

— 义务 教育 教科 书 —



化学

九年级 **上册**

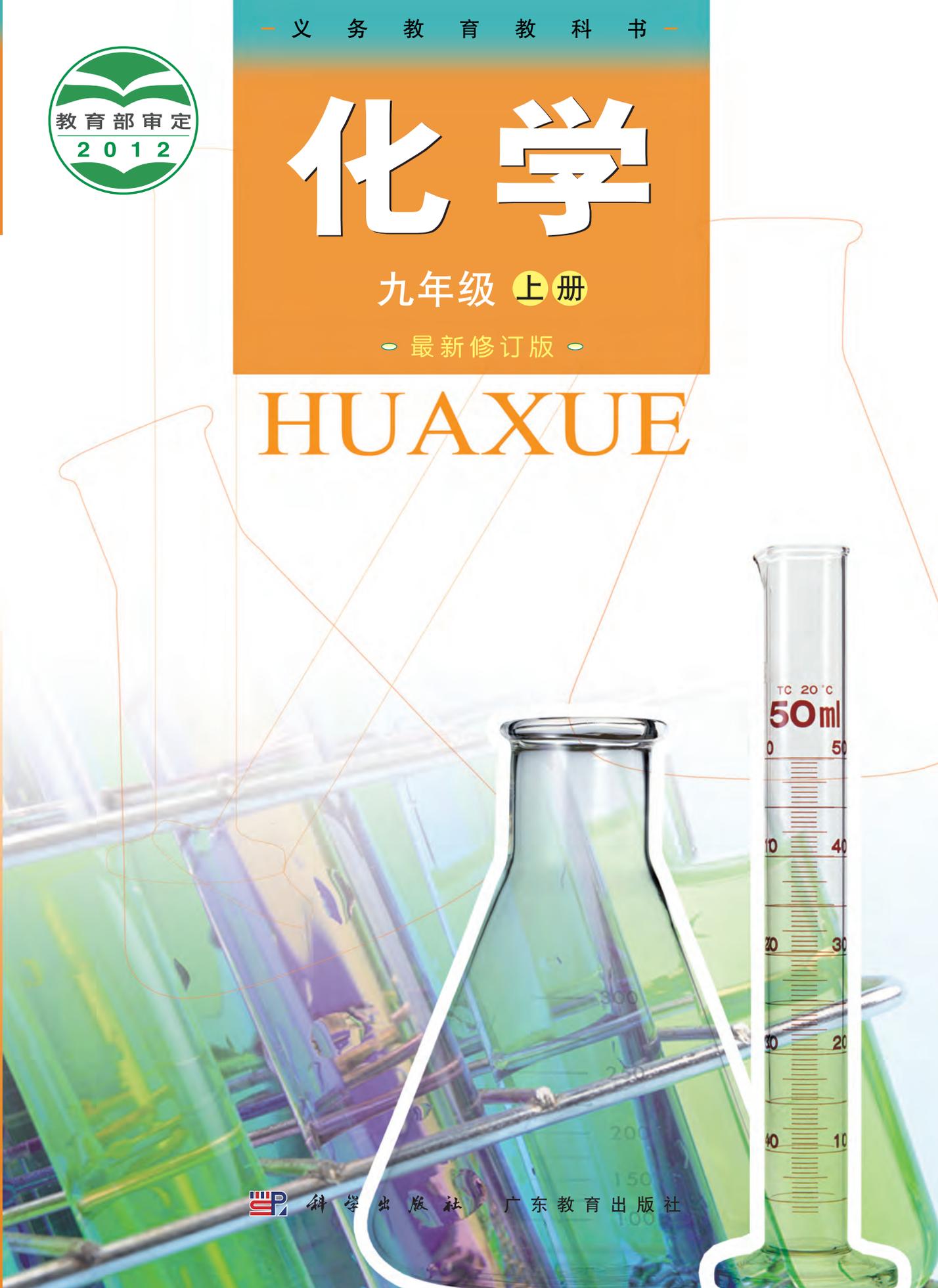
· 最新修订版 ·

HUAXUE



科学出版社

广东教育出版社



— 义 务 教 育 教 科 书 —



化 学

HUAXUE

九年级 上册

— 最新修订版 —

主 编：江琳才
副 主 编：钱扬义 李开祥

科学出版社 广东教育出版社
北 京 广 州

前言

Preface ▶▶▶

亲爱的同学：

祝贺你升入初中三年级，并开始学习这门非常有用和有趣的化学课。

打开课本，你会发现，书中讲述的全是与你的生活息息相关的课题：呼吸的空气、饮用的水、吃的食物、用的物品、烧的燃料、防治疾病的药物和环境保护等。在这些课题的学习中，你会更多地了解那些和日常生活有关的化学现象的奥秘，并学到基本的化学知识和技能。此外，我们还特别重视引导你学习科学探究方法，让你不仅学到知识“是什么”，而且学会解决问题、获得知识的方法。

课本有丰富多彩的图片，有既引人入胜，又诱人思考的“探究活动”“观察活动”“调查活动”“知识视窗”“讨论与交流”“网上学”等学习专栏，为你提供多种多样的学习情景。课本还专门编排有“学生实验活动”，让你动手进行实验探究化学知识，并学习基本的化学实验操作技能。

我们深信，在你的努力和老师的悉心指导下，你的化学学习一定会获得圆满成功！

编者



第一章 大家都来学化学

1.1 身边的化学	2
1.2 化学实验室之旅	7
1.3 物质的变化	14
1.4 物质性质的探究	20
精要回放	26
练习题[一]	27



第二章 空气、物质的构成

2.1 空气的成分	30
2.2 构成物质的微粒(I)——分子	40
2.3 构成物质的微粒(II)——原子和离子	45
2.4 辨别物质的元素组成	56
精要回放	63
练习题[二]	64



第三章 维持生命之气——氧气

3.1 氧气的性质和用途	68
3.2 制取氧气	73
3.3 燃烧条件与灭火原理	80
3.4 物质组成的表示式	87
精要回放	94
练习题[三]	95



第四章 生命之源——水

4.1 我们的水资源	98
4.2 水的组成	107
4.3 质量守恒定律	110
4.4 化学方程式	114
精要回放	120
练习题[四]	121



第五章 燃 料



5.1 洁净的燃料——氢气	124
5.2 组成燃料的主要元素——碳	129
5.3 二氧化碳的性质和制法	135
5.4 古生物的“遗产”——化石燃料	144
精要回放	150
练习题[五]	151

学生实验活动记录和报告

实验一 化学实验简单的基本操作	153
实验二 氧气实验室制取、性质与物质燃烧的条件	155
实验三 二氧化碳实验室制取与性质	158

附录

附录一 相对原子质量表	161
附录二 部分化学名词汉英索引	162
元素周期表	164

第一章 大家都来学化学

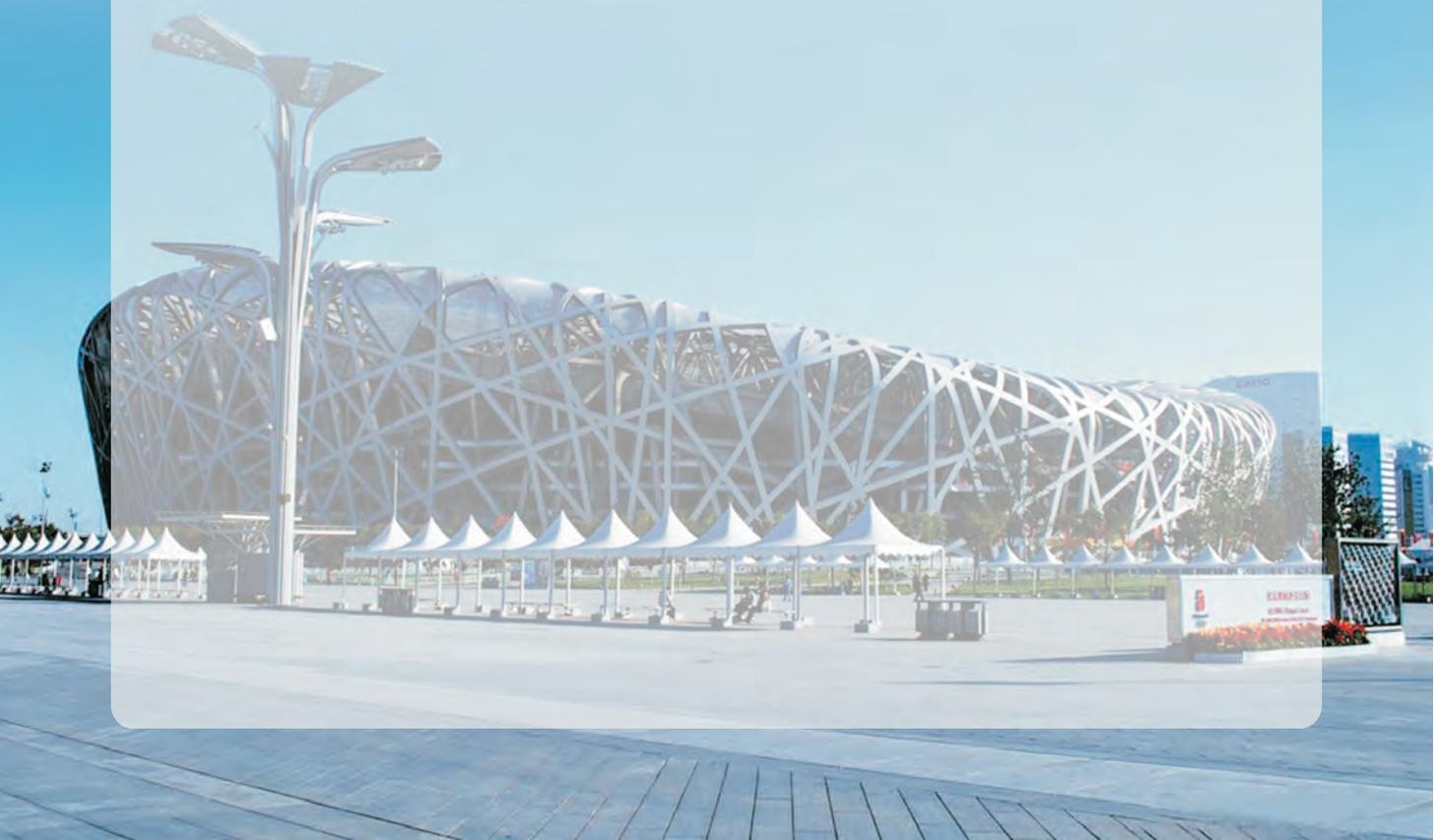
Chemistry

1.1 身边的化学

1.2 化学实验室之旅

1.3 物质的变化

1.4 物质性质的探究



当同学们翻开这本书，开始学习化学这门课程的时候，大家会提出各种各样的问题：



图 1-1 有关学习化学的疑问

你想知道这些问题的答案吗？那就请学习下面的内容吧。



1.1 身边的化学



要点提示

化学课的学习内容

化学就在我们身边，只要你注意就会发现，我们的社会生活中有许多与化学有关的制品和物质变化现象。

●化学与家居

你家里有许多物品与塑料有关，如手机、牙刷、肥皂盒、水瓶、食品袋和儿童玩具等。

你家厨房里的炊具是金属制品做的，烧的天然气、液化气是化工产品。

你的衣料大多都含有化学合成纤维，这类衣服，牢固耐穿、易洗快干、安全舒适、抗皱性好。化学家们还研制出多种用于制造防寒衣、防水衣、人造羊毛毯、人造皮革鞋等产品的材料。你的拖鞋、袜子也几乎全是用化学合成材料制造的。



你的食品和饮料中常常加有防腐剂、色素、香精等。为了保障食品安全，防止滥用食品添加剂，需要使用化学试剂和技术，对食品进行化验和检测。



图 1-2 市售食品和饮料中含有添加剂

你住的房屋要用钢铁、水泥、铝合金、不锈钢、玻璃和油漆等材料去建造和装饰，它们都与化学有关。

你在清洁卫生时要使用洗涤剂、沐浴露、洗发液、洗衣粉和肥皂等化学制品。洗衣机也是用化工生产的材料制造的。

同学们，你们知道吗？家里的有些物品还可以用来做化学实验呢！请大家看一个用家中的白醋、清洁剂和白酒等做的实验，体验一下这些物质变化具有的神奇魅力！





观察活动

目的 观察用生活物品演示变色实验。

【实验 1-1】

取几片紫色卷心菜（又名甘蓝）或紫色花朵在研钵中捣烂，加入白酒（50 度左右为宜）浸泡约 1 小时。然后用纱布将浸泡出的汁液过滤或挤出，得到紫色卷心菜（花）汁液。（图 1-4 a）



图 1-3 紫色卷心菜

1. 取约 5 mL 白醋倒入试管中，滴加 3 滴紫色卷心菜（花）汁液，观察颜色。（图 1-4 b）

2. 取约 5 mL 厨房清洁剂倒入试管中，滴加 3 滴紫色卷心菜（花）汁液，观察颜色。（图 1-4 c）



a. 紫色卷心菜汁液



b. 滴入汁液后的白醋



c. 滴入汁液后的厨房清洁剂

图 1-4 紫色卷心菜汁液及白醋和厨房清洁剂的颜色变化

●化学与出行

自行车、汽车、火车和飞机是出行的常用工具。车辆的主体是用钢材和铝合金做的；开动汽车靠的是汽油或柴油燃烧放出的化学能量；发展电动汽车要靠新型化学电池的开发；飞机是用特种合金材料制造的。



图 1-5 用特殊合金材料制造的我国“和谐号”高速列车



●化学与环境、健康

要保护好我们赖以生存的环境，就必须减少和处理“三废”(废渣、废水和废气)排放，这同样要用到先进的化学技术和化工产品。

我们天天都要锻炼身体，这离不开用化工材料建造的体育场馆，如北京“鸟巢”国家体育场是用特种钢材建成的，“水立方”国家游泳馆则使用了高分子材料。制造体育器材更要用现代化工合成的塑料、橡胶和纤维。

防病治病都要用到各种化学药物，西药基本上都是化学合成的物质，中药也要用化学方法加工提炼。

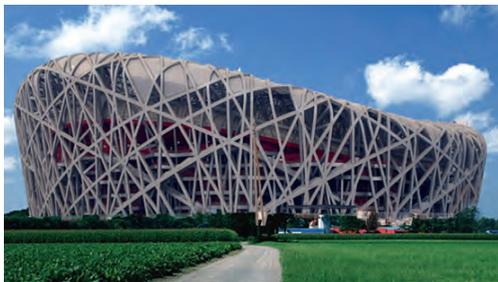


图 1-6 用特种材料建造的北京“鸟巢”国家体育场和“水立方”国家游泳馆

●化学与社会发展

化学是研究物质、创造新物质的学科。因此，在现代社会里，化学科学技术在促进人类社会生活质量的不断改善与提高方面，起着不可缺少的关键作用。现代农业离不开高效化肥，现代交通需要新的化学合成材料，现代医疗需要更多样的化学药品，国家安全需要特殊的新材料，航天事业更需化学提供多种合成材料和高能燃料。当今社会发展遇到的能源、资源和环境等问题的解决，也离不开新的化学科学技术。



图 1-7 用化学材料制造的商品

我们的祖国是历史悠久的伟大文明古国。我们勤劳智慧的祖先，在化工技术方面有许多发明创造，如造纸、火药、陶瓷、冶铜和炼铁等。图 1-9 为中国国家博物馆珍藏的商代后母戊鼎，它高 133 厘米，口长 112



厘米，口宽 79.2 厘米，重 832.84 千克。它充分展现出了我国古代青铜冶铸的高超技术，是一件无比珍贵的国宝。



图 1-8 2020 年 11 月，长征五号运载火箭将嫦娥五号探测器发射升空



图 1-9 用青铜铸造的商代后母戊鼎（中国国家博物馆藏品）

目前，我国化学科学技术已取得巨大成就，建立起了能满足社会和人民生活需要的化学工业体系。我们一定要坚持科学发展的方针，改革创新，协调好化学科学与技术、社会和环境的相互关系，使我国化学科学技术走上更加先进的可持续发展之路。

既然化学对人类社会的发展有如此巨大的作用，那我们就要学好化学，了解和探究与此有关的物质奥秘，比如物质的组成、性质和变化规律，及其对社会生活的影响。此外，同学们还要学习科学家获得这些知识的方法，即科学探究的方法。这些就是化学课的学习内容。

化学课的学习内容

生活中的化学知识
物质的组成、性质和变化规律
化学对社会生活的影响
科学探究的方法



1.2 化学实验室之旅



要点提示

化学实验常用仪器、操作及安全知识

化学离不开实验，化学是以实验为基础的科学，化学实验室是进行实验的重要场所。让我们去化学实验室看看吧。

●参观实验室

大家一起到实验室参观。



知识视窗

1. 观察实验室的设施，找一找：电源开关、自来水总闸、灭火器、沙盆、安全小药箱分别在什么地方？这里的实验台与教室的课桌有何不同？仔细阅读墙上的《化学实验室规则》。



图 1-10 化学实验室

化学实验室规则

- 一、按指定座位就座，保持室内安静。
- 二、未经许可，不得擅自用仪器、设备及材料。
- 三、实验前，认真检查实验用品是否齐全，发现问题及时报告。
- 四、实验时要保持安静，严格遵守操作规则，防止意外事故发生。
- 五、细心观察实验现象，做好实验记录，写好实验报告。
- 六、爱护仪器，节约药品，保持实验室整洁。
- 七、实验完毕，按要求做好清洁卫生工作。



2. 参观化学药品室，看看固体和液体化学药品的摆放有什么规律？



图 1-11 化学药品柜

3. 参观化学仪器室，你认识哪些仪器？说出它们的名称。



- a. 集气瓶 b. 烧杯 c. 胶头滴管 d. 滴瓶 e. 酒精灯 f. 量筒 g. 试管
 h. 锥形瓶 i. 漏斗 j. 铁架台、铁圈和铁夹 k. 玻璃棒 l. 药匙 m. 试管夹
 n. 石棉网 o. 蒸发皿

图 1-12 常用的化学仪器（功能介绍见下页表）



初中化学实验常用仪器介绍

仪器	主要用途	注意事项
a. 集气瓶	收集或贮存少量气体	不能加热
b. 烧杯	用作配制溶液和较多量试剂的反应容器，在常温或加热时使用	加热时应放置在石棉网上，使受热均匀
c. 胶头滴管	用于吸取和滴加少量液体	胶头滴管用过后应立即洗净，再去吸取其他药品
d. 滴瓶	用于盛放液体药品	滴瓶上的滴管与滴瓶配套使用，不能加热
e. 酒精灯	用于加热	见下文“酒精灯的使用”
f. 量筒	用于度量液体体积	不能加热，不能做反应容器
g. 试管	用作少量试剂的反应容器，在常温或加热时使用	加热后不能骤冷，防止炸裂
h. 锥形瓶	用作较多量试剂的反应容器，在常温或加热时使用	加热时需要垫上石棉网
i. 漏斗	用于过滤	
j. 铁架台、铁圈和铁夹	用于固定和支持各种仪器，一般用于过滤、加热等实验操作	
k. 玻璃棒	用于搅拌、过滤或转移液体时引流、蘸取少量固体或液体	玻璃棒保持洁净
l. 药匙	用于盛取固体药品	
m. 试管夹	用于夹持试管	防止烧损和腐蚀
n. 石棉网	加热时做垫物用，使其均匀受热	不能被水弄湿
o. 蒸发皿	用于液体蒸发，可直接加热	不可骤冷，防止爆裂



检查站

参观了化学实验室后，你能说出5种以上的化学仪器名称及其主要用途吗？



● 练习实验基本操作

取用药品（固体或液体）、给物质加热、洗涤仪器等，是进行化学实验最基本的操作，要练好这些基本功。在学习操作的同时，请你思考：为什么要这样操作？

1. 固体药品的取用

取用固体药品一般用药匙或纸槽，有些块状药品可用镊子夹取。

操作要点

把固体放进试管时，先将试管平拿，将药品放入试管底部，再慢慢竖立起来。

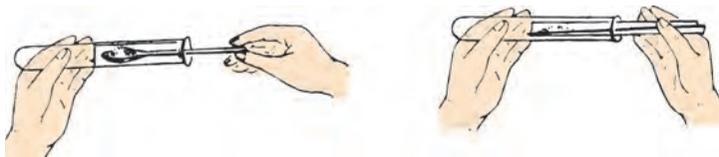


图 1-13 向试管里加入固体

实验操作练习

【实验 1-2】

- (1) 用药匙取少量食盐加入试管中，并将试管放在试管架上。
- (2) 用镊子夹取 1 小块铜片或 1 粒石灰石放入试管中，并将试管放在试管架上。

2. 液体药品的取用

操作要点

瓶塞要倒放；标签要向着手心；瓶口要紧挨着试管口。



图 1-14 液体的倾倒



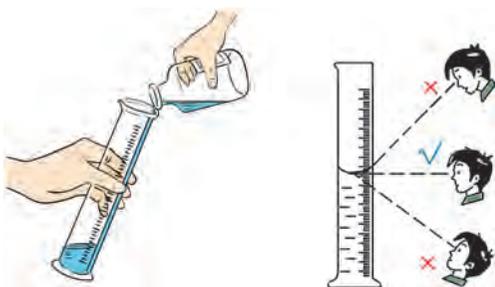


图 1-15 液体的量取

吸取和滴加少量液体时可用滴管。

操作要点

保持滴管竖直在管口上方，不可把滴管伸入试管内；不可将滴管横放或倒持。



图 1-16 向试管中滴加液体

实验操作练习

【实验 1-3】用量筒量取 5 mL 水，倒入【实验 1-2】装有食盐的试管中，振荡试管使食盐溶解。

3. 给物质加热

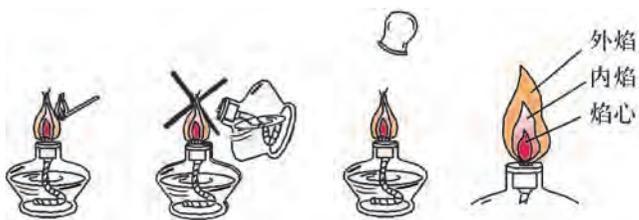


图 1-17 酒精灯的使用

操作要点

要用火柴或打火机点燃酒精灯；熄灭时要用灯帽盖灭；要用外焰加热，因为外焰温度最高，焰心温度最低。



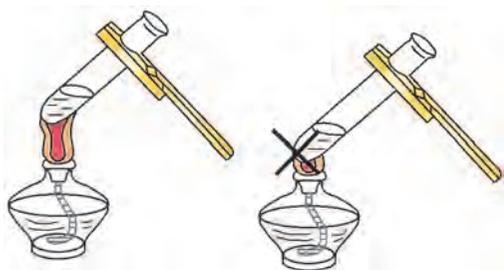


图 1-18 加热试管内的液体

操作要点

加热时，试管内液体不能超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ 。将试管夹从试管底部往上套，夹在试管中上部，持试管与水平线成 45° 角，管口勿对人。先将试管在火焰上来回移动，使试管均匀受热，然后利用外焰对准试管内被加热物质加热。



实验操作练习

【实验 1-4】(1) 用酒精灯将【实验 1-3】所得的食盐水加热至沸腾。

(2) 用镊子夹住 1 小块铜片放在酒精灯上加热，有何现象？

4. 玻璃仪器洗涤

洗涤试管等玻璃仪器是实验结束时必不可少的工作。洗净的玻璃仪器内壁附着的水既不聚成小滴，也不成股流下。洗净的仪器放在试管架上或指定的地方。

操作要点

以试管为例，先将试管内废液倒入废液缸内，注入半试管水，振荡后倒掉，再注水，反复数次；内壁附有不易洗掉的物质时，用试管刷轻轻旋入，刷时转动或上下移动刷子，切勿用力过猛。刷后再冲洗。



图 1-19 试管的洗涤

知识视窗

实验室的安全知识

进入化学实验室，要严格遵守操作规则，注意防火、防爆、防毒、防伤和防污染，保证人身安全。万一发生意外时，不要惊慌，要立即采取恰当的处理方法。

1. 不能用手接触药品；不要把鼻孔直接凑到容器口去闻药品（特别是气体）的气味，而用并拢的手指在瓶口轻轻扇动，使少量气体飘进鼻孔。不得尝任何药品的味道。

2. 实验剩余的药品既不要放回原瓶，也不要随意丢弃，更不能拿出实



验室，要放入指定的容器内。

3. 使用浓酸、浓碱等强腐蚀性的药品时，必须特别小心，防止皮肤或衣物等被腐蚀；如不小心接触到皮肤，应立即用大量水冲洗。实验中要特别注意保护眼睛，万一眼睛里溅进了稀酸或稀碱溶液，要立即用水冲洗（千万不要用手揉眼睛），必要时请医生治疗。

4. 在使用酒精灯时，绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精，也绝对禁止用酒精灯引燃另一只酒精灯，以免失火。向灯内添加酒精时，不能超过酒精灯容积的 $\frac{2}{3}$ 。万一洒出的酒精在桌面燃烧起来，应立刻用湿布覆盖。

5. 烫伤时，立即用冷水冲洗烫伤处，再涂上烫伤膏；割伤时，要立即进行消毒、包扎处理。

1.2 习题



- 下列仪器可以加热使用的是（ ）。
A. 烧杯 B. 集气瓶 C. 滴瓶 D. 量筒
- 下列实验操作正确的是（ ）。
A. 用剩的试剂一定要放回原瓶 B. 可用嘴尝化学实验室里试剂的味道
C. 用酒精灯外焰加热效果更佳 D. 把鼻子凑到试剂瓶口闻气味
- 判断下列实验操作是否正确？如认为有错，请说明理由。
(1) 用规格为 10 mL 的量筒和胶头滴管量取 7.0 mL 食盐溶液
(2) 用胶头滴管吸取氢氧化钠溶液后，将滴管平放在桌面上，以免污染原溶液
(3) 给试管中的液体加热时，液体不得超过试管容积的 $\frac{2}{3}$
(4) 给酒精灯添加酒精时要添满
- 下图所示实验操作有无错误？错在哪里？怎样改正？



A. 取用固体药品



B. 向试管中加入锌粒



C. 用烧杯盛装液体加热



D. 向试管中滴加液体

- 填空：
(1) 用试管夹夹试管的操作要点是_____。
(2) 倾倒液体药品时，试剂瓶标签没有向着手心，造成的不良后果是_____。
(3) 清洗玻璃仪器时，当看到仪器中的水既不_____，也不_____时就洗干净了。
- 小明同学在做完加热实验后，清洗试管时发现试管破裂了。请你帮他分析一下引起试管破裂的可能原因。





1.3 物质的变化



要点提示

物理变化和化学变化，化学变化的基本特征

你看到过化学实验中出现的一些奇妙现象吗？



观察活动



图 1-20 喷雾写字

目的 观看一个“化学魔术”。

喷雾写字

请一位同学在老师事先准备好的一张白纸上，用装有某种溶液的喷雾器向纸上喷雾，观察有什么现象发生？



不要让喷出的溶液溅到身体上！

看完这个魔术般的有趣实验后，你一定会感到：这个现象真奇妙！由此你可能会联想到许多问题。现在，请从学习化学的角度去想一想，你有哪些问题要提出来进行讨论和探究呢？



你知道吗

学问，首先是学会提问

——从喷雾写字所想到的问题

1. 白纸上是否已用什么化学药品写下了隐形字？
2. 喷筒里装的是什么化学药品？
3. 两种化学药品接触后发生了什么变化，使白纸上显出字来？

你一定迫切想知道这些问题的答案。好吧，那就让我们从“物质的变化”开始，学习这门既有趣又与生活密切相关的化学课吧！



● 物理变化

请你仔细观察以下生活中常见的变化现象，看看能得出什么结论。



观察活动

目的 了解物理变化的特征。

【变化1】火柴梗被折断



图 1-21 火柴梗被折断

观察到的现象是：火柴梗形状 _____（变化、未变化），
_____（有、没有）生成新物质。

【变化2】水的三态变化

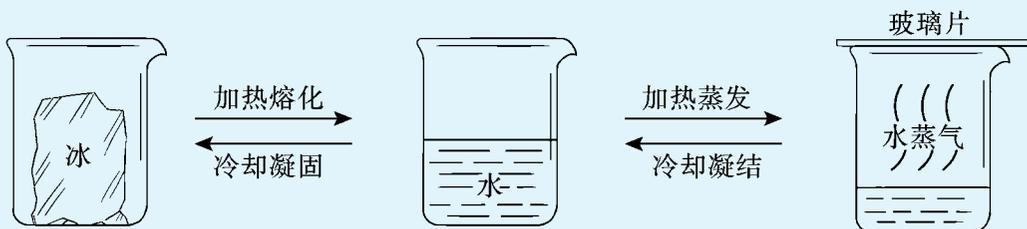


图 1-22 水的三态变化

观察到的现象是：水的状态 _____（变化、未变化），
_____（有、没有）生成新物质。

【变化3】石蜡熔化成液态蜡油

观察到的现象是：石蜡形状和状态
_____（变化、未变化），
_____（有、没有）生成新物质。



图 1-23 石蜡熔化成液体



【变化4】 家中窗户上的玻璃被风吹落摔碎



图 1-24 玻璃破碎

观察到的现象是：_____。

【变化5】 蔗糖溶解在水中，再加热蒸发掉水后又得到蔗糖

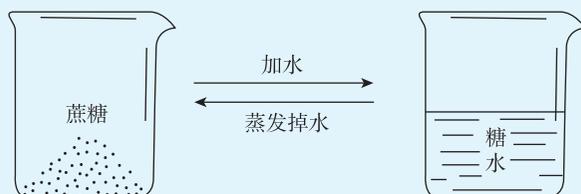


图 1-25 蔗糖和糖水互变

观察到的现象是：_____。

在上述列举的变化过程中，有的物质只发生形状的变化，有的物质的形状和状态都发生了变化，但它们的本质没有变化，即没有生成新物质。

结论：**物质发生变化时没有生成新物质，这种变化叫作物理变化。**

检查站

请举出生活中物理变化的两个例子：_____。

_____。



● 化学变化

仔细观察老师演示下列实验，你能得出什么结论？



观察活动

目的 了解化学变化的特征。

【实验 1-5】火柴梗燃烧



燃烧前：
火柴梗



燃烧时：有明亮的火焰
和发光发热现象



燃烧后：
黑色的固体

图 1-26 火柴梗的燃烧

【实验 1-6】镁条燃烧



燃烧前：
镁条是___色的___体



燃烧时：
发出___光,并且___热



燃烧后：
生成的是___色的___状物质

图 1-27 镁条的燃烧

火柴梗燃烧后生成黑色的灰烬、水蒸气和二氧化碳（后两者散发到空气中），它们是不同于火柴梗的新物质。镁条燃烧时，发出耀眼的白光，释放大量的热，并生成白色粉末氧化镁，它是一种不同于镁的新物质。

结论：物质发生变化时生成新物质，这种变化叫作化学变化，又叫作化学反应。





讨论与交流

请完成下表，然后回答：你能从哪些方面比较镁条燃烧前后的不同点？

实验	颜色	形状
镁条燃烧前		
镁条燃烧后		

最能说明镁条燃烧发生化学变化的证据是：_____。



观察活动

目的 通过观察实验现象，判断是不是发生了化学变化。

【实验 1-7】 气体生成：在装有少量小块的石灰石固体（主要成分是碳酸钙）的试管中，滴加几滴稀盐酸。

观察_____。

判断_____。

【实验 1-8】 颜色变化：在装有少量黑色氧化铜粉末的试管中，加入 2 mL 稀盐酸，加热。

观察_____。

判断_____。

【实验 1-9】 沉淀生成：将原装可乐瓶的瓶盖打开后，改用带导气管的瓶塞把瓶口塞紧，把导气管通入盛有少量澄清石灰水的试管中。轻轻摇动可乐瓶。

观察_____。

判断_____。

通过上述实验可知，物质发生化学变化时，一般会伴随产生某些现象，如发光、发热、变色、放出气泡或生成沉淀等。这些现象常常可以帮助我们判断有没有化学变化发生。



 长话短说

1. 物理变化：没有生成新物质的变化。
2. 化学变化：生成新物质的变化。
3. 化学变化的观察：观察是学习化学的重要环节，观察化学反应通常要注意以下三个阶段的现象：反应前的现象→反应进行时的现象→反应后的现象。通过变化时是否发光、发热、变色、产气、生成沉淀等现象，判断是否生成新物质。



1.3 习题

1. 下列过程中发生了化学变化的是（ ）。
 - A. 淘米
 - B. 洗菜
 - C. 苹果榨汁
 - D. 葡萄酿酒
2. 下列变化属于物理变化的是（ ）。
 - A. 食物腐烂
 - B. 钢铁生锈
 - C. 木材燃烧
 - D. 麦磨成面
3. 下列四个短语，其原意一定包含化学变化的是（ ）。
 - A. 花香四溢
 - B. 海市蜃楼
 - C. 烟花绽放
 - D. 木已成舟
4. 下列叙述不是化学变化的是（ ）。
 - A. 食物的消化过程
 - B. 人的呼吸
 - C. 用煤气作燃料烧菜
 - D. 水在冰箱里结冰
5. 判断酒精燃烧是化学变化的根本依据是（ ）。
 - A. 燃烧时会发光
 - B. 燃烧时会发热
 - C. 酒精汽化成酒精蒸气
 - D. 燃烧后生成水蒸气和二氧化碳
6. 判断我们周围物质变化的类型（用“有”“无”和“化学变化”“物理变化”分别填写下页表第三栏和第四栏的空格）。



过程	变化结果	有无新物质生成	变化类型
铁生锈	光亮的金属铁转化为红褐色的铁锈	有	化学变化
汽油燃烧	汽油转化为二氧化碳、水蒸气等		
锯木料	大块木料变成小木块和木屑		
煤燃烧	煤炭转化为二氧化碳、煤灰等		
粮食酿酒	粮食经发酵酿成酒		



