



义务教育教科书

# 化学

九年级 上册

义务教育教科书

化学

九年级上册

## 义务教育教科书

责任编辑：范增民 王 源

封面设计：武 斌

王 琦

丽 子



绿色印刷产品

义务教育教科书 化学 九年级 上册

价格批准文号：鲁发改价格核（2021）607013

举报电话：12345

ISBN 978-7-5328-7152-0



9 787532 871520 >

定价：9.56元（上光）

山东教育出版社

山东教育出版社



教育部审定

2012

义务教育教科书

# 化学

九年级 上册



山东教育出版社

主 编：毕华林 卢 巍  
副 主 编：丛祥滋 孙志学 姜承彬  
责任编辑：范增民 王 源

YIWU JIAOYU JIAOKESHU

HUAXUE

JIU NIANJI SHANG CE

义务教育教科书

**化学**

九年级 上册

\*

山东出版传媒股份有限公司

山东教育出版社出版

(济南市市中区二环南路 2066 号 4 区 1 号)

山东新华书店集团有限公司发行

昌邑市新华印刷有限公司印装

\*

开本：787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印张：9.75 插页：2 字数：195 千

定价：9.56 元（上光）

ISBN 978-7-5328-7152-0

2012 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 4 版 2021 年 7 月第 10 次印刷

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

山东出版传媒股份有限公司教材中心售后服务电话：( 0531 ) 82098188

# 致同学

亲爱的同学：

从现在开始，你就要学习化学了，你是否对此充满了期待和憧憬？

说化学是一门神奇的科学，一点也不为过！是化学，给了我们认识世界的火眼金睛；是化学，使我们拥有了改变世界的的神奇力量；是化学，为我们展现了物质变化的无穷魅力；是化学，为我们创造了丰富多彩的物质世界。

与你已经学习过的物理学和生物学等科学课程一样，化学也有其独特的知识体系和思想方法。不仅如此，化学还有自己的专用语言和独特的思维方式！

我们期待你能在化学课上学到更多的化学知识，在探究物质世界的活动中不断提高分析问题、解决问题的能力。在互相尊重、互相信任、互相关爱的学习氛围中，充分发挥你的天赋，不断开发你的潜能，富有成效地学习、自信快乐地成长，为将来成为一名合格的公民奠定坚实的基础。

尽管我们力图使这本教科书编写得让你喜欢，促进你对化学的学习和理解，但化学毕竟是一门既魅力十足又充满挑战的科学，你在学习过程中一定会遇到这样或那样的困难。请不要因此而气馁甚至放弃，“成功 = 90% 的态度 + 10% 的方法”。只要你坚定信心，充分发挥自己的主动性和创造性，就一定能学好化学！

让我们携手共进，步入化学科学的殿堂吧！

编者



# Contents

# 目录



## 第一单元 步入化学殿堂

- 第一节 化学真奇妙 ..... 2
- 第二节 体验化学探究 ..... 9
- 到实验室去：化学实验基本技能训练（一） ..... 14

## 第二单元 探秘水世界

- 第一节 运动的水分子 ..... 22
- 第二节 水分子的变化 ..... 31
- 第三节 原子的构成 ..... 36
- 第四节 元素 ..... 45
- 到实验室去：化学实验基本技能训练（二） ..... 52



## 第三单元 溶液

- 第一节 溶液的形成 ..... 58
- 第二节 溶液组成的定量表示 ..... 65
- 到实验室去：配制一定溶质质量分数的溶液 ..... 69



## 第四单元 我们周围的空气

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一节 空气的成分 .....         | 74 |
| 第二节 物质组成的表示 .....       | 81 |
| 第三节 氧气 .....            | 87 |
| 到实验室去：氧气的实验室制取与性质 ..... | 95 |

## 第五单元 定量研究化学反应

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一节 化学反应中的质量守恒 ..... | 100 |
| 第二节 化学反应的表示 .....    | 105 |
| 第三节 化学反应中的有关计算 ..... | 110 |
| 到实验室去：探究燃烧的条件 .....  | 113 |



## 第六单元 燃烧与燃料

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一节 燃烧与灭火 .....           | 118 |
| 第二节 化石燃料的利用 .....         | 125 |
| 第三节 大自然中的二氧化碳 .....       | 131 |
| 到实验室去：二氧化碳的实验室制取与性质 ..... | 137 |

# 第一单元 步入化学殿堂

当听到“化学”这个词的时候你会想到什么？在你心目中，化学是一门什么样的科学？它与数学、物理学、生物学有什么不同？化学为什么会随着时代的发展而成为一门中心科学？它与我们的生活有什么关系？怎样才能学好化学？

## 1.1 化学真奇妙

- ▲ 化学改变了世界
- ▲ 神奇的化学变化
- ▲ 物质构成的奥秘

## 1.2 体验化学探究

- ▲ 从问题开始
- ▲ 通过科学探究解决问题
- ▲ 对探究活动进行反思

到实验室去：化学实验基本技能训练（一）



## 第一节 化学真奇妙

化学，顾名思义，是有关物质变化的学问。化学家们的重要工作是利用实验的方法研究物质及其变化的原因和规律，继而根据这些规律来改变和创造物质。

你知道吗？汽车轮胎、众多药物、各种塑料，包括你的书包和轮滑装备……都是以石油为原料通过化学方法生产出来的，这让你难以置信吧？然而，化学家和化学工程师们早已将这一切变成了现实！



### 一、化学改变了世界

化学就是这么神奇，它能把石油、空气、食盐等极为普通的物质转变成功能各异的产品，它能创造出我们所需要的物质，也能消除我们不需要的物质，还能实现物质与能量的转化。人类利用化学科学知识在一个“纯天然”的地球上搭建起一个五彩缤纷、美轮美奂的人造世界。我们的衣、食、住、行都离不开化学科学，正是那些无处不在的化学制品，使我们的生活变得多姿多彩、充满现代气息。



大多数服装面料中都含有化学合成纤维



化学肥料和农药的使用将世界粮食产量提高了40%~60%



现代建筑和装饰材料很多来自化学工业



现代交通工具的制作材料大多是用化学方法生产的



## 活动天地 1-1

仔细观察教室中的各种物品，说一说哪些是来自自然界中本来就有的物质，哪些是来自用化学方法人工制造的物质。假设周围所有化学制品在一瞬间全部消失，我们的生活会变成什么样子？

如今，化学科学已日益渗透到社会生活的各个方面，特别是与人类社会发展密切相关的重要领域，如信息科学、功能材料研制、能源开发利用、环境保护、生命过程探索等。



化学合成功能材料、化学燃料技术的发展，成就了中国人的飞天梦想



利用化学技术消除机动车排放的有害气体，研发新能源汽车、减少化石燃料消耗

纵观人类发展的历史，每一次时代变革都与化学科学的发展密不可分。从钻木取火的石器时代到青铜器时代、铁器时代，从钢铁、化石燃料得到广泛应用的工业时代到计算机和互联网技术飞速发展的信息时代，化学科学都是当之无愧的“主角”。依靠化学，人类才能更好地解决诸如能源危机、环境污染、疑难疾病救治等重大问题；依靠化学，人类才能架设起从贫穷走向繁荣、从蒙昧走向文明、从地球走向太空的桥梁。

## 二、神奇的化学变化

化学改变世界的途径是使物质发生化学变化。什么样的变化是化学变化呢？



光合作用



葡萄酿成酒



铁生锈

生活经验告诉我们，图示的变化都有新物质生成。这种生成新物质的变化叫作**化学变化**，也叫化学反应。没有生成新物质的变化叫作**物理变化**。

怎样知道物质是否发生了化学变化呢？



## 活动天地 1-2

### 观察化学变化的现象

实验1. 点燃镁条。

实验现象

实验2. 向试管中加入少量氢氧化钠溶液，再滴加几滴酚酞试液。

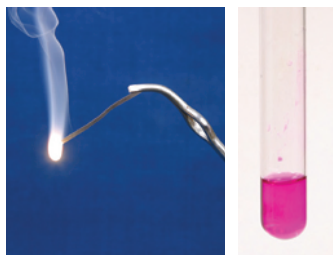
实验现象

实验3. 将几颗锌粒放入试管中，再加入3~4 mL稀硫酸。

实验现象

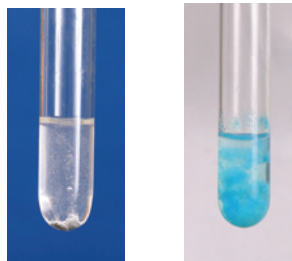
实验4. 取3~4 mL硫酸铜溶液于一试管内，再用滴管滴加4~5滴氢氧化钠溶液。

实验现象



①

②



③

④

化学变化的基本特征是有新物质生成，在这个过程中常常伴随发光、发热、颜色变化、产生气体、生成沉淀等现象。我们通常可以通过观察这些现象来推断是否发生了化学变化。

物质发生化学变化不但生成新物质，还会伴随着能量变化。这种能量变化通常表现为热能、光能和电能的释放或吸收。如炸药、石油、煤炭等储存的能量都是通过化学反应释放出来的；而绿色植物则是通过

化学反应（光合作用）将太阳能储存起来。其实我们的身体就像一个复杂的“化学工厂”，食物、氧气、水等“原料”每时每刻都在进行着化学反应，为我们的生命活动提供能量。



化学反应中的能量转化

## 三、物质构成的奥秘

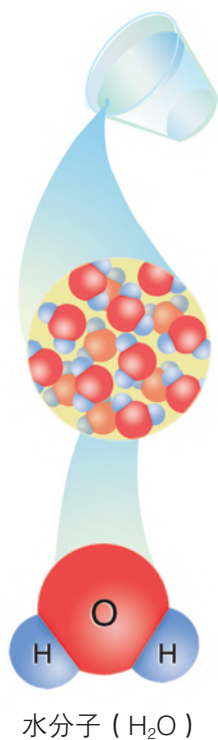
同学们想过吗？从杯子中的水到遥远太空的恒星，宇宙中的一切物质是由什么构成的？

一滴水中约含有 $10^{21}$ 个水分子。如果能有一种仪器把水分子放大到一定程度，你会看到每个水分子都是由两个氢原子和一个氧原子紧密结合在一起形成的，而且水分子中的氢原子和氧原子按一定的角度排列成特定的空间形状。

化学上分别用符号H、O和 $H_2O$ 表示氢原子、氧原子和水分子。

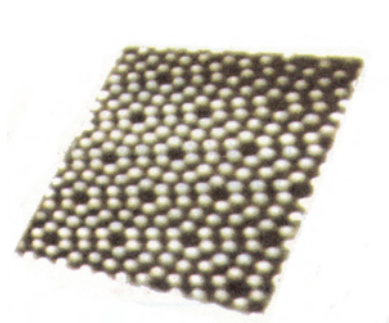
氢原子和氧原子不仅能相互结合形成水分子，还能两两自相结合形成氢分子和氧分子（分别用化学符号 $H_2$ 和 $O_2$ 表示）。大量的氢分子聚集成氢气，大量的氧分子聚集成氧气。

人类经过长期的探索研究，认识到世界万物都是由极其微小的粒子（分子、原子等）构成的。

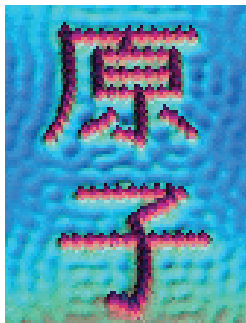




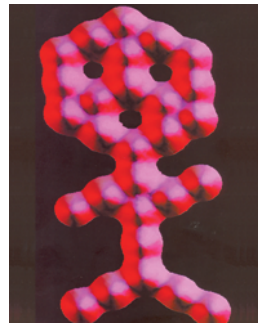
如今，科学家们已经能够通过扫描隧道显微镜（STM）观测到原子和分子，而且实现了对原子、分子的移动和排列，以及复制、改造和创造分子。化学就是在原子、分子水平上研究物质及其变化规律的一门基础学科，它能指导我们更好地认识、改造和应用物质。



用STM技术拍摄的  
硅原子图像



用STM技术将铁原子  
排列成“原子”二字



用STM技术排列  
一氧化碳分子



### 长话短说

1. 化学变化是有新物质生成的变化，通常伴随发光、发热、颜色变化、产生气体、生成沉淀等现象。通过化学变化，人们改造物质世界并实现物质与能量的相互转化。

2. 世界上的物质都是由分子、原子等微小的粒子构成的。化学是在原子、分子水平上研究物质及其变化规律的一门基础自然科学，它能指导我们更好地认识、改造和应用物质。



### 挑战自我

1. 区别以下各组变化中的化学变化和物理变化。

- (1) 铁生锈和铁受热熔化
- (2) 咬碎食物和消化食物
- (3) 火柴折断和火柴点燃
- (4) 蜡烛受热熔化和蜡烛燃烧

2. 选择完成下列两个小实验中的一个，详细记录实验现象。将你观察并记录的实验现象与同学们交流，看谁更善于观察和思考。

实验A:

- (1) 将2药匙小苏打加入一只干净的玻璃杯中。
- (2) 再加入半杯白醋，盖上硬纸片，轻轻摇动玻璃杯。
- (3) 观察玻璃杯内物质的变化情况，通过触摸感受杯子的温度变化。
- (4) 取下硬纸片，小心扇动玻璃杯口处的空气，闻一闻有什么气味。

实验B:

(1) 将一枚鸡蛋放入一只干净的玻璃杯里；倒入大约2/3杯白醋，观察现象，标记鸡蛋在杯中的位置。

(2) 第二天，观察鸡蛋壳发生的变化和鸡蛋在杯中的位置变化。取出鸡蛋，清洁鸡蛋壳的表面，重新放回杯子中。

(3) 连续操作、观察一周，鸡蛋发生了什么变化？

(4) 两周后，取出鸡蛋，你又会有什么发现？

## 第二节 体验化学探究

化学真是太奇妙了，它几乎无处不在，时刻影响着我们的生活，不断地推动着人类社会向前发展。化学科学的每一项成果都是通过科学探究获得的，科学探究也是我们学习化学的重要方式。那么，怎样开展化学科学探究呢？

### 一、从问题开始

科学始于问题，如果没有了问题，科学发展就走到了尽头。化学科学就是在不断发现问题和解决问题的过程中向前发展的。



### 活动天地 1-3

#### 观察蜡烛燃烧并提出有探究价值的问题

提出一个问题，往往比解决一个问题更重要，因为解决一个问题也许仅是一个数学上或实验上的技能而已，而提出新的问题、新的可能性，从新的角度去看旧的问题，都需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。

——爱因斯坦

你也许认为自己对蜡烛燃烧现象再熟悉不过了，那里不会有什么引人入胜的故事发生。然而，19世纪英国科学家法拉第在观察蜡烛燃烧现象后提出的值得探究的科学问题达数十个，并且这些问题的解决带来诸多新的科学发现。现在也请你尝试观察蜡烛燃烧现象，看看你能提出哪些有探究价值的问题。

#### 〔观察现象〕

1. 取一支蜡烛，点燃，仔细观察刚点燃时、燃烧过程中、熄灭时、熄灭1分钟后的现象。
2. 取一根火柴梗，将其迅速插入蜡烛火焰中，约1秒后取出，观察火柴梗不同部位的烧灼情况。





3. 在蜡烛火焰上方罩上一个冷而干燥的烧杯, 观察烧杯壁上的现象; 再将烧杯迅速倒置, 向其中加入少量澄清石灰水, 振荡, 观察现象。

[ 提出问题 ]

1. \_\_\_\_\_;
2. \_\_\_\_\_;
3. \_\_\_\_\_;
- .....

敏锐观察和深入思考是提出问题的关键。如果能做到仔细观察, 不轻易放过任何“反常”现象, 不轻信现成的结论, 不迷信权威观点, 养成独立思考的习惯, 提出有探究价值的问题就不再是一件难事了。

### 化学之谜

### 多识一点



无论是我们自己还是化学家都有许多未找到答案的问题, 这些谜一样的问题, 吸引了无数化学爱好者在化学科学的王国里不懈地探索。

1. 空气的组成是什么时候变成现在这个样子的, 将来还会变吗? 空气中氧气的含量是否会随着二氧化碳含量的变化而变化?

2. 如何设计各种“魔法分子”, 使它们具有人们预先设定的功能? 比如: 设计治疗癌症的药物分子, 使它能够只杀灭癌细胞, 而不会损伤正常细胞。

3. 太阳能无穷无尽, 无处不在, 水也是普遍存在, 利用太阳能分解水来制取高效无污染的理想能源——氢气, 是多么合算的事情! 但是, 目前利用光能分解水还是一项有待攻克的世界性难题。

4. 光合作用是地球上最重要的化学反应。小小一片绿叶, 在太阳光的照射下, 就可以把水和二氧化碳这两种物质轻而易举地转化为人类赖以生存的基础物质——碳水化合物和氧气, 同时把太阳的光能转化为化学能储存起来。这个在通常条件下进行的化学反应至今都无法在化学实验室中实现, 许多科学家正致力于探索光合作用的奥秘。

5. 人们要把空气中的氮气转换为植物可以利用的氮肥, 需要高温、高压等条件, 而豆科植物的根瘤菌却在不知不觉中轻松完成了这一过程, 这可真是一个谜。

.....

## 二、通过科学探究解决问题

有了问题，就要设法寻找答案。如何寻找问题的答案呢？首先要根据以往的经验或已有的知识，提出猜想或假设，然后通过实验、调查或查阅资料等方法收集证据，并对这些证据进行分析与归纳，得出结论，最后还要对探究的过程及结论进行反思评价。



### 实验探究 1-1

#### 探究蜡烛燃烧的奥秘

〔发现并提出问题〕小明在观察蜡烛燃烧时发现了这样的现象：蜡烛的火焰集中在烛芯周围，石蜡在不断熔化而液态的石蜡却没有直接燃烧。这是为什么呢？固体石蜡是否需要变成石蜡蒸气后才能被点燃？

你提出的问题是：\_\_\_\_\_。

〔猜想与假设〕小明猜想：在空气中点燃蜡烛时，固体石蜡需变成蒸气才能燃烧。

你的猜想是：\_\_\_\_\_。

〔设计并进行实验〕小明设计了下列实验来验证自己的猜想：

1. 从蜡烛上切下一块固体石蜡，放在蒸发皿里，尝试用火柴点燃。
2. 点燃一支蜡烛，待烛芯周围有较多的石蜡油产生时，熄灭蜡烛，立即尝试用火柴点燃石蜡油。
3. 用坩埚钳夹持一根短尖嘴玻璃管，将其末端插入燃着的蜡烛烛芯附近，一段时间后用火柴在玻璃管尖嘴处点燃。

请你按小明设计的实验验证他的猜想或自行设计实验验证你的猜想。

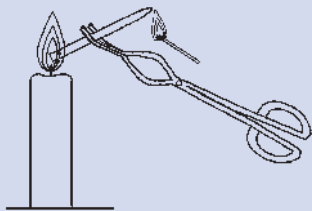
〔结论与解释〕小明获得的结论是：石蜡是先熔化成液态再变成气态才燃烧的，因为气态的石蜡比液态或固态的石蜡更容易被点燃。

你获得的实验结论是：\_\_\_\_\_。

〔反思与交流〕

#### 1. 对探究过程的反思

小明在实验后反思：在试图点燃液态石蜡油时，起初是先把石蜡油滴到蒸发皿中再尝试点燃的，结果由于石蜡油冷凝太快，始终未能得到液态石蜡。后来想到的改进方法为：熄灭蜡烛后立即用火柴尝试点燃烛芯周围的石蜡油，获得了预期的效果。可



见勤于思考是保障探究成功的关键!

你的反思是: \_\_\_\_\_。

2. 有待进一步研究的问题

(1) 从石蜡燃烧火焰的不同部位引出的气体都能继续燃烧吗?

(2) 如何证明石蜡燃烧是化学变化?

你还能提出哪些有待进一步研究的问题? \_\_\_\_\_。

## 三、对探究活动进行反思

确定了科学探究的问题后,从设计实验到实施实验需要“三思而后行”;实验完成后,还应“行后而三思”。只有对探究活动的过程和结果进行认真的反思,才能使我们不断进步。



### 活动天地 1-4

#### 书写化学探究实验报告

当探究活动结束后,还有一项重要的任务是对自己的探究活动进行反思,完成探究实验报告。请你根据下列格式,将你在“实验探究1-1”中的探究活动写成一篇完整的化学探究实验报告。

#### 化学探究实验报告

姓 名 \_\_\_\_\_ 合作者 \_\_\_\_\_

班 级 \_\_\_\_\_ 日 期 \_\_\_\_\_

实验名称: \_\_\_\_\_。

实验目的: \_\_\_\_\_。

实验步骤和现象: \_\_\_\_\_。

实验结论: \_\_\_\_\_。

反思:

1. 对本次实验的反思: \_\_\_\_\_。

2. 希望进一步探究的问题: \_\_\_\_\_。

通常可从以下方面对探究活动进行反思:探究方法是否科学、有效?探究程序是否合理、简捷?探究过程是否安全、环保?有哪些需要改进的地方?还有哪些问题有待进一步探究?

化学科学的神奇之处不仅在于它能改造物质世界，还能丰富我们的精神世界。学好化学，有助于我们增进对物质世界的了解，提升科学探究的能力。化学实验是化学科学发展和化学学习的重要途径，在“做实验”中“学化学”，你会体验到无穷的乐趣。让我们到实验室去吧！



### 长话短说

1. 科学探究是学习化学重要而有效的方式，化学实验是进行科学探究的重要途径。
2. 科学探究的基本环节包括：提出问题、猜想与假设、收集证据（包括设计实验方案、进行实验等）、获得结论、反思与评价、表达与交流等。
3. 科学探究需要动手操作，更需要动脑思考，是一个动手与动脑紧密结合的过程。
4. 科学探究是一个合作与交流的过程，只有积极参与、充分表达交流才能享受到探究的乐趣。



### 挑战自我

1. 议一议：下列观点是否正确？为什么？
  - (1) 当个人的观点与大多数人的观点不一致时，应三缄其口。
  - (2) 当个人的实验结论与书上的权威结论不一致时，应相信权威。
  - (3) 当个人实验获得了与多数人不同的结果时，应查找原因、重复实验。
  - (4) 在进行实验之前，应认真分析实验任务，仔细设计好实验方法和步骤，做好一切准备。
2. 家庭小实验：食盐是你再熟悉不过的物质了，你观察过食盐溶于水的过程吗？你能通过食盐溶于水的实验获得哪些发现？提出多少问题？

# 到实验室去

## 化学实验基本技能训练（一）

### 明确任务

1. 认识常见的化学实验仪器，初步学会使用酒精灯、胶头滴管等。
2. 掌握药品的取用、物质的加热等基本实验技能。
3. 牢记化学实验室安全规则，养成遵守实验室安全规则的自觉意识。
4. 初步养成“动脑思考、规范操作、周密观察、详实记录”的实验习惯。

### 做好准备

#### 1. 认识化学实验室

走进化学实验室，找一找：

- ① 电源、灭火器在哪儿？安全通道在哪儿？
- ② 排气扇、废液缸在哪儿？
- ③ 化学实验仪器、药品在哪儿？

#### 2. 认识常见的仪器

依据课本附录 I，认识酒精灯、胶头滴管、试管、药匙、镊子、试管夹等仪器的用途和使用注意事项。

### 友情提示

走进化学实验室，你会抑制不住内心的激动，想马上开始做实验。然而，如果不按照规程操作，化学实验是有一定危险性的。因此，你必须听从老师的指导，遵守实验室规则，确保实验安全。看一看，下图中的哪些做法是不安全的？怎样做才安全？



### 化学实验室安全规则

为保证实验安全，取得预期实验效果，养成良好的实验习惯，尽可能减少对环境的污染，请同学们遵守以下规则：

1. 不能在实验室内饮食、嬉戏打闹、大声谈话。
2. 易燃、易爆的药品要远离火源；避免将腐蚀性药品沾在衣服或皮肤上。
3. 进入实验室前，应明确实验任务、实验步骤和注意事项。对于自己设计的实验方案，需征得老师同意后才能进入实验室操作。
4. 动手实验前，要检查实验用品是否齐全；实验进程中，要将实验用品按顺序摆放整齐。
5. 不要用手接触药品，不要把鼻孔凑到容器口闻药品气味，严禁品尝药品。
6. 做实验时要尽可能佩戴护目镜；加热操作中，不要凑近被加热仪器直视观察，不要将试管口朝向自己或他人。
7. 实验剩余药品既不要放回原瓶，也不要随意丢弃，更不能带出实验室，要放入指定的容器内。
8. 实验完毕后，应及时洗涤所用器皿；仪器、药品归类整理，放在规定位置。
9. 注意安全用电和节约用水。离开实验室前，务必关闭电源和水源。

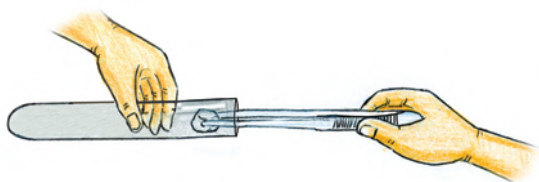
动手实验

实验一 药品的取用

【技能训练】



向试管中加入粉末状固体



向试管中加入块状固体



向试管中倾倒液体



向试管中滴加液体

取用粉末状固体药品使用药匙或纸槽；取用块状药品使用镊子。取用时，先将试管平放，再将盛有药品的药匙或夹持固体的镊子伸入试管中，然后将试管直立，使药品慢慢滑落至试管底部。

向试管中倾倒液体药品时，先取下瓶塞，倒放在桌面上，然后手心对着标签拿起瓶子，使瓶口紧靠试管口，将液体缓缓倒入试管。

用胶头滴管向试管中滴加液体时，胶头滴管应垂悬在试管口上方，不能接触试管。

【实战演练】

1. 向试管中倒入少量液体A，然后向其中加3~5滴液体B，振荡试管，观察现象。用同样的方法，分别向盛有少量液体A和液体B的试管中滴加液体C，观察现象。



A



B



C

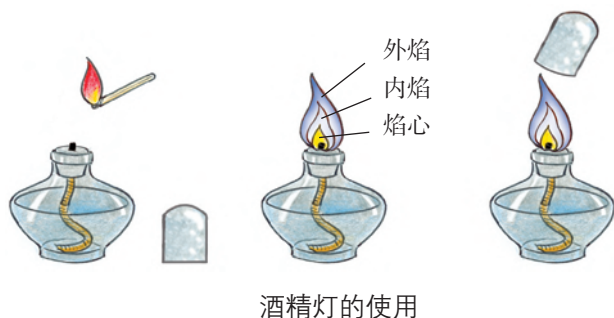
|              | 实验现象 |
|--------------|------|
| 氢氧化钠溶液+硫酸铜溶液 |      |
| 氢氧化钠溶液+酚酞试液  |      |
| 硫酸铜溶液+酚酞试液   |      |

2. 在试管中加入2~3块石灰石，用胶头滴管向试管中滴入约2 mL稀盐酸，观察石灰石表面发生的变化，然后将一根燃着的木条放在试管口，观察现象。

现象

## 实验二 物质的加热

### 【技能训练】



取下灯帽，用火柴点燃酒精灯；用温度较高的外焰给物质加热；用灯帽盖灭酒精灯。

**注意：**切忌向燃着的酒精灯内添加酒精。酒精灯内添加的酒精量一般控制在酒精灯容量的1/3至2/3。不能用燃着的酒精灯去点燃另一个酒精灯。

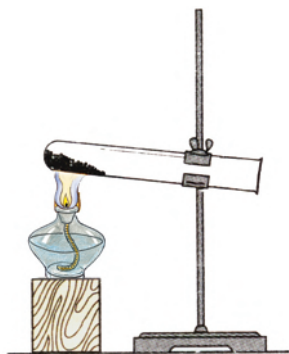
试管中液体体积不得超过试管容积的1/3。将试管夹夹持在离试管口约1/3处，使试管倾斜。先将试管预热，加热过程中要不断地上下稍稍移动试管。

**注意：**不要手持试管加热，不要触碰刚加热完的试管，以免被烫伤。加热时切不可让试管口对着自己或他人，以免液体沸腾溅出伤人。



给试管里的液体加热





给试管里的固体加热

首先放置好酒精灯，然后根据酒精灯火焰的高度将盛有药品的试管固定在铁架台上，试管口略向下倾斜。

先将试管均匀加热，然后将酒精灯固定在有药品的部位加热。

## 【实战演练】

1. 取少量氧化铜粉末，装入试管中，再向试管中加入约2 mL稀硫酸，振荡试管，观察现象。然后加热试管，观察现象。

现象

2. 取少量硫酸铜晶体，放入试管中，将试管固定在铁架台上，用酒精灯加热试管，观察现象。

现象

## 反思交流

1. 在化学实验基本技能训练中，你有哪些经验要与同伴分享？
2. 结合对本实验的体验，谈谈化学实验中应该注意哪些安全事项？
3. 下面是一些危险化学品标识，请登录互联网查询了解有关危险化学品的更多信息。



# 单元练习

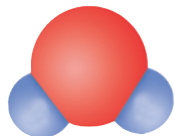
## 知识应用

- 下列叙述不正确的是( )。
  - 物质都是由分子、原子等微观粒子构成的
  - 化学变化的过程常会伴随能量变化
  - 物质本身并无优与劣之分,但应用的方法和目的却存在好与坏的差别
  - 化学科学和技术的快速发展必然导致生态环境的恶化
- 下列变化中,与另外三个有本质区别的是( )。
  - 铁锅生锈
  - 牛奶变酸
  - 葡萄酿成酒
  - 水结成冰
- 下列行为中,符合实验室安全规则要求的是( )。
  - 酒精灯被碰翻着火时,立即用湿抹布盖灭
  - 实验结束后,剩余药品要倒入下水道
  - 加热试管中的液体时,不能将试管口对着他人,要对着自己
  - 为提高实验操作效率,没有毒性的药品可以直接用手抓取
- 在化学变化中,物质具有的化学能可以转化为热能、光能或电能。

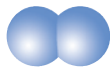
(1) 镁条燃烧时,化学能转化为\_\_\_\_\_能和\_\_\_\_\_能。

(2) 蜡烛燃烧时伴随发生了哪几种能量变化?在这个过程中是往环境中释放了能量还是从环境中吸收了能量?

