



学校义务教育实验教科书



# 化学

HUAXUE

九年级  
上册



人民教育出版社

聋校义务教育实验教科书

# 化学

九年级  
上册

人民教育出版社 课程教材研究所  
化学课程教材研究开发中心 | 编著 |

人教版®

人民教育出版社

·北京·

主 编：乔国才 李 俊

副主编：郭 震

主要编写人员：吴海建 李 俊 周业虹

冷燕平 郭 震 乔国才

责任编辑：钟晓媛 郭 震

美术编辑：李宏庆

封面设计：房海莹

版式设计：李宏庆

插 图：郭 威 王 平 张 良 王 玮

封面绘图：文鲁工作室 孙联群

摄 影：朱 京 刘 刚等

聋校义务教育实验教科书 化学 九年级 上册

人民教育出版社 课程教材研究所 编著

化学课程教材研究开发中心

---

出版发行 人民教育出版社

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081)

网 址 <http://www.pep.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 ×××印刷厂

版 次 2018年7月第1版

印 次 年 月第 次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 7

字 数 130千字

书 号 ISBN 978-7-107-32997-5

定 价 7.30元

价格依据文件号：京发改规[2016]13号

---

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：[jcyjfk.pep.com.cn](http://jcyjfk.pep.com.cn)

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与本社联系。电话：400-810-5788

---

绿色印刷 保护环境 爱护健康

亲爱的同学们：

你们手中的这本教科书采用绿色印刷标准印制，在它的封底印有“绿色印刷产品”标志。从2013年秋季学期起，北京地区出版并使用的义务教育阶段中小学教科书全部采用绿色印刷。

按照国家环境标准（HJ2503-2011）《环境标志产品技术要求 印刷 第一部分：平版印刷》，绿色印刷选用环保型纸张、油墨、胶水等原辅材料，生产过程注重节能减排，印刷产品符合人体健康要求。

让我们携起手来，支持绿色印刷，选择绿色印刷产品，共同关爱环境，一起健康成长！

北京市绿色印刷工程

# 目 录



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

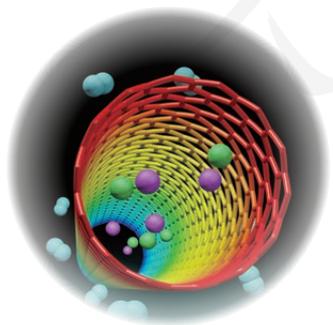
课题2 化学是一门以实验为基础的科学·· 11



第二单元 我们周围的空气····· 21

课题1 空气····· 22

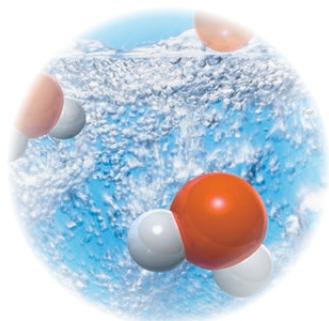
课题2 氧气····· 29



第三单元 物质构成的奥秘····· 35

课题1 分子和原子····· 36

课题2 元素····· 45



第四单元 自然界的水·····	51
课题1 水的净化·····	52
课题2 水的组成·····	59
课题3 化学式·····	63



第五单元 化学方程式·····	69
课题1 质量守恒定律·····	70
课题2 正确书写化学方程式·····	75



第六单元 碳和碳的氧化物·····	81
课题1 金刚石、石墨和C <sub>60</sub> ·····	82
课题2 二氧化碳和一氧化碳·····	88
实验活动1 化学实验基本操作·····	99
实验活动2 二氧化碳的实验室制取与性质···	101

附录 I 初中化学实验室常用仪器·····	103
附录 II 相对原子质量表·····	105
附录 III 部分名词中英文对照表·····	106
元素周期表	

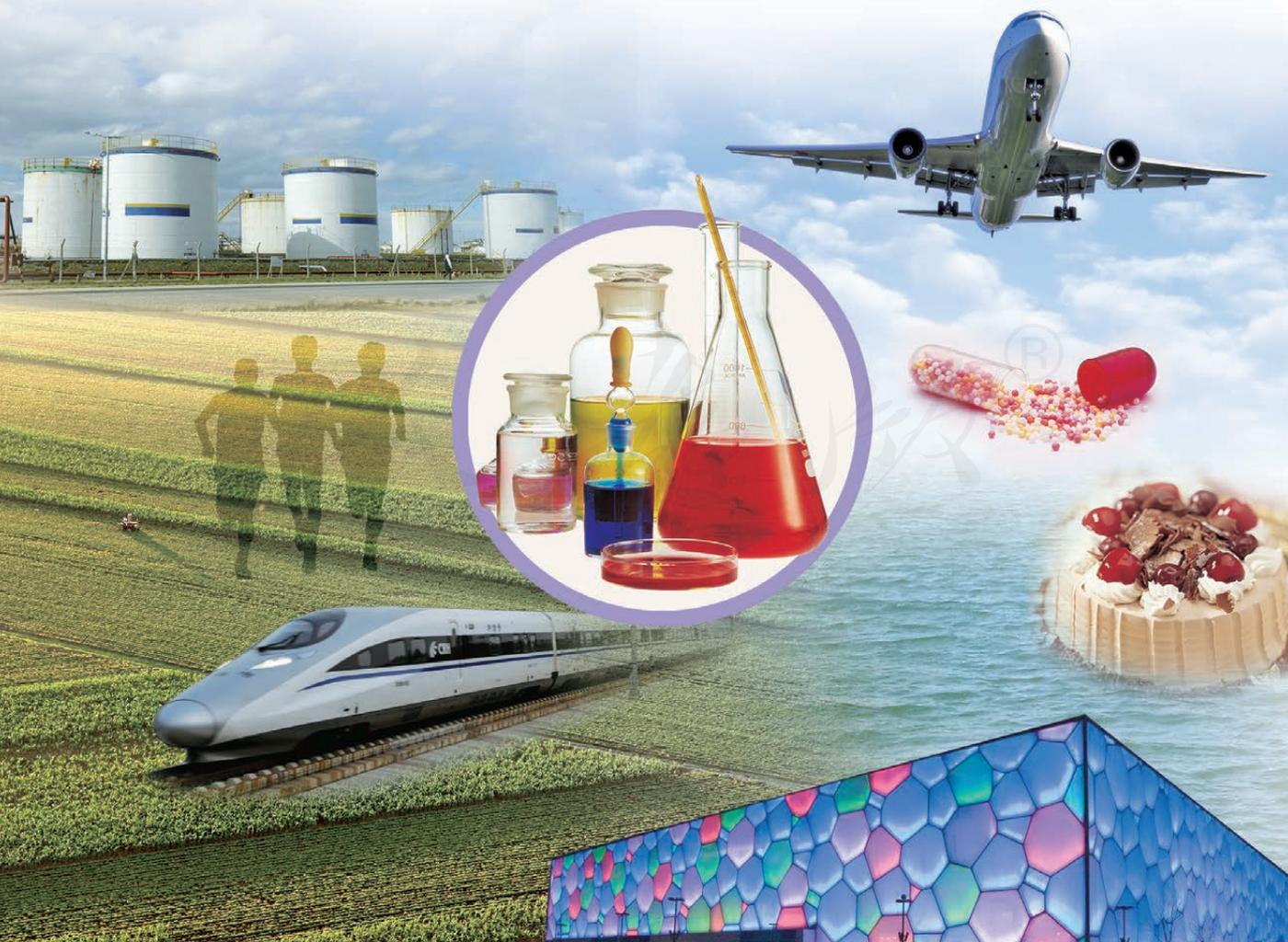
# 绪言

## 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。你是否想过：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，服装面料及其所用的染料；农业上用的化肥和农药；建筑用的钢材、水泥、玻璃和塑料；各种交通工具用的燃料。这些都与化学密不可分。

那么，什么是化学呢？



在我们生活的世界里，不仅存在着各种各样的物质，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，不仅如此，它还要利用变化创造自然界原本不存在的物质。例如，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。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。



图1 孔雀石

化学成为一门独立的学科经历了漫长的过程。古时候，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。后来又陆续发现了一些物质的变化，如在翠绿色的孔雀石（如图1）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，制得了具有实用价值的产品，如陶器、铜器、铁器、纸、火药、酒、染料等，为生存提供了更多的生活和生产资料。人类越来越离不开化学了。



图2 陕西半坡出土的人面鱼纹彩陶盆

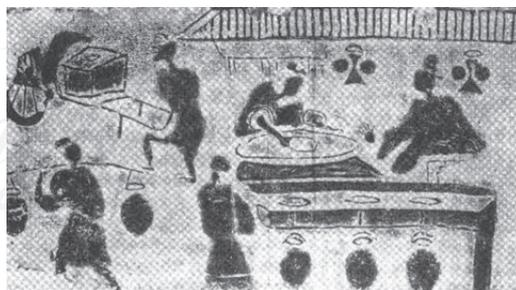


图3 东汉“酿酒”画像砖拓片



图4 春秋时期越王勾践青铜剑



图6 战国时期彩漆鸳鸯形盒

图5 宋代鹭鸟纹蜡染褶裙

在很长的时间里，人类对物质及其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<sup>①</sup>和阿伏加德罗<sup>②</sup>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，分子中原子的重新组合是化学变化的本质。这种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<sup>③</sup>发现了元素周期律并编制出元素周期表。在元素周期律的指导下学习物质及其变化，就使化学学习和研究变得有规律可循。



图7 扫描隧道显微镜  
用于观察固体表面的原子排列情况等

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。

**化学**是在分子、原子层次上研究物质的性质、组成、结构与变化规律的科学。化学不断地发展着，目前，人们发现和合成的物质已有上亿种，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8 纳米铜

用纳米( $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ )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9 用隔水透气的高分子薄膜做的鸟笼



图10 单晶硅为信息技术和新能源开发提供了基础材料



图11 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不可替代的重要作用。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。

怎样才能学好化学呢？除了大家所熟悉的一般方法，还要特别注意以下两点：一要做好化学实验，因为化学是一门以实验为基础的自然科学；二要学好常见的元素符号、化学式、化学方程式等，因为这些知识是我们学习化学的重要工具。

# 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

A vibrant night scene of fireworks exploding over a city skyline with a bridge. The fireworks are in various colors, including red, orange, yellow, green, and purple. The city lights and a bridge are visible in the background.

节日里为人们增添了许多惊喜和欢乐的烟花，其绽放过程中发生了许多化学反应。

# 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。

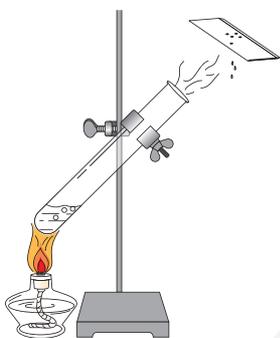


图1-1 水的沸腾



图1-2 胆矾的研碎

#### 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）。在试管底部用酒精灯小心加热到水沸腾。把一块洁净的玻璃片（或盛有冷水的小烧杯）移近试管口，观察并记录发生变化的现象。

(2) 取少量硫酸铜晶体（俗称胆矾）放在研钵内（如图1-2），用研杵把胆矾研碎。观察并记录胆矾发生变化的现象。

(3) 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。



### 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。

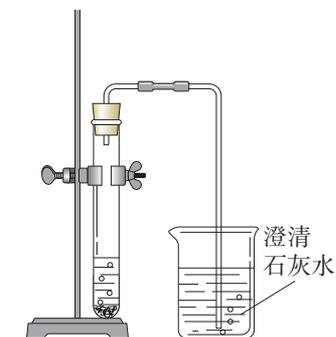


图1-3 石灰石与盐酸反应

### 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	变化后有无其他物质生成
(1)	液态的水		液态的水	
(2)	块状的胆矾		粉末状的胆矾	
(3)	颗粒状石灰石(或大理石)等		二氧化碳气体等	

在实验1-1(1)中, 液态的水经过沸腾变为水蒸气, 冷却后又变成液态的水; 在实验1-1(2)中, 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, 但并没有生成其他的物质。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1-1(3)中, 石灰石(或大理石)在变化中生成了二氧化碳等其他物质。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、铁制品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。上述这些现象(如图1-4), 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。



改变颜色

放出气体

生成沉淀

发光放热

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

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，铁能在潮湿的空气中生锈，铜能在潮湿的空气中生成铜绿，碳能在空气中燃烧生成二氧化碳并发光、放热等；再如，石灰石可与盐酸反应生成二氧化碳，二氧化碳可以使澄清石灰水变浑浊等。

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、气味、硬度、熔点、沸点、密度等都属于它的物理性质，如一般条件下，氧气是一种无色、无味的气体，水是一种无色透明的液体，块状的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，水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，因此一些高原地区常用高压锅做饭。大气压强不是固定不变的，标准大气压强为 101.325 kPa (本书采用 101 kPa 这个近似值)。



### 资料卡片

熔点是指固体熔化时的温度；沸点是指液体沸腾时的温度。它们的常用单位都是摄氏度，符号是 $^{\circ}\text{C}$ 。

密度是指单位体积某种物质的质量。其常用单位是克每立方厘米，符号为 $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

压强是指物体单位面积上所受到的压力。如我们周围的大气对存在其中的物体产生的大气压强。压强的常用单位是帕斯卡，符号为Pa。

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	熔点/℃	沸点/℃
水	无色	0	100
铁	银白色	1 535	2 750
铝	银白色	660.4	2 467
氧气	无色	-218.4	-182.9

### 实验 1-2

(1) 分别取一集气瓶氧气和一集气瓶二氧化碳，仔细观察它们的颜色、状态，闻一闻气味（如图 1-5）。

(2) 取一根小木条在空气中点燃，先慢慢地放入盛有氧气的集气瓶中，然后取出，再慢慢地放入盛有二氧化碳的集气瓶中，观察木条燃烧情况的变化。



#### 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。

### 思考与交流

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，并将你的看法与同学交流。



图1-5 闻气体时的正确操作

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。



## 学完本课题你应该知道

1. 化学是在分子、原子层次上研究物质的性质、组成、结构与变化规律的科学。
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. 下列事例哪些是物理变化，哪些是化学变化？并简要说明判断的理由。
  - (1) 铁生锈。
  - (2) 石蜡受热熔化。
  - (3) 纸张燃烧。
  - (4) 酒精挥发。
  - (5) 水变成水蒸气。
  - (6) 潮湿的衣服被晒干了。
  - (7) 冰雪融化。
  - (8) 在寒冷的冬天向玻璃窗哈气，会出现一层水雾。
  - (9) 以粮食为原料酿酒。
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. 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）。
4. 生活经验告诉我们，食物都有一定的保质期，绝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。

## 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。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。下面让我们一起走进化学实验室，学习科学探究的方法。

### 一、走进化学实验室

当我们走进化学实验室时，首先应该仔细阅读实验室规则。不要轻视这些规则，因为它们安全地进行实验并使实验获得成功的重要保证！我们还应该认识一些实验常用的仪器和药品（如图1-8、图1-9），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、高效、安全地进行实验并获得可靠的实验结果。



图1-8 常用的化学实验仪器

① 拉瓦锡（A. -L.Lavoisier, 1743—1794），法国化学家。

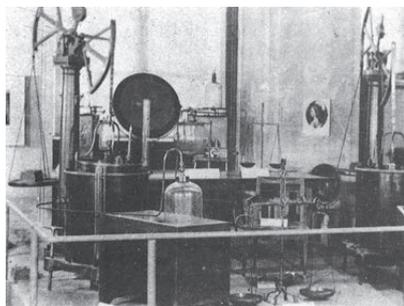


图1-6 拉瓦锡<sup>①</sup>纪念馆一角

拉瓦锡利用天平进行定量研究，弄清了物质燃烧的本质



图1-7 化学实验室



图1-9 化学药品柜

下面我们来一起学习几项基本的化学实验操作。

## 1. 药品的取用

实验室里所用的药品，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1-10 一些常用危险化学品的标志



### 注意

#### 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。

#### (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（如图1-11左），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，然后使试管直立起来（如图1-11右）。

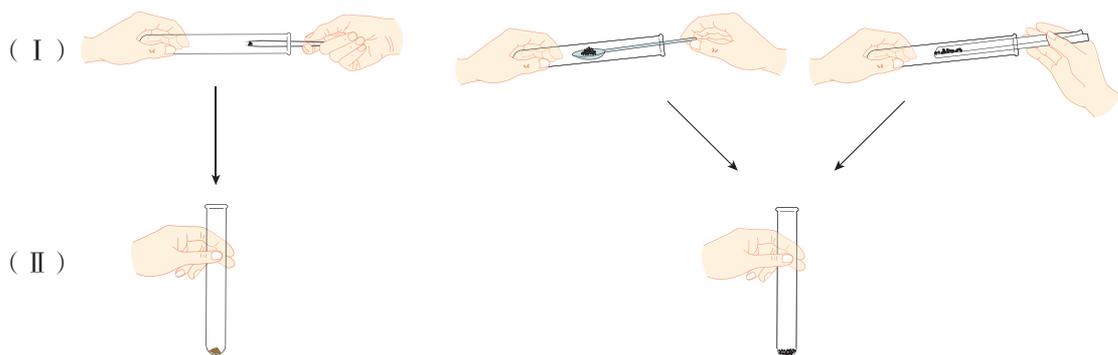


图1-11 向试管里送入固体药品

## (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（如图1-12）。



图1-12 液体的倾倒

## 思考与交流

- (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？

取用一定量的液体药品，常用量筒量出体积。读数时，量筒必须放在平面上，视线要与量筒内液体凹液面的最低处保持水平（如图1-13），再读出液体的体积。

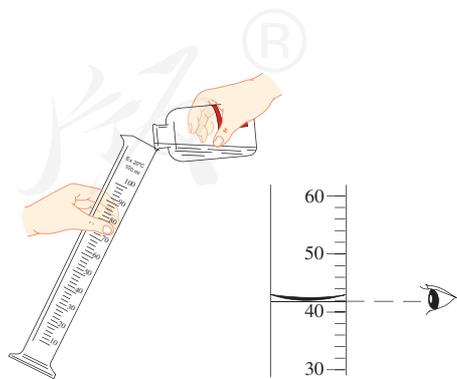


图1-13 液体的量取与读数

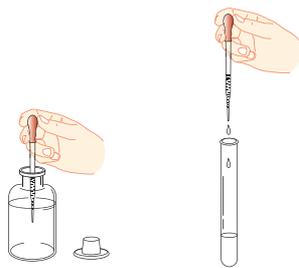


图1-14 用滴管取液体

取用少量液体时还可用滴管（如图1-14）。取液时的滴管，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。用过的滴管不要随意放在实验台或其他地方，应立即用清水冲洗干净，放回原处以备再用。严禁用未经清洗的滴管再吸取其他试剂。滴瓶上的滴管不要用水冲洗，放回原瓶即可。