1.4 物质性质的探究



要点提示

物质的性质，科学探究的主要步骤

●物质的性质

镁、汽油等在氧气中都能燃烧，这种性质必须在化学变化过程中才能表现出来。物质在化学变化中才能表现出来的性质叫作化学性质。不通过化学变化就能表现出来的物质性质，叫作物理性质，如物质的颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度和密度等。

几种常见物质在通常状况（常温、常压）下的某些物理性质

物质	颜色	气味	味道	状态	熔点/℃	沸点/℃
水	无色	无臭	无味	液态	0	100
醋酸	无色	醋味	酸味	液态	16.6	118
铁	银白色	无臭	无味	固态	1535	2750
镁	银白色	无臭	无味	固态	648.8	1090
氮气	无色	无臭	无味	气态	-209.86	-195.8
氧气	无色	无臭	无味	气态	-218.4	-182.96

物理性质和化学性质是物质的重要属性。我们要正确有效地利用物质，就必须了解和研究物质的物理性质和化学性质。通常，物质的物理性质可直接观察或用物理方法去测定，而化学性质则要通过化学实验去观察和确定。



讨论与交流

图 1-28 中哪些属于物理变化？哪些属于化学变化？为什么？指出其中化学变化所伴随发生的现象。从这些变化中，你能推知相关物质各有哪些物理性质或化学性质吗？

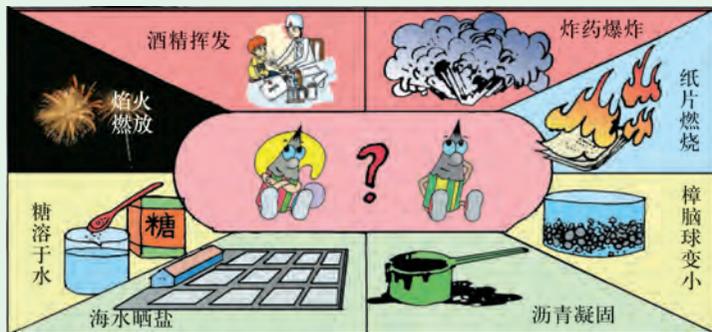


图 1-28 物质的变化

科学探究是科学家研究物质的重要方法，也是我们学习化学的有效方法。下面我们就通过铜受热变黑的化学实验来学习科学探究的方法。

●金属铜化学性质的探究

探究活动

►观察与问题

【实验 1-10】 将一小段光亮的铜片在酒精灯火焰上加热片刻，铜片的颜色有什么变化？为什么？

提示信息 >>> 加热铜片或用试管加热物质时要使用坩埚钳或试管夹，注意防止烫伤。

►假设与预测

1. 根据生活经验，你可能假设：铜片变黑，是因为火焰中的烟灰附着在铜片



图 1-29 铜片加热



上。根据这一假设，你可以预测：

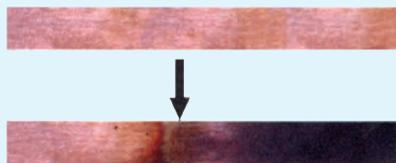


图 1-30 铜片变黑

(1) 如果铜片上附着的黑色物质是烟灰，则很容易抹去。

(2) 如果把铜片加热，而火焰没有与铜片接触，则金属将不会变黑。

2. 联想到镁条燃烧实验，你也可能

假设：铜片变黑是因为它与空气中的氧气发生化学反应。

根据这个假设，你可以预测：若将铜片放在没有空气（真空）或隔绝空气的条件下加热，铜片的颜色将不变。

▶ 实验与事实

【实验 1-11】 验证假设与预测 1 的实验：

(1) 用洁净干布或洁净湿布轻轻擦一擦已冷却的铜片黑色部分。

(2) 将一段光亮铜片装在敞口的试管中，用酒精灯火焰加热试管，请将操作后观察到的现象以及结论记录在下表中。

【实验 1-12】 验证假设与预测 2 的实验：在下述实验中选取一项进行。

(1) 如果学校实验室有真空泵，可用它抽出装有铜片并用胶塞塞紧的试管里的空气，然后加热试管，观察试管内的铜片有何变化。

(2) 用银白色的金属铝箔将铜片严密包裹压紧，不留空隙，以保证隔绝空气，然后加热，再放冷，打开包裹的铝箔，观察铜片有无变色。



图 1-31 铜片在敞口试管中加热

现象	
判断	预测 1 (正确、错误)，预测 2 (正确、错误)。



► 解释与结论

解释	【实验 1-11】说明：铜片在空气中用酒精灯加热后变黑，黑色物质不是烟灰。
	【实验 1-12】说明：铜片在隔绝空气加热后不变色。据此可知：铜片在敞开的试管中加热后变黑，那是铜片与空气中的氧气发生化学变化，生成黑色的新物质。
结论	铜片在加热条件下能与氧气发生化学反应，生成黑色的氧化铜。

► 反思与评价

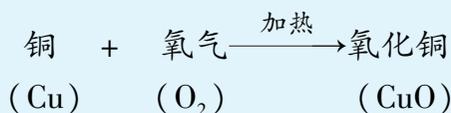
上述的结论是否正确，可通过对生成物的鉴别实验去证明。

【实验 1-13】将铜片用酒精灯焰多加热几分钟，放冷，折动铜片使生成的黑色物质脱落在干净纸上，反复数次，使得到的黑色物质多些，再移入试管，滴加少量稀盐酸，加热。对照在【实验 1-8】中观察到的现象，说明铜在空气中加热生成什么？

现象	
反思评价	铜在空气或氧气中受热生成的黑色物质是.....，所以上述“解释与结论”.....（正确、错误）。

► 表达与交流

1. 以上化学反应可用文字表达：



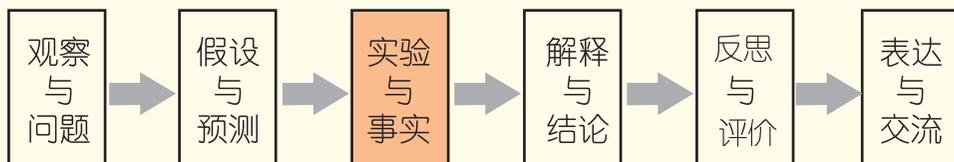
（式中括号里给出的是相应物质的化学符号。）

2. 同学们就以上现象、解释和结论发表自己的意见，互相讨论交流，可提出其他预测和用实验证实的思路。



 长话短说

通过学习，我们知道铜的化学性质的探究是按以下步骤进行的：



一般来说，在以上各环节中，化学实验是中心环节。假设与预测需要用实验去证实，结论来自实验事实。通过实验，才能启迪思维，才能有所发现、有所创新。而“实验与事实”的环节包含了制订计划、进行实验和收集证据各个具体步骤。

今后，我们将在学习化学课的过程中，逐步学习科学探究的方法。对于初学者，探究步骤不要求上述那么完整。

 实践活动

目的 观察蜡烛的燃烧现象。

点燃一支蜡烛，仔细观察蜡烛的燃烧，画出火焰的形状和构造。用一根细玻璃管伸进火焰内层，把从玻璃管中导出的气体点燃。蜡烛燃烧和熄灭时，可以观察到哪些物理变化的现象？哪些现象表明蜡烛燃烧是一种化学变化？请写出你的观察报告。



防止被熔化的蜡油烫伤

图 1-32 蜡烛的燃烧



1.4 习题



- 2011年9月29日，我国用“长征-2FT1”火箭将“天宫一号”目标飞行器送上太空。已知液氢是运载火箭常用的高能燃料，下列说法中属于液氢的化学性质的是（ ）。
 - 液氢的沸点极低（ $-252.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）
 - 液氢是密度最小的液体（ $0.071\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ）
 - 液氢可燃，燃烧后生成水
 - 液氢是透明、无色的
- 在下列各项中，体现铜的化学性质的叙述是（ ）。
 - 铜有良好的导电能力
 - 把铜在熔炉中加热，到 $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$ 能熔成液体
 - 熔化的铜在模具中可铸成铜器
 - 铜在潮湿空气中表面会生成铜绿
- 在以下各项叙述后面的括号里选填：

A. 物理变化	B. 化学变化	C. 物理性质	D. 化学性质
---------	---------	---------	---------

 - 常温下，水是无色、无气味和味道的液体。（ ）
 - 点燃木条发光发热，出现明亮的火焰。（ ）
 - 木柴有可燃性，氧气能支持燃烧。（ ）
 - 我国北方地区到了冬天，江河水都结成冰。（ ）
- 学习了铜受热发生变化的实验探究活动，你对科学探究有什么认识？能说出一个较完整的实验探究过程经历了哪些重要步骤吗？



精要回放

关键词或词组

化学课的学习内容 (1.1) 常用化学仪器 (1.2)
实验基本操作 (1.2) 实验室安全知识 (1.2)
物理变化 (1.3) 化学变化 (1.3)
化学性质 (1.4) 物理性质 (1.4)
科学探究 (1.4)



化学课学习的内容：生活中的化学知识，物质的组成、性质和变化规律，化学对社会生活的影响，科学探究方法。



了解常用化学仪器，练习取用、加热药品和玻璃仪器洗涤的操作。



没有新物质生成的变化属于物理变化；有新物质生成的变化属于化学变化。不需要通过化学变化就能表现出来的性质属于物理性质；需要通过化学变化才能表现出来的性质叫化学性质。



科学探究是科学研究的方法，也是学习的有效方法。



练习题 [一]

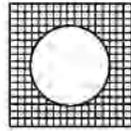
1. 如图所示，用酒精灯加热试管内物质不需要用到的仪器是（ ）。



A



B



C



D

2. 下列变化中，有一种变化与其他三种变化有着本质上的不同，它是（ ）。

A. 纸张燃烧

B. 粮食酿酒

C. 火药爆炸

D. 樟脑丸在衣柜里久置后消失

3. 以下实验基本操作正确的是（ ）。



用滴管滴液

A



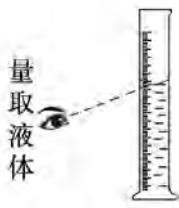
加热液体

B



向试管中加固体

C



量取液体

D

4. 从下图中选择适合的相关仪器，回答问题：



a



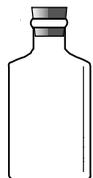
b



c



d



e



f



g



h

(1) 写出下列仪器的名称：b _____；d _____；f _____；g _____。

(2) 取用固体药品时用_____；量取 28.0 mL 的液体用_____；吸取和滴加少量液体时，所用的仪器是_____；加热试管里的药品应使用_____。



5. 化学实验过程中要规范操作，注意实验安全。下列有关做法中错误的是（ ）。
- A. 洒在桌面上的酒精燃烧起来，立即用湿抹布或沙子扑灭
 - B. 稀酸飞溅到皮肤上，立即用大量水冲洗，再涂上 3% ~ 5% 的小苏打溶液
 - C. 给玻璃仪器加热时不用预热
 - D. 熄灭酒精灯时要用灯帽盖灭，不能用嘴吹灭
6. 蜡烛燃烧时，在火焰中平放一根火柴，一秒钟后取下。
- (1) 观察到的现象是：_____。
- A. 火柴接触火焰的部分都变黑了
 - B. 火柴接触火焰外层的部分最先变黑
 - C. 火柴接触火焰中心的部分最先变黑
 - D. 火柴接触火焰中层的部分最先变黑
- (2) 这个实验探究的内容是：_____。
- (3) 实验得出的结论是：蜡烛的火焰中_____层火焰的温度最高。
- (4) 拓展与迁移：从上面的探究实验可知，用酒精灯给物质加热时应使用_____。
7. 伴随化学变化发生的现象主要有哪些？请举出日常生活中的若干例子，并加以说明。



第二章 空气、物质的构成

Chemistry

2.1 空气的成分

2.2 构成物质的微粒(I)——分子

2.3 构成物质的微粒(II)——原子和离子

2.4 辨别物质的元素组成

同学们在《科学》课程中都曾经学习过空气的常识。大家知道空气中有哪些物质成分吗？这些物质成分本身是怎样构成的？应该如何保护空气的洁净清新？

在这一章，我们从测定空气成分的实验开始，认识这种和地球上所有生命现象息息相关的气体——**空气**。然后，再进一步探究物质构成的奥秘。



2.1 空气的成分



要点提示

空气的成分，混合物和纯净物，空气污染的危害与防治



你知道吗

1. 你能“捕捉”到看不见摸不着的空气，并证明空气的存在吗？
2. 空气里究竟有什么物质？
3. 你能设计一个实验去测定空气的成分吗？实验的根据是什么？

●空气有哪些成分



观察活动

目的 学习空气里氧气含量的测定方法。

【实验 2-1】

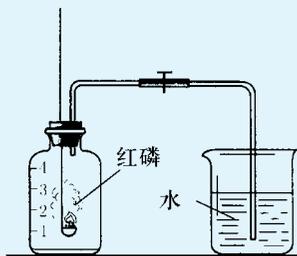


图 2-1 测定空气里的氧气含量



实验操作	观察和思考
1. 用记号将集气瓶的容积划分为5等份。	空集气瓶里装的是什么?。
2. 点燃燃烧匙中的红磷,迅速插入集气瓶中,塞好胶塞。	瓶内出现什么现象?。 红磷燃烧消耗了瓶内的什么物质?。
3. 冷却后,松开止水夹。	你观察到什么现象?怎样解释?。
请你根据以上实验事实作出结论:。	

科学家们通过许多科学实验证明:在空气的各成分中,能够支持燃烧的气体——氧气(O_2)约占空气体积的 $1/5$;剩下不支持燃烧的气体约占 $4/5$,其中主要成分是氮气(N_2);此外,还有少量其他气体,如稀有气体、二氧化碳(CO_2)和水蒸气(H_2O)等。它们的体积分数如下表所示。

气体成分	占空气总体积的比例/%
氮气	78
氧气	21
稀有气体(氦、氖、氩、氪、氙等)	0.94
二氧化碳	0.03
其他	0.03

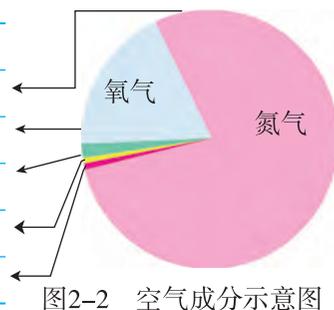


图2-2 空气成分示意图

水蒸气在空气中的含量不固定,因地区和气候而异。例如阴雨天,空气中的湿度大,水蒸气含量会大些。二氧化碳的含量也会因人类活动的影响等原因而有所变化。



知识视窗



图 2-3 拉瓦锡

科学家是怎样发现空气组成的

很久以前，人们以为空气只是单一的某种物质。到了 18 世纪 70 年代，许多科学家都曾经研究过空气的成分。在这些研究工作的基础上，法国化学家拉瓦锡 (A. L. Lavoisier, 1743 ~ 1794) 完成了最有说服力的实验。他用如图 2-4 的装置，把银白色的液态汞 (水银) 放在密闭的玻璃容器中，连续加热 12 天后，发现部分汞变成红色粉末，汞槽里的水银升入钟罩，而容器里的空气体积则减少了约 $1/5$ ，而且剩余气体不支持燃烧和呼吸。于是他第一次用实验证明了空气中有氧气 (O_2) 和氮气 (N_2)。

19 世纪末，英国的物理学家瑞利 (J. W. S. Rayleigh, 1842 ~ 1919) 发现从空气中分离出来的氮气的密度比用化学法制得的纯净氮气密度稍大，说明空气中还含有另一些不支持燃烧的气体。经过实验和推理，终于发现了稀有气体氩 (Ar)。后来经过多位科学家的实验和探究，又进一步发现了空气中的稀有气体还含有氦 (He)、氖 (Ne)、氪 (Kr)、氙 (Xe) 等成分。



图 2-4 拉瓦锡研究空气成分所用的装置

● 氮气和稀有气体有用吗

在组成空气的各种成分中，氮气含量最多，稀有气体含量很少，这些气体都有各自的功用。要认识它们的用途，先要了解它们有什么特性，因为物质的用途是由它们的特性决定的。



· 氮 气 ·

氮气的化学性质很稳定，常温下难跟其他物质发生反应，但在高温、高能量条件下可与某些物质发生化学变化，用来制取对人类有用的新物质。例如制造氮肥、炸药、染料等。



图 2-5 氮气的特性和用途

· 稀 有 气 体 ·

随着科学技术的发展，稀有气体的用途越来越广泛，这些用途都跟它们的性质密切相关。例如：

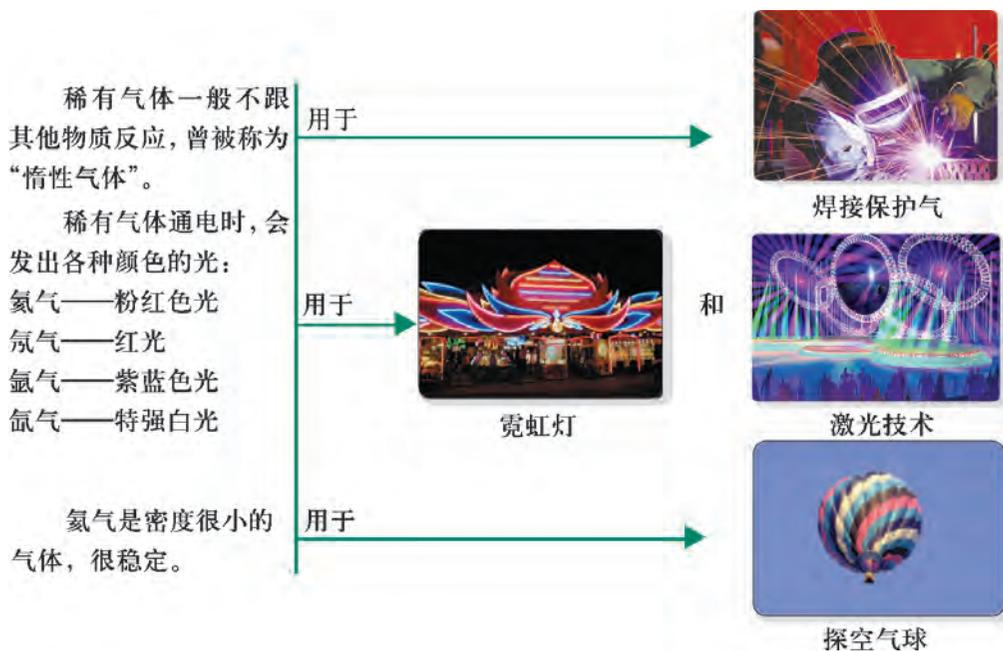


图 2-6 稀有气体的用途



● 怎样区分混合物和纯净物

事实证明：空气并不是单纯的一种气体，而是有多种气体成分，如氮气、氧气、水蒸气、二氧化碳和氩气等。换句话说，空气不是只由一种物质组成的纯净物，而是由多种物质组成的混合物（图2-7）。

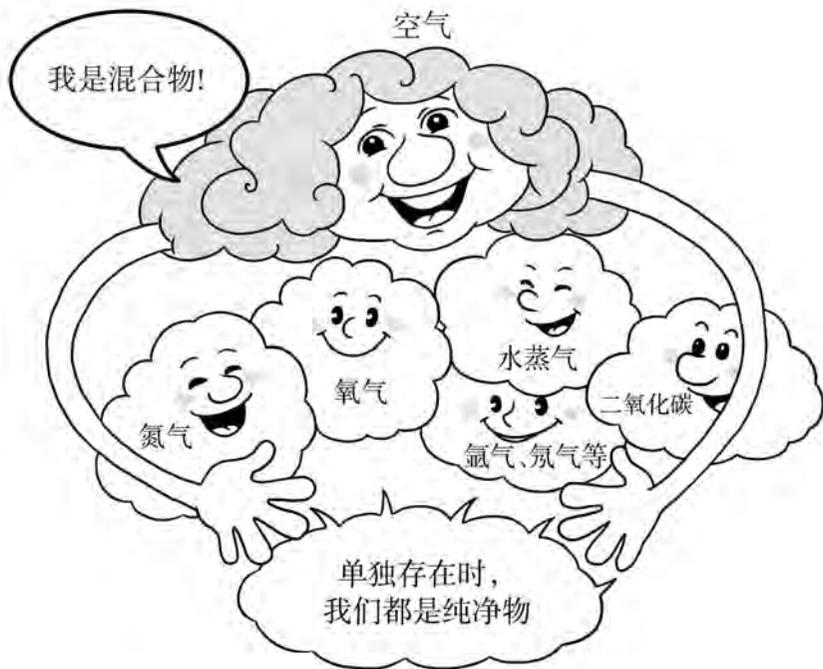


图2-7 空气是混合物

长话短说

混合物是由两种或两种以上的物质组成的；**纯净物**只由一种物质组成。

在生活里我们经常接触许多混合物，例如糖水、牛奶和泥沙等。混合物中各种成分的含量可以不是固定的，但它们各自保持着自己单独存在时的化学性质。而纯净物如纯水（ H_2O ）、硫（ S ）和蔗糖（ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ）等，它们都各自有着固定的组成和性质。



探究活动

【实验 2-2】我们的呼吸作用

► 提出问题

我们一生中不断吸入空气和呼出气体，吸入和呼出的气体成分含量有没有差别呢？

 **链接** ► 《科学》或《生物》：人的呼吸作用

► 猜想与假设

1. 吸入空气中氧气的含量大于呼出气体中氧气的含量。
2. 呼出气体中二氧化碳的含量大于吸入空气中二氧化碳的含量。
3. 呼出气体中水蒸气含量大于吸入空气中水蒸气的含量。

► 实验与事实

-  **提示信息** >>>
1. 呼吸作用要消耗氧气，并生成二氧化碳。
 2. 木条燃烧要有氧气参与，氧气含量愈多，燃烧愈旺。
 3. 二氧化碳跟澄清的石灰水作用，使石灰水变浑浊。当参与作用的二氧化碳含量较多时，浑浊现象出现得较快，且较明显。

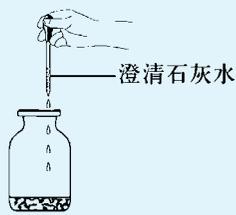
取两个空集气瓶，用玻璃片将瓶口盖好，作为空气样品；再用排水法收集两瓶呼出的气体。参考上述“提示信息”进行实验活动，通过实验，比较它跟新鲜空气中成分含量的差别。

(1) 借助以下图示设计实验，验证假设 1：

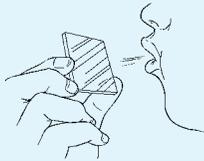
图示	实验步骤	实验现象
		



(2) 借助以下图示设计实验，验证假设 2：

图示	实验步骤	实验现象
		

(3) 借助以下图示设计实验，验证假设 3：

图示	实验步骤	实验现象
		

► 解释与结论

● 空气污染危害大

当你漫步在空气清新的原野上，你会倍觉心旷神怡。然而，当你置身于人群拥挤的室内市场或车流喧闹的街道时，又会有有一种难受、窒息的感觉。

为什么清新的原野给人们提供洁净的空气，而喧闹的城市常被污染的大气包围呢？这是由于人类的活动往往造成空气污染，如工业污染、交通污染和生活污染等，导致空气中含有过多的二氧化硫、碳氧化物、氮氧化物和可吸入颗粒物等有害物质。



空气污染的危害性很大，如损害人体健康，影响植物生长，损坏地面设施，破坏文物古迹，导致地球的生态平衡失调等。

●保护大气环境

防治空气污染，已经成为全球经济发展中的一项十分迫切而且意义重大的课题。我国政府十分重视环境保护工作。

为了监测各地大气环境的质量，我国已建立了空气质量日报的制度：

由环境监测部门通过电视等各种媒体向公众公布当天各大城市或本地城区的空气质量。空气质量日报主要包括三项内容：首要污染物、空气质量指数和空气质量指数级别。根据国家环保部门的规定，列入空气质量监测标准的项目定为颗粒物、细颗粒物（指空气中直径 $\leq 2.5 \mu\text{m}$ 的细微颗粒物）、二氧化氮、二氧化硫、一氧化碳和臭氧。



图 2-8 大气监测车

根据监测结果确定空气质量指数。空气质量指数级别则划分为 6 级，级别越高，空气质量越差。

知识视窗

空气质量指数及相关信息

空气质量指数	空气质量指数级别	空气质量指数类别及表示颜色		对健康影响情况	建议采取的措施
0 ~ 50	一级	优	绿色	空气质量令人满意，基本无空气污染	各类人群可正常活动
51 ~ 100	二级	良	黄色	空气质量可接受，但某些污染物可能对极少数异常敏感人群健康有较弱影响	极少数异常敏感人群应减少户外活动
101 ~ 150	三级	轻度污染	橙色	易感人群症状有轻度加剧，健康人群出现刺激症状	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者应减少长时间、高强度的户外锻炼



续表

空气质量指数	空气质量指数级别	空气质量指数类别及表示颜色		对健康影响情况	建议采取的措施
151 ~ 200	四级	中度污染	红色	进一步加剧易感人群症状,可能对健康人群心脏、呼吸系统有影响	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者避免长时间、高强度的户外锻炼,一般人群适量减少户外运动
201 ~ 300	五级	重度污染	紫色	心脏病和肺病患者症状显著加剧,运动耐受力降低,健康人群普遍出现症状	儿童、老年人和心脏病、肺病患者应停留在室内,停止户外运动,一般人群减少户外运动
> 300	六级	严重污染	褐红色	健康人群运动耐受力降低,有明显强烈症状,提前出现某些疾病	儿童、老年人和病人应当留在室内,避免体力消耗,一般人群应避免户外活动

以上各级别的污染指数主要由二氧化硫、二氧化氮、臭氧、一氧化碳、颗粒物和细颗粒物在空气中的含量决定。

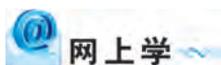
有关颗粒物的知识,应特别指出的是,近些时期以来,人们十分重视的PM_{2.5}污染的问题。PM_{2.5}是指大气中粒径小于或等于2.5 μm的颗粒。这些颗粒物来源于:①燃烧柴油卡车排放的尾气;②地表扬起的尘土;③火山爆发、沙尘暴、森林火灾、浪花扬起的海盐成分;④硫和氮氧化物等转化而成;⑤室内的二手烟等。这些细小的颗粒物有严重的危害,它对人们的呼吸系统和心血管系统会造成伤害,导致哮喘、肺癌、心血管疾病、出生缺陷和过早死亡;它还对空气质量和能见度等有重大影响。我国对这种细颗粒物的防治越来越重视,2012年2月,国务院同意发布新修订的《环境空气质量标准》增加了细颗粒物监测指标,各地已建立起相关的监测机制。2013年2月,全国科学技术名词审定委员会将PM_{2.5}正式命名为“细颗粒物”。

我国政府遵照宪法关于“国家保护环境和自然资源、防治污染和其他公害”的精神,制定和颁布了一系列有关防治空气污染的法规,如《中华人民共和国大气污染防治法》《环境空气质量标准》等。根据法规的要求,工厂的废气,必须经过除尘、除污处理,达到国家规定的排放标准,才能向空气中排放。实行煤炭综合利用,减少直接以煤为燃料,改用气体燃料。倡导“低碳经济”,大力发展水电、核电,改变能源结构。使用无铅汽油;植树造林,增加绿化面积,大力改善周围环境等等。树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持节约资源和保护环境的基本国策。

我们青少年学生是社会未来的主人,应当认识到防治空气污染是保



护人类生存、保障社会发展的全球性大事，要从自己身边点点滴滴的小事做起，从小树立保护环境的观念。



网上学

用“空气质量监测标准”“PM2.5”“空气质量指数”等关键词，上网了解和收集本地近来有关空气质量的报道或信息，并对其变化情况作出分析。

2.1 习题



- 在下列物质中，属于纯净物的是（ ）。
 - 矿泉水
 - 空气
 - 加碘盐
 - 浮有冰的水
- 下列气体在洁净空气中不应该含有的是（ ）。
 - 氩气
 - 氧气
 - 二氧化硫
 - 二氧化碳
- 夏天从冰箱里拿出来的饮料，放置片刻后，饮料瓶外壁会潮湿，说明空气中含有（ ）。
 - 氮气
 - 氧气
 - 水蒸气
 - 二氧化碳
- 空气是一种宝贵资源。下列有关空气的说法正确的是（ ）。
 - 空气中含量最多的是氧气
 - 空气由氧气和氮气组成，其中氧气的质量约占空气质量的1/5
 - 空气中分离出的氮气化学性质不活泼，可作食品保鲜的保护气
 - 空气质量报告中所列的空气质量级别数目越小，空气质量越差
- 小明用右图所示的简易装置来测定空气中氧气的含量，对该实验认识正确的是（ ）。
 - 使用红磷的量多或少，都不会影响实验结果
 - 燃烧足够的红磷可使进入容器的水占容器的4/5
 - 红磷燃烧消耗空气中的氧气，使容器内压强下降，水面上升
 - 红磷一燃烧完，就要立即观察，并记录水进入容器的刻度
- 空气里含有下列成分，其中都不属于污染物的一组是（ ）。
 - 氮气，氮氧化物
 - 氧气，二氧化硫
 - 碳粉尘，二氧化碳
 - 水蒸气，氧气
- 请根据空气中有关成分的特性和用途，在下表中填空。



空气中成分的名称	特 性	用 途
	支持呼吸和燃烧	供给生物呼吸
氮气		作保护气、制化肥
	通电会发紫蓝色的光	
	密度很小、很稳定	填充气球



2.2 构成物质的微粒 (I) —— 分子



要点提示

什么是分子，分子的特性

当你知道空气是由几种物质成分组成以后，你可能会问：那些物质本身又是怎样构成的呢？对于这个物质构成的问题，许多科学家进行过长期的探索。现代科学已经证实：物质是由分子、原子等微粒构成的。本节我们先来认识分子。

• 分子是什么



观察活动

目的 了解在物理变化和化学变化中分子发生的不同改变。

【实验 2-3】 把香水洒在小手巾上，抖开手巾，绕教室一周。



图 2-9 香水中分子的扩散

现象 _____。

问题 为什么我们的鼻孔与手巾相隔一段距离，就能闻到香味？

解释 许多物质由叫作**分子**的微粒构成。在本实验中，所用的香水是由酒精分子和香精分子混合在一起构成的。所以，当香水中的这些分子通过运动扩散到空气中后，我们就能闻到酒精和香精的气味。

【实验 2-4】 在玻璃管两端的胶塞内，分别放置蘸有浓盐酸和浓氨水的小团棉花。



图 2-10 浓盐酸与浓氨水生成白烟

现象 _____。

问题 为什么蘸浓盐酸和浓氨水的棉花并没有接触，却会在空中生成浓浓的白烟？



● 分子有什么特性

物质的化学性质各不相同，这是因为构成物质的分子具有不同的化学性质。此外，分子有没有共同的一些性质呢？



观察活动

目的 了解分子的特性。

【实验 2-5】 往无色的氨水中滴入两滴无色的酚酞溶液，振荡。

你观察到什么现象？

_____。



图 2-13 将酚酞溶液滴入氨水中

提示信息 >>> 酚酞溶液遇碱（如氨水）显红色，常作指示剂使用。

【实验 2-6】 A、B 两个小烧杯，A 杯装蒸馏水，并滴数滴酚酞溶液，B 杯装浓氨水，用大烧杯将 A、B 两小烧杯罩住一段时间。

你观察到什么现象？这与分子的运动有什么关系？

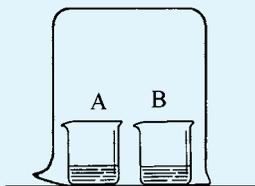


图 2-14 氨分子的运动

【实验 2-7】 由两位同学各拿一支医用注射器，一支吸空气，一支吸水，两者等体积，用手指顶住针筒末端注射孔，将栓塞慢慢推压，然后交换做。



图 2-15 气体和液体的压缩性比较

哪支注射器的栓塞容易推压？这与分子之间距离大小有关吗？

_____。



通过以上的实验事实，说明构成物质的分子微粒有下述特性：

1. 构成物质的分子微粒会_____。
2. 分子之间有_____。



讨论与交流

请你用分子的观念解释：



(1)



(2)



(3)



(4)

- (1) 妈妈在厨房里炒菜，我在窗外就闻到了香味。
- (2) 用打气筒为瘪了的篮球充气。
- (3) 把几滴蓝墨水滴进水杯的水里，过一会儿整杯水就变蓝了。
- (4) 在空气流通的地方晾湿衣服，比在空气不流通的地方容易干。
- (5) 纯净物和混合物的区别。
- (6) 新装修好的房子，不宜马上搬进去居住。



知识视窗

分子有多大？

不同物质的分子都是很小很小的微粒。例如，1个水分子的质量只有 3×10^{-26} kg，体积只有约 3×10^{-23} cm³，在1 cm³的小小容器里，竟可容纳得下约 3×10^{22} 个水分子。一般说来，1 cm³的水有20滴，假设你每秒钟可以数4个水分子，每天24小时不停地数，请你算一算：1滴水里的水分子要数多少年才能数得完？



图 2-16 一滴水中有多少个水分子





长话短说

分子具有的一些特性：

1. 分子总是不断地运动着。
2. 分子与分子之间存在间隔。一般说来，气体的分子之间距离大，液体和固体的分子之间距离要小得多。
3. 分子的质量和体积都很小。

2.2 习题



1. 我国古代诗人王安石在《梅花》诗中写道：“墙角数枝梅，凌寒独自开。遥知不是雪，为有暗香来。”能说明诗人在诗中表达情景的科学道理是()。
A. 分子很小
B. 分子可分
C. 分子间有间隔
D. 分子在不断运动
2. 用分子的知识对下列现象进行解释，正确的是()。
A. 湿衣服晾在太阳底下干得快，说明分子运动速率与温度有关
B. 一块金属很难被压缩，是由于分子间没有间隙
C. 变瘪的乒乓球放入热水中鼓起来，是由于分子受热变大
D. 液化石油气须加压后贮存在钢瓶中，说明分子内部有间隙
3. 冰雪是人们常见的物质。下列说法正确的是()。
A. 雪是一种纯净物
B. 冰和雪的主要成分都是水
C. 当水冰冻时，分子运动就停止了
D. 冰雪融化的过程是一种化学变化
4. 从热水瓶中倒开水，能够观察到瓶口有白雾，白雾上升一段距离后消失。这一现象无法说明()。
A. 水分子能保持水的化学性质
B. 水分子在不断运动
C. 水分子间有间隔
D. 水分子很小



5. 在下表的各项变化中, 分子本身发生改变吗?

