



义务教育教科书

化学

H U A X U E

九年级 上册

北京出版社



义务教育教科书

化学

H U A X U E

九年级 上册

北京教育科学研究院 编

北京出版社

前言

亲爱的同学们：

翻开这本书，它将会带你进入一个五彩斑斓的化学世界。

在书中，我们精心为你设计了适合化学学习的各种板块和栏目。它们将引领你在科学的海洋中畅游，享受知识带给你的乐趣。这不仅有助于开阔你的视野，增进你对科学、技术与社会之间相互关系的理解，还将激发你的想象力、创造力和动手实践能力。

我们真诚地希望这套教科书能引发你学习化学的兴趣，培养你对科学的热爱。

学习阶段	栏目及说明		
学习前	本章将学到 明了整章学习内容及学习目标		
学习中	 交流分享 合作学习，分享已有认知或学习收获	 活动·探究 利用包括探究在内的各种活动进行学习	 联想·启示 展开联想，寻找规律或启示
	 小知识 与学习内容相关的背景知识或提示	 拓展阅读 拓展知识面，有助于理解所学知识的阅读内容	 科学方法 科学研究的常用方法
	 史实在线 与学习内容相关的化学史知识	 观察·思考 通过观察收集证据，并引发思考	 学生实验天地
学习后	 本节收获 对本节所学重点知识的简要总结	本章收获了 本章所学知识及获得的能力、方法	 课外实践 在课外学以致用，应用所学知识联系生活实际
	练习与应用 利用习题和问题巩固所学内容，进行知识迁移	巩固与自测 利用习题巩固所学内容，培养解题能力	

绿色印刷 保护环境 爱护健康

亲爱的同学：

你手中的这本教科书采用绿色印刷方式印刷，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。

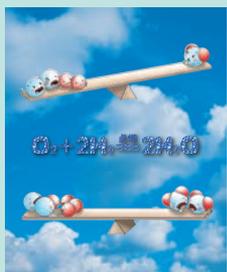
让我们携起手来，支持绿色印刷，选择绿色印刷产品，共同关爱环境，一起健康成长！

北京市绿色印刷工程

目 录

第①章 走进化学	1
第一节 化学让世界更美好.....	2
第二节 实验是化学的基础.....	9
第②章 空气之谜	23
第一节 空气.....	24
第二节 氧气的制法.....	31
第三节 氧气的性质.....	35
第③章 构成物质的微粒	45
第一节 原子.....	46
第二节 原子核外电子的排布 离子.....	53
第三节 分子.....	57
第④章 最常见的液体——水	65
第一节 水的净化.....	66
第二节 水的变化.....	72
第三节 水资源的开发、利用和保护.....	76





第5章 化学元素与物质组成的表示 83

- 第一节 初步认识化学元素 84
- 第二节 物质组成的表示——化学式 92
- 第三节 化合价 96

第6章 燃烧的学问 103

- 第一节 探索燃烧与灭火 104
- 第二节 化学反应中的能量变化 111
- 第三节 化石燃料 115

第7章 化学反应的定量研究 125

- 第一节 质量守恒定律 126
- 第二节 化学方程式 131
- 第三节 依据化学方程式的简单计算 135

第8章 碳的世界 141

- 第一节 碳的单质 143
- 第二节 二氧化碳的性质和用途 147
- 第三节 二氧化碳的实验室制法 153

附录一 161

附录二 162



第1章

走进化学

我们正走进一门新学科——化学。
我们将初步了解化学是怎样的一门学科，化学对人类的进步和发展有哪些贡献。我们还将认识到化学实验在化学学习中的重要作用。

本章将学到

- ★ 化学是怎样的一门学科
- ★ 化学让世界更美好
- ★ 物理变化和化学变化
- ★ 实验是化学的基础
- ★ 化学实验基本操作

第一节 化学让世界更美好

你听说过“化学”吧，你能否说出一些与化学相关联的事物和现象？你了解化学是怎样的一门学科，以及化学对人类有什么贡献吗？

一、化学是怎样的一门学科

在日常生活中，我们常遇到这样一些问题：铝、铁等金属是从哪里来的？为什么铁容易生锈，不锈钢却不易生锈？自来水、矿泉水、纯净水有什么不同？电池为什么能够释放电能？美丽多彩的焰火是怎样产生的？

对于这些问题，化学将为你提供满意的答案。

什么是化学？化学是研究物质变化的科学。物质是化学的研究对象，它包括存在于大气、地壳、江河湖海、生命体中的各种物质，可以说，物质世界里的一切都在化学研究之列。

化学的任务之一是认识物质和探索物质的变化规律，并把这些规律应用到科学技术与生产领域中。人们利用化学方法，并配合一些生产工艺，把石英砂转化为制造电子芯片和太阳能电池板所需的原材料硅，就是大家熟知的一个例子。除了研究、提炼和制造自然界已有的物质，化学家们还创造出许多在自然界原本不存在的物质。目前已知的数千万种物质中，绝大多数是利用化学方法合成的。化学为社会发展和人类生活质量的不断提升作出了重要的贡献。

化学主要是从物质变化的角度来研究大千世界纷繁复杂的事物和现象。下面我们看看化学是如何通过实验来研究物质变化的。



图 1-1 美丽的焰火





观察·思考

[实验操作]

1. 取一支试管，向其中加入少量冰块，在酒精灯火焰上加热。水沸腾后取一块玻璃片靠近试管口（注意不要全部蒸干）（如图 1-2 所示）。观察到的现象是_____。



图 1-2 加热试管中的冰

2. 取一小段镁条用坩埚钳夹住，在酒精灯火焰上点燃后，迅速移到石棉网上方（如图 1-3 所示）。观察到的现象是_____。

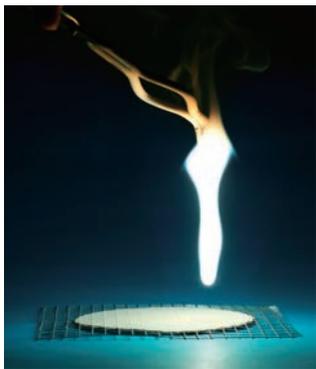


图 1-3 镁条燃烧

3. 再取一小段镁条放入试管中，倒入少量稀盐酸（如图 1-4 所示）。观察到的现象是_____。

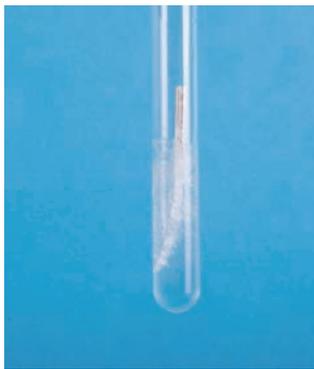


图 1-4 镁条在稀盐酸中的反应

思考讨论

以上三个实验中，物质是否都发生了变化？它们的变化有什么不同吗？

冰变成水及水蒸气，成分都是水，在变化过程中没有新物质生成，只是状态发生了变化，属于物理变化（physical change）。而镁条燃烧、镁与稀盐酸作用，都有新物质生成，属于化学变化（chemical change），也叫化学反应。燃料燃烧、食物变质、植物的光合作用、钢铁生锈等都是常见的化学变化。物质在发生化学变化时，可能伴随发光、放热、变色、产生气体或沉淀等现象。判断某一变化是否为化学变化的依据是有没有新物质生成。

物质都有着各自的特性。物质的有些性质不需要发生化学变化就能表现出来，如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度、导电性、导热性等，这



类性质叫做物理性质（physical property）。物质在发生化学变化时表现出来的性质，叫做化学性质（chemical property）。可燃性、酸性、碱性、腐蚀性等都是化学性质。

随着化学的发展，人们发现，组成世间万物的化学元素不过 100 多种。例如，可以供人和动植物呼吸的氧气（ O_2 ）、可吸收太阳紫外线的臭氧（ O_3 ）、燃烧的通常产物二氧化碳（ CO_2 ）以及水（ H_2O ），都含有氧元素（O）。除了从宏观元素的角度，化学还从分子、原子等微粒的角度研究物质。化学变化的本质可以认为是分子分解成原子和原子结合成新分子的过程。化学发展到今天，科学家们借助实验仪器不仅能“观察”到分子、原子，还能实现对它们的移动和排列。人们由此能更好地认识世界。

物质的组成和结构与性质、用途密切相关。组成和结构决定性质，性质决定用途。例如，镁燃烧产生明亮的白光，因此，一些烟花和照明弹中都掺入镁粉。人类研究物质的组成、结构和性质的目的，就是为了更好地认识自然，建设更美好的地球家园。

概括而言，化学（chemistry）是研究物质的组成、结构、性质、变化及应用的科学。

二、化学的起源和发展

化学成为一门学科的历史其实并不很长，其起源和发展却经历了极其漫长的过程。一般将 17 世纪以前称为古代化学时期，这个时期出现了炼丹术和炼金术活动以及早期的陶瓷、玻璃、酿造、染色、造纸、炼铜、炼铁以及火药等制造工艺，所形成的化学知识具有经验性和零散性的特点。



图 1-5 齐刀币（战国）



图 1-6 青花缠枝花卉纹盘



值得一提的是，虽然炼丹术和炼金术都是在错误的物质观指导下的实践活动，但在这些实践中，人们却设计了很多专用的器皿和实验方法，并积累了大量经验和事实材料，对于化学的发展起了重要的作用。比如，魏伯阳在其著作中写道“河上姤女，灵而最神。得火则飞，不见尘埃……将欲制之，黄芽为根”，描述的就是硫和汞（水银）结合成硫化汞的反应。



图 1-7 古代炼丹

从 17 世纪中叶到 19 世纪末是化学作为一门独立学科的形成和发展时期，也称近代化学时期。17 世纪中叶，英国化学家波义耳提出近代化学元素观。19 世纪初，英国化学家道尔顿提出近代原子学说。在物质中化学元素不仅以微粒——原子的形式存在，而且不同的化学元素各有其确定的质量。为了解释更多的化学现象，意大利科学家阿伏加德罗在道尔顿原子学说的基础上提出分子概念，认为由原子结合而成的分子，才是构成物质并体现其基本性质的最小微粒。从分子、原子微粒的角度来认识物质，使得人们对化学的认识趋于系统化，化学才成为一门学科，化学的发展方向、研究目标和研究方法由此进入迅猛发展的时期。随后，门捷列夫等科学家发现元素周期律并编制了元素周期表，化学在此基础上形成了自己的科学体系。

化学已经发展出无机化学、有机化学、分析化学、生物化学、物理化学、材料化学、高分子化学、环境化学等分支学科。作为一门基础学科，它是生命科学、材料科学、考古科学、信息科学、能源科学、地球科学等现代科学技术的重要基础。



三、化学是创造美好生活的帮手

联想·启示

我们日常生活中的物品，如果不是天然产物，往往需要通过化学方法生产而成。试列举一些用化学方法生产出来的物品。



图 1-8 化学与我们的生活

化学离我们并不遥远，它就在我们身边。

在穿衣方面，随着人造化学纤维的发明和大规模生产，棉花产量的不足和性能的局限得到弥补。化学纤维不仅满足人们对衣着多样化的需求，而且为登山、潜水、极地探险、航天等特殊环境的需求提供了有力的保障。

粮食生产中也有化学的贡献。化学肥料和化学农药的发明、生产和应用，保证了粮食产量持续增长，使有限的耕地基本能够满足人类对粮食的需求。面对全球人口增长、人均耕地面积下降的现状，化学还将致力于对光合作用的探索和模拟，为粮食生产的工业化作出更大贡献。

拓展阅读

巧除亚细亚刚毛草的故事

非洲曾经有一种名为亚细亚刚毛草的寄生草，对农业危害极大且难以根除。每当粮食作物播种之后，它必然出现。它的须根粘在粮食作物的主根上，夺取营养直到粮食作物枯萎，结果使粮食大幅减产。

经过化学家、农学家、生物学家合作研究，认为它的种子上应该有一种特殊的“化学雷达”，能探知粮食作物生长时所渗出的信息物质。一旦得知粮食作物已经发芽，它就破土而出，不过它只能维持四天的独立生存。科学家历经艰难，终于分析出信息物质的化学结构，并在实验室里成功合成。然后在播种前把它洒到地里，“中计”的亚细亚刚毛草就匆匆破土而出，却因无法找到宿主而死亡。农民清理“战场”之后，再播种粮食就高枕无忧了。





图 1-9 青霉素药剂

药物的研制同样离不开化学。青霉素在问世之初即拯救了成千上万“二战”将士的生命。随后，化学家陆续合成了多种抗生素用于疾病的治疗。医药化学的发展，使一些曾被视为顽症的疾病，如天花、结核、疟疾等都有了特效的专用药。医药化学为近百年来人类平均寿命的大幅提高发挥了极其重要的作用。当前，用于攻克世界难题癌症、艾滋病等的新药正在不断涌现。

除此之外，化学还帮助人类实现很多梦想，比如“嫦娥奔月”（探月工程）、“布云施雨”（人工降雨）等。



图 1-10 “嫦娥”二号奔月



图 1-11 向空中发射催雨剂实施人工降雨

不难看出，化学在保证人类衣食住行、提高人们生活质量和健康水平方面作出了重大贡献。从开始用火的原始社会，到广泛应用各种人造物质的现代社会，人类都在享用化学成果。因此，化学是“一门中心的、实用的和创造性的科学”。

四、趋利避害，用好化学

正如火能够给人类带来温暖和光明，也可能由于使用不当而导致火灾一样，化学在为人类创造更美好的生活的同时，却由于人们对很多物质的潜在危险认识不足，对化学废弃物的处理不够重视，致使生态环境遭到一定程度的破坏。

随着环境问题的日益严重，人们开始认识到应该大力发展绿色化学。绿色化学强调从源头上减少和消除工业生产对环



图 1-12 “这不是我的错”



境的污染，提高资源和能源的利用率，减少废弃物排放量，改善环境质量。

同学们，我们只有努力学好化学知识，才能充分掌握化学的“习性”，用它为人类造福，让天空更加湛蓝，空气更加洁净，湖水更加清澈，让生活更加美好！

本节收获

- ✓ 了解了化学是怎样一门学科，以及化学对人类的进步和社会发展的贡献。
- ✓ 知道了物理变化和化学变化、物理性质和化学性质。



练习与应用

1. 判断下列变化是物理变化还是化学变化。
 - (1) 纸张燃烧变成灰烬。
 - (2) 塑料板在低温下变脆。
 - (3) 酒精蒸发变成蒸气。
 - (4) 铜器表面在潮湿的空气中产生铜绿。
 - (5) 火药发生爆炸。
2. 判断下列性质是物理性质还是化学性质，并说明理由。
 - (1) 天然气可以燃烧。
 - (2) 水在低温下会结冰。
 - (3) 金属能够导电。
 - (4) 石蜡受热熔化。
 - (5) 通常条件下不锈钢制品不易生锈。
3. 查找资料，进一步了解化学在提高人类生活水平、促进科技进步中作出的贡献。
4. 你听说过有关“三聚氰胺”、“瘦肉精”等物质的报道吗？某些不法生产商把这些化学物质添加到食品和动物饲料中，危害到人畜健康，人们因此对化学产生误解。你对此有何看法？
5. 你如何评价化学在社会发展和提高生活质量中的作用？如果你将来成为化学家，你打算怎么做？



第二节 实验是化学的基础

化学是一门以实验为基础的科学。化学的各种理论假设靠实验来验证，新物质的制取方法也靠实验来探索 and 实现。实验既是化学学习的重要内容，也是学习化学的有效方式。

一、走进化学实验室

实验室是进行科学探究的重要场所。走进化学实验室，你先要熟悉实验室的布局，阅读实验室各项规则，尤其要注意一些安全事项，因为有些药品易燃、易爆、有腐蚀性或毒性，使用不当会发生危险。只有把安全放在第一位，科学、规范地进行操作，才能保证实验的成功。因此，在实验前后，你需要遵守以下基本要求：



图 1-13 化学实验室

1. 严格遵守操作规则，保护自己 and 他人安全。

2. 不能将食物和饮料带进实验室。

3. 不能在实验室内打闹和大声谈话。

4. 未征得教师同意，不能擅自动手进行实验。

5. 实验前，要预习实验内容，理解实验目的，明了实验步骤和注意事项。

6. 实验时，要穿好实验服，戴好护目镜。如实地把观察到的现象和测得的数据记录下来。

7. 做完实验后在老师指导下，整理实验桌面，清洗仪器，把仪器药品放回原处。按老师要求正确处理和回收化学试剂和药品。

8. 要认真完成实验报告（填写实验报告册或参照下面的格式自己设计）。

在以后的学习中，我们将逐步开展科学探究活动。科学探究活动通常包括以下要素：提出问题、猜想与假设、制订计划、进行实验、收集证据（通过实验收集证据是化学探究活动的重要方法）、解释与结论、反思与评价、表达与交流。



实验（或探究活动）报告

班级 _____ 姓名 _____ 同组人 _____ 日期 _____

实验名称：

实验目的：

步骤和方法	观察到的现象	分析、解释

结论：

问题和建议：

二、化学实验常用仪器和用品

图 1-14 列举了常用的一些实验仪器和用品，请在老师的帮助下逐渐熟悉它们的构造、用途及使用方法。

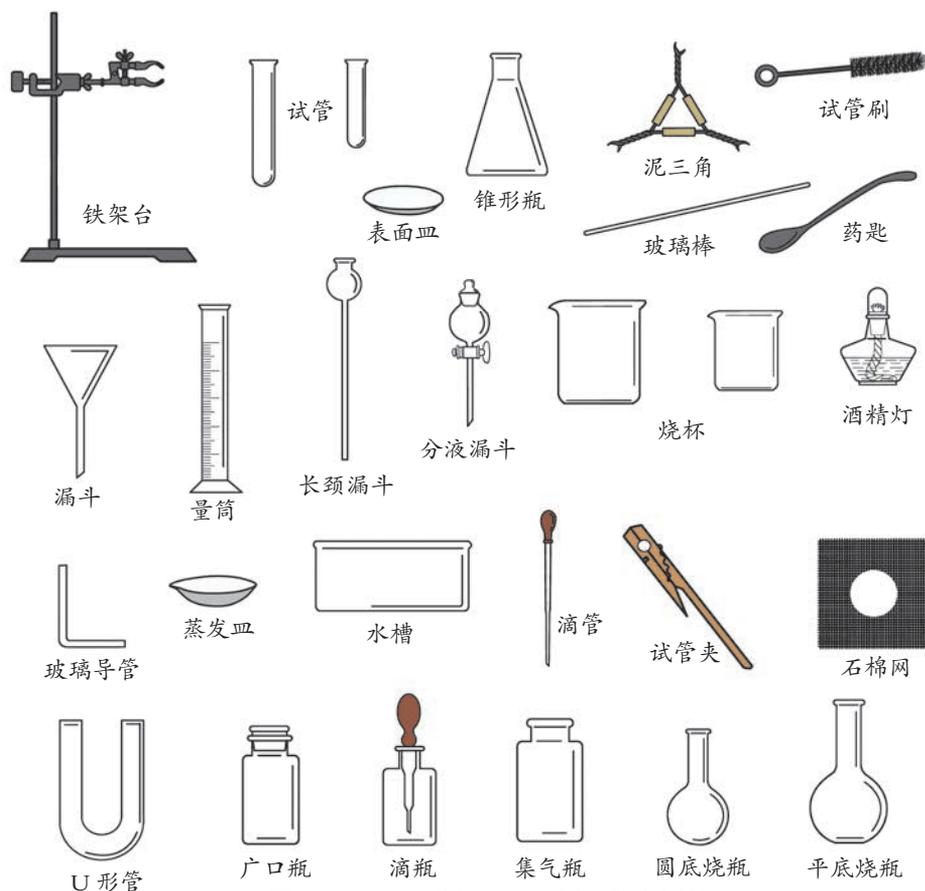


图 1-14 初中化学实验常用仪器和用品



三、化学实验基本操作

为了更好地完成实验，你还需要学习正确的实验操作与仪器使用方法，学会细致地观察化学现象，做到如实地记录实验现象和数据，养成良好的实验习惯。

(一) 药品的取用

为了保证安全，取用药品时必须注意以下几点：

- 不能用手直接接触药品，不能品尝任何药品。
- 严格按实验规定的用量取用。若没有说明用量，一般应按最少量取用。固体通常只需盖满试管底部，液体取 $1 \sim 2 \text{ mL}$ 。
- 多取的药品，不能倒回原瓶，应放入指定容器中。
- 取用危险药品要在教师指导下进行。

1. 固体药品的取用

固体药品通常盛放在广口瓶中。取用粉末或细小块状药品时一般使用药匙或纸槽，取用较大块状颗粒（如石灰石、锌粒等）时需使用镊子。

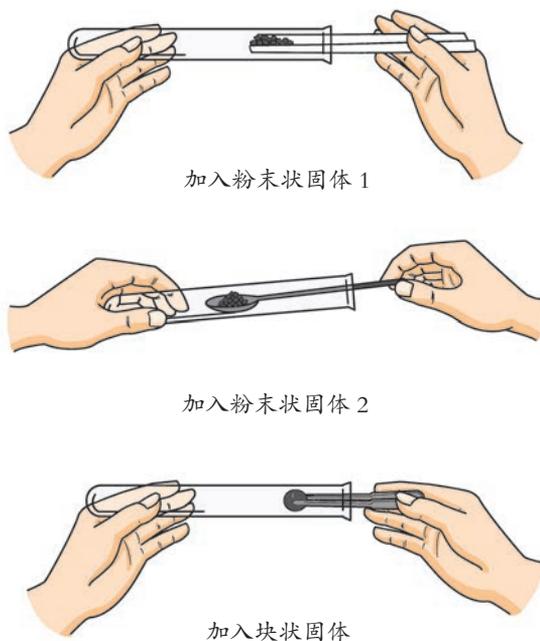


图 1-15 往试管里加固体

操作练习

1. 用镊子夹取一小粒锌粒放入试管中，并将试管放置在试管架上。
2. 取少量碳酸钠粉末加入试管中，并将试管放置在试管架上。



2. 液体的取用

液体药品通常盛放在细口瓶中，取用液体药品较多时可直接倾倒，较少时使用滴管。

(1) 直接倾倒液体



图 1-16 用倾倒法取用液体药品

- ①取下瓶塞倒放桌上
- ②瓶口紧挨试管口缓缓倒入
- ③倒完液体轻刮一下
- ④盖紧瓶盖放回原处

交流分享

1. 细口瓶的塞子为什么要倒放在桌子上？
2. 倾倒液体时细口瓶的标签为什么要朝向手心？
3. 为什么倒完液体后，要及时盖好瓶塞，把试剂瓶标签朝外放回原处？

(2) 用滴管取用少量液体



图 1-17 用滴管取用少量液体试剂

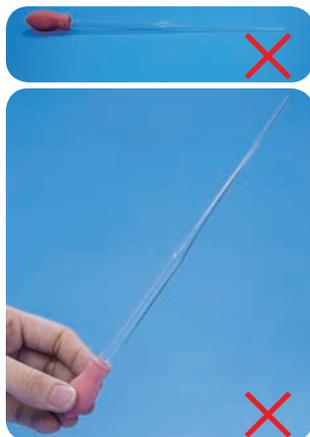


图 1-18 使用滴管的错误操作

操作练习

向试管中倒入约 2 mL 碳酸钠溶液。再用滴管向试管中滴入几滴氯化钙溶液。观察现象。



(二) 物质的加热

1. 酒精灯的使用

酒精灯是化学实验中最常用的加热仪器。酒精灯的灯焰分为三层：最外层火焰温度最高，称为外焰；第二层火焰温度较低，称为内焰；最里层火焰温度最低，称为焰心。给物质加热时，应该使用酒精灯的外焰。



图 1-19 点燃和熄灭酒精灯

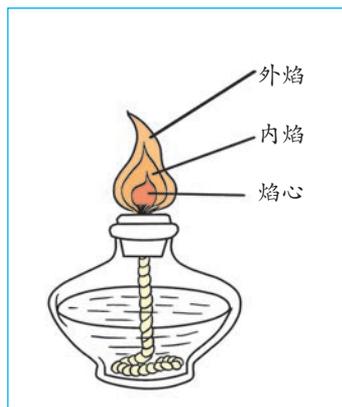


图 1-20 酒精灯的火焰

试管可以直接加热；烧杯、烧瓶、锥形瓶等不能直接加热，必须垫上石棉网，采用间接加热方式。水槽、量筒、集气瓶、漏斗、试剂瓶等不能用酒精灯加热。

交流分享

1. 你能否用简单的方法证明外焰的温度最高？
2. 为什么以下操作都很危险，必须绝对禁止：（1）向燃着的酒精灯添加酒精；（2）用一个燃着的酒精灯去点燃另一个酒精灯；（3）用嘴吹灭酒精灯。
3. 为什么试管能直接加热，烧杯却需要垫石棉网？

操作练习

用火柴点燃酒精灯，然后熄灭酒精灯，重复两次。



2. 给固体物质加热

通常情况下，加热固体时，试管口稍向下倾斜（见图 1-21），以免加热时产生的液体倒流到灼热的试管底部使试管破裂。

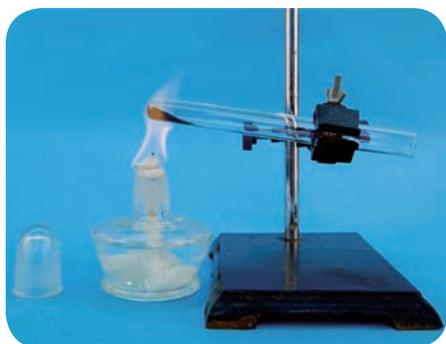


图 1-21 给试管里的固体加热

交流分享

加热熔点较低的固体药品时，试管口也要向下倾斜吗？为什么？

3. 给液体加热

试管内盛装液体的量不能超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ ；倾斜试管使之与桌面成 45° 左右（见图 1-22），并进行预热；为防止液体喷出，应稍振荡试管或间歇加热；切不可让试管口对着自己或他人。



图 1-22 给试管里的液体加热

交流分享

1. 为什么加热液体时试管口不能对着自己或他人？

2. 加热时试管内液体的量不要超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ ，为什么？

操作练习

1. 取一支试管，向其中加入少量碱式碳酸铜（俗称“铜绿”）固体，然后将试管固定在铁架台上加热。观察固体发生的变化。
2. 取一支试管，向其中加入少量氧化铜粉末，再加入约 3 mL 稀硫酸，然后稍稍加热。观察发生的现象。



在学习时，你需要理解这些规范要求中蕴含的道理，并反复练习，才能真正掌握好这些基本操作，提升你的实验动手能力。在本章“学生实验天地”里，你还将进一步学习到其他相关内容。

本节收获

- ✓ 知道了实验对化学学科及化学学习的重要性。
- ✓ 知道了实验室基本要求以及注意事项。
- ✓ 初步接触了一些常用的实验仪器和用品。
- ✓ 学会了取用固体、液体药品的基本操作。
- ✓ 学会了加热固体、液体药品的基本操作。



练习与应用

图 1-23 是某化学实验室中的情景，请你找找图中存在哪些不安全的因素，可能造成什么后果。



图 1-23





实验基本操作

掌握实验基本操作是完成实验的基础和保证。我们已经学会了药品的取用和使用酒精灯进行加热，现在进一步学习物质的称量和量取、仪器的装配、振荡和搅拌、过滤等基本操作。

实验目标

1. 熟悉托盘天平、量筒等常用仪器的使用。
2. 初步学会仪器的连接、固体的称量、液体的量取等实验基本操作。

实验用品

玻璃管、胶皮管、橡皮塞(有孔)、试管、托盘天平、量筒、烧杯、玻璃棒、漏斗、铁架台(带铁夹)、试管刷、滤纸。

实验步骤

1. 仪器的连接和装配。

选择和使用仪器并能正确连接成实验装置，是进行化学实验的重要环节。

(1) 把玻璃管插入橡皮塞孔中。

把玻璃管要插入塞子的一端用水润湿，然后均匀用力转动使它插入橡皮塞孔中(小心! 要避免使玻璃管折断而刺破手掌)

(如图 1-24)。

(2) 连接玻璃管和胶皮管。

用水润湿玻璃管口，然后稍稍用力把玻璃管插入胶皮管(如图 1-25)。

(3) 把橡皮塞塞进试管口。

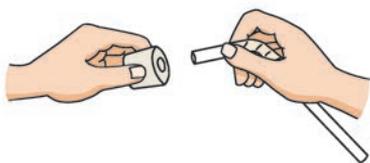


图 1-24 把玻璃管插入橡皮塞孔中

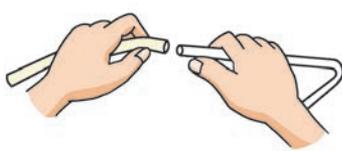


图 1-25 连接玻璃管和胶皮管

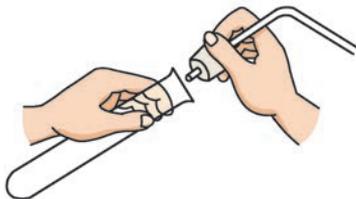


图 1-26 用橡皮塞塞住试管口

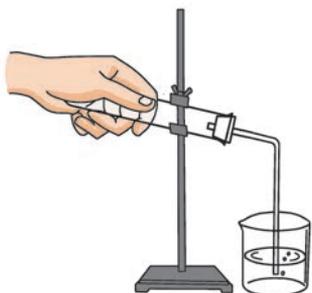


图 1-27 检查装置的气密性



把橡皮塞慢慢转动着塞进试管口（如图 1-26）。切不可把试管放在桌面上再使劲塞进塞子，以免压破试管。

（4）仪器装配。

多种仪器进行组合装配的一般顺序是“先下后上，先左后右”。

（5）检查装置的气密性。

对于有气体产生或参与反应的装置，需要检查装置的气密性。如图 1-27 所示，如果装置不漏气，导管口会冒出气泡，且松手后，导管内水柱会上升到水面上一段距离。



在夏天气温较高的情况下，如何检查装置的气密性？

2. 固体的称量。

固体的称量常用到托盘天平。用于粗略地称量药品的质量，一般能称准到 0.1 g。

（1）称量前，把托盘天平水平放置，将游码推到标尺的零位。检查托盘天平是否平衡。如果托盘天平未达到平衡，可调节左、右平衡螺母。称量干燥的固体药品时，应先在两个托盘上各放一张大小相同的干净纸片。如果固体药品易潮解或有腐蚀性，应放在玻璃器皿（如小烧杯）里称量。

（2）称量固体质量时，将称量物放在左盘，砝码放在右盘。先用镊子夹取质量大的砝码，轻轻地放在右盘上，再夹取质量小的砝码，最后移动游码，直至托盘天平平衡。记录砝码和游码的总质量。

称量一定质量的固体时，可先在右盘把砝码放好，把游码调好。再往左盘加固体，直至托盘天平平衡。

（3）称量完毕，将右盘上的砝码放回砝码盒内，游码归回零位（记录并复核称量物的总质量）。将药品倒入容器内。右盘轻轻放在左盘上，将托盘天平放回托盘天平盒内。

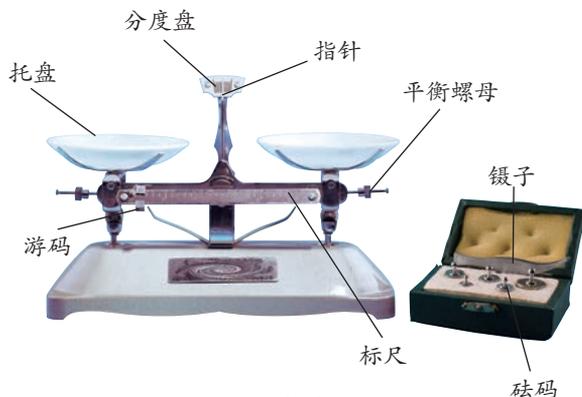


图 1-28 托盘天平

操作练习

用托盘天平称取 2.2 g 食盐，转移到试管中。





3. 测量液体体积和量取一定体积液体。

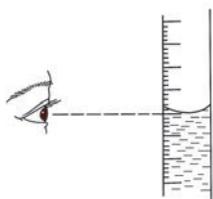
测量液体体积和量取一定体积的液体，需要使用量筒。使用量筒时应注意：

- (1) 根据被量液体的体积选用合适规格的量筒。
- (2) 沿量筒内壁缓缓注入液体。

(3) 观察液体体积时，量筒要平放在实验桌上，视线必须与量筒内液体的凹液面最低点保持水平（见图 1-29）。



(1) 右手握试剂瓶
缓缓倾倒液体



(2) 平视凹液面最低
点读出液体的体积数

图 1-29 用量筒量取液体



如果读取量筒内液体体积数时，眼睛偏高（俯视），读数会偏高还是偏低？

操作练习

1. 用量筒量取 3 mL 的水，倒入一支试管中，观察液面高度。
2. 用量筒量取 18 mL 的水，倒入一个小烧杯中，观察液面高度。

4. 振荡和搅拌。

为了促进物质的混合、溶解或加速化学反应，常常需要进行振荡或搅拌。

(1) 振荡。

① 试管的振荡。

如图 1-30 所示，用右手拇指、食指和中指握持试管上端，无名指和小拇指弯向手心，运用适当的腕力，以手腕为轴来回甩动试管（手臂不摇动），使试管内的液体剧烈翻动，但不溅出。

振荡试管时应注意：试管内盛装的液体量不得超过试管容积的 1/2；不能使试管上下运动；也不能用拇指堵住试管口进行振荡。

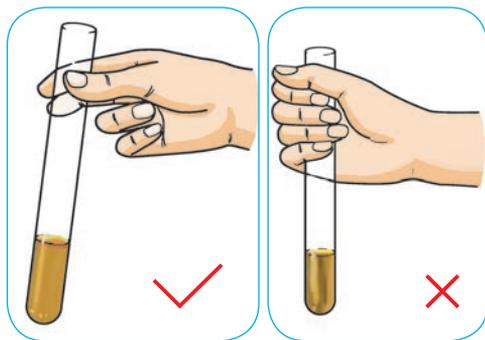


图 1-30 振荡试管的正确操作和错误操作



②烧杯的摇动。

如图 1-31 所示，五个手指自然分开，握住烧杯上部，轻轻转动手腕进行悬摇，使液体在烧杯内旋转。绝不能左右摇动烧杯，以免液体溅出。

(2) 搅拌。

在容器中进行较多物质的溶解或反应时，不适于振荡，一般可用玻璃棒搅拌。操作时，手持玻璃棒上端，转动手腕，使玻璃棒在液体中旋转（见图 1-32），搅动容器中的液体。

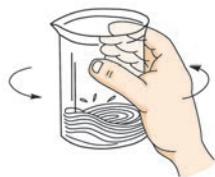


图 1-31 烧杯的摇动



图 1-32 搅拌

操作练习

将前面实验中称量的 2.2 g 食盐倒入盛有 18 mL 水的烧杯中。先稍稍摇动烧杯，然后用玻璃棒进行搅拌，直到食盐完全溶解。

5. 过滤。

过滤是把固体物质与液体分离的一种方法。

(1) 过滤器的准备。

如图 1-33 所示，将一张圆形滤纸对折两次，打开使之呈圆锥形，放入漏斗中，用水润湿，使滤纸紧贴漏斗内壁，二者之间不能存有气泡。滤纸的边缘一定要稍低于漏斗的边缘。

(2) 过滤的方法。

如图 1-34 所示，倾倒液体时，烧杯要紧靠引流的玻璃棒；玻璃棒的末端要轻轻斜靠在有三层滤纸的一边；漏斗下端管口要紧靠烧杯内壁；漏斗里液体的液面一定要稍低于滤纸的边缘。如果滤液仍然浑浊，可更换滤纸后将滤液再次过滤，直至滤液完全澄清为止。

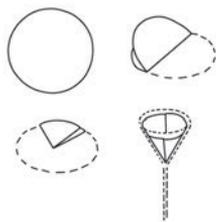


图 1-33 过滤器的准备



图 1-34 过滤

操作练习

按规范要求，对浑浊的泥水进行过滤，直到滤液澄清为止。





思考过滤装置及操作中的要求，说说其中有什么道理。

- (1) 滤纸紧贴漏斗；
- (2) 滤纸边缘一定要稍低于漏斗的边缘；
- (3) 玻璃棒的末端要轻轻斜靠在有三层滤纸的一边；
- (4) 漏斗下端管口要紧靠烧杯内壁；
- (5) 漏斗里液体的液面一定要稍低于滤纸的边缘。