### 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），并及时就医。建议在化学实验中戴防护眼镜。

## 2. 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。酒精灯的使用方法如图1-15所示。使用时，还要注意以下几点：

（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（如图1-16）；

（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）；

（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。

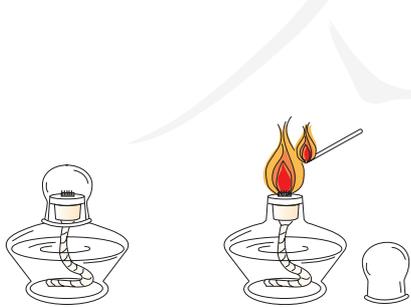


图1-15 酒精灯的正确使用方法

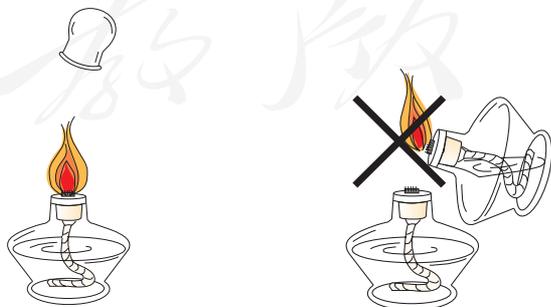


图1-16 酒精灯的错误使用方法

### 实验 1-3

(1) 点燃酒精灯，仔细观察火焰的分层情况。

(2) 取一根火柴梗，拿住一端迅速平放入火焰中(如图1-17)，1~2 s后取出，熄灭酒精灯。

(3) 观察烧后的火柴梗。思考：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？

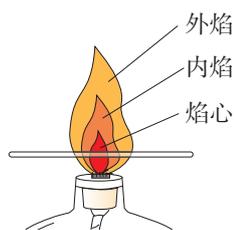


图1-17 酒精灯的灯焰

通过实验，我们发现处在外焰的火柴梗最先炭化，酒精灯外焰温度最高，加热时应该用外焰。用酒精灯加热试管中液体的方法如图1-18所示。加热时要注意以下几点：

(1) 试管外壁应该干燥，试管里的液体不应超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ ；

(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别人；

(5) 加热后的试管，应避免骤冷(如用冷水冲洗)。

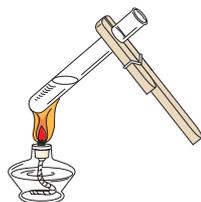


图1-18 正确的加热方法

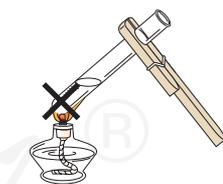
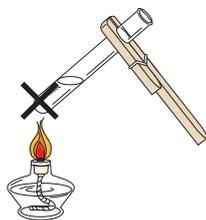


图1-19 错误的加热方法

### 3. 洗涤玻璃仪器

做实验必须用干净的仪器，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(如图1-20左)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（如图1-20右）。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。

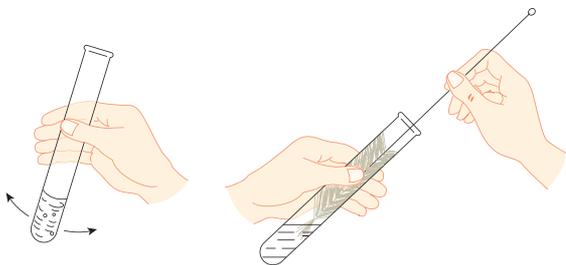


图1-20 试管的洗涤

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，表示仪器已洗干净。洗净的玻璃仪器应放在指定的地方。

## 二、对蜡烛及其燃烧的探究

我们以蜡烛及其燃烧的探究为例，了解科学探究过程以及化学学习的特点。

### 探究

#### 观察和描述

#### ——对蜡烛及其燃烧的探究

蜡烛是由石蜡和棉线烛芯组成的。运用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，并将结果填入空格。

你可以按下面的提示进行实验观察，也可以增加或更改某些实验观察的内容。

##### 1. 点燃前

(1) 观察蜡烛的颜色、状态、形状和硬度，并闻一闻气味。



图1-21 燃着的蜡烛

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(2) 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

(1) 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？

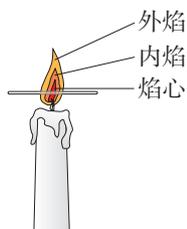


图1-22 蜡烛火焰各层温度比较

(2) 取一根火柴梗，拿住一端迅速平放入火焰中（如图1-22），1~2 s后取出。根据火柴梗在火焰的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。

(3) 分别取一个干燥的烧杯和一个用澄清石灰水润湿内壁的烧杯，先后罩在蜡烛火焰上方（如图1-23），仔细观察烧杯壁上分别有什么现象发生。推测蜡烛燃烧后可能生成了什么物质。



图1-23 在蜡烛的火焰上方罩个内壁沾有澄清石灰水的烧杯

## 3. 熄灭蜡烛

(1) 观察蜡烛熄灭时有什么现象发生。

(2) 用火柴去点蜡烛刚熄灭时的白烟（如图1-24），蜡烛能否重新燃烧？



图1-24 点燃蜡烛刚熄灭时产生的白烟

将你填写的内容与同学进行交流，比较谁观察到的现象多，谁的描述更细致、更准确。与同学交流实验的体会。

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、硬度、气味、密度、熔点等物理性质；石蜡能否燃烧，其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，有二氧化碳气体和水蒸气生成等化学变化。

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，进行系统的、细致的观察和描述，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。

探究活动（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： \_\_\_\_\_



## 学完本课题你应该知道

1. 化学实验室是进行实验的重要场所，要遵守实验室规则，特别要注意安全，并学习一些基本的实验操作方法，这是实验成功的重要保证。

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，对实验现象进行细致观察，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. 写出下图所示化学仪器的名称。



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

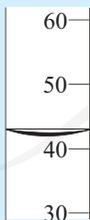


\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

2. 下列图示实验操作中，正确的是 ( )。



A



B

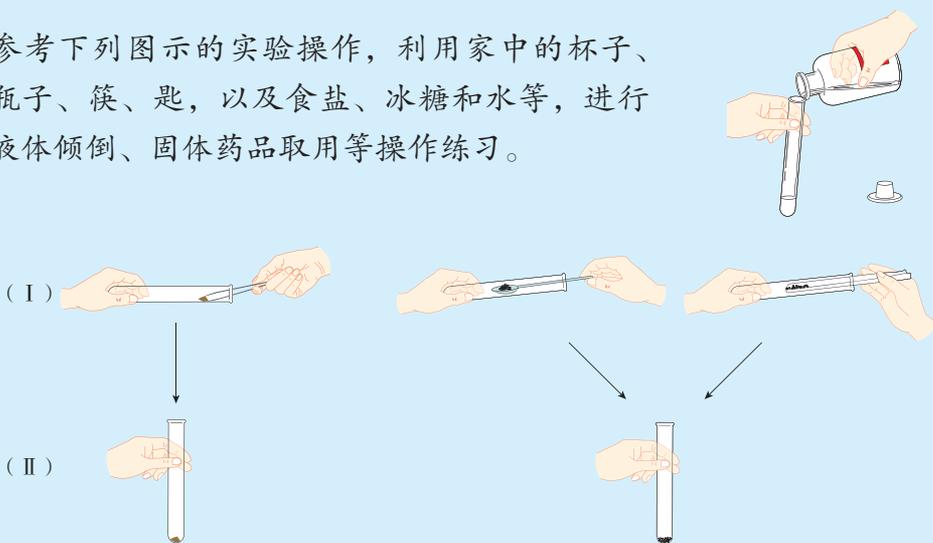


C



D

3. 参考下列图示的实验操作，利用家中的杯子、瓶子、筷、匙，以及食盐、冰糖和水等，进行液体倾倒、固体药品取用等操作练习。



4. 请连线，表明正确实验操作的方法，或不当实验操作的危害。

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| A. 向试管中加入金属颗粒时    | a. 会损坏试管          |
| B. 刷洗试管时，用力过猛     | b. 应将标签面向手心       |
| C. 倾倒细口瓶中的试剂时     | c. 不要惊慌，应立即用湿抹布扑盖 |
| D. 万一洒出的酒精在桌上燃烧起来 | d. 要用镊子夹取         |

5. 依据对蜡烛及其燃烧的探究实验结果，举例回答下列问题：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？

## 单元小结

### 1. 物理变化与化学变化

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

### 2. 物理性质和化学性质

不需要发生化学变化就表现出来的性质叫做\_\_\_\_\_性质。在化学变化中表现出来的性质叫做\_\_\_\_\_性质。

3. 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。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。

# 第二单元

# 我们周围的空气

课题1 空气

课题2 氧气

我们周围的空气中含有动植物生存所必需的氧气。

# 课题1

## 空气

我们生活的地球被一层厚厚的空气所包围着，无色、无味、无形的空气充满我们的周围。

### 一、空气是由什么组成的

人类每时每刻都离不开空气，没有空气就没有生命。那么，空气究竟是由哪些物质组成的呢？让我们通过下面的实验来研究一下这个问题吧。

#### 实验 2-1

(1) 实验装置如图 2-1 所示，在集气瓶内加入少量水。

(2) 将水面上方空间分为 5 等份。

(3) 用弹簧夹夹紧胶皮管。

(4) 点燃燃烧匙内的红磷，立即伸入瓶中并把塞子塞紧，观察红磷燃烧的现象。

(5) 待红磷熄灭，集气瓶冷却后，打开弹簧夹，观察实验现象及水面的变化情况。

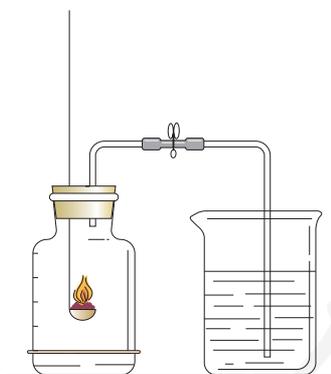


图2-1 测定空气里氧气的含量

通过实验，我们可以看到红磷（化学符号P）燃烧时有大量的白烟生成。待红磷熄灭并冷却后，打开弹簧夹，集气瓶内水平面上升约  $\frac{1}{5}$ 。

为什么红磷燃烧时只消耗了集气瓶内  $\frac{1}{5}$  体积的

气体，而不是全部呢？

这是因为空气主要由氧气和氮气两种气体组成。红磷燃烧所消耗的气体是空气中的氧气（化学符号 $O_2$ ），而剩余成分主要是氮气（化学符号 $N_2$ ）。空气中氮气的体积约占空气总体积的78%，氧气的体积约占空气总体积的21%。

除此以外，空气中还含有氦、氖、氩、氪、氙、氡等稀有气体，以及二氧化碳（化学符号 $CO_2$ ）、水蒸气、其他气体和杂质等，共约占空气总体积的1%。

像空气这样，由两种或两种以上的物质混合而成的物质叫做**混合物**。而氮气、氧气等分别只由一种物质组成，它们都是**纯净物**。

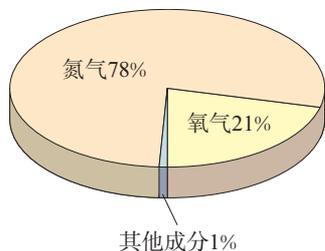


图2-2 空气成分示意图



### 资料卡片

#### 空气组成的发现

二百多年前，法国化学家拉瓦锡研究了空气的成分。他把少量汞（化学符号Hg）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 $\frac{1}{5}$ 。他研究了剩余 $\frac{4}{5}$ 体积的气体，认为这些气体全部都是氮气。



图2-3 拉瓦锡 (A.-L. Lavoisier, 1743—1794)



图2-4 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，得到了汞和氧气，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 $\frac{4}{5}$ 体积的气体中，结果所得气体跟空气的性质完全一样。

## 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化工、炼钢、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。医疗急救时要用到纯氧，燃料燃烧离不开氧气，气焊、潜水以及宇宙航行等都要用到氧气。



图2-5 氧气的用途

### 2. 氮气

氮气在空气中的含量最多，它是一种无色无味的气体，很难溶于水。氮气的化学性质很不活泼，在一般情况下很难与其他的物质发生化学反应。氮气既不能燃烧，也不支持燃烧。在日常生活中，我们常见氮气被用作保护气，如在灯泡中充入氮气，可以延长灯丝的使用寿命；食品包装中充入氮气可以防腐等。在工业生产中，氮气也有广泛的用途，如生产化肥。



图2-6 氮气的用途

### 3. 稀有气体

在空气的成分中，稀有气体所占比率虽然很小，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。

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。



图2-7 稀有气体的用途

## 三、保护空气

空气对于人类和其他动植物都是非常重要的。但是，在工业的发展过程中，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、臭氧层破坏和酸雨的形成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，如回收处理工业废气，使用清洁能源，积极植树造林等，改善环境状况，以保护空气。

### 思考与交流

结合图2-8，想一想下述问题：

- (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？

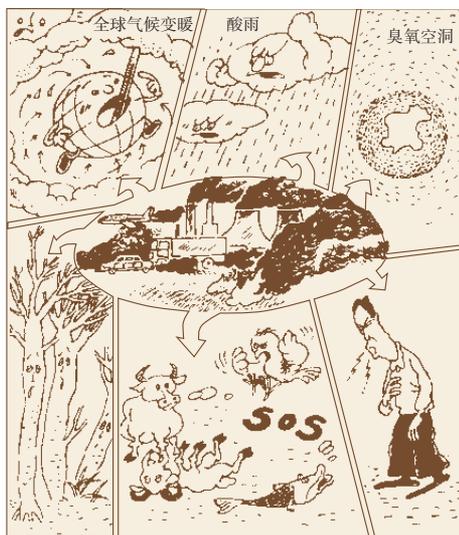


图2-8 大气污染

### 资料卡片

#### 空气质量日报

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

空气质量指数 (Air Quality Index, 简称AQI) 是依据常规监测的几种空气污染物浓度计算得到的。目前计入空气质量评价的主要污染物为：二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、可吸入颗粒物 (颗粒直径小于等于10微米的颗粒物，称 $PM_{10}$ ，又称飘尘)、细颗粒物 (颗粒直径小于等于2.5微米的颗粒物，称 $PM_{2.5}$ ) 和臭氧等。不同地区的首要污染物有所不同。



图2-9 空气质量日报

表2-1 空气质量分级标准

空气质量指数	0~50	51~100	101~150	151~200	201~300	300以上
空气质量级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
空气质量状况	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染

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；混合物由两种或两种以上的物质组成。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。



## 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洁净的空气、③氮气。其中属于纯净物的是\_\_\_\_\_。
3. 从氮气、氧气和氦气中,选择符合下列题意的气体填空:
  - (1) 航天员需要携带的气体是\_\_\_\_\_;
  - (2) 白炽灯泡内充有的气体是\_\_\_\_\_;
  - (3) 霓虹灯内充有的气体是\_\_\_\_\_。
4. 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
5. 空气中含量较多,且能够用于医疗急救的气体是( )。
  - A. 稀有气体
  - B. 氮气
  - C. 氧气
  - D. 二氧化碳
6. 下列物质中,属于纯净物的是( )。
  - A. 洁净的空气
  - B. 浑浊的水
  - C. 液态氧
  - D. 水泥砂浆
7. 在【实验2-1】中,为什么红磷燃烧只消耗了集气瓶内 $\frac{1}{5}$ 体积的气体?
8. 列举空气中的2种成分,并说明其主要用途。
9. 你如何认识“空气是一种宝贵的资源”?