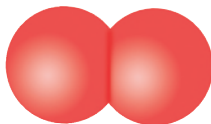
5. 用图示中的“关键词”填空:



水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )



氢分子( $\text{H}_2$ )



氧分子( $\text{O}_2$ )



氧原子



氢原子

晶莹的水滴是由大量\_\_\_\_\_聚集而成的,水分子里的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_是按一定的角度排列的。氢气是由大量\_\_\_\_\_聚集而成的,氢分子是由\_\_\_\_\_自相结合构成的。氧气是由大量\_\_\_\_\_聚集而成的。由此可知,不同种类的原子可以相互结合构成分子,同种原子也可以自相结合构成分子。

### 方法探究

6. 请你参与某学习小组的下列探究活动，并回答问题。

〔发现问题〕小明将一只燃烧正旺的蜡烛轻轻吹灭后，发现烛芯处产生一缕白烟。

〔提出问题〕小明想：这缕白烟的成分是什么呢？

〔猜想与假设〕大家展开了热烈讨论。小亮猜测白烟是蜡烛燃烧产生的二氧化碳；小光猜测白烟是石蜡燃烧产生的水蒸气；小明猜测白烟是石蜡蒸气凝结成的石蜡固体颗粒。

〔收集证据〕

(1) 查阅资料：烟是由固体颗粒形成的，雾是由小液滴形成的。石蜡的熔点和沸点都很低，很容易液化或气化。二氧化碳是无色且能使澄清石灰水变浑浊的气体。

(2) 实验探究：① 吹灭蜡烛，立即用一个内壁涂有澄清石灰水的烧杯罩住白烟，观察到澄清石灰水\_\_\_\_\_。小亮由此得出结论：白烟是二氧化碳。② 吹灭蜡烛，立即用一块干而冷的玻璃片罩在白烟上，玻璃片上没有出现水雾，而是出现了一些白色固体物质。小光由此得出结论：白烟不是\_\_\_\_\_。③ 吹灭蜡烛，立即用燃着的木条靠近白烟，发现蜡烛重新被点燃，说明白烟具有可燃性，这为\_\_\_\_\_的猜测提供了证据，同时可以排除\_\_\_\_\_的猜测。

〔结论与解释〕

(1) 由以上探究结果可知：\_\_\_\_\_的猜测是正确的。

(2) 小亮在实验时确实看到石灰水变浑浊，但他获得的结论不正确，原因可能是\_\_\_\_\_。

〔反思与评价〕

小光同学的反思是：蜡烛燃烧产生水，由于温度高于 $100^{\circ}\text{C}$ 而呈气态，不会凝结成雾状。所以不应该猜测白烟是水蒸气。

小亮同学的反思可能是：\_\_\_\_\_。

也许你对该小组的探究活动也有所思考，你思考的问题是：\_\_\_\_\_。

# 第二单元 探秘水世界

浩瀚的海洋、奔腾的江河、皑皑的白雪、变幻的云朵……组成了一个多姿多彩的水世界。有了水，才有了地球上的万物生灵；有了水，才有了人类的灿烂文明。水是一种什么样的物质？自然界中的水为什么会变化莫测？水是由什么样的粒子组成的？这些肉眼看不到的粒子内部又有着怎样的奥秘？组成水以及自然万物的基本成分是什么？……让我们走进水世界，探索水及整个物质世界构成的奥秘吧！

## 2.1 运动的水分子

- ▲ 水的三态变化
- ▲ 水的天然循环
- ▲ 天然水的人工净化

## 2.2 水分子的变化

- ▲ 水的分解
- ▲ 水的合成

## 2.3 原子的构成

- ▲ 原子的结构
- ▲ 原子质量的计量
- ▲ 原子中的电子

## 2.4 元素

- ▲ 元素与元素符号
- ▲ 元素周期表简介

到实验室去：化学实验基本技能训练（二）

## 第一节 运动的水分子

水是由水分子聚集而成的。水分子很小，小得你看不见、摸不着。只一滴水，就含有约 $10^{21}$ 个水分子！这么小的水分子似乎是微不足道的，然而，没有小小的水分子，哪有晶莹的水滴？没有水滴又怎么会有潺潺的小溪、奔腾的江河、浩瀚的海洋？

水分子有什么特征？为什么水有时能幻作朵朵白云，有时能化为绵绵细雨，有时又能变成皑皑白雪？

### 一、水的三态变化

水变作云、雨、雪是水分子的运动状态发生变化的结果。

设想把封闭在针管中的少量水煮沸，液态的水就会变为水蒸气，体积会明显增大。你有没有想过，在这个过程中，水分子发生了什么变化？



封闭在针管中的水  
▲表示水分子



水分子本身变大了？

水分子之间的间隔变大了？

水分子的数目增多了？

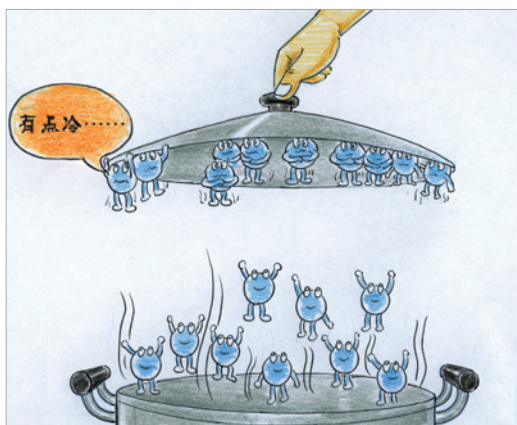
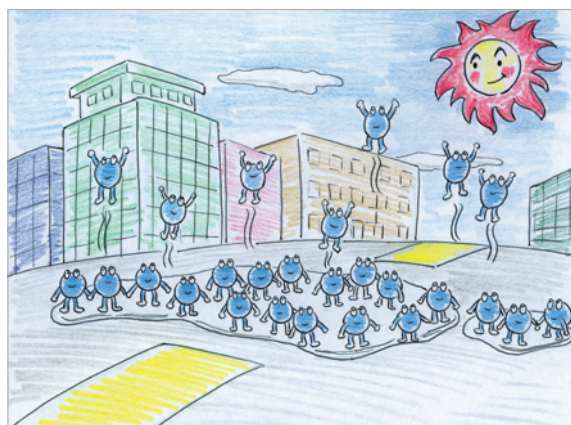
水分子受热都运动到针管的另一端去了？

在固态的水中，水分子紧密有序排列，只能在固定的位置上振动。在液态的水中，水分子间隔较小，可在一定程度上自由运动。在气态的水中，水分子间隔较大，可以完全自由运动。

一定量的水，当它由固态变为液态，再由液态变为气态时，水分子的数目和大小不会变化，变化的只是水分子之间的间隔和排列方式。这样的变化属于物理变化。

雨后初晴的夏日，路边的斑斑水渍一会儿就消失得无影无踪了，这是水蒸发的缘故。在水蒸发的过程中，水分子获得太阳光的能量后，运动加快，克服了水分子之间的相互作用，离开液体表面，变成水蒸气逸散到空气中去了。

烧开了水之后，揭开锅盖，立即就会有许多水滴滴下，这是水蒸气在锅盖上冷凝的结果。烧水时，部分水分子获得足够能量，离开水面向锅盖处运动。这些水分子遇到冷的锅盖后失去部分能量，导致其运动减慢，由于分子间的相互作用而彼此靠近，于是聚集在一起，凝结成水滴。



## 活动天地 2-1

### 描述水分子的运动

水结冰和冰融化的过程中，水分子的能量、运动速率、相互间的作用及间隔是怎样变化的？小丽根据自己的理解，对这些变化进行了下列描述：

如果把一杯水放到冰箱的冷冻室里，只要几小时，它就变成了坚硬剔透的冰，这便是液态水的凝固。水凝固时，水分子自身的能量降低，彼此间隔较小、相互作用增强，运动减慢，从而整齐有序地排列起来，形成冰。冰中的水分子在各自的位置上不断振动。

杯中的冰在室温下放置，又会很快变成液态水，这叫冰的融化。在这个过程

中，水分子吸收热量，能量升高，运动加快，克服了彼此间的相互作用，排列变得无序。在液态的水中，水分子的运动比较自由，但彼此间隔仍然较小。

思考：你同意小丽的描述吗？你有没有更好的方式描述水分子的这些变化？

许多物质像水一样，是由分子构成的，如氢气、氧气和蔗糖等。分子是构成物质的一种基本粒子，它们都是由原子构成的。分子的质量和体积都很小，相互之间有间隔，存在着相互作用，自身有能量，总在不断地运动。正是由于分子具有这样的本质属性，自然界里的水才会通过分子能量的变化实现固、液、气三种状态之间的相互转化。

### 水分子存在的佐证

### 多识一点



1827年，苏格兰植物学家布朗将新鲜花粉撒到水面上，用显微镜观察，发现花粉颗粒在水面上不停地做无序运动。布朗想，难道花粉是会动的生命体？于是又用干花粉重复了上述实验，但结果一样。

布朗的发现引发了诸多人的思索，最终人们给出了科学的解释：悬浮于水中的每一个花粉颗粒，皆处在无数个水分子的包围之中，而且在某一瞬间所受到的水分子撞击力又不尽相同，因此花粉颗粒才会不断地做无序运动。布朗的发现后来成为水分子真实存在的有力佐证。

## 二、水的天然循环

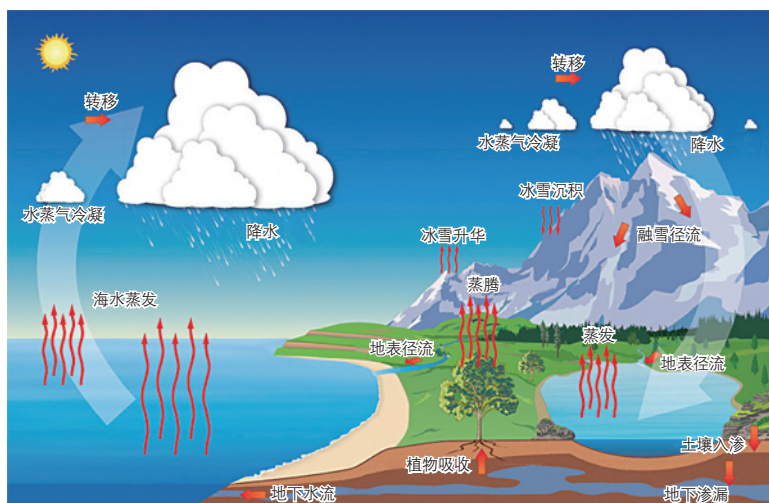
下雨了，掬一把雨水，想一想，这些水分子是从哪里来的？当然，现在它们来自于你头顶上的那片乌云，可是去年，也许它们还凝固在黄河源头的冰川里，抑或流淌在滚滚不息的长江里呢！

降雨，只是水天然循环中的一个环节，大自然中的水究竟是怎样循环的？



## 活动天地 2-2

## 认识水的天然循环



观察图中水的天然循环路线，想一想：在水循环的每个环节上，水分子是怎样运动的？水分子的能量如何变化，是什么原因导致其能量变化？

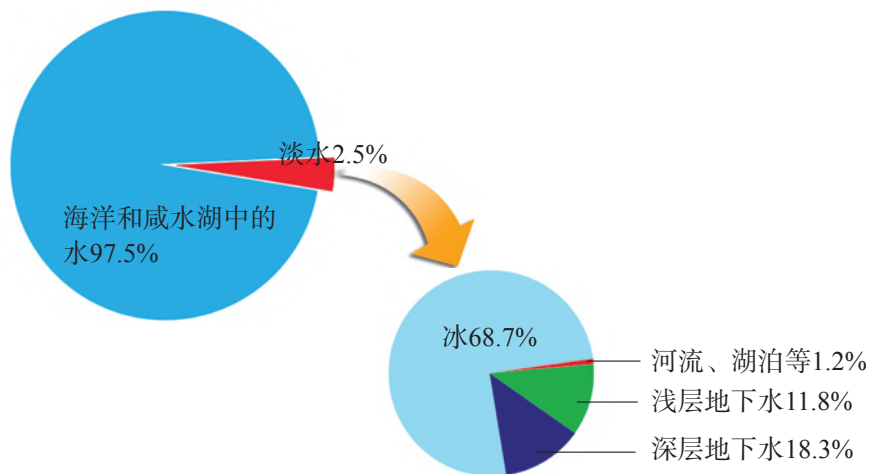
水的天然循环是通过其三态变化实现的。太阳为水分子提供能量，使其运动加快，达到一定程度后，一些水分子便克服了分子之间的相互作用，变成水蒸气，扩散到空气里，在高空中遇冷凝结成云。云随风飘移，再遇冷又转变成雨或雪，降落到地面，汇入江河湖海，渗进山川土地。大自然就是通过水分子的运动，既实现了水的自身净化，又完成了水资源的重新分配，周而复始、源源不断地为地球上的生物补充淡水资源。

### 三、天然水的人工净化

地球上水的储量很大，分布范围也很广，但是大约97.5%的水集中在海洋和咸水湖里。跟人类关系最为密切的淡水约占地球总水量的2.5%，可供人类直接利用的江河水、湖泊淡水以及浅层地下水，仅约占地球淡水总量的13%，占地球总水量的0.3%。



水的天然循环给我们带来了淡水。但是，天然淡水中往往含有泥沙、可溶性的矿物质和细菌等，为满足生活和生产的需要，人们需要根据天然水水质的不同而进行相应的净化处理。



### 实验探究 2-1

#### 净化天然水

给你一杯浑浊的天然水，你是否会想：这杯水中有哪些杂质？应该采用什么方法，分别除去其中的各种杂质而最终得到纯净的水？

1. 沉降：在烧杯A和烧杯B中分别加入约100 mL天然水样品。将烧杯A放在实验桌上静置；同时在烧杯B中加入明矾粉<sup>①</sup>，用玻璃棒充分搅拌后再静置。观察两个烧杯中发生的变化。

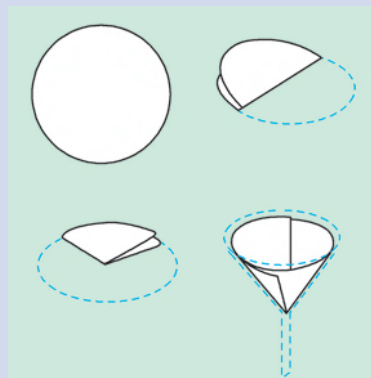
|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

**沉降：**天然水中较大的泥沙颗粒，静置后会在重力作用下沉降下来，加入明矾可以加速泥沙的沉降。

2. 过滤：按照图示制作一个过滤器，完成对上述烧杯A中上层液体的过滤。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

<sup>①</sup> 明矾是一种净水剂，溶于水后可促进水中悬浮杂质的沉降，从而起到一定的净水作用。



过滤器的制作



过滤操作

3. 吸附：在步骤2中得到的略带颜色的滤液中放入一个活性炭包，充分搅拌后静置。观察烧杯中液体的变化。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

用滴管取1滴上述烧杯中的清液，滴在洁净的玻璃片上，置于酒精灯上慢慢加热，至水分消失。观察玻璃片上是否仍有残留的物质？混入水中的这类物质应如何除去？

4. 蒸馏：将步骤3中得到的滤液加热煮沸，使水蒸气冷凝在烧杯上部的表面皿上。取所得冷凝水，滴在玻璃片上，在酒精灯上慢慢加热至水分消失。观察玻璃片上发生的现象。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |



思考：在上述净化天然水的实验中经历了哪些步骤？每个步骤的作用是什么？

**想一想：**怎样使滤纸紧贴在漏斗的内壁上？过滤操作中应注意的事项有哪些？

**过滤：**过滤是分离颗粒大小不同的混合物的方法。过滤器就像一个小筛子，水分子等体积较小的粒子能通过滤纸中的细小空隙，而泥沙等较大的颗粒则留在滤纸上。

**吸附：**活性炭疏松多孔，表面积很大，具有较强的吸附作用，水或空气中的一些有颜色或气味的杂质很容易附着在其表面而被除去。

**蒸发：**加热时，水由液态变成气态，扩散到空气中，此时，我们说水分蒸发了。

**结晶：**溶解于水中的矿物质在水分蒸发后以固体的形式留在玻璃片上，我们说矿物质结晶析出了。

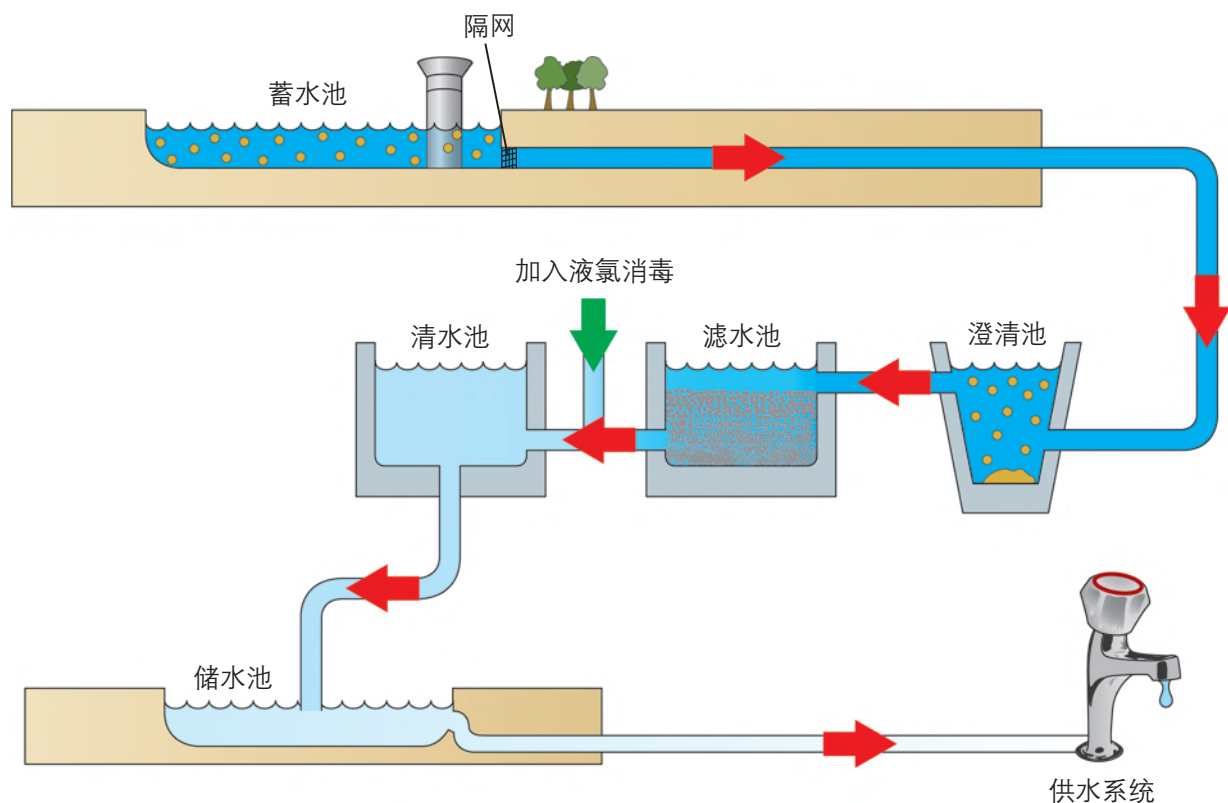
**蒸馏：**给水加热使之变为水蒸气，再将水蒸气冷凝得到液态水的过程叫水的蒸馏。蒸馏得到的水称为蒸馏水。

### 硬水和软水

天然水分为硬水和软水。含有较多可溶性钙、镁矿物质的天然水称为**硬水**，不含或含较少钙、镁矿物质的水称为**软水**。可以通过一定的化学方法将硬水转化成软水。

很多物质像天然水一样，是由两种或两种以上物质组成的，属于**混合物**。还有一些物质和蒸馏水一样，是由一种物质组成的，属于**纯净物**。世界上完全纯净的物质是没有的，那些仅含少量杂质的物质，由于纯度极高，所含杂质对其性质几乎不产生影响，通常被视为纯净物。

自来水厂通常对天然水进行沉降、过滤、灭菌等净化操作，使之达到饮用水标准，再输送到千家万户。自来水在输送过程中还可能受到二次污染，所以要煮沸杀菌后再饮用。



自来水生产过程



## 在线测试

- 下列观点错误的是( )。
  - 水变成水蒸气的过程中,水分子变大
  - 水在天然循环过程中,发生的是物理变化
  - 河水、井水、海水都可视为含有某些可溶物的混合物
  - 用滤纸过滤不能除去天然水中溶解的矿物质
- 结合净化天然水的活动经验和自来水生产过程,分析水中下列杂质的去除方法。

| 杂质种类       | 净化方法 |
|------------|------|
| 颗粒较大的不溶性杂质 |      |
| 颗粒较小的不溶性杂质 |      |
| 微生物        |      |
| 可溶性杂质      |      |



## 长话短说

- 分子是构成物质的一种基本粒子,它们都是由原子构成的。分子的体积和质量均很小。分子之间有一定的间隔且存在相互作用。分子自身具有一定的能量,总是在不断地运动。
- 水的三态变化是分子自身的能量、运动速率、分子间隔和排列方式的改变造成的。
- 水通过它在自然界里的三态变化,实现天然循环。水的天然循环是自然界中水分子运动的结果,对生命活动具有重要意义。
- 江河、湖泊等中的天然淡水经沉降、过滤、杀菌消毒等净化过程,可以变成生活用的自来水。
- 纯净物是由一种物质组成的,混合物是由两种或两种以上物质组成的。过滤、吸附、蒸发、结晶和蒸馏等是常用的分离混合物的方法。



### 挑战自我

1. 你同意对下列现象做出的微观解释吗？

(1) 水在液态和气态时易于流动：因为液态或气态水中水分子运动快，彼此之间相互作用较小，且位置不定；水在固态时不能流动，是因为固态水中水分子之间作用力大，且相对位置固定。

(2) 将一瓶白酒敞口放置一段时间后，酒的味道会变淡：乙醇（俗称酒精）分子摆脱了分子间的束缚，逸散到空气中。

2. 对下列现象的解释错误的是（ ）。

|    | A   | B                 | C                 | D                             |
|----|---|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| 现象 | 蔗糖晶体放置在空气中不会“消失”，而放入水中会很快“消失”             | 红墨水加入水中后，整杯液体变为红色 | 结成冰的水不能流动         | 50 mL水和50 mL酒精混合后的总体积小于100 mL |
| 解释 | 空气中的气体分子与蔗糖分子之间的相互作用较弱，而水分子与蔗糖分子之间的相互作用更强 | 分子总是在不断运动         | 温度降到零度以下后，水分子不再运动 | 分子间存在间隔                       |

3. 请选用下列“关键词”填空：

沉降 过滤 吸附 蒸发 结晶 蒸馏

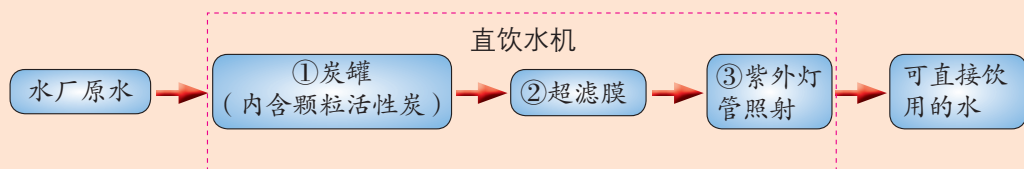
某实验小组从河中取水样，观察到：水样浑浊，有固体小颗粒。他们对水样进行如下处理：首先向水样中加入明矾，搅拌、溶解后静置一段时间，其目的是促进水中部分杂质的\_\_\_\_\_；然后进行\_\_\_\_\_，以除去固体小颗粒；最后向滤液中加入活性炭，利用其\_\_\_\_\_性除去水样的颜色和异味。

4. 公园、车站等公共场所设有许多可直接取水饮用的饮水台，其中的水处理过程如下图所示。步骤①对应的作用是\_\_\_\_\_（填字母，下同），步骤③对应的作用是\_\_\_\_\_。

A. 杀菌消毒

B. 吸附杂质

C. 过滤



## 第二节 水分子的变化

水的三态变化改变的是水分子的间隔和排列方式，而“每个水分子由一个氧原子和两个氢原子构成”这一事实始终未变，因为水没有变为其他物质。但是，如果在水中插入电极，通直流电，情况是否会有所不同呢？

### 一、水的分解



#### 实验探究 2-2

##### 水在直流电作用下的变化

1. 如图所示，在水电解器的玻璃管中注满水，接通直流电源。观察两个电极和两支玻璃管内液面有何变化？

现象

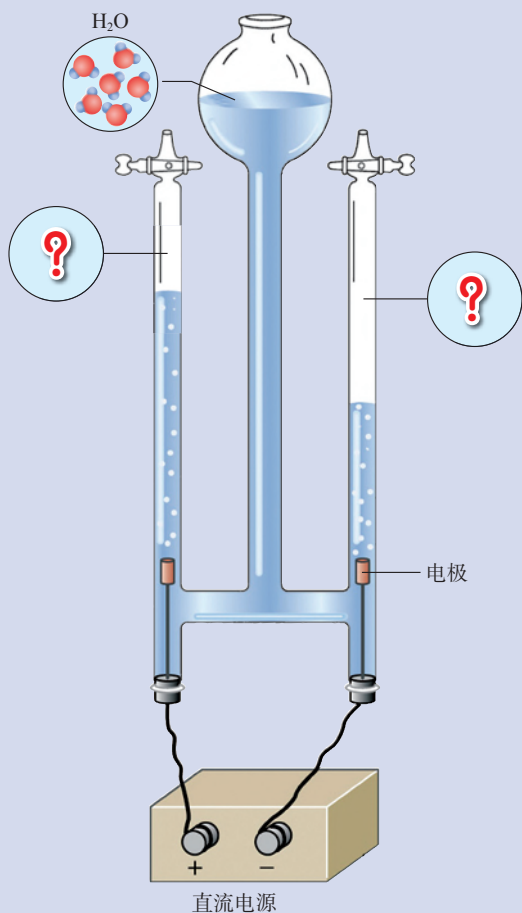
2. 用一根点燃的火柴接近液面下降较多的玻璃管尖嘴处，慢慢打开活塞，观察现象。

现象

3. 用一根带火星的木条接近液面下降较少的玻璃管尖嘴处，慢慢打开活塞，观察现象。

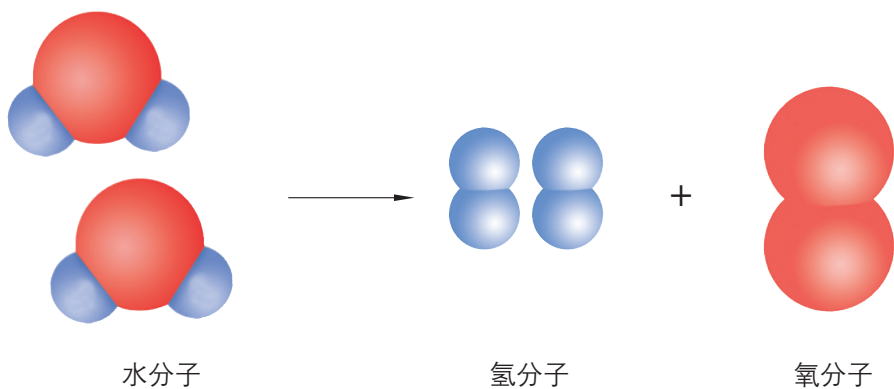
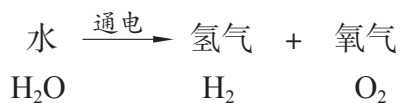
现象

思考：水通直流电后得到的两种气体分别是什么？



在上述实验中，水电解器的两个电极上都有气体产生，分别聚集在两侧玻璃管的上部，这些气体不是水蒸气。其中能使带火星的木条复燃的气体是氧气（ $O_2$ ），能被点燃的气体是氢气（ $H_2$ ）。

水通电生成两种物质——氢气和氧气。这一反应可表示为：



像水通电生成氢气和氧气这样，由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**。



### 交流共享

在水受热蒸发和水通电分解的过程中，水分子分别发生了怎样的变化？

## 二、水的合成

从电解水的实验中我们看到，氢气可以被点燃。这是氢气和空气中的氧气发生了化学反应，反应的结果是不是还能生成水呢？如何用实验来证明你的猜想？

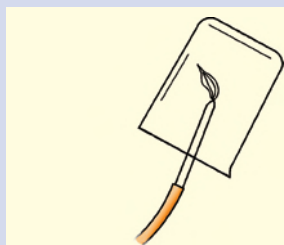


### 实验探究 2-3

#### 氢气在空气中燃烧

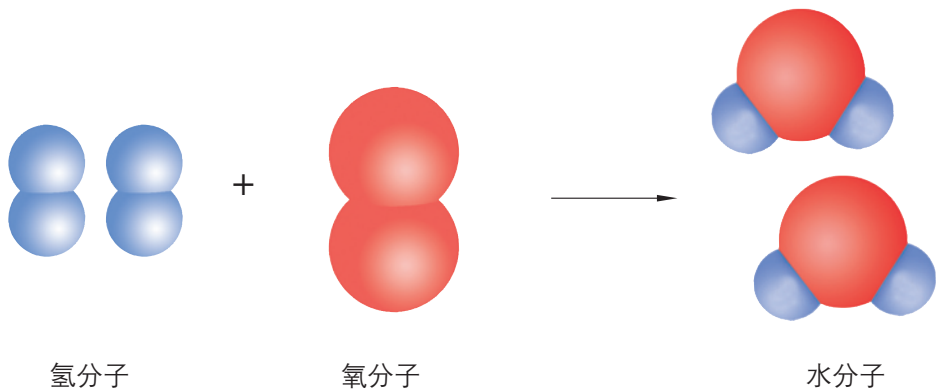
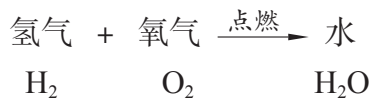
如图所示：在空气中点燃纯净的氢气，并在火焰上方罩一只干燥的凉烧杯，观察现象。用手轻轻触摸烧杯。

现象



**注意：**在点燃氢气前，一定要检验它的纯度！

纯净的氢气在空气中安静地燃烧，火焰呈淡蓝色，烧杯内壁凝结有水雾；用手触摸烧杯，烧杯发烫。这是因为氢气和空气中的氧气在点燃的条件下发生反应生成了水，并放出热量。这一反应可表示为：



像氢气和氧气反应生成水这样，由两种或两种以上的物质生成一种物质的反应，叫作化合反应。



氢气在空气中燃烧，能放出大量的热，是一个释放能量的化学反应，所以人们将氢气视为一种大有发展前途的新型燃料，甚至认为21世纪将是氢能世纪。



### 交流共享

在水通电分解成氢气和氧气、氢气与氧气反应生成水的过程中，分子和构成分子的原子是否都发生了变化？

上述两个实验表明：由分子构成的物质发生化学变化时，分子改变了，而原子没有改变。

我们把物质在化学变化中表现出来的性质，称为该物质的**化学性质**，如水通电可以发生分解，氢气可以在空气中燃烧，氧气可以支持燃烧等；而物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质称为该物质的**物理性质**，如物质的颜色、气味、状态、密度、熔点和沸点等。



### 在线测试

1. 从分子的角度分析，下列解释错误的是（ ）。
  - A. 好酒不怕巷子深——分子在不断运动
  - B. 热胀冷缩——分子间隔的大小随温度的改变而改变
  - C. 电解水生成氢气和氧气——分子可以分成原子，原子也可重新组合成新的分子
  - D. 水可以分解为氢气和氧气，所以水是由不同种物质组成的混合物
2. 下列观点正确的是（ ）。
  - A. 水蒸气遇冷能凝结成水，说明水分子之间是能够化合的
  - B. 氧气支持氢气燃烧时表现的是氧气的化学性质
  - C. 白炽灯泡的钨丝通电时发光放热，说明发生了化学变化
  - D. 无论是混合、分离，还是化合、分解，都是物质发生物理变化的过程



### 长话短说

1. 在直流电作用下，水分解生成氢气和氧气。在点燃的条件下，氢气与氧气化合生成水。
2. 在化学反应中，分子改变，而原子在反应前后不变。
3. 由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；由两种或两种以上的物质生成一种物质的反应，叫作化合反应。
4. 物质在化学变化中表现出来的性质称为该物质的化学性质；物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质称为该物质的物理性质。



### 挑战自我

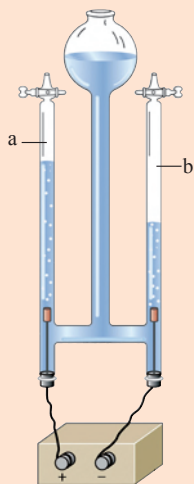
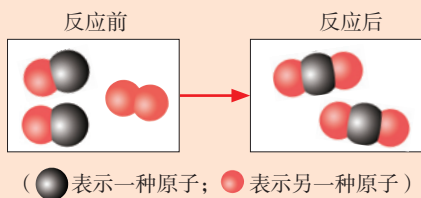
1. 右图是某个化学反应的微观模拟示意图，从图中不能获得的信息是（ ）。

- A. 该反应前后一共涉及3种分子
- B. 该反应在常温下就很容易发生
- C. 该反应前后各种原子的种类没有变化
- D. 该反应属于化合反应

2. 水通电分解时没有发生变化的是（ ）。

- A. 水分子的能量
- B. 水分子的原子组成
- C. 水分子的空间结构
- D. 构成水分子的原子种类

3. 将水注入水电解器装置中，接通直流电一段时间后，可以观察到a管中产生气体和b管中产生气体的体积关系为\_\_\_\_\_；检验b管中气体的方法是\_\_\_\_\_。

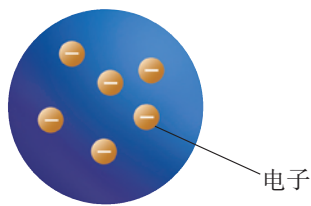


## 第三节 原子的构成

水分子很小，它的直径只有千万分之一毫米。构成水分子的氢原子和氧原子岂不更小？这么小的原子还能不能再分呢？在历史上，人们曾经一度认为原子是最微小的粒子了，不能再分成更小的粒子。然而英国科学家汤姆森等人通过实验改变了人们的这种认识。1897年，汤姆森等人认真分析了高压放电管的阴极射线，发现它是由一种带负电荷的粒子形成的粒子流，这种粒子就是电子。汤姆森进行了一系列实验后发现，不论阴极材料是什么，都会发射出电子。这让他意识到，电子是所有物质的原子中共有的粒子！既然原子中存在更小的粒子，那么原子就是可分的。

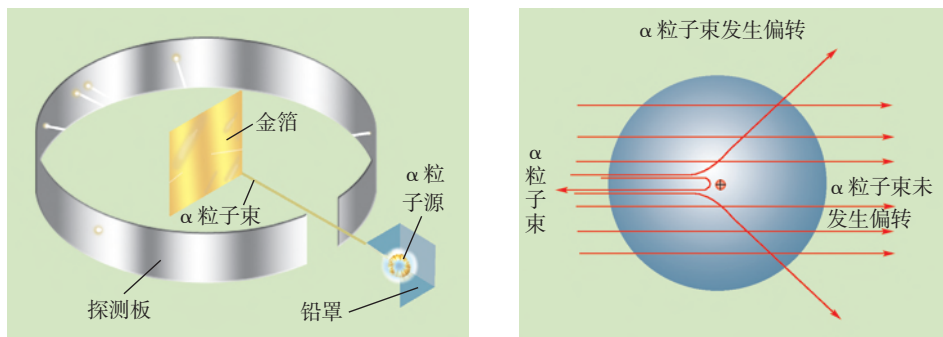
### 一、原子的结构

原子究竟有什么呢？若只有电子，怎么能保证原子为电中性呢？汤姆森猜测原子中一定还有带正电的物质，并由此提出新的原子模型：原子呈圆球状，充斥着正电荷，而带负电荷的电子则像一粒粒葡萄干一样镶嵌其中。这就是原子的“葡萄干布丁”模型。



汤姆森原子模型

1911年，著名物理学家卢瑟福和他的研究团队用一束带正电的、质量比电子大得多的高速 $\alpha$ 粒子轰击一张极薄的金箔。他们预期这些 $\alpha$ 粒子会毫不费力地击穿金原子，顺利到达对面的探测板上。结果却发现：绝大多数 $\alpha$ 粒子能穿过金箔且不改变原来的方向，但有一小部分却改变了原来的前进方向，甚至有极少数的 $\alpha$ 粒子被反弹了回来！