6. 试管的洗涤。

(1) 冲洗。

先将试管内的废液倒入废液缸，然后注入半试管水，振荡，把水倒掉。如此反复几次。

(2) 刷洗。

若试管内壁附有不易冲洗掉的物质，可用试管刷刷洗。选用粗细合适的试管刷插入试管中时，应先将刷毛顺至试管内（伸进试管内的毛刷要短于试管的长度），然后转动或上下移动试管刷柔力刷洗，反复多次直至刷净（见图 1-35）。

(3) 根据污物性质洗涤。

有些污物仅靠水难以洗净，可选用适当药品加以处理。如可加入少量洗衣粉除去管壁上的油污；加入少量稀盐酸除去某些附着在试管壁上的金属氧化物、难溶氢氧化物或难溶的盐（有时还可以加热）等。凡使用药品处理过的试管，都必须再用水冲洗干净。

玻璃仪器洗涤干净的标准是：内壁上附着的水膜均匀，既不聚成水滴，又不成股流下。洗净的试管应倒扣在试管架上（洗净的其他玻璃仪器也应整齐有序地摆放在指定的地方）。

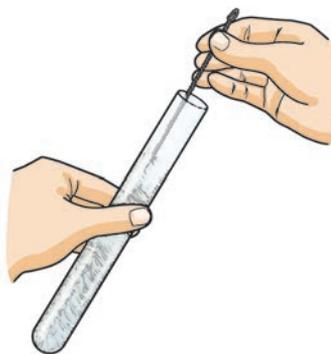


图 1-35 刷洗试管



对试管刷的选用应注意什么？

操作练习

按以上操作步骤，将实验桌上的试管洗净。



7. 酸和碱的安全使用。

量取或使用酸和碱时，要特别小心，防止皮肤、衣物等被腐蚀。

如果倾倒时不小心将酸流到实验台上，要立即加碳酸氢钠溶液覆盖，直到不出气泡为止。如果碱液流到实验台上要加稀醋酸中和，然后再用水冲洗干净，最后用抹布擦净。

一旦酸或碱沾到皮肤或洒在衣服上，应立即用水冲洗。若是酸，可再涂抹 3% ~ 5% 的碳酸氢钠溶液；若是碱，可再涂抹硼酸溶液。

万一酸、碱溶液溅入眼睛里，正确的处理方法是：立即用大量水冲洗眼睛（绝不能用手揉眼睛），一边冲洗一边眨眼睛，并报告老师。必要时请医生检查、治疗。

本章收获了

1 对化学的初步认识。

- (1) 化学是研究物质的组成、结构、_____、_____及应用的科学。
- (2) 化学对人类的进步和社会发展有重要的贡献。

2 变化和性质的分类。

- (1) 变化包括_____和_____，两者差别在于_____。
- (2) 不需要发生化学变化就能表现出来的性质叫做_____，如_____。发生化学变化时表现出来的性质叫做_____，如可燃性、酸性、碱性、腐蚀性等。

3 化学实验常用仪器和基本操作。

- (1) 了解实验对化学研究及化学学习的重要价值。
- (2) 熟悉并掌握常用的实验仪器和用品，包括试管、烧杯、酒精灯、量筒、天平等。
- (3) 掌握化学基本实验操作，包括药品的取用、物质的加热、仪器的连接和装配、固体的称量、测量液体体积和量取一定体积液体、振荡和搅拌、过滤、试管的洗涤、酸和碱的安全使用等。



巩固与自测

一、选择题

1. 化学变化的主要特征是 ()。
A. 有颜色变化
B. 有新物质生成
C. 有发光、放热现象
D. 有固、液、气三态变化
2. 下列性质属于化学性质的是 ()。
A. 汽油具有挥发性
B. 冰受热能融化成水
C. 煤气具有可燃性
D. 蔗糖易溶于水
3. 不能用酒精灯加热的仪器是 ()。
A. 量筒
B. 蒸发皿
C. 试管
D. 烧杯
4. 组装一套较复杂的化学实验装置, 组装的顺序一般是 ()。
A. 先下后上, 先左后右
B. 先上后下, 先左后右
C. 先右后左, 先下后上
D. 没特别要求, 可随意组装
5. 绿色化学又称环境友好化学, 描述它的主要特点不正确的选项是 ()。
A. 充分利用资源和能源, 采用无毒、无害的原料
B. 在无毒、无害的条件下进行反应, 但可以将产生的废物向环境中排放
C. 生产出有利于环境保护、社区安全和人体健康的环境友好产品
D. 提高反应物的利用率, 力争使所有反应物都转化为产品

二、填空题

6. 请按下列要求填空, 每空只填一种主要仪器。
 - (1) 取用粉末或细小块状固体时使用_____;
 - (2) 取用较大块状固体时使用_____;
 - (3) 用于吸取和滴加少量液体的是_____;
 - (4) 用于测量液体体积的是_____;
 - (5) 用于称量固体药品的是_____;
 - (6) 用于对物质进行加热的是_____;
 - (7) 用于搅拌、过滤和引流的是_____。



第2章

空气之谜

空气是生命赖以生存的物质基础，也是重要的自然资源。我们就从这无处不在、人类一刻也不能离开的空气开始，踏上物质奥秘的探究之旅吧。

本章将学到

- ★ 空气的主要成分
- ★ 混合物 纯净物
- ★ 氧气的实验室制法
- ★ 氧气的性质
- ★ 化合反应 分解反应
- ★ 氧化反应 催化剂



第一节 空气

空气是一种什么样的物质？为什么说空气是一种重要的自然资源？如何保护好我们周围的空气？要获得这些问题的答案，还得从空气的成分说起。

一、空气的成分

人类对空气成分的认识经历了一段漫长的历史时期。17世纪中叶以前，人们对空气和气体的认识还是模糊的，认为空气是单一成分的气体。18世纪，通过对燃烧现象和呼吸作用的深入研究，人们才开始认识到气体的多样性和空气的复杂性。

交流分享

在小学科学课的学习中已经知道，我们周围存在着看不见、摸不着的空气，你能列举几例能证明空气存在的日常生活中的事实吗？

史实在线

空气的发现

1772年，英国人卢瑟福 (Daniel Rutherford, 1749—1819) 发现空气中含有一种既不能供动物呼吸，也不支持燃烧的气体。它就是我们已熟知的“氮气” (N_2)。



图 2-1 卢瑟福

1773年前后，瑞典化学家舍勒 (Karl Wilhelm Scheele, 1742—1786) 用实验证明空气中含有能够供动物呼吸，而且支持燃烧的气体。它就是“氧气” (O_2)。



图 2-2 舍勒

要想确切了解空气的组成，还必须定量研究空气中氮气和氧气的各自含量。



史实在线

1774年，法国化学家拉瓦锡（Antoine Laurent Lavoisier，1743—1794）通过实验测定了“空气”的组成。



图 2-3 拉瓦锡

拉瓦锡测定空气组成的实验

拉瓦锡将银白色的液态汞放在一个密闭容器内（如图 2-4）连续加热 12 天，结果发现一部分汞变成了红色粉末，同时容器里空气的体积减少了约 $\frac{1}{5}$ 。拉瓦锡研究了剩余的那部分气体，发现它既不能供动物呼吸，也不支持燃烧，这正是卢瑟福发现的后来被称为“氮气”的气体。

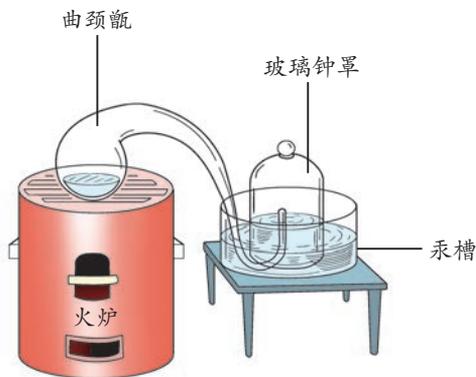


图 2-4 拉瓦锡研究空气组成的实验装置

拉瓦锡把汞表面生成的红色粉末（后来证明是氧化汞）收集起来，放在另外一个容器里加强热，得到了汞和氧气，而且氧气的体积恰好等于密闭容器里减少的气体体积。他把得到的氧气加到前一个容器里剩下的约 $\frac{4}{5}$ 体积的氮气里，结果得到的混合气体与空气性质完全一样。

通过一系列严谨的实验和合乎逻辑的推理，拉瓦锡断定：空气是由 $\frac{1}{5}$ 体积的氧气和 $\frac{4}{5}$ 体积的氮气组成的。这是有关空气组成最早的科学结论。

联想·启示

1. 拉瓦锡为什么选择汞进行实验？
2. 为什么玻璃钟罩内的汞面会上升？
3. 通过什么现象就可以判断出空气中氧气的体积约占 $\frac{1}{5}$ ？



参照历史上这个著名实验，我们可以用以下的装置来粗略地测定空气中氧气的含量。

活动·探究

【探究目的】测定空气中氧气的含量。

【探究操作】向图 2-5 的集气瓶中加入少量水，并做上记号。用止水夹夹紧胶皮管。将装有红磷的燃烧匙在酒精灯火焰上加热至红磷燃烧后，立即伸入瓶中，塞紧橡皮塞。待红磷熄灭并冷却后，打开止水夹，观察并记录实验现象。



图 2-5 空气中氧气含量的测定

实验现象	实验分析

【探究结论】

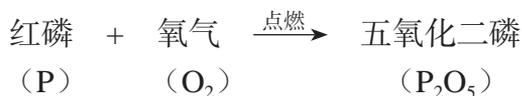
氧气约占空气体积的_____。

【思考讨论】

1. 红磷在集气瓶中未能全部燃烧完，说明了什么？
2. 集气瓶中剩余的气体约占集气瓶剩余容积的多少？这种剩余气体可能是什么？
3. 装有燃烧着红磷的燃烧匙伸入集气瓶的快慢，对实验结果会产生影响吗？
4. 为什么事先在集气瓶里加入少量的水？



红磷（化学式^①为 P）与空气中的氧气（化学式为 O₂）发生了化学反应，生成一种被称做五氧化二磷（化学式为 P₂O₅）的新物质。这个反应可以用文字表示如下：



上述实验中，红磷在空气中燃烧，集气瓶中水面发生变化，证明空气中有某种组分与红磷结合而减少，这是一种定性的研究；如果精确测定水面的变化，从而得出空气中起反应的组分的组成比，就是一种定量的研究。

在确定空气中氮气、氧气的组成后，经过近百年的探究，人们陆续发现，空气中还含有氦（He）、氖（Ne）、氩（Ar）、氪（Kr）、氙（Xe）等稀有气体。

精确的实验测定表明（图 2-6）：按体积计算，干燥洁净的空气中大约含有氮气 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%。

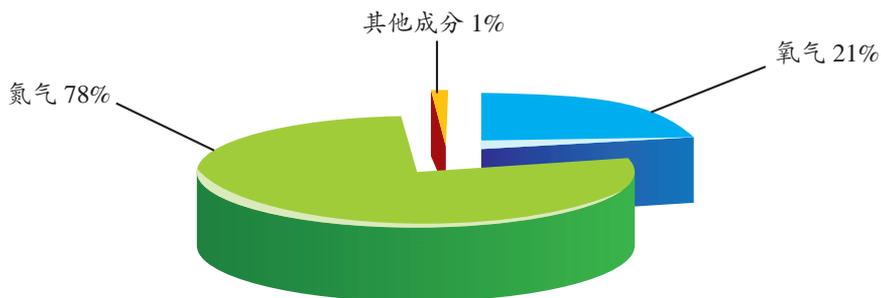


图 2-6 空气成分示意图

像空气这种由两种或两种以上的物质混合在一起得到的就是混合物（mixture）。混合物各组分之间彼此不发生化学反应，仍保持各自原来的性质。由于混合物的各组成成分可以变化，因此，混合物没有固定的组成，也没有确定的性质。

与混合物相对应的是纯净物。纯净物（pure substance）是由一种物质^②组成的，有着固定的组成和确定的性质。纯净物可以用专门的化学符号来表示，如氮气可以用 N₂ 表示，氧气可以用 O₂ 表示，二氧化碳可以用 CO₂ 表示，等等。

① 化学式是用特定的符号（元素符号）表示物质组成的式子。它是化学学科特有的并且在全世界通用的一种符号。

② 化学的一个基本任务是研究和确定物质的化学性质。在这里，“物质”一词被限定为“纯净物”。实际上，绝对纯净的物质是很难得到的。通常说的“纯净物”是指那些杂质含量很低的物质。



二、空气是一种重要的自然资源

凡从自然界直接获得的用于生产和生活的物质和能源，都属于自然资源。那么，人们从空气中能够得到什么有用的物质，它们又是怎样被用于人类的生产和生活的呢？

1. 氮气

在通常状况下，氮气是一种无色无味的气体，难溶于水。它是空气中含量最多的一种组分，在工业上主要用于合成氨和制备硝酸。由于氮气的化学性质很不活泼，常作为金属焊接或白炽灯泡中的保护气；将氮气充入冷库，有利于粮食、蔬菜、瓜果的保存；充氮气可以延长食品或药剂的存放期；液态氮还是一种深度冷冻剂，可用于超低温实验和医疗手术等。



图 2-7 氮气的主要用途

联想·启示

请你结合实验和日常生活中的体验，说说氮气的物理性质和化学性质。

2. 氧气

在通常状况下，氧气是一种无色无味，不易溶于水的气体。对人来说，短时间缺氧就会引发缺氧症状；严重缺氧时，数分钟内就可能窒息死亡。因此，医疗抢救、登山、潜水、宇宙航行等常常需要额外提供氧气。燃料燃烧离不开氧气，在某些需要高温的特殊场合，例如焊接或切割金属、金属冶炼、火箭发射等，则需要使用含氧量更高的富氧空气甚至纯氧。



图 2-8 氧气的主要用途



3. 稀有气体

空气中的稀有气体包括氦和极少量的氖、氩、氙、氡。它们在空气中所占的比例虽然不大，但由于其特有的性质，在工农业生产、科研、国防建设以及人们的日常生活中有着重要的用途。稀有气体一般不跟其他物质发生反应，曾被称为“惰性气体”，因此常被用做保护气，如焊接金属时用稀有气体来隔绝空气，灯泡填充稀有气体可经久耐用。不同的稀有气体在通电时会发出不同颜色的光，可以用来制成多种用途的电光源。此外，稀有气体还可以用来制造各种激光器，如氦氖激光器等。液态氦可以制造低温环境，氙可用于医疗麻醉。但随着科技的发展，化学家在1962年发现有些稀有气体在一定条件下也能与某些物质发生化学变化，生成稳定的化合物，因此，20世纪80年代以后科学家就把“惰性气体”改称为“稀有气体”。



图 2-9 稀有气体在电光源上的应用



拓展阅读

臭氧

臭氧(O_3)是一种具有刺激性特殊气味的不稳定气体，在水中的溶解度不大，化学性质极不稳定，在空气和水中都会慢慢分解成氧气。臭氧主要分布在距离地面10~50 km的大气层中，形成所谓的臭氧层。

臭氧所起的作用非常重要。它能吸收太阳光中绝大部分的紫外线，使地球上的生物免受紫外线的伤害。臭氧具有很强的杀菌能力，可用于净水等工艺中。

人类向空气中排放的有害物质(如氟氯代烷等)会破坏臭氧层，形成所谓臭氧空洞，这将直接威胁人类的生存环境。



本节收获

✓ 知道按体积计算，干燥、洁净的空气中大约含有氮气 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%。

✓ 知道纯净物是由一种物质组成，混合物是由两种或两种以上物质组成。氮气、氧气、二氧化碳等属于纯净物，空气属于混合物。



练习与应用

- 按体积计算，洁净的空气中，_____约占 78%，_____约占 21%，_____约占 0.94%，_____约占 0.03%，_____约占 0.03%。
- 通常状况下，空气是一种无色无味的气体，日常生活中有哪些实例可以证明它的存在？
- 日常生活中可称之为“混合物”、“纯净物”的东西很多，你能列举出一些实例吗？
- 如图 2-10 所示装置可用于测定空气中氧气的含量，实验前在集气瓶内加入少量水，并做上记号。下列说法中，不正确的是（ ）。
 - 实验时红磷一定过量
 - 点燃红磷前先用止水夹夹紧胶皮管
 - 红磷熄灭后立刻打开止水夹
 - 最终进入瓶中水的体积约为氧气的体积
- 小报制作：以小组为单位，通过电视、网络、报纸等收集你所在地区的空气质量日报或身边发生的空气污染的现象，提出你对改进本地区空气质量的有效建议。

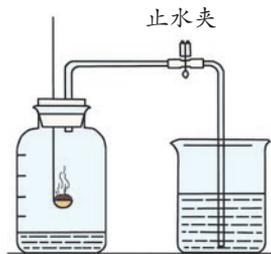


图 2-10



第二节 氧气的制法

我们已经知道，氧气是维持生命不可或缺的气体，并且有着十分重要的用途。那么，人们是如何获得纯净氧气的呢？

一、氧气的工业制法

我们知道，空气中含有约 21% 的氧气。如果能将氧气从空气中分离出来，我们就可以得到纯净的氧气了。

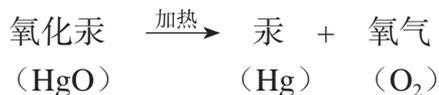
工业上是以空气为原料，在低温条件下加压，使空气转变为液态，然后蒸发。液态氧的沸点（ -183°C ）比液态氮的沸点（ -196°C ）高，氮气首先从液态空气中蒸发出来，余下的主要为液态氧。随着近年分离技术的发展，采用膜分离技术，在一定压力下，让空气通过具有富集氧气功能的薄膜，可得到含氧量较高的富氧空气。通过膜的多级分离，可以得到含 90% 以上氧气的富氧空气。

交流分享

你想到哪些方法能获得氧气吗？

二、氧气的实验室制法

我们知道，科学家在实验室里对氧化汞（ HgO ）加强热，可得到氧气（ O_2 ）和汞（ Hg ）。



由此得到启示，实验室常用其他一些含有氧元素的物质（如：高锰酸钾、过氧化氢等）来制取氧气。

联想·启示

1. 为什么实验室一般不采用分离液态空气的方法制取氧气？
2. 为什么实验室不用给氧化汞加强热的方法制取氧气？



活动·探究

【探究目的】加热高锰酸钾制取氧气。

【探究操作】按图 2-11 连接仪器，加热高锰酸钾制取氧气。仔细观察实验操作和现象，并用带火星的木条检验集气瓶中收集的气体是否为氧气。

观察到的现象为_____。

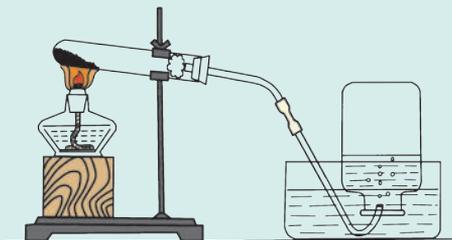
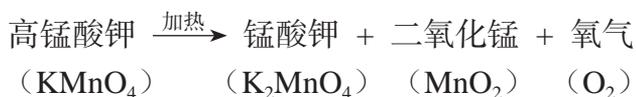


图 2-11 加热高锰酸钾制取氧气

实验室加热高锰酸钾制取氧气的反应可用文字表示如下：



小知识

实验室收集气体时，一般可采用排水集气法或排空气集气法。

当所要收集的气体难溶或微溶于水，且不与水发生化学反应时，可采用排水集气法

(1)。该法因具有收集的气体纯度高，且容易观察气体是否已收集满等优点而被广泛采用。其缺点是收集的气体中往往含有一定量的水分。

凡不与空气发生反应，且其密度与空气密度相差较大的气体，都可采用排空气集气法收集。

如果所要收集的气体密度比空气的密度大，可采用瓶口向上排空气集气法(2)，反之，可采用瓶口向下排空气集气法(3)。

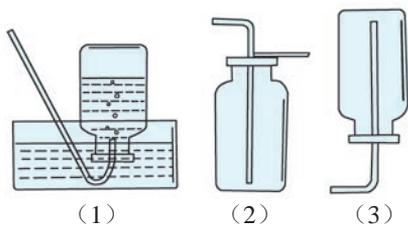


图 2-12 气体的三种收集方法

活动·探究

【探究目的】用过氧化氢溶液制取氧气。

【探究操作】

1. 在试管中加入 5 mL 10% 的过氧化氢溶液，把带火星的木条伸入试管，观察木条是否复燃。
2. 在另一支试管中加入 5 mL 10% 的过氧化氢溶液，然后加入少量二氧化锰粉末，再用带火星的木条伸入试管，观察木条是否复燃。



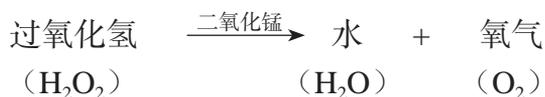
观察并记录实验现象，比较上述两个实验的条件并分析原因。

实验编号	实验现象	实验条件	原因
(1)		室温	
(2)		室温，加入二氧化锰粉末	

【思考讨论】

在过氧化氢溶液中加入二氧化锰粉末，能迅速地放出大量氧气，二氧化锰在此反应中起什么作用呢？

用过氧化氢溶液制取氧气的反应可用文字表示如下：



实验室用过氧化氢溶液和二氧化锰混合制取氧气时，可采用图 2-13 所示装置。

资料表明，二氧化锰需要在 535 ℃ 以上才会发生分解。在上述探究活动中，显然不具备使二氧化锰发生分解的条件。研究二氧化锰与过氧化氢反应后的物质发现，二氧化锰在反应前后的质量和化学性质都没有发生变化。像二氧化锰这种能够改变化学反应的速率^①而自身的质量和化学性质在反应前后均不发生变化的物质叫做催化剂或触媒。催化剂在化学反应中所起的作用叫做催化作用。除了二氧化锰以外，许多物质都可以充当过氧化氢分解的催化剂，如硫酸铜溶液、氧化铁等。

催化剂在化工生产中具有重要而广泛的应用，在石油化学工业以及化肥、农药等生产领域中催化剂都发挥着十分重要的作用。

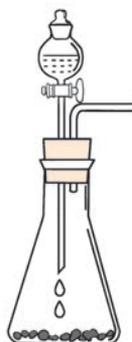


图 2-13
用过氧化氢溶液制取氧气



图 2-14 各种催化剂

① 化学反应进行的快慢可以通过化学反应速率来比较。





拓展阅读

催化剂

按照对化学反应速率的影响，催化剂可分为正催化剂和负催化剂两大类。凡可以使化学反应速率加快的催化剂称为正催化剂，反之则称为负催化剂。在日常生产中使用的催化剂大都是正催化剂，它们对提高生产效率、降低生产成本起到了十分重要的作用。

催化剂的应用非常普遍。例如，生产基本化工原料（甲醇、乙醇、乙烯、燃料油等）的煤化工和石油化工艺，人造橡胶、合成纤维的制造工艺，都离不开催化剂，而且催化剂的更新换代已经成为化工生产工艺革新的关键。催化剂在环境保护方面的应用也日益受到重视（如汽车尾气中污染物的催化分解，有机废水的光催化氧化处理等）。此外，淀粉发酵、生物体内代谢过程也都离不开专一性的酶所起的催化作用。

联想·启示

观察上述能够制取氧气的化学反应，有什么共同的特点？

通过观察和分析，我们发现这些反应有一个共同的特征：反应中，反应物只有一种，而生成物却有二种或三种。这种由一种物质生成两种或两种以上其他物质的化学反应，叫做分解反应（decomposition reaction）。

本节收获

✓ 知道了实验室里可用分解过氧化氢、加热高锰酸钾的方法制取氧气。

✓ 在化学反应中，一种物质生成两种或两种以上其他物质的化学反应，叫做分解反应。

✓ 化学反应中，能够改变化学反应的速率而自身的质量和化学性质在反应前后均不发生变化的物质叫做催化剂或触媒。催化剂在化工生产中具有重要而广泛的应用。



练习与应用

1. 工业上制取氧气，依据的原理是_____。其中利用的性质属于_____性质（填“物理”或“化学”）。分离时，有关空气组分的变化，属于_____变化（填“物理”或“化学”）。
2. 实验室可采用分解高锰酸钾或过氧化氢的方法制取氧气，写出这两个反应的文字表达式及对应物质的化学符号。
3. 下列反应属于分解反应的是（ ）。
A. 碳 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳
B. 石蜡 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳 + 水
C. 过氧化氢 $\xrightarrow{\text{二氧化锰}}$ 水 + 氧气
D. 铁 + 盐酸 \longrightarrow 氯化亚铁 + 氢气
4. 实验室加热高锰酸钾制取氧气时，正确的实验操作步骤是什么？为什么？思考上述问题并与同学们讨论交流。

第三节 氧气的性质

化学的一个基本任务就是通过实验来研究和确定物质的性质。为此，我们需要对研究对象和实验现象进行观察和比较，甚至需要进行定量研究。本节我们将通过一系列简单的实验，着重认识氧气的化学性质。

一、氧气的物理性质

在通常状况^①下，氧气是一种无色、无味的气体。在标准状况^②下，氧气的密度是 1.429 g/L，略大于空气的密度（1.293 g/L）。氧气不易溶于水，在通常状况下，1 L 水中只能溶解约 30 mL 氧气。在压强为 1.01×10^5 Pa 时，氧气在 -183 °C 液化为淡蓝色液体，在 -218 °C 变为雪花状淡蓝色固体。



科学方法

观察与比较

观察是认识活动的起点，也是通过实验学习化学的一种重要方法。化学

① 通常状况是指温度 25 °C，大气压强 1.01×10^5 Pa。
② 标准状况是指温度 0 °C，大气压强 1.01×10^5 Pa。



中需要观察的现象很多，例如，物质的存在状态、颜色和气味；化学反应过程中出现的各种现象，如反应物的消失、沉淀的生成、刺激性气味的产生、发光、发热、颜色的变化，等等。

化学反应过程中可能出现多种现象，我们在观察时既要注意全面观察，又要有所侧重。

比较也是一种常用的学习方法。在选定参照物后，可以突出事物或现象间的区别，以便更深刻地认识事物或现象的不同特征。这不仅有助于区分和鉴别不同的事物，而且可以加深印象，帮助记忆。

二、氧气的化学性质

为了研究氧气的化学性质，让我们先仔细观察下面的几个对比实验。



活动·探究

【探究目的】氧气与石蜡的反应。

【探究操作】将蜡烛（主要成分是石蜡）固定在燃烧匙上。点燃蜡烛，使其在空气中燃烧。然后，将燃着的蜡烛迅速放入盛有氧气的集气瓶中，观察现象并记录。

蜡烛在空气中燃烧的现象	
蜡烛在氧气中燃烧的现象	

【探究结论】_____。

【思考讨论】

蜡烛在空气中和氧气中燃烧现象的不同，说明了什么？



图 2-15 蜡烛在空气中燃烧



图 2-16 蜡烛在氧气中燃烧

蜡烛在空气和氧气中均能燃烧，但在氧气中燃烧比在空气中燃烧更剧烈。



活动·探究

【探究目的】氧气与木炭的反应。

【探究操作】

1. 用坩埚钳夹一小块木炭（主要成分是碳），在酒精灯火焰上加热直至木炭燃烧。

2. 把燃着的木炭迅速伸入盛有氧气的集气瓶中。

木炭在空气中燃烧的现象	
木炭在氧气中燃烧的现象	

【探究结论】_____。

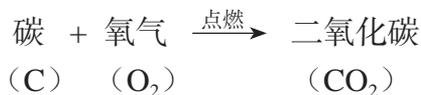


图 2-17 木炭在空气中燃烧



图 2-18 木炭在氧气中燃烧

木炭在空气中燃烧产生红热现象，而在氧气中燃烧，发出白光，本质上是一致的。该反应可用文字表述如下：



活动·探究

【探究目的】氧气与铁丝的反应。

【探究操作】

1. 在一根粗铁丝末端绕一小段无锈细铁丝，用酒精灯火焰加热细铁丝直至炽热，然后在空气中冷却，观察现象。

2. 另取一段无锈细铁丝绕成螺旋状，一端系在一根粗铁丝上，另一端系上一根火柴。点燃火柴，待火柴临近烧完时，将细铁丝插入盛有氧气的集气瓶中（要预先在集气瓶里装少量水或在瓶底铺一薄层细沙），观察现象。



图 2-19 铁丝在氧气中燃烧



细铁丝在空气中加热时和冷却后的现象	
细铁丝在氧气中燃烧的现象	

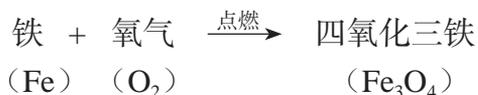
【探究结论】_____。

【思考讨论】

1. 为什么待火柴临近烧完时，才将细铁丝插入盛有氧气的集气瓶中？
2. 为什么要预先在集气瓶里装少量水或在瓶底铺一薄层细沙？

在空气中加热铁丝，铁丝只能发生红热现象，却不能燃烧。而铁丝能够在氧气中剧烈反应，火星四射，生成黑色固体四氧化三铁（ Fe_3O_4 ）。

铁丝在氧气中燃烧的反应可用文字表述如下：



通过以上对比实验可以发现，可燃物在氧气中燃烧比在空气中燃烧得更加剧烈。更重要的是，透过蜡烛、木炭和铁丝燃烧的现象，我们能够认识上述物质均能与氧气发生化学反应这一事实。除此之外，氧气还能够与许多的物质发生化学反应。因此氧气是一种化学性质比较活泼的气体。

上述反应有一个共同的特点：它们都是物质与氧发生的反应。这类反应属于氧化反应 (oxidation reaction)。氧气在氧化反应中提供氧，具有氧化性。

我们还发现，这三个反应中，氧气与木炭、铁的反应都是由两种物质通过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化学反应，叫做化合反应 (combination reaction)。



本节收获

- ✓ 知道了氧气是一种化学性质比较活泼的气体，能支持燃烧，可以与很多物质在加热条件下发生反应。
- ✓ 在化学反应中，由两种或两种以上物质生成另一种物质的化学反应，叫做化合反应。
- ✓ 物质与氧发生的反应是氧化反应。



练习与应用

1. 试小结氧气的性质和用途。
2. 实验室制取氧气时为什么可采用排水集气法收集氧气？
3. 写出下列反应的文字表达式，并指出该反应是化合反应还是分解反应。
 - (1) 铝在氧气中燃烧生成三氧化二铝。
 - (2) 石蜡在空气中燃烧生成水和二氧化碳。
 - (3) 氯酸钾受热生成氯化钾和氧气。
 - (4) 碱式碳酸铜受热生成氧化铜、水和二氧化碳。
4. 怎样检验出一瓶无色的气体是氧气？
5. 为了保证长时间潜航，在潜水艇里要配备氧气再生设备，有以下两种制氧气的方法：
①加热高锰酸钾；②常温下过氧化钠与二氧化碳反应生成氧气和碳酸钠。
 - (1) 你认为最适合潜水艇里制氧气的方法是 _____（填序号）。
 - (2) 与另一种方法相比，这种方法的优点是 _____，
_____（至少写出两点）。
6. A 为紫黑色固体，B 为无色溶液，C、D 都是黑色粉末，将 A、B 分别加热时都有 F 气体产生，用 B 和 C 混合不加热比只加热 B 生成 F 的速率快，且反应前后 C 的质量和化学性质都没有变，只加热 A 时，还会有 C 产生，D 在 F 中比在空气中燃烧更旺，发出白光，生成无色气体 E，E 能使澄清石灰水变浑浊。
根据以上事实写出各物质的名称：
A _____； B _____； C _____； D _____； E _____； F _____。





氧气的实验室制取及其化学性质

本实验包括实验室制取氧气和验证氧气的化学性质两部分内容。通过在实验室里制取氧气的实验，初步学会加热固体制取氧气的方法；通过验证，进一步加深对氧气化学性质的认识。同时，本实验将涉及药品的取用、铁架台的使用、仪器的连接、酒精灯的使用、装置气密性检验、排水或排气集气等实验基本操作。

实验目标

1. 进一步练习化学实验基本操作；初步学会组装加热固体、固液混合这两种气体发生装置；初步学会排水和排空气两种气体收集方法。
2. 通过氧气与铁、木炭反应的实验，加深并巩固对氧气化学性质的认识。

实验用品

高锰酸钾、过氧化氢溶液、二氧化锰、无锈细铁丝、木炭、澄清石灰水、粗铁丝、水、木条。

酒精灯、大试管、单孔橡皮塞、胶皮管、玻璃导管、集气瓶（125 mL 两个）、铁架台（带铁夹）、水槽、玻璃片（两片）、锥形瓶、分液漏斗、双孔胶塞、药匙、坩埚钳。

火柴、棉花。

实验步骤

1. 加热高锰酸钾固体、排水法制取氧气。

按图 2-20 连接仪器。



为什么试管口要略向下倾斜？



图 2-20 实验室制取氧气装置图



(1) 检查装置的气密性，确定装置不漏气之后方可进行实验。

(2) 将适量高锰酸钾装入试管中，使其平铺在试管底部。在试管口放一小团棉花，用带导管的单孔塞塞紧试管口，并将试管固定在铁架台上。

(3) 将集气瓶盛满水并用玻璃片盖住瓶口，然后把集气瓶连同玻璃片一起倒立在水槽中。

(4) 给试管加热。当气泡连续并比较均匀地放出后，再把导管口伸入盛满水的集气瓶里。等集气瓶里的水即将排完时，在水面下用玻璃片盖住集气瓶口，小心地把集气瓶移出水槽，集气瓶口向上放在桌子上。

? 为什么要在试管口放一小团棉花？

? 给试管中的固体加热时要注意哪些操作细节？
为什么刚开始加热时从导管口排出的气体不宜立即收集？
为什么氧气可以采用排水法收集？为什么要将集气瓶口向上放置在桌上？

(5) 先把导管移出水面，然后再熄灭酒精灯。

? 顺序颠倒会造成什么后果？

2. 铁丝在氧气中燃烧。

(1) 将一段无锈细铁丝绕成螺旋状，一端系在一根粗铁丝上，另一端系上一根火柴。

(2) 在酒精灯火焰上点燃火柴。待火柴临近烧完时，将细铁丝插入盛有氧气的集气瓶中，观察现象。

3. 二氧化锰催化过氧化氢、排空气法制取氧气。

按图 2-21 连接仪器。

? 是否可以将导气管伸入集气瓶上部或中部？



图 2-21 用过氧化氢溶液制取氧气的装置





学生实验天地

(1) 检查发生装置的气密性。

(2) 向锥形瓶中加入少量的二氧化锰，用带有分液漏斗和导管的双孔塞塞紧瓶口。向分液漏斗中倒入适量的过氧化氢溶液。

(3) 观察到锥形瓶中有大量气泡生成后，将导气管伸入集气瓶底部。

(4) 过一段时间后，用带火星的木条检验集气瓶中的氧气是否收集满。

4. 木炭在空气和氧气中燃烧。

(1) 用坩埚钳夹一小块木炭，在酒精灯火焰上加热直至红热。

(2) 将木炭夹离酒精灯火焰，观察其在空气中的现象。

(3) 如果木炭红热退去，需要在酒精灯火焰上继续加热，保持红热并立即插入刚制取氧气的集气瓶中。观察现象。

(4) 将木炭夹离集气瓶，向集气瓶中加入澄清石灰水，振荡。观察现象。

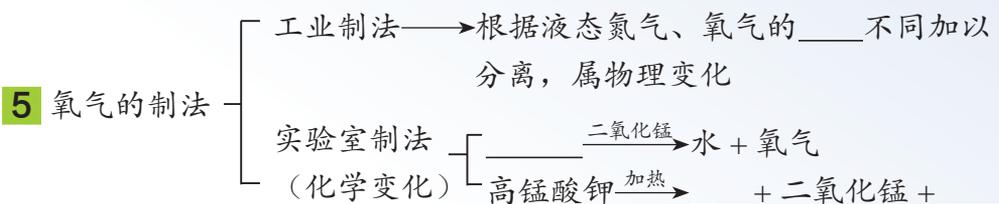
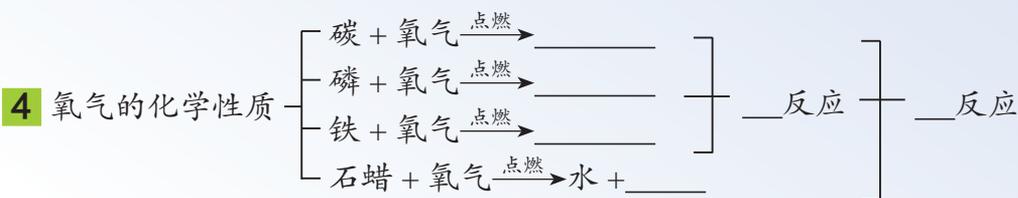
5. 记录以上实验现象、操作步骤，整理实验用品，撰写实验报告。