变 化	分子本身是否改变
A. 红磷在空气中燃烧	
B. 水结成冰	
C. 把氮气充在灯泡里	
D. 霓虹灯里稀有气体显彩色光	
E. 切开的苹果表面, 在空气中放置后变成褐色	
F. 用氮气制成氨气	

6. 下面列举了一些现象, 请分别将与各个现象相对应的解释要点的序号, 填入下面的空格内:

(1) _____; (2) _____; (3) _____; (4) _____; (5) _____。

(1) 100 mL 水与 100 mL 酒精混合后

体积小于 200 mL;

(2) 墙内开花墙外香;

(3) 温度计能指示气温的高低;

(4) 水电解后变成了氢气和氧气;

(5) 碘和碘蒸气都能使淀粉溶液变蓝色。

A. 分子在不断运动

B. 分子之间有间隔

C. 分子能保持物质的化学性质

D. 在化学变化中分子本身发生了改变

E. 分子间间隔发生变化

2.3 构成物质的微粒 (II) —— 原子和离子



要点提示

原子, 原子的构成, 相对原子质量, 离子

在知道分子是构成物质的一种微粒以后, 我们追寻物质构成奥秘的目标就是分子了。分子本身怎样构成? 分子能不能分割?

能, 它们还可以分成更小的微粒, 这就是**原子**。

• 原子是什么

原子的概念, 最初是由古代哲学家提出的。他们设想的原子是构成万物的不可分割的微粒。到了近代, 科学家在实验探究的基础上, 发展出近代原子学说, 并逐渐认清了原子与分子之间的关系。

现在, 让我们通过化学变化的实际例子, 去说明这种关系。



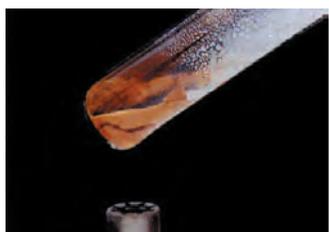
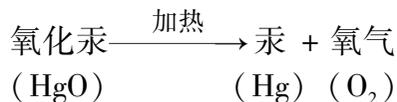


图 2-17 氧化汞的分解

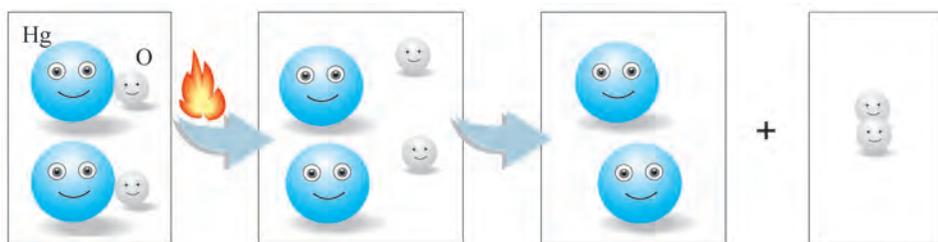
图 2-17 是氧化汞分解实验的照片。将红色粉末氧化汞装在试管里加强热，结果红色粉末渐渐变化，而在试管内壁上出现银光闪闪的水银（又名汞，它就是装在温度计里的液态金属）；同时，还可以收集到能支持可燃物燃烧的氧气。可见，氧化汞发生了用下面文字表示的变化：



思考：1. 在化学变化中，反应物氧化汞的分子发生了怎样的变化？构成氧化汞分子的汞原子和氧原子发生了怎样的变化？

2. 反应生成的物质——氧气和汞分别是由什么微粒构成的？

解释：从微粒的角度来看，这个变化是怎样发生的呢？请看下面的示意图：



由氧原子和汞原子构成的氧化汞分子。图中共有 _____ 个氧化汞分子

在化学反应中氧化汞分子分裂成单个的汞微粒（汞原子）和氧微粒（氧原子）。图中共有 _____ 个汞原子， _____ 个氧原子

由很多的汞原子直接构成了汞

两个氧原子结合成一个氧分子，很多氧分子构成了氧气

图 2-18 氧化汞分解示意图

通过上述分析，可以得出以下结论：

(1) 在化学变化中，氧化汞分子分解成为汞原子和氧原子。换句话说，氧化汞分子是由汞原子和氧原子构成的。由此可见：分子由原子构成。

(2) 有的物质可由原子直接构成。如金属汞是由汞原子直接构成的。

(3) 汞原子和氧原子本身在化学变化中没有变化，只是组合方式发生改变，它们重新组合后构成新的物质。



长话短说

1. 原子是构成物质的另一种微粒。原子构成分子，原子也可直接构成某些物质。
2. 在化学变化中，分子本身发生变化，而原子本身没有根本变化，只是重新组合成新分子，构成新物质。所以，原子是化学变化中的最小微粒。

跟分子一样，原子也在不断地运动着。原子非常小，小到在 1 cm 的长度上可以并排约 1 亿个原子。即使是这么小的原子，科学家也可利用扫描隧道显微镜 (STM) 等现代技术观察到原子的图像 (如图 2-19)。

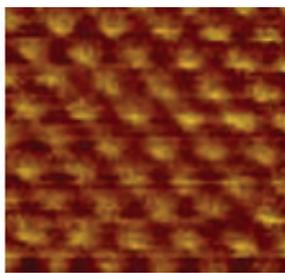


图 2-19 用 STM 获得的石墨中碳原子的图像

检查站

学过前面的内容后，你知道空气中物质构成的奥秘了吗？请填写下表。

空气中的物质	构成该物质的分子	构成该分子的原子
氮气 (N ₂)		
氧气 (O ₂)		
二氧化碳 (CO ₂)		
水蒸气 (H ₂ O)		
稀有气体 (He、Ne、Ar 等)	它们的一个分子由相应的各一个原子构成	

知识视窗

原子 - 分子论是怎样提出来的

我们已经知道许多物质是由分子构成的，分子则由原子构成。建立这种认识是人类经过长期的实践和研究才明确的。

远在公元前 5 世纪，希腊哲学家德谟克利特 (Democritus，约公元前 460 ~





图 2-20 道尔顿

前 370) 等, 认为万物都是由大量不可再分的微粒构成的, 并把这种微粒叫作原子。到了 19 世纪前半叶, 英国的科学家道尔顿 (J. Dalton, 1766 ~ 1844) 提出近代原子学说。他认为物质是由原子构成的, 这些原子是微小的、不可分割的实心球体, 同种原子的性质和质量相同。他的近代原子学说对化学的发展起了十分重要的作用, 但他没有把原子和分子区分开来。后来意大利

科学家阿伏伽德罗 (A. Avogadro, 1776 ~ 1856) 提出分子的概念, 指出分子和原子的区别和联系。人们把物质由原子和分子构成的学说叫作原子 - 分子论。

自从人们用原子 - 分子论来研究化学反应, 化学才开始成为一门科学。现在人们对物质结构的认识已远远超过原子 - 分子论的水平, 原子不能再分的观点早已被科学实验的事实所否定, 但原子 - 分子论在化学科学发展史上的功绩却是不可磨灭的。

● 原子内部有何奥秘

原子非常非常小, 那么它是不是构成物质世界的最小微粒呢? 原子内部有什么奥秘呢?

为了揭示原子内部的秘密, 科学家进行了长期的科学探究。其中, 英国科学家汤姆逊 (J. J. Thomson, 1856 ~ 1940) 发现原子中都含有带负电荷的 **电子**。另一位科学家卢瑟福 (E. Rutherford, 1871 ~ 1937) 则发现原子中有带正电荷的 **原子核**, 提出原子核中有 **质子** 和 **中子** 微粒, 后来被其他科学家所证实。

现代科学已经知道:

1. 原子由原子核和核外运动的电子所构成。
2. 原子核由一定数目的质子和中子所构成。
3. 每个质子带一个单位正电荷, 每个电子带一个单位负电荷, 中子不带电。

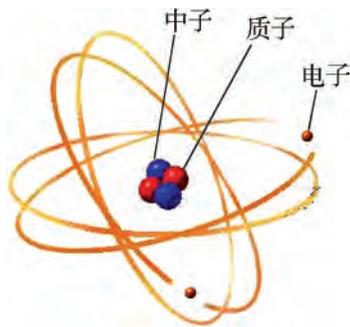


图 2-21 原子结构示意图



讨论与交流

下面列出几种常见原子内部构成微粒的数目及其所带电荷，请你比较各原子的质子数与中子数之间的关系，以及质子数与核外电子数之间的关系，从中你得到什么结论？

原子	原子核		核外电子数 (每个电子带 1个单位负电荷)
	质子数 (每个质子带1个单位正电荷)	中子数 (中子不带电)	
氢	1	0	1
氦	2	2	2
锂	3	4	3
碳	6	6	6
氮	7	7	7
氧	8	8	8
钠	11	12	11
氯	17	18	17
铁	26	30	26

通过上表分析可知：同一种原子中，其原子核里的质子数和核外电子数相等，所带的电量相等且电性相反，故整个原子不显电性。

长话短说

原子 $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \\ \text{(带正电)} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{质子 (1个质子带} \\ \text{1个单位正电荷)} \\ \text{中子 (不带电)} \end{array} \right. \left. \right\}$ 所带正电荷数称为**核电荷数**

核外电子 (1个电子带1个单位负电荷)

核电荷数 = 质子数 = 核外电子数





检查站

我国已启动“嫦娥工程”探月计划，2007年10月24日发射绕月飞行的探测卫星——“嫦娥一号”，2010年10月1日又发射“嫦娥二号”奔月探路卫星。2013年12月15日，“嫦娥三号”探测器着陆于月球表面并成功开展科学探测任务。人类探月的重要目的之一是勘察、获取地球上蕴藏量很少而月球上颇为丰富的核聚变燃料——“氦3(^3He)”，解决地球能源危机。已知“碳13(^{13}C)”是指原子核内含有6个质子、7个中子的碳原子，则“ ^3He ”所指的氦原子，核内含有_____个质子、_____个中子，核外有_____个电子。



知识视窗

用原子结构示意图表示原子结构

科学家们为了形象直观、简便地表示原子的内部结构，设计了原子结构示意图。下列是质子个数为1~14的原子结构示意图：

原子名称	氢原子	氦原子	锂原子	铍原子	硼原子	碳原子	氮原子
质子个数	1	2	3	4	5	6	7
原子结构示意图							
原子名称	氧原子	氟原子	氖原子	钠原子	镁原子	铝原子	硅原子
质子个数	8	9	10	11	12	13	14
原子结构示意图							

图中小圈表示原子核，圈内数字表示核内的质子数，弧线表示电子层，弧线上的数字表示该层电子数。

分析原子结构示意图，可以总结出原子核外电子排布的如下规律：

1. 原子核外第一层（从离核近的电子层算起）最多排2个电子，第二层最多排8个电子。
2. 最外层最多不超过8个电子，达到8个电子的惰性状态是稀有气体的稳定结构（第一层2个电子为稳定结构），如氦、氖、氩等。
3. 金属原子最外层的电子一般少于4个，在反应中较易失去电子，趋向于里层的稳定结构；非金属原子最外层的电子一般多于4个，在反应中较易得到电子，趋向于本层的稳定结构。



原子很小，原子核更小。如果把一个原子“放大”到北京“鸟巢”体育场那么大，而原子核相应“放大”后，也只不过像是运动场中心的一只蚂蚁。那些比原子核还要小得多的电子，就在原子核外相对广阔的空间内作高速运动。



图 2-22 原子与原子核相对大小的形象比较

原子核虽然很小，但整个原子的质量几乎都集中在核上，这是因为每个质子和每个中子的质量，都大约等于 1 个氢原子的质量，而电子的质量仅仅约等于质子质量的 $1/1836$ 。那么，原子的质量又有多大呢？

●原子的质量有多大

原子虽小，但仍然具有一定的质量，而且各种原子的质量是不相同的。例如，用千克表示时，几种原子的质量如下表所示。

几种常见原子	原子质量/kg	相对原子质量（请参照下页例题进行计算和填写）
氢原子	1.674×10^{-27}	
碳原子	1.993×10^{-26}	
氧原子	2.657×10^{-26}	
铁原子	9.288×10^{-26}	

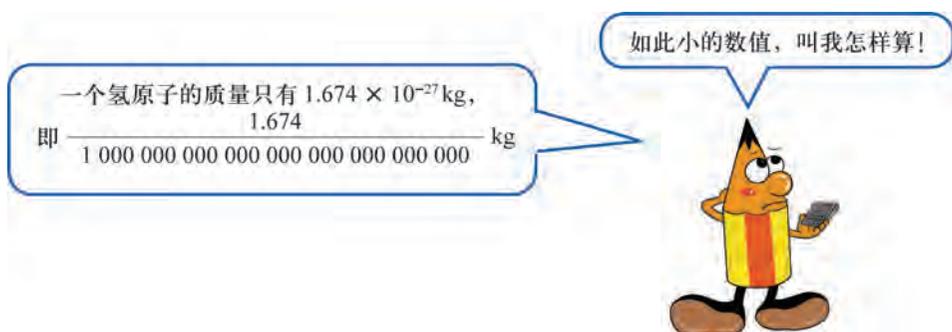


图 2-23 原子的质量非常小



当你看到表中列出的用千克表示的原子质量后，一定会觉得如此小的数值，运算起来太不方便了吧！的确如此。于是，科学家用另一种办法来衡量原子的质量。

科学家的办法是把原子核里含质子、中子各 6 个的碳原子（碳 12）的质量分为 12 等份，则其中一份的质量为：

$$\frac{1.993 \times 10^{-26} \text{ kg}}{12} = 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

以此为准，把其他原子的质量与 $1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 的比值，称为该原子的**相对原子质量**。计算公式是：

$$\text{相对原子质量} = \frac{\text{一个该原子的质量}}{(\text{一个碳 12 原子的质量}) \times \frac{1}{12}} = \frac{\text{一个该原子的质量}}{1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$\text{例 氧原子的相对原子质量} = \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ kg}}{1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}} \approx 16.00$$

为了便于你的理解，请看下图的形象表示：

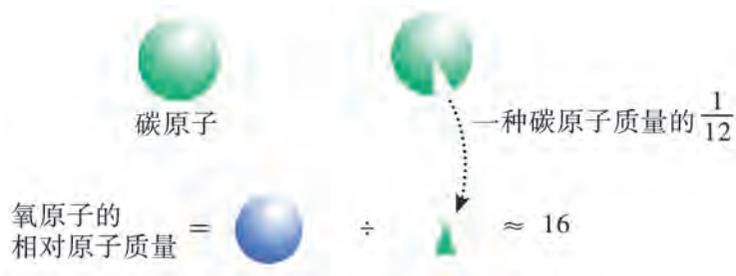


图 2-24 相对原子质量的标准

长话短说

以一种碳原子（碳 12）的质量的 $1/12$ 作为标准，把其他原子的质量跟这个标准相比较所得到的比值，叫作这种原子的相对原子质量。

 **链接** ➤ 附录一 相对原子质量表





观察活动

目的 观察钠在氯气中的燃烧。

【实验 2-8】 把装满氯气的集气瓶倒扣于加热至熔化的金属钠上，你观察到什么现象？

你观察到的现象是：_____

_____。

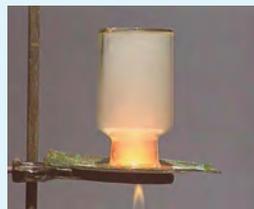


图 2-26 钠在氯气中燃烧

【实验 2-8】 中生成的白烟实际上是一种白色的固体小颗粒，它的化学名称叫氯化钠 (NaCl)，就是我们日常生活中用到的食盐的主要成分。

钠原子跟氯原子是怎样生成氯化钠的呢？

当点燃的钠与氯气相遇时，氯气的分子 (Cl_2) 分开成单个的氯原子 (Cl)，与钠原子 (Na) 发生了下述变化：

钠原子失去 1 个电子，变成带 1 个单位正电荷的钠离子 (阳离子 Na^+)，氯原子则得到 1 个电子，变成带 1 个单位负电荷的氯离子 (阴离子 Cl^-)，并由阴、阳离子相互作用结合成氯化钠 (NaCl)。生成的氯化钠是由数目极多的钠离子和氯离子相互结合而构成的物质。换句话说，像氯化钠这样的物质，是由离子构成的。由此可见：**离子也是构成物质的一种微粒。**

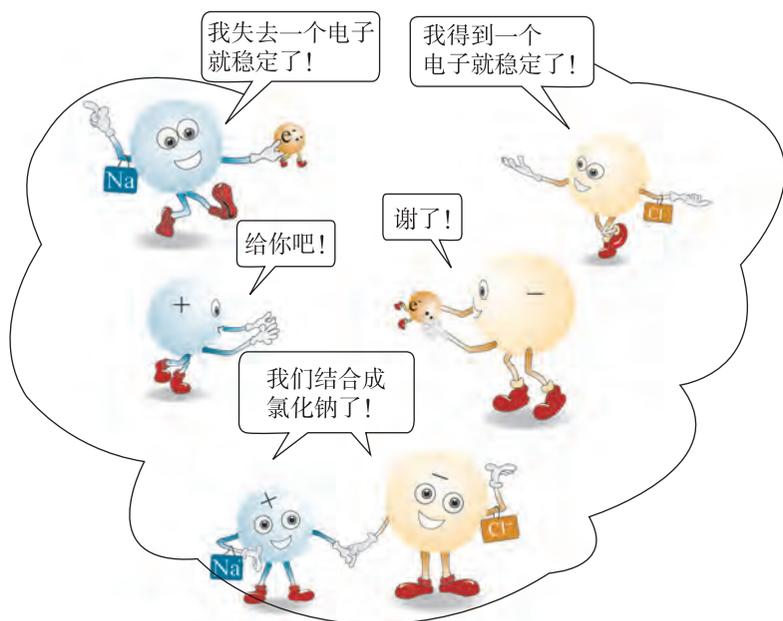


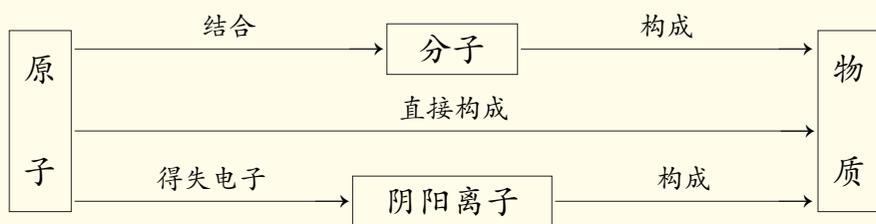
图 2-27 氯化钠生成的示意图





长话短说

物质由微粒构成



2.3 习题



- 下列变化能证明分子可分的是 ()。
 - 碘的升华
 - 从空气中分离出氧气
 - 水蒸气冷凝成水
 - 氧化汞受热生成氧气和汞单质
- 为了发展新能源,不少国家都建有以铀(U)为核燃料的核电站。已知一种铀原子的原子核中质子数为92、中子数为146,下列关于该铀原子的说法正确的是 ()。
 - 原子核外电子数为238
 - 相对原子质量为92
 - 原子的核电荷数为92
 - 原子核外电子共带有238个单位负电荷
- 手机中使用的是锂离子电池。已知锂离子(Li^+)的原子核中质子数为3,中子数为4,下列有关锂离子的说法,正确的是 ()。
 - 原子核外的电子数为3
 - 相对质量比锂原子小得多
 - 原子的核电荷数为+1
 - 原子核外的电子数为2
- 下列物质都是前面各章节学习过的。其中同组物质全都由分子构成的是 ()。
 - 氯化钠和氮气
 - 水和氧气
 - 汞和二氧化碳
 - 氯化钠和水
- 填空:某原子的核外有14个电子,则它的原子核里有_____个质子,核电荷数为_____。该原子是_____。
- 简答:原子内部含有带电荷的质子和电子,为什么整个原子不显电性呢?
- 已知碳12原子的质量是 1.993×10^{-26} kg,而1个氯原子的质量是 5.895×10^{-26} kg,求氯的相对原子质量。
- 发挥你的想象写一则科普小品:《我想象中的原子结构》或《假如我是一个水分子》。



2.4 辨别物质的元素组成



要点提示

元素及其符号，单质、化合物



你知道吗

请你仔细看看图 2-28，这是矿泉水瓶的标签。标签中列出了若干矿物元素的含量，作为该饮用水的理化指标。

那么，你知道什么是元素吗？

饮用天然水特征性指标	
每100mL含量 (μg/100mL)	
钙	≥ 400
镁	≥ 50
钾	≥ 35
钠	≥ 80
偏硅酸	≥ 180
pH (25°C) 7.3±0.5	

图 2-28 矿泉水的矿物元素含量

• 什么是元素

从前面的学习中你已经知道：许多物质是由分子构成的，而分子则由原子构成。例如，氧分子由氧原子构成，水分子由氢原子和氧原子构成。请你想一想：氧分子里的氧原子，和水分子里的氧原子，还有二氧化碳、五氧化二磷和氧化汞等分子里的氧原子相同吗？它们有什么共同的特征？

原来，同一种原子的核里都含有相同的质子数，即核电荷数。在化学上，把具有相同核电荷数的一类原子总称为**元素**。由于上述不同分子里的氧原子都有相同的核电荷数，即它们实际上是同一类的氧原子，故总称为氧元素。



长话短说

元素是具有相同核电荷数（即核内质子数）的一类原子的总称。
元素只有种数、没有个数的意义。



世界上的物质都是由元素结合而形成的。物质的总数多达几千万，而且还在逐年增加，但形成它们的元素却只有 100 余种。

地壳里各种元素的含量差别很大，其中氧最多，含量接近一半，硅其次，超过 1/4，加上铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢和钛，这 10 种元素就占了地壳总质量的 99% 以上，其余 80 多种，还占不到 1%。多数元素含量虽然很少，但它们的作用却不可忽视，例如碳、氮、磷和硫等，都是组成生物体的基本元素，如果缺乏这些元素，生物体便无法生存和繁衍了。

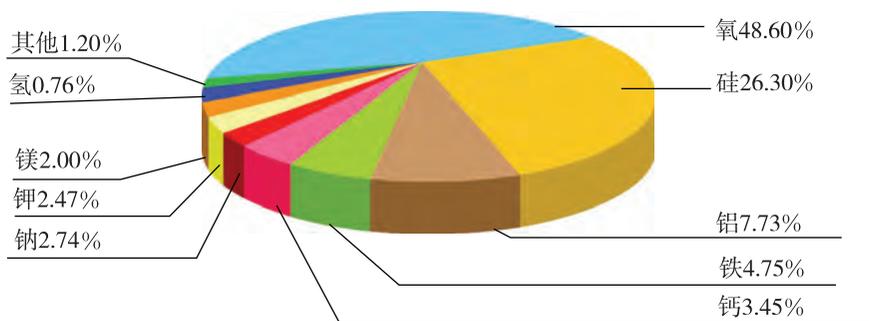


图 2-29 地壳中各元素的质量分数^①



知识视窗

生物赖以生存的元素

不论是动物还是植物，它们的机体组织都是由细胞构成的，而形成细胞的元素都差不多，它们所占的质量分数如下表所示：

元素	氧	碳	氢	氮	钙	磷	钾	硫	氯	钠	镁	铜 锌 硒 钼 氟 碘 铬 钴 锰 铁	其他
质量分数/%	65	18	10	3	1.5	1.0	0.35	0.25	0.15	0.15	0.05	共 0.55	极微量

从上表可以看出，在形成生物体的元素中，氧的含量最多，其次是碳、氢、氮等，它们占了生物体质量的 96% 以上。其余数十种元素的含量很少，甚至是极微量的，但这些微量元素对机体健康也有着重要作用。

^① 元素在地壳中的质量分数是该元素在地壳中所含的质量与地壳总质量之比。

例如，氧元素在地壳中的质量分数 = $\frac{\text{氧元素在地壳中所含的质量}}{\text{地壳总质量}} \times 100\% = 48.60\%$ 。



● 怎样表示元素的名称和符号

从汉字表示的元素名称中，你可以观察到什么规律？

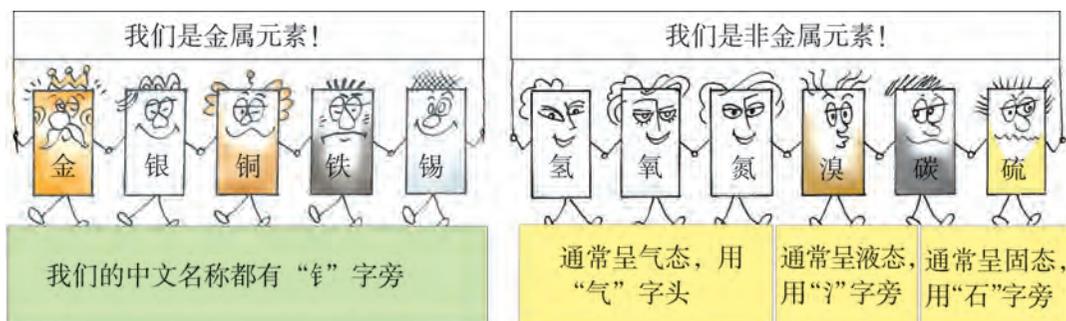


图 2-30 元素的中文名称

以各种不同部首偏旁的汉字来给元素命名，固然比较形象化，但书写不简便，若在不同文字的国家 and 地区进行交流则尤为困难。怎么办呢？

国际上用统一的字母来表示各种元素，称为**元素符号**。元素符号采用该元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示，如果几种元素第一个字母相同时，则再加第二个乃至第三个小写字母来表示。例如氢元素的拉丁文名称为 Hydrogenium，元素符号为 H；氧元素的拉丁文名称为 Oxygenium，元素符号为 O，铁元素的拉丁文名称为 Ferrum，元素符号为 Fe。

下表列出的是一些常见元素的核电荷数、名称、元素符号和相对原子质量（近似值）。

核电荷数	元素名称	元素符号	相对原子质量	核电荷数	元素名称	元素符号	相对原子质量	核电荷数	元素名称	元素符号	相对原子质量
1	氢	H	1	13	铝	Al	27	26	铁	Fe	56
2	氦	He	4	14	硅	Si	28	29	铜	Cu	64
6	碳	C	12	15	磷	P	31	30	锌	Zn	65
7	氮	N	14	16	硫	S	32	47	银	Ag	108
8	氧	O	16	17	氯	Cl	35.5	53	碘	I	127
9	氟	F	19	18	氩	Ar	40	56	钡	Ba	137
10	氖	Ne	20	19	钾	K	39	78	铂	Pt	195
11	钠	Na	23	20	钙	Ca	40	79	金	Au	197
12	镁	Mg	24	25	锰	Mn	55	80	汞	Hg	201



元素符号表示什么意义呢？
 第一，从宏观看，它表示一种元素；第二，从微观看，它又表示一个原子。如果在元素符号的前面加上阿拉伯数字，就仅表示某元素的若干个原子了，如“3H”，表示氢元素的3个原子。



图 2-31 元素符号的意义

知识视窗

元素周期表



图 2-32 门捷列夫

世界上已知的元素多达 100 多种，而且这些元素的性质各异，为了更好地认识它们的特点和用途，有必要进行有序地分类。究竟怎样分类才更科学、更能揭示元素之间内在的规律性呢？经过科学家们的不断努力，尤其是俄国著名化学家门捷列夫（D. I. Mendeleev, 1834 ~ 1907）的潜心研究，发现把元素按原子量大小排列，元素性质会呈现周期性的变化，从而提出了元素周期表。他还在表中留下若干合理的空位，大胆地预言存在未知元素，这些科学预言后来被一一证实。今天的元素周期表按原子的核电荷数从小至大排列，周期表中的原子序数跟原子的核电荷数相同，这就比早期的元素周期表更加科学和完善了。（见书末附录）

检查站

- 某矿泉水标签上印有的主要矿物质成分及含量如下（单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ）：Ca - 20、K - 3、Zn - 0.06、F - 0.02 等，这里的 Ca、K、Zn、F 是指（ ）。
 A. 原子 B. 分子 C. 物质 D. 元素
- 本章第 1 节学习了空气里的各种物质，它们都是由元素组成的。你能在下页表中分别填答它们的元素名称和对应的元素符号吗？（可参考书末“元素周期表”查找元素符号）



气体物质	氮气	氧气	稀有气体					二氧化碳	水蒸气
			氦气	氖气	氩气	氪气	氙气		
组成物质的元素名称									
对应元素符号									

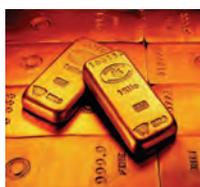
●单质和化合物有何不同

请你比较形成以下两组纯净物的元素种数，它们之间有什么不同呢？

第一组：氧气 (O₂)、氩气 (Ar)、碳 (C)、铁 (Fe)、汞 (Hg)

第二组：二氧化碳 (CO₂)、氨气 (NH₃)、氯化铵 (NH₄Cl)、硫酸 (H₂SO₄)

不同点是：_____。



金 (Au)



铁 (Fe)



硫 (S)



汞 (Hg)



铜 (Cu)



氧化汞 (HgO)



胆矾
(CuSO₄ · 5H₂O)



明矾
[KAl(SO₄)₂ · 12H₂O]

图 2-33 几种单质和化合物



长话短说

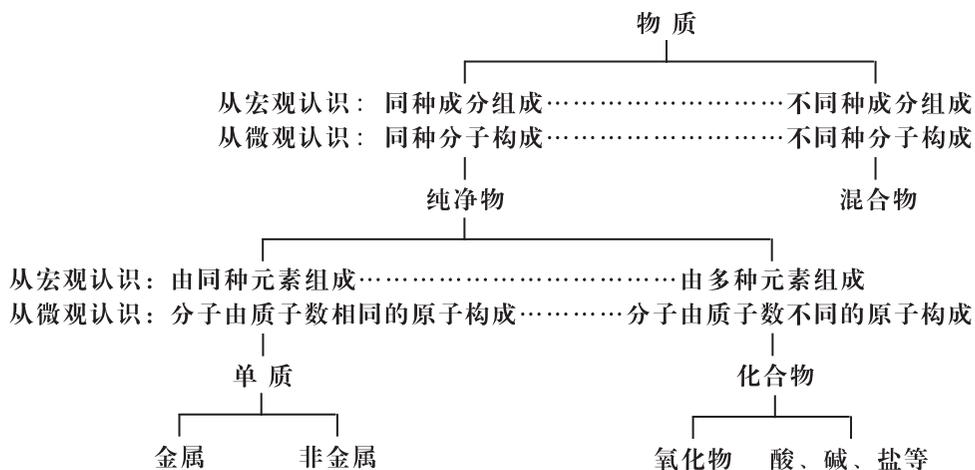
由同种元素组成的纯净物叫作**单质**。

由不同种元素组成的纯净物叫作**化合物**。如果化合物仅由两种元素组成且其中一种是氧元素，则此种化合物称为**氧化物**。

由于元素通常分为金属元素和非金属元素，所以，它们各自组成的单质也分为金属单质和非金属单质。在由不同的多种元素组成的化合物中，除了氧化物之外，还有酸、碱、盐等类别，今后我们会逐步学习到。

●整理与归纳

大家学习过若干表达物质类型的概念，如纯净物、混合物、化合物、金属单质、非金属单质、氧化物等。根据物质的从属关系，可将它们分类归纳如下：



绝大多数物质由分子构成；少数单质或化合物可以由原子直接构成；还有些化合物则由离子构成。



2.4 习题



- 化学物质与人体健康密切相关。市场上有“高钙牛奶”“加氟牙膏”“葡萄糖酸锌”等商品，这里的“钙”“氟”“锌”应理解为（ ）。
 - 原子
 - 元素
 - 分子
 - 单质
- 关于氧气（ O_2 ）、二氧化碳（ CO_2 ）、二氧化硫（ SO_2 ）、氧化铜（ CuO ）和硫酸（ H_2SO_4 ）五种物质，下列说法正确的是（ ）。
 - 都含有氧分子
 - 都含有氧元素
 - 都是化合物
 - 都是氧化物
- 下列关于水（ H_2O ）的叙述正确的是（ ）。
 - 它是氧化物而不是化合物
 - 它是由氢、氧两种元素组成的
 - 它只在液态时才是化合物
 - 它是由氢分子和氧原子构成的
- 查一查元素周期表，填写下列各空栏：

核电荷数			7				13		
元素名称	钠			碳		铁			
元素符号		K			Si			P	He
相对原子质量									

- 有①氮气、②二氧化碳、③氧化镁、④氧气、⑤氯化钠、⑥镁，其中属于化合物的有_____，属于单质的有_____，属于氧化物的有_____。
- 用符号表示或说出符号的意义：
 - 铁元素_____、②铁原子_____、③ $4Fe$ _____。
- 2011年3月11日因地震和海啸造成日本福岛核电站发生重大事故，排放出一种放射性的铯元素，使周围环境受到严重污染。已知该铯元素的原子核电荷数为55，相对原子质量为133，则它的核内质子数是_____，中子数是_____，核外电子数是_____。



精要回放

关键词或词组

空气成分 (2.1)	空气污染源 (2.1)	空气质量指数级别 (2.1)
混合物 (2.1)	纯净物 (2.1)	分子 (2.2)
原子 (2.3)	离子 (2.3)	原子核 (2.3)
核外电子 (2.3)	核电荷数 (2.3)	相对原子质量 (2.3)
元素 (2.4)	元素符号 (2.4)	单质 (2.4)
化合物 (2.4)	氧化物 (2.4)	