$\alpha$  粒子轰击金箔实验



### 交流共享

为什么绝大多数  $\alpha$  粒子能够顺利穿过金箔，只有一小部分发生偏转，还有极少数被反弹回来？如果当时你在现场，发现这一现象后，你会怎样想呢？

卢瑟福等人认为：极少数  $\alpha$  粒子被反弹回来是因为它们和金原子中某种极为坚硬密实的核发生了碰撞。这个核很小、带正电，却集中了原子的大部分质量，称为原子核。从而推测原子是由原子核和核外电子构成的，电子在原子核外“很大”的空间里运动。

原子核很小，它的体积仅为原子体积的几千亿分之一。即使这样，原子核仍然是可以再分的。后来的研究表明，原子核是由带正电荷的质子和不带电的中子构成的，因此原子核带正电，其所带的正电荷数称为核电荷数。质子和中子的质量差不多，都比电子大得多，质子质量约为电子质量的1 836倍，因此原子的质量几乎全部集中在原子核上。

|          |   |          |                    |                  |
|----------|---|----------|--------------------|------------------|
| 原子（不显电性） | { | 原子核（带正电） | {                  | 质子（1个质子带1个单位正电荷） |
|          |   |          | }                  | 中子（不带电）          |
|          |   | }        | 核外电子（1个电子带1个单位负电荷） |                  |



## 活动天地 2-3

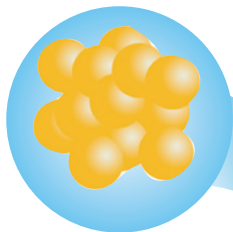
## 探寻原子构成的规律

下表列出几种原子的基本构成，请你分析表中信息，看看能得出哪些结论？

| 名称   | 符号   | 质子数 | 中子数 | 核外电子数 |
|------|------|-----|-----|-------|
| 氢    | H    | 1   | 0   | 1     |
| 氧    | O    | 8   | 8   | 8     |
| 钠    | Na   | 11  | 12  | 11    |
| 氯    | Cl   | 17  | 18  | 17    |
| 碳-12 | C-12 | 6   | 6   | 6     |
| 碳-13 | C-13 | 6   | 7   | 6     |
| 碳-14 | C-14 | 6   | 8   | 6     |

在原子中：核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

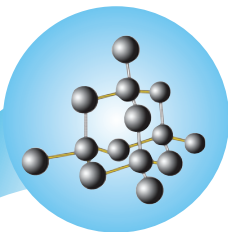
原子是构成物质的一种基本粒子，金、金刚石等都是由原子直接构成的。因此原子具有微观粒子的一般性质，如质量和体积很小、原子之间存在间隔和相互作用、总在不断运动等。



金



金刚石

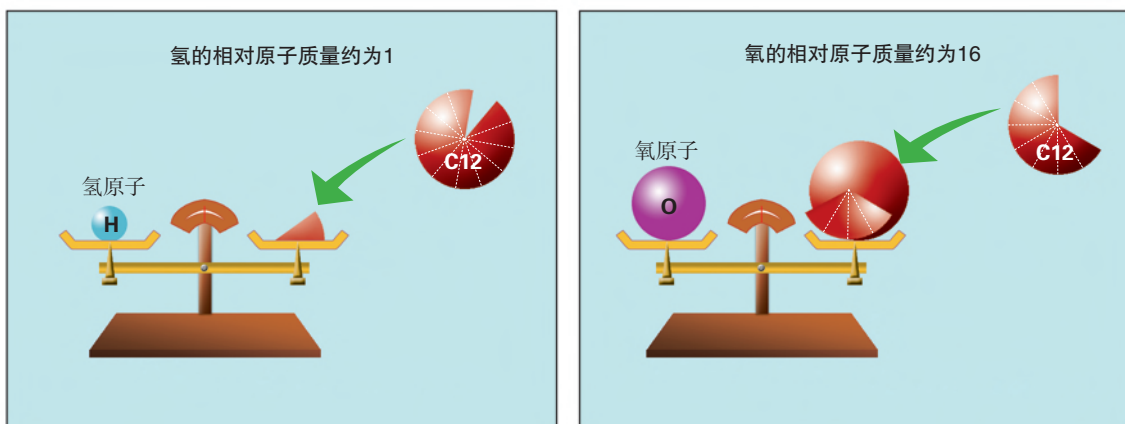


## 二、原子质量的计量

虽然所有原子都非常微小，但是它们的质量仍存在差异。例如，1个氧原子的质量为 $2.657 \times 10^{-26}$  kg，1个铁原子的质量为 $9.288 \times 10^{-26}$  kg。这么小的数字，书写、记忆和运算都很不方便，为此，国际上统一采用相对原子质量来计量原子的质量。

以一个碳12原子的实际质量（ $1.993 \times 10^{-26}$  kg）的1/12作为基准，计算出其他原子的相对质量，就是这种原子的相对原子质量。

$$\text{相对原子质量} = \frac{\text{一个原子的实际质量}}{\text{一个碳12原子质量的1/12}}$$



一些常用的相对原子质量

|        |    |        |      |        |    |
|--------|----|--------|------|--------|----|
| 氢 (H)  | 1  | 镁 (Mg) | 24   | 钾 (K)  | 39 |
| 碳 (C)  | 12 | 铝 (Al) | 27   | 钙 (Ca) | 40 |
| 氮 (N)  | 14 | 硅 (Si) | 28   | 铁 (Fe) | 56 |
| 氧 (O)  | 16 | 硫 (S)  | 32   | 铜 (Cu) | 64 |
| 钠 (Na) | 23 | 氯 (Cl) | 35.5 | 锌 (Zn) | 65 |

注：① 表中的相对原子质量数值全部采用“四舍五入”法取整数（氯除外）；② 其他原子的相对原子质量可从书后附录Ⅱ中查到。

由上表可知：计量原子的质量时，采用“碳12原子质量的 $1/12$ ”作为基准，所得的相对原子质量数值要比采用“千克”作为基准所得的实际原子质量数值更简约，更便于比较和运算。



### 多识一点

#### 计量中的科学

说到计量，其实你一点也不陌生，上学期你有没有称体重、量身高、测量肺活量？那就是在计量你成长发育的阶段性成果呢！然而，计量也不是一件简单的事情，要讲究科学。

一要科学选择计量单位，以使得计量结果易于比较和运算。例如：计量从你家到学校的距离可以用“千米”为单位，而要计量恒星之间的距离则要用“光年”为单位。

二要科学选择计量工具，以保证计量结果的精确性。例如：在实验室称取少量的固体药品时，可以使用托盘天平，其误差不超过 $0.1\text{g}$ ；而要称量一辆装满货物的载重车时就要使用地秤，它的称量误差甚至达几十千克！如果你把少量的药品放到地秤上去称量，其结果可想而知。

三要科学控制影响计量的各种外界因素，以确保计量结果的公正性。例如：如果你想通过比较两个气球体积大小来说明气球中各自所装氢气的多少，就要做到气球内氢气的压强和温度相同才行，否则你的比较就有失公正。



### 在线测试

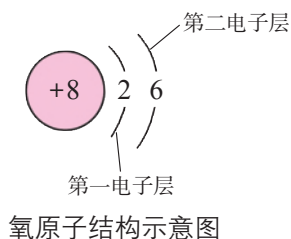
- 关于相对原子质量，下列叙述正确的是（ ）。
  - 相对原子质量就是原子质量
  - 两种原子的质量之比等于它们的相对原子质量之比
  - 碳原子的相对原子质量是 $12\text{g}$
  - 采用相对原子质量后，就增大了原子的质量
- 已知一个铁原子的质量为 $9.288 \times 10^{-26}\text{kg}$ ，则铁的相对原子质量为\_\_\_\_\_。
- 已知一个碳12原子的质量是 $1.993 \times 10^{-26}\text{kg}$ ，氧的相对原子质量为16，则一个氧原子的实际质量为\_\_\_\_\_。

### 三、原子中的电子

在原子中，电子是体积小、质量轻的一种小粒子。不同的原子含有的电子数目不同。例如：1个碳原子含有6个电子，1个氧原子含有8个电子。在多电子原子中，核外电子的能量是不同的。能量高的在离核较远的区域运动，能量低的在离核较近的区域运动。通常把电子在离核远近不同的区域运动称为电子的分层排布。

用原子结构示意图可以方便简明地表示原子核外电子的排布。在原子结构示意图中，圆圈和圈内的数字表示原子核和核内质子数，弧线表示电子层，弧线上面的数字表示该层的电子数。

核外电子对原子在化学反应中的表现有很大影响。在化学反应中，有的原子容易失去电子，如多数金属原子；有的原子容易得到电子，如许多非金属原子；也有的原子既不易失去电子，也不易得到电子，如氦、氖、氩等稀有气体的原子。



#### 原子的稳定结构

#### 多识一点



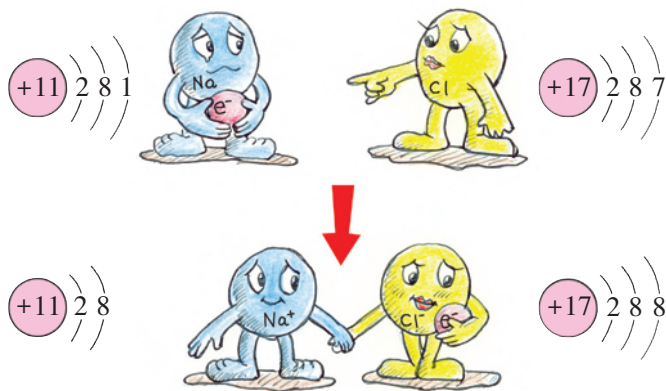
研究表明，原子都有形成稳定结构的趋势。在化学变化中原子是否容易得失电子，与其最外层电子数密切相关：

1. 稀有气体一般不易与其他物质发生化学反应，原因是它们的原子最外层有8个（氦是2个）电子，这样的结构被认为是稳定结构。
2. 金属原子的最外层电子数一般小于4，在化学反应中易失去最外层电子，使次外层成为最外层，从而达到稳定结构。
3. 非金属原子的最外层电子数一般大于4，在化学反应中易得到电子，使最外层达到稳定结构。

在化学反应中，原子核是不变的，发生改变的只是原子核外的电子。原子失去电子后变成带正电荷的



阳离子，得到电子后变成带负电荷的阴离子。例如：钠原子（Na）失去1个电子，形成带1个单位正电荷的钠离子（ $\text{Na}^+$ ）；氯原子（Cl）得到1个电子，形成带1个单位负电荷的氯离子（ $\text{Cl}^-$ ）。带相反电荷的钠离子和氯离子相互作用，就形成了新的物质——氯化钠（ $\text{NaCl}$ ），它是食盐的主要成分。除氯化钠外，氧化镁（ $\text{MgO}$ ）、氯化钾（ $\text{KCl}$ ）等很多物质都是由离子构成的，离子也是构成物质的一种基本粒子。



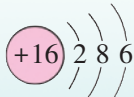
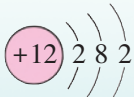
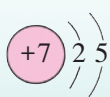
### 交流共享

构成物质的基本粒子——分子、原子、离子，有何异同？它们之间有什么关系？



### 在线测试

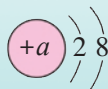
1. 分别说出下列原子结构示意图提供的信息。



2. 原子得到或失去电子后形成离子。右图为某粒子的结构示意图。

① 当  $a =$  \_\_\_\_\_ 时，该粒子是原子。

② 当  $a = 11$  时，该粒子是 \_\_\_\_\_（原子/阳离子/阴离子）。



③ 当  $a =$  \_\_\_\_\_，该粒子是带有1个单位负电荷的阴离子。



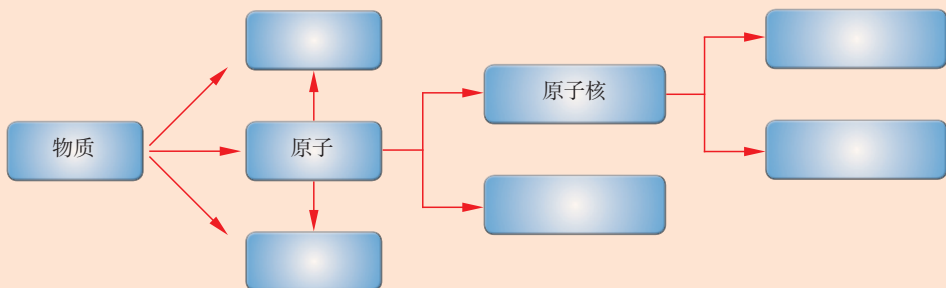
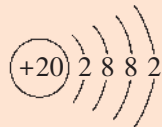
### 长话短说

1. 原子是构成物质的一种基本粒子，具有微观粒子的一般性质。
2. 原子是由居于原子中心、带正电荷的原子核和核外带负电荷的电子构成的，原子不显电性。原子核所带电荷数称为核电荷数，它是由质子数决定的。
3. 某原子的相对原子质量是一个该原子的质量跟一个碳12原子质量的1/12的比值。
4. 原子在化学反应中的表现主要是由原子的最外层电子数决定的。最外层电子数较多的原子在化学反应中易得到电子；最外层电子数较少的原子在化学反应中易失去电子。
5. 原子得到或失去电子后转变为离子。离子也是构成物质的一种基本粒子。



### 挑战自我

1. 右图是钙原子的结构示意图，下列有关钙原子的叙述中正确的是（ ）。
  - A. 核外共有5个电子层
  - B. 在化学反应中不易失去电子
  - C. 核外电子总数为40
  - D. 易形成带2个单位正电荷的阳离子
2. 请你在下列框图中填写粒子名称，归纳构成物质的粒子有哪些。



3. 下列有关原子构成的叙述不正确的是（ ）。
  - A. 原子不显电性
  - B. 相对于原子来说，原子核的体积小大到几乎可以忽略不计
  - C. 原子核是不可分割的实心球体
  - D. 原子的质量主要集中在原子核上

4. 李涛同学撰写了一篇描述他心目中的原子的短文，下文是其作品中的一个片段。

那是一个巨大的群体，从我们身边触手可及的各种物品到自然界里的一草一木，从脚下的一粒尘土到遥远的星际太空，世间万物，只要是你能看到的、想到的，无一不是由这个群体里的诸多成员构成的。这个群体里的每一个成员都是一个被称作“原子”的小粒子。

原子极其渺小，肉眼是根本无法看见的，就连科学家们常用的显微镜也不能窥得其真面目。然而它们真真切切、确实确实是构成这个纷繁复杂、千变万化的物质世界的最重要“基石”。这些“基石”就如同我们小时候玩过的积木，既能直接“搭建”成物质（因为有些物质是由原子直接构成的），又能先“搭建”成各种分子，再由不同的分子“搭建”为各种物质，当然还能先通过得到或失去电子转化为离子，再由离子“搭建”成物质。

它们为数众多，多到你难以想象，无法计数。它们擅长运动，无处不在，无孔不入。你一举手、一投足，一颦一笑、一呼一吸，无时无刻不在与之亲密接触。它们隐匿于世间万物之中，现身于分子、离子大家庭，在化学变化的“战场”上纵横驰骋。

它们亘古即有，虽沧海桑田，但生命不绝。任凭大自然极尽风雨雷电之能，小小身躯与地球并生、与日月同在、与宇宙共休戚。人们称呼它们为“原子”，想必是因为它们代表着宇宙的初始吧。

请你分析他在文中已经论及的关于原子的特征有哪些？有哪些说法你认为是不妥的？请将你想象中的原子以你喜欢的方式描述出来。

## 第四节 元素

自然界里形形色色的物质为什么会变化无穷、循环往复？人们很早就意识到，所有物质都是由几种亘古不变的基本成分——“元素”——组成的。然而，对于这些元素究竟是什么，人们却众说纷纭。有人认为元素是水、火、土、气，也有人认为是金、木、水、火、土……但是，随着人们认识的逐步深入，发现它们仍然是可变的，并不是物质的基本成分。那么，物质的基本成分——元素——究竟是什么呢？

### 一、元素与元素符号



#### 活动天地 2-4

#### 组成物质世界的元素究竟是什么？

古人曾经认为水是组成物质世界的元素之一，认为它普遍存在、不易变化。根据你对水的认识谈谈这种观点是否正确。

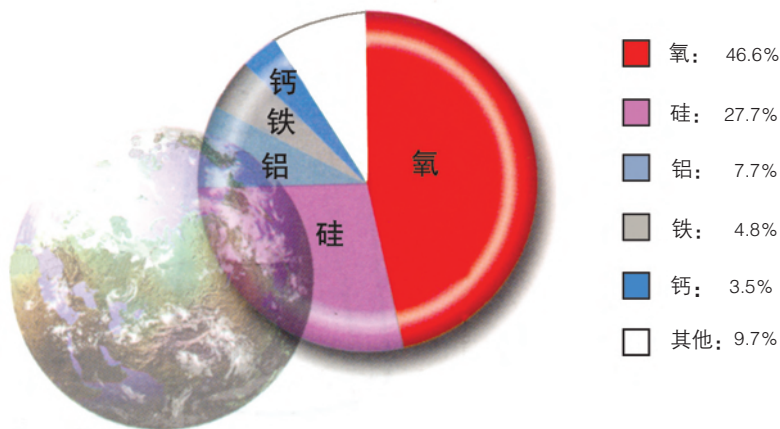
小明认为“所有的物质都是由原子、分子、离子等基本粒子构成的，这些基本粒子才是组成物质的元素”。小丽认为“分子在化学变化中可以再分，是容易变的；而原子是不变的，并且分子是由原子构成的，离子是由原子得失电子后形成的，所以原子才是组成世界万物的元素”。请提出你的观点。

原子以不同数量、不同种类、按照不同的方式结合，构成了多种多样的物质。虽说大千世界中物质种类繁多、千变万化，但是构成它们的原子不易变化。所以，原子才能作为组成物质的基本成分——元素。那么，什么样的原子才能归为同种元素呢？

科学研究表明，原子核中质子数相同的原子在化学变化中表现出来的性质几乎完全相同。因此，科学家们把具有相同质子数的原子归为一类，每一类原子称为一种**元素**。例如：质子数为1的一类原子称为氢元素，质子数为6的一类原子称为碳元素，质子数为8的一类原子称为氧元素。水就是由氢和氧两种元素组成的，二氧化碳则是由碳和氧两种元素组成的。

目前已发现的物质有数千万种，但是组成这些物质的元素只有一百多种。我们可以根据组成物质的元素的种类将纯净物分类：氢气、氧气、碳等只由一种元素组成的纯净物，属于**单质**；而水、二氧化碳、氯化钠等由两种或两种以上元素组成的纯净物，属于**化合物**。

元素在自然界中的分布并不均匀，按质量计算，地壳中含量最多的是氧元素，其他元素含量由高到低依次是硅、铝、铁、钙等。











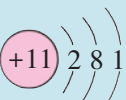
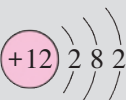
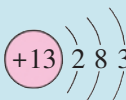
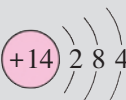
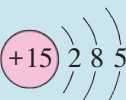
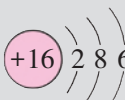
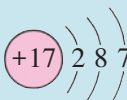
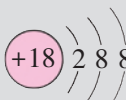
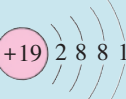



地壳中的元素分布



为方便区分和交流，国际上规定每种元素都采用统一的符号来表示，这种符号叫作**元素符号**。例如：用“H”表示氢元素，“O”表示氧元素。元素符号能表示一种元素，还能表示这种元素的一个原子。例如：“Cl”既表示氯元素，又表示一个氯原子。

一些常见元素的名称、符号和原子结构示意图

|   |   |   |   |  |  |   |   |
|---|---|---|---|--|--|---|---|
| <br>氢 (H)  |   |   |   |  |  |   | <br>氦 (He) |
| <br>锂 (Li) | <br>铍 (Be) | <br>硼 (B)  | <br>碳 (C)  | <br>氮 (N) | <br>氧 (O) | <br>氟 (F)  | <br>氖 (Ne) |
| <br>钠 (Na) | <br>镁 (Mg) | <br>铝 (Al) | <br>硅 (Si) | <br>磷 (P) | <br>硫 (S) | <br>氯 (Cl) | <br>氩 (Ar) |
| <br>钾 (K)  | <br>钙 (Ca) |   |   |  |  |   |   |

多识一点



化学元素汉语名称的由来



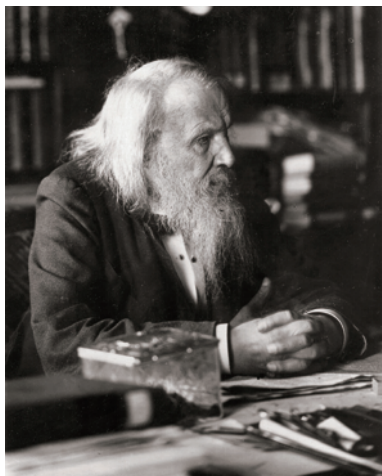
徐寿 (1818 - 1884)

氢(H)、氧(O)、钠(Na)等化学元素的汉语名称,是我国近代化学先驱徐寿创造的。

1869年,徐寿在翻译《化学鉴原》时发现大部分元素在汉语中没有对应的名称。于是,他把化学元素进行了分类:(1)对于金、银、铜、铁、锡、铅、硫等国人已定名的元素,继续沿用旧名。(2)对于一些有特定性质的元素,则采用意译的方式,如轻气、养气、淡气等(后来分别演变为氢、氧、氮,但仍保持原字的读音)。(3)对于其他元素,将元素的英文名称的首音节或次音节译为发音类似的汉字,再加以汉字部首大致区分元素的类别。例如:凡是金属元素(汞除外)均使用“钅”部首;而非金属元素则分别加“气”“氵”或“石”部首,以表示其单质在通常状况下的存在状态是气态、液态或固态,如硒、碘、钙、铍、锂、钠、镍等元素名称都是根据这一原则创造的。

### 二、元素周期表简介

自然界中的物质是由不同的元素组成的，这些元素彼此是否有联系？有没有规律可循？早在原子结构被发现之前，科学家们就已经对此进行了长期的探索。直到1869年，俄国化学家门捷列夫才在前人研究的基础上，把当时已经发现的63种元素按照相对原子质量由小到大的顺序排列起来，并分成几行，使性质相似的元素排在同一列中，从而得到第一张元素周期表。



门捷列夫（1834 - 1907）

如今的元素周期表是把目前已发现并被正式命名的112种元素按照原子核内质子数由小到大的顺序排列而成的，共有7个横行、18个纵行，每一个横行叫作一个周期，每一个纵行叫作一个族（8、9、10三个纵行共同组成一个族）。

元素周期表中每种元素都有一个序号，称为**原子序数**。它的数值等于其原子核内质子数。

元素周期表是学习和研究化学、探索未知世界最有力的工具之一。它为发现新的元素和化合物、预测新元素的结构和性质提供了线索，为我们深入学习和掌握物质性质及其变化规律提供理论指导。



### 活动天地 2-5

#### 认识元素周期表

1. 翻开课本附录中的元素周期表，看看元素周期表都能为我们提供哪些关于元素的信息？
2. 认真观察并分析元素周期表中的每一种元素的元素符号，它们在书写上有什么规律？
3. 将氢、碳、氮、氧、钠、镁、铝、硅、磷、硫、氯、钾、钙、铁、铜、锌、金和银的元素符号和中文名称分别写在一张纸上，制成“元素扑克牌”进行下列比赛，看谁找得又快又准：（1）找出“同一字母打头”的元素符号；（2）按汉字部首“钅”“石”“气”进行分类；（3）按元素符号第一个英文字母顺序进行排序。



多识一点

元素周期表的发展历程

19世纪初，人们发现的元素已超过50种。这些元素的性质各异，其相对原子质量也不相同。那么它们之间是否有内在联系？化学家们对此进行了不懈的探索。

1817年，德国化学家德贝莱纳发现了“三元素组”，每组中的三种元素具有相似的化学性质，且其相对原子质量存在一定规律性。

1862年，法国科学家尚古多按相对原子质量递增的顺序将元素沿一个圆柱面螺旋排列，使性质相似的元素上下排列在一起。两年后，英国化学家纽兰兹发现，随相对原子质量递增，每隔八种元素就有重复的性质出现，称为“元素八音律”。

1869年，俄国化学家门捷列夫经反复比较、排序，将当时已经发现的63种元素按相对原子质量递增的顺序排列起来，使具有相似性质的元素排在同一列中，得到第一张元素周期表。

由于门捷列夫是按相对原子质量大小排列元素的，有些元素在表中的位置并不合适。直到1913年，美国科学家莫斯雷发现，按原子的质子数对元素排序，能更好地体现元素性质的周期性变化规律。随着人们对化学元素认识的深入和新元素的陆续发现，元素周期表不断得到完善。



在线测试

1. 写出下列元素的符号或名称：

硫\_\_\_\_\_ 硅\_\_\_\_\_ 镁\_\_\_\_\_ 钙\_\_\_\_\_ 钾\_\_\_\_\_

Cl\_\_\_\_\_ I\_\_\_\_\_ Cu\_\_\_\_\_ Al\_\_\_\_\_ P\_\_\_\_\_

2. 请在元素周期表中查找并填写下列元素的相关信息：

(1) 地壳中含量最多的非金属元素：\_\_\_\_\_；

(2) 地壳中含量最多的金属元素：\_\_\_\_\_。





### 长话短说

1. 元素是组成物质的基本成分，人们把质子数相同的一类原子称为一种元素。国际上通常采用元素符号表示每一种元素。
2. 只由一种元素组成的纯净物属于单质，由两种或两种以上的元素组成的纯净物属于化合物。
3. 元素周期表是学习和研究化学的重要工具。



### 挑战自我

1. 下图摘自元素周期表，据此判断下列叙述错误的是（ ）。

- A. 氮原子的核外电子数为7
- B. 氧的相对原子质量为16.00
- C. C、N、O的原子序数依次递增
- D. 碳、氮、氧在元素周期表中属于同一族

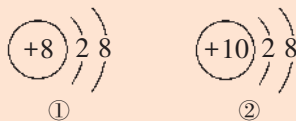
|                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| 6 C<br>碳<br>12.01 | 7 N<br>氮<br>14.01 | 8 O<br>氧<br>16.00 |
|-------------------|-------------------|-------------------|

2. 饮用矿泉水可分为碳酸水、硅酸水和锶水等几大类。此外还有含锌、锂、溴、碘及硒等的矿泉水，这里的“锌、锂、溴、碘、硒”指的是（ ）。

- A. 原子
- B. 分子
- C. 元素
- D. 单质

3. 从下图所示的两种微粒结构示意图中，所获取信息不正确的是（ ）。

- A. 它们属于同种元素
- B. 它们的核外电子层数相同
- C. 它们的核外电子数相同
- D. ①是一种阴离子，②是一种原子



4. 2010年，科学家成功合成了第117号新元素，填补了第116号和118号元素之间的空缺。确定该元素为117号元素的依据是其（ ）。

- A. 中子数
- B. 质子数
- C. 电子数
- D. 中子数和质子数

5. “元素”一词如今被广泛使用。如世博会中国馆——东方之冠，凝聚了“中国元素”，再如媒体经常使用的“音乐元素”、“时装元素”、“车元素”……请你思考以下问题：

(1) 你认为“元素”一词的含义是什么？社会上广泛使用的“元素”与我们化学上使用的“元素”含义是否相同？

(2) 小丽和小明就他们对元素概念的理解进行讨论：

小丽认为如果将元素比喻成英文字母，每一个英文单词就可以看作是一种物质。

小明认为如果把元素类比为小麦，那么麦粒就可以看作是原子。

你认为他们的比喻或类比合理吗？你还可以将物质与元素、元素与原子进行怎样的类比？

(3) 再复杂的事物也是由简单的基本单元构成的，只要把握住它的基本单元及其构成的逻辑脉络，就可以化繁为简。这一点对你现在的学习和未来的生活、工作有哪些启示？

# 到实验室去

## 化学实验基本技能训练（二）

### 明确任务

1. 初步学会使用托盘天平（或电子秤）、量筒等仪器。
2. 学会物质的称量、仪器的连接、装置气密性的检验和仪器的洗涤等实验技能。

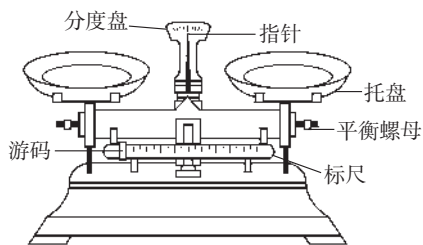
### 做好准备

参考附录 I，了解托盘天平（或电子秤）、量筒等仪器的用途和使用方法。

### 动手实验

#### 实验一 物质的称量

##### 【技能训练】



托盘天平

托盘天平在使用前应检查是否平衡，如果未平衡，应调节左、右平衡螺母使其平衡。称量时把称量物放在左盘，砝码放在右盘。添加砝码时，先加质量大的砝码，再加质量小的砝码，最后移动游码。所称药品的质量为砝码和游码的质量和。



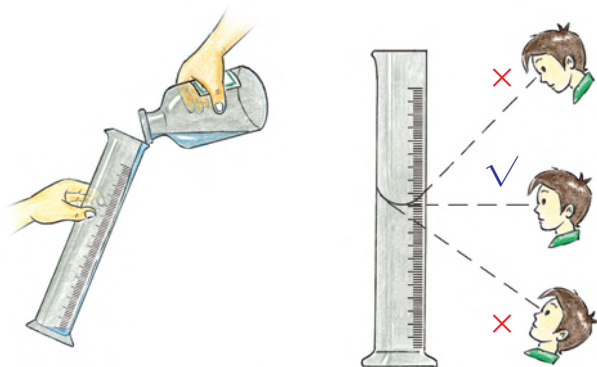
电子秤

**注意：**砝码应用镊子夹取，不要直接用手取用，以免污染砝码。

称量时，药品不能直接放在托盘里。没有腐蚀性的药品应放在纸片上称量；有腐蚀性的药品应放在烧杯中称量。

用量筒量取液体时，先向量筒里倾倒液体至接近所需刻度，然后将量筒平放在桌面上，再用胶头滴管滴加液体至该刻度。

**注意：**读数时视线要与量筒内凹液面的最低处保持水平。不要用量筒盛放热的物质，也不要用量筒中溶解物质。



液体的量取

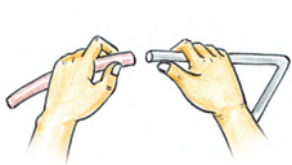
### 【实战演练】

称量3 g食盐，放入一只100 mL的烧杯中，再用量筒量取15 mL水，倒入烧杯中，用玻璃棒轻轻搅拌，观察现象。

现象

## 实验二 仪器的连接与洗涤

### 【技能训练】



在玻璃管上  
套上胶皮管



用橡皮塞塞住试管

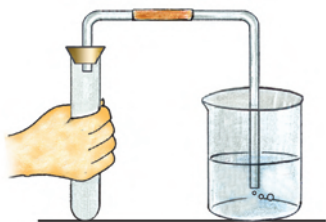
将玻璃管插入胶皮管时，先将玻璃管一端用水润湿，然后一手持玻璃管，一手持胶皮管，稍稍用力转动插入。

用橡皮塞塞住试管时，一手持试管，一手持橡皮塞，稍稍用力转动塞入。

**注意：**进行仪器连接时，一定要小心操作。为防止玻璃管折断后刺破手，最好用抹布将其包裹起来再进行操作。

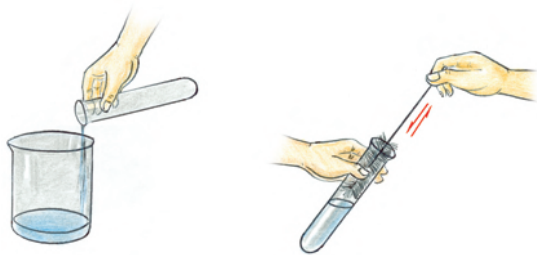
### 【实战演练】

按右图所示连接好仪器。将导管的一端浸入水中，用手握住试管，如果导管口有气泡冒出，证明装置连接完好、不漏气。



连接仪器并检查装置的气密性

### 【技能训练】



废液缸

实验仪器的洗涤

实验结束后，将废液倒入废液缸中。

清洗试管时，将试管刷轻轻转动或上下移动进行刷洗。洗涤后的废液也要倒入废液缸中。

**注意：**洗涤试管时，用力不要过猛，以防损坏试管。

玻璃仪器洗净的标准是：水在仪器内壁既不聚成水滴，也不成股流下。

### 反思交流

托盘天平和量筒都属于计量仪器，使用过程中哪些环节容易产生计量误差？如何减小这些误差？

# 单元练习

## 知识应用

1. 下列叙述正确的是 ( )。

- A. 自来水澄清透明, 属于纯净物
- B. 用直流电电解水, 发现正极与负极上得到的气体体积比大约是2:1
- C. 水覆盖了地球表面约四分之三的面积, 因此不存在水危机
- D. 给水加热, 水分子获得能量, 运动速率加快, 分子之间的间隔增大