本章收获了

1 空气是由____和____等多种物质组成的混合物。

2 空气中（按体积分数计算），氮气____，氧气____，稀有气体 0.94%，二氧化碳 0.03%，其他气体和杂质 0.03%。

3 氧气的物理性质：通常状况下，氧气是____、____，标准状况下密度为 1.429 g/L，____溶于水。



6 氧气的用途：____、航天、____、登山、____、炼钢等。



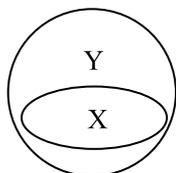
巩固与自测

一、选择题

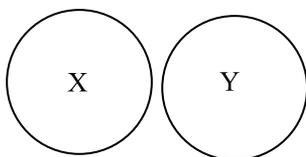
1. 空气成分按体积计算, 含量最多的气体是 ()。
A. 氧气 B. 氮气 C. 二氧化碳 D. 稀有气体
2. 下列物质属于纯净物的是 ()。
A. 液氧 B. 澄清石灰水 C. 海水 D. 洁净的空气
3. 下列物质的性质中, 属于化学性质的是 ()。
A. 颜色 B. 氧化性 C. 溶解性 D. 密度
4. 下列生活中的变化, 属于化学变化的是 ()。
A. 冰雪融化 B. 铁丝生锈 C. 白炽灯发光 D. 玻璃杯破碎
5. 以下有关氧气的叙述正确的是 ()。
A. 物质与氧气发生的反应都是氧化反应
B. 鱼、虾等能在水中生存, 是由于氧气易溶于水
C. 氧气具有可燃性
D. 物质在氧气中燃烧的反应一定是化合反应
6. 某集气瓶内盛有氮气和氧气的混合气体 (体积比 4 : 1), 若采用燃烧的方法除去氧气而得到较纯净的氮气, 应选用的最佳物质是 ()。
A. 石蜡 B. 铁丝 C. 木炭 D. 红磷
7. 下列关于催化剂的说法中, 正确的是 ()。
A. 使用催化剂可以增加生成物的产量
B. 加入催化剂反应速率一定加快
C. 使用催化剂能改变化学反应速率
D. 不使用催化剂就不能发生化学反应
8. 一氧化氮 (NO) 是一种无色气体, 难溶于水, 密度比空气略大, 通常情况下极易与氧气反应, 生成二氧化氮气体。实验室收集 NO 的方法是 ()。
A. 向上排空气集气法 B. 向下排空气集气法
C. 排水集气法 D. 无法确定
9. 下列有关实验现象的描述中, 正确的是 ()。
A. 红磷在空气中燃烧, 产生大量白色烟雾
B. 蜡烛在空气中燃烧, 生成二氧化碳和水
C. 铁丝在空气中剧烈反应, 火星四射, 有黑色熔融物溅落瓶底
D. 木炭在氧气中燃烧, 有使澄清石灰水变浑浊的无色气体产生



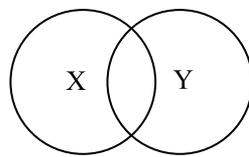
10. 化学概念在逻辑上存在如下所示关系，对下列概念间的关系，说法正确的是（ ）。



包含关系



并列关系



交叉关系

- A. 纯净物与混合物属于并列关系 B. 化学变化与物理变化属于交叉关系
C. 化学性质与物理性质属于包含关系 D. 氧化反应与化合反应属于并列关系

二、填空题

11. 通过学习，我们知道氧气大约占空气总体积的_____%，二氧化碳约占_____%。
下表为同学们对北京市三类公交车内空气的初步检测结果：

车型 含量 (%)	大通道型	普通型	空调型
	氧气含量	18	19.5
二氧化碳含量	0.05	0.07	0.14

通过分析上述数据，你能发现什么问题？试从不同的角度说出你的看法：

_____。



第3章

构成物质的微粒

对物质构成奥秘的探索是个永恒的课题。几个世纪以来，科学家依据观察到的有关现象和实验事实，证实了物质由原子、分子、离子等微粒构成。

本章将学到

- ★ 原子 相对原子质量
- ★ 原子的构成
- ★ 原子核外电子排布
- ★ 离子
- ★ 分子 分子的性质

第一节 原子

人们从思辨、实证到实现对原子的观察，经历了漫长岁月。一代又一代的科学家经过不懈的努力，逐步揭开了原子的神秘面纱。

一、初步认识原子

史实在线

原子的提出

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

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

这些古代的原子观念是人们根据对自然现象的观察而想象或臆测出来的，没有经过实验的验证。

英国科学家道尔顿(John Dalton, 1766—1844)是近代原子学说的奠基人。他在科学实验的基础上，于1803年提出“物质是由不可分割的原子所组成”的科学假说，并认为构成物质的原子是不可分割的实心球体，同种原子的性质和质量都相同。道尔顿的原子学说使化学元素成为可以实证的科学概念，并且以质量(即相对原子质量)相区别。



图 3-1 道尔顿



原子的体积非常小，其半径大约在 10^{-10} m 数量级，肉眼根本无法看到。原子与高尔夫球大小的比例相当于高尔夫球与地球大小的比例。前辈化学家靠推测和想象提出原子概念，现代科学家借助扫描隧道显微镜（Scanning Tunneling Microscope，缩写为 STM）已“观察”到原子在物质表面排列的状态，并可以改变原子的“队形”（称为“原子操纵”技术，如图 3-2 和图 3-3），可证明原子真实存在。

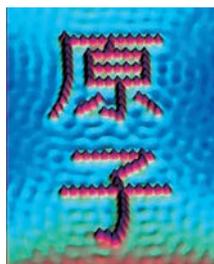


图 3-2 铁原子 STM 图^①

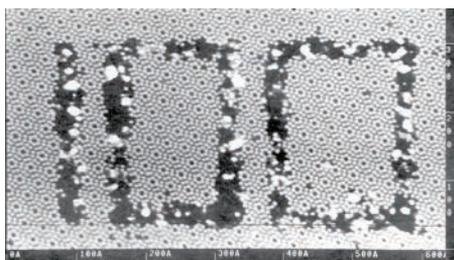


图 3-3 硅原子 STM “100” 图

此外，科学家还可通过 X 射线衍射技术^②测定物质中原子的相对位置。例如，证实了金刚石中的碳正四面体结构的猜想。随着仪器分析技术的发展，科学家对原子的认识越来越清晰和准确。

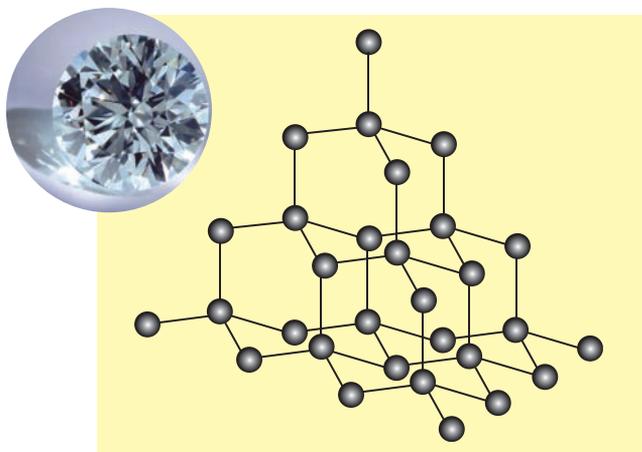


图 3-4 金刚石中原子的排列

① 图 3-2 是扫描隧道显微镜显示的在铜表面排列的铁原子。1993 年 Eigler 等在铜表面上成功地移动了 101 个吸附于其上的铁原子，排列成中文“原子”二字。这是迄今为止“最小的汉字”。

② X 射线衍射技术用来研究物质的晶体，这是因为晶体中原子的空间排布呈周期性的重复。通常只需测量一个周期内原子的排布，就可以确定原子的空间坐标和原子间的距离，从而获得该晶体的结构图像。



二、相对原子质量

不难想到，原子的质量一定也非常小，单个原子的质量大致处于 $10^{-27} \sim 10^{-25}$ kg 之间。不同原子的体积不同，质量也不同（见表 3-1）。科学家一直致力于原子质量的测定，随着实验技术的改进，原子质量数值的精度也在不断提高。

表 3-1 几种原子的半径和质量

原子种类	原子半径 (m)	1 个原子的质量 (kg)
氢	0.037×10^{-9}	1.67×10^{-27}
碳	0.077×10^{-9}	1.993×10^{-26}
氧	0.074×10^{-9}	2.657×10^{-26}

但是，像原子质量如此小的数值，书写和使用起来就像用“t”（吨）为单位来表示一颗米粒的质量一样很不方便。科学家想到用“比值”来表示原子质量。经过多次选择^①，当前国际上以碳 12 原子^②质量的 1/12 作为标准，将其他原子的质量跟它相比较所得的值，作为这种原子的相对原子质量（relative atomic mass，符号 A_r ）。相对原子质量是为原子“量身定做”的一个物理量，是进行化学计算的基础。

史实在线

张青莲与相对原子质量的测定

中国科学院院士张青莲（1908—2006）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，测定所得的铟、铪、铈等 10 种元素的相对原子质量新值，已被国际原子量委员会推荐为国际新标准。



图 3-5 张青莲

① 道尔顿在 1803 年 9 月 6 日的日记中，曾建议以最轻的元素——氢的相对原子质量为基本单位。

② 碳 12 原子的原子核内有 6 个质子和 6 个中子。它的质量为 1.993×10^{-26} kg，其 1/12 约为 1.66×10^{-27} kg。



联想·启示

- (1) 请应用表 3-1 的数据，计算几种原子的相对原子质量。
- (2) 试分析原子质量、相对原子质量、物质质量之间的区别和联系。

三、原子的构成

19 世纪初，道尔顿提出了原子学说，他认为原子是构成物质的“最终质点”和“不可破质点”。人们对原子是否可以继续拆分，提出了新的疑问。但是，即使应用扫描隧道显微镜我们仍然“看”不到原子的内部结构，如何解决以上问题呢？

科学家对看不到的原子结构应用假说和模型方法，依据已有的实验事实和理论进行合理推测和想象，建立了原子结构模型。



科学方法

假说与模型

假说是科学研究上对客观事物假定的说明。道尔顿提出的近代原子学说、门捷列夫提出的元素周期律、魏格纳提出的大陆漂移说，最初都是假说，后来经过反复的验证和修正，才成为科学的理论。假说是科学发展过程中的重要阶段。

模型方法是通过构建模型来揭示客观事物原型的形态、特征和本质的方法。模型一般可分为物体模型(如地球仪)和思维模型(如物质结构的理论模型)。思维模型除用文字描述外，还可借助示意图、符号来表达。模型方法在研究微观世界，揭示物质微粒的内部结构、运动规律等方面被经常使用。

1808 年，道尔顿描述的原子是一个不可拆分的、不显电性的“实心”球体。然而，原子真的不能再分吗？

汤姆逊 (Sir Joseph John Thomson, 1856—1940) 通过实验发现了电子，并于 1904 年提出了第一个原子结构模型。他认为，电子是一层层地镶嵌在带正电的球体之中，就好像是葡萄干分布于布丁之中。这个模型被称为“葡萄干-布丁无核模型”。

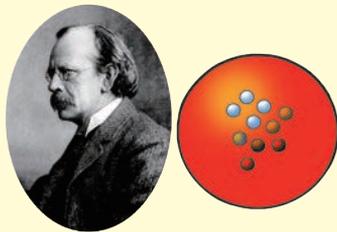


图 3-6 汤姆逊



卢瑟福 (Ernest Rutherford, 1871—1937) 通过 α 粒子散射实验和严谨的推理, 建立了原子有核模型。他认为原子应分成原子核和电子两部分, 且电子绕核旋转, 就像行星绕太阳旋转一样。这个模型被称为“太阳系模型”或“原子行星模型”。

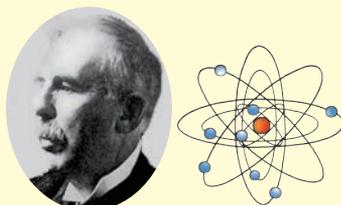


图 3-7 卢瑟福

玻尔 (Niels Henrik David Bohr, 1885—1962) 在原子有核模型的基础上, 指出核外电子只能在限定的稳定“轨道”(即区域)内绕核运转, 轨道互不相交, 能量变化不连续。轨道距核越近, 电子的能量越低, 反之亦然。1913 年他提出电子分层运动的原子模型。这个模型被称为“电子壳层模型”。

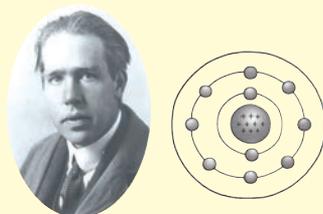


图 3-8 玻尔

以上模型经历了漫长的验证和修正过程, 至今仍有不少科学家在继续探索。原子结构的理论就是这样在不断提出假说和修正过程中, 逐步发展和完善的。

科学家的研究发现, 原子 (atom) 由居于原子中心带正电荷的原子核和核外带负电荷的电子构成。原子核由质子和中子构成。原子核内的质子数与核外电子数相等。构成原子各种微粒的电性和质量见表 3-2。原子核体积很小 (半径约为 10^{-14} m), 如果把原子比做一个庞大的运动场, 而原子核只相当于一只蚂蚁。因此, 原子里有很大的“空间”, 电子就在核外空间运动 (如图 3-9)。

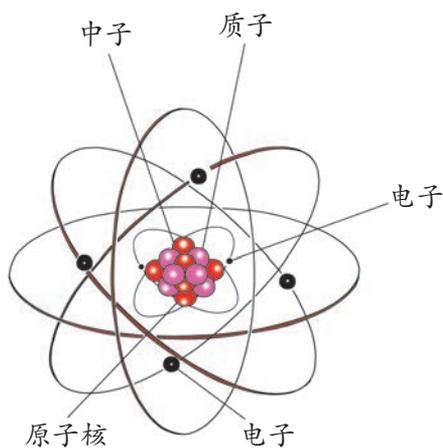


图 3-9 原子的模型

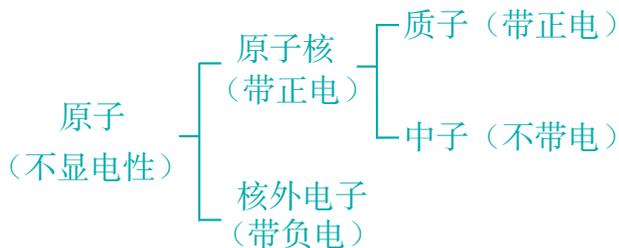


表 3-2 构成原子的几种微粒的电性和质量

微粒种类	电性 (/ 个)	质量 (kg/ 个)
质子	1 个单位正电荷	$1.672\ 6 \times 10^{-27}$
中子	不带电	$1.674\ 9 \times 10^{-27}$
电子	1 个单位负电荷	$9.109\ 1 \times 10^{-31}$

不同种类的原子，其原子核内含有不同数目的质子和中子，核外电子数也不同。表 3-3 列出了几种常见原子的构成。

表 3-3 几种常见原子的构成

原子种类	质子数	中子数	核外电子数
氢	1	0	1
碳	6	6	6
氮	7	7	7
氧	8	8	8
硅	14	14	14
铜	29	35	29

联想·启示

请根据以上内容思考：

1. 为什么原子不显电性？
2. 原子核带的正电荷数称为核电荷数，核电荷数为什么等于质子数？
3. 分析表 3-1、表 3-2，说明为什么原子的质量主要集中在原子核上。
4. 结合前面计算出的相对原子质量的数值，与表 3-3 相结合，你有什么发现？
5. 请总结一下原子内部存在哪些等量关系。

本节收获

- ✓ 知道了原子是一种微粒。
- ✓ 初步学会了用相对原子质量表示原子质量的方法。
- ✓ 知道了原子的构成。



练习与应用

- 概念网或概念图是一种用节点表示概念、用连线表示概念间关系的图示法。请试以“原子”为核心词，绘制概念图，建立本节相关知识间的联系。
- 科学家可以“操纵”原子排列出“最小”的“中国”二字。根据这一事实，所得的以下结论不正确的是（ ）。
A. 原子的体积很小
B. 原子是客观存在的
C. 原子是一种微粒
D. 原子是静止不动的
- 原子的质量主要集中在（ ）。
A. 质子
B. 中子
C. 核外电子
D. 原子核
- 根据相对原子质量的定义，判断溴原子的相对原子质量为（ ）。
A. 79.9 g
B. 1.325×10^{-25} g
C. 159.8 g
D. 79.9
- 某原子的核外有 25 个电子，原子核内有 30 个中子，该原子的相对原子质量约为_____。
- 锂电池可用做心脏起搏器的电源。已知一种锂原子的原子核内含有 3 个质子和 4 个中子，则该原子的核外电子数是（ ）。
A. 1
B. 3
C. 4
D. 7
- 从道尔顿到玻尔，科学家对原子结构的研究是不断深入的。结合本节科学方法栏目及相关材料，试填写下表：

科学家	原子结构特点	原子结构的图示	对原子结构认识的局限性



第二节 原子核外电子的排布 离子

人类对原子的探索是逐步深入的。在实验事实的基础上，科学家对原子中核外电子的运动特征和状态进行了细致的研究，并发现原子核外电子与化学反应的关联。这将引导我们认识另一种构成物质的微粒——离子。

一、原子核外电子的排布

原子由原子核和核外电子构成，电子围绕原子核运动。电子非常微小，在原子核外的空间（直径约 10^{-10} m）做高速运动。科学家把电子所处的特定运行区域称为电子层。由于各电子层中可容纳的电子数目是限定的，所以当原子中含有多个电子时，电子将按照能量由低至高的顺序分布于各电子层中。能量低的电子通常在离核较近的电子层内运动，能量较高的电子通常在离核较远的电子层内运动。这种结构模型称为核外电子的分层排布。

化学中常用原子结构示意图表示原子的结构（如图 3-10）：小圆圈表示原子核，圆圈内标出原子的核电荷数（即质子数）；用弧线表示电子层，在弧线上用数字表示处于该层中的电子数。

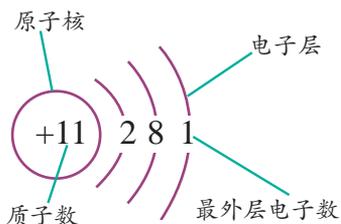


图 3-10 钠原子结构示意图



观察·思考

以下是核电荷数为 1~18 的 18 种原子的原子结构示意图。

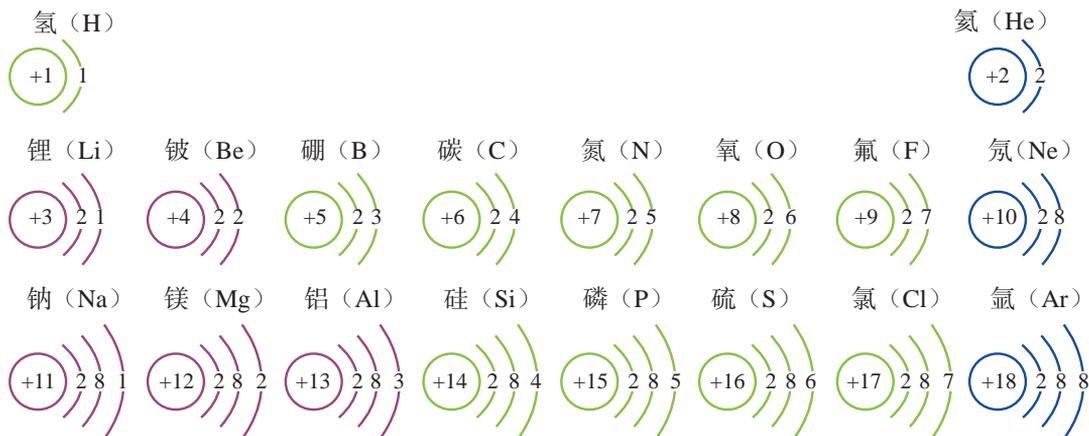


图 3-11 核电荷数为 1~18 的原子结构示意图



思考讨论

1. 观察图 3-11 中各原子的电子层数、最外层电子数及原子位置的排列，你有哪些发现？
2. 图中用三种不同颜色示意的原子，其核外电子的排布（尤其是最外层电子数）有什么特点？

.....

不同原子的核外电子排布情况显然不同，但遵守着共同的规律。例如，最外层电子数不超过 8 个（只有 1 层的不超过 2 个）。稀有气体中的氦、氖等最外层电子数都是 8 个（氦只有 1 层电子，电子数为 2）。稀有气体在一般条件下不易与其他物质发生反应，与它们的最外层电子数都是 8（只有 1 层的是 2）的稳定结构有关。其他原子最外层电子数都少于 8 个，在化学变化中将通过得到或失去一定数目的电子而达到稳定结构（见表 3-4）。

表 3-4 各类原子的最外层电子数及在化学变化中的表现

原子种类	最外层电子数	化学变化中的表现
稀有气体（氦、氖、氩等）	8 个（氦是 2 个）	既不易失也不易得电子
非金属（碳、氮、氧、氯等）	一般等于或多于 4 个	易得电子
金属（钠、镁、铝等）	一般少于 4 个	易失电子

二、离子



图 3-12 钠在氯气里燃烧

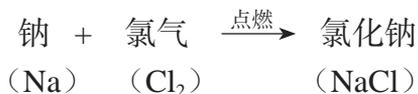
交流分享

将黄豆粒大小的一块金属钠放在铺有细沙的石棉网上，用酒精灯加热至钠熔成光亮小球时，移去酒精灯，立即将一个装满氯气的大试管倒扣在钠上。可观察到钠在氯气中剧烈燃烧，大试管里充满白烟，管壁及细沙上有白色粉末。此白色粉末就是氯化钠（它是食盐的主要成分）。

试从原子外层电子数变化的角度分析以上化学变化，钠原子和氯原子在化学变化中分别有什么表现？



以上这个化学变化可表示为：



金属钠中有钠原子，氯气中有氯原子。从原子结构（尤其是原子的核外电子排布情况）看，钠原子的最外电子层有1个电子，容易失去；氯原子的最外电子层有7个电子，容易得到1个电子，从而使双方最外电子层都达到8个电子的稳定结构。如图3-13所示，在这个化学变化中，钠原子和氯原子的原子核都没有发生变化，而是钠原子把最外层的1个电子转移到氯原子的最外电子层上，钠原子因失去1个电子而带上了1个单位的正电荷，氯原子因得到1个电子而带上了1个单位的负电荷。这种带电的原子叫做离子（ion）。带正电荷的离子叫做阳离子，如钠离子（ Na^+ ）；带负电荷的离子叫做阴离子，如氯离子（ Cl^- ）。带有相反电荷的钠离子和氯离子通过静电作用形成氯化钠，氯化钠呈电中性。

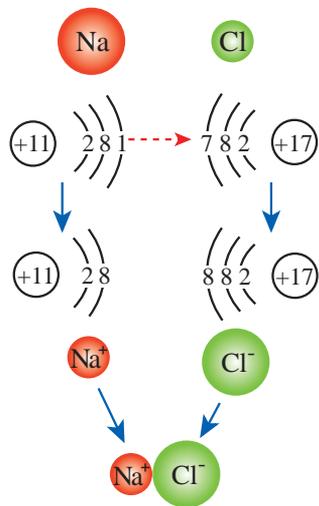


图 3-13 钠原子和氯原子形成氯化钠的示意图

联想·启示

1. 在以上变化中，原子的种类和结构是否发生了变化？
2. 镁条在点燃条件下与氧气发生化学变化生成氧化镁，氧化镁由氧离子（ O^{2-} ）和镁离子（ Mg^{2+} ）构成，请依据镁原子和氧原子的结构特点，参照图 3-13 分析这个化学变化。

离子是构成物质的微粒。离子构成的物质中同时含有阳离子和阴离子，而且两种离子所带电荷的总量相等，因此物质呈电中性。除了单个原子带电形成离子外，带电的原子团^①也叫离子，如硫酸根离子（ SO_4^{2-} ）、碳酸根离子（ CO_3^{2-} ）、氢氧根离子（ OH^- ）等。

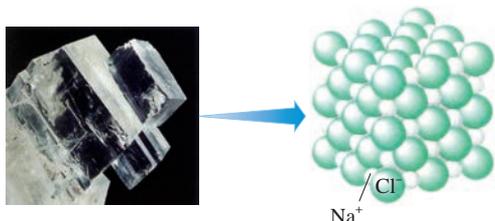


图 3-14 氯化钠晶体由氯离子和钠离子构成

^① 原子团：2个或2个以上原子集合在一起形成的一个整体。在很多化学反应中，这个整体不发生变化。



本节收获

- ✓ 知道了原子的核外电子是分层排布的。
- ✓ 通过分析核电荷数为 1~18 的原子的结构示意图，能发现原子在化学变化中的表现与其最外层电子数关系密切。
- ✓ 知道了离子是构成物质的一种微粒，它是由原子得到或失去电子形成的，由于所带电性不同，分为阳离子和阴离子。



练习与应用

1. 图 3-15 是某原子的原子结构示意图：

- (1) 试说出该原子的质子数、核外电子数和最外层电子数；
(2) 下列有关说法正确的是 ()。

- A. 该原子易失去电子
- B. 该原子属于非金属原子
- C. 该原子失去电子形成阴离子
- D. 该原子核外电子层结构属于稳定结构

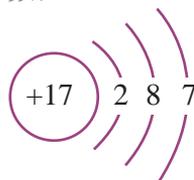


图 3-15

2. 关于氧原子和氧离子的认识，不正确的是 ()。

- A. 它们的质子数不同
- B. 它们的核外电子数不同
- C. 氧离子比氧原子少 2 个电子
- D. 氧离子的电子层结构为稳定结构

3. 一个氢原子由一个质子和一个电子构成，不含中子。当一个氢原子失去一个电子后，它不会变成的是 ()。

- A. 质子
- B. 原子核
- C. 阳离子
- D. 阴离子



第三节 分子

我们已经知道，空气由氮气、氧气等多种气体混合而成。其实，这些气体大多是由各种各样的分子构成的。分子是构成物质的另一种微粒。

史实在线

分子的提出

当道尔顿的原子学说公布并被广大科学家接受时，1808年，法国化学家盖-吕萨克根据实验事实，提出了著名的气体反应体积简比定律，发现了用原子学说不能完全解释的现象和规律。意大利科学家阿伏加德罗（Amedeo Avogadro, 1776—1856）接受了盖-吕萨克的“气体化合时体积是简单整数比”这一实验事实，提出一种新的微粒——分子，还把分子和原子的概念做了区别和联系。他提出：分子是组成具有一定特性物质的最小单位，是一种比原子复杂的微粒，分子由原子构成。



图 3-16 阿伏加德罗

一、大多数物质由分子构成

现代科学证明，至今已经发现或人工合成的大多数物质由分子（molecule）构成。根据分子结构的测定结果，可以认为分子是由多个原子通过强烈的相互作用结合而成的一种显电中性的微粒。

物质不同，构成物质的分子也不同。分子不同，构成分子的原子种类可能不同。例如，空气中的氮气、氧气、二氧化碳等都由不同种分子构成。氮气分子由氮原子构成，氧气分子由氧原子构成，二氧化碳分子由氧原子和碳原子构成。即使构成分子的原子种类相同，也可能由于原子个数不同而使分子不同：如 1 个氧气分子由 2 个氧原子构成，而 1 个臭氧分子由 3 个氧原子构成。



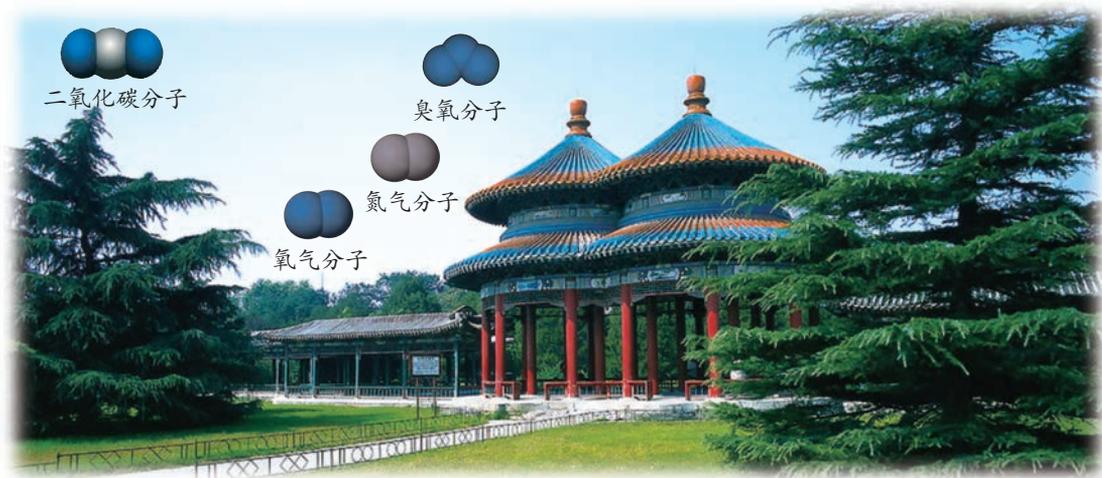


图 3-17 氮气、氧气、二氧化碳、臭氧的分子模型

二、分子的性质

分子非常小，其半径大约在 10^{-10} m 数量级。分子的质量很小，1 个水分子的质量大约是 3×10^{-26} kg。



图 3-18 用一氧化碳分子排成的人形图^①

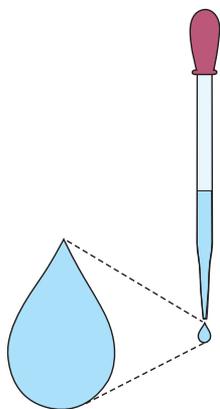


图 3-19 1 滴水里大约有 17 万亿亿 (1.7×10^{21}) 个水分子

联想·启示

分子体积很小，如果把 1 滴水里的全部水分子像项链一样紧密排列起来，它的长度大约相当于从地球到太阳距离的两倍（地球到太阳的距离约为 1.5×10^{11} m），假设水分子的直径约为 2×10^{-10} m，算算这个说法是否正确。

^① 图 3-18 所示的照片上有 28 个一氧化碳分子，这些分子巧妙地按照人的形状排列。两万多个这样的“人形”紧密地排成圆柱体时，其直径仅与一根头发丝相近。



水分子是紧密排列还是分子间存在空隙？在压强和温度保持不变的条件下，18mL的液态水完全蒸发成水蒸气后，体积扩大了约1700倍。这个事实可解释为，分子间存在空隙，当温度升高时，分子间空隙变大。大多数情况下，相同质量的物质，气态时其分子空隙较大，液态时其分子空隙较小，固态时其分子空隙最小。

活动·探究

【探究目的】探究烧杯中溶液变红的原因。

教师在课堂上演示下述实验：向烧杯A中加入20 mL蒸馏水，滴入2~3滴酚酞溶液，溶液仍是无色的。向烧杯B中加入10 mL浓氨水。用一个大烧杯把A、B两烧杯罩在一起。几分钟后，观察现象（如图3-20所示）。



图 3-20 分子运动实验装置

A 烧杯：溶液由无色逐渐变红色。

B 烧杯：_____。

【猜想假设】

1. _____。
2. _____。
3. _____。

【探究操作】

实验操作	实验现象	分析解释

【探究结论】

1. _____。
2. _____。
3. _____。
-



分子总是在不停地运动^①。日常生活中经常见到的湿衣服变干、闻到来自远处的花香、物质在水中的溶解等都与分子运动有关。在外界因素（如温度、压强等）影响下，分子的运动速率也会改变。

交流分享

1. 从分子间存在空隙和不停运动的角度分析：相同质量的同一种物质从固体受热变成液体，再继续受热变成气体的过程，并以此来解释物质的热胀冷缩现象。

2. 如果乒乓球被压瘪了，用什么方法可以使它复原？

联想·启示

情景一：比较气态氧气和液态氧气的微粒构成、物理性质和化学性质。

情景二：比较气态氧气和气态氮气的微粒构成、物理性质和化学性质。

情景三：用微粒表示碳在氧气中燃烧的化学变化。

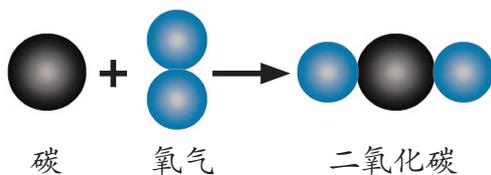


图 3-21 碳与氧气反应微粒示意图

通过以上情景的分析和比较，你有什么发现？

气态氧气和液态氧气都由氧分子构成，虽然物理性质不同，但化学性质相同。二者之间的转化是物理变化，实际是氧分子的空隙发生改变，而氧分子的构成没有变化。从微粒角度看，化学变化可看做是分子拆成原子，原子再重新组合成新分子的过程。反应物分子与生成物分子的构成不同，化学性质也不相同。因此，可以说分子是保持物质化学性质的最小微粒。化学变化中，原子的种类和数量并没有改变。因此，可以说原子是化学变化中的最小微粒。

^① 分子运动有多种方式：既有分子的平动，也有分子内原子间的振动和分子本身的转动。这里主要是指分子的平动运动。



本节收获

- ✓ 知道了分子是构成物质的一种微粒，分子由原子构成。
- ✓ 能通过实验事实证明分子是不停运动的；知道分子间存在空隙。



练习与应用

1. 请试以“分子”为核心词，绘制概念图，建立本节相关知识间的联系。
2. 下列物质中，含有氧分子的是（ ）。
A. 液态空气 B. 水 C. 二氧化碳 D. 四氧化三铁
3. 某位科学家使用普通氧分子和带正电的氧离子制造出了一种新型氧分子（ O_4 ），并用仪器探测到了它的存在。下列叙述中正确的是（ ）。
A. 一个 O_4 分子中含有 2 个 O_2 分子 B. O_4 与 O_2 的性质完全相同
C. O_4 是带正电的分子 D. O_4 和 O_2 混合形成的是混合物
4. 请以氧化汞受热分解成汞和氧气的化学反应为例，分析分子、原子在化学变化中的区别与联系。
5. 用分子的性质解释下列现象：
 - (1) 汽油、酒精等液体放置在敞口容器中会逐渐减少。
 - (2) 湿衣服在烈日下比在阴凉处干得快。
 - (3) 已充气的橡皮球受热体积鼓胀，遇冷体积收缩。
 - (4) 取气密性良好的两支大小相同的医用注射器，将栓塞向外拉，分别吸入等体积的空气和水，用手指顶住针筒末端的小孔，将栓塞慢慢推入（如图 3-22 所示），哪一支针筒内的物质容易被压缩？

