氧化碳、氧气、水蒸气的多少，你能得出哪些初步结论？



图1-19 对着干燥的玻璃片哈气

学完本课题你应该知道

1. 从日常生活中常可以发现一些有探究价值的问题，可以通过实验等手段对这些问题进行探究，并通过对实验现象的分析等获得有价值的结论。

2. 在进行化学探究活动时，应该在教师指导下明确问题和探究目的，关注物质的性质和变化，对物质在变化前、变化中和变化后的现象进行细致观察、如实记录，并进行比较和分析，以得出可靠的结论，最后认真填写报告。

练习与应用

1. 根据蜡烛及其燃烧的探究，举例说明下列问题：哪些属于物理变化？哪些属于化学变化？哪些是关于物理性质的描述？哪些是关于化学性质的描述？
2. 结合自己的体会，你认为化学中的探究需要哪些步骤（或环节）？根据做过的探究填表。

问题	吸入的空气与呼出的气体有什么不同？
猜想（假设）	
实验	
证据	
结论与解释	
讨论	

3. 整理本课题的探究记录，参考教科书中提供的格式（或自己设计报告的格式）写出探究报告。

无忧化学整理 56hx.cn

课题3　走进化学实验室

我们已经知道，学习化学的一个重要途径是科学探究。实验是科学探究的重要手段，学习化学就必然要走进化学实验室，因为这里是进行科学探究的重要场所，有很多仪器和药品正等待着我们用来探究物质及其变化的奥秘。



图1–20 化学实验室



北京市中小学实验教室规则

图1–21 实验教室规则



图1–22 常用化学实验仪器

当我们走进化学实验室时，首先应该仔细阅读实验室规则（图1–21）。不要轻视这些规则，因为它们是安全地进行实验并获得成功的重要保证！我们还应该认识一些实验的常用仪器和药品，学习一些实验的基本操作，如应知道如何取用化学药品和怎样给物质加热等，以便能正确、快速、安全地进行实验并获得可靠的实验结果。

下面我们来做几个实验，同时学习几项基本的化学实验操作。

一、化学药品的取用

实验室里所用的化学药品，很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的。为保证安全，实验前要仔细阅读药品的取用规则。



图1–23 化学药品柜

资料卡片

实验室化学药品取用规则

（1）不能用手接触药品，不要把鼻孔凑到容器口闻药品（特别是气体）的气味，不得尝任何药品的味道。

（2）注意节约药品。应该严格按照实验规定的用量取用药品。如果没有说明用量，一般应该按最少量（1~2 mL）取用液体，固体只需盖满试管底部即可。

（3）实验剩余药品既不能放回原瓶，也不要随意丢弃，更不要拿出实验室，要放入指定的容器内。



图1–24 常用危险化学品标志

1. 固体药品的取用

固体药品通常保存在广口瓶里，取用固体药品一般用药匙。有些块状的药品（如石灰石等）可用镊子夹取。用过的药匙或镊子要立刻用干净的纸擦拭干净，以备下次使用。

把密度较大的块状药品或金属颗粒放入玻璃容器时，应该先把容器横放，把药品或金属颗粒放入容器口以后，再把容器慢慢地竖立起来，使药品或金属颗粒缓缓地滑到容器的底部，以免打破容器。

往试管里装入固体粉末时，为避免药品沾在管口和管壁上，可先使试管倾

斜，把盛有药品的药匙（或用小纸条折叠成的纸槽）小心地送至试管底部（如图1–25），然后使试管直立起来。

实验1–3

（1）用镊子夹取少量颗粒状石灰石（或大理石）放入试管中，并将试管放在试管架上备用。

（2）取少量碳酸钠粉末放入另一支试管中，并将试管放在试管架上备用。

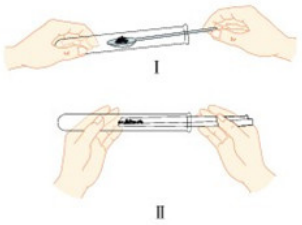


图1–25 往试管里送入固体粉末

2. 液体药品的取用

液体药品通常盛放在细口瓶里，常用倾倒法取用。

讨论

1. 细口瓶的塞子为什么要倒放在桌子上？

2. 倾倒液体时，瓶口为什么要紧挨着试管口？应该快速地倒还是缓慢地倒？

3. 拿细口瓶倒液时，为什么细口瓶贴标签的一面要朝向手心处？

4. 倒完液体后，为什么要立即盖紧瓶塞，并把试剂瓶放回原处？


图1–26 液体的倾倒

取用一定量的液体药品，常用量筒量出体积。量液时，量筒必须放平，视线要与量筒内液体凹液面的最低处保持水平（如图1–27），再读出液体的体积。

讨论

量取液体时，如果视线没有与量筒内液体凹液面的最低处保持水平，而是采用仰视或俯视的方法，将会对读数产生什么影响？

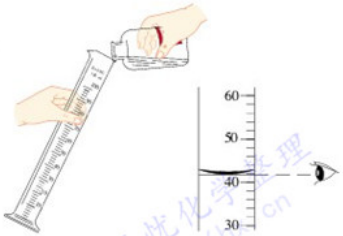


图1–27 液体的量取

取用少量液体时还可用滴管（如图1–28）。取液后的滴管，应保持橡胶胶帽在上，不要平放或倒置，防止液体倒流，沾污试剂或腐蚀橡胶胶帽；不要把滴管放在实验台或其他地方，以免沾污滴管。用过的滴管要立即用清水冲洗干净（滴瓶上的滴管不要用水冲洗），以备再用。严禁用未经清洗的滴管再吸取其他试剂。

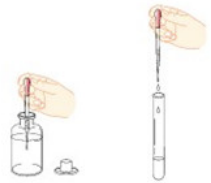


图1–28 用滴管取液体

实验1–4

（1）在试管中加入适量澄清石灰水，滴加1~2滴酚酞溶液，观察有什么现象发生。

（2）用10 mL量筒量取2 mL稀盐酸，加入盛有碳酸钠粉末的试管中，观察有什么现象发生（反应可能会很剧烈，要注意安全）。

注意

实验中要特别注意保护眼睛。万一眼睛里溅进了药液（尤其是有腐蚀性或有毒的药液），要立即用水冲洗（切不可用手揉眼睛）。洗的时候要眨眼睛，必要时请医生治疗。建议在化学实验中戴防护眼镜。

实验内容	现象
（1）澄清的石灰水中滴加酚酞溶液	
（2）碳酸钠粉末与稀盐酸反应	

二、物质的加热

加热是最常见的反应条件，这一基本实验操作常要使用酒精灯。

1. 酒精灯的使用方法

酒精灯的使用方法如图1–29所示。

使用酒精灯时，要注意以下几点：

（1）绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精，以免失火；

（2）绝对禁止用酒精灯引燃另一只酒精灯；


图1–29 酒精灯的使用

（3）用完酒精灯后，必须用灯帽盖灭，不可用嘴去吹。（盖灭后轻提一下灯帽，再重新盖好，为什么？）

（4）不要碰倒酒精灯，万一洒出的酒精在桌上燃烧起来，不要惊慌，应立刻用湿抹布扑盖。

实验 1-5 点燃酒精灯，仔细观察火焰的分层情况。取一根火柴梗，拿住一端迅速平放入火焰中（如图 1-30），约 1~2 s 后取出，熄灭酒精灯。

观察烧后的火柴梗。处在火焰哪一层的火柴梗最先炭化？哪一层的火焰温度最高？用酒精灯加热时，应该用哪一层火焰加热？



图1-30 酒精灯的灯焰

2. 给物质加热

用酒精灯给试管中液体加热的方法如图 1-31 所示。


图1-31 加热方法

用酒精灯加热试管里的液体时，要注意以下几点：

（1）试管外壁应该干燥，试管里的液体不应超过试管容积的 1/3；

（2）用试管夹夹持试管时，应由试管底部套上、取下；

（3）加热时，应先使试管底部均匀受热，然后用酒精灯的外焰固定加热；

（4）试管口不要对着自己或他人；

（5）加热后的试管，不能立即接触冷水或用冷水冲洗。

实验 1-6 取实验 1-3 中盛有少量石灰石（或大理石）的试管，用滴管向其中滴加稀盐酸，观察有什么现象发生。用试管夹夹住该试管（夹在距试管口约 1/3 处），按图 1-31 中所示的正确加热方法加热，观察现象。

实验内容	现象
少量石灰石（或大理石）与稀盐酸反应	
加热下，少量石灰石（或大理石）与稀盐酸反应	

三、连接仪器装置

正确连接仪器装置是进行化学实验的重要环节。在初中化学实验中用得较多的是连接玻璃导管、橡胶塞、胶皮管等的操作，装置连接好后一般要检验其气密性。

注意

不要使玻璃管折断，以免刺伤手掌。

1. 把玻璃管插入带孔橡胶塞

先把玻璃管口用水润湿，然后对准橡胶塞上的孔稍稍用力转动，将其插入（如图 1-32）。


图1-32 把玻璃管插入橡胶塞的孔里

2. 连接玻璃管和胶皮管

先把玻璃管口用水润湿，然后稍稍用力即可把玻璃管插入胶皮管（如图 1-33）。


图1-33 在玻璃管上套上胶皮管

3. 在容器口塞橡胶塞

应把橡胶塞慢慢转动着塞进容器口（如图 1-34）。切不可把容器放在桌上再使劲塞进塞子，以免压破容器。

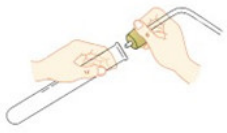


图1-34 用橡胶塞塞住试管

4. 检查装置的气密性

如图 1-35 所示，用手紧握试管，观察水中的导管口有没有气泡冒出。如果有气泡冒出，说明装置不漏气；（为什么？）如果没有气泡冒出，要仔细找原因，如是否应塞紧或更换橡胶塞，直至不漏气后才能进行实验。

实验 1-7 按照上述方法连接装置（如图 1-35），并检验装置的气密性。


图1-35 检查装置的气密性

四、洗涤玻璃仪器

做实验必须使用干净的仪器，否则会影响实验效果。现以洗涤试管为例，说明洗涤玻璃仪器的方法。

先倒净试管内的废液，再注入半试管水，振荡后把水倒掉，再注入水，振荡后再倒掉，这样连洗几次。如果内壁附有不易洗掉的物质，要用试管刷刷洗。刷洗时须转动或上下移动试管刷，但用力不能过猛，以防损坏试管。

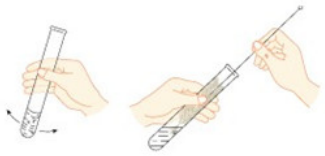


图1-36 试管的洗涤

洗过的玻璃仪器内壁附着的水既不聚成水滴，也不成股流下时，表明仪器已洗干净。洗净的玻璃仪器应放在试管架上或指定的地方。

实验1-8 按照上述方法，将实验中所用的试管等玻璃仪器都刷洗干净，并整理实验桌和实验室。

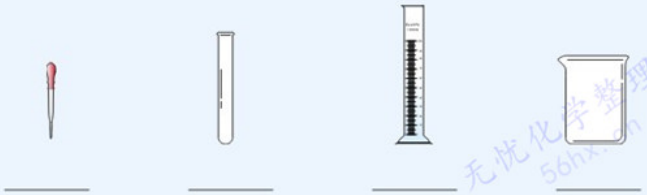
学完本课题你应该知道

1. 化学实验室是进行化学实验的重要场所，要遵守实验室规则，特别要注意安全。

2. 学习一些最基本的实验操作方法，如化学药品的取用、物质的加热、连接仪器装置、洗涤仪器等；正确的操作是实验成功的重要保证。

练习与应用

1. 写出下图所示化学仪器的名称。



无忧化学整理 56hx.cn

2. 下列图示实验操作中，正确的是（ ）。



3. 参考下列图示的实验操作，利用家中的杯子、瓶子、碗、筷、匙、饮料吸管，以及食盐、冰糖和水等，进行固体药品取用、液体倾倒和排水集气等操作练习。



固体药品取用　液体倾倒　排水集气

单元小结

1. 化学是一门研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的自然科学，它使人类生活变得更加美好。

2. 物理变化与化学变化。

物理变化：_____叫做物理变化。

化学变化：_____叫做化学变化，又叫做化学反应。

3. 物质性质与化学性质。

物理性质：_____

化学性质：_____

4. 科学探究是学习化学的重要途径，实验是科学探究的重要手段。

5. 严谨的科学态度、合理的实验步骤和规范的操作方法是获得可靠实验结论的基本保证。

无忧化学整理 56hx.cn



第二单元
我们周围的空气

课题1 空气
课题2 氧气
课题3 制取氧气
实验活动1 氧气的制取和性质

课题1　空气

人类每时每刻都离不开空气，没有空气就没有生命，也就没有生机勃勃的地球。

一、空气是由什么组成的

二百多年前，法国化学家拉瓦锡用定量的方法研究了空气的成分。他把少量汞放在密闭的容器里连续加热12天，发现有一部分银白色的液态汞变成红色粉末，同时容器里空气的体积差不多减少了1/5。他研究了剩余4/5体积的气体，发现这部分气体既不能供给呼吸，也不能支持燃烧，他认为这些气体全部都是氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。



图2-1 拉瓦锡（A.-L.Lavoisier，1743—1794）

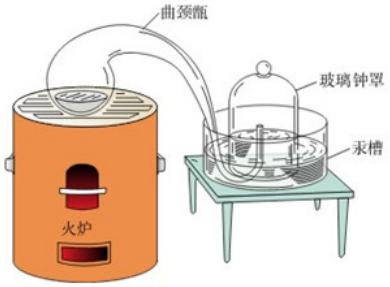


图2-2 拉瓦锡研究空气成分所用的装置

拉瓦锡又把在汞表面上所生成的红色粉末收集起来，放在另一个较小的容器里再加强热，得到了汞（化学符号Hg）和氧气（化学符号O_2），而且氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的体积。他把得到的氧气加到前一个容器里剩下的4/5体积的气体中，结果所得气体跟空气的性质完全一样。

通过这些实验，拉瓦锡得出了空气由氧气和氮气（化学符号N_2）组成，其中氧气约占空气总体积1/5的结论。

仿照这个历史上著名实验的原理，我们来测定空气里氧气的含量。

实验2-1 实验装置如图2-3所示，在集气瓶内加入少量水，并将水面上方空间分为5等份。用弹簧夹夹紧胶皮管。点燃燃烧匙内的红磷后，立即伸入瓶中并把塞子塞紧，观察红磷燃烧的现象。待红磷熄灭并冷却后，打开弹簧夹，观察实验现象及水面的变化情况。

现象	
分析	

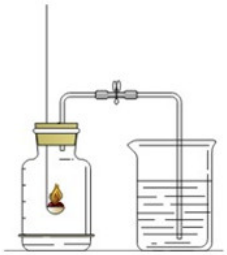


图2-3 测定空气里氧气的含量

在这一反应中，红磷（化学符号P）与空气中的氧气反应，生成一种叫做五氧化二磷（化学符号P_2O_5）的新物质。这一反应可以用文字表示如下：

$$\text{红磷}+\text{氧气}\xrightarrow{\text{点燃}}\text{五氧化二磷}$$

集气瓶内水平面上升约1/5，说明空气中的氧气被消耗了，消耗的氧气约占空气体积的1/5。

在19世纪末以前，人们深信空气中仅含有氧气和氮气。后来人们陆续发现了氦、氖、氩、氪、氙、氡等稀有气体，才认识到空气中除了氧气和氮气外，还有其他成分。目前，人们已能用实验方法精确地测定空气的成分。

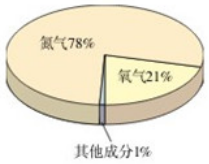


图2-4 空气成分示意图

通过实验测定，空气的成分按体积计算，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%。

像空气这样由两种或多种物质混合而成的物质叫做混合物，组成混合物的各种成分之间没有发生化学反应，它们各自保持着原来的性质。

氮气、氧气、二氧化碳等分别只由一种物质组成，它们都是纯净物。纯净物可以用化学符号来表示，如氮气可以用N_2来表示，氧气、二氧化碳可分别表示为O_2、CO_2等。上面实验中使用的红磷（P）和生成的五氧化二磷（P_2O_5）也是纯净物。

二、空气是一种宝贵的资源

空气中的各种成分作为原料广泛用于生产化肥、化工产品、炼钢、石油加工、运输、电光源等领域，是人类生产活动的重要资源。

1. 氧气

过去，人们曾把氧气叫做“养气”，这充分说明了氧气的重要性。在通常情况下，人吸入空气就可以了，但医疗急救时，则需要用纯氧；燃料燃烧离不开氧气，炼钢、气焊以及化工生产和宇宙航行等都要用到氧气。



图2-5 氧气的用途

2. 氮气

氮气具有广泛用途，它是制造硝酸和氮肥的重要原料；由于氮气的化学性质不活泼，因此常用作保护气，如焊接金属时常用氮气作保护气，灯泡中充氮气以延长使用寿命，食品包装中充氮气以防腐；医疗上可在液氮冷冻麻醉条件下做手术；超导材料在液氮的低温环境下能显示超导性能。



图2-6 氮气用于磁悬浮列车、化工原料、食品充氮防腐等

讨论

在测定空气中氧气含量的实验中，集气瓶内剩下的气体主要是氮气。结合实验和日常生活经验讨论：

1. 燃烧着的红磷熄灭了，这种现象说明氮气能不能支持燃烧？

2. 集气瓶内水平面上升一定高度后，还能继续上升吗？这种现象能不能说明氮气不易溶于水？

通过日常生活对空气的观察及上面的讨论，你能否描述氮气的物理性质？

	颜色	状态	气味	标准状况[①]下的密度	熔点	沸点	是否易溶于水
氮气				1.251 g / L	−209.9 ℃	−195.8 ℃	

从红磷在氮气中不能继续燃烧的事实，说明氮气不支持燃烧。许多实验事实都表明，氮气的化学性质不如氧气活泼。

3. 稀有气体

在空气的成分中，稀有气体[②]（氦、氖、氩、氪、氙和氡）所占比率虽然很小，但它们却是一类很重要的气体。它们都没有颜色，没有气味，化学性质很不活泼。

① 标准状况指的是温度为0 ℃和压强为101 kPa时的情况。

② 过去人们认为这些气体不与其他物质发生化学反应，曾把它们叫做惰性气体。

在生产和科学研究中，稀有气体有广泛的用途。如稀有气体在通电时能发出不同颜色的光，可制成多种用途的电光源，如航标灯、强照明灯、闪光灯、霓虹灯等；氦可用于制造低温环境。

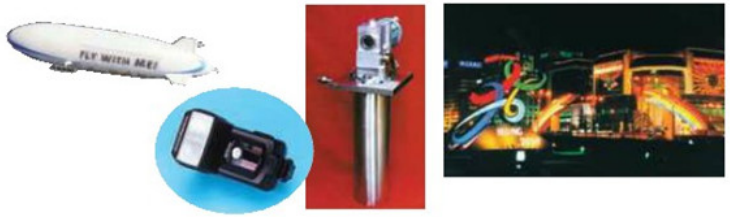


图2-7 稀有气体用于飞艇、闪光灯、液氦冷冻机、霓虹灯等



图2-8 大气污染

三、保护空气

洁净的空气对于人类和其他动植物都是非常重要的。但是，随着工业的发展，排放到空气中的有害气体和烟尘对空气造成了污染。被污染的空气会严重损害人体健康，影响作物生长，破坏生态平衡。全球气候变暖、臭氧层破坏和酸雨等也都与空气污染有关。

为了使天空更蓝，人类正在积极行动起来，如加强大气质量监测，改善环境状况，使用清洁能源，积极植树、造林、种草等，以保护空气。

讨论

结合图2-8讨论下述问题：

1. 在你身边发生过哪些污染空气的现象？

2. 大气污染会造成哪些危害？

3. 为了保护人类赖以生存的空气，你能做些什么？

无忧化学整理 56hx.cn

资料卡片

空气质量日报

空气质量日报的主要内容包括“空气污染指数”“首要污染物”“空气质量级别”“空气质量状况”等。



图2-9 空气质量日报

空气污染指数（Air Pollution Index，简称API）就是将常规监测的几种空气污染物浓度简化成为单一的数值形式，并分级表示空气污染程度和空气质量状况。目前计入空气污染指数的项目暂定为：二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、可吸入颗粒物（粒径在10微米以下的颗粒物，称PM_{10}，又称飘尘）和臭氧等。不同地区的首要污染物有所不同。

表2-1 空气质量分级标准

污染指数	50以下	51~100	101~150	151~200	201~250	251~300	300以上
质量级别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ（1）	Ⅲ（2）	Ⅳ（1）	Ⅳ（2）	Ⅴ
质量状况	优	良	轻微污染	轻度污染	中度污染	中度重污染	重度污染

空气质量日报是通过新闻媒体向社会发布的环境信息，可以及时准确地反映空气质量状况，增强人们对环境的关注，促进人们对环境保护工作的理解和支持，提高全民的环境意识，促进人们生活质量的提高。

学完本课题你应该知道

1. 空气的成分按体积计大约是：氧气21%、氮气78%、稀有气体等其他成分1%。

2. 纯净物由一种物质组成；混合物由两种或多种物质组成。氧气、氮气等是纯净物，空气是混合物。

3. 空气是一种宝贵的自然资源，要保护空气，防止污染空气。

调查与研究

1. 根据我国环保部2011年11月发布的《环境空气质量标准》（三次征求意见稿），基本监控项目中增设了$PM_{2.5}$浓度限值。请通过报刊、杂志、互联网等了解相关信息。

2. 通过各种传媒收集近阶段你所在地区的空气质量日报。

3. 利用收集到的数据，以日期为横坐标，污染指数为纵坐标，作图。

4. 用照片、漫画、短文等记录你身边发生的污染空气的现象。

5. 把活动过程及你对改进大气质量的建议写成小论文，与同学交流。

练习与应用

1. 空气的成分以_____和_____为主，其中按体积计，_____约占空气体积的78%，_____约占空气体积的21%。

2. 下列物质：①氧气；②人体呼出的气体；③液氮；④空气中0.03%的稀有气体；⑤二氧化碳；⑥洁净的空气。其中属于纯净物的是_____；请选出一种混合物并说明其中的成分_____。

3. 选择题

（1）空气中含量较多且化学性质不活泼的气体是（　　）。

A. 氧气　　B. 氮气　　C. 二氧化碳　　D. 水蒸气

（2）下列物质中，属于纯净物的是（　　）。

A. 洁净的空气　　B. 汽水　　C. 液态氧　　D. 水泥砂浆

（3）臭氧（O_3）主要分布在距地面10～50 km的高空，它能吸收大部分紫外线，保护地球生物。臭氧属于（　　）。

A. 纯净物　　B. 混合物　　C. 氧气　　D. 稀有气体

4. 列举4种存在于空气中的纯净物及其主要用途。

5. 你一定去过车水马龙的城市街道和森林茂密的公园或野外，你在这两处呼吸时的感受是否一样？主要原因是什么？

6. 你如何认识“空气是一种宝贵的资源”？

无忧化学整理 56hx.cn

课题2　氧气

在标准状况下，氧气的密度是1.429 g/L，比空气的密度（1.293 g/L）略大。它不易溶于水，在室温下，1 L水中只能溶解约30 mL氧气。在压强为101 kPa时，氧气在-183 ℃时变为淡蓝色液体，在-218 ℃时变成淡蓝色雪花状的固体。

工业生产的氧气，一般加压贮存在蓝色的钢瓶中。

实验2-2　把带有火星的木条伸到盛有氧气的集气瓶中，观察木条是否复燃。

带有火星的木条在氧气中能够复燃，说明氧气能支持燃烧。

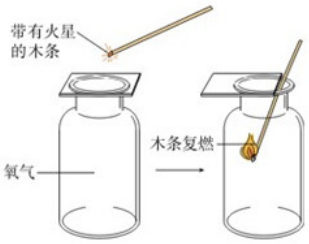


图2-10　氧气可以使带有火星的木条复燃

实验2-3①　在燃烧匙里放少量硫，加热，直到发生燃烧，观察硫在空气里燃烧时发生的现象。然后把盛有燃着的硫的燃烧匙伸进充满氧气的集气瓶里（如图2-11），再观察硫在氧气里燃烧时发生的现象。比较硫在空气里和在氧气里燃烧有什么不同。

实验内容	现　象
硫在空气里燃烧	
硫在氧气里燃烧	


图2-11　硫分别在空气和氧气里燃烧

① 本实验由教师演示，应在通风橱中进行。

硫与氧气发生化学反应，生成了一种带有刺激性气味的二氧化硫（SO_2）气体，并放出热量。这个反应可以表示如下：

硫+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳

讨论

木炭和硫分别在空气里和在氧气里燃烧的现象不同，这说明了什么？


图2-12　木炭分别在空气和氧气中燃烧

实验2-4　把两根光亮的细铁丝分别盘成螺旋状。取一根在酒精灯上烧至红热，观察现象；另取一根，在下端系一根火柴，点燃火柴，待火柴快燃尽时，插入充满氧气的集气瓶中（预先放入一些水，如图2-13），观察现象。

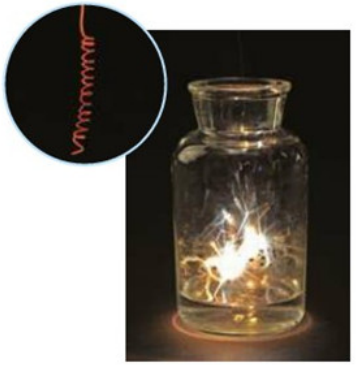


图2-13　铁丝在空气中红热，在氧气中剧烈燃烧

在空气中加热铁丝时，铁丝只能发生红热现象，不能燃烧；但在氧气里点燃细铁丝可发生剧烈燃烧，火星四射。铁与氧气反应生成黑色的四氧化三铁（Fe_3O_4）固体。这个反应可以表示如下：

铁+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 四氧化三铁

通过以上几个实验，我们可以看出，可燃物在氧气里燃烧比在空气里燃烧要剧烈。例如，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，发出蓝紫色火焰。又如，某些在空气里不能燃烧的物质却可以在氧气中燃

烧。这说明氧气的化学性质比较活泼，同时也说明，物质在空气中燃烧，实际上是与其中的氧气发生反应，由于空气中的氧气含量相对较少，因此在空气中燃烧不如在氧气中剧烈。

讨论

1. 分析实验2-1、2-3和2-4，填写下表中的空白。

实验编号	反应前的物质	反应后生成的物质	反应的文字表达式
实验2-1			
实验2-3			
实验2-4			

2. 上述三个化学反应有什么共同的特征？

通过实验和讨论，我们发现氧气与磷、硫、铁的反应有一个共同特点：它们都是由两种物质起反应，生成另一种物质。我们把由两种或两种以上物质生成另一种物质的反应，叫做**化合反应**。

这三个反应还有另一个共同特点：它们都是物质与氧发生的反应。这类反应属于氧化反应。氧气在氧化反应中提供氧，它具有氧化性。

物质在氧气中燃烧是较剧烈的氧化反应，但并不是所有的氧化反应都像燃烧那样剧烈并发光、放热。有些氧化反应进行得很慢，甚至不容易被察觉，这种氧化叫做缓慢氧化。在生活中，缓慢氧化的例子很多，如动植物的呼吸、食物的腐烂、酒和醋的酿造、农家肥料的腐熟等都包含物质的缓慢氧化。