人教版®

# 课题2

## 氧气

我们知道，氧气与人类的生活、生产有着很密切的关系，是人类维持生命不可缺少的物质。动物和植物的生存也都离不开氧气。

### 一、氧气的性质

在  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $101\text{ kPa}$  (该温度与压强称为标准状况) 的条件下，氧气的密度是  $1.429\text{ g/L}$ ，比空气的密度 ( $1.293\text{ g/L}$ ) 略大。它不易溶于水，在室温下， $1\text{ L}$  水中只能溶解约  $0.03\text{ L}$  氧气。在压强为  $101\text{ kPa}$  时，氧气在  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  时变为淡蓝色液体，在  $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$  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

- (1) 取一瓶盖好玻璃片的氧气。
- (2) 把带有火星的木条伸到集气瓶中。
- (3) 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。这种方法常用于检验氧气。

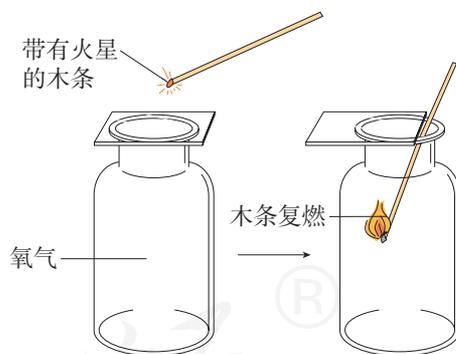


图2-10 氧气可以使带有火星的木条复燃

#### 实验2-3

- (1) 如图2-11所示，用坩埚钳夹取一小块木炭，在酒精灯上加热到发红。观察木炭在空气中燃烧的现象。

(2) 将夹有红热的木炭的坩埚钳插入盛有氧气的集气瓶中（由瓶口向下缓慢插入）。观察木炭在氧气里燃烧的现象。

(3) 燃烧停止后，取出坩埚钳。

(4) 向集气瓶中加入少量澄清石灰水，振荡。观察石灰水发生了什么变化。

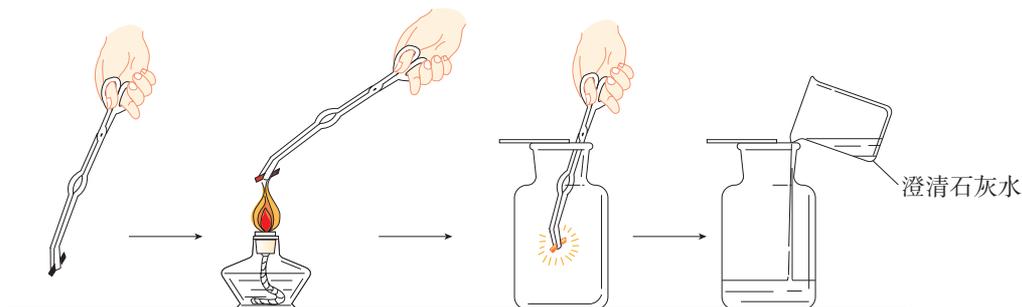


图2-11 木炭在氧气中燃烧实验示意图

### 思考与交流

木炭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

通过实验，我们可以观察到，木炭在点燃后，可以在空气中燃烧，若在氧气中燃烧则比在空气中燃烧更剧烈，并发出白光。同时，我们还可以观察到，澄清石灰水变浑浊了。这是由于木炭（主要成分为碳）在氧气中燃烧后生成了无色的二氧化碳气体，二氧化碳可以使澄清石灰水变浑浊。木炭在氧气中燃烧的反应文字表达式为：



## 实验 2-4

- (1) 把两根光亮的细铁丝分别盘成螺旋状。
- (2) 将其中一根铁丝在酒精灯上烧至红热，观察现象。
- (3) 将另一根铁丝下端系一根火柴。
- (4) 如图 2-13，点燃火柴，待火柴快燃尽时，插入充满氧气的集气瓶（预先放入一些水，以防集气瓶破裂），观察现象。

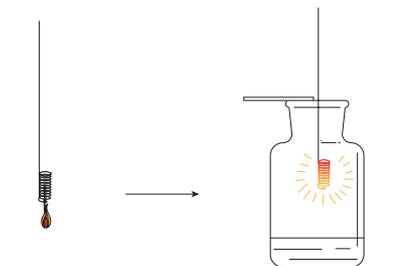


图2-13 铁丝在氧气中燃烧实验示意图

通过实验，我们可以观察到，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固体。这个反应的文字表达式为：



图2-14 铁丝在空气中红热，在氧气中剧烈燃烧

通过以上实验，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，甚至有些在空气里不能燃烧的物质，但在氧气中可以燃烧。这是由于空气中的氧气含量相对较少，因此物质在空气中燃烧不如在氧气中剧烈。木炭和铁丝在氧气中燃烧，实际上是它们与氧气发生了反应。

## 二、氧气的实验室制法

在上面的实验中，我们使用了氧气。同学们一定很想知道氧气是怎样得到的吧？下面我们就简单地介绍氧气的实验室制法。

在实验室里，常采用加热高锰酸钾的方法来制取氧气。

## 实验2-5

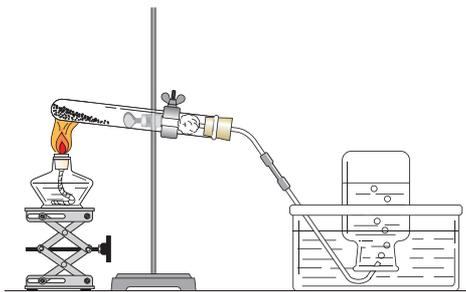


图2-15 加热高锰酸钾制取氧气示意图

(1) 把少量高锰酸钾装入试管中，并在试管口放一团棉花（防止加热时试管内的粉末状物质进入导管）。

(2) 用带有导管的塞子塞紧试管，并将试管固定在铁架台上（如图2-15）。

(3) 用酒精灯给试管中的高锰酸钾加热。

(4) 待导管口连续地冒出气泡后，将导管伸入装满水且倒立在水槽中的集气瓶，收集反应产生的气体（此方法称为排水集气法）。

(5) 待集气瓶中水被排净，在水下盖上玻璃片，翻转取出集气瓶。



### 想一想

为什么可以用排水法收集氧气？

高锰酸钾是一种暗紫色的固体，它受热时分解，放出氧气，同时还生成锰酸钾和二氧化锰。这个反应的文字表达式为：



### 资料卡片

#### 氧气的工业制法

加热高锰酸钾制取氧气的方法，具有反应快、操作简便、便于收集等优点，但无法大量生产，只能用于实验室中。那么，工业上可用什么作为原料来大量制取氧气呢？

空气中氧气的体积约为21%，空气是制取氧气的廉价、易得的原料。工业和医疗等行业使用的大量氧气，就是从空气中得到的。

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 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，比液态氧的沸点（ $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）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。



### 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，在一定条件下能与碳、铁等发生反应。
2. 实验室里可用加热高锰酸钾的方法制取氧气。



### 练习与应用

1. 带有火星的木条在氧气中能够\_\_\_\_\_，这种方法常用于检验氧气。
2. 木炭在氧气中燃烧，观察到的现象是\_\_\_\_\_，生成物是\_\_\_\_\_，它能使\_\_\_\_\_变浑浊。
3. 由于空气中氧气的体积仅占空气总体积的21%左右，所以铁不能在\_\_\_\_\_中燃烧，而能在\_\_\_\_\_中燃烧。这个反应的文字表达式为\_\_\_\_\_。
4. 在实验室里，我们常使用加热\_\_\_\_\_的方法来制取氧气。由于氧气\_\_\_\_\_溶解于水，所以可以用\_\_\_\_\_法收集氧气。
5. 下列变化中，属于物理变化的是（ ）。  
A. 高锰酸钾受热放出氧气      B. 湿衣服晾干  
C. 木炭在氧气中燃烧      D. 二氧化碳使澄清石灰水变浑浊
6. 实验室用高锰酸钾制氧气时，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
7. 下列说法中，不正确的是（ ）。  
A. 木炭燃烧生成无色的气体  
B. 用排水法可以收集不易溶于水的气体  
C. 细铁丝在氧气里燃烧时，火星四射，生成黑色固体  
D. 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

8. 下列关于氧气性质的描述中, 不正确的是( )。
- 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
9. 为什么木炭在氧气中燃烧比在空气中燃烧更剧烈?
10. 在做“铁丝在盛有氧气的集气瓶中燃烧”的实验时, 要在集气瓶里预先加少量水, 这样做的目的是什么?

## 单元小结

### 一、氧气

1. 氧气的化学性质比较活泼, 能支持燃烧, 在一定条件下能与碳、铁等发生反应。请分别写出碳、铁在氧气中燃烧的文字表达式: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

2. 在实验室里, 常采用加热高锰酸钾的方法来制取氧气, 该反应的文字表达式为\_\_\_\_\_。收集氧气可以采用的方法是\_\_\_\_\_。

3. 氧气的主要用途有\_\_\_\_\_。

### 二、物质的分类

混合物由两种或两种以上的物质组成。纯净物由一种物质组成。

{ 混合物(举例): \_\_\_\_\_  
纯净物(举例): \_\_\_\_\_

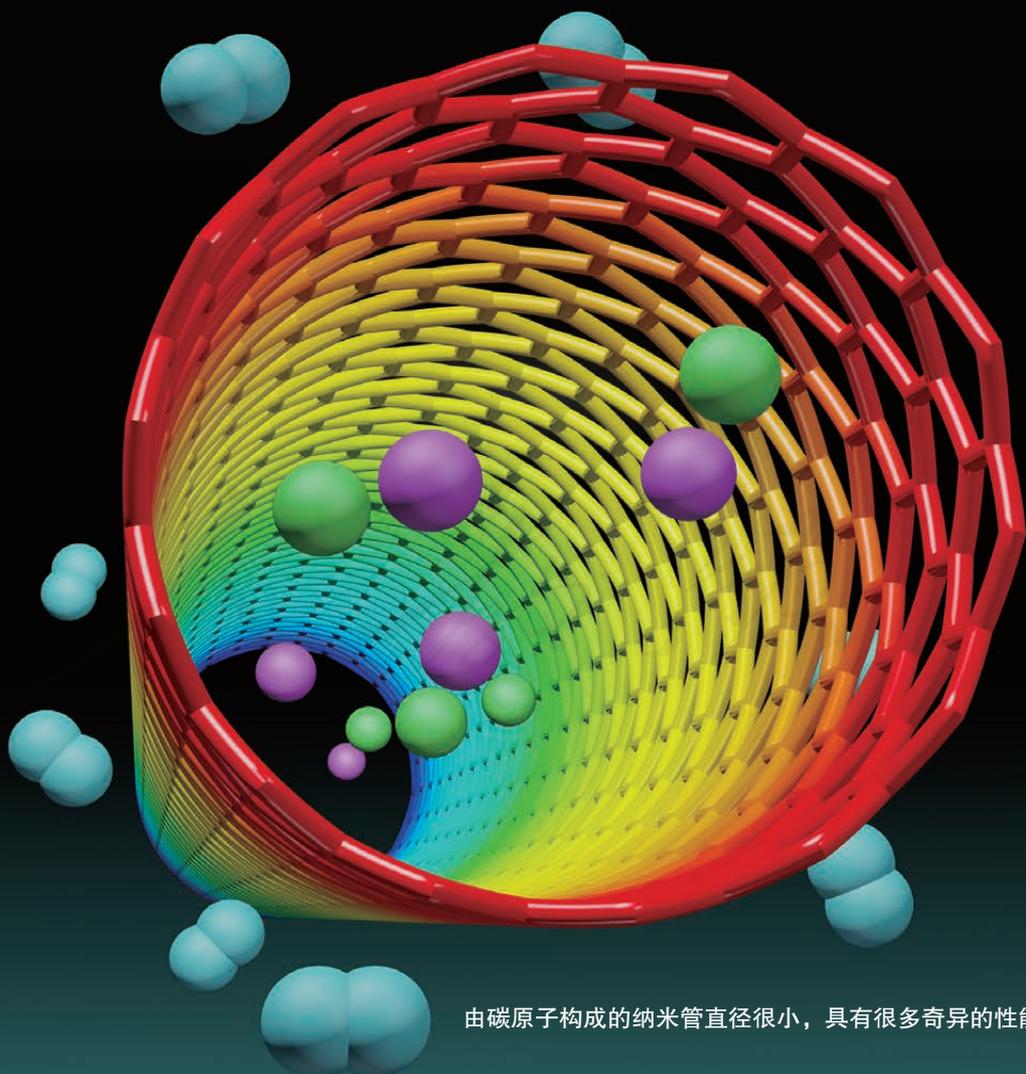
三、谈谈你学完本单元的收获。可从“空气是一种宝贵的自然资源”“氧气的性质”或“化学学习方法”等主题中任选其一进行小结, 也可以自选主题谈收获。

## 第三单元

# 物质构成的奥秘

课题1 分子和原子

课题2 元素



由碳原子构成的纳米管直径很小，具有很多奇异的性能。

# 课题1

## 分子和原子

### 一、物质是由分子和原子等构成的

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；糖块可以研磨成细小颗粒，且放到水里会“消失”，同时水有了甜味。如何来解释这些生活中常见的现象呢？

#### 实验 3-1

向盛有水的烧杯中加入少量品红（品红是一种常用的染料，呈红色粉末状），静置，观察发生的现象。

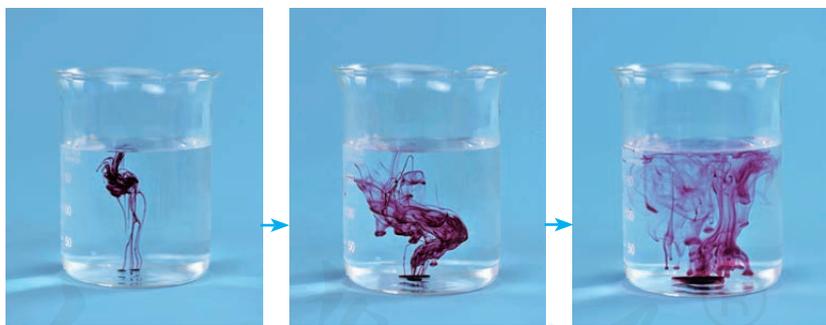


图3-1 品红在水中扩散

实验表明，品红在静置的水中会发生扩散。

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，他们提出了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，还能移走单个原子（如图3-2）。

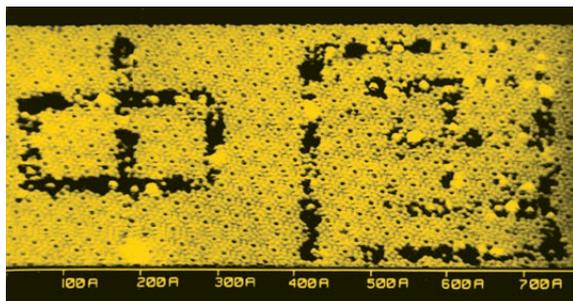


图3-2 通过移走硅原子形成的文字

分子的质量和体积都很小。例如，1个水分子的质量约是 $3 \times 10^{-26}$  kg，一滴水（以20滴水为1 mL计）中大约有 $1.67 \times 10^{21}$ 个水分子，如果10亿人来数一滴水里的水分子，每人每分钟数100个，日夜不停，需要数3万多年才能数完。

微观粒子（如分子）总是在不断地运动着，花香在空气中的扩散，湿衣服中的水在晾晒下的挥发，以及品红在水中的扩散都是分子运动的结果。在实验3-1中，如果使用的是热水，品红的扩散会更快一些，这是因为在受热的情况下，分子的能量增大，运动速率加快。

### 实验3-2

(1) 向盛有少量蒸馏水的试管中滴入1~2滴酚酞溶液，观察现象；再向其中滴入1~2滴浓氨水，观察现象。

(2) 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；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3-3）。观察几分钟。有什么现象发生？你能解释这一现象吗？



图3-3 分子运动现象的实验

实验3-2(1)表明,氨水可以使无色的酚酞溶液变为红色。在实验3-2(2)中,原本无色的小烧杯A中的溶液慢慢变成了红色。这是由于在密闭的大烧杯(或水槽)中,小烧杯B中的浓氨水挥发,挥发出来的部分氨分子会逐渐进入到小烧杯A的酚酞溶液中,使其慢慢变成红色。

### 实验3-3

取两个注射器(去掉针头),各自抽取相同体积的空气和水。分别用左手堵住注射器端口,右手轻轻推拉活塞(如图3-4)。观察空气和水哪一种的体积更易改变。

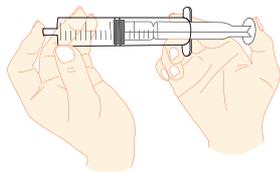


图3-4 观察空气和水的体积变化

我们知道气体可压缩贮存于钢瓶中,这是因为气体分子之间有间隔,在受压的情况下,分子间的间隔减小。相同质量的一种物质在固态、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。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。

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)。



图3-5 几种分子的模型

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，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）。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。

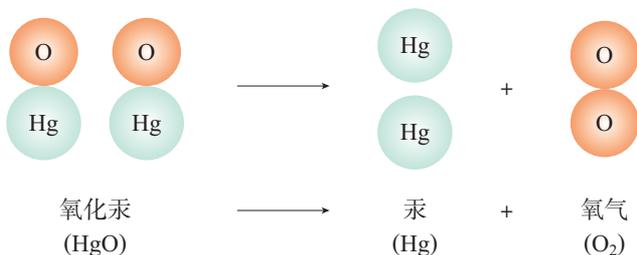


图3-6 氧化汞分子分解示意图

### 思考与交流

氢气与氯气反应生成氯化氢（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。

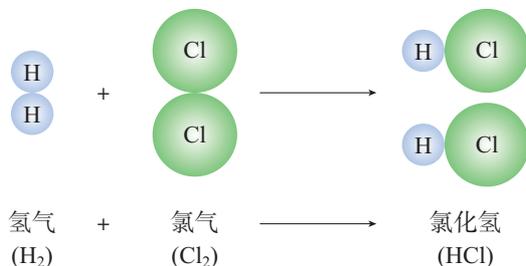


图3-7 氢气与氯气反应的示意图

## 三、原子的结构

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。

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）。原子核所带的正电荷，与核外电子所带的负电荷数量相等，电性相反，因此，原子不显电性。



图3-8 原子的体积很小

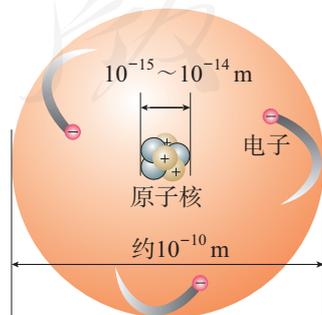


图3-9 原子的构成示意图

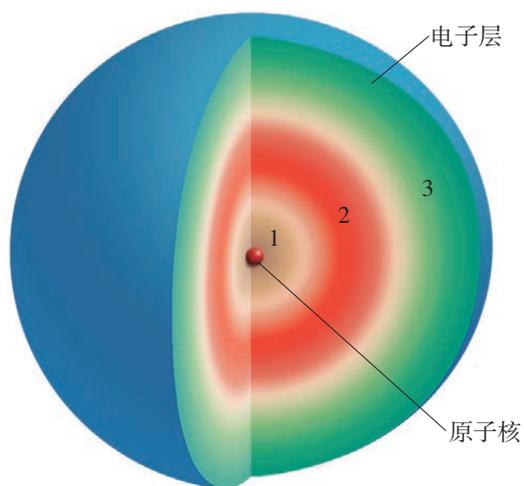


图3-10 核外电子分层排布示意图

与体积很小的原子相比，原子核更小。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，核外电子分层排布，离核近的电子能量较低，离核远的电子能量较高（如图3-10）。