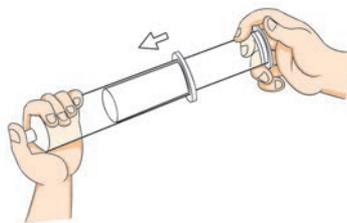


图 3-22

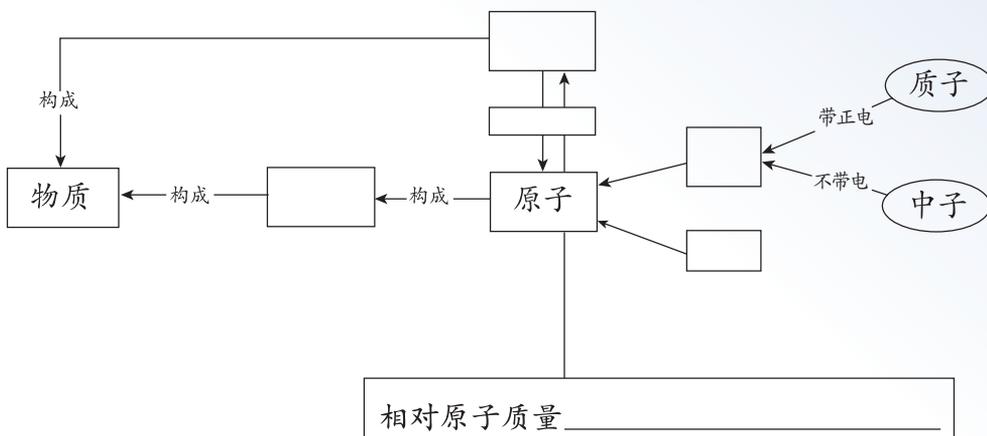


本章收获了

1 比较构成物质的几种微粒。

	原子	离子	分子
结构			
电性			
在化学变化中的表现			
其他			

2 建立几种微粒之间及其与物质构成的联系。



巩固与自测

一、选择题

- 以下对空气组成的描述，错误的是（ ）。
 - 空气是一种混合物
 - 空气由空气分子构成
 - 空气主要由氮气、氧气组成
 - 空气中存在氮气分子、氧气分子等
- 分子和原子的本质区别是（ ）。
 - 分子质量大，原子质量小
 - 分子体积大，原子体积小
 - 分子可以分成原子，而原子不能再分
 - 在化学反应中分子可分，原子不可分
- 臭氧（ O_3 ）能够吸收紫外线，保护地球上的生物。暴风雨前的闪电过后，空气中会有少量氧气转化成臭氧。下列说法正确的是（ ）。
 - O_2 和 O_3 的分子构成不同
 - 该变化属于物理变化
 - O_2 和 O_3 中的氧原子不同
 - 该变化属于化学变化
- 下列结构示意图中，表示阳离子的是（ ）。
 -
 -
 -
 -

- 对下列实验现象进行的解释错误的是（ ）。

选项	A	B	C	D
实验现象	 挤压塑料瓶中的气体	 敞口放置一段时间后液体量减少	 给液体加热	 品红在水中扩散
解释	分子间有间隙	分子质量和体积都很小	加热时，分子运动加快	分子总是在不断运动着

二、填空题

- 图 3-23 甲是小红按教材进行的一个化学实验，在进行实验时闻到一股刺激性气味，小黄对原实验进行了重新设计，装置如图乙。

实验操作：

- 向盛有 20 mL 蒸馏水的烧杯中滴入 3~4 滴无色酚酞溶液，搅拌均匀，观察溶液颜色。
- 取少量上述溶液于试管中，向其中慢慢滴加浓氨水，观察现象。



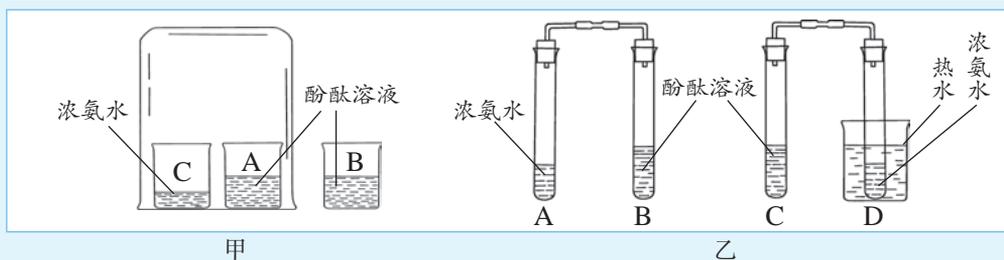


图 3-23

- c. 在 B、C 试管中分别倒入 5 mL 烧杯中的酚酞溶液（烧杯中剩余的酚酞溶液用于实验中作比较），然后在一空烧杯中倒入适量的热水备用。另在 A、D 试管中分别倒入 2 mL 浓氨水，立即用带橡皮塞的导管按图乙装置连接好，并将 D 试管放置在热水中，观察几分钟。

请回答：

- (1) 进行操作 a 的实验目的是：_____。
- (2) 操作 c 观察到的现象是：_____。
- (3) 由此可以得到的实验结论是：①_____；
②_____。
- (4) 对比改进前的实验，改进后的实验还有一个优点是：_____。

7. 某同学表演了一个化学小魔术“空瓶生烟”（如图 3-24 甲所示），A 瓶中充满了氯化氢（HCl）气体，B 瓶中充满氨气（ NH_3 ），抽开毛玻璃片，瓶中充满浓浓的白烟。请你根据所学知识回答下列问题：

- (1) 若用 表示氯原子，用 表示氮原子，用 表示氢原子，上述反应过程可用下图乙表示：

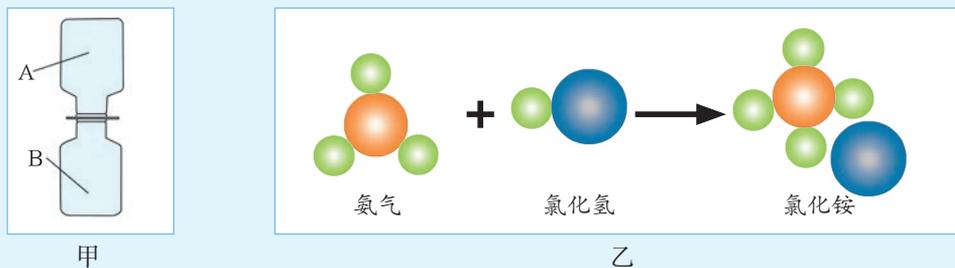


图 3-24

分析以上微粒示意图，你能得出的结论有：_____。

- (2) “烟”是由固体小颗粒悬浮在空气中形成的，如果这两个瓶子是质地较软的塑料瓶，我们将会观察到塑料瓶变瘪了，原因是：_____。

三、撰写小论文

8. 阅读全文教材，并查阅相关资料，结合你对物质世界的体会，撰写文章《我眼中的微粒世界》。



第4章

最常见的液体 ——水

有水，才有生命，才有人类的美好家园。人类赖以生存的水，究竟是由什么组成的，又能发生哪些变化？对地球极其有限的淡水资源，我们应如何合理开发、利用和保护水资源？

本章将学到

★ 水的净化

★ 水的变化

★ 水的组成

★ 水资源的开发、利用和保护

第一节 水的净化

海水、河水、雨水都不能直接饮用，这是因为地球上的天然水都不是纯水^①。如何对含有杂质的水进行净化处理呢？

人类的生产、生活都离不开水，而且随着社会的发展和世界人口数量的增长，水资源问题日趋严峻。



交流分享

设想一下，如果缺少水，人类的生产生活会受到哪些影响？

水能溶解很多物质，是一种重要的溶剂，因此天然水都含有杂质。天然水组成主要由所处地理环境决定，但也会受到周边的工农业生产及居民生活的影响。在日常生活和工农业生产中，如果需要除去水中的杂质，怎样才能做到呢？我们通过以下的实验进行探究。



观察·思考

1. 取2个小烧杯，分别加入少量水。向其中一个烧杯中加入少量泥土，另一个烧杯中加入极少量高锰酸钾，都用玻璃棒充分搅拌。观察水发生的变化。

2. 制作两个过滤器，分别取少量泥水和高锰酸钾溶液进行过滤。

可以观察到，泥土不易溶解在水中，水比较浑浊；高锰酸钾能溶解在水中，虽然颜色变为紫红色，但水澄清透明。

分别对泥水和高锰酸钾溶液过滤，我们发现，泥水中的泥土被分离出来，水重新变为无色澄清；高锰酸钾溶液则没有发生变化。

^① 雪山和极地冰山融化后得到的水，接近于纯水。



交流分享

1. 泥水过滤后得到的是纯净的水吗？
2. 为什么含有高锰酸钾的水过滤后没有发生变化？
3. 可用什么物品代替滤纸进行过滤？日常生活中曾用到过过滤操作吗？

活动·探究

用其他方法对水进行净化。

1. 方法一：向剩下的泥水中加入少量明矾^①，用玻璃棒搅拌后充分静置。
2. 方法二：如图 4-1，取少量高锰酸钾溶液用活性炭进行处理。
3. 方法三：如图 4-2，取剩下的高锰酸钾溶液进行加热至沸腾。

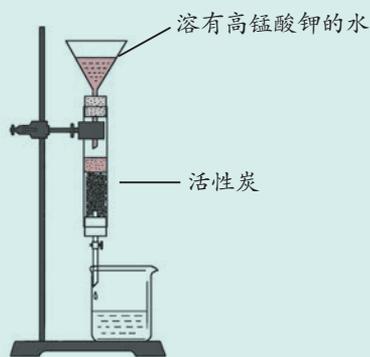


图 4-1 吸附法除去水中的高锰酸钾

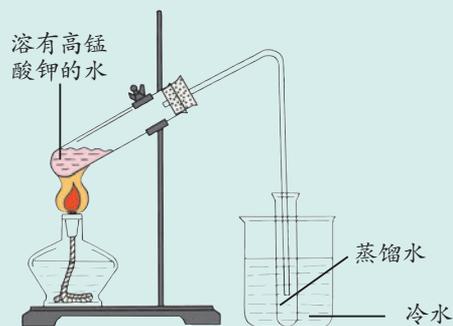


图 4-2 蒸馏法除去水中的高锰酸钾

① 明矾是一种常用的净水剂，它溶于水后能吸附水中悬浮物并发生沉降，从而达到净水目的。



要除去水中的不溶性物质，常采用的方法包括沉降和过滤。沉降是指水中颗粒在重力或离心力作用下自然沉淀的过程。过滤是指把固体物质与液体分离的一种方法。过滤通常比沉降对水的净化效果更好。

要除去水中的某些可溶性杂质和不溶性杂质，常用的方法是吸附。活性炭是具有微孔结构的粉末或颗粒，是一种优良的吸附剂，常用于除去水中的杂质。很多家用净水器使用活性炭净水，它既能吸附一些溶解的杂质，又可粗滤去一些不溶性物质。

要除去溶解在水中的不挥发性物质，常用的方法是蒸馏。使水经过蒸发、冷凝而得到的较为纯净的水叫做蒸馏水。

以上除去水中各种杂质的过程，叫做水的净化。

交流分享

1. 沉降的方法在日常生活中有应用吗？
2. 溶有高锰酸钾的水经吸附、蒸馏后发生什么变化？

不知你注意过没有，烧过水的水壶内壁常会留下白色的水垢，你知道是什么原因吗？

一些天然水中溶解有较多钙、镁化合物，这样的水我们称之为硬水。不含或含较少可溶性钙、镁化合物的水，则被称为软水。硬水加热后会产生不溶性的固体物质，长期饮用硬度很高的水，不利于身体健康。用硬水洗衣服，既浪费洗涤剂也洗不净衣服。很多工业用水要求使用软水，需要对硬水进行软化处理。

交流分享

能否用过滤的方法软化硬水？



活动·探究

1. 向两个烧杯中分别加入硬水和软水，再分别加入少量肥皂水。

2. 观察到的现象：向硬水中加入肥皂水，

_____。

向软水中加入肥皂水，_____。

结论：_____。



图 4-3 向硬水和软水中加入肥皂水

【思考讨论】

1. 硬水中加入肥皂水为什么会变浑浊？
2. 用肥皂水能对硬水进行净化处理吗？

软化硬水的方法很多，生活中通常利用煮沸的方法来降低水的硬度，但不能使所有可溶性钙、镁化合物转化为沉淀。因此要获得净化程度较高的水常用蒸馏的方法。实验室配制溶液时需使用蒸馏水。



拓展阅读

当你打开家里的水龙头，自来水会哗哗流出。你是否知道自来水其实不“自来”，它的生产需要比较复杂的过程和不菲的生产成本。通常的生产流程如图 4-4 所示，首先往天然水中加入混凝剂，使悬浮在水中的微小颗粒状杂质被吸附凝聚后，在澄清池中沉降分离。然后经过滤水池中的石英砂层后得到澄清的“滤后水”。滤后水通入氯气（或二氧化氯）消毒灭菌，经检测达到《生活饮用水卫生标准》的质量要求后，才成为合格的自来水。



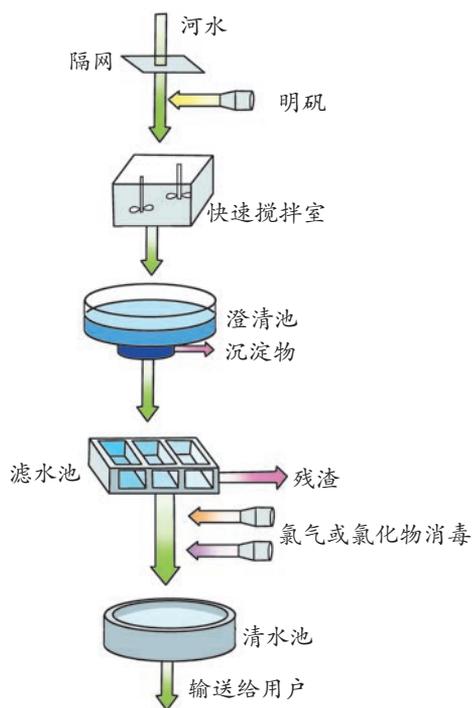


图 4-4 现代自来水加工厂

课外实践

请利用所学知识，设计制作一个简易净水器，用它对一些含有杂质的水（如泥水、墨水）进行净化。还可以和你的同学比一比谁的净水器净水效果更好。

在设计时请思考以下问题：1. 待除去的杂质是什么？如何检验净水器的效果？（提示：为证实净水器的作用，可选择易于检测的杂质分别与净水器中各层物质进行试验，并与未经净化的水对比。）

2. 需要使用哪些净水方法？

3. 除杂物质在净水过程中的作用是什么？它们放置的次序可以任意变化吗？

下面的制作方法可供你参考。

取一个清洗干净的塑料饮料瓶，剪去瓶底，在瓶口塞一个带导管的塞子（或用打了小孔的瓶盖）。然后由瓶口向上分层放置洗净的蓬松棉、纱布、活性炭等。

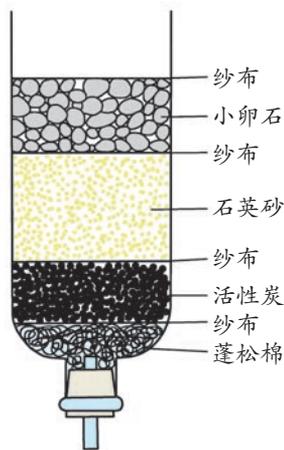


图 4-5 自制简易净水器



本节收获

- ✓ 知道了自然界的水大都不是纯净的水。
- ✓ 了解了沉降、过滤、吸附、蒸馏等水的净化方法。
- ✓ 知道硬水和软水。硬水受热易产生水垢，硬水软化后可变成软水。



练习与应用

1. 下列说法中，正确的是（ ）。
A. 天然水是纯净物
B. 饮用水必须是纯净水
C. 澄清的水都可直接饮用
D. 氯气可用于自来水消毒
2. 欲除去水中混有的泥沙，常用的方法是（ ）。
A. 消毒
B. 吸附
C. 蒸馏
D. 过滤
3. 海水中含有较多的盐（如氯化钠）。若用海水制取淡水，简单的方法是_____。
4. 溶解有较多钙、镁化合物的水是_____，这样的水通常可以通过_____方法转化成_____。
5. 了解家用净水机的净水原理。
6. 查阅有关饮用水和饮料的各种资料（可利用互联网），指出它们含有哪些物质，保质期是多少天，并就如何健康饮水提出自己的看法和建议。



第二节 水的变化

水是地球上最普通、最常见的物质之一，但对水的组成的探索经历了一个漫长的过程。水究竟是由什么组成的？能发生什么变化？表现出哪些性质？

纯水是无色、无味的液体。在 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ （标准大气压）时，水的凝固点为 0°C ，沸点为 100°C 。水在 4°C 时密度最大，为 1 g/cm^3 ；在 4°C 以上时，水的密度的变化符合“热胀冷缩”规律，但在 0°C 和 4°C 之间却表现为“热缩冷胀”。 0°C 时水的密度为 0.99984 g/cm^3 ，而冰的密度仅为 0.91671 g/cm^3 。

交流分享

设想一下，如果冰的密度比水大，会对水生生物造成什么影响？

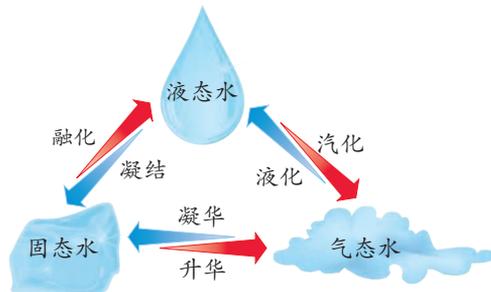


图 4-6 水的三态变化

在温度及压强改变时，水的状态会发生三态变化。水有很高的热稳定性，即使达到 2127°C 的高温，也仅有 2.4% 的水发生分解。

水的三态变化构成了自然界中水的循环，它不仅起着调节地表温度的作用，还体现了为地球上生物分配淡水资源的功能。

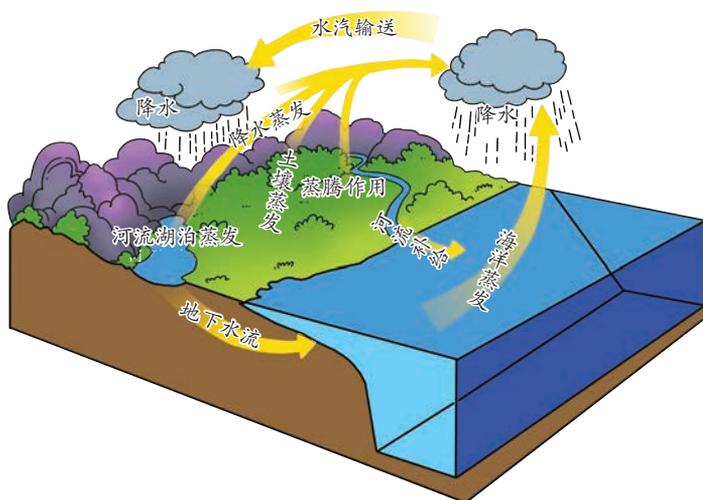


图 4-7 自然界中水的循环

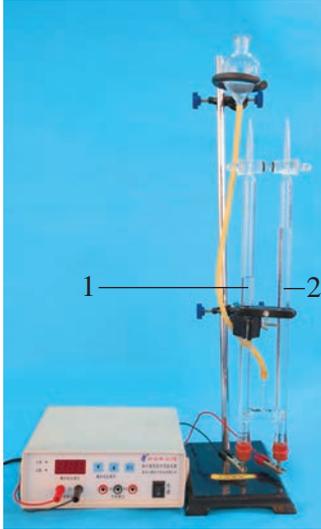
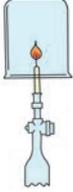
除了我们熟知的水的三态变化，在特定的条件下，水还会发生更奇妙的变化。



活动·探究

【探究目的】探究水在通直流电电解条件下的变化。

【探究操作】按图 4-8 连接好电解水装置。按下表的实验步骤进行实验，观察电极上和集气管内发生的现象，并填表。

实验步骤	实验装置	实验现象
<p>1. 给注满水（可加入少量硫酸或氢氧化钠以增强导电性）的电解水装置接通直流电源，观察电极上、集气管 1 和 2 内产生的现象。</p>		
<p>2. 旋转集气管 1 的活塞，放出少量气体点燃，在火焰上罩上一个冷而干燥的小烧杯。</p>		
<p>3. 在集气管 2 上端连接一个干燥管，伸进一根带火星的木条，旋转活塞放出少量气体。</p>		
<p>4. 用一支干燥的小试管按集气管 1 和 2 中气体的体积比收集满两种气体，在酒精灯火焰上点燃。</p>		



【探究结论】_____。

【思考讨论】

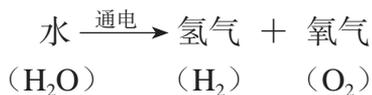
根据电解水的实验推测：

1. 集气管 1 和 2 收集到的各是什么气体？
2. 推断水是由什么组成的？

小知识

氢气是一种无色、无味、难溶于水的气体，同时也是最轻的气体。氢气还是一种易燃的气体，具有着火温度低、燃烧速度快、发热量大、燃烧产物是水等优点，因此是最理想的清洁能源。若氢气与空气混合，体积分数达到 4.0%~74.2% 时，遇明火会发生爆炸。若集气管里的氢气较为纯净，遇火焰仅发出很小的声音；若集气管里的氢气不纯，会发出尖锐的爆鸣声。这种方法常用于检验氢气的存在和纯度。

从实验得知，水在直流电的作用下，可分解成氢气和氧气。



上述反应还可以形象地表示如下：

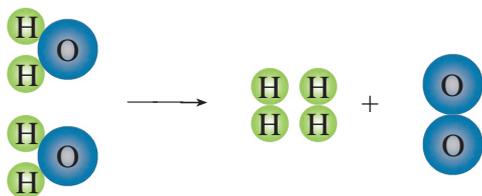
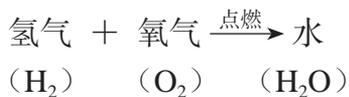


图 4-12 水分解的示意图

氢气和氧气混合点燃，又化合生成水。该实验可说明水是由氢和氧组成的。



史实在线

水的组成的发现历程

水在很长时间被人们认为是一种元素，例如古希腊哲学家把它当成“四元素”（水、火、气、土）之一。直到 18 世纪末，科学家才终于弄清水的组成的奥秘。



英国科学家普里斯特利(J·Priestley, 1733—1804)把“易燃空气”(氢气)和空气混合后,用电火花点火时产生爆鸣声,容器壁上出现了露珠。另一位英国科学家卡文迪许(H·Cavendish, 1731—1810)用纯氧代替空气进行实验,发现大约2份体积的“易燃空气”与1份体积的氧恰好完全化合,并确认所得露珠是水。但两位科学家未能突破传统观念的束缚,错误地用两种气体里都含有水这种“元素”,来解释所观察到的实验现象。

随后法国科学家拉瓦锡进行了一个以水为反应物的实验:让水蒸气通过一根烧红的枪管,发现有“易燃气体”产生。由此他认为水不是一种元素,而是“易燃空气”和氧的化合物,并把“易燃空气”命名为氢。1800年,英国科学家尼科尔森(W·Nicholson, 1753—1815)和卡里斯尔(A·Carlisle, 1768—1840)用伏打电池电解水获得成功,进一步证明了拉瓦锡的结论。

本节收获

- ✓ 知道了水能发生三态变化。
- ✓ 知道了利用电解的方法能把水分解成氢气和氧气。
- ✓ 知道了水由氢和氧组成。



练习与应用

1. 从变化的分类来看,水的三态变化是_____变化,水电解产生氢气和氧气是_____变化。
2. 水是由_____和_____组成的。
3. 电解水反应的文字表达式为_____,该反应属于_____反应。
4. 氢气与氧气在点燃的条件下生成水。该反应的文字表达式为_____,属于_____反应。
5. 在电解水的实验里,已知:(1)产生的气体体积比为2:1;(2)产生的气体质量比为1:8。如何确定两支集气管里收集的分别是什么气体?
6. 水常用来灭火,而水分解的产物却能燃烧。你觉得这两种性质相互矛盾吗?试说明理由。



第三节 水资源的开发、利用和保护

水不仅是生活的必需品，还是不可替代的宝贵的自然资源，是工业的血液、农业的命脉、航运的载体……虽然地球是个“水球”，但可供人类直接使用的淡水资源却极其有限。因此，合理开发、利用和保护水资源已经成为迫在眉睫的问题。

一、关心、爱护水资源

地球上水的储量虽然巨大，但能直接被生产和生活利用的，却少得可怜。首先，海水不能直接饮用，不能浇灌庄稼，也难以用于工业生产。其次，淡水只占地球总储水量的 2.5% 左右，且其中的绝大部分被冻结在远离人类的南北两极的冻土中，难以取用，实际上可供利用的不到 1/3。

交流分享

1. 人们常说，地球是个“水球”，自然界的水能够“自动”循环，为什么还要把爱护水资源当成一件大事？
2. 我们该怎样爱护水资源？

随着世界人口的迅速增长，用水量急剧增加，尤其是人类活动造成水体污染加剧，淡水危机越来越严重。因此，关心、爱护水资源就显得尤为重要。

我国是水资源短缺的国家，人均水资源占有量约为世界人均水平的 1/4。又由于水资源分布不均衡，许多地区严重缺水，城市缺水尤为突出。缺水不仅使生态环境日益恶化，而且严重影响到人民生活水平的提高和社会经济的发展。其中，北京是世界上严重缺水的大都市之一。我们必须关心、珍惜并自觉地保护水资源。



(1) 干涸的江河



(2) 干渴的土地



(3) 沙漠化的土地

图 4-13 干涸的地球





拓展阅读

我国的淡水资源危机

我国淡水资源总量为 2.7 万亿立方米，居世界第六位，但人均水量只相当于世界人均占有量的 1/4，居世界第 110 位。

目前，我国有 200 多个城市缺水。北京每年缺水 10 多亿立方米，有的地区地下水位已下降 30 多米，接近采用的极限。

二、水资源的合理开发、利用和保护

为解决水资源短缺的问题，我国目前主要采取了以下几项措施：

1. 合理开发水资源

一方面重视雨水、洪水、微咸水的开发利用，增加人工降水量^①，重视海水淡化处理和直接利用。另一方面，合理配置有限的水资源。流域调水，如我国南水北调工程，以缓解北方地区的缺水状况。



图 4-14 水资源开发



拓展阅读

海水淡化

一方面海水资源极其丰富，另一方面淡水资源严重匮乏。为解决淡水不足，人们把海洋中的咸水除去盐分后，变成可供人们利用的淡水的过程，叫做海水淡化。淡化海水的方法有多种。

冻结法

冻结法就是让海水冻结，迫使盐分集中在咸水里，在冰融化成淡水前，就将咸水排走，剩下的就是人们所需要的淡水了。

^① 为了增加大气降水量，人们用飞机或高射炮向较厚的云层里泼洒液氮、碘化银或干冰做晶种，使云中水汽凝结成雨或雪降落下来，这就是所谓的人工降雨。



蒸馏法

太阳能海水淡化装置利用的就是蒸馏法。当太阳光透过玻璃顶棚射入盛在黑色石槽中的海水时，海水温度不断升高并变成水汽，水汽在倾斜的玻璃顶棚上凝结成水珠流入水槽，并汇集在水管中。只要及时把浓缩的海水换成新鲜的海水，淡水就可以不断流出。

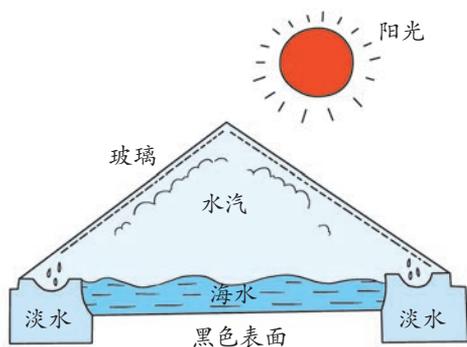


图 4-15 太阳能海水淡化装置

2. 节约用水

首先要增强全民节水意识。青少年要从小养成节水的习惯，如洗手、洗脸、刷牙时不要将水龙头始终打开。其次要大力推广高科技节水技术。如使用节水型器具，重视生活用水的重复利用等。农业节水主要采用节水灌溉技术（喷灌、滴灌等）和化学节水技术（使用化学保水剂、抗蒸腾剂、土壤改良剂）等。工业节水重在应用节水工艺和提高水的重复利用率。



图 4-16 农业灌溉



图 4-17 国家节水标志

交流分享

和同学们交流在
日常生活中节约用水
的小窍门。

3. 防治水污染

生活用水和生产用水在使用后会混入各种杂质，排放后一并回到天然水体中。如果杂质不多，由于水体具有一定的自净能力，不致造成危害；如果杂质



量超过一定限度时，水体中的毒物、病菌等有害杂质积累增多后，就会使水质不断恶化，产生不良影响，例如会使渔业减产、产品质量降低、损害人类健康甚至危及生命。水质的这种恶化过程称为水体污染。工业生产中的废渣、废水、废气和生活污水未经处理就任意排放，农业滥用化肥和农药，是造成水污染的主要原因。

我国的废水排放量很大，尽管废水处理率不断提高，但水污染仍比较严重。要坚决治理水污染，加强水环境保护，一是积极推行清洁生产，大幅度削减污染物排放量；二是建设足量、高效的污水处理厂，使污水达标排放。



图 4-18 污水处理厂

4. 进行污水处理

污水同样是宝贵的水资源，加以净化处理后既能得到可再利用的水，又能避免造成环境污染。

对污水进行净化处理的主要过程一般包括：污水先经格栅拦截大漂浮物，然后进入曝气池，在微生物的作用下，将污水中的绝大部分有机物降解去除；再进入沉淀池实现泥水分离，上层清水进入砂滤器，进一步去除悬浮的固体；再用氯气（或其他药剂）杀菌消毒。经检测达到一定标准后，所得的再生水（俗称“中水”）即可用于农田浇灌、园林绿化、道路保洁、冲洗厕所、清洗汽车、城市喷泉等方面。污水处理有助于实现水资源的良性循环，对城市的水资源紧缺状况起到积极的缓解作用，具有长远的社会效益和经济效益。

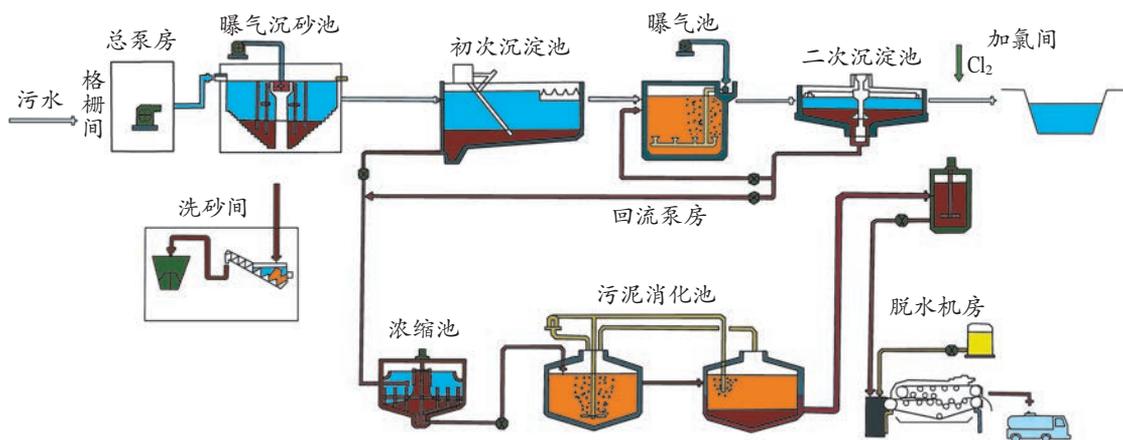


图 4-19 污水处理工艺流程图



课外实践

1. 学查水表，记录你家生活用水的情况，提出有针对性的节约用水的建议。
2. 参观污水处理厂或观看污水处理过程的录像。
3. 调查你生活住地的水污染状况，提出治理建议。

本节收获

- ✓ 知道了人类面临水资源危机，需要关心、爱护水资源。
- ✓ 知道了加强水资源的开发、合理利用和保护的一些措施。
- ✓ 知道要重视防治水污染。



练习与应用

1. 下列说法中，不正确的是（ ）。
 - A. 水和空气、粮食、石油一样重要
 - B. 水污染会严重破坏生态环境
 - C. 家庭用水量很小，没必要节约
 - D. 污水经过深度净化处理后可以饮用
2. 在家里准备好接水容器，拧开自来水龙头做如下实验：拧开水龙头使水形成细流状，测量一分钟内流出的水量。根据你的实验结果计算：如果有一个自来水龙头因损坏关不严而漏水呈细流状时，一天会流失多少升水？一年会流失多少升水？
3. 查阅有关水污染的各种资料（可以看环境保护方面的书刊，也可上互联网查询）后简答：
 - (1) 什么叫水污染？
 - (2) 水污染有多少种？主要有哪些种类？
 - (3) 防治水污染有什么新措施？
4. 通过网络查阅《中华人民共和国水污染防治法》，了解其主要内容。



本章收获了

1

水

- 分解：水 $\xrightarrow{\text{直流电}}$ ____ + ____
- 组成：由氢和氧组成
- 净化：____、____、____、____、杀菌
- 用途：_____等

2 净化水的常用方法。

净化方法	原理	作用
____、____	把液体和不溶于液体的固体分离	除去不溶性杂质
吸附	利用活性炭的吸附作用把天然水中的一些不溶性杂质和一些可溶性杂质吸附在表面	除去不溶性杂质、一些可溶性杂质和异味等
____	通过加热的方法使水变成水蒸气后冷凝成水	除去可溶性杂质和不溶性杂质

3

水资源

- 开发：海水、雨水
- 节水
- 保护：防治水污染
- 污水处理



巩固与自测

一、选择题

1. 下列物质中，属于纯净物的是（ ）。
A. 纯水 B. 雨水 C. 汽水 D. 矿泉水
2. 下列叙述中，不正确的是（ ）。
A. 水由氢和氧组成
B. 水由氢气和氧气组成
C. 水分解产生的氢气和氧气的体积比为 2 : 1
D. 氢气和氧气化合生成水
3. 除去水中固体悬浮物的实验方法是（ ）。
A. 煮沸 B. 蒸馏 C. 过滤 D. 蒸发
4. 下列饮用水消毒的方法中，错误的是（ ）。
A. 煮沸 B. 用紫外线照射
C. 加入过量高锰酸钾 D. 加入适量漂白粉
5. 北京是极度缺水的城市，人人都应节约用水。下列有关措施中，不恰当的是（ ）。
A. 推广使用节水龙头 B. 少喝水，少洗澡
C. 用洗过菜的水冲洗厕所 D. 工厂废水处理后循环使用

二、填空题

6. 水污染是目前最大的环境污染之一。下列活动不会造成水污染的是_____。
①城市生活污水任意排放。
②工业“三废”直接排放。
③在水中养殖鱼苗。
④农业生产中大量施用农药和化肥。
⑤海上油井的原油泄漏。
7. 要除去水中不溶性的物质，常采用的方法是_____。要除去水中的不挥发性物质，常用的方法是_____。

三、简答题

8. 怎样提高家庭生活中自来水的使用效率？请提出 1~2 条有效措施。
9. 调查学校用水的情况，并提出学校节约用水的具体建议。
10. 如何使一杯浑浊的雨水变为比较洁净的水？



第一节 初步认识化学元素

在化学家看来，世界上所有的物质都是由化学元素组成的。有趣的是，尽管世界上存在的物质种类已经超过数千万种，但组成它们的化学元素不过百余种。在这节中，我们将了解元素在自然界中的存在形态、元素在化学变化中的表现、百余种元素之间的关联和呈现的规律，等等。

一、化学元素

我们已经知道：原子是构成物质的微粒。以氧原子(O)为例，氧气分子(O₂)中含有氧原子、水分子(H₂O)中含有氧原子、二氧化碳分子(CO₂)中含有氧原子、过氧化氢分子(H₂O₂)中含有氧原子……仅一种氧原子，就可以与其他原子结合成许多种不同的物质。上述物质中含有的氧原子，可以统称为氧元素。换言之，化学元素是同一类原子的总称。

活动·探究

【探究目的】 如何定义“同一类原子”。

【猜想假设】 同一类原子即质子数、中子数、核外电子数都相同的原子。

【探究操作】

分析以下文字资料和数据：

资料一：自然界中的氢原子有氢1(氕 piē)、氢2(氘 dāo)和氢3(氚 chuān)三种。它们的原子核中都有1个质子，但分别有0个中子、1个中子和2个中子。

资料二：自然界中的碳原子有碳12、碳13和具有放射性的碳14三种。它们的原子核中都有6个质子，但中子数分别为6、7、8个。



结合以上资料，填写下表：

原子名称	质子数	核电荷数	中子数	核外电子数	相对原子质量	元素名称
氢 1 (氕)					1	
氢 2 (氘)					2	
氢 3 (氚)					3	
碳 12					12	
碳 13					13	
碳 14					14	