空气的成分	氮气	氧气	稀有气体、二氧化碳等
体积分数/%	78	21	1



空气污染：工业污染、交通污染、生活污染



微粒	分子	原子
相同点	都是构成物质的微粒，体积小，有质量，不停地运动	
不同点	由相同或不同的原子构成	由原子核和核外电子构成
	在化学反应中分子本身发生变化	在化学反应中原子本身不发生根本变化





原子结构 $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子} \\ \text{中子} \end{array} \right. \\ \text{核外电子} \end{array} \right.$

核电荷数 = 质子数 = 核外电子数



$$\begin{aligned} \text{相对原子质量} &= \frac{\text{一个该原子的质量}}{(\text{一个碳 12 原子的质量}) \times 1/12} \\ &= \frac{\text{一个该原子的质量 (kg)}}{1.661 \times 10^{-27} \text{ (kg)}} \end{aligned}$$



元 素：核电荷数相同的一类原子

单 质：由同种元素组成的纯净物

化合物：由不同种元素组成的纯净物

练习题 [二]

1. 下表是某城市某日空气质量公报的部分内容，下列情况对表中三个空气质量指标不会产生明显影响的是 ()。

项 目	空气质量指数	空气质量指数级别	空气质量指数类别
总悬浮颗粒	52	II	良
二氧化硫	7		
二氧化氮	24		

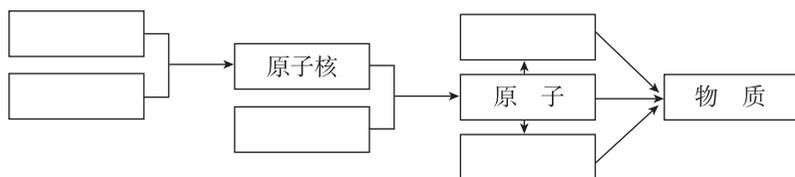
- A. 用天然气作燃料
B. 焚烧垃圾
C. 汽车排放的尾气
D. 用煤和石油作燃料
2. 纯净物和混合物的主要区别是构成其分子的 ()。
- A. 状态不同
B. 数量不同
C. 质量不同
D. 种类是一种还是几种



3. 下列各组物质,按混合物、化合物、单质顺序排列的是()。
- A. 冰水共存物、食盐水、氮气
B. 石油、煤、天然气
C. 洁净的空气、二氧化碳、液态氧
D. 氧化镁、酒精、水银
4. 物质在不同条件下的三态变化,主要是由于()。
- A. 分子的大小发生了变化
B. 分子之间的间隔发生了变化
C. 分子的质量发生了变化
D. 分子从静止状态变为运动状态
5. 分子与原子的主要区别是()。
- A. 分子比原子大
B. 分子运动速度比原子运动速度慢
C. 分子不参加化学反应而原子参加化学反应
D. 在化学反应中分子可分而原子不可分
6. 下列事实及对这些事实的解释,二者不相符合的是()。
- A. 汽油挥发——分子体积变大
B. 夏天钢轨之间的缝隙变小——原子之间有间隔
C. 糖是甜的,醋是酸的——不同分子性质不同
D. 电解水制取氢气和氧气——分子在化学反应中可以再分
7. 在化学反应中一定没有发生变化的是()。
- A. 原子的种类 B. 分子的种类
C. 物质的种类 D. 分子的数量
8. 下列现象用分子运动理论解释正确的是()。
- A. 岩石能被粉碎成粉末,说明分子很小
B. 空气能被压缩,说明分子间有引力
C. “破镜不能重圆”,说明分子间有排斥力
D. 将白糖投入水中溶化,糖水都是甜的,是由于分子做无规则运动分散到水分子间去
9. 稀土是具有战略意义的国家资源。已知铈是稀土中的一种很珍贵的元素,它的核电荷数为63,相对原子质量为152。则关于铈元素的下列说法正确的是()。
- A. 原子核内质子数为63
B. 原子的核电荷数为152
C. 原子核外电子数为152
D. 原子质量为152



10. 下列关于相对原子质量的说法正确的是 ()。
- A. 相对原子质量的单位一般都是克
 B. 与其他原子的质量相比较的数值
 C. 一个原子的真实质量
 D. 与一种碳原子质量的 $1/12$ 相比较所得的数值
11. 氯化钠是由钠离子和氯离子构成的。已知钠离子 (Na^+) 的原子核中质子数为 11, 中子数为 12, 下列有关 Na^+ 的说法正确的是 ()。
- A. 原子核外电子数为 11 B. 它带 1 个单位正电荷
 C. 原子核内的正电荷数为 +10 D. 在化学反应中很活泼
12. 请在下列空白方框中填上适当的物质构成微粒的名称, 理清它们的相互关系:



13. 下列符号的意义是:
- (1) “Hg” 表示 _____, 还表示 _____, 也可表示 _____。
- (2) 3H^+ 表示 _____; 2Cl^- 表示 _____。
14. 用符号表示或说出符号的意义:
- (1) 硫元素 _____。 (2) 4 个镁原子 _____。
- (3) 2 个氮原子 _____。 (4) Cl _____, _____。
15. 已知 X 和 Y 原子的质量分别为 $2.325 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 和 $5.895 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 求这两种原子的相对原子质量。据此推断它们可能是哪两种元素, 写出元素名称, 指明每种原子各含多少数目的核外电子。



An underwater scene featuring a diver in the lower right, surrounded by numerous striped fish swimming in clear blue water. The diver is wearing a black wetsuit, a mask, and fins, and is holding a white buoy. The background is a vibrant blue with many small fish and larger striped fish swimming around.

第三章 维持生命之气——氧气

Chemistry

3.1 氧气的性质和用途

3.2 制取氧气

3.3 燃烧条件与灭火原理

3.4 物质组成的表示式

在空气的组成成分中，与我们人类关系最密切的当属氧气，因为它是维持人类生命不可缺少的气体，所以人们曾把它叫作“养气”。学习本章以后，你对氧气会有比较多的认识。

3.1 氧气的性质和用途



要点提示

氧气的物理性质、化学性质和用途，化合反应



你知道吗

请你观察老师提供的一瓶氧气，思考以下问题：

1. 氧气有没有气味、颜色？
2. 你能不能用简便的方法证明老师提供的这瓶气体不是空气而是氧气？

上面的问题1，与氧气的物理性质有关；而问题2，则与氧气的化学性质有关。那么，氧气有哪些重要的性质呢？

● 氧气有哪些物理性质

仔细阅读下文，然后将氧气的物理性质摘要出来。

在通常状况下，氧气是一种无色、无气味的气体，当温度降至 $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，凝结为淡蓝色的液体，再降至 $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，凝固为淡蓝色、雪花状的固体。氧气的密度比空气稍大，在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 101.3 kPa 下，它的密度是 $1.429\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。常温时， 1 L 水只能溶解 30 mL 氧气，水中生物就是靠溶解在水里的氧气呼吸的。

摘要：_____



● 氧气有哪些化学性质

请观察老师演示的以下实验。



观察活动

目的 观察不同物质在氧气中燃烧的实验。

【实验3-1】 用坩埚钳夹住一块木炭，先在酒精灯火焰上点燃，再伸入充满氧气的集气瓶里。观察燃烧现象。(图3-1a)

【实验3-2】 在螺旋状的细铁丝末端系上火柴杆，用坩埚钳夹住铁丝点燃火柴杆，至其快烧尽时，伸入充满氧气且瓶底有少量水（或铺少量沙子）的集气瓶中。观察燃烧现象。(图3-1b)

【实验3-3】 把一段蜡烛放在燃烧匙中，在空气中点燃，伸入充满氧气的集气瓶。观察燃烧现象。(图3-1c)

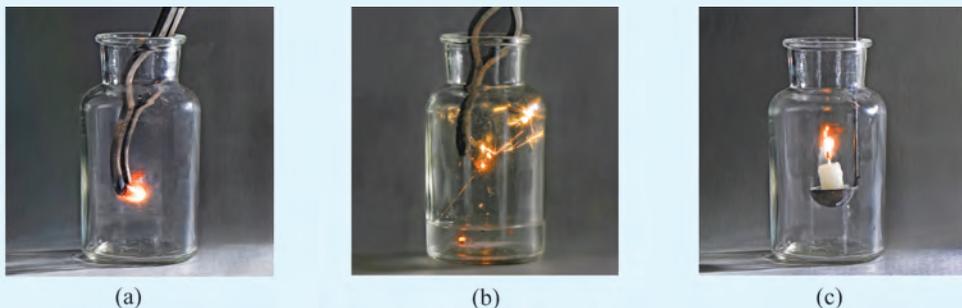


图3-1 不同物质在氧气中的燃烧

请你对比上述实验，观察相关物质在空气里和氧气里燃烧的不同现象，填答下表：

编号	燃烧时出现的现象		反应前的物质	反应后生成的新物质
	在空气中	在氧气中		
实验3-1				二氧化碳 (CO ₂)
实验3-2				四氧化三铁 (Fe ₃ O ₄)
实验3-3				二氧化碳 (CO ₂) 和水 (H ₂ O)



上述变化可以用文字表达式表示。例如在【实验3-1】中的变化可表示为：



现在，请你尝试书写其他两个变化的文字表达式：

【实验3-2】：_____。

【实验3-3】：_____。



讨论与交流

1. 从上面的实验中你认识到，物质在氧气中的燃烧和在空气中的燃烧相比，有什么不同？
2. 你认为氧气的化学性质活泼吗？
3. 比较【实验3-1】和【实验3-2】两个变化，从反应物质和生成物质的种类和数目来看，它们有什么共同点？

很显然，物质在氧气中燃烧比在空气中燃烧激烈得多。实验事实说明氧气是一种化学性质比较活泼的气体。凡是物质与氧发生的反应称为**氧化反应**。物质在氧气或空气中燃烧是快速进行的较激烈的氧化反应。另外，有的氧化反应进行比较缓慢，称为**缓慢氧化**，例如金属生锈、呼吸作用等。

上述【实验3-1、2、3】都属于氧化反应。而【实验3-1】和【实验3-2】都是由多种物质生成一种物质，称为化合反应。



长话短说

以上事实说明，氧气是一种化学性质比较活泼的气体，能够跟许多物质发生氧化反应。

碳、铁跟氧气的反应都是由两种物质反应，生成另一种物质。这类**由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应，叫作化合反应**。可以用“ $A + B \longrightarrow AB$ ”来表示化合反应。



● 氧气有何用途

由于氧气性质比较活泼，所以很多物质容易跟氧气发生激烈的或缓慢的氧化反应，这正是氧气应用广泛的原因。常见的有：

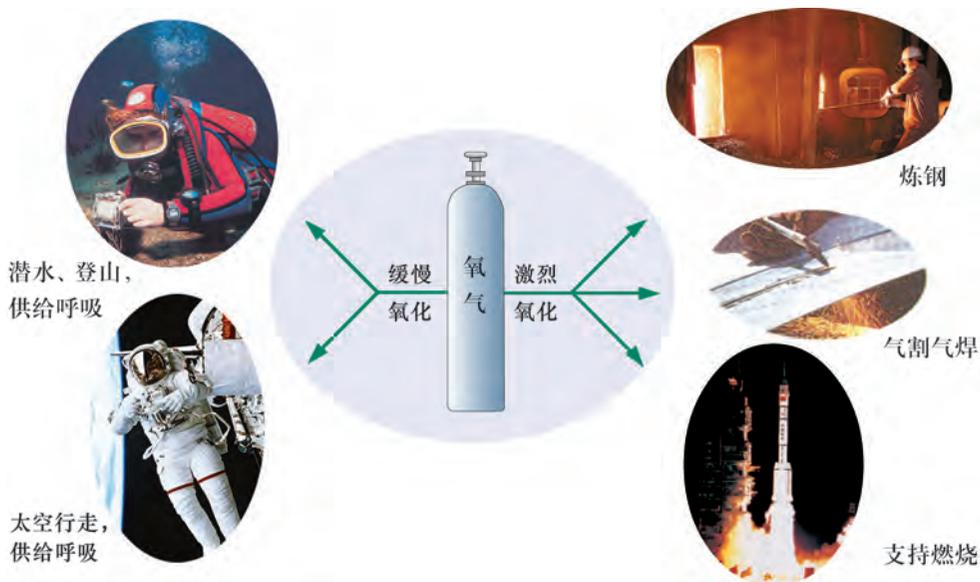


图 3-2 氧气的用途

知识视窗

臭 氧

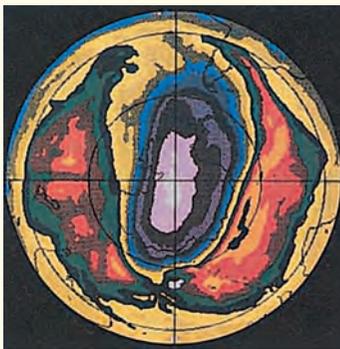


图 3-3 南极上空的臭氧层空洞
(中间部分)

由氧原子构成的分子，除了双原子的氧分子外，还有由 3 个原子构成的臭氧分子 (O_3)。由臭氧分子所构成的物质叫作臭氧。它是一种不同于氧气的淡蓝色、有鱼腥味的

气体。它在空气中的含量很少，主要分布在离地面 10 ~ 35 km 高处的大气层中，并形成臭氧层，吸收掉太阳光中的大部分紫外线，使地球上的生命免受紫外线伤害。近年来，由于人类过多地向空中排放某些有害物质，使臭氧层受到部分破坏，在南极上空甚至出现“臭氧层空洞”的现象。目前，经过人类的共同努力，臭氧层“空洞”已经逐渐缩小。

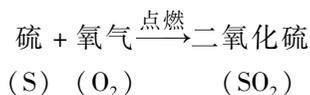
臭氧有消毒、杀菌的作用，可用于饮用水和器具消毒。但过量的臭氧则对人体健康有害。



3.1 习题



- 下列关于氧气物理性质的描述不正确的是 ()。
 - 通常条件下, 氧气是无色无味的气体
 - 氧气的密度比空气略大
 - 液态氧是无色的, 固态氧是淡蓝色的
 - 鱼能在水中生存, 说明氧气可以溶解于水
- 以下有关物质在氧气中燃烧现象的叙述中, 不准确的是 ()。
 - 物质在氧气中燃烧都会发光发热
 - 物质在氧气中燃烧比在空气中燃烧激烈
 - 碳在氧气中燃烧时, 伴有蓝色火焰和火星四射
 - 铁丝在氧气中燃烧有黑色固体生成
- 有三瓶无色无味的气体, 分别是氧气、空气、二氧化碳, 区别它们的最佳方法是 ()。
 - 测定气体的密度
 - 闻气味
 - 滴入澄清石灰水, 振荡
 - 伸入燃着的木条
- 在你观察过的①碳、②铁、③石蜡在氧气里燃烧的实验中, 有火焰出现的是 _____; 火星四射的是 _____; 放出热量的是 _____; 集气瓶里事先垫一层沙或倒少量水的是 _____, 这是因为 _____。
- 可燃物质在氧气里燃烧会生成含氧的物质, 如四氧化三铁 (Fe_3O_4)、五氧化二磷 (P_2O_5), 硫的燃烧生成物是二氧化硫 (SO_2), 铝的燃烧生成物是氧化铝 (Al_2O_3), 镁的燃烧生成物是氧化镁 (MgO) 等。化学反应可以用文字表达式表示, 例如:



请参照上例, 写出①铁、②磷、③铝、④镁在氧气里燃烧的文字表达式。

- ① _____; ② _____;
- ③ _____; ④ _____。

- 氧气在人类活动中有广泛的应用。据专家测定: 人每天呼吸要消耗氧气 360 L (设常温时氧气密度为 $1.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$); 每炼 10 t 钢, 需耗氧气 1 t; 每发射一次宇宙火箭需耗氧气约 2000 t。则: 每发射一次宇宙火箭, 耗氧量相当于 _____ 人每天呼吸的耗氧量; 每炼 1 t 钢的耗氧量相当于 _____ 人每天呼吸的耗氧量。



3.2 制取氧气



要点提示

氧气的实验室制法，催化剂，分解反应

你大概会觉得奇怪：空气里含有丰富的氧气，为什么还要制取氧气呢？这是由于某些生产、生活和科学实验活动需要较纯的氧气，而不能用只含部分氧气的空气，所以需要制取氧气。

● 实验室制氧气

实验室常用某些物质分解的方法制得氧气。例如，分解过氧化氢溶液制得氧气。



观察活动

目的 观察过氧化氢在二氧化锰存在下的分解。

【实验 3-4】 用约 10% 的过氧化氢溶液和二氧化锰做下列实验：

- (1) 用量筒量取 4 mL 过氧化氢溶液加入试管中，将带火星的木条伸入试管的上部，结果怎样？
- (2) 另取少量二氧化锰装入试管中，又将带火星的木条伸入试管内，结果怎样？
- (3) 再量取 4 mL 过氧化氢溶液加入另一支试管，用药匙加入少量二氧化锰，将带火星的木条伸进试管口，有什么现象发生？
- (4) 待实验 (3) 的试管内的液体不再放出气泡时，重新加入 4 mL 过氧化氢溶液，再将带火星的木条伸进试管口，又有什么现象发生？



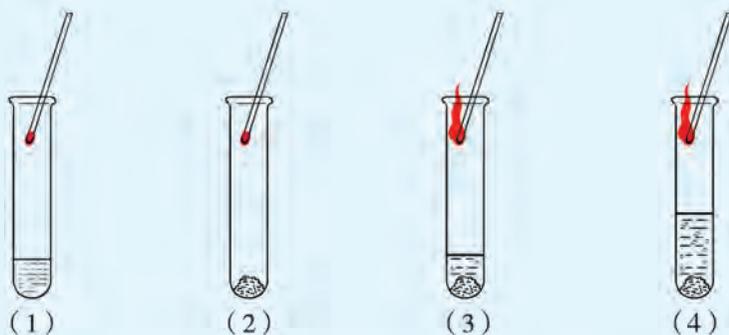


图 3-4 用过氧化氢溶液制氧气

请将你观察到的上述实验现象填入下表，并作出推断。

实验序号	观察到的现象	推断
(1)		
(2)		
(3)		
(4)		



讨论与交流

1. 比较上述几步实验，说明过氧化氢在什么条件下分解放出氧气更容易？
2. 上述【实验 3-4】(4) 可以重复多次，而且若在实验前准确称出二氧化锰的质量，实验后将二氧化锰回收、干燥、再称量，会发现它的质量没有改变。根据这个事实，你对二氧化锰所起的作用有什么看法？

以上实验事实表明：在有二氧化锰存在的条件下，过氧化氢能更快地分解产生氧气。二氧化锰能促使过氧化氢分解，但它的质量在反应前后没有改变，说明它本身没有分解。

化学上把这种在化学反应里能改变其他物质的反应速率，而本身的质量和化学性质在化学反应前后没有发生变化的物质叫作**催化剂**。催化剂所起的作用称为催化作用。



过氧化氢在二氧化锰催化下产生氧气，这个变化的文字表达式是：



知识视窗

催化剂在生产生活中的作用

催化剂在生产生活中有重要的作用，例如：许多工业生产如化肥生产、石油炼制、煤的综合利用、制取药品和酿造食品等都要用到各种各样的催化剂；汽车尾气安装催化转化器，能够把有毒的汽车尾气转化成无毒的气体。

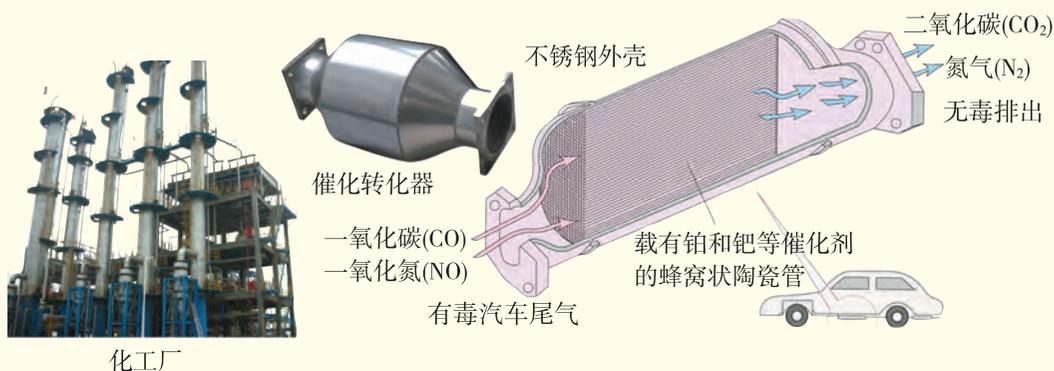


图 3-5 催化剂在生产生活中的作用

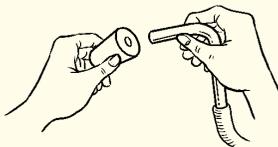
实验室还常常用加热高锰酸钾的方法制取氧气。让我们先学习仪器的简单连接操作。

操作指引

仪器的连接



①将玻璃管口用水润湿，稍用力将玻璃管插入胶皮管。



②将玻璃管口用水润湿，对准橡皮塞的孔稍用力转动插入。



③手拿容器（切勿抵桌面），将橡皮塞慢慢转动旋进容器口。

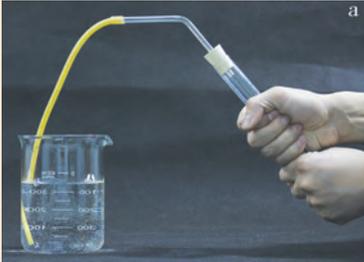
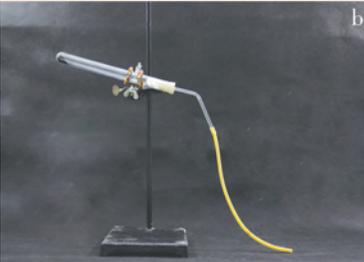
图 3-6 仪器的连接





目的 学习实验室制取氧气的方法，并验证氧气的化学性质。

【实验3-5】 在实验中，同学们要经历实验装置的准备和进行实验操作两个阶段，一边开展实验活动，一边思考、讨论相应的问题。

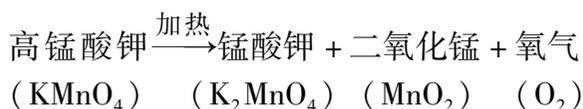
实验步骤	思考和讨论	你的理解
<p>实验装置的准备： 用表中插图 e 所示的仪器装配制氧装置。</p> <p>(1) 对仪器的气密性进行检查 (图 a)。</p>	 <p>① 手握试管，看看在水中的导气管口有无气泡冒出，这是检查气密性的方法。它的根据是什么？</p>	
<p>(2) 在上述试管中装入少量高锰酸钾，然后在试管口放一团棉花，再加胶塞，试管口略向下倾斜，固定在铁架台上(图 b)。</p>	 <p>② 为什么要在试管口塞一团棉花？为什么试管口要略向下倾斜？</p>	
<p>(3) 将盛满水的集气瓶倒立在盛有水的水槽内，要求瓶底内部没有气泡 (图 c)。</p>	 <p>③ 这种集气方法称为排水集气法。为什么能用这种方法收集氧气？</p>	



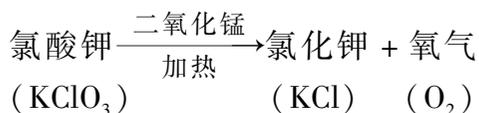
续表

实验步骤	思考和讨论	你的理解
(4) 垫高酒精灯至合适位置,将导气管伸入水槽内(图 d)。 	④导气管为什么不直接插入集气瓶?	
实验操作: (1) 点燃酒精灯,先在试管下方来回移动,再用外焰集中加热盛药品的部位。 (2) 实验开始时,从导气管口慢慢放出的气泡先不要收集,当气泡连续放出时,再把导气管口伸入集气瓶里集气。集满后盖好玻璃片,取出集气瓶,摆正后,放在桌上。 (3) 停止加热前,应先将导气管从水槽中移出,再熄灭酒精灯。	①为什么要先在试管下方来回移动酒精灯火焰,并用外焰加热? ②为什么加热开始所产生的气泡不宜收集? ③为什么要先将导气管从水槽移出再熄灭酒精灯?	
(4) 用坩埚钳夹一小块木炭,先在空气中加热至红热,再伸入所收集的氧气瓶里,观察现象。 	④木炭在氧气中燃烧有何现象? 发生什么反应?	现象是: _____。 反应文字表达式是: _____。

高锰酸钾加热分解制氧气的反应,可用如下的文字表达式表示:



此外，实验室还用氯酸钾加热，在二氧化锰催化下产生氧气，文字表达式是：



经过实验制得的氧气，若用带火星的木条插入检验，木条立即复燃，剧烈燃烧。这是检验氧气常用的简便方法。



讨论与交流

1. 请比较：在用过氧化氢溶液制氧气及以上两个反应中，除了生成物都有氧气之外，还有什么其他共同之处？
2. 与上节所学的化合反应对比，本节所学的三种制氧气的化学反应有什么不同的特点？



长话短说

一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应，叫作分解反应。
可用“ $\text{AB} \rightarrow \text{A} + \text{B}$ ”来表示分解反应。

• 工业制氧气

实验室制取氧气的方法不适合工业生产的要求。因为工业上制备大量氧气时，需要考虑成本是否便宜，原料是否容易获得，生产对环境有无负面影响等。从这些角度考虑，利用空气里丰富的氧气资源是很划算的，如果能把氧气跟氮气分开，不仅能得到较纯净的氧气，还能得到较纯净的氮气哩！

怎样才能将空气中的氧气和氮气分离开呢？请你参考图 3-7 作出回答，然后再阅读以下一则“知识视窗”。

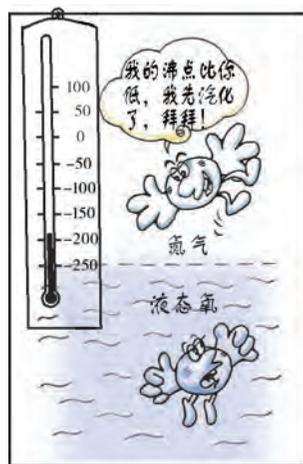


图 3-7 空气中氮、氧分离原理的简析



知识视窗

从空气中分离氧气

液化空气制氧气是工业上常用的方法。已知液氮的沸点是 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，液氧的沸点是 $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，所以当空气液化后，适当升温到 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间，液氮即汽化为氮气，而剩下的主要就是液氧了。为了常温贮存、运输和使用，工厂将液态氧汽化成为氧气，用150倍大气压强的气压加以压缩后，贮存于钢瓶里。你如果到医院或气焊的工厂里，看到外壳漆蓝色的钢瓶，它就是氧气瓶了。

利用膜分离技术富集空气中的氧气，是近年来出现的新方法。在一定压力下，让空气通过具有富集功能的薄膜，反复进行多级分离，便可得到含氧气90%以上的富氧空气，它在医疗、化工、炼钢和发酵等方面都有广泛的应用。

3.2 习题



- 过氧化氢溶液俗称双氧水。向一定浓度的过氧化氢溶液中加入一些二氧化锰，立即产生氧气，下列说法正确的是（ ）。
 - 过氧化氢中含有水和氧气
 - 过氧化氢使二氧化锰分解产生氧气
 - 反应物有过氧化氢和二氧化锰，不属于分解反应
 - 二氧化锰促进过氧化氢分解出氧气和水
- 实验室用高锰酸钾制取氧气的主要步骤有：①固定装置、②装入药品、③加热、④检查装置的气密性、⑤用排水法收集。其操作顺序正确的是（ ）。

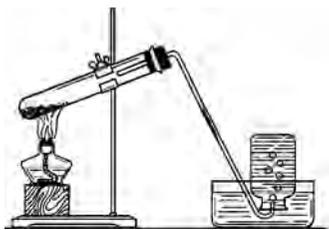
A. ①②③④⑤	B. ②③①④⑤
C. ④②①③⑤	D. ④①②⑤③
- 在下列各个变化中，属于物理变化的是_____；属于分解反应的是_____；属于化合反应的是_____。

①磷在空气中燃烧	②液化空气制氧气
③向过氧化氢溶液中加入二氧化锰，得到水和氧气	④加热高锰酸钾制氧气
- 通过化学课的学习，我们知道有多种途径可以制取氧气。如：

A. 分离空气	B. 加热高锰酸钾
C. 分解过氧化氢	D. _____



- (1) 相信你在 D 处还可以写出另一种制取氧气的方法。
- (2) 若用右图装置加热高锰酸钾制取氧气，指出装置中的三处错误：①_____、②_____、③_____。实验结束，停止加热时要先把导管移出水面，其理由是_____，此时发现水槽中的水变成了浅紫红色，你认为产生该现象的原因可能是_____。
5. 在高锰酸钾加热制氧气的实验中，实验装置及操作有下述某些不当，你估计可能会出现什么结果？请具体分析：
- (1) 装配实验装置，没有对带胶塞的试管进行气密性检查。
- _____
- (2) 反应试管固定在铁架台上，试管口向上倾斜。
- _____
- (3) 加热装高锰酸钾的试管，当浸入水槽的导气管口刚有气泡逸出时，就立即伸入装水的集气瓶内集气。
- _____
- (4) 反应完毕，先熄灭酒精灯火焰，再将导气管从水槽里抽出水面。
- _____



3.3 燃烧条件与灭火原理



要点提示

燃烧三条件，爆炸，灭火原理

日常生活中有许多燃烧现象，如木柴、煤炭或煤气的燃烧。在前面你也进行过木炭、蜡烛等的燃烧实验，那么，你思考过燃烧需要哪些条件吗？

●物质燃烧的条件



目的 认识燃烧需要具备的条件。



问题	现象与分析	推断
1. 物质是否可燃?	 蜡烛、煤块、火柴可燃吗?  沙子、石块、水泥砖可燃吗?	燃烧首先需要的条件是:_____
2. 物质是否需要与空气(氧气)接触?	 点燃的蜡烛  用烧杯罩住点燃的蜡烛	燃烧还必须具备的条件是:_____
3. 物质是否要达到一定的温度? 而且各种物质是否有不同的温度要求?	 室温下存放的蜡烛会燃烧吗?  用火柴点燃后呢?  用火柴容易点燃煤块吗?	燃烧需要的另一条件是:_____, 而且各种物质要求的温度_____

讨论

图 3-8 所示的三个条件是否要同时具备才会发生燃烧? 如果缺少其中一个条件会怎样?