2. 下列叙述错误的是 ( )。

- A. 分子、原子和离子都能直接构成物质
- B. 原子中原子核与核外电子的电量相等、电性相反, 因而原子不显电性
- C. 决定原子质量大小的主要是电子
- D. 原子得到或失去电子就变成离子

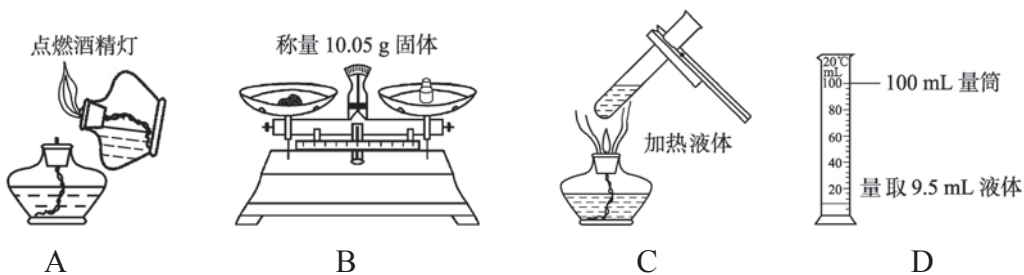
3. 卢瑟福在测定原子构成时做了如下实验: 用 $\alpha$ 粒子(带正电荷的氦核)轰击一张极薄的金箔, 发现绝大多数 $\alpha$ 粒子通过了金箔, 极少数 $\alpha$ 粒子发生偏转或被弹回。根据上述现象得出以下结论, 其中正确的是 ( )。

- A. 金原子是实心球体, 紧密排列
- B. 金原子核的质量比 $\alpha$ 粒子大得多
- C. 金原子核带正电荷
- D. 金原子质量与氦核质量相当

4. 下列叙述正确的是 ( )。

- A. 水电解生成氢气和氧气, 说明水中含有氢分子和氧分子
- B. 在水电解的反应中, 氢原子和氧原子都没有发生变化
- C. 水的蒸发和水的电解都生成气体, 它们都是化学变化
- D. 物质在变化中所表现出的性质, 就是物质的化学性质

5. 下列图示实验操作中, 正确的是 ( )。



6. (1) 根据实验目的从下图中选择相关仪器，将其序号填写在横线上。

① 取用少量粉末状固体时用\_\_\_\_\_。

② 吸取和滴加少量液体时用\_\_\_\_\_。

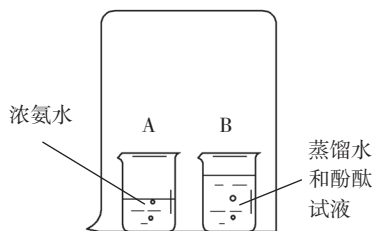
③ 量取8 mL液体时用\_\_\_\_\_。

(2) 将已称量好的6 g食盐溶解在30 mL水中，除下图所列仪器之外，还需要添加的仪器是\_\_\_\_\_。



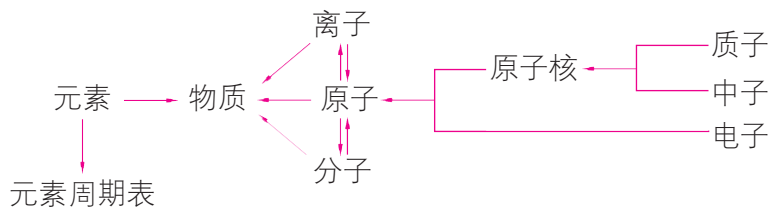
### 方法探究

7. 如右图所示：烧杯A中盛有10 mL浓氨水；烧杯B中盛有20 mL 蒸馏水，并滴入2~3滴酚酞试液，得到无色溶液。用一只大烧杯把A、B两烧杯罩在一起。几分钟后，观察到烧杯B中的溶液变成红色。上述现象说明了什么？请设计简单的实验证明自己的解释。



### 反思交流

8. 小明同学在学习了元素、原子、分子、离子等概念以后，列出了如下概念关系图，你能解释此图吗？请用类似的方式将你学过的化学概念进行简要归纳。



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

# 第三单元 溶液

生活中的茶水、盐水、糖水、汽水、啤酒、白醋、消毒酒精等都是溶液。溶液对动植物的生理活动和人类的生产、科研活动具有很重要的意义。那么物质是如何溶解在水中形成溶液的呢？在一定量的水中能否无限量地溶解某种物质？溶液有什么特征？怎样表示溶液的组成？怎样配制一定溶质质量分数的溶液？

## 3.1 溶液的形成

- ▲ 溶解的过程
- ▲ 乳化现象
- ▲ 饱和溶液与不饱和溶液

## 3.2 溶液组成的定量表示

- ▲ 溶液组成的表示方法
- ▲ 溶液的配制

到实验室去：配制一定溶质质量分数的溶液



## 第一节 溶液的形成

海水、河水、湖水和地下水等天然水即使非常清澈，也不是纯净的水。这是因为水中溶解了许多物质。物质是怎样溶解到水里的？

### 一、溶解的过程



#### 活动天地 3-1

##### 观察食盐的溶解

在一只盛有约50 mL水的小烧杯中，加入一小匙食盐（主要成分是氯化钠），用玻璃棒搅拌。仔细观察发生的变化，直至食盐颗粒在水中消失。触摸烧杯，感受温度是否有变化。

思考：

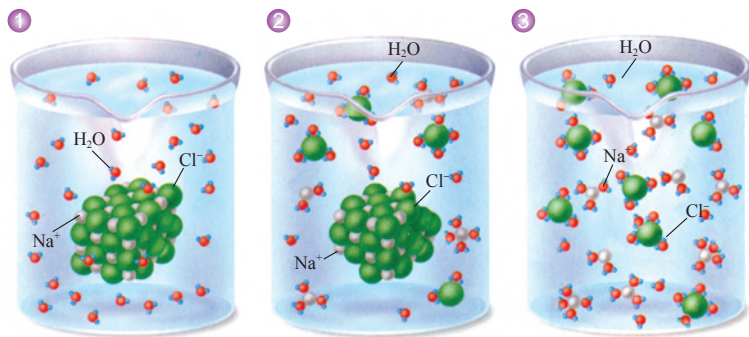
1. 食盐颗粒为什么不见了？
2. 想一想，这杯食盐水的上部、中部和下部，任一处，是否都一样咸？
3. 如果把得到的食盐水密封，保存一个月、一年、两年……你猜测会不会从中析出食盐颗粒来？

一种或几种物质分散到另一种物质里，形成的均一、稳定的混合物，叫**溶液**。像水这种起溶解作用的物质叫**溶剂**，像氯化钠这种被溶解的物质叫**溶质**。

当把食盐颗粒加入水中充分搅拌后，看起来食盐颗粒好像消失了。其实，那是在水分子的作用下，氯化钠解离成钠离子和氯离子，扩散到水中，形成了氯化钠溶液。

氯化钠溶液是由钠离子、氯离子和水分子组成的混合物。在此混合物中，各种粒子的体积和质量都很小（直径一般不超过 $10^{-9}\text{m}$ ），彼此之间存在着相互作用，并且都在不断运动。取出氯化钠溶液的任意一部分进行比较，会发现其组成完全相同。不论放置多久，只要水

分不蒸发，外界条件不改变，氯化钠不会从溶液中分离出来。所以氯化钠溶液是均一、稳定的。均一、稳定是所有溶液的共同特征。



氯化钠溶于水的微观过程<sup>①</sup>

在氯化钠溶于水的实验中，用手触摸烧杯，感觉不到明显的温度变化。然而，很多物质在溶于水时，会使溶液产生比较明显的温度变化，这是因为物质的溶解过程通常会伴随着能量的变化。

### 悬浊液和乳浊液

黄泥水是泥土的小颗粒悬浮在水中形成的，属于**悬浊液**。少量植物油倒入水中用力振荡，植物油的小液滴也会悬浮在水中，这样形成的浊液属于**乳浊液**。悬浊液和乳浊液都不是均一、稳定的，放置久了就会沉降或分层。



## 实验探究 3-1

### 物质溶解时溶液温度的变化

实验用品：小烧杯2只、温度计、玻璃棒；氢氧化钠、硝酸铵。

实验过程：

| 实验操作   | 实验数据   |
|--|--|
| 1. 取两只小烧杯，分别加入约50 mL蒸馏水，用温度计测量水温 ( $T_1$ )。  | $T_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| 2. 向一只小烧杯中加入约5 g氢氧化钠固体，搅拌，测量溶液的温度 ( $T_2$ )。 | $T_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| 3. 向另一只小烧杯中加入约5 g硝酸铵固体，搅拌，测量溶液的温度 ( $T_3$ )。 | $T_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C}$ |

思考：小芳认为：溶液温度变化了，说明物质在溶于水时可能从水中吸收了能量，也可能向水中释放了能量。你同意她的观点吗？

<sup>①</sup> 此图为示意图，图中 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 分子的结合方式及数量关系不代表真实情况。

在物质溶解于水的过程中发生了两种变化：一是溶质的分子（或离子）向水中扩散，这一过程吸收热量；二是溶质的分子（或离子）和水分子作用，生成水合分子（或水合离子），这一过程放出热量。溶质不同，这两种过程吸收或放出的热量不同，从而使溶液的温度发生不同的变化。

水能溶解很多物质，是一种最常用的溶剂。如果不加以说明，通常所说的溶液都是指以水作溶剂的溶液。酒精、汽油等也是常用的溶剂。

溶液对于自然界中的生命活动和人类生产活动具有重要意义。土壤里的各种营养物质只有溶于水、形成溶液，才容易被植物根部吸收。动物摄取的养料，也要先变成溶液，才能被吸收利用。医疗上广泛使用的葡萄糖溶液、生理盐水、各种抗菌注射液等，都是按一定的要求配成溶液使用的。维持人体生命和健康的化学反应多数是在水溶液中发生的。人类利用化学反应创造和生产物质、开展科学实验，很多是在溶液中进行。



许多药物需配成溶液使用



### 交流共享

人们创造和生产物质，除了使物质发生化学变化外，还可以通过对物质进行分离、提纯、混合等手段实现。说说看，日常生活中有哪些事例分别运用了上述方法。



静置后的油水混合物

## 二、乳化现象

生活经验告诉我们，油类物质与水形成的混合物久置后会分层，这类混合物不具备均一性和稳定性，不属于溶液。

用什么办法可以将油和水混合得更加均匀，且放置更长的时间也不会分层呢？



## 活动天地 3-2

### 观察乳化现象

1. 向一支试管中加入少量的水，然后向试管中滴入两滴食用油，用力振荡，观察现象。静置一段时间，再观察现象。

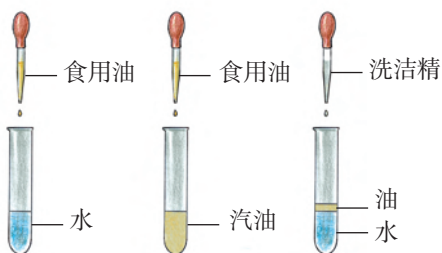
现象

2. 向另一支试管中加入约1/3体积的汽油，重复上述操作，观察现象。

现象

3. 在步骤1中的试管里加入几滴洗洁精，用力振荡，观察现象。

现象

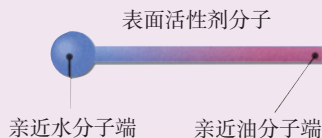


食用油能溶于汽油，却不易溶于水。而洗洁精、洗衣粉和洗发液等物质可以使食用油以细小液滴的形式分散在水中，形成不易分层、比较稳定的混合物，这种现象叫**乳化现象**。

乳化作用在生产生活中的应用很广泛。如利用洗涤剂的乳化作用可轻松去除衣物或餐具上的油污；在化妆品、药物、涂料等生产过程中，通过乳化的方法可将各种成分混合得更加均匀。

### 洗发液是怎样去污的

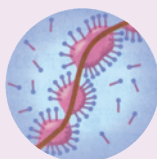
### 多识一点



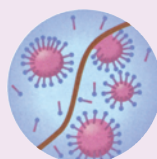
洗发液中含表面活性剂，其分子的一端亲近油分子，另一端亲近水分子。在这种表面活性剂分子的作用下，油污被慢慢地“拉”入水中，经多次揉搓、冲洗，头发上的油污就被逐渐去除了。



洗发液中的表面活性剂分子使紧紧沾在头发上的油污开始松动



表面活性剂分子将油污分成许多小块



水将被表面活性剂分子包围的油污冲洗掉



## 在线测试

1. 下列关于溶液的叙述中，正确的是（ ）。
  - A. 溶液一定是液态的
  - B. 溶液中一定含有水
  - C. 溶液是均一、稳定的混合物
  - D. 只有固体和液体可以作为溶质
2. 列举一些生活中的常见溶液，说出其中的溶质和溶剂。
3. 在日常生活中你见到过乳化的现象吗？说出你知道的两个实例。

## 三、饱和溶液与不饱和溶液

像氯化钠一样，硝酸钾也是易溶于水的物质。然而，如果向一杯水中不断加入硝酸钾，能无限地溶解吗？



## 活动天地 3-3

### 观察硝酸钾能否在一定量水中无限溶解

1. 在盛有20 mL水的烧杯中，加入5 g硝酸钾，充分搅拌。观察现象。

现象

2. 在上述得到的溶液中，再加入5 g硝酸钾，充分搅拌。观察现象。

现象

思考：通过上述操作和现象，你能得出什么结论？

实验证明，硝酸钾在一定量的水中不能无限地溶解。我们把在一定温度下不能继续溶解硝酸钾的溶液称为硝酸钾的**饱和溶液**；把还能继续溶解硝酸钾的溶液称为硝酸钾的**不饱和溶液**。

在上述活动中，当我们在20 mL水中第一次加入5 g硝酸钾时，得到的是硝酸钾的不饱和溶液；第二

次加入5 g硝酸钾时，得到了硝酸钾的饱和溶液，并且还有一部分硝酸钾未能继续溶解。那么，如何才能让剩余的硝酸钾继续溶解呢？饱和溶液与不饱和溶液相互转化的方法有哪些？



### 实验探究 3-2

#### 探究饱和溶液与不饱和溶液相互转化的方法

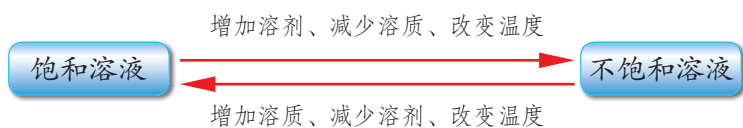
实验用品：大烧杯、小烧杯、试管、酒精灯、石棉网、铁架台、玻璃棒；硝酸钾、蒸馏水。

实验过程：

| 实验操作  | 实验现象 |
|---|------|
| 1. 在盛有10 mL水的小烧杯中，加入5 g硝酸钾，充分搅拌。观察现象。   |      |
| 2. 将上述得到的液体静置后，取少量上层清液于试管中，加入少量硝酸钾固体，充分振荡，观察现象。然后将该试管加热，观察现象。待试管冷却后观察，又有什么现象？ |      |
| 3. 在步骤1的小烧杯中再加入10 mL水并充分搅拌。观察现象。  |      |

思考：本实验中采用哪些方法实现了饱和溶液与不饱和溶液的相互转化？你还能想到其他方法吗？

上述实验证明，溶液的“饱和”与“不饱和”是有条件的，改变条件就能够使饱和溶液与不饱和溶液相互转化。





### 长话短说

1. 溶解就是在溶剂分子的作用下，溶质分子或离子均匀分散到溶剂中的过程。物质的溶解通常伴随着能量的变化。
2. 乳化是使不易溶于水的液体以细小液滴的形态分散到水中，形成不易分层、比较稳定的混合物的过程。溶解和乳化都能使物质混合得更为均匀。
3. 溶液是溶质的粒子分散在溶剂中形成的均一、稳定的混合物。均一、稳定是溶液的重要特征。
4. 水是最重要的溶剂，酒精、汽油等也是常见的溶剂。溶液对于生命活动、工农业生产、科学研究和我们的日常生活都具有重要意义。
5. 在一定条件下，不能再继续溶解某种溶质的溶液叫作该溶质的饱和溶液；还能继续溶解某种溶质的溶液叫作该溶质的不饱和溶液。溶液的饱和与不饱和是有条件的，改变条件可以使饱和溶液与不饱和溶液相互转化。



### 挑战自我

1. 判断下列叙述是否正确。
  - (1) 某物质的饱和溶液就是不能再溶解该物质的溶液。( )
  - (2) 加溶剂可以使饱和溶液变为不饱和溶液。( )
  - (3) 稀溶液一定是不饱和溶液。( )
  - (4) 溶液具有均一性和稳定性，是因为溶液中的各种粒子都静止不动。( )
  - (5) 氯化钠晶体易溶于水，说明其中的钠离子和氯离子易于扩散，所以氯化钠即使在空气中也会因扩散而逐渐挥发。( )
  - (6) 氯化钠易溶于水而不溶于植物油，是因为水分子与油分子对钠离子、氯离子作用不同。( )
2. 下列叙述正确的是( )。
  - A. 与乳化相比，溶解能使物质混合得更均匀
  - B. 乳化后形成的乳液与溶液同样稳定
  - C. 饱和溶液比不饱和溶液含溶质更多
  - D. 在溶解时，溶质微粒的运动比溶剂微粒快
3. 请说出三种把硝酸钾不饱和溶液转化为饱和溶液的方法。

## 第二节 溶液组成的定量表示

溶液在人类的生产、生活和科学研究中具有广泛应用。人们在使用溶液时，常常会提及“溶液的浓度”，关注溶液中溶质的含量。因为即便是两份组成成分相同的溶液，也可能会因为某种成分含量不同而导致其性质迥异。因此，溶液通常需要清楚地标示其组成成分及含量。那么，怎样定量表示溶液的组成呢？如何才能准确知道一定量溶液里含有多少溶质？

### 一、溶液组成的表示方法

在同样多的两杯水中分别溶解一汤匙蔗糖和两汤匙蔗糖，你不难判断哪一杯糖水更甜。但是，你知道下面的实验中哪杯糖水更甜吗？



#### 活动天地 3-4

1. 在一只盛有40 mL水的烧杯中加入8.0 g蔗糖，搅拌，使蔗糖溶解。
2. 在另一只盛有50 mL水的烧杯中加入10.0 g蔗糖，搅拌，使蔗糖溶解。

思考：

1. 上述所得两杯糖水，哪杯更“甜”？你的判断依据是什么？
2. 如果你的结论是通过计算获得的，你列出的算式与其他同学一样吗？

定量表示溶液组成的方法很多，化学上常用溶质质量分数来表示溶液的组成，它是溶质与溶液的质量之比。通常可用下式计算：

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

(溶液的质量 = 溶质的质量 + 溶剂的质量)



**例题** 将100 g 25%的硝酸钾溶液用水稀释成溶质质量分数为10%的溶液。求稀释所需水的质量。

**解：**设稀释后溶液的质量为 $x$ 。因为溶液稀释前后溶质的质量不变，所以：

$$100 \text{ g} \times 25\% = x \times 10\%$$

$$x = \frac{100 \text{ g} \times 25\%}{10\%} = 250 \text{ g}$$

需要水的质量为： $250 \text{ g} - 100 \text{ g} = 150 \text{ g}$

**答：**稀释需要水的质量为150 g。



## 在线测试

1. 下列叙述是否正确？为什么？

(1) 在100 g水中溶解20 g氯化钠，所得氯化钠溶液的溶质质量分数为20%。

(2) 从100 g溶质质量分数为20%的碳酸钠溶液中取出10 g溶液，则取出的溶液的溶质质量分数为2%。

2. 蒸干40 g某氯化钠溶液得到8 g氯化钠。求该溶液的溶质质量分数。

3. 食醋中约含3%~5%的醋酸，计算500 g溶质质量分数为4%的食醋中，含有多少克醋酸？

## 白酒的“度数”

### 多识一点



白酒的“度数”指的是白酒中酒精的含量。这里的含量不是指质量分数，而是体积分数。例如，52度(52°)的酒表示100 mL酒中含有52 mL酒精(通常为20℃时的测量值)。体积分数也是一种表示溶液组成的方法。

## 二、溶液的配制

在许多情况下，我们需要使用溶质质量分数一定的溶液。例如，医疗用生理盐水是溶质质量分数约

为0.9%的氯化钠溶液，太稀或太浓都会带来生命危险。如何配制一定溶质质量分数的溶液？



### 活动天地 3-5

#### 配制一定溶质质量分数溶液的方法

欲配制50 g 16%的氯化钠溶液，基本步骤如下：

1. 计算配制50 g 16%的氯化钠溶液需要氯化钠和水的质量。将所需水的质量换算成体积（1 g水的体积约为1 mL）。
2. 用托盘天平或电子秤称取所需的氯化钠，再用量筒量取所需的水。
3. 将称好的氯化钠倒入干燥的烧杯中，再加入量好的水，用玻璃棒充分搅拌，直至氯化钠全部溶解。
4. 把配制好的溶液装入试剂瓶中，盖好瓶塞，贴上标签（注明药品名称和溶质质量分数），放入试剂柜中。

思考：

1. 配制一定溶质质量分数的溶液需要用到哪些仪器？
2. 如果所配溶液的溶质质量分数略大于或者略小于16%，你认为可能的原因有哪些？



### 在线测试

1. 配制一定溶质质量分数的溶液，正确的操作步骤是（ ）。
 

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| A. 称量（量取）、计算、溶解 | B. 计算、称量（量取）、溶解 |
| C. 计算、溶解、称量（量取） | D. 溶解、计算、称量（量取） |
2. 在配制一定溶质质量分数的蔗糖溶液时，导致溶液中蔗糖的质量分数偏小的可能原因有（ ）。
 

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| A. 用量筒量取水时俯视读数                  | B. 用来配制溶液的烧杯刚刚用少量蒸馏水润洗过 |
| C. 用托盘天平称取蔗糖时，将蔗糖放在右盘，且称量时使用了游码 | D. 在把量好的水倒入烧杯时，有少量水溅出烧杯 |



## 长话短说

1. 可用溶质质量分数定量表示溶液的组成。

$$\text{溶质质量分数} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

2. 配制一定溶质质量分数的溶液，一般要经过计算、称量（或量取）、溶解（或稀释）、装瓶存放等步骤。



## 挑战自我

1. 关于100 g 5%的氯化钠溶液，下列叙述正确的是（ ）。

- A. 100 g水中溶有5 g氯化钠
- B. 将5 g氯化钠溶于95 g水中，可制得该溶液
- C. 溶液中氯化钠与水的质量比为1 : 20
- D. 溶液中氯化钠与水的质量比为19 : 1

2. 现用500 g生理盐水（溶质的质量分数为0.9%）给患者输液，进入患者体内的氯化钠的质量约为多少克？

若用溶质质量分数为18%的氯化钠溶液配制500 g溶质质量分数为0.9%的生理盐水，需18%的氯化钠溶液多少克？需水多少克？

3. 现有100 g溶质质量分数为10%的氯化钠溶液，若使溶液的溶质质量分数增加一倍，应向此溶液中加入氯化钠\_\_\_\_\_ g，或蒸发掉水\_\_\_\_\_ g。

4. 某实验小组欲配制200 g溶质质量分数为15%的氯化钠溶液，按下述步骤操作，请填写。

(1) 计算：需氯化钠\_\_\_\_\_ g，水\_\_\_\_\_ mL。

(2) 称量：调节天平平衡后称量所需的氯化钠时，发现托盘天平的指针偏右，此时应\_\_\_\_\_。

A. 增加适量氯化钠      B. 减少适量氯化钠      C. 调节天平平衡螺母

(3) 配制溶液：用量筒量取所需的水，倒入盛有氯化钠的烧杯中，用玻璃棒搅拌（其目的是\_\_\_\_\_）。这样得到的溶液即为200 g 15%的氯化钠溶液。

(4) 装瓶、贴标签：将配制好的溶液装入试剂瓶中，盖好瓶塞并贴上标签。

# 到实验室去

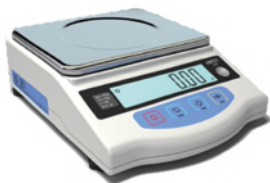
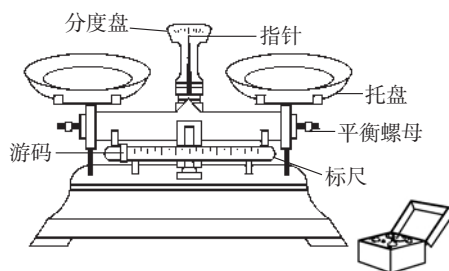
## 配制一定溶质质量分数的溶液

### 明确任务

1. 与同学合作配制80 g 10%的氯化钠溶液。
2. 初步学会配制一定溶质质量分数溶液的方法。

### 做好准备

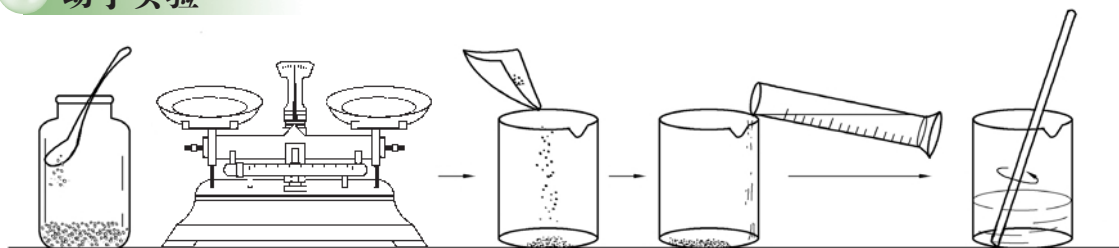
1. 你需要准备以下实验用品：托盘天平、烧杯、玻璃棒、药匙、量筒（10 mL、100 mL）；氯化钠、蒸馏水。
2. 你需要回顾托盘天平（或电子秤）的使用方法，以及量取和搅拌液体等操作方法。



### 友情提示

用玻璃棒搅拌液体时，要注意尽量不要使玻璃棒碰触容器的器壁。

### 动手实验



按上图所示步骤完成实验并将表格中各项内容补充完整。

| 步骤名称  | 操作方法 |
|-------|------|
| 1. 计算 |      |
| 2.    |      |
| 3.    |      |
| 4.    |      |

#### 反思交流

你是否顺利地完成了本次实验？有哪些经验或教训需要与同学们分享？

# 单元练习

## 知识应用

1. 厨房中有下列物质：①食盐、②料酒、③面粉、④豆油、⑤白糖、⑥面酱，将它们分别放入适量水中，充分搅拌，能够得到溶液的是（ ）。

- A. ①②⑤                      B. ①②⑥                      C. ③⑤⑥                      D. ③④⑥

2. 下列有关溶液的叙述错误的是（ ）。

- A. 溶液是由两种或两种以上物质组成的      B. 均一、稳定的液体一定是溶液  
C. 溶液加水稀释前后溶质的质量不变      D. 浑浊的液体一定不是溶液

3. 将氯化钠溶于水，溶液的温度基本不变。下列叙述正确的是（ ）。

- A. 钠离子和氯离子向水中扩散的过程不需要吸收热量  
B. 钠离子、氯离子与水分子形成水合离子的过程不放出热量  
C. 钠离子、氯离子向水中扩散过程中吸收的热量，与钠离子、氯离子和水分子形成水合离子过程中放出的热量基本相等  
D. 氯化钠溶于水既不存在扩散过程，也不存在水合过程

4. 下列叙述错误的是（ ）。

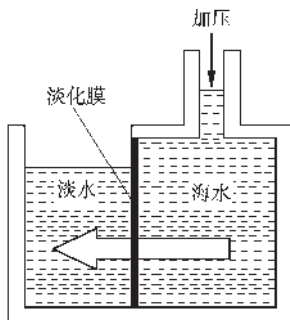
- A. 水能洗掉所有污渍  
B. 汽油可洗去沾在衣服上的油渍  
C. 酒精能溶解沾在试管壁上的碘  
D. 利用洗洁精的乳化作用，可洗去餐具上的油污

5. 下列措施中，一定能把饱和溶液转变成不饱和溶液的是（ ）。

- A. 降低温度                      B. 增加溶剂  
C. 充分搅拌                      D. 增加溶质

6. 海水淡化可采用膜分离技术。如右图所示，对淡化膜右侧的海水加压，水分子可以透过淡化膜进入左侧淡水池，而海水中有些溶质离子不能通过淡化膜，从而得到淡水。对加压后右侧海水成分变化情况进行下列分析中，正确的是（ ）。

- A. 溶质质量增加                      B. 溶剂质量减少  
C. 溶液质量不变                      D. 溶质质量分数减小



7. 过氧化氢 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 既是工业上重要的氧化剂, 又是常用的医用消毒剂。

(1) 小明配制了600 g溶质质量分数为5%的过氧化氢溶液, 该溶液中溶质为\_\_\_\_\_g, 溶剂为\_\_\_\_\_g。

(2) 小明从上述溶液中取出300 g用于环境消毒, 则剩余溶液的溶质质量分数为\_\_\_\_\_。

### 方法探究

8. 某实验小组利用图1所示仪器配制一定溶质质量分数的氯化钠溶液。

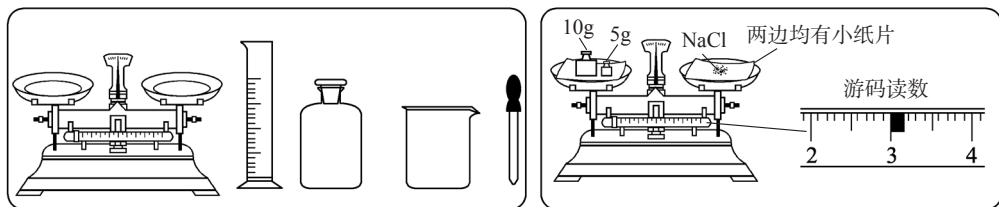


图1

图2

(1) 图1中缺少一种必须用到的玻璃仪器, 它是\_\_\_\_\_。

(2) 图2中的操作错误是\_\_\_\_\_;  
若按图2操作, 取用的氯化钠实际质量为\_\_\_\_\_g。

(3) 量取蒸馏水的体积读数如图3所示, 则该实验小组原计划配制的氯化钠溶液的溶质质量分数为(水的密度为 $1 \text{ g/cm}^3$ ) \_\_\_\_\_。

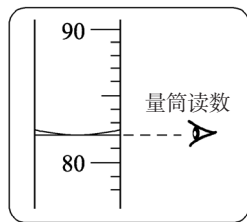


图3

### 反思交流

9. 分别对90 g 10%的氯化钠溶液进行如下操作, 请计算出所得溶液的溶质质量分数:

- (1) 加入10 g水: \_\_\_\_\_;
- (2) 加入10 g氯化钠, 完全溶解: \_\_\_\_\_;
- (3) 加入10 g 20%的氯化钠溶液: \_\_\_\_\_。

# 第四单元 我们周围的空气

空气看不见，摸不着，但你时时都会接触到空气，一刻也离不开空气。你知道空气的成分是什么吗？你关注空气质量吗？空气中的氧气除了供给呼吸外，还有哪些用途？怎样获得氧气？

## 4.1 空气的成分

- ▲ 认识空气的组成
- ▲ 空气是一种重要的资源
- ▲ 关注空气质量

## 4.2 物质组成的表示

- ▲ 化学式及其意义
- ▲ 化合价
- ▲ 物质组成的定量表示

## 4.3 氧气

- ▲ 氧气的实验室制法
- ▲ 氧气的性质
- ▲ 自然界中的氧循环

到实验室去：氧气的实验室制取与性质



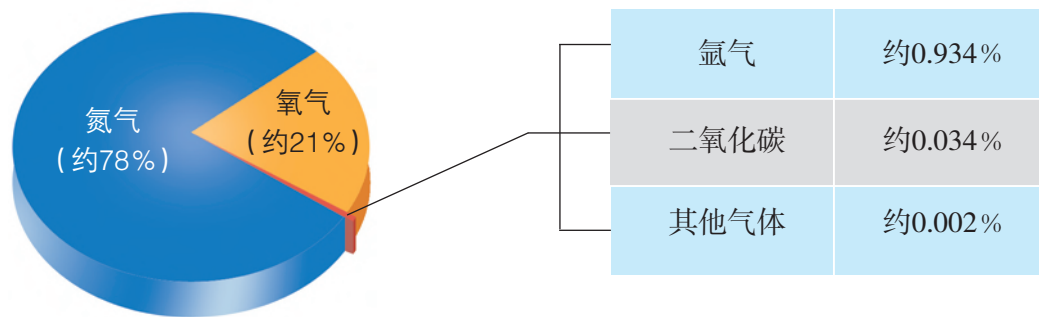


## 第一节 空气的成分

我们每时每刻都要吸入空气，空气成分的微小变化甚至会对人类的生存产生巨大的影响。你知道空气是由哪些成分组成的吗？你关注每天的空气质量报告吗？你对你所在地区的空气质量满意吗？

### 一、认识空气的组成

在地球历史上，空气的成分曾经几度发生巨大变化，现在的空气约形成于3.5亿年前。长期以来，人们一直认为空气是一种单一成分的物质，后来通过科学研究才逐渐认识到空气组成的复杂性。现在我们知道，干燥洁净的空气主要是由氮气（ $N_2$ ）、氧气（ $O_2$ ）和稀有气体（主要为氩气，另外还有氦气、氖气等）组成的，还含有少量的二氧化碳（ $CO_2$ ）和极少量的其他气体。