学完本课题你应该知道

1. 氧气的化学性质比较活泼，能支持燃烧，在一定条件下能与磷、硫、铁等发生反应。

2. 由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应，叫做化合反应。物质与氧发生的反应叫做氧化反应。

练习与应用

1. 验证一瓶无色气体是氧气的简单方法是_____。

2. 分别写出下列物质在氧气中燃烧的文字表达式。

硫：_____

红磷：_____

铁丝：_____

3. 选择题

（1）下列关于氧气性质的描述，错误的是（　　）。

A. 在通常状况下，氧气是一种无色、无味的气体

B. 氧气在低温、高压时能变为液体或固体

C. 氧气极易溶于水

D. 氧气是一种化学性质比较活泼的气体

（2）有一位同学暑假去西藏发生了严重的高原反应，医生让他吸氧后症状缓解。吸氧可以帮助人克服高原反应的原因是（　　）。

A. 氧气是无色无味的无毒气体　　B. 氧气可以燃烧

C. 吸氧为人体呼吸提供了适量的氧气　　D. 氧气可以支持燃烧

（3）下列说法中正确的是（　　）。

A. 木炭燃烧后生成黑色固体

B. 铁丝伸入盛有氧气的集气瓶中剧烈燃烧

C. 红磷在空气中不能燃烧

D. 硫燃烧后生成有刺激性气味的气体

（4）物质的下列性质中，属于化学性质的是（　　）。

A. 颜色、状态　　B. 密度、硬度

C. 氧化性、可燃性　　D. 熔点、沸点

（5）已知下列四个反应在一定条件下都能发生，其中属于化合反应的是（　　）。

A. 氧化汞 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 汞＋氧气

B. 石灰石＋盐酸 $\longrightarrow$ 氯化钙＋二氧化碳＋水

C. 酒精＋氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水＋二氧化碳

D. 木炭＋氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳

4. 你家用什么燃料烧水做饭？燃烧过程中你能观察到什么现象？燃料燃烧是不是化学变化？为什么？

无忧化学整理 56hx.cn

课题3　制取氧气

在实验室里，常采用加热高锰酸钾、分解过氧化氢或加热氯酸钾的方法制取氧气。

实验2-5　把少量高锰酸钾装入试管中，并在试管口放一团棉花①，用带有导管的塞子塞紧试管。

（1）加热试管，用排水法收集一瓶氧气（如图2-14）。

（2）把带有火星的木条伸入集气瓶中，观察有什么现象发生。



图2-14 加热高锰酸钾制取氧气

实验编号	现　象
（1）	
（2）	

高锰酸钾是一种暗紫色的固体，它受热时，分解出氧气，同时还有锰酸钾和二氧化锰生成：

$$\text{高锰酸钾} \xrightarrow{\text{加热}} \text{锰酸钾}+\text{二氧化锰}+\text{氧气}$$

除用加热高锰酸钾的方法制取氧气外，在实验室里还常常用分解过氧化氢的方法制取氧气。过氧化氢溶液在常温下可以分解放出氧气，但是，在利用过氧化氢溶液分解制取氧气时，通常还要放入少量二氧化锰，这是为什么呢？

① 放一团棉花可以防止加热时高锰酸钾粉末进入导管。

探究

分解过氧化氢制氧气的反应中二氧化锰的作用

1．实验

（1）在试管中加入5 mL 5%过氧化氢溶液，把带火星的木条伸入试管，观察现象。

（2）向上述试管中加入少量二氧化锰，把带火星的木条伸入试管。观察现象（如图2-15）。

（3）待上述试管中没有现象发生时，重新加入过氧化氢溶液，并把带火星的木条伸入试管，观察现象。待试管中又没有现象发生时，再重复上述操作，观察现象。

注意

仔细观察反应前后的二氧化锰。

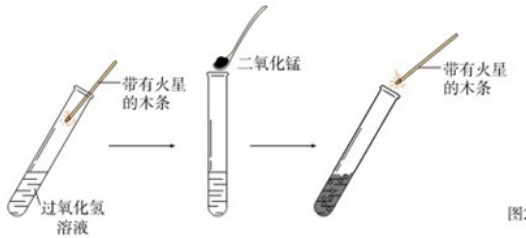


图2-15 过氧化氢分解实验示意图

2. 分析与讨论

（1）在实验（1）和（2）中木条是否复燃？发生这种现象的原因可能是什么？

（2）在实验（3）的重复实验中，反应后二氧化锰有无变化？

（3）综合分析实验（1）~（3）中所观察到的现象，你认为二氧化锰在过氧化氢分解的反应中起了什么作用？

实验编号	现　象	分　析
（1）		
（2）		
（3）		
结论		

在实验（1）中，带火星的木条不能复燃，是因为过氧化氢溶液在常温下分解缓慢，放出的氧气很少。在实验（2）中，木条复燃，是因为过氧化氢溶液中加入少量二氧化锰，使分解加速。这一反应可以表示如下：

过氧化氢 $\xrightarrow{\text{二氧化锰}}$ 水+氧气

在实验（3）中，实验重复多次，每次只消耗了过氧化氢，二氧化锰好像永远用不完。如果在实验前用精密的天平称量二氧化锰的质量，实验后把二氧化锰洗净、干燥，再称量，你会发现它的质量没有发生变化。把它再加到过氧化氢溶液中，还可以加速过氧化氢分解。这种在化学反应里能改变其他物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在反应前后都没有发生变化的物质叫做催化剂（又叫触媒）。催化剂在化学反应中所起的作用叫做催化作用。硫酸铜溶液等对过氧化氢的分解也具有催化作用。

催化剂在化工生产中具有重要而广泛的应用，生产化肥、农药、多种化工原料等都要使用催化剂。

在实验室里还可以通过加热混有二氧化锰的氯酸钾固体制取氧气，除生成氧气外，同时还有一种叫氯化钾的物质生成。二氧化锰在这一反应中也是催化剂。这个反应可表示如下：

氯酸钾 $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{二氧化锰}}$ 氯化钾+氧气

讨论

分析上述三个制取氧气的反应，它们有什么共同特征？与化合反应有什么不同？

由一种反应物生成两种或两种以上其他物质的反应，叫做**分解反应**。在化学学习过程中，常常要用到分类的方法。例如，物质可以分为纯净物和混合物；化学反应可以分为化合反应和分解反应等。利用分类的方法学习化学，可以起到事半功倍的效果，今后我们还将分类学习更多的化学知识。

化学·技术·社会

催化剂的作用

催化剂在化工生产过程中有重要作用，有的反应如果没有催化剂就不能进行，大多数化工生产都有催化剂的参与。例如，在石油炼制过程中，用高效催化剂生产汽油、煤油等；在汽车尾气处理中用催化剂促进有害气体的转化；酿造工业和制药工业都要用酶作催化剂，某些酶制剂还是宝贵的药物。



图2-16 催化剂在化工生产中有重要作用

资料卡片

工业上如何大量制取氧气

高锰酸钾或过氧化氢分解制取氧气的方法，具有反应快、操作简便、便于收集等优点，但成本高，无法大量生产，只能用于实验室中。工业生产则需考虑原料是否易得、价格是否便宜、成本是否低廉、能否大量生产以及对环境的影响等。

空气中含氧气的体积约为21%，这是制取氧气的廉价、易得的原料。

怎样才能把氧气从空气中分离出来呢？我们知道，任何液态物质都有一定的沸点。科学家们正是利用了物质的这一性质，在低温条件下加压，使空气转变为液态，然后蒸发。由于液态氮的沸点是−196 ℃，比液态氧的沸点（−183 ℃）低，因此氮气首先从液态空气中蒸发出来，剩下的主要就是液态氧了。为了便于贮存、运输和使用，通常把氧气加压到1.5×10^4 kPa，并贮存在蓝色的钢瓶中。

近年来，膜分离技术得到迅速发展。利用这种技术，在一定压力下，让空气通过具有富集氧气功能的薄膜，可得到含氧量较高的富氧空气。利用这种膜进行多级分离，可以得到含90%以上氧气的富氧空气。

富氧膜的研究在医疗、发酵工业、化学工业、富氧燃烧等方面得到重要应用。

学完本课题你应该知道

1. 在化学反应中，一种反应物生成两种或两种以上其他物质的反应，叫做分解反应。

2. 实验室里可用加热高锰酸钾、分解过氧化氢溶液或加热氯酸钾的方法制取氧气。

3. 在化学反应里能改变其他物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在反应前后都没有发生变化的物质叫做催化剂。催化剂在生产中有重要应用。

练习与应用

1. 填写下表，比较三个反应的异同。

反应	文字表达式	反应物	生成物
高锰酸钾制氧气			
过氧化氢溶液制氧气			
木炭在氧气中燃烧			

2. 选择题

（1）下列反应属于分解反应的是（　　）。

A. 硫＋氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化硫

B. 石蜡＋氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳＋水

C. 高锰酸钾 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 锰酸钾＋二氧化锰＋氧气

D. 铁＋氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 四氧化三铁

（2）下列说法中不正确的是（　　）。

A. 在过氧化氢溶液的分解反应中，二氧化锰起催化作用

B. 氧气的化学性质很活泼，在常温下能与所有物质发生化学反应

C. 细铁丝在氧气里燃烧时，火星四射，生成黑色固体

D. 用排水法可以收集不易溶于水的气体

（3）实验室用高锰酸钾制氧气的实验中，不需要使用的一组仪器是（　　）。

A. 烧杯、玻璃棒　　B. 大试管、集气瓶

C. 酒精灯、铁架台　　D. 导管、单孔塞

（4）下列有关催化剂的说法正确的是（　　）。

A. 在化学反应后其质量减小

B. 在化学反应后其化学性质发生了变化

C. 在化学反应后其质量增加

D. 催化剂能改变化学反应速率

3. 在做“物质在盛有氧气的集气瓶中燃烧”的实验时，常常要在集气瓶里预先加少量水，试推测对不同物质来说，这样做的目的各是什么，是不是可以用少量细沙来代替水？

4. 利用下列所示仪器、药品（及其他必要物品）进行实验并探究。



（1）“把二氧化锰加入装有过氧化氢溶液的试管中”与“把过氧化氢溶液缓缓加入盛有少量二氧化锰的试管中”的实验现象是否相同？哪种方法可以得到平稳的氧气流？

（2）设计制取氧气和试验其性质的实验方案（下表可供参考，你也可以利用一些其他代用品自行设计其他方案），征得教师同意后实施你的方案，实验后进行小结。

目标	1.寻找新的催化剂	2.制取氧气	3.试验氧气性质
仪器、药品			
方案（可画简图）			
步骤			
结论			

无忧化学整理 56hx.cn

单元小结

一、氧气

物理性质		
化学性质	1	
	2	
	3	
实验室制法	反应原理	
	实验装置	
	收集方法	
	注意事项	
用途		

无忧化学整理 56hx.cn

二、物质的分类

- 混合物（举例）：_____
- 纯净物（举例）：_____

三、化学反应

1. 化学反应的类型
   - 化合反应（可表示为A+B→AB），举例：_____
   - 分解反应（可表示为AB→A+B），举例：_____
2. 氧化反应，举例：_____

四、谈谈你学完本单元的收获。可从“空气是一种宝贵的自然资源”“化学的重要性”或“化学学习方法”等主题中任选其一进行小结，也可以自选主题谈收获。

无忧化学整理 56hx.cn

实验活动1 氧气的制取和性质

【实验目的】

1. 学习实验室制取氧气的方法。

2. 加深对氧气性质的认识。

【实验用品】

大试管、试管夹、单孔橡胶塞、胶皮管、玻璃导管、集气瓶、水槽、铁架台（带铁夹）、酒精灯、玻璃片、坩埚钳、细铁丝、木条、棉花、火柴。

高锰酸钾、木炭、澄清石灰水。

【实验步骤】

1. 制取氧气

（1）仔细观察图2-17所示的装置，使用了哪些仪器？哪部分是气体发生装置？哪部分是气体收集装置？为什么可以用排水法收集氧气？

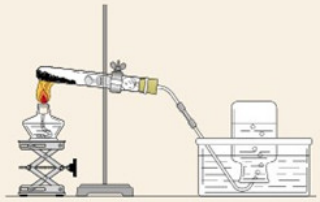


图2-17 加热高锰酸钾制氧气

（2）用带有导管的橡胶塞塞紧试管，检验装置的气密性。确认装置不漏气后，拔开橡胶塞，在试管中装入少量高锰酸钾，并在试管口放一团棉花，用带有导管的橡胶塞紧管口，把试管口略向下倾斜[①]固定在铁架台上（如图2-17所示）。

（3）将两个集气瓶分别盛满水，用玻璃片盖住瓶口，然后把盛满水的集气瓶连同玻璃片一起倒立在盛水的水槽内。

（4）加热试管。先使酒精灯火焰在试管下方来回移动，让试管均匀受热，然后对高锰酸钾所在的部位加热。

导管口开始有气泡放出时，不宜立即收集，当气泡连续并比较均匀地放出时，再把导管口伸入盛满水的集气瓶。待集气瓶里的水排完以后，在水面下用玻璃片盖住瓶口。小心地把集气瓶移出水槽，正放在桌子上。用同样的方法再收集一瓶氧气（瓶中留有少量水）。

想一想

为什么刚开始有气泡放出时不立即收集？

提示

如果先熄灭酒精灯，水槽中的水可能会倒吸入试管，使试管因骤然冷却而炸裂。

（5）停止加热时，先要把导管移出水面，然后再熄灭酒精灯。

2. 氧气的性质

（1）如图2-18所示，用坩埚钳夹取一小块木炭，在酒精灯上加热到发红，插入到上面实验收集到的氧气中（由瓶口向下缓慢插入），观察木炭在氧气里燃烧的现象。燃烧停止后，取出坩埚钳，向集气瓶中加入少量澄清石灰水，振荡。有什么现象发生？

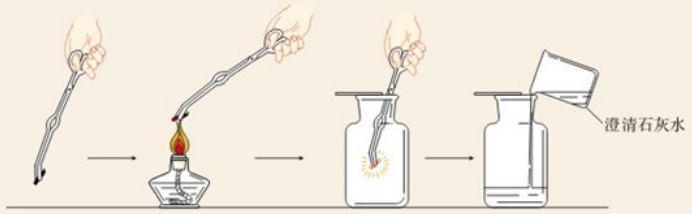


图2-18 木炭在氧气中燃烧实验示意图

（2）点燃系在螺旋状细铁丝底端的火柴，待火柴快燃尽时，插入盛有氧气的集气瓶中（瓶中预先加有少量水）。观察铁丝在氧气中燃烧的现象。

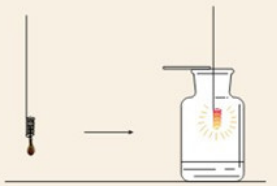


图2-19 铁丝在氧气中燃烧实验示意图

【问题与交流】

1. 检验装置的气密性时，除了用手紧握的方法外，还可以用什么方法？

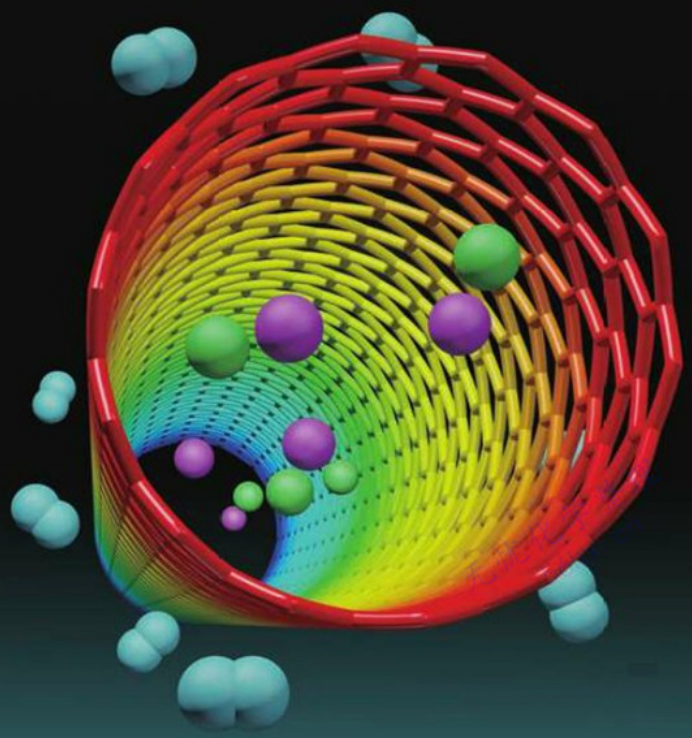
2. 如果某同学制得的氧气不纯，你认为可能的原因有哪些。

3. 把红热的木炭插入盛有氧气的集气瓶时，为什么要由瓶口向下缓慢插入？

① 有些固体试剂受热时会放出水蒸气，试管口向下倾斜可防止冷凝水回流到热的试管底部，炸裂试管。

第三单元
物质构成的奥秘

课题1 分子和原子
课题2 原子的构成
课题3 元素
课题4 离子



课题1 分子和原子

一、物质由微观粒子构成

生活中我们都有过这样的经验，走过花圃会闻到花香；湿的衣服经过晾晒就会变干；糖块放到水里会逐渐“消失”，而水却有了甜味。

让我们再观察下面的实验现象。

实验3-1 向盛有水的小烧杯中加入少量品红，静置，观察发生的现象。

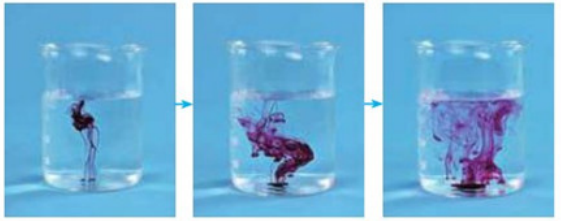


图3-1 品红在水中扩散

实验表明，品红在水中扩散开，而且，在热水中它会扩散得更快一些。

上述生活和实验中的现象，在很久以前就引起了一些学者的探究兴趣，为了解释这类现象，他们提出物质都是由看不见的微小粒子构成的设想。

科学技术的进步，证明了物质是由分子、原子等微观粒子构成的。现在我们通过先进的科学仪器不仅能够观察到一些分子和原子（如图3-2），还能移动原子（如图3-3）。

通常分子的质量和体积都很小。例如，1个水分子的质量约是3×10^{-26} kg，1滴水（以20滴水为1 mL计）中大约有1.67×10^{21}个水分子，如果10亿人来数1滴水里的水分子，每人每分钟数100个，日夜不停，需要3万多年才能数完。

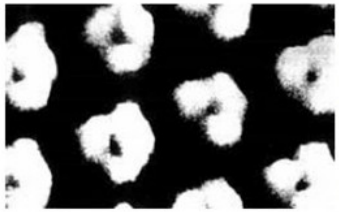


图3-2 用扫描隧道显微镜获得的苯分子的图像

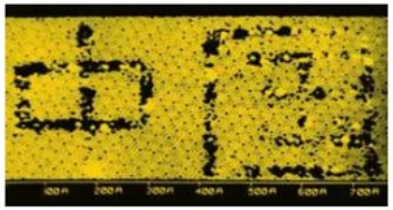


图3-3 通过移走硅原子构成的文字

微观粒子（如分子）总是在不断运动着，花香在空气中的扩散、湿衣服中的水在晾晒下的挥发及品红在水中的扩散都是分子运动的结果。在受热的情况下，分子能量增大，运动速率加快，这就是品红在热水中扩散加快的原因。

探究

分子运动现象

1. 向盛有约20 mL蒸馏水的小烧杯A中加入5~6滴酚酞溶液，搅拌均匀，观察溶液的颜色。

2. 从烧杯A中取少量溶液置于试管中，向其中慢慢滴加浓氨水，观察溶液颜色有什么变化。

3. 另取一个小烧杯B，加入约5 mL浓氨水。用一个大烧杯或水槽罩住A、B两个小烧杯（如图3-4）。观察几分钟，有什么现象发生？你能解释这一现象吗？



图3-4 分子运动现象的实验

	烧杯 A	烧杯 B
现　象		
解　释		

我们知道气体可压缩储存于钢瓶中，这是因为分子之间有间隔，在受压的情况下气体液化，分子间的间隔减小。相同质量的同一种物质在固态、液态和气态时所占体积不同，是因为它们分子间的间隔不同；而物体的热胀冷缩现象，则是物质分子间的间隔受热时增大，遇冷时缩小的缘故。

二、分子可以分为原子

由分子构成的物质在发生物理变化时，分子本身没有发生变化。例如，水在蒸发时，它只是由液态变成了气态，而水分子没有变成其他分子，它的化学性质也没有改变；当品红溶于水时，品红分子和水分子都没有变成其他分子，它们的化学性质也各自保持不变。

由分子构成的物质在发生化学变化时，一种物质的分子会变成其他物质的分子。例如，我们在实验室用过氧化氢分解制取氧气时，过氧化氢分子就变成了水分子和氧分子，水分子和氧分子是与过氧化氢不同的分子；再如，氢气在氯气中燃烧时，氢分子和氯分子都发生了变化，生成了氯化氢分子，氢气和氯气也不再保持原来的性质。可见，由分子构成的物质，分子是保持其化学性质的最小粒子。

分子是由原子构成的。有些分子由同种原子构成，如1个氧分子是由2个氧原子构成的，1个氢分子是由2个氢原子构成的；大多数分子由两种或两种以上原子构成，如1个二氧化碳分子是由1个碳原子和2个氧原子构成的，1个氨分子是由1个氮原子和3个氢原子构成的（如图3-5）。

在化学变化中，分子可以分成原子，原子又可以结合成新的分子。例如，由过氧化氢分解制取氧气时，过氧化氢分子分解，生成水分子和氧分子；再如，加热红色的氧化汞粉末时，氧化汞分子会分解成氧原子和汞原子，每2个氧原子结合成1个氧分子，许多汞原子聚集成金属汞（如图3-6）。可见，在化学变化中，分子的种类可以发生变化，而原子的种类不会发生变化，因此，原子是化学变化中的最小粒子。

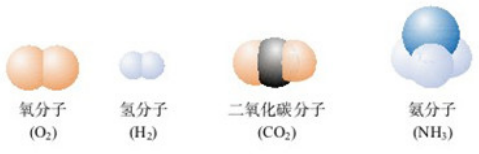


图3-5 几种分子的模型

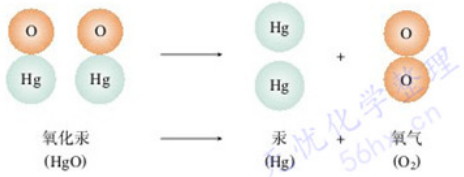


图3-6 氧化汞分子分解示意图

讨论

氢气在氯气中燃烧生成氯化氢（如图3-7）。试分析在氢气与氯气的反应中分子和原子的变化情况，推论在化学变化中，发生变化的是分子还是原子？

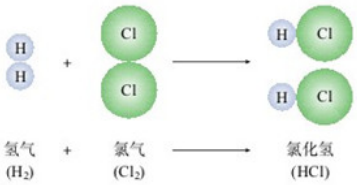


图3-7 氢气与氯气反应的示意图

学完本课题你应该知道

1. 物质是由分子、原子等微观粒子构成的，这些粒子处于不停地运动之中。

2. 在物理变化中，分子不会变成其他分子；在化学变化中，分子会变成其他分子。构成物质的分子是保持该物质化学性质的最小粒子。

3. 在化学变化中，分子可以分为原子，原子又可以结合成新的分子。

4. 在化学变化中，原子不能再分，它是化学变化的最小粒子。

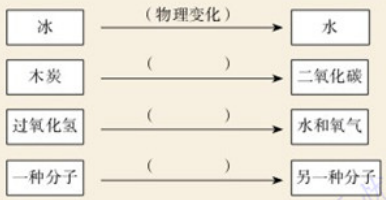
练习与应用

1. 填空题

（1）构成物质的分子之间有_____，气体容易压缩是因为它们分子间的_____，液体、固体不易压缩是因为它们分子间的_____。

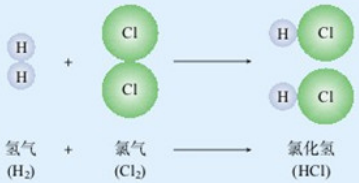
（2）在化学反应中，发生改变的粒子是_____，没有改变的粒子是_____。

（3）在下列括号内填入适当的变化类型。



无忧化学整理 56hx.cn

（4）氢气与氯气的反应如图所示。反应前后发生改变的是_____分子，没有发生改变的是_____原子和_____原子（填物质名称）。



2. 从分子的角度分析并解释下列问题。

（1）水蒸发为水蒸气，所占体积变大。

（2）墙内开花墙外可闻到花香。

（3）香水、汽油要密闭保存。

（4）湿衣服在阳光下比在阴凉处干得快。

（5）6 000 L氧气在加压的情况下可装入容积为40 L的钢瓶中。

（6）混合物与纯净物有什么不同？

3. 选择题

（1）下图表示两种气体发生的化学反应，其中相同的球代表同种原子。下列说法正确的是（　　）。



A. 生成物一定是混合物

B. 分子在化学变化中不可分

C. 化学反应前后原子的种类不变

D. 该反应既不是化合反应也不是分解反应

（2）下述说法中正确的是（　　）。

A. 空气是由空气分子组成的

B. 空气里氮气、氧气等分子均匀地混合在一起

C. 空气中的氮气、氧气经混合，它们的化学性质都已改变

D. 经过液化、蒸发从空气中得到氮气和氧气的过程，属于化学变化

4. 试列举一些生活中或自然界中的事例，说明物质是由分子、原子等微观粒子构成的。

无忧化学整理 56hx.cn

课题2　原子的构成

原子的体积很小。如果将一个原子跟一个乒乓球相比，就相当于将一个乒乓球跟地球相比（如图3-8）。原子之间能够结合成分子的奥秘，正是人们在研究这小小的原子的结构时被逐步揭示出来的。

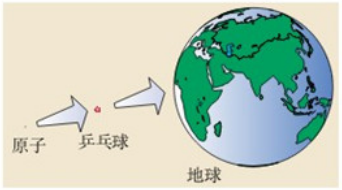


图3-8 原子的体积很小

一、原子的构成

科学实验证明，原子是由居于原子中心的原子核与核外电子构成的（如图3-9）。原子核是由质子和中子构成的。每个质子带1个单位的正电荷，每个电子带1个单位的负电荷，中子不带电。

由于原子核内质子所带电荷与核外电子的电荷数量相等，但电性相反，因此，原子不显电性。可见，原子核所带的正电荷数（核电荷数）就等于核内的质子数，也等于核外电子的数目。

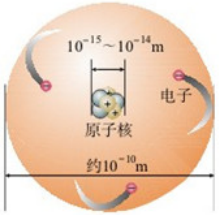


图3-9 原子的构成示意图

表3-1　几种原子的构成

原子种类	质子数	中子数	核外电子数
氢	1	0	1
碳	6	6	6
氧	8	8	8
钠	11	12	11
氯	17	18	17

无忧化学整理 56hx.cn

二、相对原子质量

原子的质量很小。例如，1个氢原子的质量约为1.67×10^{-27} kg，1个氧原子的质量约为2.657×10^{-26} kg。由于原子质量的数值太小，书写和使用都不方便，所以国际上一致同意采用相对质量（如图3-10），即以一种碳原子①质量的1/12为标准，其他原子的质量与它相比较所得到的比，作为这种原子的相对原子质量（符号为A_r）。根据这个标准，氢的相对原子质量约为1，氧的相对原子质量约为16。