结论

至此, 同学们可以得出物质燃烧需要三个缺一不可的条件:

- (1) 物质本身是可燃物;
- (2) 可燃物接触氧气或空气;
- (3) 可燃物达到燃烧必需的最低温度, 此温度称为着火点。



图 3-8 “火三角”

着火点与可燃物的种类、状态, 以及大气压强等因素有关。下表列出某些可燃物在通常状况下的着火点 (或着火点的温度范围):

可燃物	白磷	红磷	硫	木材	木炭	无烟煤
着火点/℃	40	240	260	250 ~ 330	320 ~ 370	700 ~ 750



可燃物虽然着火点各不相同，但其燃烧时都有共同的特征，那就是：发光、发热，而火焰则是可燃气体或可燃物汽化燃烧时的现象。

在通常情况下，**燃烧**是可燃物与氧气发生的一种发光、发热的剧烈氧化反应。然而，有些氧化反应并不像燃烧那么剧烈，它们是缓慢氧化反应，这类反应也会放热。如果缓慢氧化的热量没有及时散开，造成热量积累，最终使温度达到可燃物的着火点时，便会发生自动燃烧。这种由缓慢氧化引起的自动燃烧叫作**自燃**。

在自然界或在仓库里堆积的煤炭、稻草、谷物、落叶、有油污的废布、棉纱等，若通风不好，堆放久了，都可能因引起自燃而发生火。有人把这叫作“天火”，这显然是违反科学的迷信说法。

● 灭火依据什么原理

当你知道燃烧的条件以后，会自然地联想到：如果控制燃烧的条件，使燃烧反应停止，就能够灭火了。那么，请你思考：有哪些燃烧的条件可以人为地控制乃至消除呢？



讨论与交流

以下灭火实例所依据的原理是什么？

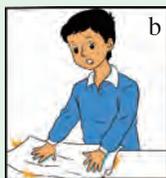


图 3-9 灭火

灭火实例	能灭火的主要原因
a. 住宅失火，消防队员用高压水龙头向燃烧的火舌喷水。	
b. 实验时不慎将少量酒精滴在台上并着火燃烧，立即用湿布盖住燃着的酒精。	
c. 炒菜时油锅中的油不慎着火，迅速用锅盖盖熄。	
d. 扑灭森林火灾时，救火人员将大火蔓延线路前的一片树木砍掉，放火烧去那片草地，形成隔离带。	

从上述实例分析可知，灭火的原理是：

第一，燃烧物与其他可燃物隔离或清除掉可燃物；



- 第二，使燃烧物隔绝空气（或氧气）；
- 第三，使燃烧物的温度降至着火点以下。

请你思考：这三个条件是缺一不可还是只要具备一项便可灭火呢？为什么？

人们在社会生产、生活中不仅要利用燃烧为人类造福，也要学习防火、灭火及失火自救等知识和方法；了解灭火器材的灭火原理及适用范围，学习其使用方法。要防止发生火灾，避免或减少火灾带来的破坏和灾难。在山林密布的野外活动时，要特别注意严防山火。

请你阅读下面的图画，列举在家居生活和野外活动中应该注意的防火安全措施。

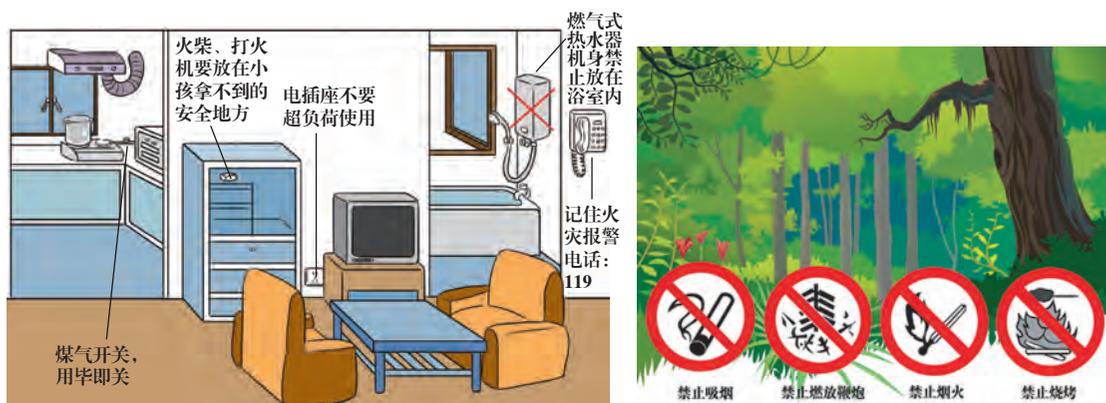


图 3-10 注意防火，保证安全

知识视窗

几种灭火器的灭火原理和适用范围

类型	泡沫灭火器	二氧化碳灭火器	干粉灭火器
灭火原理	喷射带水渍泡沫的 CO_2 在燃烧物表面形成隔绝空气的水膜	加压在瓶中的液态 CO_2 喷出汽化，能降温和隔绝空气	由压缩的 CO_2 吹出小苏打粉，受热分解出 CO_2 而灭火
适用范围	用于扑灭木材、棉布及可燃油的失火	因灭火不会留痕迹，可用于扑灭图书、档案、贵重设备、精密仪器发生的火灾	其喷射率高、不腐蚀容器和不易变质，可用于扑灭一般火灾及油、气燃火





调查活动

1. 请你调查本校教学楼内灭火设备的配置情况，如灭火器的数量、类型、放置地点、有效期限、维护情况等，并据此作出评价和建议。
2. 了解灭火器的使用方法；可能时在老师指导下进行一次使用灭火器灭火的实践练习。



检查站

1. 解释：

(1) 为什么生煤炉时，需要用小木条等引燃物引燃？

(2) 为什么用扇子扇燃着的煤炉越扇越旺，而用扇子扇蜡烛火焰，一扇就熄灭？

2. 讨论：一旦发现下列火患险情，你将采取什么措施？

(1) 电线老化短路发生火灾。(2) 石油气瓶泄漏着火。(3) 家中有人不慎引燃棉被。(4) 废纸篓起火。(5) 在集体活动、娱乐场所中遇到火灾险情。



● 爆炸与防爆安全

大家知道面粉厂和加油站等都挂有“严禁烟火”的警示牌，为什么呢？这是由于细小的面粉或汽油蒸气等易燃物与空气接触很充分，当它被引燃时，会急速燃烧，从而在短暂的时间里聚积大量的热，在有限的空间内使气体的体积迅速膨胀，引发爆炸。这些易爆的可燃物在空气中达到一定的含量，遇到火源就会爆炸，这个能发生爆炸的含量范围，叫**爆炸极限**。

爆炸会给人类带来巨大的灾难和损失，但在受到控制的条件下，它也可以为人类服务，你能举出例子吗？



定向爆破拆除楼房



开山采矿

图 3-11 利用爆炸为人类服务



长话短说

燃烧有三个缺一不可的条件：有可燃物、有空气（氧气）、温度达到着火点。灭火只要除去燃烧三条件中的任一条便可。自燃是缓慢氧化引起的。注意防止爆炸造成的灾害。

知识视窗

注意易燃、易爆危险品的安全

易燃和易爆物（如硫黄、白磷、酒精、汽油、煤气和炸药等）极易着火燃烧，甚至引发爆炸，容易造成人员伤亡、财产损失。因此，存放、保管、运输和使用这类危险品时，都要格外小心，严格遵守有关规定，确保安全。

要了解易燃、易爆粉尘和气体爆炸极限的范围：

易燃物	爆炸极限	易燃物	爆炸极限
面粉	$9.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$	天然气（甲烷）	5% ~ 15%
煤粉	$35 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$	石油气（丁烷）	1.8% ~ 8.5%
氢气	4% ~ 74.2%	一氧化碳	12.5% ~ 74.2%

说明：可燃气体用其在空气中的体积分数（%）表示。

生产、使用和贮存这类危险品的厂房、仓库与周围建筑物之间要留有足够的防火距离；要有保持良好的通风和消除静电的设备；要配齐充足、有效的消防器材，严禁烟火。要由经过专业训练的人员负责安全工作。

要分类存放危险品，不要混存；不能堆得太密、过高，应留有通道；注意防火、防晒和防漏；要经常进行安全检查。

所有放置危险品的容器要牢固、密封，容器外要有醒目的警示性标志，并标明物质名称、化学性质和注意事项。

下面介绍的是几种常见的易燃、易爆、毒害物质的安全警示图标。



危险爆炸物 腐蚀性液体 毒性物质 易燃物质

图 3-12 危险品安全警示图标



3.3 习题



1. 剧场的装修需要使用许多吸音材料，如泡沫塑料、海绵等，它们燃烧后会产生大量的浓烟。下列有关说法错误的是（ ）。
 - A. 泡沫塑料、海绵是可燃物
 - B. 泡沫塑料、海绵的着火点很高
 - C. 燃烧的浓烟中含大量有毒气体
 - D. 着火时应尽快用湿布捂住口鼻，撤向安全处
2. 下列说法正确的是（ ）。
 - A. 所有的爆炸都是由剧烈燃烧引起的
 - B. 所有的火灾都可用水扑灭
 - C. 所有的可燃物燃烧时都有火焰
 - D. 所有的自燃都是由缓慢氧化引发的
3. 用嘴吹灭蜡烛的灭火原理是（ ）。
 - A. 消除可燃物
 - B. 降低蜡烛的着火点
 - C. 隔绝空气
 - D. 使燃着的烛心温度降低
4. 水能灭火主要是因为（ ）。
 - A. 水覆盖在可燃物表面，隔离了可燃物
 - B. 水蒸发吸热，降低了可燃物的着火点
 - C. 水蒸发吸热，使温度降低到可燃物着火点以下
 - D. 水隔绝了空气
5. 下列关于灭火的叙述中错误的是（ ）。
 - A. 炒菜时油锅着火立即盖上锅盖——使可燃物与空气隔绝
 - B. 木材着火用水泼灭——降低了可燃物的着火点
 - C. 扑灭森林火灾开辟隔离带——清除和隔离可燃物
 - D. 不慎将酒精洒到桌面燃烧，用湿布覆盖——隔氧又降温
6. 日常生活中，应注意居室防火，保证安全。尤其是燃气和电器的使用要注意规范。请根据生活经验，回答有关问题：
 - (1) 燃气开关用毕必须_____，若发现燃气泄漏应立即_____，不能开灯或用_____检查。
 - (2) 火柴或打火机应放在小孩_____的安全地方。
 - (3) 燃气热水器_____（能/不能）放在浴室中。
 - (4) 电插座不要_____使用。
 - (5) 记住火警电话是_____，万一发生火灾立即拨打。



3.4 物质组成的表示式



要点提示

化合价，化学式的写法及其计算

● 怎样用式子表示物质的组成

大家知道，多数物质由分子构成，分子由原子构成；有的物质也可以由原子或离子直接构成。从宏观的角度看，所有的物质都是由一定的元素组成的。那么，怎样用通用的式子来表示物质的组成呢？

国际上用元素符号和数字的组合来表示物质组成的式子，叫作化学式。由于每种纯净物质的组成是固定不变的，所以表示每种物质组成的化学式只有一个。例如，水的化学式是 H_2O ，过氧化氢的化学式是 H_2O_2 ，它们组成的元素种类虽然都是氢和氧，但分子里的原子个数不一样， H_2O 和 H_2O_2 代表了两种不同的物质。

由离子或原子直接构成的化合物不存在一个个的分子，其化学式表示了该物质中各元素原子数的最简比。由分子构成的物质的化学式，又叫分子式，为简便起见，我们在课本上都统一称化学式，不再使用分子式的叫法。

那么，化学式有什么含义呢？从宏观角度看，它代表某种纯净物质和它所含的元素种类；从微观角度看，对于由分子构成的物质，还表示该物质的一个分子及此分子由什么元素的各多少个原子构成。例如，“ H_2SO_4 ”表示的几方面的含义是：

- | | |
|-------------------------------------|-----------|
| ①硫酸 | } 从宏观角度看； |
| ②硫酸由氢、硫、氧三种元素组成 | |
| ③一个硫酸分子 | } 从微观角度看。 |
| ④每个硫酸分子由 2 个氢原子、1 个硫原子、
4 个氧原子构成 | |





图 3-13 硫酸的化学式

要表示 2 个以上的分子时，可在化学式前面加上相应的数字。例如 $2O_2$ 表示 2 个氧分子， $4H_2O$ 表示 4 个水分子。这种表示仅有微观的含义。

• 怎样写单质的化学式

要写出物质的化学式，首先要通过实验确定物质的构成，然后再按国际通用规则书写。由单原子构成的单质，化学式用相应的元素符号表示，例如：氦气 (He)、氖气 (Ne)、氩气 (Ar)。金属单质的化学式，习惯上用元素符号表示，例如：镁 (Mg)、铜 (Cu)、汞 (Hg)。

由分子构成的单质的化学式，要在相应的元素符号的右下角，写出分子中所含原子的数目。例如，氧气 (O_2)、氯气 (Cl_2)、氮气 (N_2)、臭氧 (O_3)。

• 怎样写化合物的化学式

要写出化合物的化学式，除了要知道化合物含有哪些元素成分外，还要知道元素的化合价。

· 元素的化合价 ·

在由不同元素化合形成的化合物中，各元素的原子个数比都有确定的数值。例如：

不同元素化合形成的化合物：	HCl	H_2O	NH_3
原子的个数比：	1:1	2:1	1:3



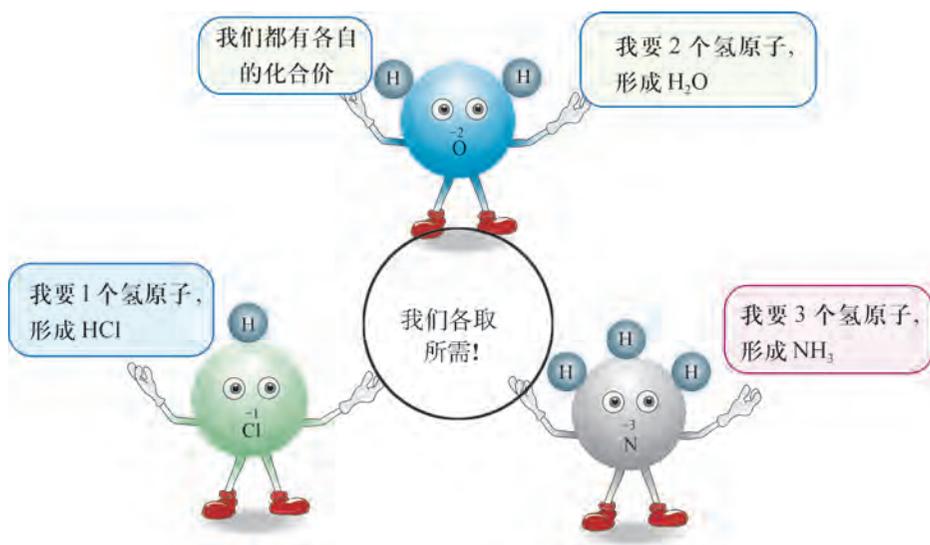


图 3-14 元素的化合价特性

可以看出，不同元素间形成化合物时，它们的原子个数比是不同的，显示了这些元素的某种特性，即元素的**化合价**。化学上用化合价来确定化合物中原子或离子之间相互结合的数目，化合价的价数越大的元素，提供原子或离子的个数越少；反之，化合价的价数越小的元素，提供原子或离子的个数越多。

应当明确的是：

1. 化合价有正价和负价，金属与非金属形成化合物时，金属元素显正价，非金属元素显负价。
2. 氢元素通常显 +1 价，氧元素通常显 -2 价，许多非金属元素与氧元素形成化合物时，则显正价。
3. 部分元素可显不同的化合价。
4. 有一些化合物中，常常含有带电的原子团，叫作根，它们常作为一个整体参加反应，如氢氧化钠（NaOH）中的氢氧根（ OH^- ）、硫酸（ H_2SO_4 ）中的硫酸根（ SO_4^{2-} ），它们既可分开计算每种元素的化合价，也可合并计算总的化合价。
5. 化合物里正负化合价代数和为 0。由于化合价是元素形成化合物时才表现出来的性质，因此，在单质中元素的化合价为 0。

下表列出部分常见元素或原子团的化合价。为了便于记忆，可以在老师指导下，自编口诀，将化合价分类归纳。



部分常用元素或原子团的化合价

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

· 化合价和化学式 ·

化合价和化学式密切相关，一方面，根据化合价可以写出化学式；另一方面，根据化学式，可以求出元素的化合价。



首先，根据化合价写出化学式。

例1 按下表所列的步骤，明确书写水的化学式的方法，进而练习书写氧化铝的化学式。

步骤	写出水的化学式	练习：请写出氧化铝的化学式
写出组成化合物的元素，正价元素居左，负价元素居右	H O	
标出有关元素的化合价	$\begin{matrix} +1 & -2 \\ \text{H} & \text{O} \end{matrix}$	
根据化合物中各种元素化合价代数和等于零的原则，确定各有关原子的数目	$\begin{aligned} &\because 2 \times (+1) + 1 \times (-2) = 0 \\ &\therefore 2 \text{ 个氢原子, } 1 \text{ 个氧原子} \end{aligned}$	
写出化学式	H ₂ O	

其次，根据化学式求元素的化合价。

例2 已知氧化铁的化学式为 Fe₂O₃，其中氧元素为 -2 价，求氧化铁中铁元素的化合价。

解：根据化合物中正负化合价代数和为 0 的原则，设铁的化合价为 x ，列式：

$$2 \times x + 3 \times (-2) = 0$$

$$\text{故有 } x = \frac{+6}{2} = +3$$

答：在 Fe₂O₃ 中，铁元素的化合价为 +3。

请你求出五氧化二磷 (P₂O₅) 中磷元素的化合价：_____。

还可以根据化合物中正负化合价代数和为 0 的原则，求出多于两种元素组成的化合物里某元素的化合价。

请你再求出 H₂SO₄ 中硫元素的化合价：_____。

●怎样读化合物的化学式

由两种元素组成的化合物化学式的读法，通常规定为从右到左读作“某化某”，如 KCl (氯化钾)、CaO (氧化钙)。

有时，还要读出化学式中各元素的原子个数，如 SO₂ (二氧化硫)、



P_2O_5 (五氧化二磷)、 CO (一氧化碳)、 CO_2 (二氧化碳)。

含有原子团的化合物,要读出原子团的名称,如 Na_2SO_4 (硫酸钠)、 CaCO_3 (碳酸钙)、 NH_4NO_3 (硝酸铵)。

●怎样根据化学式进行计算

1. 计算相对分子质量

化学式中各原子的相对原子质量总和,叫作相对分子质量。跟相对原子质量一样,相对分子质量也是比值,是相对质量。

例 水 (H_2O) 的相对分子质量 $= 1 \times 2 + 16 = 18$

请练习 碳酸氢铵 (NH_4HCO_3) 的相对分子质量 = _____。

2. 计算组成化合物各元素的质量比

化学式明确地表示出物质所含的元素种类,以及组成化合物各元素的原子个数最简比,因而可以通过化学式计算形成化合物各元素的质量比。

例 计算 H_2O 中氢元素和氧元素的质量比。

解 在 H_2O 中,氢和氧的原子个数比为 2 : 1, 则
氢元素的质量 : 氧元素的质量 $= 1 \times 2 : 16 = 1 : 8$ 。

请练习 计算 H_2SO_4 中各元素的质量比 _____。

3. 计算化合物中某一元素的质量分数

根据化学式,可通过相对分子质量和某一元素的相对原子质量及原子个数,去计算化合物中该元素的**质量分数**,即该元素的质量与形成化合物的各元素质量总和之比。

例 计算水 (H_2O) 中氧元素的质量分数。

解 水中氧元素的质量分数

$$= \frac{\text{氧元素的相对原子质量} \times \text{氧原子的个数}}{\text{水的相对分子质量}} \times 100\%$$

$$= \frac{16 \times 1}{18} \times 100\% = 88.9\%$$

答: 水中氧元素的质量分数为 88.9%。



由此可见，化合物中某元素的质量分数就是该元素占有的相对质量与化合物的相对分子质量之比，计算公式为：

$$\text{某元素的质量分数} = \frac{\text{该原子的个数} \times \text{该元素的相对原子质量}}{\text{化合物的相对分子质量}} \times 100\%$$

3.4 习题



- “达菲”是治疗甲型流感的一种特效药，该药对治疗 H7N9 禽流感也很有疗效。其主要成分是一种化学式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{31}\text{N}_2\text{PO}_8$ 的物质。关于该物质的说法不正确的是（ ）。
 - 组成该物质的元素有 C、H、N、P、O
 - 碳元素和氧元素的质量之比是 2 : 1
 - 相对分子质量为 410
 - 一个分子中含有 58 个原子
- 吸烟危害健康。吸烟时人会吸入多种有害气体，其中有一种是氧化物，它所含的氧元素与另一种元素的质量比为 4 : 3，这种气体是（ ）。
 - CO
 - NO
 - CO₂
 - SO₂
- “H₂SO₄”表示的意义是：
 - 表示物质_____。
 - 表示该物质的 1 个_____。
 - 表示该物质由_____、_____和_____元素结合而形成。
 - 表示该物质的每个分子中含有_____个_____、_____个_____、_____个_____。
 - 该物质的相对分子质量是_____。
 - 该物质中_____、_____、_____元素的质量比为_____。
 - 该物质中几种元素的质量分数分别为_____、_____、_____。
- 硫酸铵曾经是广为使用的一种化肥，但施用后会造土壤板结，目前已较少生产和使用，取而代之的是肥效更高的尿素等。计算尿素 [CO(NH₂)₂] 和硫酸铵 [(NH₄)₂SO₄] 中氮元素的质量分数，多少吨硫酸铵的含氮量与 1 吨尿素的含氮量相当？
- 有某生产化学肥料碳酸氢铵的企业，在一个公共场所的围墙上做了大型户外广告，局部如下页图：





- (1) 碳酸氢铵的有效成分是氮元素 (N)，碳酸氢铵氮含量的理论值就是氮元素的质量分数，它等于_____。
- (2) 该广告宣称其氮含量为 20.1%，比理论值高出_____，因此它是_____广告。
- (3) 请质量检测部门化验该企业的碳酸氢铵，发现其氮含量仅为 12.0%，据此可知该企业生产的“优质碳酸氢铵”产品中，每 100 kg 实际含纯净的碳酸氢铵的质量只有_____。
- (4) 据调查，此企业广告未经有关管理部门许可，为擅自宣传，且有虚假坑农之嫌。同时，在公共场所乱涂乱画，影响环境。对此，你认为应怎样处理？

精要回放

关键词或词组

氧化反应(3.1) 缓慢氧化(3.1) 化合反应(3.1)
 催化剂(3.2) 分解反应(3.2) 燃烧(3.3)
 着火点(3.3) 自燃(3.3) 爆炸(3.3) 灭火(3.3)
 化学式(3.4) 化合价(3.4) 相对分子质量(3.4)



物理性质	无色、无气味、不易溶于水，密度比空气稍大
化学性质	比较活泼、可与许多物质发生氧化反应。例如： $\left. \begin{array}{l} \text{碳} \\ \text{硫} \\ \text{磷} \\ \text{铁} \\ \text{镁} \end{array} \right\} + \text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \left\{ \begin{array}{l} \text{二氧化碳} \\ \text{二氧化硫} \\ \text{五氧化二磷} \\ \text{四氧化三铁} \\ \text{氧化镁} \end{array} \right.$
制法	原理： $\text{过氧化氢} \xrightarrow{\text{二氧化锰}} \text{水} + \text{氧气}$ $\text{高锰酸钾} \xrightarrow{\text{加热}} \text{锰酸钾} + \text{二氧化锰} + \text{氧气}$ 收集方法：排水集气法或向上排空气法





化学反应

 物质跟氧发生的反应

 反应类型

- 化合反应(可表示为 $A + B \rightarrow AB$), 多种生成一种
- 分解反应(可表示为 $AB \rightarrow A + B$), 一种生成多种

 缓慢氧化: 金属生锈、食物腐败、呼吸作用等

 剧烈氧化

- 自燃: 由缓慢氧化引起的自发燃烧
- 燃烧
 - 定义: 剧烈的发光发热的氧化反应
 - 条件: 可燃物跟氧气密切接触, 同时温度达到着火点
- 爆炸



定义	用元素符号和数字的组合来表示物质组成的式子
有关计算	计算相对分子质量; 计算化合物构成中各元素的质量比和质量分数
意义	表示一种物质, 表明该物质所含的元素种类, 以及各元素的原子数目



在化合物里, 正负化合价的代数和等于零。金属元素常显正价; 非金属元素常显负价, 但与氧形成化合物时常显正价; 氢常为 +1 价, 氧常为 -2 价。

练习题 [三]

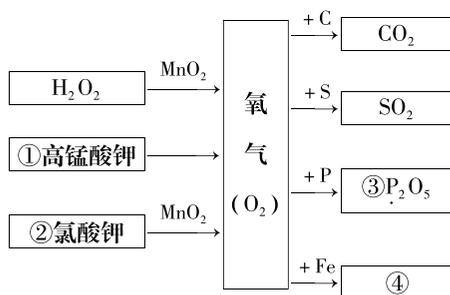
- 下列叙述中, 正确的是 ()。
 - 氧气不能溶于水
 - 氧气的密度比空气小
 - 氧气在地球上的含量最高
 - 液态氧是淡蓝色的液体
- 下列有关氧气的说法不正确的是 ()。
 - 木炭在氧气中能燃烧, 不能说明氧气具有可燃性, 因为氧气本身并不燃烧
 - 物质在氧气中燃烧的反应一定是化合反应
 - 铁丝在氧气中燃烧时火星四射, 放出大量的热
 - 动植物的新陈代谢、金属器皿的锈蚀等变化过程都需要氧气的参与
- 某物质经分析只含有一种元素, 则该物质 ()。
 - 一定是单质
 - 可能是单质也可能是化合物
 - 一定是化合物
 - 可能是纯净物也可能是混合物



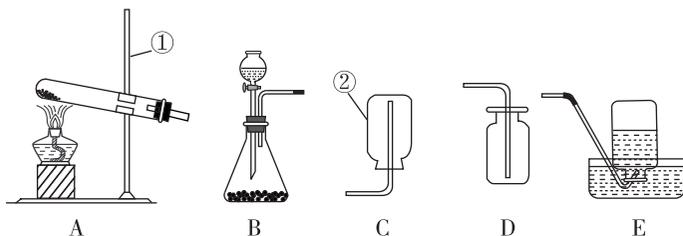
4. 下列有关燃烧和灭火的说法正确的是 ()。
- A. 只要可燃物达到着火点就会燃烧
 B. 燃烧三个条件缺一不可
 C. 燃烧物要灭火, 三个因素缺一不可
 D. 可燃物不论其形状、所处状态如何, 都有固定的着火点
5. 下列是火柴头中含有的 4 种物质, 点燃火柴时, 能闻到一股有刺激性气味的气体, 且知这种气体会污染空气, 对人体有害。点燃时能生成这种有害气体的物质是 ()。
- A. 氯酸钾 B. 二氧化锰 C. 红磷 D. 硫黄
6. 某物质的一个分子含有 3 个 A 原子, 表示此物质 3 个分子的化学符号正确的是 ()。
- A. A_3 B. $3A_3$ C. A^{3+} D. $3A$
7. 下列各组含氯物质中, 氯元素化合价相同的一组是 ()。
- A. Cl_2 HCl B. $NaCl$ $HClO$ C. ClO_2 $NaClO_2$ D. $KClO_3$ $Ca(ClO_3)_2$
8. 下列物质中: 含有氧分子的是____, 含有氧元素的是____, 属混合物的是____, 属纯净物的是____, 属化合物的是____, 属氧化物的是____, 属单质的是____。
- ① CO_2 ② H_2O ③ $KMnO_4$ ④ MnO_2 ⑤ O_2 ⑥空气 ⑦氨气 ⑧ NH_4Cl
9. 右图是有关氧气的知识网络图 (反应条件部分省略)。

用化学用语回答:

- (1) 物质①分解产物的化学式是_____。
- (2) 物质②的化学式是_____。
- (3) 物质③带点元素的化合价为_____。
- (4) 物质④的化学式是_____。



10. 实验室中, 利用下列装置可以制取某些气体, 请回答下列问题。



- (1) 写出带标号的仪器的名称: ①_____、②_____。
- (2) 向气体发生装置内加入药品前, 应该进行的操作是_____。
- (3) 实验室若用高锰酸钾制取氧气, 选择的发生装置是_____; 用过氧化氢制氧气选择的发生装置是_____。若用排空气法收集氧气, 检验氧气是否集满的方法是_____。





第四章 生命之源——水

Chemistry

4.1 我们的水资源

4.2 水的组成

4.3 质量守恒定律

4.4 化学方程式

在人们所知的化合物中，对人类最为重要的一种，莫过于水。

水是一切生命赖以生存的根本。没有水，就没有生命。所以，本章的学习就从水资源开始。



4.1 我们的水资源



要点提示

水的重要性，珍惜和保护水资源，水的净化与纯化

● 人类离不开水

虽然我们居住的星球被称为地球，但实际上我们生活在“水球”上（图4-1），地球表面的70.8%被水覆盖，这就是江、河、湖、海。各种生物体内都含有大量的水。水约占人体重的65%，成人每天需要补充约2.5 kg水。水分不足，会口渴，严重缺水皮肤会起皱，甚至意识模糊乃至死亡。水中生物含水的比例更大。（图4-2）



图4-1 从太空拍摄的照片看上去，地球实在像个“水球”



人体约65%



水母约95%



鱼约70%

图4-2 生物体的含水量

水有许多用途，我们的生产和生活都离不开水。请看下表列举的事例：

1. 工业上

要用水洗涤、溶解、加热或冷却物质。下面是每生产1 t物质所需水的量：

煤：需水1~1.5 t

钢：需水20~40 t

纸：需水200~250 t

化肥：需水500~600 t

人造纤维：需水2000~3000 t



2. 农业上

灌溉农田，它的用量占人类消耗淡水总量的2/3以上。

3. 生活中

日常用水较多的事例：_____。

● 珍惜水资源

地球水资源的总储量约为 $1.36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ ，但人类所能利用的淡水仅约为总储量的0.7%，主要是河水、淡水湖泊水和浅层地表水。

20世纪以来，随着人口的不断增长，人类消耗的水量急剧增加，淡水消耗量增加了6至7倍，比人口增长的速度快两倍。

目前，世界上有80个国家约15亿人口面临淡水不足，其中26个国家的3亿多人口生活在严重缺水状态中。

我国淡水资源总量约为 $2.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ，居世界第6位。但人均占有量仅为世界人均占有量的1/4，地域分布也不均匀，在西北等部分边远地区，特别缺水。

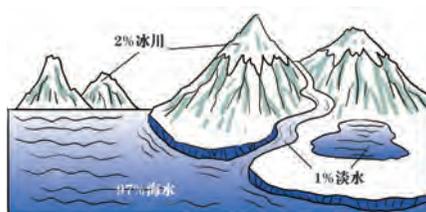


图4-3 地球水资源的分布比例

我们一定要十分珍惜宝贵的水资源，节约用水。

节约洗澡用水。
一般情况下，淋浴
较盆浴要节水。



用水桶盛水洗车，
不要用水管冲洗。



注意水的二次使用。



修理坏了的水龙头，
每天可节省大量的水。



图4-4 请节约用水





调查活动

请任选一项，开展调查活动：

1. 你家的节约用水状况。

看看你家的自来水收费单（或自来水水表），估算一下每月每人用多少自来水，记录全家每个月的用水总量。提出可能的节约用水措施，并评估其效果，撰写“我家的节约用水状况”调查报告并进行交流。

2. 你的家乡存在缺水问题吗？

查阅当地资料，或向有关政府部门咨询，了解你家乡的水资源状况。

3. 你知道我国的“南水北调”工程吗？

请你收集资料，就这一工程的意义、方案及其对有关地区生态环境的影响，写一篇介绍性的文章，并在班内交流。



检查站

国家早在“十一五”规划中就提出：建设资源节约型社会。随着经济发展、人口增长和人民生活水平的提高，我国水资源短缺的问题日益突出。下列资料是我国部分省市人年均水量图和水资源紧缺指标表。

资料一：我国部分省市人年均水量图



资料二：水资源紧缺指标表

紧缺性	极度缺水	重度缺水	中度缺水	轻度缺水
人年均水量/ m^3	< 500	500 ~ 1000	1000 ~ 1700	1700 ~ 3000

请回答：

- (1) 根据资料一和资料二的数据，在以上省市中，极度缺水的有_____；
重度缺水的有_____。
- (2) 节约用水是每一位公民应遵守的公德。在日常生活中，我们经常会看到一些浪费水的现象，如水龙头滴水、跑水等。如果一个水龙头按每秒钟滴2滴水，平均每20滴水为1 mL来计算，一昼夜将流失水的体积为_____ L。

●水污染及其防治

人类不仅面临淡水资源紧缺的问题，而且面临水体污染的危害。请看图4-5：



图4-5 水的污染

工业生产的废渣、废液、废气和生活污水的任意排放，城镇垃圾的随处堆积，船舶的航行，农药、化肥的过量施用，都会造成水污染。

被污染的水含有毒物质和细菌、病毒等，不能作饮用水源，也不能用于灌溉。食用污染水域中养殖的生物，会使人中毒或致病。水体富营养化，也会影响人类的生态环境。因此，水体污染加剧了相关地区水资源的危机。



知识视窗

水体富营养化

水体富营养化是水体污染的一种表现。富营养化最显著的特征是水中的氮、磷等营养物质含量过高，水体中藻类大量繁殖，使得原本清澈透明的水面，随藻类颜色的不同，而呈现蓝色、红色、红褐色、乳白色或绿色。

水体富营养化现象，在江河湖泊中称为“水华”，在海洋中则称为“赤潮”，这是因为江河湖泊中大量繁殖的水藻多呈蓝色、绿色，而海洋中的海藻多呈红色、褐色。



沿海赤潮

湖泊蓝藻

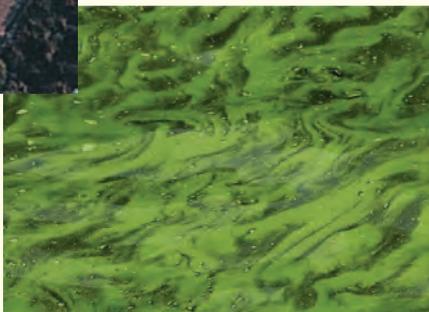


图 4-6 水体富营养化现象

江河湖海中过量营养物的人为来源有三个方面的：一是工业废水；二是农业排水；三是生活污水。目前，后者已成为水体富营养化的主要因素，其原因是生活中大量使用含磷洗衣粉。因此，为了保护宝贵的水资源，请大家改用无磷洗衣粉。此外，在沿海发展水产养殖业时，要合理规划，分散布局，防止海水因水产养殖业的过度发展而受到污染。

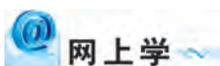
我国政府极其重视水污染问题，制定和颁布了《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国水污染防治法》等，成立专门机构，开展多项工作，如各地兴建污水处理厂等，防治水污染。

我们要自觉遵守国家法令，爱护水资源，保护水资源。臭水污泥，满目疮痍，罪过千秋；治理环境，碧水绿树，造福万代。严禁向江河湖海排污，工厂废水必须经过净化处理，达到排污标准，才准排放。





图 4-7 污水处理厂



网上学

请你用“污水处理”等关键词，上网搜索我国污水处理的现状，了解污水处理的技术及其流程。



长话短说

生命离不开水，地球上的淡水资源很有限，我们要节约用水，防止水污染。

● 水的净化和纯化



图 4-8 饮用水要净化



人们的生活需要干净的水。如果水质浑浊，怎样使水净化呢？通常用吸附、沉淀、过滤等方法。现在，请同学们了解三种基本的净水方法：沉淀法 {例如，加入明矾 $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ ，使悬浮物沉淀} 和过滤法 (例如，用沙层或活性炭过滤)，以及能得到纯水的蒸馏法。



观察活动

目的 学习水的净化方法。

► 沉淀法

【实验 4-1】 取一个 100 mL 的烧杯，加入约 70 mL 的浑浊河水（或混有少量泥土的自来水）。

1. 静置数分钟后观察烧杯上层和底层的水，记录现象：

_____。

2. 把硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ 或明矾加入烧杯中，搅拌后，继续观察变化，记录现象：

_____。

► 过滤法

【实验 4-2】 在一个下端带有开关（活塞）的玻璃过滤柱内，由下至上装填棉花、活性炭、细沙、粗沙、纱布，把一个干净的烧杯放在过滤柱下，将浑浊的水慢慢地倒进过滤柱。

烧杯中得到的滤液，与原来的浑浊水相比，有何不同？

_____。

经过上述实验净化的水只是干净的水，还不是纯水，其中常常含有许多可溶性杂质。我们可以通过蒸发的实验加以证明。为了得到纯净的水，常采用蒸馏的方法。

【实验 4-3】 取上述过滤后的净水约 2 mL，倒进蒸发皿内，用酒精灯加热蒸发至出现固体而水分并未干时，停止加热，利用余热使水分蒸干，可观察到_____。

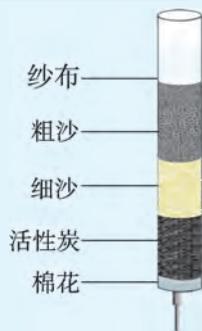


图 4-9 过滤柱

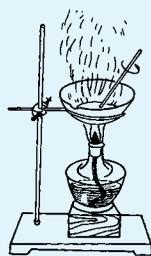


图 4-10 水的蒸发



▶ 蒸馏法

【实验 4-4】 将前述过滤法所得的水倒进图 4-11 所示蒸馏装置的蒸馏烧瓶中，加热，使水沸腾变成蒸汽，再冷却凝结成水，这样制得的水，叫蒸馏水。它是一种纯净水。