干燥洁净空气的成分（体积分数）<sup>①</sup>

在小学科学课程中，我们已经知道空气中约含1/5体积的氧气。你知道怎样通过实验测定空气中氧气的含量吗？

<sup>①</sup> 氮气和氧气的含量精确到小数点后3位分别为：78.084%和20.946%；氩气含量0.934%已获国际公认。除上述气体及二氧化碳之外的其他气体的含量不会超过0.002%；二氧化碳含量呈逐年递增趋势。



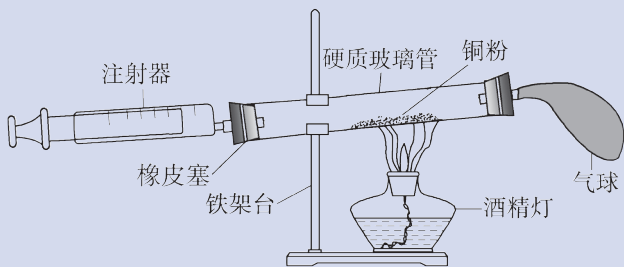
## 实验探究 4-1

## 测定空气中氧气的含量

仪器用品：铜粉、硬质玻璃管（相同规格2支）、橡皮塞（带玻璃导管及不带玻璃导管各2个）、量筒、酒精灯、铁架台（带铁夹）、气球、注射器。

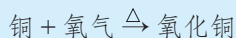
## 实验步骤：

1. 将一支硬质玻璃管注满水（两端用橡皮塞封住）。然后打开上端橡皮塞，将水倒入量筒中，记录体积。
2. 如图所示：在另一支干燥的硬质玻璃管中装入铜粉，两端塞上带玻璃导管的橡皮塞，其中一端用气球密封。移动注射器活塞，在注射器中留下一定体积的气体，记录体积后与硬质玻璃另一端密封连接。根据酒精灯的高度，将玻璃管固定在铁架台上。
3. 用酒精灯在铜粉部位加热，加热时不断推拉注射器。
4. 停止加热后，待玻璃管冷却至室温，将气球内的气体全部挤出。待注射器活塞稳定后，记录注射器中气体的体积。



| 硬质玻璃管的容积 | 反应前注射器中气体体积 | 反应后注射器中气体体积 | 反应消耗的氧气体积 |
|----------|-------------|-------------|-----------|
|          |             |             |           |

**提示：**加热时，铜能跟空气中的氧气反应，生成黑色的氧化铜：



实验结论：\_\_\_\_\_。

## 思考：

1. 为测定空气中氧气的含量而运用化学方法除去氧气时，应注意哪些问题？
2. 上述实验在哪些环节上可能造成误差？如何避免或减小这些误差？

在科学研究和社会生产、生活中，为了研究物质的某些性质或优化物质的某些性能，经常采用化学方法实现物质之间的转化。上述实验，就是依据混合物中各组分性质的差异，利用化学反应，在不引入新的气态杂质的前提下，将氧气转化为固态的氧化铜，从而达到测定空气中氧气含量的目的。

### 多识一点



#### 空气成分地发现

18世纪中叶以前，人们一直把空气看作是一种单一成分的物质。

1775年，法国化学家拉瓦锡用定量的方法研究了空气的组成。他把少量汞放在密闭的容器里连续加热12天，发现银白色的液态汞变成红色粉末，同时容器里空气的体积差不多减少了 $\frac{1}{5}$ 。他又研究了剩余的那部分空气，发现这部分空气既不能供给呼吸，也不能支持燃烧，它就是我们现在所说的氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。拉瓦锡又把汞表面生成的红色粉末收集起来，放在一个较小容器里再加热，又得到了汞和氧气，而且氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的体积。他把得到的氧气加到前一个容器里剩下的 $\frac{4}{5}$ 体积的气体中，



拉瓦锡（1743-1794）

结果所得气体跟空气的性质完全一样。这样，拉瓦锡得出了“空气是由氧气和氮气组成”的结论。

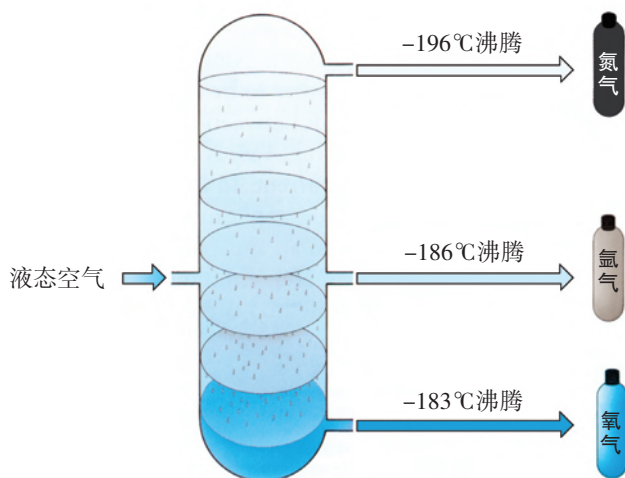
1892年，英国物理学家瑞利发现：从空气中分离得到的氮气密度与分解含氮物质所得的氮气密度之间始终有微小的差异（相差 $0.0064\text{ g/L}$ ）。瑞利没有放过这一微小的差异，他与英国化学家拉姆齐合作，终于发现在空气中还存在着一种性质“懒惰”的气体——氩气。在以后几年里，拉姆齐等人又陆续发现了氦气、氟气、氙气等其他稀有气体。

## 二、空气是一种重要的资源

空气不仅是生命赖以存在的物质基础，还是人类生产活动的重要资源，空气中的各种成分具有广泛的用途。

在工业上，通过降温加压使空气液化，然后加热液态空气，利用空气中氧气、氮气、稀有气体的沸点

不同，使它们在不同温度下分别气化，逐一从空气中分离出来。



空气中各种成分的分离

氧气能供给生物呼吸，支持燃料燃烧，还能用于钢铁冶炼和金属焊接等。



氮气是工业上生产硝酸和氮肥（如碳酸氢铵、尿素等）的重要原料；食品包装袋中充入氮气可延长食品的保质期；液态氮气是很好的制冷剂，可用于冷藏血液等。

稀有气体（包括氦、氖、氩、氪、氙、氡）在通常条件下几乎不与任何物质发生化学反应，在通电时可以发出各种不同颜色的光，可用作工业生产和科学实验中的保护气，也可被填充在灯管中，用于制造多种用途的电光源。

### 三、关注空气质量

通常情况下，空气中各种成分的含量保持相对稳定。但随着人类活动的增加，特别是工业生产和交通运输产生的废气源源不断地排放，使空气中有害气体和烟尘的含量不断升高，导致空气质量下降。空气质量状况随时间和地点的不同而有所不同。



#### 实验探究 4-2

##### 探究不同气体样本中二氧化碳含量的差异

仪器用品：试管、导气管、澄清石灰水、各种气体样本。

##### 实验步骤：

1. 利用课余时间，用气球、塑料袋或塑料瓶收集至少3种气体样本，如田野或树林中的空气、人流密集商场中的空气、自己或他人呼出的气体、机动车尾气等，留作课堂实验时使用。

2. 将课前收集的各种样本气体中分别加入少量澄清石灰水，观察现象。

**提示：**收集气体样本的过程中一定要注意安全，切不可让自己置身于危险中。

| 实验序号 | 样本气体来源 | 实验现象 | 实验结论 |
|------|--------|------|------|
| 1    |        |      |      |
| 2    |        |      |      |
| 3    |        |      |      |

##### 思考：

1. 你是如何控制实验条件、保证对比实验的公平？
2. 实验结果对我们有哪些启示？

目前，有关部门通过各种媒体向社会发布空气质量报告，以使民众及时了解当地和全国各主要城市的空气质量状况。



## 活动天地 4-1

## 认识空气质量报告

下表列出了三个城市某一天的空气质量报告。表中的空气污染指数 (API) 是将几种空气污染物的含量按一定的方法处理, 变成0~500之间的数字。目前计入空气污染指数的有害气体和烟尘主要包括: 二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、臭氧、可吸入颗粒物、总悬浮颗粒物等。其中, 可吸入颗粒物又称PM10, 指直径不超过10  $\mu\text{m}$ 、可以进入人体呼吸系统的颗粒物。直径不超过2.5  $\mu\text{m}$ 的可吸入颗粒物 (即PM2.5) 富含大量有毒、有害物质且在大气中的停留时间长, 被吸入人体后可直接进入支气管, 因而对人体健康影响更大。我国一些城市已将PM2.5纳入常规空气质量监测体系。

思考:

1. 空气质量报告的主要内容是什么?
2. 空气污染指数与空气质量之间存在什么关系?

| 城市 | 空气污染指数  | 首要污染物  | 空气质量级别 | 空气质量状况 |
|----|---------|--------|--------|--------|
| A  | 30~50   |        | I      | 优      |
| B  | 55~75   | 可吸入颗粒物 | II     | 良      |
| C  | 101~121 | 可吸入颗粒物 | III    | 轻微污染   |

## 空气质量级别及对人体健康的影响

## 多识一点



| 空气污染指数 (API) | 空气质量级别  | 对健康的影响  | 标识颜色 |
|--------------|---------|---|------|
| 0-50         | I       | 空气质量优。不存在空气污染问题, 对公众的健康没有任何危害。                                | 绿色   |
| 51-100       | II      | 空气质量良。除极少数对某种污染物特别敏感的人以外, 对公众健康没有危害。                          | 黄色   |
| 101-150      | III (1) | 轻微污染。对污染物较敏感的人群, 如儿童和老年人、呼吸道疾病或心脏病患者, 健康会受到影响; 对其他健康人群基本没有影响。 | 橙色   |
| 150-200      | III (2) | 轻度污染。几乎所有人的健康都会受到影响, 对敏感人群的不利影响尤为明显。                          | 红色   |
| 201-300      | IV      | 中度污染或中度重污染。所有人的健康都会受到比较严重的影响。                                 | 紫色   |
| > 300        | V       | 重度污染。所有人的健康都会受到严重影响, 甚至出现危急情况。                                | 栗色   |

空气不仅是我們赖以生存的物质基础，也是工农业生产的重要资源，让我们为保护环境、提高空气质量行动起来吧！



### 长话短说

1. 空气是由氮气、氧气、稀有气体和二氧化碳等多种成分组成的混合物，它是一种重要的资源。
2. 空气质量状况对公众健康影响很大，监测并改善空气质量是社会发展的必然要求。



### 挑战自我

1. 下列事实说明空气中含有哪种物质？
  - (1) 氢气能在空气中燃烧。
  - (2) 可以利用空气制造氮肥。
  - (3) 酥脆的饼干在空气中会逐渐变软。
  - (4) 长期存放在空气中的澄清石灰水，表面会出现一层白色物质。
2. 哪些事例能说明空气是一种重要的资源？
3. 下表中的数据是某市环境监测中心统计的该市区不同季节空气中几种主要污染物的日平均含量（单位： $\text{mg}/\text{m}^3$ ）

| 空气中主要污染物      | 冬季    | 春季    | 夏季    | 秋季    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| $\text{SO}_2$ | 0.155 | 0.024 | 0.004 | 0.008 |
| $\text{NO}_2$ | 0.051 | 0.031 | 0.030 | 0.032 |
| TSP           | 0.36  | 0.30  | 0.28  | 0.24  |

注：TSP为空气中总悬浮颗粒物（即直径不超过 $100\ \mu\text{m}$ 的颗粒物，又称PM100）。

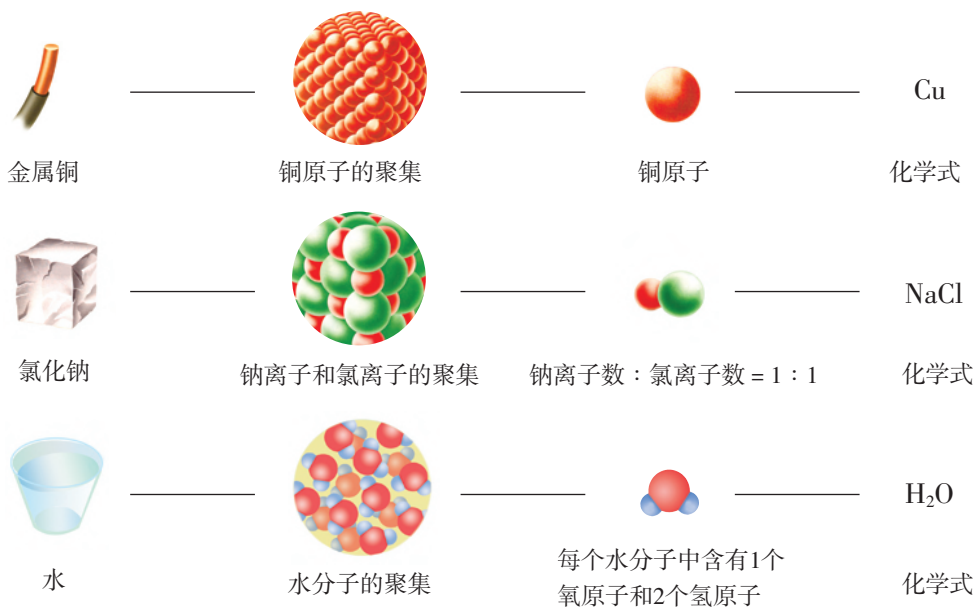
- (1) 空气中各种污染物含量明显偏高的是哪个季节？你认为造成该季节空气污染物含量明显高于其他季节的主要原因是什么？
- (2) 请就你说出的原因，提出两条降低该季节空气污染物含量的合理建议。

## 第二节 物质组成的表示

我们知道，用元素符号可以表示某种元素以及该元素的一个原子。那么，怎样用元素符号来表示物质的组成呢？

### 一、化学式及其意义

从宏观角度看，物质是由各种元素组成的；从微观角度看，物质又是由分子、原子和离子等基本粒子构成的，且各元素的原子或离子之间存在一定的数量关系。例如：二氧化碳是由碳元素和氧元素组成的，而且每个二氧化碳分子又是由1个碳原子和2个氧原子构成的，所以我们可以用化学符号 $\text{CO}_2$ 表示二氧化碳的组成。像这样用元素符号和数字表示物质组成的式子叫作化学式。



物质的组成与化学式的关系



任何纯净物都有固定的组成，都可以用化学式来表示其组成。例如：金属铜是由无数铜原子聚集而成的，我们可以直接用元素符号Cu作为铜的化学式；氯化钠是由大量钠离子和氯离子结合形成的（其中钠离子和氯离子的个数比是1：1），其组成元素为钠和氯，因此氯化钠的化学式可写为NaCl。对于由分子构成的物质，我们一般将它们的分子式作为其化学式。在分子式中，元素符号右下角的数字表示每个分子中所含该种原子的数目。

化学式不仅能表示某种物质及其组成元素，还能表示各元素的原子或离子之间的数量关系。



### 交流共享

1. 化学式“ $\text{H}_2\text{O}$ ”具有哪些含义？符号“ $2\text{H}_2\text{O}$ ”表示什么？

2. 请组织一段简短的语言描述右图情境，与你的同伴们交流。想一想，这对我们学习元素符号、化学式等有什么启示？



有些化合物如NaOH、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 等，它们中的某些原子是作为一个整体参加化学反应的，在反应中的表现如同一个原子。化学上用“根”来命名这些原子集合体，如氢氧根（OH）、铵根（ $\text{NH}_4$ ）。根得到或失去电子后形成较为复杂的阴离子或阳离子，如氢氧根离子（ $\text{OH}^-$ ）、铵根离子（ $\text{NH}_4^+$ ）。

## 二、化合价

水的化学式为 $\text{H}_2\text{O}$ ，氨的化学式为 $\text{NH}_3$ ，甲烷的化学式为 $\text{CH}_4$ 。为什么在这些化合物的分子中，不同的原子结合氢原子的数目不同呢？是什么决定了原子之间相互化合的数量关系？

通常，一种元素的原子能够跟其他元素的原子相互化合的比例，与这种元素的化合价有关。在化合物中，元素的化合价是由这种元素的一个原子得到或失去电子的数目决定的。例如：当钠元素与氯元素化合时，每个钠原子失去1个电子，同时每个氯原子得到1个电子。因此，在氯化钠中，钠元素表现

+1价，氯元素表现-1价。有些情况下，不同元素的原子之间相互化合是靠各自提供电子、形成共用电子对来实现的，这种情况下，化合价的数值就是形成共用电子对的数目。

有些元素的原子在不同条件下得失电子或形成共用电子对的数目是不同的，所以在化合物中表现出多种化合价。

常见元素或根在化合物中的主要化合价

| 名称(符号) | 化合价   | 名称(符号) | 化合价         | 名称(符号) | 化合价   | 名称(符号)                | 化合价 |
|--------|-------|--------|-------------|--------|-------|-----------------------|-----|
| 氢(H)   | +1    | 镁(Mg)  | +2          | 钙(Ca)  | +2    | 氢氧根(OH)               | -1  |
| 碳(C)   | +2、+4 | 铝(Al)  | +3          | 铁(Fe)  | +2、+3 | 硝酸根(NO <sub>3</sub> ) | -1  |
| 氮(N)   | +5、-3 | 硫(S)   | +4、+6<br>-2 | 铜(Cu)  | +1、+2 | 硫酸根(SO <sub>4</sub> ) | -2  |
| 氧(O)   | -2    | 氯(Cl)  | -1          | 锌(Zn)  | +2    | 碳酸根(CO <sub>3</sub> ) | -2  |
| 钠(Na)  | +1    | 钾(K)   | +1          | 银(Ag)  | +1    | 铵根(NH <sub>4</sub> )  | +1  |



### 交流共享

1. 从上表中可以看出金属元素和非金属元素的化合价各有什么特点?
2. 根据元素的化合价，计算MgO、H<sub>2</sub>O、MgCl<sub>2</sub>中各元素正负化合价的代数和。

在化合物中，各元素的正负化合价之和为零。依据这一规则，我们可以根据化合价写出已知物质的化学式。

元素的化合价用于定量描述不同元素的原子之间形成化合物时相互化合的比例。因此，人们规定单质中元素的化合价为零。



## 活动天地 4-2

## 根据化合价写化学式

由铝元素与氧元素组成的氧化铝中，铝元素的化合价是+3，氧元素的化合价是-2，写出氧化铝的化学式。

书写步骤如下：

1. 写出化合物中各元素的符号，通常把正价元素写在左边，负价元素写在右边：



2. 求出两种元素的正、负化合价绝对值的最小公倍数：

$$3 \times 2 = 6$$

3. 求各元素的原子数：

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

$$\text{Al: } 6 \div 3 = 2$$

$$\text{O: } 6 \div 2 = 3$$

4. 把原子数写在各元素符号的右下角，即得化学式（如果原子数为1，则省略不写）：



5. 检查化学式。计算正价总数跟负价总数的代数和是否等于零：

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

氧化铝的化学式是 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

思考：由两种元素组成的化合物，如 $\text{NaCl}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 等，分别读作：氯化钠、二氧化碳、五氧化二磷。

(1) 这些物质的化学式在写法与读法上有什么规律？

(2) 请推测 $\text{NO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaCl}_2$ 的名称。

应该注意的是，物质的组成是通过实验测得的，因此化学式的书写必须依据客观事实。只有确实知道有某种化合物存在，才可能根据元素化合价写出它的化学式，而不能随意写出实际上不存在的物质的化学式。



## 在线测试

1. 氮元素和硫元素具有多种化合价，请根据下列几种物质的化学式判断其中所含氮元素或硫元素的化合价。



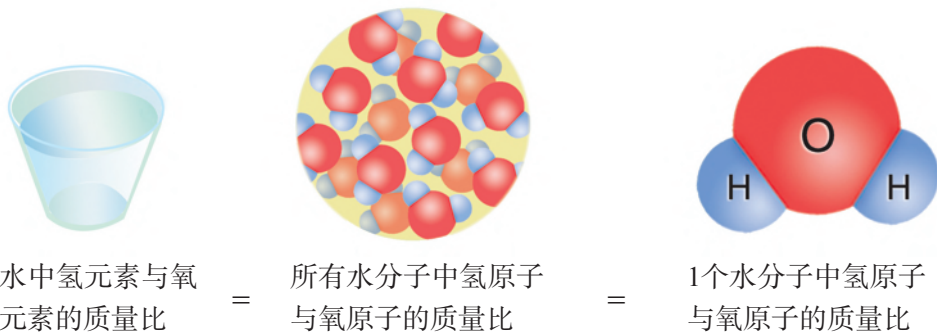
2. 已知在铁元素与氧元素组成的某种化合物中，铁元素的化合价为+3，氧元素的化合价为-2。请写出该化合物的化学式。

## 三、物质组成的定量表示

组成物质的各元素之间存在着固定的质量关系，而化学式就反映了物质中的这种质量关系。利用化学式，不仅可以推算组成物质的各元素的质量比，还可以计算出该物质中某种元素的质量分数。

## 1. 计算组成物质的各种元素的质量比

例如：计算水中氢元素与氧元素的质量比。



由上图可知，水中氢元素与氧元素的质量比为：

$$(1 \times 2) : (16 \times 1) = 1 : 8$$

## 2. 计算物质中某元素的质量分数

物质中某元素的质量分数，就是该元素的质量与物质的总质量之比。

例如：水中氢元素的质量分数（%）

$$= \frac{\text{氢元素的相对原子质量} \times \text{1个水分子中的氢原子个数}}{\text{水的相对分子质量}} \times 100\%$$

$$= \frac{1 \times 2}{1 \times 2 + 16 \times 1} \times 100\%$$

$$\approx 11.1\%$$

某物质化学式中各原子的相对原子质量的总和，就是该物质的**化学式量**。对于由分子构成的物质，其化学式量也叫**相对分子质量**。



### 在线测试

1. 计算下列物质的化学式量：

(1) 氯气 ( $\text{Cl}_2$ )      (2) 二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ )      (3) 氢氧化钙 [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ]

2. 尿素是一种常用的化肥，化学式是 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，请计算：

(1) 尿素中各元素的质量比；      (2) 尿素中氮元素的质量分数。



### 长话短说

1. 化学式可以表示一种物质，还可以表示该物质的组成元素以及各元素的原子或离子之间的数量关系。分子式除具有上述含义外，还可以表示该物质的1个分子。

2. 一种元素的原子能够跟其他元素的原子相互化合的比例，与这种元素的化合价有关。在化合物中，元素的化合价是由这种元素的1个原子得失电子的数目决定的。

3. 化合物中各元素的正负化合价的代数和为零。因此，可以根据化合价写出已知物质的化学式。

4. 根据物质的化学式可以计算组成该物质的各元素间的质量关系。



### 挑战自我

1. 在镁元素与氮元素组成的化合物中，镁元素显+2价，氮元素显-3价，写出该化合物的化学式。

2. 某碳酸氢铵 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) 产品的含氮量为15%，判断它是纯净物还是混合物。

3. 某化合物由碳、氢两种元素组成，这两种元素的质量比为3:1，该化合物的化学式量为16，写出它的化学式。

## 第三节 氧气

氧气与世间万物如影随形，动植物呼吸、燃料燃烧、钢铁冶炼等都需要氧气。这些变化虽然发生的场所和产生的现象各不相同，但都与氧气的性质有关。下面，我们就先在实验室中制取氧气，进而研究它的性质。

### 一、氧气的实验室制法

我们知道，分离液态空气能得到氧气，电解水也可以得到氧气，除此之外，还可以用什么办法在实验室中制得氧气呢？



#### 活动天地 4-3

#### 实验室制取气体物质的思路分析

在实验室里制取一种气体时，首先要选择反应物，知道如何控制反应条件，然后要确定气体发生和收集装置，最后要审查整个反应体系是否符合环保、安全的要求。请认真思考以下问题：

1. 你认为下列哪些物质不能作为实验室制取氧气的反应物？依据是什么？

- ① 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )                      ② 二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ )                      ③ 氯化钠 ( $\text{NaCl}$ )  
④ 高锰酸钾 ( $\text{KMnO}_4$ )                      ⑤ 过氧化氢 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )                      ⑥ 甲烷 ( $\text{CH}_4$ )

2. 某同学认为：确定实验室制取气体的化学反应时，应考虑以下几方面因素。你是否同意他的观点？你还考虑到了哪些因素？

- A. 原料是否容易获得                      B. 实验条件是否容易控制  
C. 实验装置是否容易装配                      D. 实验操作是否安全可靠

3. 选择气体发生装置和收集装置的依据分别是什么？

适合在实验室中制取氧气的物质和方法有很多。其中，利用催化剂分解过氧化氢制取氧气是比较符合环保、安全要求的常用方法。



活动天地 4-4

实验室制取氧气的方法

取A、B两支试管，分别加入3~5 mL过氧化氢溶液。请观察下列实验并填写实验现象。

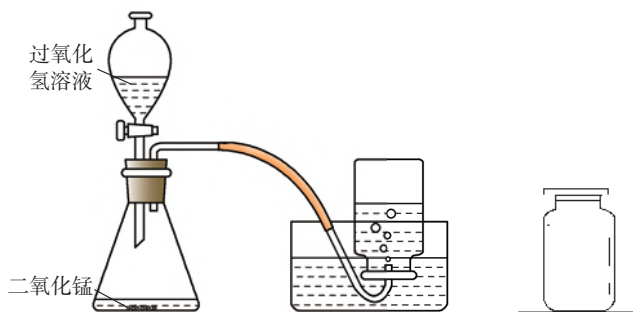
1. 将带火星的木条伸入A试管的管口。

现象

2. 在B试管中加入少量二氧化锰粉末，将带火星的木条伸入试管口。

现象

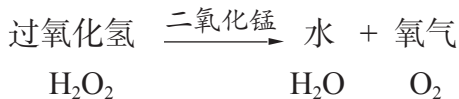
3. 实验室通常用下图所示装置制取氧气，请思考：反应所需的过氧化氢溶液为什么要通过分液漏斗加入？用排水法收集氧气时应如何操作？



排水法收集氧气

先将集气瓶中盛满水，用玻璃片盖住瓶口，然后倒立在水槽中。当导管口有气泡连续、均匀地产生时，再把导管口伸入盛满水的集气瓶里，等瓶里的水排完以后，在水里用玻璃片盖住瓶口，将集气瓶移出水槽，正放在桌面上。

在二氧化锰的催化作用下，过氧化氢迅速分解产生氧气和水，这一反应可表示如下：



能改变其他物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在反应前后都没有发生变化的物质叫作**催化剂**。

反应中，二氧化锰起到了催化作用，它加快了过氧化氢的分解。

利用其他含有氧元素的物质，例如加热高锰酸钾（KMnO<sub>4</sub>）、氯酸钾（KClO<sub>3</sub>）等也可以制得氧气。



## 多识一点

## 形形色色的催化剂

在化工生产、科学实验和生命活动中，催化剂都可大显身手。例如，硫酸生产中要使用五氧化二钒作催化剂。由氮气跟氢气合成氨气，要使用以铁为主体的多组分催化剂。在炼油厂，催化剂更少不了，选用不同的催化剂，就可以得到不同品质的汽油、煤油。汽车尾气中含有污染性气体一氧化碳和氮氧化物，利用钯、铂、铑等金属作催化剂可以迅速将二者转化为二氧化碳和氮气。酶是动物、植物和微生物体内活细胞产生的具有催化功能的生物大分子，生物体中的化学反应几乎都是在酶的催化作用下进行；酿造业、制药业等有时也要用酶作催化剂。

## 二、氧气的性质

在化学上，当我们要认识某种物质的性质时，一般要从这种物质的物理性质和化学性质两个方面进行研究。



## 活动天地 4-5

## 归纳氧气的物理性质

观察一瓶氧气，结合你的生活经验和已有知识，归纳氧气的物理性质。

| 颜色 | 气味 | 状态 | 密度                | 溶解性   | 沸点     | 熔点     |
|----|----|----|-------------------|-------|--------|--------|
|    |    |    | 比空气大 <sup>①</sup> | 不易溶于水 | -183 ℃ | -218 ℃ |

思考：

1. 为什么可以用排水法收集氧气？
2. 充满氧气的集气瓶为什么应瓶口向上放在桌面上？

<sup>①</sup> 在标准状况（0 ℃、 $1.01 \times 10^5$  Pa）下，氧气的密度为1.429 g/L，空气的密度为1.293 g/L。



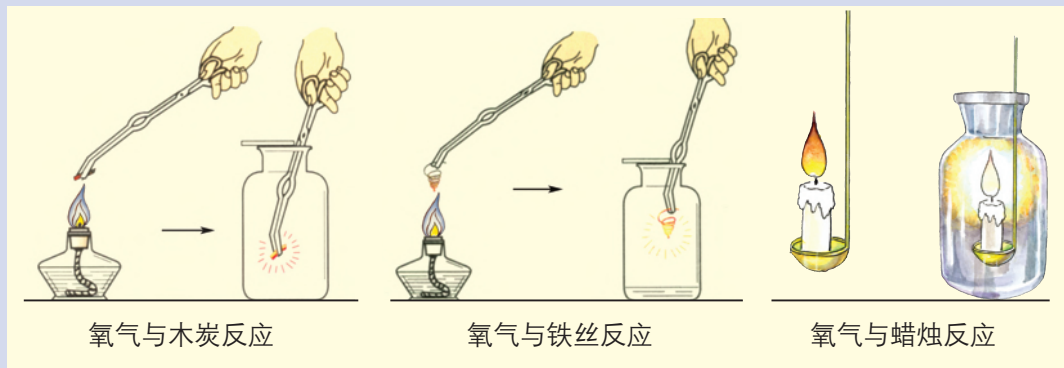
物质的化学性质是该物质在发生化学变化的过程中表现出来的。根据组成物质的元素种类，我们把纯净物分为单质和化合物。让我们从这两类物质中选取几种物质，看看它们能否与氧气发生化学反应。



### 实验探究 4-3

#### 探究氧气的化学性质

请你认真观察以下实验，将实验现象填写在表格中：



氧气与木炭反应

氧气与铁丝反应

氧气与蜡烛反应

1. 氧气与木炭反应：用坩埚钳夹取一块木炭，在酒精灯上加热至燃烧，然后将木炭插入盛有氧气的集气瓶中。待燃烧停止后，向集气瓶中加入少量澄清石灰水并振荡。

|          |  |
|----------|--|
| 木炭在空气中燃烧 |  |
| 木炭在氧气中燃烧 |  |

2. 氧气与铁丝反应：将细铁丝绕成螺旋状，用坩埚钳夹持，在酒精灯上加热。待铁丝红热后迅速插入盛有氧气的集气瓶中（瓶中预先加少量水或铺一层细沙）。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
|----|--|

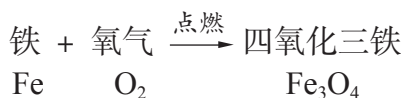
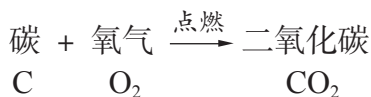
3. 氧气与蜡烛反应：在空气中点燃一根蜡烛（主要成分是由碳、氢元素组成的石蜡），然后用燃烧匙将其转移至盛有氧气的集气瓶中。

蜡烛在空气中燃烧

蜡烛在氧气中燃烧

思考：木炭、铁丝、蜡烛在空气中反应与在氧气中反应剧烈程度明显不同，原因是什么？

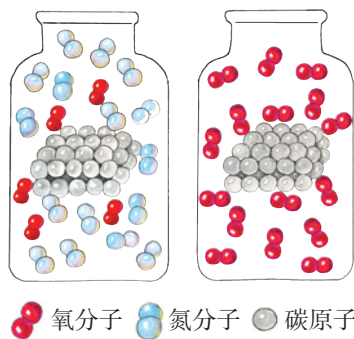
实验表明，木炭、铁丝、蜡烛都能在氧气中燃烧，这说明氧气能与碳、铁、石蜡发生化学反应，这些反应可分别表示为：



通过以上实验还发现：碳、石蜡等可燃物在氧气中燃烧比在空气中燃烧更剧烈，而像铁这种在空气中不易燃烧的物质也能够氧气中剧烈燃烧。这说明物质跟氧气发生化学反应时，单位体积的空间里氧分子的数目越多，反应就越剧烈。

由两种元素组成的化合物，如果其中一种元素是氧，这样的化合物叫**氧化物**。如：水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）、二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）、四氧化三铁（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）等。

氧气是一种化学性质比较活泼的气体，许多物质都可以与氧气发生化学反应，这类反应属于**氧化反应**。



## 交流共享

1. 氧气的化学性质比较活泼，能与很多物质发生反应。但通常情况下，这些物质却都能与氧气“和平共处”，这是为什么呢？
2. 如果空气的组成不是现在的样子，而是氧气占78%，氮气占21%，世界会是什么样的？

### 三、自然界中的氧循环

氧是地壳中含量最高的元素，也是组成生命体的重要元素。氧元素在自然界中的循环，广泛存在于物质的天然转化、人工转化以及生命活动过程中，对于维持健康的生命活动与和谐的生态环境都具有极其重要的意义。



#### 活动天地 4-6

#### 了解自然界中的氧循环

观察下图，看看氧元素在自然界里是怎样循环的？



自然界中的氧循环

思考：

1. 自然界中氧气产生与消耗的途径主要有哪些？
2. 氧气是性质活泼的气体，自然界中很多物质在常温下就能与氧气发生化学反应，为什么大气中氧气的含量没有越来越低呢？

在自然界中，通过氧气以及各种含氧化合物的天然或人工转化，形成持续、稳定的氧循环，从而维持了相对恒定的大气含氧量，构建了陆地、海洋和大气等环境的物质和能量平衡，为生态系统的正常运转提供可靠的资源保障。

氧循环过程中，人和动物吸入的氧气主要用于氧化所摄入的营养物质，为机体生长发育和新陈代谢等提供物质基础和能量。这类反应往往进行得非常缓慢，甚至不容易被察觉，称为缓慢氧化。常温下，许多物质都能发生缓慢氧化反应，例如金属的锈蚀、动植物的腐烂和塑料的老化等。



#### 交流共享

有同学认为：我们每个人都在参与自然界中的氧循环。你同意这种观点吗？我们是如何消耗氧气的？又对氧气的生成做了什么贡献？假如氧循环被破坏，空气中的氧气含量明显升高或降低，可能会怎样影响我们的生活甚至生存？



#### 长话短说

1. 氧气的化学性质比较活泼，能与许多单质和化合物发生氧化反应。
2. 在实验室里可以用分解过氧化氢等方法制取氧气。
3. 氧循环对维持自然界中的物质、能量及生态平衡具有重要意义。



#### 挑战自我

1. 下列关于氧气性质的叙述中，不正确的是（ ）。
  - A. 通常情况下，氧气是无色、无味的气体
  - B. 水生动物可在水中生存是因为氧气能少量溶于水中
  - C. 氧气是可燃物燃烧的催化剂
  - D. 在通常情况下氧气与氮气不能发生化学反应

2. 下列叙述正确的是 ( )。

- A. 氧气的化学性质很活泼, 常温下几乎能与所有物质发生剧烈的化学反应
- B. 将木炭放入盛有氧气的集气瓶中, 木炭会立即燃烧起来
- C. 利用过氧化氢制取氧气的反应属于分解反应
- D. 凡是氧化反应都是化合反应

3. 下列选项不属于氧气在大自然中消耗途径的是 ( )。

- A. 生物的呼吸作用
- B. 绿色植物的光合作用
- C. 物质在空气中的燃烧
- D. 物质在空气中的缓慢氧化

4. 张瑾同学认真分析“自然界中的氧循环”图后, 产生了下列想法, 其中一定错误的是 ( )。

- A. 森林里空气的含氧量高于沙漠中的空气
- B. 动植物呼吸和燃料燃烧过程中都发生了有氧气参与的化学变化
- C. 绿色植物的作用是使自然界中的氧原子总数增加
- D. 教室中的某个氧原子有可能来自上世纪的欧洲田园

5. 如何用简单的方法区分氧气、空气、二氧化碳这三种无色气体?