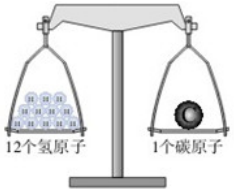


图3-10 原子的质量很小，通常使用其相对质量

表3-2　构成原子的粒子的质量

粒子种类	质　量
质子	$1.672\ 6\times10^{-27}$ kg
中子	$1.674\ 9\times10^{-27}$ kg
电子	质子质量的1/1 836

如表3-2所示，构成原子的质子、中子的相对质量都约等于1，与质子、中子相比，电子的质量很小，整个原子的质量主要集中在原子核上。

在一般的化学计算中，多采用相对原子质量的近似值（如表3-4）。相对原子质量可从书后附录Ⅱ中查到。

资料卡片

张青莲与相对原子质量的测定

我国科学院院士张青莲教授为相对原子质量的测定作出了卓越贡献。他于1983年当选为国际原子量委员会委员。他主持测定了铟、铱、锑、铕、铈、铒、锗、锌、镝几种元素相对原子质量的新值，被国际原子量委员会采用为国际新标准。



图3-11 张青莲（1908—2006）

无忧化学整理 56hx.cn

① 这种碳原子叫做碳12，是含有6个质子和6个中子的碳原子，它的质量的1/12等于1.66×10^{-27} kg。

学完本课题你应该知道

1. 原子的构成

原子 ┬ 核外电子　每个电子带1个单位负电荷
　　 └ 原子核 ┬ 质子　每个质子带1个单位正电荷
　　　　　　 └ 中子　不带电

核电荷数＝质子数＝核外电子数

2. 以一种碳原子的质量的1/12作为标准，其他原子的质量与它相比较所得的比，作为这种原子的相对原子质量。

练习与应用

1. 填写表中的空格

原子种类	核电荷数	质子数	中子数	核外电子数
氧	8		8	
硫		16	16	
镁			12	12

2. 选择题

（1）原子核（　　）。

A. 由电子和质子构成　　B. 由质子和中子构成

C. 由电子和中子构成　　D. 由质子、中子和电子构成

（2）在原子里质子数等于（　　）。

A. 中子数　　B. 电子数

C. 中子数和电子数之和　　D. 中子数和电子数之差

（3）碳的相对原子质量是（　　）。

A. 12 g　　B. 12　　C. 1.66×10^{-27} kg　　D. 1/12 g

3. 以氧原子为例回答问题：构成原子的粒子有哪几种？它们是怎样构成原子的？为什么整个原子不显电性？

4. 从附录Ⅱ中查出氮、硫、氯、钙的相对原子质量（保留小数点后一位）。

5. 从附录Ⅱ中查出钠、镁、铝的相对原子质量。根据所查数据，比较相同质量的钠、镁、铝三种金属，哪一种所含的原子最多？哪一种所含的原子最少？为什么？

6. 一种碳原子的质量为 1.993×10^{-26} kg，一种铁原子的质量为 9.288×10^{-26} kg，该铁原子的相对原子质量为多少？（保留小数点后一位）

课题3　元素

世界上万物是由什么构成的？又是如何构成的？这是人类自古以来就不断探索的问题。随着人们在科学实验中认识了原子和原子的结构，对组成万物的基本物质有了进一步的理解。

一、元素

利用化学方法分析众多的物质，发现组成它们的基本成分——元素其实只有一百多种，就像可拼写出数十万个英文单词的字母只有26个一样。例如，蛋壳、贝壳和石灰石的主要成分都是碳酸钙（图3-12），而碳酸钙是由碳、氧、钙这三种元素组成的。再如，氧气（O_2）、二氧化碳（CO_2）的组成和性质不同，但它们都含有氧元素。



图3-12　蛋壳、贝壳和石灰石的主要成分都是碳酸钙

氧分子和二氧化碳分子中都含氧原子，这些氧原子的原子核内都含有8个质子，即核电荷数为8，化学上将质子数（即核电荷数）为8的一类氧原子统称为氧元素。同样，将质子数为1的一类氢原子统称为氢元素，将质子数为6的一类碳原子统称为碳元素。可见，元素是质子数（即核电荷数）相同的一类原子的总称。

在物质发生化学变化时，原子的种类不变，元素也不会改变。

讨论

在下列化学反应中，反应物与生成物相比较，分子是否发生了变化？原子是否发生了变化？元素是否发生了变化？

硫 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化硫

（S）（O_2）　　（SO_2）

过氧化氢 $\xrightarrow{\text{二氧化锰}}$ 水 + 氧气

（H_2O_2）　　（H_2O）（O_2）

各种元素在地壳里的含量如图3-13所示，其中含量最多的是氧元素，它的质量分数接近50%，其次是硅元素。在地壳中含量较少的碳、氢、氮等元素，对动植物的生命活动有重要作用。

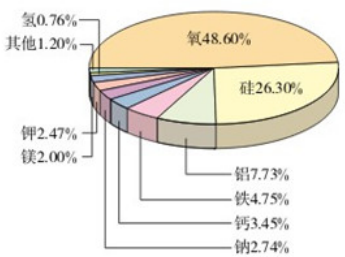


图3-13 地壳中的元素含量（质量分数）

资料卡片

生物细胞中的元素

不管是来源于动物、植物还是微生物的生物细胞，它们的元素组成（元素种类和质量分数）均相近。

表3-3 生物细胞中的元素组成

元素	质量分数 %	元素	质量分数 %	元素	质量分数 %	元素	质量分数 %
氧	6.5	氮	3	钾	0.35	镁	0.05
碳	18	钙	1.5	硫	0.25	铜、锌、硒、钼、氟、氯、碘、钴、锰、铁	0.70
氢	10	磷	1.0	钠	0.15	其他	微量

二、元素符号

如果用文字来表示一百多种元素以及由它们组成的几千万种物质将十分麻烦。



图3-14 外国人不认识中文元素名称

国际上统一采用元素拉丁文名称的第一个字母来表示元素，如氢元素的符号为H，氧元素的符号为O。如果几种元素拉丁文名称的第一个字母相同时，就附加一个小写字母来区别。例如用Cu表示铜元素，Cl表示氯元素，Ca表示钙元素。

元素符号表示一种元素，还表示这种元素的一个原子。例如，元素符号“O”既表示氧元素，又表示氧元素的一个原子。

书写元素符号时应注意：

1. 由一个字母表示的元素符号要大写；

2. 由两个字母表示的元素符号，第一个字母大写，第二个字母小写。



图3-15 氧元素符号表示什么

表3-4　一些常见元素的名称、符号和相对原子质量

元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量
氢	H	1	铝	Al	27	铁	Fe	56
氦	He	4	硅	Si	28	铜	Cu	63.5
碳	C	12	磷	P	31	锌	Zn	65
氮	N	14	硫	S	32	银	Ag	108
氧	O	16	氯	Cl	35.5	钡	Ba	137
氟	F	19	氩	Ar	40	铂	Pt	195
氖	Ne	20	钾	K	39	金	Au	197
钠	Na	23	钙	Ca	40	汞	Hg	201
镁	Mg	24	锰	Mn	55	碘	I	127

资料卡片

道尔顿的元素符号和元素的中文名称

历史上，道尔顿曾用图形加字母的方式作为元素符号（如图3-16）。但由于后来发现的元素越来越多，符号设计越来越复杂，不便于记忆和书写，故未能被广泛采用。

元素中文名称造字有规律，从它们的偏旁就可以知道它们属于哪一类元素：有“钅”字旁的是金属元素，有“石”字旁的是固态非金属元素，有“气”字头的是气态非金属元素，有“氵”字旁的是液态非金属元素。只有金属元素汞例外，通常状况下它是液态。



图3-16 道尔顿的元素符号

三、元素周期表简介

超级市场里有成百上千种商品，为了便于顾客选购，必须分门别类、有序地摆放（如图3-17）。我们周围的物质世界是由一百多种元素组成的，为了便于研究元素的性质和用途，也需要寻求它们之间的内在规律性。为此，科学家们根据元素的原子结构和性质，把它们科学有序地排列起来，这样就得到了元素周期表（见附录Ⅳ）。

元素周期表共有7个横行，18个纵行。每一个横行叫做一个周期，每一个纵行叫做一个族（8，9，10三个纵行共同组成一个族）。

为了便于查找，元素周期表按元素原子核电荷数递增的顺序给元素编了号，叫做原子序数。原子序数与元素原子核电荷数在数值上相同。


图3-17 超级市场的商品排列有序

元素周期表上对金属元素、非金属元素（包括稀有气体元素）用不同的颜色做了分区，并标上了元素的相对原子质量。

元素周期表是学习和研究化学的重要工具，它的内容十分丰富，目前由于我们所学知识不足，尚不能完全掌握，但仍然可以从表上获得许多知识。

探究

我们熟悉的元素在哪里？

1. 参见图3-13和表3-3，在元素周期表中逐一查询这些元素的有关信息（如它们在周期表中的位置、元素符号、相对原子质量，等等）。并将其中标明的元素按照一定的标准进行分类（如含量的多少、属于金属还是属于非金属等）。

2. 考察每周期开头的是什么类型的元素，靠近尾部的是什么类型的元素，结尾是什么类型的元素。这说明元素之间存在着怎样的规律性联系？它与“元素周期表”这个名称有没有关系？

化学·技术·社会

原子的猜想与证实

1808年，道尔顿在《化学哲学新体系》一书中论述了原子论的观点，从而表明古代关于原子的猜想在近代被证实了，这在化学发展史上具有里程碑意义。

道尔顿提出的原子论观点主要有：

九年级化学整理 jhx.cn

1. 物质是由看不见的原子构成的，原子是不可分割的，在化学变化中其本性保持不变。

2. 同种原子的形状、质量和性质都是相同的；不同种原子的形状、质量和性质是不同的。

3. 在化学变化中，不同原子以简单的整数比相互结合，结合物的质量等于所含原子的质量之和。

化学史研究表明，原子由猜想到被大量实验所证实，其间凝结了许多人辛勤劳动的成果。下列化学史实与道尔顿提出的原子论观点有联系，其中，有些是其思想来源，有些是其事实依据。

德谟克利特（Democritus,古希腊，公元前460？—前370？）认为宇宙间万物是由微小、坚硬、不可分的“原子（atom）”构成的。“atom”一词是由“a-”和“-tom”合成的，其中“a-”表示“不”，“-tom”表示“分割”，整体表示“不可分割”的意思。

波义耳（R.Boyle,英国，1627—1691）认为科学上不存在凭空的假说，必须以实验和观察为基础。在1661年出版的《怀疑派化学家》一书中，他提出应该把化学看做一门独立的科学，他赞同物质是由粒子构成的观点，并将化学变化中不能分解的物质叫做“元素”。

拉瓦锡（A-L.Lavoisier,法国，1743—1794）通过大量的定量实验，发现了在化学反应前后，参加反应的各物质的质量等于生成物的质量，也称物质不灭定律。

里希特（J.B.Richter,德国，1762—1807）等通过对大量酸与碱反应的定量研究，提出一定量的酸与一定量的碱反应的酸碱当量定律。

普鲁斯特（J.L.Proust,法国，1754—1826）提出假说，认为每一种物质都有固定的组成，不管这种物质是天然的还是人造的，组成该物质各种元素的质量比都是相同的，该定律称为物质的定组成定律。

道尔顿试图用原子论的观点解释定组成定律。通过大量实验他进一步证明：当两种元素形成化合物时，它们的质量比为简单的整数比，该定律称为物质的倍比定律。很多化学家经过大量的精确实验证明，物质组成元素的质量比确实为正整数。

学完本课题你应该知道

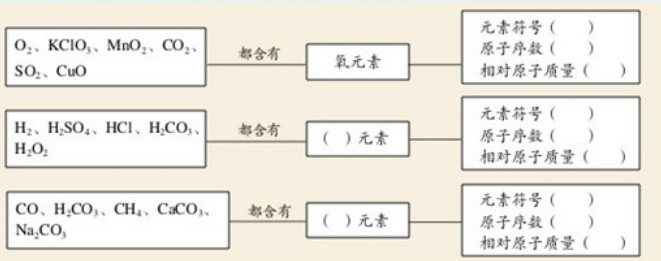
1. 化学上，元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称。

2. 每种元素都用一个国际通用的符号来表示，元素符号是学习化学的重要工具，初学化学时，正确地记忆和书写一些常见的元素符号是必要的。

3. 元素周期表是学习和研究化学的重要工具。

练习与应用

1. 分析下列各组物质的元素组成，将每组中相同元素的名称、符号、原子序数和相对原子质量填入括号内。



2. 写出下列符号的意义：

（1）O表示_____；_____。（2）2H表示_____。

3. 选择题

（1）地壳中含量最多的元素是（ ）。

A. Si　　B. Fe　　C. Al　　D. O

（2）不同种元素最本质的区别是（ ）。

A. 质子数不同　　B. 中子数不同

C. 相对原子质量不同　　D. 中子数与核外电子数之和不同

（3）下列说法正确的是（ ）。

A. 氯化氢是由氢、氯两种元素组成的

B. 氯化氢是由氢气和氯气混合而成的

C. 氯化氢是由一个氢原子和一个氯原子构成的

D. 一个氯化氢分子是由两个氢元素和一个氯元素组成的

4. 写出氮、氯、硫、磷、锰、铜、金的元素符号。

5. 写出He、F、Si、K、Ag、Hg的元素名称。

6. 将下列写错的元素符号加以改正：铜CU，锌ZN，银AG，氯cl，钙cA

7. 查阅元素周期表，写出原子序数为20、26和53的元素名称和符号。举例说明生活中与它们有关的事例。

无忧化学整理 56hx.cn

课题4　离子

跟原子、分子一样，离子也是构成物质的一种粒子。为了搞清楚什么是离子，它是怎样形成的，我们先要初步了解原子中核外电子的运动状态。

一、核外电子的分层排布

我们知道，原子是由居于原子中心的原子核与核外电子构成的。原子核的体积很小，如果把原子比作一个体育场，那么原子核只相当于体育场中的一只蚂蚁。因此，原子核外有很大的空间，电子就在这个空间里作高速的运动。

科学研究表明，在含有多个电子的原子中，核外电子具有不同的运动状态，离核近的电子能量较低，离核越远，电子的能量越高。离核最近的电子层为第一层，次之为第二层，依次类推为三、四、五、六、七层，离核最远的也叫最外层。核外电子的这种分层运动又叫做分层排布（如图3-18）。已知元素的原子核外电子最少的只有一层，最多的有七层，最外层电子数不超过8个（只有一层的，电子不超过2个）。

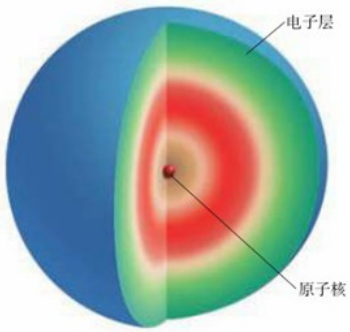


图3-18 核外电子分层排布示意图

无忧化学整理
56hx.cn

用原子结构示意图可以简明、方便地表示核外电子的分层排布（如图3-19）。

核电荷数从1~18元素的原子结构示意图如图3-20所示。



图3-19 氧原子的结构示意图

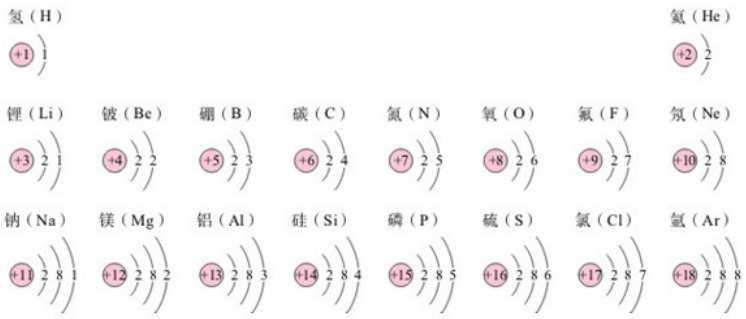


图3-20 部分元素的原子结构示意图

稀有气体元素，原子的最外层一般都有8个电子（氦为2个电子），由于它们不易与其他物质发生反应，化学性质比较稳定，所以被认为是一种相对稳定的结构。金属元素，如钠、镁、铝等，原子的最外层电子一般都少于4个，非金属元素，如氯、氧、硫、磷等，它们的最外层电子一般都多于4个。在化学反应中，金属元素的原子易失去电子，非金属元素的原子易得到电子，都趋于达到相对稳定的结构。

可见，元素的化学性质，与其原子的核外电子排布，特别是与最外层电子的数目有关。

无忧化学整理
56hx.cn

二、离子的形成

以金属钠与氯气的反应为例，钠原子的最外层有1个电子，氯原子的最外层有7个电子，当钠与氯气反应时，钠原子最外层的1个电子转移到氯原子的最外层上，这样两者都形成相对稳定的结构。

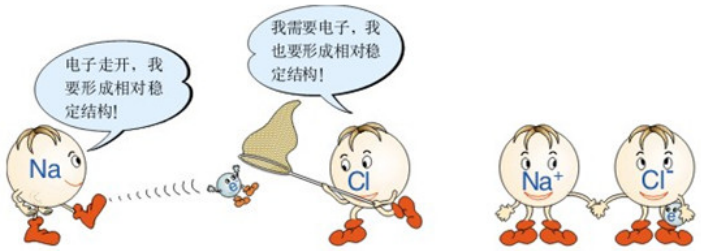


图3-21 钠与氯气反应生成氯化钠的示意图

在上述过程中，钠原子因失去1个电子而带上1个单位的正电荷；氯原子因得到1个电子而带上1个单位的负电荷。这种带电的原子叫做离子①。带正电的原子叫做阳离子，如钠离子（Na^+）②；带负电的原子叫做阴离子，如氯离子（Cl^-）。带相反电荷的Na^+与Cl^-相互作用就形成了NaCl（氯化钠）。NaCl呈电中性。

① 带电的原子团也叫离子，它们常常作为一个整体参与化学反应，如CO_3^{2-}（碳酸根离子）、MnO_4^-（高锰酸根离子）、ClO_3^-（氯酸根离子）、SO_4^{2-}（硫酸根离子）、NO_3^-（硝酸根离子）和NH_4^+（铵根离子）等。

② 元素符号右上角的“+”“-”表示电性，Na^+表示钠离子带1个单位正电荷，Cl^-表示氯离子带1个单位负电荷。

自然界中，由一百多种元素组成的几千万种物质都是由原子、分子或离子构成的（如图3-22）。

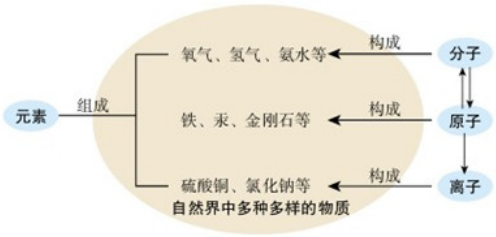


图3-22 多种多样的物质及其组成

学完本课题你应该知道

1. 原子中的核外电子是分层排布的，可以用原子结构示意图表示。

2. 元素的化学性质，与其原子的核外电子排布，特别是与最外层电子的数目关系密切。

3. 构成物质的粒子除原子、分子之外，还有离子。带电的原子叫做离子。

练习与应用

1. 填空题

（1）构成物质的粒子有_____、_____和_____等。例如，氢气是由_____构成的，铁是由_____构成的，氯化钠是由_____和_____构成的。

（2）金属元素的原子最外层电子数目一般_____4个，在化学反应中金属原子一般较易_____电子；非金属元素的原子最外层电子数目一般_____4个，在化学反应中非金属原子一般较易_____电子；稀有气体元素的原子最外电子层有_____个电子（氦有_____个电子）。稀有气体元素旧称为惰性气体元素，因为它们的化学性质比较_____。

（3）原子失去电子后，就带有_____电荷，成为_____离子；原子得到电子后，就带有_____电荷，成为_____离子。带电的原子叫做_____。

（4）某元素的原子结构如右图所示，该原子的核电荷数为_____，核外有_____个电子层，第二层上有_____个电子，最外层上有_____个电子，在化学反应中这种元素的原子容易_____电子。



2. 选择题

（1）与元素的化学性质关系最密切的是（　　）。

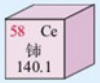
A. 元素的相对原子质量　　B. 元素的核电荷数

C. 原子的核外电子数　　D. 原子的最外层电子数

（2）核电荷数少于核外电子数的一定是（　　）。

A. 分子　　B. 原子　　C. 阳离子　　D. 阴离子

（3）稀土元素是一类有重要用途的资源。铈(Ce)是一种常见的稀土元素，下列有关说法中错误的是（　　）。



A. 铈的原子序数是58　　B. 铈属于非金属元素

C. 铈原子中的质子数为58　　D. 铈的相对原子质量是140.1

（4）关于氯化钠的说法正确的是（　　）。

A. Na^+的最外层电子数为1

B. Cl^-的结构如右图所示

C. Na^+与Cl^-靠静电作用结合成NaCl

D. Na^+和Cl^-都是带电的，因此氯化钠也带电



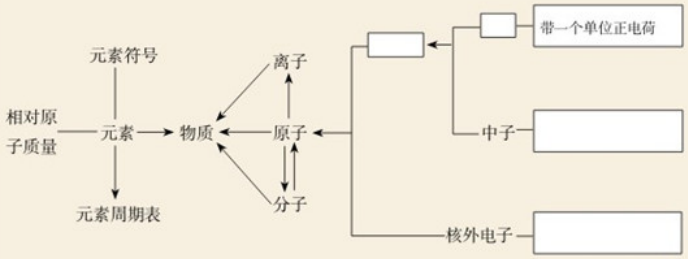
无忧化学整理
56hx.cn

单元小结

一、物质构成的基本概念

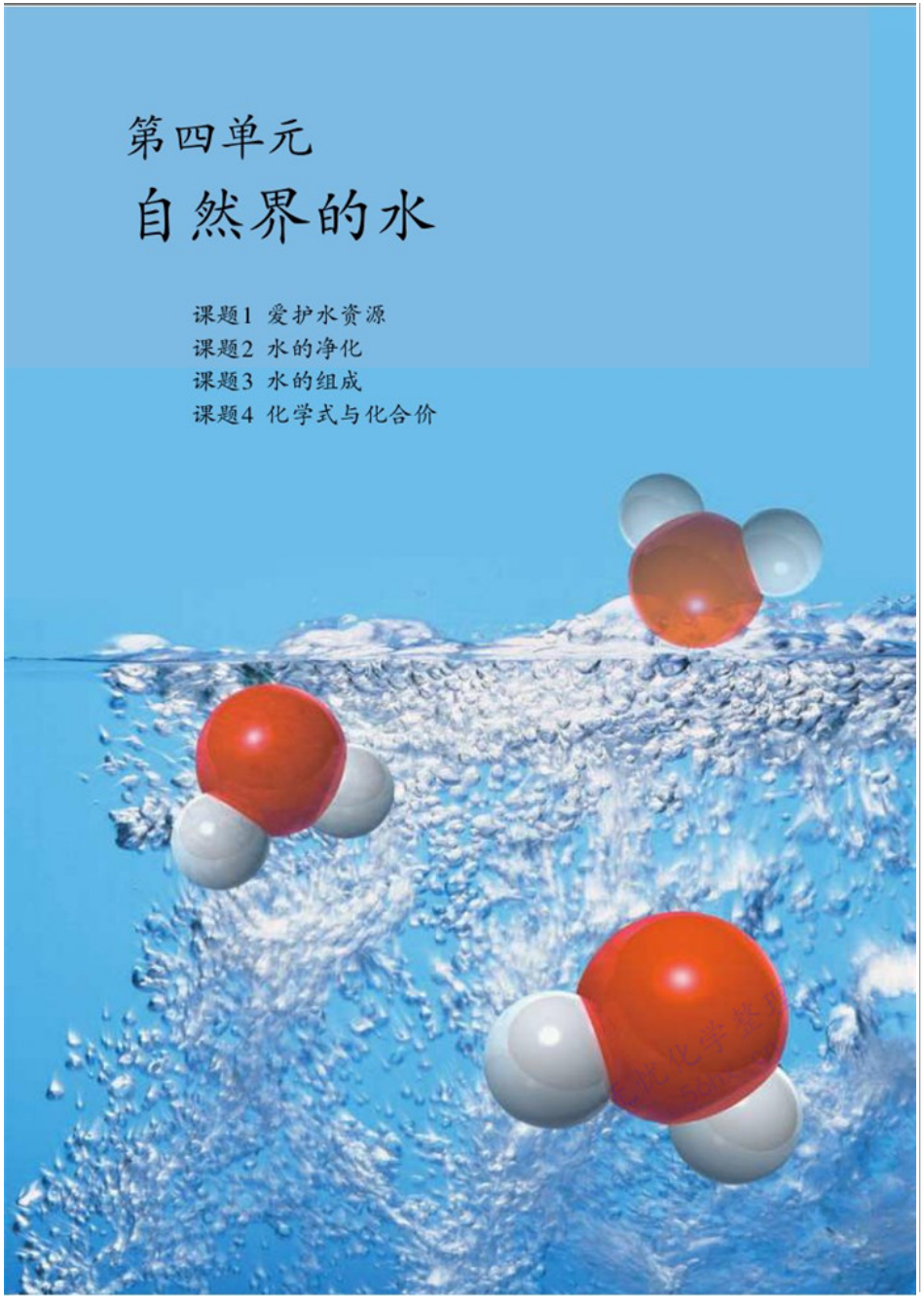
物　质	名称	涵义	举例	你想进一步了解的问题
构成粒子（微观）	分子			
	原子			
	离子			
化学组成（宏观）	元素			

二、物质的构成



核电荷数＝质子数＝核外电子数

无忧化学整理
56hx.cn



第四单元
自然界的水

课题1 爱护水资源
课题2 水的净化
课题3 水的组成
课题4 化学式与化合价

课题1
爱护水资源

水是地球上最普通、最常见的物质之一，不仅江河湖海中含有水，各种生物体内也都含有水。

生命的孕育和维系需要水；人类的日常生活和工、农业生产离不开水；水力发电利用的是水；此外，水还能为人类提供水运的航道和宜人的环境。

一、人类拥有的水资源

地球上海洋水、湖泊水、河流水、地下水、大气水和生物水等各种形态的水总储量约为$1.39 \times 10^{18}\ m^3$，地球表面约71%被水覆盖着。

海洋是地球上最大的储水库，其储水量约占全球总储水量的96.5%。浩瀚的海洋不仅繁衍着无数水生生物，还蕴藏着丰富的化学资源，按目前测定，海水中含有的化学元素有80多种。作为一种化学物质，水能参与很多反应，本身就是一种化学资源。

资料卡片

生物体内都含有水

地球上的生物种类千差万别，但有一共同特点：体内水的质量与生物体总质量的比（亦称质量分数）一般都在60%以上。

成年人	65%~70%	水母、藻类	90%以上
鱼类	79%~80%	香蕉、生菜等	90%以上



图4-1 地球表面约71%被水覆盖着

九年化学整理 www.cn

资料卡片

我国渤海、黄海、东海、南海海水所含主要化学元素

元素名称	元素总量 / t	元素名称	元素总量 / t	元素名称	元素总量 / t
氧	3.35×10^{15}	钾	1×10^{12}	铜	1.1×10^{7}
氢	4×10^{14}	溴	2.5×10^{11}	镍	8×10^{6}
氯	7.2×10^{13}	氟	5×10^{9}	铝	8×10^{6}
钠	4.0×10^{13}	磷	2.7×10^{8}	锰	8×10^{6}
镁	5×10^{12}	碘	2.3×10^{8}	钛	4×10^{6}
硫	3×10^{12}	铁	4×10^{7}	银	1.4×10^{5}
钙	2×10^{12}	锡	1.1×10^{7}	金	1.5×10^{5}