图 4-11 水的蒸馏

城市居民生活所需净水，主要靠自来水厂供给。在自来水厂里，水的净化过程主要包括絮凝（使悬浮物质自然凝结沉淀或加入明矾）、过滤、曝气（空气氧化）、杀菌 [加入氯气 (Cl_2)、臭氧 (O_3) 或二氧化氯 (ClO_2)]。经过这样处理所得的水，可以泵出使用，即自来水。可见，自来水来之不易，要爱惜和节约使用。

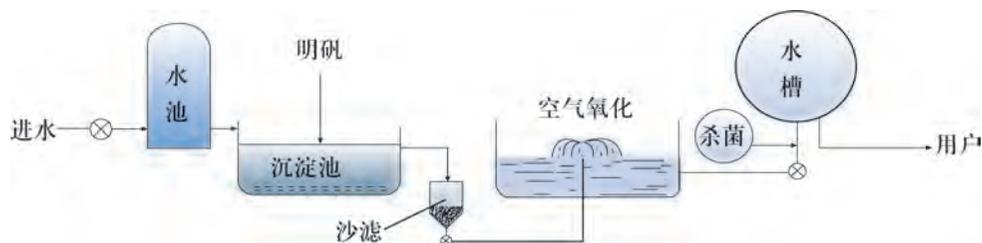


图 4-12 自来水生产过程



图 4-13 自来水厂

目前，市面上有各种各样的纯净水出售，有的是蒸馏水，有的是去离子水。除此之外，供人们饮用的还有矿泉水，它是将泉水经过过滤、杀菌等工序制成的饮用水，其中含有某些有益于健康的微量元素。



●硬水及其软化

含有较多可溶性钙、镁化合物的水叫作**硬水**。我们在水壶或热水瓶底部常见到的一层白色水垢，就是硬水加热后形成的沉淀物。

硬水有害。工业锅炉用水绝不能用硬水，否则有可能引起锅炉爆炸。用硬水洗衣服也不好，它会降低肥皂的起泡能力。此外，饮用硬水口感不好，且对健康有害。



观察活动

目的 学会软水和硬水的区别方法。

【实验4-5】 在两个容量一样的烧杯中分别盛等量的软水(A)和硬水(B)，再分别滴加等量的肥皂水，搅拌，观察杯中产生泡沫的情况。(图4-14)

可观察到盛硬水的烧杯泡沫很少，有沉淀析出。据此可以区别硬水和软水。

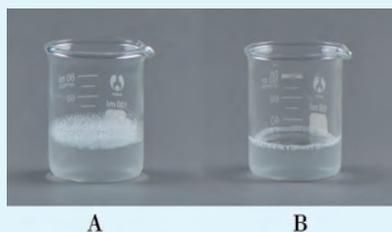


图4-14 用肥皂水区别软水和硬水，A杯为软水，B杯为硬水

工业上用蒸馏法或化学法处理硬水，把硬水中的钙离子、镁离子去掉，从而得到不含或少含可溶性钙、镁化合物的软水。把硬水转化成软水，称为硬水软化。

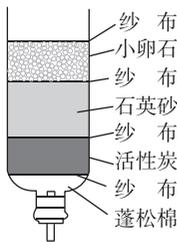
4.1 习题



1. 节约用水和保护水资源是每个公民应尽的责任和义务。下列各项中有违这一认识的是()。
 - A. 淡水资源丰富，所以淡水可以取之不尽、用之不竭
 - B. 加强工业废水的排放监控，坚持达标排放
 - C. 合理施用农药、化肥，以减少水体污染
 - D. 洗菜、洗衣、淘米的水用来浇花、拖地或冲厕所



2. 为了防止水的污染,下列各项措施中可以采用的是()。
- ①抑制水中所有动植物的生长 ②不任意排放工业废水 ③禁止使用农药和化肥
④生活污水经过净化处理后再排放
- A. ①② B. ②③ C. ①④ D. ②④
3. 下列说法正确的是()。
- A. 含有可溶性钙、镁化合物的水是硬水 B. 软水中一定不含可溶性钙、镁化合物
C. 井水是软水 D. 软水可作锅炉用水
4. 鉴别硬水和软水的简便方法是()。
- A. 加食盐水 B. 加明矾 C. 加肥皂水 D. 加热煮沸
5. 用右图的简易净水器处理河水,下面对它的分析正确的是()。
- A. 能杀菌消毒
B. 活性炭主要起吸附杂质的作用
C. 能得到纯净水
D. 能把硬水变为软水
6. 净化水的方法有:①过滤、②加明矾吸附沉降、③蒸馏、④消毒杀菌。要将混有泥沙的天然水净化成生活用的自来水,应选用的方法和顺序为()。
- A. ①②③④ B. ②④①③ C. ②①④ D. ①③④
7. 我国不少地方所饮用的水来自河水。河水中常含有泥沙、悬浮物和细菌等杂质,饮用前要进行净化处理。例如,用漂白粉[主要成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, 溶于水可生成次氯酸]投入水中杀菌消毒。请回答以下有关净化处理河水的问题:
- (1) 为了除去较大颗粒、悬浮物杂质需要进行的操作是_____。
- (2) 为了消毒杀菌需要加入_____。
- (3) 加明矾的作用是_____。
- (4) 经处理后得到的净水是纯净物,还是混合物? _____, 其原因是_____。
- (5) 若要鉴别所得的水是硬水还是软水,可加入_____, 搅拌, 如果观察到_____, 则为硬水; 如果观察到_____, 则为软水。



4.2 水的组成



要点提示

水的物理性质, 由电解水探究水的组成

水是我们生活中不可或缺的物质, 它有哪些物理性质? 它是怎样组成的?



●水有哪些物理性质

纯净的水是无色、无气味的透明液体。在压强为 101.3 kPa 时，水的凝固点是 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，沸点是 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。温度为 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，水的密度 ($1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) 最大。

在寒冷的冬天，河流湖泊上面的冰层保护着下层的水，有利于水生动植物的越冬生存。



图 4-15 水与冰



图 4-16 水的特性

●水的组成

水是由水分子构成的，化学式是 H_2O ，表明每个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成，而且组成水的元素是氢元素和氧元素。上述结论是怎样得到的呢？通过科学实验。一种实验是水的电解，鉴定水的电解产物，进而推断水的组成。请观察实验。



观察活动

目的 知道水的电解产物。

【实验 4-6】 往水电解器里注满水 [其中加有少量烧碱 (NaOH) 或硫酸 (H_2SO_4), 以增加导电性], 连接电源的电极, 通入直流电让水电解, 观察电极上和刻度管内有什么现象发生。

经过一段时间后, 停止电解。用带火星的木条检验连接电源正极的刻度管内的气体; 用点燃的木条检验连接电源负极的刻度管内的气体。

提示信息 >>> 氢气可以燃烧, 燃烧时产生淡蓝色的火焰, 燃烧产物是水。点火时, 必须注意安全, 防止爆炸。



链接 > 第三章 3.1 氧气的性质和用途、第五章 5.1 洁净的燃料——氢气

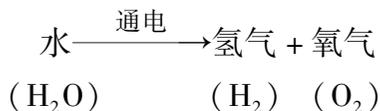




图 4-17 电解水装置

- (1) 通电后可以发现，两个电极的表面都有_____放出。
- (2) 电解后，连接电源负极刻度管内的气体体积_____, 连接电源正极刻度管内的气体体积_____, 它们的比约为_____。
- (3) 连接电源负极刻度管内的气体_____ (可/不可) 燃烧，产生火焰，它是_____。
- (4) 连接电源正极刻度管内的气体_____ (能/不能) 使带火星的木条_____, 它是_____。

上述实验表明，在直流电的作用下，发生水的电解，生成氢气和氧气，由此可知：水是由氢元素和氧元素组成的。电解结果可用下列式子表示：



从微观角度分析，水分子发生了怎样的变化呢？科学家已经探明氢分子和氧分子都是双原子分子；而且已证实在同温和同压条件下，等体积的不同气体含有相同数目的分子。因此，根据水电解时产生氢气与氧气体积比为 2 : 1 的实验事实，可以推导出氢分子和氧分子的个数比也为 2 : 1。于是，从微观角度分析，水的电解结果可用示意图表示为：

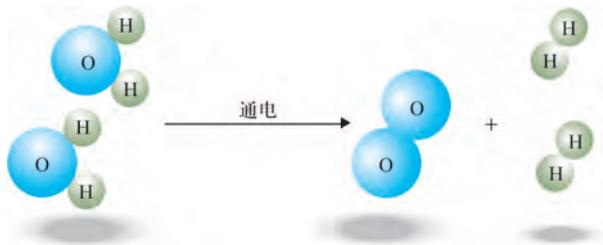


图 4-18 水分子分解示意图

对水的电解实验结果的分析表明：每个水分子是由两个氢原子和一个氧原子构成的，因此水的化学式为 H_2O 。

请思考：你能从氢气在氧气里燃烧生成水的反应，也推断出同样的结论吗？

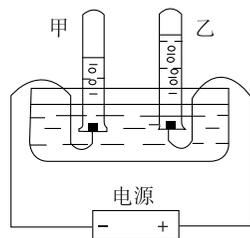


工业上利用水的电解生产氢气和氧气。氢气可作发射航天器火箭的高能燃料使用。在空间站中，可据此制备氧气，用以保证航天员呼吸的正常供给。

4.2 习题

- 下列说法错误的是 ()。
 - 水的三态变化属于物理变化
 - 夏天时, 1 cm^3 液态水的质量小于 1 g
 - 在地球任何高于海平面的旷野上测定水的沸点, 都低于 $100 \text{ }^\circ\text{C}$
 - 水、冰共融形成混合物
- H_2O 和 H_2O_2 相比较, 有关它们的如下说法中正确的是 ()。
 - 都可用于制备氧气
 - 分子构成相同
 - 元素化合价相同
 - 元素的种类不同

- 用右图所示的装置进行电解水实验, 有以下描述: ①甲、乙两试管内收集到的气体的体积比约为 $2:1$ 、②乙试管内产生的气体能燃烧、③甲试管内产生的气体能使带火星的木条复燃。以上描述中正确的是 ()。



- ①②③
 - ②
 - ①②
 - ①
- 根据科学家发现的“同温同压下同体积气体分子数相同”的规律分析, 由于电解水产生的氢气和氧气体积之比为_____, 故其分子数目之比应为_____, 又由于氢分子和氧分子都是_____原子分子, 它们都来自_____, 所以, 可以推知水的化学式为_____。
 - 课文是从水的电解实验探究出水的组成的。请你猜想一下, 还可以从什么不同的角度设计实验来探究水的组成?

4.3 质量守恒定律



要点提示

质量守恒定律, 运用质量守恒定律解释实验现象

既然在化学反应中物质的种类发生了变化, 那么, 你认为物质总的质量会因此而发生改变吗? 让我们通过实验进行探究。





探究活动

► 提出问题

物质发生化学变化的前后，参加反应的各物质的质量总和会等于生成的各物质的质量总和吗？

► 猜想与假设

► 实验与事实

提供下列一组化学反应供同学们进行比较：

【实验4-7】如图4-19装置，锥形瓶中装入0.5 g 粉末状石灰石，将一支注射器的针头插入胶塞，使瓶内与大气相通。另将一支量程为5 mL的注射器的针头插入胶塞，事先在其针筒内吸进2 mL稀盐酸。实验时，推压注射器活塞至1 mL刻度处，观察实验现象，反应前后称量做比较。

【实验4-8】如图4-20装置，锥形瓶中装入0.5 g 粉末状石灰石，将装有2 mL稀盐酸的注射器针头插入胶塞。推压注射器活塞至1 mL刻度处，观察实验现象，反应后再称量做比较。

【实验4-9】如图4-21装置，锥形瓶中装入5 mL硫酸铜溶液；将装有3 mL氢氧化钠溶液的注射器针头插入胶塞。推压注射器活塞至1 mL刻度处，观察实验现象，反应前后称量做比较。

► 实验结果

将上述实验的现象和称量的数据记录在下表中：

实验序号	反应原理	实验现象	反应前称量	反应后称量
实验4-7	碳酸钙 + 盐酸 → 氯化钙 + 二氧化碳 + 水			
实验4-8	(CaCO ₃) (HCl) (CaCl ₂) (CO ₂) (H ₂ O)			
实验4-9	氢氧化钠 + 硫酸铜 → 硫酸钠 + 氢氧化铜			
	(NaOH) (CuSO ₄) (Na ₂ SO ₄) [Cu(OH) ₂]			



图4-19



图4-20



图4-21





操作指引



链接 >> 物理：托盘天平的使用

托盘天平的使用

1. 校准：称量前要对天平进行校准，即检查天平是否平衡。方法是称盘应先垫好洁净纸，把游码放在标尺零刻度处，看指针在分度盘左右两边摆动的格数是否接近相等，或指针是否停在正中。如不平衡，应调节平衡螺母，使天平达到平衡。

2. 称量：左盘放被称物，右盘放砝码，加减砝码要用镊子，先加质量大的，再加小的。1 g 以下可移动游码，直到天平平衡。砝码和游码所示质量之和，等于被称物的质量。

称量完毕后，即把砝码放回盒中，游码移回零处。



讨论与交流

请大家比较上述实验得到的数据，并研讨两个问题：

1. 为什么【实验4-7】和【实验4-8】都属同一个反应，反应前后各物质的总质量，前者不相等而后者相等？

2. 我们应当以哪些实验为依据来探究化学反应前后物质质量总和的关系？能从中得到什么结论？

很显然，在化学反应里，参加反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和，这就是质量守恒定律。

质量守恒定律是经许多事实证明了的基本规律。为什么参加化学反应的物质，反应前后质量总和会保持不变呢？这可以从化学反应的微观角度得到解释：物质发生化学反应时，只是反应物的原子重新组合，生成新物质，反应前后原子的种类和数目都没有改变。可见在化学变化过程中元素不变。因此，化学反应前后各物质的质量总和必定相等。





讨论与交流

请你运用质量守恒定律讨论化学实验过程中出现质量变化的问题。

1. 为了验证质量守恒定律，某同学在托盘天平的左盘上放一块石棉网，在石棉网上放一段经过砂纸打磨过的镁条，称量。然后点燃镁条，将生成的白色固体全部收集在石棉网上，冷却后再称量，发现质量比实验前的质量增大了。怎样解释反应前后质量不等的现象？

2. 你能否从微观的角度，用图示表明上述实验也是符合质量守恒定律的？



长话短说

质量守恒定律

在化学反应中，参加反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和。

这是由于化学变化中三“不变”：原子种类（元素）不变，原子数目不变，原子质量不变。

4.3 习题



- 在化学反应前后，下列各项中，肯定不会改变的是_____；肯定会改变的是_____；可能改变也可能不变的是_____。

A. 分子的种类	B. 原子的种类
C. 分子的数目	D. 物质的总质量
- 蔗糖在隔绝空气加热时，生成碳和水。据此推断蔗糖中一定含有的元素是（ ）。

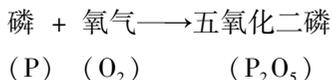
A. 碳、氧	B. 碳、氢、氧
C. 碳、氢	D. 氢、氧
- 已知反应 $A + B = C + D$ ，且 A 与 B 参加反应的质量比为 4:3，若反应后生成 C 和 D 共 2.8 g，则消耗的反应物 B 的质量为（ ）。

A. 1.6 g	B. 1.2 g	C. 0.3 g	D. 0.9 g
----------	----------	----------	----------



4. 下列叙述完全符合质量守恒定律的是 ()。
- A. 水结成冰前后, 质量保持不变
- B. 50 mL 水和 50 mL 乙醇混合后总体积小于 100 mL
- C. 在 100 g 过氧化氢溶液中, 含有 30 g 过氧化氢和 70 g 水
- D. 1.2 g 碳与 3.2 g 氧气恰好完全反应可生成 4.4 g 二氧化碳
5. 绿色植物是通过光合作用发生反应: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{葡萄糖} + \text{O}_2$, 由此推知葡萄糖 ()。
- A. 一定含碳、氢元素, 可能含氧元素
- B. 一定含碳、氢元素, 不含氧元素
- C. 一定含碳、氢、氧元素
- D. 无法确定

6. 红磷在氧气中燃烧后生成五氧化二磷, 文字表达式是:



据此, 下列说法中正确的是 ()。

- ①该反应属于化合反应 ②生成物是氧化物 ③反应遵守质量守恒定律 ④反应前后分子和原子种类都不变 ⑤分子在化学变化中可以再分, 而原子不能再分
- A. ①②③⑤ B. ①②④⑤ C. ①③④⑤ D. ①②③④⑤
7. 已知一定质量的纯净物 A 跟 32 g 氧气可进行充分的燃烧, 恰好完全反应后, 生成 22 g 二氧化碳和 18 g 水, 请回答以下问题:
- (1) 参加反应的物质 A 的质量是_____。
- (2) 组成物质 A 的元素中, 一定有_____和_____。
- (3) 物质 A 中各元素的质量比为_____。
- (4) 物质 A 最可能的化学式是_____。
8. 用质量守恒定律解释下列现象:
- (1) 铁丝在氧气中燃烧后, 所生成的产物的质量比铁丝原质量增加了。
- (2) 把氯酸钾和二氧化锰的混合物加热后, 试管里所剩物质的质量小于原混合物的质量。



4.4 化学方程式



要点提示

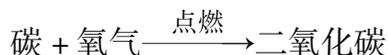
化学方程式, 化学方程式的书写及其计算

在学习质量守恒定律以后, 我们要运用它来学习化学方程式。

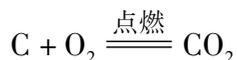


●什么是化学方程式

在前面，我们用文字表示化学反应，例如：



这种式子只能表示哪些物质发生反应，生成了什么物质，但不能表示反应过程的质量关系，而且不简明，不利于国际交流。因此化学家们采用国际通用的化学式来表示化学反应。例如，上述反应可表示为：

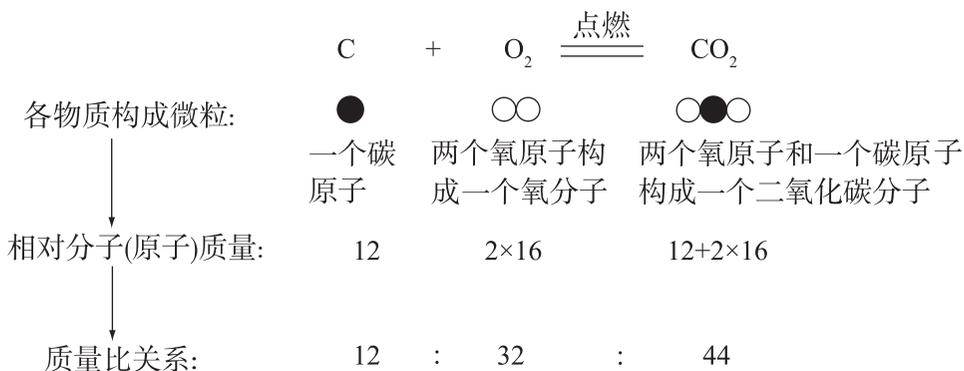


这种用化学式表示化学反应的式子，叫作**化学方程式**，又叫**反应方程式**，简称反应式。其中，参加反应的物质，叫作**反应物**；化学反应后产生的物质，叫作**生成物**。

化学方程式有什么意义呢？

首先，从定性的角度认识，表明了反应物、生成物和反应条件。例如，上面列出的反应，表示反应物是碳和氧气，生成物是二氧化碳，反应条件为“点燃”。

其次，从定量的角度认识，表示各物质的质量关系。仍以上述反应为例：



很明显，每12份质量的碳恰好与32份质量的氧气完全反应，生成44份质量的二氧化碳，这符合质量守恒定律。

●怎样书写化学方程式

书写化学方程式要遵循两个原则：一是以科学实验的事实为根据，写出反应物和生成物的化学式；二是以质量守恒定律为根据，等号两边各种原子的种类和数目必须相同。



现在，请你进行书写化学方程式的练习。

步骤	示例	请练习
1. 根据实验事实，在左、右两边分别写反应物和生成物的化学式	$\text{磷} + \text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{五氧化二磷}$ $\text{P} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{P}_2\text{O}_5$	$\text{铝} + \text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{氧化铝}$
2. 根据质量守恒定律，进行配平，即在有关化学式前配上适当的化学计量数，使反应前后各种元素的原子个数相等	$4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$	
3. 标明反应条件和生成物状态	$4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$	

为了保证所写的化学方程式遵循质量守恒定律，关键在于掌握配平的方法。图 4-22 为你介绍常见的最小公倍数法。

左边写反应物化学式，右边写生成物化学式



$$\text{P} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{P}_2\text{O}_5$$

配平

$$4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$$

标明反应条件

$$4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$$

说明:

右边是 5 个 O 原子，
左边是 2 个 O 原子，
最小公倍数是 10。

故 P₂O₅ 前配 2，
O₂ 前配 5，
因而 P 前配 4。





图 4-22 化学方程式的写法

另外，在第三步骤中，如果反应物中没有气体，而生成物有气体，则后者用“↑”号标明；如果反应物中没有难溶物质，而在生成物中有沉淀，则后者用“↓”号标明。例如：



长话短说

化学方程式是用化学式表示化学反应的式子。

书写时要根据事实并注意配平，适当标明反应条件和生成物状态。

化学方程式所用符号

符号	+	====	Δ	\uparrow	\downarrow
意义	与、和或跟	反应生成	加热	该生成物是气体	该生成物是沉淀



网上学 轻松学习化学方程式

将化学物质的名称制作成化学纸牌，通过物质之间的反应，可以让你轻松学习化学方程式（图4-23）。一边游戏，一边记忆化学方程式，很方便，也很有效。你想试试吗？请你上网搜索相关教程。



图4-23 用于学习化学方程式的化学纸牌



检查站

1. 写出 KClO_3 在 MnO_2 催化下加热分解成 KCl 和 O_2 的化学方程式：

_____。

2. 在化学方程式 $2\text{XY}_2 + \text{Y}_2 = 2\text{Z}$ 中，代号 Z 的化学式是（ ）。

A. XY B. XY_2 C. X_2Y D. XY_3

●怎样根据化学方程式进行计算

既然化学方程式不仅能表明反应物的质量总和与生成物质量总和相等的规律，而且还能表示各反应物与生成物之间质量比的关系，我们便可以根据化学方程式进行一系列的化学计算，从定量方面探究化学变化。例如，计算投入一定质量的原料（反应物），可以生产多少产品（生成物）；或反过来计算要生产一定质量的产品，应投放多少原料等。值得注意的是，按化学方程式的反应物或生成物进行计算时都必须是纯净物的质量。



1. 根据反应物的质量求生成物的质量

例1 在实验室中，将含有 15.3 g 过氧化氢的溶液与少量二氧化锰混合，求过氧化氢完全分解后，生成的氧气质量是多少？

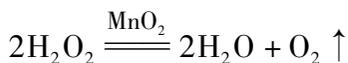
解题步骤

书写格式

(1) 设未知量

解：设生成氧气的质量为 x 。

(2) 确定根据，即写出化学方程式



(3) 找相关量，即列出跟
计算相关的量



(4) 列比例式

$$\frac{2 \times 34}{32} = \frac{15.3 \text{ g}}{x}$$

(5) 求未知量

$$x = \frac{32 \times 15.3 \text{ g}}{2 \times 34} = 7.2 \text{ g}$$

(6) 回答问题

答：可生成 7.2 g 氧气。

请你根据上例的解题步骤和书写格式，练习解答下列其他计算类型的实例。

2. 根据生成物的质量求反应物的质量

例2 用加热氯酸钾与少量二氧化锰混合物的方法，制得氧气 9.6 g，求被分解的氯酸钾的质量是多少？

解题步骤

练习解答

(1) 设未知量

(2) 写反应式

(3) 找相关量

(4) 列比例式

(5) 求未知量

(6) 回答问题

3. 反应物（或生成物）之间质量互求

例3 工业上高温煅烧石灰石（按 CaCO_3 纯净物计算），可制得生石灰（按 CaO 纯净物计算），但同时会产生大量二氧化碳。它是一种温室气体，排进大气中，会影响生态环境。试计算每制得 100 t 氧化钙的同时会产生二氧化碳多少吨？



解题步骤

- (1) 设未知量
- (2) 写反应式
- (3) 找相关量
- (4) 列比例式
- (5) 求未知量
- (6) 回答问题

练习解答

4.4 习题



1. 下列化学方程式书写和配平没有错误或遗漏的是 ()。

A. $2\text{H}_2\text{O}_2 \text{ —— } 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	B. $2\text{Al} + \text{O}_3 \text{ —— } \text{Al}_2\text{O}_3$
C. $\text{S} + \text{O}_2 \uparrow \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2 \uparrow$	D. $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$
2. 下列化学方程式书写有错误的是 ()。

A. $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$	B. $\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{MgO}_2$
C. $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$	D. $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$
3. 配平下列化学方程式:

(1) $\text{P} + \text{O}_2 \text{ —— } \text{P}_2\text{O}_5$	(2) $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \text{ —— } \text{H}_3\text{PO}_4$
(3) $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}$	(4) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4. 火箭推进器中装有液态肼 (N_2H_4) 和过氧化氢 (H_2O_2), 当它们混合反应时, 放出大量的热量, 有关反应方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \text{ —— } \text{X}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, 据此判断 X_2 的化学式是_____。
5. 写出氧化汞受热分解的化学方程式, 并指出反应物和生成物各物质之间的质量比, 计算氧化汞中氧元素的质量分数。每 100 g 氧化汞受热完全分解后, 最多可生成氧气的质量是多少?
6. 用高锰酸钾加热分解法制取氧气, 为了在一般条件下能得到 0.48 L 氧气, 求被分解的高锰酸钾的质量是多少? (按氧气的密度为 $1.43 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 计算)
7. 某城镇 1 天要烧煤 100 t, 其中含碳的质量分数为 80%。计算该城镇 1 年烧煤产生的温室气体的量是多少? (1 年按 360 天计)



精要回放

关键词或词组

水资源 (4.1) 水污染 (4.1) 水的净化和纯化 (4.1)
 硬水 (4.1) 水的物理性质 (4.2) 水的组成 (4.2)
 质量守恒定律 (4.3) 化学方程式 (4.4)



物理性质	无色、无气味的液体
水分子的构成	通过水的电解实验结果分析：水由氢、氧两元素组成，一个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成，化学式是 H_2O
资源	爱护水资源，治理水污染



定义	化学反应中参加反应的各物质质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和
微观解释	化学变化中原子种类、数目、质量三“不变”
分析实验总质量变化现象	反应中有气体生成而离开反应体系，这部分生成物的质量小于反应物的总质量 燃烧反应中，反应物未计入参加反应的氧气，生成物总质量大于部分反应物的质量

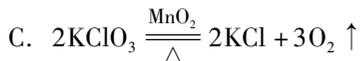
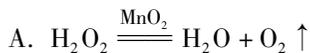


定义	用化学式表示化学反应的式子
书写根据	符合事实和质量守恒定律
书写步骤	(1) 左边写反应物化学式，右边写生成物化学式 (2) 配平 (3) 标明反应条件和生成物状态
涵义	表明反应物和生成物，表明各物质间的质量关系
有关计算	(1) 根据反应物的质量求生成物的质量 (2) 根据生成物的质量求反应物的质量 (3) 反应物或生成物之间的质量互求

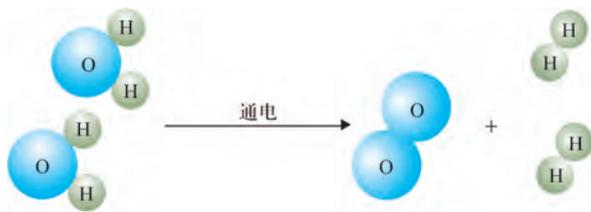


练习题 [四]

1. 前面学习了几种用化学原理制氧气的方法, 这些方法用化学方程式表示如下, 其中没有错误的是 ()。



2. 从右面水分子分解示意图中获得以下信息, 其中不正确的是 ()。



- A. 水是由氢元素和氧元素组成
 B. 化学反应前后元素的种类不变
 C. 在化学变化中, 分子可分, 原子也可分
 D. 1 个水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成
3. 根据前面所学内容, 写出下列反应的化学方程式:

- (1) 为延长白炽灯的使用寿命, 灯泡内常放入极少量的红磷 _____。
- (2) 燃放含硫黄的烟花爆竹时, 会产生一种刺激性的气味 _____。
- (3) 小明点燃木炭为烧烤做准备 _____。
- (4) 照明弹发出强光是因为镁粉被点燃在空气中燃烧 _____。
- (5) 某金属在氧气中燃烧, 现象为剧烈燃烧, 火星四射 _____。
- (6) 用液体加固体在常温下制氧气 _____。
- (7) 用某白色固体制氧气 _____。
- (8) 用某紫黑色固体制氧气 _____。
4. 某有机物燃烧的化学方程式是 $2\text{C}_x\text{H}_y + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 4\text{CO}_2 + y\text{H}_2\text{O}$, 则 $x =$ _____, $y =$ _____。
5. 某实验室需用氧气做实验。现将 26.5 g 氯酸钾与 3.5 g 二氧化锰的混合物加热一定时间后, 冷却称量剩余固体为 20.4 g, 请回答:
- (1) 制得氧气质量为 _____。
- (2) 剩余固体中存在哪些物质? 各为多少?