根据所学知识，填写下表：

微粒	质子数	核电荷数	中子数	核外电子数	元素名称
钠原子 (Na)			12		钠
钠离子 (Na ⁺)			12		
氯原子 (Cl)			18		氯
氯离子 (Cl ⁻)			18		

【探究结论】

_____。

随着人们对原子结构的认识逐步清晰，对元素概念又进行了补充和修订。根据现代观点，化学元素（简称元素，element）是原子核中质子数（核电荷数）相同的一类原子的总称。例如，质子数（核电荷数）为 8 的原子，统称为氧元素；质子数（核电荷数）为 6 的原子，统称为碳元素。

化学学科的基础是元素。除了氧元素、碳元素、氢元素、氮元素等常见元素外，已经发现的元素有一百多种，其中常见元素不过几十种，但就像 7 个音符可以组成无限多的美妙乐章、26 个英文字母可以组成近万个英文单词一样，由这几十种常见元素组成的物质总数已达数千万种。这百余种元素按其化学性质分成以下三类（如图 5-1）：



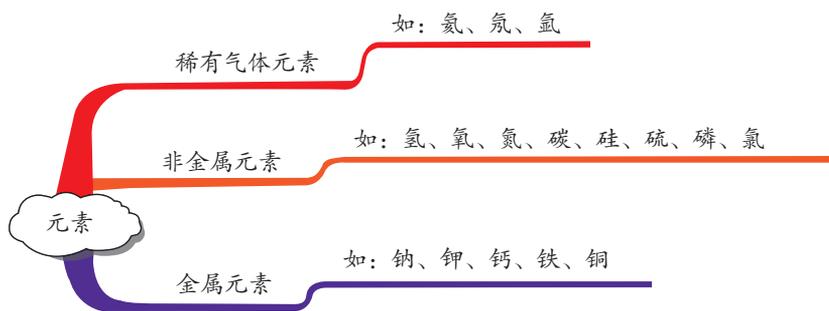


图 5-1 元素的简单分类

二、元素的存在和转化

物质由元素组成。按组成元素种类的不同，纯净物可分为单质和化合物^①。由同一种元素组成的纯净物叫做单质 (elementary substance)，如氢气 (H₂)、铁 (Fe)、磷 (P) 等；由多种元素组成的纯净物叫做化合物 (compound)，如水 (H₂O)、高锰酸钾 (KMnO₄) 等。

单质按性质可以继续划分，一般可分为金属单质和非金属单质。化合物也可按组成元素的数量和种类不同继续划分。在由两种元素组成的化合物中，如果其中一种是氧元素，这种化合物叫做氧化物 (oxide)，如五氧化二磷 (P₂O₅)、二氧化碳 (CO₂)、氧化镁 (MgO) 等。



科学方法

分类法

分类是人们在日常生活、工作和学习中常用的一种科学方法。例如，超市中商品的陈列，图书馆里书籍的摆放，生物学中将动植物分成门、纲、目、科、属、种等类别……

分类也是化学学习和研究中常用的一种科学方法。

联想·启示

1. 请简要分析原子、元素与单质的关系。
2. 请用关系图和实例表示出物质分类的体系。

^① 元素在自然界的存在状态可分成两类：游离态和化合态。游离态的元素以单质的形式存在，化合态的元素以化合物的形式存在。



自然界中存在的元素含量是不同的，表 5-1 列出了地壳中主要元素的含量。各种元素在地壳里含量差别较大，氧元素的含量最多，金属元素中含量最高的是铝。

表 5-1 地壳中主要元素的含量（质量分数）

元素	质量分数 /%	元素	质量分数 /%
氧	48.60	镁	2.00
硅	26.30	氢	0.76
铝	7.73	钛	0.42
铁	4.75	氯	0.14
钙	3.45	磷	0.11
钠	2.74	其他	0.53
钾	2.47		

课外实践

请查阅资料了解：海洋中含有哪些元素以及它们的含量各是多少？人体主要是由哪些元素组成的？与地壳中元素含量相比，你有什么发现？

我们前面接触的大量物质中都含有氧元素，这些物质之间是如何转化的呢？



观察·思考

依据有关知识，小组合作完成：

1. 列举出你知道的含有氧元素的物质（如氧气、水等）。
2. 建立以上物质之间的关系：（1）用“→”表示一种物质转化成另一种物质；（2）用“—”表示两种物质间可发生化学反应，并注明反应条件。
3. 绘制以上物质及其关系的网络图。



思考讨论

1. 物质间的转化实际就是发生化学变化的过程。
2. 在化学变化中，元素的种类和组合方式如何变化？
3. 元素在不同组合形态的转化中（如单质到化合物），一般通过什么途径（化学反应类型）？

在化学变化中，元素的种类不会改变，改变的只是元素的组合方式，即通过物质组成的变化，实现物质间的相互转化。

三、元素符号

H、O、C、N、Fe 等符号各自代表一种元素，与其名称氢、氧、碳、氮、铁等一一对应。每种元素都有一个专用名称和一个相应的符号，即元素符号（见表 5-2）。

表 5-2 常见元素的名称、符号和相对原子质量（近似值^①）表

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
氦	He	4	钾	K	39
氮	N	14	钙	Ca	40
氧	O	16	钛	Ti	48
氟	F	19	锰	Mn	55
氖	Ne	20	铁	Fe	56
氯	Cl	35.5	铜	Cu	64
氩	Ar	40	锌	Zn	65
碳	C	12	银	Ag	108
硅	Si	28	钡	Ba	137
磷	P	31	铂	Pt	195
硫	S	32	金	Au	197
钠	Na	23	汞	Hg	201
镁	Mg	24	铅	Pb	207

^① 精确的相对原子质量都含有若干位小数。当对计算结果的精度要求不高时，可以取相对原子质量的近似值。



统一的元素符号有利于国际间的交流。更重要的是，用看似简便的符号既可以表示某种元素，又可以表示这种元素的一个原子；如果物质是由同种原子构成的，元素符号还可用来表示它的单质。

四、元素周期表

史实在线

门捷列夫与元素周期表

19世纪20年代末，化学家已经发现了50多种元素，积累了大量的关于元素及其化合物的事实经验。面对庞杂凌乱、千头万绪的化学事实，化学家陆续开展了关于元素分类问题的研究，以期寻找元素之间的联系。

1869年，俄国化学家门捷列夫（Dmitri Ivanovich Mendeleev, 1834—1907）在前人研究的基础上，对当时已知的63种元素进行了系统的分析和研究。当按照“原子量”大小对元素进行排列时，他发现元素的性质呈现出周期性的变化。他把63种元素按照“原子量”递增的顺序排成几行，再把各行中性质相似的元素排入同一列内，这样一来，元素与原子量的内在联系便跃然纸上。这就是门捷列夫的第一张元素周期表。

根据门捷列夫的元素周期表，人们不仅修正了某些已知元素的“原子量”，而且预测了一些当时尚未被发现元素的存在及其性质。



图 5-2 中国科学技术馆里的门捷列夫塑像



我们现在常用的元素周期表，是在门捷列夫元素周期表的基础上增补而成的。为纪念门捷列夫，现仍称做门捷列夫周期表。

第一，元素周期表按元素原子核电荷数（质子数）递增顺序为元素编号，称做原子序数。

第二，周期表中的元素按原子序数从左到右、从上到下递增的顺序排列。

第三，周期表中对金属元素、非金属元素用不同的颜色进行区分。

第四，周期表中的每种元素都分别列出了中文名称、化学元素符号以及相对原子质量等信息。

联想·启示

1. 数一数，找规律：周期表中共列出多少种元素？金属元素有多少种？非金属元素有多少种？你发现元素的中文名称有什么特点。
2. 从元素周期表上查找原子序数为 1、6、8、11、14、17、20、26、36、79 的元素的名称、符号、核电荷数、质子数、核外电子数、相对原子质量，并指出它们属于哪类元素。
3. 与第三章的图 3-11 相对照，有什么发现？你对“周期”还有哪些认识？

元素周期表呈现出众多元素各自的特征及它们之间存在的规律，使看似彼此无关的元素构成一个既有区别又相互关联的体系。它是我们学习和研究化学时的重要工具，并将在高中课程中继续学习。

本节收获

- ✓ 知道了元素的定义、种类及元素符号。
- ✓ 知道了元素主要以单质和化合物两种形态存在于物质中，并能说出地壳中含量较多的几种元素。
- ✓ 初步体验到“元素在化学变化中不变”，并能以氧元素为例说明元素在物质间的转化。
- ✓ 初步认识了元素周期表，能根据元素的原子序数在元素周期表中找到它的位置，并获得有关该元素的基本信息。



练习与应用

1. 试以“元素”为核心词，绘制概念图，建立本节相关知识间的联系。
2. 我国在部分地区启动了“酱油加铁”工程。这里的铁是指（ ）。
A. 分子 B. 原子 C. 元素 D. 单质
3. 现有高锰酸钾、二氧化锰、过氧化氢、氧化汞四种物质，下列有关叙述正确的是（ ）。
A. 都含有氧气 B. 都含有氧原子
C. 都含有氧分子 D. 都含有氧元素
4. 二氧化碳由碳、氧两种元素组成，这两种元素的本质区别是（ ）。
A. 质子数不同 B. 中子数不同
C. 核外电子数不同 D. 最外层电子数不同
5. 下列物质中，属于单质的是（ ）。
A. 空气 B. 氢气 C. 水 D. 二氧化碳
6. 元素周期表是化学学习和研究的重要工具。图 5-3 是元素周期表的一部分：

1 H 1.008							2 He 4.003	
3 Li 6.941	4 Be 9.012		5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
①	②	③					

图 5-3 元素周期表（部分）

- (1) 6~11 号元素中属于金属元素的有（填元素符号）_____。
- (2) 地壳中含量最高的元素是_____（填元素符号），其原子的核外电子数是_____个，其相对原子质量是_____。
- (3) 科学家宣布已人工合成了第 119 号元素，则此元素的核电荷数为_____。
- (4) 根据上表的规律，预测质子数为 20 的元素在表中的位置是_____（填“①”、“②”或“③”）。
7. 考古出土的古代青铜器表面，往往附着一层绿色物质（如图 5-4 所示）。请你试推测并解释，这种绿色物质中可能含有哪些元素？



图 5-4 古代青铜器



第二节 物质组成的表示——化学式

经过前面的学习，我们已经认识到物质是由元素组成的，也是由大量微粒聚集而成的。元素符号可以表示元素名称和这种元素的一个原子。那么，如何用化学符号来表示物质的组成呢？

交流分享

在前面的学习中，我们已经认识了一些物质的组成，还发现每种物质名称后都标有化学符号：

1. 请列出你知道的这些物质的名称和化学符号：如氧气(O_2)、水(H_2O)、氯化钠($NaCl$)……

2. 你能用名称、符号、图示等方法表示“水”这种物质吗？这些方法各有什么特点？你最喜欢用哪种方法，为什么？

一、化学式

化学家通过实验发现，任何纯净物都有固定的组成。我们把用元素符号和数字表示纯净物组成的式子叫做化学式(chemical formula)，如图5-5所示。

我们已经知道，大部分物质由分子构成。对这些物质而言，化学式又被称为分子式。水由分子构成，它的化学式(或分子式) H_2O 既表示这种物质，又表示该物质的元素组成，还可表示构成这种物质的分子及分子中原子的数值。



图 5-5 试剂瓶标签

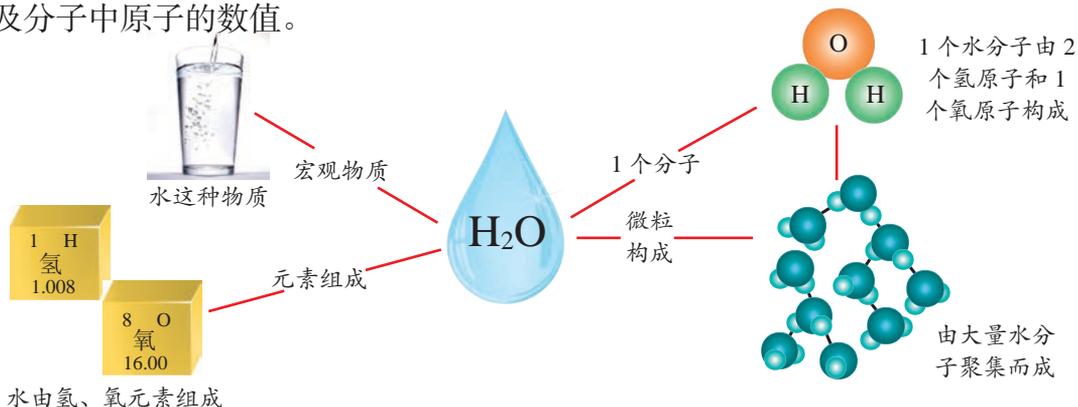


图 5-6 H_2O 的意义



联想·启示

分析以下化学符号的含义：

符号	宏观含义	微观含义	微粒示意图
2O	—		
O ₂			
2O ₂	—		

二、化学式的书写

通过实验，可以测定物质的元素组成及分子中的原子构成。用化学式表示物质组成时，一般可参照以下约定。

表 5-3 初中常见物质化学式书写的一般约定^①

物质类别		书写规则	实例
单质	金属和大部分 固态非金属	用元素符号表示	Fe、Si、 C
	稀有气体	用元素符号表示	He、Ne
	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（1 时可以省略）	O ₂ 、H ₂ 、 O ₃
化合物	金属元素 与非金属元素 组成的物质	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；在元素符号右下角写上表示金属（或原子团）原子与非金属（或原子团）原子的个数比的数字（如果是 1:1 时，1 可以省略）	NaCl、 MgCl ₂
	非金属元素 与氧元素组成 的物质	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；在元素符号右下角写上表示这种化合物中 1 个分子里所包含的各原子个数的数字（1 时可以省略）	CO ₂ 、 H ₂ O、 H ₂ O ₂

由两种元素组成的化合物的名称，一般读做“某化某”。读的顺序与化学式书写顺序相反，如氧化镁（MgO）；有些还要读出化学式里各种原子的原子个数，如四氧化三铁（Fe₃O₄）。

^① 物质的组成实际比较复杂，有时为了简便，就约定在大多数情况下化学式的书写方法。例如，1 个白磷分子有 4 个原子，为简便就用 P 表示了。





图 5-7 一种针状的硫单质 化学式 S



图 5-8 二氧化硅晶体 化学式 SiO₂



图 5-9 硫酸亚铁晶体 化学式 FeSO₄·7H₂O

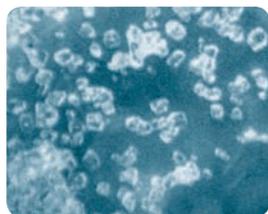


图 5-10 四氟化氙晶体 化学式 XeF₄

三、物质组成的简单计算

人们还可以利用化学式及其组成元素原子的相对原子质量进行简单计算，获取更多、更准确的有关物质组成的信息。

化学式中各原子的相对原子质量的总和，叫做相对分子质量（relative molecular mass，符号 M_r ）。

化合物中某元素的质量与组成该化合物各元素质量的和之比，叫做该元素的质量分数（mass fraction）。

此外，根据化学式还可以计算组成物质各元素的质量比。

[例题 5-1] 碳酸钙是生活中常用补钙剂的主要成分，其化学式是 CaCO₃。请计算：（1）相对分子质量；（2）钙元素的质量分数；（3）组成元素的质量比。

[解] 碳酸钙的化学式是 CaCO₃。

（1） $M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \times 3 = 100$

（2）CaCO₃ 中钙元素的质量分数：

$$\frac{\text{钙元素质量}}{\text{碳酸钙质量}} \times 100\% = \frac{\text{Ca 的相对原子质量} \times \text{Ca 的原子个数}}{\text{CaCO}_3 \text{ 的相对分子质量}} \times 100\%$$
$$= \frac{40}{100} \times 100\% = 40\%$$

（3）CaCO₃ 中钙、碳、氧元素的质量比是：

$$40 : 12 : (16 \times 3)$$
$$= 10 : 3 : 12$$

答：碳酸钙的相对分子质量是 100；其中钙元素的质量分数为 40%；钙、碳、氧元素的质量比是 10 : 3 : 12。

交流分享

以水（H₂O）为例，结合表 5-2，可以得知哪些关于数量的信息？这些信息在实际中有什么用途？

联想·启示

1. 计算相对分子质量时，元素符号右下角的数字在算式中如何处理？
2. 相对分子质量有单位吗？
3. 请收集日常生活中常见商品的标签，观察标签上的物质标识，分析由化学式可获得的信息。



第三节 化合价

化合物均有固定的组成，同一元素的原子与其他元素的原子相结合时，原子数目呈确定的简单整数比关系。为了表示这种关系，化学家提出了化合价的概念。

交流分享

填写并观察下表，与小组同学交流你的发现：

物质名称	化学式	原子个数比
氯化氢	HCl	
水	H ₂ O	
氨	NH ₃	
甲烷	CH ₄	

一、化合价 (chemical valence)

表 5-4 常见元素和原子团的化合价

元素名称	元素符号	常见化合价	元素名称	元素符号	常见化合价	原子团名称	原子团符号	常见化合价
钾	K	+1	铝	Al	+3	氢氧根	OH ⁻	-1
钠	Na	+1	锰	Mn	+2,+4,+6,+7	碳酸根	CO ₃ ²⁻	-2
银	Ag	+1	氢	H	+1	硝酸根	NO ₃ ⁻	-1
钙	Ca	+2	氯	Cl	-1,+1,+5,+7	硫酸根	SO ₄ ²⁻	-2
镁	Mg	+2	氧	O	-2	铵根	NH ₄ ⁺	+1
钡	Ba	+2	硫	S	-2,+4,+6			
锌	Zn	+2	碳	C	+2,+4			
铜	Cu	+1,+2	硅	Si	+4			
铁	Fe	+2,+3	氮	N	-3,+1,+2,+4,+5			



化合价简称价^①，表示各种元素的原子相互化合时的数目。通常以氢的化合价(+1)作为标准，其他元素的化合价就等于和该元素的1个原子相化合或可被置换的氢原子的数目。

1. 化合价有正价和负价：氧元素通常为-2价；氢元素通常为+1价；金属元素跟非金属元素化合时，金属元素呈正价，非金属元素呈负价。
2. 一些元素在不同物质中具有不同的化合价。
3. 在一种化合物里，正负化合价的代数和为零。
4. 单质中元素的化合价约定为0。

联想·启示

请结合第三章的图3-11思考并讨论：
元素化合价的数值、正负性与元素的原子结构有什么联系？

二、化合价的应用

化合价可应用于推测化合物中各组成元素原子的数量比、正确书写化学式等方面。

[例题 5-2] 高锰酸钾是实验室制取氧气的原料，其加热后生成氧气和另外两种含锰元素的化合物。请写出以上三种含锰元素化合物的化学式，并标出每种化合物中锰元素的化合价。

[解] 高锰酸钾受热分解，生成了两种含锰元素的化合物——锰酸钾和二氧化锰。高锰酸钾的化学式是 KMnO_4 。

设其中 Mn 的化合价为 x ，依据化合物中化合价代数和为零，列出方程：

$$(+1)+x+(-2)\times 4=0 \quad x=+7$$

高锰酸钾中锰元素的化合价为 +7。

同理，可知锰酸钾 (K_2MnO_4) 中锰元素的化合价为 +6；二氧化锰 (MnO_2) 中锰元素的化合价为 +4。

^① 亦称原子价。



[例题 5-3] 硫在空气中燃烧时会生成带有刺激性气味的含硫氧化物，其中硫元素的化合价为 +4，氧元素的化合价为 -2，写出这种含硫氧化物的化学式和名称。

[解] (1) 确定化合物的元素组成及排列顺序：通常正价在左，负价在右



(2) 标出元素（或原子团）的化合价：化合价标在元素符号（或原子团）的正上方



(3) 交叉后，再约简确定原子（或原子团）个数，或找元素正负化合价的最小公倍数。计算化学式中各元素原子（或原子团）的个数，并标在该元素符号（或原子团）的右下角

交叉后得：（或）

最小公倍数为 4



硫原子个数 = $4/4=1$

约简得：

氧原子个数 = $4/2=2$



(4) 写出化学式： SO_2

(5) 检验：正、负化合价代数和应为零 $(+4) + (-2) \times 2 = 0$

答：这种硫的氧化物的化学式是 SO_2 ，其名称是二氧化硫。

本节收获

- ✓ 知道了化合价可表示各种元素的原子相互化合时的数目。
- ✓ 能说出一些常见元素的化合价。
- ✓ 根据化合物的化学式推断组成各元素的化合价，并能依据化合价书写一些简单的化学式。

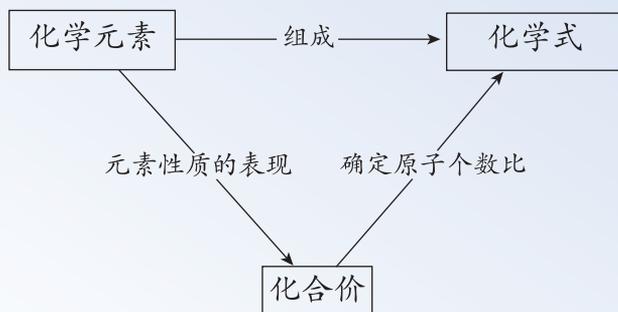


练习与应用

- 下列叙述中，不正确的是（ ）。
 - 单质中元素的化合价为 0
 - HCl 中氢为 +1 价，氯为 -1 价
 - NaCl 中钠为 +1 价，氯为 -1 价
 - H₂O 中氢、氧化合价的代数和是 -1
- 下列符号中，能正确表示铝元素化合价的是（ ）。
 - $\overset{+2}{\text{Al}}$
 - $\overset{+3}{\text{Al}}$
 - Al^{3+}
 - $\overset{-3}{\text{Al}}$
- 下列氮的氧化物中，氮元素化合价最高的是（ ）。
 - N₂O
 - NO
 - NO₂
 - N₂O₅
- 下列有关化学用语的说法中，正确的是（ ）。
 - 镁离子的符号为 Mg²⁺
 - O₂ 中氧元素的化合价为 -2 价
 - 2H 表示 2 个氢分子
 - 一氧化碳的化学式为 CO
- 碘 (I) 的某种氧化物常用来测定空气中一氧化碳的含量，已知该氧化物中碘的化合价是 +5，请写出这种氧化物的化学式_____。
- 近来，利用亚硒酸钠 (Na₂SeO₃) 消除活性氧 (被认为对人体衰老过程有加速作用) 的实验已引起关注。亚硒酸钠中 Se 元素的化合价为_____。
- 标出下列物质化学式中各元素的化合价 (应将化合价标在元素符号的正上方，如 $\overset{+4}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}}_2$)：
O₂ H₂O CO₂ CO NH₃ KClO₃ CaCO₃
- 下列化学反应中，氧元素的化合价如何变化？
氧气 + 氢气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水 氧化汞 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 汞 + 氧气
(O₂) (H₂) (H₂O) (HgO) (Hg) (O₂)
- 赤铁矿的主要成分是氧化铁，已知其中铁元素的化合价是 +3，请写出氧化铁的化学式。
- 请查阅化学史的相关资料，了解化合价概念的提出和演变过程，并制作成图文并茂的小报，在班级进行展示和交流。



本章收获了



1 化学元素。

定义	
分类及举例	
存在类型及举例	
元素符号 (C) 的含义	
化学变化中的元素	

2 化学式与化合价。

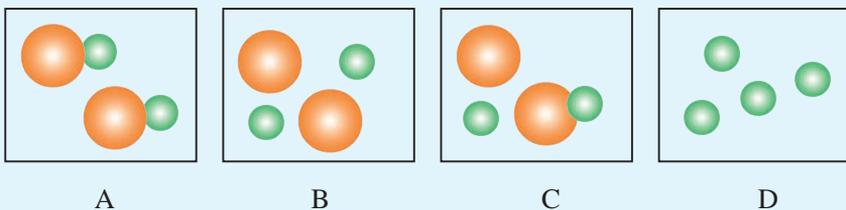
- (1) 用_____表示纯净物组成的式子叫做化学式。
- (2) 化学式既可以表示_____；也可以表示_____；还可以表示_____。
- (3) 依据化学式可以计算_____、_____和_____。
- (4) 化合价表示_____。
- (5) 一种化合物中元素正负化合价代数和为_____；单质中元素的化合价为_____。



巩固与自测

一、选择题

1. 科学家依据第 72 号元素铪和第 74 号元素钨的含量，精确测出月球的形成比地球至少早 700 万年。铪、钨两种元素的本质区别是（ ）。
A. 中子数不同
B. 质子数不同
C. 最外层电子数不同
D. 相对原子质量不同
2. 在下图里，大球代表一种元素的 1 个原子，小球代表另一种元素的 1 个原子，可分析得出，属于化合物的是（ ）。



3. 图 5-12 是元素周期表中银元素的信息示意图，对图中信息理解不正确的是（ ）。

- A. 该元素为金属元素
- B. 相对原子质量为 107.9
- C. 元素符号为 Ag
- D. 质子数和中子数均为 47

47	Ag
银	
107.9	

图 5-12

4. 酚酞是常见的酸碱指示剂，化学式为 $C_{20}H_{14}O_4$ ，下列有关酚酞的叙述正确的是（ ）。
A. 酚酞的相对分子质量为 38
B. 酚酞由 20 个碳原子、14 个氢原子和 4 个氧原子构成
C. 酚酞中碳、氧元素的质量比为 60 : 7
D. 酚酞是由碳元素、氢元素和氧元素组成
5. 以二氧化锡 (SnO_2) 为敏感材料制成的“气—电”转换器，可用于监测有害气体。 SnO_2 中 Sn 元素的化合价为（ ）。
A. -4
B. +2
C. +3
D. +4
6. 某些患者需要食用低钠盐的食品。目前，市场供应的低钠盐多为苹果酸钠盐 ($C_4H_5O_5Na$)。每日食用 5 g 苹果酸钠盐，人体摄入的钠元素质量仅为等量食盐中钠元素质量的（ ）。
A. 18.7 %
B. 26.7 %
C. 37.5 %
D. 43.1 %
7. 山苍子油是一种香料的主要来源，其主要成分是柠檬醛。现从山苍子油中提取 7.6g



柠檬醛，使其在氧气中完全燃烧，生成 22 g 二氧化碳和 7.2 g 水。根据以上数据分析，下列对柠檬醛的说法正确的是（ ）。

- A. 一定含有碳、氢、氧元素
- B. 一定含有碳、氢元素，可能含有氧元素
- C. 柠檬醛的化学式为 C_5H_8O
- D. 碳、氢元素的质量比为 15 : 2

二、填空题

8. 在点燃条件下，A 和 B 反应生成 C 和 D。反应前后分子变化的微粒示意图 5-13 如下所示。

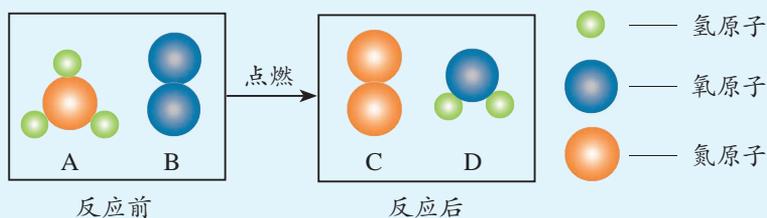


图 5-13

请回答以下问题：

- (1) 1 个 B 分子中含有_____个原子。
- (2) A 中氮元素和氢元素的质量比为_____。
- (3) 4 种物质中，属于化合物的是_____（填图中字母）。

三、计算题

9. 讨论：为什么不法商家要在奶粉中添加三聚氰胺呢？

[相关材料] 在“毒奶粉”事件爆发前，我国对于奶制品的质量检验是通过测定氮元素在奶制品中的质量分数来评定的，因为氮元素主要来自于奶制品中的蛋白质。

合格奶粉中蛋白质的含量为 18%，蛋白质中氮元素的质量分数为 16%。

三聚氰胺是一种由碳、氢、氮三种元素组成的白色、无味的晶体，相对分子质量为 126，其中碳元素的质量分数约为 28.6%，氢元素的质量分数为 4.8%，其余为氮元素。请通过计算说明：在 100 g 奶粉中添加 1 g 三聚氰胺，仍用经典方法测定时，氮元素和对应蛋白质的质量分数会变成多少？

四、简答题

10. 试以“化学式”为核心词，将化学元素、化合价、化学式等相联系绘制概念图。



第6章

燃烧的学问

燃烧是一类对人类文明发展具有特殊意义的化学反应。燃烧是什么？燃烧需要什么条件？在这一章中，我们一起来探究燃烧的学问。

本章将学到

- ★ 燃烧的条件
- ★ 完全燃烧与不完全燃烧
- ★ 爆炸与自燃
- ★ 灭火原理与方法
- ★ 化学反应中的能量变化
- ★ 化石燃料



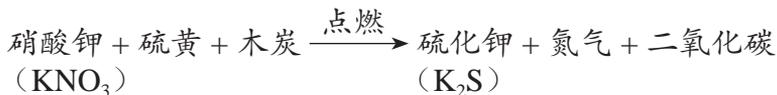
第一节 探索燃烧与灭火

也许你对燃烧的现象并不陌生，却未必了解燃烧的实质；也许你耳闻或目睹过消防员灭火的经过，却未必知道灭火的原理。人类一直致力于对燃烧本质的探求。18世纪初，科学家提出了“燃素说”；1774年，发现氧气后拉瓦锡重新定义了燃烧。当前，我们可以认为燃烧是可燃物与氧气发生的一种发光、放热的剧烈的氧化反应。

拓展阅读

黑火药与对燃烧的新认识

黑火药是由硝酸钾(KNO_3)、硫黄(S)和木炭(C)组成的混合物，是我国古代四大发明之一，距今已有1 000多年的历史。黑火药可以燃烧，因产物中有大量气体物质，可在一定条件下爆炸。



以上事实说明，除氧气外，可生成氧气的含氧化合物也能与可燃物发生燃烧。此外，钠在氯气中燃烧的实验说明，氯气在此实验中具有类似于氧气的助燃性。



图 6-1 中国古代四大发明之一——火药

一、燃烧的条件

活动·探究^①

【探究目的】可燃物发生燃烧的必要条件。

【猜想假设】可燃物燃烧必须要接触氧气(或空气)，还应达到一定的温度。

【探究操作】燃烧条件探究的实验方案的设计。

① 本实验要求学生独立或分组完成。



提供的材料：酒精灯、蜡烛、集气瓶、玻璃片、火柴、纸盒、水、坩埚钳。

研究的变量	控制的变量	实验步骤	实验现象

【探究结论】可燃物燃烧的必要条件是_____。

实验事实说明，可燃物燃烧必须同时具备两个条件：

- (1) 与足够浓度的氧气（或空气）接触；
- (2) 达到着火点所需的最低温度（即着火点）。

着火点（俗称燃点）是指物质在空气中加热时，开始并持续燃烧的最低温度。不同可燃物的着火点不同，在一定条件下有确定的数值。



科学方法

控制变量法

实验科学（如化学、物理学、生物学）中对于多因素（即多变量）问题的研究，常采用控制因素（变量）的方法。即把多因素的问题分解成多个单因素的问题，再进行逐个研究。每一次实验只改变其中的某一个因素，而控制其余几个因素不变，研究被改变的这个因素对事物的影响，最后进行综合分析、做出结论。

控制变量法是科学研究中的重要方法，广泛运用在各种科学探索和实验研究中。

表 6-1 一些物质的着火点（通常状况下）

物质	白磷	硫黄	红磷	铁粉	木炭	砂糖
着火点 / $^{\circ}\text{C}$	40	190	240	315~320	320~400	350



观察·思考

以下是探究燃烧条件实验的过程，试对实验现象进行分析和预测。

步骤一：在 500 mL 的烧杯中注入 300 mL 热水（约 50°C 以上），并投入一小块白磷。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水分的白磷（如图 6-2），可观察到：_____。

步骤二：待铜片上的白磷熄灭后，可以用火柴将红磷点燃。

步骤三：将导管对准烧杯中的白磷，通入少量氧气（如图 6-3），可观察到：_____。

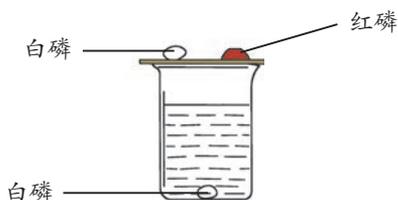


图 6-2 白磷和红磷的燃烧



图 6-3 白磷在水中燃烧

思考讨论

以上实验中，哪些操作及现象可证明可燃物燃烧必备的两个条件？

二、完全燃烧与不完全燃烧

交流分享

1. 家用燃气灶在燃烧很旺时，会看到蓝色的火焰（如图 6-4）。但调小进空气管的阀门时，马上会看到火焰变成黄色（如图 6-5）。如果这时把白瓷碗放到火焰上方，过一会儿白瓷碗底部会附着一层黑色的固体粉末。为什么火焰颜色会发生这样的变化？白瓷碗底部黑色的固体又是什么物质？

【安全提示】请在教师或家长指导下进行实验，防止烧伤、烫伤。

2. 结合第 2 章蜡烛在空气和纯氧中燃烧的对比实验，分析哪些因素会影响可燃物燃烧的程度？



图 6-4 燃气灶的完全燃烧



图 6-5 燃气灶的不完全燃烧

实验事实说明，可燃物完全燃烧的条件是：

- (1) 要有充足的氧气；
- (2) 可燃物和氧气充分接触。

物质完全燃烧与不完全燃烧时的现象不同，反应产物也可能不同。例如，含碳元素的可燃物完全燃烧的产物是二氧化碳，不完全燃烧时可能会产生一氧化碳、碳等。吸烟时会发生不完全燃烧，产生的一氧化碳等对人体有害。



通常状况下，一氧化碳难溶于水，能在空气中燃烧生成二氧化碳。



含碳燃料的不完全燃烧、汽车排放的尾气、煤气的泄漏等都会增加空气中一氧化碳的含量。为使燃料完全燃烧，工业上常把煤炭磨成粉状以增大与空气的接触面积，并对锅炉进行鼓风以增加空气的供给。发动机把汽油、柴油喷成雾状进行燃烧，也是为了使燃料能够在有限的空间和时间内达到完全燃烧。

三、爆炸与自燃

当燃烧在有限空间内快速进行时，将于瞬间释放出大量热而形成局部高温，同时产生大量气体，气体在高温下急剧膨胀而引起爆炸。定向爆破（如图6-6）、开采爆破等都是爆炸的有效利用。爆炸有时也会产生危害。例如，当家用天然气、煤气发生泄漏时，这些可燃性气体聚集在通风不良的有限空间内，一旦点燃就可能发生爆炸。面粉、煤粉等粉末状可燃物与氧气的接触面积较大，一经点燃就会发生剧烈的燃烧，如在有限空间内也会引起爆炸。

联想·启示

爆炸是否都是由化学变化引起的？



图 6-6 定向爆破



当心爆炸

图 6-7 当心爆炸标志

并不是所有的氧化反应都像燃烧那样剧烈地发光、放热，如铁生锈，虽然是氧化反应，却进行得很缓慢，甚至在短时间内不易察觉。这样的氧化反应叫做缓慢氧化，动植物呼吸、食物腐败、酒和醋的酿造等都包含缓慢氧化过程。

物质在缓慢氧化过程中也会产生热量，如果产生的热量不能及时散失，温度就会不断升高。当温度达到这种物质的着火点时，不经点燃，也会引起燃烧。这种由缓慢氧化而引起的燃烧过程叫做自燃。



四、灭火

人们一直把燃烧看做“光明”、“温暖”的象征，但燃烧也有其危险的一面，使用不当就可能引发火灾，甚至造成巨大损失。因此，如何有效地控制燃烧甚至阻断燃烧过程，其原理与技术应成为必备常识。

依据发生并持续燃烧的条件，可推知：阻断燃烧（即灭火）可从移走可燃物、降低温度到着火点以下、隔绝空气与可燃物接触三个方面着手进行。



交流分享

现有一支燃烧的蜡烛，结合生活经验和灭火原理讨论：

1. 可以采用哪些熄灭的方法？各依据什么原理？
2. 以上哪种方法比较适合熄灭一支蜡烛？

明确了灭火原理，就要依据着火时的具体情况，采取适宜的灭火方法。例如，一支蜡烛的火焰可以吹灭；而森林大火遇到风反而更加剧烈，需用飞机喷洒灭火剂（如图 6-8）；必要时还须砍伐树木制造隔离带；扑灭森林火灾的后期，则需要消防员手持吹风机进入森林，寻找草丛中的余火将其吹灭（如图 6-9）。



图 6-8 飞机喷洒灭火剂



图 6-9 人工吹灭余火



联想·启示

观察以下灭火方法，这些方法是否合适？



图 6-10 使用灭火器灭火



图 6-11 灶具着火



图 6-12 电器着火

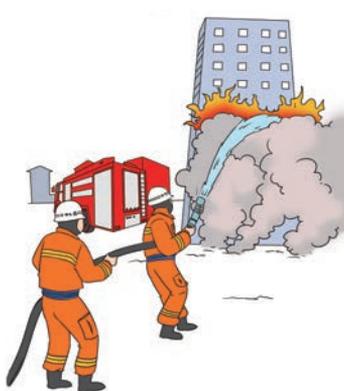


图 6-13 高楼起火

本节收获

- ✓ 知道了燃烧是可燃物与氧气发生的发光、放热的剧烈氧化反应。
- ✓ 通过实验探究，发现了可燃物燃烧必须与足够浓度的氧气（或空气）接触，并要求温度达到着火点。
- ✓ 初步了解因可燃物接触氧气量的不同，可以发生完全燃烧或不完全燃烧，并认识到燃料完全燃烧的重要性。
- ✓ 初步认识了爆炸、缓慢氧化导致的自燃等现象。
- ✓ 了解了灭火原理和基本方法。



练习与应用

1. 最近“纸火锅”(如图 6-14)逐渐流行起来。“纸火锅”是用纸张代替金属材料做容器盛放汤料,当酒精燃烧时纸张不会燃烧。对此现象,下列解释合理的是()。

- A. 纸张不是可燃物,不能燃烧
- B. 纸张被水浸湿,导致着火点降低
- C. 水蒸发时吸热,温度达不到纸张的着火点
- D. 空气不充足,纸张不会燃烧



图 6-14

2. 从发生火灾的房间逃离时,下列做法中不正确的是()。

- A. 用湿毛巾捂住鼻子
- B. 成站立姿势跑出
- C. 伏低身体逃出
- D. 淋湿衣服爬出

3. 森林初发火灾时,可以使用爆炸灭火的方法,将灭火弹抛到火场爆炸用以控制火势。关于爆炸灭火原因的分析不合理的是()。

- A. 爆炸使燃烧处暂时缺氧
- B. 爆炸气浪降低了可燃物的着火点
- C. 爆炸气浪驱散了可燃物周围的热量
- D. 爆炸激起的沙土覆盖可燃物从而隔绝了空气

4. 下列生活中的做法错误的是()。

- A. 将燃气热水器安装在浴室里
- B. 油锅着火时可立即盖上大量菜叶
- C. 室内天然气泄漏,马上打开门窗,关闭阀门
- D. 电器着火,应先切断电源

5. 露天烧烤不仅产生大量有害物质污染环境,而且烧焦的肉制品中含有致癌物质苯并芘,其化学式为 $C_{20}H_{12}$ 。126 g 该物质中含有的碳元素质量是_____g,碳、氢元素的质量比为_____。

6. 从前,古罗马帝国的一支庞大的船队耀武扬威地出海远征。船队驶近红海时,突然,一艘装满草料的最大的给养船上冒出滚滚浓烟,遮天蔽日。远征的战船只好收帆转舵,返航回港。远征军的统帅下决心要查出给养船起火的原因,但查来查去,没有找到任何人为纵火的证据。你能结合本节所学的知识,分析给养船起火的可能原因吗?