地球上的总水储量虽然很大，但淡水很少，大部分是含盐量很高的海水。海水淡化的成本很高，目前尚不能推广。陆地储水中也有咸水，淡水只约占全球水储量的 2.53%，其中大部分还分布在两极和高山的冰雪及永久冻土层中，难以利用；可利用的只约占其中的30.4%，即$1.07\times10^{16}\ m^3$。

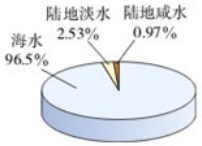


图4–2 全球海水、陆地水储量比



图4–3 缺水造成土地沙漠化、树木枯死

随着社会的发展，一方面人类生活、生产的用水量不断增加，另一方面未经处理的废水、废物和生活污水的任意排放及农药、化肥的不合理施用等造成的水体污染，加剧了可利用水的减少，使原本已紧张的水资源更显短缺。据统计，

当今世界上有80多个国家、约20多亿人口面临淡水危机，其中26个国家的3亿多人口生活在缺水状态中。

我国水资源总量为$2.7\times10^{12}\ m^3$（居世界第六位），但人均水量很少，只有2 048 m^3[①]，许多地区已出现因水资源短缺影响人民生活、制约经济发展的局面。

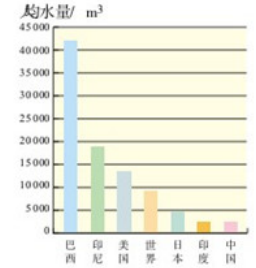


图4–4 世界人均水量和一些国家的人均水量



图4–5 我国各地区（香港、澳门、台湾暂未列入）人均水量

二、爱护水资源

水是人及一切生物生存所必需的，为了人类和社会经济的可持续发展，我们必须爱护水资源，一方面要节约用水，另一方面要防治水体污染。

节约水资源就要提高水的利用效益。使用新技术、改革工艺和改变习惯可以大量节约工农业和生活用水。



图4–6 喷灌和滴灌

农业和园林浇灌改大水漫灌为喷灌、滴灌，分别可节水40%和70%以上

① 数据取自2008年国家统计局公告。

水体污染是指大量污染物质排入水体，超过水体的自净能力[①]使水质恶化，水体及其周围的生态平衡遭到破坏，对人类健康、生活和生产活动等造成损失和威胁的情况。水体污染的来源主要有工业污染、农业污染和生活污染。

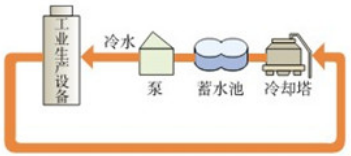


图4-7 工业用水重复利用示意图
如果全国工业用水平均重复利用率从20%提高到40%，每天可节水1.3×10^7 t

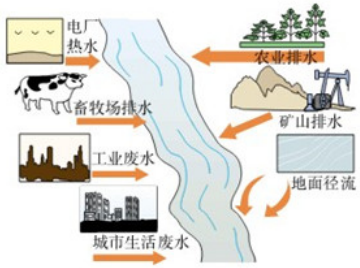


图4-8 水体污染来源示意图

水体污染，不仅影响工农业、渔业生产，破坏水生生态系统，还会直接危害人体健康。因此必须采取各种措施，预防和治理水污染，保护和改善水质。如工业上，通过应用新技术、新工艺减少污染物的产生，同时对污染的水体作处理使之符合排放标准。农业上提倡使用农家肥，合理使用化肥和农药。生活污水也应逐步实现集中处理和排放。



图4-9 水污染使鱼大量死亡

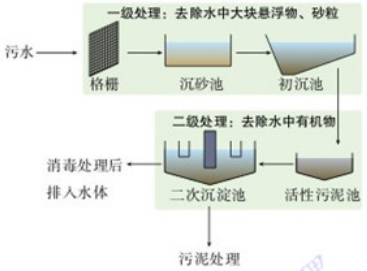


图4-10 污水处理流程示意图
污水经物理、化学或生化方法进行分级处理后，可达到农灌和废水排放标准或绿化和景观用水标准

① 指受污染的水体在物理、化学和生物作用下逐渐自然净化，水质复原的过程。



4.1.3.1 城镇污水处理厂水污染物排放基本控制项目，执行表1和表2的规定。
4.1.3.2 选择控制项目按表3的规定执行。

表1 基本控制项目最高允许排放浓度（日均值） 单位：mg/L

序号	基本控制项目		一级标准		二级标准	三级标准
			A标准	B标准		
1	化学需氧量（COD）		50	60	100	120[2]
2	生化需氧量（BOD_5）		10	20	30	60[2]
3	悬浮物（SS）		10	20	30	50
4	动植物油		1	3	5	20
5	石油类		1	3	5	15
6	阴离子表面活性剂		0.5	1	2	5
7	总氮（以N计）		15	20	—	—
8	氨氮（以N计）[3]		5（8）	8（15）	25（30）	—
9	总磷（以P计）	2005年12月31日前建设的	1	1.5	3	5
		2006年1月1日起建设的	0.5	1	3	5
10	色度（稀释倍数）		30	30	40	50
11	pH		6～9			
12	粪大肠菌群数/（个/L）		10^3	10^4	10^4	—

注：①下列情况下按去除率指标执行：当进水COD大于350 mg/L时，去除率应大于60%；BOD大于160 mg/L时，去除率应大于50%。
②括号外数值为水温>12 ℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12 ℃时的控制指标。

图4-11 污水排放标准部分内容

讨论

1．海水淡化是向海水要淡水的一种方法，海水淡化能否作为人类应对淡水短缺的重要途径，为什么？

2．城镇居民用水收费项目（如图4-12）为什么有三项？这说明我们日常生活中的用水与水资源的利用和保护有哪些关系？



图4-12 城市居民水费单

学完本课题你应该知道

1．地球上的水储量是丰富的，但可供利用的淡水资源是有限的。

2．为了人类的生存和发展，人类必须爱惜水——节约用水，保护水——防治水污染。

调查与研究

1．20世纪末，随着热水器和洗衣机不断普及，城市居民生活水平和质量不断提高，用水需求不断扩大，城市人均家庭生活用水量一度持续增加，2001年达到峰值153.5升/(人·天)。从2002年开始，随着节水器具的普及，城市居

民文明生活水准不断提升，而人均生活用水量开始出现下降趋势，2008年下降到130.5升/(人·天)。

(1) 查查你家每月的用水量，对照上述数据，看看你家的人均用水量处于什么水平。

(2) 你和家人在生活中有什么节水窍门？在互联网上查找更多的窍门并与同学交流，看看你家的人均用水量还有没有下降的可能。

2. 通过互联网调查了解水污染和治理的事例，思考下列问题。

(1) 水污染的主要途径和污染物有哪些？

(2) 举例说明水污染易，治理难。

练习与应用

1. 据统计，2008年我国总用水量（未包括台湾省）约$5.91\times10^{12}\ m^3$，其中农业用水$3.66\times10^{12}\ m^3$，工业用水$1.40\times10^{12}\ m^3$，生活用水$7.25\times10^{11}\ m^3$。分别计算这三项用水量在总用水量中所占百分比，并画图表示。
2. 水是一切生物体的最基本组成成分。
   （1）植物体内都含有水，试设计实验加以验证。
   （2）人每天都要补充一定量的水以维持体内水分的平衡。一个成年人在下述情况下需要补充多少水？
   ① 每天吃含水约750 mL的食物，并通过氧化食物产生约350 mL水。
   ② 每天以尿、汗、呼气和大便等形式排出体外的水分别约为1 700 mL、500 mL、400 mL和150 mL。
3. 右图是我国“国家节水标志”。谈谈你对该标志的理解以及由此获得的启示。
4. 如果一只用坏的水龙头每秒钟漏一滴水，假设平均每20滴水为1 mL，试计算这只坏的水龙头一昼夜漏水的体积。从中你得到什么启示？
5. 最近一个月你家的用水量是多少？设想还有哪些环节可以采取节水措施，提出具体建议并动员全家人共同实施；下个月再查一下水表，并计算出你家的节水成果。
6. 请通过互联网了解历年世界水日和中国水周的宣传主题，并将近三年的相应宣传主题填入下表。

年份	世界水日主题	中国水周主题

课题2
水的净化



图4-13 自然界的水

纯水是无色、无臭、清澈透明的液体。自然界中的河水、湖水、井水、海水等天然水里含有许多杂质，不溶性杂质使其呈浑浊（如图4-13），可溶性杂质则可能使其有气味或颜色。

城市中的生活用水是经自来水厂净化处理过的。而在某些乡村，则可利用明矾溶于水后生成的胶状物对杂质的吸附，使杂质沉降来达到净水的目的。

讨论

在如图4-14所示的净水过程中，主要经过哪些步骤除去水中杂质，将浑水变清水？

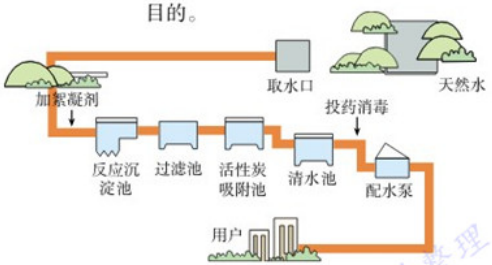


图4-14 自来水厂净水过程示意图

吸附、沉淀和过滤是工业中常用的方法，也是在化学实验中分离混合物的常用方法。

实验 4-1 取2个烧杯，各盛大半烧杯浑浊的天然水（湖水、河水或井水等），向其中1个烧杯中加入3药匙明矾粉末，搅拌溶解后，分置于2个烧杯中，静置，观察现象。

现象	
结论	

实验 4-2 取一张圆形滤纸，如图4-15所示折好并放入漏斗，使之紧贴漏斗壁，并使滤纸边缘略低于漏斗口，用少量水润湿滤纸并使滤纸与漏斗壁之间不要有气泡。

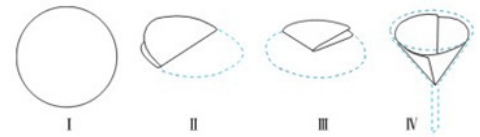


图4-15 过滤器的准备



图4-16 过滤液体

如图4-16所示，架好漏斗，使漏斗下端管口紧靠烧杯内壁，以使滤液沿烧杯壁流下。

取实验4-1中处理过的一杯液体，沿玻璃棒慢慢向漏斗中倾倒，注意液面始终要低于滤纸的边缘。

比较未经处理的天然水和做了不同程度处理的水，它们的清澈程度有什么差别？

注意

玻璃棒的末端要轻轻地斜靠在三层滤低的一边。

讨论

1. 上面的过滤实验中，有几个操作关键点？

2. 你可以利用什么物品代替实验室中的滤纸和漏斗来过滤液体？

如果用具有吸附作用的固体过滤液体，不仅可以滤去其中的不溶性物质，还可以吸附掉一些溶解的杂质，除去臭味。市场上出售的净水器，有些就是利用活性炭来吸附、过滤水中的杂质的。

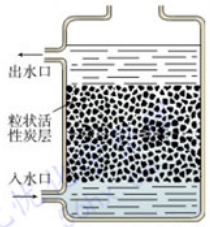


图4-17 活性炭净水器示意图

经上述沉淀、过滤、吸附等净化处理后，浑浊的水变澄清了，但所得水仍然不是纯水。我们除去的主要是水中的不溶性杂质，水中还有许多溶解的杂质。例如，有些地区的水很容易使水壶或盛水的器具结水垢，就是因为该地区的水中溶有较多的可溶性钙和镁的化合物，在水加热或长久放置时，这些化合物会生成沉淀（水垢）。含有较多可溶性钙、镁化合物的水叫做硬水，不含或含较少可溶性钙、镁化合物的水叫做软水。

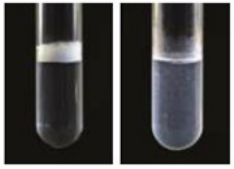


图4-18 用肥皂水区分软水(左)和硬水(右)

实验 4-3 把等量的肥皂水分别滴加到盛有等量的软水、硬水的试管中，振荡，观察两试管中产生泡沫的情况（如图4-18）。



图4-19 肥皂遇到硬水易起浮渣

利用上述实验可以检验硬水和软水。使用硬水会给生活和生产带来许多麻烦，如用硬水洗涤衣物，既浪费肥皂也洗不净衣物，时间长了还会使衣物变硬；锅炉用水硬度高了十分危险，因为锅炉内结垢后不仅浪费燃料，而且会使锅炉内管道局部过热，易引起管道变形或损坏，严重时还可能引起爆炸。

设法除去硬水中的钙、镁化合物，可以使硬水软化成软水。工业上和科学实验中软化硬水的方法很多，生活中通过煮沸也可以降低水的硬度。

实验室常备的蒸馏水是净化程度较高的水，一般由工业生产提供。在实验室里也可以制取蒸馏水（如图4-20）。

实验 4-4 在烧瓶中加入约1/3体积的硬水，再加入几粒沸石（或碎瓷片）以防加热时出现暴沸。按图4-21所示连接好装置，使各连接部位严密不漏气。加热烧瓶，注意不要使液体沸腾得太剧烈，以防液体通过导管直接流到试管里。弃去开始馏出的部分液体，收集到10 mL左右蒸馏水后，停止加热。用肥皂水比较水蒸馏前后的硬度变化。



图4-20 实验室常用的蒸馏装置



图4-21 制取蒸馏水的简易装置

学完本课题你应该知道

1. 自然界中的水都不是纯水，通过多种途径可以使水得到不同程度的净化。

2. 硬水含有较多可溶性钙、镁化合物，易生水垢、与肥皂作用不易起泡沫；硬水可以软化为软水。

3. 利用吸附、沉淀、过滤和蒸馏等方法可以净化水。

课外实验

自制简易净水器

取一个空塑料饮料瓶，剪去底部，瓶口用带导管的单孔橡胶塞塞紧，将瓶子倒置，瓶内由下向上分层放置洗净的蓬松棉、纱布、活性炭等（如图4-22），就得到一简易净水器。试验它的净化效果。

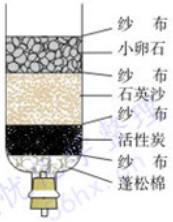


图4-22 简易净水器

练习与应用

1. 填空题

（1）明矾可用于净水，是因为明矾溶于水生成的胶状物可以_____悬浮于水中的杂质，使之从水中_____出来。

（2）易生水垢的水中含可溶性钙、镁化合物较多，叫做_____水，这种水可以通过物理或化学方法转化成含可溶性钙、镁化合物较少的_____水。

（3）对于静置沉淀、吸附沉淀、过滤、蒸馏等净化水的操作，只能去除不溶性杂质的是_____；单一操作相对净化程度较高的是_____；可以降低水的硬度的是_____；综合运用沉淀、过滤、蒸馏几项操作净水效果更好，其先后顺序是_____。

2. 下列关于过滤操作的叙述不正确的是（　　）。

A. 滤纸的边缘要低于漏斗口

B. 液面不要低于滤纸的边缘

C. 玻璃棒要靠在三层滤纸的一边

D. 漏斗下端的管口要紧靠烧杯的内壁

3. 自然界中的水为什么大都不是纯水？

4. 在生活中你见过（或使用过）哪些净化水的方法？

5. 搜集并分析下述有关资料中的一种或几种，从卫生、健康的角度对如何正确选择饮用水（自来水、矿泉水、纯净水、蒸馏水……）提出自己的看法或建议。

（1）市场上供应的各种饮用水（矿泉水、纯净水等）、饮水机的说明书、广告宣传品。

（2）报纸、杂志上有关饮用水卫生、健康的论述。

（3）不同地区一般饮用水来源（地下水、河水等）和水质情况；以及自来水的给水方式（水塔直接给水或水箱给水等）。

无忧化学整理 56hx.cn

课题3
水的组成

在很长的一段时期内，水曾经被看作是一种“元素”。直到18世纪末，人们通过对水的生成和分解实验的研究，才最终认识了水的组成。

研究氢气的燃烧实验是人们认识水组成的开始。

氢气是无色、无臭、难溶于水的气体，密度比空气的小。氢气在空气中燃烧时，产生淡蓝色火焰；混有一定量空气或氧气的氢气遇明火会发生爆炸。因此点燃氢气前一定要检验其纯度，方法如图4-23所示，点燃氢气时，发出尖锐爆鸣声表明气体不纯，声音很小则表示气体较纯。



Ⅰ. 用拇指堵住集满氢气的试管口　Ⅱ. 靠近火焰，移开拇指点火

图4-23 氢气的检验

实验4-5 在带尖嘴的导管口点燃纯净的氢气，观察火焰的颜色。然后在火焰上方罩一个冷而干燥的小烧杯（如图4-24），过一会儿，观察烧杯壁上有什么现象发生。



图4-24 氢气在空气里燃烧

讨论

1. 上述实验中有无新物质生成？发生了什么变化？

2. 上述实验中是否有水滴生成？

无忧化学整理 56hx.com

人们发现氢气在空气或氧气里燃烧能生成水之后，又研究了水的分解实验。

探究

水的组成

1. 如图4-25所示，在电解器玻璃管里加满水[①]，接通直流电源，观察并记录两个电极附近和玻璃管内发生的现象。

	两电极	正极端玻璃管	负极端玻璃管
现象			
比较两玻璃管中现象差异			



图4-25 电解水实验

2. 切断上述装置中的电源，用燃着的木条分别在两个玻璃管尖嘴口检验电解反应中产生的气体，观察并记录发生的现象。

注意

控制玻璃管活塞的开启速度，使气体慢慢放出。

	正极端玻璃管	负极端玻璃管
现象		
解释		

3. 讨论

（1）上述实验中水是否发生了分解反应？生成了几种新物质？

（2）分析水的生成和分解实验，说明其中的哪些现象和事实能够说明水不是一种元素，是由氢、氧两种元素组成的。

无忧化学整理 56hx.com

① 水中可加入少量硫酸钠或氢氧化钠以增强导电性。

根据精确的实验测定，每个水分子是由2个氢原子和1个氧原子构成的，因此水可以表示为H_2O。

当水分子分解时，生成了氢原子和氧原子，2个氢原子结合成1个氢分子，很多氢分子聚集成氢气；2个氧原子结合成1个氧分子，很多氧分子聚集成氧气，如图4-26。

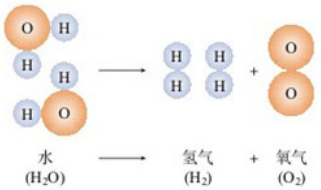


图4-26 水分子分解示意图

水中含有氢、氧两种元素。这种组成中含有不同种元素的纯净物叫做**化合物**，如二氧化碳（CO_2）、氧化铁（Fe_2O_3）和高锰酸钾（$KMnO_4$）都是化合物。由两种元素组成的化合物中，其中一种元素是氧元素的叫做**氧化物**，如二氧化碳（CO_2）、氧化铁（Fe_2O_3）、五氧化二磷（P_2O_5）和水（H_2O）都是氧化物。由同种元素组成的纯净物叫做**单质**，如氢气（H_2）、氧气（O_2）、氮气（N_2）、铁（Fe）和碳（C）等都是单质。

资料卡片

水的组成揭秘

18世纪末，英国科学家普利斯特里①把“易燃空气”和空气混合后盛在干燥、洁净的玻璃瓶中，当用电火花点火时，发出震耳的爆鸣声，且玻璃瓶内壁上出现了液滴。不久另一位英国科学家卡文迪许②用纯氧代替空气进行上述实验，确认所得液滴是水，并确认大约2份体积的“易燃空气”与1份体积的氧恰好化合成水。

上述实验实际已经揭示出水不是一种元素，可惜两位科学家受当时错误观念的束缚，没能认识这一点，反将其解释为两种气体里都含有水。一年之后，法国科学家拉瓦锡重复了他们的实验，并做了一个相反的实验：让水蒸气通过一根烧红的枪管，得到“易燃空气”。通过分析和归纳，他得出结论：水不是一种元素，而是“易燃空气”和氧的化合物，且将“易燃空气”正式命名为“生成水的元素”（Hydrogen），即氢。

① 普利斯特里（J.Priestley，英国，1733—1804）
② 卡文迪许（H.Cavendish，英国，1731—1810）

学完本课题你应该知道

1. 水是由氢元素和氧元素组成的。
2. 单质是由同种元素组成的纯净物。
3. 化合物是由不同种元素组成的纯净物。
4. 由两种元素组成的化合物中，其中一种元素是氧元素的叫做氧化物。

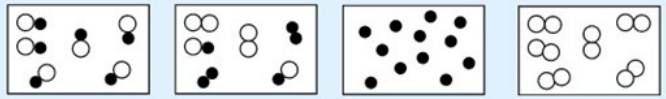
练习与应用

1. 水在自然界以几种状态存在？根据你以往所学知识，填写下表：

水的物理性质（101 kPa）	颜色、气味、状态（常温）	沸点/℃	熔点/℃	密度（4 ℃）/（g·cm^{-3}）

2. 在电解水的实验中，两电极相连的电极上方产生的气体是_____和_____，二者的体积比约为_____，这个实验证明了水_____。该反应的文字表达式为_____。

3. 下列各图中●和○分别表示两种不同元素的原子，则其中表示混合物的是_____，表示纯净物的是_____，表示单质的是_____，表示化合物的是_____。


A B C D

4. 将下列物质分别按混合物，纯净物；单质，化合物，氧化物分类。
（1）空气 （2）氧气 （3）水蒸气 （4）二氧化碳
（5）高锰酸钾 （6）铁粉 （7）氮气 （8）氧化铁

5. 判断下列叙述是否正确，并说明理由。
（1）自然界的物质都是以化合物形式存在的。
（2）水是由氢元素和氧元素组成的化合物。
（3）冰块与水混合得到混合物。
（4）电解水的反应属于分解反应。
（5）凡是含氧元素的物质都是氧化物。

无忧化学整理 56hx.cn

课题4　化学式与化合价

一、化学式

我们已经知道，H_2O不仅表示了水这种物质，还表示了水的组成，这种用元素符号和数字的组合表示物质组成的式子，叫做化学式[①]。除了H_2O之外，前面学过的O_2、H_2、CO_2、HCl、Fe_2O_3和HgO等化学符号都是化学式，它们分别表示了氧气、氢气、水、氯化氢和氧化汞等物质的组成。

每种纯净物质的组成是固定不变的，所以表示每种物质组成的化学式只有一个。

图4-27表示了化学式H_2O的各种意义。如果是2个水分子，则写成$2H_2O$。



图4-27 化学式H_2O的意义

讨论

符号H、2H、H_2、$2H_2$各具有什么意义？

① 由分子构成的物质的化学式，又叫分子式。本书只使用化学式，不使用分子式。

物质的组成是通过实验测定的，因此化学式的书写必须依据实验的结果。

单质化学式的书写如下表所示。

单质种类	书写方式
稀有气体	用元素符号表示，如氦写为He，氖写为Ne
金属和固态非金属	习惯上用元素符号表示，如铁写为Fe，碳写为C
非金属气体	在元素符号右下角写上表示分子中所含原子数的数字，如O_2

在书写化合物的化学式时，除要知道这种化合物含有哪几种元素及不同元素原子的个数比之外，还应注意以下几点：

1. 当某组成元素原子个数比是1时，1可省略；

2. 氧化物化学式的书写，一般把氧的元素符号写在右方，另一种元素的符号写在左方，如CO_2；

3. 由金属元素与非金属元素组成的化合物，书写其化学式时，一般把金属的元素符号写在左方，非金属的元素符号写在右方，如NaCl。

由两种元素组成的化合物的名称，一般读作某化某，例如NaCl读作氯化钠。有时还要读出化学式中各种元素的原子个数，例如CO_2读作二氧化碳，Fe_3O_4读作四氧化三铁。

二、化合价

化合物有固定的组成，即形成化合物的元素有固定的原子个数比，如表4-1所示。

表4-1　一些物质组成元素的原子个数比

物质	HCl	H_2O	NaCl	Fe_2O_3
原子个数比	1∶1	2∶1	1∶1	2∶3

从上表可看出：不同元素相互结合时，其原子个数比并不都是1∶1，如H与Cl结合的原子个数比为1∶1，生成HCl；H与O结合的原子个数比就是2∶1，生成H_2O。我们如何知道不同元素以什么样的原子个数比相结合呢？一般情况下，通过元素的“化合价”可以认识其中的规律。元素的化合价有

正、有负，在化合物里，正负化合价的代数和为零。例如，在化合物里O通常为−2价，H通常为+1价，Cl通常为−1价，因此，当氢气与氧气反应时，是2个氢原子结合1个氧原子生成H_2O；氢气与氯气反应时，是1个氢原子结合1个氯原子生成HCl。同理可推知：Na为+1价，Fe为+3价。

有一些物质，如$Ca(OH)_2$、$CaCO_3$等，它们中的一些原子集团，如OH^-、CO_3^{2-}，常作为一个整体参加反应，这样的原子集团，又叫做根。根也有化合价，如OH^-为−1价。

表4-2　一些常见元素和根的化合价

元素和根的名称	元素和根的符号	常见的化合价	元素和根的名称	元素和根的符号	常见的化合价
钾	K	+1	氯	Cl	−1、+1、+5、+7
钠	Na	+1	溴	Br	−1
银	Ag	+1	氧	O	−2
钙	Ca	+2	硫	S	−2、+4、+6
镁	Mg	+2	碳	C	+2、+4
钡	Ba	+2	硅	Si	+4
铜	Cu	+1、+2	氮	N	−3、+2、+3、+4、+5
铁	Fe	+2、+3	磷	P	−3、+3、+5
铝	Al	+3	氢氧根	OH^-	−1
锰	Mn	+2、+4、+6、+7	硝酸根	NO_3^-	−1
锌	Zn	+2	硫酸根	SO_4^{2-}	−2
氢	H	+1	碳酸根	CO_3^{2-}	−2
氟	F	−1	铵根	NH_4^+	+1

在确定元素的化合价时，需要注意以下几点：

1. 金属元素与非金属元素化合时，金属元素显正价，非金属元素显负价；

2. 一些元素在不同物质中可显不同的化合价；

3. 元素的化合价是元素的原子在形成化合物时表现出来的一种性质，因此，在单质里，元素的化合价为0。

练一练

1. 将表4-2中的化合价按一定规律进行分类，并试着编写能帮助记忆的化合价韵语、歌谣或顺口溜。

2. 以小组为单位进行化合价记忆比赛，看谁记得准，记得多。

知道了元素的化合价，可以根据成分元素的化合价推求实际存在的化合物中元素原子的个数比，从而写出化合物的化学式。

【例题】已知某种磷的氧化物中磷为+5价，氧为−2价，写出这种磷的氧化物的化学式。

【解】（1）写出组成化合物的两种元素的符号，正价的写在左边，负价的写在右边。

P　O

（2）求两种元素正、负化合价绝对值的最小公倍数：

$5\times 2=10$

（3）求各元素的原子数：

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

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

（4）把原子数写在各元素符号的右下方，即得化学式：

P_2O_5

（5）检查化学式，当正价总数与负价总数的代数和等于0时，化学式才是正确的。

$(+5)\times 2+(-2)\times 5=+10-10=0$

答：这种磷的氧化物的化学式是P_2O_5。

练一练

以邻座同学为一小组，对以下题目进行练习，并互相订正。

1. 根据化合物中各元素正负化合价的代数和为0的原则，已知氧为−2价，计算二氧化硫里硫的化合价。

2. 写出溴化钠、氯化钙、氧化铝、二氧化氮的化学式。

3. 读出以下化学式的名称：

MnO_2　　CuO　　SO_3　　KI　　$NaNO_3$

三、有关相对分子质量的计算

化学式中各原子的相对原子质量的总和，就是相对分子质量（符号为M_r）。根据化学式可以进行以下各种计算。

1. 计算相对分子质量

O_2的相对分子质量$= 16 \times 2$
$= 32$

H_2O的相对分子质量$= 1 \times 2 + 16$
$= 18$

2. 计算物质组成元素的质量比

例如：二氧化碳（CO_2）中碳元素和氧元素的质量比等于

$12 : (16 \times 2) = 3 : 8$

3. 计算物质中某元素的质量分数

物质中某元素的质量分数，就是该元素的质量与组成物质的元素总质量之比。例如，计算化肥硝酸铵（NH_4NO_3）中氮元素的质量分数，可先根据化学式计算出NH_4NO_3的相对分子质量：