### 资料卡片

#### 原子结构示意图

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3-11表示氧原子的原子结构。

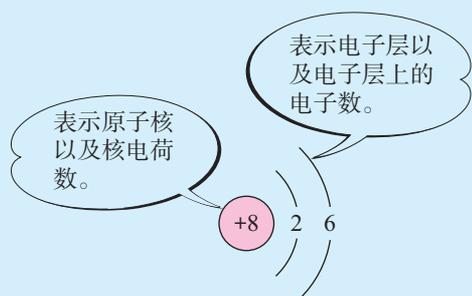


图3-11 氧原子的结构示意图

原子可以失去或者得到电子。例如钠原子因失去电子而带上正电荷；氯原子因得到电子而带上负电荷。这种带电的原子叫做**离子**。带正电的原子叫做阳离子，如钠离子（ $\text{Na}^+$ ）<sup>①</sup>；带负电的原子叫做阴离子，如氯离子（ $\text{Cl}^-$ ）。带相反电荷的钠离子与氯离子相互作用就形成了氯化钠。氯化钠就是食盐的主要成分。可见，与分子和原子一样，离子也是构成物质的粒子。

<sup>①</sup>  $\text{Na}^+$ 表示1个钠离子带1个单位正电荷， $\text{Cl}^-$ 表示1个氯离子带1个单位负电荷；右上角的“+”“-”表示电性。

## 资料卡片

### 离子的形成

氦、氩等稀有气体不易与其他物质发生反应，化学性质比较稳定，它们的原子最外层都有8个电子（氦为2个电子），这样的结构被认为是一种相对稳定的结构。以金属钠

与氯气的反应为例，钠原子的次外层有8个电子，最外层有1个电子，氯原子的最外层有7个电子（如图3-12）。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，分别形成了钠离子和氯离子，这样两者都成为相对稳定的结构（如图3-13）。

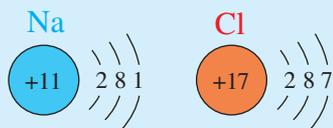


图3-12 钠原子和氯原子的结构示意图



图3-13 钠与氯气反应生成氯化钠的示意图

## 四、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 $1.67 \times 10^{-27}$  kg，1个氧原子的质量约为 $2.657 \times 10^{-26}$  kg。由于原子质量的数值太小，书写

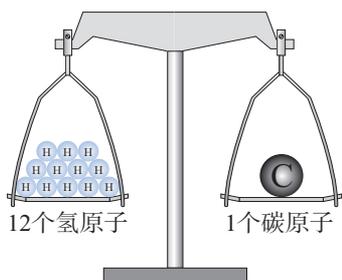


图3-14 原子的质量很小，通常使用其相对质量

和使用都不方便，所以国际上一致同意采用相对质量，即以<sup>12</sup>C原子质量的 $\frac{1}{12}$ 为标准，其他原子的质量与它相比较所得到的比值（如图3-14），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。在一般的化学计算中，多采用相对原子质量的近似值。



### 资料卡片

#### 伟大的科学家道尔顿

1766年9月6日，道尔顿出生在英国西北部的一个农村家庭。他在一所学校担任助理教员期间，在一位盲人学者的指导下，学习了拉丁文、希腊文和很多科学知识，开始对自然界进行科学观察。从此，他走上了六十多年的边教课、边自学、边研究、边写作的道路，直到1844年去世。



图3-15 道尔顿

限于当时的研究条件和经济状况，道尔顿在科学研究中要克服许多困难。例如，观测用的气压计、温度计、化学分析仪器等，都需要自己制作。除此以外，道尔顿还要战胜自身的生理缺陷。他患有色盲症，只能看到黄、青两色，这对观察实验现象是非常不利的。但是，他没有气馁，顽强地完成了许多重要的化学实验，还把色盲症作为自己的一个研究课题。

道尔顿从观察气象开始，对空气进行了大量实验研究，推测它是由氧气、氮气、二氧化碳和水蒸气四种主要物质的无数个粒子混合起来的。他还测定了20多种元素的相对原子质量，发表了世界上第一张相对原子质量表。道尔顿一生有很多著作，他在《化学哲学新体系》中提出了近代原子学说，这是科学史上的一个重要里程碑，他也因此被称为近代原子学说的奠基人。

① 这种碳原子叫做碳12，它的质量的 $\frac{1}{12}$ 等于 $1.66 \times 10^{-27}$  kg。



## 资料卡片

### 张青莲与相对原子质量的测定

中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、铊、铈、铀、铈、铊、铈、铊、铈、铊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3-16 张青莲（1908—2006）



## 学完本课题你应该知道

1. 物质是由分子、原子和离子等微观粒子构成的，这些粒子处于不停的运动之中。
2. 原子是化学变化中的最小粒子。
3. 原子是由原子核与核外电子构成的。带电的原子叫做离子。



## 练习与应用

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. 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. 碳的相对原子质量是（ ）。

A. 12 g

B. 12

C.  $1.66 \times 10^{-27}$  kg

D.  $\frac{1}{12}$  g

5. 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. 空气中只有氮气和氧气两种物质
  - 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
6. 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) 很远的地方就可闻到花香。
  - (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。
7. 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。

人教版®

# 课题2

## 元素

日常生活中，你也许对于“元素”一词并不感到陌生。例如，钙是人体生长所必需的元素，未成年人正处于生长发育阶段，需要摄入比成年人更多的钙元素。在认识了原子和原子结构之后，我们应该对元素有更多的了解。

### 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（如图3-17），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3-17 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，这些氧原子的核电荷数为8。化学上将核电荷数为8的所有氧原子统称为氧元素。同样，将核电荷数为1的所有氢原子统称为氢元素，将核电荷数为6的所有碳原子统称为碳元素。可见，**元素**是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。

## 思考与交流

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？

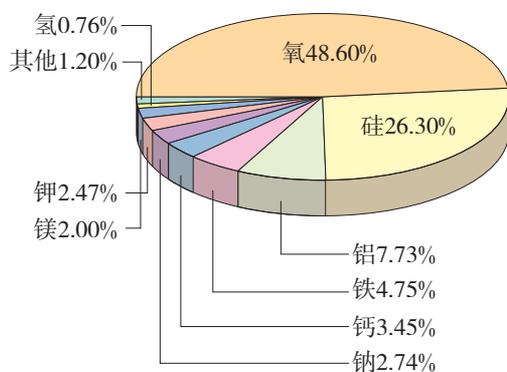
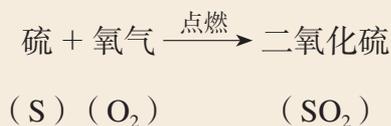
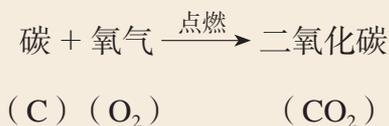


图3-18 地壳中的元素含量（质量分数）

在物质发生化学变化时，反应前后原子的种类不变。既然反应前后原子种类没有改变，元素也就不会改变。

地壳主要是由氧、硅、铝、铁等元素组成的，含量最多的是氧元素，它的质量分数接近50%，其次是硅元素（如图3-18）。在地壳中含量较少的碳、氢、氮等元素，同氧元素一样，对动植物的生命活动有着重要作用。

## 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。

国际上统一采用元素拉丁文名称的第一个字母（大写）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，就附加一个小写字母来区别，如用Cu表示铜元素，Cl表示氯元素，Ca表示钙元素。

书写元素符号时应注意，由两个字母表示的元素符号，第二个字母必须小写。

元素符号表示一种元素，还表示这种元素的一个原子。

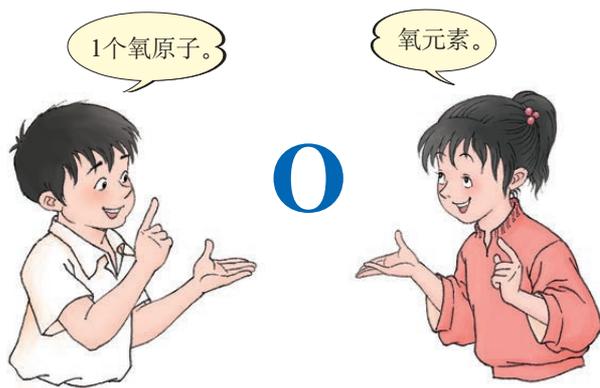


图3-19 元素符号“O”既表示氧元素，又表示1个氧原子



### 资料卡片

#### 元素的中文名称

元素中文名称的汉字有一定规律，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。

表3-1 一些常见元素的名称、元素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	硅	Si	28	铁	Fe	56
碳	C	12	磷	P	31	铜	Cu	63.5
氮	N	14	硫	S	32	锌	Zn	65
氧	O	16	氯	Cl	35.5	银	Ag	108
钠	Na	23	钾	K	39	碘	I	127
镁	Mg	24	钙	Ca	40	金	Au	197
铝	Al	27	锰	Mn	55	汞	Hg	201

### 三、元素周期表简介

超市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3-20）。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（见本书最后插页）。



图3-20 超市的商品排列有序

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

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。

元素周期表上对金属元素、非金属元素和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。每一周期开头的是金属元素（第一周期例外），靠近尾部的是非金属元素，结尾是稀有气体。

元素周期表的内容十分丰富，是学习和研究化学的重要工具。除了本书以外，很多工具书后面都附有元素周期表，供人们随时查阅。



#### 学完本课题你应该知道

1. 化学上，元素是核电荷数相同的一类原子的总称。
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. 写出下列符号的意义:

O表示\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_。2H表示\_\_\_\_\_。

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

$O_2$ 、 $CO_2$ 、 $SO_2$ 、 $CuO$	都含有	氧元素	元素符号 (    ) 原子序数 (    ) 相对原子质量 (    )
$CO$ 、 $H_2CO_3$ 、 $CH_4$ 、 $CaCO_3$	都含有	(    ) 元素	元素符号 (    ) 原子序数 (    ) 相对原子质量 (    )

3. 地壳中含量最多的元素是 (    )。

A. Si                      B. Fe                      C. Al                      D. O

4. 下列说法中，不正确的是 (    )。

- A. 碳酸钙 ( $CaCO_3$ ) 是由碳、氧两种元素组成的
- B. 二氧化碳 ( $CO_2$ )、一氧化碳 ( $CO$ ) 中都含有碳元素
- C. 水分子 ( $H_2O$ ) 和二氧化碳分子中都含有氧原子
- D. 氯化氢 ( $HCl$ ) 是由氢元素和氯元素组成的

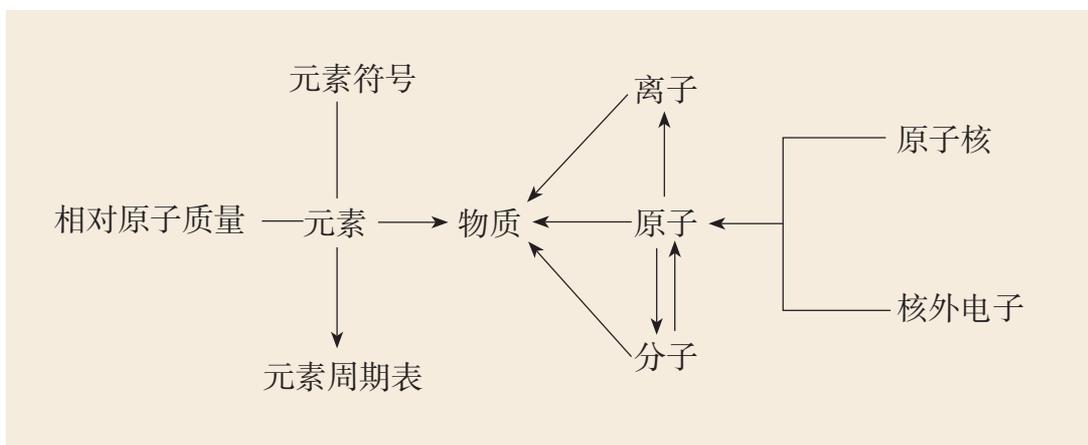
5. 写出氮、氯、硫、磷、锰、铜的元素符号。

6. 写出H、O、C、Si、K、Ag的元素名称。

7. 在元素周期表中查找氢、氧、碳、氮、钙、铁、铜元素的有关信息 (如它们的原子序数、元素符号、相对原子质量、在周期表中的位置等)。

# 单元小结

1. 分子是由\_\_\_\_\_构成的。
2. 原子是化学变化中的最小粒子。原子是由原子核和核外电子构成的。
3. 带电的原子叫做\_\_\_\_\_，它也是构成物质的粒子。
4. 元素是核电荷数相同的一类原子的总称。
5. 本单元内容可以参考下图进一步进行总结。



人教版®

# 第四单元

## 自然界的水

课题1 水的净化

课题2 水的组成

课题3 化学式

纯净的水是无色、无臭、透明的液体，水由氢、氧两种元素组成。



# 课题1

## 水的净化

自然界中的海水、河水、湖水、井水等天然水里含有许多杂质。不溶性杂质使天然水浑浊，可溶性杂质则可能使天然水有气味或颜色。

### 一、水的净化

我们的生活用水是经自来水厂净化处理过的。

#### 思考与交流

观察图4-1所示的自来水厂净水过程，指出主要经过哪些步骤除去了天然水中的杂质，变成了自来水。

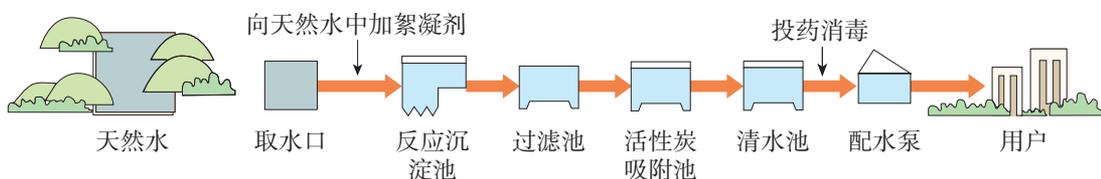


图4-1 自来水厂净水过程示意图

从图中可以观察到，自来水厂净水步骤依次为：

- (1) 从取水口取天然水后，向水中加入絮凝剂，以吸附水中悬浮的杂质；
- (2) 进入反应沉淀池，使杂质沉淀；
- (3) 进入过滤池，过滤掉不溶性杂质；
- (4) 进入活性炭吸附池，吸附除去不溶性杂质，同时吸附除去一些可溶性杂质、色素、异味等；
- (5) 进入清水池，等待消毒、配送。

在自来水厂的净水步骤中，除去水中杂质的方法有吸附、沉淀和过滤。在工业生产和化学实验室中，常用这些方法来分离混合物。

## 实验 4-1

(1) 向 1 个烧杯中加入大半烧杯浑浊的天然水（河水、湖水或井水等）。

(2) 向其中加入 3 药匙明矾粉末，搅拌溶解后，分置于 2 个烧杯中，静置，观察并记录实验现象。



图4-2 明矾有净水作用

可以看到，加入明矾的烧杯中，浑浊物较快沉降，水逐渐澄清，说明明矾有净水作用。这是因为明矾溶于水后生成一种能吸附杂质的物质，从而使杂质沉降。

## 实验 4-2

(1) 取一张圆形滤纸，如图 4-3 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没有气泡。

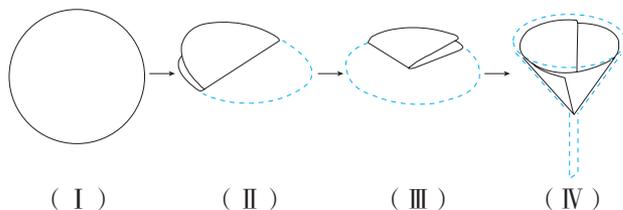


图4-3 过滤器的准备

(2) 如图 4-4 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。

(3) 取实验 4-1 中处理过的一杯液体，沿玻璃棒（其下端要靠在三层滤纸的一边）慢慢向漏斗中倾倒，注意液面始终要低于滤纸的边缘。

(4) 观察滤纸表面的残留物。

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？



图4-4 过滤液体

## 思考与交流

(1) 上面的实验中，操作关键点有哪几个？

(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。

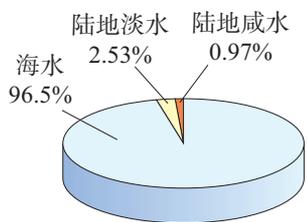


图4-5 全球海水、陆地水储量比  $1.07 \times 10^{16} \text{ m}^3$ 。

## 二、爱护水资源

地球表面约71%被水覆盖着。尽管地球上的总水储量很大，但大部分是含盐量很高的海水，淡水很少，只约占全球水储量的2.53%，其中大部分还难以利用，可利用的只约占淡水总量的30.4%，即

随着社会的发展，人类生活、生产用水量不断增加，水体污染现象日益严重，加剧了可利用水的减少，使水资源更显短缺。据统计，当今世界上有80多个国家的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。

我国的水资源总量不小，为  $2.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$  (居世界第六位)，但人均水资源量很少，只有  $2\,039 \text{ m}^3$ <sup>①</sup>，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4-6 缺水造成土地沙漠化、树木枯死

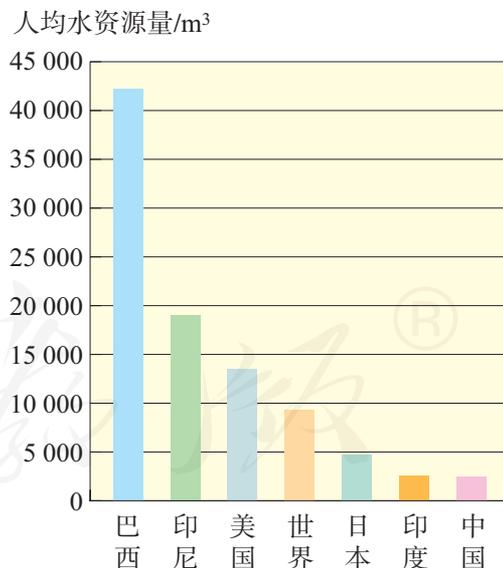


图4-7 世界人均水资源量和一些国家的人均水资源量

① 2015年国家统计局数据。



图4-8 我国各地区（香港、澳门、台湾暂未列入）人均水资源量

水是一切生命体生存所必需的物质，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，提高水的利用效益，另一方面要防治水体污染。