7. 调查实践:你们学校有哪些种类的灭火器?它们都被放在什么位置?你知道怎样使用这些灭火器吗?



第二节 化学反应中的能量变化

燃烧不仅是有新物质生成的化学反应，同时也伴随着发光、放热现象，即有能量的变化。其他类型的化学反应是否也伴随着能量变化？人们如何利用化学反应中的能量变化呢？

活动·探究

【探究目的】观察化学反应中的热现象。

【探究操作】 1. 镁条与稀硫酸反应

在一支试管中加入 5 mL 稀硫酸，插入温度计测量其温度，然后取一根约 5 cm 长的镁条，折成团放入稀硫酸中，观察镁条的变化，并用手触摸试管外壁。充分反应后再次测量其温度。

实验操作	放入镁条前	放入镁条后
测量的温度		
实验现象		

2. 氢氧化钡晶体与氯化铵晶体的反应

在一个小烧杯里加入约 30 g 的氢氧化钡晶体 $[\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ ，将小烧杯放在事先已滴有 3~4 滴水的木片上，然后再加入约 15 g 氯化铵晶体 (NH_4Cl) ，并立即用玻璃棒迅速搅拌，使氢氧化钡晶体与氯化铵晶体充分反应。观察晶体变化，烧杯和木片是否能够冻结在一起（如图 6-15）。

实验现象：_____。

【探究结论】_____。



图 6-15

化学反应都伴随着能量的变化，通常表现为热量的释放或吸收。有一些化学反应，因为能量变化不大，或者因为反应速率较慢，仅凭用手触摸或是一般的测量方法，不易观察吸热或放热的现象，这时需要选用精密仪器进行测量。



为什么化学反应中会有能量变化呢？先看两个通俗的例子：点燃火箭推进剂可以把火箭推向太空；食物被人体消化的同时，也为其生命活动提供了需要的能量。在这些事例中都有一个共同点，那就是在通过物质的化学变化获取能量的同时，必然有物质消耗和新物质生成。由此可以想到，这些能量是蕴藏在物质中的，而且不同物质在不同状态下所蕴藏的能量不同。发生化学反应时，当生成物所蕴藏的能量和反应物所蕴藏的能量不同时，就会出现放热或吸热现象（如图 6-16）。

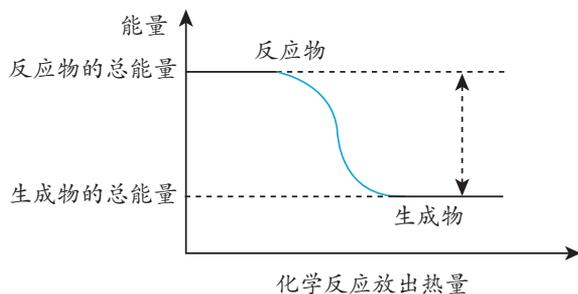
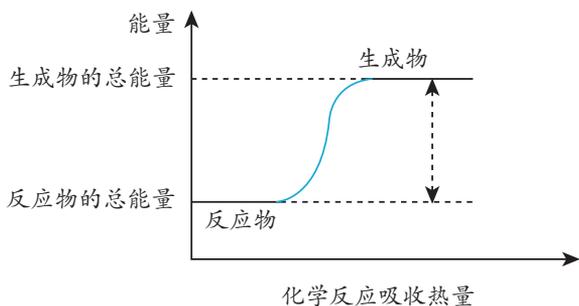


图 6-16 分析化学反应的热量变化示意图

联想·启示

市场上有一种“自热米饭”，除了食品外，包装盒中还有一包水袋和一个装有白色粉末的“发热包”。按照说明书的提示，加热米饭前将水倒入饭盒中，再将发热包的外塑料包装撕掉，将其平放在水中。然后将米饭迅速盖在发热包上，几秒钟后可看到热气，再过几分钟米饭就可以食用了。

已知发热袋中装的白色粉末是氧化钙（ CaO ，俗称生石灰），它能与水发生化合反应生成氢氧化钙 [$\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，俗称熟石灰]，并产生大量热。请写出这个反应的文字表达式。



化学反应中释放的热量不仅可以为寒冷的冬天带来温暖，它还可以转化成机械能，机械能再进一步转化成电能，从而实现通过电网输送与配置电力的目的。图 6-17 描绘了现代热力发电厂的生产流程。

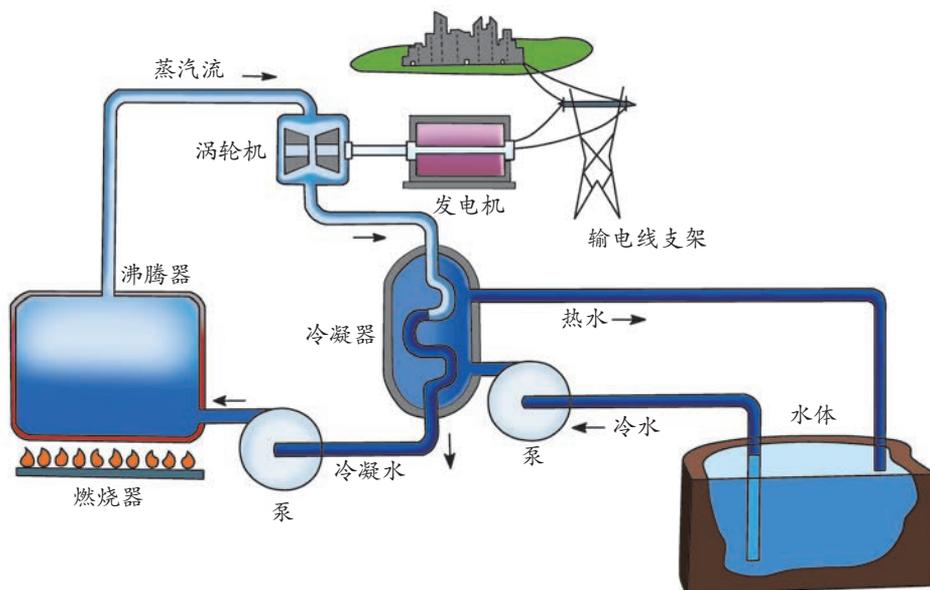


图 6-17 热力发电厂生产流程示意图

一些化学反应产生的能量可以电能的形式表现。化学电池就是将化学反应的能量转化为电能的装置。



观察·思考

如图 6-18 组装仪器并加入药品，观察烧杯中的变化及电流表指针的偏转情况。

[观察记录]

锌板：_____。

铜板：_____。

电流表：_____。

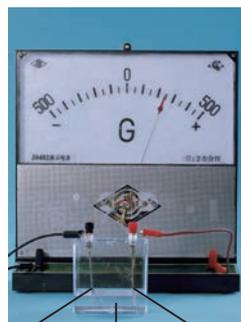


图 6-18 铜锌原电池

思考讨论

试想象并讨论，在上述装置中，电能是由什么化学反应提供的？



人类逐渐认识并着力研究如何利用化学反应中的能量。迄今为止，人类生存和发展所需的能量大部分是由化学反应产生的，但也带来原料的大量消耗，对环境造成一定影响等问题。因此，太阳能、风能、核能等非化学反应能量成为能源发展的新领域。



图 6-19 各种各样的电池

本节收获

- ✓ 知道了化学反应都伴随着能量的变化，表现为热量的释放或吸收，即有放热反应和吸热反应之分。
- ✓ 知道了化学反应的能量还可以直接转化成电能，但需要特殊的装置，如化学电池等。



练习与应用

1. 下列关于化学反应的叙述中，正确的是（ ）。
 - A. 放热的反应发生时不必加热
 - B. 化学反应不一定有能量变化
 - C. 需要持续加热才能发生的化学反应可能是吸热反应
 - D. 化学反应中的能量变化都表现为热量变化
2. 下列能量的获得哪些是通过化学反应提供的（ ）。
 - A. 摩擦生热
 - B. 火力发电
 - C. 太阳能供电
 - D. 水车汲水灌溉
3. 下列变化中，主要表现为吸收热量的是（ ）。
 - A. 木炭燃烧
 - B. 氢氧化钡与氯化铵反应
 - C. 氢气燃烧
 - D. 镁与稀盐酸反应
4. 一个汉堡包可提供 500 kJ 的热量，如果一个人步行 1 小时需要能量 170 kJ，那么他在食用一个汉堡包后要走多久才能把这些能量消耗掉？



第三节 化石燃料

燃烧是可燃物与氧气发生剧烈氧化反应并释放热能的化学反应。在众多可燃物中，以天然气、石油和煤为代表的化石燃料在当今社会中担当“主角”。同时，这些不可再生能源面临着过度开发、资源匮乏等问题。近年来，以酒精、氢能为代表的新型绿色能源的研究取得了很大进展。

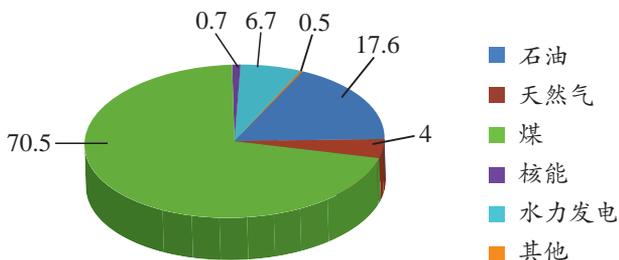


图 6-20 2010 年中国能源消费百分率 (%)

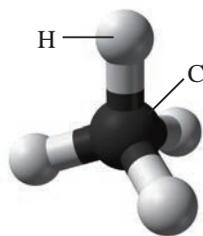


图 6-21 甲烷的结构模型

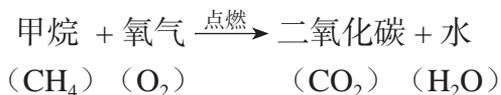
一、天然气

天然气是蕴藏在地表深处的可燃性气体，主要成分是甲烷 (CH₄)。在天然气中，甲烷的体积分数约占 80%~97%。

在通常状况下，纯净的甲烷是一种无色、无气味的气体。它极难溶于水。甲烷比空气轻，在标准状况下，它的密度为 0.717 g/L。

它是相对分子质量最小的有机化合物。

纯净的甲烷在足量空气中能够安静地燃烧，火焰呈淡蓝色，生成二氧化碳和水，同时放出大量热。



甲烷燃烧时仅生成二氧化碳和水，相对其他燃料燃烧的废气中还有二氧化硫、氮氧化物而言，



图 6-22 甲烷的燃烧



图 6-23 以压缩天然气 (CNG) 为燃料的清洁燃料汽车



更清洁。用压缩天然气（Compressed Natural Gas, CNG）驱动汽车，能够显著降低汽车尾气中一氧化碳的含量。

天然气除了用做优质的清洁燃料以外，还是合成氨（ NH_3 ）、尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 和甲醇（ CH_3OH ）等的重要化工原料。

联想·启示

1. 如何检验甲烷燃烧的产物？
2. 从物质元素组成的角度思考，为什么天然气可以作为合成氨和甲醇的重要原料？

我国许多农村地区把农作物的秸秆、杂草、人畜粪便等放在密闭的池中发酵，可以产生一种可燃性气体——沼气。沼气的可燃成分主要是甲烷（一般沼气中含甲烷 60% 左右，其余的气体主要是二氧化碳）。沼气的热值较高，可达 $20\sim 36 \text{ MJ/m}^3$ ，高于城市民用煤气的热值（一般为 $4.7\sim 13.6 \text{ MJ/m}^3$ ），是一种比较清洁的可燃气体。

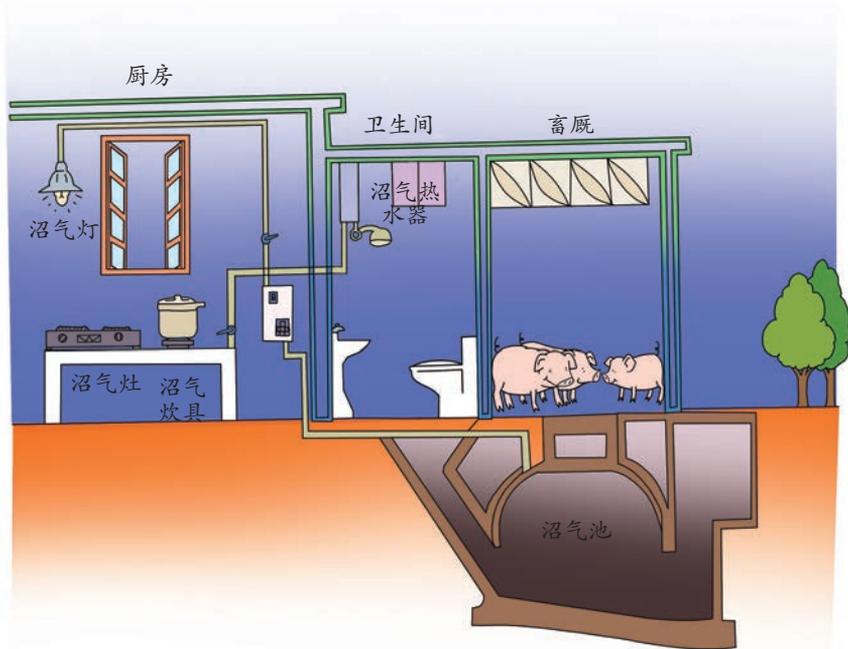


图 6-24 农村沼气池结构示意图

煤矿矿井如果通风不畅，常常发生瓦斯爆炸，造成重大人员伤亡和财产损失，这里所说的“瓦斯”，其主要成分就是甲烷。





图 6-25 沼气的用途



拓展阅读

天然气水合物——一种潜在的能源

在海底油气资源勘探中，人们发现了一种冰冻状态的天然气水合物晶体。它是由水和天然气组成的笼状晶体。这种晶体表面看似冰，点火便可以燃烧，因此又叫“可燃冰”。甲烷分子含量超过 99% 的天然气水合物通常称为甲烷水合物。天然气水合物只有在低温和高压条件下才能稳定存在，当温度上升或压力减小时就会立即分解释放出可燃气体。1 单位体积的天然气水合物中含有 200 体积的天然气。陆地上 27% 和大洋底 90% 的地区具有形成天然气水合物的有利条件。据估计，全世界天然气水合物中的碳含量约是当前已探明的所有化石燃料（包括煤、石油和天然气）中碳含量总和的 2 倍。如果上述估计属实，天然气水合物将成为未来的一种重要能源。

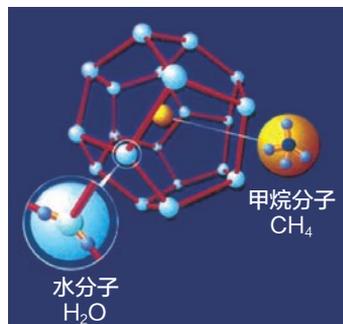


图 6-26 可燃冰结构示意图



二、石油

石油是远古海洋或湖泊中的动植物遗体在地下经过漫长而复杂的变化后形成的一种组成极为复杂的液态混合物^①。石油的成分以碳氢化合物为主，主要组成元素是 C 和 H，同时还含有少量的 O、N、S 等元素。石油的化学成分因产地而异。表 6-2 列出了石油的平均组成。

表 6-2 石油的平均组成

元素	C	H	O	N	S
质量分数 (%)	83.0~87.0	10.0~14.0	0.05~1.5	0.01~0.7	0.05~5.0

利用石油中各组分沸点的不同，可以将它们分离得到汽油、柴油、航空煤油、燃料油、液化石油气、润滑油、石油焦、石蜡、沥青等多种产品。对石油进行深度加工，可以获得数千种重要的有机合成原料，进而得到数万种石油化工产品，形成规模庞大的石油化工产业。

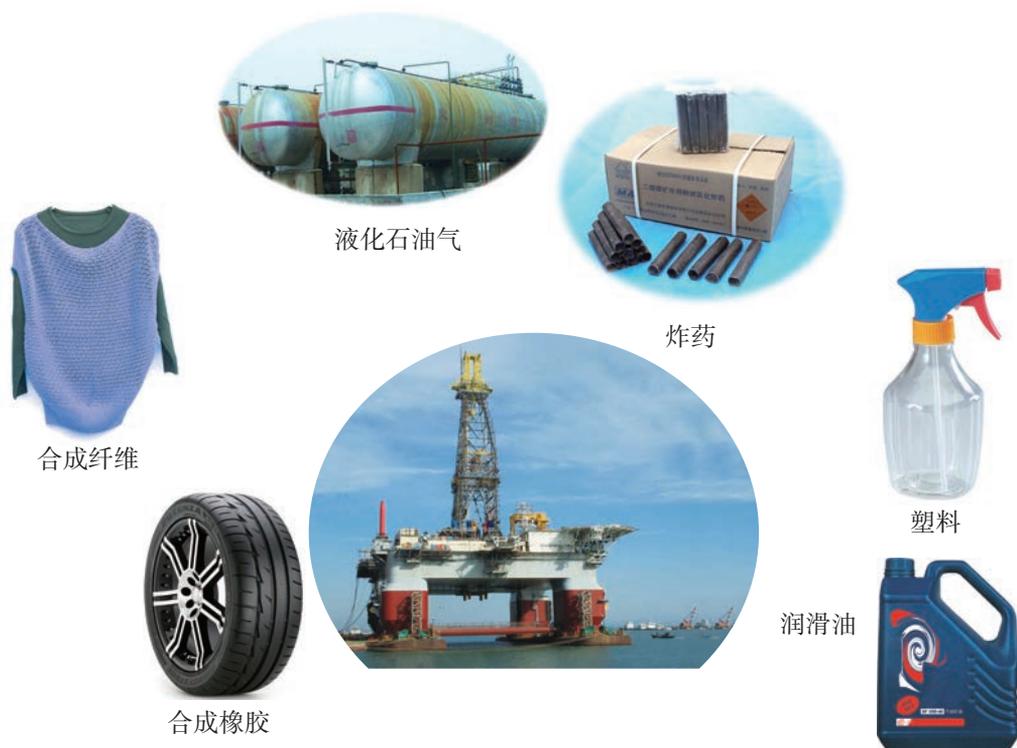


图 6-27 石油的重要用途

^① 这里介绍的石油的成因属于“石油有机生成理论”，它是一种比较权威的说法。此外，有关石油的成因，地质界还存在着另一种与之截然不同的说法——“石油无机生成理论”。



三、煤

煤是古代植物在地下经过漫长而复杂的变化所形成的固体可燃矿物，它是由多种有机物和无机物组成的复杂混合物。煤的主要组成元素是 C，还含有少量的 H、N、S、O、Si、Al、Ca、Fe 等元素。表 6-3 列出了煤的平均组成。

表 6-3 煤的平均组成

元素	C	H	O	N	S
质量分数 (%)	80.0~90.0	3.0~6.0	5.0~8.0	0.5~1.0	1.0~2.0

在我国，煤炭是最主要的一种能源。可是对煤炭的利用 80% 以上是通过直接燃烧实现的，不仅热效率低，而且严重污染环境。

煤炭不仅是能源物质，还是宝贵的化工原料。由于煤的组成结构的特殊性，它还是某些化工原料和化学品最经济甚至是唯一的来源。从这种意义上讲，把煤作为燃料烧掉是很可惜的。

小知识

燃煤是造成大气污染的主要原因之一。煤在燃烧过程中排放的 SO_2 、 NO_2 等化学物质是导致酸雨形成的最主要原因。

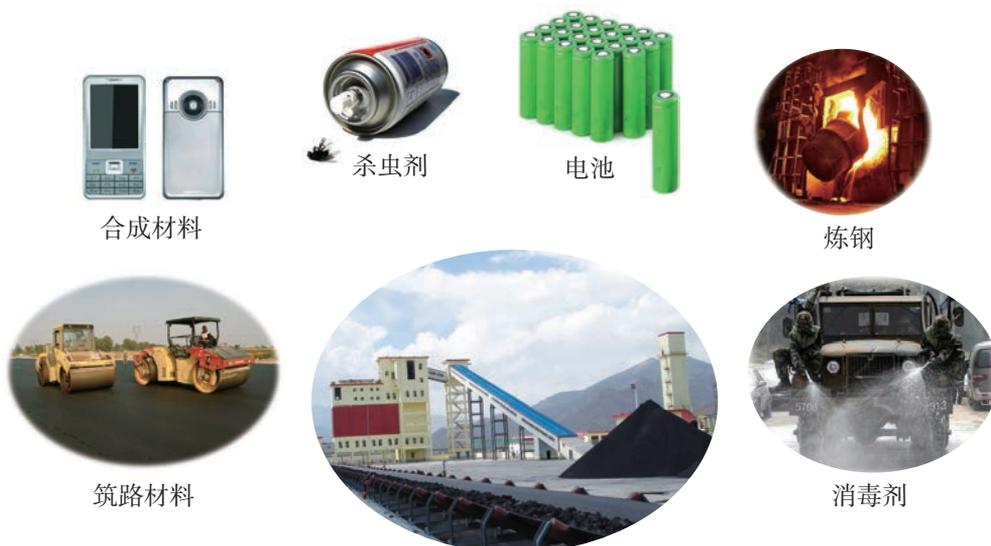


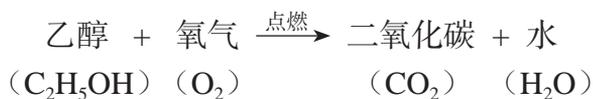
图 6-28 煤的综合利用



四、新型燃料

我国是一个人均资源占有量严重不足的国家，能源短缺现象尤为严重。随着我国人口的增加和能源消费水平的提高，能源消耗量不断增加。这将严重制约我国国民经济发展和人民生活水平的提高。为缓解化石燃料短缺的状况并更好地保护环境，人们开始将注意力转向可再生的、清洁的新型能源的开发和利用上。

乙醇俗称酒精，其化学式为 C_2H_5OH ，广泛用做酒精灯、火锅和内燃机等燃料。因为可以通过糖类发酵得到，属于可再生能源，成为化石燃料的替代品。



氢气燃烧的产物只有水，而且具有很高的热值。所以，氢气是最理想的清洁能源。但是，由于目前氢气的大量获得仍然是以消耗化石燃料为代价，而且贮存起来十分困难，所以短期内氢气还不可能作为能源被广泛应用。



图 6-29 氢动力小型摩托车



图 6-30 氢动力汽车

课外实践

人们在日常生活中除了常用柴草做燃料外，还常常使用天然气、沼气、煤气和液化石油气等。

1. 查阅文献：了解煤气、液化石油气的主要成分和热值。
2. 讨论：在氢气、天然气、煤气、酒精、汽油和柴油中，你认为哪一种燃料最理想？
3. 实地调查：调查本地区燃料的来源和使用情况，并提出合理使用燃料的建议。



本节收获

- ✓ 知道了化石燃料（天然气、石油、煤）是人类社会重要的自然资源。
- ✓ 知道了天然气、石油、煤的元素组成；初步了解了天然气的主要成分是甲烷以及甲烷的可燃性。
- ✓ 知道了石油通过炼制可以得到液化石油气、汽油、煤油等产品。
- ✓ 知道了酒精和氢气是新型能源。
- ✓ 了解到我国能源与资源短缺的国情，认识资源综合利用和新能源开发的重要意义。



练习与应用

1. 天然气的主要成分是_____，沼气中的可燃成分主要是_____，煤矿瓦斯的主要成分是_____。
2. 煤燃烧容易对大气造成污染，原因是煤中含有_____元素和_____元素。
3. 下列关于石油的叙述中，错误的是（ ）。
A. 石油是由沸点不同的各组分组成的混合物
B. 石油的成分以碳氢化合物为主
C. 石油的主要组成元素是碳和氢
D. 石油是一种取之不尽、用之不竭的自然资源
4. 从保护环境的角度来看，下列燃料中最理想的是（ ）。
A. 乙醇 B. 天然气 C. 汽油 D. 氢气
5. 我国是一个产煤大国，煤的消费在我国能源消费结构中占有很大的比例。图 6-31 是我国和世界能源消费结构的比较。

(1) 试根据右图比较我国与世界能源消费结构的特点。

(2) 结合煤的元素组成，谈谈我国保护大气环境、防治酸雨可采取的对策和措施。

(3) 谈谈你对我国未来能源发展方向及趋势的看法。

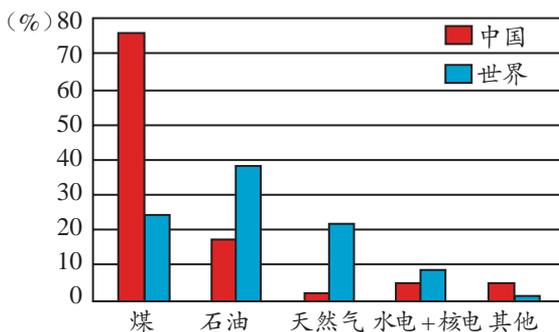
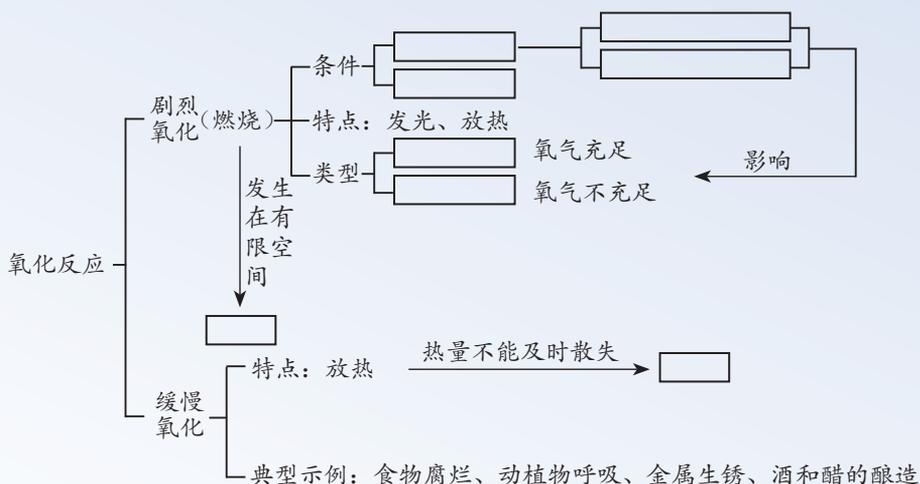


图 6-31



本章收获了

1 燃烧、爆炸和自燃是可燃物与氧气发生的氧化反应。



2 燃烧的条件和灭火原理。

	燃烧的条件	灭火的原理
主要内容		
三者关系		

3 各种燃料及使用对环境的影响。

类别	种类	区别	燃烧值	污染	组成
化石燃料	天然气	不可再生			
	石油				
	煤				
新型燃料	酒精、氢气				



巩固与自测

一、选择题

1. 奥运主火炬的燃料是天然气，火焰燃烧了16天后要求在闭幕式上要在15 s内熄灭。为此，可以向管道内吹入一定量的（ ）。
A. 氧气 B. 空气 C. 氮气 D. 氢气
2. 古语道“人要实，火要虚”，其中“火要虚”的意思是：点燃木柴时，通常将其架空，才能燃烧得更旺。“火要虚”的实质是（ ）。
A. 散热的速度加快 B. 提高空气中氧气的含量
C. 木柴的着火点降低 D. 加速新鲜空气的补充和废气的排逸
3. 下列图标中，表示“禁止烟火”的是（ ）。


4. “吸烟有害健康”，我国政府规定：从2011年5月1日起，室内公共场所禁止吸烟。烟草燃烧释放的物质中，能与血红蛋白结合引起中毒的是（ ）。
A. 一氧化碳 B. 二氧化碳 C. 尼古丁 D. 焦油
5. 燃料电池是一种将化学反应产生的能量直接转换成电能的装置。下列燃料电池中，从安全使用的角度考虑，比较适合宇宙飞船上使用的是（ ）。
A. CH_4 — O_2 燃料电池 B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — O_2 燃料电池
C. H_2 — O_2 燃料电池 D. CO — O_2 燃料电池
6. 下列关于石油的说法正确的是（ ）。
A. 石油的蕴藏量是无限的 B. 石油是“清洁燃料”
C. 石油主要由多种有机物组成 D. 石油除了做燃料，不能再开发利用
7. “可燃冰” $[\text{CH}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_n]$ 是在海底的高压低温条件下形成的，外观像冰。下面关于“可燃冰”叙述正确的是（ ）。
A. $\text{CH}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_n$ 是氧化物
B. “可燃冰”是一种比较清洁的能源
C. “可燃冰”提供了水可能变成油的证据
D. “可燃冰”可直接拿回家作为燃料使用
8. 鉴别 H_2 、 CO 和 CH_4 ，可以根据（ ）来判断。
A. 颜色 B. 溶解性 C. 可燃性 D. 燃烧后产物



二、填空题

9. 某化学小组围绕燃烧与灭火的主题开展了相关活动。请你参与完成：

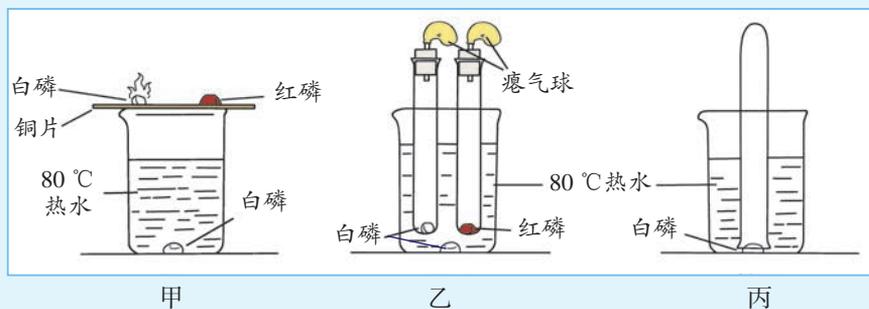


图 6-32

【知识回忆】可燃物燃烧的必备条件是_____、_____。

【交流讨论】

(1) 改进后的装置(如图乙)与图甲相比,其优点是_____。在图乙装置中气球的作用是_____;实验时右侧试管中的红磷能否燃烧_____ (填“能”或“否”),原因是_____。

(2) 将装有某气体的大试管口朝下垂直插入水中,使试管罩住白磷(如图丙所示),结果观察到了“水火相容”的奇观,则大试管所装气体可能是_____。

【综合应用】“水火不相容”是指水能灭火,其实水有时也可以“生火”,比如金属钾遇水会立刻着火,因为钾遇水生成 H_2 和一种化合物(氢氧化钾, KOH),该反应是_____ (填“吸热”或“放热”)反应,其文字表达式为_____ (在各物质名称下标出其化学式)。

10. 燃烧与人类社会发展有着密切联系。图 6-33 是燃烧条件的示意图,俗称“火三角”,请回答下列问题:

(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_____变化;人类通过化学反应获得的能量,大多来自于化石燃料,石油是其中之一,它属于_____ (填“纯净物”或“混合物”)。



图 6-33

(2) 奥林匹克火炬(内部储有可燃物)是奥林匹克圣火的载体。

① 采集奥林匹克圣火是在希腊奥林匹亚的赫拉神庙前,通过太阳光集中在凹面镜的中央,引燃圣火。你认为此过程中关键的燃烧条件是_____。

② 2008 年北京奥运会采用丙烷 (C_3H_8) 做火炬燃料,主要考虑的因素是丙烷燃烧亮度高,能发出亮黄色火焰,还可能是_____。

③ 2008 年北京奥运会火炬能在每小时 65 km 的强风和每小时 50 mm 雨量的情况下保持燃烧。但要实现奥运圣火登顶珠峰,还需要解决的最主要的问题是_____。





第7章

化学反应的 定量研究

我们已经知道物质发生化学反应时有新物质生成，同时伴随能量的转变。如果从物质质量变化的角度研究化学反应，会发现哪些特点和规律呢？此外，能否用化学式来简明、科学地表示一个化学反应呢？学完本章后，我们将找到上述问题的答案。



本章将学到

- ★ 质量守恒定律
- ★ 化学方程式及其书写
- ★ 依据化学方程式进行计算

第一节 质量守恒定律

化学反应生成了新物质，但元素种类并没有发生变化。那么，化学反应前后物质质量是否发生改变呢？

我国古代科学家在观察自然界中的物质变化时，就萌发了化学反应中反应物和生成物的总质量保持守恒的思想。直至 18 世纪下半叶，天平发明后，化学家才能够较精确地研究化学反应中的质量问题。