6. 某煤厂向原煤中加入适量生石灰制成“环保煤”，以减少二氧化硫的排放。燃烧时生石灰吸收二氧化硫的化学方程式为： $2\text{CaO} + m \text{SO}_2 + \text{O}_2 \text{====} m \text{CaSO}_4$ 。请回答下列问题：

(1) m 的值是_____。

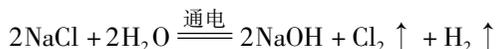
(2) 若煤厂一次共加入含氧化钙 80% 的生石灰 1400 t，则理论上最多可吸收二氧化硫多少吨？

7. 某同学把 1.8 g 不纯的过氧化钙样品（杂质不与水反应）加入盛有足量水的烧杯中，发生了 $2\text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \text{====} 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \uparrow$ 的反应，完全反应后，生成了 0.224 L 氧气（密度为 $1.43 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ）。请计算：

(1) 生成氧气的质量（精确到 0.01 g）。

(2) 该样品含过氧化钙的质量分数。

8. 19 世纪末，人们已经知道将食盐水电解可制得氢氧化钠、氯气和氢气，这种方法可制得很纯的氢氧化钠，反应的化学方程式为：



请回答下列问题：

(1) 从理论上计算电解 1170 kg 食盐，能生产氢氧化钠、氯气和氢气各多少千克？

(2) 所得 H_2 和 Cl_2 可用于制造用途广泛的 HCl ： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 。按上题所得的氯气和氢气制氯化氢，最多是否为 730 kg？不用化学方程式也能直接推算吗？为什么？





第五章 燃料

Chemistry

5.1 洁净的燃料——氢气

5.2 组成燃料的主要元素——碳

5.3 二氧化碳的性质和制法

5.4 古生物的“遗产”——化石燃料

早在几十万年前，人类的祖先就开始知道利用燃料的燃烧反应来取暖和获得熟食，从古至今，燃料都与我们的生活及社会发展密切相关。那么，常见的燃料有哪些呢？

5.1 洁净的燃料——氢气



要点提示

氢气的特性，氢气的燃烧



你知道吗

你知道氢气球爆炸时会烧伤人吗？请阅读以下一则报道，并回答有关问题。

据报道，在某地曾发生一起气球爆炸伤人的事件。当时，有几位同学觉得该市广场上用来悬挂商业广告的大气球挺好玩，便合力把其中一只大气球从空中拉下来，手推脚踢。突然气球“砰”的一声爆炸，一股灼热的烈焰袭来，把几位同学烧伤。后经医院救治，幸未危及生命。造成这起事故的主、客观原因是什么？据此推知氢气应该具有哪些物理性质和化学性质？

氢气究竟有哪些特别的性质呢？请你观察一个有趣的实验。



观察活动

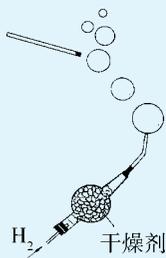


图 5-1 氢气肥皂泡

目的 知道氢气的特性。

【实验 5-1】

项目	观察现象	性质推断
用氢气流 吹肥皂泡		
用燃着的木条 点燃气泡		



●最轻的气体

从氢气肥皂泡迅速上升的现象，你便知道氢气是一种密度比空气小的气体。经过科学实验的测定，已知氢气在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 101.3 kPa 下， 1 L 氢气的质量为 0.090 g ，只有同条件下、同体积空气质量的 $2/29$ ，氧气质量的 $1/16$ ，是物质世界里最轻的气体。

通常状况下，氢气呈气态，在压强为 101.3 kPa ，温度为 $-252\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，呈液态；温度为 $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，变成雪状的固态。熔点和沸点比所有其他常见气体都低。

氢气无色、无气味、难溶于水。

请你用最简短的文字，把氢气的物理性质概括出来：_____。

●氢气的燃烧

当燃着的木条接触氢气肥皂泡时，你会发现它可着火燃烧，这说明氢气是一种可燃的气体。现在，请观察氢气燃烧反应的演示，了解氢气的燃烧产物是什么。



观察活动

目的 观察氢气的燃烧现象。

【实验 5-2】 在带尖嘴的金属导管口点燃纯净的氢气（图 5-2），观察火焰的颜色。把一个冷而干燥的烧杯罩在火焰上方，观察烧杯现象：

氢气在空气里燃烧，火焰为_____色；罩在火焰上方的烧杯内壁上有_____；手触烧杯，感觉_____。

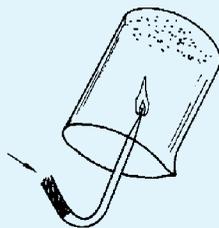
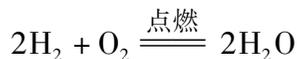


图 5-2 氢气燃烧



氢气在空气里燃烧，实际上是与空气里的氧气发生反应，生成物是水，并放出热量。因此，氢燃料是不产生污染物的洁净燃料。



通过这个实验，你对水的元素组成有哪些再认识？



链接 > 【实验4-6】

你一定会感到奇怪，为什么在进行点燃氢气的实验时，一再强调氢气必须纯净呢？这样做的目的是什么？请再观察一个有趣的爆鸣实验。



观察活动

目的 知道氢气与空气混合后易发生爆炸，从而注意安全使用氢气。

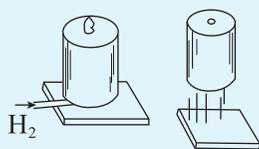


图5-3 点燃氢气和空气的混合物

【实验5-3】 取一个无盖、底部钻一小孔的塑料（纸）筒或杯，用纸团堵住小孔，开口一端朝下，通入一会儿氢气，使筒里的气体为氢气和空气的混合气。把这个筒拿到安全的地方，拔掉堵孔纸团，用燃着的木条在小孔处点火（为安全起见，点火时人要离远一些），注意观察有什么现象出现。



注意安全

现象是：_____。

原来，当氢气与空气混合时，一旦点燃，反应即迅速进行，在极短的时间内放出大量的热，使塑料筒内的气体急剧膨胀，结果发生爆炸。经实验测定，空气里混入氢气的体积为总体积的4.0% ~ 74.2%时，经点燃就会发生爆炸，这个体积分数的范围就是氢气的爆炸极限。



链接 > 第三章 3.3 燃烧条件与灭火原理“爆炸极限”

因此，在使用氢气时，要特别**注意安全**。**点燃氢气前，一定要检验氢气的纯度。**

如何检验氢气的纯度呢？





观察活动

目的 学习检验氢气纯度的方法。

【实验5-4】 收集一小试管氢气，用拇指堵住试管口，使试管口稍向下倾斜，接近酒精灯火焰，再移开拇指点火。

若听到轻微的“噗”声，说明氢气已纯净。

若听到尖锐的爆鸣声，则表明氢气不纯，这时要用拇指按住试管口一会儿，使管内氢气燃烧的火焰熄灭，再行收集氢气、验纯，直至听到轻微“噗”声，才可在导管口处点火。

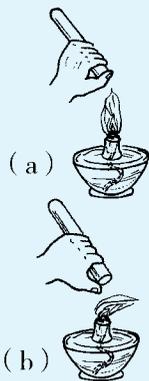


图 5-4 检验氢气纯度

●理想的高能燃料

氢气完全燃烧时，跟空气里的氧气化合成水，同时放出大量的热。这热量有多大呢？据测定，氢的热值为 $1.4 \times 10^8 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，而汽油的热值为 $4.6 \times 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ （请计算：氢气的热值为汽油的多少倍？）。由此可见，氢气的确是难能可贵的既洁净又高能的理想燃料。

目前，液氢已在火箭、航天飞机、导弹和燃氢汽车等方面应用。但由于氢气在制造、贮存和运输等方面还有许多技术问题没有完全突破，所以氢能源尚未得到广泛应用。这些问题有待大家去研究解决。



长话短说

氢气有可燃性。

氢气燃烧的热值高，产物是水，它是理想的高能和洁净燃料。



5.1 习题



- 下列说法不正确的是 ()。
 - 氢气是一种密度最小、无色、无气味、极难溶于水的气体
 - 氢气是一种优良的燃料
 - 氢气点燃的产物是水
 - 含有氢元素的物质都可以做燃料
- 点燃氢气必须验纯的原因是 ()。
 - 氢气的着火点很低
 - 氢气燃烧时会产生大量的热
 - 氢气与空气相混后, 若其含量在爆炸极限范围内, 则点燃会发生爆炸
 - 氢气点燃后产生的水蒸气体积比氢气大
- 在通常状况下, 不能用于鉴别氢气和氧气的方法是 ()。
 - 分别用带火星木条伸入气体
 - 分别将燃着的木条接触气体
 - 分别吹肥皂泡
 - 分别观察颜色、状态、气味
- 氢气是一种理想新能源, 但目前只在火箭发射等少数情况下使用, 主要原因是 ()。
 - 氢气燃烧的产物对环境有影响
 - 制备氢气耗能大、成本高
 - 水资源受到严重污染
 - 燃烧时产生热量低于同质量其他燃料
- 氢能源的开发应用是当今全球性的一个重大研究课题。有研究人员设想“利用太阳能, 以水为原料, 大量生产氢气, 用来作为各种机械的动力燃料”。试回答下列问题:
 - 你认为这一设想能否实现? 若认为能, 请写出有关的两个化学方程式:
 ① _____; ② _____。
 - 氢气作为燃料与现在广泛应用的煤、石油等燃料相比有哪些优点?
 _____。
 - 你认为开发和利用氢能源最需要攻克的难题是什么?
 _____。
- 某市政府明确规定: 在庆典活动中施放氢气球, 必须提前经过审批, 且须在施放地贴出明显的安全标志。据此回答:
 - 用化学知识解释该市政府出台此规定的原因。
 - 最适合在施放地张贴的安全标志是_____。



A



B



C



D



5.2 组成燃料的主要元素——碳



要点提示

碳的单质，碳的燃烧，一氧化碳

跟氢、氧两元素一样，碳元素对人类有十分重要的意义。碳是形成地球上生命现象的基本元素，也是给人类社会提供能源的主要元素。许多含碳的物质早就被人类的祖先用来作燃料，直至现代，以碳元素为主要成分的天然气、煤和石油，仍然是人类社会最基本的常用燃料。

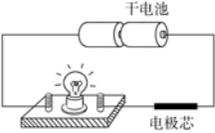
现在，我们来学习一些含碳物质的常识。

● 碳有哪些单质



你知道吗

你知道吗？那璀璨夺目的钻石和灰黑色的干电池电极芯竟然都是含有同一种碳元素组成的单质！前者是**金刚石**，后者的主要成分是**石墨**。你能根据下表所述的用途推测它们的特性吗？

金刚石和石墨的应用		特性推断
无色透明的 金刚石		划玻璃刀头上镶一小粒金刚石，用来裁划玻璃
深灰色有金属光泽、不透明的片状石墨固体		检测石墨电极芯的导电性
铅笔芯是用石墨粉和黏土混合物制成的		比较6H和6B铅笔的软硬性能（信息提示：6B铅笔芯有较多石墨粉，6H铅笔芯含较多黏土）



由于金刚石是自然界中最硬的物质，所以可用来做磨料、地质勘探的钻头和裁玻璃的刀。还由于金刚石经过琢磨加工，折光性强，光彩夺目，又成了贵重的装饰品。

石墨灰黑、质软而滑腻，能导电、导热和耐高温。可用于制铅笔芯，做高温润滑剂、电极和冶炼金属坩埚的材料。

人类还用到由石墨的细小晶体与少量杂质形成的多种**无定形碳**，如焦炭、木炭、活性炭和炭黑。焦炭、木炭是冶金和生活的常用燃料。活性炭疏松多孔，有很强的吸附能力，可做防毒口罩的滤毒层，或做防毒面具的滤毒罐、净水过滤器的吸附材料。炭黑在常温时非常稳定，用炭黑墨汁所绘的画和书写的字经久不变色。

此外，科学家先后发现被称为“富勒烯”和“石墨烯”的碳单质，它们在材料科学、电子工业等方面有广阔的应用前景。



长话短说

金刚石和石墨是天然的碳单质，它们的性质决定了它们的用途；反过来，从它们的用途可以推知相关性质。

物质性质 $\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{决定}} \\ \xleftarrow{\text{推知}} \end{array}$ 物质用途



检查站

从图中的用途，你能推知下列物质各有什么性质吗？



金刚石(地质勘探
钻头、钻石戒指)



石墨(铅笔芯、电极)



活性炭
(防毒面具)



炭黑(中国画)

图 5-5 碳的广泛用途



知识视窗

碳单质的研究进展

金刚石和石墨都是碳单质，但由于内部碳原子的排列方式不同，彼此性质、用途迥异。金刚石中的碳原子相互结合成正四面体型的立体网状结构。石墨中的碳原子在同一平面上以正六边形相互结合形成片层状结构。

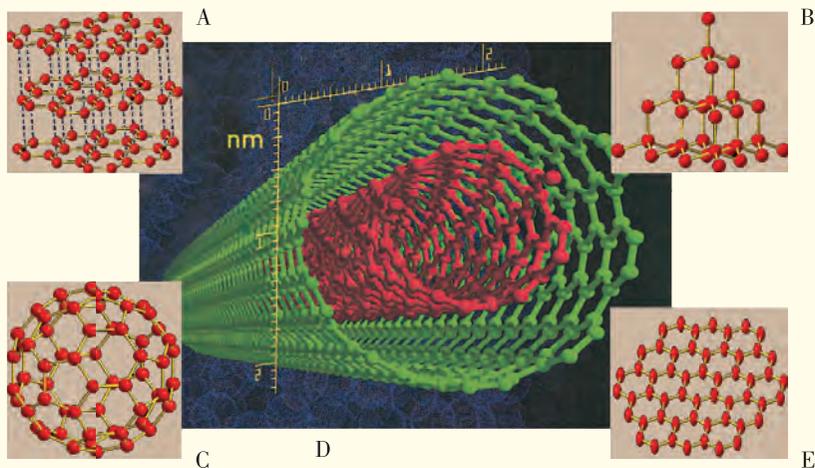


图 5-6 (A) 石墨、(B) 金刚石、(C) 富勒烯、
(D) 碳纳米管、(E) 石墨烯的结构

自 20 世纪 80 年代中期以来，富勒烯、碳纳米管、石墨烯等一系列碳元素的新型同素异形体被陆续发现，它们跟金刚石、石墨的结构有所不同。富勒烯的名称源于建筑学家富勒 (B. Fuller) 的薄壳建筑设计，其“家族”中的 C_{60} 在 20 世纪末成为科学研究领域的明星分子，它和 C_{50} 、 C_{70} 等同样都具有类似于足球的笼状结构。

近年来碳纳米管、石墨烯的研究和应用已经取得许多成果。碳纳米管可看作是由片层结构的石墨卷成的无缝中空纳米级同轴圆柱体，两端由富勒烯半球闭合而成。石墨烯则相当于被层层剥离到只有一个碳原子厚度的单层石墨。2010 年，我国科学家在国际上首次合成出新型纳米碳材料——石墨炔，在纳米碳材料发现史上留下了中国人的足迹。

目前，我国在碳纳米管和石墨烯的精细结构控制、性能调控以及宏量制备方面做出了一系列原创性和引领性工作，在纳米碳材料的规模化制备和产业化方面处于国际领先地位。



●碳燃烧生成什么

你一定感到奇怪，为什么能确定特性迥然不同的金刚石、石墨等都是由碳元素组成的各种单质呢？这是因为它们的燃烧产物都是碳的氧化物。

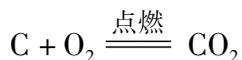
其实，在常温条件下，碳的化学性质是非常稳定的。古代用炭黑制成的墨所绘制的水墨画经久不变色就是实证。但在高温条件下，各种碳单质都会发生燃烧。

碳在高温时发生燃烧，请回忆，你在实验室里亲手做过的木炭在氧气瓶中燃烧的情况：

碳燃烧时有什么现象？_____。

燃烧的产物是什么？_____。

在氧气供给充分时，碳的燃烧是**完全燃烧**，燃烧产物是二氧化碳，热值约为 $3.28 \times 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。



如果氧气供给不足，会发生什么变化呢？请看生活里常见的炉火燃烧。

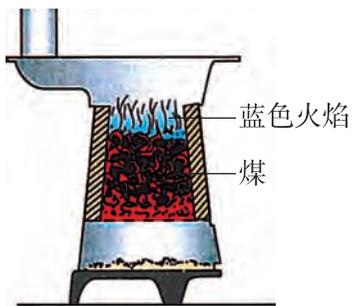


图 5-7 燃烧的炉火

一炉燃烧的煤火或炭火，在炉膛的上部，会出现蓝色的火焰，这火焰是什么物质燃烧的现象？

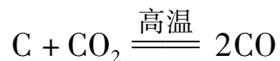
你或许看过报纸或电视报道：某地冬天，有人在室内烤火取暖，由于不注意通风，结果室内的人不知不觉昏迷过去，甚至丧失生命，发生常说的煤气中毒事故。这杀手是谁？它就是一氧化碳！

原来，在氧气供给不足的情况下，碳的燃烧是**不完全燃烧**，产物是一氧化碳，1 kg 碳不完全燃烧产生的热量为 $9.2 \times 10^6 \text{ J}$ ，只有碳的热值的 $1/3.6$ 。

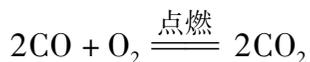




此外，在高温条件下，炽热的碳可使二氧化碳转变成一氧化碳。



一氧化碳是无色、无味、难溶于水的气体。一氧化碳易燃，燃烧时产生蓝色火焰，这就是可在煤炉或炭炉上方观察到的燃烧现象。



在通风不良的室内使用煤炉时，因空气不足，会发生碳的不完全燃烧，产生一氧化碳。大家知道，一氧化碳是有毒的气体，它跟血液中血红蛋白结合的能力很强，使血液失去输氧能力，发生煤气中毒。所以，在室内使用煤炉烤火取暖时，要保证有充分的通风措施，确保安全。

 **链接** > 《生物》或《科学》：血红蛋白与一氧化碳

 **网上学** 请用“煤气中毒”等关键词，上网搜索一则有关煤气中毒事件的报道，了解发生中毒事件的原因，中毒后的主要症状，抢救的注意事项等。

长话短说

碳完全燃烧的产物是二氧化碳；
碳不完全燃烧的产物是一氧化碳。
一氧化碳和二氧化碳能相互转化。



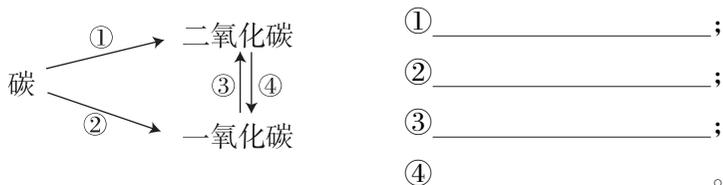
5.2 习题



- 有关金刚石和石墨的下列说法正确的是 ()。
 - 都很软, 可作润滑剂
 - 碳原子的排列方式相同
 - 完全燃烧后的产物都是 CO_2
 - 都是由碳元素形成的物质, 故性质相同
- 下列说法错误的是 ()。
 - 璀璨夺目的钻石是由碳原子构成的
 - 长期未用而难开启的锁, 可在锁孔中加入少量铅笔芯粉末做润滑剂
 - 铅笔芯主要是用铅和少量碳粉制成的
 - 活性炭可用作防毒面具的滤毒剂
- 有关碳的燃烧, 下列说法错误的是 ()。
 - 凡是含碳的物质都能燃烧
 - 碳燃烧的产物是氧化物
 - 碳的几种单质都能燃烧
 - 一氧化碳也能燃烧
- 请从①石墨、②活性炭、③金刚石、④氢气、⑤氧气、⑥炭黑中, 选取相应物质的序号填空。
 - 最清洁的燃料是_____。
 - 可用于冰箱除异味的是_____。
 - 自然界中最硬的是_____。
 - 用于急救病人的气体是_____。
 - 可作干电池电极的是_____。
 - 作耐高温润滑剂的是_____。
 - 作油墨用的是_____。
- 根据含碳物质的衍变填答:
 - 碳的两种氧化物的化学式及碳的化合价分别是
①_____; ②_____。



(2) 完成下列化学方程式:



6. 据媒体报道,某市有人不慎落入干涸水井,因井内缺氧窒息而造成7人死亡的意外事件。消防和卫生部门现场提取井内气体检测,发现井内 CO_2 的含量过高,且混有一些 CO 。请回答下列问题:

(1) 井内气体中_____ (填化学式) 有毒, _____不能供给呼吸。

(2) 请讨论: 如何检验深井是否缺氧? _____

_____。

5.3 二氧化碳的性质和制法



要点提示

二氧化碳的性质和实验室制法, 自然界的碳循环

二氧化碳在空气里的含量虽然不多,但它与自然界和人类社会的关系非常密切。作为含碳燃料燃烧主要产物的二氧化碳有什么性质呢?

● 二氧化碳有何性质

通常情况下,二氧化碳是无色、无气味的气体。在加压和降温条件下,二氧化碳先转变为液体,进而凝固为白色雪状固体,叫作“干冰”。干冰可升华,即由固体直接转化为气体。

为了认识二氧化碳还有哪些重要的性质,请在老师指导下进行实验探究。



图 5-8 干冰





目的 认识二氧化碳的性质。

▶ **实验与事实**

【实验 5-5】 如图 5-9，在大烧杯中放置一个铁皮架，架上固定两支点燃的蜡烛，通过喇叭形纸筒将一瓶二氧化碳向烧杯倾倒。

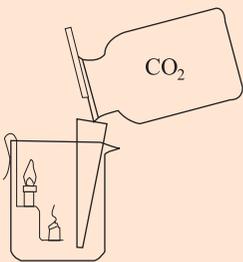


图 5-9 倾倒二氧化碳灭火

观察现象	你的推断
	(1)
	(2)

【实验 5-6】 如图 5-10a, b, c 所示，依次进行以下各步操作：

(1) 往集满二氧化碳的软质塑料瓶里注入约 1/3 瓶蒸馏水，立即旋紧瓶盖，充分振荡，观察现象。

(2) 将瓶内液体倒数毫升至试管中，滴紫色石蕊溶液，振荡，有什么现象？

(3) 再将上述试管加热，又有什么现象？

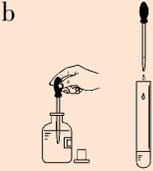
实验	观察现象	你对 CO ₂ 性质的推断
(1)	a 	
(2)	b 	
(3)	c 	

图 5-10 二氧化碳溶于水生成碳酸的检验



【实验 5-7】 如图 5-11 所示，取一支盛有澄清石灰水的试管，通过较长玻璃管，往石灰水里吹一会儿气，有什么现象产生？

观察现象	你对 CO ₂ 性质的推断



图 5-11 往澄清石灰水里吹气

► 解释与结论

通过上述的实验活动，我们认识到二氧化碳具有以下性质：

1. 密度明显大于空气，而且是不支持燃烧的气体。
2. 可溶于水，跟水反应生成碳酸，碳酸不稳定，容易发生分解，受热时气体逸出。



提示信息 >>> 紫色石蕊溶液在酸性溶液中显红色。

3. 跟氢氧化钙反应生成白色的碳酸钙沉淀：



由于上述实验 3 的反应现象明显，所以常用来检验二氧化碳。

请你分析一下，上述事实和结论，哪些属于二氧化碳的物理性质，哪些属于二氧化碳的化学性质？

● 实验室怎样制取二氧化碳

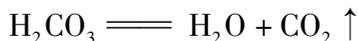
碳燃烧可以得到二氧化碳，但是这种方法所制的二氧化碳既不纯净又难收集。所以，实验室常用稀盐酸跟大理石或石灰石（主要成分是碳酸钙）在常温下反应来制取二氧化碳。这个反应的原理，可以用化学方程式



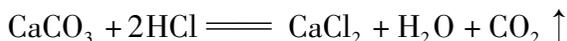
表示如下：



前面的实验已经表明，碳酸不稳定，容易分解成水和二氧化碳：



综合上述两个反应，可得到总的化学方程式是：



现在，我们进一步探讨采用怎样的实验装置，才能更好地制取二氧化碳气体。



目的 学习二氧化碳的实验室制取与检验。

【实验 5-8】

▶ 实验设计

通过制取氧气我们已经知道实验室制取气体的装置包括两部分——发生装置和集气装置，选择什么装置与多种因素有关。对比氧气的制取装置，制取二氧化碳的装置应当如何选择，作出你的设想，填入下表空栏中。

装置分类		制取氧气			制取二氧化碳		
发生装置	产气类型	反应加入物状态	是否加热	实验选用	反应加入物状态	是否加热	装置设想
	固体加热	KMnO ₄ 固体	需加热	固体加热装置			
	固液常温	H ₂ O ₂ 液体加 MnO ₂ 固体	常温	固液不加热装置			
集气装置	集气类型	密度与空气比较	是否溶于水	实验选用	密度与空气比较	是否溶于水	装置设想
	向上排气	大于空气	不易溶于水	向上排气或排水法			
	向下排气						
	排水集气						



▶ 进行实验

1. 仪器选择与组装。

根据你的假设与分析，请参考下列仪器示意图，选择适宜的仪器组装成制取二氧化碳的发生装置和集气装置。



图 5-12 制气备用仪器

利用上图所列仪器或另选仪器，采用不同的组合来制取二氧化碳。

请思考：上述仪器在不同组合中，均用不到的有哪些？为什么？

2. 制取并检验二氧化碳。

通过你的认真分析，选用最简单的仪器，组合成制取二氧化碳气体的装置，制取并检验该气体。

(1) 你能画出由简单仪器组合而成的装置示意图吗？

(2) 进行实验要经历以下步骤：

①检验气密性——②加入药品——③收集气体——④进行验满——⑤检验气体。你能明确每一步骤应当怎样操作吗？



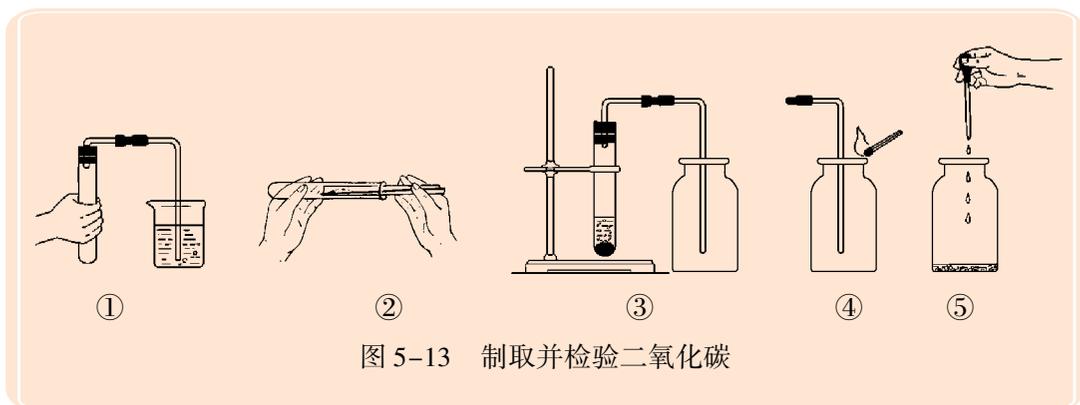


图 5-13 制取并检验二氧化碳



长话短说

1. 二氧化碳在通常状况下是无色无气味的气体；密度约为空气的 1.5 倍；能溶于水（体积比 1 : 1），生成碳酸；不能支持燃烧；能使澄清石灰水变浑浊。

2. 实验室常用石灰石或大理石与稀盐酸在常温条件下反应制取二氧化碳。

● 二氧化碳对人类生活和环境有何影响

二氧化碳虽然在大气中含量不多，但与人类生活和环境的关系十分密切。

二氧化碳有广泛的用途，它是一种化工原料，用于制造汽水、纯碱、化肥等；“干冰”用于人工降雨；灭火器产生的二氧化碳用于灭火。大气里的二氧化碳是植物进行光合作用的基本原料，因而它是保证人类氧气和食物循环供给的重要物质。



链接 ➤ 生物：光合作用的反应物和产物



化工产品



人工降雨



灭火



光合作用



大棚种植

图 5-14 二氧化碳的广泛用途



虽然二氧化碳没有毒性，但它不能供给呼吸，所以人在二氧化碳浓度偏高的环境中，会感到气闷、头痛乃至窒息死亡。更为普遍的问题是：随着全球经济的发展，含碳燃料的消耗急增和森林遭受破坏，大气中二氧化碳含量持续上升，产生了越来越严重的“温室效应”。结果导致全球变暖，带来了严重的环境问题。

温室效应加剧的状况，越来越引起人们的关注，因而加大了控制温室气体排放的力度。发展“低碳经济”，提倡“低碳生活”，这已成为当今社会发展的总趋势。

知识视窗

温室效应、“低碳经济”和“低碳生活”

地球大气层中的 CO_2 及水蒸气等就像温室的玻璃一样，让阳光可以透过，又能吸收地表的红外线辐射，阻止地表热量向外散发，起了保温的作用，人们称为“温室效应”。

这对于生态环境，无疑是必需的。问题在于据科学家统计，20世纪80年代以来，地球的气温逐步升高，温室效应加剧。这是由于近几十年来，一方面工业高速发展，大量使用含碳的化石燃料，排进大气中的 CO_2 迅猛增加；另一方面，能吸收 CO_2 以进行光合作用的森林却因天灾和被乱砍滥伐而不断减少，结果使得大气里 CO_2 的含量明显增加。

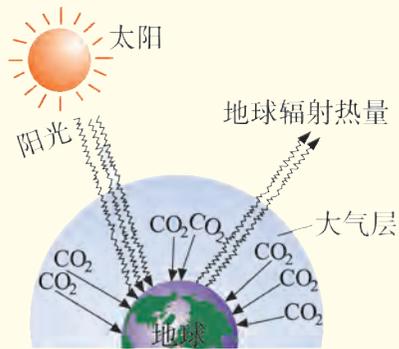


图 5-15 温室效应

温室效应加剧的现象，会对人类的生存环境产生不良影响：由于地球的气温上升，导致冰川融化、海平面升高，淹没沿海的一些城市；引起气候反常，土地变成沙漠；生态环境变坏，生物物种减少，人类健康受到损害。

面对温室效应加剧、全球变暖对人类生存和发展的严峻挑战，“低碳经济”“低碳生活”等理念应运而生。所谓“低碳经济”，是指减少二氧化碳排放的一种经济发展形态。这要求在可持续发展理念指导下，通过技术创新、产业转型和新能源开发等手段，尽可能减少煤炭、石油等高碳能源消耗。“低碳生活”则是指人们生活作息时所耗用的能量要尽量减少，从而降低二氧化碳的排放量。



●自然界中的碳循环是怎样进行的

虽然碳元素在自然界里的含量很少，但它的化合物种类却是最多的。碳在自然界中的循环变化，对于生态环境有极为重要的意义。

图 5-16 是自然界碳循环示意图，请你根据已知的知识，在图中衍变线上补加箭头，以正确表示碳循环各种变化的相互关系，并列出生大气中二氧化碳产生和消耗的途径。

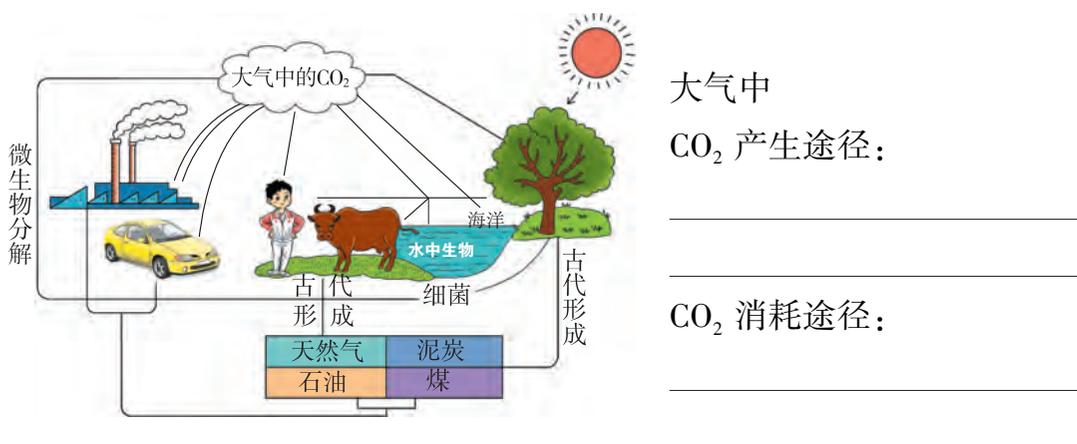


图 5-16 大气中二氧化碳的产生和消耗



实践活动

请同学们组织一次有关“低碳生活”的主题活动，就它的必要性、可行性、现状和具体实施建议进行探讨。

5.3 习题

1. 现有四组气体：①氮气和二氧化碳、②氧气和二氧化碳、③氢气和二氧化碳、④空气和二氧化碳。可用同一试剂加以区别，这种试剂是()。

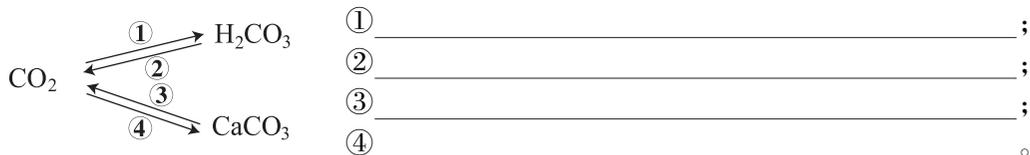
A. 燃着的木条 B. 稀盐酸 C. 澄清石灰水 D. 带火星的木条



2. 列表比较二氧化碳和一氧化碳的性质, 填写下表:

氧化物	化学式	能否跟水生成酸	能否使石灰水变浑浊	能否燃烧	有无毒性
二氧化碳					
一氧化碳					

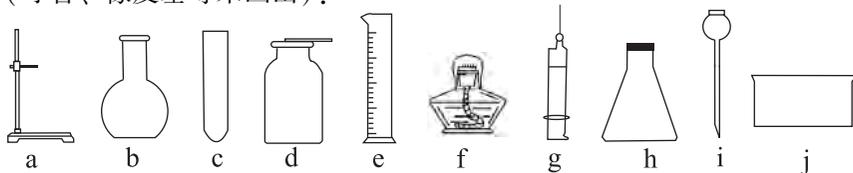
3. 请写出实现下列转化的四个反应的化学方程式:



4. 用线条把彼此相关的性质与功用或危害连接起来。

	性 质	功用或危害
CO ₂	大气中 CO ₂ 的含量增加, 地表热量不易散发	 <p>光合作用 灭火</p>
	固体二氧化碳——干冰升华(直接变成气态)吸热	
	绿色植物在阳光照射下, 把 CO ₂ 和 H ₂ O 转化为糖并放出氧气	 <p>化肥 化工产品 大棚内施 气体肥料</p>
	通常条件下 CO ₂ 不支持燃烧	
	CO ₂ { 与 H₂O 作用生成 H₂CO₃ 与氨水反应生成铵态氮肥 与石灰水反应产生沉淀 } 	
		 <p>人工降雨 温室效应 加剧冰山 融化</p>
CO	可燃性, 燃烧产生热量	重要的气体燃料, 如煤气、水煤气的主要成分 造成生物体内缺氧, 严重时危及生命
	跟血红蛋白极易结合	

5. 请你根据提供的实验仪器和药品, 设计实验室 CO₂ 气体制备的方案。实验仪器如下图所示(导管、橡皮塞等未画出):



供选用的实验药品: ①氯酸钾、②10% 过氧化氢、③大理石、④稀盐酸、⑤稀硫酸、⑥高锰酸钾。

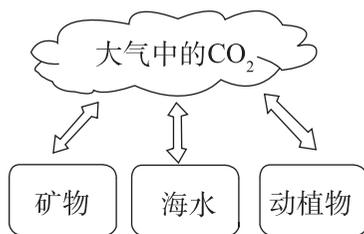
(1) 组装固液产气装置时, 你选用的仪器是 _____; 药品是 _____, 反应的化学方程式是 _____。

(2) 组装集气装置时, 你选用的仪器是 _____, 理由是 _____。



6. 右图是自然界碳循环简图, 请回答:

- (1) 含碳单质矿物燃烧的化学方程式为_____。
- (2) 海水吸收二氧化碳时, 发生反应的化学方程式为_____。
- (3) 植物光合作用时, 二氧化碳和水在光的作用下生成的产物是_____和_____。
- (4) 人类降低空气中二氧化碳含量的研究有两个方向: 一是提倡_____生活, 减少二氧化碳的排放, 另一是_____。



7. 参照图 5-16 的内容, 写一篇科学小品: “分子精灵” 二氧化碳飘游记。

5.4 古生物的“遗产”——化石燃料



要点提示

化石燃料及其综合利用

人类的活动离不开能源, 当今社会, 最主要的能源是化石燃料。

●什么是化石燃料



你知道吗

什么是化石燃料? 请你回答以下问题:

1. 你家中以前使用过什么燃料? 现在使用什么燃料?
2. 你知道摩托车、汽车、轮船、飞机和拖拉机使用什么燃料?
3. 你的家乡有热电厂、冶炼厂吗? 它们使用什么燃料?
4. 我国实施西部大开发的战略, 其中有一项“西气东输”工程, 你知道输的是什么“气”吗?