NH_4NO_3的相对分子质量$= 14+1 \times 4+14+16 \times 3$
$= 80$

再计算氮元素的质量分数：

$$\frac{\text{N的相对原子质量} \times \text{N的原子数}}{NH_4NO_3\text{的相对分子质量}} \times 100\% = \frac{14 \times 2}{80} \times 100\% = 35\%$$

无忧化学整理 56hx.cn

药品、食品等商品的标签或说明书上常常用质量分数来表示物质的成分或纯度。

练一练

查看家中药品、食品的说明书，了解其成分，以及各成分的质量分数，并记录其中三种标签的有关情况。

学完本课题你应该知道

1. 用元素符号表示物质组成的式子叫做化学式。

2. 化学式表示一种物质、表示物质的元素组成，以及组成元素的原子个数比。

3. 应用化合价推求物质化学式的根据是：

（1）这种化合物确实存在；

（2）化合物各元素正、负化合价的代数和为0。

4. 根据化学式可以计算物质的相对分子质量、物质组成元素的质量比以及质量分数。

练习与应用

1. 用元素符号或化学式填空

（1）4个二氧化碳分子_____。

（2）3个钾原子_____。

（3）8个二氧化氮分子_____。

（4）7个氮原子_____。

（5）1个氦分子_____。

2. 选择题

（1）$2N_2$表示（　　）。

A. 4个氮原子　　B. 2个氮分子

（2）SO_2的读法是（　　）。

A. 氧化硫　　B. 二氧化硫

无忧化学整理 56hx.cn

（3）五氧化二氮的化学式是（　　）。

A. $5O_2N$　　B. O_5N_2　　C. N_2O_5

（4）某工地发生多人食物中毒，经化验为误食工业用盐亚硝酸钠（$NaNO_2$）所致。$NaNO_2$中氮元素的化合价是（　　）。

A. +2　　B. +3　　C. +4　　D. +5

（5）市售加碘盐是在食盐中加入一定量的碘酸钾（KIO_3）。在碘酸钾中碘元素的质量分数是（　　）。

A. 59.3%　　B. 69.8%　　C. 64.1%　　D. 68.5%

（6）维生素C($C_6H_8O_6$)主要存在于蔬菜、水果中，它能促进人体生长发育，增强人体对疾病的抵抗力。下列关于维生素C的说法中错误的是（　　）。

A. 维生素C中C、H、O三种元素的质量比为9∶1∶12

B. 1个维生素C分子由6个碳原子、8个氢原子、6个氧原子构成

C. 维生素C的相对分子质量为174

D. 维生素C中氢元素的质量分数为4.5%

3. 下列化合物中，氧为−2价，氯为−1价，判断化合物里其他元素的化合价：SO_2，Na_2O，$CaCl_2$，AgCl，WO_3（W的原子序数为74，其名称可从元素周期表中查知）。

4. 计算下列化合物中氮元素的化合价。

（1）一氧化氮（NO）　　（2）二氧化氮（NO_2）

（3）硝酸（HNO_3）　　（4）氨（NH_3）

5. 已知下列元素在氧化物中的化合价，写出它们氧化物的化学式。（提示：元素符号上方的数字是化合价。）

+2	+4	+2	+5	+2	+2
Ba	S	C	N	Mg	Ca

6. 已知下列元素在氯化物中的化合价，写出它们的氯化物的化学式。（提示：在氯化物中氯的化合价是−1。）

+1	+2	+3
K	Fe	Al

7. $N(NO_2)_3$是科学家2011年发现的一种新型火箭燃料。试计算：

（1）$N(NO_2)_3$的相对分子质量；

（2）$N(NO_2)_3$中氮元素和氧元素的质量比；

（3）$N(NO_2)_3$中氮元素的质量分数。

8. 某地1 000 kg化肥的市场价格如下：$CO(NH_2)_2$ 1 080 元，NH_4NO_3 810元，NH_4HCO_3（碳酸氢铵）330元。分别用10 000元采购上述化肥，则购得化肥中含氮元素最多的是哪一种？

9. 查看2种药品、2种饮料和2种食品的标签或说明书，记下它们的主要成分和含量。

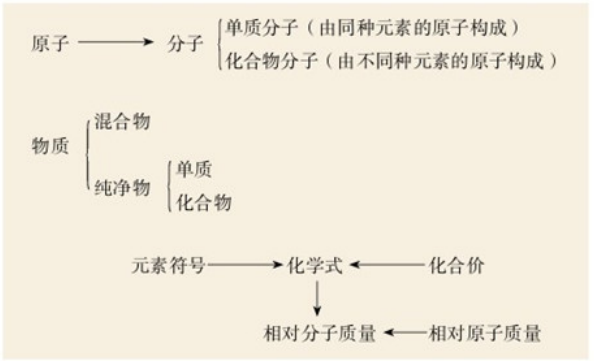
单元小结

一、化学基本概念

1. 填写下表

	含义或特征	举例
单质		
化合物		

2. 有关概念之间的联系



二、水

1. 说地球上水资源丰富，是因为_____；说水资源宝贵，是因为_____。爱护水资源主要从_____和_____两方面采取措施。

2. 天然水都不是纯净水，通过_____等方法可以使水不同程度地得到净化。

3. 水由_____和_____两种元素组成，每一个水分子中含_____和_____。



$$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$$



第五单元
化学方程式

课题 1 质量守恒定律
课题 2 如何正确书写化学方程式
课题 3 利用化学方程式的简单计算

无忧化学整理 56hx.cn

课题1 质量守恒定律

一、质量守恒定律

在一定条件下，反应物发生了化学反应生成新的物质，如镁条燃烧生成氧化镁，水电解产生氢气和氧气。那么反应物与生成物的质量之间究竟存在着什么关系呢？化学家从很早便开始关注这个问题。



图5-1 氧化汞受热分解

1774年，拉瓦锡用精确的定量实验研究了氧化汞的分解和合成反应中各物质质量之间的变化关系。他将45.0份质量的氧化汞加热分解，恰好得到了41.5份质量的汞和3.5份质量的氧气，反应前后各物质的质量总和没有改变。这难道是巧合吗？

探究

反应前后物质的质量关系

当物质发生化学反应生成新物质时，反应物的质量总和与生成物的质量总和相比较，存在什么关系？

根据以下实验方案分组进行实验，并将实验结果填入表中。

请你在实验中观察和探究以下问题，并结合实验条件思考和作出分析：

（1）反应物和生成物的状态及其他变化；

（2）实验中观察到的质量变化情况。

方案一　在底部铺有细沙的锥形瓶中，放入一小堆干燥的红磷。在锥形瓶口的橡胶塞上安装一根玻璃管，在其上端系牢一个小气球，并使玻璃管下端能与红磷接触。将锥形瓶和玻璃管放在托盘天平上用砝码平衡，记录所称的质量 m_1。然后，取下锥形瓶，将橡胶塞上的玻璃管放到酒精灯火焰上灼烧至红热后，迅速用橡胶塞将锥形瓶塞紧，并将红磷引燃。待锥形瓶冷却后，重新放到托盘天平上，记录所称的质量 m_2。

$$\text{磷}(P) + \text{氧气}(O_2) \xrightarrow{\text{点燃}} \text{五氧化二磷}(P_2O_5)$$

无忧化学整理 56hx.cn

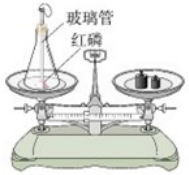


图5-2 红磷燃烧前后质量的测定

注意

天平的使用方法参见初中物理教科书。化学实验中使用时还应特别注意：

①称量干燥的固体药品前，应在两个托盘上各放一张干净的大小相同的纸片，然后把药品放在纸上称量；

②易潮解的药品，必须放在玻璃器皿（如小烧杯、表面皿）里称量。

方案二　在锥形瓶中加入适量稀硫酸铜溶液，塞好橡胶塞。将几根铁钉用砂纸打磨干净，将盛有硫酸铜溶液的锥形瓶和铁钉一起放在托盘天平上称量，记录所称的质量 m_1。

将铁钉浸到硫酸铜溶液中，观察实验现象。待反应一段时间后溶液颜色改变时，将盛有硫酸铜溶液和铁钉的锥形瓶放在托盘天平上称量，记录所称的质量 m_2。比较反应前后的质量。



图5-3 铁钉与硫酸铜溶液反应前后质量的测定

铁与硫酸铜的反应可表示如下：

铁（Fe） + 硫酸铜（$CuSO_4$） ⟶ 铜（Cu） + 硫酸亚铁（$FeSO_4$）

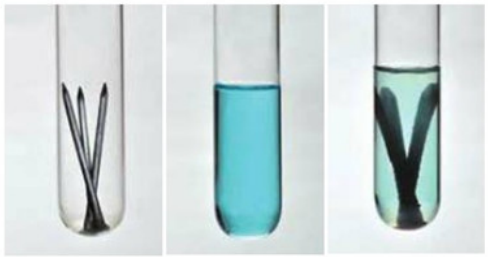


图5-4 铁钉与硫酸铜溶液的反应

无忧化学整理 56hx.cn

实验方案	方案一	方案二
实验现象		
反应前总质量（m_1）		
反应后总质量（m_2）		
分析		

讨论：分析两个方案的实验结果，你能得到什么结论？

大量实验证明，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。这个规律就叫做**质量守恒定律**。

想一想

你预计这个反应前后的称量结果是否会有变化？



图5-5 盐酸与碳酸钠粉末反应前后质量的测定

实验5-1　把盛有盐酸的小试管小心地放入装有碳酸钠粉末的小烧杯中，将小烧杯放在托盘天平上用砝码平衡（如图5-5）。取下小烧杯并将其倾斜，使小试管中的盐酸进入小烧杯中，观察现象。

反应进行一段时间后，再把小烧杯放回托盘天平上，天平是否仍然平衡？

镁与氧气可以发生如下反应：

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

想一想

你预计这个反应前后的称量结果会有什么变化？

实验5-2[①]　取一根用砂纸打磨干净的长镁条和一个石棉网，将它们一起放在托盘天平上称量，记录所称的质量。在石棉网上方将镁条点燃（如图5-6），观察现象。

将镁条燃烧后的产物与石棉网一起放在托盘天平上称量，比较反应前后的质量。

① 建议本实验由教师演示。

无忧化学整理 56hx.cn

讨论

1. 实验5-1和实验5-2中第二次称量的结果与你的预计是否一致？为什么会出现这样的实验结果？

2. 以氢气在氧气中燃烧生成水（如图5-7）为例，分析化学反应中分子、原子的种类、数目和质量的变化情况，并由此说明化学反应为什么一定符合质量守恒定律。

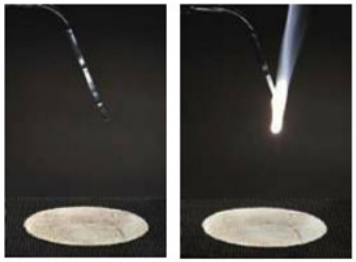


图5-6 镁条燃烧

为什么物质在发生化学反应前后，各物质的质量总和相等呢？这是因为化学反应的过程，就是参加反应的各物质（反应物）的原子重新组合而生成其他物质（生成物）的过程。在化学反应中，反应前后原子的种类没有改变，数目没有增减，原子的质量也没有改变。

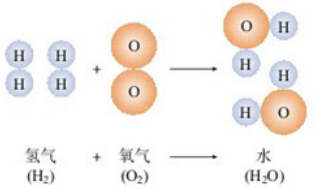


图5-7 氢气与氧气反应生成水的示意图

资料卡片

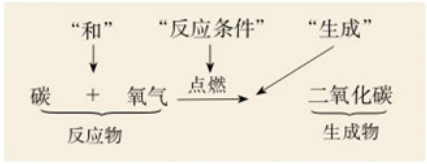
定量研究与质量守恒定律的发现与发展

18世纪下半叶，生产的迅速发展推动了科学实验的进展。在化学实验室里有了比较精密的实验仪器，这使化学研究工作发生了质的转变，即从对物质的简单定性研究进入到较精密的定量研究，将问题与现象用数量来表示进而去分析和实验。拉瓦锡非常重视定量研究，在实验时经常使用天平，并且十分注重数据的精确性，为化学的发展作出了重要贡献。他使几种物质发生化学反应，并测定反应前后物质的总质量。经过反复实验和分析，都得到相同的结论：化学反应在发生前后，参与反应的各物质的质量和（总质量）是不变的。这个结论就是质量守恒定律。要想进一步证明或否定这一结论，需要极精确的实验结果，但在18世纪，实验设备和技术还达不到这种要求。后来，不断有人改进实验技术等，以求能得到更精确的实验结果。20世纪初，德国和英国化学家分别做了精确度极高的实验，反应前后的质量变化小于一千万分之一，这个误差是在实验误差允许范围之内的，从而使质量守恒定律确立在严谨的科学实验的基础上。

二、化学方程式

学习化学，常常需描述各种物质之间的反应，如何简便地表示化学反应呢？

我们已经知道，木炭在氧气中燃烧生成二氧化碳的反应可以用文字表示为：



用文字表示化学反应书写起来很麻烦，化学家用化学式等国际通用的化学语言来表示反应物和生成物的组成，以及各物质间的量的关系。例如，木炭在氧气中燃烧生成二氧化碳的反应可表示为：

$$C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$$

这种用化学式来表示化学反应的式子，叫做化学方程式。这个式子不仅表明了反应物、生成物和反应条件，同时，通过相对分子质量（或相对原子质量）还可以表示各物质之间的质量关系，即各物质之间的质量比。

$$\begin{array}{ccccc} C & + & O_2 & \xrightarrow{\text{点燃}} & CO_2 \\ 12 & : & 2\times16 & : & 12+2\times16 \\ 12 & : & 32 & : & 44 \end{array}$$

这就是说：碳与氧气在点燃的条件下反应生成二氧化碳；每12份质量的碳与32份质量的氧气完全反应，生成44份质量的二氧化碳。

化学方程式能提供很多有关反应的信息，能将反应中的反应物、生成物及各种粒子的相对数量关系（即化学反应的“质”与“量”的关系）清楚地表示出来。

讨论

从物质种类、质量和反应条件等方面考虑，下列反应的化学方程式能提供给你哪些信息？

1. 硫在氧气中燃烧的反应：

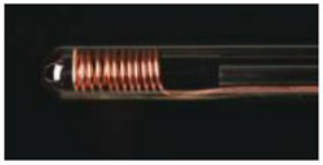
$$S + O_2 \xrightarrow{点燃} SO_2$$

2. 铁与硫酸铜溶液的反应：

$$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$$

3. 铜丝表面的氧化铜与氢气在加热条件下反应：





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

学完本课题你应该知道

1. 质量守恒定律是指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。

2. 化学反应的过程，就是参加反应的各物质（反应物）的原子重新组合而生成其他物质（生成物）的过程。在化学反应中，反应前后原子的种类没有改变，数目没有增减，原子的质量也没有改变，因此化学反应前后各物质的质量总和必然相等。

3. 化学方程式提供的信息包括：

哪些物质参加反应（反应物）；通过什么条件反应；

反应生成了哪些物质（生成物）；参加反应的各粒子的相对数量；

反应前后质量守恒；等等。

练习与应用

1. 硫在氧气中燃烧的化学方程式是：$S + O_2 \xrightarrow{点燃} SO_2$。这个式子不仅表明了反应物是_____，生成物是_____，反应条件是_____，还表示了参与反应的各物质之间的质量关系，即在点燃条件下，每_____份质量的硫与_____份质量的氧气恰好完全反应生成_____份质量的二氧化硫。

2. 选择题

（1）化学反应前后肯定没有变化的是（　　）。

①原子数目 ②分子数目 ③元素种类 ④物质种类 ⑤原子种类 ⑥物质的总质量

A. ①④⑥　　B. ①③⑤⑥　　C. ①②⑥　　D. ②③⑤

（2）根据化学方程式不能获得的信息是（　　）。

A. 该反应中的反应物和生成物　　B. 各反应物和生成物的质量比

C. 反应发生所需要的条件　　D. 化学反应的快慢

（3）现将10 g A和足量B混合加热，A与B发生化学反应，10 g A完全反应后生成8 g C和4 g D，则参加反应的A与B的质量比是（　　）。

A. 1∶1　　B. 2∶1　　C. 4∶1　　D. 5∶1

（4）植物的光合作用可表示为：二氧化碳 + 水 $\xrightarrow{光照}$ 淀粉 + 氧气。根据以上信息，下列关于淀粉组成的说法中正确的是（　　）。

A. 只含碳、氢元素　　B. 含有碳、氧、氢三种元素

C. 含有碳、氢元素，可能含有氧元素　　D. 无法确定

3. 根据质量守恒定律解释下列现象：

（1）铜粉在空气中加热后，生成物的质量比原来铜粉的质量增大；

（2）纸在空气中燃烧后化为灰烬，灰烬的质量比纸的质量减小；

（3）高锰酸钾受热分解后，剩余固体的质量比原反应物的质量减小。

4. 判断下列说法是否正确，并改正错误的说法

（1）物质在空气中加热发生反应后，生成物的总质量必定等于反应物的总质量。

（2）蜡烛燃烧后质量减小，说明质量守恒定律不是普遍规律。

（3）细铁丝在氧气中燃烧后，生成物的质量比细铁丝的质量大，因此这个反应不遵守质量守恒定律。

无忧化学整理 56hx.cn

课题2　如何正确书写化学方程式

化学方程式反映化学反应的客观事实。因此，书写化学方程式要遵守两个原则：一是要以客观事实为基础；二是要遵守质量守恒定律，等号两边各原子的种类与数目必须相等。

木炭在氧气中燃烧生成二氧化碳的化学方程式：

$$C + O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$$

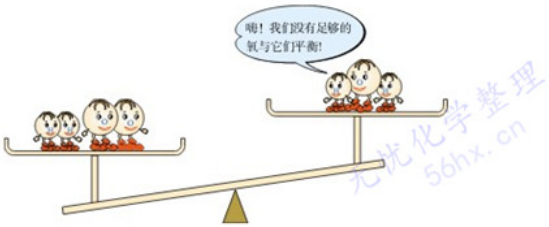
	C	+	O_2		CO_2
C原子个数：	1				1
O原子个数：			2		2
原子总个数：	3				3

该化学方程式等号两边的原子种类和数目都相等，这个化学方程式我们称配平了。但并不是所有的化学方程式都这么简单。例如，氢气与氧气反应生成水：

$$H_2 + O_2 \xrightarrow{点燃} H_2O$$

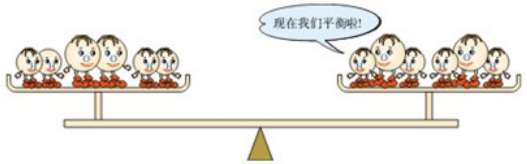
	H_2	+	O_2		H_2O
H原子个数：	2				2
O原子个数：			2		1
原子总个数：	4				3

在这个式子中，右边的氧原子数少于左边的，这时为使式子两边每一种元素原子的总数相等，就需要配平，即在式子两边的化学式前面配上适当的化学计量数。

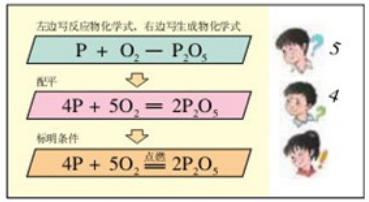


无忧化学整理 56hx.cn

在H_2前配上2，在H_2O前配上2，式子两边的H原子、O原子数目就都相等了，亦即化学方程式配平了。



下面以磷在空气中燃烧生成五氧化二磷的反应为例，说明书写化学方程式的具体步骤。



1. 根据实验事实，在式子的左、右两边写出反应物和生成物的化学式，并在式子左、右两边之间画一条短线。

$$P + O_2 —— P_2O_5$$

2. 配平化学方程式，并检查式子左右两边各元素原子的种类和数量，使化学方程式遵守质量守恒定律。

$$4P + 5O_2 —— 2P_2O_5$$

3. 标明化学反应发生的条件，把短线改成等号。

$$4P + 5O_2 \xrightarrow{点燃} 2P_2O_5$$

方法导引

配平化学方程式的方法很多，在这里使用了比较简单、常用的方法——最小公倍数法。例如，式子左边的氧原子数是2，右边的氧原子数是5，两数的最小公倍数是10。因此，在O_2前面配上5，在P_2O_5前面配上2。此时式子（$P + 5O_2—2P_2O_5$）右边的磷原子数是4，左边的磷原子数是1，因此，要在P的前面配上4。

化学反应只有在一定条件下才能发生，因此，需要在化学方程式中注明反应发生的条件。如把加热（常用“△”号表示）、点燃、催化剂等，写在等号的上方。

如果生成物中有气体，在气体物质的化学式右边要注“↑”号；溶液中的反应如果生成物中有固体，在固体物质的化学式右边要注“↓”号。例如：

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

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

无忧化学整理 56hx.cn

但是，如果反应物和生成物中都有气体，气体生成物就不注“↑”号。同样，溶液中的反应如果反应物和生成物中都有固体，固体生成物也不注“↓”号。例如：

$S + O_2 \xrightarrow{点燃} SO_2$

$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$

练一练

写出铁在氧气中燃烧生成四氧化三铁的化学方程式（注意配平）。

学完本课题你应该知道

1. 书写化学方程式要遵守两个原则：一是必须要以客观事实为基础；二是要遵守质量守恒定律。

2. 书写化学方程式时，在式子左、右两边的化学式前面要配上适当的化学计量数，使得每一种元素的原子总数相等，这个过程就是化学方程式的配平。

练习与应用

1. 书写下列反应的化学方程式

（1）水通直流电生成氢气和氧气　　（2）镁带在氧气中燃烧

2. 配平下列化学方程式

（1）$C_2H_4 + O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2 + H_2O$　　（2）$NaOH + CuSO_4 \longrightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

（3）$Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{高温} Fe + H_2O$　　（4）$Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{高温} Fe + CO_2$

3. 白色固体粉末氯酸钾（$KClO_3$），在二氧化锰（MnO_2）作催化剂并加热的条件下能较快地分解生成氯化钾和氧气，试写出该反应的化学方程式。

4. 下列化学方程式书写是否正确？如不正确，说明原因。

（1）氧化汞加热分解　$HgO = Hg + O_2\uparrow$

（2）硫在氧气中燃烧　$S + O_2\uparrow \xrightarrow{点燃} SO_2$

（3）过氧化氢在二氧化锰催化下分解　$2H_2O_2 — 2H_2O + O_2$

5. 某纯净物X在空气中完全燃烧，反应的化学方程式为：$X + 2O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2 + 2H_2O$，试推测X的化学式。

无忧化学整理 56hx.cn

课题3
利用化学方程式的简单计算

研究物质的化学变化，常要涉及量的计算，根据化学方程式的计算就可以从量的方面研究物质的变化。例如，用一定量的原料最多可以生产出多少产品？制备一定量的产品最少需要多少原料？等等。通过计算，可以加强生产的计划性，并有利于合理地利用资源。

下面，用实例来说明利用化学方程式进行计算的步骤和方法。

【例题1】加热分解6.3 g高锰酸钾，可以得到氧气的质量是多少？（计算结果保留一位小数）

（1）设未知量

（2）写出反应的化学方程式

（3）写出相关物质的化学计量数与相对分子质量的乘积以及已知量、未知量

（4）列出比例式，求解

（5）简明地写出答案

【解】设：加热分解6.3 g高锰酸钾可以得到氧气的质量为x。

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

$2\times(39+55+4\times16)$　　$1\times(2\times16)$

6.3 g　　x

$$\frac{2\times158}{32}=\frac{6.3\ g}{x}$$

$$x=\frac{32\times6.3\ g}{2\times158}=0.6\ g$$

答：加热分解6.3 g高锰酸钾，可以得到0.6 g氧气。

在实际运算过程中，还可以再简化些，具体格式可参照例题2。

【例题2】工业上，煅烧石灰石（$CaCO_3$）可制得生石灰（CaO）和二氧化碳。如果要制取5.6 t氧化钙，需要碳酸钙的质量是多少？

无忧化学整理 56hx.cn

【解】设：需要碳酸钙的质量为x。

$$CaCO_3 \xlongequal{\text{煅烧}} CaO + CO_2\uparrow$$

$$\begin{array}{cc} 100 & 56 \\ x & 5.6\ t \end{array}$$

$$\frac{100}{56}=\frac{x}{5.6\ t}$$

$$x=\frac{100\times 5.6\ t}{56}=10\ t$$

答：需要碳酸钙 10 t。

需要注意的是，在实际生产和科学研究中，所用原料很多是不纯的，在进行计算时应考虑到杂质问题，这将在以后的课程中学习。

练一练

氢气在氯气中燃烧生成氯化氢气体，写出该反应的化学方程式，并计算燃烧 100 g 氢气需要氯气的质量是多少？生成氯化氢气体的质量是多少？

学完本课题你应该知道

根据实际参加反应的一种反应物或生成物的质量，可以计算出其他反应物或生成物的质量。

练习与应用

1. 选择题

（1）4 g 氧气可与（　　）g 氢气完全反应生成水。

A. 1　　B. 0.5　　C. 2　　D. 4

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

A. 27 ∶ 32 ∶ 102　　B. 27 ∶ 24 ∶ 43　　C. 4 ∶ 3 ∶ 2　　D. 108 ∶ 96 ∶ 204

（3）质量相同的下列四种物质，完全分解后制得氧气质量最多的是（　　）。

A. H_2O_2　　B. $KMnO_4$　　C. $KClO_3$　　D. H_2O

2. 某工厂需要 100 kg 氧气做原料。若用电解水的方法制取这些氧气，消耗水的质量是多少？同时可以得到的氢气的质量是多少？

3. 锌与盐酸（HCl）反应生成氢气和氯化锌。实验室里用 6.5 g 锌与足量盐酸反应，可制得氢气和氯化锌的质量各是多少？

单元小结

质量守恒定律是自然界的普遍规律，它揭示了化学反应中_____和_____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。质量守恒定律是化学反应中元素原子的_____、_____和_____都没有发生变化的必然结果。

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：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；表示反应物、生成物各物质之间的质量关系。



无忧化学整理 56hx.cn

第六单元
碳和碳的氧化物

课题1 金刚石、石墨和C_{60}
课题2 二氧化碳制取的研究
课题3 二氧化碳和一氧化碳
实验活动2 二氧化碳的实验室制取与性质



课题1
金刚石、石墨和C_{60}

我们知道，丰富多彩的物质世界是由元素组成的。例如，氧气是由氧元素组成的，氢气是由氢元素组成的，水是由氢、氧两种元素组成的。不同的元素组成不同的物质。那么，在物质世界中，有没有同一种元素组成不同物质的例子呢？