科学方法

定性研究与定量研究

定性研究和定量研究都是化学科学研究的重要方法，二者的研究思路有所不同。

定性研究的要点是要先设定一个参照系。如氢气在氧气中能燃烧，而氯气在氧气中不能燃烧，从而可找出氢气与氯气的可燃性差异。

定量研究的要点是要确定基准物。所以，道尔顿赋予化学元素的原子以不同原子量的特征后，以 H 为 1 或 O 为 16 就成为化学计量的基础，所有测定结果均为确定值。定量研究所得确定值的精度由所用计量工具的精确度决定。相对原子质量标准值的不断修正，就是一个实例。



活动·探究

【探究目的】化学反应前后各物质质量总和的变化。

【猜想假设】根据平时的观察、已有经验和化学知识，你提出的假设是_____；你的依据是_____。

【探究操作】

1. 查阅化学史资料。
2. 根据学过的化学知识进行推理。
3. 通过实验进行验证。

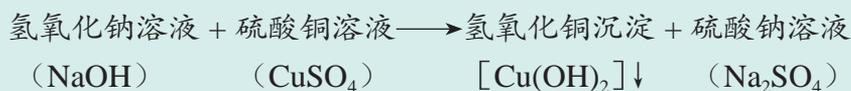
(1) 确定一个化学反应作为研究对象。

可选择下列两个反应进行实验：



图 7-1 测定化学反应前后各物质质量总和的变化





(2) 选择实验所需的仪器、药品。

氢氧化钠溶液、硫酸铜溶液、铁钉、托盘天平（或电子天平）、烧杯、锥形瓶、小试管、细线。

(3) 参考图 7-1，设计实验步骤并进行实验。

实验步骤	实验现象及数据

(4) 实验分析。

以铁钉和硫酸铜溶液反应实验为例进行分析。填写下表。

反应前体系的总质量包括	反应后体系的总质量包括

【探究结论】

史实在线

质量守恒定律的发现历程

奠定实验基础

俄罗斯科学家罗蒙诺索夫 (Mikhail Vasilievich Lomonosov, 1711—1765) 通过在密闭容器中煅烧金属的实验，在 1748 年和 1756 年发表的文章中多次提出“自然界所发生的一切变化都是这样一种情形，从一个物体中夺取了多少东西，在另



图 7-2 罗蒙诺索夫

一个物体中就加进了多少东西。”他认为，假若在某个地方减少了一定质量的物质，在另一个地方就会增加同等质量的物质。

建立质量守恒定律

到 18 世纪末 19 世纪初，拉瓦锡根据精心设计的实验反复验证了上述假设，得到了确切的结论：化学反应前后，物质的总质量不会发生变化。这就是著名的质量守恒定律。

后来的验证工作

拉瓦锡提出的质量守恒定律能够被世界所公认，并不是一件简单的事情。

20 世纪初，德国和英国化学家分别做了精确度极高的实验，得出反应前后的质量变化小于一千万分之一，科学家们认为这个误差是在实验误差允许的范围内，所以质量守恒定律仍然成立。

每当测量技术有所进步时，这个定律就要经受一次考验。直到 20 世纪末，称量精确度已达到 10^{-9} g 时，仍未发现与质量守恒定律相违背的实验事实。从而表明，质量守恒定律是自然界的一条基本定律。

认识并没有终结

尽管如此，科学家们对这个定律的验证还会不断地进行下去。爱因斯坦为解决核反应中所产生的质量亏损问题，提出了质能方程（即 $E=mc^2$ ），它同时给人们留下了新问题，即化学反应中的能量变化是否会改变体系的质量。所以，当科学测量技术发展 to 更高水平时，质量守恒定律就要再次经受科学实验的检验。对真理追求的永无止境，正是科学最能吸引人的魅力所在。

随着称量仪器的不断改进，科学家们经过大量更精确的实验，证实了这样一条自然规律：参加化学反应的各物质质量的总和，等于反应后生成的各物质质量的总和，并将这个规律叫做质量守恒定律（the law of mass conservation）。



活动·探究

【探究目的】进一步验证质量守恒定律。

【探究操作】提供的药品和仪器：

大理石或石灰石（主要成分是碳酸钙 CaCO_3 ）、稀盐酸。

烧杯、矿泉水塑料瓶、小试管、细线、托盘天平（或电子天平）。

实验装置及操作步骤	实验现象及数据

【探究结论】_____。

以电解水反应为例，从微粒角度分析化学反应前后物质质量守恒的原因。

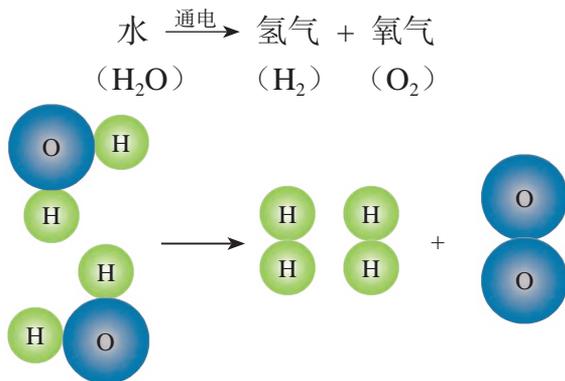


图 7-3 水分子分解微粒示意图

用道尔顿的原子理论可以解释质量守恒定律，即物质发生化学反应的过程，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。

原子种类不变
 原子数目不变
 原子质量不变

— 反应物总质量与生成物总质量相等



本节收获

- ✓ 知道了参加化学反应各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和，即质量守恒定律。
- ✓ 能用化学反应的本质（微粒的观点）对质量守恒定律作出解释。



练习与应用

1. 化学反应前后一定没有变化的是（ ）。
① 物质种类 ② 元素种类 ③ 分子种类 ④ 原子种类
⑤ 分子数目 ⑥ 原子数目 ⑦ 物质的总质量
A. ①②⑤⑥⑦ B. ②③④⑤⑥ C. ②④⑥⑦ D. ①②④⑤⑥⑦
2. 已知 16 g A 与一定量 B 恰好完全反应，生成 44 g C 和 36 g D，则参加反应的 A 与 B 的质量比是（ ）。
A. 1 : 1 B. 1 : 2 C. 1 : 3 D. 1 : 4
3. 实验测定每 3 g C 恰好在 8 g O₂ 中完全燃烧生成 11 g CO₂。那么 6 g C 在 16 g O₂ 中充分燃烧，生成 CO₂ 的质量为_____。
4. 某化学小组的同学测定蜡烛燃烧前后的质量，实验前小组内同学推测蜡烛燃烧后质量会变轻，原因是生成的二氧化碳和水蒸气扩散到空气中，实验结果与推测一致。请你接着分析，生成的二氧化碳和水蒸气的总质量_____（填“大于”、“等于”或“小于”）燃烧掉的石蜡的质量，原因是_____。
5. 根据质量守恒定律解释下列现象：
(1) 镁条在空气中燃烧后，生成物的质量比原来镁条的质量大。
(2) 高锰酸钾受热分解后，剩余固体的质量比原高锰酸钾的质量小。
6. 请你分析：
某校研究性学习小组的同学在查阅化学史料时发现：早在 1673 年，英国化学家波义耳在敞口容器中加热金属，结果发现整个容器质量增加了。因此他认为化学反应前后物质总质量不相等。1756 年，俄国化学家罗蒙诺索夫在密闭的容器里煅烧金属，发现反应前后整个容器的质量不变，经过反复的实验，都得到同样的结果，于是他认为在化学变化中物质的质量是守恒的。
请分析两位科学家得到不同结论的原因。



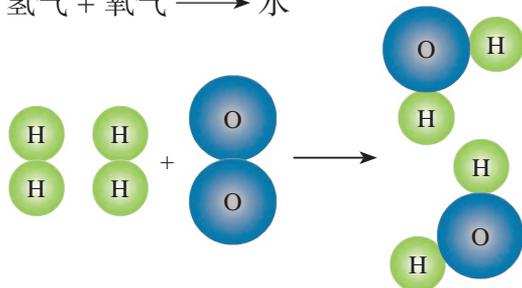
第二节 化学方程式

我们已经学会用化学式表示物质的组成，在这节中将学习如何表示物质的化学反应。例如，可以用下面四种方式描述氢气与氧气在点燃条件下生成水的化学反应，哪种方式更完整、准确、简便呢？

① 氢气在氧气中燃烧生成水

② 氢气 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水

③



④ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$

交流分享

从元素符号、化学式到化学方程式，这些化学用语各有什么特点？它们之间又有什么联系？

我们把像④那样用化学式和数字表示化学反应的式子叫做化学方程式 (chemical equation)。

一、化学方程式的含义

与其他表示方式相比，化学方程式能够表达更全面、准确的信息，可以反映化学反应中“质”和“量”两方面的含义，如：



分子个数比 2 : 1 : 2

相对质量比 $2 \times (1 \times 2) : 1 \times (16 \times 2) : 2 \times (1 \times 2 + 16)$

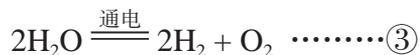
物质质量比 4 : 32 : 36

“质”的含义：氢气和氧气在点燃条件下发生化学反应生成水。

“量”的含义：每 4 份质量的氢气与 32 份质量的氧气反应，生成 36 份质量的水；每 2 个氢分子与 1 个氧分子反应，生成 2 个水分子。

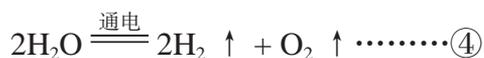


式子②左边的氢原子数是4，右边的氢原子数是2，因此，要在右边的H₂前面配上2，同时将短线改成等号：



第三步：注明某些生成物的状态符号。

如果化学反应中有气体或固体物质生成，可在化学方程式中表示出来，使人一目了然。因此，人们约定如果生成物中有气体，可在气体物质的化学式右边注上“↑”。



但是如果反应物中有气体，气体生成物就不需注“↑”。例如：



溶液中的反应，如果生成物中有固体沉淀物，则在固体沉淀物的化学式右边注“↓”；如果反应物和生成物中都有固体，则生成的固体沉淀物就不需注“↓”。例如：

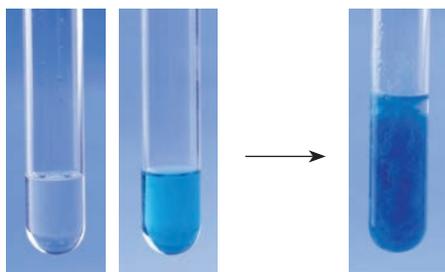


图 7-4 生成氢氧化铜沉淀

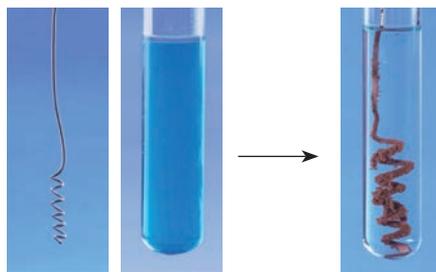
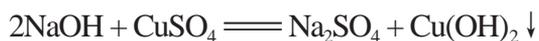


图 7-5 析出铜



本节收获

- ✓ 能从“质”和“量”两方面说明化学方程式的含义。
- ✓ 知道了书写化学方程式的一般步骤，并能正确书写简单的化学方程式。



练习与应用

1. 根据化学方程式 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ，你能获得哪些信息？
2. 配平下列化学方程式，并注明反应条件。
 - (1) 镁条在空气中燃烧 $\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{MgO}$
 - (2) 甲烷在空气中燃烧 $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - (3) 一氧化碳在空气中燃烧 $\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$
3. 写出下列各反应的化学方程式。
 - (1) 铁丝在氧气中燃烧。
 - (2) 木炭在氧气中充分燃烧。
 - (3) 加热高锰酸钾制取氧气。
 - (4) 将生石灰放入水中。
4. 现有 P、 H_2O_2 、 H_2 、 O_2 、HgO 五种物质，按要求写出反应的化学方程式。
 - (1) 两个化合反应：_____；_____。
 - (2) 两个分解反应：_____；_____。
5. 为减少煤燃烧产生的二氧化硫对大气的污染，可向煤中加入适量的石灰石，发生的反应为： $2\text{CaCO}_3 + \text{O}_2 + 2\text{SO}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{CaSO}_4 + 2\text{X}$ ，X 的化学式为_____。
6. 硅是信息技术的关键材料。高温下氢气与四氯化硅（ SiCl_4 ）反应可制得高纯度的硅，同时生成氯化氢。该反应的化学方程式为_____。



第三节 依据化学方程式的简单计算

在生产、生活和科学实验中，人们常常需要从量的方面对化学反应进行研究和控制。通过定量计算，人们可以实现对科学实验和实际生产的有效调控。化学方程式成为从理论上估算反应物及生成物数量的依据。

化学方程式不仅表示了化学反应“质”的含义，也包含了“量”的信息：一方面，化学反应符合质量守恒，即化学反应前后各物质的质量总和不变；另一方面，化学反应符合原子种类和个数守恒，可推知化学反应中各物质间存在固定的质量比。因此，根据化学方程式，可以对参与化学反应的物质及其产物进行定量计算。

[例题 7-1] 液氢和液氧是火箭发射的常用推进剂。已知卫星要被送达预定轨道，火箭至少要充分燃烧 200 kg 的液氢才能产生足够能量。请依据相关反应的化学方程式计算，为满足这些液氢完全燃烧，至少应在火箭发动机中装入多少千克液氧？

【解】

(1) 设未知量：设至少应在火箭发动机中装入的液氧质量为 x 。

(2) 写出化学方程式并配平：
$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$$

(3) 写出相关物质的相对分子质量
和已知量、未知量：
$$\begin{array}{ccc} 2 \times 2 & 32 & \\ 200 \text{ kg} & x & \end{array}$$

(4) 列出比例式，求解：
$$\frac{4}{32} = \frac{200 \text{ kg}}{x} \quad x = \frac{32 \times 200 \text{ kg}}{4} = 1\,600 \text{ kg}$$

(5) 简明地写出答案。

答：至少应在火箭发动机中装入 1 600 kg 液氧。

联想·启示

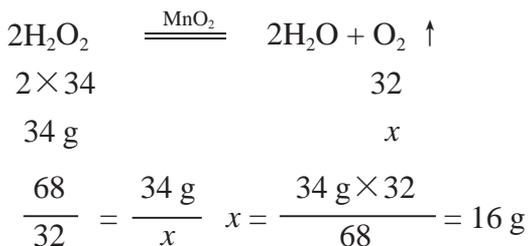
请参考上述解题过程，试着解决下列问题。

汽车尾气系统中使用催化转化器，可降低 CO、NO 等有毒气体的排放，其化学方程式为：
$$2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$$
，当有 0.56 g CO 被转化时，计算同时被转化的 NO 的质量。



[例题 7-2] 实验室里用过氧化氢溶液在二氧化锰催化作用下分解制取氧气，若含 34 g 过氧化氢的过氧化氢溶液完全分解，则最多可制得氧气多少克？标准状况下，制得的氧气是多少升？（标准状况下，氧气的密度是 1.43 g/L）

【解】 设：可制得氧气的质量为 x 。



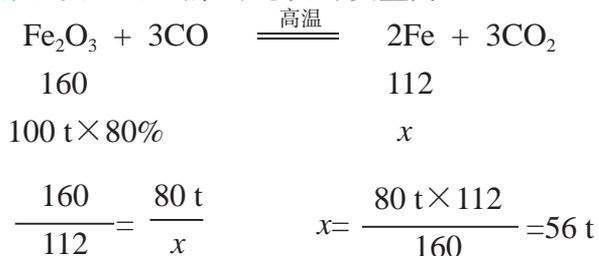
标准状况下，制得氧气的体积为： $\frac{16 \text{ g}}{1.43 \text{ g/L}} = 11.2 \text{ L}$

答：可制得氧气的质量为 16 g，标准状况下制得氧气的体积为 11.2 L。

在实际生产和科学研究中，所用原料一般是不纯的，在进行计算时，应将纯物质的质量代入化学方程式进行计算。

[例题 7-3] 工业上用一氧化碳在高温下还原氧化铁（ Fe_2O_3 ）来冶炼铁，其化学方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 。某炼铁厂，购进 100 t 含氧化铁质量分数为 80% 的某种矿石，计算理论上可以炼出纯铁的质量是多少吨？（杂质不参加反应）

【解】 设：可以炼出纯铁的质量为 x 。



答：理论上可以炼出纯铁的质量为 56 t。

交流分享

小红同学认为，可以利用过氧化氢的化学式直接计算出生成氧气的质量，她的想法是否有道理？为什么？



图 7-6 钢铁冶炼



交流分享

小明同学认为，利用化学式计算也能求出铁的质量。他的解法如下：

氧化铁中铁元素的质量分数为 $\frac{2 \times 56}{160} \times 100\% = 70\%$

可以炼出纯铁的质量为 $100 \text{ t} \times 80\% \times 70\% = 56 \text{ t}$

两种计算方法依据的原理有什么不同？

本节收获

- ✓ 认识到化学方程式计算在生产和科学研究中的作用。
- ✓ 能按照一定的步骤，依据化学反应方程式进行简单计算。
- ✓ 初步了解化学式计算与化学方程式计算的区别和联系。

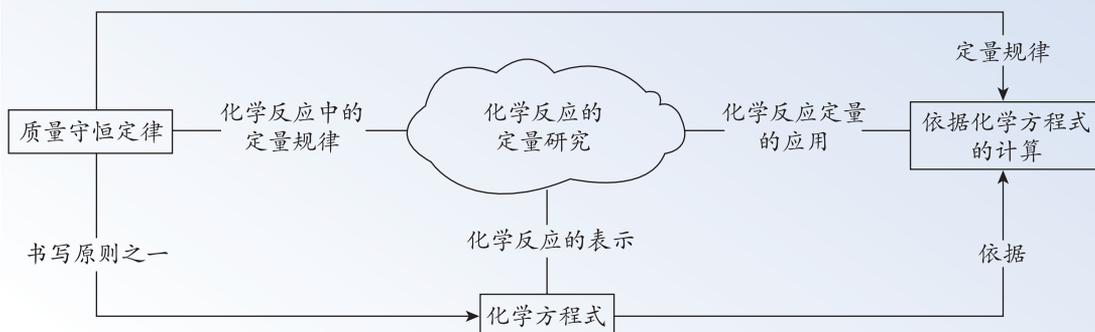


练习与应用

1. 3.1 g 磷在氧气中完全燃烧，可生成五氧化二磷多少克？
2. 氢化锂（LiH）为玻璃状无色透明固体，用做军事上制备氢气的原料，反应的化学方程式为： $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} \text{ === } \text{LiOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 。计算 80 g 氢化锂与足量的水反应生成氢气的质量及该氢气在标准状况下的体积。（标准状况下氢气的密度为 0.09 g/L）
3. 火力发电厂用石灰石浆吸收废气中的二氧化硫，以防止污染环境，其发生反应的化学方程式为 $2\text{CaCO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \text{ === } 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ 。请计算吸收 3.2 t 二氧化硫需要含碳酸钙质量分数为 85% 的石灰石多少吨？



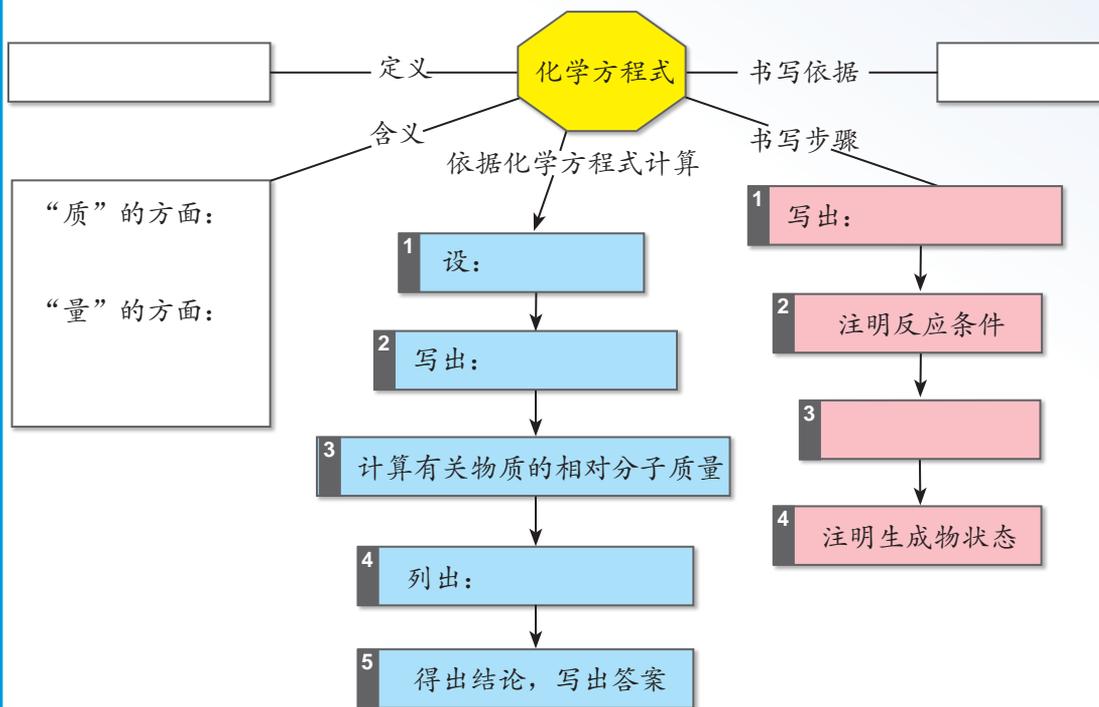
本章收获了



1 质量守恒定律。

定律内容	
从微粒角度解释	

2 化学方程式。



巩固与自测

一、选择题

1. 植物的光合作用可表示为：水+二氧化碳 $\xrightarrow[\text{叶绿素}]{\text{光}}$ 淀粉+氧气，产物淀粉的组成一定含有的元素有（ ）。
- ①氢元素 ②碳元素 ③氧元素 ④氮元素
- A. ①②③④ B. ①②③ C. ①② D. ③④
2. 关于反应 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 的叙述，错误的是（ ）。
- A. 它表示硫在氧气中燃烧生成二氧化硫
- B. 在这个反应里各物质间的质量比为 1 : 1 : 2
- C. 在这个反应里，硫和氧气是反应物，二氧化硫是生成物
- D. 每 32 份体积的硫和 32 份体积的氧气反应，生成 64 份体积的二氧化硫
3. 下图是某个反应过程的微粒示意图。该反应的化学方程式为（ ）。

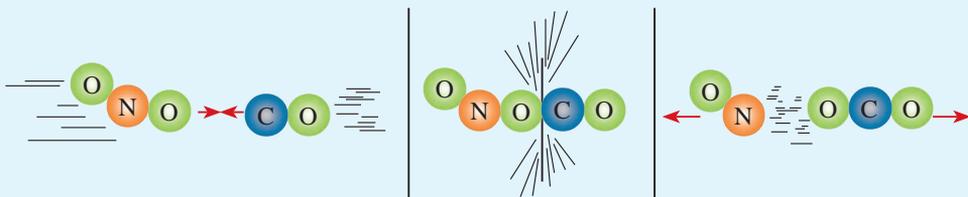


图 7-7

- A. $\text{NO} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{N} + \text{CO}_2$ B. $\text{NO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{CO}$
- C. $\text{NO}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{CO}$ D. $\text{NO}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{NO} + \text{CO}_2$
4. 电解水实验完成后，测得共减少了 9 g 水，则可能收集到氢气、氧气的质量分别是（ ）。
- A. 2 g、7 g B. 1 g、8 g C. 2 g、32 g D. 2 g、16 g

二、写出下列各反应的化学方程式

- 镁在氧气中燃烧。
- 铁丝在纯氧中的剧烈氧化反应。
- 磷在氧气中燃烧。
- 加热高锰酸钾制取氧气。
- 过氧化氢溶液中加入二氧化锰制取氧气。
- 电解水得到氢气和氧气。
- 天然气（主要成分是 CH_4 ）燃烧生成二氧化碳和水。



三、填空题

12. 车用铅酸电池中的化学反应是： $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{充电}} \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{X}$ ，X 的化学式为_____。

13. 在一个密闭容器内有四种物质，在一定条件下充分反应，测得如下数据：

物质	X	Y	Z	Q
反应前质量 /g	55	5	32	10
反应后质量 /g	<i>m</i>	40	21	2

m 的值为_____，该反应的基本类型为_____。

14. A、B、C、D 表示四种物质，其微粒示意图见下表。

物质	A	B	C	D	
微粒示意图					 —— 氢原子  —— 氧原子  —— 硫原子

A 和 B 在点燃条件下反应生成 C 和 D，该反应的化学方程式为_____；若 32 g B 参加反应，则生成 D 的质量为_____ g。

15. 某物质在空气中完全燃烧后，生成二氧化碳和水。该物质组成中一定含有的元素是_____，可能含有的元素是_____。若 1.6 g 该物质在空气中完全燃烧，生成 4.4 g 二氧化碳和 3.6 g 水，则该物质的元素组成是_____。

四、计算题

16. 12 g 镁在足量的氧气中完全燃烧，可生成氧化镁的质量是多少克？

17. 实验室可用氢气还原氧化铜制取铜，反应的化学方程式为： $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 。若 8.0 g 氧化铜完全反应，能够制得铜的质量是多少？

18. 为了测定实验中高锰酸钾的纯度（杂质不参加反应），取 16 g 该样品加热，完全反应后，称量剩余固体的质量为 14.4 g。求样品中高锰酸钾的质量分数。



第8章

碳的世界

你知道吗，已知的物质绝大多数都含有碳元素，碳元素是物质世界中当之无愧的“主角”。在本章的学习中，我们将一起走进碳的世界。

本章将学到

★ 碳的单质

——金刚石、石墨、 C_{60}

★ 二氧化碳的性质和用途

★ 二氧化碳的实验室制法

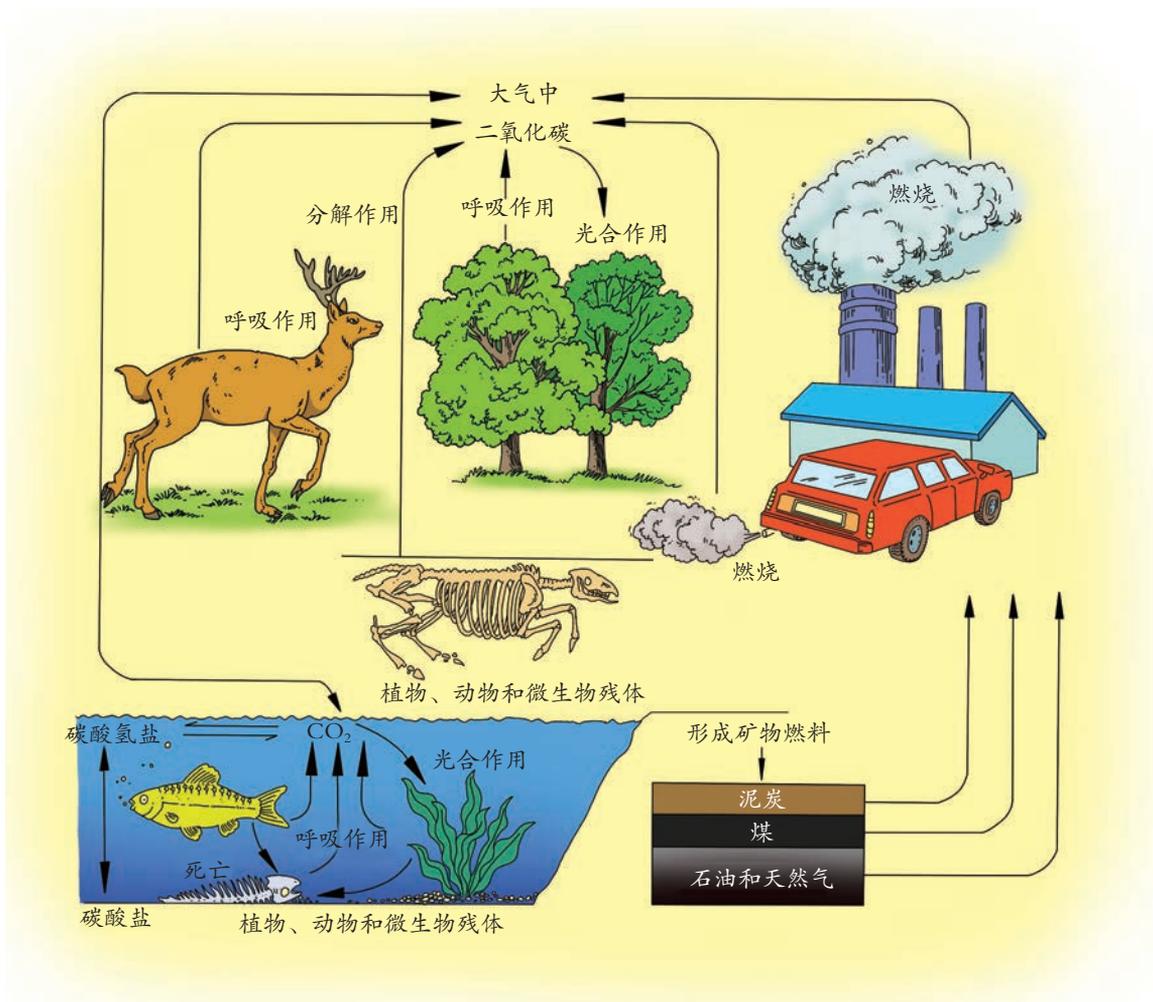


图 8-1 自然界中碳的循环

动植物生命体中很多物质含有碳元素，广袤无际的自然界同样是一个碳的世界。碳元素在不同物质中进行迁移转化，构成了自然界碳的循环。

由于含碳元素的化合物极其丰富，人们把含碳元素的化合物^①称为有机化合物（简称“有机物”），如甲烷、乙醇、蔗糖、脂肪、维生素、蛋白质等。不含碳元素的化合物被称为无机化合物^②（简称“无机物”），如水、食盐、硫酸、高锰酸钾等。

① 这里所说的含碳元素的化合物，是指碳氢化合物及其衍生物，不包括 CO、CO₂、CaCO₃、H₂CO₃ 等。

② 由于碳的氧化物、碳酸盐等在性质上和无机物相似，因此把它们归为无机物的范畴。

第一节 碳的单质

本节我们从物质组成元素最简单的一类——碳的单质开始学习和研究，你会发现虽然同为碳的单质，但它们“相貌不同，性情各异”。

一、几种碳单质的物理性质

人们很早就知道，金刚石、石墨都是由碳元素组成的单质。

金刚石也被称作钻石。纯净的金刚石是无色透明、呈正八面体形状的固体，加工琢磨后璀璨夺目，用做装饰品。在自然界中，金刚石硬度最大，可以用来切割玻璃，也用做钻探机的钻头。

交流分享

1. 铅笔芯中含有石墨，铅笔能在纸上留下字迹和石墨的什么性质有关？
2. 由石墨制造金刚石，你认为可能吗？



钻石饰品

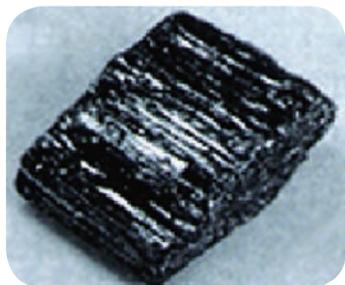


金刚石钻头



玻璃刀

图 8-2 金刚石及其应用



石墨



石墨电极



铅笔

图 8-3 石墨及其应用

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，很软，有滑腻感，可做铅笔芯、润滑剂等。石墨具有优良的导电性能，可做电极材料。



联想·启示

金刚石和石墨都是由碳元素组成的单质，但是物理性质却不相同，其原因是什么呢？请结合图 8-4、图 8-5，从金刚石和石墨的结构进行分析。

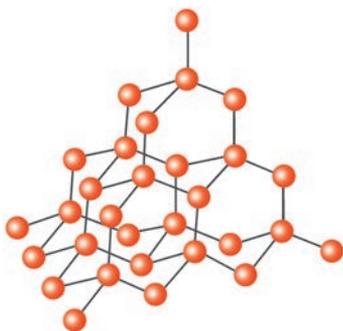


图 8-4 金刚石的结构

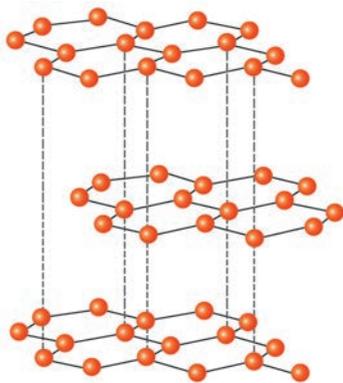


图 8-5 石墨的结构

由于金刚石和石墨的碳原子排列方式不同，导致了二者物理性质的差异很大。

随着科技的发展，新形态的碳单质逐渐被人们发现，其中最引人注目的是分子结构类似于足球的碳单质，如 C_{60} 分子。



图 8-6 C_{60} 分子结构和足球相似

史实在线

C_{60} 的发现

人们曾经认为碳元素的单质只有两种，即金刚石和石墨。它的第三种单质 C_{60} 在 20 世纪 80 年代被发现。当科学家们利用大功率激光脉冲或电弧作用于石墨使其气化时，发现产物中存在一种由 60 个碳原子构成的物质，即 C_{60} 。它能稳定存在，可溶于甲苯等有机溶剂中。它的结构显然与石墨和金刚石截然不同，是一种由多个正多边形封闭而成的空心球体。

每个 C_{60} 分子由 60 个碳原子构成，分子结构形似足球，又名足球烯。这种足球结构的分子很稳定。它在材料科学、超导体等方面有着很好的应用前景。

在研究 C_{60} 的结构、性质、应用的基础上，科学家发现以 C_{60} 为代表的呈封闭球形的碳单质是一个庞大的家族。随后发现的由单层或



多层石墨形成的管状碳单质，因具有很高的机械强度和优异的电学特性，已发展成为碳纳米管材料，成为信息技术和航天技术中的新宠。

二、碳单质的化学性质

小知识

木炭是木材或木质原料经过不完全燃烧，或者在隔绝空气的条件下热解后，残留的多孔固体燃料。木炭常用于冶炼金属。

活性炭呈多孔结构，由木炭、焦炭或骨炭等经活化处理而成。具有较强的吸附性，可使某些有色液体脱色、吸收各种气体或有机污染物。常用于糖的精制、水的净化、制造防毒面具以及食品保鲜等方面。

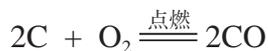
碳单质在常温下化学性质不活泼。但如果条件改变，碳单质也可以燃烧或与某些氧化物反应。

1. 跟氧气的反应

我们知道，氧气充足时，碳可以燃烧生成二氧化碳，并放出大量的热。

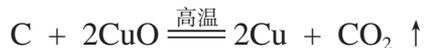


如果氧气不充足，碳会发生不完全燃烧生成一氧化碳，释放的热量相当于完全燃烧生成 CO_2 所产生热量的 $1/3$ 左右。



2. 跟某些氧化物的反应

碳在高温条件下，能够和氧化铜发生反应。



在这个反应里，氧化铜失去氧变成铜单质。我们把含氧化合物失去氧的反应叫做还原反应。碳使氧化铜发生还原反应，它具有还原性。碳的还原性广泛应用在冶金工业中，例如炼铁常用碳与铁矿石作用，把铁还原出来。



本节收获

- ✓ 知道了金刚石、石墨、 C_{60} 都是碳元素的单质。
- ✓ 了解了金刚石、石墨、 C_{60} 等物理性质不同的原因是它们微观结构即碳原子的排列方式不同。
- ✓ 知道了碳在常温下化学性质较稳定，但高温条件下可以燃烧或还原一些氧化物。



练习与应用

1. 防毒面具的滤毒罐内盛放的是 ()。
A. 活性炭 B. 金刚石 C. 石墨 D. 氧气
2. 对于 C_{60} 的说法不正确的是 ()。
A. 它是一种单质 B. 它是一种化合物
C. 它的相对分子质量为 720 D. 它的一个分子中含有 60 个碳原子
3. 某物质在空气中完全燃烧后,生成的气体能使澄清石灰水变浑浊,该物质一定是 ()。
A. 碳单质 B. 含碳元素的化合物
C. 含碳元素、氧元素的化合物 D. 含碳元素的物质
4. 将下列各物质的用途与相应的性质之间用线连接起来。
① 石墨可做电极材料 a. 硬度大
② 金刚石可以划玻璃 b. 常温下性质稳定
③ 炭黑可以制墨绘画 c. 有很强的吸附能力
④ 活性炭能除去异味 d. 具有可燃性
⑤ 木炭可以用来取暖 e. 具有良好的导电性
5. 金刚石、石墨、 C_{60} 都是由_____元素组成的单质,由于_____不同,它们的物理性质有很大差异。
6. 碳完全燃烧的化学方程式是_____,不完全燃烧的化学方程式是_____。