图4-9 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

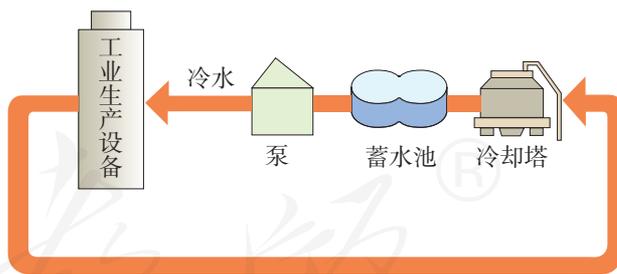


图4-10 工业用水重复利用示意图

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 $1.3 \times 10^7$  t

水体污染的来源主要有工业污染、农业污染和生活污染（如图4-11）。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，同时对污染的水体进行处理（如图4-12），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。生活污水也应实现集中处理和排放。在目前生活用水的水费单上，自来水收费项目中包含了水资源费和污水处理费（如图4-13）。

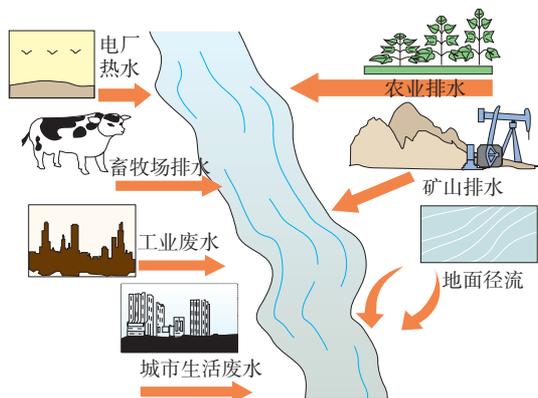


图4-11 水体污染源示意图



图4-12 污水处理厂

水表起数:	189
水表止数:	199
本期用水量:	10立方米
本次抄表后当年累计用水量:	10立方米
综合水费合计:	<b>50元</b>
自来水费:	20.7元
第一阶梯:	价格:2.07元/立方米
用量:	10立方米
金额:	20.7元
第二阶梯:	价格:4.07元/立方米
用量:	0立方米
金额:	0元
第三阶梯:	价格:6.07元/立方米
用量:	0立方米
金额:	0元
水资源费:	价格:1.57元/立方米
用量:	10立方米
金额:	15.7元
污水处理费:	价格:1.36元/立方米
用量:	10立方米
金额:	13.6元

图4-13 某地区生活用水水费单



## 阶梯水价

为引导居民节约用水，促进水资源可持续利用，2014年1月，国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部印发了《关于加快建立完善城镇居民用水阶梯价格制度的指导意见》，部署全面实行城镇居民“阶梯水价”制度。所谓“阶梯水价”，是指对使用自来水实行分类计量收费和超定额累进加价制，其基本特点是用水越多，水价越贵。例如，有的城市把居民的生活用水水价设定两个水量的分界点，从而形成三种收费标准：每月用水15吨以内，水价为0.6元/吨，15~20吨为1.4元/吨，20吨以上为2.1元/吨。

实行“阶梯水价”可以有效地提高居民的节水意识，对于水资源的节约和保护具有重要意义。



### 学完本课题你应该知道

1. 自然界中的水含有许多杂质，可以通过吸附、沉淀和过滤等方法净化。
2. 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。
3. 为了人类的生存和发展，人类必须爱惜水——节约用水，防治水体污染。



### 课外实践

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4-14），就得到一个简易净水器。试验它的净化效果。

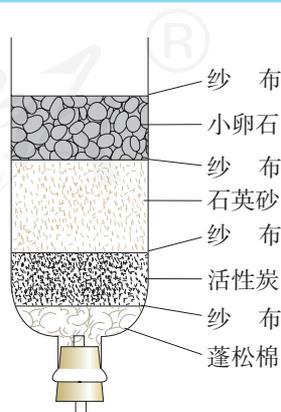


图4-14 简易净水器



## 练习与应用

1. 明矾可用于\_\_\_\_\_，是因为明矾溶于水生成的物质可以\_\_\_\_\_悬浮于水中的杂质，使之从水中分离出来。
2. 生活污水经处理后可用于冲洗厕所，通过\_\_\_\_\_操作可除去其中碎菜叶、碎塑料薄膜等固体物质；利用活性炭可除去其中的有味、有色物质，该净化方法称为\_\_\_\_\_；生活污水处理再利用的目的是\_\_\_\_\_。
3. 过滤操作需要使用的玻璃仪器有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
4. 下列关于过滤操作的叙述中，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内壁
5. 下列用水方式中，不宜提倡的是（ ）。
  - A. 使用自来水流水漂洗衣物
  - B. 洗菜、洗衣水用来冲厕所
  - C. 工业用水循环使用
  - D. 园林浇灌采用滴灌或喷灌
6. 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。
7. 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？
8. 搜集并分析下列有关资料中的一种或两种，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）和饮水机的说明书、广告宣传品。
  - (2) 报纸、杂志上有关饮用水卫生、健康的论述。



# 课题2

## 水的组成

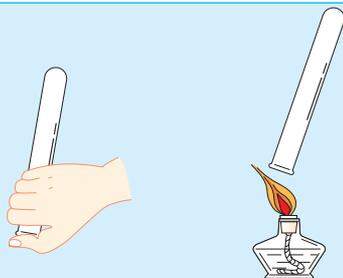
在过去很长的一段时期内，水被看作是一种“元素”。直到18世纪末，人们通过实验，对水的生成和分解进行了研究，才最终认识了水的组成。这种认识是从研究氢气的燃烧实验开始的。氢气是无色、无臭、难溶于水的气体，密度比空气的小。



### 资料卡片

#### 检验氢气纯度的方法

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4-15所示。点燃氢气时，发出的尖锐爆鸣声表明气体不纯，声音很小则表示气体较纯。



- (1) 用拇指堵住集满氢气的试管口 (2) 靠近火焰，移开拇指点火

图4-15 检验氢气的纯度



### 实验4-3

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4-16），过一会儿，观察烧杯壁上有什么现象发生。

可以看到，氢气燃烧时产生淡蓝色火焰，烧杯壁上有水滴生成。

人们在发现了氢气在空气或氧气中燃烧能生成水之后，又研究了水的分解。

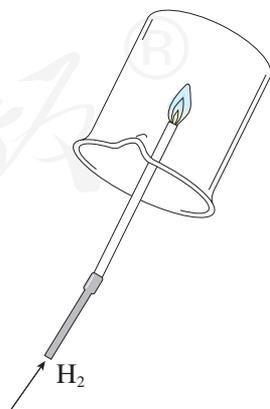


图4-16 氢气在空气里燃烧

## 探究

### 水的组成

1. 如图4-17所示，在水电解器的玻璃管里加满水（为增强导电性，可在水中加入少量硫酸钠溶液或氢氧化钠溶液），接通直流电源，观察并比较两个玻璃管中的现象差异。

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，观察现象并思考：

（1）哪个玻璃管中的气体可以使木条燃烧的火焰更旺？由此判断，该玻璃管中有哪种气体？

（2）哪个玻璃管中的气体可以点燃？由此判断，该玻璃管中有哪种气体？



图4-17 电解水实验



#### 注意

缓慢开启玻璃管活塞，使气体慢慢放出。

## 思考与交流

（1）上述实验中，水通电后生成了几种物质？

（2）分析氢气的燃烧和水的电解实验，说明其中的哪些现象和事实能够说明水不是一种元素，而是由氢、氧两种元素组成的。

与电源一端相连的玻璃管内的气体可以使木条燃烧的火焰更旺，这是氧气；与电源另一端相连的玻璃管内的气体可被点燃，这是氢气。这说明水在直流电的作用下，分解生成了氢气和氧气，也就是说，水是由氢和氧两种元素组成的。

根据精确的实验测定，每个水分子是由2个氢原子和1个氧原子构成的，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4-18。

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（ $\text{CO}_2$ ）、氧化铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）和碳酸钙（ $\text{CaCO}_3$ ）等。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（ $\text{CO}_2$ ）、氧化铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）和水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）等。由同种元素组成的纯净物叫做**单质**，如氢气（ $\text{H}_2$ ）、氧气（ $\text{O}_2$ ）、铁（ $\text{Fe}$ ）和碳（ $\text{C}$ ）等。

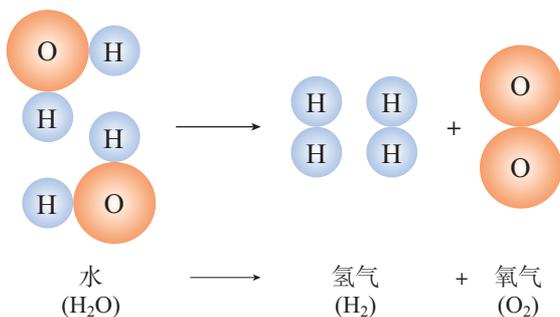


图4-18 水分子分解示意图



### 资料卡片

#### 水的组成揭秘

18世纪末，普利斯特里<sup>①</sup>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，卡文迪许<sup>②</sup>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，没能认识到这一点，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，认为水不是一种元素，而是“易燃空气”和氧的化合物，并将“易燃空气”正式命名为“生成水的元素”（Hydrogen），即氢。

<sup>①</sup> 普利斯特里（J. Priestley, 1733—1804），英国科学家。

<sup>②</sup> 卡文迪许（H. Cavendish, 1731—1810），英国科学家。



### 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。



### 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：

颜色、气味、状态（常温、常压）	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	密度（ $4^{\circ}\text{C}$ ）/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$

2. 在电解水的实验中，与电源两端相连的玻璃管上方的气体分别是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，这个实验证明了水是由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_两种元素组成的。
3. 每个水分子是由\_\_\_\_\_个氢原子和\_\_\_\_\_个氧原子构成的，因此水可以表示为\_\_\_\_\_。
4. 将下列物质分别按混合物、纯净物，单质、化合物分类。  
(1) 空气 (2) 氧气 (3) 水蒸气 (4) 铁粉 (5) 碳酸钙
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) 氢气和氧气都是单质。

# 课题3

## 化学式

物质是由元素组成的，元素可以用元素符号来表示，如何用元素符号表示单质或者化合物呢？

### 一、化学式

我们已经知道， $\text{H}_2\text{O}$ 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<sup>①</sup>。除了 $\text{H}_2\text{O}$ 外，前面学过的 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\text{HgO}$ 等化学符号都是化学式，它们分别表示了氧气、氢气、二氧化碳、氯化氢、氧化铁和氧化汞等物质的组成。

每种纯净物的组成是固定不变的，所以表示每种纯净物组成的化学式只有一个。

图4-19表示了化学式 $\text{H}_2\text{O}$ 的各种意义<sup>②</sup>。如果是2个水分子，则写成 $2\text{H}_2\text{O}$ 。



图4-19 化学式 $\text{H}_2\text{O}$ 的意义

### 思考与交流

符号 $\text{H}$ 、 $2\text{H}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $2\text{H}_2$ 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。本书统一使用化学式，不使用分子式。

② 由离子构成的物质中不存在一个个的分子，其化学式表示了该物质中各元素原子数的最简比。

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
气态非金属	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 <sub>2</sub>

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，以及不同种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省略不写；

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<sub>2</sub>；

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<sub>2</sub>读作二氧化碳，Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>读作四氧化三铁。

## 二、有关化学式的计算

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

$$\begin{aligned}\text{O}_2\text{的相对分子质量} &= 16 \times 2 \\ &= 32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O的相对分子质量} &= 1 \times 2 + 16 \\ &= 18\end{aligned}$$

### 2. 计算物质组成元素的质量比

例如：二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）中碳元素和氧元素的质量比为：

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

### 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，计算氯化钠（ $\text{NaCl}$ ）中钠元素的质量分数，可先根据化学式计算出 $\text{NaCl}$ 的相对分子质量：

$$\begin{aligned}\text{NaCl的相对分子质量} &= 23 + 35.5 \\ &= 58.5\end{aligned}$$

再计算钠元素的质量分数：

$$\begin{aligned}&\frac{\text{Na的相对原子质量} \times \text{Na的原子数}}{\text{NaCl的相对分子质量}} \times 100\% \\ &= \frac{23 \times 1}{58.5} \times 100\% \\ &= 39.3\%\end{aligned}$$

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。



## 化合价

化合物有固定的组成，即形成化合物的不同种元素有固定的原子个数比。如H与Cl结合的原子个数比为1:1，生成HCl；H与O结合的原子个数比是2:1，生成H<sub>2</sub>O。我们如何知道不同元素以怎样的原子个数比结合呢？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<sub>2</sub>O；氢气与氯气反应时，是1个氢原子结合1个氯原子生成HCl。

有一些物质，如Ca(OH)<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub>等，它们中的一些带电的原子团，如OH<sup>-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>，常作为一个整体参加反应，这样的原子团又叫做根（带电的原子团也叫离子），根也有化合价，如OH<sup>-</sup>为-1价。

表4-1 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
钠	Na	+1	碳	C	+2、+4
钙	Ca	+2	硫	S	-2、+4、+6
铜	Cu	+2	磷	P	-3、+3、+5
铁	Fe	+2、+3	硝酸根	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-1
铝	Al	+3	氢氧根	OH <sup>-</sup>	-1
氢	H	+1	碳酸根	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-2
氧	O	-2	硫酸根	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-2

知道了元素的化合价，可以根据组成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。



### 学完本课题你应该知道

1. 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。
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. 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。



### 课外实践

查看几种食品的说明书，了解其成分，以及各成分的含量，并记录其中三种标签的有关情况。



### 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个水分子\_\_\_\_\_；
  - (4) 7个氮原子\_\_\_\_\_；
  - (5) 1个氢分子\_\_\_\_\_。
2.  $2\text{N}_2$ 表示( )。
  - A. 4个氮原子
  - B. 2个氮分子
  - C. 4个氮分子
  - D. 2个氮原子
3.  $\text{SO}_2$ 的读法是( )。
  - A. 氧化硫
  - B. 二氧化硫
  - C. 硫化氧
  - D. 硫化二氧
4. 家用漂白液中含次氯酸钠( $\text{NaClO}$ )。试计算：
  - (1)  $\text{NaClO}$ 的相对分子质量；
  - (2)  $\text{NaClO}$ 中钠元素和氧元素的质量比；
  - (3)  $\text{NaClO}$ 中钠元素的质量分数。
5. 查看2种饮料或2种食品的标签或说明书，读出它们的主要成分和含量。

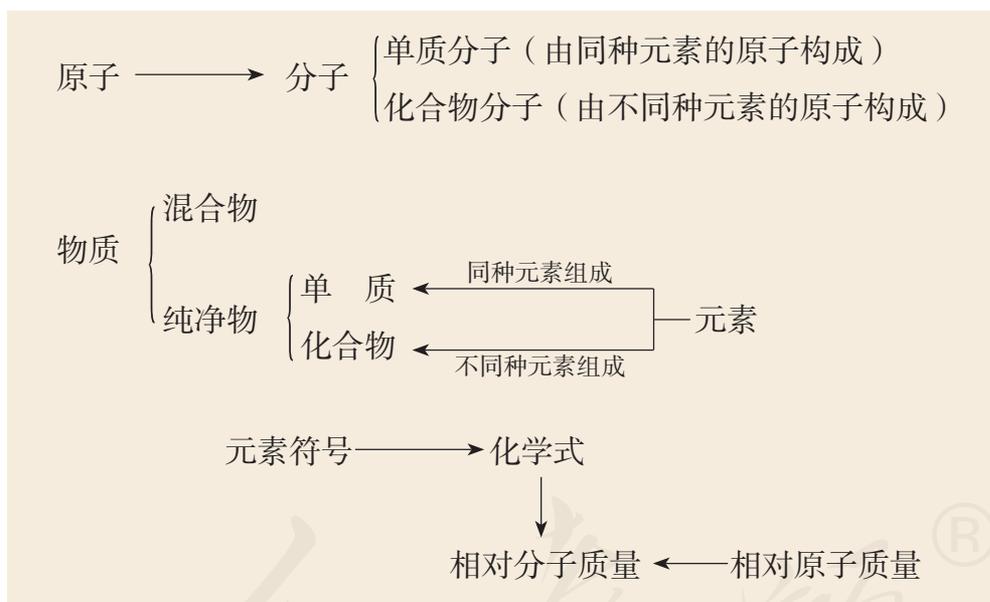
# 单元小结

## 一、化学基本概念

### 1. 填写下表

	含义或特征	举例
单质	由同种元素组成的_____	
化合物	由不同种元素组成的_____	

### 2. 有关概念之间的联系

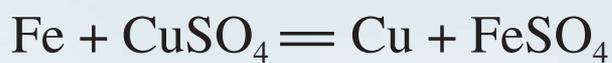


## 二、水

1. 爱护水资源主要从\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两方面采取措施。

2. 天然水都含有许多杂质, 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\_\_\_\_\_个氢原子和\_\_\_\_\_个氧原子。



化学反应普遍遵循着质量守恒定律。

# 第五单元 化学方程式

课题 1 质量守恒定律

课题 2 正确书写化学方程式

# 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，如硫燃烧生成二氧化硫，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。

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，探究各物质质量之间的关系，发现反应前后各物质的质量总和没有改变。