上述所涉及的燃料有煤、汽油、柴油、石油气、天然气等, 其中石油气、汽油、煤油都来自石油。人们常说的**化石燃料**, 指的就是**煤、石油和天然气**, 它们都是由古代生物的遗骸经过地层深处高温、高压一系列复杂变化而形成的。



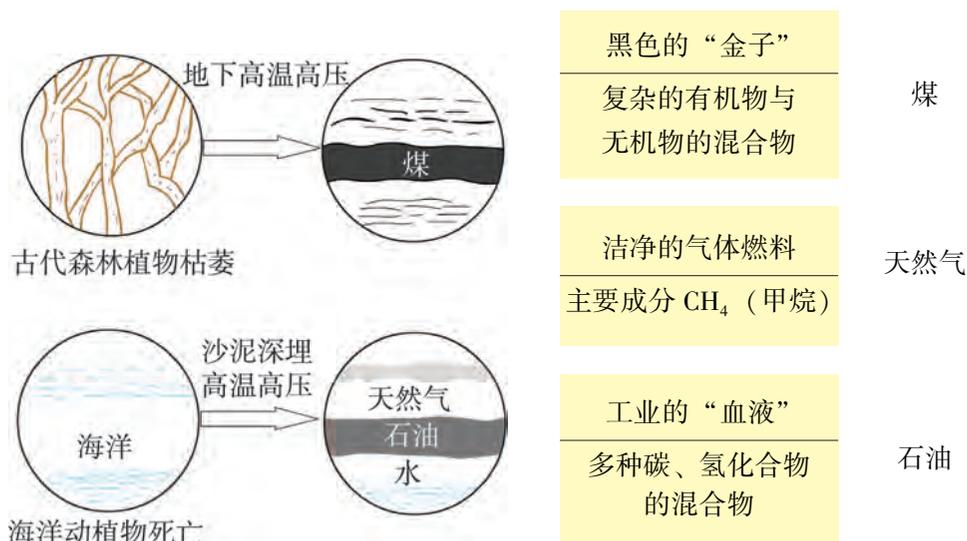


图 5-17 化石燃料的形成

化石燃料是古代生物留下来的珍贵遗产，不能再生，用一点少一点。我国的煤炭蕴藏量较丰富，但储量仅占世界 10% 左右。石油和天然气的蕴藏量更少，曾被说成是“贫油国”。新中国成立后，我国政府十分重视石油资源的勘探和开发，建立起大庆、胜利、中原、塔里木和大港等油田，沿海油田，如南海油田、东海油田也已投产。四川天然气已开发多年，新疆的天然气通过“西气东输”，输送到华北、华东各地。然而，由于我国化石燃料的资源毕竟有限，而且人口众多，对燃料的需求量非常大，相当部分需依靠进口，因此我们必须特别注意资源的节约和有效利用。



图 5-18 东海油田





网上学

请你上网搜索我国化石燃料的储量及当年的产量。

●化石燃料燃烧对环境有何影响？

化石燃料及其加工的产品，在燃烧过程中会产生各种废气、废渣及余热，它们都会污染环境，并导致地球的生态环境受到破坏。

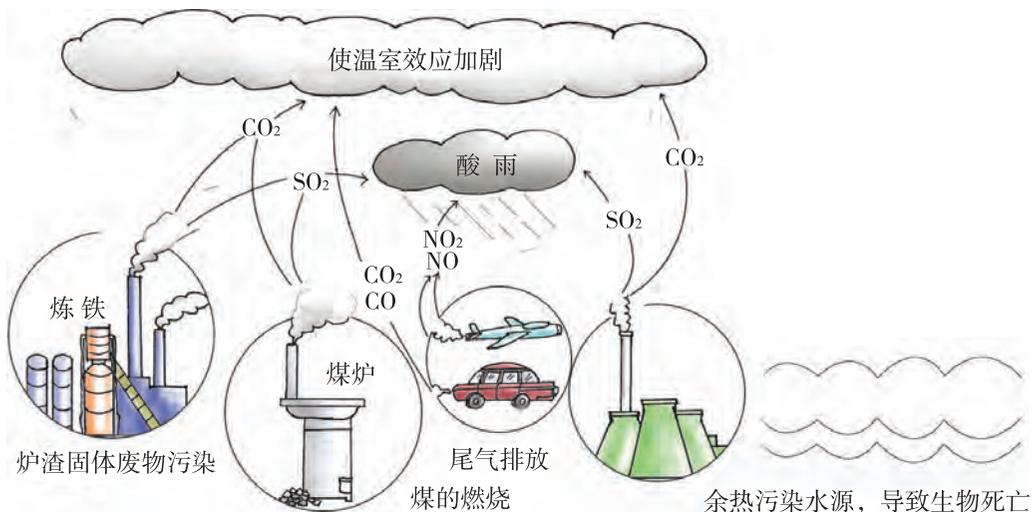


图 5-19 化石燃料燃烧对环境的污染

请仔细观察图 5-19，列出化石燃料燃烧造成环境污染的主要方面：

相比之下，由于天然气主要成分甲烷（ CH_4 ）的含碳量相对较小，燃烧较完全，燃烧产生的二氧化碳比起煤和石油制品相对较少，所以它对大气的污染较轻，通常称为“清洁能源”。

●化石燃料的综合利用

通过前面的学习可知：一方面，化石燃料的资源不能再生，十分宝贵；另一方面，将它们当作燃料烧掉，不仅造成环境污染，而且造成资源浪费。因此，我们要走科学发展的道路，综合利用化石燃料资源。



· 煤的综合利用 ·

将煤隔绝空气加强热称为煤的干馏或炼焦，从中可以得到多种多样的产品。

焦炉煤气的成分主要有 H_2 、 CH_4 、 CO 等，是一种较为经济、洁净、燃烧效率高的燃料。

此外，煤还可以通过一定的方法转化成汽油、乙醇和气体燃料。



图 5-20 煤的干馏产物及其应用

· 石油的综合利用 ·

人们一般不直接用石油作燃料，而是利用它的组分沸点不同，把它加热蒸馏而分开，称为分馏。分馏得到的各种产品中，有的是化工原料，有的是工业生产、交通运输和人民生活使用的燃料。



图 5-21 石油炼制的产品

观察活动

目的 观察石油馏分的燃烧现象。

【实验 5-9】

在 4 个蒸发皿中，用滴管分别各加入 10 滴汽油、煤油、柴油和润滑油，观察它们的燃烧现象，并请给出这种现象和馏分沸点范围相互关系的结论。

馏分名称	汽油	煤油	柴油	润滑油
馏分的沸点范围	30 ~ 160℃	160 ~ 220℃	220 ~ 350℃	> 350℃
燃烧现象				



结论

【实验 5-10】

点燃一盏煤油灯，通过调节灯芯或掩蔽空气进入孔的办法，观察煤油的完全燃烧和不完全燃烧现象，并说明出现这种现象的原因。

石油分馏出来的某些成分，经催化、加热分解等化学变化，生成气态的碳氢化合物，用它们来制造多种多样的合成纤维、橡胶、塑料、化肥、农药、溶剂、洗涤剂 and 医药等。

你听说过我国多个地方兴建“30 万吨乙烯工程”，甚至“90 万吨乙烯工程”吗？它们都是石油综合利用的重大工程。



图 5-22 石油综合利用的产物

知识视窗

“可燃冰”

近来，科学家发现：在深海底有一种外形似冰、能够燃烧的固体，它就是甲烷分子被水分子包围而成的物质，人们称它为“可燃冰”。我国南海和东海海底有巨大的“可燃冰”带。



经过科学家们研究获知：燃烧 1 m^3 的“可燃冰”，相当于燃烧 164 m^3 的天然气所释放的能量。估计全球“可燃冰”提供的总能量是煤、石油、天然气总和的 2~3 倍。2017 年 5 月 18 日，我国宣布在南海北部神狐海域试采“可燃冰”成功，成为世界首个稳定开采这种能源的国家。

5.4 习题



- 下列各项不属于化石燃料的是 ()。
 - 天然气
 - 水煤气
 - 石油
 - 烟煤
- 下列说法错误的是 ()。
 - 化石燃料是古代生物遗骸经地层深处高温、高压复杂变化而形成的
 - 化石燃料主要成分都含有碳和氢元素
 - 化石燃料燃烧都生成 CO_2 和 H_2O
 - 化石燃料燃烧为人类提供能量，也带来对环境的污染
- 下列化石燃料及产品的加工和利用，不属于化学反应的是 ()。
 - 石油分馏
 - 煤的干馏
 - 天然气燃烧
 - 石油分解
- 碳和氢元素组成的物质完全燃烧时，碳元素转变成二氧化碳，氢元素转变成水。管道煤气的主要成分是 H_2 、 CH_4 和 CO ，请书写它们各自完全燃烧的化学方程式。
- 在路上，常常可以见到有些行驶中的汽车尾部喷着浓浓的黑烟。请回答：那浓烟中的黑色颗粒物是什么？为什么会出现这种现象？
- 化石燃料燃烧产生大量 CO_2 。大气中 CO_2 含量过高会导致温室效应等环境问题。
 - 现在提倡“低碳生活”，主要是为了减少含碳能源消耗，从而减少碳氧化物的排放。要从根本上减缓温室效应，可采取的措施是_____。
 - 天然气（主要成分为 CH_4 ）完全燃烧的化学方程式是_____。
 - 计算 1 g CH_4 完全燃烧产生 CO_2 的质量 m （精确到 0.01 g ）。
 - 从下表数据分析，与煤相比，用天然气做燃料的优点是_____。

物质	1 g 物质完全燃烧产生 CO_2 的质量	1 g 物质完全燃烧放出的热量
CH_4	m	56 kJ
C	3.67 g	32 kJ



精要回放

关键词和词组

氢气 (5.1) 金刚石 (5.2) 石墨 (5.2) 无定形碳 (5.2)
 一氧化碳 (5.2) 二氧化碳 (5.2) 完全燃烧 (5.2)
 不完全燃烧 (5.2) 温室效应 (5.3) 化石燃料 (5.4)



氢气 { 无色、无气味、最轻的气体，难溶于水
 可燃性： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$
 是洁净的高能燃料



碳的单质 { 天然的碳单质：金刚石和石墨
 完全燃烧 $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$
 不完全燃烧 $2\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}$
 用途 { 木炭做燃料，活性炭做吸附剂等
 石墨做电极、制铅笔和坩埚等
 金刚石做钻头、磨料、饰物等



碳的氧化物 { CO_2 { 性质 { 无色、无气味、密度比空气大的气体。一般不支持燃烧
 可溶于水，生成碳酸 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
 与石灰水反应 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 制法 { 反应原理： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 实验装置：固液不加热装置
 收集方法：向上排空气法
 用途：化工原料、人工降雨、灭火、光合作用等
 CO { 有毒、无色、无气味、难溶于水
 可燃性 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$



化石燃料 { 煤
 石油
 天然气 } 燃烧与环境的
 综合利用

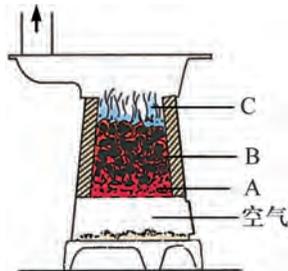


练习题 [五]

- 下列物质与空气混合，接触到明火，有发生爆炸危险的是（ ）。
①氢气 ②汽油蒸气 ③面粉尘 ④棉尘 ⑤天然气
A. ① B. ①②⑤ C. ①②③⑤ D. ①②③④⑤
- 煤如果不完全燃烧，则排放出的有毒气体是（ ）。
A. SO_2 B. CO C. SO_2 和 CO D. CO 和 CO_2
- 下列有关二氧化碳的说法中，正确的是（ ）。
A. 干冰用于人工降雨
B. 二氧化碳气体通入紫色石蕊试液中，溶液变蓝
C. 用块状石灰石和稀硫酸迅速制备大量二氧化碳
D. 将燃着的木条伸入集气瓶火焰立即熄灭，证明瓶内原有气体是二氧化碳
- 用下列方法鉴别二氧化碳和氢气，其中不可取的是（ ）。
A. 分别检验气体的可燃性 B. 分别通入石灰水中
C. 分别填充气球放飞 D. 观察两种气体的颜色、气味
- 鉴别 CO 、 O_2 、 CO_2 三种气体，最简便的方法是（ ）。
A. 用燃着的木条分别接触导出的气体 B. 将气体分别通入澄清石灰水
C. 将气体分别通入石蕊溶液 D. 试验三种气体的溶解性

- 煤炉里，煤燃烧时由下至上会发生一系列化学反应。右图中 A、B、C 处分别发生不同的主要反应，试写出它们的化学方程式：

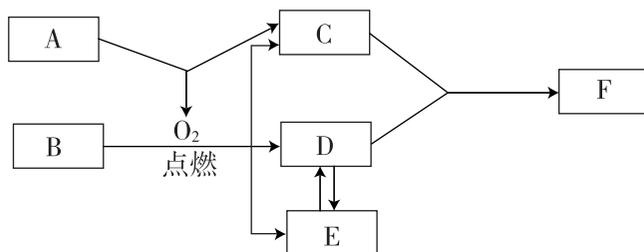
A 处 _____；
B 处 _____；
C 处 _____。



- 有一瓶气体，它由氢气、二氧化碳、一氧化碳和甲烷中的一种或几种组成。用它进行以下实验：
 - 将该气体通过足量澄清石灰水，未见出现沉淀。
 - 在导管口将该气体点燃，该气体安静燃烧，火焰呈蓝色。用一个冷而干燥的烧杯罩在火焰上，烧杯壁上出现水珠；把烧杯迅速倒转过来，注入少量澄清石灰水，石灰水变浑浊。用化学式填空回答问题：
 - 该气体中一定没有_____。
 - 该气体的组成可能是（有几种可能就填几种，可不填满）：
①_____；②_____；③_____；④_____……



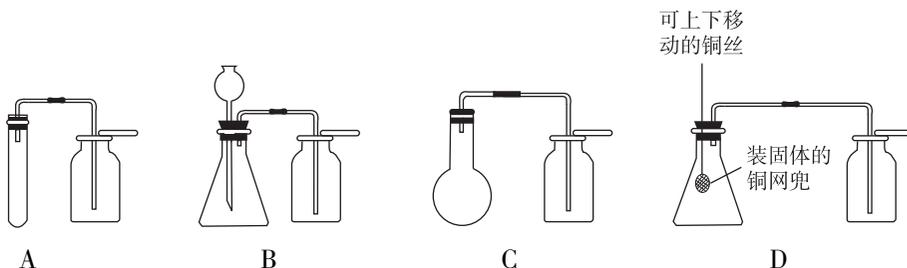
8. 根据下列方框图简答：



已知：A、B、C、D、E 都由两种元素组成；A、B、C 含有同种元素；A、C、D、E 含有同种元素；B 是广泛应用的清洁能源；D、E 所含元素种类相同；F 含有 A ~ E 的所有元素。

试推断各物质的化学式：A. _____, B. _____, C. _____,
D. _____, E. _____, F. _____。

9. 四位同学根据提供的实验仪器，设计了四套制取和收集二氧化碳的装置。



请你对设计的装置进行交流评价。其中可能收集不到二氧化碳气体的装置是 _____；能够使反应随时停止和发生的装置是 _____。

气体发生和收集装置的选择依据 { 发生装置： _____，
收集装置： _____。

10. 温室里欲制 224 L CO₂ (按标准状况计算，CO₂ 密度为 1.964 g · L⁻¹) 备用，至少需要多少含杂质 20% 的石灰石与足量稀盐酸反应？



学生实验活动记录和报告

实验一 化学实验简单的基本操作

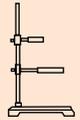
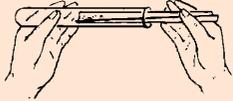
姓名：_____ 年级：_____ 日期：_____

内容链接：请结合课文 P8 ~ 12 的化学仪器和实验基本操作内容，进行如下的练习。

目的：_____

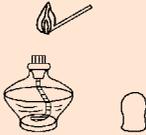
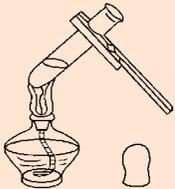
仪器：_____

药品：_____

常用仪器 平面示意图									
填答名称									
分项	操作练习要求			示意图		完成情况			
一、 药品 取用	取用 粉状 固体	用药匙取少量食盐，置于折好的纸槽中，平插入试管，再竖倒于试管底部，并将试管放在试管架上。							
	取用 粒状 固体	用镊子取一粒石灰石，水平拿试管，将粒状物放在试管内壁，再竖立试管，让粒状物滑至底部。							
	倾倒 液体	将小口瓶中的液体按操作要求倒入试管约 2 ~ 3 mL，再将瓶塞盖回小口瓶。							
	滴取 液体	将带胶头滴管的滴瓶里的液体按操作要求滴入试管内约 1 mL。							
	量取 液体	用量筒量取 5 mL 水，倒进上述已取用的装有少量食盐的试管中，振荡，促进溶解。							



续表

分项	操作练习要求	示意图	完成情况
二、酒精灯的使用	点燃 熄灭 酒精灯 用火柴或打火机点燃酒精灯，再熄灭酒精灯火焰。		
	用酒精灯加热固体 用镊子夹一小块铜片放在酒精灯外焰处加热，观察到铜片_____的现象。		
	用酒精灯加热试管内的液体 按规范要求，用试管夹夹住装有约 1/3 试管水的试管，用酒精灯外焰加热试管。		
三、玻璃仪器洗涤	1. 将试管内废液倒入废液缸（杯）内，注入半试管水振荡后倒掉再注水，反复数次。 2. 用试管刷轻轻旋入试管，刷时小心上下旋动。		
活动后反思	1. 通过本次实验操作的练习，你学会了上面所列的各项基本操作吗？各有哪些注意事项？ 2. 本次实验的各项操作中，你认为哪些比较难？难在哪里？打算怎样进一步学习？		



实验二 氧气实验室制取、性质与物质燃烧的条件

姓名：_____ 年级：_____ 日期：_____

内容链接：请结合课文 P69、P76 ~ 77 和 P80 ~ 81 有关氧气制取、性质和物质燃烧的条件的内容，开展如下实验。

目的：_____

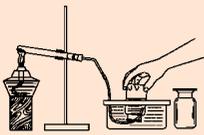
仪器：_____

药品：_____

项目	示意图	实验步骤	现象	理解或解释
一、加热高锰酸钾制取氧气		<p>1. 实验装置的准备：</p> <p>(1) 准备试管和具塞导管，首先必须_____。</p> <p>(2) 试管内装入少量高锰酸钾，试管口内应_____^①；加塞，固定于铁架台，管口应_____^②。</p> <p>(3) 备好如左图的方法装置准备集气。这时，导气管不能_____。</p>	<p>▲手握试管，导管伸入烧杯内水中，观察到_____。</p> <p>放开握试管的手时，又见插入水中的导管内液面_____。</p>	<p>▲简析步骤(2)的原因：</p> <p>①_____</p> <p>_____；</p> <p>②_____</p> <p>_____。</p>



续表

项目	示意图	实验步骤	现象	理解或解释
一、加热高锰酸钾制取氧气		2. 进行制取氧气的操作: (1) 装置如左图, 点燃酒精灯, 加热时先_____, 再_____。 (2) 导气管开始放出气泡时_____, 待气泡_____时再伸入集气瓶集气, 集满气后用玻片盖好取出摆正, 收集两瓶。 (3) 停止加热前应_____, 再熄灭酒精灯。	▲酒精灯外焰集中加热盛药品的部位后, 观察受热试管内的现象是: _____。 _____。 水槽内导气管的现象是: _____。 _____。	▲简析各步骤的原因: (1) _____。 (2) _____。 (3) _____。 _____。 ▲用文字表达式表示本实验反应的原理: _____。 _____。
二、验证氧气的化学性质		1. 稍移开一瓶氧气的盖玻片, 将带火星的木条伸入瓶口, 观察现象, 立即再盖紧盖玻片。	观察到: _____。 _____。 _____。	实验中带火星的木条发生的现象说明了什么? _____。 _____。
		2. 用镊子夹一小块木炭, 在酒精灯焰上烧至红热, 放入燃烧匙中, 伸入上述集气瓶里。	观察到: _____。 _____。 _____。	用文字表达式表示左述实验反应的原理: _____。 _____。
		3. 在螺旋状的细铁丝末端系上火柴杆, 用坩埚钳夹住铁丝点燃火柴杆, 至其快烧尽时, 伸入充满氧气且瓶底有少量水 (或铺少量沙子) 的集气瓶中。	观察到: _____。 _____。 _____。	用文字表达式表示铁丝在氧气中发生化学反应的原理: _____。 _____。



续表

项目	示意图	实验步骤	现象	理解或解释
三、认识燃烧需要具备的条件		1. 用镊子分别夹一小块石头和一块木片在酒精灯火焰上加热。	观察到： _____ _____ _____。	说明燃烧首先需要的条件是_____ _____。
		2. 点燃两段蜡烛，一支敞放在空气中，另一支用大烧杯罩住。	观察到： _____ _____ _____。	燃烧还必须具备的条件是_____。
		3. 各夹蜡烛、木炭和小煤块在酒精灯火焰上加热，看哪种物质易点燃，哪种不易点燃。	观察到： _____ _____ _____。	说明燃烧需要的另一个条件是_____ _____, 而且各种可燃物要求的温度_____。

活动后
反思

1. 你已经学习了哪几种制备氧气的化学方法?
2. 如何检验一瓶无色无味的气体是不是氧气? 如果用排空气法收集氧气, 怎样知道它已集满?
3. 从实验项目三发现, 可燃物在空气中点火才能燃烧。那么, 点火是不是燃烧的一个必备的条件呢? 你是怎样理解的?



实验三 二氧化碳实验室制取与性质

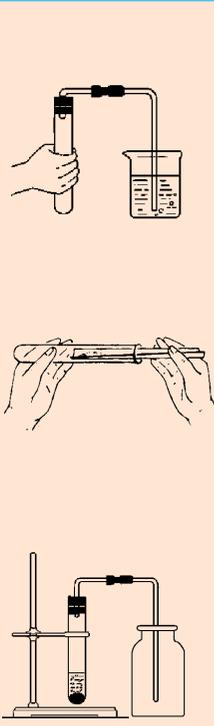
姓名：_____ 年级：_____ 日期：_____

内容链接：请结合课文 P135 ~ 140 有关二氧化碳制取和性质的内容，开展如下实验：

目的：_____

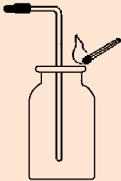
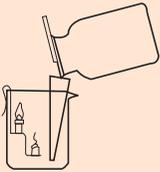
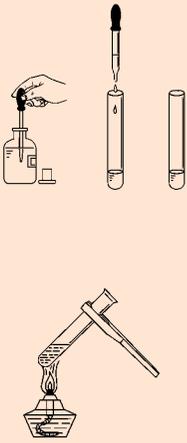
仪器：_____

药品：_____

项目	示意图	实验步骤	现象	理解或解释
一、实验室制取二氧化碳		<p>1. 用具塞带导气管的试管制备气体，首先必须_____。</p> <p>2. 按操作要求在大试管中加入_____，将试管固定在铁架台上，连接好_____法的集气装置。</p> <p>3. 打开试管塞倒入 6 mL _____，迅速盖好胶塞，收集二氧化碳气体。</p>	<p>▲步骤 1 应观察到的现象是</p> <p>_____</p> <p>_____。</p> <p>▲步骤 3 应观察到反应试管内的现象是</p> <p>_____</p> <p>_____。</p>	<p>▲为什么实验室可以用左列的产气装置和集气装置来制取二氧化碳气体？</p> <p>_____</p> <p>_____。</p> <p>▲左列方法发生反应制取二氧化碳的反应原理用化学方程式怎样表示？</p> <p>_____</p> <p>_____。</p>



续表

项目	示意图	实验步骤	现象	理解或解释
一、实验室制取二氧化碳		4. 用 _____ 靠近集气瓶口检验气体是否集满。 ▲共收集二氧化碳一玻璃集气瓶和一矿泉水塑料瓶。	▲步骤 4 验满时观察到的现象是 _____。 _____。	▲为什么可以用步骤 4 的方法检验二氧化碳已经集满？ _____ _____。
二、认识二氧化碳的物理性质和化学性质		1. 如图，在铁皮架上固定两小截蜡烛，点燃，安放在烧杯内，通过喇叭形纸筒倒入一瓶二氧化碳。	观察到： _____ _____。	实验 1 说明二氧化碳有 _____ 的物理性质和 _____ 的化学性质。
		2. (1) 往集满二氧化碳的矿泉水塑料瓶中注入约 1/3 瓶蒸馏水，旋紧瓶盖，充分振荡。	观察到： _____ _____。	实验 2 说明二氧化碳具有 _____ 的物理性质和 _____
		(2) 将上述塑料瓶内的液体倒 3 mL 于小试管中，另取同样小试管倒入 3 mL 蒸馏水，分别滴入数滴紫色石蕊试液，振荡。 (3) 将上述滴入石蕊试液且溶有二氧化碳的试管，在酒精灯火焰上加热至沸腾。	观察到： _____ _____。 观察到： _____ _____。	的 化学性质。 二氧化碳溶于水发生反应生成 _____，该物质 _____ 稳定。可用化学方程式表示为 _____。



续表

项目	示意图	实验步骤	现象	理解或解释
二、认识二氧化碳的物理性质和化学性质		3. 取一支盛有澄清石灰水的试管，插入玻璃管或塑料管，往石灰水里吹一会儿呼出的气体。	观察到： _____ _____ _____。	实验3 说明二氧化碳具有_____的化学性质，反应方程式是_____； 此反应常用于_____。
活动后反思		1. 比较一下实验室通常制取二氧化碳和氧气的产气和集气装置有何不同？为什么会有不同？ 2. 为什么不用燃烧木炭这种更简易的方法来制取二氧化碳？ 3. 较全面而简要地归纳二氧化碳的物理性质和化学性质。		



附录

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	Pr	镨	140.90765
Ag	银	107.8682	H	氢	1.00794	Pt	铂	195.084
Al	铝	26.9815386	He	氦	4.002602	Pu	钷	[244]
Am	镅	[243]	Hf	铪	178.49	Ra	镭	[226]
Ar	氩	39.948	Hg	汞	200.59	Rb	铷	85.4678
As	砷	74.92160	Ho	钬	164.93032	Re	铼	186.207
At	砹	[210]	I	碘	126.90447	Rh	铑	102.90550
Au	金	196.966569	In	铟	114.818	Rn	氡	[223]
B	硼	10.811	Ir	铱	192.217	Ru	钌	101.07
Ba	钡	137.327	K	钾	39.0983	S	硫	32.065
Be	铍	9.012182	Kr	氪	83.798	Sb	锑	121.760
Bi	铋	208.98040	La	镧	138.90547	Sc	钪	44.955912
Bk	锫	[247]	Li	锂	6.941	Se	硒	78.96
Br	溴	79.904	Lu	镥	174.9668	Si	硅	28.0855
C	碳	12.0107	Lr	铪	[262]	Sm	钐	150.36
Ca	钙	40.078	Md	镆	[258]	Sn	锡	118.710
Cd	镉	112.411	Mg	镁	24.3050	Sr	锶	87.62
Ce	铈	140.116	Mn	锰	54.938045	Ta	钽	180.94788
Cf	锎	[251]	Mo	钼	95.96	Tb	铽	158.92535
Cl	氯	35.453	N	氮	14.0067	Tc	锝	[98]
Cm	锔	[247]	Na	钠	22.98976928	Te	碲	127.60
Co	钴	58.933195	Nb	铌	92.90638	Th	钍	232.03806
Cr	铬	51.9961	Nd	钕	144.242	Ti	钛	47.867
Cs	铯	132.9054519	Ne	氖	20.1797	Tl	铊	204.3833
Cu	铜	63.546	Ni	镍	58.6934	Tm	铥	168.93421
Dy	镝	162.500	No	锘	[259]	U	铀	238.02891
Er	铒	167.259	Np	镎	[237]	V	钒	50.9415
Es	镱	[252]	O	氧	15.9994	W	钨	183.84
Eu	铕	151.964	Os	锇	190.23	Xe	氙	131.293
F	氟	18.9984032	P	磷	30.973762	Y	钇	88.90585
Fe	铁	55.845	Pa	镤	231.03588	Yb	镱	173.054
Fm	钔	[257]	Pb	铅	207.2	Zn	锌	65.38
Fr	钫	[223]	Pd	钯	106.42	Zr	锆	91.224
Ga	镓	69.723	Pm	镉	[145]			
Gd	钆	157.25	Po	钋	[209]			

说明: 1. 本表引自 2011 年国际原子量表, 以 $^{12}\text{C}=12$ 为基准。

2. 加括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。



附录二 部分化学名词汉英索引

(Index)

C			J		
臭氧	ozone	71	金刚石	diamond	129
纯净物	pure substance	34	K		
催化剂	catalyst	74	空气	air	30
D			L		
单质	elementary substance	61	离子	ion	53
氮气	nitrogen	32	M		
电子	electron	48	煤	coal	144
E			Q		
二氧化碳	carbon dioxide	135	氢气	hydrogen	124
F			R		
反应物	reactant	115	燃烧	combustion	82
分解反应	decomposition reaction	78	S		
分子	molecule	40	生成物	product	115
分子式	molecular formula	87	石墨	graphite	129
H			石油	petroleum	144
核电荷	nuclear charge	49	水	water	98
化合反应	combination reaction	70	水污染	water pollution	101
化合价	valence	89	T		
化合物	compound	61	碳	carbon	129
化石燃料	fossil fuel	144	天然气	natural gas	144
化学变化	chemical change	17	W		
化学反应	chemical reaction	17	温室效应	greenhouse effect	141
化学方程式	chemical equation	115	物理变化	physical change	16
化学式	chemical formula	87	物理性质	physical property	20
化学性质	chemical property	20			
混合物	mixture	34			



X		
稀有气体	noble gas	33
相对分子质量	relative molecular mass	92
相对原子质量	relative atomic mass	52
Y		
氧化物	oxide	61
氧气	oxygen	68
一氧化碳	carbon monoxide	134
硬水	hard water	106
元素	element	56
元素符号	atomic symbol	58

元素周期表	Periodic Table of the Elements	59
原子	atom	45
原子核	atomic nucleus	48
原子结构	atomic structure	48
Z		
质量守恒定律	law of conservation of mass	112
质子	proton	48
中子	neutron	48



元素周期表

周期	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0		
1	1 H 氢 1.008															2 He 氦 4.0026		
2	3 Li 锂 6.94	4 Be 铍 9.0122										5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007	8 O 氧 15.999	9 F 氟 18.998	10 Ne 氖 20.180	
3	11 Na 钠 22.990	12 Mg 镁 24.305										13 Al 铝 26.982	14 Si 硅 28.085	15 P 磷 30.974	16 S 硫 32.06	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95	
4	19 K 钾 39.098	20 Ca 钙 40.078	21 Sc 钪 44.956	22 Ti 钛 47.867	23 V 钒 50.942	24 Cr 铬 51.996	25 Mn 锰 54.938	26 Fe 铁 55.845	27 Co 钴 58.933	28 Ni 镍 58.693	29 Cu 铜 63.546	30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.723	32 Ge 锗 72.630	33 As 砷 74.922	34 Se 硒 78.971	35 Br 溴 79.904	36 Kr 氪 83.798
5	37 Rb 铷 85.468	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.906	40 Zr 锆 91.224	41 Nb 铌 92.906	42 Mo 钼 95.95	43 Tc 锝 101.07	44 Ru 钌 101.07	45 Rh 铑 102.91	46 Pd 钯 106.42	47 Ag 银 107.87	48 Cd 镉 112.41	49 In 铟 114.82	50 Sn 锡 118.71	51 Sb 锑 121.76	52 Te 碲 127.60	53 I 碘 126.90	54 Xe 氙 131.29
6	55 Cs 铯 132.91	56 Ba 钡 137.33	57-71 镧系	72 Hf 铪 178.49	73 Ta 钽 180.95	74 W 钨 183.84	75 Re 铼 186.21	76 Os 锇 190.23	77 Ir 铱 192.22	78 Pt 铂 195.08	79 Au 金 196.97	80 Hg 汞 200.59	81 Tl 铊 204.38	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.98	84 Po 钋	85 At 砹	86 Rn 氡
7	87 Fr 钫	88 Ra 镭	89-103 锕系	104 Rf 钅𠅎	105 Db 钅𠅍	106 Sg 钅𠅎	107 Bh 钅𠅏	108 Hs 钅𠅐	109 Mt 钅𠅑	110 Ds 钅𠅒	111 Rg 钅𠅓	112 Cn 钅𠅔	113 Nh 钅𠅕	114 Fl 钅𠅖	115 Mc 钅𠅗	116 Lv 钅𠅘	117 Ts 钅𠅙	118 Og 钅𠅚
镧系元素	57 La 镧 138.91	58 Ce 铈 140.12	59 Pr 镨 140.91	60 Nd 钕 144.24	61 Pm 钷	62 Sm 钐 150.36	63 Eu 铕 151.96	64 Gd 钆 157.25	65 Tb 铽 158.93	66 Dy 镝 162.50	67 Ho 铥 164.93	68 Er 铒 167.26	69 Tm 铥 168.93	70 Yb 镱 173.05	71 Lu 镱 174.97			
锕系元素	89 Ac 锕	90 Th 钍 232.04	91 Pa 镤 231.04	92 U 铀 238.03	93 Np 镎	94 Pu 钷	95 Am 镅	96 Cm 锔	97 Bk 锫	98 Cf 锿	99 Es 镱	100 Fm 镆	101 Md 钺	102 No 铈	103 Lr 铈			

26 ———— 原子序数
Fe ———— 元素符号
元素中文名称——铁
55.845 ———— 相对原子质量



修订说明

本次修订的依据是国家颁布的《中长期教育改革和发展规划纲要》和《义务教育化学课程标准》（2011年版）。修订后的教材体现时代精神，贯彻以提高学生科学素养为主旨的教育理念，落实“知识与技能、过程与方法、情感·态度·价值观”的课程目标，突出化学核心知识，加强化学基本实验技能训练，激发学生学习化学的兴趣，培养学生的科学探究能力和创新精神，实施以学生为主体的探究学习方法，使学生在化学课程的学习中受到全面而扎实的基础素质教育。

本书主要编写者包括：汪朝阳、肖常磊、刘平、朱路雯、谈鲲、朱莹莹、李硕等。

本书的编写和修订得到了很多专家的指导和审阅，在多年使用过程中也有许多教研员和教师对本书提出过宝贵意见，特此致以最真诚的感谢！

编者

2014年6月