研究表明，透明的金刚石、灰色的石墨和足球状的C_{60}都是由碳元素组成的单质，但是由于它们的原子排列方式不同，因此它们的性质存在着明显差异。

一、碳的单质

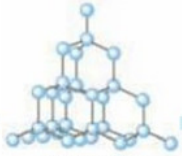
1. 金刚石

纯净的金刚石是无色透明、正八面体形状的固体。天然采集到的金刚石经过仔细研磨后，可以成为璀璨夺目的装饰品——钻石。

金刚石可用来裁玻璃、切割大理石、加工坚硬的金属，以及装在钻探机的钻头上，钻凿坚硬的岩层等。根据金刚石的用途可以推测金刚石一定很硬。事实上，它是天然存在的最硬的物质。



金刚石



金刚石的结构



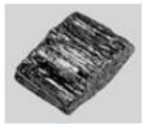
钻石



玻璃刀头上镶的金刚石可用来裁玻璃

图6-1 金刚石的结构及用途

2. 石墨



石墨

石墨是一种深灰色的有金属光泽而不透明的细鳞片状固体。石墨很软，有滑腻感。此外，石墨还具有优良的导电性能。



图6-2 石墨的结构及用途

在日常生活和工农业生产中，我们常常要用到木炭、焦炭、活性炭和炭黑等，这些物质的主要成分也是碳单质，而它们的结构则与石墨类似。

实验6-1 在盛有半瓶水的小锥形瓶里，加入一滴红墨水，使水略显红色。投入几块烘烤过的木炭（或活性炭），轻轻振荡锥形瓶，观察现象。

现象	
分析	

木炭具有疏松多孔的结构，因此它具有吸附能力。可以利用木炭的这个性质来吸附一些食品和工业产品里的色素，也可以用它来吸附有异味的物质。活性炭的吸附作用比木炭的还要强，防毒面具里的滤毒罐就是利用活性炭来吸附毒气的，制糖工业中也利用活性炭来脱色以制白糖。随着社会的发展，活性炭的应用范围不断扩大，如城市污水、工业废水和饮用水在深度净化处理时都要用到活性炭，人们还利用活性炭来吸附装修产生的对人体有害的气体，等等。



防毒面具　　冰箱除味剂　　环保活性炭包（吸附装修产生的有害气体）

图6-3 活性炭的用途

讨论

结合金刚石、石墨、木炭和活性炭的性质和用途，讨论物质的性质与用途之间有什么关系。

3. C_{60}

科学家发现，除金刚石、石墨外，还有一类新的以单质形式存在的碳。其中，发现较早并已在研究中取得重要进展的是C_{60}。

每个C_{60}分子是由60个碳原子构成的。C_{60}分子形似足球（如图6-4），这种足球结构的C_{60}分子很稳定。

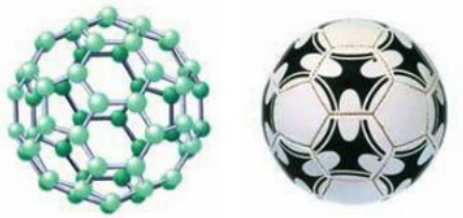


图6-4 C_{60}的分子结构和足球相似

C_{60}的发现使人类了解到一个全新的碳世界。C_{60}的独特结构决定了它具有一些特殊的物理和化学性质，有可能广泛应用于超导、催化、材料、医学及生物等领域。目前，人类对C_{60}的研究正在不断深入。我国的科研机构在C_{60}的制备和分离、C_{60}的超导性、C_{60}的结构等方面的研究已取得不少成就，在国际上产生了重要影响。

资料卡片

碳单质的研究进展

20世纪90年代初，一些以新的形态存在的碳单质又相继被发现，如碳纳米管。碳纳米管的直径一般在几纳米（符号为nm，1 nm=10^{-9} m）到几十纳米之间，它独特的结构和性质受到人们的广泛关注。碳纳米管具有尺寸小、机械强度高、导电性好等特点，在材料、催化、信息等诸多领域中具有重要的应用前景。

2004年，科学家成功地从石墨中分离出单层的石墨片（有人称为石墨烯），证实它在室温下可以单独稳定存在（过去一直认为这是不可能的），这是目前世界上人工制得的最薄的材料——厚度只有一个碳原子直径大

小，仅为0.335 nm。这一成果震惊了科学界，获得2010年诺贝尔物理学奖。这种单层石墨片优异的导电、导热性和其他奇特性质正激励着科学家们不断去探索。可以相信，随着科学技术的发展，碳单质的用途将不断扩大。

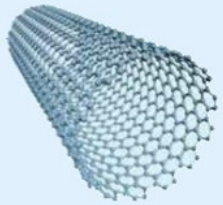


图6-5 碳纳米管

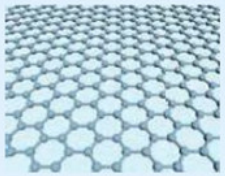


图6-6 单层石墨片

化学·技术·社会

人造金刚石和金刚石薄膜

几百年前，人们不知道金刚石是由什么组成的。一个偶然的机会，科学家拿着放大镜，在阳光下研究金刚石的折光性质。当太阳光被放大镜聚焦成一点照到金刚石时，金刚石消失了。人们经过分析，认为金刚石可能被烧掉了。化学家把金刚石放在充满氧气的密闭容器里，使金刚石在容器里燃烧。燃烧后，测定容器里的生成物，发现竟然是二氧化碳。进一步测定二氧化碳里所含碳的质量，恰好等于燃烧前后金刚石所减少的质量。这样，人们就断定，金刚石是由碳元素组成的单质。

由于天然金刚石资源稀少，价格昂贵，难以满足需求。在知道金刚石的组成和结构后，人们就设法制造金刚石。早在20世纪30年代就已经有了生产人造金刚石的工厂，所用的原料是石墨，这个转化需要高温高压和催化剂。遗憾的是，这样做成的人造金刚石虽然和天然金刚石硬度相当，但是透明度和外形都达不到天然金刚石的水平。此外，这种高温高压合成技术，一般只能合成小颗粒的金刚石，而在大颗粒的金刚石合成方面则有相当大的困难（所以大颗粒的天然金刚石仍然价格昂贵）。

20世纪80年代，人们发现人造金刚石在半导体制造行业具有广泛的应用前景。因为计算机芯片的基体材料——硅的导热性不好，这成为进一步提高芯片性能时的难题。而金刚石在导热性方面远远超过硅（甚至超过铜和银），于是它成了芯片基体材料的最佳选择。正是这种需求推动了人造金刚石的研究。

人们想到，金刚石既然是碳的一种单质，为什么不可以用碳原子作为构建金刚石晶体的原料，而一定要通过破坏石墨的晶体来完成呢？化学家很快就完成了这项研究，并在较低的温度和压力下制成了金刚石的薄膜。

金刚石薄膜在低温低压下研制成功，大大降低了金刚石的生产成本，同时金刚石薄膜的品质逐渐赶上甚至在某些方面超过天然金刚石，这使得金刚石薄膜在许多领域获得

广泛的应用。例如，将金刚石薄膜直接沉积在刀具表面，能极大地延长刀具的使用寿命；金刚石薄膜透光性能好，又是超硬保护膜，可广泛用作光学窗口和透镜的涂层等。更为重要的是，在解决超大规模集成电路芯片的散热这一技术难题方面，金刚石薄膜是理想的材料。如果这一技术获得成功，计算机会因此体积变得更小、速度更快，我们期待着这一天早日到来。

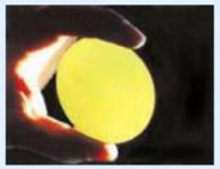


图6-7 透明的金刚石薄膜

二、单质碳的化学性质

我国古代书法家、画家用墨（用炭黑等制成）书写或绘制的字画能够保存很长时间而不变色，这是为什么呢？

在常温下，碳的化学性质不活泼。碳受日光照射或与空气、水分接触，都不容易起变化。如果温度升高，碳的活泼性又如何呢？



图6-8 古画

1. 碳与氧气的反应

你还记得木炭在氧气中燃烧的现象吗？当木炭充分燃烧时，与氧气反应生成二氧化碳，同时放出大量的热。

$$C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$$

当碳燃烧不充分的时候，生成一氧化碳，同时放出热。

$$2C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO$$

2. 碳与某些氧化物的反应

实验6-2 把刚烘干的木炭粉末和氧化铜粉末混合均匀，小心地铺放进试管，并将试管固定在铁架台上，试管口装有通入澄清石灰水的导管（如图6-9）。用酒精灯（可加网罩以使火焰集中并提高温度，最好使用酒精喷灯）

加热混合物几分钟。然后先撤出导气管，待试管冷却后再把试管里的粉末倒在纸上。观察现象并分析。

现象	
分析	

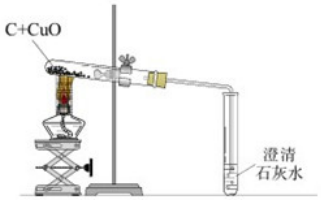


图6-9 用木炭还原氧化铜

木炭与氧化铜反应，生成铜和二氧化碳。

$$2CuO + C \xlongequal{\text{高温}} 2Cu + CO_2\uparrow$$

在这个反应里，氧化铜失去氧而变成单质铜。这种含氧化合物里的氧被夺去的反应，叫做还原反应。木炭是使氧化铜还原为铜的物质，它具有还原性。碳的还原性可用于冶金工业。例如，焦炭可以把铁从它的氧化物矿石里还原出来。

$$2Fe_2O_3 + 3C \xlongequal{\text{高温}} 4Fe + 3CO_2\uparrow$$

此外，在高温条件下，碳还能使二氧化碳转变成一氧化碳。

$$CO_2 + C \xlongequal{\text{高温}} 2CO$$

学完本课题你应该知道

1. 不同的元素可以组成不同的物质，同一种元素也可以组成不同的物质。如金刚石、石墨和C_{60}都是由碳元素组成的单质。

2. 木炭和活性炭具有吸附性。

3. 在常温下，碳的化学性质很稳定。在高温下，碳能够与很多物质发生反应。

4. 物质的性质在很大程度上决定物质的用途。

无忧化学整理 56hx.cn

课外实验

1. 把一根石墨电极或6B的铅笔芯和导线连接在一起（如图6-10），接通电源后，灯泡是否发亮？这个实验说明了什么？

2. 点燃一支蜡烛，把冷碟子放在蜡烛火焰的上方（如图6-11），过一会儿，你将在冷碟底上收集到亲手制得的炭黑。这个实验说明了什么？

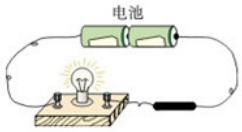


图6-10 石墨导电实验



图6-11 生成炭黑的实验

练习与应用

1. 金刚石、石墨和C_{60}都是由_____元素组成的单质。

2. 根据下列物质的性质，写出其对应的一种或几种用途：
   （1）金刚石的硬度很大：_____；
   （2）石墨的导电性能好：_____；
   （3）活性炭的吸附性强：_____；
   （4）单质碳具有还原性：_____；
   （5）常温下碳的化学性质不活泼：_____；
   （6）碳燃烧时放出大量的热：_____。

3. 金刚石、石墨和C_{60}的化学性质相似，物理性质却有很大差异。其原因是（　　）。
   A. 构成它们的原子大小不同
   B. 构成它们的原子数目不同
   C. 金刚石、石墨和C_{60}由不同种原子构成
   D. 金刚石、石墨和C_{60}里碳原子的排列方式不同

4. 铅笔芯是用不同比率的石墨粉末和黏土粉末混合而制成的。为什么铅笔芯在纸上画过会留下黑色痕迹？

5. 在书写具有保存价值的档案时，规定应使用碳素墨水。为什么？

6. 如右图所示，向盛有红棕色二氧化氮气体的集气瓶里投入几小块烘烤过的木炭，为什么红棕色会消失？



7. 写出碳在高温时还原氧化铜的化学方程式，并计算要使80 g氧化铜完全还原，需要碳的质量至少是多少？

无忧化学整理 56hx.cn

课题2
二氧化碳制取的研究

我们已经学习过氧气的实验室制法。请回忆一下，在实验室里制取氧气的方法有哪几种？除氧气外，二氧化碳也是一种与人类生产、生活有密切关系的气体。那么，在实验室里如何制取二氧化碳呢？

在实验室里，二氧化碳常用稀盐酸与大理石（或石灰石，主要成分都是碳酸钙）反应来制取。反应的化学方程式可以表示如下：

$$\underset{\text{碳酸钙}}{CaCO_3} + 2HCl = \underset{\text{氯化钙}}{CaCl_2} + \underset{\text{碳酸}}{H_2CO_3}$$

碳酸不稳定，容易分解生成二氧化碳和水。

$$H_2CO_3 = CO_2\uparrow + H_2O$$

总的化学方程式是：

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

探究

实验室里制取二氧化碳的装置

1. 实验室里制取气体的装置的确定。

实验室里制取气体的装置包括发生装置和收集装置两部分。下面列出了确定气体发生装置和收集装置时应考虑的因素。

- 气体发生装置
  - 反应物的状态
    - 固体与固体反应
    - 固体与液体反应
    - 液体与液体反应
    - ……
  - 反应条件（是否需要加热、加催化剂等）

无忧化学整理 56hx.cn

- 气体收集装置
  - 排空气法①
    - 密度比空气的大——向上排气法
    - 密度比空气的小——向下排气法
  - 排水法（不易溶于水，不与水反应）

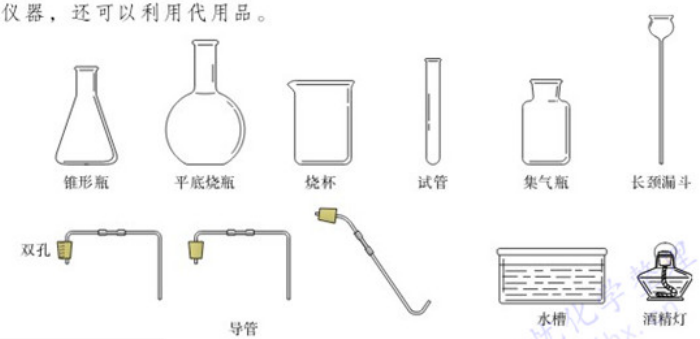
2. 二氧化碳和氧气的实验室制取及相关性质比较。

	制取原理	反应物的状态	反应条件
二氧化碳	稀盐酸与大理石（或石灰石）反应		
氧气	加热高锰酸钾		
	加热氯酸钾		
	分解过氧化氢溶液		

	气体的密度与空气的比较(大或小)②	是否溶于水，是否与水反应
二氧化碳		溶于水，与水反应
氧气		

3. 根据上述比较，分析制取二氧化碳和氧气的发生装置和收集装置各有什么不同，并设计制取二氧化碳的装置。

以下仪器可供设计制取二氧化碳的装置时选择，你也可以另选或自制仪器，还可以利用代用品。



① 当气体的密度和空气的密度相近且难溶于水时，一般采用排水法。

② 空气的平均相对分子质量为29。如果某气体的相对分子质量大于29，则这种气体的密度比空气的大；如果小于29，则密度比空气的小。

无忧化学整理 56hx.cn

4. 同学之间互相讨论和交流，分析各自设计的装置的优缺点，并选择一套你认为最佳的装置。

在实验室里，我们可以采用图6-12所示的装置来制取二氧化碳。



图6-12 实验室里制取二氧化碳的一种装置

讨论

1. 怎样检验生成的气体是二氧化碳？
2. 用集气瓶收集二氧化碳时，怎样证明集气瓶中已充满了二氧化碳？

检验二氧化碳和证明是否集满的方法如图6-13所示。



图6-13 检验二氧化碳和证明是否集满的方法

通过二氧化碳和氧气的实验室制取的研究，我们可以总结出实验室里制取气体的一般思路和方法：

1. 确定制取气体的化学反应原理，即在实验室条件下（如常温、加热、加催化剂等），选择什么药品、通过什么反应来制取这种气体；
2. 确定制取气体时应采用的实验装置，包括气体发生装置和收集装置；
3. 确定如何验证制得的气体就是所要制取的气体。

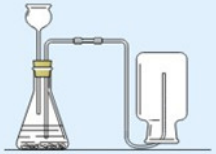
学完本课题你应该知道

1. 实验室里可用大理石（或石灰石）与稀盐酸反应来制取二氧化碳。
2. 实验室里制取二氧化碳的装置和检验二氧化碳的方法。
3. 实验室里制取气体的一般思路和方法：
（1）选择适当的反应，包括反应物和反应条件；
（2）选择合适的实验装置；
（3）验证所制得的气体。

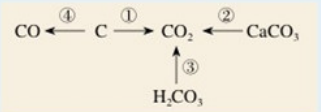
无忧化学整理 56hx.cn

练习与应用

1. 实验室里制取二氧化碳的反应原理是_____（用化学方程式表示）；收集二氧化碳的方法是_____，因为_____；检验二氧化碳的方法是_____；用集气瓶收集二氧化碳时，证明是否集满的方法是_____。
2. 右图所示实验室制取二氧化碳的装置有哪些错误？为什么？



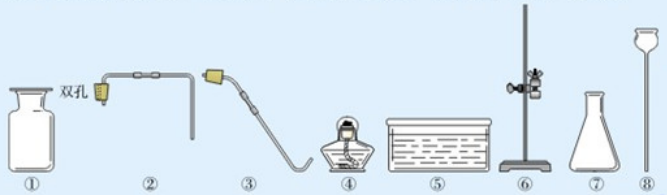
3. 写出下列物质间转化的化学方程式。其中，哪些属于化合反应？哪些属于分解反应？



4. 列举你所知道的能生成二氧化碳的反应，能用化学方程式表示的，写出化学方程式。然后与同学讨论这些反应能否用于在实验室里制取二氧化碳，并说明理由。

	生成二氧化碳的反应	能否用于实验室里制取二氧化碳和理由
1		
2		
3		
4		
……		

5. 实验室里现有氯酸钾、二氧化锰、稀硫酸、石灰石和稀盐酸，以及下列仪器：



（1）利用上述仪器和药品可以制取二氧化碳，你选择的仪器是_____（填序号），药品是_____，反应的化学方程式为_____。
（2）若补充一种仪器_____（填仪器名称），再利用上述仪器和药品还可以制取氧气，你选择的仪器是_____（填序号），药品是_____，反应的化学方程式为_____。

6. 足量盐酸与250 g碳酸钙反应，生成二氧化碳的质量是多少？

课题3
二氧化碳和一氧化碳

碳的氧化物有二氧化碳和一氧化碳两种。1个二氧化碳（CO_2）分子比1个一氧化碳（CO）分子多1个氧原子，这就使得它们的性质有很大不同。

一、二氧化碳

1. 二氧化碳的性质

实验6-3 如图6-14所示，将二氧化碳气体慢慢倒入烧杯中，观察现象并分析。

现象	
分析	

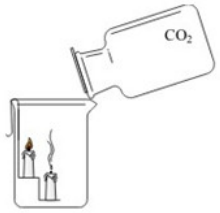


图6-14 倾倒二氧化碳

实验6-4 如图6-15所示，向一个收集满二氧化碳气体的质地较软的塑料瓶中加入约1/3体积的水，立即旋紧瓶盖，振荡。观察现象并分析。

现象	
分析	

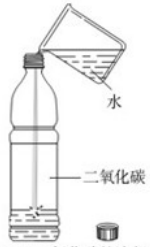


图6-15 二氧化碳的溶解性实验

根据实验6-3和6-4完成下表：

	颜色	状态	气味	密度（与空气比较）	溶解性	是否支持燃烧
二氧化碳						

二氧化碳能溶于水。在通常状况下，1体积的水约能溶解1体积的二氧化碳，增大压强会溶解得更多。生产汽水等碳酸型饮料就是利用了二氧化碳的这一性质。

二氧化碳溶于水的过程中，有没有发生化学变化呢？

实验6-5 取四朵用石蕊[①]溶液染成紫色的干燥的纸花。第一朵纸花喷上稀醋酸，第二朵纸花喷上水，第三朵纸花直接放入盛满二氧化碳的集气瓶中，第四朵纸花喷上水后，再放入盛满二氧化碳的集气瓶中，观察四朵纸花的颜色变化。然后将第四朵纸花取出，小心地用吹风机烘干，观察现象。



（Ⅰ）喷稀醋酸　（Ⅱ）喷水　（Ⅲ）直接放入二氧化碳中　（Ⅳ）喷水后放入二氧化碳中

图6-16 二氧化碳与水的反应

	（Ⅰ）	（Ⅱ）	（Ⅲ）	（Ⅳ）
现象				
分析				

二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸能使紫色石蕊溶液变成红色。

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

碳酸很不稳定，容易分解成二氧化碳和水。

$$H_2CO_3 = CO_2\uparrow + H_2O$$

当烘干时，碳酸分解，二氧化碳从溶液里逸出，所以红色石蕊溶液又变成紫色。

二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊，是因为二氧化碳与氢氧化钙〔$Ca(OH)_2$〕反应，生成了白色的碳酸钙沉淀的缘故。

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

① 石蕊是一种色素，遇酸变成红色。

这个反应可以用来检验二氧化碳。

在一定条件下，二氧化碳气体会变成液体或固体。固态二氧化碳叫做“干冰”。干冰升华[1]时，吸收大量的热，因此可作制冷剂，广泛用于食品的冷藏保鲜和冷藏运输、医疗上血液制品的储存和运输等方面。如果用飞机在云层中撒布干冰，由于干冰升华吸热，空气中的水蒸气迅速冷凝变成水滴，于是就开始下雨了。这就是干冰用于人工降雨的奥秘。



图6-17 干冰升华

2. 二氧化碳对生活和环境的影响

二氧化碳本身没有毒性，但二氧化碳不能供给呼吸。当空气中的二氧化碳超过正常含量时，会对人体健康产生影响。因此，在人群密集的地方应该注意通风换气。

表6-1 二氧化碳对人体健康的影响

空气中二氧化碳的体积分数/%	对人体健康的影响
1	使人感到气闷、头昏、心悸
4～5	使人感到气喘、头痛、眩晕
10	使人神志不清、呼吸停止，以致死亡

二氧化碳在生活和生产中具有广泛的用途（如图6-18）。



图6-18 二氧化碳的用途

① 升华是指固态物质不经液态直接变为气态的现象。

大气中的二氧化碳就像温室的玻璃或塑料薄膜一样，既能让太阳光透过，又能使地面吸收的太阳光的热量不易向外散失，起到了对地球保温的作用，这种现象叫做温室效应。正是因为有了温室效应，全球平均地表温度才提高到目前适合人类生存的15 ℃。能产生温室效应的气体除二氧化碳外，还有臭氧（O_3）、甲烷（CH_4）、氟氯代烷（商品名为氟利昂）等。

人和动植物的呼吸，煤、石油和天然气等化石燃料的燃烧都会产生二氧化碳，而绿色植物的光合作用却吸收二氧化碳，放出氧气。因此，大气中二氧化碳的含量是相对稳定的（如图6-19）。

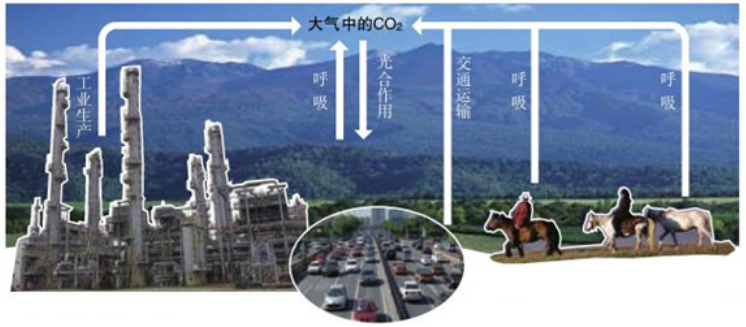


图6-19 自然界中二氧化碳的循环



图6-20 全球变暖

但是近几十年来，一方面，随着工业生产的高速发展和人们生活水平的不断提高，人类所消耗的化石能源急剧增加，排入大气中的二氧化碳越来越多；另一方面，能够吸收二氧化碳的森林却因为天灾和人类的乱砍滥伐等各种因素而不断减少，结果大气中二氧化碳的含量不断上升，从而导致温室效应增强，全球气候变暖。全球变暖已使人类的生存环境遭受严重的威胁。例如，全球变暖将可能：导致两极的冰川融化，使海平面升高，淹没部分沿海城市；使土地沙漠化，造成农业减产；引起暴雨、洪水等灾害性和极端气候事件发生频率和强度增加；影响自然生态系统，改变生物多样性；等等。

“人类只有一个地球！”防止温室效应进一步增强的根本对策是全球参与控制二氧化碳的排放量。

首先，世界各国应制定旨在限制二氧化碳排放的政府和国际规定，签订国际公约（如《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》《哥本哈根协议》等），并严格执行。

其次，可以采取以下措施控制二氧化碳的排放量：减少使用煤、石油和天然气等化石燃料，更多地利用太阳能、风能、地热等清洁能源；促进节能产品和技术的进一步开发和普及，提高能源的生产效率和使用效率；大力植树造林，严禁乱砍滥伐森林；采用物理或化学方法，人工吸收二氧化碳；等等。

最后，在日常生活中，我们每一个人都应该传播“低碳”（所谓“低碳”，就是较低的二氧化碳排放）理念，倡导“低碳”生活。让我们积极行动起来，从一点一滴做起，努力减少二氧化碳等温室气体的排放，为保护地球尽一份责任。

讨论

在日常生活中怎样做才算是“低碳”呢？将你的想法与同学交流，并努力去做。

二、一氧化碳

一氧化碳是一种没有颜色、没有气味的气体，难溶于水。一氧化碳能够燃烧，燃烧时放出大量的热，火焰呈蓝色。

$$2CO+O_2 \xlongequal{\text{点燃}} 2CO_2$$



图6-21 炭火中一氧化碳的燃烧

煤炉里煤层上方的蓝色火焰，就是一氧化碳在燃烧。一氧化碳是许多气体燃料如水煤气的主要成分。

一氧化碳极易与血液中的血红蛋白结合，从而使血红蛋白不能再与氧气结合，造成生物体内缺氧，严重时会危及生命。一氧化碳有毒！人在一氧化碳达到总体积的0.02%的空气中，持续2~3 h即出现中毒症状。因此，冬天用煤火取暖时，一定要装烟囱，并且注意室内通风，防止一氧化碳中毒。

如果发生一氧化碳中毒，轻度的应呼吸大量新鲜空气，严重的要立即送到医院进行救治。

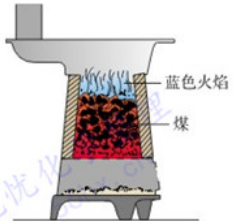


图6-22 煤炉里煤层上方的蓝色火焰是一氧化碳在燃烧

讨论

煤气厂为什么常在家用煤气（含有一氧化碳）中掺入微量具有难闻气味的气体？如发生煤气泄漏应该怎么办？

一氧化碳和木炭一样具有还原性，能使氧化铜还原成铜，同时生成二氧化碳。

$$CuO + CO \xlongequal{\triangle} Cu + CO_2$$

一氧化碳的还原性可用于冶金工业。例如，可利用一氧化碳的还原性来炼铁。

学完本课题你应该知道

1. 二氧化碳不燃烧，也不支持燃烧；二氧化碳能与水反应。
2. 二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊，这个反应可以用来检验二氧化碳。
3. 一氧化碳能够燃烧，具有还原性和毒性。
4. 二氧化碳是一种温室气体。人类应采取积极措施，防止温室效应进一步增强。