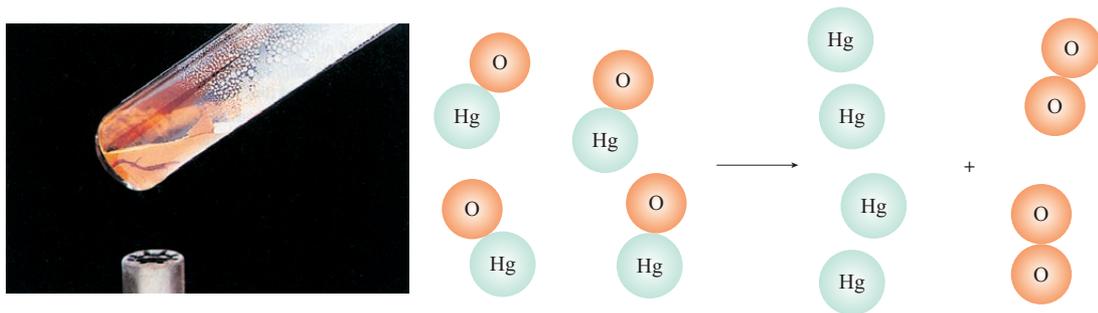


图5-1 氧化汞受热分解反应的现象和示意图

#### 实验5-1

(1) 在锥形瓶中加入适量硫酸铜溶液，塞好橡胶塞。将几根铁钉用砂纸打磨干净。

(2) 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  $m_1$ 。

(3) 将铁钉浸到硫酸铜溶液中，观察实验现象。

(4) 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  $m_2$ ，并将其与  $m_1$  进行比较。



## 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在空气中容易吸收水分的药品，必须放在玻璃器皿（如小烧杯、表面皿）里称量。

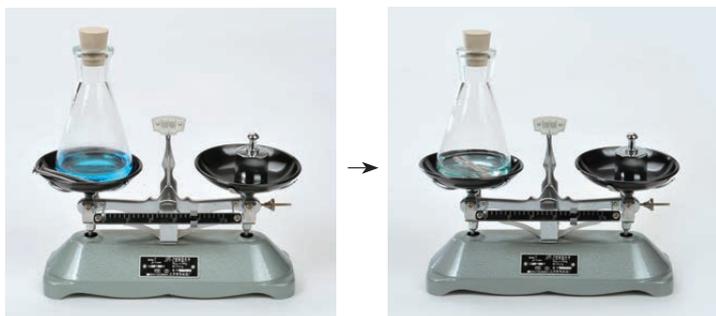


图5-2 铁与硫酸铜反应前后质量的测定



## 想一想

你预计这个反应前后的质量是否会有变化？

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**。

## 思考与交流

(1) 实验5-1中的称量结果与你的预计是否一致？为什么会出现这样的实验结果？请根据质量守恒定律进行解释。

(2) 请以氢气在氧气中燃烧生成水的反应为例，结合示意图（图5-3），从分子和原子的角度分析为什么物质在发生化学反应前后，各物质的质量总和相等。

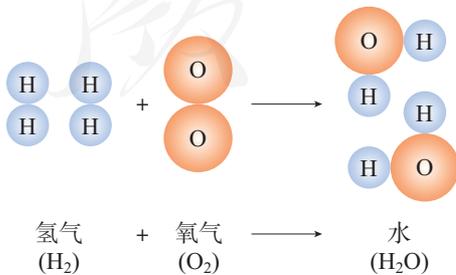


图5-3 氢气与氧气反应生成水的示意图

从图5-3可以看出，化学反应的过程就是反应物的原子重新组合得到生成物的过程。在这个过程中，原子的种类没有改变，原子的数目没有增减，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。

质量守恒定律是化学反应普遍遵循的基本规律，也是我们认识化学反应，书写化学方程式，以及进行相关计算的基础。

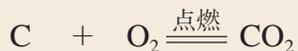
## 二、化学方程式

学习化学，常常需要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：

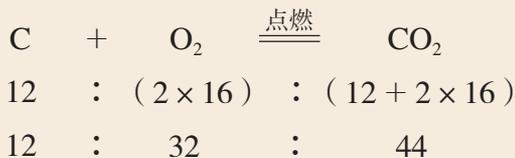


这个式子表示碳和氧气作为反应物，在点燃的条件下发生化学反应，生成二氧化碳。像这样用文字表示化学反应，书写起来很麻烦。化学家用化学式等化学语言来表示反应物和生成物，以及各物质间的量的关系。这样，以上反应可表示为：



这种用化学式等来表示化学反应的式子，叫做**化学方程式**。这个式子表明了反应物、生成物和反应条件。

另外，通过相对分子质量（或相对原子质量），上式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。

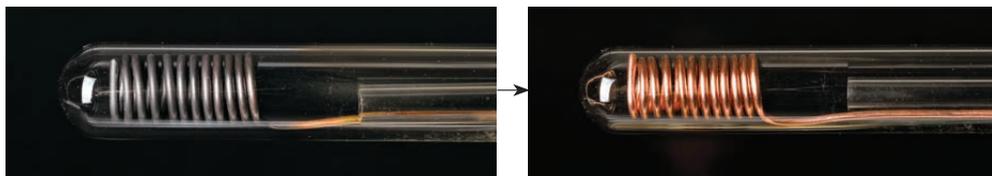


通过以上化学方程式我们可以知道：碳与氧气在点燃的条件下反应生成二氧化碳；每 12 g 碳与 32 g 氧气完全反应，生成 44 g 二氧化碳。

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，以及它们的相对数量的关系清楚地表示出来。

### 思考与交流

铜丝表面黑色的氧化铜与氢气在加热条件下可以发生反应，生成红色的铜（如图 5-4），化学方程式如下。请从物质种类、反应条件和质量等方面考虑，该化学方程式能给你提供哪些信息？



反应前

反应后

图5-4 氧化铜与氢气反应

【例题】已知化学反应  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ 。现有 56 g 铁与 159.5 g 硫酸铜恰好完全反应，生成 152 g 硫酸亚铁。请计算该反应生成的铜的质量。

【解】根据质量守恒定律，参加化学反应的铁和硫酸铜的质量总和，等于反应后生成的铜和硫酸亚铁的质量总和：

$$m(\text{Fe}) + m(\text{CuSO}_4) = m(\text{Cu}) + m(\text{FeSO}_4)$$

$$\text{因此有：} m(\text{Cu}) = m(\text{Fe}) + m(\text{CuSO}_4) - m(\text{FeSO}_4)$$

$$= 56 \text{ g} + 159.5 \text{ g} - 152 \text{ g}$$

$$= 63.5 \text{ g}$$

答：生成的铜的质量是 63.5 g。



### 学完本课题你应该知道

1. 质量守恒定律是化学反应普遍遵循的基本规律，它揭示了化学反应中反应物和生成物之间的质量关系，即参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和。

2. 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和质量；等等。



### 练习与应用

- 硫在氧气中燃烧的化学方程式是： $S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$ 。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\_\_\_\_\_ g 硫与\_\_\_\_\_ g 氧气恰好完全反应，生成\_\_\_\_\_ g 二氧化硫。
- 根据化学方程式可以获得的信息是（ ）。
  - 该反应中的反应物和生成物
  - 各反应物和生成物的质量比
  - 反应发生所需要的条件
  - 化学反应的快慢
- 已知化学反应  $A + B = C$ ，5 g A 与足量 B 充分反应可以得到 8 g C，则实际参加反应的 B 的质量是（ ）。
  - 8 g
  - 5 g
  - 13 g
  - 3 g
- 请根据质量守恒定律解释下列现象。
  - 铁粉在空气中加热后，生成物的质量比原来铁粉的质量大。
  - 高锰酸钾受热分解后，剩余固体的质量比原反应物的质量小。
- 判断下列说法是否正确。如不正确，请说明原因。
  - 蜡烛燃烧后质量减小，说明质量守恒定律不是普遍规律。
  - 铁钉生锈后质量增大，说明质量守恒定律不是普遍规律。

## 课题2

# 正确书写化学方程式

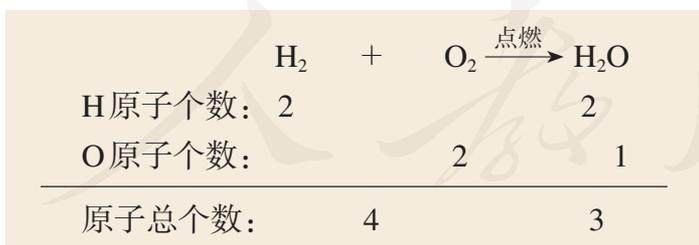
### 一、正确书写化学方程式

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：



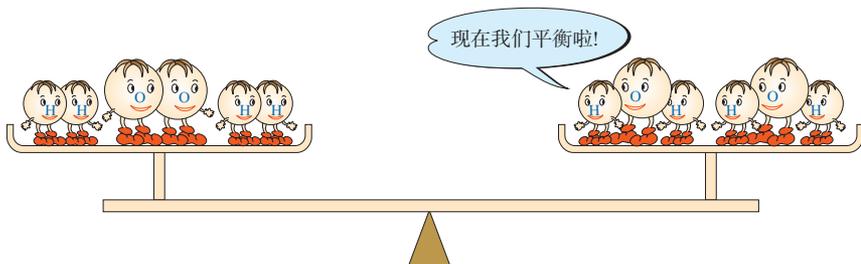
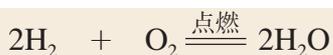
这个化学方程式等号两边的原子种类相同，数目相等，我们就说这个化学方程式已经配平了。但有的化学方程式两边原子数目不同，还需要我们对它进行配平。例如，氢气与氧气反应生成水：



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，就需要在化学式前面配上适当的化学计量数。

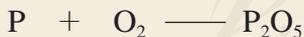


如果在 $\text{H}_2$ 前配上2, 在 $\text{H}_2\text{O}$ 前配上2, 可以使式子两边的H、O原子数目都相等, 这个化学方程式就配平了。

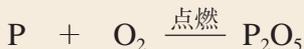


下面以磷在空气中燃烧生成五氧化二磷的反应为例, 说明书写化学方程式的具体步骤。

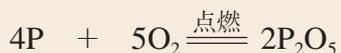
1. 根据实验事实, 在式子的左、右两边写出反应物和生成物的化学式, 并在式子左、右两边之间画一条短线。



2. 注明化学反应发生的条件, 把加热(常用“ $\Delta$ ”号表示)、点燃、通电等反应条件写在短线的上方。



3. 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，把短线改成等号。

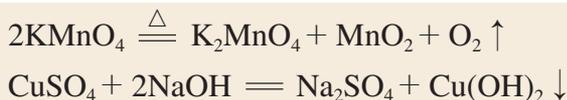


3

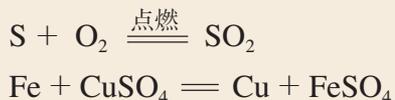
### 方法导引

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 $\text{O}_2$ 前面配上5，在 $\text{P}_2\text{O}_5$ 前面配上2。此时式子（ $\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$ ）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。

如果生成物中有气体逸出，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沉淀，在固体物质的化学式右边要注“↓”号。例如：



但是，如果反应物和生成物中都有气体，气体生成物就不注“↑”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：



## 二、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，便于合理地利用资源。

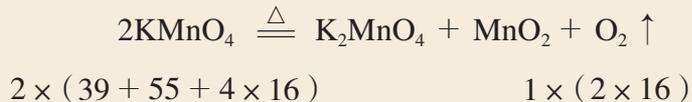
下面，用实例来说明利用化学方程式进行计算的步骤和方法。

【例题】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）

### 【计算步骤】

- (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 $x$ 。



6.3 g

$x$

$$\frac{2 \times 158}{32} = \frac{6.3 \text{ g}}{x}$$

$$x = \frac{32 \times 6.3 \text{ g}}{2 \times 158} = 0.6 \text{ g}$$

答：加热分解6.3 g高锰酸钾，可以得到0.6 g氧气。



### 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。配平化学方程式时，需要在反应物和生成物的化学式前面配上适当的化学计量数，使每一种元素的原子总数相等。

2. 利用化学方程式，可以根据实际参加反应的一种反应物或生成物的质量，计算出其他反应物或生成物的质量。



### 练习与应用

- 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
- 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
- 书写下列反应的化学方程式。
  - 铁在氧气中燃烧生成四氧化三铁。
  - 氢气与氯气反应生成氯化氢。
  - 水通直流电生成氢气和氧气。
- 某化合物 X 在空气中发生燃烧反应的化学方程式为： $X + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2 + 2H_2O$ ，试推测 X 的化学式。
- 工业上，煅烧石灰石（主要成分是  $CaCO_3$ ）可制得生石灰（ $CaO$ ）和二氧化碳，请写出该反应的化学方程式。煅烧含 100 kg 碳酸钙的石灰石，可以制得氧化钙的质量是多少？

# 单元小结

1. 质量守恒定律是化学反应普遍遵循的基本规律，它揭示了化学反应中反应物和\_\_\_\_\_之间的质量关系，即参加化学反应的各物质的质量总和\_\_\_\_\_反应后生成的各物质的质量总和。

2. 化学方程式是重要的化学用语，能从“质”和“量”两个方面表示具体的化学反应。书写化学方程式要遵循的原则是：(1)\_\_\_\_\_；(2)\_\_\_\_\_。

3. 与化学方程式相关的知识如下图所示。



# 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 二氧化碳和一氧化碳

卷畫溪山隱居  
墨色能存至今  
是在常温下  
碳單質的化學  
性質不活潑  
邵彌

这是明末清初书画家邵弥绘制的《贻鹤寄书图》（局部），它的墨色能够保存至今是因为在常温下碳单质的化学性质不活泼。



# 课题1

## 金刚石、石墨和C<sub>60</sub>

我们知道，物质是由元素组成的。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，仅仅由同一种元素可以组成不同的物质吗？

研究表明，透明的金刚石、灰色的石墨、分子结构与足球相似的C<sub>60</sub>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

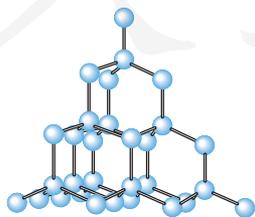
#### 1. 金刚石

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，可以成为钻石。

金刚石可用来裁玻璃，切割大理石，加工坚硬的金属，还可以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。事实的确如此，它是天然存在的最硬的物质。



金刚石



金刚石的结构

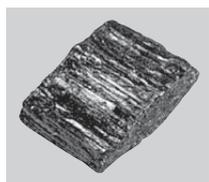


钻石



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

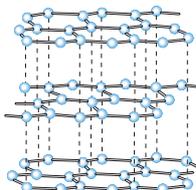


石墨

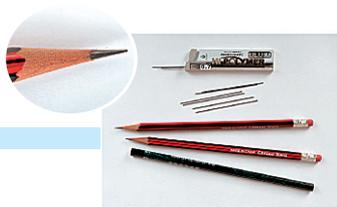
## 2. 石墨

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

石墨的结构



石墨可用于制铅笔芯



石墨电极



干电池

石墨电刷



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。

### 实验 6-1

(1) 如图 6-3 (I) 所示，向盛有半瓶水的锥形瓶中，加入一滴红墨水，使水略显红色。

(2) 如图 6-3 (II) 所示，向锥形瓶中投入几块烘烤过的木炭，轻轻振荡锥形瓶，观察现象并分析。

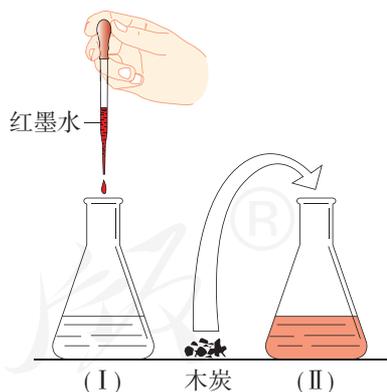


图6-3 木炭吸附红墨水

可以看到，锥形瓶里液体的颜色由红色逐渐变浅，最终褪为无色。这是因为木炭具有疏松多孔的结构，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，工业上制白糖时也利用活性炭来脱色。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有害气体，等等。



图6-4 活性炭的用途

### 思考与交流

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。

可以看出，物质的性质在很大程度上决定了物质的用途，而物质的用途在一定程度上反映了物质的性质。

### 3. $C_{60}$

科学家发现，除了金刚石、石墨，还有一类新的以单质形式存在的碳，如 $C_{60}$ 。

每个 $C_{60}$ 分子是由60个碳原子构成的。 $C_{60}$ 的分子结构形似足球（如图6-5），这种足球结构的 $C_{60}$ 分子很稳定。 $C_{60}$ 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。



图6-5  $C_{60}$ 的分子结构和足球相似



## 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、信息等领域具有重要的应用前景。

2004年，科学家成功地从石墨中分离出石墨烯（即单层的石墨片），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——厚度与一个碳原子直径相当，仅为0.335 nm。这一成果震惊了科学界，相关科学家获得2010年诺贝尔物理学奖。石墨烯优异的导电、导热性和其他奇特性质正激励着科学家不断去探索。可以相信，随着科学技术的发展，碳单质的用途将不断扩大。

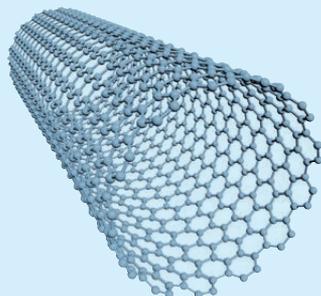


图6-6 碳纳米管

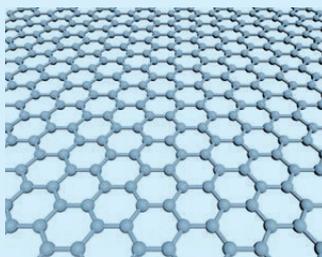


图6-7 石墨烯

## 二、碳单质的化学性质

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？

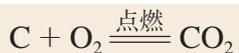
在常温下，碳单质的化学性质不活泼。它受日光照射或与空气、水分接触，都不容易起变化。如果温度升高，碳单质的活泼性又如何呢？