6. 仔细观察一个完好的白炽灯泡, 你会发现灯泡内玻璃柱或支持钨丝的金属上有一点红色物质, 那是红磷。只要看到使用过的灯泡内有这点红色物质存在, 就可基本断定该灯泡没有漏气, 你知道这是为什么吗?



你想了解更多有关催化剂的有趣实验吗? 请上网查阅一些介绍催化剂或使用催化剂课外小实验的资料。若能亲自做一做, 定会受益匪浅。



信息冲浪

# 到实验室去

## 氧气的实验室制取与性质

### 明确任务

1. 用过氧化氢溶液制取3~5瓶氧气，并选择适当物质，探究（或验证）氧气的性质。
2. 初步学习用简单的装置和方法在实验室中制取并收集气体。

### 做好准备

1. 你需要准备以下实验用品：锥形瓶、分液漏斗、双孔橡皮塞、玻璃导管、胶皮管、集气瓶（125 mL）、水槽、酒精灯、玻璃片、量筒（50 mL）、坩埚钳、燃烧匙；15%的过氧化氢溶液、二氧化锰、木条、木炭、细铁丝、蜡烛、石灰水。
2. 你需要学会连接实验仪器及检查装置气密性。

### 友情提示

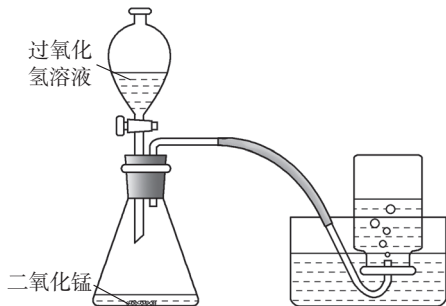
1. 过氧化氢水溶液有一定的腐蚀性，使用时要尽量小心。
2. 物质在氧气中燃烧比较剧烈，实验存在一定的安全隐患，请注意认真观察和控制反应，防止发生安全事故。
3. 这是你首次独立完成制备气体的实验，建议先熟悉实验的各项任务、基本程序和具体操作，以防动手实验时忙乱。

### 动手实验

#### 1. 氧气的制取

（1）如图所示，按照自下而上、从左到右的顺序安装实验装置，并检查装置的气密性。

（2）先向锥形瓶中加入约0.1 g二氧化锰，再向分液漏斗中加入约15 mL过氧化氢溶液，并



将盛满水的集气瓶倒扣于水槽中。

(3) 打开分液漏斗的活塞，将过氧化氢溶液缓缓滴入锥形瓶中，待导管口有气泡连续、均匀产生时，再把导管口伸入集气瓶中集气。集满后用玻璃片在水面下盖住瓶口，移出水面，正放在实验台上。

**想一想：**如何证明集气瓶中已经集满了氧气？

### 2. 氧气的化学性质

#### (1) 木炭在氧气里燃烧

用坩埚钳夹取一小块木炭，在酒精灯火焰上灼烧至红热，放在燃烧匙里，立刻插入盛满氧气的集气瓶中，观察现象。

#### (2) 铁丝在氧气里燃烧

用坩埚钳夹取一端绑有火柴的螺旋状细铁丝，在酒精灯上点燃火柴。待火柴即将燃尽时伸入盛满氧气的集气瓶中（瓶底预先加少量水或铺一层细沙），观察现象。

**注意：**铁丝会在氧气中剧烈燃烧、火星四射，观察现象时不要凑近集气瓶直视。

#### (3) 蜡烛在氧气里燃烧

用铁丝固定一小段蜡烛，在空气中点燃后，伸入盛满氧气的集气瓶中，观察现象。

实验现象与结论：

| 实验内容  | 实验现象 |     | 实验结论 |
|-------|------|-----|------|
|       | 空气中  | 氧气中 |      |
| 木炭的燃烧 |      |     |      |
| 铁丝的燃烧 |      |     |      |
| 蜡烛的燃烧 |      |     |      |

### 反思交流

1. 实验室制取氧气的实验操作步骤有哪些？
2. 为什么物质在空气中和在氧气中燃烧的剧烈程度明显不同？
3. 本次实验中你有哪些成功的经验和失败的教训要与同学交流？

# 单元练习

## 知识应用

- 下列对空气的描述不正确的是( )。
  - 空气是由多种物质组成的混合物
  - 空气中各成分的含量恒定不变
  - 空气中的多种成分在工农业生产中具有重要作用
  - 空气中的各种成分含量变化可能会影响生命体的正常生命活动
- 下列关于化学式“ $\text{H}_2\text{O}_2$ ”的含义描述不正确的是( )。
  - 表示过氧化氢这种物质
  - 表示过氧化氢由氢气与氧气组成
  - 表示过氧化氢由氢元素与氧元素组成
  - 表示1个过氧化氢分子由2个氢原子和2个氧原子构成
- 下列对“使用化学式表示物质的重要意义”的叙述不正确的是( )。
  - 一个简单的符号能表达多种信息，所以符号做到了化繁为简
  - 更有利于科学的传承与交流
  - 可以帮助人们推测物质的所有性质
  - 能把客观存在的宏观物质与它的微观构成联系起来
- 下列物质一定属于纯净物的是( )。
 

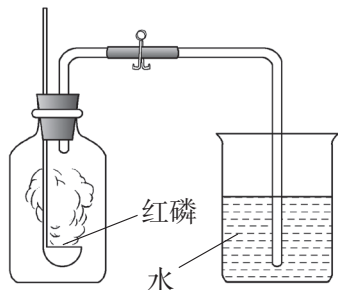
|               |               |
|---------------|---------------|
| A. 由同种分子组成的物质 | B. 由不同分子组成的物质 |
| C. 由相同元素组成的物质 | D. 由不同元素组成的物质 |
- 下列叙述正确的是( )。
  - 在过氧化氢的分解反应中，二氧化锰起催化作用
  - 当氧气参与化学反应时，单位体积空间里氧分子越多，反应越剧烈
  - 如果没有催化剂的帮助，过氧化氢不会分解产生氧气
  - 木炭在空气中燃烧不如在氧气中燃烧剧烈，因此属于缓慢氧化
- 不经常进行体育锻炼的人，如果突然剧烈运动，停下来后就会感到肌肉酸痛，这是体内乳酸积累造成的。乳酸的化学式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ，则它的化学式量为\_\_\_\_\_，其中碳、氢、氧三种元素的质量比为(最简整数比)\_\_\_\_\_，



碳元素的质量分数为\_\_\_\_\_（计算结果精确到0.1%）。

### 方法探究

7. 用来测定空气成分的方法有很多。右图所示方法的化学原理是：磷 + 氧气  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  五氧化二磷（五氧化二磷是一种白色粉末）。实验过程是：将集气瓶容积五等分，并做好标记；点燃燃烧匙内的红磷，立即伸入集气瓶中并塞紧瓶塞；待燃烧停止并冷却后，打开止水夹，发现水被吸入集气瓶中，进入集气瓶中水的体积约为集气瓶总容积的 $\frac{1}{5}$ 。



请回答下列问题：

- (1) 集气瓶中剩余的主要是哪种气体？该实验说明这种气体具有哪些性质？
- (2) 如果实验完毕，进入集气瓶的水不到总容积的 $\frac{1}{5}$ ，你认为导致这一结果的原因可能有哪些？
- (3) 你还能想到哪些测定空气成分的方法？

### 反思交流

8. 对自然界中的混合物进行分离，得到生产和生活所需的较为纯净的物质，是人们改造物质的重要途径。

(1) 说一说，从下列混合物中分离出指定的物质分别采用什么方法？依据的原理是什么？

- ① 从天然水中分离出纯水；
- ② 将溶解在水中的矿物质分离出来；
- ③ 从空气中获得较为纯净的氧气；
- ④ 从空气中获得较为纯净的氮气。

(2) 结合你已有的知识经验，总结一下分离混合物的方法有哪些？尝试对它们进行分类。

# 第五单元 定量研究化学反应

化学是研究物质变化的科学。通过前面的学习，我们已经认识到化学反应是实现物质间相互转化的重要途径，那么化学反应在导致物质种类变化的同时，物质的总质量是否也随之改变呢？怎样科学简明地描述化学反应？一定量的反应物发生化学反应后能生成多少产物？

## 5.1 化学反应中的质量守恒

## 5.2 化学反应的表示

- ▲ 化学方程式及其意义
- ▲ 化学方程式的书写

## 5.3 化学反应中的有关计算

到实验室去：探究燃烧的条件



## 第一节 化学反应中的质量守恒

我们已经知道，化学反应的结果是反应物转化为生成物。那么，在化学反应过程中，反应物和生成物的质量是如何变化的呢？



木炭燃烧成为灰烬，质量如何变化？



树苗长成参天大树，质量如何变化？



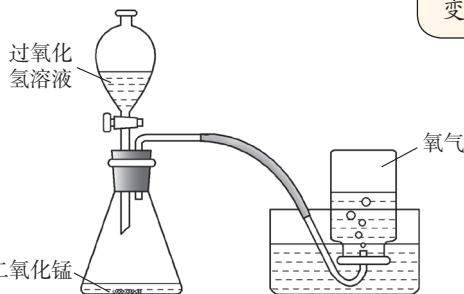
### 活动天地 5-1

#### 推测过氧化氢分解过程中物质的质量关系

过氧化氢在催化剂作用下分解生成水和氧气。分解了的过氧化氢的质量与生成的水和氧气的质量具有什么关系呢？

1. 你同意下图两位同学中哪一位的观点？

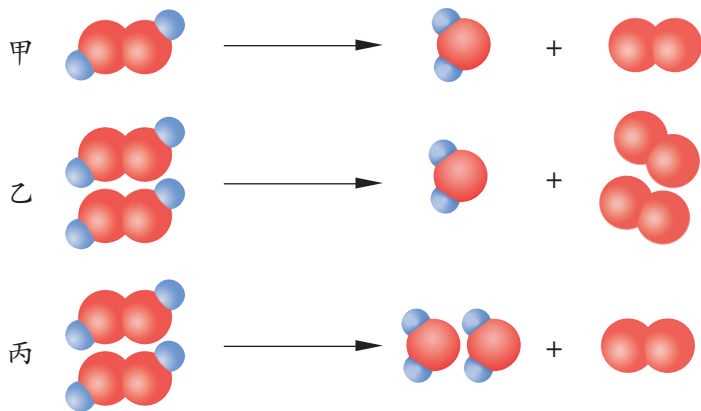
过氧化氢分解了，分子变了，质量当然也就变了！



质量怎么会变呢？在化学反应中，分子虽然变了，但是原子没有改变，质量应该不变吧？



2. 小丽同学用如下3个图示表示过氧化氢分解生成水和氧气的反应。你认为哪个图示是正确的？为什么？



思考：分解了的过氧化氢的质量与生成水和氧气的质量是否相等？

在上述活动中，可能你对物质在化学反应前后质量是否改变已经做出了推测。那么，如何设计实验来检验这一推测是否正确？



### 实验探究 5-1

#### 探究化学反应前后物质的质量有无变化

**实验用品：**托盘天平（或电子秤）、烧杯、试管、胶头滴管、锥形瓶、酒精灯、橡皮塞、导管、试管夹、玻璃棒、塑料袋（或气球）、细线、细沙、放大镜、火柴；盐酸、大理石、硫酸铜溶液、氢氧化钠溶液、白磷等。

#### 实验步骤：

1. 确定一个化学反应作为研究对象

下列反应可供你选择，当然也可以选择其他你熟悉的反应。

(1) 盐酸和大理石（主要成分是 $\text{CaCO}_3$ ）反应，生成二氧化碳、水和氯化钙（ $\text{CaCl}_2$ ）。

(2) 氢氧化钠（ $\text{NaOH}$ ）溶液和硫酸铜（ $\text{CuSO}_4$ ）溶液反应，生成硫酸钠（ $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ）和氢氧化铜 $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 。

(3) 白磷在空气中燃烧生成五氧化二磷（ $\text{P}_2\text{O}_5$ ）。

2. 确定实验操作步骤并进行实验

**提示：**首先要确定一个容易发生的化学反应作为研究对象；其次要考虑怎样测量反应前后的物质质量；同时还要考虑怎样使反应发生、在哪里发生，需要哪些仪器、药品等。

| 实验步骤和方法           | 实验现象和结论 |
|-------------------|---------|
| 称量反应前反应物和反应容器的总质量 |         |
|                   |         |
|                   |         |
|                   |         |

思考：

1. 你的实验是否验证了自己的推测？
2. 你的实验过程是否存在失误？是否影响了你的实验结果？

无数实验证明：参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和，这个规律叫作**质量守恒定律**。质量守恒定律是自然科学的基本定律之一，它告诉我们化学变化只能改变物质的种类而不能改变物质的总质量。

### 质量守恒定律发现简史

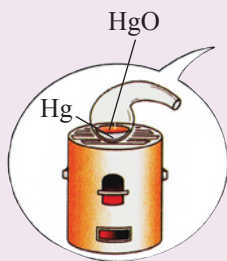
质量守恒定律的发现经历了漫长、曲折的过程。

1673年，英国化学家波义耳将金属汞放在密闭容器里煅烧，然后打开容器盖称量，发现固体物质的质量增加了。



罗蒙诺索夫

1756年，俄国化学家罗蒙诺索夫把金属锡放在密闭容器里煅烧，生成白色的氧化锡，容器里的物质的总质量在煅烧前后并没有发生变化。经过反复实验，都得到相同结果。但这一发现当时并没有引起科学界的注意。



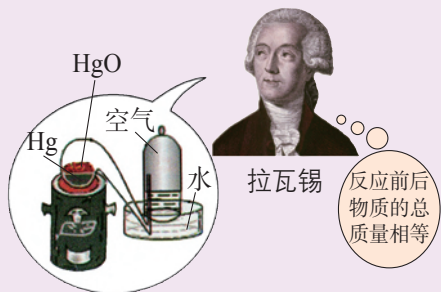
波义耳

### 多识一点



1777年，法国化学家拉瓦锡利用当时比较精确的称量仪器，在密封容器里进行多种金属和非金属的煅烧实验，研究反应中各物质的质量关系，得到以下结论：在化学反应中，物质的总质量在反应前后保持不变。后来，科学家们用更先进的测量仪器做了大量精度更高的定量实验，确认拉瓦锡的结论是正确的，使这一结论得到公认。

质量守恒定律的发现，使得化学科学由定性研究走向定量研究，促进了化学科学的发展。



## 交流共享

为什么在化学反应前后物质的总质量不发生变化呢？请你根据化学变化的微观本质分析化学反应前后质量守恒的原因。

物质是由分子、原子、离子等基本粒子构成的。在化学变化中，构成物质的原子重新组合成新的分子。在化学反应前后，原子的种类没有改变，原子的数目没有增减，原子的质量没有变化。所以，参加反应的各物质的质量总和必然等于反应生成的各物质的质量总和。



## 长话短说

1. 化学变化的过程实质上是原子重新组合的过程。在化学变化过程中，原子的种类、数目和质量不变。
2. 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。这个规律叫作质量守恒定律。



## 挑战自我

1. 某同学做了两个实验：一是氧化汞受热分解生成汞和氧气；二是镁条在氧气中燃烧生成固体氧化镁。他将反应的生成物全部收集起来，并准确称量了这些反应物和生成物的质量，发现反应后的生成物质量都发生了变化。你认为这两个反应是否符合质量守恒定律？为什么？

2. 如果用 $\text{O}\text{C}\text{O}$ 表示二氧化碳，请你用图式表示出二氧化碳与碳反应生成一氧化碳的变化。

3. 某物质在空气中燃烧，生成水和二氧化碳，则该物质中一定含有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_元素，可能含有\_\_\_\_\_元素。

4. 蜡烛燃烧后生成二氧化碳和水。下列关于该化学反应的叙述正确的是（ ）。

- A. 燃烧前后蜡烛质量不变
- B. 蜡烛减少的质量等于生成的二氧化碳和水的质量
- C. 蜡烛燃烧后生成物的质量之和等于蜡烛减少的质量与消耗氧气的质量之和
- D. 燃烧前蜡烛的质量与消耗氧气质量之和等于生成的二氧化碳与水的质量之和

请到图书馆或登录互联网，查阅资料，进一步了解质量守恒定律的发现史，认识定量研究对化学科学发展的重大作用。



信息冲浪

## 第二节 化学变化的表示

我们知道，通过化学反应可以将一种物质转化为另一种物质，而且转化过程遵循质量守恒定律。那么，怎样用化学语言简明、科学地把这些化学反应表示出来呢？

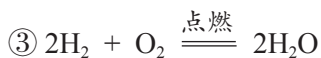
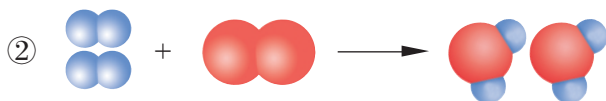
### 一、化学方程式及其意义



#### 活动天地 5-2

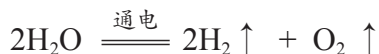
#### 化学变化的表示方法

氢气在氧气中燃烧生成水的反应可以用以下3种方法表示：



思考：分析上述3种表示方法的优点和缺点，你认为哪种表示方法最好？

像③式这样用化学式表示化学变化的式子叫作**化学方程式**。在化学方程式中，通常用“ $\Delta$ ”表示反应需要加热，用“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”注明生成物是气体或沉淀。例如，水通电生成氢气和氧气反应的化学方程式为：



如果反应物和生成物中都有气体，气体生成物就不需要标注“ $\uparrow$ ”。同样，对于溶液中的反应，如果反应物和生成物中都有固体，固体生成物也无需标注“ $\downarrow$ ”。



化学方程式是国际通用的化学语言，它不仅简明地表达了反应物、生成物是什么，反应在什么条件下发生，还能反映出反应体系中各物质的质量关系和微观粒子的数量关系。例如：



粒子数目之比     2     :     1     :     2

相对质量之比 (2×2) : (1×32) : (2×18)

物质的质量之比     4     :     32     :     36

## 二、化学方程式的书写

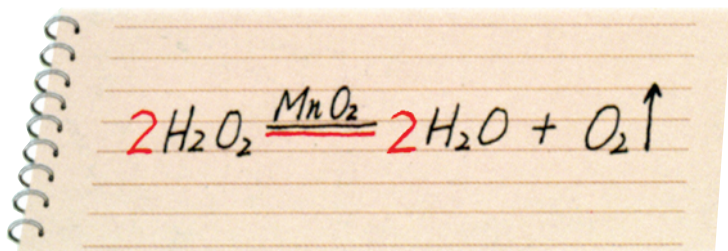


### 活动天地 5-3

#### 用化学方程式描述化学反应

1. 请你试着写出以下两个反应的化学方程式，归纳书写化学方程式的基本步骤：(1) 氢气在氧气中燃烧；(2) 二氧化碳与碳在高温下反应生成一氧化碳。

2. 小明同学根据过氧化氢分解生成水和氧气的反应事实，书写该反应的化学方程式。如图所示，其中黑色字迹是他在第一个步骤中写出的，红色字迹是他在第二个步骤中写出的。



小明同学把化学方程式的书写步骤归纳为下列两步，你赞同吗？

第一步：描述反应事实。首先在短线的左边写出参加反应的物质（反应物）的化学式，然后在短线的上方注明反应条件，最后在短线的右边写出反应所生成的物质（生成物）的化学式，同时注明生成物的状态。

第二步：配平。根据质量守恒定律，在相应的化学式前配上适当的数字（称为化学计量数），使反应前后各种元素的原子个数相等。

思考：“配平”是书写化学方程式的关键步骤，下列问题你都明确了吗？

1. 为什么要配平化学方程式？
2. 配平时，为什么不能改动化学式中元素符号右下角的数字？
3. 怎样确定化学式前的化学计量数？
4. 怎样判断化学方程式是否配平？

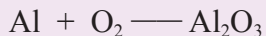
化学方程式描述的是物质发生化学反应的客观事实，因此，书写化学方程式时要遵守两条原则：一是必须以客观事实为依据，不能凭空臆造事实上不存在的物质和化学反应；二是必须遵循质量守恒定律，要使反应前后各原子的种类与数目保持不变。

### 多识一点

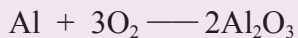


#### 最小公倍数法配平化学方程式

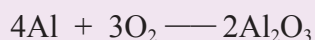
配平化学方程式的方法很多，最小公倍数法是最常用的方法之一。下面以铝和氧气反应生成氧化铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）为例说明这种配平方法（反应条件略）。



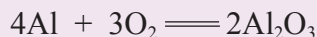
式子左边（反应物）氧气的化学式中，氧原子数是2；右边（生成物）氧化铝的化学式中，氧原子数是3。要使两边氧原子数相等，可先求两边氧原子数的最小公倍数（ $3 \times 2 = 6$ ），然后用最小公倍数分别除以化学式中氧原子的数目，所得的商即是该化学式的系数。用6除以左边 $\text{O}_2$ 中的氧原子数2得3，因此在 $\text{O}_2$ 前配上系数3；用6除以右边 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 中的氧原子数3得2，则在 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 前面配上系数2：



两边的氧原子数相等了，再考虑铝原子的个数。右边的铝原子总数是4，因此，应在左边Al的前面配上系数4：



确认短线两边各元素的原子数相等后，将短线改成等号：

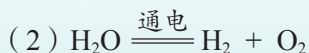




## 在线测试

1. 说说看，你能从化学方程式  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  中获得哪些信息？

2. 下列化学方程式是否正确？请把不正确的加以改正。



3. 写出下列反应的化学方程式：

(1) 氢氧化钠 (NaOH) 溶液和硫酸铜 ( $\text{CuSO}_4$ ) 溶液反应，产生氢氧化铜沉淀 [ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ]，生成的硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 留在溶液中。

(2) 白磷在空气中燃烧，生成五氧化二磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )。



## 长话短说

1. 化学方程式不仅可表明反应物、生成物和反应条件，还可以表示出反应体系中各微观粒子的数量关系以及各宏观物质的质量关系。

2. 书写化学方程式必须以客观事实为依据，遵循质量守恒定律。



## 挑战自我

1. 下列关于化学方程式  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$  含义的叙述中，正确的是 ( )。

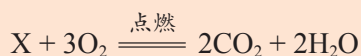
A. 可表示双氧水是由水和氧气化合而成的

B. 双氧水在催化剂的存在下分解生成水和氧气

C. 2个双氧水分解生成2个水和1个氧气

D. 在催化剂存在的条件下，每34份质量的双氧水分解生成16份质量的氧气和18份质量的水

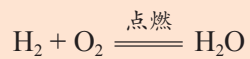
2. 某化合物X在氧气中完全燃烧，反应的化学方程式为：



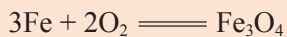
试写出X的化学式。

3. 下列化学方程式书写是否正确？若不正确，请改正。

(1) 氢气在氧气中燃烧：



(2) 铁在氧气中燃烧：



4. 写出下列反应的化学方程式，计算反应中各物质间的质量比。

(1) 镁在氧气中燃烧；

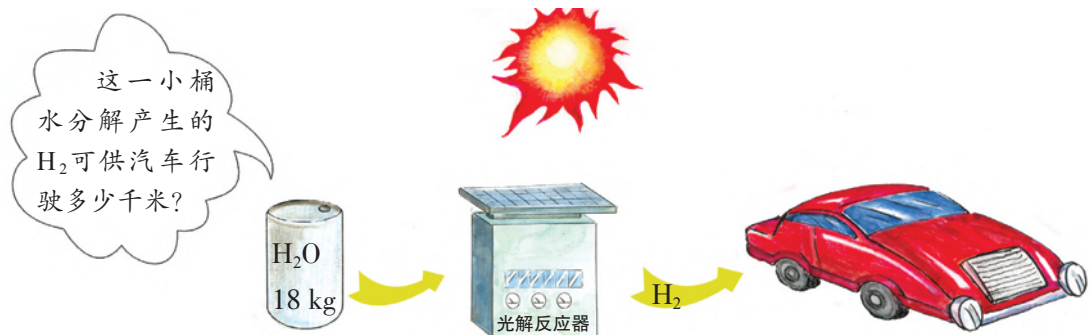
(2) 氧化铜和碳在加热条件下反应生成铜和二氧化碳；

(3) 乙醇（化学式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ）在氧气中燃烧生成二氧化碳和水。

### 第三节 化学反应中的有关计算

在生产、生活和科学研究中，我们不仅需要知道化学反应生成了什么物质，还常常需要知道生成了多少物质。依据化学方程式中物质的实际质量之比等于相对质量之比，我们可以进行化学反应中的相关定量计算。

例如：已知1 kg氢气能供一辆功率为50 kW的氢能源汽车行驶约100 km，要想知道18 kg水分解产生的氢气能供该汽车行驶多少千米，就需要知道18 kg水能分解产生多少氢气。



像这样的问题要依据化学方程式来解决，其一般思路为：首先弄清楚化学反应的原理，正确书写化学方程式；然后根据化学方程式找出反应物与生成物之间的定量关系，并据此确定已知量与未知量之间的关系；再将上述关系列成比例式求解；最后检查确保计算过程和结果无误后，简明地写出答案。

下面以上述问题为例来说明依据化学方程式进行计算的步骤和格式。

例：计算18 kg水完全分解产生氢气的质量。

(1) 设未知量；

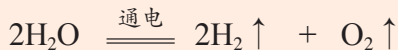
(2) 写出反应的化学方程式；

(3) 找出反应物与生成物之间的质量关系，并将与之成比例的已知量与未知量写在相应的位置上；

(4) 列出比例式，求解；

(5) 检查无误后简明地写出答案。

解：设18 kg水完全分解产生氢气的质量为 $x$ 。



$$2 \times 18 \qquad 2 \times 2$$

$$18 \text{ kg} \qquad x$$

$$\frac{2 \times 18}{2 \times 2} = \frac{18 \text{ kg}}{x}$$

$$x = \frac{4 \times 18 \text{ kg}}{36} = 2 \text{ kg}$$

答：18 kg水完全分解产生氢气的质量为2 kg。

根据上述方法，尝试解决下列实际问题。

工业上电解氧化铝制取金属铝，反应的化学方程式为：



如果加工一个铝锅需要1.08 kg铝，至少需要电解多少千克氧化铝才能得到制成这个铝锅所需的铝？



## 在线测试

1. 计算12 g碳在足量的氧气中燃烧生成二氧化碳的质量：

(1) 已知碳的质量是12 g，需要求\_\_\_\_\_的质量。

(2) 根据碳燃烧反应的化学方程式，计算已知量（碳）与未知量（二氧化碳）的质量比是\_\_\_\_\_。

(3) 按照解题步骤，计算生成二氧化碳的质量。

2. 工业上利用煅烧石灰石（主要成分为 $\text{CaCO}_3$ ）的方法生产生石灰（主要成分为 $\text{CaO}$ ），同时得到 $\text{CO}_2$ 。

(1) 写出该过程中发生反应的化学方程式。

(2) 计算煅烧1 000 t含杂质20%（杂质不分解）的石灰石能生产多少 $\text{CaO}$ ？



## 长话短说

依据化学方程式中物质间的质量关系，可以进行化学反应中的有关计算。计算时要注意：列在化学式下面的质量必须是纯净物的质量；质量单位必须做到上下对应、左右一致。

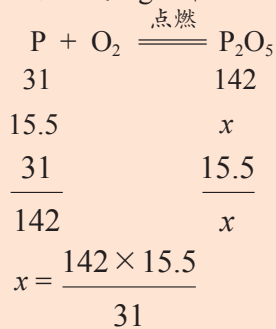


## 挑战自我

1. 已知锌和稀硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 反应生成氢气和硫酸锌 ( $\text{ZnSO}_4$ )。实验室制取 2 g 氢气，需要多少克锌？
2. 实验室中用分解过氧化氢 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 的方法制取氧气。76 g 过氧化氢完全分解，可以生成多少克氧气？
3. 48 g 镁与 32 g 氧气完全反应，能生成 80 g 氧化镁。36 g 镁与 30 g 氧气充分反应，能否生成 66 g 氧化镁呢？
4. 某同学在学习了化学反应的定量计算方法后，独立完成了一道计算题。请你认真阅读，完成以下两个任务。
  - (1) 对该同学的解题过程进行评价，并对发现的错误进行改正。
  - (2) 通过与大家交流，请你反思总结：在进行有关化学反应的定量计算时，应该注意哪些问题？

**题目：**15.5 g 红磷在氧气中充分燃烧，可生成五氧化二磷多少克？

**解：**设可生成  $x$  g 五氧化二磷。



**答：**可生成五氧化二磷 71 g。

# 到实验室去

## 探究燃烧的条件

### 明确任务

1. 自行设计并动手实验，探究燃烧的条件。
2. 通过完成一系列促进或阻止燃烧反应的实验，初步体会控制化学变化的一般思路。

### 做好准备

本次实验对学习第六单元的内容有很大的帮助，在实验之前请你先做好以下准备工作：

#### 1. 回顾有关知识和经验

例如：燃烧需要什么条件？日常生活中常用的灭火方法有哪些？怎样才能使炉火烧得更旺？

#### 2. 确定本次实验你想解决的问题

你可以自行设计实验验证自己的猜想，还可以重复或改进下面3个实验。

#### 3. 准备好实验用品

木条、A4纸、秒表、酒精灯、火柴、试纸、烧杯、坩埚钳、钢丝棉、酒精、一瓶氧气。

### 友情提示

任何点燃操作和燃烧过程都可能因操作不当而带来危险，在动手操作前务必思考可能存在的危险以及如何防范意外的发生。

### 动手实验

#### 1. 分别尝试点燃浸过酒精和水的木条

取一根木条，将其一端浸入烧杯中的酒精里约10 s，用试纸轻轻擦拭后在酒精灯火焰上点燃。取另一根木条，将其一端浸入烧杯中的水里约10 s，用试纸轻轻擦拭后，也尝试在酒精灯火焰上点燃。