调查与研究

通过广播、电视、报纸、网络等新闻媒体收集有关资料，就温室效应增强的影响，以及防止温室效应进一步增强应采取的措施等议题，制作黑板报、宣传栏等，或写成小论文进行交流。

课外实验

取一个小玻璃杯，放入洗净的碎鸡蛋壳，然后加入一些醋精（主要成分是醋酸），立即用蘸有澄清石灰水的玻璃片盖住。仔细观察有什么现象发生。试根据实验现象推测鸡蛋壳里可能含有什么物质。



练习与应用

1. 选择氧气、一氧化碳或二氧化碳填空，并写出有关反应的化学方程式：
   （1）能使带火星的木条复燃的是_____；
   （2）能用于灭火的是_____；
   （3）属于有毒气体的是_____；
   （4）绿色植物进行光合作用吸收的是_____，释放的是_____；
   （5）能在空气中燃烧的是_____，反应的化学方程式是_____；
   （6）能使澄清石灰水变浑浊的是_____，反应的化学方程式是_____；
   （7）能使紫色石蕊溶液变成红色的是_____，它与水反应的化学方程式是_____；
   （8）能使氧化铜还原成铜的是_____，反应的化学方程式是_____；
   （9）干冰是_____。
2. 吸烟对人体有害。燃着的香烟产生的烟气中含有一种能与血液中血红蛋白结合的有毒气体，它是_____。
3. 影视舞台上经常见到云雾缭绕，使人如入仙境的景象。产生这种景象可用的物质是_____。
4. 设计实验证明二氧化碳的有关性质，完成下列表格（文字或图示均可）。

实验操作	现象	结论
		（1）二氧化碳的密度比空气的大
		（2）二氧化碳能溶于水

5. 有人说在煤炉上放一壶水就能防止一氧化碳中毒。这种说法对吗？为什么？
6. 长期盛放澄清石灰水的试剂瓶内壁往往附着一层白色固体。这层白色固体是怎样形成的？主要成分是什么？石灰水用完以后，如何除去瓶壁上的白色固体？写出有关反应的化学方程式。
7. 在牙膏中，常用轻质碳酸钙粉末作摩擦剂。人们通常用下列方法生产轻质碳酸钙：将石灰石煅烧制得氧化钙，再将氧化钙加水制成石灰乳〔主要成分是 $Ca(OH)_2$〕，然后将净化后的石灰乳与二氧化碳作用得到碳酸钙。试用化学方程式表示上述反应的原理。
8. 某石灰水中含有氢氧化钙1.48 g，要使该石灰水中的氢氧化钙全部转化为碳酸钙沉淀，至少需要二氧化碳的质量是多少？

单元小结

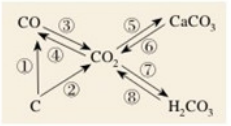
一、碳及其氧化物的性质和用途

		物理性质	化学性质	用途
碳的单质	金刚石			
	石墨			
	C_{60}			
碳的氧化物	二氧化碳			
	一氧化碳			

二、氧气和二氧化碳实验室制法的比较

物质	反应原理	实验装置图	检验方法
氧气			
二氧化碳			

三、本单元知识间的联系



写出图中所示反应的化学方程式：

①_____；②_____；

③_____；④_____；

⑤_____；⑥_____；

⑦_____；⑧_____。

四、温室效应

为防止温室效应进一步增强，人类应采取的措施是_____。

实验活动2 二氧化碳的实验室制取与性质

【实验目的】

1. 练习实验室里制取二氧化碳和用向上排空气法收集气体。

2. 加深对二氧化碳性质的认识。

【实验用品】

烧杯、集气瓶、量筒、玻璃导管、胶皮管、单孔橡胶塞、铁架台（带铁夹）、试管、试管夹、玻璃片、酒精灯。

大理石（或石灰石）、稀盐酸（1∶2）、澄清石灰水、紫色石蕊溶液。

蜡烛、木条、蒸馏水、火柴。

你还需要的实验用品：_____

【实验步骤】

1. 制取二氧化碳

（1）按照图6-23所示连接装置（你也可以选择自己在课题2中所设计的装置，但须经教师同意），并检查装置的气密性。

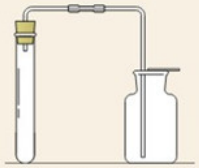


图6-23 制取二氧化碳的装置

（2）在试管里放入几小块大理石（或石灰石），然后小心地注入15 mL稀盐酸。立即用带有导管的橡胶塞塞住管口，观察试管里发生的现象，以及反应中产生气体的颜色。过一会儿，检查集气瓶中是否已收集满二氧化碳。用玻璃片盖住已收集满二氧化碳的集气瓶，备用。

想一想

如何检查集气瓶中是否已收集满二氧化碳？

2. 二氧化碳的性质

（1）把一支短蜡烛固定在烧杯内，点燃。拿起收集满二氧化碳的集气瓶，向烧杯内缓慢倾倒二氧化碳，如图6-24所示。观察现象。

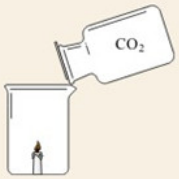


图6-24 把二氧化碳倒入烧杯中

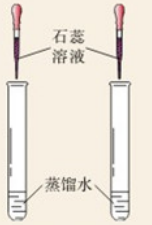
想一想

这一实验证明二氧化碳具有什么性质？

（2）向两支试管中分别加入2 mL蒸馏水，然后各滴入1~2滴石蕊溶液，观察试管中溶液的颜色。将其中一支试管静置。向另一支试管中通入二氧化碳，观察现象，并与静置的试管中溶液的颜色进行对比。将通入二氧化碳的试管放在酒精灯火焰上加热，观察现象。

注意

给试管里的液体加热时，要不时地移动试管。



（Ⅰ）向蒸馏水中滴入石蕊溶液



（Ⅱ）向试管中通入二氧化碳



（Ⅲ）将通入二氧化碳的试管加热

图6-25 二氧化碳与水的反应

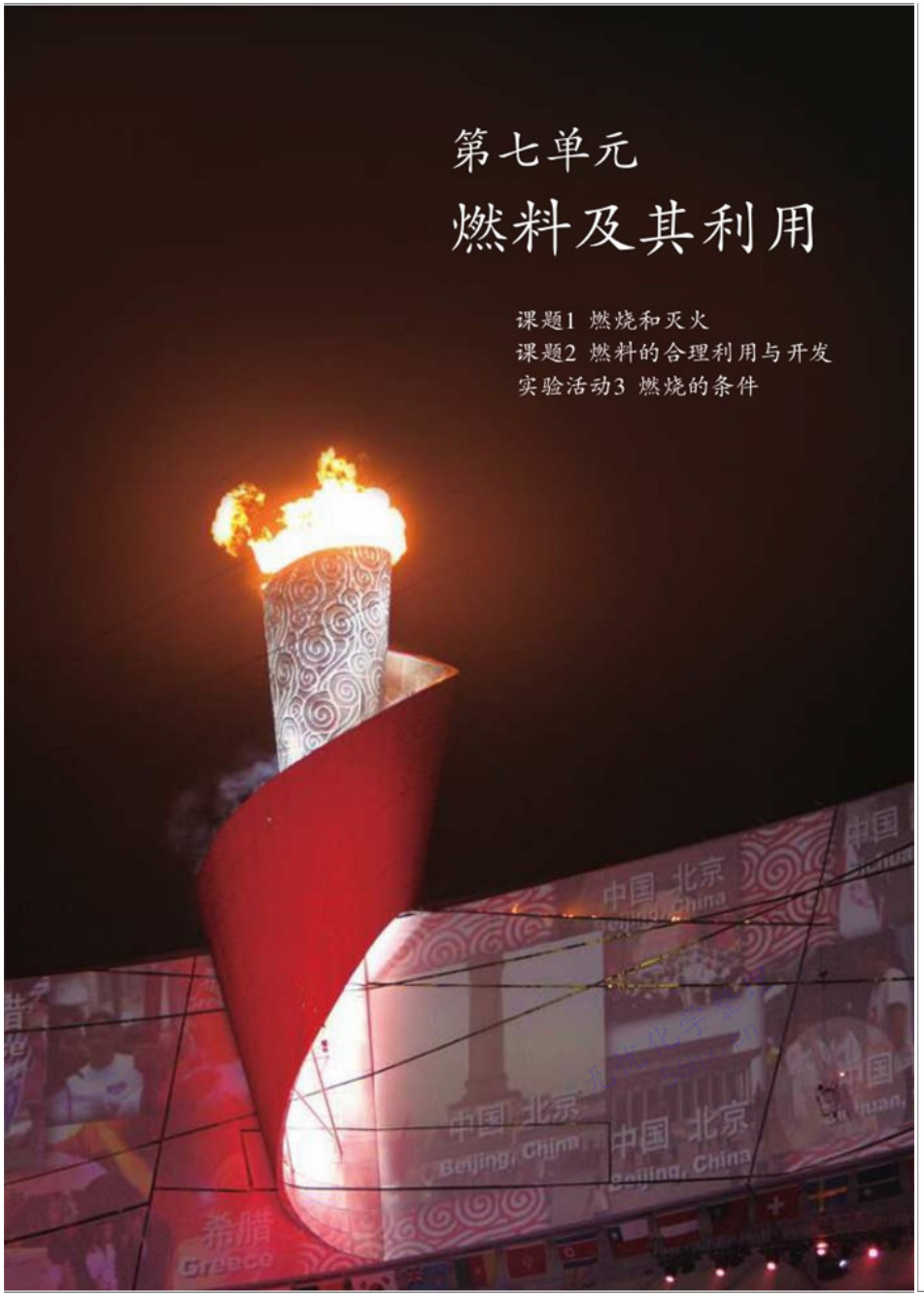
（3）另取一支试管，向其中注入少量澄清石灰水，然后通入二氧化碳，观察现象。

（4）经教师同意，你也可以进行其他有关二氧化碳性质（如溶解性）的实验。

【问题与交流】

1. 在实验中你发现了什么问题？你是如何解决的？与同学交流。

2. 怎样用实验证明碳酸型饮料（如汽水）中含有二氧化碳？请试一试。



第七单元
燃料及其利用

课题1 燃烧和灭火
课题2 燃料的合理利用与开发
实验活动3 燃烧的条件

课题1　燃烧和灭火

燃烧是人类最早利用的化学反应之一，人类利用燃烧反应的历史，可追溯到远古时代。燃烧与人类的生活以及社会的发展有着密切的联系。


图7-1 燃烧是人类最早利用的化学反应之一


图7-2 古埃及人冶炼铜示意图


图7-3 烹调食物


图7-4 火箭升空

一、燃烧的条件

实验7-1[1] 在500 mL烧杯中加入400 mL热水，并放入用硬纸圈圈住的一小块白磷。在烧杯上盖一片薄铜片，铜片上一端放一小堆干燥的红磷，另一端放一小块已用滤纸吸去表面上水的白磷（如图7-5Ⅰ），观察现象。

用导管对准上述烧杯中的白磷，通入少量氧气（或空气，如图7-5Ⅱ），观察现象。

① 由教师演示本实验，实验需在通风橱或抽风设备下进行。如果实验室没有白磷，可观看教师用书后光盘中的实验录像。

讨论

1. 由上述实验中薄铜片上的白磷燃烧而红磷不燃烧的事实，说明燃烧需要什么条件。

2. 由薄铜片上的白磷燃烧而热水中的白磷不燃烧的事实，说明燃烧还需要什么条件。

3. 由本来在热水中不燃烧的白磷，在通入氧气（或空气）后燃烧的事实，再次说明燃烧需要什么条件。

4. 综合上述讨论，你能总结出燃烧需要哪些条件吗？

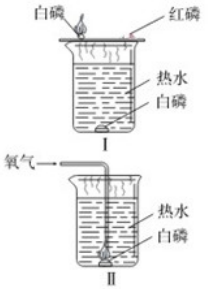


图7-5 燃烧条件的实验

通常情况下，可燃物与氧气发生的一种发光、放热的剧烈的氧化反应叫做燃烧，燃烧需要三个条件：

（1）可燃物；

（2）氧气（或空气）；

（3）达到燃烧所需的最低温度（也叫着火点）。



图7-6 燃烧条件示意图

表7-1 通常状况下一些常见物质的着火点

物质	白磷	红磷	木材	木炭	无烟煤
着火点/℃	40	240	250~330	320~370	700~750

二、灭火的原理和方法

讨论

下面是一些灭火的实例，试分析其灭火的原因：

1. 炒菜时油锅中的油不慎着火，可用锅盖盖灭或放入较多的蔬菜；

2. 堆放杂物的纸箱着火时，可用水浇灭；油罐着火时需用水喷淋降温；

3. 扑灭森林火灾的有效方法之一，是将大火蔓延路线前的一片树木砍掉，形成隔离带。

根据燃烧的条件及以上事实，请你归纳灭火的原理。

通过学习和分析我们知道，清除或使可燃物与其他物品隔离，隔绝氧气(或空气)，以及使温度降到着火点以下，都能达到灭火的目的。所以说，灭火的根本就是要破坏燃烧的条件。


图7-7 扑救火灾

探究

灭火的原理

1. 点燃3支蜡烛，在其中一支蜡烛上扣一只烧杯；将另两支蜡烛分别放在两只烧杯中；然后向一只烧杯中加适量碳酸钠和盐酸。蜡烛燃烧的现象有什么不同？请用灭火的原理来分析。

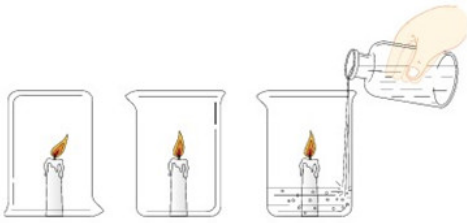


图7-8 蜡烛在不同条件下的燃烧

	现象	分析
I		
II		
III		

2. 根据灭火原理及上述活动Ⅲ所利用的化学反应原理，可以设计一种灭火器。图7-9显示了这种灭火器的原理。

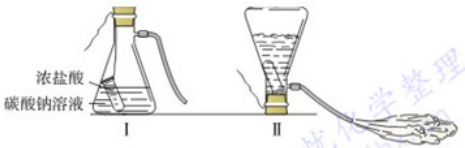


图7-9 灭火器原理示意图

（1）请你解释这个装置及灭火的原理。

（2）请你根据这一装置的原理，设计一个简易灭火器(可以用实验室的仪器，也可以用生活中的用品)。[①]

表7-2　灭火器及其使用方法、灭火原理和适用范围

灭火器	使用方法	灭火原理	适用范围
干粉灭火器 	1. 上下摇动灭火器几次，拔出保险销  2. 距火3米处，对准火焰根部  3. 压下把手，扫射 	利用压缩的二氧化碳吹出干粉（主要含有碳酸氢钠或磷酸铵）	具有流动性好、喷射率高、不腐蚀容器和不易变质等优良性能，除可用来扑灭一般失火外，还可用来扑灭油、气等燃烧引起的失火
二氧化碳灭火器 	1. 拉出保险销  2. 按下压把  注意：手一定要先握在钢瓶的木柄上，防止冻伤	加压时将液态二氧化碳压缩在小钢瓶中，灭火时再将其喷出，有降温和隔绝空气的作用	灭火时不会因留下任何痕迹而使物体损坏，因此可用来扑灭图书、档案、贵重设备、精密仪器等物的失火。
水基型灭火器 	1. 取下喷射软管，拔掉保险销  2. 压下手把，对准火焰根部喷射 	产生的泡沫喷射到燃料表面，泡沫层析出的水在燃料表面形成一层水膜，使可燃物与空气隔绝，达到灭火的目的	泡沫和水膜的双重作用，能快速、高效灭火，可用来扑灭非水溶性可燃性液体，如汽油、柴油等，以及固体材料，如木材、棉布等引起的失火

① 若用自己设计的简易灭火器进行实验，需由教师指导，确认装置安全、可行。



图7-10　建筑物内的消防设施

如果发现火险或遭遇火灾，一定不要慌张，要沉着应对。如果火势不大，可根据起火原因选择合适的方法和灭火器材将火扑灭；如果火势较大或有蔓延的趋势和可能，应立即拨打119火警电话，并采取必要的自救措施，如用湿毛巾捂住口鼻，蹲下靠近地面或沿墙壁跑离着火区域等。

三、易燃物和易爆物的安全知识

可燃物在有限的空间内急剧地燃烧，就会在短时间内聚积大量的热，使气体的体积迅速膨胀而引起爆炸。例如，燃放鞭炮就是使火药在极小的空间燃烧而引起爆炸。家庭用的天然气、煤气或液化石油气等如果泄漏，可燃性气体聚集在通风不良的厨房等有限空间里，遇到明火就会急剧地燃烧，很有可能发生爆炸事故，而造成生命和财产的严重损害。

资料卡片

爆炸极限

可燃性气体等在空气中达到一定的含量时，遇到火源就会发生爆炸。这个能发生爆炸的含量范围，叫做爆炸极限。

可燃气体	爆炸极限(体积分数)
H_2	4.0%～74.2%
CH_4	5%～15%
CO	12.5%～74.2%

可燃性气体可能发生爆炸，面粉、煤粉等粉尘也能发生爆炸吗？

实验7-2　如图7-11，Ⅰ所示，剪去空金属罐和小塑料瓶的上部，并在金属罐和小塑料瓶的底侧各打一个比胶皮管外径略小的小孔。连接好装置，在小塑料瓶中放入干燥的面粉，点燃蜡烛，用塑料盖盖住罐（如图7-11，Ⅱ所

示）。从胶皮管一端快速鼓入大量的空气（人距离该装置远一些），使面粉充满罐，观察现象并分析原因。

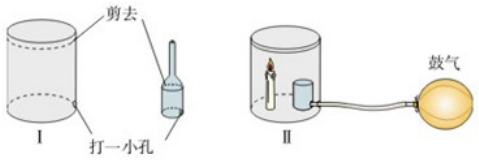


图7-11 粉尘爆炸实验

上述实验说明，可燃物与氧气的接触面积越大，燃烧就越剧烈。加油站、油库、面粉加工厂、纺织厂和煤矿的矿井内，都标有“严禁烟火”字样或图标，因为这些地方的空气中常混有可燃性的气体或粉尘，它们遇到明火，就有发生爆炸的危险。



图7-12 加油站严禁烟火

在生产、运输、使用和贮存易燃物和易爆物时，必须严格遵守有关规定，绝不允许违章操作。

一些与燃烧和爆炸有关的图标如图7-13所示。



图7-13 一些与燃烧和爆炸有关的图标

资料卡片

生产、运输、使用和贮存易燃物和易爆物时的注意事项

生产、使用和贮存易燃物和易爆物的厂房、仓库等建筑物与周围建筑物之间要留有足够的防火距离。厂房和仓库要有良好的通风设备和静电消除设备，消防器材必须齐备，并严禁烟火，杜绝一切可能产生火花的因素。所有的电气设备和照明设备均应采用隔离、封闭和防爆型装置。

盛装易燃物和易爆物的容器要牢固、密封，容器外要有明显的警告标志，并标有物质的名称、化学性质和注意事项。

易燃物和易爆物不能跟其他物质混存，相互接触容易引起燃烧或爆炸的物质，以及灭火方式不同的物质，应隔离贮存；遇水或受阳光照射容易发生燃烧或爆炸的物质，不能存放在露天或高温的地方。

存放易燃物和易爆物时，不能堆放得过高过密，堆与堆、堆与墙之间要留有一定距离的通道。存放易燃物和易爆物的仓库，要做到人走电断，并进行经常性的防火检查，以防止自燃或爆炸。

在搬运易燃物和易爆物时，要轻拿轻放，不能摔、砸或撞击，以免发生意外事故。

学完本课题你应该知道

1. 通常情况下，可燃物与氧气发生的一种发光发热的剧烈的氧化反应叫做燃烧，燃烧需要三个条件：

（1）可燃物；

（2）氧气（或空气）；

（3）达到燃烧所需的最低温度（也叫着火点）。

2. 灭火原理（破坏燃烧的条件）：

无忧化学整理 56hx.cn

（1）清除可燃物或使可燃物与其他物品隔离；

（2）隔绝氧气（或空气）；

（3）使温度降到着火点以下。

3. 在生产、运输、使用和贮存易燃物和易爆物时，必须严格遵守有关规定，绝不允许违章操作。

调查与研究

1. 了解火灾时的自救方法，以及不同原因造成的火灾的灭火方法。

2. 了解几种灭火器的使用方法，并调查学校、商场、住宅等配备了哪种灭火器，阅读使用说明，了解使用方法和适用范围。

3. 根据自家住宅的特点，设计预防火灾的方案（包括万一发生火灾需采取的措施）。

练习与应用

1. 消防队员用高压水枪灭火，此措施依据的灭火原理是什么？
2. 用扇子扇煤炉火焰，为什么越扇越旺？而用扇子扇蜡烛火焰，为什么一扇就灭？
3. 在生煤火炉时，可点燃木柴（劈柴）来引燃煤？你能解释这是为什么吗？
4. 室内起火时，如果打开门窗，火反而会烧得更旺，为什么？
5. 请你用化学知识解释成语“釜底抽薪”“钻木取火”“火上浇油”。
6. 发生下列情况时，应采用什么方法灭火？说明理由：
   （1）做实验时，不慎碰倒酒精灯，酒精在桌面上燃烧起来；
   （2）由于吸烟，不慎引燃被褥；
   （3）由于电线老化短路而起火；
   （4）炒菜时油锅着火；
   （5）图书馆内图书起火。

无忧化学整理 56hx.cn

课题2 燃料的合理利用与开发

一、化学反应中的能量变化

生活经验告诉我们，燃料燃烧时产生了热量。那么，是不是只有通过燃烧才能获得能量呢？



图7-14 生石灰与水反应放出热量

实验7-3 在一支试管中加入一小匙干燥的生石灰（或几小块食品袋中的干燥剂，主要成分为CaO），再加入约2 mL水，观察现象，并用手轻轻触碰试管外壁。

现象	
手的感觉	
化学方程式	$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

由实验可以知道，生石灰与水反应放出热量。这种化学反应过程中的放热现象在许多化学反应中都会发生，事实和研究证明，化学反应在生成新物质的同时，还伴随着能量的变化，而能量的变化通常表现为热量的变化。有些反应是放出热量的，如氧化钙与水反应、镁与盐酸反应等；而有些反应则是吸收热量的，如碳与二氧化碳的反应。



图7-15 我国古代烧制陶器

在当今社会，人类需要的大部分能量是由化学反应产生的，最常见的就是生活燃料的使用，如利用化学反应产生的能量做饭、取暖等。此外，人们还利用燃烧等化学反应产生的能量发电、烧制陶瓷、冶炼金属和发射火箭等；爆炸是瞬间产生巨大能量的反应，利用爆炸可以开矿采煤、开山炸石、拆除危旧建筑；等等。所以，作为重要的能源，燃料对于人类社会是非常重要的。



图7-16 利用燃料燃烧的高温烧制陶瓷



图7-17 利用炸药爆破拆除楼房

讨论

化学反应中的热量变化被应用于生活和生产中，你能举出一些实际应用的例子吗？

二、化石燃料的利用

目前，人们使用的燃料大多来自化石燃料，如煤、石油和天然气等。化石燃料是由古代生物的遗骸经过一系列复杂变化而形成的，是不可再生能源。

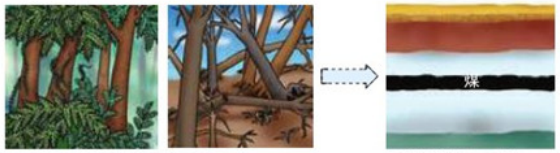


图7-18 煤的形成示意图

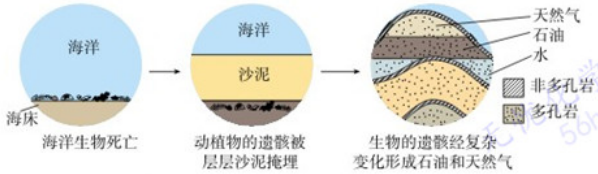


图7-19 石油和天然气的形成示意图

1. 煤和石油

煤是复杂的混合物，主要含有碳元素，此外，还含有氢元素和少量的氮、硫、氧等元素以及无机矿物质。将煤作为燃料，主要是利用碳元素与氧反应所放出的热量。

煤的综合利用，是将煤隔绝空气加强热，使煤分解成许多有用的物质，如焦炭、煤焦油、煤气等。煤气作为生活燃气，在一些城市被使用，它的主要成分为氢气(H_2)、甲烷(CH_4)、一氧化碳(CO)和其他气体等。

从油井中开采出来的石油叫做原油，是一种黏稠状的液体。石油中主要含有碳和氢两种元素。将石油加热炼制，利用石油中各成分的沸点不同，将它们分离，可得到不同的产品，使石油得到综合利用。

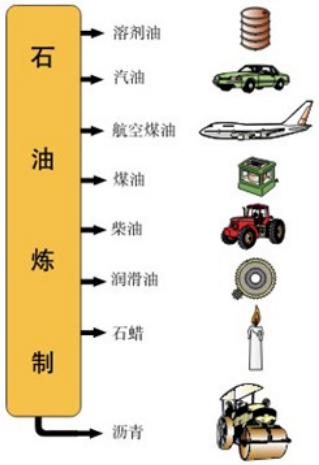


图7-22 石油炼制的部分产品和主要用途



图7-20 煤燃烧

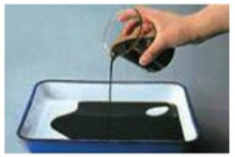


图7-21 原油

一些城镇的家庭用一种罐装液化石油气[①]作燃料，它是石油化工的一种产品。液化石油气是经加压后压缩到钢瓶中的，瓶内压强是大气压强的7 ~ 8倍。



图7-23 罐装液化石油气

① 主要成分是丙烷、丁烷、丙烯和丁烯等。

资料卡片

石油和煤的综合利用

石油产品和煤如果仅仅用作燃料烧掉就太可惜了，为此，化学科技工作者做了大量研究。将燃料油中较大的分子裂解成小分子，就可以再把它们加工制造成各种产品。将煤隔绝空气加热到上千摄氏度，就能使煤分解成焦炉煤气、粗氨水、焦炭和煤焦油等，也可进一步制成各种有用的产品。



图7-24 石油综合利用的部分产品



图7-25 煤综合利用的部分产品

2. 天然气

在有石油的地方，一般都有天然气存在。天然气主要是由碳和氢组成的气态碳氢化合物，其中最主要的是甲烷(CH_4)。



图7-26 海上采油

实验 7-4 （1）观察甲烷的颜色、状态。点燃从导管放出的甲烷，在火焰的上方罩一个冷而干燥的烧杯（如图7-27）。过一会儿，观察烧杯壁上的现象。

（2）迅速把烧杯倒过来，向烧杯内注入少量澄清石灰水，振荡，观察现象。



注意

点燃甲烷前，要先检验甲烷的纯度。

图7-27 甲烷燃烧

无忧化学整理 wyhx.cn

	现象	化学方程式
（1）		
（2）		

在池沼的底部常含有甲烷，通常也把池沼中的气体称为沼气。把秸秆、杂草、人畜粪便等废弃物放在密闭的沼气池中发酵，就可产生甲烷。在我国农村，有些地方利用沼气解决生活用燃料的问题。