图6-8 古画

## 1. 碳单质与氧气的反应

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。



当木炭燃烧不充分的时候，生成一氧化碳，同时放出热。



## 2. 碳单质与氧化铜的反应

### 实验6-2

(1) 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。

(2) 将试管固定在铁架台上，在试管口塞上带导管的橡胶塞，并将导管通入澄清石灰水中，如图6-9所示。

(3) 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，观察澄清石灰水中的现象。

(4) 先从石灰水中撤出导管，然后熄灭酒精灯。待试管冷却后，把试管里的粉末倒在纸上。观察现象并分析。

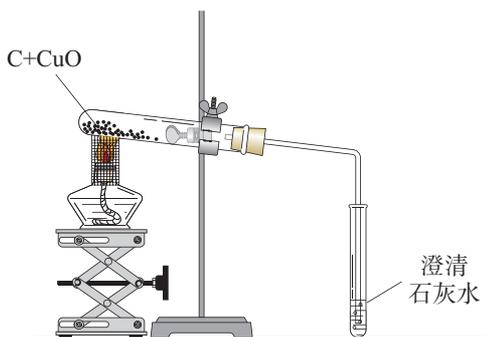


图6-9 木炭还原氧化铜

可以看到，澄清石灰水变浑浊，倒在纸上的粉末里有红色物质生成。这是因为木炭与氧化铜反应，生成铜和二氧化碳。反应的化学方程式如下：



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。



### 学完本课题你应该知道

1. 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，碳单质的化学性质不活泼。在高温下，碳单质能够与氧气、氧化铜等物质发生反应。
4. 物质的性质在很大程度上决定物质的用途。



### 课外实践

把一根石墨棒（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？

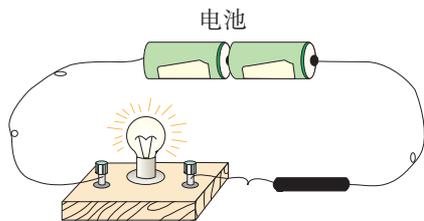


图6-10 石墨导电实验



### 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. 木炭与氧化铜反应，生成\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
3. 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. 铅笔芯是用石墨粉末和黏土粉末混合制成的。为什么铅笔芯在纸上画过会留下黑色痕迹？
5. 在书写档案时，规定应使用碳素墨水。为什么？
6. 写出木炭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，需要木炭的质量至少是多少？

## 课题2

# 二氧化碳和一氧化碳

常见的碳的氧化物有二氧化碳和一氧化碳，它们都是与人类生产、生活有密切关系的气体。从化学式来看，1个二氧化碳( $\text{CO}_2$ )分子比1个一氧化碳( $\text{CO}$ )分子多1个氧原子，这就使得它们的性质有很大的不同。例如，二氧化碳可用于灭火，而一氧化碳却可以燃烧。

### 一、二氧化碳

#### 1. 二氧化碳的性质

##### 实验 6-3

(1) 取一个收集满二氧化碳的集气瓶，观察二氧化碳的颜色和状态。

(2) 将两支点燃的蜡烛分别放在白铁皮架的两个台阶上，然后把白铁皮架放入烧杯中。

(3) 如图6-11所示，将二氧化碳气体慢慢倒入烧杯中，观察现象并分析。

可以看到，二氧化碳是一种没有颜色的气体；将二氧化碳倒入烧杯中时，烧杯中下层蜡烛的火焰先熄灭，上层的后熄灭。这个实验说明：第一，二氧化碳既不燃烧，也不支持燃烧；第二，二氧化碳的密度比空气的大。

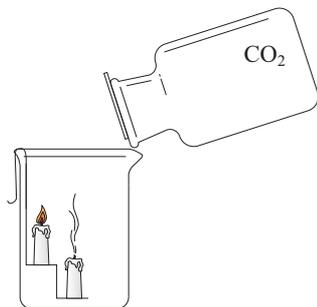


图6-11 倾倒二氧化碳

### 实验 6-4

(1) 用一个质地较软的塑料瓶，收集满一瓶二氧化碳气体。

(2) 如图 6-12 所示，向塑料瓶中加入约  $\frac{1}{3}$  体积的水，立即旋紧瓶盖，振荡。观察现象并分析。

可以看到，塑料瓶变瘪，这说明二氧化碳能溶于水。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。

二氧化碳溶于水的过程中，有没有发生化学变化呢？

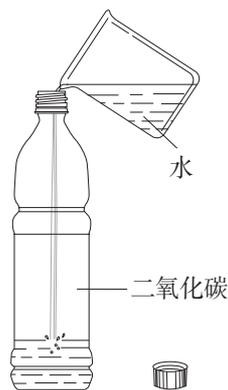


图 6-12 二氧化碳的溶解性实验

### 实验 6-5

(1) 取 4 朵用石蕊<sup>①</sup>溶液染成紫色的干燥的纸花。

(2) 如图 6-13(I) 所示，向第一朵纸花上喷稀醋酸，观察纸花的颜色变化。

(3) 如图 6-13(II) 所示，向第二朵纸花上喷水，观察纸花的颜色是否发生变化。

(4) 如图 6-13(III) 所示，将第三朵纸花直接放入盛满二氧化碳的集气瓶中，观察纸花的颜色是否发生变化。

(5) 如图 6-13(IV) 所示，将第四朵纸花喷上水，然后放入盛满二氧化碳的集气瓶中，观察纸花的颜色变化。

(6) 将第四朵纸花取出，小心地用吹风机烘干，观察现象。



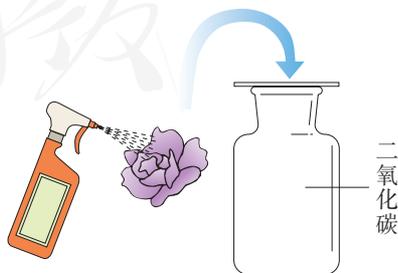
(I) 喷稀醋酸



(II) 喷水



(III) 直接放入二氧化碳中



(IV) 喷水后放入二氧化碳中

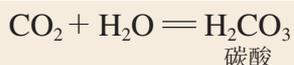
图 6-13 二氧化碳与水的反应

<sup>①</sup> 石蕊是一种色素，遇酸变成红色。

	(I)	(II)	(III)	(IV)	烘干第四朵纸花
现象	第一朵纸花由紫色变成红色	第二朵纸花不变色	第三朵纸花不变色	第四朵纸花由紫色变成红色	纸花由红色又变成紫色

上述实验说明，醋酸能使石蕊变红，水不能使石蕊变红，二氧化碳也不能使石蕊变红。那么，为什么将纸花喷水后放入二氧化碳中就能使石蕊变红呢？

二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸能使紫色石蕊变成红色。



碳酸不稳定，容易分解生成二氧化碳和水。



当烘干第四朵纸花时，碳酸分解，二氧化碳从溶液里逸出，所以红色石蕊又变成紫色。

## 2. 二氧化碳的检验

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  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  反应，生成了白色的碳酸钙沉淀。



这个反应可以用来检验二氧化碳。

## 3. 二氧化碳的用途

利用二氧化碳能溶于水的性质可生产汽水等碳酸饮料（如图6-14）。在一定条件下，二氧化碳会由气体变成液体或固体。固态二氧化碳叫做“干



图6-14 汽水中含有二氧化碳

冰”（如图6-15）。干冰升华<sup>①</sup>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，以及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，于是就下雨了。这就是干冰用于人工降雨的奥秘。干冰还用于剧场、影视、晚会等制造云雾缭绕的舞台效果（如图6-16）。

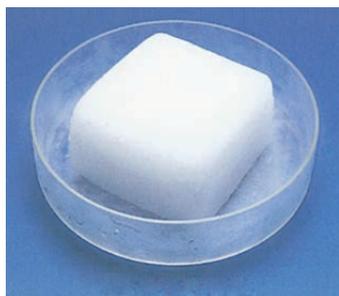


图6-15 干冰



图6-16 干冰可用于制造云雾缭绕的舞台效果

此外，二氧化碳在生活和生产中还具有广泛的用途（如图6-17）。

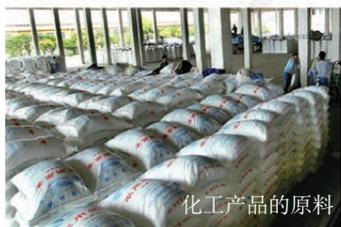
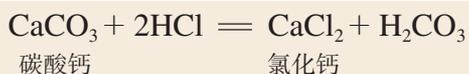


图6-17 二氧化碳的用途

<sup>①</sup> 升华是指固态物质不经液态直接变为气态的现象。

#### 4. 二氧化碳的实验室制取

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：



碳酸容易分解，总的化学方程式是：



实验室里应采取什么样的装置来制取二氧化碳呢？

从反应原理可知，这个反应在常温时就能进行，因此不需要酒精灯等加热装置。大理石（或石灰石）是固体，而稀盐酸是液体，反应前需要把这两种物质隔离。因此，大理石可装在锥形瓶中，而稀盐酸可由长颈漏斗加入。在锥形瓶的上口还需配一个带导管的橡胶塞，以便把生成的气体导入集气瓶。

二氧化碳能溶于水，而且会与水反应，因此，通常不采用排水集气法，而采用排空气集气法。二氧化碳的密度比空气的大<sup>①</sup>，因此，集气瓶的瓶口应向上，即采用向上排空气集气法。至此，我们已经确定实验室里制取二氧化碳的装置，如图6-18所示。

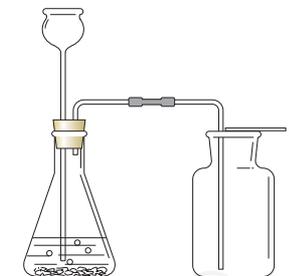


图6-18 实验室里制取二氧化碳的一种装置

<sup>①</sup> 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。

## 实验6-6

(1) 按照图6-19(I)所示连接装置。在锥形瓶中放入5~6小块大理石(或石灰石), 然后从长颈漏斗注入20 mL稀盐酸。观察锥形瓶中发生的现象。

(2) 将生成的气体通入澄清石灰水中, 如图6-19(II)所示。观察澄清石灰水中的现象。

(3) 将通入澄清石灰水中的导管取出, 用水冲洗干净。然后将导管通入集气瓶中。

(4) 过一会儿, 将燃着的木条放在集气瓶瓶口, 检查集气瓶中是否已收集满二氧化碳, 如图6-19(III)所示。用玻璃片盖住已收集满二氧化碳的集气瓶。

可以看到, 稀盐酸与大理石(或石灰石)反应很剧烈, 产生大量的气泡。把气体通入澄清石灰水中, 澄清石灰水变浑浊, 证明生成的气体是二氧化碳。根据二氧化碳既不燃烧, 也不支持燃烧的性质, 将燃着的木条放在集气瓶瓶口, 如果火焰熄灭, 则证明瓶中已充满了二氧化碳。

### 5. 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。

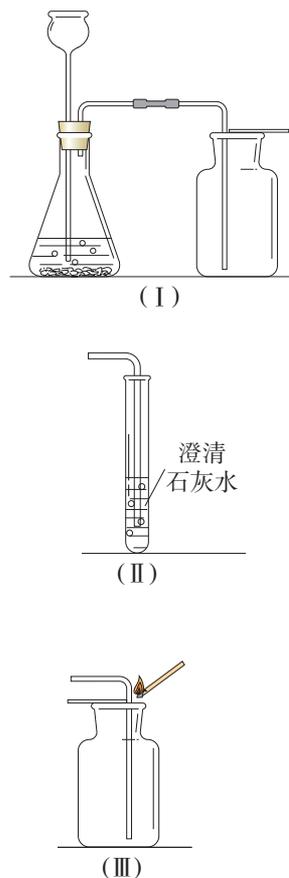


图6-19 实验室里制取和检验二氧化碳

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

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  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

人和动植物的呼吸，煤、石油和天然气等化石燃料的燃烧都产生二氧化碳，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6-20）。

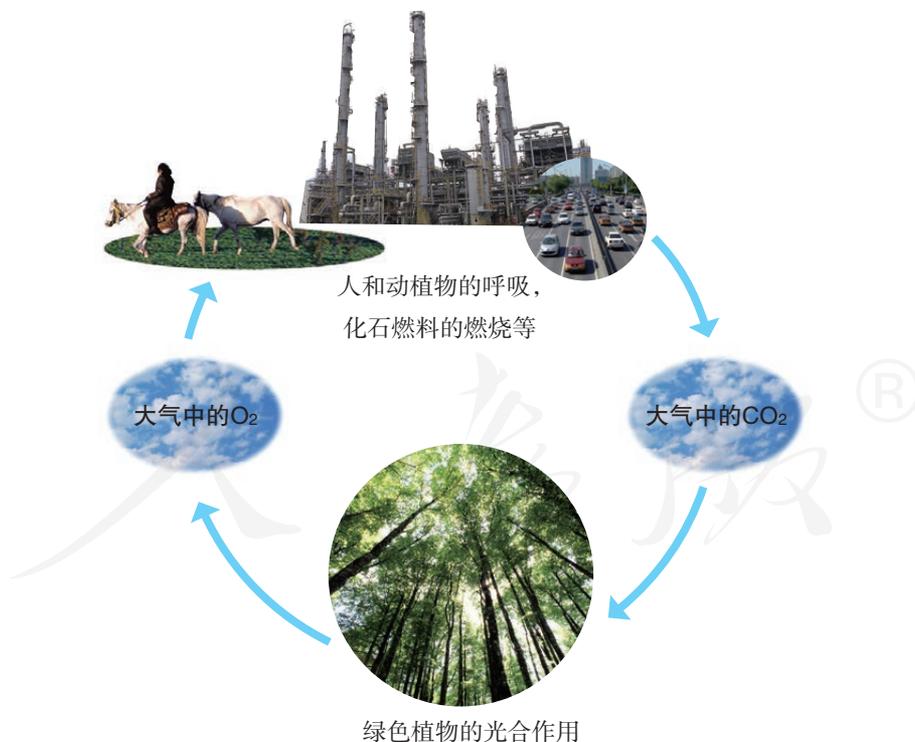


图6-20 自然界中二氧化碳的循环

但是近几十年来，人类所消耗的化石能源急剧增加，而能够吸收二氧化碳的森林不断减少，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。全球气候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；加剧土地沙漠化，造成农业减产；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减少二氧化碳的排放量。让我们积极行动起来，从一点一滴做起，努力减少二氧化碳的排放量，为保护地球尽一份责任。



图6-21 冰川融化导致北极熊的栖息地收缩

## 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。



煤炉里煤层上方的蓝色火焰，就是一氧化碳在燃烧（如图6-23）。一氧化碳是许多气体燃料如水煤气的主要成分。

一氧化碳有毒！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，严重时甚至会危及生命。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。

一氧化碳具有还原性，能使氧化铜还原成铜，同时生成二氧化碳。



图6-22 炭火中一氧化碳的燃烧

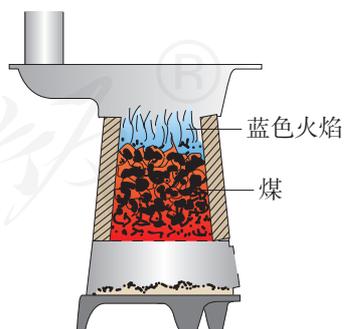


图6-23 煤炉里煤层上方的蓝色火焰是一氧化碳在燃烧



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。



### 资料卡片

#### 家中发生煤气泄漏应该怎么办

煤气厂常在家用煤气中掺入微量具有难闻气味的气体，目的在于如果发生煤气泄漏，人们能够及时察觉，避免发生一氧化碳中毒或其他危险。一旦发生煤气泄漏，应该及时开窗通风，并关闭煤气阀门；要绝对禁止能引起火花的行为，如不能开灯，不能打开抽油烟机或排风扇，不能在室内拨打电话等；要跑到空气流动的地方，并及时报警。



### 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. 实验室里常用稀盐酸与大理石（或石灰石）反应来制取二氧化碳。
4. 二氧化碳能产生温室效应。人类应积极采取措施，防止温室效应进一步增强。
5. 一氧化碳能够燃烧，具有还原性和毒性。



### 课外实践

取一个小玻璃杯，放入洗净的碎鸡蛋壳，然后加入一些醋精（或白醋），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。

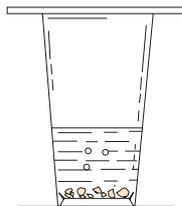


图6-24 鸡蛋壳与醋精反应



## 练习与应用

- 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\_\_\_\_\_。
- 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。
  - 能使带火星的木条复燃的是\_\_\_\_\_。
  - 能用于灭火的是\_\_\_\_\_。
  - 属于有毒气体的是\_\_\_\_\_。
  - 绿色植物进行光合作用吸收的是\_\_\_\_\_, 释放的是\_\_\_\_\_。
  - 能在空气中燃烧的是\_\_\_\_\_, 反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。
  - 能使澄清石灰水变浑浊的是\_\_\_\_\_, 反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。
  - 能与水反应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\_\_\_\_\_。
  - 能使氧化铜还原成铜的是\_\_\_\_\_, 反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。
  - 吸烟对人体有害。燃着的香烟产生的烟气中含有一种气体, 这种气体能与血液中的血红蛋白结合, 有毒。这种气体是\_\_\_\_\_。
  - 影视舞台上经常见到云雾缭绕的景象。产生这种景象可用的物质是固态的\_\_\_\_\_。
- 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?
- 足量稀盐酸与 250 g 碳酸钙反应, 生成二氧化碳的质量是多少?