思考：(1)你认为上述实验探究的燃烧条件是什么？该实验能否达到这一探究目的？(2)你有自己的实验方案吗？你的方案与本实验相比有什么优点与不足？

### 2. “纸船烧水”

取一张A4纸，裁成两半，折成两只同样的纸船。将一只纸船放在铁架台的铁圈上，用酒精灯加热，记录纸船从开始加热到燃烧需要的时间。

向另一只纸船中小心注入约一半的水，放在上述铁圈上加热，记录该纸船从加热到燃烧需要的时间。

思考：上述实验能否证明燃烧需要使可燃物达到一定的温度？你有更优化的实验方案吗？

### 3. 分别尝试在空气中和氧气中点燃钢丝棉

用坩埚钳夹持一团钢丝棉，在酒精灯火焰上灼烧至红热。将钢丝棉迅速插入氧气中（瓶底需盛水或铺沙子），观察现象。

思考：分析上述实验现象，你对燃烧条件有哪些新的理解？



钢丝棉在氧气中燃烧

## 反思交流

1. 当我们对某一个燃烧条件进行探究时，要注意什么问题才能保证实验的可靠性、结论的科学性？

2. 你能想出多少种熄灭蜡烛的方法？这些方法分别破坏了燃烧的什么条件？

# 单元练习

## 知识应用

- 镁带在空气中完全燃烧后生成物的质量 ( )。
  - 比镁带质量小
  - 比镁带质量大
  - 等于参加反应的镁带质量与参加反应的氧气质量之和
  - 等于镁带质量与参加反应的空气质量之和
- 在化学反应前后,肯定不会变化的是 ( )。
 

①原子的数目 ②分子的数目 ③元素的种类 ④物质的质量总和 ⑤物质的种类  
⑥物质的体积 ⑦物质的状态

  - ②④⑤
  - ①③⑦
  - ①③④⑥
  - ①③④
- 根据化学反应方程式  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{X} + 6\text{H}_2\text{O}$ , 推断X的化学式为 ( )。
  - $\text{N}_2\text{O}_5$
  - NO
  - $\text{N}_2$
  - $\text{NO}_2$
- 化学方程式不能提供的信息是 ( )。
  - 哪些物质参加反应
  - 在什么条件下发生反应
  - 各物质之间的质量比
  - 化学反应的快慢
- 下列化学方程式书写是否正确? 如不正确,说明原因。
 

(1) 氧化汞加热分解:  $\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$

(2) 在加热的条件下,铜与氧气反应:  $\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow \xrightarrow{\Delta} \text{CuO}$
- 氯酸钾 ( $\text{KClO}_3$ ) 在二氧化锰 ( $\text{MnO}_2$ ) 作催化剂并加热的条件下能较快地分解生成氯化钾 ( $\text{KCl}$ ) 和氧气,试写出该反应的化学方程式。要得到1.6g氧气,需分解氯酸钾多少克?
- 8 g铜粉在空气中加热至完全反应,能消耗标准状况下的氧气多少升?(已知标准状况下氧气的密度约为1.43 g/L,铜元素的相对原子质量约为64)

## 方法探究

8. 为了探究物质在化学变化前后的质量关系，波义耳曾做过这样一个实验：将金属汞放在密闭容器里煅烧，煅烧后立即打开容器盖进行称量，得出的结论是物质的质量增加了。该实验导致波义耳与质量守恒定律擦肩而过。

- (1) 是什么原因导致波义耳未能发现质量守恒定律？
- (2) 你认为该反应是否遵循质量守恒定律？

## 反思探究

9. 小明想利用电解水的方法制取少量氧气，鉴于气体的质量不易称量，他想到了如下的方法来计算，请你分析他的方法是否合理。

- (1) 在水电解器中注入蒸馏水（并滴加几滴稀硫酸用以增强导电性）；
- (2) 称量（1）中准备好的水电解器的质量（ $m_1\text{g}$ ）；
- (3) 接通直流电源进行电解，几分钟后停止通电，再称量水电解器的质量（ $m_2\text{g}$ ）。

计算电解所得氧气质量的过程如下：

设可电解生成的氧气质量为  $x$ 。

$$\begin{array}{r} \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 \\ \\ 18 \qquad \frac{1}{2} \times 32 \\ m_1\text{g} - m_2\text{g} \qquad x \\ \\ 18 \qquad \frac{1}{2} \times 32 \\ \hline m_1\text{g} - m_2\text{g} \qquad x \\ \\ (m_1\text{g} - m_2\text{g}) \times \frac{1}{2} \times 32 \\ x = \frac{\qquad\qquad\qquad}{18} \\ \\ x = \frac{8}{9} (m_1 - m_2)\text{g} \end{array}$$

# 第六单元

# 燃烧与燃料

自从人类学会利用火，便结束了“茹毛饮血”的历史。然而，失去控制的火可能成为吞噬生命的恶魔。燃烧本质上是一种剧烈的化学反应，了解燃烧的条件就可以控制和利用燃烧。你知道燃烧的条件是什么吗？怎样防火、灭火及防止爆炸？什么是化石燃料？化石燃料除作为燃料外，还有哪些重要用途？化石燃料燃烧释放的大量二氧化碳会让我们的地球越来越热吗？



## 6.1 燃烧与灭火

- ▲ 灭火的原理
- ▲ 促进燃烧的方法
- ▲ 爆炸是如何发生的

## 6.2 化石燃料的利用

- ▲ 化石燃料的燃烧
- ▲ 化石燃料的综合利用

## 6.3 大自然中的二氧化碳

- ▲ 二氧化碳的循环
- ▲ 二氧化碳的性质

到实验室去：二氧化碳的实验室制取与性质

## 第一节 燃烧与灭火

火的使用标志着人类文明的伟大进步。从钻燧取火到航空航天，在人类文明前进的每一步，火的作用和影响都不容忽视。现代社会中，我们的许多生活和生产活动也离不开火。

然而，如果用火不当，可能会造成火灾，对人们的生命财产带来巨大危害。当火灾发生时，人们多么希望能够迅速灭火！

### 一、灭火的原理

其实，并不是只有在发生火灾的时候才需要灭火。同学们日常生活中常做的事情，如吹灭蜡烛、熄灭酒精灯、关掉燃气炉灶的火等也是灭火。回想一下，在不同的情形下都用过哪些方法灭火？为什么这些方法能够灭火？



### 活动天地 6-1

#### 寻找灭火的方法

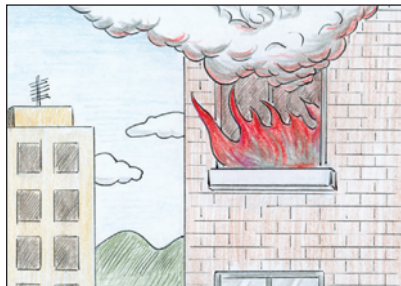
参考示例，讨论在各种情况下应当采用什么方法灭火？采用这些方法为什么能够灭火？



灭火的方法：① 往着火的木柴上覆盖沙子；② ……

解释：① 往木柴上覆盖沙子，能够隔断木柴与空气的接触，缺乏氧气的支持，火就熄灭了。

② ……

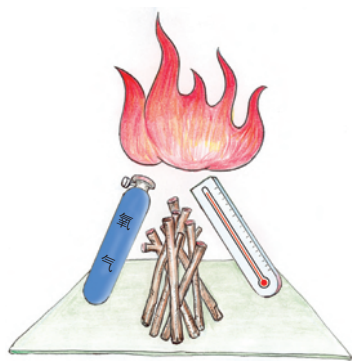


把想到的灭火方法按照主要目的进行分类，并填入下表：

| 灭火的方法 | 采取这些方法的主要目的 |
|-------|-------------|
|       | 降低温度        |
|       | 隔绝氧气        |
|       | 移走可燃物       |

通常所说的**燃烧**是可燃物跟氧气发生的剧烈的发光、发热的氧化反应。

同学们还记得我们上次到实验室做过的实验探究吗？在那次探究中我们知道了燃烧必须满足三个条件才能发生。这三个条件分别是：（1）物质具有可燃性；（2）可燃物与充足氧气接触；（3）可燃物的温度达到其自身的着火点（即可燃物燃烧所需要的最低温度）。而各种灭火措施都是至少破坏了燃烧所需条件之一，从而终止了燃烧反应。



### 交流共享

回想一下前面学过的物质跟氧气反应的现象，结合上述内容，与同学们交流你对燃烧的理解。



## 活动天地 6-2

## 火与安全用火

火是推动人类文明进步的重要因素，使用不当时却可能成为吞噬生命的恶魔。火灾发生时，由于常常产生浓烟甚至有毒气体，在短时间内即可导致人员窒息或中毒死亡。我们不仅要学习安全用火的知识，更应该培养安全意识，还要定期进行消防演练，当火灾真正发生时，才能做到临危不乱、正确处置和迅速逃生。

1. 以火的“功”与“过”为题进行辩论，与同学交流讨论对火的认识。
2. 搜集并分析典型的火灾案例，探究总结造成火灾的原因、灭火的方法以及火灾现场人员自救的方法，反思减少人员伤亡和预防该类火灾发生的措施。



## 二、促进燃烧的方法

你见过工人师傅进行金属切割或金属焊接时使用的氧炔焰吗？那是乙炔（ $C_2H_2$ ）在氧气中燃烧产生的火焰。通过调节乙炔和氧气进气阀门，可以改变两种气体的比例，从而控制氧炔焰的温度。当氧气的用量相对于乙炔不足时，乙炔不充分燃烧，生成炭黑（或一氧化碳）和水；当氧气足量时，乙炔充分燃烧，生成二氧化碳和水。



## 活动天地 6-3

## 乙炔的不充分燃烧和充分燃烧

1. 将乙炔气体用玻璃管导出后在空气中点燃，观察并记录现象。
2. 将上述燃烧的乙炔放入盛有氧气的集气瓶中，观察并记录现象。

乙炔在空气中燃烧

乙炔在氧气中燃烧

温度达到着火点以后，乙炔分子与氧气分子接触碰撞，就能燃烧。在一定的空间内，相互接触碰撞的分子越多，燃烧就越剧烈。

乙炔充分燃烧的化学方程式为：



## 活动天地 6-4

### 促进可燃物燃烧的方法

请解释下列现象，并据此归纳促进可燃物燃烧的方法。

1. 工厂烧锅炉用的煤通常要加工成粉末状。
2. 化油器将汽油喷成雾状，进入内燃机汽缸。
3. 用煤炭烧锅炉时，要用鼓风机不断往炉膛中吹入空气。
4. 家庭用的煤通常要加工成蜂窝煤。
5. 在空气中加热铁丝时，铁丝不会燃烧；如果在纯氧中加热铁丝，就会剧烈燃烧，火星四射。

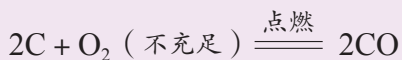
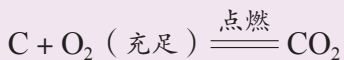
增大氧气的浓度或增大可燃物与氧气的接触面积，都能促进可燃物燃烧。

### 一氧化碳中毒及其预防

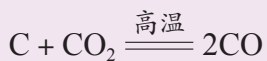
#### 多识一点



常用燃料的主要组成元素是碳。在氧气供给充足时，燃料中的碳充分燃烧，生成二氧化碳。若氧气供给不足，碳燃烧不充分，生成一氧化碳。



此外，在高温下，炽热的碳也可使二氧化碳转变成一氧化碳。



在通风不良的室内使用煤炉时，因空气不足，会发生碳的不充分燃烧，产生一氧化碳。另外，煤气泄漏或燃料气体的不充分燃烧等都会产生一氧化碳。



一氧化碳是无色无味的气体，它的存在不容易被觉察。当一氧化碳随呼吸进入人体血液后，便与血液中的血红蛋白结合，而血红蛋白本来应与氧气结合，向人体组织和器官输送氧气。人体吸入一氧化碳后，血液就失去了输氧能力，导致一氧化碳中毒。人吸入少量的一氧化碳就会头痛，吸入较多量时，就可能导致死亡。

煤炉、煤气灶及燃气热水器等易产生一氧化碳气体，使用时一定要保持良好的通风和有效的排气，确保安全。

### 三、爆炸是如何发生的



#### 交流共享

你见过爆炸的场面吗？在露天的空地上引燃少量火药粉末不会发生爆炸，爆竹里只有少量火药，却为什么会爆炸？

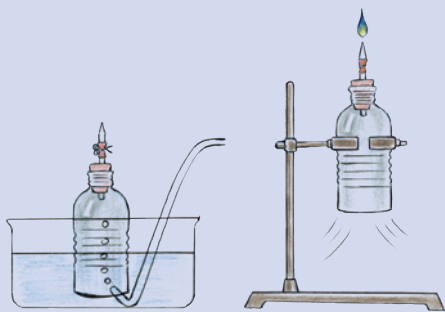


#### 实验探究 6-1

##### 氢气的燃烧和爆炸

将一个塑料瓶的瓶底剪下，在瓶塞处插入一根带有止水夹的尖嘴玻璃管。用排水法集满纯净的氢气后，将塑料瓶移出水面，固定在铁架台上。打开止水夹，在尖嘴处点燃氢气。观察现象。

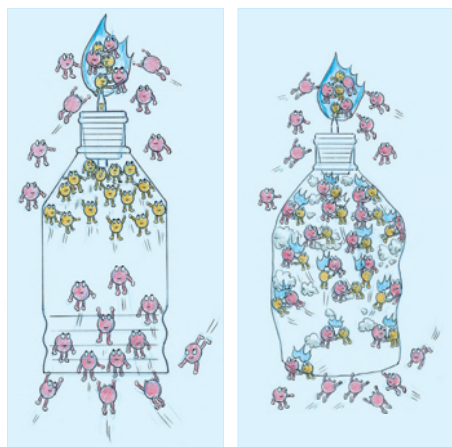
思考：为什么刚开始时氢气能够在导管的尖嘴处安静地燃烧，而片刻后却发生爆炸了呢？



上述实验中：当氢气刚开始燃烧时，只有少量氢气在玻璃管口跟氧气接触发生反应，产生的热量不多，很快就散失到空气中。随着燃烧的进行，空气从瓶底涌入，在瓶子中与氢气相互混合后，大量

氢气分子和氧气分子同时接触，反应瞬间释放出大量的热，使气体体积在有限的空间里急剧膨胀，就发生了爆炸。

家庭使用的天然气、煤气或液化气等可燃性气体一旦泄漏，且在通风不良的厨房等有限空间里遇到明火，就有可能发生爆炸。在加油站、化工厂、煤矿的矿井和面粉厂等场所，空气中会含有较多的可燃性气体或粉尘，一定要严禁烟火，严格遵守安全规程，防止发生火灾和爆炸事故。



当心火灾



当心爆炸



禁止放置易燃物



禁止烟火



禁止携带火种

与燃烧和爆炸有关的标识

## 可燃气体的爆炸极限

### 多识一点



可燃气体与空气形成混合气体，遇明火发生爆炸的浓度范围（即可燃气体占混合气体的体积分数范围），称为该可燃气体的爆炸极限。可燃气体的浓度低到不能发生爆炸的限度，称为爆炸下限；可燃气体的浓度高到不能发生爆炸的限度，称为爆炸上限。

| 燃气类别 | 爆炸极限 (%)    | 燃气类别     | 爆炸极限 (%)   |
|------|-------------|----------|------------|
| 氢气   | 4.0 ~ 75.0  | 天然气 (甲烷) | 5.0 ~ 15.0 |
| 一氧化碳 | 12.0 ~ 75.0 | 丁烷       | 1.8 ~ 8.5  |
| 硫化氢  | 4.3 ~ 46    | 乙炔       | 2.5 ~ 81.0 |

注：表中数据为通常状况（20℃、 $1.01 \times 10^5$  Pa）下的测量值。

与燃烧一样，任何化学反应都需要在一定的条件下才能发生。因此，通过控制反应条件可以促进或抑制化学反应，使之满足人们的需要。



### 长话短说

1. 通常所说的燃烧是指可燃物跟氧气发生的发光放热的剧烈氧化反应。
2. 增大氧气的浓度或增大可燃物与氧气的接触面积，能促进可燃物燃烧。
3. 可燃性气体或粉尘在空气中的含量达到爆炸极限时，遇到明火就会剧烈燃烧，导致气体的体积在有限的空间里急剧膨胀，从而引起爆炸。
4. 控制燃烧条件可以到达防火、灭火和防止爆炸的目的。



### 挑战自我

1. 调查统计表明，很多火灾伤亡事故是由于缺乏自救常识造成的。下列自救措施不正确的是（ ）。

- A. 电线或电器起火时，要立即用水扑灭
- B. 现场烟雾较浓时，可用湿毛巾捂住口鼻，并尽量贴近地面逃离
- C. 如果无路可逃，可以选择相对安全的地方暂时避难、等待救援
- D. 高层建筑物起火，不可乘电梯，应从安全通道撤离

2. 分别点燃两根火柴，将其中一根火柴头竖直向上，另一根火柴头略斜向下（如右图所示）。火柴在何种情况下更容易持续燃烧？为什么？



3. 关于水的下列描述中，哪些可以成为将水作为常用灭火剂的理由？

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| (1) 水是由氢元素和氧元素组成的； | (2) 水是组成生命体的重要成分； |
| (3) 水的价格低廉；        | (4) 水不能燃烧，也不支持燃烧； |
| (5) 水的密度比空气大；      | (6) 水蒸发时吸收大量的热；   |
| (7) 水是大自然中随处可见的物质； | (8) 水是良好的溶剂。      |

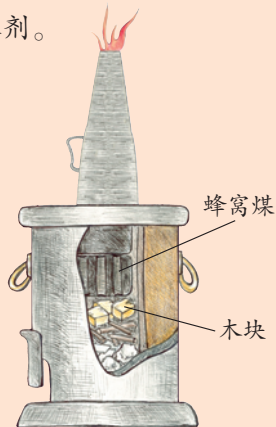
4. 你有没有引燃蜂窝煤炉的经验？引燃蜂窝煤炉一般要经过下列几个步骤：

首先，在炉膛中按自下而上的顺序把引火材料和蜂窝煤放好。点燃最下面的引火材料。

然后，等到火烧起来以后，在炉子的上方加一个拔火筒。

最后，待引火材料基本烧完，蜂窝煤微微烧红以后，取下拔火筒，把炉子的进风口关小一点。

说说看，上述过程应用了哪些关于燃烧的知识？如何正确使用蜂窝煤炉才能预防煤气中毒？

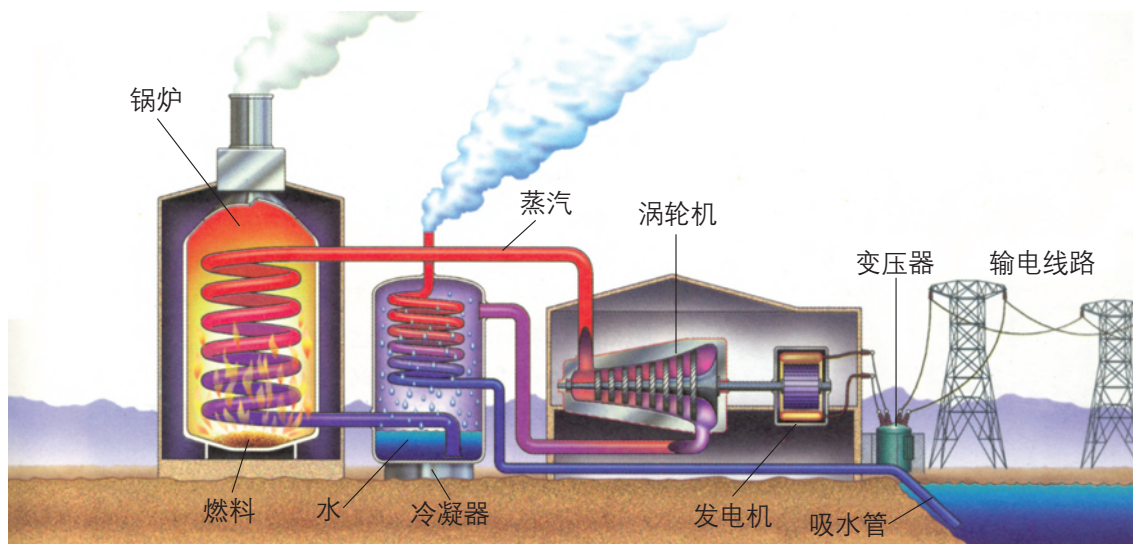


## 第二节 化石燃料的利用

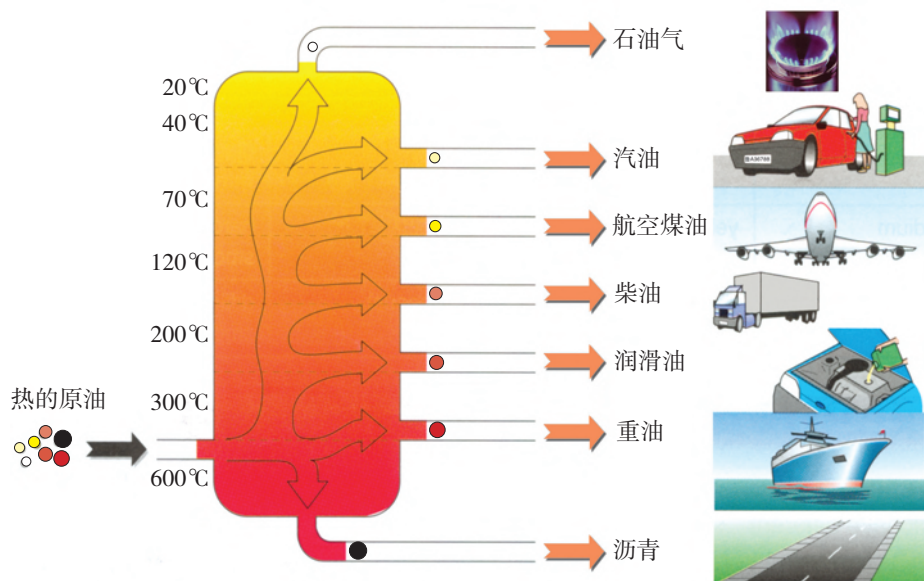
说到燃料，大家不会陌生，柴草、煤炭、汽油、柴油、煤油、天然气、液化石油气、管道煤气……都是我们熟悉的燃料，它们燃烧后都能够提供能量。其中，煤、石油和天然气等是埋藏在地下的不可再生的化石燃料。它们是由远古时代的生物体被埋入地下后，经过亿万年的时间，在地球内部的热量和压力的作用下缓慢形成的。

### 一、化石燃料的燃烧

煤、石油和天然气的主要成分都是碳氢化合物。碳氢化合物是由碳元素和氢元素组成的高能量物质，这类物质在空气（氧气）中燃烧时，碳原子和氢原子分别与氧原子结合，生成 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ，同时会以光和热的形式释放出能量，因而是很好的能源。现在，世界上多数国家利用的能量（如热能、电能等）主要来自化石燃料的燃烧。例如在我国，很大一部分电能是由煤燃烧产生的热能转化而来的。



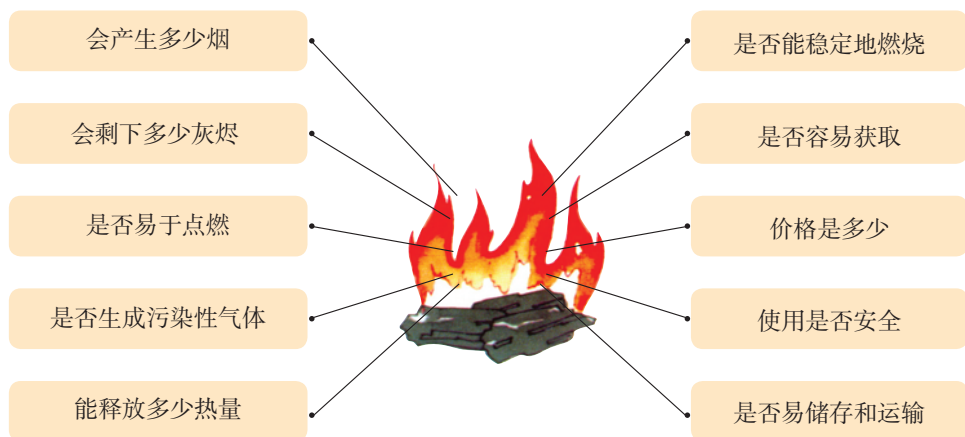
用来驱动汽车、飞机和轮船的燃料主要是从石油中分离出来的汽油、航空煤油和柴油等。



煤、汽油、煤油、柴油和液化石油气等燃料中，除了含有碳、氢元素外，还含有少量硫、氮等元素，这些元素在燃烧时会转化为二氧化硫和氮的氧化物，释放大气中，造成环境污染。



不同的燃料，成分不尽相同，性质存在差异。没有任何一种燃料是最理想的。煤炭价廉、易于储存和运输，但难以点燃且燃烧时会产生大量二氧化硫和烟尘；酒精容易点燃，燃烧时不会污染环境，但是价格高且不易储存和运输……在选择燃料时要综合考虑各方面的因素。



选择燃料时应考虑的因素



## 活动天地 6-5

## 选择合适的燃料

请根据下表提供的信息回答问题。

| 燃料   | 每产生1 000 kJ热量的相对花费 | 点燃的难易 | 燃烧时干净与否 | 使用的安全性  | 主要运输方式      |
|------|--------------------|-------|---------|---------|-------------|
| 煤炭   | 1.0                | 难     | 脏       | 安全      | 汽车、火车或轮船的货舱 |
| 天然气  | 3.5                | 易     | 干净      | 泄漏会导致爆炸 | 专用管道        |
| 燃料酒精 | 5.0                | 易     | 非常干净    | 易燃可引发火灾 | 瓶装或桶装后汽车运输  |
| 木炭   | 2.0                | 难     | 比较干净    | 安全      | 袋装后汽车运输     |

- 为什么烧烤食物时常用木炭，而不用表中的其他燃料？
- 选择满足下列用途的燃料，并说明理由。
  - 冬季住宅供暖；
  - 城市居民做饭。



## 在线测试

从石油中得到的液化石油气的主要成分是丙烷( $C_3H_8$ )、丁烷( $C_4H_{10}$ )、丙烯( $C_3H_6$ )和丁烯( $C_4H_8$ )等。请写出液化石油气充分燃烧时有关反应的化学方程式。

## 二、化石燃料的综合利用

随着化学科学的发展，人们认识到化石燃料不仅是优质的能量来源，还是宝贵的化工资源。化学家和化学工程师们以石油为原料，开创了辉煌的石油化学工业。他们改变石油中的分子，使大分子断裂为小分子，再将小分子按需要组合成大分子，从而把石油转化成塑料、合成橡胶、合成纤维、药物和染料等。所以，人们把石油称为“工业的血液”。从眼镜、光盘、足球，到染发剂、阿司匹林、人工心脏瓣膜……我们的生活已经离不开石油化工产品。



部分石油化工产品的应用

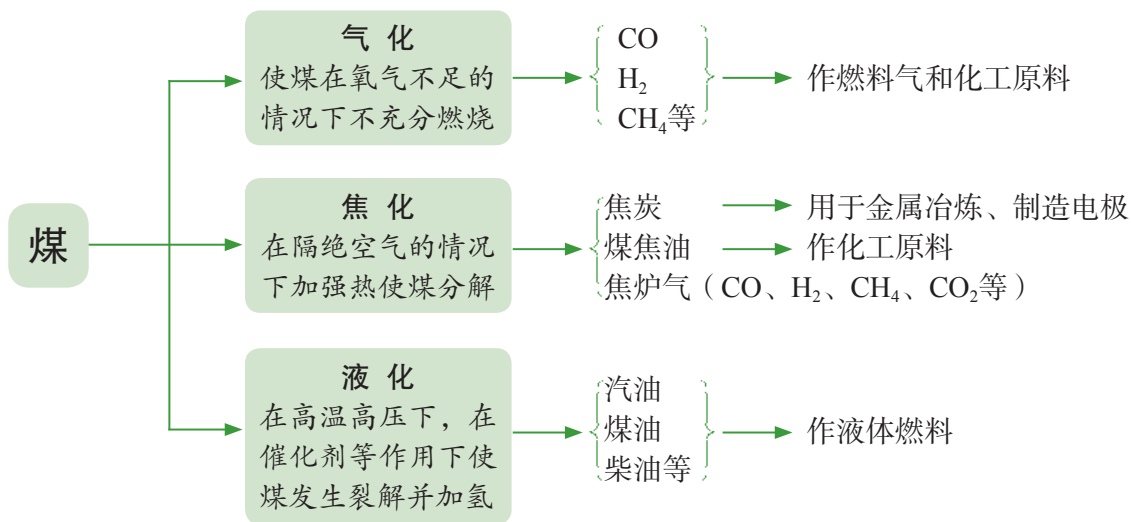


多识一点

分子聚合催化剂

最初，化学家以乙烯为原料制造聚乙烯需要很苛刻的条件，而且产品的熔点较低，温度超过100℃就开始变软。1953年，德国化学家齐格勒和意大利化学家纳塔发明了烯烃聚合催化剂，使小分子聚合成大分子可以在温和的条件下进行。而且得到的新型聚合物更柔软、坚固，在100℃时也不会变得太软，被广泛用于汽车、化工、包装、建筑、医疗、农业和食品等领域。这种新型催化剂的发明为高分子化学开辟了广阔的研究领域，在分子剪接方面发挥了巨大威力，使制造各种特殊性能的石油化工产品成为可能。他们二人也因此分享了1963年的诺贝尔化学奖。

我国煤炭资源丰富，石油和天然气资源却相对不足，煤炭保有储量超过1万亿吨，占我国化石能源总储量的90%以上。煤炭在我国总能源消费中所占的比重也很大，约70%左右，远超世界平均水平。在我国，实现对煤的综合利用已是当务之急。当前，煤的综合利用措施主要有煤的气化、焦化和液化，其产物是化肥、农药、合成材料及冶金等领域的重要原料。





煤、石油和天然气等化石燃料是不可再生的宝贵资源，在地球上的储量有限，而且消耗后易产生污染性气体和烟尘。科学家们正在积极寻找其他可再生的替代能源，尤其是污染性小的绿色能源，以保持人类社会与自然的和谐发展。



### 长话短说

1. 燃料的燃烧在人类的生产和生活中发挥着重要作用。燃料的充分燃烧对于节约能源、减少环境污染非常重要。
2. 化石燃料是人类社会重要的自然资源，具有不可再生性，要合理开采、综合利用；煤和石油经加工后的产品具有广泛的用途。



### 挑战自我

1. 写一篇小论文：从资源保护的角度谈谈你对化石燃料综合利用的看法。
2. 对自己学校和家庭周围进行调查：有多少烟囱在向空气中排放烟尘；在炉渣中能否找到未充分燃烧的黑色煤核？
3. 分别写出氢气、乙醇燃烧的化学方程式。如果用氢气、乙醇作燃料，请你分析各有何利弊？

利用互联网、图书馆等途径了解我国煤炭综合利用情况。



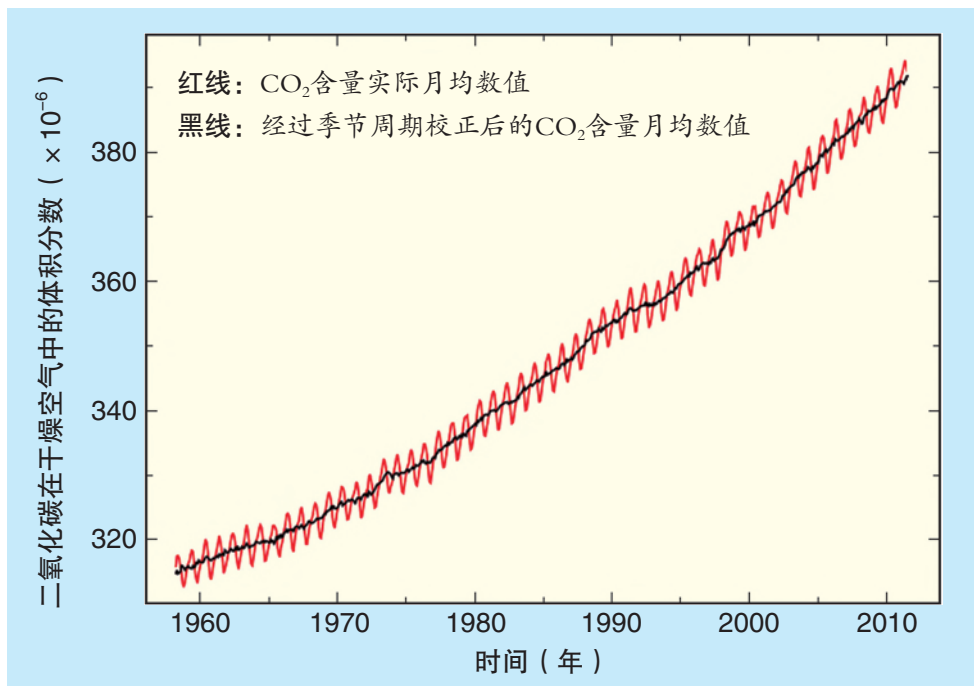
信息冲浪

## 第三节 大自然中的二氧化碳

化石燃料作为一种优质能源，在人类社会的发展过程中发挥了巨大作用。可以说，没有化石燃料，就不可能有现代化的生产和生活。然而，近一百多年来，人类对化石燃料持续进行的大规模开采和利用，使其储量急剧减少，同时导致地球大气中二氧化碳含量持续升高。如此一来，二氧化碳在大自然中的循环还能够保持平衡吗？二氧化碳在大气中的含量升高会对自然环境产生怎样的影响？