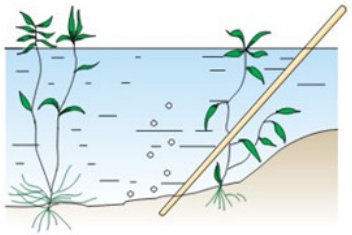


图7-28 池沼里含有沼气

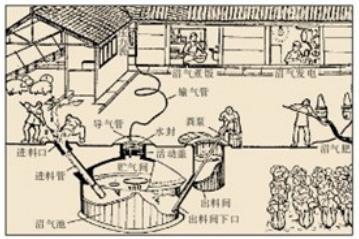


图7-29 沼气的制取和利用

3. 合理利用与开发化石能源

人类目前所消耗的能量主要来自化石能源，而化石能源的形成需要经过数百万年。资源是有限的，随着人们对化石能源的使用量日益增长，化石能源正越来越难以满足于人类的需求。



图7-30 化石燃料的用途

讨论

阅读表7-3。如果按照表7-3所示的化石能源基础储量和开采速度，估算一下大约多少年后将没有可开采的石油和天然气。在右图上表示你的估算结果。

根据你的估算结果，谈谈你对化石燃料使用与开发的看法。

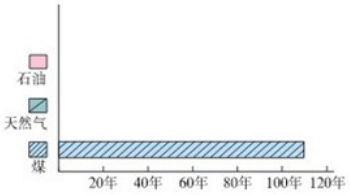


表7-3　2009年我国化石能源基础储量和年产量

	基础储量	年产量
石油	28.33 亿吨	1.89亿吨
天然气	32 124亿立方米	851.7亿立方米
煤	3 261亿吨	30.5亿吨



图7-31 燃气燃烧出现黄色火焰

讨论

在日常生活中你是否遇到过这样的情况：做饭时，有时燃气灶或煤炉的火焰呈现黄色或橙色，锅底出现黑色。此时就需要调节一下灶具或炉具的进风口，这是为什么呢？

氧气不充足时，燃料中的碳不能充分燃烧，产生黑烟，并生成CO等物质，使燃料燃烧的利用率降低，浪费资源，且污染空气。所以，控制燃烧反应，使燃料充分燃烧，对于节约能源非常重要。使燃料充分燃烧通常考虑两点：一是燃烧时要有足够的空气；二是燃料与空气要有足够大的接触面。如果能有效地提高煤等化石燃料的燃烧利用率，就相当于延长了化石能源的使用期限。

在人们担心化石能源将被耗尽的时候，科学家发现海底埋藏着大量可燃烧的“冰”——“可燃冰”，其中主要含有甲烷水合物。可燃冰将成为未来新能源，但目前在开采技术上还存在着困难。

化学·技术·社会

可燃冰

可燃冰外观像冰，主要含有甲烷水合物（由甲烷分子和水分子组成），还含少量二氧化碳等气体。可燃冰在低温和高压条件下形成，一体积可燃冰可储载100 ～ 200倍体积的甲烷气体，具有能量高、燃烧值大等优点。但是，可燃冰埋藏于海底的沉积物和陆地冻土的岩石中，如果在开采中甲烷气体大量泄漏于大气中，将比二氧化碳造成的温室效应更加严重。所以，开采可燃冰的关键是解决技术上的问题。目前，可燃冰的开发尚处于试验性开采阶段。



图7-32　陆地冻土区可燃冰实物样品

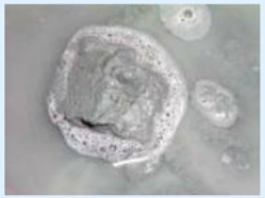


图7-33　海域可燃冰实物样品



图7-34 工厂排出的烟尘污染空气

三、使用燃料对环境的影响

燃料的使用，促进了经济的发展，给人们的生活带来了很多便利。但是，在利用化石燃料造福人类的同时，也带来了一些问题，如对环境造成的不良影响、造成资源枯竭等。化石燃料燃烧造成空气污染，主要有以下几方面原因：

- 燃料中的一些杂质如硫等燃烧时，产生空气污染物如二氧化硫等；
- 燃料燃烧不充分，产生一氧化碳等；
- 未燃烧的碳氢化合物及炭粒、尘粒等排放到空气中形成浮尘。

煤燃烧时排放出二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）等污染物。这些气体或气体在空气中发生反

应后的生成物溶于雨水，会形成酸雨。这一问题日益受到人们的关注和重视，目前，我国已大力推广使用脱硫煤，很多地方已用天然气来替代煤。



图7-35 森林受到酸雨破坏



图7-36 雕像受到酸雨腐蚀

目前，多数汽车使用的燃料是汽油或柴油。它们燃烧时产生的一些物质，如一氧化碳、未燃烧的碳氢化合物、氮的氧化物、含铅化合物和烟尘等，会随尾气直接排放到空气中，对空气造成污染。

为了减少汽车尾气对空气的污染，目前在燃料使用和汽车制造技术方面已采取了一些措施；有些城市的部分汽车改用压缩天然气（CNG）或液化石油气（LPG）作燃料，以减少对空气的污染。



图7-37 城市拥堵的汽车产生大量尾气

资料卡片

减少汽车尾气污染的一些措施

- 改进发动机的燃烧方式，使汽油能充分燃烧；
- 使用催化净化装置，使有害气体转化为无害物质；
- 使用无铅汽油，禁止含铅物质排放；
- 加大检测尾气力度，禁止未达环保标准的汽车上路。



图7-38 压缩天然气汽车加气站

在汽油中加入适量乙醇作为汽车燃料（车用乙醇汽油），可适当节省石油资源，并在一定程度上减少汽车尾气的污染。乙醇（C_2H_5OH）俗称酒精，可通过高粱、玉米和薯类等发酵、蒸馏而得到，属于可再生能源。乙醇在空气中燃烧时放出大量的热，可用作酒精灯、内燃机等的燃料。

$$C_2H_5OH+3O_2 \xrightarrow{点燃} 2CO_2+3H_2O$$

化学·技术·社会

车用乙醇汽油

将乙醇溶液中含有的水进一步除去，再添加适量的变性剂（为防止饮用）可形成变性燃料乙醇。车用乙醇汽油是将变性燃料乙醇和汽油以一定的比例混合而形成的一种汽车燃料。2001年4月2日，国家质量技术监督局发布了《变性燃料乙醇》和《车用乙醇汽油》两项国家标准，并于2001年4月15日开始实施。目前，我国的一些地区正在使用乙醇汽油作为汽车燃料。

四、能源的利用和开发

随着人类对能源的需求量日益增长，化石燃料等不可再生能源面临枯竭的危险，化石燃料对环境的影响也不容忽视。所以，开发和利用新能源成为越来越迫切的要求。

氢气作为能源，越来越受到人们的关注。氢气本身无毒，完全燃烧放出的热量约为同质量甲烷的两倍多（液氢完全燃烧约为同质量汽油的3倍），且燃烧后的产物是水，不污染空气。所以，它被认为是理想的清洁、高能燃料。目前，作为高能燃料，液氢已应用于航天等领域；作为化学电源，氢氧燃料电池已经被应用，如用作汽车的驱动电源等。

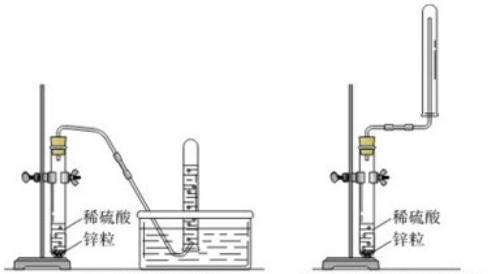


图7-39 氢燃料电池城市客车

我们知道，电解水可以制取氢气。实验室里，我们常用锌与稀硫酸反应来制取氢气（如图7–40），反应的化学方程式为：

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

目前，在生活和生产中大量使用氢能源还存在一定的困难。由于氢气的制取成本高和贮存困难，作为燃料和化学电源暂时还未能广泛应用。随着科技的发展，对氢能源的开发已取得了很大进展，氢气终将会成为主要的能源之一。



Ⅰ. 排水法收集氢气　　Ⅱ. 向下排空气法收集氢气

图7–40 实验室制取氢气的简易装置

讨论

氢气和天然气都可以作为燃料。目前，天然气作为燃料使用已经非常广泛，而氢气还不能作为燃料被广泛应用。你能说出几点原因吗？

现代社会对能量的需求量越来越大，化学反应提供的能量已不能满足人类的需求。目前，人们正在利用和开发许多其他能源，如太阳能、风能、地热能、潮汐能、生物质能和核能等。这些能源的利用，可以部分解决化石能源面临耗尽的问题，并在一定程度上减少了对环境的污染。

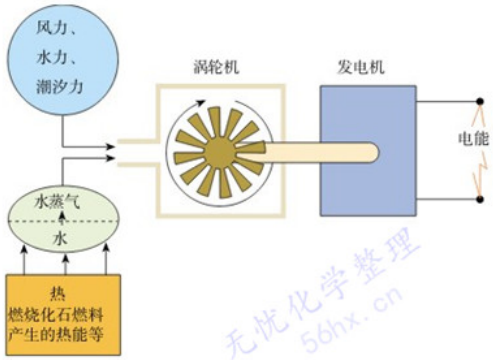


图7–41 利用不同形式的能量发电示意图

无忧化学整理
56hx.cn



图7–42 太阳能电池路灯



图7–43 风力发电

学完本课题你应该知道

1. 物质发生化学反应的同时，伴随着能量的变化，通常表现为热量变化，即有放热现象或吸热现象发生。

2. 化石燃料包括石油、煤、天然气等，是重要的能源。

3. 使燃料充分燃烧通常考虑两点：一是燃烧时要有足够的空气；二是燃料与空气要有足够大的接触面。

4. 化石燃料燃烧可能对环境造成不良影响，应选择使用不污染环境或对环境污染小的燃料。在化石燃料中，天然气是比较清洁的燃料。

5. 化石燃料面临被耗尽的危险，应合理开采，使用和开发化石燃料以外的清洁燃料，综合利用资源和开发新能源具有重要意义。

调查与研究

通过查阅书刊、报纸、上网、访问和请教他人等方法获取所需要的信息。

1. 了解煤和石油的加工产品有哪些用途。

2. 了解“西气东输”工程及其作用和意义。

3. 了解家庭等使用的燃料的性能、价格、可能对环境的影响；从资源、环境、经济等方面综合考虑，这些燃料各有什么优缺点？写出调查报告或小论文。

无忧化学整理
56hx.cn

练习与应用

1. 选择题

（1）造成酸雨的主要物质是（　　）。

A. 甲烷和一氧化碳　　C. 二氧化硫和一氧化碳

C. 一氧化碳和二氧化碳　　D. 二氧化硫和二氧化氮

（2）下列气体与空气混合后遇明火，可能发生爆炸的是（　　）。

A. 氧气　　B. 氮气　　C. 甲烷　　D. 二氧化碳

（3）从环境保护的角度考虑，下列燃料中最理想的是（　　）。

A. 氢气　　B. 天然气　　C. 酒精　　D. 汽油

（4）造成煤气中毒的物质是（　　）。

A. 一氧化碳　　B. 甲烷　　C. 二氧化碳　　D. 二氧化硫

（5）下列关于石油的叙述不正确的是（　　）。

A. 石油是一种化工产品　　B. 石油是一种混合物

C. 可利用石油产品发电　　D. 将石油分馏可得到多种产品

（6）下列叙述中正确的是（　　）。

A. 化学反应过程中都会发生放热现象

B. 在化学反应中只有燃烧反应才能放出热量

C. 化学反应伴随着能量变化

D. 人类利用的能量都是通过化学反应获得的

2. 汽车、轮船使用的燃料有_____。埋于海底将来可能会替代化石燃料的新能源是_____。

3. 资料显示，北方某些地区冬天的空气中二氧化硫增多，这是为什么？应采取什么措施？

4. 甲烷和乙醇的燃烧产物都是二氧化碳和水，是否可以由此证明甲烷和乙醇都是由碳元素和氢元素组成的碳氢化合物，为什么？

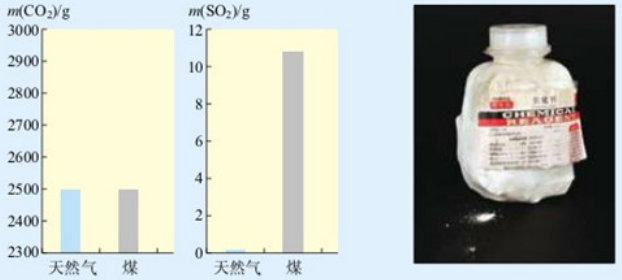
5. 为防止燃气泄漏造成危险，可在家中安装报警器。根据你家中的需要和使用燃料的情况，确定报警器应安装在什么位置（参考下图所示，并可查阅相关资料）。



6. 煤矿的矿井里常伴生含有甲烷的煤层气。你认为煤矿应采取什么安全措施？应在哪些地方、张贴怎样的安全标志？

7. 有3瓶无色、无气味的气体A、B、C，它们分别是甲烷、氢气、一氧化碳中的一种。点燃每种气体，用干燥的冷烧杯罩在火焰上方，在B、C火焰上方的烧杯壁上有水滴出现，而A火焰上方的烧杯壁上没有水滴。燃烧后分别向烧杯中注入澄清石灰水，振荡，A、B烧杯内的石灰水变浑浊，C烧杯内没有变化。试推断A、B、C分别是什么气体，写出有关反应的化学方程式。

8. 充分燃烧1 kg天然气和煤所产生的CO_2和SO_2气体的质量如下图（左）所示，则_____燃烧产生的气体更易导致酸雨；_____燃烧对环境影响较小。



9. 有位化学教师取用生石灰时，发现装满生石灰的塑料试剂瓶已经膨胀破裂（如上图，右）。你能解释这是为什么吗？如果用其中的生石灰做与水反应的实验，会感觉到明显的放热现象吗？

无忧化学整理 56hx.cn

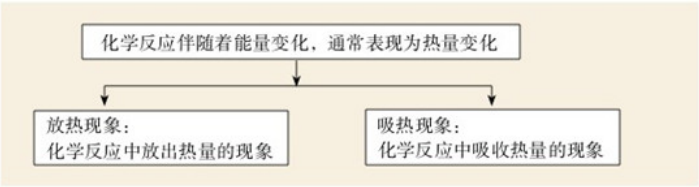
单元小结

一、燃烧和灭火

通常情况下，可燃物与氧气发生的一种发光、发热的剧烈的氧化反应叫做燃烧。燃烧需要三个条件，灭火则是要破坏燃烧的条件。

	燃烧的条件	灭火的原理
1		
2		
3		

二、化学反应与能量



三、燃料

1. 燃料是能源中的一类。人们使用燃料，是利用燃料燃烧反应放出的热量，将其应用于生活和生产的许多方面。

燃料
- 化石燃料：煤、石油、天然气
- 其他燃料：乙醇、氢气、柴草等

2. 使燃料充分燃烧通常考虑两点：

（1）_____；（2）_____。

3. 选择燃料应从资源、经济、技术和环境等多方面综合考虑，特别是要重视资源保护和降低燃烧产物对环境的影响等问题。

四、能源

在生活和生产中，人们经常利用的能源有化石能源、水能等；随着科学技术的发展以及生产和生活需求的增加，人们正在利用和开发其他能源，如氢能、太阳能、风能、地热能、潮汐能、生物质能和核能等。

实验活动3 燃烧的条件

【实验目的】

1. 加深对燃烧条件的认识，进一步了解灭火的原理。
2. 体验实验探究的过程。

【实验用品】

烧杯、镊子、酒精灯；

酒精、棉花、木炭、无烟煤、蜡烛；

你还需要的实验用品：_____

【实验内容】

1. 用棉花分别蘸酒精和水，放到酒精灯火焰上加热片刻，观察现象。

通过此实验，可以说明燃烧的条件之一是：_____

2.（1）取一小块乒乓球碎片和滤纸碎片，分别用坩埚钳夹住，放在酒精灯的火焰上加热，观察现象。

（2）从乒乓球和滤纸上各剪下一小片（同样大小），分别放在一块薄铜片的两侧，加热铜片的中部（图7–44），观察现象。

通过此实验，可以说明燃烧的条件之一是：_____

想一想

乒乓球的材料和滤纸都是可燃物吗？



图7–44 燃烧条件的实验

3. 利用蜡烛和烧杯（或选择其他用品），设计一个简单的实验，说明燃烧的条件之一：需要有氧气（或空气）。

你的实验设计方案：

注意

乒乓球片和滤纸片切勿取大块。实验时要从侧面观察，防止燃烧的火焰烧到身体部位。

【问题与交流】

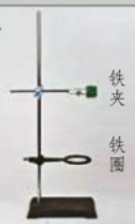
1. 上述实验步骤1中，如果在酒精灯上加热时间较长，会发生什么现象？你能解释原因吗？

2. 如果将实验步骤2（2）中的乒乓球碎片和滤纸片换成木屑和煤粉进行实验，会有什么现象发生？说明了什么？

附录 I

初中化学实验室常用仪器

仪　器	用　途	注意事项
试管 	用作少量试剂的反应容器，在常温或加热时使用	加热后不能骤冷，防止炸裂
烧杯 	用作配制溶液和较大量试剂的反应容器，在常温或加热时使用	加热时应放置在石棉网上，使受热均匀
量筒 	量度液体体积	不能加热，不能作反应容器
集气瓶 	用于收集或贮存少量气体	不能加热
酒精灯 	用于加热	见第一单元课题3中“酒精灯的使用方法”及“给物质加热”部分

仪　器	用　途	注意事项
胶头滴管　滴瓶 	胶头滴管用于吸取和滴加少量液体 滴瓶用于盛放液体药品	胶头滴管过后应立即洗净，再去吸取其他药品 滴瓶上的滴管与滴瓶配套使用
铁架台 	用于固定和支持各种仪器，一般常用于过滤、加热等实验操作	
漏斗 	用作加液器，将液体注入小口径容器中去；在装上滤纸后也可用作过滤器，用于分离液体与固体的混合物	用作过滤器时，滤纸边缘应低于漏斗边缘，倾入滤物的液面要低于滤纸边缘，漏斗应置于漏斗架上，漏斗下端管尖要紧靠受器内壁
试管夹 	用于夹持试管	防止烧损和腐蚀
玻璃棒	用于搅拌、过滤或转移液体	

附录Ⅱ

相对原子质量表
（按照元素符号的字母次序排列）

元素		相对原子质量	元素		相对原子质量	元素		相对原子质量
符号	名称		符号	名称		符号	名称	
Ac	锕	[227]	Gd	钆	157.25(3)	Pr	镨	140.907 65(2)
Ag	银	107.868 2(2)	Ge	锗	72.64(1)	Pt	铂	195.078(2)
Al	铝	26.981 538(2)	H	氢	1.007 94(7)	Pu	钚	[244]
Am	镅	[243]	He	氦	4.002 602(2)	Ra	镭	[226]
Ar	氩	39.948(1)	Hf	铪	178.49(2)	Rb	铷	85.467 8(3)
As	砷	74.921 60(2)	Hg	汞	200.59(2)	Re	铼	186.207(1)
At	砹	[210]	Ho	钬	164.930 32(2)	Rf	𬬭	[261]
Au	金	196.966 55(2)	Hs	𨨏	[277]	Rg	𬬩	[272]
B	硼	10.811(7)	I	碘	126.904 47(3)	Rh	铑	102.905 50(2)
Ba	钡	137.327(7)	In	铟	114.818(3)	Rn	氡	[222]
Be	铍	9.012 182(3)	Ir	铱	192.217(3)	Ru	钌	101.07(2)
Bh	𨨨	[264]	K	钾	39.098 3(1)	S	硫	32.065(5)
Bi	铋	208.980 38(2)	Kr	氪	83.798(2)	Sb	锑	121.760(1)
Bk	锫	[247]	La	镧	138.905 5(2)	Sc	钪	44.955 910(8)
Br	溴	79.904(1)	Li	锂	6.941(2)	Se	硒	78.96(3)
C	碳	12.010 7(8)	Lr	铹	[262]	Sg	𬭳	[266]
Ca	钙	40.078(4)	Lu	镥	174.967(1)	Si	硅	28.085 5(3)
Cd	镉	112.411(8)	Md	钔	[258]	Sm	钐	150.36(3)
Ce	铈	140.116(1)	Mg	镁	24.305 0(6)	Sn	锡	118.710(7)
Cf	锎	[251]	Mn	锰	54.938 049(9)	Sr	锶	87.62(1)
Cl	氯	35.453(2)	Mo	钼	95.94(2)	Ta	钽	180.947 9(1)
Cm	锔	[247]	Mt	鿏	[268]	Tb	铽	158.925 34(2)
Cn	鿔	[285]	N	氮	14.006 7(2)	Tc	锝	[98]
Co	钴	58.933 200(9)	Na	钠	22.989 770(2)	Te	碲	127.60(3)
Cr	铬	51.996 1(6)	Nb	铌	92.906 38(2)	Th	钍	232.038 1(1)
Cs	铯	132.905 45(2)	Nd	钕	144.24(3)	Ti	钛	47.867(1)
Cu	铜	63.546(3)	Ne	氖	20.179 7(6)	Tl	铊	204.383 3(2)
Db	𨧀	[262]	Ni	镍	58.693 4(2)	Tm	铥	168.934 21(2)
Ds	𫟼	[281]	No	锘	[259]	U	铀	238.028 91(3)
Dy	镝	162.500(1)	Np	镎	[237]	V	钒	50.941 5(1)
Er	铒	167.259(3)	O	氧	15.999 4(3)	W	钨	183.84(1)
Es	锿	[252]	Os	锇	190.23(3)	Xe	氙	131.293(6)
Eu	铕	151.964(1)	P	磷	30.973 761(2)	Y	钇	88.905 85(2)
F	氟	18.998 403 2(5)	Pa	镤	231.035 88(2)	Yb	镱	173.04(3)
Fe	铁	55.845(2)	Pb	铅	207.2(1)	Zn	锌	65.409(4)
Fm	镄	[257]	Pd	钯	106.42(1)	Zr	锆	91.224(2)
Fr	钫	[223]	Pm	钷	[145]			
Ga	镓	69.723(1)	Po	钋	[209]			

注：1. 相对原子质量录自2001年国际原子量表，以 $^{12}C = 12$ 为基准。
2. 相对原子质量加方括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。
3. 相对原子质量末尾数的不确定度加注在其后的括号内。

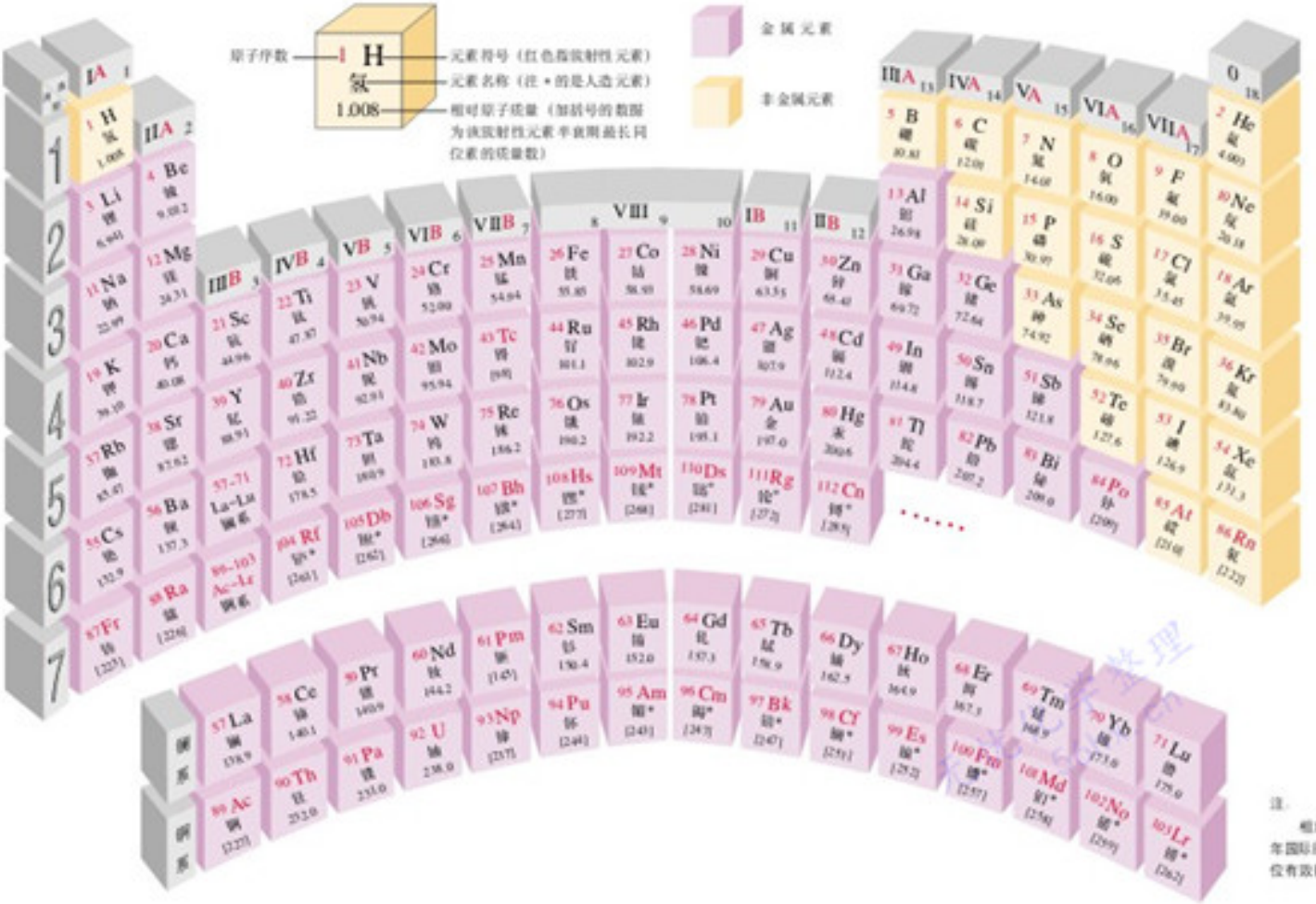
附录Ⅲ

部分名词中英文对照表

一氧化碳	carbon monoxide	单质	elementary substance
二氧化碳	carbon dioxide	物理性质	physical property
中子	neutron	空气	air
元素	element	质子	proton
元素周期表	periodic table of elements	质量分数	mass fraction
元素符号	symbols for elements	质量守恒定律	law of conservation of mass
分子	molecule	金刚石	diamond
分解反应	decomposition reaction	氢气	hydrogen
化合反应	combination reaction	相对分子质量	relative molecular mass
化合价	valence	相对原子质量	relative atomic mass
化合物	compound	原子	atom
化学	chemistry	原子团	atomic group
化学反应	chemical reaction	原子核	atomic nucleus
化学方程式	chemical equation	氧化反应	oxidation reaction
化学式	chemical formula	氧气	oxygen
化学性质	chemical property	离子	ion
天然气	natural gas	能源	energy sources
水	water	混合物	mixture
甲烷	methane	硬水	hard water
电子	electron	稀有气体	rare gas
石油	petroleum	煤	coal
石墨	graphite	碳	carbon
自燃	autoignition	燃料	fuel
汽油	gasoline	燃烧	combustion
纯净物	substance	爆炸	explosion
还原反应	reduction reaction		

附录Ⅳ

元 素 周 期 表



注：

相对原子质量录自2001年国际原子量表，并全部取4位有效数字。