第二节 二氧化碳的性质和用途

二氧化碳是我们非常熟悉的物质，空气中就存在极少量二氧化碳，我们呼出的气体中也含有二氧化碳。你知道二氧化碳都有什么性质和用途吗？

一、二氧化碳的物理性质



活动·探究

【探究目的】探究二氧化碳的密度和溶解性。

【猜想假设】根据平时的观察、已有的经验和化学知识，你猜想二氧化碳的密度与空气相比_____（填“更大”、“更小”或“相等”），_____（填“可”或“难”）溶于水。你的依据是_____。

【探究操作】

1. 如图 8-7 所示，在自制杠杆天平两端挂上大小和质量相同的纸盒，调至平衡。将集气瓶中的二氧化碳像倒水一样倒入其中的一个纸盒。

2. 如图 8-8 所示，向充满二氧化碳的塑料瓶里迅速倒入半瓶水，旋紧瓶盖（不能漏气）。充分振荡塑料瓶。

观察到的现象_____。

【探究结论】二氧化碳的密度与空气相比_____。二氧化碳在水中的溶解性是_____。

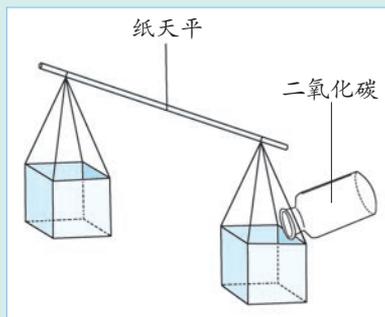


图 8-7 二氧化碳与空气密度比较



图 8-8 二氧化碳的溶解性



通常状况下，二氧化碳是没有颜色和气味的气体，密度比空气大。在降温和加压时，二氧化碳会变成无色液体。温度进一步降低，液态的二氧化碳可变成雪花状固体（俗称“干冰”）。在常压下，当温度高于 $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，干冰可直接升华成气体。二氧化碳能溶于水，通常状况下1体积水大约能溶解1体积二氧化碳。如果增大压强，溶解的二氧化碳也增多。

二、二氧化碳的化学性质

有些物质溶于水产生了新物质，即同时发生了化学变化。二氧化碳在溶于水的过程中，是否发生了化学变化？

活动·探究

【探究目的】 CO_2 与水是否发生反应。

【猜想假设】 CO_2 _____（填“能”或“不能”）与水发生反应，理由是_____。

【探究操作】取一支试管，向其中倒入半试管上一个探究活动中塑料瓶中的液体。再滴加几滴石蕊溶液（石蕊溶液遇到酸性物质变红，是一种指示剂），稍振荡。然后分出一半到另一支试管中。对其中一支试管稍稍进行加热。对比观察现象。

向试管中滴加石蕊溶液后，_____。

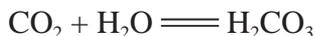
对试管稍稍进行加热后，_____。

【探究结论】_____。

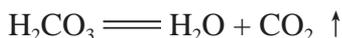
【思考讨论】

如果 CO_2 与水反应，可能得到什么物质？这种物质具有什么性质？

二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸使紫色石蕊溶液变为红色。



碳酸很不稳定，容易分解，生成的二氧化碳从溶液中逸出后，溶液失去了酸性，所以，红色的溶液又变为紫色。



活动·探究

【探究目的】探究二氧化碳能否灭火。

【探究操作】如图 8-9 所示，在烧杯中放置一高一低的两支燃着的蜡烛，将集气瓶中的二氧化碳倒入烧杯中。

现象：_____

_____。

【探究结论】_____。

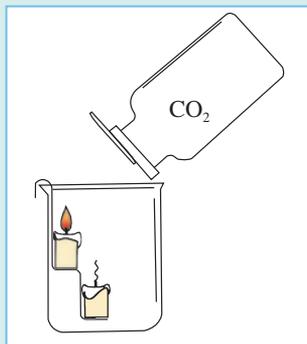


图 8-9 倾倒二氧化碳

二氧化碳常用于灭火，是由于二氧化碳本身不能燃烧，也不支持燃烧。

我们知道，实验中常用澄清的石灰水检验二氧化碳的存在，这是因为二氧化碳与氢氧化钙反应生成了碳酸钙白色沉淀，使石灰水变浑浊。



二氧化碳还能发生很多的化学反应，随着人们对二氧化碳的深入研究，二氧化碳的许多奥秘都将被揭晓。

小知识

虽然二氧化碳无色、无味，人们似乎感觉不到它的存在，但人体对二氧化碳能表现出特别的敏感性。当空气中二氧化碳为 0.5%~2%（体积分数）时，对人体健康没什么影响；当达到 3%~5% 时，人的呼吸会加快和加深，并且咳嗽、刺眼、头痛、耳鸣、心悸、血压升高、眩晕；当达到 8%~10% 时，人便会很快失去知觉；当达到 20% 时，人在几秒钟内就会死亡。

在干涸的深井底部和一些久未开启的菜窖内，常会积聚较多的二氧化碳气体。因此，在进入这类地方之前，应当先放入烛火试探一下，如果烛火熄灭，千万不可贸然进入。

三、二氧化碳的用途

联想·启示

依据二氧化碳的性质及你的生活经验，你能举出哪些用途呢？



二氧化碳广泛应用于工农业生产和生活之中，如光合作用、生产碳酸饮料、灭火等。



图 8-10 二氧化碳的广泛应用

1. 制作食品和饮料，用于食品冷藏

二氧化碳大量用于生产碳酸饮料。二氧化碳能抑制饮料中微生物的生长，从饮料里逸出时带出香味。由于碳酸受热分解及二氧化碳从人体内排出时有降温作用，所以汽水、啤酒等饮料深受人们的青睐。

小苏打 (NaHCO_3) 是常用的食品发泡剂。面包、馒头、油条和一些膨化食品所具有的海绵状构造，就是因为面团中加入的小苏打产生的二氧化碳造成的。

干冰大量用于食品的冷藏和冷冻。这是因为干冰和液态二氧化碳是良好的冷却剂，在升华或汽化时能够吸收大量的热，具有降温快、温度低等特点，而且不会出现任何的残留物。干冰还可用于人工降雨。

2. 灭火

二氧化碳是优良的灭火剂。“穿着红色外衣”的二氧化碳灭火器，在工厂、商店、仓库以及各种交通运输工具上，担当着灭火卫士的角色。



3. 化工原料

二氧化碳是重要的化工原料，它常用于生产纯碱、化肥、塑料，以及医药产品等。

可见，二氧化碳是一种重要的资源，具有广泛的应用价值，需要我们充分地加以利用。

二氧化碳也可能带来危害。一些研究表明，二氧化碳是全球变暖（即温室效应）的

元凶之一。如果不对二氧化碳的排放加以控制，全球平均气温可能逐渐升高，将会引起海平面上升，进而淹没一些沿海城市和地势较低的岛屿国家，地球的生态系统将受到破坏。二氧化碳在空气中含量偏高，也不利于人体健康，达到一定浓度时甚至会对生命构成威胁。

小知识

二氧化碳常作灭火剂，但不能扑灭镁、钠等活泼金属燃烧引起的火灾，因为镁、钠等活泼金属也能在二氧化碳中燃烧。

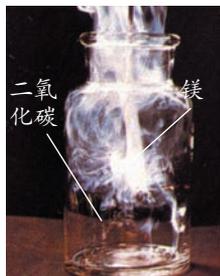


图 8-11 镁带在二氧化碳中燃烧

本节收获

- ✓ 知道了二氧化碳是一种能溶于水且密度比空气大的气体。
- ✓ 知道了二氧化碳不能燃烧，一般也不支持燃烧。常温下能与水反应生成碳酸。二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊，利用这个反应可以检验二氧化碳。
- ✓ 知道了二氧化碳在生活和工业上有广泛的用途。



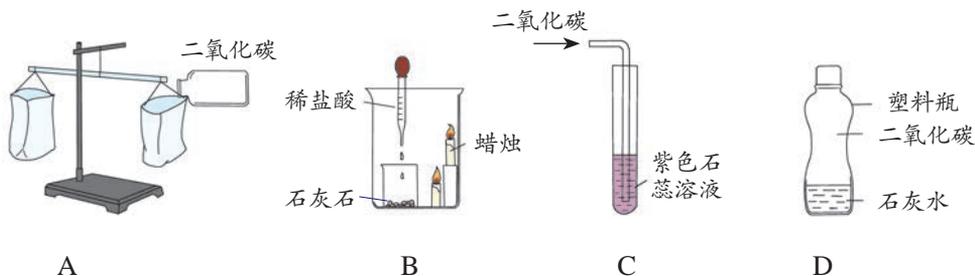
练习与应用

1. CO_2 通入紫色石蕊溶液中，溶液变红是因为（ ）。
A. 它的密度比空气大 B. 它能跟石蕊发生反应
C. 它是氧化物 D. 它跟水反应生成碳酸，碳酸使石蕊变红
2. 盛放石灰水的试剂瓶内壁常附有一层白膜，除去该白膜选用的最佳试剂是（ ）。
A. 稀盐酸 B. 蒸馏水 C. 石灰水 D. 肥皂水
3. 下列关于 CO_2 的应用，只利用了其物理性质的是（ ）。
A. CO_2 用做灭火剂
B. 干冰能用于人工降雨
C. CO_2 能用来生产汽水等碳酸饮料
D. CO_2 参加绿色植物的光合作用可提高农作物产量



4. 二氧化碳和氧气在性质上的相似点是（ ）。
- ①都能支持燃烧 ②都易溶于水 ③常温下都是气体 ④都是氧化物 ⑤都可用于灭火
⑥相同条件下密度都比空气大
- A. ②④⑤ B. ①③④⑤⑥ C. ①④⑤ D. ③⑥

5. 下图中有关 CO_2 的实验，其中只能证明 CO_2 的物理性质的是（ ）。



6. 鉴别氧气、一氧化碳、二氧化碳三种气体，最好选用（ ）。
- A. 带火星的木条 B. 澄清的石灰水
C. 紫色石蕊溶液 D. 燃着的木条
7. 利用大棚栽培农作物，常向大棚内释放适量的 CO_2 ，这是因为（ ）。
- A. CO_2 会使大棚内温度急剧升高 B. CO_2 会使害虫窒息死亡
C. CO_2 能灭火，可避免火灾发生 D. CO_2 可促进植物进行光合作用
8. 化学小组为探究 CO_2 的性质，设计了下列实验。

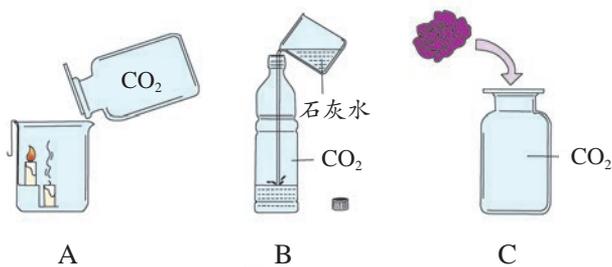


图 8-12

- ① A 中的实验现象是_____，说明 CO_2 具有的性质是_____。
- ② B 中向软塑料瓶中倒入适量澄清的石灰水，迅速拧紧瓶盖并振荡，实验现象是_____，瓶内发生反应的化学方程式是_____。
- ③ 将一朵用紫色石蕊溶液浸泡过的干燥小花的一半用水喷湿，放入装置 C 中，可观察到的实验现象是_____，此现象说明 CO_2 具有的化学性质是_____。
9. 设计一个简单的实验，证明汽水中逸出的气体是二氧化碳。
10. 由 CO_2 、 O_2 和 N_2 的化学式，你能把它们在相同条件下的气体密度按由大到小的顺序进行排列吗？并请推断 CO_2 与空气在相同条件下气体密度的大小。



第三节 二氧化碳的实验室制法

学习了二氧化碳的性质和用途后，你一定很想知道怎样制取二氧化碳。本节我们就来探究二氧化碳的实验室制法。

一、实验室制取二氧化碳原理的探究

在化学上能够生成二氧化碳的反应有很多，究竟什么反应可以作为实验室的制取方法，我们通过探究来认识二氧化碳的实验室制法。



活动·探究

【探究目的】选择实验室制取二氧化碳的反应。

【探究操作】观察并比较下列三个生成二氧化碳的反应，记录反应时观察到的现象。

准备三套如图 8-13 所示的装置，分别在小试管中加入石灰水，再往大试管中加入少量固体和液体反应物，迅速塞紧胶塞，把导管伸入石灰水中。



图 8-13 制取二氧化碳

反应物	大试管中现象	石灰水中现象
①石灰石和稀硫酸		
②石灰石和稀盐酸		
③石灰石粉末和稀盐酸		

【探究结论】

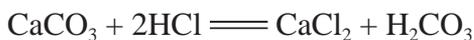
三个反应由快到慢的顺序是_____，最适合用于制取二氧化碳的是_____。

【思考讨论】

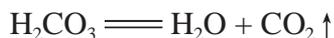
1. 三个反应的快慢为什么会有差异？
2. 适合用于制取二氧化碳的反应应具有什么特点？



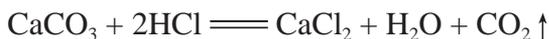
在实验室里，常用块状的石灰石或大理石（主要成分是碳酸钙）与稀盐酸反应制取二氧化碳。化学方程式如下：



碳酸不稳定，很容易分解为水和二氧化碳。



实验室制取二氧化碳总的化学方程式为：



二、实验室制取和收集二氧化碳装置的探究

联想·启示

结合氧气的制取和收集装置，进行推理分析。

1. 确定实验室制取气体的发生装置和收集装置时应考虑的因素是什么？
2. 猜想实验室制取二氧化碳的发生装置和收集装置是怎样的？
3. 如何证明集气瓶中的二氧化碳已经充满？



观察·思考

观察图 8-14 中 A~E 装置特点，确定实验室制取二氧化碳的发生装置和收集装置。

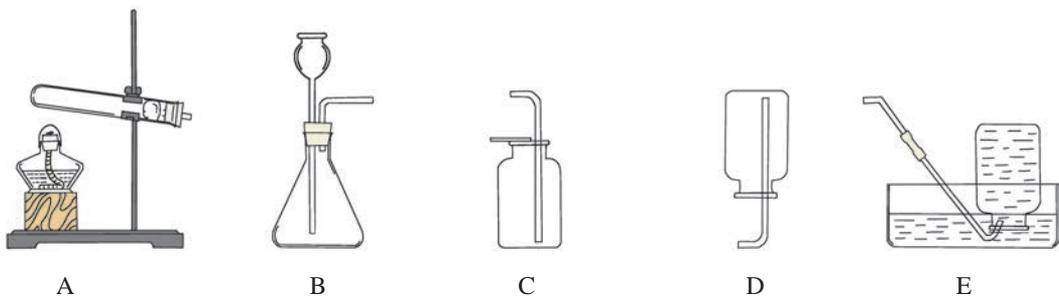


图 8-14 实验室制取气体的发生装置和收集装置



实验室制取二氧化碳常使用如图 8-15 所示装置。收集二氧化碳时，由于其密度比空气大，且能溶于水，因此不用排水法收集，而用向上排空气法收集。把燃着的火柴或木条放在集气瓶口，若火焰熄灭，就说明集气瓶中的二氧化碳已经充满。

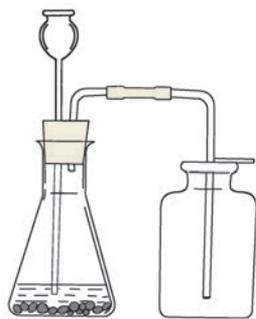


图 8-15 实验室制取二氧化碳装置

课外实践

实验室制取二氧化碳，当石灰石或大理石与稀盐酸接触，就会产生二氧化碳，若将二者分离，反应就会停止。

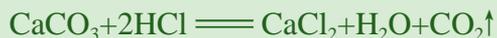
请选用图 8-16 中的部分仪器，装配一个简易的、可控制反应随时开始和停止的二氧化碳气体发生装置。



图 8-16 可能用到的实验仪器

本节收获

✓ 知道了实验室制取二氧化碳的反应原理：石灰石或大理石（主要成分是碳酸钙）与稀盐酸反应。



✓ 知道了实验室制取二氧化碳的装置。

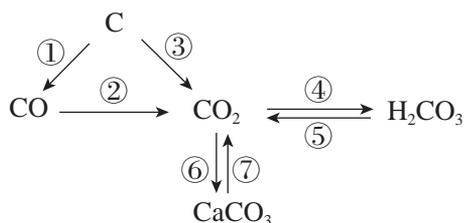


练习与应用

- 实验室制取二氧化碳，应当选择的药品是（ ）。
 - 高锰酸钾
 - 碳酸钙和稀硫酸
 - 木炭和氧气
 - 大理石和稀盐酸
- 大理石的主要成分是（ ）。
 - CaCl_2
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - CaCO_3
 - CaO
- 家庭中洗涤热水瓶内少量的水垢，实际可行的办法是（ ）。
 - 用稀盐酸洗涤
 - 用食用白醋洗涤
 - 用热碱水洗涤
 - 用食盐水洗涤
- 下列有关二氧化碳的检验、制备和用途，叙述正确的是（ ）。
 - 干冰可用于人工降雨
 - 二氧化碳气体通入紫色石蕊溶液中，溶液变蓝
 - 通常可用块状石灰石和稀硫酸反应制取二氧化碳
 - 将燃着的木条伸入集气瓶，火焰立即熄灭，证明瓶内气体是二氧化碳
- 填写下表，对氧气和二氧化碳实验室制法进行比较。

实验室制取气体	氧气	二氧化碳
反应原理		
实验装置图		
收集方法		
检验方法		

- 写出下列物质转化的化学方程式。指出哪些是化合反应，哪些是分解反应。





二氧化碳的制取及其化学性质

二氧化碳是继氧气之后，我们学习到的第二种重要的气体物质。通过亲历实验室制取二氧化碳和验证二氧化碳性质的过程，进一步巩固和提高制取、收集、检验气体的实验操作技能，并加深对碳元素在不同物质间相互转化的理解。实验之前，你需要了解实验室制取二氧化碳的原理，实验室制取二氧化碳的发生装置和收集装置等知识。

实验目标

1. 通过二氧化碳的制取，巩固实验室制取及收集气体的相关操作，加深对气体制取和收集装置选择因素的理解。
2. 通过实验加深对二氧化碳的性质的了解和认识。

实验用品

试管、烧杯、集气瓶、量筒、玻璃导管、橡皮管、单孔橡皮塞、铁架台（带铁夹）、镊子、药匙、试管夹、玻璃片、酒精灯、蜡烛、木条、火柴。

碳酸钙（石灰石或大理石）、稀盐酸、澄清石灰水、紫色石蕊溶液、蒸馏水。

实验步骤

1. 制取、收集二氧化碳。

- (1) 见图 8-13 连接仪器并检查装置的气密性。
- (2) 将几小块石灰石（或大理石）放入试管中，向试管里注入适量稀盐酸，立即塞紧带导管的单孔橡皮塞，观察现象。
- (3) 收集气体并验满，将收集满的二氧化碳用玻璃片盖住瓶口，备用。



为什么二氧化碳通常用向上排气法收集？

使用燃着的木条对二氧化碳进行检验和验满的操作有什么不同之处？

2. 二氧化碳的性质实验。

- (1) 向盛有少量紫色石蕊溶液（蒸馏水稀释）的试管中通入二氧化碳，再对液体稍稍加热，观察现象。
- (2) 向盛有少量澄清石灰水的试管中通入少量二氧化碳，观察现象。
- (3) 如图 8-17 所示，在烧杯里放置一个用铁片制成的台阶，在不同台阶上各放一支燃着的短蜡烛，将集气瓶里的二氧化碳沿烧杯内壁缓慢倒入烧杯中，观察现象。



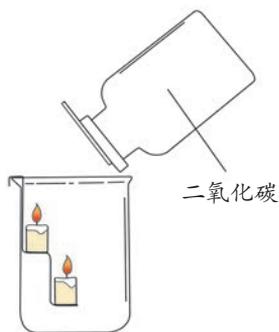


图 8-17 倾倒二氧化碳



检验二氧化碳的方法为什么选择通入澄清石灰水，而不用使燃着木条熄灭的方法？

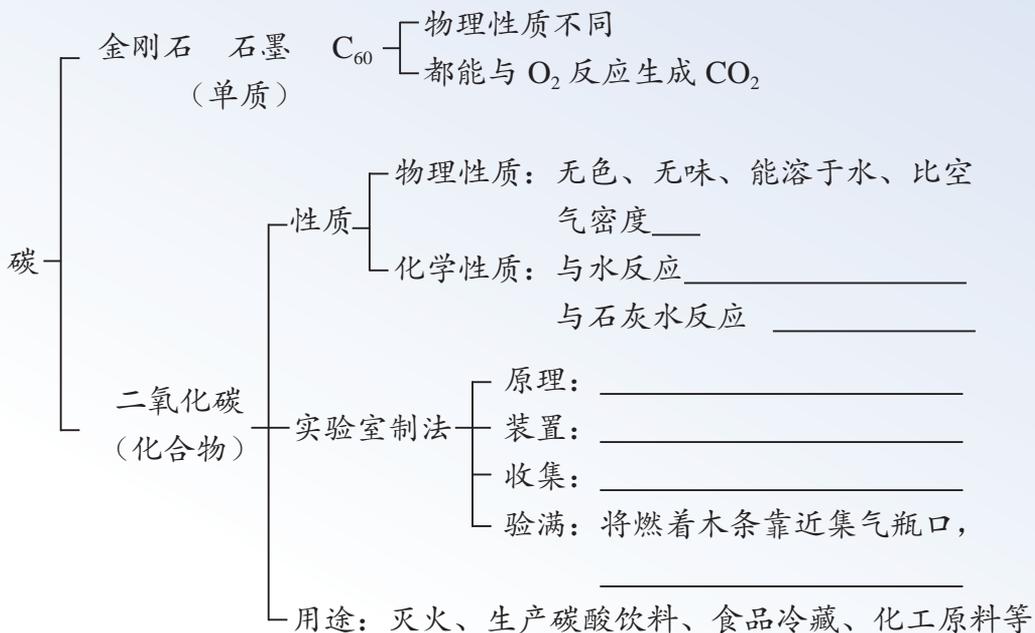
鉴别氧气、二氧化碳时可以用燃着的木条，其原理是什么？

3. 记录以上实验的现象、操作步骤，整理实验用品，撰写实验报告。

本章收获了

1 碳的几种单质的结构、物理性质、化学性质和用途。

2 碳的典型氧化物——二氧化碳的物理性质、化学性质及实验室制法。



巩固与自测

一、选择题

- 下列物质中，属于纯净物的是（ ）。
A. 空气 B. 自来水 C. 石灰石 D. 干冰
- 自然界中已知的最硬的物质是（ ）。
A. 石灰石 B. 金刚石 C. 大理石 D. 铁矿石
- 下列关于二氧化碳的用途中，错误的是（ ）。
A. 生产碳酸饮料 B. 气体肥料 C. 供给呼吸 D. 冷冻剂
- 下列物质中，不能与二氧化碳反应的是（ ）。
A. 石灰水 B. 氧气 C. 紫色石蕊溶液 D. 水
- 金刚石、石墨的化学性质相同而物理性质不同的原因是（ ）。
A. 同种元素组成，但原子排列不同 B. 原子最外层电子数相同
C. 都是碳元素组成 D. 原子的相对质量相同
- 含硫煤如果发生不完全燃烧，会排放出污染空气的有毒气体是（ ）。
A. 二氧化硫 B. 二氧化硫和一氧化碳
C. 硫和二氧化碳 D. 一氧化碳
- 实验室制取 CO_2 有以下几个步骤：①按要求装好仪器；②向长颈漏斗中注入盐酸；③向反应器中加入块状石灰石；④检查装置气密性；⑤收集生成的气体。以上操作正确排列顺序为（ ）。
A. ①②③④⑤ B. ②①④③⑤ C. ①④③②⑤ D. ①②④③⑤
- 二氧化碳能够灭火是因为（ ）。
A. 它是气体
B. 在一般情况下它不能燃烧，也不支持燃烧，且密度比空气大
C. 它能溶于水
D. 它在高压低温下能变成干冰
- 检验集气瓶中某无色气体是否是二氧化碳，常用的方法是（ ）。
A. 倒入紫色石蕊溶液并振荡 B. 将燃着的木条放在集气瓶口
C. 将带火星的木条放在集气瓶口 D. 倒入澄清石灰水并振荡
- 某物质 4.6 g 完全燃烧，生成 8.8 g 二氧化碳和 5.4 g 水，该物质（ ）。
A. 只含碳、氢两种元素 B. 只含碳、氧两种元素
C. 含有碳、氢、氧三种元素 D. 无法确定

二、填空题

- 选择氧气、氢气、二氧化碳、一氧化碳的化学式填空。



- (1) 有毒的气体是_____。
- (2) 能用于灭火的气体是_____。
- (3) 对环境保护最理想的燃料是_____。
- (4) 能支持燃烧的气体是_____。
- (5) 只能用向上排气法收集的气体是_____，只能用排水法收集的气体是_____。

12. 如图 8-18 所示，装置 A 用于制取 CO_2 ，B、C、D 用于进行 CO_2 的性质实验，试回答以下问题：

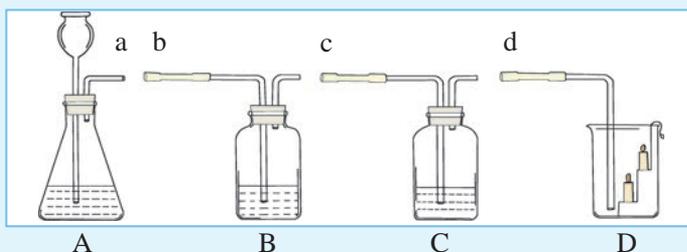


图 8-18

- (1) 若用装置 B 检验 CO_2 ，B 中盛放的试剂是_____，当 a 和 b 管口连接时，B 中实验现象是_____，反应的化学方程式是_____。
- (2) 若用装置 C 证明 CO_2 与水反应，C 中加入的试剂是_____，当 a 和 c 管口连接时，C 中实验现象是_____，反应的化学方程式是_____。
- (3) D 中烧杯放有高低不同的燃着蜡烛，当 a 和 d 管口连接时，D 中实验现象是_____，证明 CO_2 具有的性质是_____。

13. 如图 8-19 所示，A~E 五种装置，回答相关问题。

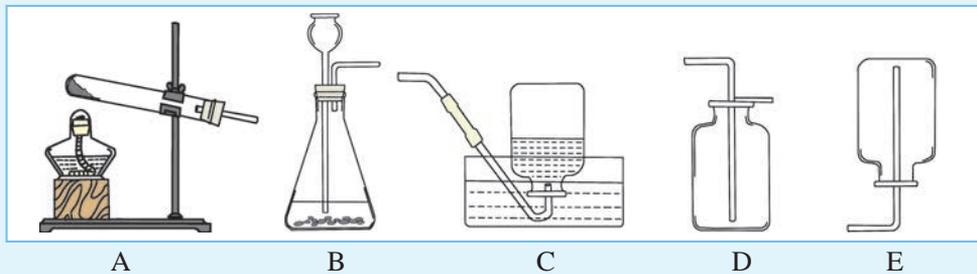


图 8-19

- (1) 实验室用高锰酸钾的加热分解来制取氧气时，发生装置选用 A，其理由是_____；收集装置选用_____，该反应的化学方程式是_____。
- (2) 实验室制取二氧化碳的化学方程式是_____，发生装置选用_____，收集装置选用_____，二氧化碳的验满方法是_____。

三、利用所学知识，写一篇科学小短文《碳的旅程》，描述碳在自然界中的循环。



附录一

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	72.64(1)	Pu	钷	[244]
Ag	银	107.868 2(2)	H	氢	1.007 94(7)	Ra	镭	[226]
Al	铝	26.981 538 6(8)	He	氦	4.002 602(2)	Rb	铷	85.467 8(3)
Am	镅	[243]	Hf	铪	178.49(2)	Re	铼	186.207(1)
Ar	氩	39.948(1)	Hg	汞	200.59(2)	Rf	钚	[267]
As	砷	74.921 60(2)	Ho	钬	164.930 32(2)	Rg	钷	[280]
At	砹	[210]	Hs	𨧪	[270]	Rh	铑	102.905 50(2)
Au	金	196.966 569(4)	I	碘	126.904 47(3)	Rn	氡	[222]
B	硼	10.811(7)	In	铟	114.818(3)	Ru	钌	101.07(2)
Ba	钡	137.327(7)	Ir	铱	192.217(3)	S	硫	32.065(5)
Be	铍	9.012 18(3)	K	钾	39.098 3(1)	Sb	锑	121.760(1)
Bh	𨭻	[272]	Kr	氪	83.798(2)	Sc	钪	44.955 912(6)
Bi	铋	208.980 40(1)	La	镧	138.905 47(7)	Se	硒	78.96(3)
Bk	𨭽	[247]	Li	锂	6.941(2)	Sg	𨭻	[271]
Br	溴	79.904(1)	Lr	𨭻	[262]	Si	硅	28.085 5(3)
C	碳	12.010 7(8)	Lu	镥	174.966 8(1)	Sm	钐	150.36(2)
Ca	钙	40.078(4)	Md	𨭻	[258]	Sn	锡	118.710(7)
Cd	镉	112.411(8)	Mg	镁	24.305 0(6)	Sr	锶	87.62(1)
Ce	铈	140.116(1)	Mn	锰	54.938 045(9)	Ta	钽	180.947 88(2)
Cf	锎	[251]	Mo	钼	95.96(2)	Tb	铽	158.925 35(2)
Cl	氯	35.453(2)	Mt	𨭻	[276]	Tc	锝	[98]
Cm	锔	[247]	N	氮	14.006 7(2)	Te	碲	127.60(3)
Cn	𨭻	[285]	Na	钠	22.989 769 28(2)	Th	钍	232.038 06(2)
Co	钴	58.933 195(5)	Nb	铌	92.906 38(2)	Ti	钛	47.867(1)
Cr	铬	51.996 1(6)	Nd	钕	144.242(3)	Tl	铊	204.383 3(2)
Cs	铯	132.905 451 9(2)	Ne	氖	20.179 7(6)	Tm	铥	168.934 21(2)
Cu	铜	63.546(3)	Ni	镍	58.693 4(4)	U	铀	238.028 91(3)
Db	𨭻	[268]	No	𨭻	[259]	V	钒	50.941 5(1)
Ds	𨭻	[281]	Np	镎	[237]	W	钨	183.84(1)
Dy	镝	162.500(1)	O	氧	15.999 4(3)	Xe	氙	131.293(6)
Er	铒	167.259(3)	Os	锇	190.23(3)	Y	钇	88.905 85(2)
Es	𨭻	[252]	P	磷	30.973 762(2)	Yb	镱	173.054(5)
Eu	铕	151.964(1)	Pa	镤	231.035 88(2)	Zn	锌	65.38(2)
F	氟	18.998 403 2(5)	Pb	铅	207.2(1)	Zr	锆	91.224(2)
Fe	铁	55.845(2)	Pd	钯	106.42(1)			
Fm	𨭻	[257]	Pm	𨭻	[145]			
Fr	𨭻	[223]	Po	钋	[209]			
Ga	镓	69.723(1)	Pr	镨	140.907 65(2)			
Gd	钆	157.25(3)	Pt	铂	195.084(9)			

- 注：1. 相对原子质量录自 2007 年国际相对原子质量表，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准确度加注在其后的括号内。



附录二

部分酸、碱和盐的溶解性表 (20 °C)

阳离子 \ 阴离子	OH^-	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}
H^+		溶、挥	溶、挥	溶	溶、挥
NH_4^+	溶、挥	溶	溶	溶	溶
K^+	溶	溶	溶	溶	溶
Na^+	溶	溶	溶	溶	溶
Ba^{2+}	溶	溶	溶	不	不
Ca^{2+}	微	溶	溶	微	不
Mg^{2+}	不	溶	溶	溶	微
Al^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Mn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Zn^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Fe^{3+}	不	溶	溶	溶	—
Cu^{2+}	不	溶	溶	溶	不
Ag^+	—	溶	不	微	不

说明：“溶”表示那种物质可溶于水，“不”表示不溶于水，“微”表示微溶于水，“挥”表示挥发性，“—”表示那种物质不存在或遇到水就分解了。



元素周期表

族 1	IA 1 1 H 氢 1.008	IIA 2											III A 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VII A 17	0 18 2 He 氦 4.003
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012											5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18
3	11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31	III B 3	IV B 4	VB 5	VI B 6	VII B 7	VIII 8 9 10			IB 11	II B 12	13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.06	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95
4	19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.87	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	25 Mn 锰 54.94	26 Fe 铁 55.85	27 Co 钴 58.93	28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.55	30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.64	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.90	36 Kr 氪 83.80
5	37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.96	43 Tc 锝 (98)	44 Ru 钌 101.1	45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9	54 Xe 氙 131.3
6	55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]
7	87 Fr 钫 [223]	88 Ra 镭 [226]	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf 钅𠅎* [267]	105 Db 钅𠅎* [268]	106 Sg 钅𠅎* [271]	107 Bh 钅𠅎* [272]	108 Hs 钅𠅎* [270]	109 Mt 钅𠅎* [276]	110 Ds 钅𠅎* [281]	111 Rg 钅𠅎* [280]	112 Cn 钅𠅎* [285]	113 Nh 钅𠅎* [284]	114 Fl 钅𠅎* [289]	115 Mc 钅𠅎* [288]	116 Lv 钅𠅎* [293]	117 Ts 钅𠅎* [294]	118 Og 钅𠅎* [294]

原子序数 — 1 H — 元素符号 (红色指放射性元素)
 氢 — 元素名称 (注*的指人造元素)
 1.008 — 相对原子质量 (加括号的数据为该放射性元素半衰期最长同位素的质量数)



金属元素

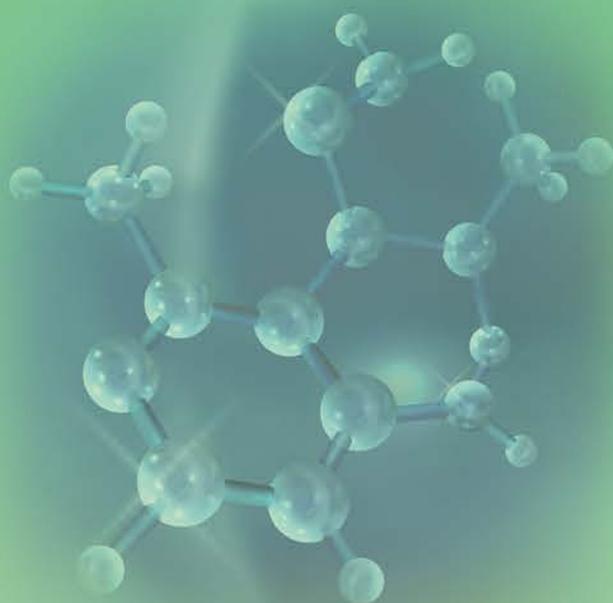


非金属元素



稀有气体元素

镧系	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 [145]	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0	64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 铥 164.9	68 Er 铒 167.3	69 Tm 铥 168.9	70 Yb 镱 173.1	71 Lu 镥 175.0
锕系	89 Ac 锕 [227]	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 [237]	94 Pu 钚 [244]	95 Am 镅 [243]	96 Cm 锔 [247]	97 Bk 锫 [247]	98 Cf 锿 [251]	99 Es 镱 [252]	100 Fm 镆 [257]	101 Md 镈 [258]	102 No 镎 [259]	103 Lr 铹 [262]



绿色印刷产品

义务教育教科书 化学 九年级 上册
ISBN978-7-200-09891-4 (课) 定价:10.60元
价格依据文件号:京发改规〔2016〕13号 举报电话:12358