### 一、二氧化碳的循环

科学家在一个固定的位置设置了高精度的气体分析仪器，对空气中二氧化碳的含量进行了连续测量。下图描述的是1958—2011年间的测量结果。



美国夏威夷冒纳罗亚山顶空气中二氧化碳含量随时间的变化曲线



活动天地 6-6

寻找图像中的信息

1. 认真观察上页图中曲线的形状和走势，想一想：

(1) 图中红色曲线反映出的同一年度内空气中二氧化碳含量是如何变化的？是不是每一年都在重复同样的变化规律？原因是什么？

(2) 在不同年度，空气中二氧化碳含量的变化呈现了怎样的趋势？

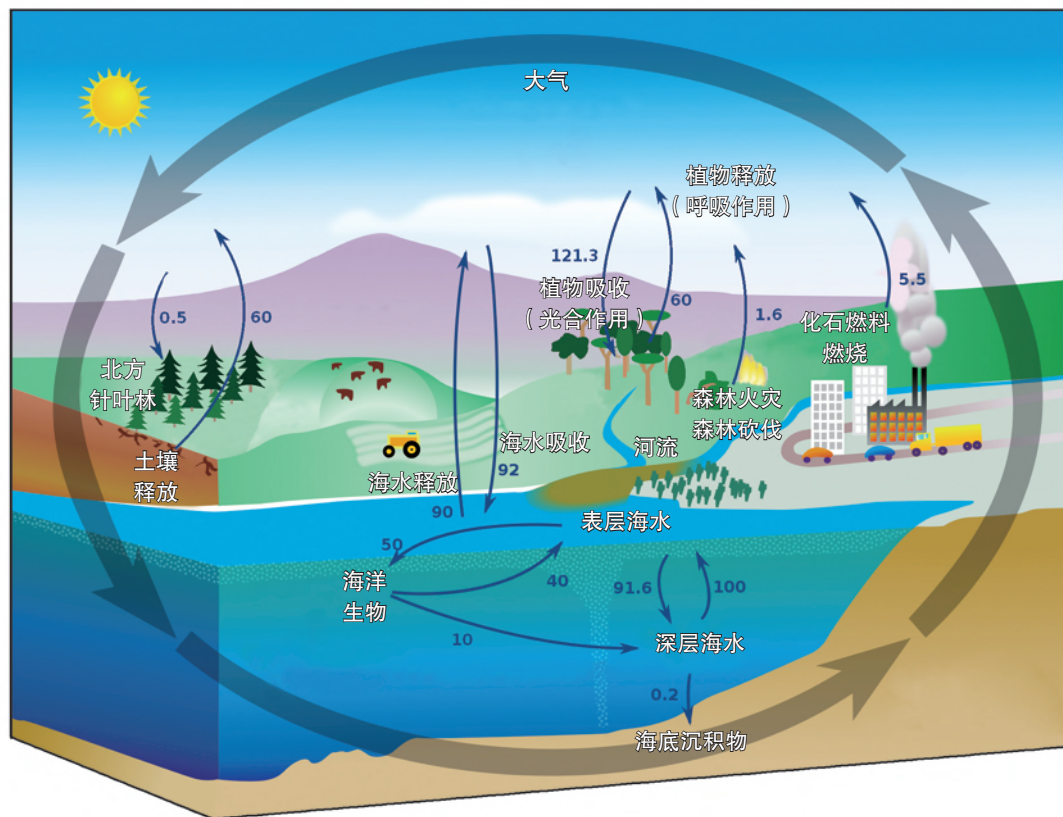
(3) 你还能从这幅图中获得哪些信息？

2. 观察下图，分析二氧化碳产生和消耗的途径，试讨论：

(1) 二氧化碳是怎样循环的？

(2) 二氧化碳的循环对自然界和人类社会有什么意义？

(3) 导致大气中二氧化碳含量逐年升高的可能原因是什么？（图中数字表示通过不同途径产生或消耗碳量的相对值）



自然界中二氧化碳的循环

自然界中的二氧化碳处于不停的循环过程中。一方面：绿色植物吸收大气中的二氧化碳，通过光合作用产生碳水化合物；江河湖海的水体也会溶解二氧化碳，并最终转变成碳酸盐。另一方面：生物的呼吸作用、生物体被微生物分解、化石燃料燃烧、火山喷发等过程，又能将二氧化碳重新释放到大气中。



二氧化碳对地球生命具有重要意义。如果没有二氧化碳，光合作用就不会发生，绿色植物就不会存在，人类和其他动物也就失去了生存的基础。

然而随着人类对化石燃料的大量开发利用，大气中二氧化碳含量逐年升高，这会对自然环境产生什么影响呢？科学家普遍认为：大气中二氧化碳含量升高会导致全球气候变暖，从而使冰川融化、海平面上升、生物圈受到影响。但也有一些科学家认为：目前尚无确切证据说明二氧化碳含量升高与气候变化有直接的关系。还有科学家认为地球演化进程中的另一个“冰期”即将到来，二氧化碳含量升高导致的气候变暖对延缓“冰期”到来具有积极的作用。



#### 交流共享

询问你的长辈，他们小时候冬天的平均气温比现在高还是低？这种气候变化在他们看来是好事还是坏事？

大气中二氧化碳含量持续升高是不是导致全球变暖的重要因素？地球环境的温度上升究竟是利多还是弊多？尽管这些问题在科学界尚存在争议，但是全球变暖及其对自然环境带来的影响的确是人类必须面对的挑战，也是我们每一个人都需要认真对待的重要问题。



## 低碳生活

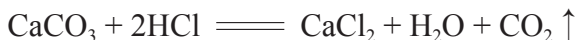
## 多识一点

如果你乘飞机旅行2 000 km，那么就相当于你排放了280 kg的二氧化碳；如果你用了100度电，那么就相当于你排放了100 kg二氧化碳；如果你自驾车消耗了100 L汽油，那么就相当于你排放了270 kg二氧化碳……面对全球变暖等气候问题，人类意识到生产和消费过程中出现的过量碳排放，是导致气候变化的重要因素之一。要减少碳排放，就要优化和约束某些消费和生产活动。

为了更好地保护地球，使人类免受全球气候变暖的威胁，一种新的生活方式——“低碳生活”逐渐受到了人们的重视。低碳生活意味着在日常生活中尽可能直接或间接减少化石能源消耗，从而降低二氧化碳排放量。例如：每节约1度电，就可以减排1 kg二氧化碳；少用10双一次性筷子，减排0.2 kg二氧化碳。身为“地球村”的一员，我们每个人都要为节能减排做出自己的贡献。

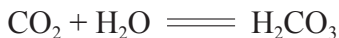
## 二、二氧化碳的性质

二氧化碳是一种常见的气体，实验室里可以用大理石或石灰石（主要成分都为 $\text{CaCO}_3$ ）和稀盐酸（ $\text{HCl}$ ）反应来制取，反应的化学方程式为：



在通常状况下，二氧化碳是一种无色、能溶于水的气体，密度约为空气的1.5倍。二氧化碳气体在一定压强和低温条件下能够变成白色块状或片状固体，俗称“干冰”。

二氧化碳溶于水后，部分和水反应，生成了碳酸。反应的化学方程式为：



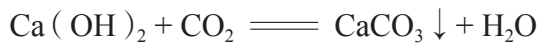
碳酸的水溶液能使紫色石蕊试液变成红色。

二氧化碳还能与氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 的水溶液（俗称石灰水）反应，生成碳酸钙和水。反应的化学方程式为：

干冰不融化成液体，直接升华为二氧化碳气体，升华时会吸收大量的热。所以干冰是一种环保型制冷剂，可用于人工降雨、食物储运、制造舞台烟雾效果等。



碳酸饮料中溶有较多二氧化碳



这一反应可用于检验二氧化碳的存在。

二氧化碳的化学性质稳定且没有毒性，可用作科学实验和工业生产的保护气；它既不能燃烧，也不支持燃烧，所以可用来灭火。二氧化碳是农业生产中最好的气体肥料，还是工业上生产尿素、甲醇、碳酸氢铵和碳酸氢钠（俗称“小苏打”）等的重要原料。

**注意：**二氧化碳气体虽然没有毒性，但在局部环境中含量过高时，会导致缺氧窒息！

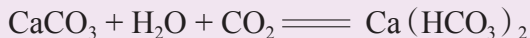


### 交流共享

二氧化碳不仅能与水反应生成碳酸，还能参与绿色植物的光合作用，合成葡萄糖： $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ 。同样是二氧化碳跟水的反应，产物却完全不同，这是为什么呢？

### 溶洞的形成

石灰岩的主要成分是碳酸钙。碳酸钙遇到溶有二氧化碳的水时，会慢慢变成可溶于水的碳酸氢钙  $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ ：



当受热或压强突然变小时，水中的碳酸氢钙会分解，重新变成碳酸钙沉积下来：



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

**思考：**二氧化碳通入澄清石灰水，能看到澄清石灰水变浑浊，但继续通入二氧化碳后，石灰水又由浑浊变为澄清，这是为什么？

### 多识一点





### 长话短说

1. 碳循环是自然界中物质和能量循环的重要组成部分；人类社会大量燃烧化石燃料，导致大气中二氧化碳含量逐年升高，可能会对环境和气候造成重大影响。
2. 二氧化碳是一种无色、能溶于水的气体，密度比空气大；不能燃烧，也不支持燃烧；能够与水、氢氧化钙等物质发生化学反应；是植物进行光合作用不可缺少的物质。



### 挑战自我

1. 大气中的二氧化碳有哪些来源？大自然通过哪些途径消耗二氧化碳？
2. 有两个集气瓶，分别盛满了氧气和二氧化碳，用哪些方法可以区别这两种气体？
3. 用化学知识解释下列现象：
  - (1) 用石灰浆〔主要成分是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 〕涂抹的墙壁，往往表面已干燥一段时间之后，又会出现水珠。
  - (2) 实验室中长期盛放石灰水的玻璃试剂瓶内壁上会附着了一层白色固体物质，用水难以去除，需用稀盐酸清洗。

# 到实验室去

## 二氧化碳的实验室制取与性质

### 明确任务

1. 组装实验装置，制取并收集二氧化碳气体。
2. 通过实验进一步学习二氧化碳的性质。

### 做好准备

1. 你需要准备以下实验用品：锥形瓶、分液漏斗、双孔橡皮塞、玻璃导管、胶皮管、集气瓶、塑料矿泉水瓶（550 mL 3个）、玻璃片，托盘天平、烧杯（250 mL 2只，500 mL 1只）、火柴；石灰石（或大理石）、稀盐酸、两支长短不同的蜡烛、紫色石蕊试液、澄清石灰水、蒸馏水。
2. 你需要知道实验室制取和收集二氧化碳气体的方法。

### 动手实验

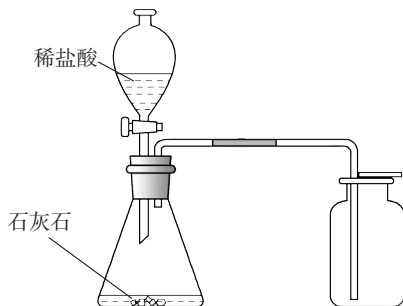
#### 1. 制取与收集二氧化碳

- (1) 如图所示连接装置，检查装置的气密性；
- (2) 往锥形瓶中装入石灰石（或大理石），向分液漏斗中加入稀盐酸；
- (3) 分别收集1集气瓶和3塑料瓶（分别标记为A、B、C）二氧化碳气体。

#### 2. 验证二氧化碳的性质

##### (1) 二氧化碳的物理性质

- ① 在托盘天平两边各放一只250 mL的烧杯，调节天平平衡。然后向其中一只烧杯中慢慢倾倒集气瓶中的二氧化碳气体。（或自行设计实验方案比较二氧化碳和空气的密度）



|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |



② 向盛有二氧化碳的塑料瓶A中加入适量的蒸馏水，迅速拧紧瓶盖，振荡，观察现象。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

### (2) 二氧化碳的化学性质

① 向上述盛有二氧化碳水溶液的塑料瓶A中滴入1~2滴紫色石蕊试液，拧紧瓶盖，振荡，观察现象。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

② 向盛有二氧化碳的塑料瓶B中倒入适量澄清石灰水，振荡，观察现象。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

③ 将准备好的两支蜡烛放入500 mL烧杯中，分别点燃。然后慢慢倒入塑料瓶C中的二氧化碳气体，观察现象。

|    |  |
|----|--|
| 现象 |  |
| 结论 |  |

## 反思交流

1. 物质的性质决定其用途。结合本实验说明为什么二氧化碳气体是优良的灭火剂？

2. 通过比较、归纳实验室制取氧气和二氧化碳的两个实验，总结实验室制取气体的一般思路和方法：

|             |  |
|-------------|--|
| 选择反应物应考虑的问题 |  |
| 选择气体发生装置的依据 |  |
| 选择气体收集装置的依据 |  |
| 检验和验满气体的依据  |  |

# 单元练习

## 知识应用

- 下列物质属于纯净物的是( )。
 

A. 煤                      B. 石油                      C. 干冰                      D. 天然气
- 下列叙述中不正确的是( )。
 

A. 燃烧不一定有火焰产生  
B. 物质跟氧气的反应就是燃烧  
C. 物质在有限的空间内燃烧，可能会引起爆炸  
D. 物质燃烧的剧烈程度与氧气的浓度有关
- 发生森林火灾时，消防员开辟防火隔离带的主要目的是( )。
 

A. 使可燃物温度降低到着火点以下                      B. 隔离可燃物  
C. 开辟道路以利于输水灭火                      D. 隔绝空气
- 人类从远古时代就懂得钻木取火。钻木之所以能取火，是因为：
 

① 钻凿处，木头温度升高；  
② 木头在空气中的温度达到着火点，发生燃烧；  
③ 钻凿木头时，克服摩擦力做的功可转化为热能。

这三句话按因果关系排列的顺序是\_\_\_\_\_。
- 长期存放石灰水的试剂瓶内壁有一层白色固体，请分析这层白色固体产生的原因。用完石灰水后，怎样除去瓶壁上的白色固体？
- 近年来，一些城市用天然气代替汽油作车用燃料以改善环境，取得了显著成效。在街上，你会发现有些公交车和出租车上印有“CNG”的标识，它们是以天然气作为燃料的汽车。试回答：
 

(1) 天然气的主要成分是什么？写出该主要成分燃烧的化学方程式。

(2) 在煤矿的矿井里有时会逸出该气体，若达到一定浓度，遇到明火就会发生爆炸，这就是人们常说的瓦斯爆炸。为了防止瓦斯爆炸，你认为矿井里应采取哪些安全措施？

7. 右图为实验室制取二氧化碳的实验装置图。请回答下列问题：

(1) 写出有标号仪器的名称：

a. \_\_\_\_\_, b. \_\_\_\_\_。

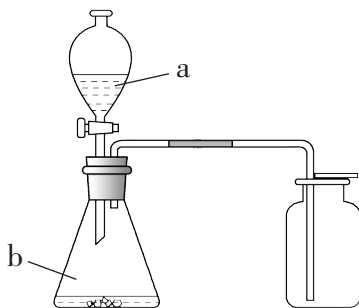
(2) 实验室制取二氧化碳的化学方程式是：

\_\_\_\_\_。

(3) 证明集气瓶中充满二氧化碳的方法是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。



8. 设计实验证明甲烷中含有氢元素和碳元素。

### 方法探究

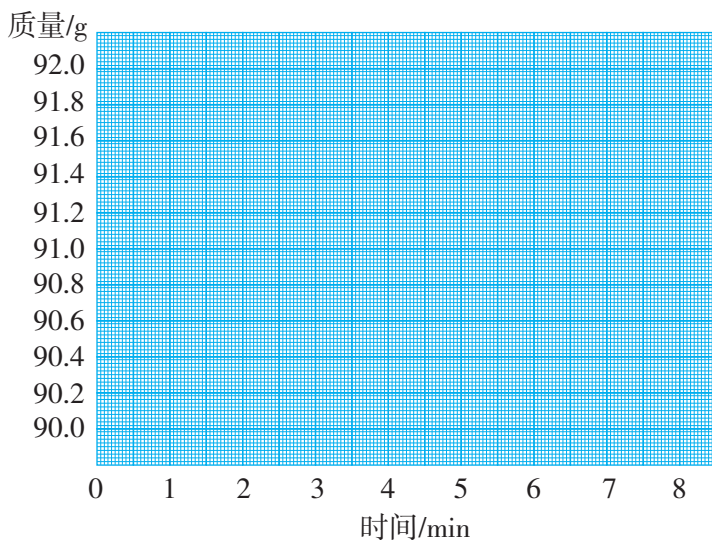
9. 将足量的碳酸钙加入到盛有40 mL稀盐酸的烧杯中，立即将烧杯放在天平上称量。在以后的8 min内，每一分钟读一次数。结果如下：

| 时间/min | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 质量/g   | 92.0 | 91.0 | 90.5 | 90.2 | 90.1 | 90.4 | 90.1 | 90.1 | 90.1 |

(1) 为什么盛有反应物的烧杯质量在减少？

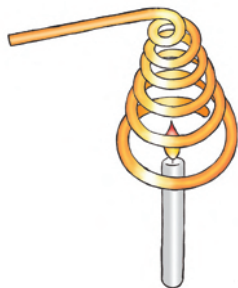
(2) 在给出的坐标纸上，画出质量与时间的关系曲线。

(3) 表中有一个结果是不合理的，该结果的测得时间是第\_\_\_\_\_分钟。



## 反思交流

10. 如图所示, 将一个用导热性能良好的粗金属丝(如铜丝或铝丝)绕成的线圈罩在一支蜡烛的火焰上, 火焰很快就熄灭了。如果预先将金属丝圈加热, 再罩到蜡烛火焰上, 蜡烛就可以照常燃烧。怎样解释这种现象? 在生活中你还遇到过哪些现象也是由类似的原因造成的?



11. 从以下三个题目中选择一个作为主题, 开展探究性学习活动, 并写出一篇小论文:

- (1) 火的“功”与“过”;
- (2) 化石燃料的利用;
- (3) 我眼中的温室效应。



## 附录 I

## 初中化学实验常用仪器



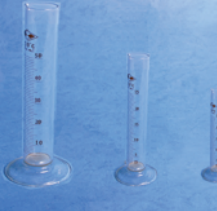

## 反应容器

|  |             |  |             |   |             |
|--|-------------|--|-------------|---|-------------|
|   | 试<br>管      |   | 蒸<br>发<br>皿 |   | 坩<br>埚      |
| <p>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，以防炸裂。</p>   |             | <p>用于溶液蒸发或浓缩。加热后不能骤冷，以防炸裂，也不能直接放在实验台上。</p>   |             | <p>常用于灼烧固体。</p>   |             |
|  | 燃<br>烧<br>匙 |  | 烧<br>杯      |  | 锥<br>形<br>瓶 |
| <p>用于盛放可燃性固体物质，做燃烧实验。</p>  |             | <p>用作配制溶液和较大液体反应的容器，在常温或加热时使用。加热时应放在石棉网上，使受热均匀。</p>                                |             | <p>用作较大液体反应的容器和气体发生装置。在常温或加热时使用。加热时需要垫上石棉网。</p>                                     |             |





## 加热仪器

|   |             |   |                  |
|---|-------------|---|------------------|
|  | 酒<br>精<br>灯 |  | 酒<br>精<br>喷<br>灯 |
| <p>用于加热，使用时应注意不能向燃着的酒精灯里添加酒精，不能用嘴吹灭酒精灯火焰。</p>                                       |             | <p>火焰温度高于酒精灯，可达1 000℃左右，用于加热需较高温度才能发生的化学反应。</p>                                     |                  |


## 计量仪器

|   |                  |   |             |   |        |  |             |
|---|------------------|---|-------------|---|--------|--|-------------|
|  | 托<br>盘<br>天<br>平 |  | 电<br>子<br>秤 |  | 量<br>筒 |  | 温<br>度<br>计 |
| 用于称量物质的质量。使用前应注意调节平衡。   |                  | 用于称量物质的质量。  |             | 用于量度液体的体积，不能加热，不能作反应的容器。  |        | 用于测量物体的温度。   |             |




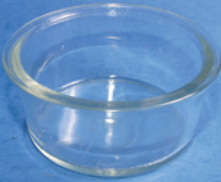

## 固定和支持的仪器

|  |             |  |             |  |             |   |             |
|--|-------------|--|-------------|--|-------------|---|-------------|
|  | 铁<br>架<br>台 |  | 试<br>管<br>夹 |  | 试<br>管<br>架 |  | 坩<br>埚<br>钳 |
| 用于固定和支持各种仪器。   |             | 用于夹持试管。  |             | 用于放置试管。  |             | 用于夹持较高温度的物品。  |             |








## 分离物质的仪器

|   |                  |  |                  |
|---|------------------|--|------------------|
|  | 普<br>通<br>漏<br>斗 |  | 分<br>液<br>漏<br>斗 |
| 用于分离、过滤和导流液体。   |                  |  |                  |

存放物质的仪器

|   |     |   |     |  |    |
|---|-----|---|-----|--|----|
|  | 广口瓶 |  | 细口瓶 |  | 滴瓶 |
| <p>用于存放固体试剂。</p>  |     | <p>用于存放液体试剂。</p>  |     | <p>用于存放液体试剂。</p>   |    |
|  | 水槽  |  | 集气瓶 |  |    |
| <p>用于排水法收集气体。</p>   |     | <p>用于收集或储存少量气体。</p>   |     |  |    |

其他仪器

|   |     |   |     |  |      |   |     |
|---|-----|---|-----|--|------|---|-----|
|  | 药匙  |  | 镊子  |   | 研钵   |  | 玻璃棒 |
| <p>用于取用粉末状或小颗粒的固体药品。</p>  |     | <p>用于取用块状药品。</p>  |     | <p>用于研磨硬度不太大的固体物质。</p>   |      | <p>用于引流、搅拌或转移液体。</p>  |     |
|  | 试管刷 |  | 石棉网 |  | 胶头滴管 |   |     |
| <p>用来刷洗试管或烧瓶等玻璃器皿。</p>  |     | <p>用于间接加热，并使被加热器皿均匀受热。</p>  |     | <p>用于吸取和滴加少量液体。</p>  |      |   |     |

## 附录 II

相对原子质量表

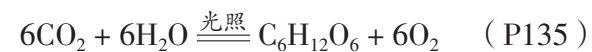
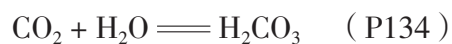
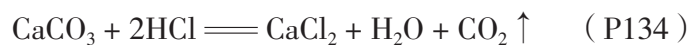
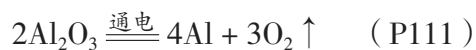
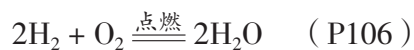
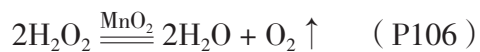
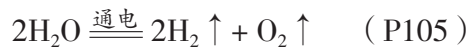
| 元素 |    | 相对原子质量                 | 元素 |    | 相对原子质量                   | 元素  |    | 相对原子质量               |
|----|----|------------------------|----|----|--------------------------|-----|----|----------------------|
| 符号 | 名称 |                        | 符号 | 名称 |                          | 符号  | 名称 |                      |
| Ac | 锕  | [ 227 ]                | Ge | 锗  | 72.63 ( 1 )              | Pu  | 钷  | [ 244 ]              |
| Ag | 银  | 107.868 2 ( 2 )        | H  | 氢  | [ 1.007 84; 1.008 11 ]   | Ra  | 镭  | [ 226 ]              |
| Al | 铝  | 26.981 538 6 ( 8 )     | He | 氦  | 4.002 602 ( 2 )          | Rb  | 铷  | 85.467 8 ( 3 )       |
| Am | 镅  | [ 243 ]                | Hf | 铪  | 178.49 ( 2 )             | Re  | 铼  | 186.207 ( 1 )        |
| Ar | 氩  | 39.948 ( 1 )           | Hg | 汞  | 200.59 ( 2 )             | Rf  | 钚  | [ 265 ]              |
| As | 砷  | 74.921 60 ( 2 )        | Ho | 钬  | 164.930 32 ( 2 )         | Rg  | 钷  | [ 280 ]              |
| At | 砹  | [ 210 ]                | Hs | 𨧪  | [ 270 ]                  | Rh  | 铑  | 102.905 50 ( 2 )     |
| Au | 金  | 196.966 569 ( 4 )      | I  | 碘  | 126.904 47 ( 3 )         | Rn  | 氡  | [ 222 ]              |
| B  | 硼  | [ 10.806; 10.821 ]     | In | 铟  | 114.818 ( 3 )            | Ru  | 钌  | 101.07 ( 2 )         |
| Ba | 钡  | 137.327 ( 7 )          | Ir | 铱  | 192.217 ( 3 )            | S   | 硫  | [ 32.059; 32.076 ]   |
| Be | 铍  | 9.012 182 ( 3 )        | K  | 钾  | 39.098 3 ( 1 )           | Sb  | 锑  | 121.760 ( 1 )        |
| Bh | 𨭆  | [ 272 ]                | Kr | 氪  | 83.798 ( 2 )             | Sc  | 钪  | 44.955 912 ( 6 )     |
| Bi | 铋  | 208.980 40 ( 1 )       | La | 镧  | 138.905 47 ( 7 )         | Se  | 硒  | 78.96 ( 3 )          |
| Bk | 𨭆  | [ 247 ]                | Li | 锂  | [ 6.938; 6.997 ]         | Sg  | 𨭆  | [ 271 ]              |
| Br | 溴  | 79.904 ( 1 )           | Lu | 镥  | 174.966 8 ( 1 )          | Si  | 硅  | [ 28.084; 28.086 ]   |
| C  | 碳  | [ 12.009 6; 12.011 6 ] | Lr | 𨭆  | [ 262 ]                  | Sm  | 钐  | 150.36 ( 2 )         |
| Ca | 钙  | 40.078 ( 4 )           | Md | 镆  | [ 258 ]                  | Sn  | 锡  | 118.710 ( 7 )        |
| Cd | 镉  | 112.411 ( 8 )          | Mg | 镁  | 24.305 0 ( 6 )           | Sr  | 锶  | 87.62 ( 1 )          |
| Ce | 铈  | 140.116 ( 1 )          | Mn | 锰  | 54.938 045 ( 5 )         | Ta  | 钽  | 180.947 88 ( 2 )     |
| Cf | 锎  | [ 251 ]                | Mo | 钼  | 95.96 ( 2 )              | Tb  | 铽  | 158.925 35 ( 2 )     |
| Cl | 氯  | [ 35.446; 35.457 ]     | Mt | 𨭆  | [ 276 ]                  | Tc  | 锝  | [ 98 ]               |
| Cm | 锔  | [ 247 ]                | N  | 氮  | [ 14.006 43; 14.007 28 ] | Te  | 碲  | 127.60 ( 3 )         |
| Cn | 𨭆  | [ 285 ]                | Na | 钠  | 22.989 769 28 ( 2 )      | Th  | 钍  | 232.038 06 ( 2 )     |
| Co | 钴  | 58.933 195 ( 5 )       | Nb | 铌  | 92.906 38 ( 2 )          | Ti  | 钛  | 47.867 ( 1 )         |
| Cr | 铬  | 51.996 1 ( 6 )         | Nd | 钕  | 144.242 ( 3 )            | Tl  | 铊  | [ 204.382; 204.385 ] |
| Cs | 铯  | 132.905 451 9 ( 2 )    | Ne | 氖  | 20.179 7 ( 6 )           | Tm  | 铥  | 168.934 21 ( 2 )     |
| Cu | 铜  | 63.546 ( 3 )           | Ni | 镍  | 58.693 4 ( 4 )           | U   | 铀  | 238.028 91 ( 3 )     |
| Db | 𨭆  | [ 268 ]                | No | 𨭆  | [ 259 ]                  | Uuh | 𨭆  | [ 293 ]              |
| Ds | 𨭆  | [ 281 ]                | Np | 镎  | [ 237 ]                  | Uuo | 𨭆  | [ 294 ]              |
| Dy | 镝  | 162.500 ( 1 )          | O  | 氧  | [ 15.999 03; 15.999 77 ] | Uup | 𨭆  | [ 288 ]              |
| Er | 铒  | 167.259 ( 3 )          | Os | 锇  | 190.23 ( 3 )             | Uuq | 𨭆  | [ 289 ]              |
| Es | 𨭆  | [ 252 ]                | P  | 磷  | 30.973 762 ( 2 )         | Uut | 𨭆  | [ 284 ]              |
| Eu | 铕  | 151.964 ( 1 )          | Pa | 钷  | 231.035 88 ( 2 )         | V   | 钒  | 50.941 5 ( 1 )       |
| F  | 氟  | 18.998 403 2 ( 5 )     | Pb | 铅  | 207.2 ( 1 )              | W   | 钨  | 183.84 ( 1 )         |
| Fe | 铁  | 55.845 ( 2 )           | Pd | 钯  | 106.42 ( 1 )             | Xe  | 氙  | 131.293 ( 6 )        |
| Fm | 𨭆  | [ 257 ]                | Pm | 钷  | [ 145 ]                  | Y   | 钇  | 88.905 85 ( 2 )      |
| Fr | 钫  | [ 223 ]                | Po | 钋  | [ 209 ]                  | Yb  | 镱  | 173.054 ( 5 )        |
| Ga | 镓  | 69.723 ( 1 )           | Pr | 镨  | 140.907 65 ( 2 )         | Zn  | 锌  | 65.38 ( 2 )          |
| Gd | 钆  | 157.25 ( 3 )           | Pt | 铂  | 195.084 ( 9 )            | Zr  | 锆  | 91.224 ( 2 )         |

注：① 此表按照元素符号的字母顺序排列；② 相对原子质量加方括号的为放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数；③ 相对原子质量末尾数的不确定度加注在其后的括号内；④  $[a; b]$  表示该元素的相对原子质量依据其同位素丰度变化而介于  $a$  和  $b$  之间；⑤ 数据来源：国际纯粹与应用化学联合会 (IUPAC) 公布的“标准相对原子质量” (截至 2009 年)。



## 附录 III

## 化学方程式索引



## 附录 IV

## 化学名词索引

(按照化学名词汉语拼音字母顺序排列)

- 饱和溶液 (saturated solution) P62  
不饱和溶液 (unsaturated solution) P62  
纯净物 (pure substance) P28  
催化剂 (catalyst) P88  
单质 (elementary substance) P46  
分解反应 (decomposition reaction) P32  
分子 (molecule) P24  
分子式 (molecular formula) P82  
化合反应 (combination reaction) P33  
化合物 (compound) P46  
化学变化 (chemical change) P5  
化学方程式 (chemical equation) P105  
化学式 (chemical formula) P81  
化学式量 (formula weight) P86  
化学性质 (chemical property) P34  
混合物 (mixture) P28  
离子 (ion) P42  
燃烧 (combustion) P119  
溶剂 (solvent) P58  
溶液 (solution) P58  
溶质 (solute) P58  
溶质质量分数 (mass percent) P65  
乳化现象 (emulsification) P61  
物理变化 (physical change) P5

- 物理性质 ( physical property ) P34
- 相对分子质量 ( relative molar mass ) P86
- 相对原子质量 ( relative atomic mass ) P39
- 氧化反应 ( oxidation reaction ) P91
- 氧化物 ( oxide ) P91
- 元素 ( element ) P46
- 元素符号 ( element symbol ) P46
- 元素周期表 ( periodic table of elements ) P48
- 原子 ( atom ) P38
- 原子序数 ( atomic number ) P48
- 质量守恒定律 ( law of conservation of mass ) P102

## 后 记

根据国家《基础教育课程改革纲要（试行）》的精神，为实现教材的高质量与多样化，依据全日制义务教育《化学课程标准（实验稿）》，山东教育出版社组织编写了供义务教育九年级学生使用的化学教材。该教材于2003年经全国中小学教材审定委员会初审通过，作为义务教育课程标准实验教科书在全国范围内供课改实验区选用。

2011年7月，教育部启动了义务教育课程标准实验教材的修订送审工作。按照教育部的要求，我们依据《义务教育化学课程标准》（2011年版）对实验教材进行了修订，于2012年5月经全国中小学教材审定委员会审定通过，作为义务教育教科书在全国范围内选用。

原实验教材由毕华林、卢巍任主编，曹心对、程同森、丛祥滋、孙志学任副主编，参加编写的还有王峰、朱殿光、刘洪益、东野长熙、贾聚宽、陈为词、杜彦磊、赵玉玲、高爱玲、吴歧廷、崔素芳、李然然、李景昭、柴家强、初洁玉等同志。

2012年版教材修订由毕华林、卢巍任主编，丛祥滋、孙志学、姜承彬任副主编。参加修订工作的还有亓英丽、王媛、梁青、齐玉和、崔素芳、朱思光、朱殿光、樊勃生、东野长熙、徐迎春、周传昌、高秀玲、石秀竹、石娟、李爱华、李发启等。

2013年以来对本教材的历次修订做出贡献的人员有葛东修、曲海霞、张永华、马维娟、于培海、李峰、王荣桥、刘红梅、孙艳华、陈丽艳、刘文静、闫宝珠、封秀玉、马伟、马立霞、李友虎、郝洋洋、吕红晓、刘振国、徐迎春、辛本春、刘元金、肖志国、裴希乾、邱子华、王鸿苇、张凤、张环、李然然、孟岩、于秀兰、倪道荣等。

在教材修订过程中，曾得到中国科学院院士、南京大学陈洪渊教授，北京师范大学刘知新教授，华东师范大学高剑南教授，山东师范大学陈德展教授等专家和广大一线化学教师的指导和帮助，全国中小学教材审定委员会的专家们提出了许多宝贵的意见。

在此一并表示衷心的感谢！