# 单元小结

## 一、氧气和二氧化碳实验室制法的比较

物质	反应原理	收集方法	检验方法
氧气			
二氧化碳			

## 二、本单元知识间的联系

写出下列物质间转化的化学方程式：



# 实验活动1 化学实验基本操作

## 【实验目的】

1. 熟悉化学实验室布局，了解实验室规则以及一些常用的仪器和药品。
2. 练习药品取用、加热等化学实验基本操作。

## 【实验用品】

试管、试管架、试管夹、镊子、药匙、酒精灯、火柴、滴管、带胶头滴管的滴瓶、量筒（10 mL）、试管刷。

颗粒状石灰石（或大理石）、碳酸钠粉末、澄清石灰水、酚酞溶液、稀盐酸、氢氧化钠溶液、硫酸铜溶液、蒸馏水。

## 【实验步骤】

### 1. 固体药品的取用

(1) 如图1所示，先把试管横放，用镊子夹取两小块石灰石（或大理石）放入试管口，再把试管慢慢竖立起来，使药品缓缓地滑到试管底部。然后将试管放在试管架上，备用。

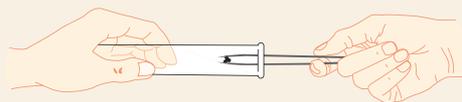


图1 向试管里加入石灰石或大理石

(2) 如图2所示，先使试管倾斜，把盛有半药匙碳酸钠粉末的药匙小心地送至试管底部，然后使试管竖立起来。将试管放在试管架上，备用。

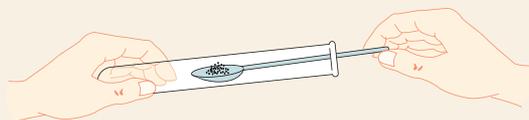


图2 向试管里加入碳酸钠粉末

### 2. 液体药品的取用

(1) 如图3所示，向试管中加入10滴澄清石灰水，再滴加1~2滴酚酞溶液，观察现象。

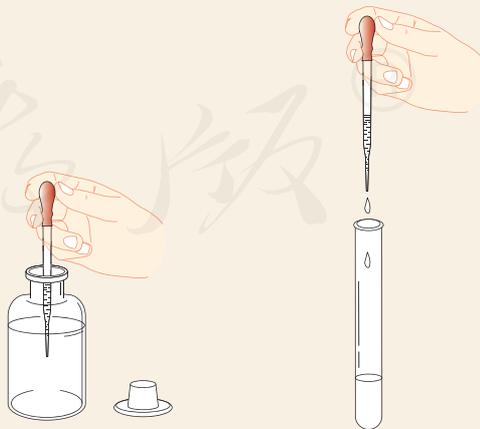


图3 用滴管取液体药品并加入试管中

(2) 如图4所示, 用10 mL量筒量取2 mL稀盐酸。将稀盐酸加入本实验1(1)盛有颗粒状石灰石(或大理石)的试管中, 如图5所示, 观察现象。

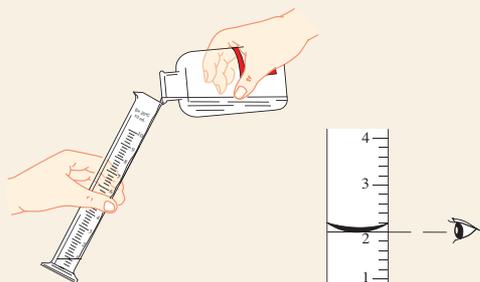


图4 量取2 mL稀盐酸

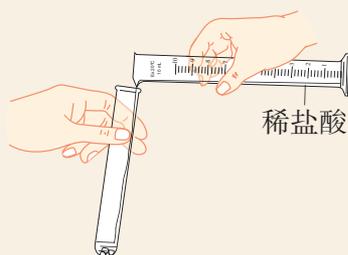


图5 向盛有石灰石(或大理石)的试管中加入稀盐酸

(3) 向本实验1(2)盛有碳酸钠粉末的试管中逐滴加入稀盐酸, 观察现象。

### 3. 物质的加热

(1) 用10 mL量筒量取2 mL氢氧化钠溶液, 倒入试管中。用滴管向该试管中滴加硫酸铜溶液, 如图6所示, 观察现象。

(2) 用试管夹夹在距试管口约 $\frac{1}{3}$ 处, 用酒精灯加热, 如图7所示, 观察现象。

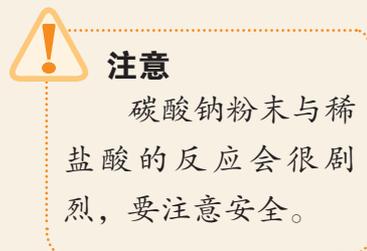


图6 向盛有氢氧化钠溶液的试管中滴加硫酸铜溶液



图7 加热氢氧化钠与硫酸铜反应后的试管

#### 4. 玻璃仪器的洗涤

如图8所示，将实验中所用的试管等玻璃仪器刷洗干净，并整理实验桌，清扫实验室。

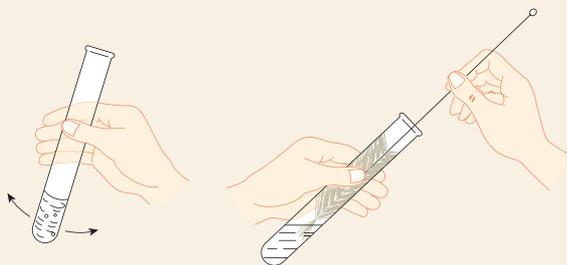


图8 洗涤试管

#### 【问题与交流】

加热氢氧化钠与硫酸铜反应后的试管时，应该注意什么？

## 实验活动2 二氧化碳的实验室制取与性质

#### 【实验目的】

1. 练习用简易装置制取二氧化碳。
2. 加深对二氧化碳性质的认识。

#### 【实验用品】

试管、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）、玻璃片、火柴。

大理石（或石灰石）、稀盐酸、澄清石灰水、蜡烛、木条、蒸馏水。

## 【实验步骤】

1. 按照图9所示连接装置。

2. 如图10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；如果没有气泡冒出，要仔细寻找原因，如是否应塞紧或更换橡胶塞，之后重复图10中的操作，直至不漏气后才能进行实验。

3. 在试管里放入3~4小块大理石(或石灰石)，然后用量筒量取15 mL稀盐酸，并将稀盐酸小心地加入试管里。立即用带有导管的橡胶塞塞住试管口，然后将生成的气体通入盛有澄清石灰水的试管里，如图11所示，观察现象。

4. 将通入石灰水中的导管取出，用水冲洗干净。如图12所示，将导管通入集气瓶中。过一会儿，将燃着的木条放在集气瓶瓶口，如果火焰熄灭，则证明瓶中已充满了二氧化碳。用玻璃片盖住已收集满二氧化碳的集气瓶，备用。

5. 如图13所示，把一支点燃的短蜡烛固定在烧杯内。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，观察现象。

## 【问题与交流】

1. 写出检验二氧化碳的反应的化学方程式。

2. 第5步实验证明二氧化碳具有什么性质？

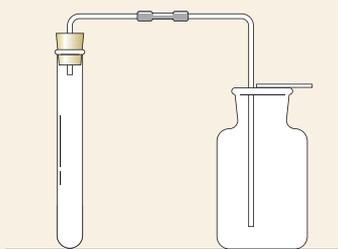


图9 制取二氧化碳的简易装置



图10 检查装置的气密性

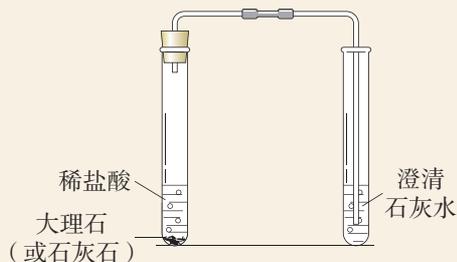


图11 检验二氧化碳

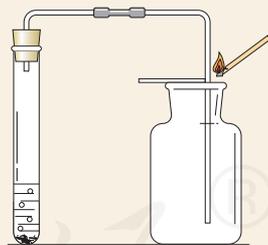


图12 检查二氧化碳是否已收集满

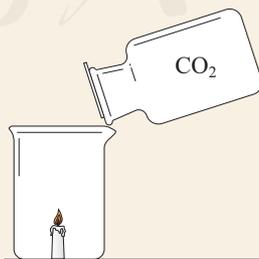


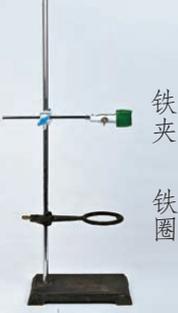
图13 把二氧化碳倒入烧杯中

# 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2中“物 质的加热”部分

续表

仪 器	用 途	注 意 事 项
<p>胶头滴管 滴瓶</p> 	<p>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</p>	<p>胶头滴管用过后应立即洗净，再去吸取其他药品 滴瓶上的滴管与滴瓶配套使用</p>
<p>铁架台</p>  <p>铁夹 铁圈</p>	<p>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</p>	
<p>漏斗</p> 	<p>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</p>	<p>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</p>
<p>试管夹</p> 	<p>用于夹持试管</p>	<p>防止烧损和腐蚀</p>
<p>玻璃棒</p> 	<p>用于搅拌、过滤或转移液体</p>	

# 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 ]	Ge	锗	72.63(1)	Po	钋	[ 209 ]
Ag	银	107.868 2(2)	H	氢	[ 1.007 84; 1.008 11 ]	Pr	镨	140.907 65(2)
Al	铝	26.981 538 6(8)	He	氦	4.002 602(2)	Pt	铂	195.084(9)
Am	镅	[ 243 ]	Hf	铪	178.49(2)	Pu	钷	[ 244 ]
Ar	氩	39.948(1)	Hg	汞	200.59(2)	Ra	镭	[ 226 ]
As	砷	74.921 60(2)	Ho	钬	164.930 32(2)	Rb	铷	85.467 8(3)
At	砹	[ 210 ]	Hs	𨧪	[ 277 ]	Re	铼	186.207(1)
Au	金	196.966 569(4)	I	碘	126.904 47(3)	Rf	𨨩	[ 265 ]
B	硼	[ 10.806; 10.821 ]	In	铟	114.818(3)	Rg	𨨪	[ 280 ]
Ba	钡	137.327(7)	Ir	铱	192.217(3)	Rh	铑	102.905 50(2)
Be	铍	9.012 182(3)	K	钾	39.098 3(1)	Rn	氡	[ 222 ]
Bh	𨭆	[ 270 ]	Kr	氪	83.798(2)	Ru	钌	101.07(2)
Bi	铋	208.980 40(1)	La	镧	138.905 47(7)	S	硫	[ 32.059; 32.076 ]
Bk	锫	[ 247 ]	Li	锂	[ 6.938; 6.997 ]	Sb	锑	121.760(1)
Br	溴	79.904(1)	Lr	𨭈	[ 262 ]	Sc	钪	44.955 912(6)
C	碳	[ 12.009 6; 12.011 6 ]	Lu	镥	174.966 8(1)	Se	硒	78.96(3)
Ca	钙	40.078(4)	Lv	𨭉	[ 293 ]	Sg	𨧇	[ 271 ]
Cd	镉	112.411(8)	Mc	𨭊	[ 288 ]	Si	硅	[ 28.084; 28.086 ]
Ce	铈	140.116(1)	Md	𨭋	[ 258 ]	Sm	钐	150.36(2)
Cf	锎	[ 251 ]	Mg	镁	24.305 0(6)	Sn	锡	118.710(7)
Cl	氯	[ 35.446; 35.457 ]	Mn	锰	54.938 045(5)	Sr	锶	87.62(1)
Cm	锔	[ 247 ]	Mo	钼	95.96(2)	Ta	钽	180.947 88(2)
Cn	𨭄	[ 285 ]	Mt	𨭌	[ 276 ]	Tb	铽	158.925 35(2)
Co	钴	58.933 195(5)	N	氮	[ 14.006 43; 14.007 28 ]	Tc	锝	[ 98 ]
Cr	铬	51.996 1(6)	Na	钠	22.989 769 28(2)	Te	碲	127.60(3)
Cs	铯	132.905 451 9(2)	Nb	铌	92.906 38(2)	Th	钍	232.038 06(2)
Cu	铜	63.546(3)	Nd	钕	144.242(3)	Ti	钛	47.867(1)
Db	𨭅	[ 268 ]	Ne	氖	20.179 7(6)	Tl	铊	[ 204.382; 204.385 ]
Ds	𨭆	[ 281 ]	Nh	𨨍	[ 284 ]	Tm	铥	168.934 21(2)
Dy	镝	162.500(1)	Ni	镍	58.693 4(4)	Ts	𨭑	[ 294 ]
Er	铒	167.259(3)	No	锘	[ 259 ]	U	铀	238.028 91(3)
Es	𨭇	[ 252 ]	Np	镎	[ 237 ]	V	钒	50.941 5(1)
Eu	铕	151.964(1)	O	氧	[ 15.999 03; 15.999 77 ]	W	钨	183.84(1)
F	氟	18.998 403 2(5)	Og	𨭎	[ 294 ]	Xe	氙	131.293(6)
Fe	铁	55.845(2)	Os	锇	190.23(3)	Y	钇	88.905 85(2)
Fl	𨭉	[ 289 ]	P	磷	30.973 762(2)	Yb	镱	173.054(5)
Fm	𨭊	[ 257 ]	Pa	镤	231.035 88(2)	Zn	锌	65.38(2)
Fr	𨭋	[ 223 ]	Pb	铅	207.2(1)	Zr	锆	91.224(2)
Ga	镓	69.723(1)	Pd	钯	106.42(1)			
Gd	钆	157.25(3)	Pm	𨭍	[ 145 ]			

- 注：1. 相对原子质量录自国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）公布的“标准相对原子质量2009”，以 $^{12}\text{C} = 12$ 为基准。
2. 相对原子质量加方括号的为放射性元素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。
4. [ a; b ] 表示该元素的相对原子质量依据其同位素丰度变化而介于a和b之间。

## 附录 III

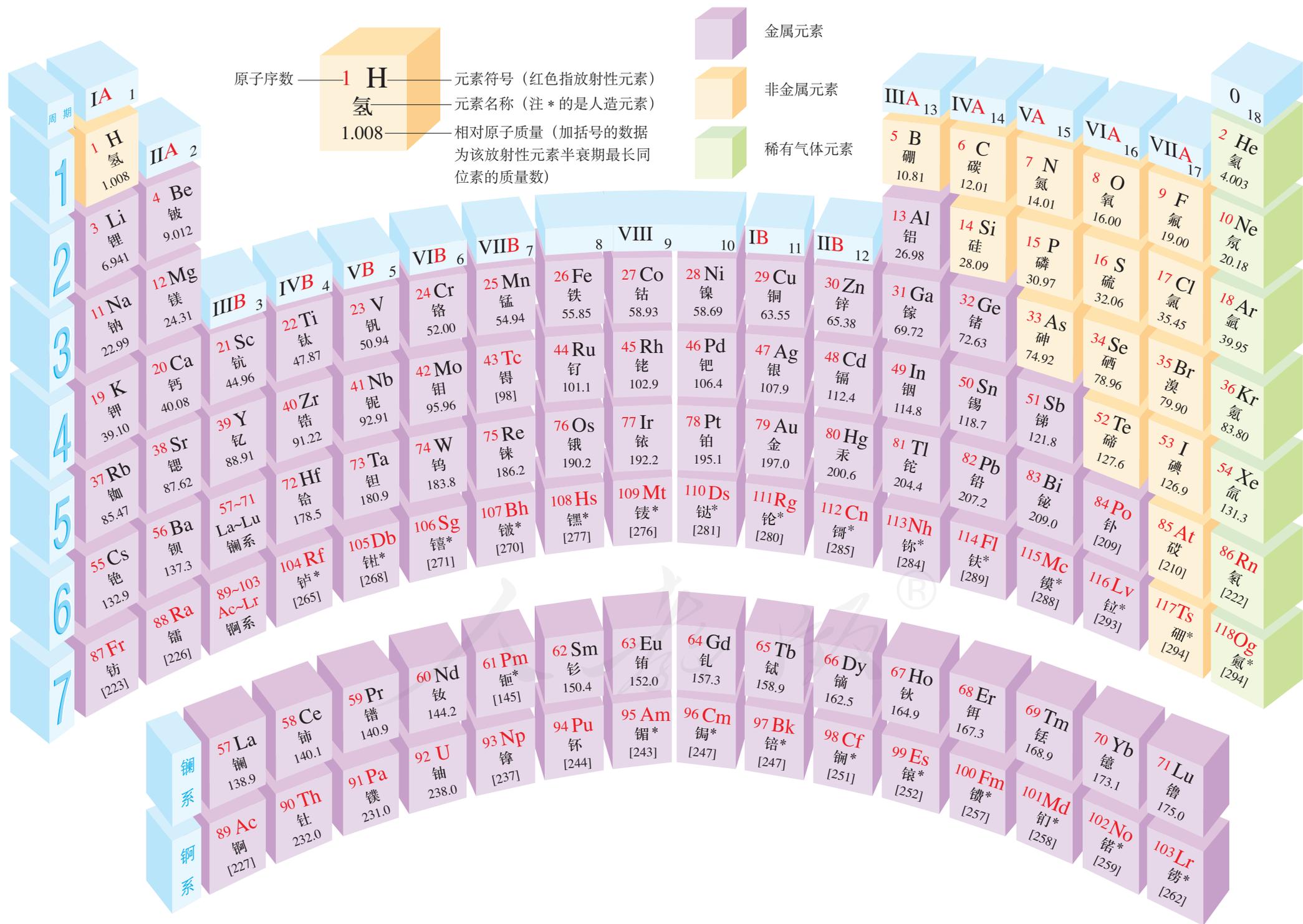
### 部分名词中英文对照表

纯净物	substance	氢气	hydrogen
单质	elementary substance	石墨	graphite
电子	electron	水	water
二氧化碳	carbon dioxide	碳	carbon
分子	molecule	稀有气体	rare gas
还原反应	reduction reaction	相对分子质量	relative molecular mass
化合物	compound	相对原子质量	relative atomic mass
化学	chemistry	氧化反应	oxidation reaction
化学反应	chemical reaction	氧气	oxygen
化学方程式	chemical equation	一氧化碳	carbon monoxide
化学式	chemical formula	元素	element
化学性质	chemical property	元素符号	atomic symbol
混合物	mixture	元素周期表	periodic table of elements
金刚石	diamond	原子	atom
空气	air	原子团	atomic group
离子	ion	质量守恒定律	law of conservation of mass





# 元素周期表



 聳校义务教育实验教科书

化学 九年级 上册



人教版®



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-32997-5



9 787107 329975 >

定价：7.30 元